

RĪGAS TEHNISKĀ UNIVERSITĀTE

**54. RTU STUDENTU ZINĀTNISKĀS
UN TEHNISKĀS
KONFERENCES MATERIĀLI**

2013. gada aprīlī

I

RĪGA – 2013

RĪGAS TEHNISKĀ UNIVERSITĀTE
Fr. CANDERA STUDENTU ZINĀTNISKĀ UN TEHNISKĀ
BIEDRĪBA

54. RTU STUDENTU ZINĀTNISKĀS
UN TEHNISKĀS
KONFERENCES MATERIĀLI

2013. gada aprīlī

I

ELEKTROZINĪBAS
DATORZINĪBAS
TELEKOMUNIKĀCIJAS
MATERIĀLZINĀTNE
TEKSTILMATERIĀLU TEHNOLOĢIJA UN DIZAINS
MAŠĪNZINĪBAS
BŪVNIECĪBA
ARHITEKTŪRA

RTU Izdevniecība

RĪGA – 2013

UDK 378.62 + 001.891 (063)

Krājumā apkopoti 54. RTU studentu zinātniskās un tehniskās konferences materiāli. Darbu autori ir akadēmisko un profesionālo studiju programmu studenti. Darbu tematika aptver gan teorētiskus, gan Latvijas tautsaimniecībai aktuālu praktisku problēmu pētījumus inženierzinātnes, datorzinātnes, arhitektūras un vides zinātnes jomā.

Visi krājumā iespiestie darbi ir recenzēti.

Atbildīgā par izdevumu D. Šitca.

© Rīgas Tehniskā universitāte, 2013.g.

ISBN 978-9934-10-509-8

S A T U R S

Elektrisko sistēmu sekcija

<i>A.Ivanovs, E.Bieļa.</i> Energosistēmas stabilitātes aspekti modelētā sadales tīklā.....	15
<i>J.Doviborova, A.Dolģicers.</i> Technical Requirements for Distributed Generation Connection to MV Grid in Germany and Latvia	16
<i>M.Jagubovs, T.Lomane.</i> Elektriskā loka krāsns 110/33/8 kV barojošās apakšstacijas relejaizsardzības analīze.....	17
<i>A.Korejevs, D.Antonovs.</i> N – 1 kritērija pielietojuma nenoteiktība energosistēmas vadībā	18
<i>T.Petrova, V.Čuvičins.</i> Izklaidēto enerģijas avotu pielietošanas īpatnības Latvijā.....	19
<i>A.Soboļevskis, D.Soboļevskis, O.Linkevičs, A.Sauhats.</i> Vēja elektrostaciju pieslēgšana elektrotīklam reģionos ar ierobežotu elektrotīkla caurlaides spēju.....	20
<i>A.Soboļevskis, D.Soboļevskis, A.Sauhats.</i> Augstsprieguma līniju pārvades spēju ierobežojošie faktori.....	21
<i>J.Vinklers, A.Dolģicers.</i> Some Aspects of the Impact of Distributed Generation on 20 kV Network.....	22
<i>V.Zaviša, A.Utāns.</i> Augstsprieguma līnijas garendiferenciālās aizsardzības (GDA) pielietošana asinhronās gaitas novēršanai	23

Elektrisko mašīnu un aparātu sekcija

<i>J.Berdovs, A.Kanbergs, J.Šlēziņš.</i> Mazizmēra militeslametra izstrāde	24
<i>R.Dobrijans, L.Lavrinoviča.</i> Uzlabotas konstrukcijas sinhronā reaktīvā dzinēja izpēte....	26
<i>I.Dvornikovs, K.Ketners, O.Šļiskis.</i> Elektropārvades līniju atmosfēras pārspriegumaizsardzības datoranalīze	27
<i>J.Džeriņš, A.Kanbergs.</i> Elektriski vadāmu sajūgu izmantošana dzinēju slogošanā.....	29
<i>V.Fedotovs, N.Lavrinovičs.</i> Pastāvīgo magnētu ietekme uz elektroenerģijas skaitītāju rādījumu precizitāti	31
<i>J.Medvedeva, A.Kanbergs.</i> Spoļu starpvijumu īsslēgumu veidu novērtēšana	32
<i>V.Mikitāns, A.Kanbergs.</i> Tiltiņveida kontaktu nesimetriskas darbības sekas.....	33
<i>V.Orlovskis, A.Podgornovs.</i> Mazgabarīta automātslēdžu marķējums un tā eksperimentālā pārbaude.....	35
<i>M.Ruperts, S.Vītoliņa.</i> Hidroģeneratoru statora izolācijas defektu analīze, izmantojot kļūmju koka shēmu	32
<i>K.Štrengs, S.Vītoliņa.</i> Transformatoru defektu cēloņu un seku analīze turpmākās ekspluatācijas pilveidošanai.....	38
<i>V.Volčēnoks, O.Šļiskis, K.Ketners.</i> Vēja ģeneratoros zibens izraisīto avāriju datormodelēšanas rezultātu analīze	39
<i>D.Zaicevs, L.Lavrinoviča.</i> Bezkontakta ventiļdzinēju vadības metodes	41

Elektrotehnoloģiju datorvadības sekcija

<i>M.Gavrilovs, G.Zaļeski.</i> Elektriskās piedziņas stenda mehāniskās slodzes simulators....	42
<i>T.Golubeva, G.Zaļeski.</i> Telpu energoaudita sistēmas izstrāde	43
<i>V.Golubeva, P.Suskis.</i> Regulējamā augstsprieguma barošanas bloka izveide spektrometriskā detektora barošanai	44
<i>A.Jansons, D.Širkins.</i> Biogāzes stacijas izejvielu padeves sistēmas automatizācija	45
<i>G.Krūmiņš, O.Tetervēnoks.</i> Daudzfunkcionāla 35W LED gaismekļa izpēte un izstrāde ..	46
<i>M.Priedītis, I.Raņķis.</i> Kuka robotu enerģijas taupīšanas shēmas vadības shēma.....	47

<i>Ģ.Staņa, V.Bražis.</i> Asinhronās vilces piedziņas laboratorijas stenda spēka shēmas izstrāde	48
<i>I.Špakovska, G.Zaļeski.</i> Apgaismojuma tālvadības sistēma ar bezvadu sakariem	49
<i>V.Varickis, V.Bražis.</i> Vēja elektrostaciju superkondensatoru enerģijas uzkrājēja izpēte	50

Vides inženierzinātnes un pārvaldības sekcija

<i>E.Augustiņš, Dz.Jaunzems.</i> Jaunu inovatīvu materiālu un tehnoloģiju izmantošana saules kolektoru ražošanā	51
<i>V.Bārs, A.Kamenders.</i> Ilgtspējīgas infrastruktūras attīstības iespējas sarūkošās pilsētās vai reģionos	52
<i>M.Bogdanova, S.N.Kalniņš, D.Blumberga.</i> Latvijas vides aizsardzības fonda projektu vērtēšanas sistēmas izstrāde	53
<i>A.Brinkmane, J.Gušča.</i> Mežizstrādes atkritumu izmantošana. Alternatīvu izvērtējums ...	54
<i>A.Cinis, I.Dzene.</i> Biogāzes stacijas Latvijā	55
<i>K.Dobrāja, M.Rošā.</i> Atbalsta programmas izstrāde energoefektivitātes paaugstināšanai Latvijas rūpniecības sektorā	56
<i>A.Einiks, Dz.Jaunzems.</i> Saules kolektoru integrēšana centralizētajā siltumapgādes sistēmā	57
<i>M.Fainziļbergs, J.Gušča.</i> Poligonu rekultivācijas dzīves cikla novērtējums	58
<i>R.Feldmanis, Ž.Jesko.</i> Spēkratu pretkorozijas aizsardzības pētījumi ceļa apstākļos	59
<i>K.Grauzdulis, I.Veidenbergs.</i> Kondensācijas ekonomizeru efektivitātes paaugstināšana	60
<i>S.Grīnvalde, I.Dzene.</i> Biometāna izmantošana Latvijas transporta sektorā	61
<i>L.Gūbele, G.Bažbauers.</i> Vēja elektroenerģijas un siltumsūkņu lietošana centralizētā siltumapgādē: tehniskie un vides aspekti	62
<i>J.Jurtajeva, F.Romagnoli, J.Pubule.</i> Bioatkritumu apsaimniekošanas scenāriju izstrāde un to ietekmes novērtējums Latvijā	63
<i>K.Kašs, A.Blumberga.</i> Regulējamu griestu dzesēšanas sistēmas izstrāde ar iestrādātiem fāžu pārejas materiāliem	64
<i>O.Kauls, M.Gedrovičs.</i> Torifikācija kā biomasas kurināmā īpašību uzlabošana	65
<i>K.Ķenga, A.Žandeckis.</i> Dažādu veidu biomasas maisījumu izmantošana cietā biokurināmā ražošanai	66
<i>T.Kuzņecova, F.Romagnoli, C.Rošē.</i> Sistēmas izturības un atjaunošanas spējas koncepcija vairāku katastrofu scenārijā: pielietojums Latvijas apstākļos	67
<i>L.Laiviņa, M.Rošā.</i> Ietekmes uz vidi novērtējuma ziņojumu izvērtēšana pēc dažādiem kritērijiem	68
<i>V.Macāns, A.Kamenders.</i> Energoefektivitātes prasību noteikšana rekonstruējamām ēkām atbilstoši optimālo izmaksu līmenim	69
<i>I.Mariņina, M.Gedrovičs.</i> Humusa ražošana	70
<i>L.Mežmale, K.Valters.</i> Hlororganisko piesārņotāju bioakumulācijas dinamika zivju gārņu (<i>Ardea cinerea</i>) mazuļu asinīs	71
<i>M.Miežis, I.Veidenbergs.</i> Augstas temperatūras siltumsūkņa izvēle Ludzas siltumapgādes sistēmai	72
<i>I.Minulova, A.Kamenders.</i> Ātrijs zema enerģijas patēriņa biroja gaisa mitrināšanai	73
<i>I.Muižniece, D.Blumberga.</i> Mazvērtīgo mežizstrādes atlikumu izmantošanas alternatīvu analīze	74
<i>K.Ozoliņš, G.Bažbauers.</i> Atjaunojamo energoresursu ieviešanas transporta sektorā vides, tehniskie un ekonomiskie aspekti	75

<i>D.Pavlovs, A.Žandeckis.</i> Granulu katlu degšanas jaudas izmaiņu ietekme uz katlu tehniskajiem, ekonomiskajiem un ietekmes uz vidi rādītājiem	76
<i>A.Platace, M.Rošā.</i> Energoplānošanas labā prakse novadu līmenī	77
<i>R.Rušenieks, A.Kamenders.</i> Ekstensīvo zaļo jumtu attīstības iespējas Latvijā	78
<i>E.Savicka, M.Rošā.</i> Uzvedības maiņa transporta izmantošanā CO ₂ emisiju samazināšanai	79
<i>E.Siliņa, J.Gušča.</i> Risinājumi antropogēno CO ₂ emisiju industriālam lietojumam.....	80
<i>A. Skujevska, F. Romagnoli.</i> Zaļās elektroenerģijas sistēmu attīstība Latvijā un Lietuvā	81
<i>Dz.Slišāne, D.Blumberga.</i> Ceļu būves vides aspekti	82
<i>L.Slotiņa, I.Dzene.</i> Lietderīga siltumenerģijas izmantošana biogāzes koģenerācijas stacijās	83
<i>R.Smukais, D.Blumberga.</i> Klimata aspekti (CO ₂) Latvijas elektroenerģijas tirgus attīstības modelēšanā.....	84
<i>K.Sondors, I.Dukulis.</i> Mikroaļģu audzēšana biodegvielas ieguvei atklāta tipa baseinā	85
<i>J.Supe, G.Aizsils.</i> Degvielas patēriņa izmaiņas atkarībā no darba ātruma augšnes apstrādes darbos	86
<i>A.Talabajeva, K.Valters.</i> Zinātniskās komunikācijas metodikas izstrāde vides zinātnes studentiem	87
<i>E.Terehovičs, D.Blumberga.</i> Siltumapgādes sistēmas ekserģētiskās bilances modelis Latvijā	88
<i>I.Tiļļa, F.Romagnoli.</i> Dzīves cikla analīze biomasas hidrogenēšanas un oglekļa savākšanas un atkārtotas izmantošanas kombinētās metodes izmantošanai enerģijas ražošanā	89
<i>L.Timma, D.Blumberga.</i> Mākslīgo neirālo tīklu izmantošana defektu noteikšanai un izolācijai saules kombinētajās sistēmās	90
<i>J.Ziemele, D.Blumberga.</i> Latvijas siltumapgādes uzņēmumu darbības rezultātu analīze	91

Lietiško datorsistēmu sekcija

<i>I.Bļinova, N.Prokofjeva.</i> Tehnoloģiju CSS2 un CSS3 analīze un lietojums tīmeklī.....	92
<i>P.Bogdanovs, P.Rusakovs.</i> Datu glabāšanas risinājumu analīze informācijas sistēmas noslodzes kontekstā	93
<i>J.Grijaznovs, P.Rusakovs.</i> Bloku kriptogrāfisko algoritmu analīze	94
<i>I.Gulbis, G.Alksnis.</i> Potenciālās tīmekļa programmēšanas valodas: TYPESCRIPT un COFFEESCRIPT.....	95
<i>M.Lipkins, M.Kirikova.</i> Information Technologies for Small Transport Companies.....	96
<i>M.Pudāne, M.Kirikova.</i> Zināšanu un informācijas plūsmu formalizācija dzīvotspējīgo sistēmu modelim	97
<i>A.Stepanovs, D.Buzdins.</i> Vairākpavedienošanas iespēju analīze programmēšanas valodā Dart	98
<i>I.Ščiņiļina, N. Prokofjeva.</i> E-apmācības sistēmas apskats un klasifikācija.....	99

Vadības informācijas tehnoloģijas sekcija

<i>O.Bulgakovs, V. Minkēviča.</i> IT projekta riska vadības shēmas izstrāde.....	100
<i>K.Baumanis, A.Lektauers.</i> GPS izsekošanas ierīču precizitātes uzlabošana, izmantojot trigonometriskos algoritmus	101
<i>V.Grigāns, J.Vempers.</i> Mobilo ierīču atbalsts elektronisko dokumentu aprītē.....	102
<i>A.Jubelis, J.Kampars.</i> Ģeotelpisku iezīmju indeksēšanas izmantošana informācijas meklēšanai internetā.....	103

<i>E.Karķis, J.Kampars. Atklātā pirmkoda datu bāzu vadības sistēmu telpisko datu apstrādes iespēju salīdzinājums</i>	104
<i>I.Moļavins, J.Kampars. Interaktīvas infografiku tīmekļa vietnes izstrāde</i>	105
<i>A.Priedēns, J.Kampars. Atvērtā pirmkoda autoparka vadības sistēmu novērtējums</i>	106
<i>V.Rusakovs, J.Grabis. Adaptīvo darbplūsmu izmantošana klientu plūsmas vadības sistēmu optimizācijai</i>	107
<i>J.Smirnova, J.Grabis. Ciparu vadības paneļu projektēšanas metodes izstrāde</i>	108
<i>J.Važeņina, J.Grabis. ERP sistēmu objektu navigācijas stratēģiju novērtēšana</i>	109
<i>V.Žuravļova, A.Romānovs. IT pakalpojumu dienesta izmantošana biznesa procesu uzlabošanā</i>	110

Loģistikas informācijas sistēmu sekcija

<i>K.Bebris, I.Poļaka. Ģenētisko algoritmu izmantošana klasifikācijas koku izveidē</i>	111
<i>Z.Bērzkalne, A.Romānovs. Mākoņdatošanas platformas izveidošana dinamiskai IT resursu pārvaldībai</i>	112
<i>A.Bucenieks, V.Boļšakovs. Serveru operētājsistēmu izpēte un salīdzināšana pēc drošības kritērijiem</i>	113
<i>O.Burceva, L.Aleksejeva. Ontoloģijas inženierija daudzkritēriju lēmumu pieņemšanas uzdevuma izvietojuma atbalstam</i>	114
<i>A.Galiņina, S.Paršutins. Optimālā telekomunikācijas risinājuma izvēle elektrisko skaitītāju datu nolasīšanai un pārvaldībai</i>	115
<i>J.Galiņina, L.Aleksejeva. Lēmumu pieņemšanas un datu ieguves metožu mijiedarbība datoru diagnostikā</i>	116
<i>D.Jaunzems, A.Lektavers. Maršrutēšanas algoritmu piemērotības analīze tīmeklī bāzētiem transporta plānošanas risinājumiem</i>	117
<i>A.Kanders, V.Boļšakovs. SQL injekciju uzbrukuma veidu izpēte un drošības pasākumi to novēršanai</i>	118
<i>M.Korņevs, J.Merkurjevs. Platformas izstrāde modelēšanas spēlēm pilsētas loģistikā</i>	119
<i>A.Lobina, A.Lektavers. Noliktaļu loģistikas automatizēto informācijas tehnoloģijas risinājumu analīze</i>	120
<i>Z.Pilsniece, G.Merkurjeva. Plūdu risku ietekmējošo faktoru analīzes un modelēšanas labās prakses izpēte</i>	121
<i>I.Proveja, G.Merkurjeva. Modernu plānošanas metožu un rīku analīze un izmantošana individuālajai ražošanai Latvijas uzņēmumā</i>	122
<i>K.Sivko, V.Boļšakovs. Datortīklu pārraudzīšanas sistēmu izpēte un analīze</i>	123
<i>M.Šuplinska, V.Boļšakovs. E - apmācības sistēmu izpēte un novērtēšana</i>	124

Telekomunikāciju sekcija

<i>J.Kalnejs, O.Ozoliņš, Ģ.Ivanovs. Mikroriņķa rezonatora filtra realizācija un analīze 40 Gbit/s optiskās sistēmās</i>	125
<i>E.Kropačova, O.Ozoliņš, Ģ.Ivanovs. Pilnīgi optiska modulācijas formātu pārveide mikroriņķa rezonatorā</i>	126
<i>E.Pētersons, V.Bobrovs. Dispersijas kompensācijas metožu izpēte un pielietojums WDM – PON sistēmā</i>	127

Organisko savienojumu ķīmijas un tehnoloģijas sekcija

<i>R.Aleksis, K.Jaudzems, E.Liepiņš. Savienojumu bibliotēkas skrīnings ar virsmas plazmonu rezonansi</i>	128
<i>L.Apšeniece, V.Kampars, R.Mūrnieks. Šķīdinātāju ietekme uz rapšu eļļas deoksigenēšanu</i>	129

<i>M.Bārzdaine, Ē.Bizdēna, I.Novosjolova.</i> Purīna bistriazolilatvasinājumu reakcijas ar nukleofīliem un iegūto produktu fluorescento īpašību izpēte.....	130
<i>J.Begens, S.Piskunovs, J.Žukovskis, M.Utinans.</i> Dopēto SrTiO ₃ nanocauruļu kvantu ķīmijas modelēšana fotokatalītiskajai ūdeņraža ieguvei	131
<i>R.Bērziņš, V.Kokars, R.Merijs-Meri.</i> 4,4'-(Heks-1,6-diilbis(oksi))dibenzaldehīda reakcijās ar 4-aizvietotiem anilīniem, iegūto produktu izmantošana reciklēta PET īpašību uzlabošanai	132
<i>Ģ.Betmanis, K.Traskovskis, V.Kokars.</i> 3-Acetil-4-(difluoroboril)-6-metil-2h-pirān-2-ona un aromātisko aldehīdu kondensācijas reakciju produkti un to īpašības	133
<i>J.Brinks, K.Māliņš, V.Kampars.</i> Rapšu eļļas taukskābju esterifikācija ar metanolu sērskābes klātbūtnē un procesa optimizācija.....	134
<i>K.Cīrule, V.Kampars.</i> Biodīzeļdegvielu saturošas ziemas dīzeļdegvielas zemo temperatūru raksturojumi	135
<i>A.Ivanova, I.Kaulačs, M.Roze.</i> Neplanārā ftalocianīna izmantošanas iespēju pētījumi organiskajos Saules elementos	136
<i>E.Ivdre, I.Mieriņa, M.Jure.</i> Miežu graudu un krūmcidoniju sēklu antioksidantu analīze	137
<i>A.Kalniņa, Ē.Bizdēna.</i> 4-Amino-2-azidohinazolīnu atvasinājumu sintēze un to reakcijas ar alkīniem	138
<i>J.Kazeroškis, M.Utināns, S.Piskunovs, J.Žukovskis.</i> Niķeļa nanovada ievietošana viensienas oglekļa nanocaurulēs ar dažādām hirālītātēm: blīvuma funkcionālās teorijas aprēķini.....	139
<i>A.Kokina, J.Rjabova, Dz.Začs.</i> Polibromēto dibenzodioksīnu un dibenzofurānu noteikšana pārtikas produktos	140
<i>A.Kolmičkovs, V.Kampars.</i> Heterogēnie bāziskie katalizatori biodīzeļa ražošanai	141
<i>A.Lends, E.Liepiņš.</i> Ogļskābes anhidrāžu inhibitoru pētījumi, izmantojot KMR un molekulārās modelēšanas metodes	142
<i>J.Lugiņina, M.Turks.</i> Maikla un 1,3-dipolārās ciklopievienošanās reakciju kaskāde modificētu ogļhidrātu sintēzē.....	143
<i>V.Makarova, K.Teivena, V.Kampars.</i> 1-(Indan-1,3-dion-2-il)piridīnija betaīna analoga fotoķīmiskā un termiskā stabilitāte	144
<i>D.Markova, E.Sproģe, S.Čornaja.</i> Glicerīna oksidēšana bimetalisko pallādijs un platīnu saturošo katalizatoru klātienē	145
<i>E.Misiņa, E.Zariņš, V.Kokars.</i> 5-(2,6-Aizvietotu-4h-pirān-4-ilidēn)-2-tiobarbitūrskābes atvasinājumu sintēze	146
<i>I.Neibolte, M.Plotniece, V.Kampars.</i> Lantanoīdu katjonu kompleksu ar aizvietotiem cinnamoil-1,3-indandiona ligandiem īpašības.....	147
<i>M.Otikovs, K.Jaudzems.</i> Fragmentu pieeja jaunu pretmalārijas zāļu vielu atklāšanā jeb „mazs cinītis gāz lielu vezumu”	148
<i>K.Ozols, Ē.Bizdēna.</i> Purīna dezoksīnukleozīdu 2,6-bistriazolilatvasinājumu sintēze no dezoksiguanozīna	149
<i>V.Peipiņš, K.Balodis, V.Kokars.</i> Grafēna oksīda un reducētā grafēna oksīda sintēze un iegūto produktu funkcionalizēšanas iespējas ar ciano grupu saturošām azokrāsvielām....	150
<i>D.Posevins, M.Turks.</i> Ribo-konfigurācijas tetrahidrofurānaminoskābes sintēze un atvasinājumu izpēte.....	151
<i>V.Pozņaks, M.Turks.</i> Glikozes hirālītātes pielietojums gaba atvasinājumu sintēzē	152
<i>J.Prilucka, K.Māliņš, V.Kampars.</i> Rapšu eļļas taukskābju esterificēšana, izmantojot jonu apmaiņas sveķus.....	153
<i>T.Puciriuss, K.Traskovskis, V.Kokars.</i> Trifenilalkilgrupas saturošu <i>mono</i> - un <i>bis</i> - stiril-4h-pirānilidēnmalonnitrila atvasinājumu sintēze un to luminoforās īpašības.....	154

<i>K.Siltāne, E.Zariņš, V.Kokars.</i> Molekulāro stiklu sintēze uz 2-ciāno-2-(2,6-dimetil-4h-pirān-4-iliden)etiķskābes atvasinājumu bāzes	155
<i>J.Sirotkina, A.Jirgensons.</i> Etinilglicinola atvasinājumu iegūšana bis-trihloracetimidātu ciklizēšanas reakcijā.....	156
<i>M.Skvorcova, L.Grigorjeva, A.Jirgensons.</i> Ciklopropilmetilkatjonu aminēšanas reakcijas	157
<i>A.Stikute, I.Mieriņa, M.Jure.</i> Kanēļskābes anilīdu sintēze un ciklizācija	158
<i>A.Šišulins, Ē.Bizdēna.</i> 6-Amino-2-azidopurīna atvasinājumi un to reakcijas.....	159
<i>D.Vasiļjevs, M.Turks, J.Lugiņina.</i> Glikozes spiropiperazinonu atvasinājumu sintēze	160
<i>K.Vēze, J.Lugiņina, M.Turks.</i> Galaktozes 3-c-nitrometilatvasinājumu sintēze un izpēte ..	161
<i>D.Zeļencova, E.Liepiņš.</i> γ-Butirobetaīna hidroksilāzes inhibitoru izpēte	162
<i>I.Zune, E.Laķis, Ē.Bizdēna.</i> Purīnu ribonukleozīdu 2,6-bistriazolilatvasinājumu reakcijas ar aminoskābēm	163

Vispārīgās ķīmijas tehnoloģijas un biomateriālu ķīmijas un tehnoloģijas sekcija

<i>I.Balode, Z.Irbe.</i> Iepriekš sagatavotas kalcija fosfātu cementu pastas	164
<i>S.Azareviča, K.Šalma-Ancāne, L.Stīpniece.</i> Biogēno kalcija karbonātu raksturojums un pielietošanas iespējas kalcija fosfātu sintēzē.....	165
<i>I.Bistrova, D.Loča.</i> Kalcija fosfātu kaulu cementu īpašību uzlabošana lokālai palēninātas izdalīšanās zāļu piegādes sistēmu izveidei	166
<i>E.Buļa, D.Loča.</i> Multifunkcionālu apatītisku kalcija fosfātu/polilaktāta mikrodaliņu izveide lokālai zāļu piegādei	167
<i>M.Damberga, O.Medne, I.Kreicbergs, M.Sokolova.</i> Hidroksilapatīta sintēzes stehiometrijas pētījumi	168
<i>A.Ernstsons, V.Šterna.</i> Matricas efekta ietekme uz taukos šķīstošo vitamīnu kvantitatīvu noteikšanu, izmantojot AEŠH-FDD	169
<i>K.Freiberga, V.Lakevičs, V.Stepanova.</i> Hidroksilapatīta keramikas granulu virsmas īpašību pētīšana	170
<i>K.Grigus, B.Spince.</i> Cukuru noteikšana pirolīzes šķidrums	171
<i>J.Jubels, J.Ozoliņš, M.Reimanis.</i> Elektrodialīzes procesa parametru ietekme uz brīvā hlora izdalīšanos	172
<i>O.Kaplinova, V.Lakevičs, V.Stepanova.</i> Latvijas mālu īpatnējās virsmas un poru struktūras noteikšana	173
<i>K.Kostrjukova, V.Zālīte.</i> Fluorhidroksilapatīta sintēze un fluora nozīme zobu atjaunošanās procesos.....	174
<i>J.Kozela, V.Zālīte.</i> Hidroksilapatīta porainu lielformāta prototipu izveide un struktūras pētījumi.....	175
<i>G.Krieķe, V.Teteris, A.Stunda-Zujeva.</i> Kalcija niobofosfātu stiklu un stikla keramikas elektriskās īpašības	176
<i>J.Kuncevičs, J.Zoldners.</i> Koksnes hemiceluložu antioksidatīvas īpašības.....	177
<i>J.Mironova, J.Ločs, K.Ruģele.</i> Pulverveida silīcija karbīda sintēze	178
<i>O.Pinups, M.Reimanis, J.Ozoliņš.</i> Cietību izraisošo jonu ietekme uz ūdens elektroķīmisko dezinfekciju.....	179
<i>L.Poča, A.Dubņika, D.Loča.</i> Ar sudrabu aizvietota hidroksilapatīta modifikācija un īpašību izpēte simulētajos ķermeņa šķidrums.....	180
<i>A.Putniņš, J.Ločs.</i> Hidroksilapatīta sintēze oscilējošas plūsmas reaktorā.....	181
<i>R.Sadretdinovs, J.Ozoliņš.</i> Elektrolīzes procesā izmantojamo titāna oksīdu keramikas elektrodu ilgizturības pētījumi	182

<i>S.Sergejeva, K.Ruģele, Z.Irbe.</i> Sola-gēla metodes izmantošana titāna implantu pārklāšanai ar silikātu stiklu	183
<i>M.Sokolova, J.Ločs.</i> Bionoārdāmu polimēru/kalcija fosfātu kompozītmateriālu iegūšanas metodes tehnoloģisko parametru izstrāde	184
<i>A.Trubača, O.Grīgs, K.Dubencovs.</i> Eksperimentu plānošanas principa pielietojums fermentācijas procesu optimizācijā	185
<i>J.Vecstaudža, J.Ločs, D.Bajāre.</i> Siltumu akumulējoši fmm/koksnes kompozītmateriāli ..	186
<i>J.Vecstaudža, L.Bērziņa-Cimdiņa, D.Jakovļevs.</i> Turaidas pils krāsns podiņu keramikas ķīmiskā sastāva pētījumi	187

Silikātu un augsttemperatūras materiālu tehnoloģijas sekcija

<i>B.Aužiņa, G.Mežinskis.</i> Nanostrukturēti $\text{Fe}_x\text{O}_y\text{-TiO}_2$ sola-gēla pārklājumi fotokatalīzei	188
<i>I.Barbane, I.Vītiņa.</i> Zemtemperatūras saistvielas ieguve uz dolomīta un māla bāzes restaurācijas jāvām.....	189
<i>J.Baroniņš, L.Krāģe, G.Šahmenko.</i> Cenosfēru koncentrācijas iedarbība uz betona struktūru.....	190
<i>A.Burlakova, I.Pavlovskā.</i> Sola-gēla $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ biezie pārklājumi.....	191
<i>L.Gulbe, L.Krāģe.</i> Jauna siltumizolējoša apmetuma piemērotības pārbaude vēsturisku ēku restaurācijai	192
<i>I.Kuzņecova, G.Sedmale.</i> Illītu mālu un karbonātus saturošo minerālo izejvielu ietekme uz augsttemperatūras poru keramikas veidošanos.....	193
<i>S.Lagzdiņa, A.Šutka.</i> Dzelzs oksīdu ieguve ar līdzizgulsnēšanas metodi un to īpašības ...	194
<i>O.Leščinskis, R.Švinka.</i> Kupravas mālu granulu sorbcijas īpašības.....	195
<i>M.Mašonkina, I.Juhņeviča.</i> Ar iemērkšanas-izvilkšanas metodi iegūto plāno ZnO/Al pārklājumu sintēze un īpašības.....	196
<i>F.Slabkovskis, I.Pavlovskā.</i> Sepiolītu nanokompozītmateriāli	197
<i>M.Šlesareva, I.Juhņeviča.</i> Nanodaļiņu sintēze un to triboloģiskās īpašības.....	198
<i>A.Šiškins, G.Mežinskis.</i> Latvijas mālu un alumosilikātu mikrosfēru izmantošana keramikas ieguvei	199
<i>A.Tiščenko, I. Pavlovskā.</i> $\text{TiO}_2/\text{TiO}_2\text{-SiO}_2/\text{TiO}_2\text{-SiO}_2\text{-ZrO}_2$ sola-gēla pārklājumi	200
<i>M.Zamovskis, A.Šutka.</i> Ar sola-gēla pašaizdegšanās metodi iegūta cinka ferīta magnētiskās īpašības	201
<i>A.Zukuls, A.Gabrene, I.Juhņeviča.</i> $\text{Fe}_x\text{O}_y/\text{ZnO}$ kompozītu nanodaļiņu iegūšana un raksturošana.....	202

Polimēru materiālu tehnoloģijas sekcija

<i>I.Birska, L.Vīķele, A.Treimanis.</i> Nanodaļiņu iegūšana no lignocelulozes un to izmantošana papīra īpašību uzlabošanai	203
<i>M.Doze, J.Strods, L.Mālers.</i> Dažādu katalizatoru aktivitātes novērtēšana hidroksilētu polimēru un izocianātu sistēmās	204
<i>K.Ivakina, S.Gaidukovs.</i> Poliuretānu nanokompozītu pārklājumu iegūšana ar izsmidzināšanas paņēmieni.....	205
<i>K.Kalniņš, J.Kajaks.</i> Kokrūpniecības blakusproduktu izmantošanas iespējas koksnes polimēru kompozīta iegūšanai	206
<i>A.Kauliņa, J.Zicāns, R.Merijs-Meri.</i> Modificētus mālus saturošu stirola-akrilāta kopolimēra nanokompozītu iegūšana un mehāniskās īpašības	207
<i>A.Kijaņica, S.Gaidukovs, N.Jeļinska.</i> Polivinilspirta un polivinilacetāta kompozītu pētījumi.....	208
<i>A.Kokins, I.Bočkovs, R.Merijs-Meri.</i> Modifikatora ietekme uz ZnO saturošu PP nanokompozītu mehāniskajām īpašībām.....	209

<i>A.Kolbins, J.Kajaks. Melamīna-urīvielas-formaldehīda (MUF) un urīnvielas-formaldehīda (UF) sveķu adhezīvās aktivitātes un modificēšanas iespēju pētījumi</i>	210
<i>P.Lesničenoks, R.Merijs-Meri, J.Kleperis. Ūdeņraža uzglabāšanas iespēju izpēte dabīgā un modificētā ceolītā</i>	211
<i>R.Lisoveca, S.Gaidukovs. Polimēru-hromoforu sistēmu nelineārās optiskās īpašības</i>	212
<i>A.Mičule, S.Reihmane. Tekstiliju ugunsizturības uzlabošanas pētījumi.....</i>	213
<i>L.Rozenberga, S.Gaidukovs. Kristalizācijas pētījumi plānās polimēru kārtiņās</i>	214
<i>E.Skadiņš, S.Gaidukovs, V.Tupureina. Poliuretānu hibrīdkompozītu pētījumi.....</i>	215
<i>I.Šmitkina, S.Reihmane. Kaņepāju un linu šķiedru pirmapstrādes tehnoloģiju iespaids uz to īpašībām</i>	216
<i>L.Tukāne, A.Borisova. Celulozes saturošu tekstiliju hidrofobizācijas pētījumi</i>	217

Tekstilmateriālu tehnoloģiju un dizaina sekcija

<i>I.Andersone, I. Baltiņa. Stiklšķiedras siets ārējā apmetuma javas stiegrošanai</i>	218
<i>L.Dulmane, S.Ozola, G.Zandersone, E.Deksnis, I.Šahta. Reklāmas viedapģērbs ar gaismas un skaņas efektu</i>	219
<i>L.Grāve, A.Putniņa. Ultraskaņas apstrādes izmantošana šķiedru defibrilācijā.....</i>	220
<i>A.Jansone, G.Zommere. Zemgales tautastērpu vainagu rakstu analīze</i>	221
<i>A.Kompa, I.Šahta. Apģērbā integrēti displeji.....</i>	222
<i>R.Ličāgina, G.Zommere. Etnogrāfisko elementu lietojuma pamatprincipi amatniecībā un dizainā.....</i>	223
<i>M.Rozīte, I.Baltiņa. Kompresijas zeķu izstrādājumu īpašību izmaiņas glabāšanas un ekspluatācijas laikā</i>	224
<i>G.Zandersone, A.Viļumsone. Velosipēdista apģērba projektēšanu ietekmējošie faktori ...</i>	225

Siltumenerģētikas un siltumtehnikas sekcija

<i>M.Barkevičs, E.Leja, S.Jaundālders. Biomasas degšanas procesu optimizācija</i>	226
<i>Ģ.Bodžs, J.Pāvuls. Dūmgāzu kondensācijas ekonomāizera efektivitātes analīze</i>	227
<i>A.Cers, D.Turlajs. Kombinētā cikla gāzes triģenerācijas optimizācijas modelis</i>	228
<i>P.Ivanova, D.Rusovs. Biodegvielas ekonomika</i>	229
<i>P.Ivanova, S. Vostrikovs. Ekserģētiskā analīze – siltuma avota optimizācijas iespējas</i>	230
<i>E.Kampuss, D.Turlajs. Autoriepu pirolīzes tehnoloģiskās iekārtas izstrāde</i>	231
<i>M.Kānītis, D.Turlajs. Siltumapgādes sistēmas efektivitātes uzlabošanas risinājumi SIA „Valpro”</i>	232
<i>M.Kānītis, S. Jaundālders. Ģeotermālo siltumsūkņu darba režīma modelēšana.....</i>	233
<i>I.Kārnupa, A.Cars, S.Jaundālders. Atkritumu pārstrādes metodes poligona gāzes ieguvei un enerģijas ražošanai</i>	234
<i>O.Krickis, S.Jaundālders. Siltummaiņu sildvirsmas stāvokļa novērtēšana ar netiešo pilnā faktora eksperimentu</i>	235
<i>Ļ.Paršikova, D.Rusovs. Aukstumaģenta CO₂ izmantošana siltumsūkņos</i>	236
<i>A.Semeņako, N.Zeltiņš. Latvijas enerģētikas ilgtermiņa stratēģija 2030 – indikatori</i>	237
<i>L.Svence, D.Turlajs. Graudu kaltes.....</i>	238

Autotransporta sekcija

<i>A.Deduškevičs, J.Kreichbergs. Transportlīdzekļu kustības un dinamikas mērījumi, izmantojot GPS sistēmas.....</i>	239
<i>J.Lesītis, A.Skārdš. Lietota motora defektēšana, defektu novēršana un sagatavošana autosprinta sacensībām</i>	240
<i>J.Lubāns, G.Zalcmanis. Dīzeļa cieto daļiņu filtra ietekme uz motora darbības parametriem.....</i>	241

<i>E.Novickis, A.Grīslis, J.Rudzītis. Plastmasas atkritumu pārstrāde dīzeļdegvielā</i>	242
<i>D.Pavlovs, G.Zalcmanis. Autoservisa darba optimizācija, izmantojot statistikas datus....</i>	242
<i>P.Silovs, G.Zalcmanis. Sprauslu smidzinājuma izpēte, par motordegvielu izmantojot rapšu eļļu.....</i>	243
<i>N.Tumilovičs, J.Rudzītis. Autoamortizatoru jaunākās konstrukcijas</i>	244
<i>N.Zviedris, Ē.Vonda. Automobiļu virsbūvju nesošo konstrukciju korozija</i>	245

Teorētiskās mehānikas sekcija

<i>Braj Kishore Singh Gaur, J.Vība. Vibropresēšanas procesa analīze</i>	246
<i>K.Gukova, Ņ.Kabanovs, D.Šatilovs, T.Novohatska. Transportlīdzekļa parametru un braukšanas nosacījumu ietekme uz stabilitāti pret apgāšanos</i>	247
<i>I.Narica, V.Ostrovskis, S.Noskovs. Plāksnes un šķidruma pretestības spēku izpēte</i>	248
<i>R.Nikoluškins, J.Vība. Vibrāciju analīze elektromagnētiskajos indukcijas sūkņos ar pastāvīgiem rotējošiem magnētiem.....</i>	249
<i>V.Ostrovskis, A.Bondarevs, J.Vība. Peldošas kastes kustības divdimensionāla modelēšana</i>	250
<i>V.Ostrovskis, A.Esaulenko, J.Auziņš. Uz ūdens virsmas lēkājoša robota kustības modelēšana.....</i>	251
<i>O.Ozoliņš, J.Vība. Enerģijas ieguve no vibrācijām.....</i>	252
<i>R.Skrastītis, R.Bogdanovs, V.Kremovskihs, T.Novohatska. Sausas berzes spēku ietekme sliežu transportā.....</i>	253
<i>Tejaswi Yeturi, J.Vība. Divu komponentu vibrotransportiera analīze.....</i>	254
<i>A.Zalcmanis, M.Eiduks. Vērpes mašīnas modernizācija</i>	255
<i>Juddy Ubong, J.Vība. Robota–kurmja kustība pa cauruli</i>	256

Ražošanas automatizācijas un pārstrādes tehnikas sekcija

<i>S.Dronka, E.Kaņepe. Dzīvnieku stilizācijas izmantojums bērnu rotaļu laukumu aprīkojumā</i>	257
<i>M.Ivanovs, E.Milašs. Koka rotaļu auto dizains, uzbūve un jaunu ideju meklējumi</i>	258
<i>A.Neitāls, J.Kaņeps. Aditīvo ražošanas tehnoloģiju attīstības tendences un nozīme sabiedrībā.....</i>	259
<i>J.Peipers, J.Kaņeps. Pneimatisko lineāro soļu dzinēju izveides iespējamības izpēte</i>	260
<i>E.Primaka, E.Milašs. Jauni svešvalodu apguves palīg līdzekļi</i>	261
<i>E.Primaka, K.Belte. Iepakojuma dizaina apdruka, materiāli un formu novitātes.....</i>	262

Nelineārās dinamikas sekcija

<i>A.Poļāčonoka, R.Smironova. Nelineāru parādību analīze Morsa oscilatorā</i>	263
---	-----

Ražošanas tehnoloģijas sekcija

<i>N.Filipova, J.Rudzītis. Virsmas tekstūras un profila parametru salīdzinājums izstrādājumu kvalitātes noteikšanai.....</i>	264
--	-----

Datorizētās projektēšanas sekcija

<i>A.Bekasovs, M.Dobelis. RHINOCEROS papildmoduļa VISUALARQ lietošana BIM koncepcijas arhitektūras projektos</i>	265
<i>A.Bižāns, M.Dobelis. Elektriskās mašīnas telpiskā modelēšana</i>	266
<i>I.Dzenis, M.Dobelis. REVIZTO 3D vizualizāciju programma.....</i>	267
<i>J.Leonovs, M.Dobelis. Arhitektūras autoprojektēšana – priekšnosacījumi un definīcija...</i>	268

<i>M.Mileiko, M.Dobelis.</i> Maza bezpilota lidaparāta „Trikopters” un tā vilces elektrodzinēja telpiskā modelēšana	269
<i>E.Rostoka, M.Dobelis.</i> Da Vinči izkapšu karietes modelēšana ar SolidWorks.....	270

Geomātikas sekcija

<i>R.Brūna.</i> Zemes lietošanas veidi nekustamā īpašuma valsts kadastra informācijas sistēmā.....	271
<i>D.Kļaviņš, J.Štrauhmanis.</i> XML tehnoloģiju pielietojums tematisko karšu izveidē un atjaunināšanā datorizdevniecības vajadzībām	272
<i>K.Ķīse.</i> Zemes konsolidācija ārvalstīs un Latvijā	273
<i>K.Morozova, I.Aleksejenko.</i> Globālās pozicionēšanas bāzes līniju aprēķināšanas un tīkla izlīdzināšanas algoritmi	274
<i>E.Teležis, M.Reiniks.</i> Vietējā ģeodēziskā tīkla pilnveidošana	275

Būvmateriālu un būvizstrādājumu sekcija

<i>A.Balbatuns, P.Kara.</i> Otrreizēji pārstrādāta betona izmantošana būvniecībā	276
<i>J.Barkāns, D.Bajāre.</i> Ternārās cementējošo materiālu sistēmas	277
<i>J.Berķis, A.Korjaksins.</i> Nanosistēmu attīstība un izmantošana būvmateriālu nozarē.....	278
<i>J.Breidaks, K.Bondars.</i> Esošu ēku koka pamatu degradācijas analīze	279
<i>Ģ.Būmanis, D.Bajāre.</i> Ilgtspējīga vieglbetona izveide, izmantojot porizētas stikla pildvielas.....	280
<i>E.Jakuboviča, A.Korjaksins.</i> Pašatjaunojošais betons	281
<i>J.Kazjonovs, D.Bajāre.</i> Fāžu maiņas materiālu (FMM) simulācijas modeļu analīze Latvijas klimatiskajos apstākļos	282
<i>J.Krauklis, P.Kara.</i> Ekoloģiskais pašblīvējošais betons ar samazinātu cementa un dabīgo šķembu daudzumu	283
<i>I.Kukaine, A.Korjaksins.</i> Apšuvuma materiālu ietekme uz koka karkasa elementu noturību	284
<i>B.Galviņa, A.Korjaksins.</i> Naglotu koka kopņu optimāla pielietojuma analīze	285
<i>L.Lavnika, P.Kara.</i> Ekoloģisko būvmateriālu izmantošana un ilgtspēja	286
<i>V.Linkeviča, U.Lencis.</i> Hidroizolācijas materiāla „Penetron” ietekme uz betona salizturības stiprību	287
<i>E.Namsone, G.Šahmenko.</i> Efektīva siltumizolācija no dažādu komponentu pildvielām... ..	288
<i>J.Redzobs, J.Biršs.</i> Termoapstrādes ietekme uz koksnes īpašībām	289
<i>R.Roziņš, K.Kalniņš.</i> Saplākšņa kārtaino panelu ar profilētu masīvkoka serdi produktu un projektēšanas vadlīniju izstrāde un eksperimentāla validācija	290
<i>R.Senitagoja, A.Korjaksins.</i> Ģeotehniskā radiolokācijas zondēšanas datu interpretācija....	291
<i>A.Somovs, A.Korjaksins.</i> Dzīvojamo ēku analīze un optimizācija renovācijai	292
<i>A.Sosnovska, G.Šahmenko.</i> Cementa kompozītas saistvielas ietekme uz betona hidratācijas procesiem	293
<i>V.Stankevičs, G.Šahmenko.</i> Siltumatstarojošo termoizolācijas materiālu izmantošanas iespēju izpēte	294
<i>O.Stupele, A.Korjaksins.</i> Energoefektīva esošo daudzdzīvokļu ēku renovācija, lai sasniegtu zema siltumenerģijas patēriņa ēku prasības	295
<i>A.Šāvelis, G.Šahmenko.</i> Dabisko šķiedru kompozītu siltumizolācijas materiālu īpašību izpēte	296
<i>M.Šinka, G.Šahmenko.</i> Hidrauliskie kaļķi no vietējas izcelsmes materiāliem.....	297
<i>M.Šutinis, G.Šahmenko.</i> Nanomodificētie augstu īpašību betoni.....	298
<i>A.Vestmane, A.Korjaksins.</i> Tērauda kolonnu nestspēja centriskā un ekscentriskā spiedē... ..	299

Būvkonstrukciju sekcija

<i>O.Blaževiča-Juhņeviča, D.Serdjuks.</i> Kombinētā vanšu pārseguma galveno nesošo elementu darbības analīze	300
<i>Ģ.Frolovs, J.Šliseris.</i> Mainīga stinguma slāņains koksnes - plastiku kompozītmateriāls ar racionālu šķiedru orientāciju ārējos slāņos.....	301
<i>K.Kaukulis, R.Ozoliņš.</i> Jumta pārseguma garenvirziena saišu kopņu efektivitātes analīze	302
<i>A.Kukule, K.Rocēns.</i> Ribotu putuplasta paneļu nestspējas analīze	303
<i>M.Lukšēvics, L.Pakrastiņš.</i> Telpiskas tērauda kopnes dimensionēšanas vadlīniju izstrāde	304
<i>J.Mētra, R.Ozoliņš.</i> Tēraudbetona siju efektivitātes analīze	305
<i>D.Momota, V.Goremikins, D.Serdjuks.</i> Hibrīdas kompozītas troses darbības analīze	306
<i>J.Ovčiņņikova, V.Goremikins, D.Serdjuks.</i> Stingas ķēdes darbības analīze iekārtajām konstrukcijām	307
<i>V.Strazds, D.Serdjuks.</i> Šķērsgriezuma parametru ietekme uz tērauda karkasa uzvedību ..	308
<i>A.Stuklis, D.Serdjuks.</i> Dažāda tipa koka konstrukciju savienojumu nestspējas salīdzinošā analīze	309
<i>K.Šterns, K.Bondars.</i> Piemērota grunts modeļa izvēle atbalsta konstrukciju aprēķinā	310
<i>A.Vilguts, D.Serdjuks.</i> Perforēto tērauda siju nestspējas analīze.....	311
<i>A.Zurkovs, I.Mieriņš.</i> Salikta šķērsgriezuma koka sijas ar padevīgām saitēm.....	312

Būvražošanas sekcija

<i>M.Arnavs, J.Noviks.</i> Termogrāfiskie pētījumi ēku ārējās norobežojošās konstrukcijās	313
<i>E.Bārda, B.Gaujēna.</i> Siltuma plūsmas analīze caur norobežojošajām konstrukcijām	314
<i>A.Baumanis, V.Lūsis.</i> Ultraplāno šķidro keramisko siltumatstarojošo materiālu pielietošana būvniecībā.....	315
<i>M.Dadzītis, M.Vilnītis.</i> Termisko neregularitāšu pētījumi koka karkasa ēku ārējo konstrukcijās	316
<i>G.Dardets, M.Vilnītis.</i> Pēcspriegojuma ietekme betona cietēšanas laikā uz tā projektējamo spiedes stiprību.....	317
<i>J.Daugule, J.Kreicburgs.</i> Saules kolektoru efektivitāte	318
<i>A.Dronsutis, V.Lūsis.</i> Monolītas bezsiju pārseguma plātnes caurspiešanas pretestības palielināšana ar fibrostiegrojumu.....	319
<i>A.Džeriņš, S.Rubene.</i> Betona konstrukciju testēšana ar nesagraujošām metodēm	320
<i>D.Gelbergs, V.Lūsis.</i> Koka paneļu tehnoloģijas pielietošanas efektivitāte ēku būvniecībā	321
<i>R.Jansone, V.Lūsis.</i> Stiklšķiedras orientācijas ietekme uz fibrobetona stiprību.....	322
<i>V. Jegorovs, V.Mironovs.</i> Buldozera mehānizācija un praktiska pielietošana zemes darbos Latvijas apstākļos	323
<i>J.Krieviņš, M.Vilnītis.</i> Siltināto fasāžu ārējā apmetuma materiāla optimizācija	324
<i>A.Kudesovs, J.Kreicburgs.</i> Bezdībeļu fasāžu siltināšanas sistēmas ar putupolistirolu: efektivitāte un šķēršļi to izmantošanai Latvijā	325
<i>M. Lisicins, V. Mironovs.</i> Sendvičpaneļi ar perforētās metāliskās lentes serdi un to eksperimentāla pārbaude.....	326
<i>A. Lukašenoks, V. Ā. Lapsa.</i> Augstas stiprības fibrobetonu deformatīvās īpašības	327
<i>A.Matīss, S.Rubene.</i> Pēcspriegtā dzelzsbetona pārseguma pielietojuma efektivitāte	328
<i>M.Mende, V.Lūsis.</i> Fibrobetona čaulu tehnoloģija ar gravitācijas veidņiem	329
<i>S.Puzirevskis, V.Mironovs.</i> Smago betonu izgatavošanas metožu analīze.....	330
<i>I.Štāls, V.Lūsis.</i> Fibrobetona čaulu izgatavošanas tehnoloģija, pielietojot augstas elastības pneimatiskos veidņus ar maināmu pacēlumu	331

<i>J.Trojanovskis, V.Mironovs.</i> Sitiena-impulsa tehnoloģiju izmantošanas iespējas celtniecības materiālu ražošanā	332
<i>J.Vaļevko, M.Vilnītis.</i> Klimatisko apstākļu ietekme uz stikloto konstrukciju energoefektivitātes īpašībām.....	333
<i>J.Veldrums, J.Kreicburgs.</i> Dzelzsbetona ieliekamo detaļu aprēķins un tipveida variantu izstrāde	334
<i>K.Zalkovskis, B.Gaujēna.</i> Gaiscaurlaidības ietekmes izpēte uz telpas mikroklimatu	335

Arhitektūras un pilsētplānošanas sekcija

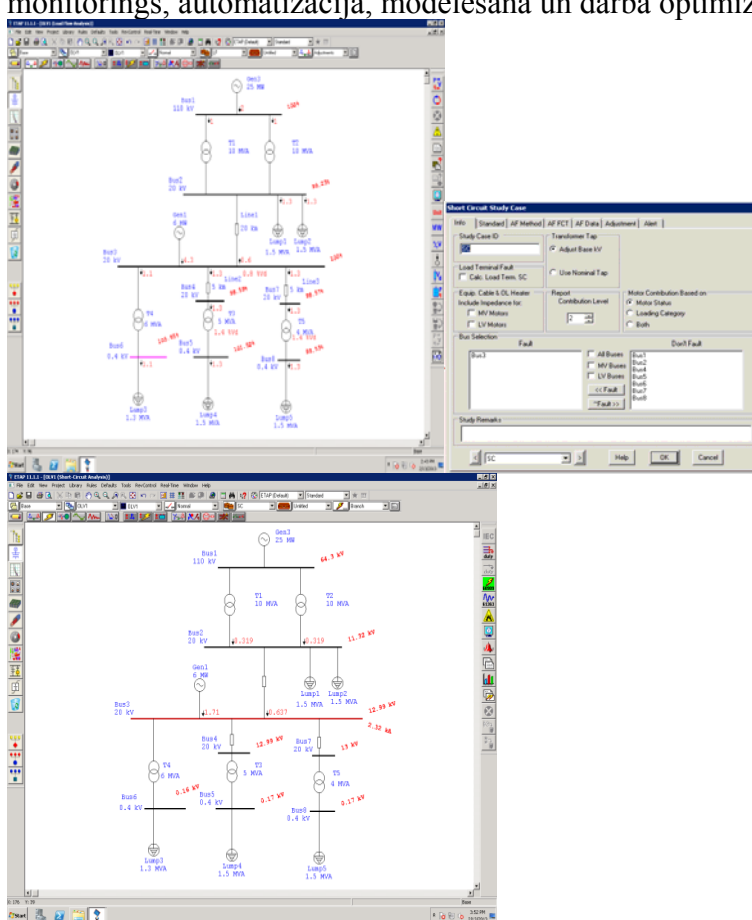
<i>L.Balode, S.Treija.</i> Urbānā lauksaimniecība kā nozīmīgs pilsētvidi harmonizējošs elements	336
<i>T.Kampars, R.Čaupale.</i> Vēsturisko ēku laikmetīgie paplašinājumi Rīgā.....	337
<i>K.Kopštāls, A.Riekstiņš.</i> Informācijas izmantošana ilgtspējīgas pilsētvides radīšanai.....	338
<i>N.Kuzņecova, E.Bondars.</i> Energoefektīvas ēkas ilgtspējīgas arhitektūras kontekstā.....	339
<i>J.Leonovs, U.Bratuškins.</i> Arhitektūras projektēšanas automatizācijas attīstība. Priekšnoteikumi un definīcija	340
<i>R.Sāviča, S.Treija.</i> Salmu ēku būvniecības attīstība un potenciāls.....	341

ELEKTRISKO SISTĒMU SEKCIJA

A. Ivanovs, E. Bieļa (zinātniskā vadītāja)

ENERGOSISTĒMAS STABILITĀTES ASPEKTI MODELĒTĀ SADALES TĪKLĀ

Energosistēmas stabilitāte ir spēja atjaunot stacionāro režīmu pēc dažādām režīma parametru (sprieguma, strāvas, jaudas) izmaiņām, ko raksturo ģeneratoru sinhronā darbība. Analizējot elektriskās sistēmas stabilitāti, izšķir statisko, dinamisko un rezultējošo stabilitāti. Statiskā stabilitāte tiek raksturota ar elektriskās sistēmas stabilitāti vai tās spēju atjaunot izejas režīmu arī mazu perturbāciju gadījumā. Dinamisko stabilitāti raksturo energosistēmas uzvedība pēc lielām perturbācijām, kas veidojas īsslēgumu, elektropārvades līniju atslēgšanās utt. rezultātā. Rezultējošo stabilitāti raksturo elektrisko sistēmu stabilitātes daļas, kurās ģenerators izkrīt no sinhronuma. Turpmāka normālā režīma atjaunošana notiek bez elektrisko sistēmu pamatelementu atslēgšanas. Veismīgi un uzskatāmi pētīt stabilitāti sadales tīklos var, ņemot talkā mūsdienu programmatūru ETAP. ETAP (Electrical Transient Analyzer Program) ir kompleksa analītiskā platforma projektēšanai, modelēšanai un automatizācijai ģenerējošām sadales un ražošanas elektroenerģētiskām sistēmām. ETAP programmatūra izstrādāta pēc noteiktiem kvalitātes rādītājiem un tiek izmantota visā pasaulē kā augstfrekvences programmatūras nodrošinājums. Programmatūra ir pilnīgi ar integrētu pieeju uzņēmējiem, ETAP pieļauj efektīvi vadīt energosistēmu reālā režīma laikā, kur energosistēmai iespējams monitorings, automatizācija, modelēšana un darba optimizēšana.



ETAP programmatūrā tika modelēta klasiskā sadales tīkla shēma, kurā nebija ģenerācijas avotu, tādēļ rodas jauns stabilitātes uzdevums – ģenerācijas ietekme uz energosistēmas stabilitāti. Par stabilitātes kritērijiem tika izmantoti režīma parametri - spriegumi un jaudas, kas saistīti ar aktīvo jaudu. Shēma 1.a.att. sastāv no diviem ģeneratoriem, pieciem transformatoriem, astoņām kopnēm, trim elektropārvades līnijām un piecām slodzēm. Shēmā tika modelēts īsslēgums 1.b.att. un rezultātā ieguvām 1.c.att.

Pēc režīma analīzes var secināt, ka nav nodrošināta pietiekama stabilitāte, tādēļ nepieciešami pasākumi stabilitātes uzlabošanai. kā piemēram, asinhronās gaitas novēršanas automātika.

- Att. a) ETAP programmatūrā modelēta elektriskā sadales shēma;
b) modelēts īsslēgums;
c) īsslēgums ETAP programmatūrā modelēta elektriskā sadales shēmā.

TECHNICAL REQUIREMENTS FOR DISTRIBUTED GENERATION CONNECTION TO MV GRID IN GERMANY AND LATVIA

To make the introduction of a distributed generation (DG) more possible and according to the research done within the framework of the Master Thesis technical requirements for a distributed generation connection to a middle voltage (MV) grid in Latvia and Germany were analyzed. The main aspects and differences are as follows:

According to the Latvian network operator:

- Decision making concerning the possible DG connection to MV network assuming, firstly and mainly, that active power losses is not the correct way to determine if further evaluations are needed or not.
- The present methodology for the estimation of short circuit currents considering only the DG output power is incomplete, as the impact of the location and distance from the substation should be evaluated.
- Using the calculations of power losses in the distribution lines as criteria for transferable power capability is not precise; the consumer loads are not taken into account, thus, considerably limiting the possible DG output. Accordingly, a more preferable way could be to take an average load regime as the basis for calculating losses.
- Other requirements including voltage variation, power frequency, overvoltage, total harmonic distortion etc. are described in LVS EN 50160 which is EU regulation EN 50160.
- The system's static stability phenomenon is not considered, while in some cases under-excited generator may lose operational stability.

According to the German network operator:

- Active power losses in cables or overhead lines are not considered at all.
- The major considered factors are voltage variations, flicker factor and harmonics.
- Voltage variation limits must not exceed 2% at DG connection point and not more than 5% at connection or shutdown moment. In the author's opinion that is done to lessen short circuit currents, as well as to keep a voltage reserve regarding other generating units in the same network
- More attention is paid to short circuit currents and their rise in a grid (Fig.1, 2).

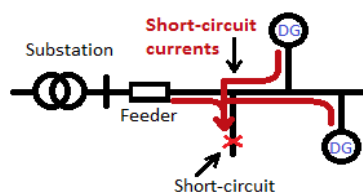


Fig. 1 Short circuit currents rise in a grid.

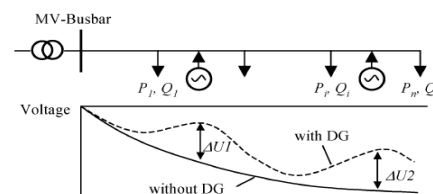


Fig. 2 Voltage rise in a grid.

- The system's static stability phenomenon is not considered.

Conclusions. Determination of a suitable connection point in Germany depends on the steadiness of the generating unit and safe grid operation according to the network equipment and supply reliability for customers, as well as the overall effect on MV network, but the economical side of the phenomenon appears to become underestimated. Anyway, technical solutions are going to be found in order to solve the existing technical problems of the possible connection and will be considered together with the owner of the generating unit. An opposite situation by now is in Latvia, where only DG up to 2 MW is going to be connected directly to MV grid and not in all cases, which hinders the green energy development by the incorrect rules of the Latvian distribution system operator.

ELEKTRISKĀ LOKA KRĀSNS 110/33/8 KV BAROJOŠĀS APAKŠSTACIJAS RELEJAIZSARDZĪBAS ANALĪZE

Apakšstacijās, kas nodrošina elektroloka krāsns elektroapgādi, tiek uzstādītas reaktīvas jaudas kompensācijas iekārtas. Šādu iekārtu izmantošana ir nepieciešama sakarā ar to, ka elektroloka krāsniem ir raksturīgs augsta reaktīvas jaudas patēriņš un reaktīvās jaudas patēriņa lēcienveidīgas izmaiņas. Ja barojošās elektriskās sistēmas īsslēguma jauda nav pietiekami liela, tad reaktīvās jaudas patēriņa lēcieni izraisa sprieguma svārstības gan uz elektroloka krāsns barojošās apakšstacijas kopnes, gan uz citu elektriskā tīkla tuvāku apakšstaciju kopnēm.

Pazeminošās apakšstacijas releja aizsardzība iekļauj dažādas aizsardzības veidus. Pazeminošam 110/33 kV transformatoram ar jaudu 120 MVA ir obligāta diferenciālā aizsardzība ar bremsēšanu, kā to rezervējošās strāvas aizsardzība un pretējās secības strāvas aizsardzība. Strāvas aizsardzības otrā un trešā pakāpe tiek palaistas pēc minimāla sprieguma signāla. Elektroloka krāsns barojošie 33/0.96 kV transformatori ir apgādāti ar strāvas aizsardzību. Diferenciālās aizsardzības uzstādīšana tādiem transformatoriem ne vienmēr ir pamatota. Tas ir saistīts ar to, ka tiešai strāvas mērīšanai, t.s. īsā tīklā (sekundārā tinuma pusē), ir jāizmanto diezgan dārgās Rogovska spoles ar nominālo strāvu 40-50 kA.

Kompensējošiem filtriem (filtrējošā kompensējošā iekārta – FKU) ir uzstādīta strāvas aizsardzība, kā arī pretējās secības strāvas aizsardzība. Ja filtru kondensatoru sekcijas tiek saslēgtas zvaigznē, ir nepieciešams izmantot nebilances strāvas aizsardzību. Tādā gadījumā nebilances strāva tiek mērīta vadā, kas savieno divu zvaigžņu nullpunktus. Kā rāda modelēšanas rezultāti, tikai šādas aizsardzības izmantošana ļauj visātrāk atslēgt kompensējošo filtru, notikt viena kondensatora bojājumam. Saites 33/8 kV transformators ar jaudu 63 MVA ir paredzēts tranzistoru dinamiskā kompensatora pievienošanai pie 33 kV kopnēm, pie kurām ir pievienoti elektroloka krāsns 33/0.96 kV transformatori. Saites transformators ir apgādāts ar strāvas aizsardzību augstsprieguma tinuma pusē, kā arī termisko aizsardzību, kas modelē tinuma temperatūru atkarībā no faktiski plūstošās strāvas. Dinamiska kompensatora vadības sistēma iekļauj sevī strāvas aizsardzību un nullsecības strāvas aizsardzību transformatora zemsprieguma tinuma pusē. Neskatoties uz to, ka pēc LEK nosacījumiem šādas jaudas transformatoriem ir jāuzstāda diferenciālās aizsardzības komplektu, apakšstacijas projektā saites transformatoram diferenciālā aizsardzība nebija paredzēta. Šāda risinājuma galvenais mērķis bija līdzekļu taupīšana. Augstākminētās apakšstacijas releja aizsardzības automātika ir izpildīta uz Schneider-Electric ražotiem mikroprocesoru termināliem „Vamp” 135., 140. sēriju un „Micom” 633., 139. sēriju. Mikroprocesoru iekārtu izmantošana deva iespēju apvienot vairākas aizsardzības funkcijas vienā blokā. Turklāt parādās iespēja apvienot relejaizsardzības automātiku ar dinamiskā kompensatora vadības sistēmu. Mikroprocesoru relejaizsardzības termināļu izmantošana ļauj operatīvi izmainīt aizsardzības iestatījumus diezgan plašā diapazonā.

N – 1 KRITĒRIJA PIELIETOJUMA NENOTEIKTĪBA ENERGOSISTĒMAS VADĪBĀ

Ilgu laiku N – 1 kritērijs kalpojis, kā visplašāk izplatītais rādītājs, kas raksturo energosistēmas režīmu vadības principus. To pielieto gan ilgtspējīgā attīstības plānošanā, gan reālā laika režīma vadībā. Turklāt parasti N – 1 kritērijs vispārināti tiek definēts kā energosistēmas spēja saglabāt stabilitāti, ja tiek zaudēts jaudīgākais tīkla elements.

Tīkla kodeksā var atrasts N – 1 kritērija definējums: „N-1 - kritērijs elektroenerģijas sistēmas drošuma plānošanai, kur "N" ir pārvades sistēmas iekārtu (tai skaitā līniju, transformatoru, šunta reaktoru, kondensatoru bateriju u.c.) un ģenerētājienu, ne mazāku par 15MW, skaits, kas pieļauj vienas minētās iekārtas atslēgšanās iespēju, rodoties tehnoloģiskam traucējumam, tādējādi neapdraudot elektroenerģijas sistēmas stabila darba režīmu”. Un papildus elektroenerģijas sistēmas attīstības plānošanas punktā ir iekļauts apakšpunkts: „Pārvades sistēmas operators (PSO), izstrādājot ikgadējo novērtējuma ziņojumu, izvērtē elektroenerģijas sistēmas statisko un dinamisko stabilitāti dažādos darba režīmos, ievērojot kritēriju „N-1”. Atkarībā no elektroenerģijas sistēmas īpatnībām atsevišķos gadījumos pārvades sistēmas operators ir tiesīgs izmantot stingrāku drošuma kritēriju („N-2” un augstāku)”. Protams, ne vienmēr ir ekonomiski izdevīgi rezervēt energosistēmu tik liela mērā. PSO plāno elektroenerģijas sistēmas darba režīmus (slodzes sadalījums starp esošām elektrostacijām utt.), izmantojot kritēriju „N-1”. PSO nosaka gadījumus, kad „N-1” kritēriju var ievērot, izmantojot pretavārijas automātiskās sistēmas, kas savukārt nodrošina augstu energosistēmas drošumu bojājumu gadījumā.

Svarīgi saprast to, ka viena PSO apgabalā „N-1” kritērijs ir samērā stingri definēts. Bet realitātē ir tā, ka dažiem PSO „N-1” kritērija ideoloģija atšķiras. Rezultātā parādās nenoteiktība režīma vadībā, kas savukārt var novest pie nelabvēlīgām sekām. Tagad eksistē liels standartu klāsts (piemēram, UCTE Operation Handbook – Policy 3: Operational Security, France RTE “Référéntiel Technique de RTE” (Technical Reference Guide), North American Electric Reliability Council (NERC) “Reliability Standards for the Bulk Electric Systems of North America” u.c.), kurā detalizēti tika aprakstīti visi jau eksistējošie vadības principi. 2004. gadā saskaņā ar ES direktīvu (Directive 2003/54/EC), kas iekļauj sevī pasākumus, kas vērsti elektroapgādes drošuma palielināšanai un ieguldījumiem infrastruktūrā. 16. septembrī 2004.gadā Romā notika forums „The 11th Florence Forum”, kurā piedalījās dažādi sistēmas operatori (UCTE, Nordel, DC Baltija (pašlaik likvidēta), UKTSOA, TSOAI), kas apvienotajai energosistēmai centās nodefinēt kopējās vadības kritērijus.

Rezultātā 2006. gadā tika izstrādāts Final Report 62236A/001 REV 2. Galvenie secinājumi ir šādi: starp kaimiņu PSO jāveic informācijas apmaiņa, lai citi dalībnieki varētu atbilstoši tai veikt korekcijas un aprēķināt drošumu savai sistēmai; regulāri sniegt atskaites Regulatoram (Sabiedrisko pakalpojumu regulēšanas komisijai) par standartu plāna ieviešanas izpildi. Arī Regulatoram ir savi pienākumi, kas ir saistīti ar drošuma līmeņa pārbaudi katram PSO atbilstoši pieņemtajam standartam.

Apkopojot visu informāciju, var secināt, ka „N-1” kritērijs joprojām nav viennozīmīgs apvienotajā energosistēmā, jo katram PSO ir savas „N-1” kritiskās jaudas vērtības utt. (piemēram, Lielbritānijai tā ir 300 MW), bet tiek izdarīti noteikti ierobežojumi un kopējie principi, kas vērsti drošuma palielināšanai. Kā vienu no galvenajiem sasniegumiem var atzīmēt varbūtības kritērija (probabilistic criterion) ieviešanu, kas balstās uz ieguvumu un izmaksu analīzes pamata (cost/benefit analysis).

IZKLIEDĒTO ENERĢIJAS AVOTU PIELIETOŠANAS ĪPATNĪBAS LATVIJĀ

Šajā ziņojumā tika apskatīti tādi izklienētās enerģijas avoti kā vēja enerģija, saules enerģija, hidroenerģija un biomasas, kā arī šo enerģijas avotu pielietošanas īpatnības Latvijā.

Eiropas Savienības politikas sastāvdaļu. No alternatīviem enerģijas avotiem iegūtā enerģija var aizstāt fosilo kurināmo un būtiski samazināt oglekļa emisijas. Pašlaik apmēram 18% elektroenerģijas pasaulē tiek iegūti no atjaunojamiem enerģijas avotiem.

Saules starojuma tikai 2% pārvēršas vēja enerģijā. Atšķirībā no parastajām degvielām, kuras izmanto elektroenerģijas ģenerēšanā, vēja enerģija ir milzīga, vietējais enerģijas avots, un tas ir neizsmeļams.

Vēja enerģijas potenciāls Latvijā ir novērtēts ap 220 – 1250 GWh gadā. Vēja energoresursu sadalījums Latvijā ir ļoti nevienmērīgs. Optimālākie nosacījumi vēja ģeneratoru uzstādīšanai ir Baltijas jūras krastā. Tomēr vēja enerģijas izmantošanu ierobežo dažas būtiskas problēmas - nevienmērīgs vēja ātrums, kā arī vēja nepastāvība.

Pašlaik Latvijā ir uzstādīti vēja ģeneratori ar kopējo jaudu ap 30 MW. Lielākā daļa Latvijas vēja parku atrodas Kurzemes piekrastē. Vislielākie vēja parki atrodas Grobiņā (33 turbīnas) un Popē ar 20,7 MW. Saules enerģija ir enerģija, kuru Saule izstaro gaismas un siltuma veidā. Saules enerģija izmantojama gan siltuma enerģijas iegūšanā, gan elektroenerģijas ģenerācijā.

Lielākā daļa termosolāro sistēmu uzstādīšanas projekti Latvijā tika realizēti samērā nesen un tikai individuālās apbūves sektorā, kur saules kolektorus izmanto karstā ūdens uzsildīšanai. Elektroenerģijas ģenerācijā saules enerģiju Latvijā izmanto ļoti maz. Kopumā Latvijā uz 2012. gadu ir uzstādīti tikai 4 MW jaudas.

Hidroenerģija izmanto ūdens enerģijas potenciālu, pārveidojot to par elektroenerģiju. Lielākā daļā pasaules valstu, arī Latvijā, ir piemēroti apstākļi šī enerģijas resursa izmantošanai. Lai gan lielas hidroelektriskās būves saražo lielāko daļu no pasaules enerģijas tirgus, dažās situācijās ir nepieciešamas mazas hidroelektrostacijas. Tās ir stacijas ar jaudu līdz 10 MW. Mazu hidroelektrostacija var savienot ar pārvades tīklu un apgādāt tikai noteiktu reģionu vai atsevišķas mājāsaimniecības. Šādas mazas stacijas neprasa lielus ieguldījumus, inženiertīklu, un tos uzbūvēt var ievērojami ātrāk. Pašlaik Latvijā darbojas 73 mazās HES, kas liecina par to, ka mazā hidroenerģētika Latvijā ir ļoti attīstīta.

Biomasas ir organiski oglekļa bāzēti materiāli, kas reaģē ar skābekli sadegšanas procesā un izstaro siltumu. Šādu enerģiju var izmantot, lai ģenerētu elektrību. Šobrīd vairākus gadījumus par galveno izmantoto biomasas veidu siltumenerģijas ieguvei tiek uzskatīta koksne. To var izmantot, lai nodrošinātu gan telpu apkuri, gan karstā ūdens padevi individuālām ēkām vai ēku grupām. Papildus saražoto elektroenerģiju var nodot arī tīklā. Pašlaik Latvijā ir ļoti populāras biokoģenerācijas stacijas, kas izmanto šķeldu. Koksnes īpatsvars Latvijas kopējā primāro energoresursu bilanci ir ap 30% no kopējā energoresursu patēriņa.

Pašlaik tiek būvēta jaunā biomasas koģenerācijas stacija Jelgavā, kura būs lielākā koģenerācijas stacija Latvijā, ar 23 MW elektrisko jaudu un 45 MW siltumjaudas. Stacijas atklāšana paredzēta 2013. gada septembrī.

Secinājumi: 1. Izklienētā enerģija Latvijā jau tiek ļoti plaši izmantota. Latvijā 56 % no elektroenerģijas saražo no atjaunīgajiem resursiem.

2. Visvairāk Latvijā tiek izmantota hidroenerģija un ir ļoti izplatītas mazās HES.

3. Vēja enerģija arī ir diezgan plaši pielietota, kaut gan ne visā tās iespējamā potenciālā.

4. Vismazāk Latvijā izmanto Saules enerģiju, jo tās potenciāls ir visai zems.

VĒJA ELEKTROSTACIJU PIESLĒGŠANA ELEKTROTĪKĻAM REĢIONOS AR IEROBEŽOTU ELEKTROTĪKĻA CAURLAIDES SPĒJU

Elektroenerģijas ražošanā vissvarīgākā loma ir fosilajiem kurināmajiem, no kuriem cilvēce iegūst elektroenerģiju. Tie ir: gāze, nafta, akmeņogles utt. Taču to krājumi ir ierobežoti, tāpēc liela uzmanība tiek pievērsta atjaunojamajiem energoresursiem (AER). Latvijā iespējams izmantot vēja enerģiju. Vēja enerģijas izmantošanas jomā līdere ir Ķīna: tur uzstādīto vēja ģeneratoru jauda sasniedz 75564 mW. ASV atrodas otrajā vietā ar 60007 mW. Trešajā vietā ir Vācija ar 31332 mW jaudu.

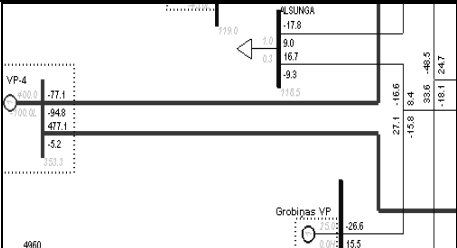
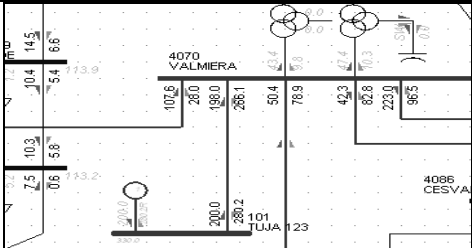
Latvijā Kurzemes un Vidzemes piekrastē vēja ātrums 50 m augstumā sasniedz vairāk nekā 6 m/s. Vēja elektrostacijām (VES) nepieciešamais minimālais vēja ātrums ir 2 - 4 m/s.

Kurzemes reģionā tiek plānots attīstīt 330 kV elektropārvades tīklu. Energoinfrastruktūras projekta ietvaros ir paredzēts izbūvēt 330 kV gaisvadu augstsprieguma elektrolīniju Latvijas rietumu daļā („Kurzemes loks”). Tas tiks izvietots gar Imantu (Rīga) – Tumi – Dundagu - Ventspili – Liepāju – Grobiņu – Brocēniem un *Viskaļiem*.

Lai noskaidrotu iespēju elektroenerģijas pārvadei no piekrastes uz centru, tika izmantota datorprogramma PSS/E - **Power System Simulator for Engineering**, kas izstrādāta ASV (Siemens, Inc.). Šī programma ir paredzēta tehnisko problēmu risināšanai elektroenerģētikā. Programmu var izmantot, piemēram, analizējot energosistēmas darbības režīmus (īsslēgumu strāvas aprēķini, jaudas plūsmu noteikšana un tās optimizācija zaros). PSS/E vide ir ergonomiska un intuitīva, tajā ir samērā viegli izveidot dažāda veida modeļus. Ar datorprogrammas PSS/E palīdzību tiek izmēģināti dažādi VES pieslēgšanas varianti, pakāpeniski palielinot VES elektrisko jaudu.

Tabula

Elektroenerģijas ražošanas raksturojums VES Kurzemes un Vidzemes reģionos			
Mēģinājums	VES ražotspēja (MW)	Latvijas energosistēmas summārā ģenerācija (MW)	Zudumi 330 kV tīklā (MW)
0	0	1675,0	30,1
1	200 + 200	2075,0	36,6
2	400 + 400	2475,0	47,4

Att. Datorprogrammas (PSS/E) tīkla shēma Kurzemes (a) un Vidzemes (b) reģionam.

Aprēķini (tab.) ļauj secināt, ka saražotās elektroenerģijas zudumu procents ir neliels. Attēlos a) un b) ir parādītas shēmas, ar kuru palīdzību tiek veikti aprēķini un modelēti energosistēmas elementi (vēja ģenerators, pārvades līnija, kopnes utt.).

Secinājumi. 1. Augstsprieguma tīkla uzdevums ir elektrotīkla caurlaides spēju ierobežojumu samazināšana, kas dod iespēju attīstīt energosistēmu, palielināt VES jaudu pieslēgšanas iespējas, palielināt elektroenerģijas tranzītu uz citām valstīm un energosistēmas drošību. 2. Kurzemes un Vidzemes reģioni (jūras piekraste) ir vispiemērotākie lielu vēja parku izbūvei.

AUGSTSPRIEGUMA LĪNIJU PĀRVADES SPĒJU IEROBEŽOJOŠIE FAKTORI

Augstsprieguma pārvades līniju celtniecība un rekonstruēšana ir saistīta ar elektroenerģijas patēriņa pieaugumu, kas notiek, pateicoties ikgadējam pasaules iedzīvotāju skaita pieaugumam un mūsdienu tehnoloģiju attīstībai. Elektroenerģijas patēriņa pastāvīgs pieaugums rada elektroenerģijas ražošanas deficītu, kā arī būtiski palielina slodzi uz esošajiem pārvades un sadales tīkliem. Enerģijas pārvades sistēmu var ietekmēt vadu *temperatūras ierobežojumi*, kā arī *sprieguma* un *dinamiskās stabilitātes ierobežojumi*. Temperatūras ierobežojumi tiek noteikti katrai elektropārvades līnijai atsevišķi. Ierobežojumi, kas izriet no sprieguma un dinamiskās stabilitātes apsvērumiem, vienmēr tiek pētīti, ņemot vērā visas energosistēmas vai tās daļas darbību.

Virszemes elektropārvades līnijas sasniedz savu temperatūras robežu, ja elektriskā strāva sasilda vadu līdz temperatūrai, virs kuras vads sāk kļūt mīkstāks. Maksimālā pieļaujamā nepārtrauktā vada temperatūra var būt no 50°C līdz 100°C un augstāk, atkarībā no materiāla, tā vecuma, ģeometrijas, torņu augstuma, drošības standartiem, kas ierobežo attālumu no zemes utt. Vadu temperatūras ierobežojums jeb vadītspēja ir atkarīga no gaisa temperatūras, vēja ātruma, saules radiācijas un vada virsmas stāvokļa. Jo lielāks ir vēja ātrums, jo lielāka ir vadītspēja. Zemas temperatūras arī veicina vadītspējas pieaugumu.

Sprieguma stabilitāte ir saistīta ar energosistēmas spēju atjaunot izejas stāvokļa režīmu vai tādu režīmu, kurš ir tuvs izejas režīmam un ir pieļaujams pēc lielām perturbācijām saskaņā ar sistēmas ekspluatācijas noteikumiem. Nestabilitāte izpaužas kā progresējoša sprieguma samazināšanās vai paaugstināšanās atsevišķās maģistrālēs.

Dinamiskā stabilitāte ir saistīta ar energosistēmas spēju saglabāt sinhronumu, kad tā ir pakļauta stipriem dinamiskiem traucējumiem. Stabilitāte ir atkarīga gan no darbības sākuma stāvokļa, gan no traucējumu veida. Dinamiskās stabilitātes paaugstināšanai nepieciešama ģeneratoru ierosmes forsēšana, elektrolīnijas bojātā posma ātra atslēgšana, speciālo bremzēšanas ierīču pielietošana, ģeneratoru un slodzes daļēja atslēgšana (izmantojot automātisko frekvences atslogošanas ierīci). Pārvadāmās jaudas samazināšana var palīdzēt saglabāt sistēmas lielākās daļas darbības spēju.

Ekspluatējot gaisvadu līnijas, jāreķinās ar daudziem apkārtējās vides iedarbības faktoriem: izolatoru virknes pārklāšanās zibens iespaidā, vadu apledojuums, vēja iedarbība uz vadiem un balstiem, apkārtējās gaisa temperatūras ietekme, līniju metāla konstrukciju bojājumi atmosfēras piesārņojumu rezultātā utt.

Gaisvadu līnijās var izmantot dažādas kailvadu markas. Vadi atrodas zem klajas debess, un tie ir pakļauti atmosfēras ietekmei, kā arī gaisā esošo koroziju veicinošo piemaisījumu iedarbībai (sēra gāze, jūras sāļi). Tādēļ elektropārvades līniju vadiem ir jābūt ar augstu mehānisko izturību un aizsargātiem pret koroziju.

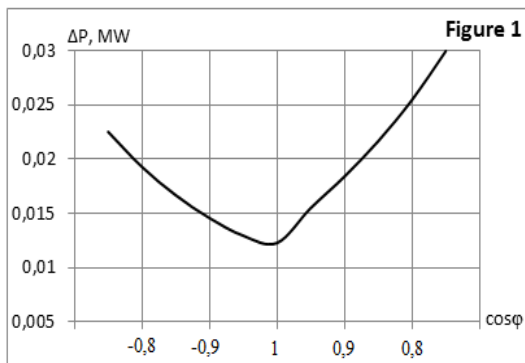
Gaisvadu līniju vadus izgatavo, izmantojot materiālus ar augstu vadītspēju: varu, alumīniju, tēraudalumīniju, kā arī speciālus alumīnija sakausējumus - aldreju vai speciālus vara sakausējumus - bronzu. Visus minētos materiālus izmanto gaisvadu līniju izgatavošanā pēc aukstās apstrādes jeb velmēšanas aukstā stāvoklī. Šāda apstrāde piešķir metāliem lielāku cietību un elastību un paaugstina stieples pretestības robežu.

Augstsprieguma pārvades līniju celtniecībā vai rekonstruēšanā jāievēro visi minētie faktori. Pārvades tīklu izbūve dod iespēju attīstīt energosistēmu kopumā, pieslēgt jaunas elektrostacijas, palielināt elektroenerģijas tranzītu uz citām valstīm un energosistēmas drošību.

SOME ASPECTS OF THE IMPACT OF DISTRIBUTED GENERATION ON 20 kV NETWORK

Over the last years a number of influences have been combined to lead to the increased interest in the use of small-scale distributed generation (DG) connected to the local distribution systems. The aim of the research is to improve the existing regulations and enlarge the amount and capacity of the possible DG implementation in the distribution system.

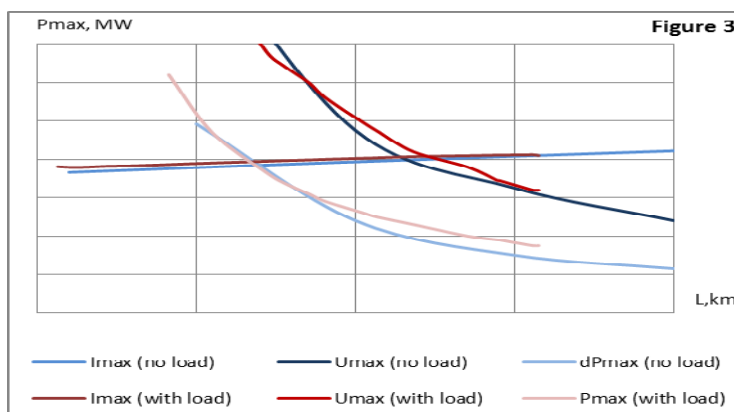
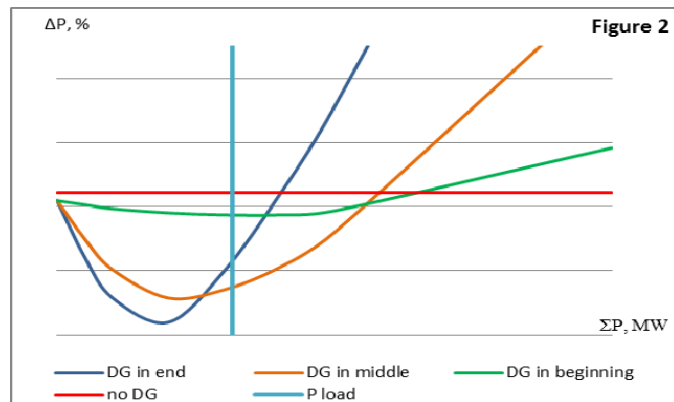
The 20 kV system under study is a small portion of a distribution network in a rural area. It consists of the main feeder and six laterals with the total load of 0,316 MW. The main feeder of the distribution network is connected to 20 kV busbar, three phase voltage. The computer simulations are conducted using the 'INTEGRAL Version 07.04.029' software.



First, the simulation was carried out without a DG in the network. The voltage at each load point, the current flow in lines and the active and reactive power fed by the distribution substation were measured. Second, the simulation was made with the insertion of DG. Power factor $\cos\phi$ was changed and minimal active power losses ΔP were obtained (Fig. 1). Afterwards, all simulations were made with power factor $\cos\phi=1$. Again, all the aforementioned parameters were measured.

Then the location and input power of the DG were changed and the results represented as active power losses $\Delta P\%$ from ΣP_{total} input power (Fig. 2).

Further, the research combined calculations of the maximum possible power of the DG taking into account I_{max} for overhead cable A-70, $U_{\text{max}} \leq 10\%$ and active power losses $dP_{\text{max}} \leq 5\%$. Simulations were made with and without the consumer load. The results are illustrated in figure 3.

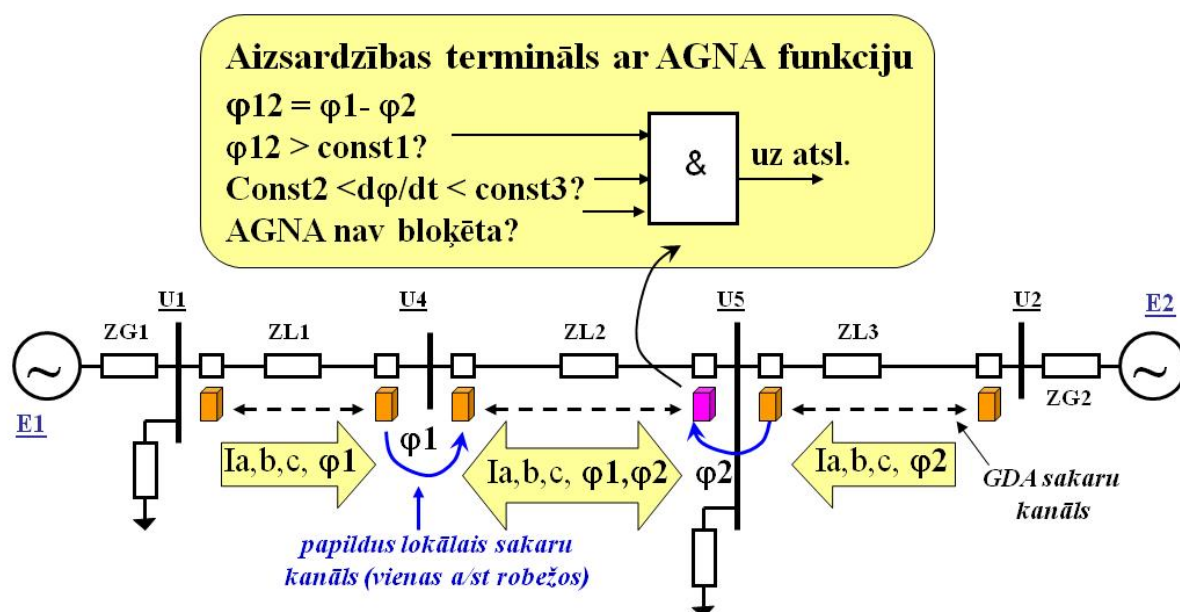


In conclusion, it is obvious that a correct DG implementation in local distribution network, regarding the connection point and total input power, can reduce active power losses and improve voltage profile. Calculations should be done considering bi-directional power flow caused by DG implementation. Further research will allow to develop local power generation and to use local energy sources in the most efficient manner.

AUGSTSPRIEGUMA LĪNIJAS GARENDIFERENCIĀLĀS AIZSARDZĪBAS (GDA) PIELIETOŠANA ASINHROŅĀS GAITAS NOVĒRŠANAI

Latvijā asinhronās gaitas likvidācijas funkciju izpilda asinhronās gaitas novēršanas automāts AGNA. AGNA darbības princips ir balstīts uz leņķa izskaitļošanu un salīdzināšanu ar iestatījumu starp modelētiem spriegumiem, pie tam spriegumu vektoru modelēšana ir balstīta uz iepriekš aprēķinātām un iestatītām energosistēmas daļu ekvivalentām pretestībām. Reālo un modelējamo sprieguma vektoru atšķirība energosistēmas konfigurācijas izmaiņas dēļ, var novest pie AGNA darbības precizitātes samazināšanās.

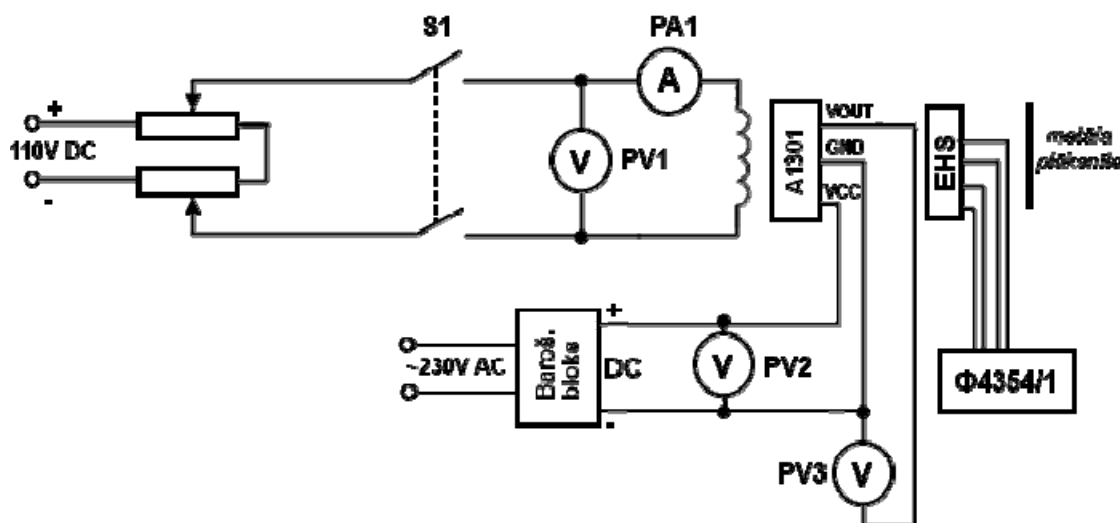
Darbā ir piedāvāts nevis modelēt, bet mērīt spriegumus pēc iespējas tuvāk ģeneratoriem, un izskaitļot leņķus starp reāliem spriegumiem. Šī varianta realizēšanai tiek piedāvāts izmantot jau esošus augstsprieguma līniju aizsardzību termināļus, kuri ir spējīgi sinhroni (izmantojot GPS sinhronizāciju) mērīt kopņu spriegumus dažādās energosistēmas vietās un pārraidīt mērījumus, izmantojot garendiferenciālās aizsardzības ātrdarbīgus sakaru kanālus (att.).



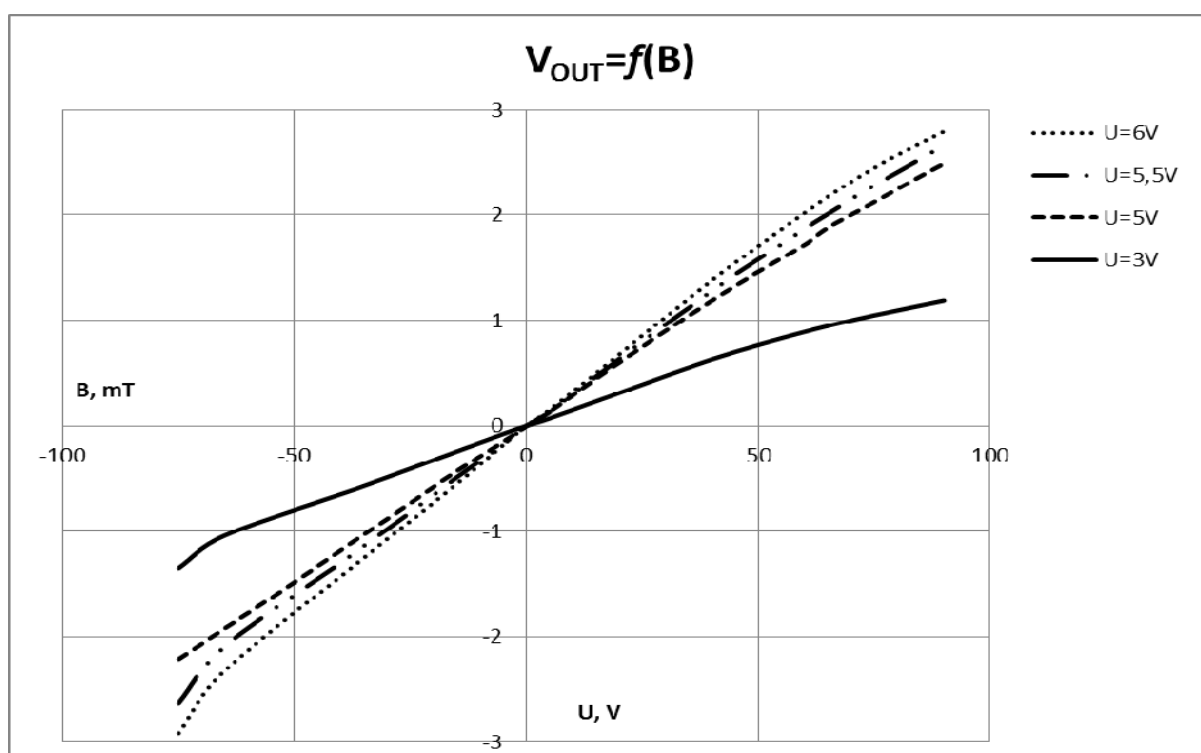
Att. Aizsardzības termināļa shēma.

Tādējādi asinhronās gaitas novēršanas automātika tiek realizēta kā izklaidēta sistēma, kur līnijas aizsardzības termināļi izskaitļo kontrolējamā sprieguma leņķi un pārraida šo informāciju citiem termināļiem. Pēc informācijas saņemšanas viens vai vairāki termināļi izskaitļo sparpību starp nepieciešamajiem sprieguma leņķiem, salīdzina to ar iestatījumu un dod signālu līnijas atslēgšanai, tādējādi sadalot energosistēmu uz daļām. Tā kā aizsardzības termināļi ir izvietoti praktiski visu augstsprieguma līniju galos, tas dod iespēju atslēgt jebkuru no kontrolējamajiem tīkla posmiem (sadalīt energosistēmu jebkurā vietā).

Holla EDS izejas vērtības pārveidošanai indukcijas vienībās (militeslās, mT) veikta graduēšana, izmantojot etalona mērinstrumentu. Rezultātā apstiprinājās mikroshēmas izejas ķēdes izteiktā linearitāte, kas ir raksturīga arī citiem Holla efekta sensoriem.



2.att. Holla sensora graduēšanas elektriskā shēma.



3.att. Holla efekta sensora graduēšanas līknes pie dažādiem barošanas spriegumiem.

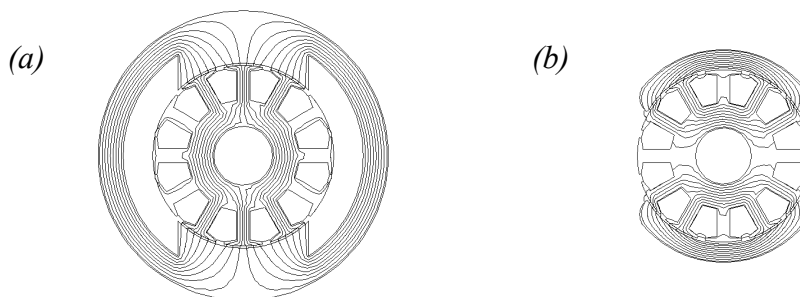
Izgatavotais mērinstruments apvieno mazus gabarītus, kompaktus mērīšanas tausta izmērus, zemas izgatavošanas izmaksas, kā arī piedāvā plašas modernizācijas iespējas un augstu precizitāti (kļūda 1% robežās). Par turpmāko primāro modernizācijas virzienu pieņemts aizvietot esošo Holla integrēto mikroshēmu ar plēvveidīgo integrēto elementu, kura jutīgās daļas biezums ir ap 0,5 mm un lielāku mērīšanas diapazonu.

UZLABOTAS KONSTRUKCIJAS SINHRONĀ REAKTĪVĀ DZINĒJA IZPĒTE

Plaši pielietotai sinhronā reaktīvā dzinēja rotora konstrukcijai ar izvirzītiem poliem piemīt tādi pozitīvi aspekti kā vienkāršums, liels drošuma līmenis un lētums. Tomēr dzinējiem ar šāda tipa rotoriem ir mazs īpatnējais moments. Līdz ar to ir aktuāli pētīt reaktīvā dzinēja konstrukciju, kura varētu nodrošināt augstāko īpatnējo momentu salīdzinājumā ar citām dzinēja konstrukcijām, saglabājot augstākminētās priekšrocības.

Lai izpētītu divpolīga reaktīvā dzinēja ar ārējo rotoru konstrukcijas uzlabošanas rezultātus, dzinēja konstrukcija ar izvirzīto polu rotoru ir salīdzināta ar konstrukciju, kurā rotors izveidots no divām izolētām feromagnētiskām segmentveida paketēm. Pēdējā konstrukcija ir patentēta Latvijas Republikas Patentu valdē 2012. gadā.

Pētāmā dzinēja ar izvirzīto polu rotoru izmēri ir izvēlēti tā, lai sasniegtu maksimāli iespējamo īpatnējo momentu pie strāvas maksimālās vērtības statora rievās $I_{max}=200\text{ A}$. Otrās konstrukcijas statora izmēri nemainās, savukārt rotora izmēri (segmentveida paketes augstums un pārklājuma leņķis) izvēlēti pēc magnētiskā lauka sērijas aprēķiniem, ar kritēriju – mazākais dzinēja ārējais diametrs pie tādas pašas elektromagnētiskā momenta un strāvas vērtības. Pētījumā izmantotie magnētiskā lauka aprēķinu rezultāti ir iegūti ar datorprogrammas *QuickField* palīdzību. Magnētiskā lauka sadalījums salīdzinātās konstrukcijas šķērsgriezumos parādīts attēlā. Salīdzinājuma rezultāti apkopoti tabulā.



Att. Reaktīvā dzinēja konstrukcijas.

Tabula

Salīdzinājuma rezultāti

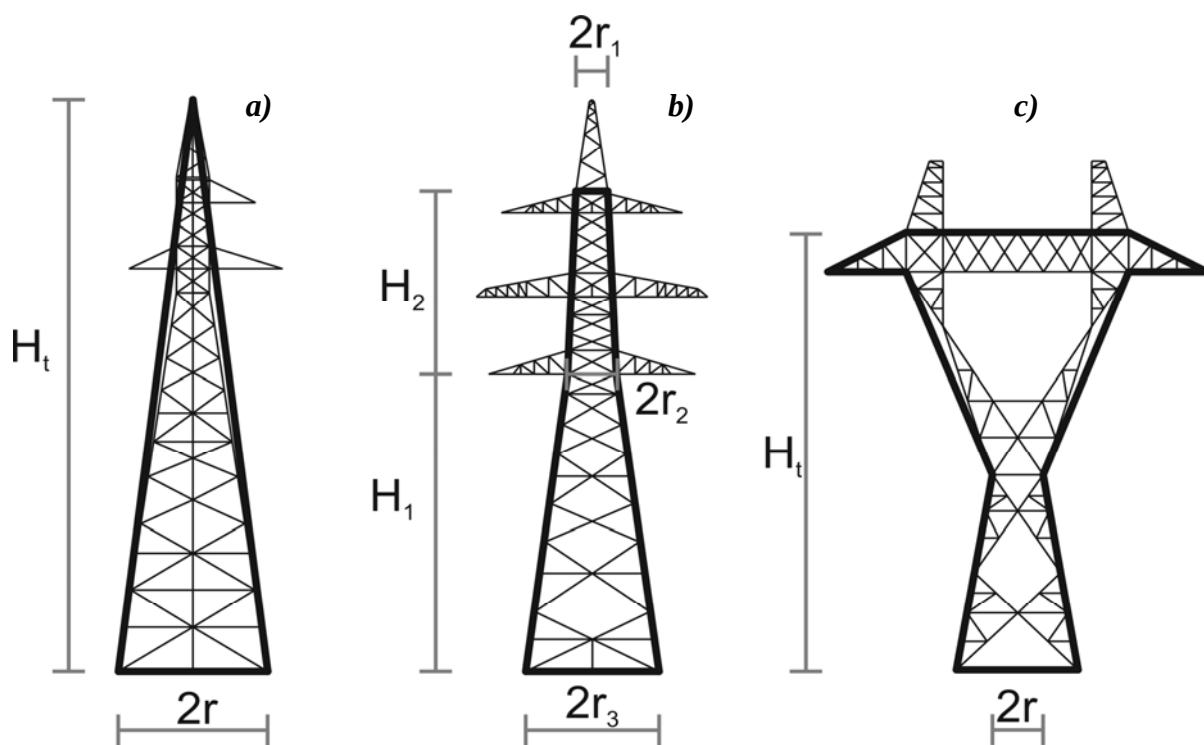
Parametri	Konstrukcija (a)	Konstrukcija (b)
Rotora ārējais diametrs, m	0.069	0.053
Elektromagnētiskais moments uz garuma vienību, N·m	6.13	6.13
Īpatnējais elektromagnētiskais moments, N·m/m ³	410	695

Iegūtie rezultāti parādīja, kā izmantojot rotora konstrukciju ar segmentveida paketēm uz rotora salīdzinājumā ar konstrukciju ar izvirzīto polu rotoru, dzinēja ārējo diametru var samazināt 1.3 reizes, savukārt īpatnējo momentu palielināt līdz pat 1.7 reizes.

ELEKTROPĀRVADES LĪNIJU ATMOSFĒRAS PĀRSPRIEGUMAIZSARDZĪBAS DATORANALĪZE

Zibensizlādes elektropārvades līnijas (EPL) balstos datormodeļa projektēšanas laikā var rasties daudz dažādu sarežģītumu, jo balstiem ir sarežģīta konstrukcija, dažādi izmēri un formas. Šajā zinātniskajā rakstā tiks apskatīts balsta modeļa izveides process turpmākai pārejas procesa analīzei ATP/EMTP programmā.

Elektropārvades līnijas balsta modelēšanai ir nepieciešami elektropārvada pamata ģeometriskie parametri. Katram EPL tipam ir vienkāršota pretestības aprēķina formula atkarībā no tā formas. Šajā publikācijā tiek izskatīti trīs balstu veidi – vienkādes vienstatnes stūra balsts Y330-1, divķēžu stūra balsts U330-2+14 un P1 tipa portāla stūra balsts. Katram balstam ir sava vienkāršota aptuvena ģeometriskas figūras forma, pēc kuras tiek aprēķināta viļņa pretestība. 1.attēlā ir parādīti visi trīs balstu veidi un aprēķiniem nepieciešamie ģeometriskie parametri.



1.att. EPL balsti: a) Y330-1; b) Y330-2+14; c) P1.

Ar vienādojumiem (1), (2), (3) ir iespējams novērtēt analītiski pietuvināto torņa balsta viļņa pretestības vērtību. Ir jāatcerās, ka ar šiem vienādojumiem iegūtā viļņa pretestība ir ekvivalenta vērtība, kas neņem vērā viļņa pretestības izmaiņas visā torņa augstumā. Bez viļņa pretestības, balstiem vēl ir neliela induktīvā pretestība, tās aptuvena vērtība dažādiem balstu tipiem dota 1. tabulā.

a) Y330-1:

$$Z_t = 30 \ln[(H_t + r^2) / 0.5r^2] \quad (1)$$

b) Y330-2+14:

$$Z_t = 60 \ln \left(\operatorname{ctg} \left[0.5 \operatorname{tg}^{-1} \left(\frac{r_{\text{vid}}}{H_t} \right) \right] \right); r_{\text{vid}} = (r_1 H_2 + r_2 H_t + r_3 H_1) / H_t \quad (2)$$

c) P1:

$$Z_t = 60 \left(\ln \left(\sqrt{2} \frac{2H}{r} \right) - 1 \right) \quad (3)$$

kur $H_{t(1,2)}$ – torņa augstums [m]; $r, r_1, r_2, r_3, r_{\text{vid}}$ – figūru rādiuss [m].

1. tabula

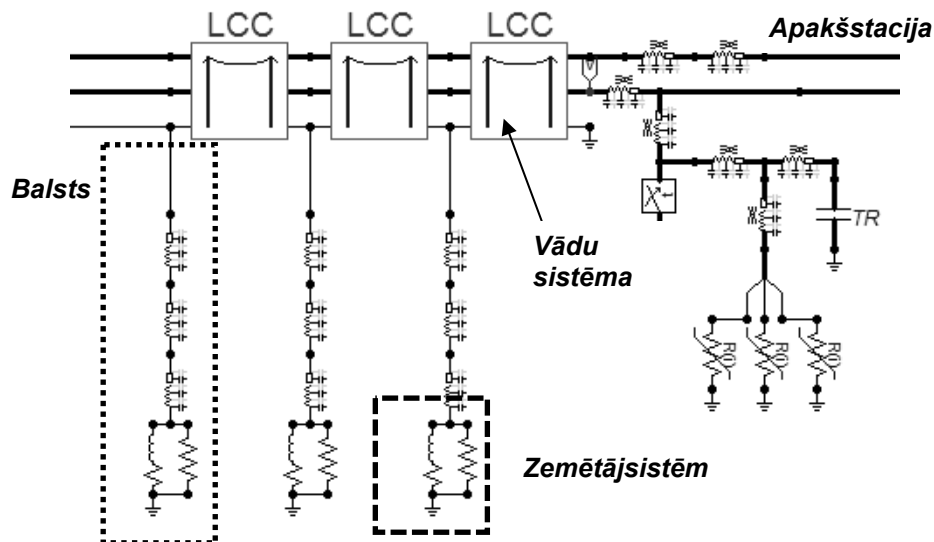
Balstu tips	L_t (μH/m)
Vienstatņa, metāla karkass (Y330-1)	0,6
Divstatņu, metāla karkass (Y330-2+14)	0,4
Portālais, metāla karkass (R1)	0,5

Z_t un L_t aprēķinātie dati ir doti 2. tabulā.

2. tabula

	a) Y330-1	b) Y330-2+14	c) P1
Z_t	60,61 Ω	205,15 Ω	233,67 Ω
L_t	16,2 μH	19 μH	16,8 μH

Var redzēt, ka viļņa pretestības vērtība ir atkarīga no torņa ģeometriskajiem parametriem. Viens no balsta modelēšanas parametriem ir zemētājsistēmas īpašības, jāpiebilst, ka šis parametrs tiek izvēlēts, ņemot vērā modelēšanas mērķi. Zemētājsistēmas izpildījums ir normēts un atkarīgs no grunts tipa. Pēc visu parametru noteikšanas, var pāriet pie zibensizlādes modeļa sastādīšanas un modelēšanas rezultātu analīzes, 2. att. ir dots modelēšanas struktūrshēmas piemērs ATP/EMTP datorprogrammā.

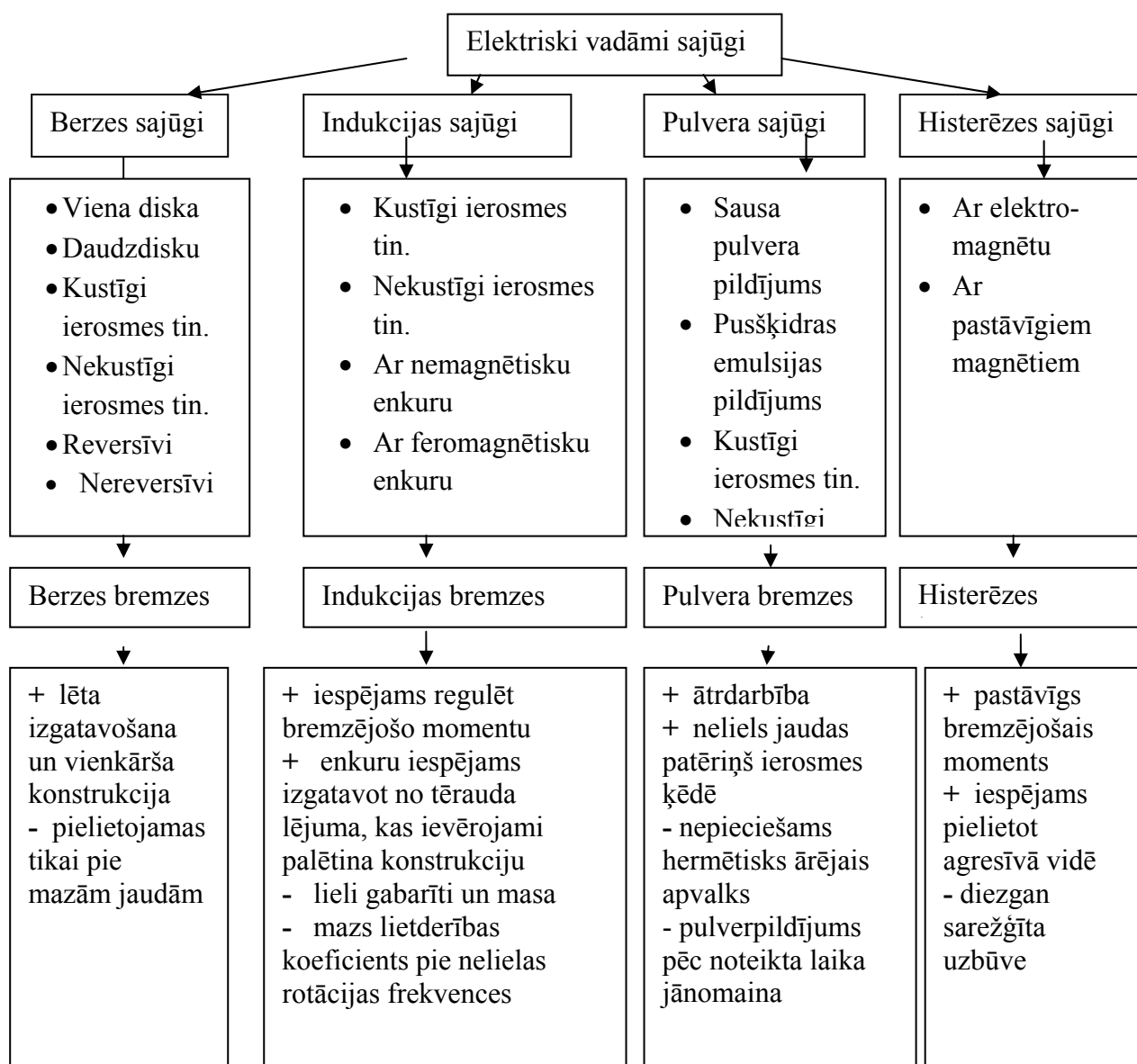


2. att. ATP\EMTP modelēšanas struktūrshēma.

Zibensizlādes EPL modeļa izstrāde ļauj dziļāk saprast fizikālo procesu, kas ir pamatā EPL zibensizturības līmeņa paaugstināšanai.

ELEKTRISKI VADĀMU SAJŪGU IZMANTOŠANA DZINĒJU SLOGOŠANĀ

Elektriski vadāmi sajūgi ir ierīces, kas paredzētas divu vārpstu savienošanai ar iespēju regulēt pārvadāmā griezes momenta parametrus. Šāda veida sajūgi tiek darbināti nevis ar mehāniska spēka iedarbi, bet elektriski, piemēram, ar elektromagnētu. Tos plaši pielieto elektriskās piedziņas sistēmās, pateicoties to pozitīvajām īpašībām – spējai darboties ātri, pārnest lielus momentus, aizsargāt dzinēju no pārsoldzes un galvenais – strādāt slīdes režīmā, kad dzinējs un izpildierīce negriežas ar vienādu ātrumu.



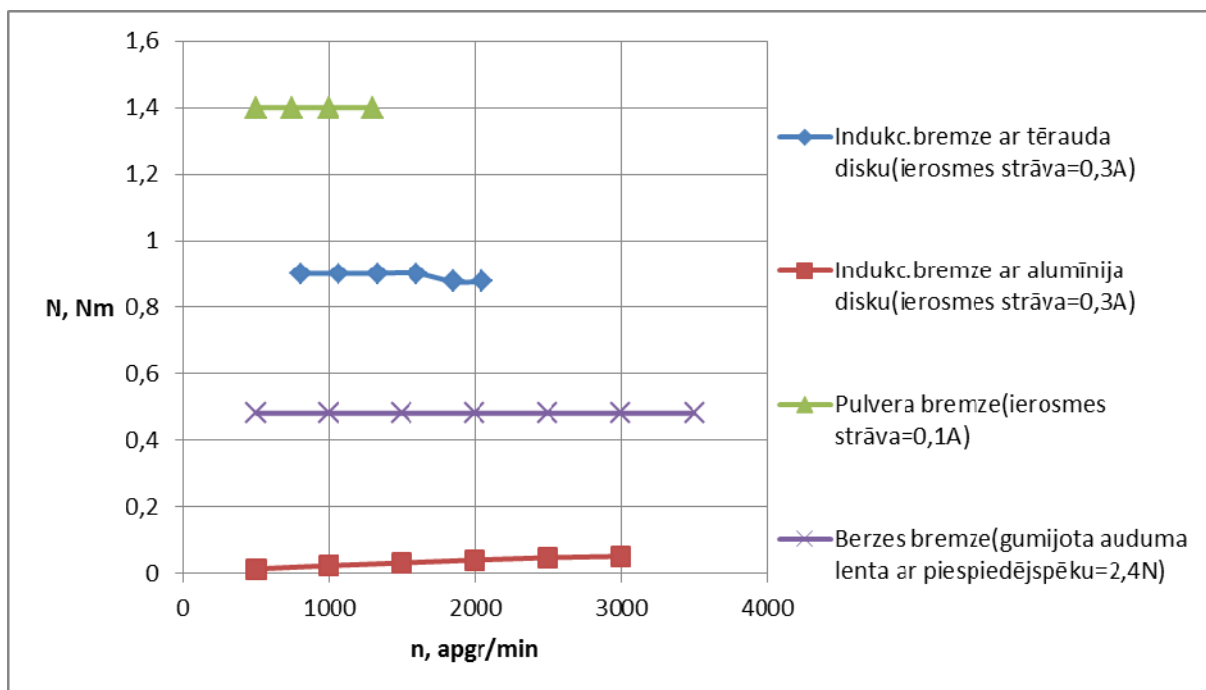
1.att. Elektriski vadāmu sajūgu iedalījums pēc konstruktīvās uzbūves un īpašībām bremzējot.

Šāda veida sajūgus var pielietot arī laboratorijās kā bremzes, lai pētītu dažādu dzinēju griežmomentus un uzņemtu mehāniskās raksturlīknes. Tādā gadījumā sajūga dzenamā daļa nerotē, bet tai ir iespēja pagriezties par kaut kādu noteiktu leņķi, ko nosaka griezes moments

un pretsvars. Berzes sajūkus šādam nolūkam izmanto ierobežoti, jo tie slīdes režīmā var darboties tikai īsu brīdi. Pretējā gadījumā berzes pāris var pārkarst un iziet no ierindas. Tāda principa berzes pāri diska-lenta izmanto tikai mazjaudas dzinēju slogošanai.

Savukārt indukcijas un pulvera sajūgi lieliski spēj strādāt kā bremzes, jo starp vadošo un vadāmo daļu nav mehāniskas saskarsmes.

Autors patstāvīgi veica dažu iepriekšminēto bremžu darbības izpēti, uzņemot bremžu raksturlīknes $M=f(n)$, kur M -bremzējošais moments(Nm), n -dzinēja rotācijas frekvence (apgr./min). Tika pētītas indukcijas bremzes ar alumīnija un tērauda diskiem, kā arī pulvera un lentes bremzes.



2.att. Dažādu veidu bremžu mehāniskās raksturlīknes $M=f(n)$ pie $I_f=const$.
(Mērījumu diapazonu ierobežoja slogojamo dzinēju jauda.)

Iegūtie dati ļauj secināt, ka vislabākās īpašības piemīt pulvera bremzei. Tā rada pastāvīgu bremzējošo momentu, kuru ērti noteikt ar tenzosensoru. Līdzīga raksturlīkne ir arī berzes bremzei, taču neprecizitāti rada dinamometru nolasīšana.

Salīdzinot indukcijas bremzes, labākos rezultātus uzrādīja variants ar tērauda disku. To var izskaidrot ar labākām magnētiskām īpašībām un histerēzes papildmomentu.

PASTĀVĪGO MAGNĒTU IETEKME UZ ELEKTROENERĢIJAS SKAITĪTĀJU RĀDĪJUMU PRECIZITĀTI

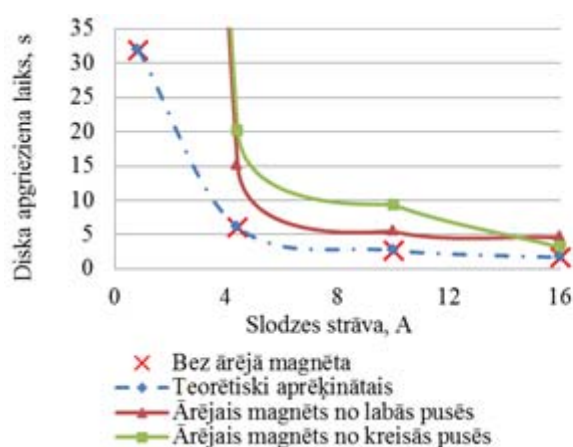
Latvijā līdz šim visizplatītākie ir masveidā ražotie indukcijas tipa elektroenerģijas skaitītāji, kurus lieto to zemo izmaksu un pietiekamās drošības dēļ.

Sadales tīkla Elektroenerģijas uzskaites funkcija sastapās ar elektroenerģijas skaitītāju bojājumiem – elektroenerģijas skaitītāja bremzes magnētu atmagnetizēšanu, kas rada aizdomas par pastāvīgu magnētu izmantošanu elektroenerģijas skaitītāja diska rotācijas frekvences samazināšanai. Pastāvīga magnētiskā lauka ietekme uz elektroenerģijas skaitītāju izraisa nekorektu elektroenerģijas uzskaiti.

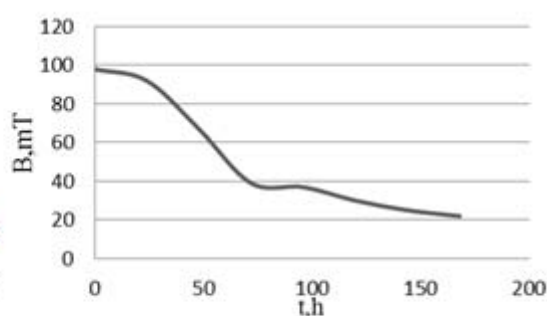
Eksperimentāli pārbaudīta pastāvīgo magnētu ietekme uz elektroenerģijas skaitītāju. Pētījumos izmantots ekspluatācijā populārs vienfāzes indukcijas tipa, „Schlumberger” firmas, elektroenerģijas skaitītājs, kā arī pastāvīgs magnēts ar maksimālo magnētisko indukciju 760mT. Diska rotācijas frekvence izmērīta ar rotācijas frekvences mērīšanas iekārtu.

Pirmkārt, izmērīts elektroenerģijas skaitītāja diska rotācijas laiks pie dažādām slodzēm strāvās diapazonā no $0.08I_{nom}$ līdz $1.6I_{nom}$, kur $I_{nom}=10$ A un $\cos\varphi=1$, bez pastāvīga magnētiskā lauka ietekmes, un salīdzināti ar aprēķinātiem lielumiem, kas iegūti, izmantojot mērinstrumentu rādījumus.

Veikti eksperimenti ar pastāvīgo magnētu, kurš tika novietots uz elektroenerģijas skaitītāja korpusa no labās un kreisās puses. Izmērīts diska rotācijas laiks un salīdzināts ar iepriekšiegūtajiem laikiem. Eksperimentu rezultāti parādīti 1. attēlā.



1.att. Eksperimentu rezultāti.



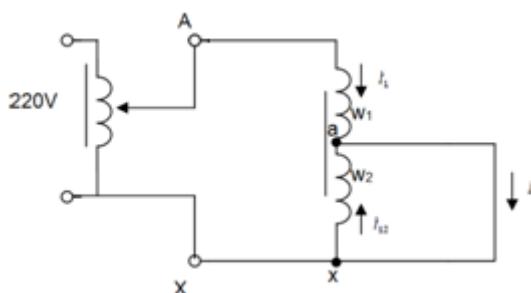
2.att. Bremzes magnēta atmagnetizēšana.

Eksperimentāli noskaidrots, kā notiek elektroenerģijas skaitītāja bremzes magnēta atmagnetizēšana. Eksperimenta laikā uz bremzes magnētu ar sākuma magnētisko indukciju 98 mT, 168 stundas iedarbojās ārējais magnētiskais lauks. Ārējo magnētisko lauku rada pastāvīgs magnēts ar maksimālo indukciju 760 mT. Bremzes magnēta atmagnetizēšana parādīta 2. attēlā.

SPOĻU STARPVIJUMU ĪSSLĒGUMU VEIDU NOVĒRTĒŠANA

Viens no elektroenerģijas skaitītāja kļūdaina darba cēloņiem ir gadījuma rakstura vai iniciēti starpvijumu īsslēgumi spriegumspolē, tādēļ šajā tēmā ir ieinteresēti *Latvenergo* atbilstošie dienesti. Šā procesa analīzei izmantots autotransformatora darbības princips, jo īsslēgta sekcija ir gan elektriski, gan magnētiski saistīta ar kopējo tinuma daļu. Īsslēgumi var veidoties gan starp atsevišķiem vijumiem, gan starp vijuma slāņiem, tātad transformācijas koeficients var mainīties plašās robežās, kas savukārt noteic tinuma silšanas raksturu.

Pētītās spoles parametri: $U_N=220V$, $w=7850$, $d=0,14mm$, $R=813\Omega$.

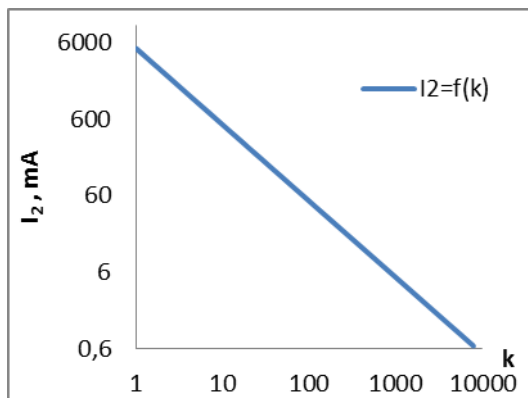


1.att. Starpvijumu īsslēguma eksperimentālā pētījuma shēma.

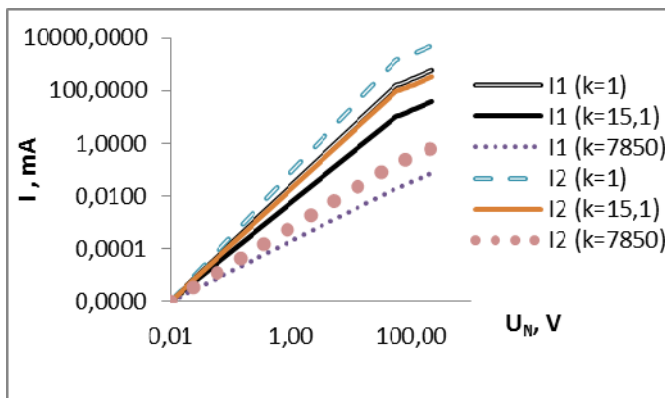
Strāva I_{12} , kas plūst tinuma īsslēgtajā daļā, ir vienāda ar primārās un sekundārās strāvas ģeometrisku summu

$$I_{12} = -I_1 + I_2$$

Veicot eksperimentālos mērījumus dažādam īsslēgto vijumu skaitam atbilstoši 1.att. shēmai, iegūta strāvas I_2 stipruma atkarība no transformācijas koeficienta vērtībām (sk.2.att.).



2.att. Strāvas I_2 atkarība no transformācijas koeficienta k pie U_N .



3.att. Strāvu vērtības atkarība no pieliktā sprieguma.

Mainot īsslēgto vijumu w_2 skaitu, noteikta strāvas I_2 atkarība no transformācijas koeficienta un no pievienotā sprieguma vērtībām (3.att). Palielinot spriegumu līdz nominālai vērtībai, strāva pieaug atbilstoši īsslēgto vijumu skaitam. Īpaši bīstams režīms, kad īsslēgti 7849 vijumi ($k=1$), strāva atlikušajā vienā vijumā praktiski sasniedz īsslēguma strāvas vērtību un šis vijums pārdeg līdzīgi kā kustošajā drošinātājā. Ilgstoši bīstams režīms ar $k=15,1$.

Skaitītāja darbības procesa izmaiņas spriegumspoles vijumu īsslēgumu gadījumā prasa veikt turpmākus pētījumus.

TILTIŅVEIDA KONTAKTU NESIMETRISKAS DARBĪBAS SEKAS

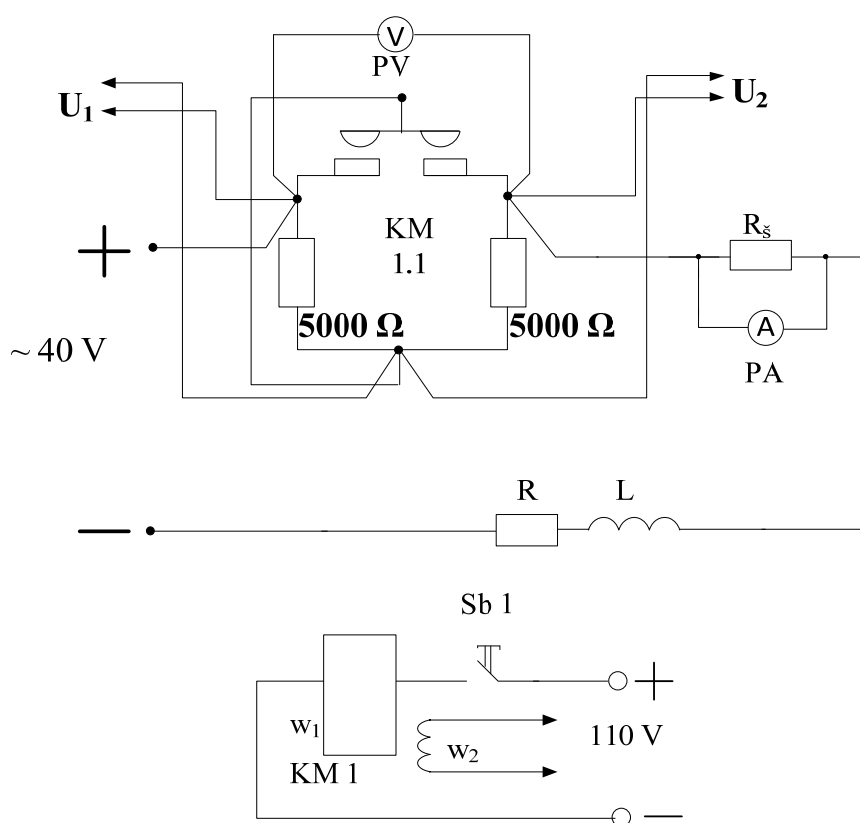
Kontaktoru un releju sistēmās ar taisnvirziena gājiena elektromagnētisko darbinātāju parasti lieto tiltiņveida kustīgo kontaktu, realizējot komutējamās ķēdes divus, virknē slēgtus pārtraukumus, kā arī sadalot komutācijas elektriskā loka enerģiju.

$$W_e = \frac{1}{2} \times \left(\frac{1}{6} U_b \times I_0 t_l + L_k \frac{I_0^2}{2} \right) [Ws]$$

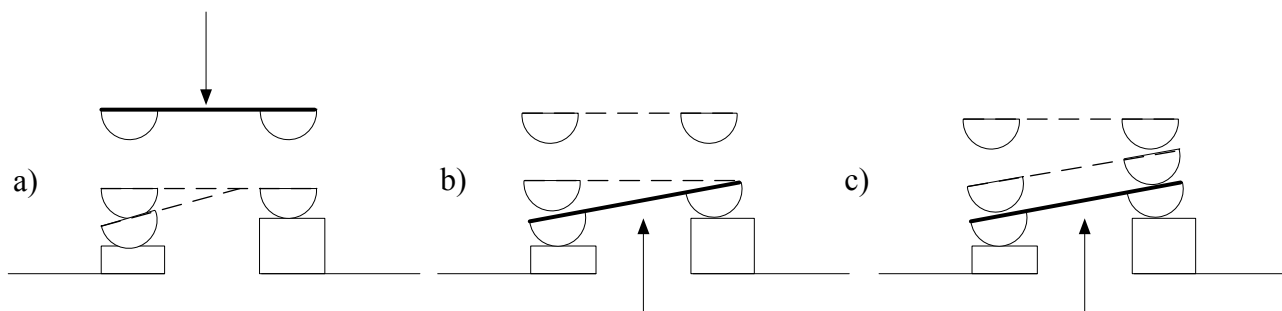
kur, W_e – loka izdalītā enerģija, U_b – barošanas avota spriegums, I_0 – loka sākumstrāva, t_l – loka eksistences laiks, L_k – komutējamās ķēdes induktivitāte.

Ja abi pārtraukumi noris simetriski, arī kontakt detaļu nolietojums ir vienāds. Šāds ideāls sadalījums ir teorētiski iespējams, taču reāli abi pārtraukumi noris vairāk vai mazāk asimetriski un rezultātā tas kontakts, kurš ieslēdzas nedaudz vēlāk un atslēdzas nedaudz ātrāk, nolietojas straujāk.

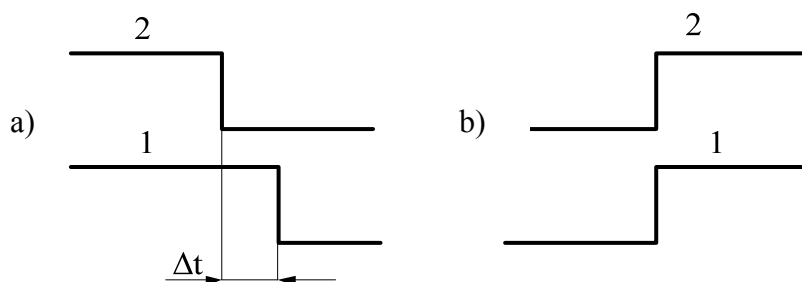
Eksperimentāli pārbaudīti kontaktora MK1 – 10Y35 tiltiņveida kontakti, mākslīgi radot asimetrisku režīmu ar uzliku uz viena nekustīgā kontakta.



1. att. Eksperimenta shēma.



2. att. Tiltiņveida kontakta ieslēgšanās (a - statisks un dinamisks režīms) un atslēgšanās process (b - statisks režīms un c – dinamisks režīms).



3. att. Komutācijas dinamiskā procesa oscilogrammas (a – ieslēgšana, b – atslēgšana).

2. attēlā redzams, ka dinamiskā trieciena rezultātā pirmajā kustības brīdī tiltiņš saglabā slīpo stāvokli un kontakti atslēdzas gandrīz vienlaicīgi (kustīgo masu attiecība – tiltiņš pret darbinātāja enkuru ir 1 : 100), taču 4. attēlā redzamā fotogramma parāda komutācijas procesa asimetriju.



4. att. Atslēgšanās procesa fotogramma.

Ieslēgšanās dinamiskajā procesā iespējama vairāk nolietotās kontaktdetaļas vibrācija, kas īpaši nevēlama, ieslēdzot asinhronos dzinējus. Atslēgšanās process ir būtisks līdzstrāvas ķēdē ar aktīvi-induktīvu slodzi.

MAZGABARĪTA AUTOMĀTSLĒDŽU MARKĒJUMS UN TĀ EKSPERIMENTĀLĀ PĀRBAUDE

Izvirzītais uzdevums— noteikt atbilstību standartu prasībām, veicot automātslēdžu eksperimentālās pārbaudes uz selektivitāti, īsslēgumu un pārslodzi un salīdzināt iegūtos datus ar ražotāju norādīto informāciju. Apskatīti “ABB”, “Schneider Electric” un “General Electric” MCB (Miniature Circuit-breaker) automātslēdži ar dažādām I_N un ar atslēgšanas līkņu tipu C.

MCB grupas slēdžu projektēšana, montāža un ekspluatācija balstīta uz IEC 60898-2 “Elektroiekārtu palīgierīces. Pret pārstrāvu sargājoši automātslēdži mājāsaimniecības un līdzīga lieluma ietaisēm. 2. daļa: Maiņstrāva un līdzstrāvas automātslēdži” standarta prasībām. Katrs ražotājs var savu produkciju pielāgot arī IEC 60947-2 prasībām (šī gabarīta slēdžu pielietošana rūpnieciskai izmantošanai), dodot atsauci uz šo standartu par attiecīgu slēdža raksturlielumu.

IEC 60898-2 izvirzītās marķējuma prasības:

1. Izstrādājuma nosaukums un tirdzniecības zīme;
2. Tipa apzīmējums, sērijas numurs vai kataloga numurs;
3. Maiņstrāvas nominālo spriegumu apzīmē ar $\sim$, bet līdzstrāvas nominālo spriegumu ar $==$;
4. Nominālā strāva bez simbola “A” ar iepriekšēju norādi momentānās nostrādes/atslēgšanās līkņu tipi (B un C);
5. Nominālā frekvence, ja automāts paredzēts darbam pie vienas frekvences;
6. Nominālā ekspluatācijas atslēgtspēja I_{cs} maiņstrāvai un līdzstrāvai ampēros norādāma vienā taisnstūrī bez simbola A, un tā ir vienāda gan maiņstrāvai, gan līdzstrāvai (piemēram, $\boxed{6000}$); gadījumos, ja vislielākā atslēgtspēja ir dažāda maiņstrāvai un līdzstrāvai, tad to norāda divos taisnstūros, kas novietoti blakus, bez simbola A norādes, ar simbolu $\sim$ maiņstrāvai un simbolu $==$ līdzstrāvai (piemēram, $\boxed{6000} \quad == \quad \boxed{10000} \quad \sim$);
7. Savienotājšhēma, ja pareizs pieslēguma paņēmiens nav labi redzams;
8. Apkārtējā gaisa kontroltemperatūra, ja tā atšķiras no 30°C ;
9. Aizsardzības līmenis, ja tas atšķiras no IP20;
10. Nominālais impulsa spriegums U_{imp} ;
11. Iezemējuma aizsargājošais izvads pēc tā esamības apzīmējas ar $\textcircled{\perp}$ simbolu;
12. Piemērotība atvienošanai pie tā esamības ar $\text{---} \diagup \text{---} \times \text{---}$ simbolu;
13. Norādījumi saslēgtiem un atslēgtiem stāvokļiem atbilst simboliem “I” un “O”, ja tie pielietoti;
14. Neitrālā pola izvadus pie to esamības apzīmē ar burtu N.

Konstruējot automātslēdžu laikstrāvu raksturlīknes un salīdzinot ar IEC 60898 esošo C tipa atslēgšanās līkni (5-10) I_N , var secināt, ka gan iegūto līkņu forma, gan nostrāde pie pārslodzes, gan īsslēguma strāvu vērtībām “ABB” un “Schneider Electric” iekļaujas noteiktajā diapazonā. Kas attiecas uz “General Electric” automātslēdži, tad tam elektromagnētiskā atkabņa nostrādes diapazons ir (7- 10) I_N . Šis nostrādes diapazons atbilst IEC 60947-2 standartam, par kuru ražotājs nav devis atbilstošu norādi. Slēdžu selektivitātes pārbaudē konstatēts, ka selektivitāte tiks nodrošināta, ja barošanas avota pusē būs “lēndarbīgāks” slēdzis ar augstākas pakāpes nominālās strāvas vērtību, salīdzinot ar patērētāja pusē tuvāk esošo “ātrdarbīgo” automātslēdži.

HIDROĢENERATORU STATORA IZOLĀCIJAS DEFEKTU ANALĪZE, IZMANTOJOT KĻŪMJU KOKA SHĒMU

Latvijas hidroelektrostacijās saražo aptuveni 70% no visas Latvijā saražotās elektroenerģijas, tādēļ ir nepieciešams nodrošināt hidroagregātu nepārtrauktu darbību, lai apgādātu patērētājus ar nepieciešamo enerģiju. Lai hidroagregāts spētu darboties nepārtraukti, tā konstruktīvajiem elementiem ir jābūt nevainojamā tehniskā stāvoklī. Eksistē daudzas pieejas un ekspluatācijas stratēģijas tehniskā stāvokļa kontrolei, piemēram, apsekošana pēc laika grafika, diagnostikas pārbaužu veikšana vai nepārtraukts monitorings. Taču noteikt ekspluatācijā piemērojamo pārbaužu apjomu ir visai sarežģīts uzdevums. Viens no variantiem ir analizēt iekārtas konstrukciju, izmantojot kļūmju koka shēmu (FTA – *fault tree analysis*).

Hidroģenerators sastāv no statora un rotora kā jebkura rotējošā elektriskā mašīna. Viena no svarīgākajām hidroģeneratora sastāvdaļām ir stators, kurš sastāv no serdes un statnes. Serde ir salikta no elektrotehniskā tērauda plāksnēm. Serdes iekšpusē ir izveidotas rievas, kurās ir ievietots statora tinums. Tinumus veido no vara vadiem un izolācijas. Ja tiek bojāta izolācija, var rasties statora iekšējais īsslēgums, kurš ātri vien pārtop par zemesslēgumu, kas ir ļoti bīstams atteices veids, jo sekas var būt pilnībā sagrauta izolācija un arī tinumi. Tādēļ tieši izolācijas bojājumi ir izvēlēti kā kļūmju koka shēmas gala notikums.

Lai sastādītu šādu kļūmju koka shēmu, ir nepieciešamas plašas zināšanas par izolācijas materiāliem, konstrukciju un dažādajām iedarbēm uz to, kas var rasties gan normālas ekspluatācijas laikā, gan avārijas režīmā. Vispārīgi hidroģeneratora statora tinuma izolāciju ietekmē mehāniska un elektriska rakstura defekti, kā arī uz to iedarbojas apkārtējā vide. Visbiežāk tā tiek bojāta spoles vibrāciju, piesārņojuma vai vāju elektrisko savienojumu dēļ (tab.).

Tabula

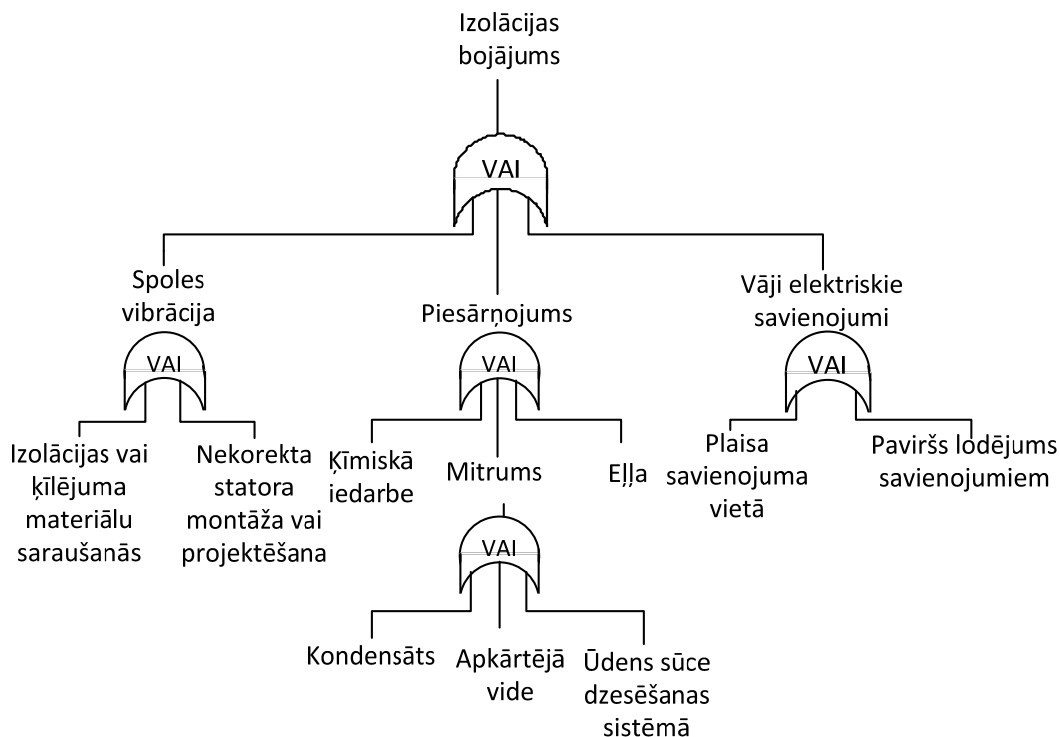
Defekti, kas veicina izolācijas bojāšanos, un to rašanās cēloņi

Defekts	Defekta rašanās cēloņi
Spoles vibrācija	• izolācijas vai ķīlējuma materiālu saraušanās; • nepareiza statora montāža vai projektēšana
Piesārņojums	• kondensāts; • apkārtējā vide; • eļļa
Vāji elektriskie savienojumi	• plaša savienojuma vietā; • pavisam lodējums savienojumiem

Kopumā kļūmju koka shēmu var sastādīt jebkurai kompleksai sistēmai, atsevišķai elektroiekārtai un pat iekārtas darbības procesam. Kļūmju koka shēma ir grafisks modelis, kurš ilustrē, kāpēc var notikt sistēmas atteice. Dažādie ceļi grafiskā modeļa ietvaros savā starpā ir savienoti ar loģiskajiem operatoriem, lielākoties UN un VAI. Lai izveidotu kļūmju koku, ir jāzina gala notikums. Tad tiek noteikti primārie gala notikuma rašanās cēloņi, kuri tālāk tiek atšifrēti pēc iespējas sīkāk. Pieņemot hidroģeneratora statora tinuma izolācijas bojājumu kā gala notikumu, kā arī pielietojot 1. tabulā apkopoto informāciju, ir sastādīta kļūmju koka shēma (skat. 1. att.).

Pielietojot kļūmju koka shēmu, ir daudzākārt vieglāk izprast defektu rašanos hidroģeneratora statora tinuma izolācijā un arī izlemt par diagnostikas pārbaužu vai nepārtrauktā monitoringa sensoru nepieciešamību. Izvērtējot 1. attēlā doto shēmu, ir redzams,

ka primārie izolācijas defektu cēloņi ir spoles vibrācijas, piesārņojums vai vāji elektriskie savienojumi. Spoles vibrācijas parādās, ja notiek izolācijas vai ķīlējuma materiālu saraušanās vai neveiksmīgas statora montāžas dēļ. Vibrācijas var efektīvi kontrolēt, pielietojot gan vibrāciju monitoringu, gan periodiskas pārbaudes. Piesārņojums statorā var parādīties ķīmisko vielu, mitruma vai eļļas dēļ. Mitrums statorā var parādīties no kondensāta, apkārtējās vides vai ūdens sūces statora dzesēšanas sistēmā. Piesārņojumu visai efektīvi var kontrolēt, veicot periodiskus izolācijas pretestības mērījumus, kā arī paredzot regulāras vizuālās apskates. Savukārt vāji elektriskie savienojumi parādās, ja ir izveidojusies kāda plaisa savienojuma vietā vai ja ir veikts paviršs lodējums savienojumiem. Šo aspektu var kontrolēt ar daļējo izlāžu, kā arī izolācijas pretestības mērījumiem.



Att. Hidroģenerators statora izolācijas bojājuma kļūmju koka shēma.

Tādējādi kļūmju koka shēmas pielietošana ļauj efektīvi analizēt elektroiekārtas dažādu konstruktīvo daļu defektus un to cēloņus un noteikt, kuru parametru kontrole dos vislielāko informācijas daudzumu par elektroiekārtas tehnisko stāvokli. Efektīvi analizējot un novēršot defektu cēloņus, ir iespējams ne tikai samazināt iekārtas ekspluatācijas un remonta izmaksas, bet, samazinot atteicu biežumu, arī paaugstināt energosistēmas kopējo drošuma līmeni.

TRANSFORMATORU DEFEKTU CĒĻU UN SEKU ANALĪZE TURPMĀKĀS EKSPLOATĀCIJAS PILVEIDOŠANAI

Elektroapgādes drošumam ir nozīmīgu vieta enerģētikā. Ik gadus pieaug gan elektroenerģijas lietotāju skaits, gan izlietotās elektroenerģijas daudzums. Līdz ar to pieaug zaudējumi, kuri rodas gan lietotājam, gan pārvades operatoram un elektroenerģijas ražotājam gadījumā, ja tiek pārtraukta elektroenerģijas piegāde. Tā kā lieljaudas transformators ir ļoti svarīga energosistēmas sastāvdaļa, ir jānodrošina efektīva tā ekspluatācija. Lai noteiktu optimālu diagnostikas pārbaužu apjomu un apkopes darbu apjomu, viens no ceļiem ir defektu cēloņu un seku analīze.

Veicot pētījumu, tika analizēti dažādi zinātniskie raksti, lai noskaidrotu pasaulē pielietoto elektroiekārtu defektu cēloņu un seku analīzes metožu klāstu. Šajā rakstā tiks aplūkotas trīs metodes - atteicu īpatsvara; defektu cēloņu un seku; tehniskā stāvokļa indeksa analīze (1. tab.) un veikts šo metožu salīdzinošais izvērtējums (2. tab.).

1.tabula

Analīzes metožu būtības pārskats

Nr.	Metode	Nepieciešamie izejas dati	Ko iegūst analīzes rezultātā?	Ko dod iegūtie rezultāti?
1.	Atteicu īpatsvars	Statistika un normatīvie dokumenti	Varbūtību P , ka konkrētā laika periodā t notiks atteice	Varbūtību sadalījumu vienam transformatoram vai dažādām transformatoru grupām, kas noderīgs plānošanas procesam energosistēmai kopumā
2.	Defektu cēloņu un seku analīze	Statistika un sīka konstrukcijas analīze	Skaitli, kas norāda riska faktoru katram transformatora konstruktīvajam mezglam	Tiek atrasti vienādas konstrukcijas transformatoru vājie punkti; atvieglo tipveida tehnisko rekomendāciju izstrādi
3.	Tehniskā stāvokļa indekss	Diagnostikas pārbaužu mērījumu rezultāti	Skaitli, kas raksturo transformatora tehnisko stāvokli aprēķina brīdī	Tehnisko rekomendāciju izstrāde vienam transformatoram

2. tabula

Analīzes metožu salīdzinājums

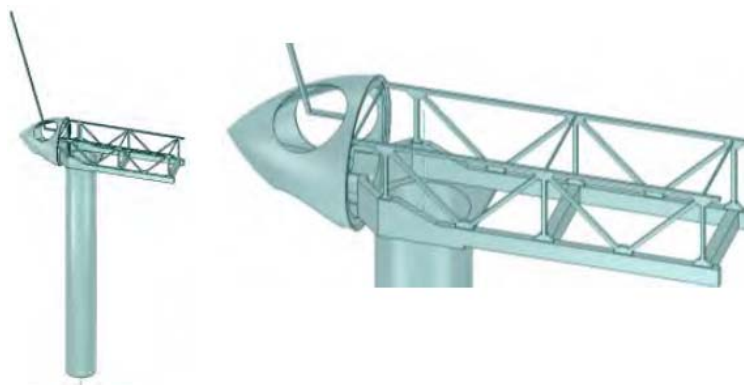
Izvērtējamie kritēriji	1.metode	2.metode	3.metode
Vai var noteikt tehnisko stāvokli šajā konkrētajā brīdī?	-	-	+
Vai var prognozēt tehnisko stāvokli (vai atteici) pēc dažiem mēnešiem?	+	+	-
Vai var noteikt defekta bīstamības pakāpi?	-	+	-
Vai var izstrādāt rekomendācijas konkrētiem remontdarbiem?	-	+	+
Vai var noteikt dažādu defektu savstarpējo ietekmi atšķirīgās konstrukcijas daļās?	-	+	-
Vai var noteikt atteices varbūtību?	+	-	-

Abās tabulās dots analīzes metožu izvērtējums uzskatāmi parāda, ka defektu un cēloņu analīzes metodes ir pielietojamas atšķirīgās situācijās dažādu mērķu sasniegšanai. Lai arī metožu sniegtie rezultāti daļēji pārklājas, tās ieteicams lietot kā vienotu kompleksu.

VĒJA ĢENERATOROS ZIBENS IZRAISĪTO AVĀRIJU DATORMODELĒŠANAS REZULTĀTU ANALĪZE

Aizvien vairāk tiek izmantoti vēja ģeneratori, kā atjaunīgās enerģijas avots. Pieaug to jauda, līdz ar to palielinās vēja ģeneratoru gabarītizmēri un zibensizlādes risks tajos. Lai uzlabotu zibensizturības līmeni, nepieciešama augstsprieguma laboratorija, kura spēj nodrošināt vismaz 35 kA zibensstrāvu. Lai realizētu laboratorijas eksperimentus, ir jāveic darbietilpīgi priekšdarbi, kā arī jānodrošina vesela virkne testējamo elementu un paraugu. Tas prasa lielus finansiālus risinājumus. Tāpēc iepriekšminētajai problēmai ir jāmeklē alternatīvs risinājums. Datormodelēšanas programmā COMSOL Multiphysics ir iespējams izveidot vēja ģeneratora datormodeli un veikt zibensizlādes datormodelēšanu tajā.

Tādējādi ir jāveic elektromagnētisko lauku izpēti un zibensstrāvas izplatīšanos konstruktīvajos elementos un aprīkojumā, kas ir īpaši jāaizsargā. Vispirms tika izveidots vēja ģeneratora gondolas modelis (sk. 1. att.). Stienis, kurš ir izvirzīts no gondolas zem 45° leņķa, ir iebūvēts vēja ģeneratora spārna zibensstrāvas novedējs.



1.att. Vēja ģeneratora gondolas modelis COMSOL Multiphysics datorprogrammā.

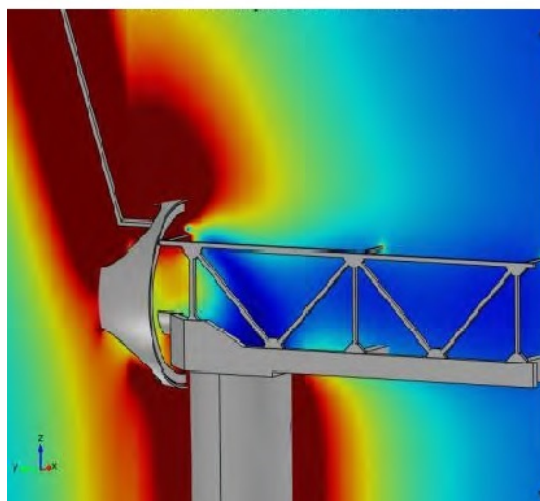
Tabulā ir parādīti datormodelēšanā izmantotie materiāli un to fizikālie konstantie lielumi, kas tiek izmantoti, lai veiktu eksperimentu.

Tabula

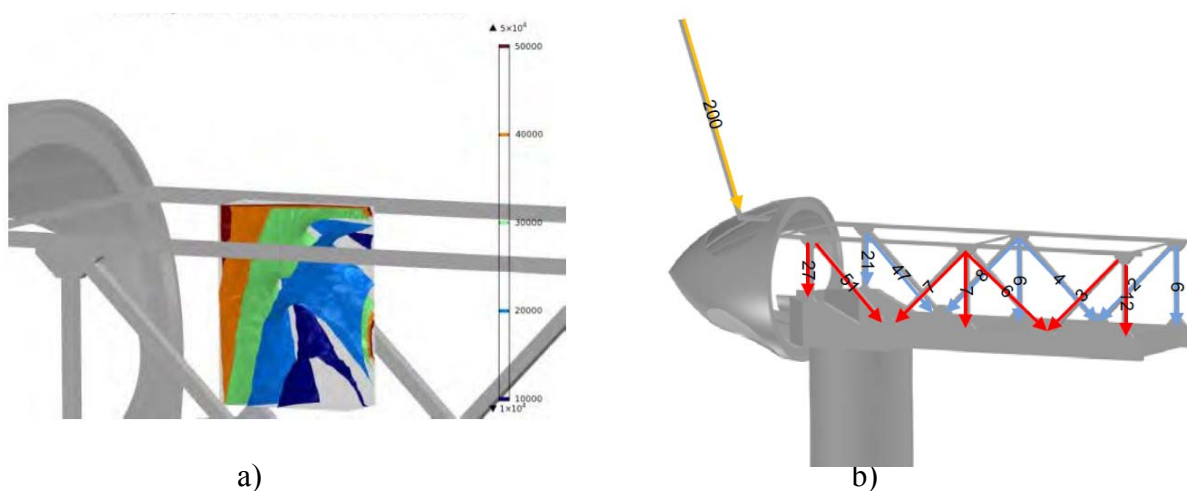
Eksperimentā izmantoto materiālu fizikālās īpašības

Fizikāls lielums	Gaiss	Dzelzs
Elektrovadītspēja ζ [S/m]	10^7	0
Relatīvā magnētiskā caurlaidība μ_r	1	200
Relatīvā dielektriskā caurlaidība ϵ_r	1	1

Magnētiskā lauka sadalījumu, kas tiek iegūts šajā datormodelī, izmanto, lai noskaidrotu, kā konstruēt ekranēšanas paneli un iekārtu sistēmu. Zibensstrāvas radītais magnētiskais lauks ir parādīts 2. att., kā zibensstrāvas lādiņa modelis ar sekojošiem parametriem $I_z=200\text{kA}$ un $f=25\text{kHz}$, momentā, kad zibensizlāde notiek vēja ģeneratora spārnā. Strāvas blīvums sasniedz 30kA/m.



2.att. Magnētiskā lauka sadalījums vēja ģenerators gondolā.



3. att. Magnētiskā lauka sadalījums vēja ģenerators elementos:

- a) vadības bloka elektromagnētiskais lauks,
- b) zibensstrāvas sadalījums gondolā (visas skaitliskās vērtības ir dotas kA).

Elektromagnētiskais lauks vēja ģenerators vadības blokā ir parādīts 3. att. a). Izmantojot šā eksperimenta datus, ir iespējams noteikt nepieciešamo ekranēšanas līmeni vadības blokā un elektroinstalācijām. Zibensstrāvas sadalījums gondolā pie izlādes $I = 200\text{ kA}$ sadalījums ir parādīts 3. att. b).

Zibensstrāvas un magnētiskā lauka izplatība vēja ģenerators ir svarīgs jautājums, lai izveidotu efektīvu zibensaizsardzības sistēmu. Elektromagnētiskā lauka traucējumi var iniciēt kontrolvadības sistēmas darbības traucējumus. Zibensstrāvas izplatību pa ekranētiem kabeļiem un visā konstrukcijā ierobežo pareizi izvēlētas zibensaizsardzības iekārtas. Ar elektromagnētiskā lauka datormodelēšanas palīdzību ir iespējams noteikt nepieciešamo zibensaizsardzības līdzekļu izmantošanas efektivitāti.

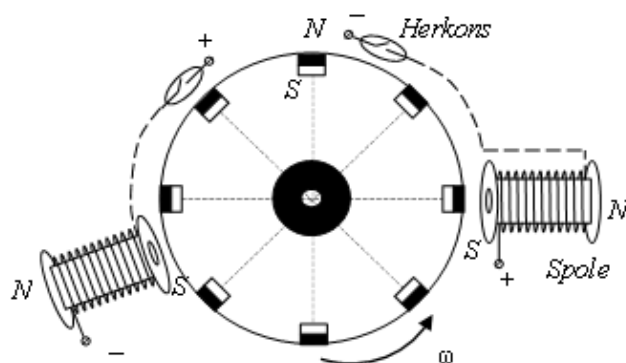
BEZKONTAKTU VENTIĻDZINĒJU VADĪBAS METODES

Pēdējā laikā arvien lielāku interesi izraisa bezkontakta līdzstrāvas elektrodzinēji, zināmi arī kā bezkontakta ventiļdzinēji.

Bezkontakta ventiļdzinējiem piemīt daudz priekšrocību: liels palaišanas moments un kalpošanas ilgums, augsti enerģētiskie un drošuma rādītāji, iespēja regulēt rotācijas frekvenci plašā diapazonā, to galvenā priekšrocība ir slīdošo kontaktu neesamība, kas savukārt būtiski samazina radītā trokšņa līmeni un elektromagnētiskos traucējumus. Vienlaikus ventiļdzinējiem piemīt arī trūkumi, kas saistīti ar nepieciešamību izmantot vadības bloku, kurš savukārt nodrošina enkura tinumu komutāciju un precīzu regulēšanu, bet arī paaugstina dzinēja kopējās izmaksas un pasliktina masas un gabarītu rādītājus (ir nepieciešama vieta vadības bloka novietošanai). Minētie trūkumi kavē plašu ventiļdzinēju pielietošanu daudzās nozarēs, piemēram, sadzīves mazjaudas tehnikā.

Plaši pielietota ventiļdzinēju vadības metode ir vadība ar atgriezeniskās saites devējiem. Šajā gadījumā ventiļdzinēju vadības bloks saņem signālus no rotora stāvokļa devējiem. Atgriezeniskās saites devēju uzdevums ir statora stāvokļa noteikšana, kad jāpārslēdz tinumus nepārtrauktai rotora kustībai. Par atgriezeniskās saites devējiem var izmantot dažādu veidu jutīgos elementus, tie ir, herkonu, induktīvie, optiskie, transformator-tipa vai uz Holla efekta bāzes izveidotie devēji.

Bezkontakta ventiļdzinēju ar atgriezeniskās saites devējiem darbības principa vizuālai apskatei un izpētei izstrādāts mini stends, kur spoles komutācija notiek ar herkonu palīdzību. Stenda skice ir parādīta attēlā.



Att. Bezkontakta ventiļdzinēja mini stenda principiālā skice.

Izpētot ventiļdzinēja vadības metodi ar atgriezeniskās saites devējiem, var secināt, ka jutīgie elementi, kurus izmanto statora stāvokļa noteikšanai, sadārdzina un sarežģī dzinēja konstrukciju, kā arī daudzos gadījumos to izmantošana nav iespējama sistēmās ar attālinātu vadību. Minēto trūkumu dēļ arvien vairāk izmanto modernās vadības metodes bez atgriezeniskās saites devējiem, kas balstās uz netiešo rotora stāvokļa noteikšanu, izmantojot dzinēja elektriskos parametrus un modernus mikroprocesoru līdzekļus, kuri ļauj realizēt dažādas sarežģītas metodes. Tomēr ir vēl daudz neatrisinātu jautājumu, saistītu ar dzinēja darbību ar plašu frekvences regulēšanas diapazonu, īpaši ar maziem apgriezieniem. Šos pamatjautājumus paredzēts pētīt ar stenda palīdzību.

M. Gavrilovs, G. Zaļeskijs (zinātniskais vadītājs)

ELEKTRISKĀS PIEDZIŅAS STENDA MEHĀNISKĀS SLODZES SIMULATORS

Elektriskā piedziņa ir daudzu agregātu un kompleksu neatņemama sastāvdaļa, ko izmanto dažādās tautsaimniecības, zinātnes un tehnikas jomās, piemēram, pasažieru elektrotransportā, elektrokāros, vēja ģeneratoros, gāzes rūpniecībā, celtnos, robottehnikā.

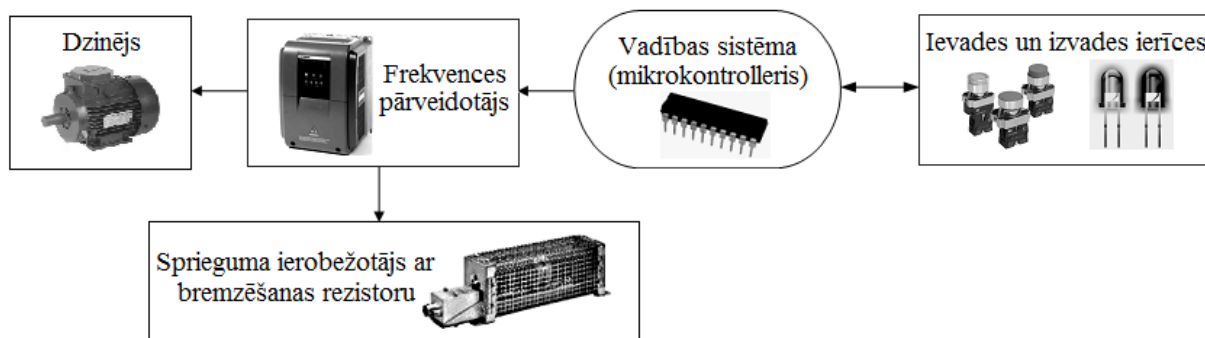
No elektroiekārtu tehniskā līmeņa, darba režīma un ekspluatācijas nosacījumiem ir atkarīga produkcijas produktivitāte, kvalitāte un pašizmaksa, citiem vārdiem sakot, visi galvenie rādītāji, kuri raksturo darba efektivitāti.

Lai pilnībā varētu izmantot elektriskās piedziņas potenciālu konkrētajā gadījumā un izpētītu konkrētās piedziņas uzvedību dažādos darba režīmos, elektrisko piedziņu ir nepieciešams pirms pielietošanas pārbaudīt, izpētīt, noskaidrot, kādās slodzēs to var pielietot. Tas viss ir nepieciešams, lai samazinātu ārkārtas situāciju varbūtību līdz minimumam, noskaidrotu, kāds darba režīms būs visefektīvākais un ekonomiski izdevīgākais.

Pēc drošības un ekonomiskā viedokļa ir jāizveido elektriskās piedziņas izpētes iespēju, kas varētu nodrošināt sekojošus faktorus: drošumu, zemas izmaksas, salīdzinot ar visas iekārtas izmaksām, nelielu izmēru, ērtu lietojumu, elektriskās piedziņas nepieciešamo darba režīmu izpēti.

Ņemot vērā visus augstākminētos faktorus, šo problēmu var atrisināt ar elektriskās piedziņas stenda ar slodzes simulatoru izveidi.

Lai slodzes simulators varētu nodrošināt jebkuru slodzi, ir jāizstrādā automatizētu slodzes simulatora regulēšanas sistēmu, lai slodzi varētu viegli un precīzi regulēt. Attēlā ir parādīta slodzes simulatora blokshēma.



Att. Slodzes simulatora blokshēma.

Slodzes simulatorā ietilpst frekvences pārveidotājs, ar kura palīdzību tiek regulēts slodzes dzinēja rotācijas ātrums, sprieguma ierobežotājs ar bremzēšanas rezistoru, kas izkliedē lieko enerģiju un pasargā no pārsprieguma, ievades–izvades ierīces, ar kuru palīdzību var sekot simulatora darbībai un veikt iestatījumus, un mikrokontrolle, kurš kontrolē visas slodzes simulatora daļas.

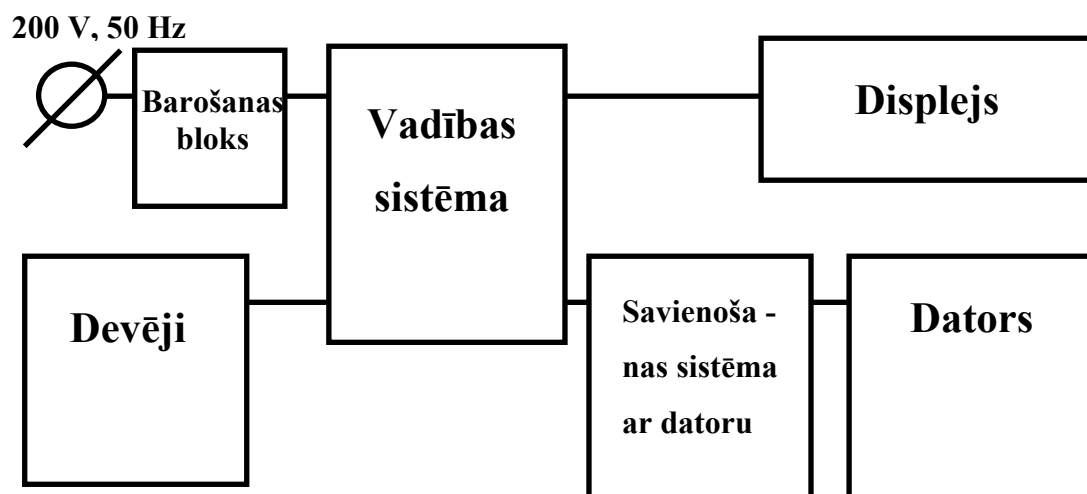
Atkarībā no sākuma un ieejas datiem, mikrokontrolle aprēķina nepieciešamo izejas spriegumu, kurš tiek sasniegts ar impulsu platuma modulācijas palīdzību un padots uz frekvences pārveidotāju. Frekvences pārveidotājā tiek ierakstīta atkarība, pēc kuras mainās dzinēja rotācijas frekvence. Frekvences pārveidotāja ieejā no mikrokontrollera tiek padots spriegums no 0 līdz 10 V, kuram atbilst nepieciešamās frekvences vērtība.

TELPU ENERGOAUDITA SISTĒMAS IZSTRĀDE

Energoaudits ir uzņēmuma darbības vispusīgs vērtējums, kas ir saistīts ar visa veida enerģijas patēriņu, t.i., kurināmais, ūdens un dažādas energosistēmas. Vērtējums ir vajadzīgs, lai noteiktu iespēju ekonomiski efektīvi optimizēt enerģijas resursu patēriņu. Energoaudita galvenais mērķis ir finanšu līdzekļu ekonomija un energoresursu taupīgums.

Energoauditā tiek izmantotas dažādas ierīces, tādas kā termometrs, termouztvērējs, pirometrs, luksmetrs. Projektā izstrādātā ierīce ir universāla, tā tiek izmantota apgaismojuma līmeņa noteikšanai telpā, mākslīgā apgaismojuma, cilvēka atrašanās vietas noteikšanai, temperatūras noteikšanai telpā no divām pusēm.

Ierīce sastāv no sensoriem, spēka daļas, vadības mikrokontrollera, displeja un barošanas avota. Barošanai ir paredzēts 220 V 50 Hz tīkls, kā arī ir rezerves barošana no akumulatora. Blokhēma ir parādīta attēlā.



Att. Telpu energoaudita sistēmas blokhēma.

Lai apkopotu visus datus no devējiem, ir izstrādāta datorprogramma, kura izvada uz monitora visus datus, kā arī izskaitļo enerģijas zudumus, apgaismošanas līmeņa attiecības un naudas zudumus, kurus energoaudita objekts varētu ietaupīt. Programmā visas parametru vērtības, kuras nāk no devēja, ir parādītas laika sakarībās. Ievadot programmā lampu kopējo jaudu, programma, zinot visus laikus, var parādīt patērēto elektroenerģiju un elektroenerģijas zudumus, kuri ir veltīgi patērēti un kurus var samazināt, ieviešot objektā automatizācijas sistēmas. Programmā jāieraksta arī tarifu, kāds ir pieņemts valstī par 1 kW*h. Tā kā elektroenerģijas vērtība ir jau izskaitļota programmā, ir ļoti viegli atrast izmaksas. Programma elektroenerģijas zudumus reizina ar tarifu un iegūst nelietderīgi iztērētās naudas daudzumu.

REGULĒJAMĀ AUGSTSPRIEGUMA BAROŠANAS BLOKA IZVEIDE SPEKTROMETRISKĀ DETEKTORA BAROŠANAI

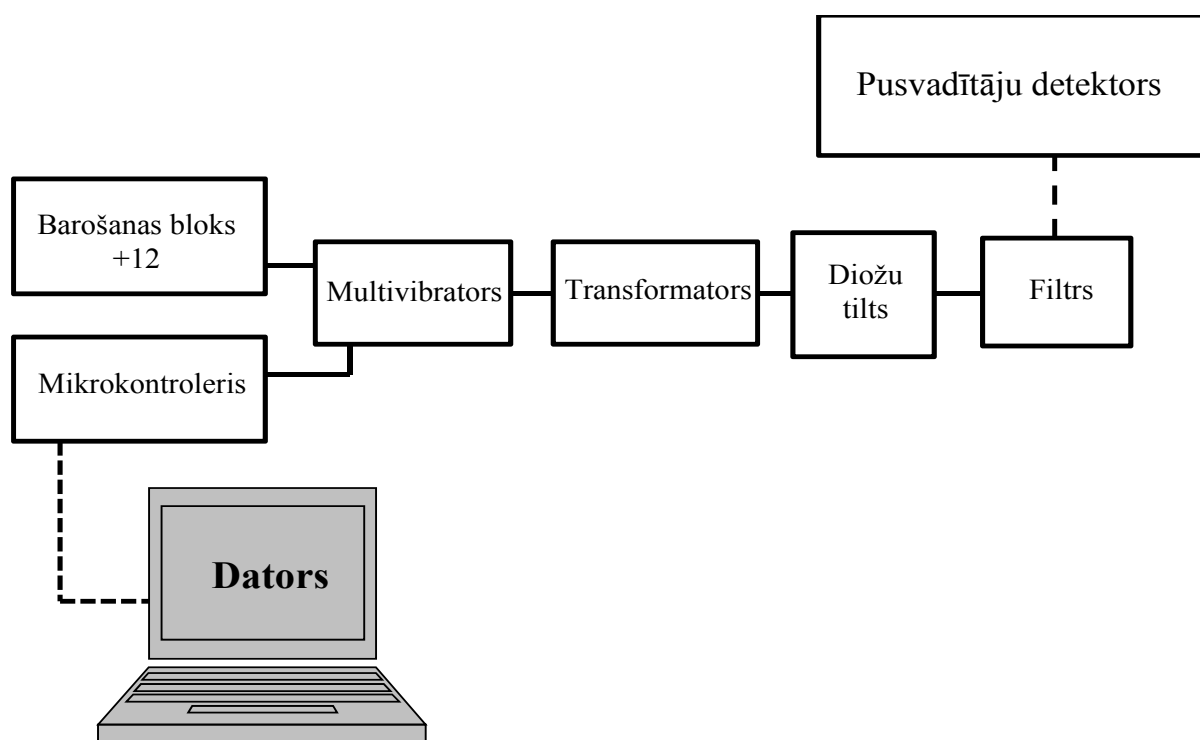
Detektēšanas bloku var lietot materiālu identifikācijas ierīcēs, vielas elementu analīzei ar rentgenfluorescences metodi, kā arī laboratorijas un rūpnieciskos spektrometros.

Detektors var atšķirt starojuma veidu: militārais, medicīnas, rūpnieciskais vai dabiskais.

Darba mērķis ir izveidot spektrometriska detektora augstsprieguma barošanas bloku, kurš tiek vadīts ar mikrokontrolleru.

Mikrokontrollera pielietošana dod mums jaunas iespējas detektēšanas bloka izveidē. Detektēšanas bloka regulēšanu var veikt ar mikrokontrolleru. Ar šā detektora, kurā pamatā ir mikrokontrolleris, palīdzību mums nav jāizslēdz ierīce, lai samainītu parametrus, to mēs varam izdarīt ar datoru. Tas daudzas reizes paātrina procesu.

Darbā izmantots pusvadītāju detektors, kurā pusvadītāju materiāls ir kadmija telurīds (CdTe). Šādi detektori ir efektīvāki nekā detektori, kuru pamatā ir ģermānijs (Ge) vai silīcijs (Si), kā arī infrasarkanais optikā un lāzeru tehnoloģijās. Detektora, kurā pamatā ir kadmija telurīds, galvenā priekšrocība ir spēja darboties istabas temperatūrā. CdTe detektora īpatnība ir augsta reģistrācijas efektivitāte, maza noplūdes strāvas vērtība pie augsta detektora sprieguma, kas palīdz realizēt rentgenstarojuma un gamma starojuma augstas kvalitātes mērījuma rezultātus.



Att. Augstsprieguma barošanas bloka blokshēma ar mikrokontrolleru.

Mikrokontrollers un multivibrators ir savienoti ar impulsa platuma modulācijas palīdzību.

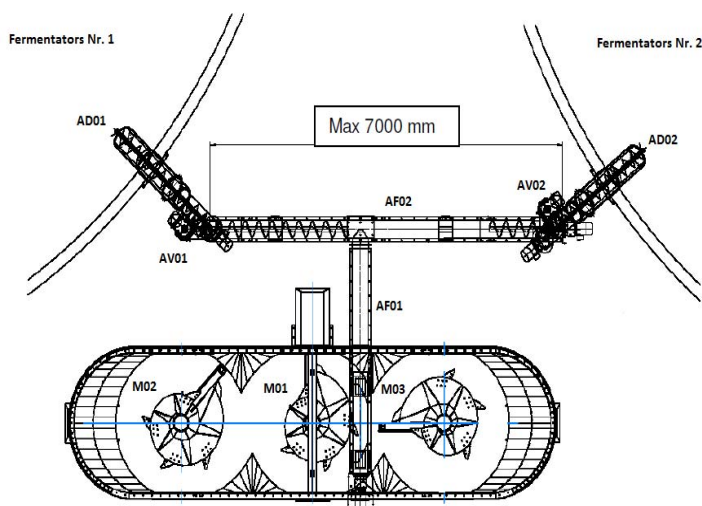
BIOGĀZES STACIJAS IZEJVIELU PADEVES SISTĒMAS AUTOMATIZĀCIJA

Biogāzes stacijas izejvielu padeves sistēmai ir būtiska nozīme tehnoloģiskajā procesā, jo tā nodrošina efektīvu un nepārtrauktu biogāzes ražošanu. Tāpēc ir svarīgi organizēt izejvielu padeves procesa nepārtrauktību un iesaistīto izpildmehānismu saskaņotu un precīzu darbību.

Izvērtētie inženierprojekta uzdevumi bija:

- Izveidot izejvielu padeves sistēmas darbības algoritmus sistēmas ieslēgšanai, pārslēgšanai un izslēgšanai;
- Izveidot principiālo elektrisko shēmu;
- Pēc iespējas samazināt sistēmas elektrisko pašpatēriņu;
- Sastādīt sistēmas vadības algoritmu un uzrakstīt atbilstošu programmu kontrollerim;
- Paredzēt tālāku biogāzes stacijas automatizācijas iespēju.

Uz 1. attēlā ir parādīta izejvielu padeves sistēma. Sistēma sastāv no iekraušanas bunkura (60 m^3 liela tvertne) ar trim redukcijas dzinējiem, katrs ar 30 kW elektrisko jaudu, un gliemežskrūves sistēmas – sešām gliemežskrūvēm ar kopējo elektrisko jaudu 30 kW.



Att. Izejvielu padeves sistēma (skats no augšas).

Vispirms tika izstrādāti sistēmas ieslēgšanas, izslēgšanas un pārslēgšanas algoritmi jeb darbības secība saskaņā ar sistēmas ražotāja norādījumiem. Tad tika izstrādāta principiālā elektriskā shēma, kurā tika paredzēta visu augšminēto dzinēju manuāla jeb „rokas” režīmu vadība, kā arī dzinēju darbības stāvokļa indikācija uz sistēmas vadības skapja. Diviem gliemežskrūves dzinējiem tika izstrādāta reversa vadības shēma.

Par sistēmas galvenajiem vadības elementiem tika izvēlēti frekvenču pārveidotāji iekraušanas bunkura dzinēju „mīkstai” palaišanai un elektropatēriņa samazināšanai un industriālais kontrolleris Siemens S7-300 ar ET200S izvadu/ievadu moduļu staciju, kas nodrošinās sistēmas vadību pēc darbības algoritmiem un dos iespēju tālākai biogāzes stacijas automatizācijai.

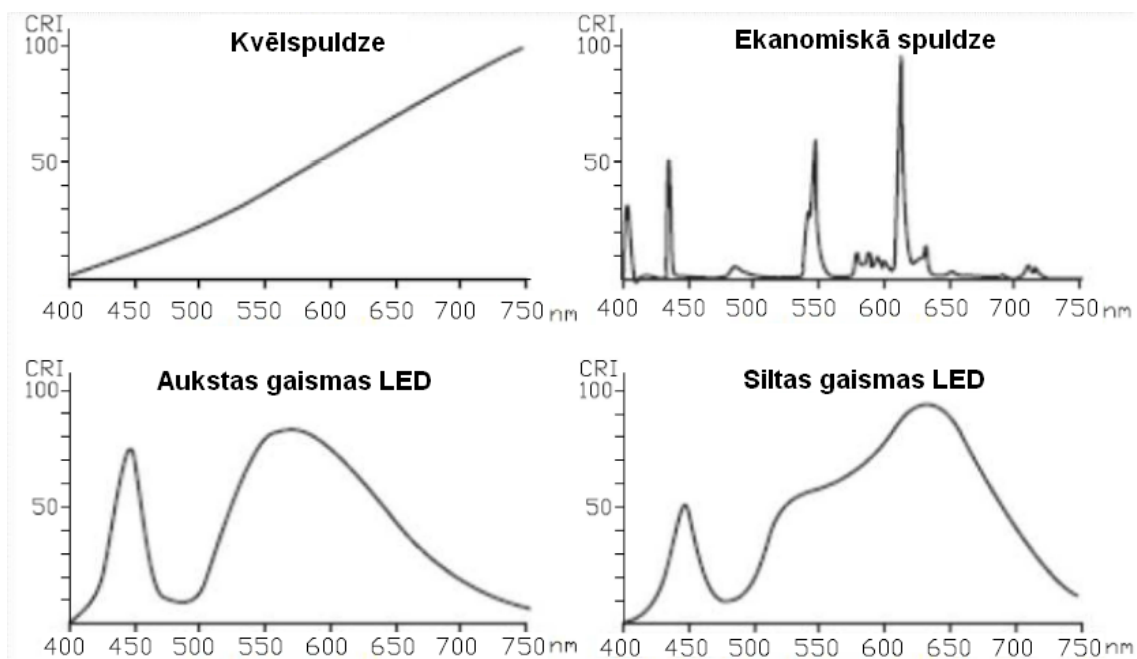
DAUDZFUNKCIONĀLA 35W LED GAISMEKĻA IZPĒTE UN IZSTRĀDE

Apgaismojums ir cilvēku neatņemama ikdienas ērtība. Arvien pieaugošā apgaismojuma pielietošana izraisa ekvivalentu nepieciešamību ražot arvien vairāk elektroenerģijas. 19% no visas pasaules saražotās enerģijas tiek lietota apgaismojumam.

Darba mērķis ir radīt energoefektīvu gaismekli fotostudijai bez stroboskopa efekta un ar maināmu gaismas krāsas temperatūru.

Par gaismekļa regulēšanas metodi izvēlēta matrica, jo, regulējot ar impulsa platuma modulāciju, veidojas stroboskopa efekts. Lai gan ar aci nav iespējams to fiksēt, tomēr profesionālajiem fotoaparātiem aizvars, kurš padod gaismu uz gaismas jutīgo elementu, nostrādā ļoti ātri un var fiksēt zemāku apgaismojuma līmeni fotoattēlā.

Attēla kvalitātei arī nepieciešams nodrošināt augstu apgaismojuma krāsu atveidošanas indeksu, kas attēlu padara maksimāli dabisku. Piemēram, dienasgaisma, kvēlspuldzes, halogēnās spuldzes atveido pilnu redzamās gaismas spektru un to CRI vērtība ir 100. Lai ekonomētu elektroenerģiju fotostudijā, šajā darbā tiek apskatīts risinājums ar LED gaismas diodēm. Piemēram, ekonomiskajām spuldzēm gaismas atveidošanas indekss ir aptuveni 65, ko veido atsevišķu elektromagnētiskā spektra pīķu summa, kas redzama attēlā, tādēļ fotostudijā šādi gaismas avoti būtu slikts risinājums.



Att. Gaismas avotu izstarotais gaismas spektrs.

Skatoties uz objektiem, kurus apspīd gaisma ar zemu krāsu atveidošanas indeksu, tie izskatās nedzīvi. DURIS E5 gaismas diodes pārklātas ar dažādu luminoforu maisījumu, lai iegūtu pēc iespējas labāku CRI vērtību.

Darba ietvaros veidotajam gaismeklim veidota matricveida krāsu jaukšana, kas atbilst prasībai neveidot stroboskopa efektu un krāsu temperatūra maināma no 2700K līdz 4000K, tādējādi izpildot darbam izvirzīto mērķi.

KUKA ROBOTU ENERĢIJAS TAUPĪŠANAS SHĒMAS VADĪBAS SHĒMA

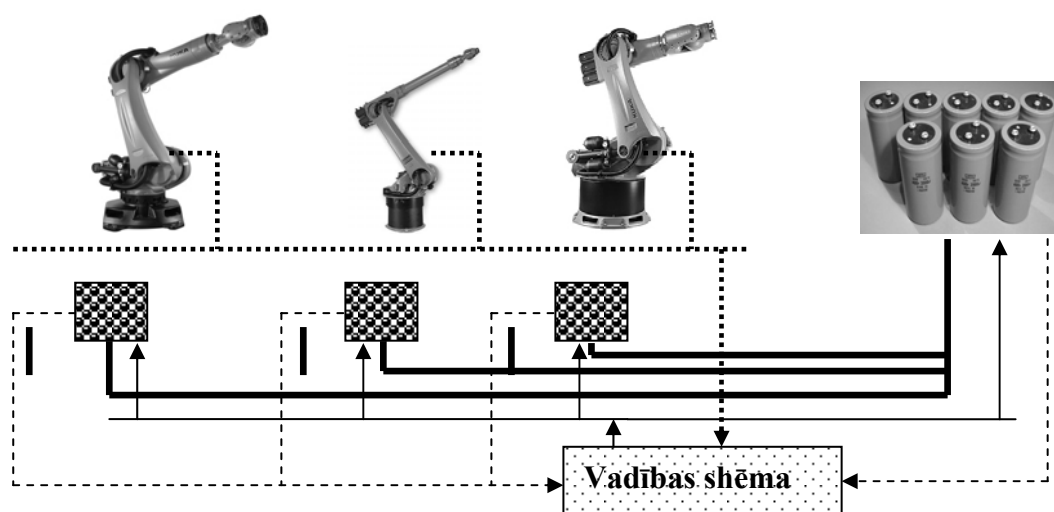
Patērētājus aizvien vairāk un vairāk interesē efektīva elektroenerģijas izmantošana. Tas tādēļ, ka par enerģiju, kas tiek iztērēta zudumos, arī ir jāmaksā.

Iekārtās vai ierīcēs ar elektrisko piedziņu tiek izmantota elektriskā bremsēšana. Bieži vien bremsēšanas enerģija tiek izkliedēta uz rezistoriem. Taču mūsdienās zinātnieki pēta, kā dažādām iekārtām šo enerģiju saglabāt uzkrājējos, lai vēlāk varētu to atkal izmantot.

Reģeneratīvā bremsēšana jau tiek izmantota tādās iekārtās kā tramvaji, elektriskie velosipēdi, automašīnas, vilcieni u.c. Tādām iekārtām kā industriālie roboti arī eksistē šādas uzkrājējierīces, taču tās jāslēdz klāt katram robotam atsevišķi.

RTU tiek izstrādāta jauna shēma, kurā tiek uzstādīts 1 enerģijas uzkrājējs – kondensatoru modulis, kas savieno vairākus industriālos robotus. Uzkrājēja-robotu saskarnes shēmai (Att.) ir nepieciešama piemērota vadība, kas spēj nodrošināt drošu enerģijas uzkrāšanu un atdošanu. Šā maģistra darba mērķis ir tādas vadības shēmas izstrāde.

Lai nodrošinātu drošu enerģijas taupīšanas procesu, vadības shēmai ir jāsaņem informācija par uzkrājēja-robotu elektriskajiem parametriem (plānās, pārtrauktās līnijas), jāvar saņemt datus no robota kontrollera (biezās, pārtrauktās līnijas), jāvar pārsūtīt signālus robotu uzkrājēja saskarnes shēmai (plānās nepārtrauktās līnijas), kā arī tajā jābūt galvenajam datu apstrādes mehānismam, ar kura palīdzību tiek izveidots vadības algoritms.

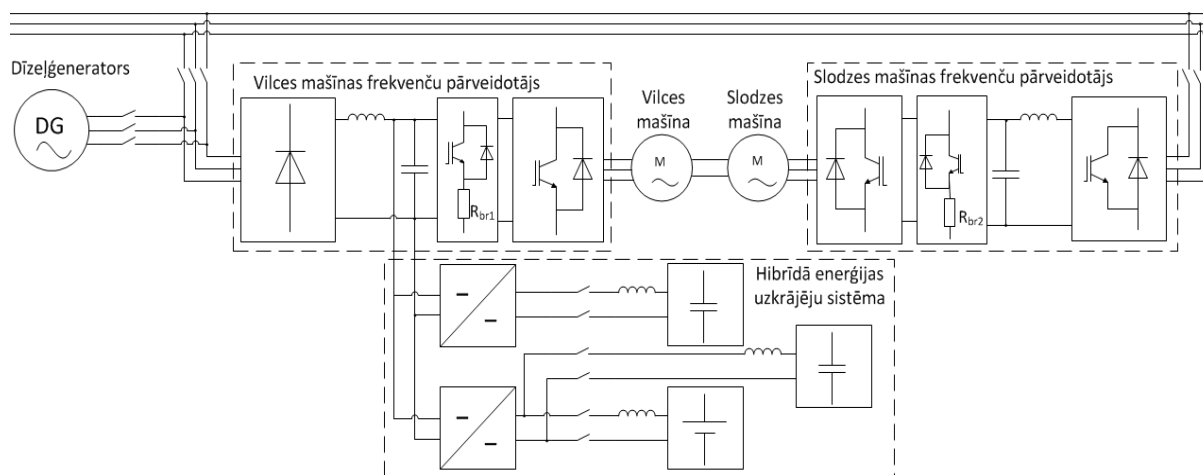


Att. Enerģijas taupīšanas shēma ar 3 KUKA robotiem un vienu uzkrājēju.

Vadības shēmas viena versija ir jau izstrādāta un notestēta dzīvē. Ar tās palīdzību tika savienoti 2 roboti. Ir pierādījies, ka enerģijas taupīšanas shēma ar vadības shēmas palīdzību spēj ietaupīt līdz pat 20% no robotu patērētās enerģijas, kas atkarīgs no robota darbības režīma un tam pievienotā instrumenta svara. Nākamajai versijai vajadzētu būt mērogojamai, nezaudējot vadības shēmas veiktspēju.

ASINHRONĀS VILCES PIEDZIŅAS LABORATORIJAS STENDA SPĒKA SHĒMAS IZSTRĀDE

Lai varētu pētīt elektrotransporta asinhronās vilces piedziņas sistēmu ar enerģijas uzkrājējiem, RTU EEF nepieciešams laboratorijas stends, kas nodrošina iespēju simulēt piedziņas palaišanas un rekuperatīvās bremsēšanas darba režīmu ar dažādiem enerģijas uzkrājējiem un barošanas avotiem. Pirms stenda realizēšanas ir jāprojektē tā spēka shēma un jāizpēta tās darbība.



Att. Stenda blokshēma.

Bremzēšanas režīmā elektriskais motors darbojas kā ģenerators, kurš pieslēgts pie elektriskās slodzes – tīkla vai uzkrājēja, uz kuru pārvadot enerģiju, tiek nodrošināta bremsēšana. Turklāt rekuperatīvās bremsēšanas procesā ģeneratora ģenerētā strāva tiek uzkrāta akumulatoru baterijā un superkondensatoros, nevis nelietderīgi pārvērsta siltumā. Akumulatoram un superkondensatoram ir gan priekšrocības, gan trūkumi, tāpēc ļoti optimāls variants ir tos apvienot t.s. hibrīdā enerģijas uzkrājējā un izmantot to kombinētu darbību. Superkondensators spēj strauji uzņemt enerģiju un tikpat strauji to atdot, bet akumulators spēj nodrošināt ilgstošu darbību bez kontakttīkla.

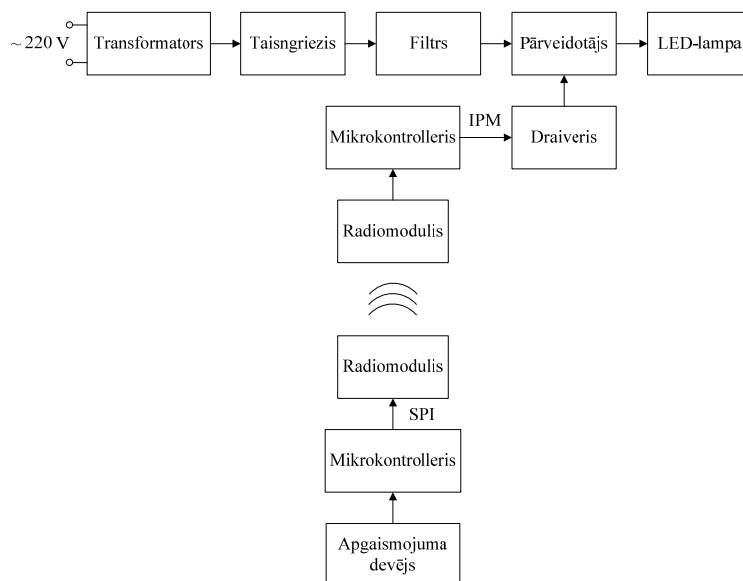
Stendam iespējami divi primārie barošanas avoti, no kuriem strādāt var viens – elektriskais tīkls vai dīzelģenerators. No tiem trīsfāzu sinusoidāls spriegums tiek pievadīts vilces mašīnas frekvenču pārveidotāja taisngriezim un pārveidots pulsējošā līdzspriegumā. LC filtra kondensators nodrošina konstantu spriegumu. Vilces mašīnas bremsēšanas režīmā strāva plūst uz enerģijas uzkrājējiem, kuru līdzsprieguma impulsu regulatori nostrādā vispirms. Kad hibrīdās sistēmas uzkrājējos uzlādes pakāpe un spriegums ir palielinājušies līdz maksimālām vērtībām, nostrādās bremžu rezistors (R_{br1}), uz kuru enerģija tiek novadīta un pārvēršas siltumā. Kad vilces mašīna ir dzinēja režīmā, slodzes mašīna ir bremsēšanas režīmā un noslogo vilces mašīnu. Tādējādi rodas slodzes mašīnas bremsēšanas enerģija, kura ar reversīvā taisngrieža palīdzību lietderīgi tiek atdota tīklā. Slodzes mašīnas frekvenču pārveidotāja uzdevums ir uzturēt nepieciešamo vilces mašīnas darba raksturlīkni, mainot apgriezību skaitu – ieregulēt frekvenci, spriegumu un mašīnas griešanās ātrumu.

Šo stendu var izmantot mācību procesā un zinātniskos eksperimentos, lai pētītu, kā paaugstināt elektriskās piedziņas energoefektivitāti, pilnveidojot enerģijas uzkrājēju darba algoritmu.

APGAISMOJUMA TĀLVADĪBAS SISTĒMA AR BEZVADU SAKARIEM

Darba izstrāde tika veltīta visu veidu telpu apgaismes automātiskās vadības sistēmas izveidošanai, kuras realizācijai būtu pielietots bezvadu datu pārraides princips.

Tādu sistēmu izmantošana ļaus ievērojami ietaupīt apgaimei patērējamo elektroenerģiju, jo notiek apgaismojuma uzturēšana pastāvīgā līmenī, ņemot vērā dabisko un mākslīgo apgaismojumu, nodrošinās labvēlīgus apstākļus darbam, kā arī ļaus paplašināt un atvieglot apgaismes sistēmas vadības iespējas.



Att. Apgaismes automātiskās vadības sistēmas blokshēma.

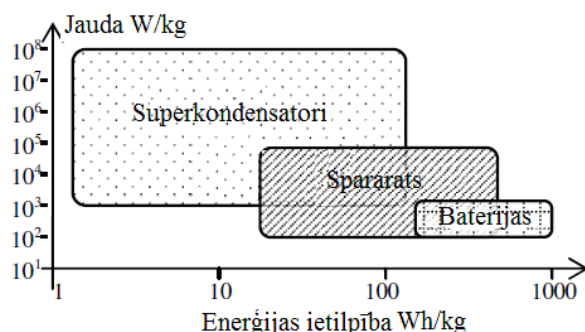
Automātiskās vadības sistēmas darbības elementi ir radiomodulis, mikrokontroleris, apgaismojuma devējs, barošanas bloks un LED lampas. Attēlā ir redzams shēmas elementu mijiedarbības princips.

Par blokshēmas vadības elementu var nosaukt mikrokontrolleri PIC18F4550, kas saņem datus no palīgierīcēm, formē regulējošos signālus un vada citu shēmas elementu kopējo darbību. Datu apmaiņa shēmā ir īstenota ar radiosakaru palīdzību. Radiopārraides funkciju apgaismes vadības sistēmā izpilda radiomodulis RFM12B. Devējs uz shēmas apzīmē apgaismojuma devēju TAOS – TSL250R – LF, kurš ar radiokanāla palīdzību pārraida saņemto signālu par esošo apgaismojuma līmeni uz vadības ierīci. LED lampa uz apgaismojuma vadības sistēmas blokshēmas nozīmē gaismas diožu bloku, kurš ir savienots ar barošanas bloku. Barošanas bloks sastāv no elektromagnētisko traucējumu filtra, taisngrieža, transformatora, pārveidotāja un draivera HCPL3120.

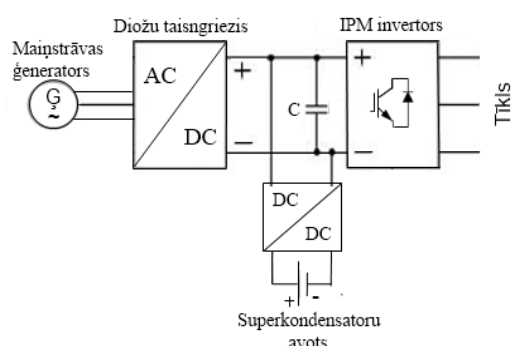
Intelektuālās apgaismojuma idejas ir ļoti veiksmīgi pielietojamas daudzās rūpniecības un sadzīves jomās. Mūsdienīgie gaismas ķermeņi, digitālie informācijas apstrādes līdzekļi ļauj paātrināt intelektuālās apgaismojuma sistēmas izplatīšanos sadzīvē.

VĒJA ELEKTROSTACIJU SUPERKONDENSATORU ENERĢIJAS UZKRĀJĒJA IZPĒTE

Vēja elektrostacijās izmanto dažādus enerģijas uzkrājēju izveides variantus, piemēram, ar akumulatoru bateriju, superkondensatoru un spararatu palīdzību (1. att.). Enerģijas uzkrājēji tiek iedalīti divās grupās, ilglaicīgos un īslaicīgos, kas nodrošina lielu energoietilpību un ātrdarbību straujas energosistēmas slodzes izmaiņu gadījumā. Enerģijas uzkrājēji tiek izveidoti, lai risinātu elektroenerģijas jaudas nepietiekama vai pārmērīga patēriņa izraisītās problēmas elektrotīklā. Vēja ģeneratora iekārta ar enerģijas uzkrājēju (2. att.) nodrošina saražotās elektroenerģijas pārpalikuma uzkrāšanu un tā tālāku nodošanu energosistēmai un vietējā elektrotīkla patērētājiem. Šī iekārta ļauj samazināt no elektrotīkla patērēto maksimuma jaudu lieljaudas patērētāju darbības laikā, turklāt nodrošina īslaicīgu patērētāju elektroenerģijas pieprasījumu uz uzkrātās enerģijas rēķina vēja ģeneratora darba pārtraukuma



1. att. Īpatnējā jauda atkarībā no īpatnējās enerģijas ietilpības



2. att. Vēja ģeneratora iekārta ar enerģijas uzkrājēju

gadījumos, piemēram, veic maiņstrāvas frekvences stabilizāciju. Īsais laika posms ilgst no dažām milisekundēm līdz dažām minūtēm. Ja vēja ātrums ir aptuveni 4m/s un mazāk, notiek vēja ģeneratora iekārtas darba pārtraukumi. Lai uzlabotu vēja ģeneratora ar uzkrājēju darbības energoefektivitāti, nepieciešams veikt izveidotās darbības izpēti visos diennakts un gada laikos dažādos meteoroloģiskajos laika apstākļos. Dažādi enerģijas uzkrājēju tipi vēja enerģētikā izmanto atšķirīgus strāvas avotu veidus, tāpēc tos grūti salīdzināt. Vēja elektrostacijām tiek izpētīti tādi būtiski enerģijas uzkrājēju parametri kā jaudas ietilpība, ciklu skaits, lietderības koeficients un ietekme uz apkārtējo vidi. Nav vēlams izmantot elektroķīmiskos enerģijas uzkrājumus, piemēram, svina – skābes vai niķeļa kadmija akumulatorus. Tiem ir ļoti mazs uzlādes un izlādes ciklu skaits, tie rada vides piesārņojumu, kā arī lietderības koeficients ir zems 75 – 80%. Tiek veikta enerģijas uzkrājēju izpēte un salīdzināšana ar superkondensatoriem. Atšķirībā no dažādu veidu akumulatoriem, superkondensatoriem ir maza īpatnējā enerģijas ietilpība un paaugstināta īpatnējā jauda. Superkondensatori tiek iedalīti trīs grupās, pirmā – ECDL, otrā – hibrīdie, trešā – pseidokondensatori. Pašlaik izplatītākie ir ECDL tipa superkondensatori. Tie pieder pie īsa izlādes un uzlādes laika enerģijas uzkrājējiem. Superkondensatoru jaudas blīvums ir aptuveni 10000W/kg un 95% lietderības koeficients ir lielāks nekā citiem enerģijas uzkrājējiem. Superkondensatoriem un spararatiem piemīt liels uzlādes un izlādes ciklu skaits. Tomēr spararatam no tehnoloģiskā viedokļa var rasties bojājums ar pakāpeniski draudošām sekām, un tas ir liels trūkums. Superkondensatoru priekšrocība - nav nepieciešama tehniskā apkalpošana. Eksploatācijas laikā pieļaujamā temperatūra – 40°C ~ 70°C, kas ir vairākkārt lielāks diapazons nekā citiem enerģijas uzkrājējiem.

E. Augustiņš, Dz. Jaunzems (zinātniskais vadītājs)

JAUNU INOVATĪVU MATERIĀLU UN TEHNOLOĢIJU IZMANTOŠANA SAULES KOLEKTORU RAŽOŠANĀ

Tehnoloģijām attīstoties un pieaugot izmaksām par elektroenerģijas lietošanu, cilvēki aizvien biežāk sāk domāt, kā kaut kur ietaupīt naudu, enerģiju, laiku. Tā kā saules kolektoros enerģijas ražošanai tiek izmantota saules gaisma, neatkarīgi no āra temperatūras saules kolektors pilda savu funkciju pat Latvijas aukstākajos ziemas mēnešos. Salīdzinoši Latvijā saulaino stundu ir vairāk nekā Berlīnē, Stokholmā, Oslo vai Kopenhāgenā, kur atšķirībā no mums saules baterijas tiek izmantotas jau ļoti sen un plaši. Saules enerģijas daudzums, kas sasniedz zemes atmosfēru, nepārtraukti ir $1,75 \times 10^5$ TW. Ņemot vērā, ka cauri atmosfēras mākoņiem iziet tikai apmēram 60% saules enerģijas, tad zemi nepārtraukti sasniedz $1,05 \times 10^5$ TW. Ja cilvēki mācētu 1% no tā saules daudzuma, kas sasniedz zemes virsmu, pārvērst elektrībā ar 10% efektivitāti, tad mēs spētu nodrošināt zemi ar 105 TW, kamēr pasaules enerģijas patēriņš uz 2050. gadu ir prognozēts apmēram 25-30 TW.

Lai spētu efektīvi izmantot saules kolektoru Latvijas klimatiskajos apstākļos, ir pareizi jāizvēlas saules kolektora novietojums un veids, kā arī saules kolektora izmaksas. Šobrīd saules kolektora izmaksas siltā ūdens nodrošināšanai ir pat līdz 10 reizēm augstākas salīdzinājumā ar parasto termisko ūdens tvertni, kas plaši tiek pielietota Latvijas mājāsaimniecībās. Līdz ar to, lai samazinātu saules kolektoru izmaksas, plaši tiek domāts par jaunu, lētāku materiālu izmantošanu, piemēram, dažādu polimēru materiālu iesaistīšanu. Salīdzinājumā ar citām metodēm, izmantojot polimēru un tādējādi samazinot saules kolektora izmaksas siltā ūdens iegūšanai mājāsaimniecībām, var iegūt šādas priekšrocības:

- pietiekami viegli ražojams;
- iespēja savienot atsevišķas daļas;
- potenciāli mazāks svārs, tādējādi vieglāk arī uzstādīt;
- lokanas, apvienojamas iekšējās sistēmas caurules.

Darba pētnieciskā daļa balstās uz dažādiem literatūras avotiem. Darbā tiek apskatītas jaunākās un aktuālākās publikācijas par polimēru saules kolektoriem. Darba gaitā tiek izstrādāta pilnīga dzīves cikla analīze gan tradicionālajam plakanajam saules kolektoram, gan jaunajiem saules kolektoriem, kuri ir veidoti no polimēra materiāliem. Dzīves cikla analīzē tiek analizēta materiāla ietekme uz vidi gan ražošanas posmā, gan transportēšanas laikā un gala produkta funkcionēšanas laikā, kā arī pārstrādes vai utilizēšanas periodā. Papildus inovatīvi jaunais kolektors tiek salīdzināts ar nu jau savu izmantošanas maksimumu sasniegušo tradicionālo kolektoru no veiktspējas un ekonomisko ieguvumu aspekta. Lai kolektori būtu pēc iespējas efektīvāk salīdzināmi, kā pamats darbā tiek izveidota bāzes sistēma mājāsaimniecībai, kurā tiek nomainīts saules kolektors, bet caurules, sūkņi un tvertnes paliek nemainīgas.

ILGTSPĒJĪGAS INFRASTRUKTŪRAS ATTĪSTĪBAS IESPĒJAS SARŪKOŠĀS PILSĒTĀS VAI REĢIONOS

Šobrīd viena no aktuālākajām problēmām, kas skar daudzas pilsētas un reģionus visā pasaulē, ir sarūkošās pilsētas. Demogrāfiskās pārmaiņas, bezdarbs, cilvēku emigrācijas pieaugums un dzimstības rādītāju samazināšanās veicina vairāku reģionu strauju sarukšanu.

Latvijā izteikti negatīvas iedzīvotāju skaita izmaiņas notiek pierobežas reģionos. Kā liecina demogrāfu prognozes un iedzīvotāju emigrācijas rādītāji, iedzīvotāju skaita samazināšanās atsevišķos reģionos turpināsies, veicinot pilsētu vai/un reģionu sarukšanu. Iedzīvotāju skaita samazināšanās atstāj negatīvas sekas uz visu reģionu vai/un pilsētu kopumā. Līdz ar to jau pašlaik ir un tuvākajā nākotnē radīsies dažādas būtiskas problēmas, kas ir saistītas ar dzīvošanai nepieciešamo pakalpojumu piegādes nodrošināšanu un infrastruktūras degradāciju.

Notiek dzīvojamā fonda un sabiedrisko ēku uzturēšanas izmaksu pieaugums. Primāri nepieciešamo komunālo pakalpojumu (centralizētā siltumapgāde, elektroapgāde, atkritumu saimniecība, ūdensapgāde un kanalizācija) sistēmu efektivitātes samazināšanās un uzturēšanas izmaksu pieaugums izraisa komunālo pakalpojumu cenu kāpumu.

Darba gaitā paredzēts izstrādāt ilgtspējīgas infrastruktūras vadlīnijas sarūkošās pilsētās vai reģionos, kas palīdzētu optimizēt esošo infrastruktūru, paaugstinot izmaksu efektivitāti. Tiks apkopoti dati, kas apraksta esošās infrastruktūras parametrus, kas iegūti no normatīvajiem aktiem vai tehniskajiem parametriem, kā arī dati par komunālo pakalpojumu izmaksu izmaiņām pēdējo 10 gadu laikā. Metodes izveide ir sarežģīts process, jo pilnīgai sistēmas atspoguļošanai jāiekļauj pēc iespējas vairāk ietekmējošo mainīgo.

Darbā iegūtos rezultātus varēs pielietot reģionālās attīstības plānošanā iesaistītās puses, lai optimizētu esošo infrastruktūru, respektīvi, padarot to pieejamāku visiem iedzīvotājiem un paaugstinot izmaksu efektivitāti.

LATVIJAS VIDES AIZSARDZĪBAS FONDA PROJEKTU VĒRTĒŠANAS SISTĒMAS IZSTRĀDE

Mūsdienās finanšu līdzekļu veidošanas, sadales un izlietošanas problēma vides jomā ir kļuvusi ļoti nozīmīga un aktuāla. Cilvēces sociāli ekonomiskā attīstība neizbēgami notiek vienlaikus ar antropogēnās slodzes paaugstināšanu uz apkārtējo vidi, kas vājina tās spēju atjaunoties. Pēdējā laikā līdz ar zinātniski tehniskā progresa tempu paātrinājumu ir novērojamas acīmredzamas ekoloģiskās krīzes pazīmes. Šodienas pasaules sabiedrība apzinās cilvēces pārejas uz ilgtspējīgu attīstību nepieciešamību. Tādējādi saistībā ar plašu intereses izaugsmi par ekoloģijas problēmām, iestādes, proti, vides fondi, kas ir spējīgi strukturēt un pareizi ievirzīt investīcijas apkārtējās vides aizsardzībā, kļūst arvien pieprasītāki. Vides fondu pastāvēšanas prakse ir pierādījusi to darbības ekonomisko lietderību. Vides aizsardzības fondiem ir svarīga loma vides aizsardzībā, tiem ir pārdales raksturs: līdzekļi nāk no piesārņotājiem, un caur projektu īstenošanu tiem arī atgriežas uz konkrētiem vides aizsardzības pasākumiem vai nonāk uz vides stāvokļa uzlabošanu kopumā. Tas ļauj koordinēt vides aizsardzības darbību un panākt atbilstību vides aizsardzības politikas vispārīgiem mērķiem. Darba ietvaros tika izskatīts Latvijas vides aizsardzības fonds, raksturota tā darbība, izpētīta tā projektu iesniegšanas vērtēšanas metode un sistēma.

Praktiskai maģistra darba daļas izpildei no sākuma tika veikta fonda vides projektu atlase, ir izvēlēti pētīšanas projekti, kuri tika īstenoti 2008./2009. gadā. Kopš tā laika pagājis pietiekami daudz laika, lai varētu izprast, cik noturīgi ir projektu panāktie rezultāti un kādi ir ilgtermiņa rezultāti, kas nosaka izmaiņas sabiedrībā un vidē, kas ierosinātas ar attīstības iniciatīvu.

Darba ietvaros tika izveidota vides projektu novērtēšanas metodika, kas ir sistemātiska un neatkarīga analīze, ko veic, lai pārliecinātos, vai darbība vides jomā un iegūtie rezultāti atbilst plānotajiem pasākumiem un vai šie pasākumi ir lietderīgi un piemēroti mērķa sasniegšanai. Novērtējuma rezultāti tiek izmantoti, lai uzlabotu turpmāko projektu un programmu kvalitāti. Respektīvi, turpmāko projektu sekmīgai īstenošanai ir jāņem vērā no pašreizējo iniciatīvu ieviešanas gūto pieredzi, kas savukārt nav iespējams bez rezultātu apkopojuma novērtēšanas posmā.

Maģistra darba gala rezultātā tiks papildināta Latvijas vides aizsardzības fonda vērtēšana, kas varētu nostiprināt fonda finansēto projektu ilgtspējību un ietekmi, kā arī uzlabot vides politikas ieviešanas efektivitāti.

Veicot pētījumu, tika secināts, ka, piedaloties vides politikas īstenošanā, katrai finanšu iestādei jācenšas izvairīties no nelīdzsvarotības un pārmērības. No vienas puses, novērtējums nedrīkst pārvērsties par sarežģītu un ilgstošu birokrātisku procedūru, kurai var būt negatīva ietekme uz visu projekta sagatavošanas gaitu. Novērtējuma procedūrai jābūt pēc iespējas vienkāršai, nodrošinot ātru un efektīvu projekta novērtējumu. No otras puses, katram ieguldītājam/ investoram ir jātiecas uz pilnīgu vides prasību atbilstību valsts tiesību aktiem. Projektu izvērtēšanai jāklūst par jaunas investīciju politikas "izaugsmes punktu", kas ir vērsta uz videi draudzīgu un ilgtspējīgu attīstību.

MEŽIZSTRĀDES ATKRITUMU IZMANTOŠANA. ALTERNATĪVU IZVĒRTĒJUMS

Lai nekaitētu videi, pašlaik ir būtiski svarīgi iespējami vairāk samazināt atkritumu apjomus, un tos pilnībā izmantot pirms nogādāšanas atkritumu poligonā. Īpaši svarīgi no poligonos noglabāto atkritumu daudzuma pilnīgi izslēgt biodegradablos jeb zaļos atkritumus, no kuriem daļa ir arī mežizstrādes procesos radušies atkritumi. Moderni ir lietot vārdu salikumu „ilgtspējīga attīstība” vai šajā gadījumā – ilgtspējīga apsaimniekošana, bet kāda realitātē tā ir mežizstrādē? Mežizstrādē rodas daudz dažādu pārpalikumu, kas netiek tālāk izmantoti kokapstrādē un paliek mežā vai tiek aizvesti uz atkritumu poligonu. Bieži vien tās ir tikai nolaidīgas mežsaimniecības apsaimniekošanas sekas, jo šo atkritumu jeb pārpalikumu daudzums ir pietiekams, lai to nenoglabātu poligonā, bet izmantotu lietderīgi.

Galvenajā cirtē, kad tiek veikta mežizstrāde, mežā paliek daudz atkritumu -sīkkoku, mazvērtīgas koksnes un cirsmu atlieku. Mežizstrādes atkritumi sastāv no lapām, skujām, mizām, celmiem, ātraudzīgiem kokiem un krūmiem, kuri netiek izmantoti tālāk kokapstrādē. Jau par ierastu ainu ir kļuvuši kaudzēs saliktie zari ceļmalās, kur nesen veikta cirte.

Katru gadu Latvijas mežos izcērt virs 10 milj. m³ koksnes, un vēl apmēram 2 – 3 milj. m³ koksnes tiek atstāts mežā mežizstrādes atkritumu veidā bez tālākas izmantošanas. To izmantošanas iespējas ir ļoti dažādas un atkarīgas no konkrētās cirtēs iegūstamo atkritumu daudzuma un veida. Tomēr ne visi šie atkritumi ir jāizved no meža, jo daļai no tiem pēc ilgtspējīgas mežsaimniecības principiem būtu vēlams palikt mežā. Tas lielākoties ir atkarīgs no augsnes tipa mežā, kur tiek veikta mežizstrāde. Reālajā dzīvē mežizstrādes atkritumus atstāj izklaidus mežā vai arī ieklāj pievedceļos, kas ir lietderīgi mitrās vietās, tomēr sausās vietās šāds koksnes pielietojums ir nelietderīgs.

Darba mērķis ir piedāvāt alternatīvus mežizstrādes atkritumu izmantošanas veidus, pirms tam izpētot pieejamos datus par mežizstrādi un tur palikušajiem atkritumiem.

Aptaujājot pieredzējušus mežziņus un mežizstrādes speciālistus, svarīgi ir uzzināt, kāda ir ilgtspējīga mežizstrāde, cik lielu lomu tajā šobrīd ieņem mežizstrādes atkritumi un kāda ir to šābrīža apsaimniekošana.

BIOGĀZES STACIJAS LATVIJĀ

Biogāze ir atjaunojams energoresurss, kas rodas noārdoties organiskajām vielām. Biogāzes sastāvā ir 50-70% metāna (CH_4), 30-50% oglekļa dioksīda (CO_2), kā arī nelielos daudzumos citas gāzes, piemēram, slāpeklis (N_2), skābeklis (O_2).

Anaerobā sadalīšanās ir visplašāk pazīstamā un attīstītākā tehnoloģija biomasas pārvēršanai biogāzē. Anaerobā fermentācija ir biogāzes iegūšanas process, kurā speciālu baktēriju ietekmē sadalās organiskās vielas. No procesa rodas biogāzes un biogāzes atliekas – cietā masa. Anaerobā fermentācija notiek bezskābekļa apstākļos.

Pēc biogāzes staciju veidiem izšķir lauksaimniecības, notekūdeņu, cieto sadzīves atkritumu, rūpnieciskās un atkritumu poligonu gāzes reģenerēšanas stacijas.

2012. gadā darbu jau uzsākušas 38 biogāzes stacijas. Pašlaik Latvijā darbojas 3 cieto sadzīves atkritumu pārstrādes stacijas, kas izmanto atkritumus biogāzes ražošanai. Tās ir 3 lielāko atkritumu uzglabātāju sabiedrības: SIA „Liepājas RAS”, SIA „ZAAO enerģija” un SIA „Getliņi EKO”. SIA „Liepājas RAS” un SIA „Getliņi EKO” teritorijā ir arī atkritumu izgāztuves, kas pārvērstas par biogāzes ieguves vietām jeb reģenerēšanas stacijām.

Vienīgā notekūdeņu attīrīšanas iekārta, no kuras iegūst biogāzi, ir SIA „Rīgas ūdens” bioloģiskā attīrīšanas stacija „Daugavgrīva”. Tajā no liekajiem piesārņojumiem attīra Rīgas pilsētas notekūdeņus.

Divas biogāzes stacijas ražo biogāzi no rūpnieciskajām izejvielām. SIA „Biodegviela” biogāzi ražo no spirta šķiedriem, bet AS „Cēsu alus” no ražošanas procesā iegūtajiem notekūdeņiem.

Latvijā darbojas 32 lauksaimniecības biogāzes stacijas, kuru galvenās izejvielas ir enerģētiskās kultūras un kūsmēsli.

Darba gaitā *Microsoft Access* programmā tika izveidota biogāzes staciju datubāze, kurā atainoti biogāzes staciju veidi, atrašanās vieta, atrašanās vietu koordinātas, izmantojamās izejvielas, izejvielu daudzums, īpašnieks, uzstādītās jaudas, kā arī saražotās enerģijas izmantošanas veidi. Dati tika ņemti no Ekonomikas ministrijas atskaitēm par elektroenerģijas obligāto iepirkumu, atļaujām B kategorijas piesārņojošām darbībām, mutiskām un rakstiskām intervijām ar staciju operatoriem.

Lai izvietotu biogāzes staciju atrašanās vietas kartē, tika izmantota ģeogrāfiskās informācijas sistēmas programma *ArcGIS*. *ArcGIS* rīkā *ArcMap* tika veidota Latvijas karte uz *GCS_LKS_1992* ģeogrāfiskās koordinātu sistēmas bāzes. Par pamatu Latvijas robežu iezīmēšanai tika izmantoti „*robezas_line.shp*”, „*krasta_linija_line.shp*” un „*novadi_2009_lin.shp*” slāņi, kurā ir iezīmēta Latvijas karte un novadu robežas. Arī šie slāņi veidoti uz *GCS_LKS_1992* ģeogrāfiskās koordinātu sistēmas bāzes. Šie slāņi tika izvēlēti no kopējiem 44 slāņiem, ko piedāvā SIA „Envirotech”, lai pēc iespējas vienkāršāk varētu iezīmēt Latvijas karti.

Lai izveidotu slāni ar biogāzes staciju atrašanās vietām, pie esošās kartes tika pievienots *Microsoft Access* fails, kurš bija definēts kā datubāzes fails. Lai nodefinētu staciju atrašanās vietas, tika izmantotas x, y koordinātas. Izveidotais slānis tika nodefinēts WGS_1984 koordinātu sistēmā, kas ir ņemta kā pamata koordinātu sistēma LKS_1992 ģeogrāfiskās koordinātu sistēmas veidošanai. Biogāzes stacijas kartē tika atzīmētas kā punkti pēc to elektroenerģijas jaudas – jo lielāka jauda, jo lielāks atliktais punkts.

ATBALSTA PROGRAMMAS IZSTRĀDE ENERGOEFEKTIVITĀTES PAAUGSTINĀŠANAI LATVIJAS RŪPNIECĪBAS SEKTORĀ

Gan pasaulē, gan Latvijā viens no lielākajiem enerģijas patērētājiem ir rūpniecības sektors. Latvijā rūpniecības sektors ieņem trešo vietu enerģijas patēriņa ziņā aiz mājsaimniecībās un transporta sektora. Ieviešot energoefektivitātes politiku, ir iespējams stimulēt un veicināt politikas veidotājus pieņemt lēmumus, kas veicinātu energoefektivitātes paaugstināšanos, līdz ar to enerģijas patēriņa samazināšanos. Atsaucoties uz Eiropas Savienības (ES) direktīvām par energoefektivitātes paaugstināšanu, dalībvalstīm ir jāveic energoefektivitātes paaugstināšanas pasākumi. Latvijai, kā vienai no ES dalībvalstīm, ir jāpilda direktīvās noteiktais. ES energoefektivitātes paaugstināšana ir izvirzīta kā primārais mērķis. Rūpniecības sektorā energoefektivitātes nodrošināšana ir viens no konkurētspējas priekšnosacījumiem. Pasākumi un ieteikumi rūpniecības sektoram ir saistīti ar energoefektivitātes paaugstināšanu un tās veicināšanu. Direktīvās liela uzmanība tiek pievērsta kvalitatīvu energoauditu pieejamības nodrošināšanai visiem gala lietotājiem. Katrai no dalībvalstīm ir jāizstrādā programmas rūpniecības uzņēmumiem, kas veicinātu energoauditu veikšanu.

Izvērtējot enerģijas patēriņu Latvijas rūpniecības sektorā, var secināt, ka, veicot energoefektivitātes pasākumus, var ietaupīt būtisku enerģijas daudzumu. Gan Latvijas Republikas Pirmajā energoefektivitātes rīcības plānā 2008. - 2010.gadam, gan Otrajā energoefektivitātes rīcības plānā 2011.-2013.gadam noteiktais enerģijas samazinājuma mērķis rūpniecības sektorā ir jāsasniedz līdz 2016.gadam. Izvērtējot līdz šim veiktos pasākumus, var secināt, ka tie nav snieguši cerēto rezultātu. Otrajā energoefektivitātes rīcības plānā kā viens no papildus pasākumiem energoefektivitātes paaugstināšanai tika noteikts vienošanās programmas ieviešana rūpniecības uzņēmumiem, kas sekmētu energoauditu veikšanu. Analizējot izstrādāto Latvijas vienošanās programmu un salīdzinot to ar citu valstu pieredzi šādu līdzīgu programmu īstenošanā, var secināt, ka Latvijas programmai ir daudz trūkumu un ka to realizējot varētu rasties problēmas ar noteiktā mērķa sasniegšanu. Lai sekmīgi īstenotu energoefektivitātes paaugstināšanas pasākumus, ir būtiski pirms tam izvērtēt esošo situāciju – kādi ir politiskie mērķi, valsts budžets, pieejamais finansējums. Ne vienmēr vieni un tie paši energoefektivitātes pasākumi darbosies vienādi dažādās valstīs. Tikai pēc rūpīgas situācijas izvērtēšanas var rast veiksmīgāko pieeju attiecīgā gadījumā.

Par piemēru tika salīdzinātas trīs valstu pieredzes vienošanās programmas ieviešanā – Zviedrija, Somija, Norvēģija. Izvērtējot šo valstu pieredzi, tika izdarīti secinājumi, kādi uzlabojumi varētu būt nepieciešami Latvijas vienošanās programmai. Kā, piemēram, Latvijas programmai mērķis nav konkrēti noteikts – nav nodefinēts ne bāzes gads, ne arī noteikts punkts nākotnē, kas jau no paša sākuma rada nekonkrētību tālākās programmas izpildē. Nav konkrēti sadalītas atbildības par programmas ieviešanu un „apsaimniekošanu”. Atbildības nesadalīšana var izraisīt programmas neefektīvu darbību, tādēļ programmā būtu jāprecizē un jāsadala lomas. Latvijas gadījumā svarīgas ir mārketinga aktivitātes, taču tās nav pieminētas. Ņemot vērā, ka vienošanās programmu ieviešanā Latvijai nav pieredzes un uzņēmumiem šāda veida programma būtu kas jauns, tad būtu nepieciešams izplatīt papildus informāciju.

SAULES KOLEKTORU INTEGRĒŠANA CENTRALIZĒTAJĀ SILTUMAPGĀDES SISTĒMĀ.

Pieaugot iedzīvotāju skaitam, pieaug arī enerģijas un enerģētisko resursu patēriņš. Tomēr fosilie resursi ir ierobežotā daudzumā, kas nozīmē, ka laika gaitā to daudzums tikai samazinās un līdz ar to pieaug cena. Papildus tam, fosilie energoresursi rada vēl vienu ļoti nopietnu problēmu – vides un atmosfēras piesārņojumu. Lai mazinātu atkarību no fosilajiem energoresursiem un līdz ar to arī siltumnīcas efekta gāzu emisiju daudzumu, lielāks uzsvars jāliek uz atjaunīgajiem energoresursiem. Saules siltuma sistēmas ir viens no veidiem, kā šo mērķi panākt. Latvijas teritorijā saules starojuma intensitāte svārstās robežās no 1150 līdz 1200 kWh/m^2 gadā (uz optimālā leņķī vērstas plaknes). Saules siltuma sistēmām ir vairāki pozitīvi aspekti:

- praktiski neizsmeļams resurss;
- „bezmaksas” resurss;
- resurss ar lielu potenciālu;
- plaši un viegli pieejams.

Tomēr saules siltuma sistēmām pastāv arī virkne negatīvu aspektu:

- Latvijas apstākļos ir izteikti sezonāls raksturs;
- saules starojums bieži vien ir nepastāvīgs - tas nozīmē, ka jābūt citām iekārtām, kas vajadzības gadījumā nodrošina ar siltumenerģiju;
- augstākminēto iemeslu dēļ krietni paaugstinās sistēmas investīcijas un apkalpošanas izmaksas.

Pētījumā tika apskatīti dažādi saules kolektoru veidi un veikts to salīdzinājums. Papildus apskatīta pieejamā literatūra, kurā ir aprakstīti jau realizētie projekti ar saules siltuma izmantošanu centralizētajā siltumapgādē. Pamatā saules siltuma enerģijas izmantošanai centralizētajā siltumapgādē ir divu veidu konfigurācijas:

- tieša siltumenerģijas izmantošana siltumapgādē;
- siltumenerģijas akumulēšana, tai skaitā arī sezonāla, lai vēlāk atgūtu un izmantotu.

Lai varētu racionāli izmantot un integrēt saules kolektorus centralizētajā siltumapgādē, ir rūpīgi jāizpēta jau esošā siltumenerģijas avota darbības režīms. Darba gaitā tika izmantoti konkrētas katlumājas dati (ārgaisa temperatūra, turpgaitas un atgaitas temperatūras, turpgaitas un atgaitas spiediens, siltumnesēja plūsma un apkures katla temperatūra), kas reģistrēti vienā apkures sezonā ar stundas intervālu. Analizējot iegūtos datus, iespējams noteikt, kādas jaudas saules siltuma sistēma šai katlumājai piemērota.

Saules siltuma sistēmas viennozīmīgi ir viens no veidiem kā mazināt fosilo resursu patēriņu, vides piesārņojumu un papildus tam mazināt arī Latvijas enerģētisko atkarību no citām valstīm.

POLIGONU REKULTIVĀCIJAS DZĪVES CIKLA NOVĒRTĒJUMS

Apmēram trīs ceturtdaļas pasaules valstu, iekļaujot tajā skaitā arī Latviju, izmanto „atklātas izgāztuves” metodes, lai apglabātu sadzīves atkritumus. Tas ir primitīvākais atkritumu apglabāšanas veids, kad atkritumi tiek apglabāti, neņemot vērā apkārtējās vides aizsardzības prasības. Adekvātas atkritumu pārvaldīšanas un noglabāšanas sistēmas trūkums, liels atkritumu daudzums lielās pilsētās, atkritumu apglabāšanas vietas tuvums ūdens resursiem – tas viss paaugstina vides piesārņojumu.

Pārliecība, ka izgāztuves ir vieglākais un lētākais veids, kā noglabāt atkritumus, ir raksturīgs valstīm ar izteiktām ekonomiskām problēmām vai ar nepietiekamu politisku gribu, lai izveidotu pietiekami kvalificētu resursu atkritumu pārvaldības uzlabošanai. Daudzas pašvaldības operē ar vairākām atklātam izgāztuvēm, kuras ir izvietotas tuvu pilsētām. Tāda apsaimniekošana bieži vien tiek uzskatīta par nekontrolējamu un nedrošu. Bieži izgāztuves nav pietiekami labi izvietotas un tās apkalpo nekvalificēts, neieinteresēts personāls.

Viens no progresīvākajiem veco izgāztuvju apsaimniekošanas veidiem, kas var mainīt esošo situāciju, ir rekultivācija, kuras pamatā ir norakšanas tehnoloģija. Norakšanas tehnoloģija ir materiālu vai citu cieto resursu (metāli, stikls, plastmasa, augsne) iegūšanas process no atkritumiem, kuri apglabāti slēgtā vai aktīvā izgāztuvē ar mērķi kompostēt, reciklēt, pārdot vai atkārtoti izmantot. Norakšanas tehnoloģija paredz arī augsnes atjaunošanu un norakto materiālu pārstrādi no vecām izgāztuvēm, lai atgūtu reciklējamus materiālus un atbrīvotu teritoriju jaunu poligonu platībām.

Darba ietvaros *SimaPro 7* programmā tika izstrādāts dzīves cikla inventarizācijas modelis konkrētai Latvijas vecajai izgāztuvei un arī veikta dzīves cikla analīze (DCA). Tika modelēti divi izgāztuves rekultivācijas scenāriji:

- Mobilas šķirošanas stacijas scenārijs, kad pārvietojama stacija šķiro atkritumus ar maksimālu ātrumu un pēc iespējami īsākā laika posmā. Mobilā iekārta sastāv no četriem šķirošanas posmiem: rupjas šķirošanas, gaisa klasifikatora, magnētiskās šķirošanas un virpuļplūsmas sadalīšanas.
- Stacionāras šķirošanas stacijas scenārijs – aptuveni puse no izraktajiem atkritumiem tiek transportēta no izgāztuves uz stacionāro staciju. Stacija izšķiro metālu un nemetālu atkritumus. Izgāztuvē noglabātie atkritumi sākumā tiek izrakti, rupji šķiroti un smalki sijāti uz vietas. Bīstamie atkritumi tiek noglabāti atsevišķi. Atlikušā atkritumu daļa tiek aizvesta uz stacionāro staciju, kur tiek sadalīta četrās grupās: būvniecības atkritumi, nemetāli, metāli, plastmasa. Grupās sašķīrotie atkritumi tālāk tiek transportēti uz dažādām reciklēšanas stacijām.

Abi DCA modeļi tika piemēroti Latvijas apstākļiem un attiecināti uz citām Latvijas vecajām izgāztuvēm, lai izveidotu vispārīnātu modeli dažādu rekultivācijas tehnoloģiju pielietošanai Latvijā un novērtētu ietekmi uz vidi.

SPĒKRATU PRETKOROZIJAS AIZSARDZĪBAS PĒTĪJUMI CEĻA APSTĀKĻOS

Viens no spēkratu ilgizturību ietekmējošajiem faktoriem ir korozija. Korozija nodara būtiskus bojājumus spēkratu konstrukcijām un to mezgliem, kas ekspluatācijas laikā var izraisīt atteici. Pēc CSDD datiem, Latvijā 2012. gada desmit mēnešos tehniskā apskate (TA) tika veikta 760 000 automobiļu, no kuriem TA pirmajā reizē nav izgājuši 45 %, no tiem ar automobiļu virsbūvēm un tām saistītajiem defektiem (koroziju, deformāciju vai neprofesionālu remontdarbu) — 10 %.

Spēkratos korozija visbiežāk veidojas dažādu ārējo faktoru ietekmē. Visstraujāk korozijas notiek ziemā, kad autoceļu uzturēšanai tiek izmantoti pretslīdes materiāli. Vasaras sezonā koroziju izraisa lietusūdeņi — gaisā izšķīdušās vielas uz virsmas veido elektrolītu.

Spēkratu remonta vai papildus apstrādes procesā ir jāizvēlas pareizi pretkorozijas apstrādes līdzekļi un jāievēro precīzas to uzklāšanas tehnoloģijas, izvērtējot, kura pretkorozijas apstrādes metode ir visefektīvākā. Pretkorozijas aizsardzības līdzekļa efektivitāte var tikt novērtēta gan laboratorijas, gan ekspluatācijas apstākļos (ceļu izmēģinājumu metode).

No karsti velmētas 1 mm biezās tērauda plāksnes tiek izveidoti metāla paraugi ar izmēriem 100x100 mm. Paraugi tiek pārklāti ar izvēlētajiem korozijas aizsardzības līdzekļiem, stingri ievērojot uzklāšanas tehnoloģijas. Pārklājumi tiek pētīti, tos uzklājot uz nekorodētas un korodētas virsmas. Korodētas virsmas iegūšanai paraugi tiek mākslīgi korodēti vājas sērskābes H_2SO_4 šķīdumā ($pH = 2$). Pārklātie paraugi tiek dublēti ($p = 0.90$, $t = \pm 3\sigma$). Pielietotas tiek 10 tehnoloģijas, no kurām 6 nekorodētā un 9 korodētā sistēmā, kur paraugu kopējais skaits – 32 gab. Paraugus stiprina uz uzkares konstrukcijām, kur uzkares konstrukcijas tiek stiprinātas apvidus automobiļa vidusdaļas sliekšņu nišās, kreisajā un labajā pusē starp nesošās konstrukcijas rāmi un virsbūves sānu malu.

Paraugu novietojums ir vertikāls, stiprinot uz uzkares konstrukcijām ar distances caurulēm, lai novērstu to aksiālo kustību. Uzkares konstrukcijas tiek veidotas, ņemot vērā automobiļa individuālos parametrus. Nodrošinot paraugiem pēc iespējas vienādus ekspluatācijas apstākļus, tie tika mainīti vietām ik pēc 300 km. Kopsummā tiek veikts 5000 km liels attālums, veicot pilnu ciklu izvēlētajiem pārklājumu veidiem. Eksperiments tika veikts ziemā (no decembra līdz aprīlim), ar automobili pārvietojoties pa koplietošanas ceļiem.

Aizsargpārklājumu vērtēšanai tika izmantota vizuālā novērtēšanas metode, t.i., nosakot korodējušo laukumu. Korodētais laukums tiek noteikts, liekot virsū paraudziņam trafaretu ar rūtojumu un nosakot korodēto vai bojāto laukumu kopsummu, pēc tam to izsakot procentuāli.

Pateicība

Pētījums veikts, saņemot finansiālu atbalstu no Eiropas Sociālā fonda, projekta „Atbalsts LLU maģistra studiju īstenošanai” ietvaros. Vienošanās Nr. 2011/0020/1DP/1.1.2.1.1/11/IPIA/VIAA/011.



IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ



EIROPAS SAVIENĪBA

KONDENSĀCIJAS EKONOMAIZERU EFEKTIVITĀTES PAAUGSTINĀŠANA

Darbā ir apskatīti kondensācijas tipa ekonomizeri, to iedalījums, tipi un darbības efektivitāte, kā arī ietekme uz vidi un kaitīgo parametru samazināšanas iespējas.

Praktiskajā daļā tiek pētīti divi dūmgāzu kondensatori, kas uzstādīti „Tukuma Siltums” katlumā. Viens no tiem ir uzstādīts pēc apkures iekārtām, kuras nodotas ekspluatācijā aptuveni pirms gada ar augstu efektivitāti un zemu izmešu normu. Otrs – uz vairāk kā pirms 10 gadiem palaistām apkures iekārtām ar zemāku efektivitāti un paaugstinātiem dūmgāzu izmešiem.

Darba mērķis ir atrast risinājumus kondensatoru efektivitātes paaugstināšanai un iegūt ticamus izejas datus par to darbību, lai izprastu iekārtā notiekošos termiskos, fiziskos un ķīmiskos procesus.

Darba uzdevums ir pilnveidot dūmgāzu kondensatorus, veicot to mezglu pārbūvi un darbības iestādījumu regulēšanu, lai paaugstinātu iekārtu lietderības koeficientu.

Kondensatora darbība tiek modelēta ar datorprogrammas „SolidWorks” palīdzību, iegūstot vizuālu darbības atspoguļojumu un skaitliskus rezultātus, piem., dūmgāzu un ūdens ātrumu pa atsevišķām darbības zonām, temperatūras izmaiņas, aerodinamikas un hidrodinamikas ietekmi uz darbības efektivitāti utt.

Rezultāti par dūmgāzu kondensatoru darbības efektivitāti ir apstrādes procesā, bet jau tagad ir skaidrs, ka starp nozīmīgākajiem parametriem, kas iespaido iekārtu lietderības koeficientu ir:

- siltumtrases atgaitas temperatūra;
- kurināmā mitruma kvalitāte;
- dūmgāzu temperatūra;
- cieto daļiņu (pelnu) saturs dūmgāzēs.

Starpt iekārtas konstruktīvajiem parametriem, kas iespaido tās lietderības koeficientu, var minēt:

- iekārtas ģeometriskos izmērus;
- ūdens izsmidzināšanas sprauslu konstrukciju;
- pelnu (dubļu) attīrīšanas tehnoloģiju.

Darba noslēguma daļā tiek veikts iekārtas ekonomiskais pamatojums, lai orientētos tā izmaksās un prognozētu atmaksāšanās periodu. Nozīmīgāko parametru ietekme uz neto pašreizējās vērtības izmaiņām, lai prognozētu minimālās, ekonomiski izdevīgās iekārtas ekspluatācijas robežas.

BIOMETĀNA IZMANTOŠANA LATVIJAS TRANSPORTA SEKTORĀ

Šobrīd viena no nozarēm, kurā visvairāk tiek izlietoti energoresursi, ir transporta nozare, kurā 2010. gadā Eiropas Savienībā tika iztērēti 31,7% un Latvijā 28,2% energoresursu. Transporta nozarē, tieši autotransportā, tiek patērēti 85% energoresursu, no kuriem 95,4 ir fosilie – dīzeļdegviela (65,3%), benzīns (26%), sašķidrinātā naftas gāze (2,9%). Tikai 4,6% ir atjaunojamo energoresursu degvielas – biodīzeļdegviela, bioetānols un elektroenerģija. Lai veicinātu ilgtspējīgu attīstību transporta nozarē, viens no risinājumiem fosilās degvielas aizvietošanai ir gāzveida degviela – biometāns. Biometāns ir metāns (CH_4), kas tiek iegūts no biogāzes, to attīrot līdz metāna saturs ir 97%. Savukārt biogāze tiek iegūta no organiskajiem lauksaimniecības un pārtikas atkritumiem, atkritumu poligoniem un notekūdeņu dūņām anaerobos apstākļos, un tās sastāvā ir 50-75% CH_4 .

Biometāns augstā metāna satura dēļ ir pielīdzināms dabasgāzes kvalitātei, un var to aizstāt. Dabasgāzi izmanto apkurē, siltuma un elektroenerģijas iegūšanai un Eiropas valstīs arī transportā kā degvielu – dabasgāzi saspiegtā veidā. Tā kā biometāna kvalitāte ir līdzīga dabasgāzei, tad arī transporta nozarē kā degvielu var izmantot biometānu, kas iegūts no biogāzes Latvijā. Tas būtu nepieciešams, lai tuvotos 2009. gada Eiropas Parlamenta un Padomes direktīvas 2009/28/EK mērķim, kas nosaka, ka 2020. gadā transporta sektorā enerģijas daļai ir jābūt 10% no atjaunojamiem energoresursiem.

Biometāna potenciāls ir pieaugošs, jo biogāzes staciju skaits pēdējo gadu laikā ir pieaudzis līdz 35 stacijām 2012. gadā, un kopā saražotais biogāzes apjoms Latvijā ir 110 milj. m^3 /gadā. Pašlaik tās no biogāzes ražo elektrību un siltumu, un to kopējā elektriskā jauda ir 33,2 MW_{el}. Metāna potenciāls ir 55-82,5 milj. m^3 /gadā.

Pašlaik Latvijā ir viena oficiāla vieta, kur var uzpildīt auto ar saspiegtu dabasgāzi, līdz ar to ir arī transportlīdzekļi, kas veido pieprasījumu. Tā kā plāna biometāna izmantošanai transportā ieviešana sāksies pamazām, tad, lai ieviešana būtu ekonomiski un produktīvi pārdomāta, ir jāņem vērā un jāapdomā šādi nosacījumi un kritēriji:

- biometāna ražotņu izvietošana, to attālums līdz dabasgāzes tīkliem un lielceļiem, kas ir potenciālie biometāna transportēšanas ceļi;
- biometāna uzpildes stacijas izvietojums apdzīvotās vietās un intensīvu autoceļu tuvumā.

Šo nosacījumu izmantotā izvērtēšanas metode tiek ņemta no citu valstu pieredzes, jo iepriekš ES valstīs ir veikušas šādus aprēķinus. Ja šie procesi tiks izpētīti un aprēķini būs pamatoti, tad biometāna izmantošana transportā būs iespējama un pēc tā pieprasījums augs, jo biometāna un arī dabasgāzes kā automašīnas degvielas cena ir zemāka, salīdzinot ar citām tirgū piedāvātajām fosilajām degvielām.

VĒJA ELEKTROENERĢIJAS UN SILTUMSŪKŅU LIETOŠANA CENTRALIZĒTĀ SILTUMAPGĀDĒ: TEHNISKIE UN VIDES ASPEKTI

Saražotās vēja enerģijas apjoms Baltijas reģionā pēdējos gados strauji palielinājies, un saskaņā ar Ekonomikas Ministrijas izdoto augstākā līmeņa attīstības plānošanas dokumentu „Latvijas ilgtspējīgas attīstības stratēģija līdz 2030. gadam” pēc Kurzemes loka 330 kV izbūves būs iespējams uzstādīt pat līdz 1000 MW lielu vēja elektrostaciju jaudu. Tomēr ar vēja enerģijas izmantošanu saistītas divas problēmas. Pirmā problēma ir nepieciešamība turēt palaišanas gatavībā rezerves enerģijas avotus jaudas svārstību kompensēšanai. Šāds risinājums var izrādīties nerentabls. Otrā problēma ir enerģijas pārpalikums – to nākas pārdot citām valstīm un nereti par ļoti zemu cenu zemā pieprasījuma dēļ.

Lai risinātu šīs problēmas, nepieciešams pētīt un analizēt enerģijas akumulācijas iespējas. Darbā analizēta pārpalikuma elektroenerģijas efektīvāka izmantošana, izmantojot siltumsūkņus un siltuma akumulatorus, kas uzstādīti centralizētās siltumapgādes sistēmās. Siltumsūkņi ar pāri palikušo elektroenerģiju ražotu siltumu, kas tiktu uzkrāts siltuma akumulatoros, ja visu saražoto siltumenerģiju nav iespējams piegādāt patērētājiem. Saražotā siltumenerģija tiktu nodota centralizētās siltumapgādes sistēmā, tādējādi samazinot kurināmā patēriņu un lietderīgi izmantojot pāri palikušo vēja elektrostacijās saražoto elektroenerģiju. Šāds risinājums samazina arī enerģijas ražošanas ietekmi uz vidi – samazinās emitēto CO₂ gāzu apjoms.

Darba praktiskajā daļā kā pētījumu metode izmantots energosistēmu analīzes modelis *EnergyPLAN*, jo šis instruments ir izveidots tādu enerģijas sistēmu modelēšanai, kurās atjaunojamā enerģija sastāda līdz pat 100% no kopējās saražotās enerģijas. Turklāt šajā instrumentā iespējams kombinēt dažādas tehnoloģijas un analizēt to darbību, analizējot energosistēmu slodzi un jaudu stundu griezumā. Tādējādi analīzi var veikt precīzāk un atbilstošāk reālajiem apstākļiem. Modelī izmantotais laika solis ir 1 stunda, un analīzes rezultāti tiek integrēti gada garumā. Modelī ievadītie mainīgie lielumi ir šādi:

- kopējais elektrības patēriņš un slodžu sadalījums stundu griezumā;
- siltuma patēriņš, kurā iekļauti arī siltumsūkņos saražotie siltumenerģijas apjomi un siltuma akumulatoros uzkrātās siltumenerģijas apjomi, kā arī iekārtu parametri;
- enerģijas daudzums, kas saražots ar atjaunojamiem energoresursiem (vēja elektrostacijās un hidroelektrostacijās) – gan kopējais apjoms, gan avotu jaudas stundu griezumā.

Aprēķinu rezultātā tiek iegūta enerģijas bilance, t.i., ikgadējie saražotās enerģijas daudzumi, energoresursu patēriņa apjomi un elektroenerģijas importa/eksporta apjomi. Analizējot rezultātus, atrasti optimālākie siltumsūkņu un siltuma akumulatoru jaudu risinājumi, minimizējot elektroenerģijas eksportu, kopējo primāro energoresursu patēriņu un CO₂ emisijas.

BIOATKRITUMU APSAIMNIEKOŠANAS SCENĀRIJU IZSTRĀDE UN TO IETEKMES NOVĒRTĒJUMS LATVIJĀ

Viena no aktuālākām problēmām pasaulē un Latvijā ir bioloģisko atkritumu efektīva apsaimniekošana. Eiropas Savienības mērķis tuvākajiem gadiem ir iespējami vairāk samazināt atkritumu poligonos apglabājamo bioloģisko atkritumu apjomu. Pastāv vairāki veidi bioatkritumu apsaimniekošanai un apstrādei: atkritumu kompostēšana, biogāzes ieguve vai atkritumu gāzes ieguve. Latvijā nav attīstīta bioatkritumu atsevišķa savākšana, tajā pašā laikā ir sagaidāms, ka tuvākajos gados tiks attīstīta nešķirotu sadzīves atkritumu mehāniski-bioloģiskā atdalīšana.

Kopš 2013. gada stājies spēkā Atkritumu apsaimniekošanas Valsts plāns 2013.-2020. gadam, kurā tiek minēta nepieciešamība novērtēt bioloģiski noārdāmo atkritumu izmantošanas potenciālu, tajā skaitā potenciālu, kas izmantojams enerģijas ražošanai.

Latvijā līdz šim nav veikti pētījumi par bioloģiski noārdāmo atkritumu apsaimniekošanas iespēju novērtējumu; nav izstrādāti iespējamie scenāriji, lai noteiktu optimālo scenāriju bioatkritumu apsaimniekošanai. Darba ietvaros tika veikts dažādu bioatkritumu apsaimniekošanas scenāriju ietekmes novērtējums uz vidi, izmantojot dzīves cikla analīzes metodi. Lai novērtējums būtu pēc iespējas pilnīgāks, tiks veikta arī izdevumu un ieguvumu analīze, izmantojot dzīves cikla izmaksu analīzes metodi.

Darba ietvaros tiek analizēti 3 galvenie scenāriji bioatkritumu apsaimniekošanai Latvijā:

1. Bāzes scenārijs, kas paredz atkritumu gāzes ieguvu un izmantošanu.
2. Kompostēšanas scenārijs, kas paredz bioatkritumu kompostēšanu un tālāku izmantošanu.
3. Biogāzes scenārijs, kas paredz bioatkritumu apstrādi anaerobās fermentācijas ceļā ar tālāku biogāzes izmantošanu koģenerācijas stacijā vai transportā.

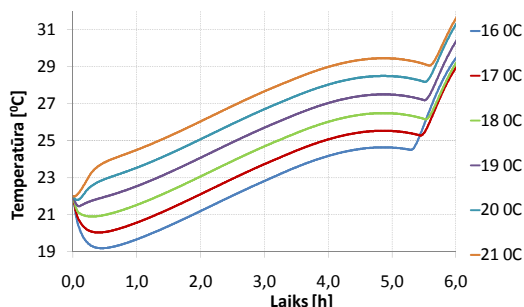
Pētījuma ietvaros tika izstrādāts optimāls risinājums bioloģisko atkritumu apsaimniekošanā, ņemot vērā vides un ekonomiskos rādītājus.

REGULĒJAMU GRIESTU DZESĒŠANAS SISTĒMAS IZSTRĀDE AR IESTRĀDĀTIEM FĀŽU PĀREJAS MATERIĀLIEM

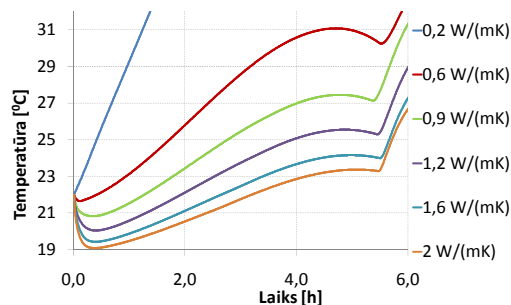
Prasības iekštelpu mikroklimatam nemitīgi pieaug, tajā pašā laikā pieaug arī prasības inženiertehnisko iekārtu energoefektivitātei. Tāpēc nepieciešams attīstīt jaunas un inovatīvas iekštelpu kondicionēšanas sistēmas, lai iespējami zemāks enerģijas patēriņš nodrošinātu pēc iespējas augstākus komforta apstākļus.

Šī darba ietvaros tiek aprakstīta jauna un inovatīva dzesēšanas sistēma, kuras pamatā ir pie telpas griestiem piestiprināts panelis, kurā ir iestrādāti fāžu pārejas materiāli (FPM). Vairāki pētnieki savās izpētēs ir apskatījuši dažādas metodes par iespējām izmantot fāžu pārejas materiālus komfortablu iekštelpu apstākļu uzturēšanai, taču pārsvarā tiek izvēlēti FPM ar salīdzinoši augstām fāžu pārejas temperatūrām, kas neļauj panākt pietiekami augstu dzesēšanas jaudu, tāpēc ir nepieciešamas papildus dzesēšanas iekārtas, lai nodrošinātu augstu iekštelpu gaisa kvalitāti.

Lai būtu iespējams novērtēt FPM dzesēšanas sistēmas efektivitāti, nepieciešams izveidot matemātisku modeli, ar kuru būtu iespējams aprakstīt sistēmā notiekošos siltumapmaiņas procesus. Galvenās sistēmas komponentes ir pie griestiem stiprināms dzesēšanas panelis ar iestrādātiem fāžu pārejas materiāliem, metāla ribas siltumpārejas uzlabošanai un siltumsūkņa iztvaikotāja kontūrs efektīvai siltuma novadīšanai no dzesēšanas paneļa. Sistēmas darbības novērtējums tiek veikts atvērta plānojama tipa ofisa telpai ar lielu fasādes stiklojuma laukumu, kas vērsts dienvidu virzienā. Kopējais telpas laukums 150 m^2 un vienas 8 stundu darba dienas laikā kopējais radītais siltumenerģijas daudzums ir 480 Wh/m^2 .



1.att. Fāžu pārejas temperatūras ietekme uz dzesēšanas paneļa virsmas temperatūras izmaiņām.



2.att. Dzesēšanas paneļa siltumvadītspējas ietekme uz tā virsmas temperatūras izmaiņām.

Veicot griestu paneļa dzesēšanas sistēmas darbības izvērtējumu, tika iegūti divi grafiki, kuri atspoguļo temperatūras izmaiņas uz dzesēšanas paneļa virsmas atkarībā no dažādu parametru izmaiņām. 1. attēlā var redzēt, ka temperatūra uz dzesēšanas paneļa virsmas ir ļoti atkarīga no FPM fāžu pārejas temperatūras – jo zemāka fāžu pārejas temperatūra, jo zemāku temperatūru būs iespējams sasniegt. 2. attēlā var redzēt to, ka paneļa kopējā siltumvadītspēja ievērojami ietekmē kopējo sistēmas darbību. Dzesēšanas panelī tiek izmantots organiskais fāžu pārejas materiāls – parafīns, kuram ir salīdzinoši zema siltumvadītspēja - $0,2 \text{ W/mK}$ vai zemāk. Lai uzlabotu sistēmas darbības parametrus, dzesēšanas panelī nepieciešams ievietot metāla karkasu, kurā mērķis būtu paaugstināt kopējo sistēmas siltumvadītspējas koeficientu. Tika konstatēts, ka sistēmai darbojoties 5 stundas, fāžu pārejas materiālā varētu uzkrāt 35 kWh siltumenerģijas, kuru būtu iespējams izmantot karstā ūdens sagatavošanai, lai samazinātu kopējo ēkas enerģijas patēriņu.

TORIFIKĀCIJA KĀ BIOMASAS KURINĀMĀ ĪPAŠĪBU UZLABOŠANA

Mainoties un uzlabojoties enerģijas ieguves tehnoloģijām no kurināmā, mainās arī kurināmajam izvirzāmās prasības. Pāreja no fosilajiem resursiem uz biomasu arī veicina tehnoloģiju maiņu. Iegūt enerģiju no fosilā kurināmā ir ērtāk, taču tā radītais piesārņojums un resursu izsīkšana liek no tā atteikties. Biomasā ir sevi pierādījusi kā lielisks aizvietotājs, tomēr tai ir trūkumi: mazāks blīvums, zemāks sadegšanas siltums un nepieciešamas žāvēšanas un citas apstrādes tehnoloģijas.

Torifikācija ir process, kurā iespējams panākt vairākus ieguvumus – samazināt mitruma saturu, palielināt sadegšanas siltumu, uzlabot biomasas hidrofoobās īpašības, apstādināt bioloģiskos procesus, padarīt biomasu traušlāku un vieglāk sasmalcināmu. Turklāt, veidojot granulas no torificētas biomasas, iespējams palielināt blīvumu un pietuvināt akmeņogļu īpašībām.

Divi galvenie faktori, kas ietekmē rezultātu, ir temperatūra un izturēšanas laiks. Tāpat būtisks ir arī biomasas veids. Lai saprastu, cik lielā mērā atšķiras torificēta koksne ar augstu lignīna saturu no koksnes ar zemu lignīna saturu, un vai šāda apstrāde dod līdzvērtīgus rezultātus, tiek veikti eksperimenti. Eksperimenta vajadzībām tiek izveidots speciāls trauks, kas tiek veidots tā, lai būtu hermētiski noslēdzams un spētu novadīt radušās torifikācijas gāzes. Eksperimentu veikšanā tiek izmantota eksperimentu plānošanas metode, kas ļauj novērtēt faktoru mijiedarbību, veicot minimālu skaitu izmēģinājumu. Tiek izmantoti priedes koksnes paraugi (koksne ar augstu lignīna saturu) un oša koksnes paraugi (koksne ar zemu lignīna saturu).



Att. Torifikācijas eksperimentu vajadzībām izveidotais trauks.

Lai novērtētu iegūto torificēto paraugu kvalitāti, tiek pētītas šādas īpašības:

- masas izmaiņa;
- gaistošo vielu saturs;
- ķīmiskais sastāvs (C, H, O);
- sadegšanas siltums;
- pelnu saturs.

Darbā tiek meklētas sakarības starp procesa galvenajiem faktoriem, izmantojot eksperimentu plānošanas metodi. Attiecībā uz torifikāciju šī metode tiek papildināta un, izmantojot minimālu eksperimentu skaitu, tiek meklēti regresijas vienādojumi, kas pēc iespējas labāk raksturo šī procesa galarezultātu.

DAŽĀDU VEIDU BIOMASAS MAISĪJUMU IZMANTOŠANA CIETĀ BIOKURINĀMĀ RAŽOŠANAI

Mūsdienās koksnes izmantošana enerģētikas nozarē strauji attīstās. Pieprasījums pēc koksnes produktiem pasaules tirgū strauji aug. Turklāt koksne ir vērtīgs izejmateriāls dažādu produktu ražošanā, kā arī celtniecībā, tāpēc koksnes izmantošanai enerģētikas nozarē ir sekundāra nozīme. Turpinoties šādai situācijai, tuvākajā nākotnē būs novērojams nozīmīgs izejmateriālu deficīta pieaugums, tāpēc svarīgi ir pētīt jaunus biomasas izejmateriālus, to potenciālu un iespēju izmantot kā kurināmo, piemēram, kā piejaukumus koksnei briķešu un granulu ražošanā.

Koksnes resursu cenu pieaugums un iespējamais trūkums nākotnē ir problēma, kas mūsdienās skar dažādus pasaules reģionus, taču tuvākajā nākotnē var kļūt par globālu problēmu. Svarīgi ir veidot alternatīvu biomasas avotu izpēti, salīdzināšanu un pieejamo resursu novērtēšanu, lai izprastu pieejamo resursu potenciālu enerģētikas nozarē un lai novērstu sekas, ar kurām cilvēkiem var nākties saskarties tuvākajā nākotnē. Latvijas mērogā šī tēma ir aktuāla dažādu potenciālo nekoksnes izejmateriālu pieejamības dēļ. Mūsdienās ir aizsākusies alternatīvu biomasas izejmateriālu pētīšana, lai aizstātu koksnes izmantošanu, taču nav atrodams novērtējums par pieejamo resursu daudzumu un apkopojums par to fizikāli-ķīmiskajām īpašībām.

Darba gaitā izvirzītā problēma tiek pētīta ar literatūras analīzes metodi un dedzināšanas eksperimentiem laboratorijā. Galvenie uzdevumi, kas tiek veikti darba gaitā, ir:

- tiek pētīta un aprakstīta resursu izplatība Eiropā un Latvijā, kā arī tās izmantošanas tendences;
- tiek apkopotas dažāda koksnes biokurināmā fizikāli-ķīmiskās īpašības, kā arī pieejamā informācija par to iespējamo potenciālu koksnes kurināmā aizstāšanā;
- tiek veikti dedzināšanas eksperimenti un kvalitāti raksturojošu parametru noteikšana laboratorijā.

Biomasas potenciāla izvērtēšana ir sarežģīts process informācijas trūkuma, kā arī biomasas pieejamo resursu nenoteiktības un fluktuācijas dēļ. Ļoti svarīgs ir ekonomiskais aspekts, lai novērtētu biomasas potenciālu izmantošanai enerģētikas nozarē.

SISTĒMAS IZTURĪBAS UN ATJAUNOŠANAS SPĒJAS KONCEPCIJA VAIRĀKU KATASTROFU SCENĀRIJĀ: PIELIETOJUMS LATVIJAS APSTĀKĻOS

Pēdējos gados klimata pārmaiņu izraisītu dabas katastrofu skaits arvien pieaug visā pasaulē, un Latvija arī nav izņēmums.

Pašlaik Latvijā nav izstrādātas izturības vai atjaunošanas spēju (angļu val. *resilience*) koncepcijas un analīzes metodes infrastruktūrai, kaut gan ir jāsaprot, cik ātri sistēma ir spējīga atjaunoties pēc sabrukuma un kādas atjaunošanas stratēģijas ir efektīvākas.

Pašlaik pastāv daudz un dažādu formulējumu un koncepciju attiecībā uz terminu “resilience”, kura pielietojums ir atkarīgs no konteksta, sistēmas veida un īpašībām. Pirmā pētījuma daļa ir veltīta dažādu koncepciju un formulējumu apkopojumam par terminu “resilience” un katastrofu riska samazināšanu. Darbā tika noteiktas arī potenciālās dabas katastrofas Latvijas teritorijā.

Metodes sistēmas izturības un atjaunošanās spēju novērtēšanai nepārtraukti attīstās, tiek radītas jaunas pieejas un pielietoti dažādi rīki. Darbā ir apkopoti citu zinātnieku pētījumi šajā jomā, lai pierādītu novērtēšanas metodi Latvijas centralizētās apkures sistēmām uz jau esošās zinātniskās bāzes. Darbs iekļauj sevī metodikas izvēli, uzlabošanu un pielāgošanu Latvijas apstākļiem, kā arī praktiskā pielietojuma piemēru.

Praktiskais novērtējums sastāv no divām daļām. Pirmkārt, tika veikts novērtējums hipotētiskajam siltumapgādes tīklam, kas sastāv no 22 cauruļvadu segmentiem un 16 patērētājiem (mājām). Otrajā daļā ir novērtējums reālai Salaspils siltumapgādes sistēmai.

Novērtējuma metode balstās uz pieeju, piedāvātu Henry un Ramirez-Marquez, kur sistēmas funkcionēšana tiek raksturota ar tās spēju nodrošināt (nogādāt) produktus vai pakalpojumus. Šīs spējas vērtības tiek definētas atkarībā no sistēmas tipa un rakstura.

Metodes ietvaros tika definētas apkures sistēmai atbilstošas “piegādes funkcijas”:

- 1) maksimālā siltumslodze;
- 2) katlumājam pieslēgto cauruļvadu maksimālais garums.

Tika pieņemti divi sistēmas sagraušanas scenāriji:

- 1) tiek ietekmēta sistēmas daļa konkrētā apgabalā – sabojāti 6 segmenti;
- 2) tiek sabojāti 6 atsevišķi segmenti pēc nejaušības principa.

Katram sagraušanas scenārijam tika izstrādātas divas atjaunošanas stratēģijas, kuras balstās uz segmentu rekonstruēšanu dažādu secību.

Katrai stratēģijai tika veikts novērtējums, kur atjaunošanas spēja (R) tika rēķināta, kā atjaunota “piegādes funkcijas” daļa, kā arī veikti atjaunošanas laika un izmaksu aprēķini. Metodes uzlabošanas ietvaros tika ieviests laika un izmaksu novērtējums atkarībā no cauruļu diametra un garuma. Diametrs savukārt tika noteikts atbilstoši nepieciešamajai caurplūdei.

Novērtējuma rezultāti tika parādīti diagrammu veidā, kur stratēģijas tika salīdzinātas savā starpā.

Pēdējā darba daļā kvantitatīvais novērtējums tika integrēts kvalitatīvajā multikritēriju analīzē, rādot inovatīvu pieeju.

IETEKMES UZ VIDI NOVĒRTĒJUMA ZIŅOJUMU IZVĒRTĒŠANA PĒC DAŽĀDIEM KRITĒRIJIEM

Ietekmes uz vidi novērtējums (IVN) ir vides politikas instruments, kas visā pasaulē tiek izmantots, lai noteiktu kādas darbības (projekta) ietekmi uz dabas, sociālo un ekonomisko vidi. IVN ir sistemātisks process, kurā nosaka projekta iespējamo ietekmi un veicamās darbības, kuras šo ietekmi var novērst vai samazināt. IVN ir nozīmīgs projektu plānošanas procesā, lēmumu par darbības veikšanu pieņemšanā, kā arī pēc projekta īstenošanas. IVN ziņojums ir galvenais informācijas avots procesā, kurā tiek pieņemts lēmums par projekta īstenošanu un informētas iesaistītās puses, kuras plānotā darbība var ietekmēt.

Ziņojumu izvērtēšana ir nepieciešama, lai noteiktu to kvalitāti. Ziņojuma kvalitāte nosaka IVN procesa efektivitāti, jo tieši ar ziņojumu tiek nodrošināta procesā nepieciešamā informācija. IVN ziņojuma efektivitāti var definēt kā pakāpi, kurā IVN ir sasniedzis tajā noteiktos mērķus, rezultātus un iemeslus, kādēļ novērtējums ir veikts. Ziņojuma kvalitāte ir izšķiroša lēmuma pieņemšanā, kvalitatīvs IVN veicina lēmumu pieņemšanas procesa savlaicīgumu, pārredzamību. IVN ziņojumu novērtējumam ir svarīga loma IVN kvalitātes kontrolē, vadlīniju izstrādei, kā arī tas ir saistošs IVN izstrādātājiem turpmāko ziņojumu sagatavošanai.

Biežāk lietotā metode ziņojumu vērtēšanai ir Eiropas Komisijas 2001. gadā izstrādātās ziņojumu izvērtēšanas vadlīnijas, taču šajā metodē ir konstatētas vairākas būtiskas neatbilstības. Gadu laikā, kopš tās ir izstrādātas, ir mainījusies vides politika un prioritātes. Vairākām svarīgām IVN ziņojuma nodaļām nav pievērsta vajadzīgā uzmanība, metodes pielietošana ir laikietilpīga. Šo iemeslu dēļ darbā izveidota IVN ziņojumu izvērtēšanas metode, kura, cita starpā, ietver plānotos IVN direktīvas grozījumus. Lai izprastu metožu salīdzināmību, ziņojumi izvērtēti pēc abām metodēm.

Darba gaitā formulētas efektīva IVN ziņojuma pazīmes, balstoties uz citu autoru secinājumiem, noteikti trīs galvenie ziņojuma elementi, kuru kvalitāte nosaka ziņojuma efektivitāti:

- izvēlētās alternatīvas;
- sabiedrības iesaistīšana;
- monitorings.

Darbā izstrādātajā ziņojumu izvērtēšanas metodē izmantoti skaidri definēti, nepārprotami, viennozīmīgi kritēriji, kuri ir piemērojami IVN mērķim. Katrs metodes kritērijs izvērtē kādu noteiktu, svarīgu ziņojuma sadaļu, kopvērtējumā tie izteikti procentuāli. Metodes mērķis ir noteikt iespējami mazāku kritēriju daudzumu, taču tādu, lai tiktu izvērtētas visas svarīgākās ziņojuma komponentes, lai ziņojumu novērtēšanas process būtu efektīvs, sistemātisks. Metode ir tāda, lai ziņojumus varētu izvērtēt relatīvi īsā laika posmā, precīzi un salīdzināmi.

ENERGOEFEKTIVITĀTES PRASĪBU NOTEIKŠANA REKONSTRUĒJAMĀM ĒKĀM ATBILSTOŠI OPTIMĀLO IZMAKSU LĪMENIM

Lielākais energoefektivitātes paaugstināšanas potenciāls pasaulē (t.sk. Eiropas Savienībā - ES) ir ēku sektorā, kas šobrīd pasaulē patērē gandrīz 40% no visas enerģijas. Lielākā daļa ēku ir būvētas laikā, kad energoefektivitāte nebija aktuāla, ņemot vērā energoresursu salīdzinoši zemās cenas un tradicionālās būvniecības metodes.

Lai sekmētu enerģijas racionālu izmantošanu, Eiropas Parlaments (EP) un Padome 2010.gada 19.maijā pieņēma Direktīvu 2010/31/ES par ēku energoefektivitāti, kas paredz enerģijas patēriņa samazinājumu uz atjaunojamo enerģijas avotu izmantošanu ēku sektorā, ietverot būtiskos pasākumus, kas jāveic, lai samazinātu ES enerģētisko atkarību un siltumnīcefekta gāzu emisijas.

Direktīva paredz līdz 2020. gadam samazināt siltumnīcefekta gāzu emisiju vismaz par 20 % salīdzinājumā ar 1990. gada līmeni. Lai ieguldījumi energoefektivitātes pasākumos būtu ekonomiski pamatoti, nepieciešams noteikt izmaksu ziņā optimālu energoefektivitātes līmeni un izanalizēt labākos zināmos piemērus.

Darba gaitā tika noteiktas references ēkas, kurām tika piemērotas energoefektivitātes prasības. Darbā tiek apskatīti trīs scenāriji:

- a) esošais stāvoklis jeb ar ēku nekas netiek darīts;
- b) rekonstrukcija atbilstoši būvnormatīva minimālajām prasībām LBN 002-01;
- c) rekonstrukcija, lai sasniegtu gandrīz nulles enerģijas ēkas rādītājus (zema enerģijas patēriņa ēkas).

Darbā tiek veikta jutīguma analīze, analizējot:

- a) nepieciešamajās investīcijas;
- b) kredīta nosacījumus.

Veiktā analīze palīdz noteikt izmaksu ziņā optimālāko energoefektivitātes līmeni references ēkai.

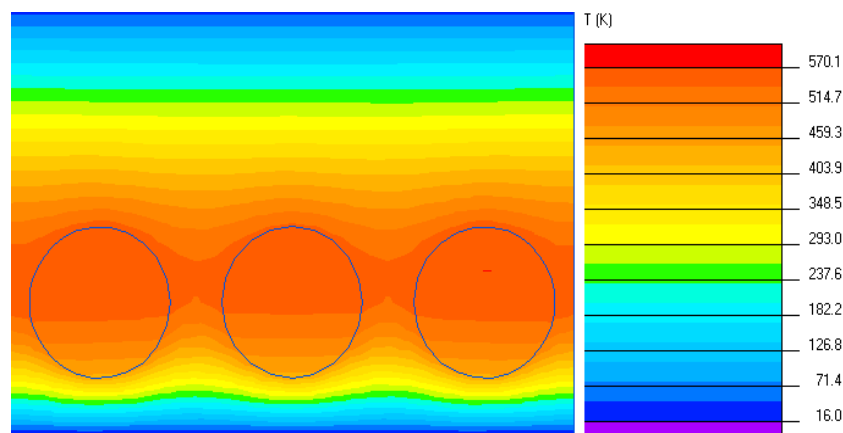
HUMUSA RAŽOŠANA

Atkritumu šķirošana ir viens no svarīgākiem vides un ilgtspējīgās attīstības risinājumiem. Organiskie atkritumi sastāda pusi no kopējās sadzīves atkritumu masas, tāpēc, balstoties uz zinātniskās literatūras analīzi, tika izstrādāta alternatīva organisko atkritumu pārstrādei un melnzemes ieguvei.

Humuss ir augsnes sastāvdaļa, kas ietver bagātu augiem nepieciešamo mikroelementu un makroelementu kopu, kā arī veic augsnes struktūras uzlabošanas, ūdens caurlaidības palielināšanas, aerācijas uzlabošanas un augsnes apstrādes atvieglošanas funkcijas. Dabā humuss rodas, bioķīmiski pārveidojoties un sadaloties augu un dzīvnieku atliekām. Veicot pareizu apsaimniekošanu, humusu iespējams iegūt arī iekštelpās. Šajā metodē tiek pielietotas speciālas iekšējo konteineru kompostēšanas kastes, kurās starp gultnes un organiskā mēslojuma slāni ievieto visproduktīvākās komposta pārstrādes sliekas - Kalifornijas sarkanās hibrīdsliekas (*Eisenia fetida*). Sliekām pārstrādājot organisko mēslojumu, tiek iegūts slieku biohumuss jeb irdenā trūdzeme – humuss.

Iekšējo konteineru kompostēšanas kastēs slieku dzīvotspējai svarīgi uzturēt nemainīgu optimālu temperatūru. Lai izprastu problēmas - temperatūras sadalījuma - būtību, galīgo elementu analīzes sistēmā *ELCUT* tiek konstruēti dažādas formas un izmēra modeļi.

Darba gaitā *ELCUT* programmā, iestatot dažādus robežnosacījumus, iespējams atspoguļot temperatūras sadalījumu modelī, temperatūras gradientu un siltuma zudumus (skat. attēlu zemāk).



Att. Temperatūras sadalījums.

Modeļa izveide ļauj izvērtēt un atspoguļot izotermu izkārtojumu konteinerā kompostēšanas kastē, ja tajā ir ieguldītas trīs vienāda diametra caurules, kuras kalpo optimālas temperatūras uzturēšanai. Programmas *ELCUT* rezultātu atspoguļojums ļauj izvērtēt dažādu cauruļu diametra un skaita pielietošanu, izolācijas ietekmi uz kompostēšanas konteinerā temperatūras lauku, kā arī ārējo faktoru ietekmi, tādā veidā atrodot piemērotāko problēmas risinājumu.

HLORORGANISKO PIESĀRŅOTĀJU BIOAKUMULĀCIJAS DINAMIKA ZIVJU GĀRŅU (*ARDEA CINEREA*) MAZUĻU ASINĪS

Kaut arī lielākajā daļā rūpnieciski attīstīto valstu hlororganisko savienojumu izmantošana ir aizliegta vai ierobežota jau ilgu laiku, tie joprojām būtiski ietekmē apkārtējo vidi un dzīvus organismus, tajā skaitā cilvēkus. Mūsdienās nav pasaules reģiona, kurš kaut kādā mērā nebūtu piesārņots ar hlororganiskajiem pesticīdiem, piemēram, dihlordifeniltrihloretānu (DDT), heksahlorheksānu (HCH), heksahlorbenzolu (HCB), hlordānu, kurus agrāk ievērojamās daudzumos izmantoja kā efektīvus insekticīdus lauksaimniecībā, un polihlorētiem bifeniliem (PHB), kurus savulaik plaši izmantoja dažādās rūpniecības nozarēs. Hlororganiskajiem piesārņotājiem piemīt lipofila daba (šķīst taukos), tie ir toksiski, noturīgi apkārtējā vidē un samērā izturīgi pret metabolismu, kā rezultātā notiek šo vielu biopalielināšanās barības ķēdē.

Hlororganisko piesārņojošo vielu iedarbības novērtēšanai izmanto biomonitoringa pētījumus ar izvēlētām kontrolesugām, piemēram, zivjēdāju putniem. Zivju gārnis (*Ardea cinerea*) ir labi pamanāms Latvijā sastopams zivjēdāju putns, kas barības ķēdē atrodas augstākajā trofiskajā līmenī un kas spēj bioakumulēt stabilos hlororganiskos piesārņotājus, uzņemot tos ar barību vai no apkārtējās vides. Hlororganisko piesārņotāju noteikšana zivjēdāju putnu asinīs ir vērtīga nedestruktīva analīzes metode.

Darba mērķis – analizēt hlororganisko piesārņotāju bioakumulācijas dinamiku zivju gārņu mazuļu asinīs un izvērtēt zivju gārņa piemērotību biomonitoringa kontrolesugas izvēlei. Latvijā pirmo hlororganisko savienojumu biomonitoringa lauka pētījumu, izmantojot putnus, īstenoja starptautiska zinātnieku darba grupa, sadarbojoties ar ornitologiem, 1999. gadā. Iegūtie dati plašāk analizēti šā pētījuma gaitā.

Zivju gārņu mazuļu asinis ievāktas no 10 ligzdām, kas atradās uz salas Engures ezerā, trīs reizes ar nedēļas intervālu 1999. gada pavasarī (n=22). Visās trīs paraugu ņemšanas reizēs noteikts mazuļu svars, spārnu un galvaskausa garums, kas netieši izmantots kā zivju gārņu mazuļu vecuma indikators, un ievākti asins paraugi (n=102). Hlororganisko piesārņojošo vielu (PHB, DDT un tā metabolītu (DDE, DDD), HCB, β -HCH un *trans*-nonahloru) ķīmiskā analīze asins paraugiem veikta Stokholmas Universitātes Vides ķīmijas institūtā.

Summārā PHB koncentrācija asins paraugos bija apmēram 2000 ng/g ekstrakētā materiāla (EM). Vislielākās koncentrācijas biomonitoringa pētījumā konstatētas DDE (~700 ng/g EM), sekojot PHB-153, -138 un -118). Pārējo hlororganisko savienojumu koncentrācijas bija zem 100 ng/g EM.

Pēc izdarītajiem pētījumiem var konstatēt, ka, pieaugot zivju gārņu mazuļiem, mainoties galvaskausa garumam, hlororganisko savienojumu koncentrācija samazinās, izņemot *trans*-nonahloru, kura koncentrācija ar katru paraugu ņemšanas reizi pieauga. Optimālais zivju gārņu mazuļu galvaskausa izmērs asins paraugu ievākšanai ir 140 mm vai lielāks, kas atbilst aptuveni trīs nedēļu veciem zivju gārņu mazuļiem. Vecāku zivju gārņu mazuļu izmantošana biomonitoringa pētījumiem samazina teorētiski nepieciešamo paraugu skaitu hlororganisko savienojumu analizēšanai un ļauj iegūt lielāku (~4 ml) asins paraugu daudzumu.

Veiktais pētījums parāda, ka zivju gārņi ir piemēroti bioindikatoru hlororganisko piesārņotāju koncentrācijas noteikšanai to asinīs.

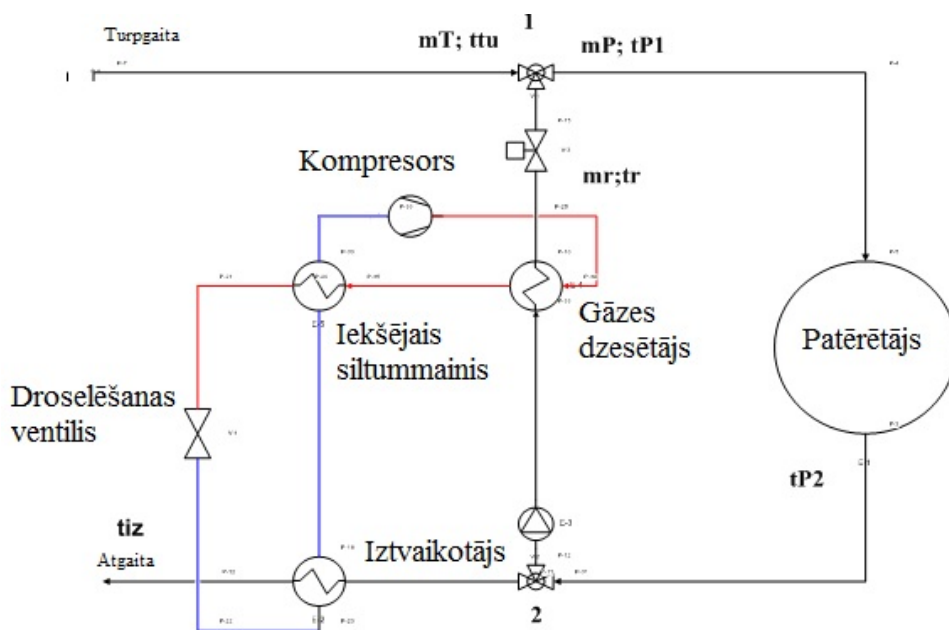
AUGSTAS TEMPERATŪRAS SILTUMSŪKŅA IZVĒLE LUDZAS SILTUMAPGĀDES SISTĒMAI

Lai cilvēks justos komfortabli, ir nepieciešams saražot siltumu telpu apsildīšanai. Neatjaunojamo resursu, kā dabasgāze un nafta, sadedzināšanas rezultātā rodas CO₂ emisijas. Šos resursus nepieciešams izmantot pēc iespējas efektīvāk vai arī aizvietot ar atjaunojamiem resursiem.

Ludzā jau ir uzstādīta siltumapgādes sistēma. Tomēr ūdens temperatūra siltumapgādes sistēmā, kurš nonāk līdz pēdējiem patērētājiem, ir zemāka, nekā tas nepieciešams patērētājam. Lai ūdens temperatūru paaugstinātu, ūdens siltumapgādes sistēmā ir jāievada ar augstāku temperatūru. Tādēļ tiks emitēts vairāk CO₂, kā arī jātērē vairāk resursu. Darbā tiek ieteikts siltumsūkņš, kurš paaugstinās siltumapgādes ūdens temperatūru pirms pēdējiem patērētājiem.

Lai iegūtu nepieciešamo temperatūru, ir jāizmanto augsttemperatūras siltumsūkņš, jo ar to iespējams iegūt ūdeni ar temperatūru 90 °C, izmantojot pat 20 °C siltu atgaitas ūdeni. Kā aukstumnesējs tiek piedāvāts oglekļa dioksīds (CO₂), jo ar šo aukstumnesēju ir iespējams iegūt augstas temperatūras.

CO₂ ir zema kritiskā temperatūra, arī gāzveida stāvoklī tam nepieciešams 5 līdz 10 reižu lielāks spiediens, un CO₂ ir arī lielāks blīvums nekā citiem aukstumnesējiem. Līdz ar to gāzei ir lielāka siltumietilpība un nepieciešams daudz mazāk gāzes, lai nodrošinātu noteiktu temperatūru, salīdzinot ar parastajiem aukstumnesējiem. Tādēļ arī Ludzas siltumapgādes sistēmai tiek piedāvāts siltuma sūkņš, kurā kā aukstumnesējs tiek izmantots CO₂. Aprēķinu sadaļā tika noteikti siltumsūkņa parametri, ar kādiem tas darbosies.



Att. Ludzas siltumsūkņa shēma.

Kad noskaidroti siltumsūkņa parametri, tika veikti aprēķini, lai noskaidrotu, kā tas darbosies siltumapgādes sistēmā. Tika iegūti optimālākie parametri, ar kuriem siltumsūkņš darbosies visefektīvāk un nodrošinās patērētāju vajadzības.

ĀTRIJS ZEMA ENERĢIJAS PATĒRIŅA BIROJA GAISA MITRINĀŠANAI

Biroju ēkas ir vietas, kur cilvēki pavada trešo daļu no savas dzīves. Darba vietai ir ļoti nozīmīga loma, jo ir svarīgi, lai nodarbinātais savā darba vietā justos labi, pēc iespējas ērti un droši. Pasaules prakse ir pierādījusi, ka labā un sakārtotā darba vietā pieaug darba ražīgums, samazinās nelaimes gadījumu un arodslimību skaits, nodarbinātie strādā efektīvāk un viņu darba mūžs pagarinās. Viens no svarīgākajiem darba vides parametriem, lai cilvēki justos ērti un varētu efektīvi strādāt, ir optimāls mikroklimats telpās. Tāpēc šī darba ietvaros liela uzmanība tika pievērsta temperatūras un mitruma kombinētas ietekmes izpētei, lai noteiktu gaisa mitrināšanas vai sausināšanas nepieciešamību biroju ēkā. Darbā apskatītas inovatīvas gaisa mitrināšanas iespējas, izmantojot ātriju.

Veicot ēku renovāciju, lai sasniegtu ļoti zemu enerģijas patēriņu, tuvojoties nullei enerģijas ēkas rādītājiem, nepieciešams izbūvēt mehānisko ventilācijas sistēmu ar siltuma atgūšanu. Mehāniskā ventilācijas sistēma nodrošina vienmērīgu nepieciešamo gaisa apmaiņu telpās, tajā pašā laikā radot risku, ka relatīvais mitruma līmenis telpās ir pārāk zems. Šo problēmu iespējams risināt, telpu gaisu mitrinot.

Mūsdienās pastāv dažādi gaisa mitrinātāji: tradicionālie mitrinātāji, mitrinātāji ar tvaiku, ultraskaņas ierīces u.c. Tomēr viens no risinājumiem, kā var palielināt relatīvā mitruma vērtību biroju ēkas iekštelpās, ir ātrija jeb mitrināšanas kameras uzstādīšana. Ātriju var uzskatīt par sociālo centru ēkā, kur cilvēki pulcējas sabiedriskajām aktivitātēm un pats galvenais, ka ātrijs var kalpot par nozīmīgu elementu, lai uzlabotu lietotāju vizuālo, komforta un mikroklimata prasības.

No enerģijas taupīšanas viedokļa ātrijs ir ēkas konstrukcijas elements, kas nodrošina dabisko apgaismojumu, kalpo kā buferzona starp iekšējo un ārējo vidi, nodrošina dabisko ventilāciju ēkā ar skursteņa efekta palīdzību, tas nozīmē, ka ēku ir iespējams vēdināt, samazinot kopējo ventilācijas sistēmas slodzi. Dabiskais apgaismojums samazina elektriskā apgaismojuma un dzesēšanas iekārtu nepieciešamību.

Darba gaitā par izpētes objektu tika izvēlēta Ventspils Dome. Renovācijas rezultātā biroja ēka bez norobežojošo konstrukciju parametru un ēkas blīvuma uzlabošanas, lietotāja komfortam tika papildināta ar diviem apjomiem: liftu, kas nodrošina funkcionālo nepieciešamību vides pieejamībai, un gaisa mitrināšanas kameru, kas uzlabo iekštelpu gaisa kvalitāti.

Uzstādot mitrināšanas kameru, Ventspils Domē tika izvirzīti vairāki uzdevumi un mērķi - ievērojami uzlabot iekštelpu mikroklimatu, piemēram, ar svaigu gaisu būs iespējams apgādāt ēkas dienvidu puses telpas, kas dos iespēju veikt gaisa kvalitātes izpēti un salīdzināt, kāds mitruma līmenis ir telpās ar mitrinātā gaisa pieplūdi, kāds ir ar āra gaisa pieplūdi un kāds ir gaisa transfērzonās. Tāpēc darba galvenais mērķis bija novērtēt izveidotās zaļās mitrināšanas kameras efektivitāti gan no komforta, gan arī no energoefektivitātes viedokļa un, veicot mitrināšanas kameras monitoringu, izpētīt, vai tiešām ātrijs ir risinājums, kas palīdzētu nodrošināt un saglabāt optimālo mitruma daudzumu iekštelpās.

Lai optimizētu esošā ātrija izmantošanu, *TRNSYS* programmā tika izveidots modelis, kurš ir validēts, balstoties uz mērījuma datiem.

MAZVĒRTĪGO MEŽIZSTRĀDES ATLIKUMU IZMANTOŠANAS ALTERNATĪVU ANALĪZE

Mežiem Latvijā ir liela nozīme ne tikai kā dabas daudzveidības glabātuvei, bet arī kā vērtīgam dabas resursam. Bet, lai saglabātu mežu bioloģisko vērtību, nepieciešams ar mežu resursiem apieties racionāli un domājot par nākotni, lai gan tie ir atjaunojamie dabas resursi. Mežsaimniecība Latvijā veido aptuveni 4% no iekšzemes kopprodukta.

No katra koka kopējās masas stumbrs, ko uzskata par vērtīgu koksni tālākai izmantošanai, sastāda tikai 55%. Pārējais – celmi (20%) un vainags (25%) ir mazvērtīgie mežizstrādes atlikumi. Latvijā ir ļoti daudz koksnes pārstrādes uzņēmumu, kuru darbības rezultātā rodas dažādi koksnes atlikumi. Lai racionāli tiktu izmantota visa mežizstrādes un koksnes pārstrādes produkcija, būtiski ir izmantot arī šos – tā saucamos atlikumus, kas no kopējās mežu resursu masas sastāda vismaz pusi. Svarīgi ir saprast un praksē atrast pielietojumu atlikumiem, kas gala rezultātā var kļūt par tikpat vērtīgu resursu kā pati koksne, dodot no mežizstrādes lielāku ekonomisko, ekoloģisko un sociālo labumu.

Darbā aplūkota pašlaik zināmā un pielietotā mežizstrādes atlikumu izmantošana. Par nepilnīgi izmantotu un nenovērtētu tiek atzīta koku zaļā masa. Ņemot vērā, ka Latvijā visizplatītākie ir skuju koki (~68%), tad tās ir egļu un priežu skujas. Darba autore kā racionālu skuju izmantošanas veidu piedāvā izgatavot no skužām ekoloģisku siltumizolācijas materiālu.

Darba ietvaros izgatavoti trīs skuju siltumizolācijas materiāla paraugi, kuriem veikti siltuma plūsmas mērījumi, lai aprēķinātu siltumvadītspējas koeficientu, materiāla efektivitātes noteikšanai. Laboratorijas apstākļos veikta paraugu granulometriskā sastāva un mitruma satura noteikšana. Izstrādāta skuju siltumizolācijas materiāla izgatavošanas metodika.

Skuju koku zaļās masas mežizstrādes atlikumu izmantošana siltumizolācijas materiāla ražošanai Latvijas apstākļos ir piemērota, jo:

- tiktu racionāli izmantots visā Latvijā plaši pieejams un maz izmantots atjaunojamais dabas resurss;
- izejvielas satur fitoncīdus, no kā izgatavo repelentus kukaiņu un grauzēju atbaidīšanai, tādēļ materiāls nav papildus jāapstrādā ar ķīmikālijām grauzēju atbaidīšanai;
- nav jāizmanto papildus saistvielas, jo pietiek ar skužās un zaros dabiski esošajiem sveķiem;
- dabisks materiāls, kas dzīves cikla beigās dabiski sadalās;
- degšanas procesā neizdala tādas indīgas vielas kā degot sintētiskajiem siltumizolācijas materiāliem;
- nesatur un neizdala cilvēka veselībai kaitīgas vai kairinošas vielas vai daļiņas;
- viegls materiāls, kas labi aiztur siltumu;
- inovatīvs un ekoloģisks produkts, kura izgatavošana Latvijā veicinātu ražošanas attīstību, nodarbinātību un ekonomisko izaugsmi.

Darba izstrādes laikā iegūtie dati liecina, ka no malta priežu un egļu skuju maisījuma izgatavots siltumizolācijas materiāls ir spējīgs konkurēt ar esošajiem sintētiskajiem un dabīgajiem siltumizolācijas materiāliem un ir vērts turpināt šāda veida materiāla turpmāku izpēti un īpašību uzlabošanu.

ATJAUNOJAMO ENERGORESURSU IEVIEŠANAS TRANSPORTA SEKTORĀ VIDES UN TEHNISKI UN EKONOMISKIE ASPEKTI

Atjaunojamās enerģijas izmantošana dažādos sektoros nav vienāda. Visgausāk atjaunojamo energoresursu īpatsvars pieaug transporta sektorā, jo šīs sistēmas pamatā ir transportlīdzekļi, kas izmanto augstas kvalitātes kurināmo, ko relatīvi viegli ir iegūt no naftas. Alternatīva tradicionālajiem iekšdedzes dzinēju transportlīdzekļiem ir elektromobiļi, kuru darbināšanā tiek izmantota elektroenerģija. Atjaunojamo energoresursu integrēšana transporta sektorā ir jāskata kontekstā ar pārējiem enerģētikas sektoriem, it īpaši elektromobiļu izmantošanas gadījumā, un to, kā tiek sadalīti energoresursi starp transporta, elektroapgādes un siltumapgādes sektoriem. Darba mērķis ir noteikt videi draudzīgāko un ekonomiski izdevīgāko scenāriju pārejai uz atjaunojamiem energoresursiem transporta sektorā.

Programma „EnergyPlan” ir efektīvs instruments transporta nozares attīstības plānošanai enerģētikas kontekstā, jo ļauj analizēt pieprasījumu un piedāvājumu visos enerģētikas sektoros viena gada garumā stundu griezumā. Darba gaitā programmā „EnergyPlan” tika izstrādāti transporta attīstības scenāriji līdz 2050. gadam, pamatā ņemot vērā sekojošo:

- transporta patēriņa prognozes;
- siltumenerģijas un elektroenerģijas patēriņa prognozes;
- atjaunojamo energoresursu ieviešanas transporta sektorā dinamiku;
- energoresursu cenu prognozes.

Elektromobiļu integrēšana transporta sektorā tiek skatīta kontekstā ar prognozētajām uzstādāmajām vēja un saules elektrostaciju, kā arī saules kolektoru jaudām. Elektromobiļi tiek uzskatīti par elastīgu patērētāju, kas ar pareizi organizētu lādēšanu spēj lietderīgi izmantot vēja un saules stacijās izstrādāto elektroenerģijas pārpalikumu zema patēriņa stundās. Prognozēts tiek mehāniskās enerģijas patēriņš transporta vajadzībām, no kura, ņemot vērā transportā izmantoto dzinēju un lietderības koeficientus, tiek iegūts gala enerģijas patēriņš transporta vajadzībām energoresursu griezumā.

Darba gaitā tiek noteikts kopējais primāro energoresursu patēriņš un izmaksas vairākiem scenārijiem. Primāro energoresursu patēriņa optimizācijā, lai minimizētu patēriņu, tiek ņemta vērā pilna cikla biodegvielas ražošanas un utilizācijas efektivitāte, un to izmantošanas alternatīvas. Izmaksu optimizācijas uzdevums, lai minimizētu izmaksas, tiek veikts, par pamatu ņemot energoresursu cenu prognozes nākotnē, un to transporta sektorā ieviešanas dinamiku.

Modelēšanā tiek apskatīti šādi laika posmi: 2013., 2020., 2035. un 2050. gads. Optimizācijas uzdevumam tiek apskatītas neelektrificējamās un atjaunojamo energoresursu transporta energoresursu patēriņu alternatīvas A, B un C. Šīs alternatīvas parāda biodegvielas un biogāzes savstarpējo proporciju transporta enerģijas patēriņa neelektrificējamā un atjaunojamo energoresursu daļā.

Darba rezultātā gūta atziņa, ka biogāzes novirzīšana no enerģētikas uz transporta sektoru samazina kopējo primāro energoresursu patēriņu, un ekonomiski to ir izdevīgāk izmantot transporta sektorā, salīdzinot ar biomasu, no kuras tiek iegūta biodegviela. AER ieviešana transportā samazina kopējās transporta patērētāju izmaksas. Elektromobiļu izmantošana ļauj integrēt lielas jaudas vēja un saules staciju, jo samazina elektroenerģijas izstrādes pārpalikumu, un elektromobiļu ekspluatācijas izdevumi ir vismazākie.

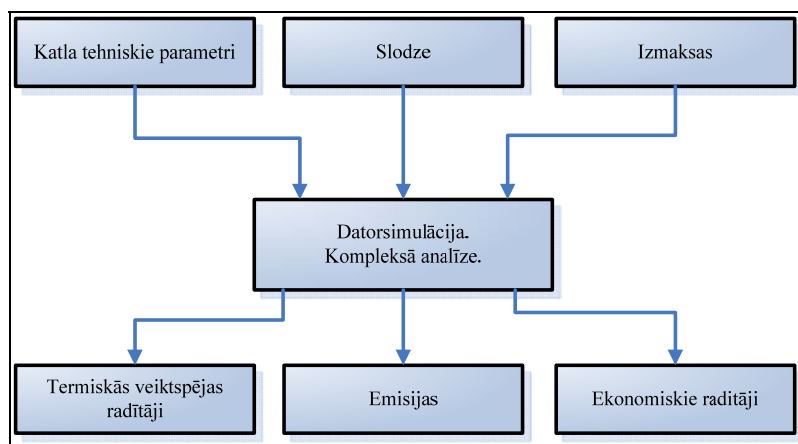
GRANULU KATLU DEGŠANAS JAUDAS IZMAIŅU IETEKME UZ KATLU TEHNISKAJIEM, EKONOMISKAJIEM UN IETEKMES UZ VIDI RĀDĪTĀJIEM

Uz biomasas granulu izmantošanas balstītās apkures tehnoloģijas strauji attīstās. Darbs ir veltīts mazas jaudas (zem 100 kW) granulu katlu izpētei. Darba mērķis ir degšanas jaudas izmaiņu ietekmes izpēte uz katlu veiktspējas rādītājiem. Reālos darbības apstākļos katli strādā ar nominālo jaudu tikai samērā īsā laika periodā, bet pārsvarā katli darbojas pazeminātas slodzes apstākļos. Patērētājs izvēlas katla jaudu atbilstoši vēlamajam komforta līmenim. Lietotāji bieži izvēlas katlus ar lielāku jaudu, nekā tas ir nepieciešams, kas paaugstina iekārtas iegādes un ekspluatācijas izmaksas, samazina efektivitāti un palielina ietekmi uz vidi. No efektivitātes viedokļa ir izdevīgāk izvēlēties katlu ar mazāku jaudu, šādi palielinot katla darbības laiku pie nominālās slodzes.

Darba ietvaros degšanas jaudas izmaiņu ietekme novērtēta, izmantojot kompleksu pieeju, apskatot trīs aspektus:

- termiskās veiktspējas rādītāji (efektivitāte, temperatūras režīms u.c.);
- emisijas (CO un PM);
- ekonomiskie rādītāji (ekspluatācijas izmaksas un iekārtas iegādes pašizmaksas).

Dinamiskā modelēšana ir izvēlēta par galveno instrumentu darba mērķa sasniegšanai. Efektīvai degšanas procesa modelēšanai tika izvēlēta TRNSYS datorsimulācijas bāze. Darba ietvaros izstrādātā un pielietotā izpētes metodika, kas atspoguļota attēlā.



Att. Metodikas shēma.

Darba ietvaros TRNSYS vidē tika izstrādāts dinamiskais simulācijas modelis. Modelis ir izveidots uz komponentes Type210 bāzes un apraksta degšanas un siltumapmaiņas procesus granulu katlos ar šķidro siltumnesēju. Modelis dot iespēju noteikt katla veiktspējas rādītājus gada griezumā pie mainīgas patērētāja siltumslodzes, kā izejas datus iegūstot katla ieslēgšanas un izliegšanas ciklu skaitu, siltumapmaiņas procesu rādītājus, emisiju daudzumu u.c. faktorus. Viens no darba uzdevumiem ir salīdzināt dažādu katlu veiktspējas rādītājus atkarībā no siltuma slodzes. Īpaša uzmanība tiek veltīta gadījumiem, kad katlu jauda ir zemāka par patērētāja maksimālo siltuma slodzi. Balstoties uz simulācijas rezultātiem un ņemot vērā patērētāju prasības komforta līmenim, tiek atrasts optimāls tehnoloģijas izvēles risinājums. Uz iegūtiem rezultātiem balstās ekonomiskā analīze, lai noskaidrotu, kā iekārtas jaudas izvēle un darbība pie dažādām slodzēm ietekmē enerģijas izmaksas.

ENERGOPLĀNOŠANAS LABĀ PRAKSE NOVADU LĪMENĪ

Energoplānošana attīstās un paplašina darbības teritorijas visā pasaulē, līdz ar to arī Latvijas pilsētas un novadi piedalās dažādos projektos, kurus izstrādā un piedāvā Eiropas Savienība. Energoplānošanas mērķis ir samazināt CO₂ emisijas no dažādiem sektoriem. Energoplānošanas pamatā ir vadlīnijas, kuras virza energosistēmu uz ilgtspējīgu un stratēģisku darbību. Galvenais mērķis ir atrast risinājumu ne tikai uz īsu brīdi, bet arī uz tālāku nākotni. Energoplāni sastāv no problēmas analīzes un atbilstošā risinājuma piemeklēšanas, ietverot dažādus aprēķinus.

Projekts „Pilsētu mēru pakts” ietver 19 dažādas Latvijas pilsētas, bet tikai četrām no tām jau apstiprināti un izveidoti rīcības plāni. Visi stratēģiskie plāni ir pieejami pašvaldību mājaslapās vai arī projekta mājaslapā. Pārējās pilsētas pašlaik veido individuālo plānu, kuru jāsasniedz līdz 2020.gadam.

Darba izstrādē tika apskatīti literatūras avoti par energoplānu vēsturi un to vērtēšanas sistēmu. Tā rezultātā tika izstrādāta energoplānu īstenošanas pārbaudes lapu, lai varētu salīdzināt plānus savā starpā. Lai izstrādātu pārbaudes lapu, liela uzmanība tika pievērsta indikatoriem šādās jomās:

- a) siltumenerģijas;
- b) transporta;
- c) elektroenerģijas.

Katrs indikators dod savu priekšstatu par to, kam ir jābūt iekļautam energoplānā. Respektīvi, siltumapgādes sistēmas plānošanai jābūt pieejamiem datiem par centralizētās un individuālās siltumapgādes īpatsvaru, par patēriņu un ražošanu. Transporta sektorā ir jāzina, kādi degvielas kurināmā veidi tiek izmantoti, cik daudz ir automašīnu. Elektroenerģijas indikatoru izstrādē jāzina enerģijas patēriņš, pilsētu/novadu ielu apgaismojums un sabiedrisko ēku elektropatēriņš.

Pārbaudes lapa tika sastādīta no mazām nodaļām, kur tiek apskatītas detalizētas nianšes, lai varētu optimāli izvērtēt energoplānus. Pārbaudes lapa tiek veidota, lai pārbaudītu, vai attiecīgais punkts ir izdarīts vai nav.

EKSTENSĪVO ZAĻO JUMTU ATTĪSTĪBAS IESPĒJAS LATVIJĀ

Pēc ANO datiem, 2008.gadā puse no pasaules iedzīvotājiem dzīvoja pilsētās. Šī tendence un urbanizācijas procesi turpinās, tāpēc arvien aktuālāka kļūs pilsētu radītā piesārņojuma samazināšanas problēma un zaļās telpas veidošana pilsētā. Viena no tehnoloģijām, kas sniedz šādus risinājumus un tiek plaši pielietota tādās valstīs kā Vācija, ASV, Kanāda, Skandināvijas valstis, ir zaļie jumti. Zaļais jumts sastāv no augiem, substrāta, filtrācijas, drenāžas, ūdensnecaurlaidīgā un citiem slāņiem, ko izvieto uz jumta. Intensīvās sistēmas ir apdzīvojami jumta dārzi, kas prasa kopšanu, bet ekstensīvās sistēmas – zālāji, kas neprasa īpašu kopšanu.

Ieguvumi no zaļā jumta Latvijas apstākļos var būt tādi kā ēkas energoefektivitātes uzlabošanās, biotopu izveide augiem un dzīvniekiem, gaisa piesārņojuma attīrīšana, ēkas skaņas izolācija, siltuma salas efekta samazināšana, ainavu arhitektūras risinājums un lietus ūdens noteces samazinājums. Latvijā ir īstenoti daži zaļā jumta projekti – Austrumlatvijas radošo pakalpojumu centrs Zeimūls; veikals Maxima Rīgā, Zolitūdē; Lielveikals Olimpija Rīgā, Ķīpsalā (daļēji); atsevišķas privātmājas kā ēka Trenču ekociematā. Pašlaik tiek celta arī Saldus mūzikas skola, kur paredzēts izmantot šo tehnoloģiju.

Attiecībā uz zaļo jumtu enerģijas ietaupījumu ēkai, samazinot siltuma plūsmas un pievienojot termālo masu, ir veikti vairāki ārzemju pētījumi, kuru rezultāti reizēm ir pretrunīgi. Darbā tika izstrādāts 285m² lielas privātmājas modelis ar 15⁰ slīpu jumtu, kam veikta dinamiskā enerģijas patēriņa simulācija. Darbs veikts ar Energy Plus programmu (autors - ASV Enerģijas departaments) Design Builder grafiskajā vidē. Modelim izmantota ēka no arhitektu biroja Archon projektiem. Modelī ielauti dati par:

- ēkas konstrukcijas materiāliem, biezumu (sienas – caurums māla ķieģelis 25 cm, putupolistirols 14 cm, apmetums);
- ģeogrāfisko novietojumu (Rīga);
- klimata dati gadam stundas griezumā (tuvākie pieejamie dati ir Kauņa);
- HVAC sistēmu (apkure un gaisa kondicionēšana);
- iedzīvotāju aktivitātēm dažādās zonās;
- zaļā jumta parametriem.

Modelēšana tika veikta vienam kalendārajam gadam ar četriem scenārijiem.

Tabula

Design Builder modeļa simulācijas rezultāti

	Kopējais enerģijas patēriņš [kWh]	Patēriņš uz m ² [kWh/m ²]	Patēriņš uz apkurināto m ² [kWh/m ²]
Zaļais jumts ar siltumizolāciju	49620	80,98	174,08
Parastais jumts ar siltumizolāciju	50840	82,97	178,36
Zaļais jumts bez siltumizolācijas	51716	84,40	181,43
Parastais jumts bez siltumizolācijas	52502	85,68	184,19

Rezultāti (tab.) liecina, ka zaļais jumts sniedz nelielu enerģijas patēriņa samazinājumu (vidēji 2-3%), tomēr tikai šis faktors vien neatsver tā investīcijas. Tāpēc turpmākajos pētījumos jānoskaidro tādas iespējas kā:

- iespējas ar zaļo jumtu palīdzību samazināt cieto daļiņu PM10 piesārņojumu, kas Rīgā ir īpaši aktuāli;
- ietekme uz siltuma salas efekta samazināšanu, kas kļūs arvien izteiktāka problēma;
- biotopu izveide augiem un dzīvniekiem pilsētā.

UZVEDĪBAS MAIŅA TRANSPORTA IZMANTOŠANĀ CO₂ EMISIJU SAMAZINĀŠANAI

Šobrīd viena no aktuālākajām vides piesārņojuma problēmām ir siltumnīcefekta gāzu emisijas un to samazināšana. Viens no lielākajiem šo emisiju veidotājiem ir transports. Savukārt tieši privātās automašīnas ir otrs lielākais emisiju avots transporta sektorā. Siltumnīcefekta gāzu (SEG) emisiju samazināšana ir viens no svarīgākajiem Eiropas Savienības (ES) mērķiem un Eiropas Komisija līdz šim ir izstrādājusi virkni instrumentu, lai panāktu nozīmīgu SEG emisiju samazinājumu. Viens no tādiem ir arī vadlīnijas ilgtspējīgas mobilitātes plāniem, lai ES dalībvalstis nopietni strādātu pie emisiju samazināšanas, vienlaicīgi domājot par ilgtspējīgu mobilitāti. Tomēr, ņemot vērā sociālekonomiskos faktorus, emisiju samazināšanas pasākumu efektivitāte nav vienlīdzīga visās dalībvalstīs. Ilgtspējīgas mobilitātes plāna mērķis ir nodrošināt sabiedrības transporta vajadzības tagad un nākotnē, ņemot vērā cilvēku drošības un veselību veicinošus faktorus, transporta pieejamības un alternatīvas nodrošinājumu, tajā pašā laikā domājot arī par efektīvu emisiju samazinājumu. Ņemot par pamatu labas prakses piemērus no citām ES dalībvalstīm, ir iespējams apkopot pasākumus, kas ir pielāgojami un ieviešami arī Latvijā, lai samazinātu emisijas no sauszemes un īpaši privātā transporta, kā arī veicinātu sabiedrības veselību un drošību.

Izpratnei par sabiedrības uzvedības maiņu ir liela nozīme, jo tieši tā var atrast labāko pieeju ikdienas paradumu pakāpeniskai un noturīgai maiņai. Būtiski ir norādīt pozitīvus rezultātus, ko cilvēki iegūst, mainot savus ikdienas transporta izmantošanas ieradumus. Tā piemēram, mainot braukšanas stilu, t.i., bez straujas bremzēšanas vai kontrolējot spiedienu riepās var ietaupīt degvielu.

Salaspils ir viens no Latvijas novadiem, kas ir parakstījis Pilsētas mēra paktu, kura viens no mērķiem ir apņemšanās samazināt CO₂ emisijas līdz 2020. gadam par 20%. Lai veiksmīgi attīstītu ilgtspējīgas mobilitātes plānu Salaspils novadā, ir svarīgi apzināt novada iedzīvotāju transporta izmantošanas paradumus un to ietekmi uz vidi. Aptaujas rezultāti rāda, ka 43% respondentu savām ikdienas vajadzībām izmanto privāto automašīnu, kamēr 45% respondentu izmanto sabiedriskā transporta sniegtos pakalpojumus. Lai izvēlētos tādu videi draudzīgu transportu kā velosipēds, 73% respondentu norāda, ka kopumā svarīga ir attīstīta velosipēdu infrastruktūra. Daudzi ES labas prakses piemēri ilgtspējīgai mobilitātei ir kā informatīvi un izglītojoši pasākumi, lai motivētu mainīt transporta izmantošanas paradumus. Arī 67% Salaspils iedzīvotāju atzīst, ka sabiedrībā ir par maz informācijas par transporta lietošanas ietekmi uz vidi un iespējām to samazināt.

Kā rāda Lielbritānijas piemērs, lai veicinātu velosipēdu infrastruktūras attīstību, nav nepieciešamas lielas investīcijas jaunu velosipēdu celiņu izbūvei, bet vienkāršs risinājums ir samazināt atļauto ātrumu pilsētas teritorijā, vienlaicīgi uzlabojot gan velosipēdistu, gan arī gājēju drošību. Savukārt Dānijā skolās ir populāra videi draudzīga un drošas satiksmes spēle, kas jau no mazotnes izglīto un motivē bērnus izvēlēties videi un veselībai draudzīgus transporta veidus. Minētie un arī citi piemēri ir integrējami Salaspils novada mobilitātes plāna izveidē, domājot par ilgtspējīgu transporta infrastruktūru.

Darba gaitā izveidotā datubāze ar ES dalībvalstu labas prakses piemēriem var noderēt arī cietiem Latvijas novadiem, kas rūpējas par cilvēku drošību un veselību, vienlaicīgi plānojot ilgtspējīgu mobilitāti, tādējādi veicinot arī emisiju samazinājumu.

RISINĀJUMI ANTROPOGĒNO CO₂ EMISIJU INDUSTRIĀLAM LIETOJUMAM

Strauji pieaugot antropogēni radīto siltumnīcefekta gāzu, t. sk. oglekļa dioksīda (CO₂), apjomu, kas nonāk atmosfērā un rada klimata pārmaiņas, aizvien biežāk tiek meklēti jauni risinājumi, kā šos apjomus samazināt. Lai civilizācija pārietu no fosilā kurināmā izmantošanas uz klimatam draudzīgiem enerģijas avotiem, ir nepieciešams laiks un nauda. Risinājums, kas varētu nodrošināt atmosfērā nonākošo CO₂ emisiju samazinājumu līdz brīdim, kad tiks panākta enerģijas avotu nomaiņa, ir CO₂ uztveršana no punktveida emisiju avotiem un tā tālāka izmantošana jaunu produktu vai procesu nodrošināšanā.

Latvijā kā potenciālos CO₂ savākšanas objektus var minēt lielos rūpniecības uzņēmumus, kā arī elektroenerģijas un siltumenerģijas ražotājus, kuros punktveida avotos tiek saražots pietiekami liels CO₂ emisiju apjoms. Enerģētikas sektorā uz 2013. gada 28. martu Vides pārraudzības valsts birojs bija izsniedzis 18 A un 458 B kategorijas piesārņojošo darbību veikšanas atļaujas. Lai gan apkopotie dati uzrāda emisiju apjomu kritumu nozarē laika posmā no 1990. līdz 2009. gadam, prognozētajos aprēķinos ir paredzēts pat līdz 60,29% liels CO₂ emisiju pieaugums līdz 2020. gadam, par atskaites gadu ņemot 2008. gadu.

Latvijā patērētāju siltumapgāde tiek nodrošināta, izmantojot trīs siltumapgādes veidus: centralizēto, lokālo un individuālo. Centralizētā siltumapgāde nodrošina vairāk kā 30% no valstī nepieciešamā siltumenerģijas apjoma gan sadzīves, gan tehnoloģiskajām vajadzībām, bet mājsaimniecību sektorā centralizēti piegādātās siltumenerģijas īpatsvars pārsniedz pat 45%. Centralizēto siltumenerģiju pārdošanai ražo 663 katlumājās un 83 koģenerācijas stacijās. Kā galvenais kurināmais gan koģenerācijas stacijās, gan katlumājās tiek izmantota dabasgāze, koģenerācijas stacijās tā sastāda 93,0%, bet katlumājās 53,6% no kopējā kurināmā daudzuma.

Ir četras pamatsistēmas CO₂ uztveršanai, dedzinot fosilo kurināmo vai biomasu:

- uztveršana no rūpniecības tehnoloģisko procesu plūsmas;
- uztveršana pēc degšanas procesa;
- uztveršana, kurināmo sadedzinot skābekļa vidē;
- uztveršana pirms degšanas procesa.

CO₂ fizikālās īpašības ir noderīgas dažādu tehnoloģisko procesu īstenošanai. Tā kā viskritiskākā pozīcija CO₂ pastāv pie mērenas temperatūras un spiediena, kas ir viegli sasniedzama, tas ir saudzīgs pret dabiskajām izejvielām. Labvēlīgi ir arī apstākļi, pie kādiem CO₂ pāriet cietā agregātstāvoklī. CO₂ ir inerta gāze, kas ļauj to izmantot procesos, kuros nebūtu vēlama gaisa vai mikroorganismu piekļuve.

Attīrīto CO₂ tālāk var izmantot citu produktu ražošanai. Latvijā to varētu izmantot farmācijā, dārzkopībā, celulozes un papīra pārstrādē, ūdens attīrīšanā, elektronikā un citos sektoros.

ZAĻĀS ELEKTROENERĢIJAS SISTĒMU ATTĪSTĪBA LATVIJĀ UN LIETUVĀ

Sākot no 1879. gada, kad pirmo reizi Rīgā, Švarca koncertdārzā, iedegās pirmās elektriskās lampas, līdz šodienai elektroenerģija Latvijā ir strauji attīstījusies. Nu jau tā ir neatņemama ikdienas sastāvdaļa, kuras eksistence ir pašsaprotama. Tomēr pēdējā laikā sabiedrības uzmanība tiek pievērsta ne tikai saražotās enerģijas daudzumam, bet arī tam, kā šī elektroenerģija tiek ražota. Tam ir vairāki iemesli, kā galvenos var minēt globālās klimata pārmaiņas, starptautiski konflikti enerģētikas sektorā un citus. Latvijā un Lietuvā elektroenerģijas ražošanai tiek izmantoti gan atjaunojamie energoresursi, gan importētā dabasgāze. Lai iegūtu lielāku neatkarību enerģētikas sektorā, kā arī ražotu elektroenerģiju videi draudzīgākā veidā, ir nepieciešams palielināt atjaunojamo resursu īpatsvaru elektroenerģijas ražošanā. Šādu nākotnes scenāriju, kā arī tā ietekmējošos faktorus, ir iespējams izstrādāt ar sistēmdinamikas palīdzību.

Lai reprezentatīvi attēlotu esošo situāciju elektroenerģijas ražošanā, programmā *Powersim Constructor* tika izveidots modelis. Atjaunojamo energoresursu daļu sastāda vēja enerģija, kas tiek attiecināta pret elektroenerģiju, kas ražota no dabasgāzes. Par izejas laiku tiek izvēlēts 2010. gads, un par esošo situāciju tiek izmantoti šādi dati:

- uzstādītā jauda;
- darba stundas;
- kopējā saražotā elektroenerģija;
- iekārtu kalpošanas laiks;
- cita informācija par enerģijas ražošanas veidiem (kapitālizmaksas, apkopes un darbības izmaksas u.c.).

Situācijas analīzē nepieciešams saprast, kas ietekmē sabiedrības lēmumu, izmantot atjaunojamos energoresursus. Tas tika panākts, modelī ievietojot tādus instrumentus kā efektivitātes un riska ietekme, subsīdiu un iepirkuma tarifa ietekme uz vēlēšanos izmantot vēja elektroenerģiju. „Pieslēdzot” vai „atslēdzot” konkrētos instrumentus, redzams, kāda ir to ietekme uz vēja enerģijas jaudas palielināšanos vai, tieši otrādi, samazināšanos. Simulācija tiek veikta, sākot no 2010. gada līdz 2030. gadam. Ar modeļa palīdzību iespējams arī salīdzināt, konkrētā instrumenta lieluma, piemēram, subsīdiu ietekmi uz jaudas palielināšanu.

Analizējot izveidoto modeli, redzams, ka situācijā, kad netiek pielietots neviens politikas instruments, uzstādītā vēja enerģijas jauda ne tikai paliek konstanta, bet gadu gaitā pat samazinās. Vislielākā ietekme ir subsīdiu instrumentam, tomēr jāatceras, ka tas prasa lielus finansiālus ieguldījumus. Lai izprastu, kādus instrumentus konkrētā gadījumā pielietot, ir jāapzinās pieejamie līdzekļi.

Tā kā modelis salīdzina vēja un dabasgāzes saražoto elektroenerģiju, tad tas tikai aptuveni attēlo tendences kopējā elektroenerģijas tirgū. Tomēr uz modeļa bāzes ir iespējams izveidot arī visas elektroenerģijas sistēmas atainojumu. Lai to izdarītu, nepieciešams iegūt datus par konkrētajā reģionā izmantotajiem energoresursiem un faktoriem, kas ietekmē sabiedrības izvēli.

CEĻU BŪVES VIDES ASPEKTI

Gaisa kvalitātes uzlabošana šobrīd ir aktuāls jautājums visās attīstītajās valstīs. Lai pasargātu cilvēka veselību un vidi no gaisa piesārņojuma radītajām sekām un veicinātu ilgtspējīgu attīstību, nepieciešams apzināt un novērst piesārņojošo vielu emisijas avotus.

Transports ir nozīmīgs cieto daļiņu PM_{10} un $PM_{2,5}$ emisiju avots. Latvijas valsts teritorijā ir 72 440 km ceļu un ielu ar ceļu tīkla blīvumu 1,122 km uz 1 km², 14707 km no tiem ir ar melno (visbiežāk – asfaltbetona) segumu.

Transportlīdzekļiem pārvietojoties pa ceļu, asfalta un riepu saskares zonā rodas nodilums, atdalījušās asfalta seguma un riepu gumijas daļiņas ar izmēriem līdz 10 μm (PM_{10}), kas rada gaisa piesārņojumu autoceļu tuvumā. Monitoringa staciju mērījumi liecina, ka cieto daļiņu PM_{10} piesārņojums Latvijā pārsniedz cilvēka veselības aizsardzībai noteiktos robežlielumus. Pēc vides stāvokļa pārskata datiem cieto daļiņu PM_{10} koncentrācija gaisā 2010.gadā sasniedza 2275,42 t.

Lai rastu alternatīvus risinājumus gaisa kvalitātes uzlabošanai, nepieciešama izpratne par ceļu seguma ietekmi uz cieto daļiņu (PM_{10}) emisiju. Sistēmdinamikas modelēšana ir efektīvs instruments, lai noskaidrotu sakarības starp asfalta seguma inženiertehnisko raksturojumu – asfalta maisījumu sastāvu, asfalta klāšanas tehnoloģiju, asfalta seguma biezumu un virsmas raupjumu – transportlīdzekļa ātrumu un nodilumu.

Darba izstrādē tika izmantota *STATGRAPHICS Centurion* programma, lai noteiktu ceļu būves inženiertehnisko aspektu (virsmas raupjuma, asfalta klājuma dziļuma, asfalta klāšanas tehnoloģiju, asfalta sastāva) un automobiļu ātruma ietekmi uz cieto daļiņu/ putekļu emisiju apjomu.

LIETDERĪGA SILTUMENERĢIJAS IZMANTOŠANA BIOGĀZES KOĢENERĀCIJAS STACIJĀS

Šobrīd viens no aktuālākajiem vides jautājumiem ir pieaugošais atkritumu daudzums, kam pašlaik tiek pievērsta arvien lielāka sabiedrības uzmanība. Lielisks veids, kā šos atkritumus utilizēt, ir izmantot tos biogāzes stacijās kā izejvielu un iegūt elektroenerģiju un siltumenerģiju. Arvien aktuālāks kļūst jautājums, ar ko aizstāt fosilos kurināmos un kā gūt pēc iespējas lielāku neatkarību no šāda veida kurināmā. Aizstājot fosilo kurināmo ar alternatīvo enerģiju, kas iegūta no biogāzes, samazināsies ogļskābās gāzes koncentrācija atmosfērā un papildus tam iegūtais substrāts kalpos kā lielisks augsnes uzlabotājs.

Tādās pasaules valstīs kā Vācija, Dānija, Zviedrija, Itālija ir atrodamī labi piemēri, kur izmanto biogāzes koģenerācijas stacijās iegūto siltumenerģiju. Darba gaitā tika atrasti un apkopoti labās prakses piemēri lietderīgai siltumenerģijas izmantošanai.

Apsekojot Latvijas teritorijā esošās biogāzes koģenerācijas stacijas, jāsecina, ka lielākā daļa no tām siltumenerģiju, kas iegūta biogāzes stacijās, vienkārši palaiž atmosfērā. Labākajā gadījumā iegūtā siltumenerģija tiek izmantota pašas stacijas apsildīšanas vajadzībām.

Jāatzīst, ka Latvijas teritorijā biogāzes enerģētiskais potenciāls ir diezgan liels un to lielākoties sastāda kūtsmēsli un bioloģiski noārdāmie sadzīves atkritumi. Tātad iespēja ražot siltumenerģiju biogāzes koģenerācijas stacijās ir un to vajadzētu izmantot, aizgūstot pieredzi no citām pasaules valstīm.

KLIMATA ASPEKTI (CO₂) LATVIJAS ELEKTROENERĢIJAS TIRGUS ATTĪSTĪBAS MODELĒŠANĀ

CO₂ koncentrācijas līmenis sācis ievērojami paaugstināties 19.gs., kad sākās industriālā revolūcija un enerģijas ieguvei pārsvarā tika dedzinātas ogles. Arī mūsdienās pasaulē lielāko daļu elektroenerģijas iegūst, dedzinot fosilo kurināmo, un arī Latvijā plašāk izmantotais energoresurss ir dabasgāze. Lai samazinātu CO₂ emisijas pasaulē un Latvijā, tiek veidoti protokoli, ieviesti likumi, veidoti fondi, lai atbalstītu un attīstītu atjaunojamo resursu izmantošanu un „zaļās” elektroenerģijas ražošanu.

Darbā tiks apskatīta Latvijas pagātnes un tagadnes elektroenerģijas ražošanas un patēriņa situācija – statistikas dati par elektrobilanci, elektrības ražotāju proporcijām un citi būtiski aspekti. Darbā ar datorprogrammas *PowerSim* palīdzību tika izpētīts, kā Latvijas elektroražotāju tirgus attīstība reaģē uz dažādiem faktoriem – pieņemtajiem protokoliem un likumiem, kā arī fondu atbalstiem, un kā tas izmainīs Latvijas CO₂ emisiju apjomu no elektroenerģētikas ražošanas sektora.

Darba gaitā *Powersim Constructor* programmā tiek izstrādāts sistēmdinamikas datormodelis, kas atspoguļo Latvijas elektroražošanas tirgus attīstību, reaģējot uz dažādiem ietekmējošiem faktoriem. Modelī iekļauti dažādi krājumi, plūsmas, efekti un citi faktori.

Modelis balstīts uz pagātnes datiem, sākot no 1992.gada, un ar tā palīdzību tika veidotas prognozes par Latvijas elektroražotāju izmaiņu dinamiku un iespējams arī CO₂ emisiju dinamikas izmaiņu. Tā kā nepieciešamie dati par visiem gadiem nav vienādi pieejami, tad modelis un tā dati tiks maksimāli pielāgoti, lai panāktu pēc iespējas ticamākus simulācijas rezultātus. Modeļa mērķis ir noskaidrot, kādi faktori šo dinamiku ietekmē visvairāk un vispozitīvāk.

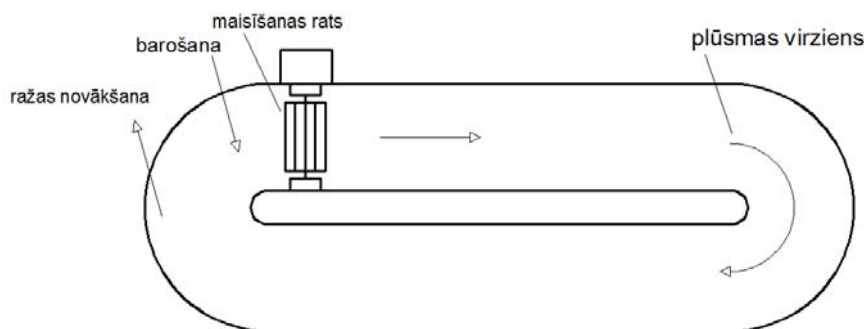
Modeļa pamata krājums ir Latvijas elektrobilance. Ieplūstošo plūsmu nodrošina saražotais elektrības daudzums, kas sastāv no vairākiem ražotājiem, kā, piemēram – HES, CHP, VES, biogāze, biomasas u.c. Modelī būs svārstīgie rādītāji, kā, piemēram – elektroenerģijas pieprasījums, pulsa veidi – projekti, atbalsti un pilotprojekti.

Modeļa simulācijas hipotēze ir, ka, turpinoties esošajai tendencei gan normatīvo aktu sfērā, gan pasaules mēroga iestāžu spiediena iespaidā, Latvijas atjaunojamās elektroenerģijas ražotāju proporcijas pret fosilā kurināmā ražotnēm laika gaitā būs augstākas un augšupejošas. Lai gan būs novērojamas svārstības, tomēr vairāku gadu griezumā Latvijas elektrības pašu nodrošinātība un atjaunojamo energoresursu izmantošana pieaugs līdz zināmam lielumam. Prognozēts, ka vislielāko ietekmi uz šo dinamikas tendenci atstās tieši projektu un atbalstu realizācijas, kā arī valstiskais atbalsts, jo bez šī atbalsta būs grūti vai teju neiespējami celt atjaunojamo energoresursu elektrības ražotnes un pazemināt vai vismaz noturēt esošajā līmenī Latvijas CO₂ emisiju daudzumu atmosfērā.

MIKROAĻĢU AUDZĒŠANA BIODEGVIELAS IEGUVEI ATKLĀTA TIPĀ BASEINĀ

Mikroaļģēm, kā izejavotam biodegvielas ražošanai, ir liels potenciāls, kas balstās uz to augsto veikspēju CO₂ utilizācijā un lielajiem eļļas ieguves rādītājiem. Pašlaik plaši izplatīta ir mikroaļģu audzēšana fotobioreaktoros un atklāta tipa baseinos. Fotobioreaktoru izveidošana un ekspluatācija prasa lielus finanšu resursus. Atklāta tipa baseini ir konstrukcijā vienkāršāki un lētāki, toties ir daudzi faktori, kas ierobežo šo baseinu izmantošanu.

Atklāta tipa baseins ir veidots kā taisnstūris ar noapaļotiem galiem, aprīkots ar maisīšanas ierīci, kas vairumā gadījumu ir maisīšanas rats. Maisīšanas rata galvenie uzdevumi ir nodrošināt mikroaļģu nenosēšanos, vienmērīgu barības vielu un mikroaļģu samaisīšanu, kas nodrošina visu mikroaļģu līdzīgu piekļuvi saules gaismai. Intensīvai mikroaļģu kultivācijai nepieciešams tās apgādāt ar pietiekamu minerālvielu daudzumu, saules gaismu un CO₂, kā arī temperatūras režīma uzturēšana ir svarīga. Šo faktoru nodrošinājums ļauj veiksmīgi kultivēt mikroaļģes. Atklāta tipa baseinā temperatūru iespējams nedaudz regulēt ar baseina dziļumu. Toties palielināts baseina dziļums samazina gaismas piekļuvi mikroaļģēm apakšējos slāņos. Ieteicamais baseina dziļums ir 0.3 m līdz 0.5 m un maisīšanas plūsmas ātrums 0.25 m·s⁻¹. Seklāka baseina izveide var novest pie palielinātas sakaršanas, kas nelabvēlīgi ietekmē mikroaļģu augšanu. Plūsmas ātrums 0.25 m·s⁻¹ nodrošina pietiekamu mikroaļģu samaisīšanu vienmērīgai saules gaismas piekļuvei. Lielāki maisīšanas ātrumi nav nepieciešami, jo tas palielina elektroenerģijas izmaksas, un dažas mikroaļģu sugas nepanes pārlietu intensīvu maisīšanu. Maisīšanu ieteicams nodrošināt arī naktī, jo pretējā gadījumā daļa mikroaļģu ir pieķērušās baseina sieniņām un, uzsākot maisīšanu no rīta, netiek atrautas no sieniņām, tāpēc vēlāk nesaņem pietiekamu saules gaismu, kas kavē to augšanu. Minimālais maisīšanas ātrums naktī ir 0.15 m·s⁻¹. Testētie maisīšanas ātrumi naktī bija 0.05 m·s⁻¹, 0.10 m·s⁻¹, 0.15 m·s⁻¹ un 0.20 m·s⁻¹. Tā kā maisīšanas ātrumi 0.15 m·s⁻¹ un 0.20 m·s⁻¹ uzrādīja līdzīgus rezultātus, tad maisīšanas ātrumu naktī izvēlējās 0.15 m·s⁻¹, lai samazinātu elektrības izmaksas.



Att. Atklāta tipa baseins mikroaļģu audzēšanai.

Pateicība

Pētījums veikts, saņemot finansiālu atbalstu no Eiropas Sociālā fonda, projekta „Atbalsts LLU maģistra studiju īstenošanai” ietvaros. Vienošanās Nr. 2011/0020/1DP/1.1.2.1.1/11/IPIA/VIAA/011.



IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ

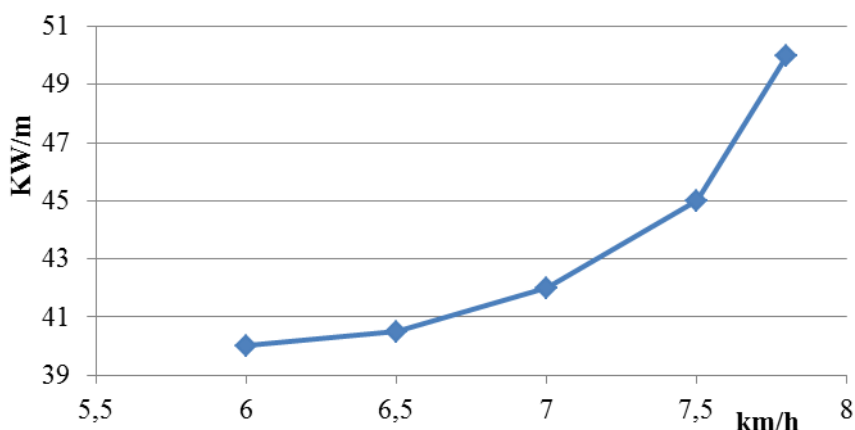


DEGVIELAS PATĒRIŅA IZMAIŅAS ATKARĪBĀ NO DARBA ĀTRUMA AUGSNES APSTRĀDES DARBOS

Tāpat kā automobilim braucot pa ceļu uz to iedarbojas gaisa pretestības spēks, tā arī, arot augsni, uz arkla dilstošajām daļām iedarbojas augsnes pretestība. Jo ātrāk darām darbu, jo lielāka pretestība rodas. Agrotehniskās prasības aršanai nosaka, ka aršanas darba ātrums parasti ir robežās 6 – 8 kilometri stundā. Tas nodrošina pietiekami labu augsnes drupināšanu un apvēršanu. Braucot ar lielāku darba ātrumu, parasti rodas problēmas ar sausas salmu frakcijas iearšanu. Pie lieliem darba ātrumiem augsne tiek pastiprināti pārvietota. Arums veidojas līdzens, nav izteiktu katra korpusa veidoto vadziņu. Procesī, kas norisinās tālāk šādā augsnē, pārsvarā ir augu attīstību bremsējoši. Līdzīgi kā aršanā, visos augsnes apstrādes darbos, kas saistīti ar augsnes masu pārvietošanu un izkustināšanu, darba ātrums ir proporcionāls augsnes pretestībai.

Darba ātrums ietekmē arī degvielas patēriņu. Sakarība nav lineāra. Atšķirība ir arī dažādiem augsnes tipiem – smilšainai augsnei ir mazāka pretestība nekā mālainai, liela nozīme ir arī augsnes mitrumam. Smagākus augsnes tipus, kamēr nav sasniegts optimāls augsnes mitrums, vispār nav iespējams apstrādāt – tā lūst lielos gabalos, kas pēc sava blīvuma atgādina ķieģeļus, un tālāk tos nav iespējams sadalīt par saprātīgām izmaksām.

Pasaulē ir veikti pētījumi, kā darba ātrums ietekmē degvielas patēriņu. Šādi pētījumi ir veikti arī Latvijā. Pētījumos viennozīmīgi ir secināts, ka, palielinot darba ātrumu, palielinās arī degvielas patēriņš. Amerikāņi publicējuši aptuvenu grafiku. Vācu testēšanas un sertifikācijas centrs ir noteicis degvielas patēriņu vairākiem arkliem, pie dažādiem darba ātrumiem, bet tikai ieteicamo darba ātrumu diapazonu, nevis kā amerikāņi, pat pie ļoti lieliem darba ātrumiem. Tāpēc ieteicams iegādāties arkļus ar maināmu darba platumu, lai nebūtu nepieciešams palielināt darba ātrumu un varētu noslogot traktoru pilnībā.



Att. Darba ātruma ietekme uz nepieciešamo jaudu 1 m darba platumam.

Pateicība

Pētījums veikts, saņemot finansiālu atbalstu no Eiropas Sociālā fonda, projekta „Atbalsts LLU maģistra studiju īstenošanai” ietvaros. Vienošanās Nr. 2011/0020/1DP/1.1.2.1.1/11/IPIA/VIAA/011.



IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ



ZINĀTNISKĀS KOMUNIKĀCIJAS METODIKAS IZSTRĀDE VIDES ZINĀTNES STUDENTIEM

Zinātniskās komunikācijas priekšmets šobrīd ir viens no pieprasītākajiem mācību priekšmetiem pasaules universitātēs, kas sagatavo zinātniekus un inženierus. Zinātniskā komunikācija, ko bieži sauc arī par zinātnisko rakstu veidošanu („*Scientific writing*”) vai akadēmisko rakstīšanu („*Academic writing*”), apzīmē zinātnisko rakstu veidošanu un publicēšanu oriģinālos zinātniskos žurnālos vai izdevumos vienota standarta formā. Gandrīz vienīgā vieta, kur zinātnieks, kas veic pētījumus, var prezentēt sabiedrībai savu veikumu, ir zinātniskie žurnāli. Šī iemesla dēļ arī Rīgas Tehniskā universitāte studentiem piedāvā apgūt priekšmetu, kura ietvaros tiek pasniegta zinātniskā komunikācija.

Bakalaura darba mērķis ir apskatīt zinātniskās komunikācijas kursu vides zinātnes bakalaura līmeņa mācību programmā, novērtēt tā lietderīgumu un izveidot praktiskos darbus un uzdevumus mācību priekšmeta labākai apgūšanai.

Bakalaura darbs ir veidots trīs daļās. Pirmajā daļā tiek apskatīti un analizēti zinātniskās komunikācijas mācību priekšmeti Rīgas Tehniskajā universitātē un citās pasaules universitātēs. Otrajā daļā tiek apskatītas zinātniskās komunikācijas teorētiskie jautājumi, bet trešajā darba daļā tiek izstrādāti uzdevumi un praktiskie darbi, kas palīdzēs sekmīgi apgūt zinātnisko komunikāciju gan vides zinātnes studentiem, gan studentiem jebkurā zinātnes nozarē.

Zinātniskās komunikācijas priekšmets tiek pasniegts pasaules universitātēs dažādās formās un dažādos studiju līmeņos – visbiežāk šis priekšmets tiek pasniegts kā B līmeņa vai brīvās izvēles priekšmets maģistrantūras un doktorantūras līmenī. Tas ir tādēļ, lai studenti paralēli kursa apgūšanai varētu pielietot iegūtās zināšanas, rakstot savu zinātnisko rakstu.

Zinātniskās komunikācijas teorētiskajā daļā tiek apskatītas visas tēmas, kas tiek iekļautas šī priekšmeta apgūšanā un nozarē, piemēram, zinātniskā darba struktūra, virsraksta izvēle, skaitļu un mērvienību pareiza lietošana darbā, tabulu un grafiku lietošana. Teorētiskā daļa ir nepieciešama, lai pilnvērtīgi izveidotu praktiskos darbus un uzdevumus.

Darba praktiskajā daļā tiek veikta uzdevumu un praktisko darbu izveide. Tiek izveidoti oriģināli praktiskie darbi zinātniskās komunikācijas jautājumu apgūšanai, piemēram, apgūstot tēmu, kas ir saistīta ar plaģiātismu, studentiem tiek piedāvāts praktiskais darbs grupās, kura rezultātā notiek diskusija par šo tēmu un studenti paši atrod atbildes uz vairākiem jautājumiem. Vairāki praktiskie uzdevumi ir neformāli un izveidoti spēļu formā. Tomēr neskatoties uz praktisko darbu un uzdevumu dažādo noformējumu, katrs uzdevuma un praktiskā darba mērķis ir apgūt kādas noteiktas zināšanas vai prasmes, kas saistītas ar zinātnisko komunikāciju.

SILTUMAPGĀDES SISTĒMAS EKSERĢĒTISKĀS BILANCES MODELIS LATVIJĀ

Mūsdienās pastāv dažādu veidu energotehnoloģijas, lai pārveidotu dažādus energoresursus lietderīgā siltumenerģijā. Vēsturiski energoresursi ir mainījušies, sākot no atjaunojamiem resursiem (koksne) līdz gāzei, oglēm un degvielām. Tajā pašā laikā, pieaugot patērētāju komforta līmeņa prasībām, efektivitātes un emisiju standarti siltumapgādes sistēmām kļuvuši stingrāki.

Šobrīd, rēķinot dažādu termodinamisko sistēmu efektivitāti, par pamatu aprēķiniem ņem vērā lietderības koeficientu, kura pamatā ir enerģijas bilance. Izmantojot enerģijas bilanci, visas enerģijas formas tiek uzskatītas par kvalitatīvi vienādām. Rezultātā rodas situācija, kad elektroenerģiju pielīdzina siltumenerģijai, kuras lietderīgais darbs jeb ekserģija ir atkarīga no siltumnesēja parametriem un apkārtējās vides parametriem. Pēdējos gados arvien vairāk tiek veikti zinātniski pētījumi par ekserģijas analīzes pielietošanu siltumapgādes sistēmu efektivitātes noteikšanai; tādejādi objektīvāk tiek novērtēta siltumnesēja spēja veikt lietderīgu darbu.

Darba mērķis ir izveidot modeli, ar kuru var aprēķināt centralizētās siltumapgādes ekserģētisko bilanci, un analizēt darbā iegūto modeli uz reāla piemēra pamata. Mērķa sasniegšanai definēti trīs uzdevumi; tie ir: siltumapgādes sistēmas ekserģētiskā analīze un rezultāti citās pasaules valstīs, siltumapgādes sistēmas ekserģētiskās bilances modeļa izveidošana un šī modeļa aprobācija uz Ludzas siltumapgādes sistēmas bāzes.

Lai izprastu ekserģijas analīzes metodes un rezultātus citās pasaules valstīs, pētīts ekserģijas jēdziens un tā aprēķināšanas metodes, kā arī citu valstu pieredze ekserģijas analīzes pielietošanā. Siltumapgādes sistēmas ekserģētiskās bilances modeļa izveidošana balstīta uz neatkarīgo mainīgo, formulu un pieņēmumu definēšanu, algoritma izveidošanu un ievadīšanu MS Office Excel vidē. Modeļa aprobācijas uz Ludzas siltumapgādes sistēmas bāzes pamatā bija izejas datu ievākšana un ievadīšana izveidotajā algoritmā. Aprēķinu rezultāti salīdzināti ar citu valstu ekserģijas analīzes rezultātiem.

Darba uzdevumu veiksmīgai izpildei par pamatu ņemti zinātnieku pētījumi, kas publicēti zinātniskajos rakstos un mācību literatūrā, kā arī SIA „Ludzas Bio-enerģija” siltumapgādes sistēmas tehniskie rādītāji.

DZĪVES CIKLA ANALĪZE BIOMASAS HIDROGENĒŠANAS UN OGLEKĻA SAVĀKŠANAS UN ATKĀRTOTAS IZMANTOŠANAS KOMBINĒTĀS METODES IZMANTOŠANAI ENERĢIJAS RAŽOŠANĀ

Pēdējā laikā Latvijā un visā pasaulē īpaši saasinājušies jautājumi, kas saistīti ar enerģijas patēriņu un klimata pārmaiņām. Tā kā dzīvojam laikmetā, kad, pateicoties rūpniecības, enerģētikas un transporta sektoram, esam atkarīgi no fosilajiem kurināmajiem, to patēriņš līdz ar ekonomisko stāvokli un populācijas pieaugumu laika gaitā pieaug. Tehnoloģiju attīstība ir uzlabojusi visas cilvēces dzīves kvalitāti kopumā, bet padarījusi arī iedzīvotājus par patērētājiem, tādējādi radot negatīvu ietekmi uz apkārtējo vidi. Augsta industrializācijas intensitāte ne vien rada milzīgu enerģijas patēriņu, bet arī paaugstina kaitīgo CO₂ izmešu koncentrāciju atmosfērā. Lai īstenotu ilgtspējīgas attīstības konceptu, ir jārisina problēmas, kas ir saistītas gan ar fosilo kurināmo kā neatjaunojamo dabas resursu izsmelšanu, gan CO₂ izmešu samazināšanu.

Metode, kas sevī apvienotu abu šo problēmjautājumu risinājumu un darbotos kā veiksmīga alternatīva, ir enerģijas iegūšana, izmantojot biomasas hidrogenēšanas un oglekļa savākšanas un atkārtotas izmantošanas kombinēto metodi. Biomasa ir unikāla izejviela gan siltuma un enerģijas ražošanai, gan arī degvielas ražošanai. Diemžēl arī pārtikas sektors un lauksaimniecības zemes piedzīvo arvien lielāku noslogojumu iedzīvotāju skaita pieauguma dēļ. Saimnieciski izmantojamo biomasas resursu apjoms bez papildus jaunu lauksaimniecības zemju kultivēšanas pagaidām uz doto brīdi ir niecīgs, salīdzinot ar pieprasījumu izmantošanas sektoros. Arī spēja uzglabāt biomasu enerģijas pieprasījuma nevienmērības un cikliskuma stabilizēšanai, pārvērst to augstas efektivitātes degvielā un kurināmajā un piesaistīt kaitīgās CO₂ gāzes fotosintēzes procesos padara to par vēl vērtīgāku resursu.

Biomasas hidrogenēšana ir ūdeņraža reakcija ar biomasas gazifikācijas produktu – singāzi. Šī procesa rezultātā iespējams iegūt metānu, dīzeļdegvielu, kā arī citus produktus. Ar šo metodi iegūto galaproduktu efektivitāte ir ievērojami augstāka nekā izmantojot, piemēram, anaerobo fermentāciju. Ar biomasas savākšanas un atkārtotas izmantošanas metodi (no angļu val. „*Carbon Capture & Recycle*”) iespējams piesaistīt dažādos procesos izdalīto CO₂ un izmantot to atkārtoti, novēršot šo gāzu bezmērķīgu izplūšanu apkārtējā vidē.

Darba mērķis ir analizēt biomasas hidrogenēšanas un oglekļa savākšanas un otrreizējas izmantošanas enerģijas ražošanas dzīves ciklu un noteikt šo procesu iespējamo kaitējumu apkārtējai videi. Biomasas resursu iegūšana, pārstrāde, enerģijas ražošana un izmantošana, neapšaubāmi, rada ietekmi uz apkārtējo vidi. Tiek izmantoti dabas resursi, cilvēku resursi, ietekmēta flora un fauna, radītas pārmaiņas ekoloģiskajā ciklā, iespaidota ekonomika un iedzīvotāju labklājība. Enerģētika ir īpaši svarīga nozare, jo tā būtībā uztur visu civilizāciju aprītē, nodrošina siltumu un elektrību. Tādēļ būtiski ir izvērtēt visus enerģijas ražošanas procesa posmus, lai gūtu labumu ar minimāliem līdzekļiem, neradot kaitējumu videi.

Dzīves cikla analīze tiek veikta ar datorsimulācijas *SimaPro* programmas palīdzību. Modelēšanas gaitā tiek salīdzināti atsevišķi dzīves cikla posmi biomasas hidrogenēšanas un oglekļa savākšanas un atkārtotas izmantošanas procesiem, lai noskaidrotu videi nekaitīgāko paņēmieni un ierosinātu veicamos uzlabojumus.

MĀKSLĪGO NEIRĀLO TĪKLU IZMANTOŠANA DEFEKTU NOTEIKŠANAI UN IZOLĀCIJAI SAULES KOMBINĒTAJĀS SISTĒMĀS

Pieaugot energoresursu cenām, pieaug arī interese integrēt saules kolektorus siltumapgādes sistēmās. Saules kombinētā sistēma ir vienība, kas apvieno saules kolektorus un papildus siltuma avotu, lai segtu patērētāja apkures un karstā ūdens slodzes. Neskatoties uz salīdzinoši vienkāršo saules kolektoru uzbūvi, kļūmes var rasties to ekspluatācijas laikā. Laikā, kas saules kolektoru kontūrs nedarbojas, iztrūkstošais saules enerģijas daudzums kombinētajā sistēmā tiek nodrošināts ar papildus siltuma avota palīdzību. Vairumā gadījumu patērētājiem nav uzstādīta atbilstoša monitoringa sistēmas, kas ļautu novērtēt, vai saules enerģijas īpatsvars kopējā siltumenerģijas bilanci atbilst projektētajam daudzumam.

Darba mērķis ir izveidot automatizētu defektu noteikšanas un izolācijas sistēmu saules kombinētajām sistēmām.

Mākslīgo neirālo tīklu izmantošanai ir ievērojamas priekšrocības salīdzinājumā ar citiem matemātiskiem un ekspertu sistēmu modeļiem. Mākslīgie neirālie tīkli ļauj iegūt matemātisku risinājumu kompleksām problēmām, kad tradicionālie deterministiskas dabas algoritmi tiek izsmelti.

Mākslīgais neirālais tīkls tiek veidots no trim slāņiem: ieejas datu, starpposma un izejas datiem. Vēsturiskie dati par saules kombinētās sistēmas darbības parametriem normālas darbības apstākļos tiek izmantoti, lai definētu ieejas un izejas datu slāņus mākslīgo neirālo tīklu sistēmā. Vēsturiskie dati tiek iegūti no saules kombinētās sistēmas (kura atrodas daudzdzīvokļu ēkā Latvijā, Siguldā) monitoringa datiem un izmantojot iepriekšminētajai saules kombinētajai sistēmai izveidotu un validētu TRNSYS simulācijas modeli. Starpposms jeb slēptais datu slānis tiek izmantots, lai uzkrātu zināšanas par ieejas un izejas parametru matemātiskajām sakarībām. Mākslīgie neirālie tīkli tiek speciāli „apmācīti” jeb „trenēti”, lai izveidotu precīzus algoritmus starp ieejas un izejas datu slāņiem. Pēc tam, kad mākslīgais neirālais tīkls ir izveidots un „apmācīts” līdz definētajai precizitātei, tas var darboties patstāvīgi un vienlaicīgi turpināt uzkrāt informāciju un papildināt „iegūtās” zināšanas par sistēmu.

Atlikumdatu ģenerators un defektu klasifikācijas moduļi tika pievienoti iegūtajam mākslīgajam neirālajam tīklam. Atlikumdatu ģenerators saņem faktiskos ieejas un izejas darbības parametru datus no monitoringa sistēmas un salīdzina faktiskos datus ar prognozētajiem izejas datiem pie attiecīgajiem pašreizējiem ieejas datiem. Datu prognoze notiek, izmantojot „trenēto” mākslīgo neirālo tīklu sistēmu, kas simulē saules kombinētās sistēmas darbību pie normāliem apstākļiem. Sistēmas normālas darbības laikā atlikumdatu ģenerators vērtība konverģē uz nulli. Defektu klasifikators ir „apmācīts”, lai noteiktu gan defekta atrašanās vietu, gan defekta notikuma laiku saules kolektoru lokā, siltuma akumulācijas tvertnē un papildu enerģijas avotā. Ieejas un izejas datu vērtības dažādu veidu defektiem tika iegūtas no monitoringa sistēmas un TRNSYS simulācijas vides.

Darbā iegūtie rezultāti uzrāda, ka izmantotā metodika ļauj palielināt saules kombinēto sistēmu veiktspēju un darbības uzticamību. Defektu noteikšanas un izolācijas sistēmu ir iespējams integrēt saules kombinētajās sistēmās, tādējādi samazinot ārējā enerģijas avota enerģijas patēriņu un siltumnīcas gāzu emisijas, cieto daļiņu un citas emisijas kaitīgās emisijas sistēmas darbības laikā.

LATVIJAS SILTUMAPGĀDES UZŅĒMUMU DARBĪBAS REZULTĀTU ANALĪZE

Latvijā centralizētai siltumapgādei ir liela nozīme, jo valsts atrodas klimatiskajā zonā, kur siltumenerģija nepieciešama, lai nodrošinātu kvalitatīvus dzīves apstākļus. Pilsētās un pagastos to nodrošina ar centralizētās siltumapgādes sistēmas (CSS) palīdzību. Sakarā ar ekonomisko krīzi valstī, iespēja apmaksāt rēķinus par apkuri Latvijas iedzīvotājiem ir viens no svarīgākajiem jautājumiem. Līdz ar to siltumenerģijas tarifam un tā noteikšanai valstī tiek pievērsta arvien lielāka uzmanība.

Ap 60% no valsts patērētajiem energoresursiem tiek izmantoti CSS, tāpēc energoefektivitātes paaugstināšana centralizētās siltumapgādes uzņēmumos nodrošina energoresursu efektīvu izmantošanu. Energoefektivitāte siltuma avotā nodrošina uzņēmuma konkurētspēju, uzņēmuma tehnisko un tehnoloģisko līmeni, kā arī ilgtspējīgu attīstību.

Darba mērķis ir ar dažādu metožu palīdzību (līmeņatzīmes, robežu metode (no angļu val. „*Data Envelopment Analysis*”) analizēt CSS darbības efektivitāti.

Lielākā daļa no Latvijas centralizētajiem siltumapgādes uzņēmumiem ieņem savā pilsētā monopolstāvokli, un līdz ar to ražošanas efektivitāte netiek palielināta ar konkurenci. Darbā tika pētīti siltumenerģijas ražošanas procesa efektivitātes rādītāji un iespēja tos iekļaut tarifa noteikšanas mehānismā. Veicot pētījumus, tika noskaidroti nozīmīgākie CSS efektivitātes faktori:

- jaudas izmantošanas koeficients;
- siltuma zudumi trasē;
- iekārtas lietderības koeficients;
- saražotais siltumenerģijas daudzums;
- kurināmā daļa tarifā.

Darbā tika izskatīti vairāku Latvijas siltumapgādes uzņēmumu darbības dati par pēdējiem trīs gadiem un pētīta minēto faktoru ietekme uz to efektivitāti. Darba rezultātā ar regresijas analīzi iegūti un grafiski atspoguļoti vairāku parametru empīriskie modeļi.

Iegūtie rezultāti liecina, ka nākotnē ekonomiski izdevīgāk ir pielietot atjaunojamās energonesējus kā kurināmo CSS. Tas ir ilgtspējīgas stratēģijas risinājums ne tikai no ekoloģiskā, bet arī no ekonomiskā viedokļa.

I. Bļinova, N. Prokofjeva (zinātniskā vadītāja)

TEHNOLOĢIJU CSS2 UN CSS3 ANALĪZE UN LIETOJUMS TĪMEKLĪ

XX gadsimta 90. gados tīmekļa tehnoloģijas sāka strauji attīstīties. Parādījās jaunas tehnoloģiju versijas, tika izgudrotas pavisam jaunas tehnoloģijas, arī pārlūki cenšas attīstīties līdz tehnoloģijām, lai spētu tās atbalstīt. Lielā mērā šo tehnoloģiju attīstību ietekmē visu laiku augošais interneta lietotāju skaits un tīmekļa dizaineru vēlme strādāt ar jaunākām tehnoloģijām, tādām kā HTML5, CSS3, jQuery 1.9, JavaScript 1.8.5 u.c..

Stila tehnoloģija CSS parādījās 90. gadu sākumā un līdz šim jau ir izlaistas: *CSS1*, *CSS2*, *CSS2.1* (versijas *CSS2* paplašinājums), *CSS3* (jau ir izlaisti daži moduļi, bet vairāki vēl nav oficiāli rekomendēti).

Jaunākās versijas piedāvā dažādas iespējas, piemēram:

- krāsas definēšana, lietojot RGBA, kas ļauj piešķirt ne tikai krāsu, bet arī caurredzamību;
- vairāku ēnu lietošana, kuras ievietošanas pa slāņiem;
- vairāku selektoru izmantošana, pseidoselektoru, tādu kā *last-child*, *first-child*, utt.;
- vizuālie efekti – tagad neprasa attēlu izmantošanu, īpašību uzreiz pielieto elementam, piemēram, īpašību *border-radius*;
- unikālo fontu pielietošana (īpašība *@font-face*).

Jauno tehnoloģiju pielietošana ļauj tīmekļa dizaineriem viegli izveidot mājas lapas, tādā veidā, kā to vēlas redzēt lietotāji.

Lai izpētītu, vai tiešām *CSS3* tehnoloģija ir populāra un tās jaunās īpašības jau tiek pielietotas, tika veikta aptauja, kuras rezultāti skaidri parādīja, ka:

- tīmekļa izstrādātāji bieži pielieto *CSS* tehnoloģiju;
- jauna *CSS3* versija padara izstrādātāju darbu ātrāku un piedāvā vairāk iespēju mājas lapas veidošanai;
- vairākums izstrādātāju ir priecīgi par jaunajām īpašībām, bet nav apmierināti, ka ne visi pārlūki tos atbalsta;
- populārākās no jaunajām īpašībām ir: *opacity*, *border-radius* un *text-shadow*.

Aptauja parādīja, ka 60% respondentu bieži pielieto *CSS* tehnoloģiju, kā arī 100% uzskata, ka tas ir pozitīvi, ka tiek ieviestas jaunas īpašības, bet 20% no tiem sūdzējās, ka ne visi pārlūki spēj tos atbalstīt.

Ļoti svarīgi ir sekot līdz tehnoloģiju jaunumiem, jo tos veido un ieved tāpēc, lai padarītu darbu ar tiem ērtāku. Jaunas stila īpašības ļauj izstrādātājiem veidot tīmekļa lapas, reproducējot savas idejas pilnībā, neaprobežojoties ar vecām iespējām. Jo labāk ir izstrādāts mājas lapas stils, jo labāk informācija no mājas lapas tiek nodota tīmekļa lietotājiem un *CSS3* spēj nodrošināt saprotamāku un modernāku mājas lapas izveidi.

DATU GLABĀŠANAS RISINĀJUMU ANALĪZE INFORMĀCIJAS SISTĒMAS NOSLODZES KONTEKSTĀ

Informācijas sistēmas ir neatņemama mūsdienu dzīves sastāvdaļa, un tīmekļa lietotņu saime ir liela un ātri augoša daļa. Daudz kompāniju un neatkarīgu izstrādātāju cīnās par vietu tirgū, izstrādājot lielu skaitu jauno lietotņu, kuras, pēc viņu domām, varētu būt lietderīgas liela cilvēku skaitam. Ar lielo lietotāju skaitu sistēma paliek sarežģītāka un bieži tās sākotnējā arhitektūra neiztur tālāku pieaugumu, jo neļauj ātri un efektīvi mērogot sistēmu bez kādām būtiskām izmaiņām tajā. Tomēr no sistēmas sarežģītības ir atkarīga tās izstrādāšanas cena. Dažreiz sistēmas dzīves sākumā ir grūti paredzēt tās lietošanas popularitāti. Parasti gribas cerēt, ka to lieto miljoniem cilvēku, bet pirmajai versijai, kurai ir jāpierāda savas tiesības uz dzīvi, jābūt pēc iespējas lētai. Tālāk sistēmai ir jāevolucionē pakāpeniski, atbilstoši jaunām noslodzes prasībām.

Visgrūtāk mērogojama, bet tomēr gandrīz jebkuras sistēmas neatliekama sastāvdaļa ir datubāze. Šī pētījuma mērķis ir apskatīt dažas iespējamās datu glabāšanas pieejas sistēmas evolūcijas gaitā zem augošām noslodzes prasībām un izanalizēt, kā atvieglot migrāciju starp dažiem datu glabāšanas variantiem.

Pētījuma gaitā ir izskatīti daži populāri datu glabāšanas risinājumi. Tie izanalizēti tikai tādā līmenī, lai iegūtu izpratni par to, kā katrs risinājums var ietekmēt tieši lietotnes arhitektūru un kā paredzēt pāreju no viena risinājuma uz citu. Konkrēts datu glabāšanas risinājums ir atkarīgs no sistēmas biznesa mērķiem, noslodzes, datu arhitektūras un daudziem citiem faktoriem.

Lai nodrošinātu vieglu pāreju no viena datu glabāšanas risinājuma uz citu, sistēmas arhitektūrā jābūt šādiem ierobežojumiem:

1. Nedrīkst izmantot *JOIN* operācijas un glabājamās procedūras. Visa nepieciešamā datu apstrāde ir jāveic lietotnes biznesa loģikas līmenī. Ar biznesa loģikas mērogošanu parasti lielu problēmu nav, jo katrs serveris var strādāt neatkarīgi no citiem, izmantojot pieejamos datu avotus.
2. Nedrīkst izmantot ārējās atslēgas. Lietotnei ir jārūpējas par datu integritāti.
3. Vaicājumos nedrīkst izmantot agregācijas. Agregācijas ir jāglabā atsevišķi, atjaunojot tos datu atjaunošanas gaitā vai izmantojot atsevišķus procesus datu skaitīšanai, bet tos vairs nevar iegūt jebkurā brīdī no citiem datiem. Šo pieeju ir ieteicams izmantot arī relāciju datubāzēs, jo tas atvieglo vaicājumus.

Pirmajai sistēmas versijai parasti ir pietiekama viena *SQL* datubāze. Tomēr, ja sistēmas arhitektūra ir atkarīga no datubāzes realizācijas (*SQL* vai citas) un daļa no biznesa loģikas izpildās tajā, pāreja no viena datubāzes risinājuma uz otro nebūs tik viegla un prasīs vairāk laika un resursu izmaiņām lietotnē.

Ieteikts apskatītajam mērķim izmantot uz servisiem orientētu arhitektūru, kur par katru datu tipu (tabulu) atbild atsevišķais serviss. Šāda arhitektūra slēpj datu glabāšanas realizāciju, ļauj neatkarīgi izvēlēties atsevišķus risinājumus dažādiem datu tiptiem un neatkarīgi mainīt tos katram servisam.

Sistēmai arī ir ieteicams paredzēt katra sistēmas servisa vieglo migrāciju no viena datu glabāšanas risinājuma uz citu, nezaudējot datus, pie minimālas kopējās sistēmas nepieejamības. Ieteikts izmantot pārejas periodu, kad divas pieejas, vecā un jaunā, tiek izmantotas vienlaicīgi un strādās sinhroni.

BLOKU KRIPTOGRĀFISKO ALGORITMU ANALĪZE

Kriptogrāfija neslēpj informāciju, bet pārveido to pretiniekam nesaprotamā formā. Pretinieks var iedarboties uz ziņojumiem divos veidos: pasīvi – pārtvert ziņojumus un analizēt tos, vai aktīvi – izmainīt ziņojumus un/vai sūtīt viltotus ziņojumus. Bieži izdala simetriskos un asimetriskos kriptogrāfiskos algoritmus. Simetrisko algoritmu galvenā pazīme: šifrēšanai un dešifrēšanai tiek izmantota viena un tā pati atslēga – slepenā informācija jeb parametrs (vai arī parametru kopums), kuru izmanto informācijas kodēšanai un dekodēšanai. Par atslēgu vienojas informācijas sūtītājs un saņēmējs. Bloku kriptogrāfiskie algoritmi ir simetrisko algoritmu paveids, tiem piemītošā īpašība ir informācijas sadalīšana vienāda garuma (32 bitu, 64 bitu, 128 bitu utt.) blokos un to kodēšana. Tādos algoritmos viena šifrēšanas/atšifrēšanas kļūda var izkropļot vesela bloka saturu. Pētījuma mērķis ir raksturot dažu bloka algoritmu lietošanu, ņemot vērā drošības, ātrdarbības un citas prasības.

2001.gadā tika pieņemts ASV šifrēšanas standarts – AES (*Advanced Encryption Standard*). Saskaņā ar dažu pētnieku veiktās AES analīzes rezultātiem, iespējams, ka AES standartam izvēlēts algoritms *Rijndael* nebija optimāls. Viņi uzskata, ka jau uz AES konkursa norises laiku (1998. – 2001.gada) eksistēja labākais risinājums (piemēram, *Twofish* algoritms). Ja šo pētnieku šaubas ir pamatotas un esošā AES algoritma versija nav pietiekami droša (kā arī tās drošības resurss padara AES lietošanu nedrošu tuvākajā nākotnē), tad AES efektīva uzlaušanas metode var novest pie visas AES lietojošās programmatūras un aparatūras uzlaušanas. Tāpēc ir jāveic pētījumi, kas ir virzīti uz AES alternatīvu meklēšanu.

Lai novērtētu AES drošību, ātrdarbību un citas īpašības, tika izvēlēti vēl trīs populāri bloku kriptogrāfiskie algoritmi – *Twofish*, *Threefish* un *Camellia*. Tika analizēti pieejamie pētījumu apraksti, zinātniskie raksti, pētnieku komentāri, AES konkursa pieejamie materiāli, algoritmu tehniskie apraksti, lai novērtētu algoritmu pielietošanas iespējas konkrētajās situācijās.

Paveiktā analītiskā pētījuma rezultātā tika radīti algoritmu pielietošanas ieteikumi. Pirmkārt, eksistē šifri, kuru interfeiss ir savietojams ar AES – *Twofish* un *Camellia*. Ir rekomendējams aparatūras un programmatūras šifra realizācijai izmantot *Camellia* šifru. Ja ir nepieciešama liela ātrdarbība un drošības resurss nav būtisks – var izvēlēties AES algoritmu. Ir ieteicams izvairīties no AES izmantošanas, jo tas var tikt uzlauzts ātrāk par pārējiem apskatītajiem algoritmiem. Realizācijai uz vairāku plūsmu skaitļošanas platformas ir ieteicami visi apskatītie algoritmi, izņemot *Twofish*.

Tika konstatēts, ka pietrūkst pētījumu rezultātu *Threefish* algoritma salīdzināšanai ar AES, *Twofish* un *Camellia* algoritmiem. Tāpēc ir ieplānots eksperiments, kas palīdzēs izmērīt un salīdzināt šo algoritmu ātrdarbību 32 bitu platformā. Tas ietver sevī algoritmu testēšanas programmatūras izstrādāšanu un šifrēšanas/atšifrēšanas operāciju darbības laika mērīšanu šādiem datu tiptiem: videodati, audiodati, attēli, teksts, nejaušo bitu secība, kā arī video- un audiodatu kombinācija.

Turpmākie pētījumi palīdzēs precīzāk noteikt katra algoritma priekšrocības un trūkumus salīdzinājumā ar citiem algoritmiem. Tādu pētījumu virzieni var būt: drošības analīze apskatītajiem algoritmiem, uz katru algoritmu uzbrukumam nepieciešamo skaitļošanas resursu salīdzinājums, algoritmu ātrdarbības salīdzinājums pie vienādiem apstākļiem (vienādās sistēmās, atkārtojot eksperimentu sistēmās ar citām skaitļošanas iespējām), algoritmu aparatūras realizācijas iespējas, algoritmu ātrdarbības uzlabošanas metodes (piemēram, ar GPGPU palīdzību).

I. Gulbis, G. Alksnis (zinātniskais vadītājs)

POTENCIĀLĀS TĪMEKĻA PROGRAMMĒŠANAS VALODAS: TYPESCRIPT UN COFFEESCRIPT

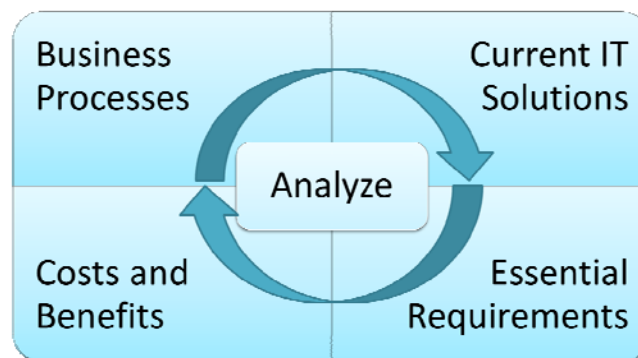
1. CoffeeScript aizstāj iekavas, figūriekavas ar atstarpēm un daudzus no JavaScript sintaktiskus teikumus ar atslēgvārdiem, kas būtiski samazina nepieciešamo koda apjomu.
2. CoffeeScript nedod iespēju deklarēt globālos mainīgos, pasargājot no kļūdām, kuras rodas to pielietojumā.
3. CoffeeScript valodas pamatprincips ir atbilstoša JavaScript koda ģenerēšana, kuru vēlāk var pielietot.
4. TypeScript pretēji CoffeeScript valodai ir JavaScript valodas paplašinājums, kas nozīmē, ka JavaScript programmas kods ir arī TypeScript kods.
5. TypeScript atbalsta statisko un stipro tipizēšanu, pretstatā dinamiskajai JavaScript valodai.
6. TypeScript dod iespēju strukturēt kodu moduļos un klasēs, kamēr CoffeeScript ir spējīgs tikai klasēs.
7. TypeScript valoda pēc daudzu domām ir nākotnes vīzija gaidāmajam ECMAScript 6 standartam.
8. CoffeeScript failu paplašinājums .coffee, kamēr TypeScript .ts.
9. TypeScript valodā programmētājs ir spējīgs ar interfeisiem nodrošināt programmu no kļūdu veidošanās, sniedzot informāciju par datu tiem, ar kuriem programmētājs strādā.

INFORMATION TECHNOLOGIES FOR SMALL TRANSPORT COMPANIES

The aim of this paper is to provide small Latvian passenger transportation companies with structured framework for analysis of their businesses to find appropriate information technology improvement possibilities. To analyze problems in passenger transportation, the data is obtained from small Latvian passenger transportation companies “Tukuma auto” and “Talsu Autotransports” Ltd.

During the analysis the problems were found that are related to bus drivers, vehicles, cash-registers, gas stations’ management system, routes, and database. The results of analysis show that there are small passenger transportation companies that are using incompatible systems, outdated IT tools and a lot of manual work of data processing - notwithstanding intelligent transport systems (ITS) currently widely used in the world -, where all the information is stored in one centralized database and is available without the delay, that ensures possibility to obtain the necessary information very fast and easy for different groups of employees. Right information at right time is important for managerial decisions.

Based on passenger transportation companies’ problems and current IT trends in passenger transportation, four of the most critical areas were identified: Business processes, Current information technologies, Essential requirements, and Costs and benefits. Based on identified critical areas, the author has developed IT acquisition analysis framework for small Latvian passenger transportation companies (fig.). Framework has four closely related parts that influence each other directly and have to be analyzed by companies.



Analysis framework has been tested on “Tukuma auto” Ltd. using enterprise architecture modeling language “Archimate”. Results show the need for integration. Integration should be in business process flow, in between data source systems and reporting mechanism. Also company has to consider its database technology overview for integration possibilities.

Current situation analysis shows that small Latvian passenger transportation companies have not considered back-office operations, business processes, current IT application and integration within companies for their improvement. There is a possibility to improve companies’ business processes, avoid possible mistakes, usage of paperwork and other problems by appropriate analysis and IT solutions.

Latvian transportation companies are using some of identified advanced technologies, but they are far behind advances in system integration and centralization. It is not easy to change business and work differently. The proposed framework helps to identify what has to be changed (including IT solutions) and is it worth to introduce the changes.

ZINĀŠANU UN INFORMĀCIJAS PLŪSMU FORMALIZĀCIJA DZĪVOTSPĒJĪGO SISTĒMU MODELIM

Raksta mērķis ir formalizēt identificētās informācijas un zināšanu plūsmas dzīvotspējīgo sistēmu modelī tādā veidā, lai tās varētu izmantot datorsistēmu projektēšanā un izstrādē tā, kā tieši šīs plūsmas vēl nav formalizētas.

Dzīvotspējīgo sistēmu modelis (DSM) apraksta sistēmas spēju izdzīvot dinamiskā vidē. DSM sevī ietver piecas apakšsistēmas (apzīmētas ar S1.. S5) ar dažādu funkcionalitāti un to savstarpējās saites.

Vienības (avots un saņēmējs), caur kurām plūst, ar kurām sākas vai beidzas zināšanu plūsma, sauc par zināšanu mezgliem. Zināšanu mezgls var tikt aprakstīts gan kā viena nedalāma vienība, gan arī kā dzīvotspējīgu sistēmu gadījumā, salikta vairāk vai mazāk sarežģīta sistēma.

Šajā gadījumā zināšanu mezglu ir iespējams nosacīti sadalīt divās daļās: kodolā, kas satur zināšanu apstrādes un glabāšanas procedūras un modeļus, un interfeisā, kas spēj uztvert plūsmu un to pārraidīt tālāk.

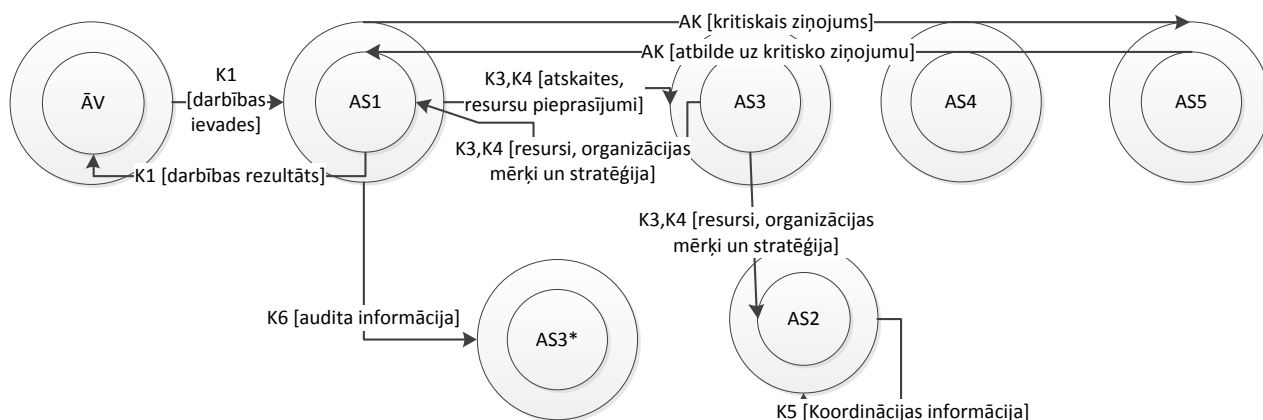
Kanāls ir plūsmas fiziskā komponente, kas ir statiska, neatkarīgi no tā, kādas plūsmas tajā plūst konkrētajā brīdī. DSM ir izdalīti septiņi kanāli, pa kuriem jānotiek plūsmai (apzīmēti ar K1..K6, AK), lai organizācija būtu dzīvotspējīga.

Lai būtu iespējams zināšanas un informāciju kodēt un izmantot informācijas sistēmu izstrādē vai modelēšanā, nepieciešams tās formalizēt. Formalizācija tiek veikta 2. soļos.

1. Tabulas veidā apskatītas plūstošās vienības kanālos, to saturs saskaņā ar literatūras avotiem.
2. Izveidots formālais DSM apraksts grafa veidā.

Zināšanu un informācijas plūsmu galvenā atšķirība ir tāda, ka informācijas plūsma nemaina mezgla kodolu, tā pasaules uztveres modeļus un apstrādes procedūras. Tā var būt nepieciešama kodola funkcionēšanai, tomēr neliek mezglam nākošo informāciju interpretēt citādāk. Zināšanu plūsmas rezultāts ir mainīts modelis vai procedūra, tāpēc šī plūsma skar mezgla kodolu, ienākošo informāciju vai zināšanas uztvert citādāk.

Formalizācijas rezultātā izveidots grafs, kur virsotnes tiek apzīmētas kā divdaļīgi mezgli, bet uz lokiem norādīts kanāla numurs un plūsmas saturs formā *Kanāls[saturs]*. Grafs parādīts attēlā.



Att. DSM grafs.

VAIRĀKPAVEDIENOŠANAS IESPĒJU ANALĪZE PROGRAMMĒŠANAS VALODĀ DART

Dart ir tīmekļa programmēšanas valoda, kuras galvenais pielietojums ir mūsdienīgu pārlūku tīmekļa programmatūras izveide. Valoda var tikt izmantota gan klienta, gan servera daļas programmēšanā. Programmas ir iespējams palaist *Dart* virtuālajā mašīnā, kā arī kompilēt tās *JavaScript* kodā.

Dart valoda ir izveidota 2011. gadā, un pašlaik strauji attīstās. Papildus valodai tiek attīstīta saistīta infrastruktūra, tas ir *Dart* integrēta izstrādes vide, bibliotēkas, pakotņu pārvaldnieks. Pašlaik tiek pilnveidota virtuālās mašīnas ātrdarbība, kura jau uz doto brīdi parāda labākus rādītājus par *V8 JavaScript* dzinēju.

Pētījuma gaitā tiek apkopota informācija par tādu *Dart* valodas iespēju kā vairākpavedienu. Tiek realizēts praktiskais piemērs ar vairākpavedienu izmantošanu un aprakstīti rezultāti.

Dart valodā vairākpavedienu realizē speciālas konstrukcijas – izolāti (angļu val. *isolates*). *Dart* valodā nav koplietotas atmiņas pavedienu. Kods izpildās izolātos, kuri komunicē, nododot ziņojumus. Pirms saņemšanas, ziņojumi tiek kopēti, kas nodrošina, ka divi izolāti nestrādā ar vienu un to pašu objektu. Katrs izolāts izpildās atsevišķā pavedienā. Visi lokālie un globālie mainīgie ir pieejami tikai savā izolātā. Cits izolāts nespēj tiešā veidā mainīt tos. Izolātu mijiedarbība tiek nodrošināta ar ziņojumu nodošanu. Gadījumā, kad *Dart* kods tiek kompilēts *JavaScript* kodā, izolāti var tikt īstenoti, kā *HTML5* konstrukcija *Web workers*”.

Praktiskā piemērā tiek izskatīta realizācija vienam no π skaitļošanas algoritmiem, kas tiek saukts par Vallisa reizinājumu (angļu val. *Wallis product*). No formulas ir zināms jebkuras kārtas loceklis, kas atļauj sadalīt formulas skaitļošanu vairākos procesos. Praktiskā piemērā tiek realizētas divas skaitļošanas pieejas – vienkārša viena pavediena un vairākpavedienu skaitļošana.

Pēc testu izpildes un rezultātu analīzes tika izdarīti šādi secinājumi. *Dart* vairākpavedienu realizācijai ir droša uzbūve – vairāki izolāti nevar strādāt ar vienu objektu vienlaicīgi. Bet pašreizējā realizācija pieprasa daudz papildus resursu, un programma, kas strādā vairākos pavedienos, ne vienmēr būs ātrāka par vienkāršo viena pavediena realizāciju, kas arī ir novērojams aprakstītajā testa piemērā. Viena pavediena kods tiek labi optimizēts darbības gaitā, un kad izpildās atkārtoti, strauji pieaug ātrdarbība. Šī darba testos izpildes laiks vienkāršā realizācijā otrajā ciklā samazinājās līdz ~33% no sākotnējā. Savukārt vairākpavedienu šāda optimizācija nav manāma.

Ziņojumus starp izolātiem jāsūta pēc iespējas retāk, un ziņojumiem jābūt maziem, jo tie tiek pilnībā kopēti, tērējot papildus sistēmas resursus. Aprakstītajos testos izolāta palaišanas laiks sastāda ~50ms, tātad vairākpavedienu jāizmanto tikai pietiekami sarežģītiem un laikietilpīgiem uzdevumiem, lai kompensētu papildu laiku un resursu patēriņu.

E-APMĀCĪBAS SISTĒMAS APSKATS UN KLASIFIKĀCIJA

Pašlaik, straujā zinātniskā un tehnoloģiskā progresa laikā, pieaug speciālistu ar īpašām darba iemaņām pieprasījums. Tālmācība ir zinātniski tehniskās revolūcijas augstas kvalitātes tehnoloģijas produkts, tajā izmanto mārketinga pieejas ideju studentu apmācībā, kas arī nosaka lielu aktualitāti un plašu izplatījumu. Tagad tālmācība ērti ietver gan datoru, gan tīmekļa tehnoloģijas.

Darba mērķis ir izpētīt datorizētās apmācības sistēmas, apskatīt tās paveidus, galvenos principus un standartus.

Tālmācība ir izglītības ieguves neklātienas formas paveids, kuru raksturo īpaši strukturēti mācību materiāli, individuāls mācīšanās temps, īpaši organizēts izglītības sasniegumu novērtējums, kā arī dažādu tehnisko un elektronisko saziņas līdzekļu izmantošana. Tālmācība ir īpaši piemērota strādājošiem, aktīviem un aizņemtiem cilvēkiem, kā arī tiem, kuriem nav iespējas turpināt vai uzsākt mācības tradicionālā vidusskolā. Tā kā e-apmācības sistēmas ir neatņemama tālmācības izglītības daļa, nākamajā daļā tiks apskatītas e-apmācības sistēmu struktūras uzbūve un klasifikācija.

E-apmācības sistēmu pamatā ir tehnoloģijas, kas nodrošina piekļuves mehānismu, kas visbiežāk ir pārlūkprogramma un nodrošina izglītojošu saturu. Obligātās komponentes: zināšanas, rīki, apmācāmais.

Datorizētās mācību sistēmas var klasificēt pēc dažām pazīmēm:

- pēc mērķa paveida (Zināšanu kontroles datorsistēmas (ZKDS); Apmācības datorsistēmas (ADS); Simulācijas sistēmas; Mācību spēles);
- pēc funkcionālās nozīmes (Enciklopēdijas; Testēšanas programmas; Interneta universitātes un koledžas u.c.);
- pēc funkcionālās vides (DOS sistēmas; Sistēmas, kas izmanto www vidi u.c.).

E-apmācības sistēmas standartu izveidošana ir obligāta, un svarīgākie faktori ir:

1. Ir vajadzīgas sakārtotas mācīšanas bibliotēkas un metodiskie materiāli neatkarīgi no tehniskiem izstrādāšanas rīkiem;
2. Ir vajadzīga e-apmācības līdzekļu ieskaitīšana uzņēmuma biznesa procesos, galvenā nozīme tam ir sistēmu integrācija kopā ar citām korporatīvām informācijas sistēmām.

Mūsdienās ir daži standartizācijas virzieni: *Vocabularies and Taxonomies, Architectures, Learner Information, Learner Information, Learning Content, Management Systems, Assessment*.

Izvēlēta stratēģija ļauj izveidot standartu, kas ir ne tikai pieņemts starptautiskā standartizācijas organizācijā, bet arī reāli izmantots un rūpnieciski testēts nacionālajās organizācijās.

Nobeigumā var secināt, ka e-apmācības sistēmas ir ļoti konkurētspējīgas izglītības vidē un šim jautājumam jāveltī īpaša uzmanība.

O. Bulgakovs, V. Minkēviča (zinātniskā vadītāja)

IT PROJEKTA RISKĀ VADĪBAS SHĒMAS IZSTRĀDE

Zinātniskā darba mērķis ir izstrādāt IT projekta riska vadības shēmu. Pēdējo gadu pētījumi liecina, ka apmēram 60% gadījumu IT projekti nenasniedz plānotos mērķus, vai ir realizējami ar būtiskām novirzēm no grafika un budžeta. Risku vadības procesa pielietošana nodrošina projekta riska līmeņa mazināšanu un projekta mērķu sasniegšanu.

IT projekta izstrādei ir pielietojamas dažādas projektu izstrādes pieejas: ūdenskrituma modelis, spirāles modelis, spējas modelis un citi. Katrā no darbā apskatāmajiem modeļiem raksturīgs noteikts risku avots.

Darbā tiek sniegta risku vadības procesa analītiska izpēte. Rezultātā katram risku vadības posmam ir aprakstīti mērķi un izpildes soļi. Darbā ir izpētītas un aprakstītas risku vadības metodes.

IT projekta riska vadības shēmas izstrādei tika izveidota ekspertu aptauja. Aptaujā piedalījās 12 eksperti IT projekta izstrādes jomā. Aptaujas mērķis ir uzzināt, kā tiek realizēta projekta risku vadība reālajos projektos. Aptaujas rezultātu analīze atklāj šādas sakarības: IT projektos, kas ir izstrādāti nelielajos Latvijas uzņēmumos, netiek pielietota risku vadība. Savukārt IT projektiem, kas ir izstrādāti lielajos Latvijas uzņēmumos, risku vadības procesa atbalstam izmanto lietojumprogrammatūru.

Izstrādātā IT projekta riska vadības shēma dod risku vadības vadlīnijas IT projekta vadītājiem un komandai.

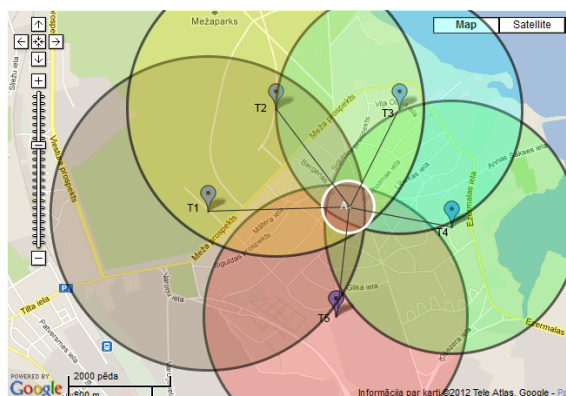
GPS IZSEKOŠANAS IERĪČU PRECIZITĀTES UZLABOŠANA, IZMANTOJOT TRIGONOMETRISKOS ALGORITMUS

Visprecīzākā atrašanās vietas noteikšanas sistēma mūsdienās ir GPS, tomēr arī šai sistēmai ir savi trūkumi un viens no galvenajiem ir salīdzinoši vājais GPS signāls, tas neiet cauri sienām un griestiem, pilsētvidē tas ir ļoti neprecīzs augsto celtnu un dažādu magnētisko lauku izstarojošo komunikācijas elementu dēļ, piemēram, trolejbusu vadiem un elektrības līnijām. Arī mežos ir problemātiski noteikt precīzu atrašanās vietu augstu koku un lapu dēļ, GPS signālu ietekmē arī biezi mākoņi, sniegs un lietus.

Mūsdienu cilvēka dzīvesveids pieprasa augstākus standartus vietas noteikšanai – ar GPS aprīkotās signalizācijas ir zaudējušas savu efektivitāti, jo GPS slāpētājus internetā var iegādāties sākot no 13\$. Uzņēmumu vieglo transporta līdzekļu nodoklis pieprasa, lai GPS izsekošanas ierīces uzrādītais nobraukums sakristu ar auto odometrā redzamo nobraukumu.

Pētījuma mērķis ir izstrādāt algoritmu, kas nodrošinātu augstāku precizitāti un signāla nepārtrauktību par šobrīd GPS izsekošanas ierīcēs izmantotajiem algoritmiem. Algoritma testēšanai tiek izmantota izsekošanas ierīce *GeogramOne*, oriģinālā ierīces programmatūra, izmantojot iebūvēto GSM moduli, strādā, ar īsziņu sūtot koordinātas uz īpašnieka tālruni.

Lai uzlabotu šādas ierīces darbības nepārtrauktību, GSM moduli ir iespējams izmantot ne tikai koordinātu nosūtīšanai, bet arī atrašanās vietas noteikšanai. Lai to izdarītu, jāveic apraide uz tuvākajā apkārtnē esošajām mobilo operatoru bāzes stacijām, visas stacijas atbild pēc noteikta laika, šis laiks ir atkarīgs no signāla izplatības ilguma, tātad tā stacija, kas ir atbildējusi visātrāk, atrodas vistuvāk GSM uztvērējam. Zinot, cik ilgi signāls ir ceļojis no bāzes stacijas līdz uztvērējam, iespējams aprēķināt attālumu no uztvērēja līdz raidītājam. Savukārt, ja ir zināmas raidītāju koordinātas, iespējams aprēķināt arī uztvērēja atrašanās vietu.



Att. Multilaterācijas ģeometriskais attēlojums

Pētījuma gaitā ir atklājies, ka cilvēki kļūdaini dēvē šo aprēķinu metodi par triangulāciju. Triangulācija ir aprēķins, izmantojot leņķus trijstūrī, taču mūsu gadījumā tiek izmantotas riņķa līnijas un trijstūra vietā – daudzstūris, kur katrs stūris atbilst vienai bāzes stacijai. Pareizi ir šo metodi dēvēt par multilaterāciju, tā aprēķina vietu, kur krustojas noteikts skaits riņķa līniju. Teorētiski ierīcei būtu jāatrodas riņķa līniju krustojšanās vietā, taču attālumu jeb rādiusu nav iespējams noteikt pietiekami precīzi, tādēļ realitātē riņķa līnijas krustojas vairākos punktos vai nekrustojas nemaz, tātad, veicot aprēķinus, ir jāņem vērā kļūdas varbūtība, un tas ievērojami sarežģī aprēķinu veikšanu un pat padara to neiespējamu, lietojot tradicionālās algebriskās aprēķinu metodes. Tomēr mūsdienu datortehnoloģijas, izmantojot iteratīvo nelineārās regresijas metodi *Non-linear least squares*, veicot vairākus tūkstošus iterāciju, salīdzinoši precīzi ļauj noteikt varbūtēju ierīces atrašanās vietu.

Alternatīva multilaterācijai ir signālu kolekcijas metode, lai to izmantotu, ir jāveic signālu mērījumi vietās, kurās sistēmu paredzēts izmantot. Pie noteikta mērījumu blīvuma šī metode kļūst precīzāka par multilaterāciju, tādēļ tā ir populāra pozicionēšanai iekšējās telpās.

Rezultātā ir iegūts jauns algoritms, kas ļauj ierīcei orientēties vidē, kurā nav pieejams vai ir vājš GPS signāls. Izstrādātais algoritms tiek realizēts sarežģītā izsekošanas sistēmā, ar kuras palīdzību tiek nodemonstrēta algoritma darbība un pierādīta tā efektivitāte.

MOBILO IERĪČU ATBALSTS ELEKTRONISKO DOKUMENTU APRITĒ

Mūsdienās mobilās ierīces tiek izmantotas arvien plašāk. Visstraujāk pieaug tieši izmantoto viedtālrunu un planšetdatoru skaits. Kopā ar mūsdienīgiem mākoņdatošanas risinājumiem, mobilo ierīču iespējas tiek ievērojami paplašinātas. Tādējādi mobilās ierīces spēj nodrošināt augstas veiktspējas un plašu funkcionālo iespēju programmatūras atbalstu. Mākoņdatošanas risinājumi piedāvā iespējas vienkārši piekļūt dažādiem dokumentu aprites servisiem un to koplietojamajiem resursiem no jebkuras vietas, kur ir pieejams interneta pieslēgums, un nodrošina plašu ierīču atbalstu.

Pētījuma mērķis ir izpētīt un izanalizēt mobilo ierīču atbalsta iespējas elektronisko dokumentu apritē, un izstrādāt tīmekļa elektronisko dokumentu darbplūsmu lietotni.

Mērķa sasniegšanai ir izvirzīti šādi uzdevumi: izpētīt tīmekļa lietojumu izstrādi mobilajām ierīcēm un dizaina vadlīnijas mobilajiem lietojumiem, izanalizēt mobilo ierīču atbalsta iespējas elektronisko dokumentu apritē, izpētīt mobilo ierīču tīmekļa lietojumu izstrādes tehnoloģijas un izstrādāt tīmekļa elektronisko dokumentu aprites lietojumu, nodrošinot mobilo ierīču atbalstu.

Praktiski visas mūsdienu mobilās ierīces, ar interneta pieeju un tīmekļa pārlūku, ļauj izmantot tīmeklī bāzēto lietotņu funkcionālās iespējas. Informācijas tehnoloģiju, tīmekļa un bezvadu komunikāciju attīstība liek strauji attīstīties mobilo komunikāciju infrastruktūrai. Tīmekļa vietņu apmeklējumu statistika liecina par to, ka arvien biežāk tās tiek apmeklētas, izmantojot mobilās ierīces, kas arī ir iemesls tīmekļa lietotņu izstrādei, kas ir paredzētas lietošanai mobilajās ierīcēs.

Pielāgojot tīmekļa lietotni mobilajai ierīcei, iespējams pielietot dažādas izstrādes tehnoloģijas. Izstrādes tehnoloģijas atšķiras ar to realizācijas sarežģītību. Izstrādātāji plaši pielieto tādas tehnoloģijas kā tīmekļa lietotnes pielāgojumi mobilo ierīču atbalstam, atsaucīga un adaptīva dizaina izstrāde, atsevišķas tīmekļa vietnes izveide mobilajām ierīcēm un unikālas mobilās lietotnes izstrāde.

Visos uzņēmumos un iestādēs notiekošie biznesa procesi rada lielu daudzumu dokumentu. Dokumentu kustība veido lielus birokrātiskus procesus. Elektronizējot dokumentu kustību, tiek ieviesti standartizēti biznesa procesi, nodrošinot šo dokumentu ātrāku un efektīvāku apstrādi, ātrāku dokumentu apriti starp iesaistītajām personām, kā arī ievērojamu papīra dokumentu skaita samazinājumu. Rezultātā veidojas vienkāršas, visiem saprotamas elektronisko dokumentu darbplūsmas.

Padarot darbplūsmas pieejamas jebkurā ierīcē, tajā skaitā, mobilajās ierīcēs, tiek nodrošināts mākoņdatošanas pakalpojums, kas palielina dokumentu apstrādes efektivitāti un dokumentu aprites ātrumu, kā arī nodrošina pilnīgu biznesa procesu aktivitāšu vadīšanu.

Darbplūsmu procesi, kas ir jāpadara pieejami mobilajās ierīcēs, nodrošina iestāžu darbinieku un klientu dokumentu izveidošanu, pieņemšanu, saskaņošanu un elektronisko parakstīšanu. Pēc katra šāda dokumenta apstrādes, iesaistītās personas var saņemt tūlītējus paziņojumus mobilajā lietotnē, elektroniskā pasta veidā vai īpaši izveidotos darbplūsmu darāmo darbu sarakstos.

Mobilo darbplūsmu ieviešana uzņēmumos nodrošina tādas priekšrocības kā paplašināta biznesa lietojumprogrammatūras un darbplūsmu sasniedzamība, uzņēmuma līmeņa drošības un pārvaldības realizācija dokumentu apstrādē, uzlabots lēmumpieņemšanas procesu ātrums, kā arī nodrošināta tieša sadarbība un integrācijas iespējas ar esošajiem elektronisko dokumentu aprites risinājumiem.

ĢEOTELPISKU IEZĪMJU INDEKSĒŠANAS IZMANTOŠANA INFORMĀCIJAS MEKLĒŠANAI INTERNETĀ

Pēdējās desmitgadēs tehnoloģiju attīstība ir kļuvusi strauja un informācijas pieejamība lietotājam ir kļuvusi primāra. Esošais informācijas daudzums tīmekļa resursos ir ļoti liels un strauji pieaug, kas ietekmē arī informācijas izgūšanu, to padarot lēnāku un komplicētāku.

Tīmekļa resursi ir pārblīvēti ar informācijas daudzumu, jo informācijas radītājs ir ieinteresēts, lai tā tiktu izplatīta pēc iespējas plašākam lietotāju lokam, kā rezultātā lietotājs nespēj ātri atrast vēlamu informāciju.

Ģeotelpiskās iezīmes ir HTML paplašinājumi, kas ļauj atzīmēt informācijas struktūrā noteiktas ģeotelpiskas atsauces kā koordinātas, adreses un pasta indeksus, ģeogrāfiskās vietas nosaukumus.

Ģeotelpisku iezīmju izmantošana informācijas strukturēšanai vēl nav populāra, bet, pieaugot informācijas daudzumam, to noteikti izmantos, lai uzlabotu informācijas meklēšanu un pārlūkošanu.

Informācijas tehnoloģiju lietotājam informāciju ir ērtāk un vieglāk uztvert telpiskā veidā, kur informācija ir piesaistīta kādam ģeogrāfiskam materiālam, kā kartei, plānam, shēmai. Tas tiek realizēts ar jaunās paaudzes tīmekļa ĢIS tehnoloģijām, kas ļauj veidot interaktīvas tīmekļa vietnes, kuras ir ērti un viegli lietojamas.

Ģeotelpisku iezīmju indeksēšanas izmantošana informācijas meklēšanai internetā un meklēšanas rezultātu interaktīva pārlūkošana, izmantojot ĢIS tehnoloģijas, ļautu lietotājam izvairīties no nevajadzīgas informācijas un uztvert tikai nepieciešamo, kas atrodas viņa izvēlētajā ģeogrāfiskās atrašanās vietā.

Informācijas meklēšana un ģeotelpiska rezultātu pārlūkošana tīmekļa vietnē ļautu lietotājam ar vienu pieprasījumu izgūt vēlamu informāciju, kas ir piesaistīta noteiktām ģeogrāfiskām atrašanās vietām uz kartes, kas attiecīgi tiek noteiktas un indeksētas, izmantojot informācijas struktūrā atrodamās ģeotelpiskās iezīmes.

Informācijas strukturēšana un meklēšanas rezultātu pārlūkošana ļautu nākotnē optimizēt meklēšanas procesu, izvairoties no problēmām, ko sagādās pārblīvētais informācijas daudzums.

Galvenā nākotnes tendence šajā nozarē ir, ka informācijas daudzums un pieprasījumi pēc tās nesamazināsies, bet tikai pieaugs pēc eksponenciālas līknes. Nepieciešami pētījumi, kas ļaus šajā informācijas daudzumā pietiekami ātri un labi meklēt informāciju, kuru pēc pieprasījuma vēlas redzēt lietotājs.

ATKLĀTĀ PIRMKODA DATU BĀZU VADĪBAS SISTĒMU TELPISKO DATU APSTRĀDES IESPĒJU SALĪDZINĀJUMS

Svarīgi noskaidrot atklātā pirmkoda datu bāzu vadības sistēmu spēju nodrošināt telpisko datu apstrādi un praktisku telpisko datu apstrādes iespējas.

Nepieciešams veikt teorētisko faktu un datu apkopojumu, kas ļaus apgūt telpisko datu bāzu vadības sistēmu darbības principus.

Veikta trīs vadošo atklātā pirmkoda telpisko datu bāzu izvēle, kas tika lietotas, kā izstrādāta darba pamats zināšanu bāzes izveidei.

Sekmīga kritēriju izstrāde datu bāzu vadības sistēmu novērtējumam veicina efektīvu datu bāzu salīdzinājuma izstrādi.

Datu bāzu vadības sistēmu novērtējums sniedz teorētiskas prognozes par telpisko datu nodrošinājumu, kas paplašinās zināšanu spektru par datu bāzu vadības sistēmu darbības specifiku.

Labi izstrādāta datu bāzu vadības sistēmas ģeometriskā algebra ir svarīga sekmīgu telpisko datu apstrādes funkciju nodrošināšanā.

Datu bāzu datu apstrādes struktūra ir svarīgs datu bāzu veikspējas kritērijs, kas liecina par datu plūsmu un izgūšanu no datu bāzu vadības sistēmas.

Svarīgi ir pielietot visas iegūtās zināšanas datu bāzu vadības sistēmu salīdzinājumā.

Izvēlētās datu bāzes visas ir spējīgas apstrādāt telpiskos datus, kā arī sniegt kvalitatīvu telpisko datu nodrošinājumu, kas veicina kvalitatīvu telpisko datu ievadi un izgūšanu no datu bāzu vadības sistēmām.

Katra izvēlētā telpiskā datu bāze sniedz sev raksturīgu funkciju kopu, kas nosaka vadības sistēmas nepieciešamību konkrētai darba sfērai – zinātnei, matemātisko datu apstrādei vai datu glabāšanai un pieejai.

Teorētiskās zināšanas nesniedz saturīgu salīdzinājuma pamatu, jo teorija nespēj apkopot visas problēmas, ar ko lietotājs praktiski saskarsies, ikdienā lietojot datu bāzu vadības sistēmas.

Praktiskā datu bāzu izpēte sniedz nepieciešamo praksi, kas nodrošina sistēmu salīdzinājuma praktiski iegūto zināšanu un problēmu argumentus.

Atklātā pirmkoda datu bāzu vadības sistēmas ir spējīgas nodrošināt kvalitatīvu telpisko datu apstrādi un uzturēšanu.

Ir nepieciešams veikt pilnu datu apkopojumu, kas ir nepieciešams strukturētas rekomendācijas sniegšanai lietotājiem.

Sniedzot subjektīvās rekomendācijas, ir jāizvērtē pilno datu apkopojumu.

Vadošo datu bāzu vadības sistēmu nav iespējams izvirzīt, balstoties uz veikto pētījumu, jo katra datu bāzu vadības sistēma sniedz datu apstrādes funkcijas, kas nav kādai citai datu bāzu vadības sistēmai.

INTERAKTĪVAS INFOGRAFIKU TĪMEKĻA VIETNES IZSTRĀDE

Infografika ir vizuāla eseja, kuras pamatā ir skaidri definēta tēze, bet saturu veido diagrammas un grafiki.

Vizuālā daļa, kas tiek veidota no kodēšanas ar krāsu, grafikas un dažādām norādēm, saturs, kas ietver laika posmus, statistiku un atsauces, un zināšanas, kas sastāv no faktiem un dedukcijām, ir infografikas sastāvdaļas.

Pievilcības, izpratnes un saglabāšanas noteikumi, kas nosaka infografikas kvalitāti, nosaka mērķauditoriju un tās spēju uztvert un atcerēties informāciju.

Diagrammās datus ir vieglāk saprast, jo datu attēlojums ļauj vieglāk pamanīt tendences.

Nepārtrauktu datu vizuāls attēlojums, kas sadalīts intervālos un frekvencēs, ir histogrammas.

Diskrētu datu attēlojums, ņemot vērā atšķirīgu kategoriju vērtības, veido joslu diagrammas.

Sektoru, riņķa un polāro platumu diagrammas veido no saistītiem datiem, kur diagrammu daļas atspoguļo ierakstu proporcionalitāti pret pārējiem.

Secīgu punktu izvietošana un savienošana veido līniju diagrammas, kas atvieglo datu un informācijas tendenču pamanīšanu.

Burbuļu diagrammas sastāv no apliem, kuru izmēri ir proporcionāli datiem, ko tie attēlo.

Interaktīvu infografiku tīmekļa vietņu apskatīšana ļauj novērot aktuālas tendences un tehnoloģijas, kas tiek izmantotas šo vietņu izstrādei.

85% interaktīvu infografiku tīmekļa vietņu satur animētus elementus, 64% satur norādes tipa elementus, bet 49% ir ritināšanas tipa vietnes.

33% interaktīvu infografiku tīmekļa vietņu tiek veidotas, izmantojot ierastos izstrādes rīkus, 23% papildus izmanto „Canvas”, un vēl 21% „Canvas” vietā izmanto SVG.

HTML5 izmantošana interaktīvu tīmekļa vietņu izstrādē atvieglo risinājuma pārvešanu starp platformām, un sniedz atbalstu jaunākajās pārlūkprogrammās.

„Canvas” elements ir līdzīgs elementam, tas nozīmē, ka abu manipulācijām var izmantot līdzīgas metodes.

Vienkārši grafiskie elementi, kā līnijas un četrstūri, veido SVG notikumu modeli, kas savukārt būtiski atvieglo lietotāja mijiedarbību.

Objektu modelis, kas sastāv no elementiem, atribūtiem un stiliem, ir SVG sastāvdaļa.

„Canvas” neglabā informāciju par atveidotajām formām, jo attēls uz tā tiek zīmēts tūlītēji.

SVG ļauj aizstāt rastra attēlus ar augstas precizitātes vektoru dokumentiem, jo ir mērogojams.

„Canvas” tieši neatbalsta kursora norādes, elementu izlases, tabulēšanu starp elementiem un mērogošanu, tāpēc šo operāciju veikšanai nepieciešams konstanti novērot kursora koordinātas.

ATVĒRTĀ PIRMKODA AUTOPARKA VADĪBAS SISTĒMU NOVĒRTĒJUMS

Plašais atvērtā pirmkoda autoparka vadības sistēmu klāsts liek pārdomāt komerciālo risinājumu izmantošanu uzņēmumu darbībā. Atvērtā pirmkoda programmatūra sniedz iespēju pielāgot sistēmas konkrētām uzņēmumu vajadzībām, kā arī optimizēt izmaksas, bet nav īsti skaidrs, cik tā ir kvalitatīva.

Pētījuma mērķis ir novērtēt populārākās autoparka vadības sistēmas un sniegt rekomendācijas labākās sistēmas izvēlē. Minētā mērķa sasniegšanai ir izvirzīti vairāki uzdevumi: izveidot aptaujas anketu un intervēt autoparka vadības sistēmu lietotājus (loģistikas speciālistus, autoparka pārvaldībā iesaistītās personas). Balstoties uz aptaujā iegūto informāciju, izveidot kritērijus atvērtā pirmkoda autoparka vadības sistēmu novērtējumam, izvēlēties populārākās autoparka vadības sistēmas, veikt sistēmu novērtēšanu, sniegt rekomendācijas piemērotākās sistēmas izvēlē.

Pētījumā tiek apskatītas tādas atvērtā pirmkoda autoparka vadības sistēmas kā OpenGTS, OpenERP un *Traccar*. Apskatītās atvērtā pirmkoda autoparka vadības sistēmas atbalsta pamata funkcionalitātes, kuras plaši tiek izmantotas arī komerciālajos risinājumos. Ne visām sistēmām minētās funkcionalitātes darbojas vienlīdz kvalitatīvi un tām ir dažādas funkciju pielāgošanas iespējas (atskaīšu, dizaina, digitālo karšu lietojumu u.c.).

Anketēšanā tika iesaistīti 24 speciālisti no 16 dažādiem uzņēmumiem un valsts iestādēm, kuri ikdienas darbā izmanto autoparka vadības sistēmas. Rezultāti atklāj interesantas tendences sistēmas izmantošanā. Visi 100% respondenti atzīst, ka neizmanto visas funkcijas savu komerciālo autoparka vadības sistēmu darbībā. Par pamatfunkcijām sistēmās tiek uzskatītas reālā laika, tiešsaistes GPS sekošanas iespēja un degvielas kontrole. Tikai viens no 16 uzņēmumiem izmanto savām vajadzībām pielāgotu sistēmu, bet tik un tā atzīst, ka neizmanto visas iespējas.

Autoparka vadības sistēmu salīdzināšanai pētījumā ir noteikti vairāki vērtēšanas kritēriji, t.i., globālās pozicionēšanas sistēmas tiešsaistes sekošana, dažādu digitālo karšu lietojumu ieviešanas iespējas, pielāgojams sistēmas dizains un funkcionalitāte, palīgmateriālu pieejamība, uzstādīšanas prasības. Sistēmas kopējā rezultāta noteikšanai izmantota nosvērtās summas metode, kur katra kritērija svarus nosaka lēmējpersona.

Pētījuma gaitā tika secināts, ka lielākā daļa no atvērtā pirmkoda autoparka vadības sistēmām ir ļoti nepilnīgas vai arī jau novecojušas. Tikai dažas no sistēmām ir pietiekami kvalitatīvas, lai tās būtu vērts apskatīt un analizēt. Daļa no apskatītajām atvērtā pirmkoda autoparka vadības sistēmām tiek izmantotas komerciālo un privāto sistēmu izstrādē. Lielākā daļa Latvijā strādājošie loģistikas speciālisti un autoparka pārvaldības procesā iesaistītās personas izmanto tikai daļu no sistēmās pieejamajām funkcijām.

ADAPTĪVO DARBPLŪSMU IZMANTOŠANA KLIENTU PLŪSMAS VADĪBAS SISTĒMU OPTIMIZĀCIJAI

Ikdienas dzīvē katram no mums nākas izjust rindas situāciju, piemēram, tirdzniecības vietās, valsts iestādēs, izklaides pasākumos, lidostās un visās citās masu apkalpošanas vietās. Datorzinātnē rinda ir datu struktūra objektu saraksta glabāšanai, kuri gaida datu apstrādes sistēmas pakalpojumus. Reālajā dzīvē objekti ir klienti un tas fakts, ka ir jātērē savs dārgais laiks nepieciešamo vai vēlamo pakalpojumu (produktu) saņemšanai, parasti negatīvi ietekmē pakalpojuma (produkta) sniedzēja novērtējumu. Savukārt šī neapmierinātība var motivēt klientu meklēt labāku apkalpošanu citur un rezultātā samazināt uzņēmumam peļņu.

Jebkurš pakalpojums vai produkta piegādes process ir biznesa process (BP). Informācijas tehnoloģiju (IT) pasaule nestāv uz vietas, un 80. gados bija uzsākta uzņēmuma resursu plānošanas jeb *ERP* sistēmu izstrāde, lai nodrošinātu visu uzņēmuma BP-u realizāciju. Laika gaitā situācija ir mainījusies un programmatūras izstrādātāji ir sapratuši: kas dara visu, rezultātā nedara neko. Mūsdienās *ERP* mērķis ir produkta ražošana un piegāžu ķēdes nodrošināšana, citiem vārdiem sakot, vēlme dabūt klientu. Nākamais klientu apkalpošanas sistēmu veids ir klientu attiecību pārvaldība jeb *CRM*. *CRM* galvenais mērķis ir vadīt attiecības ar klientu, respektīvi, nodrošināt klienta lojalitāti jeb zināt klientu. Trešais veids pēc kārtas, bet ne pēc nozīmes, ir klientu plūsmas vadības (KPV) sistēmas, kas ļauj īsā laika periodā palielināt produktivitāti un samazināt izmaksas par 30%, pateicoties klientu plūsmas caurlaidspējas palielināšanai un kvalitātes servisa paaugstināšanai.

Iepriekšminētās klientu apkalpošanas sistēmas būtībā īsteno BP-us. IT industrijā pēdējos desmit gados tiek plaši attīstītas biznesa procesu vadības (BPV) sistēmas, kurās pamatā ir darbplūsmas vadības sistēmas un BP-u analīzes rīki. Šīs sistēmas un adaptīvās darbplūsmas koncepcija ļauj novērst KPV sistēmu trūkumus, kas ir minēti vairākos zinātniskajos rakstos. Tie ir (1) KPV sistēmas plūsmas vadīšana notiek neatkarīgi no piedāvātā pakalpojuma un (2) pārsvarā tiek piedāvāti rindas problēmas risinājumi. Darbā piedāvātā optimizācija ir iespējama sistēmām, kuras sniedz pilnu pakalpojumu. Implementēšanai ir izmantotas adaptīvās darbplūsmas vadības sistēmas, kuras balstās uz procesu variantiem, apkalpes kvalitātes rādītāju jeb *QoS* ievērošanu un izņēmumu apstrādi.

Pētījuma mērķis ir izstrādāt adaptīvās darbplūsmas vadības sistēmas risinājumu, kas nodrošina integrētās KPV sistēmas uzbūvi. Pētījuma mērķis nav Latvijas vai ārzemju tirgū pieejamu KPV sistēmu optimizēšana vai kļūdu labošana, bet divu tehnoloģiju analīze un konsensa meklēšana, lai to apvienojums pastiprinātu labās īpašības un samazinātu trūkumu ietekmi BP-u realizācijā.

Mērķa sasniegšanai (1) ir jāizpēta adaptīvās darbplūsmas, tās attīstības vēsture, pielietošanas veidi un implementācijas iespējas; (2) ir jānoskaidro KPV darbības pamatprincipi; (3) ir jāizstrādā integrētās sistēmas prototips; (4) ir jāpārlicinās, ka adaptīvās darbplūsmas integrācija ar KPV sistēmām pozitīvi ietekmē BP-u realizāciju; (5) ir jāpārbauda hipotēze, ka *Microsoft SharePoint Server* platforma kopā ar *Nintex Workflow* programmatūru un tīmekļa apkalpes iespējām veido adaptīvās darbplūsmas vadības sistēmu.

Plānotie rezultāti ir (1) adaptīvās darbplūsmas vadības sistēmas loģiskās un fiziskās arhitektūras uzbūve un prototipa izstrāde; (2) BP-u variantu izmantošana integrētās KPV sistēmās klientu plūsmas caurlaidspējas palielināšanai, resursu noslodzes samazināšanai un pakalpojuma kvalitātes uzlabošanai; (3) hipotēzes pārbaude, ka *Microsoft SharePoint Server* un *Nintex Workflow* iespējas kopā ļauj izstrādāt integrēto KPV sistēmu.

CIPARU VADĪBAS PANEĻU PROJEKTĒŠANAS METODES IZSTRĀDE

Mūsdienās, kad informācijas apjoms strauji un nepārtraukti pieaug, ciparu vadības paneļi kļuvuši par populārāko informācijas pasniegšanas veidu. Tie apvieno informāciju no dažādiem datu avotiem un atspoguļo to grafiskā un saprotamā veidā vienā ekrānā. Tas palīdz ātri analizēt informāciju no dažādiem skatupunktiem un pieņemt atbilstošus lēmumus.

Ciparu vadības paneļa izstrādē ir trīs nozīmīgi posmi. Pirmais posms - pareizas IT infrastruktūras izvēle un izstrāde, pamatā tā ir datu noliktavas izstrāde, no tā ir atkarīgs iespējamo lietotāju skaits un vadības paneļa veiktspēja. Pēdēja laikā bieži vadības paneļa izstrādes rīki izmanto datu bāzes, kas glabā informāciju operatīvajā atmiņā, aizvietojot datu noliktavas nepieciešamību. Otrais posms - svarīgi pareizi definēt un izvēlēties izpildes pamatrādītājus, jo no tā ir atkarīgs, vai attēlotā informācija būs lietderīga vai nē. Trešais posms - efektīva lietotāju saskarnes izstrāde, tā kā informācijas prezentēšanas laukums ir stingri ierobežots, svarīgi, attēlojot to izmantot vizualizācijas principus, kas palīdz pievērst lietotāju uzmanību svarīgai informācijai, kā arī attēlot to saprotamā veidā. Neskatoties uz ciparu vadības paneļu popularitāti, literatūrā ir maz informācijas par to izstrādes metodēm. Ciparu vadības projektēšanas metodes bieži ir fokusētas tikai uz vienu no tā izstrādes fāzi, vai uz efektīvas izpildes pamatrādītāju izvēli, vai uz informācijas sistēmas izstrādes svarīgiem aspektiem, kā arī atsevišķi apskatīti datu grafiskās attēlošanas principi. Ir noteikts, ka rādītāji no vienas sfēras nedod efektīvu pārskatu par situāciju uzņēmumā, tāpēc nepieciešams analizēt gan finanšu, gan citus uzņēmuma vadības pamatfunkciju rādītājus. Šajā darbā ir izstrādāta ciparu vadības paneļa projektēšanas metode, kurā ir parādīta datu savstarpējā saistība un atkarība.

Izstrādātā metode sastāv no deviņiem soļiem, kas apskata visu vadības paneļa dzīves ciklu. Par pamatu ir ņemti trīs jautājumi no Lempinen metodes. Tie jautājumi ir: ko mērīt, kur un kā iegūt vajadzīgos datus, kā nogādāt informāciju lietotājiem. Izstrādātajā metodē pirmie četri soļi apskata vispārīgo prasību noteikšanu, izpildes pamatrādītāju izvēli un to analīzi. Nākamie trīs soļi ir saistīti ar piemērotākās IT infrastruktūras izvēli un tās īstenošanu, kas palīdz eksportēt datus no datu avotiem līdz vadības paneļa rīkiem. Septītais solis apskata efektīvu lietotāju saskarnes izstrādi, pēdēji divi soļi ir izstrādes projekta nobeigšana un izstrādātā risinājuma uzturēšana. Tā kā viens no uzdevumiem ir parādīt datu savstarpējo atkarību, kas ir saistīta ar izpildes pamatrādītāju izvēli un efektīvas lietotāju saskarnes izstrādes soli, tāpēc tie ir izstrādāti detalizētā veidā IT pakalpojumu dienesta vadības panelim.

Praktiskā daļā ir demonstrēta IT pakalpojuma dienesta vadības paneļa izstrāde. Vadības panelī ir atspoguļoti IT pakalpojuma dienesta izpildes pamatrādītāju, kas balstās uz ITIL principiem, finanšu dati un to savstarpējās atkarības. Vadības panelis ir izstrādāts, izmantojot „Qlikview” biznesa intelekta rīku, kas izmanto datu glabāšanu operatīvajā atmiņā, kas vienkāršo integrācijas problēmu, kā arī rīkam ir plašas funkcionālās un vizualizācijas iespējas.

Pētījuma gaitā ir izanalizētas esošā vadības paneļa projektēšanas metodes, un, balstoties uz iegūtajām zināšanām, ir izstrādāta metode, kas apskata visu vadības paneļa dzīves ciklu. Diviem svarīgiem posmiem ir izstrādāta detalizēta projektēšanas metode IT pakalpojuma dienestam, un parādīta to praktiskā realizēšana.

ERP SISTĒMU OBJEKTU NAVIGĀCIJAS STRATĒGIJU NOVĒRTĒŠANA

Mūsdienās lielas, vidējas un mazas organizācijas implementē ERP risinājumus, lai pārvaldītu savus biznesa plānus un politiku. Tirgū ir pieejamas vairākas izstrādātas ERP sistēmas. Piedāvātie risinājumi iekļauj standarta biznesa procesus, kas ir kopīgi visiem uzņēmumiem. Tādējādi ERP izstrāde uzņēmumam vienmēr ir saistīta ar zināmām modifikācijām izstrādātāja piedāvātās ERP sistēmas komponentu pirmkodā, kas ļauj pielāgot ERP sistēmu konkrēta uzņēmuma biznesa procesu īpašībām.

Standarta ERP sistēmā ir liels objektu skaits ar specifiskām īpašībām. Tas nozīmē, ka objekts ar vienu nosaukumu spēj atrasties dažādās repozitorija vietās un tiek izmantots vairākos moduļos, programmās vai tabulās, kā arī satur dažādu informāciju. Lai samazinātu izstrādes un pielāgošanas laiku, kā arī nepārpildītu repozitoriju ar dublējošas funkcionalitātes objektiem, jebkurā ERP izstrādes programmatūrā ir repozitorija pārmeklēšanas rīks, kas kalpo par izstrādātāja tehnisko vārdnīcu.

ERP sistēmu modificēšanas iespēju izpēte, uzbūves pārskats ar galveno konceptu atzīmēšanu, objektu pārmeklēšanas stratēģiju plusu un mīnusu definēšana, repozitorija uzbūves pētījums, novērtējot to priekšrocības un trūkumus, kā arī ERP sistēmu novērtējums un secinājumi dod bāzi sava pārmeklēšanas risinājuma izstrādei.

ERP sistēmā ir homogēna lietojumprogramma, kas piedāvā jau gatavu risinājumu un kurā jaunas izstrādnes īpatnība ir samērā mazs, jo izstrādne galvenokārt balstās uz standarta komponentu pielāgošanu. Turpretī pielāgošanās izmaiņām nav vēlams, jo gadījumā, ja standarta komponentei ir nepieciešamas lielas izmaiņas, pirmkods ir jāpārkopē un jāizveido pielāgotu komponentes versiju. Mazas izmaiņas ir iespējams veikt tikai tādām nolūkam paredzētā vietā standarta komponentes pirmkodā. Atkarībā no tā, ko izstrādātājs meklē, repozitorijā ir definēta sava pārmeklēšanas stratēģija, toties meklēšana notiek pārāk ilgi un ne vienmēr precīzi. Repozitorija pārmeklēšanas laiku dažos gadījumos (piem., meklējot lauku) nav iespējams samazināt pārāk liela skaita objektu dēļ. Jo vairāk informācijas par objektu ir pieejama iestrādātājam, jo ātrāk un efektīvāk nostrādās repozitorija pārmeklēšana.

IT PAKALPOJUMU DIENESTA IZMANTOŠANA BIZNESA PROCESU UZLABOŠANĀ

Pētījums tiek veltīts mūsdienās aktuālai tēmai - pakalpojumu dienesta izmantošanai uzņēmējdarbībā. Pakalpojumu dienests apstrādā ļoti lielus informācijas apjomus, jo dienests ir centrālais punkts, kur tiek reģistrēti un apstrādāti visi klientu pieteikumi. Bieži vien informācija, kura var derēt biznesa procesu uzlabošanai, netiek reģistrēta, jo ir ārpus pakalpojuma dienesta apkalpošanas jomas. Pēc IBM pētījuma bizness nav spējīgs izanalizēt līdz pat 90% no iegūtajiem datiem. Darba gaitā tiek izpētītas jaunākās IT pakalpojumu pārvaldības, pakalpojumu dienesta attīstības tendences un tehnoloģijas, izpētīti un izanalizēti ITIL labāko prakšu ieteikumi, „Lean” IT darbības uzlabošanas ieteikumi. Pētījuma mērķis ir noskaidrot, kā efektīvāk izmantot pakalpojumu dienestu, lai netiktu pazaudēta vajadzīgā informācija.

„Lean” galvenā ideja ir likvidēt krāmus, kur krāmi ir darbs, kas nerada nekādas vērtības produktam vai pakalpojumam. „Lean” ir pieeja no lejas uz augšu, jo katrs darbinieks labāk zina par savu procesu, kuru izpilda. Informācijas tehnoloģiju infrastruktūras bibliotēka (ITIL) piedāvā sistemātisku pieeju, lai piegādātu kvalitatīvus IT pakalpojumus. Atšķirība no „Lean”, ITIL ir pieeja no augšas uz leju, kad vadītāji nosaka pārmaiņas. Incidentu pārvaldības uzdevums ir pēc iespējas ātrāk atjaunot pakalpojuma darba spējas, vai nepieļaut pakalpojuma darbaspēju zudumu un samazināt incidenta ietekmi uz klienta darbu vai biznesu. Problēmu pārvaldības uzdevums ir, atklājot incidentu cēloni un ierosinot izmaiņas (RFC), novērst incidentu atkārtošanos un samazināt incidentu un problēmu iespaidu uz klienta darbu vai biznesu. Salīdzinot ITIL ar „Lean” terminoloģiju, defekts ir gan incidents, gan problēma. Bet, ja incidents nenotika, tad arī nebūs identificēta konkrēta servisa nepilnība un procesu posmi, kuri nenes nekādu vērtību lietotājam. Pakalpojumu dienests ir centrālais kontaktu punkts lietotājiem un pārzina esošo IT infrastruktūru, pieejamo programmatūru, IT iespējas. Līdz ar to pakalpojumu dienests var gan viegli identificēt uzņēmuma biznesa procesu krāmus no lietotājiem, saskaroties ar tiem, gan no IT viedokļa var redzēt pilnveidošanas iespējas un rezultātā, kā centrālais kontaktu punkts, palīdzēt ieviest uzņēmumā „Lean” kultūru.

Pētījuma rezultātā tika noskaidrots, ka „Lean” principi var papildināt pakalpojumu pārvaldības struktūru, tādu kā ITIL, jo tie arī atbalsta rutīnas procesu automatizēšanu. Kaut gan „Lean” tiek fokusēts vairāk uz krāmiem un to izskaušanu, gan ITIL, gan „Lean” mērķis ir vienāds – palielināt produktivitāti un pakalpojumu kvalitāti ar pastāvīgu pilnveidošanu. Problēmu pārvaldība skatās uz saknes cēloni un analizē, kāpēc notika incidents, un no tās perspektīvas, tā ir pilnveidošanas iespēja. Tieši tāds mērķis arī ir „Lean” pieejai. Izpētot tika noteikts, ka „Lean”, Problēmu pārvaldības un Pastāvīga pakalpojumu pilnveidošanas (CSI) procesiem ir viens mērķis. Tika noteiktas IT Pakalpojuma dienesta papildus izmantošanas jomas: „Lean” kultūras ieviešana, pilnveidošanas iespēju identificēšana, krāmu identificēšana. Uzņēmumi jau mēģina pielietot „Lean” pieejas IT pakalpojumu pārvaldībā, bet nav aprakstīts process, pēc kura nepieciešams pilnveidot katram darbiniekam. Tika noteikts, ka „Lean” un ITIL pieejās ir posmi, kuri savstarpēji pārklājas un kuri papildina viens otru.

Tālākajos pētījumos ir plānots izstrādāt un aprakstīt pakalpojumu dienesta pilnveidošanas procesu, kas izmantos kopējus „Lean” un ITIL standartizētus terminus, iekļaus „Lean” rīku izmantošanu, piemēram, prioritātes noteikšanas matricu, aprakstīs „Lean” un ITIL papildinošus posmus, aprakstīs „Lean” un ITIL pārklāšanās posmus, atspoguļos „Lean” kultūras ieviešanas veiksmīgumu. Pilnveidošanas procesam tiks noteiktas metrikas un KPI.

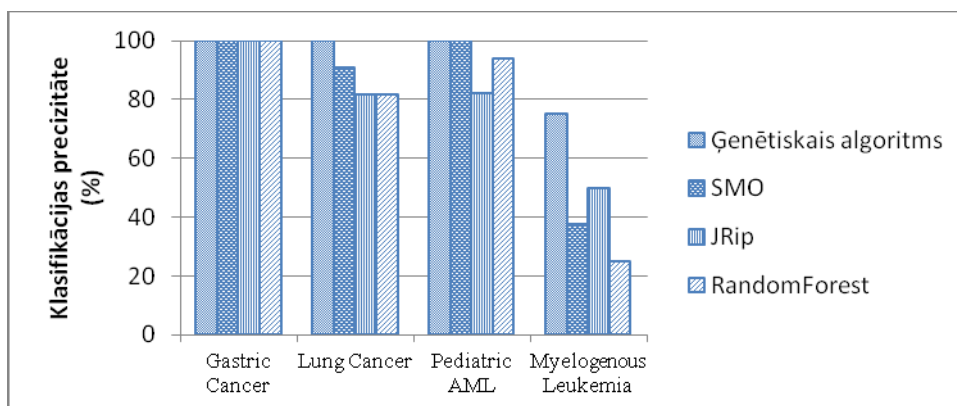
K. Bebris, I. Poļaka (zinātniskā vadītāja)

ĢENĒTISKO ALGORITMU IZMANTOŠANA KLASIFIKĀCIJAS KOKU IZVEIDĒ

Bioinformātikas datu kopām raksturīgs liels atribūtu skaits, mazs ierakstu skaits, trūkstošas vērtības un liels daudzums neinformatīvu datu. Visas šīs datu īpašības būtiski apgrūtinā to automatizētu apstrādi, tai skaitā ar klasifikācijas algoritmiem. Lai arī pastāv daudzi datu klasifikācijai paredzēti algoritmi, neviens no tiem nav spējīgs pilnībā atrisināt ar šo datu apstrādi saistītās grūtības.

Darba mērķis ir aplūkot ģenētisko algoritmu pielietošanas iespējas klasifikācijas koku izveidē reāliem bioinformātikas datiem.

Darbā tiek aplūkotas ģenētisko algoritmu pielietošanas iespējas klasifikācijas koku ansambļu izveidē, izstrādāta programmatūra, kurā realizēts darba mērķa sasniegšanai pielāgotais algoritms, un veikta algoritma snieguma salīdzinošā analīze, salīdzināšanas vajadzībām pielietojot atvērtā pirmkoda programmatūru Weka. Klasifikācijas algoritmu sniegums tiek pārbaudīts, pielietojot vairākas bioinformātikas datu kopas. Katra eksperimenta ietvaros 70% datu kopas pielietota klasifikatora apmācības vajadzībām un atlikušie 30% datu kopas - klasifikatora snieguma pārbaudei. Attēlā aplūkojams ģenētiskā algoritma sniegums pie optimāliem uzstādījumiem, kā arī algoritmu SMO, JRip un RandomForest sniegums, apstrādājot tās pašas datu kopas. Par optimāliem algoritma uzstādījumiem uzskatāmi tādi uzstādījumi (algoritma pielietoto bināro koku izmērs, mutācijas varbūtība, selekcijas operatora veids u.c.), kurus pielietojot algoritms sasniedz augstāko klasifikācijas precizitāti.



Att. Klasifikatoru precizitāte.

Kopumā, neskatoties uz algoritma snieguma atkarību no tā pielietotās sākuma populācijas, algoritms ir spējīgs optimālu uzstādījumu gadījumā sasniegt klasifikācijas precizitāti, kas ir līdzvērtīga vai augstāka nekā ar to salīdzinātajiem algoritmiem. Gadījuma veidā izveidotās sākuma populācijas negatīvās ietekmes novēršanai nepieciešams izveidot metodi, kas atļautu iegūt augstas klasifikācijas precizitātes sasniegšanai piemērotas sākuma populācijas.

MĀKOŅDATOŠANAS PLATFORMAS IZVEIDOŠANA DINAMISKAI IT RESURSU PĀRVALDĪBAI

Piemērota un atbilstoša risinājuma izvēle dinamiskai IT resursu pārvaldībai var palīdzēt uzturēt kārtību, palielināt veikspēju un mobilitāti, samazināt izmaksas.

Pētījuma mērķis ir izstrādāt risinājuma variantu dinamiskai IT resursu pārvaldībai, kas bāzēts uz mākoņdatošanas platformas. Mērķa sasniegšanai izvirzīti vairāki uzdevumi: izpētīt populārākās mākoņdatošanas platformas, izstrādāt vērtēšanas kritērijus, salīdzināt apskatīto platformu funkcionalitāti, noteikt piemērotāko platformu un sniegt rekomendācijas par to.

Izvirzītie vērtēšanas kritēriji: izmaksas, drošība un privātums, iespējas, funkcionalitāte.

Apskatītā mākoņdatošanas programmatūra ir *Windows Azure* (izstrādātājs *Microsoft*, nodrošina publiskā mākoņa izveidi), *Moab Cloud Suite* (izstrādātājs *Adaptive Computing*, mākoņa pārvaldības platforma) un *The Eucalyptus Cloud* (atvērtā koda programmatūra, lai izveidotu ar *Amazon Web services* savienojamu privātu vai hibrīda mākonī).

Apskatītie mākoņdatošanas pakalpojumi – *iCloud*, *Google App* un *Amazon Cloud Drive*. Pārskats par pakalpojuma risinājumiem ir apskatāms tabulā.

Tabula

Pārskats par mākoņdatošanas pakalpojumiem

		iCloud	Google App	Amazon Cloud Drive
Iespējas	E-pasts/Kontakti	x	x	
	Kalendārs	x	x	
	Dokumenti	x	x	x
	Bildes/video	x	x	x
Funkcionalitāte	Failu apskatīšana	x	x	x
	Failu rediģēšana	x	x	
	Failu koplietošana		x	
	Plašsaziņas līdzekļu plūsma	x		x
Operētājsistēmas	Windows (XP, Vista, 7)	x	x	x
	Mac OS X	x	x	x
	Linux	x	x	x
Mobilā pieeja	iPhone	x	x	
	iPad	x	x	
	Android		x	x
	BlackBerry		x	
	Windows Mobile		x	
	Mobile Browser		x	x

Turpinot pētījumu, atbilstoši kritērijiem noteiks piemērotāko platformu, izstrādās IT resursu pārvaldības risinājuma variantu un sniegs rekomendācijas par piemērotāko mākoņdatošanas platformu dinamiskai IT resursu pārvaldībai.

SERVERU OPERĒTĀJSISTĒMU IZPĒTE UN SALĪDZINĀŠANA PĒC DROŠĪBAS KRITĒRIJIEM

Katras serveru operētājsistēmas viens no darbības uzdevumiem ir tās drošības nodrošināšana pret dažādiem uzbrukumiem, sākot ar vienkāršu ļaundabīgu programmatūru, beidzot ar urķa ielaušanos. Tāpēc operētājsistēmu izstrādātājiem jāparedz dažādi iebūvēti drošības rīki – uguns mūri, drošības protokoli, drošības politika.

Pētījuma mērķis ir izpētīt serveru operētājsistēmas un salīdzināt to drošību pēc vairākiem kritērijiem. Esošā mērķa sasniegšanai ir izvirzīti vairāki uzdevumi: atrast un izpētīt informāciju par serveru operētājsistēmām; izstrādāt kritēriju kopu un vērtēšanas skalu serveru operētājsistēmu drošības salīdzināšanai; veikt serveru operētājsistēmu salīdzināšanu, novērtējot to drošību, pielietojot izstrādāto kritēriju kopu; veikt eksperimentus, pārbaudot dažādu serveru operētājsistēmu darbību praksē.

Pētījumā tiek apskatītas tādas operētājsistēmas kā Windows Server, Mac OS X Server, FreeBSD, Ubuntu Server. Apskatītās serveru operētājsistēmas atšķiras ar atbalstītajiem rīkiem, taču ir drošības protokoli, programmatūra, ko atbalsta visas sistēmas. Apskatītās operētājsistēmas izmanto dinamiskā resursdatora konfigurācijas protokolu iekšējo interneta protokola adresu piešķiršanai lokālajā tīklā, kā arī domēnu nosaukumu sistēmas. UNIX un Linux veida sistēmu īpašības ir šādas: tās izmanto atsevišķu lietotāju saskarnes programmatūru - X Windows System; ir pieejamas divas darbavirsmu vides – Gnome un KDE; izmanto programmu SAMBA, kas nodrošina failu koplietošanu starp UNIX un Windows sistēmām.

Drošību katrā serveru operētājsistēmā nodrošina iebūvētie uguns mūri, kas ir speciāli programmēti dators, kuru ievieto starp lokālo tīklu un interneta savienojumu, bet apskatāmo operētājsistēmu uguns mūri ir programmatūras. To drošības pakāpe nav augsta, jo nodrošina aizsardzību pret nelielu daļu no visiem uzbrukumu veidiem. Komerciālām serveru operētājsistēmām primārais ir to darbība, programmatūru atbalsts, sistēmas funkcionalitāte, aiz tā visa tikai nāk drošība, tāpēc tā ir zemas pakāpes. Šim nolūkam ir paredzēta uguns mūru konfigurācija vai ārēji uzstādāmi rīki, programmatūra augstākai drošībai. Daži no ārēji uzstādāmiem rīkiem, kas ir pieejami uz apskatītajām operētājsistēmām, ir šādi: Wireshark; Nessus, Snort.

Serveru operētājsistēmu salīdzināšanai pētījumā ir noteikti vairāki kritēriji. Vieni no kritērijiem ir: servisu uzticamība, uguns mūra konfigurēšanas iespējas, drošības politikas iespējas. Rezultātu noteikšanai tiks izmantota nosvērtās summas metode.

Pēc pētījuma veikšanas tika secināts, ka Linux un UNIX veida sistēmām ir vairākas kopīgas īpašības, bet to drošība nedaudz atšķiras. Pēc salīdzināšanas tika noteikta, ka drošākā ir FreeBSD operētājsistēma, jo tā nodrošina vairākus iebūvētos uguns mūrus, ko lietotājs var izvēlēties pēc vajadzības, kā arī ir diezgan plaša konfigurēšanas sistēma, kas paredzēta drošībai. Šī operētājsistēma tiks izmantota praksē un pārbaudīta, vai tā tiešām ir drošākā no apskatītajām.

ONTOLOĢIJAS INŽENIERIJA IZVIETOJUMA UZDEVUMAM DAUDZKRITĒRIJU LĒMUMU PIEŅEMŠANAS ATBALSTAM

Ontoloģijas inženierija apzīmē projektēšanas principu kopu, attīstības procesu un darbības, atbalsta tehnoloģijas un sistemātiskas metodoloģijas, kas atvieglo ontoloģijas attīstību un izmantošanu visā tā dzīves ciklā – projektēšanā, īstenošanā, izvērtēšanā, validācijā, uzturēšanā, izvietojumā, kartēšanā, integrācijā, apmaiņā un atkārtotā izmantošanā. Formālā līmenī ontoloģija ir sistēma, kas satur noteiktus konceptus (jēdzieni, klases), konceptu īpašības (atribūti, lomas), attiecības starp konceptiem (atkarības, funkcijas) un papildus ierobežojumus, ko nosaka aksiomas. Par konceptu var kalpot uzdevuma apraksts, funkcija, darbība, stratēģija utt.

Ontoloģija nosaka vienotu vārdnīcu pētniekiem, kuriem ir nepieciešams dalīties ar informāciju savā problēmsfērā. Tas ietver sevī mašīnai saprotamus jomas pamatjēdzienu formulējumus un attiecības starp tām. Ontoloģijas ir nepieciešamas vairāku iemeslu dēļ:

- Informācijas struktūras vienotas izpratnes dalīta izmantošana cilvēkiem vai programmas aģentiem.
- Atkārtota problēmsfēras zināšanu izmantošana.
- Skaidru pieņēmumu veikšana noteiktā problēmsfērā.
- Problēmsfēras zināšanu atdalīšana no operatīvām zināšanām.
- Problēmsfēras zināšanu analīze.

Atkarībā no ontoloģijas darbības jomas ontoloģijas var klasificēt šādi: vispārējā, augstāka līmeņa ontoloģija; problēmsfēras ontoloģija; uzdevumu ontoloģija; pielietošanas ontoloģija.

Ontoloģiju izstrādāšanai ir izstrādātas vairākas metodoloģijas. Visvairāk nobriedusi un ar labu detalizācijas līmeni ir metodoloģija METHONTOLOGY. Šajā metodoloģijā ir ietverta: ontoloģiju izstrādes procesa identifikācija; dzīves cikls, kurš balstīts uz attīstībā esošiem prototipiem; metodes, lai izpildītu katru darbību pārvaldības jomā, kura ir orientēta uz attīstību un darbības atbalstu.

Lēmumu pieņemšanas uzdevums ir alternatīvas izvēle no vairākām iespējamām. Atrisinot uzdevumu, tiek iegūts kāds rezultāts. Tiklīdz parādās vēl viens tāda paša veida uzdevums, visu risināšanas procedūru ir jāveic no paša sākuma. Ja uzdevums tiktu risināts ontoloģijas kontekstā, tad pēc ontoloģiju teorijas, parādoties atkārtoti līdzīgam uzdevumam, tas netiktu risināts no jauna, bet gan izmantojot jau esošās zināšanas no iepriekšējām ontoloģijām. Tādējādi daudzkritēriju lēmumu pieņemšanas uzdevuma atrisināšanai, tas ir, vietu izvietojuma uzdevumam, ir izveidotas trīs ontoloģijas. Problēmsfēras ontoloģija, lai attēlotu uzdevuma jēdzienus un kopējo pasauli; daudzkritēriju ontoloģija, lai attēlotu uzdevuma vērtējumus un kritērijus, pielietotas analītiskās hierarhijas metodes (AHP) ontoloģija.

Atkārtoti izmantojamas problēmsfēras, uzdevuma un metodes ontoloģijas tiek savienotas pielietošanas ontoloģijā. Konstrukcija sākas ar problēmsfēras ekspertu, kuram vajadzētu atrādīt savas jomas zināšanas, lai izstrādātājs varētu izveidot ontoloģijas. Sākumā ir atsevišķas problēmsfēras, uzdevuma (daudzkritēriju šajā gadījumā) un metodes ontoloģijas. Tad izstrādātājs apvieno tās, sagatavojot pielietojuma ontoloģiju, kurai ir gan problēmsfēras, gan uzdevuma, gan metodes specifiska. Šī sistēma ir līdzīga ekspertu sistēmu vadībai.

Pēc ontoloģiju izveidošanas vietas izvietojuma uzdevums tiek atrisināt gan manuāli, izmantojot AHP metodi, gan arī automātiski.

OPTIMĀLĀ TELEKOMUNIKĀCIJAS RISINĀJUMA IZVĒLE ELEKTRISKO SKAITĪTĀJU DATU NOLASĪŠANAI UN PĀRVALDĪBAI

Latvijai pievienojoties Eiropas Savienībai, arvien aktuālāka kļūst efektīvu telekomunikācijas risinājumu ieviešana elektrisko skaitītāju datu nolasīšanai un pārvaldībai. Tāpēc galvenais izvirzītais mērķis ir sagatavot iespējamo telekomunikācijas risinājumu sarakstu elektrisko skaitītāju datu nolasīšanai un pārvaldībai un, pielietojot daudzkritēriju lēmumu pieņemšanas metodes, atlasīt Latvijas valstij piemērotāko risinājumu kopu, skatoties no tehniskās un ekonomiskās puses. Elektroenerģijas patērētāju blīvums pilsētās un laukos atšķiras vairākkārtīgi, līdz ar to ir nepieciešams atsevišķi novērtēt iespējamo telekomunikācijas risinājumu piemērotību pilsētu un lauku rajoniem.

Automātiskā skaitītāju datu nolasīšanas sistēma (*AMR – Automatic meter reading*) ir sistēma, kurā skaitītāju dati tiek pārsūtīti no patērētāja līdz pakalpojuma sniedzējam, nepiesaistot cilvēku resursus. Dažas no *AMR* nodrošināmām funkcijām ir – informācijas automatizēta vākšana un pārraide (pēc pieprasījuma vai pēc grafika) no skaitītājiem līdz to datu vākšanas un glabāšanas serverim; savlaicīgas un uzticamas informācijas piegāde par patērētājiem energoresursiem; skaitītāju datu plūsmas augsta drošuma un skaitītāju datu vākšanas augstas efektivitātes nodrošināšana (nodrošinot skaitītāju datu drošumu, tiek minimizēts kļūdu skaits, kas rodas skaitītāju datu nolasīšanas un pārraides procesā; manuāls process, kas arī ir potenciālais kļūdu avots, tiek aizvietots ar modernām telekomunikācijas tehnoloģijām); informēšana par ārkārtējām situācijām (nesankcionēta pieeja, bojājumi); savākto skaitītāju datu eksportēšana uzskaites sistēmās, datu bāzēs u.c.

Pētījuma gaitā tika pielietotas divas daudzkritēriju lēmumu pieņemšanas metodes – *AHP* un *PROMETHEE*, kuru rezultāti ir apkopoti tabulā „Optimālā risinājuma noteikšana”.

Tabula

Optimālā risinājuma noteikšana

Metode	Iedzīvotāju blīvums	Alternatīvu skaits	Augstākā prioritāte	Zemākā prioritāte
AHP	Mazs	9	PLC (0.296)	WiMAX (0.06); M-bus (0.04)
	Vidējs	15	Nav izteiktās prioritātes	PLC (0.02); x-DSL (0.04)
	Liels	16	Nav izteiktās prioritātes	PLC (0.02); Wi-Fi (0.03); Bluetooth (0.04)
PROMETHEE	Mazs	9	PLC	WiMAX; M-bus
	Vidējs	15	Strāvas cilpa	PLC; x-DSL; Wi-Fi
	Liels	16	GSM; Strāvas cilpa; Dial-up	Bluetooth

Apkopojot iegūtos rezultātus, ir redzams, ka pie maza iedzīvotāju blīvuma, kur kopējais alternatīvu skaits ir 9, abas metodes piešķir augstāko prioritāti *PLC* tehnoloģijai. Savukārt pie vidēja un liela iedzīvotāju blīvuma rezultāti atšķiras. Pielietojot *AHP* metodi, pati augstākā prioritāte netika piešķirta nevienai no alternatīvām. Pie tam, pielietojot *PROMETHEE* metodi, pie vidēja iedzīvotāju blīvuma augstāko prioritāti guva *Strāvas cilpa*, bet pie liela iedzīvotāju blīvuma – *GSM*, *Strāvas cilpa* un *Dial-up*.

Izdarot secinājumus par iegūtajiem rezultātiem, var teikt, ka izvēlētais optimālais telekomunikāciju risinājums ir individuāls katram noteiktam iedzīvotāju blīvuma līmenim. Tātad optimālā telekomunikācijas risinājuma izvēle elektrisko skaitītāju datu nolasīšanai un pārvaldībai ir unikāls uzdevums katrai to ieviešanas vietai.

LĒMUMU PIEŅEMŠANAS UN DATU IEGUVES METOŽU MIJIEDARBĪBA DATORU DIAGNOSTIKĀ

Datoru diagnostika ir laukietilpīgs process, par kuru klienti parasti nevēlas maksāt, cilvēki ir ar mieru maksāt tikai par paveikto datora remontu. Savukārt meistars nedrīkst ilgi veikt datora diagnostiku, jo tādā veidā viņa ienākumi samazināsies. Tātad ir jāatrod tāds risinājums, lai datoru diagnostika būtu ātra, kvalitatīva un efektīva. Analizējot doto problēmu, tika nolemts pielietot datu ieguves un lēmumu pieņemšanas metodes.

Datu ieguves un lēmumu pieņemšanas jomas ir neatkarīgas un pilnvērtīgas zinātnes, kuru pielietošana nodrošina vairāku problēmu un uzdevumu risināšanu. Tomēr pastāv problēmas, kuras nevar efektīvi atrisināt, vai arī tas prasīs daudz laika un/vai materiālu resursu, izmantojot tikai vienu no dotajām nozarēm. Kombinējot datu ieguves un lēmumu pieņemšanas metodes, tās papildina viena otru un palīdz ātrāk iegūt efektīvus un kvalitatīvus rezultātus problēmu risināšanā.

Eksistē vairākas datu ieguves un lēmumu pieņemšanas metožu mijiedarbības iespējas. Darbā tiek apskatītas piecas mijiedarbības metodoloģijas:

- Datu ieguve lēmumu pieņemšanai;
- Lēmumu pieņemšana datu ieguvei;
- Datu ieguve un lēmumu pieņemšana;
- Lēmumu pieņemšana pēc datu ieguves;
- Datu ieguve pēc lēmumu pieņemšanas.

Salīdzinot dotās metodoloģijas, tika secināts, ka mijiedarbības iespējas ir diezgan līdzīgas, jo katra no izpētītajām mijiedarbības metodēm ir piemērota noteikta veida problēmu risināšanai – atkarībā no pieejamajiem datiem, uzdotajiem mērķiem, esošajiem līdzekļiem problēmas risināšanai u.c. Dažreiz viena mijiedarbības iespēja var ietvert sevī vienu vai vairākas citas mijiedarbības iespējas. Datu ieguves un lēmumu pieņemšanas metožu mijiedarbības varianti var ne tikai iekļauties viens otrā, bet arī atkārtoties vairākas reizes pēc kārtas, kamēr nebūs sasniegts labākais vai vēlamais rezultāts vai arī vienkārši nebeigsies laiks vai materiālie līdzekļi.

Tādējādi datoru diagnostikas problēmas risināšanai ir nolemts pielietot metodoloģiju „Lēmumu pieņemšana pēc datu ieguves”. Problēmas risināšanas metodoloģija tiks pielietota divos posmos.

Pirmajā posmā tiek būvēts klasifikators, izmantojot uzkrāto statistisko informāciju. Šī statistiskā informācija satur datus par to, pie kādiem „simptomiem”, kādus bojājumus bija nepieciešams likvidēt, un vai tika paveikts remonts, vai netika. Uzbūvētais klasifikators tiks pielietots jauno piemēru novērtēšanai.

Otrais posms – lēmumu pieņemšana. Kad parādās jauns piemērs, meistars, izmantojot klasifikatoru, veic datora diagnostiku un izdara secinājumu: ir vērts remontēt datoru vai nav vērts. Klients, savukārt, var piekrist meistara viedoklim, bet var arī nepiekrist. Piemēram, meistars saka, ka remonts prasīs lielus naudas ieguldījumus, bet klientam šis dators ir dārgs kā piemiņa, un klients ir ar mieru samaksāt jebkādu summu, lai tikai dators strādātu. Tādā veidā tiek pieņemts lēmums.

Var gadīties arī tā, ka datora diagnostiku nav iespējams veikt, izmantojot esošo klasifikatoru. Ja tā notiek, tad meistars veic diagnostiku manuāli un dod slēdzienu. Pēc klienta lēmumu pieņemšanas klasifikators tiek atjaunots.

MARŠRUTĒŠANAS ALGORITMU PIEMĒROTĪBAS ANALĪZE TĪMEKLĪ BĀZĒTIEM TRANSPORTA PLĀNOŠANAS RISINĀJUMIEM

Palielinoties transportlīdzekļu skaitam, neizbēgami palielinās satiksmes sastrēgumu skaits. Uzņēmumiem un privātpersonām rodas papildus finansiālie zaudējumi, patērējot vairāk laika un resursu ceļa veikšanai. Viens no problēmas risinājumiem ir efektīvāka esošo transporta tīklu izmantošana. Izmantojot efektīvi sastādītus maršrutus, ir iespējams ietaupīt gan laiku, gan naudu.

Attīstoties tehnoloģijām, parādās jauni risinājumi transporta plānošanas problēmu novēršanai. Izmantojot informācijas tehnoloģijas risinājumus kartogrāfijā, tiek radītas jaunas ģeogrāfiskās informācijas sistēmas. Šīs sistēmas piedāvā tradicionālo karšu funkcionalitāti, papildinot to ar interaktīviem elementiem, piemēram, vietu meklēšanu un maršrutu veidošanu. Darbā ir aplūkotas tādas kartogrāfiskās sistēmas kā *Google Maps*, *Bing Maps* un *OpenStreetMap*. Kartogrāfiskās sistēmas vai risinājumi uz šo sistēmu bāzes piedāvā maršrutēšanas un navigācijas iespējas, taču nav pieejama pietiekama apjoma informācija par izmantotajām metodēm maršrutu veidošanā.

Darbā tiek aplūkotas kartes un ģeogrāfiskā informācija kā vektorobjektu modelis, kurā ir izmantoti punkti, līnijas un daudzstūri. Lai pārbaudītu maršrutēšanas iespējas, tiek izmantota grafu teorija, pārveidojot ģeogrāfiskos objektus par grafu datu struktūrām. Grafu teorijā ir pieejama plaša informācija par dažādiem pārmeklēšanas veidiem un algoritmu realizācijām. Lai iegūtu informāciju par transportu maršrutēšanu, darbā ir analizēti dažādi scenāriji īsākā ceļa problēmas risināšanai. Deikstras, Bellmana-Forda, Floida-Varšala, Džonsona un A zvaigznes maršrutēšanas algoritmiem, izmantojot teorētiskus un empīriskus mērījumus, tika veikta salīdzinošā analīze. Par pamatu ir izmantoti *OpenStreetMap* projekta Latvijas teritorijas dati. Ir veikti mērījumi divām dažādām situācijām, izmantojot gadījuma lieluma grafus un Latvijas autoceļu tīklu. Mainot grafa uzbūvi un to raksturojošos parametrus, ir iegūta informācija par maršrutēšanas algoritmu precizitāti, izpildes laiku un piemērotību maršrutu meklēšanā. No iegūtajiem rezultātiem ir redzams, ka daži maršrutēšanas algoritmi ir piemērotāki konkrētās transporta tīkla situācijās.

Izmantojot maršrutēšanu navigācijas sistēmās, ir nepieciešams nodrošināt augstu informācijas kvalitāti, kā arī panākt pēc iespējas mazāku skaitļošanas resursu noslodzi. Eksistējošās kartogrāfiskās sistēmas piedāvā vispārinātas maršrutēšanas iespējas. Apkopojot darbā iegūtos rezultātus, liela apjoma grafiem rodas nepieciešamība veikt datu pirmapstrādi. Ar grafu pirmapstrādes metodēm, piemēram, hierarhisko kontrakciju, īsākā ceļa meklēšanas rezultātus ir iespējams iegūt līdz pat 1000 reizēm ātrāk. Maršrutēšanas algoritmu piemērotība ir atkarīga no pārmeklējamās telpas uzbūves. Darbā ir iegūta un izanalizēta informācija par to, kurās situācijās un kuri maršrutēšanas algoritmi ir uzskatāmi par piemērotākiem īsākā ceļa meklēšanā.



Att. Latvijas autotransporta tīkla grafiks.

SQL INJEKCIJU UZBRUKUMA VEIDU IZPĒTE UN DROŠĪBAS PASĀKUMI TO NOVĒRŠANAI

SQL injekciju uzbrukums ir viens no postošākajiem uzbrukumiem, kas var ietekmēt daudzu uzņēmumu biznesu, jo ar tā palīdzību ir iespējams izgūt no ievainojamās lietotnes datubāzes sensitīvus datus vai pat veikt izmaiņas šajā datubāzē. Pēc OWASP (Open Web Application Security Project) datiem injekciju uzbrukumi (tai skaitā SQL injekcijas) vēl joprojām ieņem pirmo vietu 10 sastopamāko un bīstamāko tīmekļa uzbrukumu sarakstā. Tas arī ir iemesls, kādēļ aizsardzība pret šādiem uzbrukumiem ir tik aktuāla.

Dotā pētījuma mērķis ir izpētīt SQL injekciju uzbrukuma veidus un analizēt iespējamās drošības pasākumus to novēršanai. Lai sasniegtu mērķi, tika izvirzīti šādi uzdevumi: izpētīt SQL injekciju uzbrukuma veidus; atrast un definēt iespējamās injekciju ievades vietas; apskatīt pret injekcijām zināmās aizsardzības metodes; veikt tīmekļa vietņu testēšanu uz šo uzbrukumu drošību un pielietot apskatītos drošības pasākumus.

SQL injekcija ir datorsistēmu ielaušanās veids, kurā uzbrucējs ar klienta tiesībām mēģina piekļūt datubāzei, uz kuras ir balstīta dotā tīmekļa lapa vai lietotne. Šāda situācija rodas, kad netiek veikta datubāzes vaicājumos padotās informācijas validācija, tādējādi ir iespējams modificēt lietojumā iepriekš definētos vaicājumus. Veismīgs SQL injekcijas uzbrukums ļauj izgūt konfidenciālu informāciju no datubāzes, modificēt datubāzes datus, izpildīt datubāzē dažādas pārvaldības operācijas, nolasīt saturu no datubāzes servera failiem vai arī rakstīt jaunus failus, kā arī dažkārt pat izpildīt operētājsistēmas komandas.

No injekcijas uzbrukumu veidiem pētījumā plašāk tiek apskatītas tautoloģijas, kuras lieto autorizācijas mehānismu apiešanai; vaicājumu rindas, kas ļauj uzbrucējam izpildīt vairākus vaicājumus vienlaicīgi; aklās SQL injekcijas, kas tiek izmantotas, kad lietojumā pastāv injekcijas ievainojamība, bet injekcijas rezultātus uzbrucējs neredz.

Lai aizsargātos pret SQL injekcijām, tiek veikti dažādi drošības pasākumi. Ievaddatu validācija ir pēdīgu un jebkuru citu speciālu simbolu izslēgšana, tipa pārbaude. Melnā vai baltā saraksta principi salīdzina ievaddatus ar neatļautajām vai atļautajām vērtībām. Vaicājumu izpildes privilēģiju samazināšana līdz zemākajam līmenim un kļūdu atslēgšana palīdz samazināt injekciju draudus, bet nelikvidē to iespējamību. Labākais variants ir izmantot parametrizētos vaicājumus, tā kā tie atdala vaicājuma loģiku no ievades parametriem, tādējādi likvidējot SQL injekcijas iespējamību. Jāņem vērā, ka ne vienmēr ir iespējams tos izmantot, piemēram, tabulas nosaukumus nevar lietot kā parametrus.

Pētījuma ietvaros uz SQL injekciju drošību tiek testētas divas tīmekļa vietnes, kur viena lietotne balstās uz MySQL, bet otra uz MSSQL datubāzu vadības sistēmu, tādējādi apskatot injekcijas īpatnības katrā no šīm datubāzēm. Abās tīmekļa vietnēs tiks veikti iepriekšminēto veidu injekciju uzbrukumi, pielietotas atbilstošas aizsardzības metodes šo ievainojamību novēršanai un pārbaudīts, vai ir veiksmīgi veikta šo drošības pasākumu implementācija.

Veicot pētījumu, tika secināts, ka SQL injekciju uzbrukums var graujoši ietekmēt sistēmu, ja netiek lietoti attiecīgi drošības pasākumi. Lietotņu izstrādātājiem būtu ieteicams lietot parametrizētos vaicājumus, kur vien tas iespējams, pretējā gadījumā validēt ievaddatus, kā arī noteikti ierobežot datubāzes lietotāja vaicājumu izpildes privilēģijas līdz zemākajam līmenim un atslēgt kļūdu izvadi, lai samazinātu SQL injekciju uzbrukuma bīstamības pakāpi, ja gadījumā šis uzbrukums lietojumā vēl joprojām ir iespējams.

PLATFORMAS IZSTRĀDE MODELĒŠANAS SPĒLĒM PILSĒTAS LOĢISTIKĀ

Iedzīvotāju pilsētās koncentrēšanās tendence jeb urbanizācija ir aktuāla problēma Latvijā un visā pasaulē. Pēc Apvienoto Nāciju Organizācijas datiem jau vairāk nekā divas trešdaļas no visiem Latvijas iedzīvotājiem dzīvo pilsētās, un šis rādītājs ar laiku tikai palielināsies. Urbanizācija atspoguļo pilsētas lomas palielināšanos sabiedrības attīstībā, un, attīstoties komunikācijām, infrastruktūrai, izklaides industrijai u.c., tā maina pilsētnieku dzīvesveidu. Tādas pārmaiņas izraisa nepieciešamību plānot loģistikas procesus, ņemot vērā pilsētas vajadzības.

Tāpēc darba mērķis ir izveidot apmācības spēli par pilsētas loģistiku, izstrādājot atbilstošu platformu un uz tās bāzētu modelēšanas spēli. Šāda spēle dod iespēju interaktīvā veidā apgūt pilsētas loģistikas principus.

Pilsētas loģistika pēc savas būtības ir loģistikas virziens, kas detalizēti apskata preču grupēšanu, pārvadāšanu un izplatīšanu pilsētas robežās. Tās mērķis ir minimizēt kravu transportēšanas negatīvās sekas: satiksmes sastrēgumus, ietekmi uz vidi (ūdens, gaiss, troksnis), transportlīdzekļu avārijas un enerģijas patēriņu. Pilsētas loģistikas problēmu risināšana ir saistīta ar vairākiem elementiem: pilsētas pašvaldības, transporta kompāniju un tirdzniecības tīmekļu pārstāvjiem un pašiem iedzīvotājiem.

Uzdevums ir apgrūtināts ar to, ka katram pilsētas loģistikas dalībniekam ir savi mērķi un to sasniegšanas stratēģijas, kas bieži ir pretrunā ar citu dalībnieku mērķiem. Tāpēc ir nepieciešams līdzeklis, kas palīdzētu novērtēt elementu kopējo mijiedarbību un tās sekas.

Modelēšanas spēle ir izvēlēta kā viens no piemērotākajiem līdzekļiem apmācībai. Modelēšanas spēlei piemīt īpašības no tradicionālās modelēšanas pieejas (eksperimentēšana ar vienkāršotu sistēmu, lai to labāk izprastu un pēc nepieciešamības uzlabotu), no spēles elementiem (fiziskas vai garīgas sacensības ar noteikumiem dalībnieku izkļādei un/vai izglītībai) un no gadījuma izpēti. Šādā veidā modelēšanas spēles dalībnieki var izspēlēt pilsētas loģistikas problēmas scenārijus, apspriežot situāciju kopumā, lai sasniegtu efektīvu rezultātu, kas apmierinātu visus dalībniekus, vai mēģinotu uzlabot tikai sava elementa darbības rādītājus. Modelēšana palīdz saskatīt sekas no pieņemtajiem lēmumiem nenoteiktības apstākļos, kur darbojas reālā sistēma, padarot procesu reālāku. Gadījuma izpēti šajā pētījumā ir pilsētas loģistika Rīgā.

Imitācijas modelis modelēšanas spēlei ir izstrādāts ar modelēšanas programmlīdzekli *AnyLogic 6.9 Professional* versiju. Modelī detalizēti ir apskatītas visas darbības, un verificētais modelis darbojas atbilstoši loģistikas sistēmai. Modelis arī paredz interaktīvu saskarni ar lietotājiem, kas ir būtiski spēles laikā.

Spēle paredz trīs dažādas lomas: pilsētas pārstāvis, transporta kompānija un tirdzniecības kompānija, kur dalībnieku skaits katrā lomā var būt lielāks, nekā viens spēlētājs – piemēram viens spēlētājs (vai viena spēlētāju grupa) pārstāv pilsētu un citi dalībnieki pārstāv vairākas transporta un tirdzniecības kompānijas. Katrā spēles posmā dalībnieki saņem sākotnējo informāciju savas lomas ietvaros, un, pamatojoties uz šo informāciju, viņi pieņem patstāvīgus un kolektīvus lēmumus. Kad visi lēmumi ir pieņemti, tiek aprēķināti dati nākamā posma sākuma stāvoklim, balstoties uz visu spēlētāju lēmumiem, un sākas jauns posms.

Darba rezultātā ir izpētītas modelēšanas spēles izmantošanas iespējas pilsētu loģistikas problēmas jomā, kā arī ir izveidota modelēšanas spēles modelēšanas platforma pilsētas loģistikas problēmu analīzei un apmācībai.

NOLIKTAVU LOĢISTIKAS AUTOMATIZĒTO INFORMĀCIJAS TEHNOLOĢIJAS RISINĀJUMU ANALĪZE

Lai uzlabotu savu konkurētspēju un darba kvalitāti, kā arī lai samazinātu uzņēmējdarbības izmaksas, uzņēmumi arvien vairāk ievieš un izmanto modernas automatizācijas tehnoloģijas ražošanas un noliktavu darbībai. Tieši noliktavu loģistikas sistēmas ir viens no plašākajiem automatizētajiem aparātūras un informācijas tehnoloģijas pielietojumiem, kas saistīts ar modernās loģistikas pieeju maksimālai krājumu samazināšanai visos uzņēmuma darbības posmos, kā arī tiešlaika loģistikas vadības procesu nodrošināšanai. Efektīvai noliktavu loģistikas sistēmu darbībai ir nepieciešams realizēt integrētu pieeju automatizēto risinājumu ieviešanai un realizācijai, savukārt šim nolūkam ir jāveic automatizētu informācijas tehnoloģijas risinājumu izpēti un analīzi.

Darbam ir izvirzīts mērķis izpētīt un salīdzinoši izanalizēt automatizētos informācijas tehnoloģijas risinājumus noliktavu loģistikā. Darba mērķa sasniegšanai ir definēti vairāki uzdevumi, tajā skaitā tematiskās jomas izpēte, informācijas tehnoloģijas risinājumu izpēte, to salīdzinošā analīze un iespēju noskaidrošana automatizācijas principu apmācībā.

IT risinājumu izpēte un salīdzinošā analīze ir veikta, tehnoloģiju klāstu sadalot trijās grupās:

1. Noliktavu vadības IT risinājumi: noliktavu vadības sistēmas, uzlabota noliktavu pārvaldība.
2. Objektu automātiskā identifikācija: radiofrekvences identifikācija, svītrkodēšana.
3. Automatizētais tehniskais aprīkojums: kraušanas mašīnas, konveijeri, rūpniecības roboti.

Grupas ir izvēlētas, vadoties pēc tehnoloģijas risinājumu savstarpējās mijiedarbības iespējām, piemēram, kravas vienības pārvietošanas kontrolē noliktavu vadības sistēma, atpazīstot objektu pēc tā identifikatora. Savukārt risinājumu klāsts ir izvēlēts, balstoties uz to aizvietošanas un kombinēšanas iespējām.

Salīdzinošās analīzes procesā ir izveidotas tabulas ar risinājumu raksturojumiem un to alternatīvu sarakstu. Tādējādi, balstoties uz informācijas tehnoloģijas populārākajiem risinājumiem, kuri tiek pielietoti noliktavu loģistikā, ir aprakstīta un izanalizēta katra no definētajām grupām. Salīdzinošās analīzes rezultātā ir izstrādāti secinājumi un ieteikumi risinājumu ieviešanai un izmantošanai noliktavu saimniecībā atkarībā no to lieluma un automatizācijas līmeņa, ņemot vērā, ka katra no noliktavām būtībā ir unikāla.

Apmācības iespējas, kas ir izskatītas, balstoties uz loģistikas konveijera stenda modeli, darbā ir pētītas, pamatojoties uz imitācijas modelēšanas un informācijas tehnoloģijas lietojumprogrammatūras risinājumu iespējām. Ir izveidoti modeļi ARENA un RobotStudio vidē, kurus var izmantot studentu vai uzņēmumu darbinieku automatizācijas principu apmācībā, noliktavu sistēmu plānošanai un analīzei.

Apkopojot salīdzinošās analīzes rezultātus un apmācības iespēju izpēti, ir iegūts noliktavu loģistikas automatizēto informācijas tehnoloģiju risinājumu apraksts un praktiski pielietojamie modeļi pētāmajā sfērā.

PLŪDU RISKU IETEKMĒJOŠO FAKTORU ANALĪZES UN MODELĒŠANAS LABĀS PRAKSES IZPĒTE

Plūdi – parasti ar ūdeni neklātas sauszemes īslaicīga applūšana, ko izraisa vētras radītie uzplūdi jūras piekrastes teritorijā vai strauja ūdens līmeņa celšanās ūdenstecēs un ūdenstilpēs palu vai ilgstošu lietavu laikā. Tā ir dabas parādība, kas nav novēršama, tomēr cilvēka rīcība ietekmē plūdu rašanās varbūtību un plūdu negatīvās sekas.

Plūdi ir visbiežāk notiekošā stihiskā nelaime Eiropā. Tiek prognozēts, ka klimata izmaiņas nākotnē būs saistītas ar stipro lietusgāžu palielināšanos, tādēļ pieaugs upju plūdu varbūtība Eiropas centrālajā, ziemeļu un ziemeļaustrumu daļā.

Ņemot vērā plūdu problēmas aktualitāti, darba mērķis ir izpētīt plūdu risku ietekmējošos faktorus Rīgas pilsētā un modelēšanas labās prakses. Lai sasniegtu darba mērķi, darba gaitā tika izvirzīti šādi uzdevumi:

- formulēt Daugavas plūdu risku analīzes un modelēšanas uzdevuma nostādni;
- iepazīties ar literatūru par datu apstrādi, matemātiskās modelēšanas metodēm un lietojumprogrammatūru plūdu risku prognozēšanas uzdevumam;
- izanalizēt upes ūdens līmeņa un Rīgas pilsētas applūšanas riska ietekmējošos faktorus;
- dot rekomendācijas plūdu risku analīzes un modelēšanas metožu un lietojumprogrammatūras izvēlei;
- izstrādāt plūdu risku ietekmējošo faktoru analīzes un modelēšanas gadījuma izpēti dažādu nozaru (vides speciālisti, IT speciālisti u.c.) personāla apmācībai.

Darbs tiek izstrādāts starptautiskā projekta „*Integrated Intelligent Platform for Monitoring the Cross-Border Natural-Technological Systems*” EK Igaunijas–Latvijas–Krievijas pārrobežu sadarbības programmas ietvaros.

Plūdu riska pārvaldības plāna Rīgas pilsētai galvenais mērķis ir savlaicīgi noteikt tos hidroloģiskos faktorus, kas saistībā ar klimata pārmaiņām nākotnē varētu negatīvi ietekmēt Rīgas iedzīvotājus, saimniecisko darbību, dabas un kultūrvēsturiskās vērtības, un izstrādāt risinājumus, dodot iespēju pielāgoties klimata pārmaiņu ietekmēm vai mazinot to negatīvo ietekmi. Izvērtējot apdraudējumu, tiek aplūkoti Latvijā esošie plūdu cēloņi un to iespējamās kombinācijas (www.rigapretpludiem.lv). Tie ir: vējuzplūdi (ūdens līmeņa paaugstināšanās jūrā, kas, pūšot noteikta virziena vējam, tiek ienests arī upē, kur rada ūdens līmeņa paaugstināšanos), kas izraisa jūras uzplūdus piekrastē un upju grīvās; pavasara palī (nav iespējami reizē ar vējuzplūdiem); lietusgāzes; sniega kušana; ledus sastrēgumi; hidrotehnisko būvju avārijas.

Plūdu risks pieaug galvenokārt divu iemeslu dēļ: pirmkārt, klimata pārmaiņu ietekmē, kā rezultātā biežāk iespējamās lietusgāzes un atmosfēras sasilšanas rezultātā paaugstinās jūras līmenis. Otrkārt, tā ietekme, ko rada cilvēka rīcība, tāda kā būvdarbi uz upēm un projekti, kas paredz upes ūdensteces novirzīšanu, kā arī ostu būvniecība, neveicot pasākumus, lai novērtētu un neitralizētu to ietekmi uz vidi. Plūdu draudu pārvarēšanai pastāv dažādu veidu aizsardzības iespējas. Kā nozīmīgākos risinājumus aizsargbūvēm var minēt dažādu veidu aizsargdambju un aizsargsienu izveidi, polderu izveidi, ēku pretplūdu inženiertehniskos risinājumus un zemes līmeņa pacelšana ar grunti – ūdensobjekta padziļināšana.

Situācijas modelēšanai tiks izmantota programmatūra HEC RAS – *Hydrologic Engineering Centers River Analysis System*.

MODERNU PLĀNOŠANAS METOŽU UN RĪKU ANALĪZE UN IZMANTOŠANA INDIVIDUĀLAJAI RAŽOŠANAI LATVIJAS UZŅĒMUMĀ

Mašīnbūves un metālapstrādes nozare ir viena no vadošajām rūpniecības nozarēm Latvijā. Nozare saražo ap 23% no apstrādes rūpniecības kopprodukta un ieņem vadošo vietu Latvijas preču eksporta struktūrā, nodrošinot ap 30% no kopējā preču eksporta.

Individuālo ražošanu raksturo viena vai dažu noteiktu produktu projektēšana un ražošana stingri pēc pasūtītāja noteiktiem norādījumiem un specifikācijām, noteiktā periodā par līgumā noteiktu summu.

Rasējumi un specifikācijas ir pieejamas tieši darba vadītājam, kurš arī izlemj darba metodes, plāno ražošanas procesus, pielāgo darbgaldus.

Materiāli, kas tiks patērēti produkta ražošanai, tiek iegādāti tikai pēc pasūtījuma saņemšanas, kad precīzi ir aprēķināts ražošanai nepieciešamais materiālu daudzums.

Universālu darbgaldu un ražošanas iecirkņu izkārtojums – iekārtas ir konstruētas un izvietotas tā, lai iegūtu maksimālu elastību un pielāgotību dažādu operāciju veikšanai. Funkcionālā ziņā līdzīgas iekārtas un darbgaldi cehā ir sagrupēti, veidojot iecirkni. Iekārtu un darbgaldu grupēšana dod iespēju ekonomēt līdzekļus un laiku detaļu un materiālu pārvietošanai.

Individuālās ražošanas uzņēmumu ražošanas plānošanas problēmas saistās ar:

- grūtībām prognozēt laiku, kad klients veiks pasūtījumu, pasūtījuma izpildes laiku, ja tikai to nav noteicis pats klients, pasūtījuma daudzumu un topošā pasūtījuma izejmateriālu daudzumu;
- operāciju vai darbu atlikšana, ja iekārta vai darbgalds ir aizņemts vai salūzis;
- galaproduktu lielu variāciju.

Sekmīgas ražošanas plānošanas mērķis ir atrast kompromisu starp ražošanas izmaksām, laiku un servisa līmeni. Dažādas plānošanas pieejas sniedz iespēju sastādīt aptuvenu vai precīzu ražošanas grafiku pirms vai ražošanas laikā. Izplatītākās ražošanas plānošanas metodes un pieejas ir šādas:

- manuālā plānošana;
- tāfeles un MS Excel izklājlapas;
- projektu plānošanas programmatūras;
- ERP sistēmas ražošanas plānošanas moduļi;
- ierobežojumu teorija (TCO – *Theory of Constraints*);
- LEAN pieeja;
- ierobežotu resursu plānošana (FCS – *Finite Capacity Scheduling*).

Uzņēmumiem, kas vēlas uzlabot ražošanas efektivitāti, klientu apkalpošanas kvalitāti, samazināt izdevumus un produkcijas pašizmaksu – *Preactor* ir vispiemērotākā intelektuālā operatīvās plānošanas, optimizācijas un ražošanas vadības sistēma. Tas ir programmrīku nodrošinājums ražošanas plānošanai ar ierobežotiem resursiem un operatīvai kalendārai plānošanai *APS (Advanced Planning & Scheduling)*. *Preactor* funkcijas nodrošina automātisku plānošanas grafiku izveidi un to rediģēšanu, darbu secības maiņu, operāciju novirzīšanu uz citiem resursiem, prioritāšu piešķiršanu. *Preactor* sistēmu var izmantot individuālajā ražošanā metālapstrādes uzņēmumos.

DATORTĪKLU PĀRRAUDZĪŠANAS SISTĒMU IZPĒTE UN ANALĪZE

Datortīklu pārvaldība vienmēr ir bijis ļoti svarīgs un aktuāls jautājums, jo efektīvākās datortīklu pārraudzīšanas sistēmas izpēte, salīdzināšana un izvēle, dod iespēju noteikt sistēmu, ar kuras palīdzību var pilnvērtīgāk veikt datortīklu monitoringu uzņēmumā.

Darba mērķis ir salīdzināt datortīklu pārraudzīšanas sistēmas, pielietojot darba ietvaros izstrādāto kritēriju kopu. Lai sasniegtu izvirzīto mērķi, tika noteikti un izpildīti vairāki uzdevumi. Vispirms tika veikta informācijas meklēšana un analīze par datortīkliem un datortīklu pārraudzīšanas sistēmām. Kad sistēmas bija izvēlētas, tika veikta to funkcionālo iespēju izpēte. Veiksmīgu datortīklu pārraudzīšanas sistēmu salīdzināšanu nodrošināja sistēmu vērtēšanas kritēriju kopas izstrādāšana. Pēc salīdzināšanas tika noteikta labākā sistēma.

Datortīklu pārraudzīšanas jeb datortīklu monitoringa (*network monitoring*) termins definē procesu, kurā pārraudzīšanas sistēma nepārtraukti kontrolē datortīklu, serveru un datortīklā iekļauto komponentu darbību. Lai tīkls veiksmīgi darbotos, nepieciešams nodrošināt resursdatoru, serveru un tīkla pakalpojumu pastāvīgu darbību un pieejamību. Regulāra bāzēta tīkla uzturēšana nodrošinās visu kritisko problēmu uzraudzīšanu, kā arī resursu, laika un līdzekļu taupīšanu.

Tīklu pārraudzību veic speciālas pārraudzīšanas sistēmas ar dažādām funkcijām. Šādu sistēmu skaits ir ļoti liels, tāpēc, lai izvēlētos sistēmas salīdzināšanai, tika analizētas daudzas atsauksmes no lietotājiem. Papildus lietotāju atsauksmēm tika sameklēta statistika par sistēmu lejupielādēšanas skaitu, kas dod priekšstatu par to, cik bieži lietotāji sistēmas vēlas izmēģināt un turpmāk arī lietot. Sistēmas, kuras visbiežāk tiek lejuplādētas un par kurām tīmeklī ir atrodams vislielākais atsauksmju skaits, ir *Cacti*, *Nagios* un *Zabbix*, tieši tāpēc darba autore izvēlējās aprakstīt šo trīs sistēmu funkcionālās iespējas.

Lai noteiktu, kura tīkla pārraudzīšanas sistēma no dotajām alternatīvām ir vislabākā, tika pielietota lēmumu analīzes metode. Vispirms tika izveidota salīdzināšanas kritēriju kopa, kur kritēriji tika sakārtoti pēc svarīguma un svarus tiem piešķīra, izmantojot ranžēšanas pieeju. Literatūrā ir minēts, ka svarīgi ir zināt, vai sistēma spēj nodrošināt, piemēram, serveru, tīkla pakalpojumu pārraudzīšanu un vai sistēma spēj ātri informēt atbildīgās personas par to, ka ir atrasta kāda problēma, kas var nopietni ietekmēt uzņēmuma darbību. Tīkla pārraudzīšanu nevar iedomāties bez brīdinājumu sistēmas. Tāpēc arī īsziņu un e-pastu izsūtīšana tika noteikti kā svarīgi kritēriji. Tālāk sistēmu salīdzināšanai bija izvēlēta nosvērtās summas metode, kas ļāva noteikt, kura sistēma visvairāk atbilst noteiktajiem kritērijiem, un šī sistēma ir *Nagios*. Šo sistēmu arī turpmāk ir rekomendēts pielietot izveidotā tīkla pārraudzībai.

Pētot šo tēmu, tika secināts, ka tīkla pārraudzībai ir jābūt primārai lietai, kas nodrošinās to, ka uzņēmumā, kritisku iemeslu dēļ, nebūs lielas dīkstāves. Var notikt tikai viens tīkla traucējums vai tīkla ierīču bojājums, lai saprastu, cik tas var būt svarīgs un kā tas var ietekmēt uzņēmuma infrastruktūru un veikspēju. Visiem procesiem un lietotāja ierīcēm nepārtraukti ir jābūt ieslēgtām un jādarbojas bez pārtraukumiem. To visu spēj nodrošināt datortīklu pārraudzīšanas sistēmas, un šo funkciju ļoti labi veic *Nagios* pārraudzīšanas sistēma, kas ir ērti lietojama. Sistēma ir izvēlēta, balstoties uz lēmuma pieņemšanas metodi un izstrādāto kritēriju kopu.

E-APMĀCĪBAS SISTĒMU IZPĒTE UN NOVĒRTĒŠANA

Aizvien lielāku popularitāti iegūst attālinātās apmācības jeb e-apmācības sistēmas. Šādu sistēmu izmantošanu nodrošina dažādas elektroniskas ierīces (dators, telefons vai kāda cita ierīce), kas ļauj apgūt nepieciešamo apmācību materiālu. Apmācības notiek tiešsaitē vai arī bez interneta palīdzības. E-apmācībām ir tāds pats princips kā tradicionālajai apmācībai, lietotājs apgūst viņam vēlamu priekšmetu, tikai tas notiek elektroniskajā vidē. E-apmācībās ietilpst jebkura veida izglītojošā informācija, kas tiek nogādāta netiešā veidā.

Pētījuma mērķis ir izpētīt populārākās e-apmācības sistēmas un novērtēt tās pēc vairākiem kritērijiem, sniedzot rekomendācijas pētāmo e-apmācības sistēmu izmantošanai. Lai mērķis tiktu pilnvērtīgi sasniegts, tika izvirzīti arī darba uzdevumi: izpētīt informāciju par e-apmācību un e-apmācības iespējām; izpētīt populārākās e-apmācības sistēmas; izstrādāt kritēriju kopu e-apmācības sistēmu novērtēšanai; veikt populārāko e-apmācības sistēmu novērtēšanu, pielietojot izstrādāto kritēriju kopu un vērtēšanas skalu.

Pētījumā tiek apskatītas tādas e-apmācības sistēmas kā Moodle, Blackboard, SAKAI, Claroline, Dokeos, Atutor, ILIAS, LAMS, OLAT, OpenACS, LRN, COSE, Colloqui, OpenLMS, DocebolLMS. Populārākās no tām ir Moodle un Blackboard, tāpēc tieši šīs sistēmas tiek apskatītas detalizēti un tiek salīdzinātas. Pētījuma rezultātā tika iegūti dati, kas atspoguļo divu apmācības sistēmu salīdzinājumu. Eksperimenta laikā tika novērtēta katra no dotajām sistēmām un tika sniegta atgriezeniskā saite par katru no sistēmā esošajām komponentēm (tab.).

Tabula

Moodle un Blackboard sistēmu salīdzinājums

Raksturojums	BlackBoard	Moodle
Dokumentu augšupielāde un dalīšana	ir	ir
Satura labošana, izmantojot HTML tiešsaitē	nav	ir
Diskusijas	ir	ir
Diskusiju un darbību novērtēšana	nav	ir
Tiešsaites tērzēšana	ir	ir
Savstarpēja lietotāju novērtēšana	nav	ir
Tiešsaites testi un kontroldarbi	ir	ir
Tiešsaites atzīmju grāmata	ir	ir
Uzdevumu augšupielāde	ir	ir
Automātisks darba novērtējums	nav	ir
Darbs grupās	ir	ir
Strukturēta informācija	ir	ir
Blogs	nav	ir
Skaidrojošā vārdnīca	nav	ir

Spriežot pēc tabulas, Moodle sistēma ir vairāk piemērota mācību iestādēm, jo salīdzinājumā ar Blackboard sistēmu tai ir vairāk rīku, kuri var tikt izmantoti e-apmācības gaitā. Pēc e-apmācības sistēmu izpēti tika secināts, ka Moodle un Blackboard ir labākās attālināto apmācību sistēmas. Izvēloties e-apmācības sistēmu, ir jāizvirza galvenais kritērijs, kādam nolūkam tā ir paredzēta – Moodle sistēma ir piemērota gan mācību iestādēm, gan komerciāliem nolūkiem, savukārt Blackboard labāk izmantot komerciāliem nolūkiem.

J. Kalnejs, O. Ozoliņš, Ģ. Ivanovs (zinātniskais vadītājs)

MIKRORIŅĶA REZONATORA FILTRA REALIZĀCIJA UN ANALĪZE 40 GBIT/S OPTISKĀS SISTĒMĀS

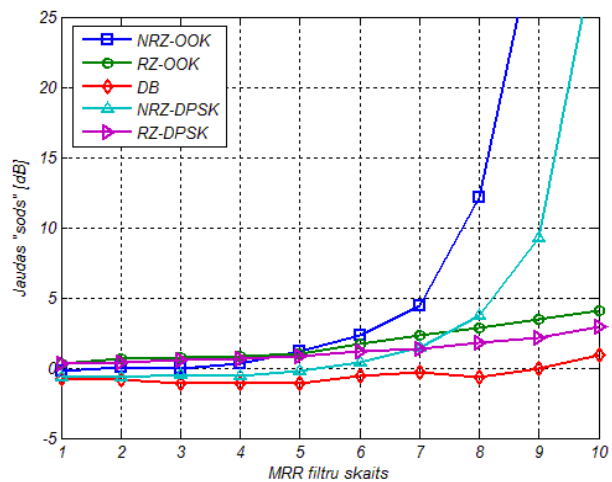
Mikroriņķa rezonatora (MRR) filtriem ir izmantošanas perspektīvas šķiedru optikas pārraides sistēmās, piemēram, optiskajos starpsavienojumos un ievades izdales blīvētājos. Atkarībā no pielietojuma veida tiek realizētas dažādas MRR filtru slēgumu konfigurācijas, kas veido kaskādi. Pārraidot optisko signālu caur MRR filtru kaskādes slēgumu, signāls var tikt degradēts.

Darbā tika novērtēta viena riņķa MRR filtru kaskāde slēguma ietekme uz NRZ-OOK, RZ-OOK, duobinary, NRZ-DPSK, RZ-DPSK 10 un 40 Gbit/s signāliem. Saslēdzot divus viena riņķa MRR filtrus kaskādes slēgumā, efektīvās 3 dB caurlaides joslas platums samazinās par 36 % (filtriem ar 25 GHz un 100 GHz 3 dB caurlaides joslas platumu). Palielinot filtru skaitu kaskādē, pēc 10 filtriem efektīvās caurlaides joslas sašaurinājums ir 73 %. Tā rezultātā veidojas signāla spektra kropļojumi, pieaug uztvertā signāla BER un nepieciešama lielāka jauda, lai nodrošinātu BER=10⁻⁹ līmeni. Modulācijas formātu noturības pret kaskādes slēgumu novērtēšanai tika izmantots jaudas „sods”:

$$P_{sods}|_{BER=10^{-9}}(dB) = 10 \cdot \log_{10} \frac{P_1|_{BER=10^{-9}}(mW)}{P_2|_{BER=10^{-9}}(mW)} = P_1|_{BER=10^{-9}}(dBm) - P_2|_{BER=10^{-9}}(dBm),$$

kur $P_1|_{BER=10^{-9}}$ - BER=10⁻⁹ līmeņa jauda uztvērēja ieejā un $P_2|_{BER=10^{-9}}$ - BER=10⁻⁹ līmeņa jauda raidītāja izejā.

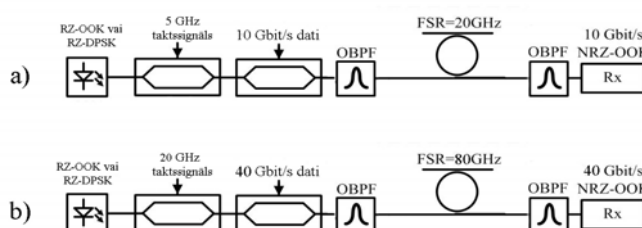
Apskatot attēlu, var redzēt, ka noturīgākais pret viena riņķa MRR filtru kaskādes slēgumu modulācijas formāts ir duobinary. Tas ir skaidrojams ar šī formāta noturību pret šaurjoslas filtrēšanu. Lielākais jaudas „soda” pieaugums novērojams NRZ-OOK un NRZ-DPSK gadījumā, kas skaidrojams ar zemu noturību pret spektra kropļojumiem un starpsimbolu interferenci. RZ-OOK un RZ-DPSK ir noturīgāki nekā to NRZ formāti. Tas ir skaidrojams ar mazāku jutību pret starpsimbolu interferenci. Šāda tendence ir novērojama pie 10 un 40 Gbit/s datu pārraides ātrumiem.



Att. Jaudas „sods” atkarībā no filtru skaita kaskādē pie 40 Gbit/s.

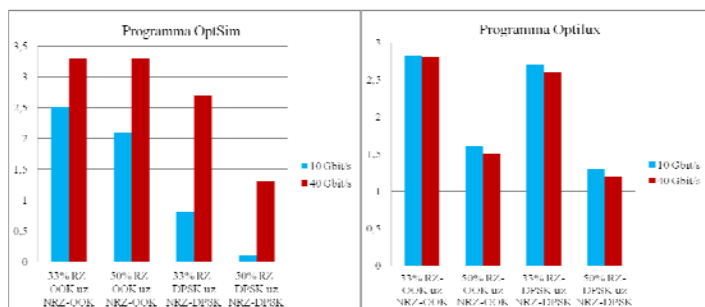
PILNĪGI OPTISKA MODULĀCIJAS FORMĀTU PĀRVEIDE MIKRORIŅĶA REZONATORĀ

Ar atgriešanos uz nulli (RZ) signāla optiskais spektrs ir platāks par bez atgriešanās uz nulli (NRZ) signāla spektru, tādējādi optisko modulācijas formātu pārveidi no RZ uz NRZ var veikt, izgriežot ar mikroriņķa (MRR) filtru spektrālās komponentes, kas neatbilst NRZ spektram. Lai pārveide būtu precīza, MRR filtra pārvades funkcijas attālumam starp divām secīgām rezonansēm (FSR) jābūt divreiz lielākam par pārraides ātrumu. Rezonanses dziļums pieaug, palielinoties FSR. Savukārt FSR palielinās, samazinoties MRR rādiusam. Rezonanses platums ir atkarīgs no MRR filtra saites koeficientiem. Filtra saites koeficientiem intensitātes (OOK) modulācijas formāta gadījumā jābūt robežās 0.9 līdz 0.99, lai nodrošinātu nepieciešamo rezonanses platumu. Savukārt fāzes (DPSK) modulācijas formāta gadījumā rezonanses platums var būt mazāks nekā RZ-OOK uz NRZ-OOK pārveides gadījumā, respektīvi saites koeficienti var būt līdz 0.8.



1.att. Pārraides sistēmas blokshēma RZ un NRZ OOK un DPSK modulācijas formātu pārveidei ar a) 10 Gbit/s; b) 40 Gbit/s pārraides ātrumu.

Pētījuma ietvaros skaitļošanas programmā *Matlab* tika izveidoti divi viena riņķa MRR filtra modeļi ar atbilstošu FSR un ievietoti simulācijas programmās OptSim un Optilux izveidotos vienkanāla optiskos pārraides sistēmu modeļos (1. att.). Izveidotajos modeļos tika veikta 33% un 50% impulsu samēra RZ uz NRZ intensitātes un fāzes modulācijas formātu pārveide pie datu pārraides ātrumiem 10 un 40 Gbit/s. Tā kā MRR filtra rezonanses dziļums palielinās, pieaugot FSR, pie 40 Gbit/s datu pārraides ātruma tika iegūts par 10 dB lielāks rezonanses dziļums nekā pie 10 Gbit/s, tādējādi spektrālās komponentes no RZ spektra pie šī ātruma tika izgrieztas efektīvāk. MRR filtrā pārveidotajam NRZ signālam paliek amplitūdas pulsācijas, kuras ir nepieciešams mazināt ar joslas filtru (OBPF). 10 Gbit/s datu pārraides ātruma gadījumā precīzas pārveides sasniegšanai ir nepieciešams izmantot proporcionāli šaurāku OBPF



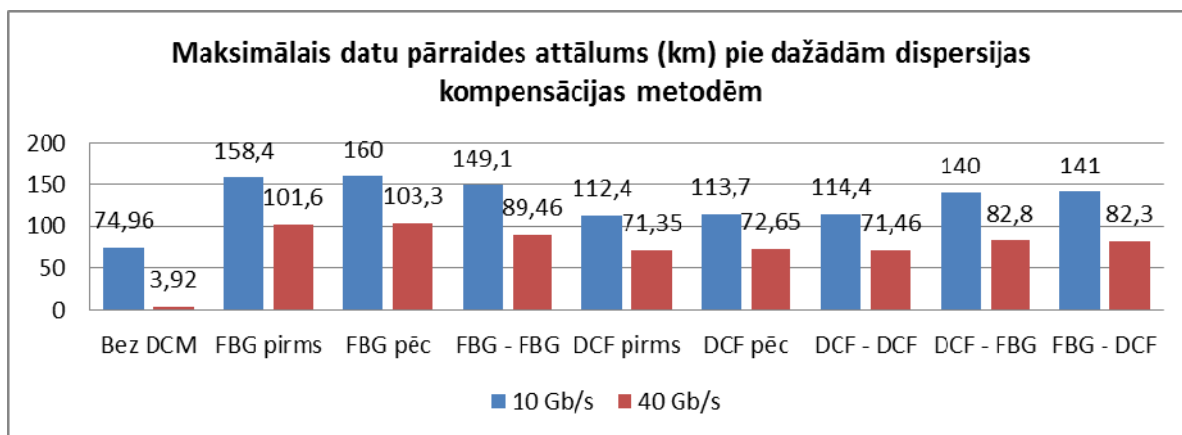
2. att. Uztvertās jaudas un OSNR „sodi” pēc optisko modulācijas formātu pārveides simulācijas programmās OptSim un Optilux.

nekā pie 40 Gbit/s ātruma, jo pēc pārveides paliek lielākas amplitūdas pulsācijas. No abās programmās iegūtajiem rezultātiem var secināt, ka precīzāka modulācijas formātu pārveide tiek nodrošināta DPSK gadījumā. Precīzāka pārveide tiek veikta 50% RZ impulsu samēra gadījumā, jo MRR filtrā pārveidotais spektrs ir ļoti tuvs oriģinālajam NRZ spektram un amplitūdas pulsācijas ir tik minimālas, ka tās var nesamazināt ar OBPF.

DISPERSIJAS KOMPENSĀCIJAS METOŽU IZPĒTE UN PIELIETOJUMS WDM – PON SISTĒMĀ

FTTX aplikācijās šodien tiek izmantoti divu veidu PON ar laikdales piekļuvi. Pastāvošais PON tīkls ir laikdales blīvēts pasīvais optiskais tīkls (TDM - PON), bet nākamās paaudzes pasīvie piekļuves tīkli tiks balstīti uz blīvēšanas tehniku pēc viļņa garuma (WDM). Tas tiek veicināts ar IEEE un ITU – T organizācijām, izstrādājot jaunas standartizētas instrukcijas, kuru mērķis ir pakāpeniski pāriet no pastāvošiem TDM – PON uz WDM – PON tīkliem WDM – PON sistēmā, izmantojot vairākus viļņa garumus pār šķiedru, tādējādi tiek efektīvāk izmantota šķiedra; nav nepieciešama laika joslas plānošana pretēji laikdales pasīvo optisko tīklu tehnoloģijām. Tā kā WDM – PON sistēmas priekšrocība ir tās efektīva optiskās šķiedras izmantošana, nepieciešams apzināt iespējamus traucējumus optiskajā šķiedrā.

Pētījuma mērķis ir veikt WDM-PON sakaru sistēmas dispersijas kompensācijas metožu pielietošanas iespēju izpēti un tās ietekmes uz pārraides ātrumu un līnijas garumu novērtējumu. Jāņem vērā, ka WDM – PON sistēmā posmam starp OLT un ONU daļu ir jābūt pilnīgi pasīvam (nedrīkst izmantot ierīces, kas patērē elektrisko strāvu), līdz ar to tas ierobežo iespējamās hromatiskās dispersijas kompensācijas metodes. Iegūtie rezultāti ir apkopoti attēlā.



Izmantojot hromatiskās dispersijas kompensācijas metodes, tika konstatēts, ka maksimālais līnijas (SMF šķiedras) garums pie datu pārraides ātruma 10 Gbit/s tika palielināts par 85,02 km vai par 113,48 %, bet pie datu pārraides ātruma 40 Gbit/s maksimālais līnijas garums tika palielināts par 99,38 km vai par 2535,2 %, izmantojot FBG moduli, kas ir novietots pēc šķiedras. Pateicoties tam, ka FBG modulis neievieš sistēmā nelineāros efektus un vājinājumu lielāku kā 3 dB, ar FBG dispersijas kompensācijas moduli ir iespējams sasniegt lielāku sistēmas veiktspēju attāluma ziņā, salīdzinot ar DCF dispersijas kompensācijas moduli. Kā maksimālais līnijas garums pie datu pārraides ātruma 10 Gbit/s, izmantojot FBG moduli, tika konstatēts 160 km, bet izmantojot DCF moduli - 113,7 km. Pie datu pārraides ātruma 40 Gbit/s maksimālais līnijas garums, izmantojot FBG moduli, tika konstatēts 103,3 km, bet izmantojot DCF moduli - tikai 72,65 km. Ar kombinētajām dispersijas kompensācijas metodēm nevar uzlabot atsevišķa FBG moduļa sistēmas veiktspēju attāluma ziņā līnijā ienesto zudumu dēļ, bet DCF moduli var, tā dispersijas kompensācijas daudzumu pilnīgi vai daļēji aizstājot ar FBG moduli pirms vai pēc šķiedras.

R. Alekšis, K. Jaudzems, E. Liepiņš (zinātniskie vadītāji)

SAVIENOJUMU BIBLIOTĒKAS SKRĪNINGS AR VIRSMAS PLAZMONU REZONANSI

Virsmas plazmonu rezonanses (VPR) spektroskopijas pamatā ir metāliskas virsmas elektronu mijiedarbība ar infrasarkanās-redzamās gaismas starojumu. Ja krītošā starojuma frekvence sakrīt ar metāliskās virsmas elektronu pašsvārstību (rezonanses) frekvenci, notiek starojuma absorbcija un rodas virsmas plazmoni – elektromagnētiskie viļņi, kas izplatās virzienā paralēli virsmai. Molekulu adsorbcija un desorbcija pie metāliskās virsmas izmaina virsmas plazmonu rezonanses frekvenci, ko var detektēt kā krītošā starojuma atstarošanās leņķa izmaiņas.

VPR spektrometrā izmanto plānu zelta plāksnīti (40-50nm biezuma), kurai, no vienas puses, kovalenti tiek piesaistīta analizējamā molekula (maza molekula, proteīns, nukleīnskābe vai šūna), bet, no otras puses, tiek starota polarizēta gaisma, kas no zelta virsmas atstarojas un tiek detektēta. Citu molekulu piesaistīšanās pie imobilizētās molekulas rada niecīgas, bet detektējamās gaismas atstarošanās leņķa izmaiņas (sākot no 0,0001°), tāpēc VPR spektroskopija ir efektīva metode dažādu molekulu nekovalentas saistības raksturošanai. To galvenokārt izmanto bioķīmijā, lai pētītu nekovalentu saistību starp proteīniem/DNS, RNS/DNS, DNS/DNS, proteīniem/ogļhidrātiem, mazām molekulām/makromolekulām, proteīniem/šūnām u.c. Ar VPR ir iespējams noteikt gan kinētiskus (disociācijas ātruma, saistīšanās ātruma un līdzsvara konstanti), gan termodinamiskus parametrus (entalpiju, entropiju, aktivācijas enerģiju), tādēļ metodi var izmantot jaunu zāļu vielu atklāšanā. Salīdzinājumā ar citām biofizikālām metodēm (KMR un rentgenkristalogrāfiju) VPR ir ievērojami ātrāka, ja jāpārbauda lielu savienojumu skaits (savienojumu bibliotēku), kā arī tā patērē ļoti nelielu pētāmās molekulas (piem., proteīna) daudzumu (100-200 µg).

Darbā mēs izmantojām VPR, lai pārbaudītu 1000 savienojumu bibliotēku un atlasītu potenciālos plazmepsīna 2 inhibitorus. Plazmepsīns 2 tika imobilizēts uz zelta plaksnītes, izmantojot amīnu sajūgšanas metodi. Tā kā izmantotā savienojumu bibliotēka nebija pielāgota skrīningam ar VPR, tad vispirms tika atlasītas vielas, kas labi šķīda buferšķīdumā, neuzrādīja pārāk lēnu disociācijas ātrumu, ļoti augstu nespecifisku saistību pie proteīna vai dekstrāna un pēc kurām nebija grūti reģenerēt proteīnu (to nomazgāt). Rezultātā no 1000 savienojumiem atlasīti aptuveni 400, kam ar VPR pārbaudīta saistība un no kuriem saistību ar plazmepsīnu 2 uzrādīja 64 savienojumi. Savukārt KMR eksperimentos novērojām saistību tikai 39 savienojumiem, starp kuriem 12 uzrādīja specifisku saistību, 24 nespecifisku, bet par 3 nebija skaidrs saistīšanās specifiskums. Taču starp tiem 64 savienojumiem, kas uzrādīja saistību ar plazmepsīnu 2 VPR eksperimentos, bija 6 savienojumi, kas arī ar KMR uzrādīja specifisku saistību un 4 nespecifisku, bet 2 gadījumos par kuru specifiskumu nebija skaidrības.

No iegūtajiem rezultātiem secinājām, ka VPR metode ir ļoti ātra – 400 savienojumu saistības pārbaudi veicām 72 stundu laikā. Identificētie trāpījumi tikai daļēji saskan ar KMR skrīninga rezultātiem, kas varētu būt saistīts ar dažādajām buferšķīdumu pH vērtībām eksperimenta laikā. KMR skrīnings tika veikts neitrālā vidē pie pH=7,0, kamēr VPR skrīnings skābā vidē pie pH=5,0. Skrīnings ar VPR ir arī efektīvs, jo, ja sākotnējā bibliotēkā (1000 savienojumi) bija 3% savienojumi, kas uzrāda specifisku saistību, tad ar VPR var atlasīt savienojumus, starp kuriem ir 3 reizes augstāks aktīvo vielu skaits.

ŠĶĪDINĀTĀJU IETEKME UZ RAPŠU EĻĻAS DEOKSIGENĒŠANU

Rapšu eļļa tiek plaši izmantota atjaunojamo transporta degvielu iegūšanai. Līdz šim populārākais rapšu eļļas pārstrādes veids biodegvielu iegūšanai bija transesterifikācija ar metanolu vai citiem spirtiem skābes vai bāzes katalizatora klātienē. Šobrīd liela uzmanība tiek pievērsta rapšu eļļas katalītiskai hidrogenēšanai (hidroapstrādei), kuras rezultātā iegūtā biodegviela pēc ķīmiskā sastāva ir pielīdzināma fosilajai degvielai, taču tai nav kaitīgo piemaisījumu (slāpekļa, sēra, skābekļa savienojumu). Tādējādi šī degviela apvieno sevī labākās fosilās degvielas un taukskābju metilesteru jeb biodīzeļa īpašības.

Rapšu eļļas triglicerīdi H_2 atmosfērā tiek katalītiski hidrogenēti līdz ogļūdeņražiem, atšķēlot propānu, CO_2/CO un ūdeni. Kā galvenais starpprodukts rodas piesātinātās taukskābes, galvenokārt stearīnskābe ($C_{18}:0$). Tā kā pētītajos reakcijas apstākļos deoksigenēšana notiek pēc dekarboksilēšanas/dekarbonilēšanas mehānisma, rodas ogļūdeņraži, kas satur par 1 C atomu mazāk nekā izejvielas taukskābes; šajā gadījumā galvenais produkts ir heptadekāns.

Šajā pētījumā apskatīta rapšu eļļas deoksigenēšanas optimizācijas iespēja, procesā izmantojot šķīdinātājus. Parasti rapšu eļļas deoksigenēšana tiek veikta bez šķīdinātāja, taču, lietojot piemērotu šķīdinātāju, būtu iespējams veicināt labāku fāžu kontaktu trīsfāžu reakcijas vidē, tādējādi veicinot ātrāku reakcijas norisi.

Kā potenciālie šķīdinātāji rapšu eļļas deoksigenēšanai tika apskatīti: ūdens, bezūdens etanols (bioetanols) un cikloheksāns. Tika veikta rapšu eļļas deoksigenēšana 100 ml laboratorijas autoklāvā gan apstākļos bez šķīdinātāja, gan izmantojot vienu no šķīdinātājiem (rapšu eļļas un šķīdinātāja masu attiecība – 1 : 1). Izmantotais katalizators: 66%Ni/ Al_2O_3 - SiO_2 , reakcijas laiks: 4 stundas. Reakcijas tika veiktas dažādos spiedienos (15 – 70 bar) un reakcijas temperatūra visos eksperimentos bija 300°C. Iegūto produktu kvalitatīvai un kvantitatīvai noteikšanai izmantota modificēta gāzu hromatogrāfijas standartmetode EN 14105.

Vislabākais ogļūdeņražu iznākums tika iegūts eksperimentos ar šķīdinātāju cikloheksānu (pie 70 bar 70,3 %), kas ir ievērojami lielāks nekā eksperimentos bez šķīdinātāja (pie 70 bar 29,2 %). Etanola klātbūtne reakcijas vidē eksperimentos virs 30 bar nedaudz palielināja ogļūdeņražu iznākumu salīdzinājumā ar apstākļiem bez šķīdinātāja (pie 70 bar ar etanolu – 34 %, bez šķīdinātāja – 29,2 %), taču radās blakusprodukti, kas netika novēroti apstākļos bez šķīdinātāja (etilstearāts u.c.). Ūdens klātbūtne reakcijas gaitu ietekmēja negatīvi, kā rezultātā ogļūdeņražu iznākums nevienā eksperimentā nepārsniedza 3 %.

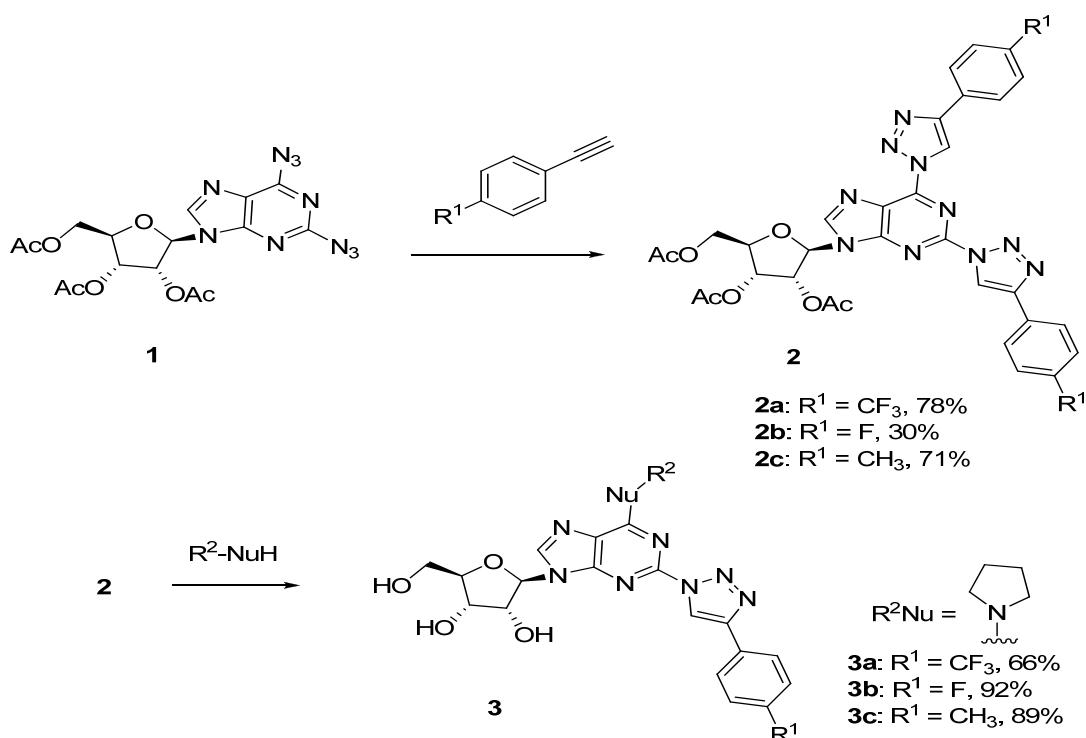
Visi šķīdinātāji ievērojami samazināja glicerīdu atlikumu produktā (bez šķīdinātāja 53,4 %, ar šķīdinātāju 5-15 % pie 70 bar), taču vienlaikus pieauga stearīnskābes saturs, no kā var secināt, ka šķīdinātāju izmantošana veicina taukskābju atšķelšanu no glicerīdiem. Šīs taukskābes tālāk tiek pārvērstas ogļūdeņražos.

No eksperimentu rezultātiem var secināt, ka cikloheksāns kā šķīdinātājs ievērojami palielina rapšu eļļas deoksigenēšanas ogļūdeņražu iznākumu, salīdzinot ar apstākļiem bez šķīdinātāja. Etanols ogļūdeņražu iznākumu ietekmē minimāli, līdz ar to etanola izmantošana par šķīdinātāju pētītajā spiedienā un temperatūrā nav lietderīga. Savukārt ūdens klātbūtne ogļūdeņražu iznākums ir zems, kas liecina par to, ka pētītajos apstākļos ūdens neveido labvēlīgu vidi deoksigenēšanas reakciju norisei.

PURĪNA BISTRIAZOLILATVASINĀJUMU REAKCIJAS AR NUKLEOFĪLIEM UN IEGŪTO PRODUKTU FLUORESCENTO ĪPAŠĪBU IZPĒTE

Purīna nukleozīdi tiek plaši izmantoti medicīnā kā pretvēža un pretvīrusu preparāti. Tiem ir plašs pielietojums arī bioķīmijā un bioloģijā, tādēļ mūsdienās šo savienojumu izpēte kļūst arvien nozīmīgāka.

Darba mērķis ir iegūt jaunus 2,6-bis-(1,2,3-triazolil)-aizvietotus ribonukleozīdus, realizēt šo savienojumu reakcijas ar dažādiem nukleofīliem un izpētīt iegūto savienojumu fluorescentās īpašības.



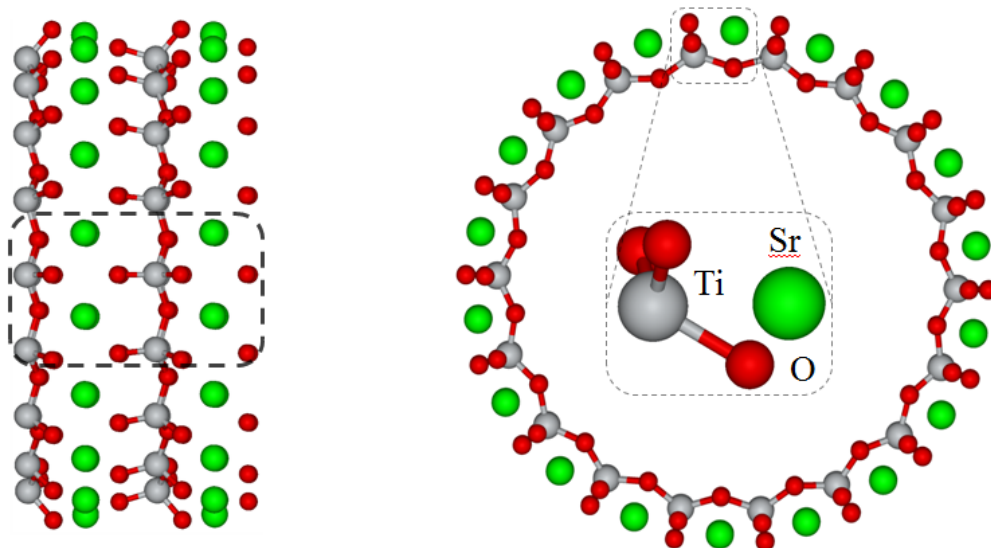
2,6-Bistriazolilpurīna un C(6) aizvietotu triazolilpurīna ribonukleozīdu vispārīga iegūšanas shēma.

2,6-Bistriazolilpurīna ribonukleozīdus **2** iegūst, aizsargātam 2,6-diazidopurīnam **1** reaģējot ar dažādiem aizvietotiem fenilacetilēniem. Kā katalītisko sistēmu izmanto CuSO₄·5H₂O un nātrija askorbātu. Tālāk tiek veiktas nukleofilās aizvietošanas reakcijas ar dažādiem alkīniem, tiek nošķelts triazols C(6) vietā un iegūti gala produkti ar vispārīgo struktūru **3**. Turpmāk tiks pētīts, kā aizvietotājs R¹ ietekmē iegūto savienojumu **3** fluorescentās īpašības.

DOPĒTO SrTiO₃ NANOCAURUĻU KVANTU ĶĪMIJAS MODELĒŠANA FOTOKATALĪTISKAJAI ŪDEŅRAŽA IEGUVEI

Dopēto SrTiO₃ nanocauruļu (NT) fotokatalizatori ir potenciālie kandidāti fotokatalītiskas ūdeņraža iegūšanas izmantošanai. Inducēto viduszonu stāvokli tie var uzlabot ar augstspējīgo foto-elektroķīmisko elektrodu reaktivitāti redzamas gaismas ietekmē. Svarīga loma tālākajai NT modelēšanai ir izpratnei par virsmas efekta ietekmi uz modelēto nanostruktūru aizliegtu zonu.

Darba gaitā ar kvantu ķīmijas modelēšanas metodēm tika izmeklētas stroncija titanāta nanocaurules (STO-NT), salocītas no (110) nanoplāksnēm. Izmantojot *CRYSTAL-09* kvantu ķīmijas paketi, visiem aprēķiniem tika pielietots hibrīds apmaiņas-korelācijas funkcionāls elektronu blīvuma funkcionāla teorijas ietvaros (B3PW).

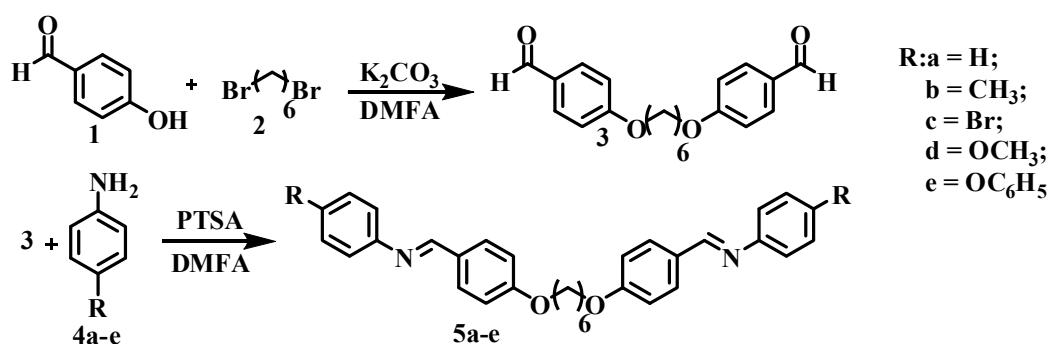


Analizējot aprēķinu rezultātus, tika atrasts, ka vakances SrTiO₃ plāksnes ārējā slānī parāda lielu ietekmi uz nanostruktūru elektronu lādiņa reorganizācijas dēļ. Tāpēc tika modelēta nanocaurule (att.) ar vakancēm ārējos un iekšējos slāņos. Tika novērotas kritiskas aizliegtās zonas sašaurināšanās, kas noveda pie tā, ka nanocaurule ir kļuvusi vadītspējīga. Tādēļ mēs secinām, ka NT nanoplāksnes SrTiO₃ kristāla plaknes maiņa būtu labāk piemērota mūsu uzdevumam. Tika arī nolemts izmēģināt jauno SrTiO₃ NT modificēšanu ar iepriekš veiksmīgi izmantotiem dopantiem, piemēram, S un N atomiem skābekļa pozīcijās.

4,4'-(HEKS-1,6-DIILBIS(OKSI))DIBENZALDEHĪDA REAKCIJĀS AR 4-AIZVIETOTIEM ANILĪNIEM, IEGŪTO PRODUKTU IZMANTOŠANA RECIKLĒTA PET ĪPAŠĪBU UZLABOŠANAI

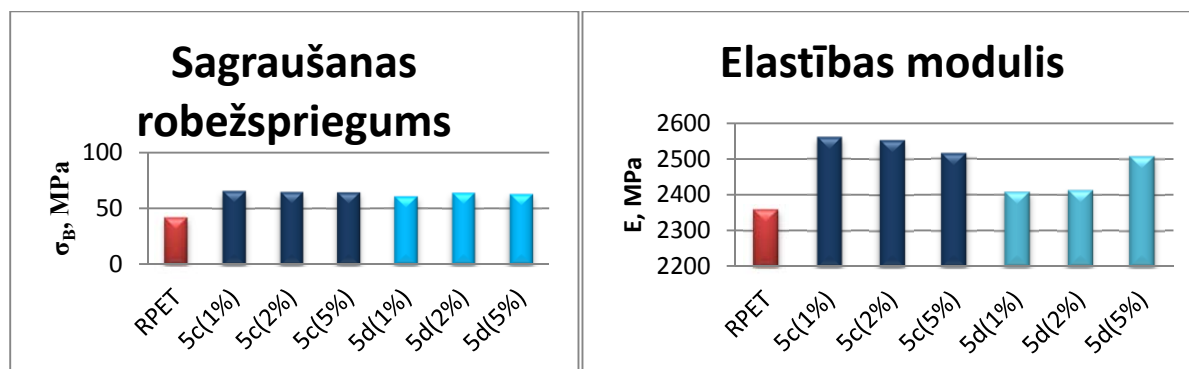
Viens no resursu atgūšanas veidiem no izlietotā polietilēntereftalāta (PET) ir tā reciklēšana, iegūstot reciklēto PET (RPET). Tālākas pārstrādes process parasti ir saistīts ar augstām temperatūrām un no jauna iegūtā materiāla dažu īpašību izmaiņām. Tāpēc šajā procesā nepieciešams pievienot tādas piedevas, kas ne tikai atvieglo RPET pārstrādi, bet arī uzlabo iegūtā materiāla īpašības.

Darbā sintezēti savienojumi **5a-e** ar šķidro kristālu īpašībām un pētīta to piedevu ietekme uz RPET īpašībām.



1.att. Aizvietotu 4,4'-(heks-1,6-diilbis(oksi))dibenzaldehīdu sintēze.

Iegūto šķidro kristālu **5a-e** augstā termiskā stabilitāte (320-367 °C) ļauj tos dopēt RPET matricā, jo tā pārstrādes temperatūra ir ap 275°C. Analizējot iegūto kompozītu (ar 5c, 5d) mehāniskās analīzes datus, varam secināt, ka vērojama (2. att.) to stinguma palielināšanās, salīdzinot ar tīrā RPET datiem.



2. att. Elastības moduļa izmaiņas atkarībā no šķidrā kristāla koncentrācijas.

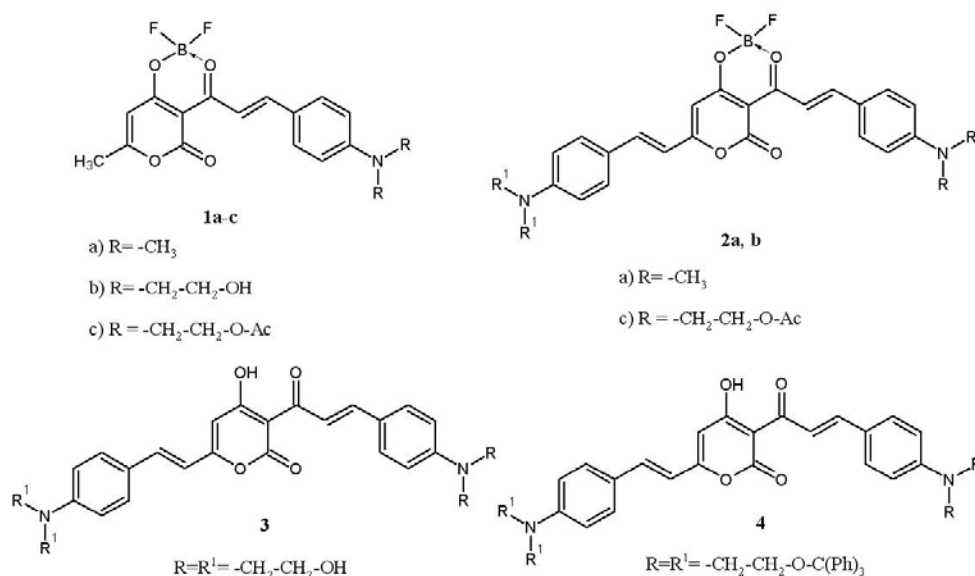
Redzams, ka **5c** paaugstina kompozīta mehāniskās īpašības vairāk nekā **5d**, bet efektīvākā to masas daļa kompozītā ir 2%.

3-ACETIL-4-(DIFLUOROBORIL)-6-METIL-2H-PIRĀN-2-ONA UN AROMĀTISKO ALDEHĪDU KONDENSĀCIJAS REAKCIJU PRODUKTI UN TO ĪPAŠĪBAS

Darbā pētītas 3-acetil-4-(difluoroboril)-6-metil-2H-pirān-2-ona kondensācijas reakcijas ar aromātiskajiem aldehīdiem, lai iegūtu luminiforus savienojumus, kuru tālākos pētījumos varētu noskaidrot, vai tiem piemīt vairāk vai mazāk efektīva elektroluminiscence un iespējama to izmantošana organisko gaismu izstarojošo diožu pētīšanai.

Noskaidrots, ka vispirms 3-acetil-4-(difluoroboril)-6-metil-2H-pirān-2-ons ar aromātiskajiem aldehīdiem veido mono kondensācijas produktus **1a-c**, reaģējot ar 3-acetilgrupu, bet tālāk iespējama reakcija arī ar 6-metil- grupu, veidojot bis kondensācijas produktus **2a,b**.

Lai iegūtu amorfo fāzi veidojošus atvasinājumus no sintezētā savienojuma **3**, veicot tā tritilēšanu, iegūts apjomīgs aizvietotājus saturošs savienojums **4**.



Att. Sintezētie savienojumi.

Tabula

Dažu sintezēto savienojumu luminiscence

Sav.	Absorbcijas $\lambda_{\max}$ (nm), metilēnhlorīdā	Luminiscences $\lambda_{\max}$ (nm)
1a	561	616
2a	632	727
4	526	614

Savienojumam **4** piemīt labas luminifora īpašības (gaismu emitē 539 – 762 nm apgabalā) (tab.) un arī spēja veidot caurspīdīgas plānās kārtiņas jeb filmiņas, nodrošinot tā tālāku pētīšanu organiskajos optoelektronikas materiālos.

RAPŠU EĻĻAS TAUKSKĀBJU ESTERIFIKĀCIJA AR METANOLU SĒRSKĀBES KLĀTBŪTNĒ UN PROCESA OPTIMIZĀCIJA

Ekoloģiskie, politiskie un ekonomiskie apsvērumi ir radījuši plašu uzmanību alternatīvo, atjaunojamo biodegvielu attīstīšanai un pētīšanai. Biodegvielu izmantošana samazinātu siltumnīcas efektu radošo izmešu apjomu un diversificētu izmantojamās enerģijas avotus. Pašlaik plašāk izmantotās pirmās paaudzes alternatīvās degvielas ir bioetanols, biodīzeļdegviela un biogāze. Biodīzeļdegvielas ražošanā pārsvarā izmanto triglicerīdu pāresterifikāciju NaOH, KOH vai NaOCH₃ klātbūtnē. Sārmainās pāresterifikācijas priekšrocība ir īsais reakcijas laiks, bet pats process ļoti jutīgi reaģē uz izejvielu tīrību. Īpaši negatīvu ietekmi uz pāresterifikācijas procesu rada brīvās taukskābes un ūdens. Sārmainās pāresterifikācijas procesā praktiski var izmantot tikai triglicerīdu maisījumus, kuru taukskābju saturs nav augstāks par 1%. Lētas, bet vērtīgas biodīzeļdegvielas izejvielas, piemēram, augu eļļu rafinēšanas blakusprodukti, lietotas cepamās eļļas, dzīvnieku tauki, jēlglicerīnā esošās taukvielas utt. satur lielu daudzumu brīvo taukskābju. Izmantojot šādas izejvielas, samazinātos biodīzeļdegvielas pašizmaksa un konkurence ar pārtikas eļļām, bet palielinātos tās konkurētspēja ar fosilo dīzeļdegvielu. Lai no šāda tipa izejvielām efektīvi iegūtu standarta EN 14214 prasībām atbilstošu biodīzeļdegvielu, process ir jārealizē skābes klātbūtnē. Sērskābe ir lētākais un pēc aktivitātes efektīvākais skābais katalizators, jo nodrošina relatīvi ātru reakciju ar nelielu katalizatora koncentrāciju.

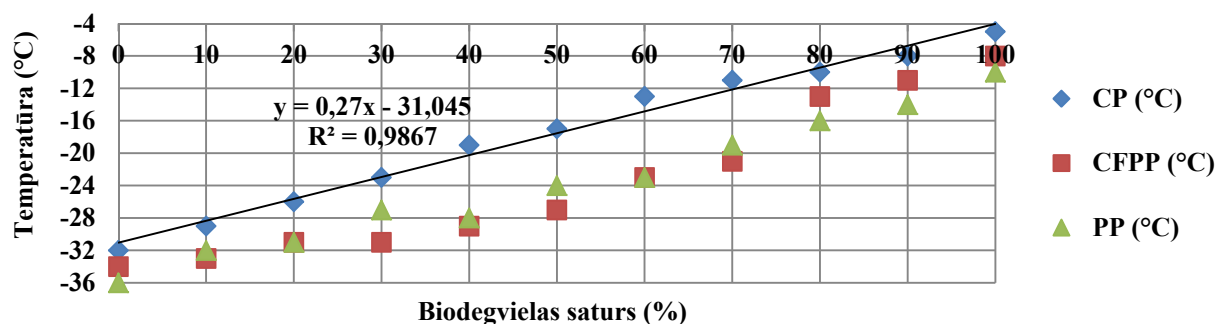
Ekspērimētos izmantotas rapšu eļļas taukskābes, kuras iegūtas no rapšu eļļas skābās hidrolīzes reakcijā ar ūdeni (skābes skaitlis 199.91 mg KOH/g). Izpētīta metanola:taukskābju molārās attiecības (1:1–20:1) un sērskābes koncentrācijas (0.1–3.0 m/m%) ietekme uz esterifikācijas procesu ar reakcijas laiku 0–360 minūtes. Reakcijas veiktas 70 °C temperatūrā, un to norise tika kontrolēta pēc skābes skaitļa vērtības (izmantota standarta metode LVS EN 14104), ņemot paraugu no reakcijas maisījuma ik pēc noteikta laika (10, 20, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270, 300, 330, 360 ± 0.1 minūtēm).

Vienstadijas rapšu eļļas taukskābju maisījuma esterifikācijas procesā, izmantojot sērskābes koncentrācijas intervālā 0.1–3.0% un metanola:taukskābju molāro attiecību ≥20:1, nav iespējams iegūt esteru maisījumu, kura taukskābju saturs būtu zemāks par 1.1% (skābes skaitlis 2.1 mg KOH/g). Reakcijas līdzsvars 70 °C temperatūrā iestājas 300–360 minūšu laikā. Reakcijas iznākumu palielina gan sērskābes koncentrācijas, gan metanola pārākuma palielināšana. Sērskābes koncentrācijas >1.0% nav piemērotas rapšu eļļas taukskābju metilesteru sintēzei, jo pie tik augstām katalizatora koncentrācijām reakcijas maisījumā norisinās nevēlami oksidācijas procesi. Lai iegūtu standartam atbilstošu produktu no rapšu eļļas taukskābju maisījuma, ir jāpielieto divstadiju esterifikācija. Pirmajā stadijā taukskābju maisījuma esterifikācija ir jāveic, izmantojot metanola un taukskābju molāro attiecību 5:1, sērskābes koncentrāciju 1.0%, 70 °C temperatūru un reakcijas laiku 300 minūtes. Otrajā stadijā ir jārealizē iegūtā metilesteru/taukskābju maisījuma esterifikācija, izmantojot metanola:taukskābju molāro attiecību 20:1, sērskābes koncentrāciju 0.1%, 70 °C temperatūru un reakcijas laiku 240 minūtes. Šādos optimālos divstadiju procesa apstākļos biodīzeļdegvielas iznākums tika sasniegts 97.8%, un tās raksturojums atbilda standarta EN 14214 prasībām.

BIODĪZEĻDEGVIELU SATUROŠAS ZIEMAS DĪZEĻDEGVIELAS ZEMO TEMPERATŪRU RAKSTUROJUMI

2007. gada 10. janvārī Eiropas Komisija publiskoja Stratēģisko ES Enerģētikas politikas pārskatu, kurā noteikts minimālais biodegvielas īpatsvars 2020. gadā – 10 % no kopējā Eiropas Savienības degvielas patēriņā. Lai izpildītu šo prasību, biodīzeļdegvielu lieto tīrā veidā vai biodīzeļdegvielas maisījumos ar fosilo dīzeļdegvielu. Viens no šķēršļiem tīras biodegvielas ieviešanai tirgū ir tās augstā sasalšanas temperatūra, līdz ar to rūpīgāk jāizpēta biodegvielas maisījumu ar ziemas vai arktisko dīzeļdegvielu izmantošanas iespējas. Zemo temperatūru raksturojumu nosaka atsevišķie degvielas komponenti un to īpašības. Degvielas zemo temperatūru īpašības raksturo ar CFPP – auksta filtra nosprostošanas punktu, CP – saduļķošanas punktu un PP – tecēšanas punktu. CP ir temperatūra, kurā no šķidrās degvielas izveidojušies pirmie kristāli. CFPP nosaka temperatūru, kurā degviela vairs nevar izplūst caur filtriem, jo izveidojas pārāk daudz kristālu. PP ir zemākā temperatūra, pie kuras degviela vēl ir šķidrā stāvoklī. Šos parametrus nosaka atbilstoši standartizētām analīzes metodēm, parasti, izmantojot automatizētas iekārtas.

Paraugu pagatavošanai izmantota 2. klases arktiskā dīzeļdegviela (CN51) ar sertifikātu № 84620, iegādāta 2011. gada 1. februārī kompānijā „ORLEN Lietuva” (pēc LVS EN 590 standarta 2. arktiskai klasei: $CFPP_{max} = -32\text{ °C}$, $CP_{max} = -22\text{ °C}$), un biodegviela bez piedevām, kas ražota SIA „Mežrozīte”. Izmantotās degvielas atbilst visām standartu LVS EN 590 (dīzeļdegvielai) un LVS EN 14214 (biodegvielai) prasībām. Analīzēm pagatavoti maisījumi, kur biodegvielas koncentrācija mainās no 0% līdz 100%. Iegūtie rezultāti parādīti attēlā.



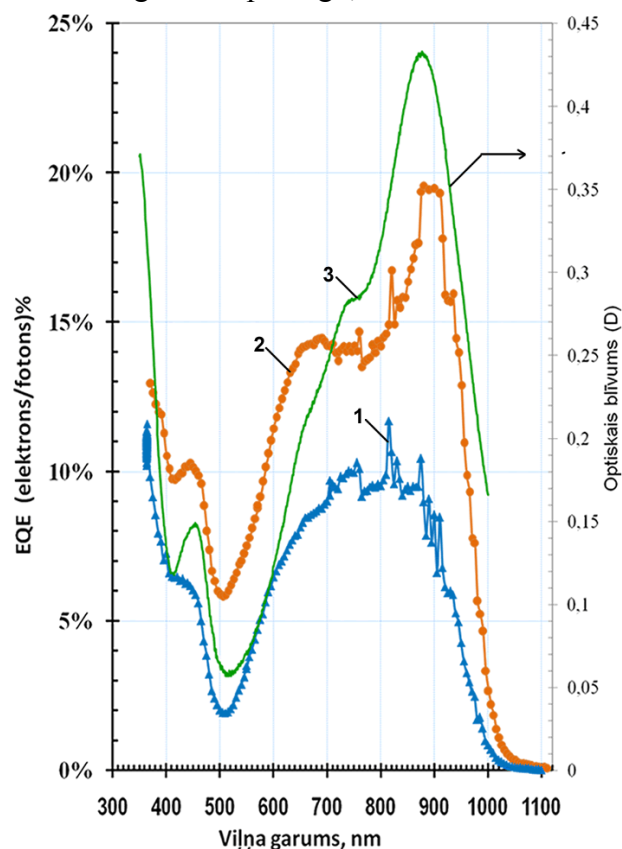
Att. Paraugu CP, CFPP un PP satura atkarība no temperatūras.

CP, CFPP un PP temperatūra pieaug, ja palielina biodegvielas saturu maisījumā. CP temperatūra palielinās lineāri (korelācijas koeficients $R^2=0,9867$) un mainās attiecīgi no -32 °C līdz -5 °C . Šādu sakarību, izmantojot 2. arktiskās klases dīzeļdegvielu, pierāda arī citu zinātnieku pētījumi. Savukārt, CFPP un PP neuzrāda lineārās sakarības. CFPP mainās no -34 °C līdz -8 °C , bet PP – no -36 °C līdz -10 °C . Teorētiski PP temperatūrai visā mērījumu intervālā jābūt aptuveni 2 °C zemākai par CFPP temperatūru, bet maisījumiem B10, B30, B40, B50 un B70 novēro pretēju sakarību. To var izskaidrot ar to, ka mērījumi veikti, izmantojot pēc darbības principa atšķirīgas ierīces, kur katrai ir sava mērījumu kļūda.

Pēc šiem rezultātiem var secināt, ka saskaņā ar LVS EN 590 standartu, 2. arktiskajai dīzeļdegvielas klasei atbilst arī maisījumi, kur biodegvielas saturs nepārsniedz 10%. Iespējams, ka standartam atbilst arī maisījumi ar biodegvielas saturu no 10% līdz 20%, bet lai to konstatētu, šādiem maisījumiem jāveic papildus CFPP analīzes.

NEPLANĀRĀ FTALOCIANĪNA IZMANTOŠANAS IESPĒJU PĒTĪJUMI ORGANISKAJOS SAULES ELEMENTOS

Vienu no visefektīvākajiem pēdējā laikā izveidotajiem vienslāņa organiskajiem saules elementiem veido tilpuma heteropāreja starp poli-3-heksiltiofēnu (P3HT) un šķīstošo C_{60} fullerēna atvasinājumu (ICBA). Izmantojot to, jau 2012. gadā tika sasniegta gaismas jaudas konversijas efektivitāte elektriskajā 7,4%, taču šis elements izmanto tikai 350-650 nm platu spektrālu joslu, kas sastāda tikai ~ 30-35% no pilnā saules spektra enerģijas. Tāpēc mēs šajā darbā meklējam šim slānim tandēma partneri, kura fotojutība noklātu vismaz 600-950 nm rajonu. Šim nolūkam tika izvēlēts svina ftalocianīns (PbPc), kurš triklīnā kristalogrāfiskā modifikācijā veido plašu lādiņa pārnesei joslu 900 nm rajonā. Darbā tika izstrādāta šīs kristalogrāfiskās modifikācijas iegūšanas metodika un tika izveidota vakuumā ~ 10^{-6} mbar termiski uztvaicēta daudzslāņu sistēma: stikls/ITO/MoO₃/PbPc/IC₆₀BA vai C₇₀/BPhen/Yb/Al. Tā kā iekšējā lauka palielināšanai paraugā, par augšējos elektrodu tika izmantots itērbijs (Yb), kura izejas darbs ir 2,6 eV un kurš viegli oksidējas, nācās izveidot vakuumsistēmu, kurā var ne tikai izgatavot paraugu, bet arī veikt visus fotoelektriskos mērījumus, nepārvietojot paraugu.



Uz šīs jaunās mēriekārtas tika arī veikti īsslēguma fotostrāvas kvantu efektivitātes (EQE) spektrālo atkarību mērījumi 370-1200 nm intervālā, izmantojot gaismas modulāciju ar periodu 6 sekundes. Šie rezultāti atspoguļoti attēlā gan paraugam, kur par elektronu akceptoru kalpo IC₆₀BA (līkne 1), gan C₇₀ (līkne 2). Darbā veikti arī EQE atkarību mērījumi no gaismas intensitātes 10^{10} - 10^{16} fot/(cm²·s) intervālā, kā arī EQE atkarības no ārējā pieliktā sprieguma, lai novērtētu foto EDS vērtības (V_{OC}) un aizpildījuma faktorus (FF).

Att. Īsslēguma fotostrāvas kvantu efektivitātes (EQE) spektrālās atkarības (līknes 1,2) un PbPc slāņa optiskais blīvums (līkne 3).

MIEŽU GRAUDU UN KRŪMCIDONIJU SĒKLU ANTIOKSIDANTU ANALĪZE

Augos sastopamajiem antioksidantiem raksturīga spēja samazināt holesterīna līmeni, pasargāt no vēža, neirodeģeneratīvām un kardiovaskulārām slimībām. Arvien aktuālāka kļūst dabisko antioksidantu izmantošana pārtikas produktu un kosmētikas stabilizēšanai, jo sintētiskajiem antioksidantiem (BHA, BHT) ir novērota nelabvēlīga ietekme uz cilvēku veselību.

Mūsu mērķis ir identificēt krūmcidoniju sēklās un dažādu šķirņu miežu graudos esošos polāros un lipofilos antioksidantus un noteikt to daudzumu, lai, balstoties uz rezultātiem, selekcionāri varētu radīt jaunas ar antioksidantiem, it sevišķi ar E vitamīnu, bagātākas miežu šķirnes. Kā arī vēlamies noskaidrot, vai krūmcidoniju sēklas, kas rodas kā atkritumprodukts, varētu būt potenciāls antioksidantu avots kosmētikas ražošanā, dažādu produktu stabilizēšanai, jo ir atrodams maz informācijas par antioksidantu sastāvu krūmcidoniju sēklās.

Pētījumiem izmantojām Latvijas Valsts Augļkopības institūta piegādātās krūmcidoniju sēklas (2011. gada raža), Valsts Priekuļu laukaugu selekcijas institūtā selekcionētās kailgraudu ('Irbe', PR-4651, PR-3808.2.1, PR-5099) un plēkšņaino ('Jumara', 'Rubiola') miežu šķirnes un selekcijas līnijas (2011. gada raža), kas audzētas dažādos apstākļos – bioloģiskajā un konvencionālajā lauksaimniecībā.

Ar HPLC metodi nosakot α -tokoferola daudzumu, konstatējām, ka dažādās miežu graudu eļļās tā saturs ir 49.9-88.3 mg/100 g, bet krūmcidoniju sēklu eļļā – 86.0 mg/100 g. Ja α -tokoferola saturu izsaka, attiecinot uz augu materiāla masu, tad krūmcidoniju sēklās tā daudzums ir 109.2 mg/kg, kas ir pat desmit reizes lielāks nekā miežu graudiem (9.1-14.5 mg/kg graudu).

Lai identificētu polāros fenolu tipa antioksidantus krūmcidoniju sēklās un miežu graudos, augu materiālu pirms ekstrakta pagatavošanas attaukojām ar petrolēteri. Miežu graudus ekstrahējām ar 80% etilspirtu šķīdinātāja viršanas temperatūrā, bet krūmcidoniju sēklas ar 80% etilspirtu un 70% acetona-ūdens šķīdumu gan karsējot, gan arī maisot istabas temperatūrā. Abu augu materiālu gadījumā pagatavojām arī skābes un sārna hidrolizātus.

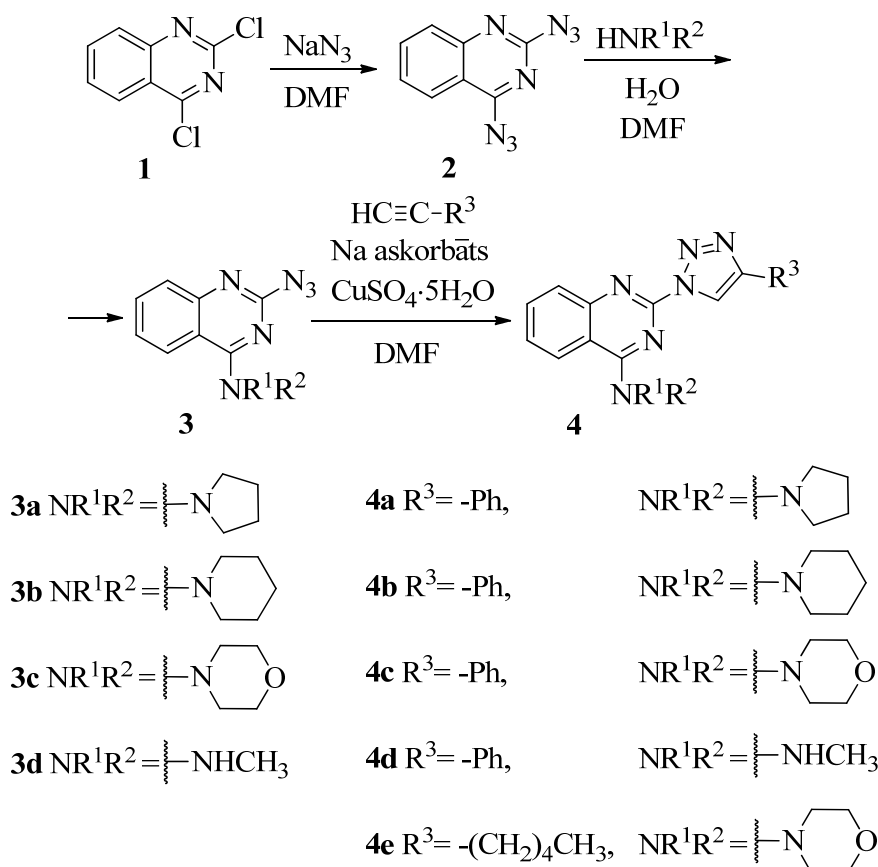
Konstatējām, ka dažādi krūmcidoniju sēklu ekstrakti satur 3,4-dihidroksibenzoskābi, 4-hidroksibenzoskābi, hlorogēnskābi, vanilīnskābi, sīringskābi, *p*-kumārskābi, gallusskābi, sinapskābi un kafijskābi. Visos ekstraktos dominējošā ir 3,4-dihidroksibenzoskābe - tās saturs 14.2-46.1 mg/kg attaukotu sēklu. Gandrīz visos ekstraktos, kas iegūti šķīdinātāja viršanas temperatūrā, fenolskābju saturs ir augstāks, nekā tajos, kas pagatavoti istabas temperatūrā. Kafijskābe tika konstatēta tikai hidrolizātos.

Miežu graudu ekstrakti bez iepriekš minētajiem savienojumiem, kas konstatēti krūmcidoniju sēklās, satur arī ellagskābi, sīringskābi, katehīnu un kvercītīnu. Miežu graudos divi dominējošie savienojumi ir ferulskābe un *p*-kumārskābe, kuru saturs attiecīgi var sasniegt pat 270.9 un 70.6 mg/kg attaukotu graudu.

Darba rezultātā konstatējām, ka krūmcidoniju sēklās ir vairāk α -tokoferola nekā miežu graudos, turklāt tās satur arī polāros fenola tipa antioksidantus, tādēļ to ekstraktus varētu izmantot kosmētikas produktu stabilizēšanai. Novērojām, ka antioksidantu saturs ekstraktos ir atkarīgs no ekstrakcijas procesa parametriem, bet miežu graudos - arī no šķirnes un audzēšanas apstākļiem.

4-AMINO-2-AZIDOHINAZOLĪNU ATVASINĀJUMU SINTĒZE UN TO REAKCIJAS AR ALKĪNIEM

Dažādi hinazolīna atvasinājumi ir pazīstami to bioloģiskās aktivitātes dēļ. Mūsu pētījums balstās uz jaunu 4-amino-2-azidohinazolīnu atvasinājumu **3** sintēzi, to reakcijām ar terminālajiem alkīniem un iegūto savienojumu fluorescento īpašību pārbaudi.



4-Amino-2-azidohinazolīnu atvasinājumi **3** tika iegūti, veicot 2 stadiju sintēzi. 2,4-Dihlorhinazolīna (**1**) reakcijā ar NaN_3 tika iegūts 2,4-diazidohinazolīns (**2**), kā šķīdinātāju izmantojot DMF. 2,4-Diazidohinazolīna (**2**) reakcijā ar amīniem tika iegūti dažādi 2-azido-4-aminohinazolīnu atvasinājumi **3**, kā reakcijas vidi izmantojot DMF/ H_2O šķīdumu. Reakcija tika veikta 80-100 °C temperatūrā.

Savienojumu **3** 1,3-dipolārā ciklopievienošanās reakcijā ar terminālajiem alkīniem tika iegūti 4-amino-2-(1,2,3-triazol-4-yl)hinazolīni **4**. Reakcija tika veikta DMF, kā katalītisko sistēmu izmantojot nātrija askorbātu un $\text{CuSO}_4\cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 100 °C temperatūrā.

Iegūto savienojumu **3a-d** iznākumi ir 87-89% robežās un to struktūras pierādītas ar ^1H -, ^{13}C -KMR un IS spektriem. Savienojumu **4a-d** iznākumi ir 47-75% robežās un tie ir raksturoti ar ^1H -KMR un IS spektriem.

Savienojums **4c** uzrāda fluorescentās īpašības: $\lambda_{\text{em}} = 513$ nm (ierosin. 276 nm). Pārējo savienojumu **4** fluorescentās īpašības pagaidām nav izpētītas.

NIĶEĻA NANOVAIDA IEVIETOŠANA VIENSIENAS OGLEKĻA NANOCAURULĒS AR DAŽĀDĀM HIRALITĀTĒM: BLĪVUMA FUNKCIONĀLA TEORIJAŠ APRĒĶINI

Nanocaurules un atomu nanoķēdes ir divas vissvarīgākās viendimensionālās nanostruktūras, kuras tiek aktīvi pētītas pēdējo gadu laikā to izcilo fizikālo, ķīmisko un mehānisko īpašību dēļ. Šīm struktūrām ir liels potenciāls pielietošanai nanoierīcēs.

Šajā pētījumā mēs izvērtējam niķeļa atomu ķēdes tipa nanostruktūru, kas tika ievietota viensienas oglekļa nanocaurulēs (CNTs) ar zig-zag ($n,0$) un krēsla (n,n) hiralitātēm un dažādiem n indeksiem. Tika noteikti optimālie oglekļa nanocauruļu izmēri un niķeļa nanovada atomu izvietojums tajās. Aprēķiniem tika pielietota elektronu blīvuma funkcionāla teorija (DFT), kura tika īstenota *CRYSTAL-09* kodā, kas ļāva iegūt līdzsvara ģeometriju niķeļa atomu nanovadam viensienas nanocaurulēs. Izmantojot PBE-DFT apmaiņu-korelācijas funkcionālu (E_{xc}), mēs prognozējam Ni nanovadu fragmentāciju ($n,0$) CNTs iekšā, ja $n > 9$, un (n,n) nanocaurulēs, ja $n > 6$. Visās Ni@CNT konfigurācijās niķeļa nanovadam ir raksturīgas feromagnētiskas īpašības. Pēc mūsu aprēķiniem (tab.), visas oglekļa nanocaurules ar niķeļa nanovadu vidū uzrāda metāliskas īpašības, pat ja nanocaurule ar tukšu vidu pieder pie pusvadītājiem.

Tabula

Aprēķinu rezultāti

Tabulā: rašanās enerģija, E^f ; attāluma Ni-Ni maiņa (nobīde) pavedienā Ni@CNT sistēmā atiecībā pret Ni-Ni atālumu Ni pavedienā vakuumā, S_{Ni-Ni} ; CNT diametrs, D_{CNT} ; magnētiskais moments Ni atomos, M_{Ni} . Visi dati ir saskaņā ar LCAO-DFT aprēķiniem.

Struktūra	E ^f (eV/atom)	S _{Ni-Ni} (%)	D _{CNT} (Å)	M _{Ni} (μ _B)
Ni@CNT (3,3)	-0.21	+10.8	4.32	0.32
Ni@CNT (4,4)	-0.17	+9.5	5.56	1.09
Ni@CNT (5,5)	-0.13	+9.3	6.88	1.12
Ni@CNT (6,6)	-0.10	-3.1	8.22	1.27
Ni@CNT (7,7)	-0.08	-3.1	9.59	1.25
Ni@CNT (7,0)	-0.16	+10.4	5.62	1.13
Ni@CNT (8,0)	-0.14	+4.9	6.38	1.32
Ni@CNT (9,0)	-0.12	-4.0	7.15	1.27
Ni@CNT (10,0)	-0.10	-5.2	7.92	1.26
Ni@CNT (11,0)	-0.09	-5.5	8.70	1.21
Struktūra		d _{Ni-Ni} (Å)	-	M _{Ni} (μ _B)
Ni pavediens vakuumā		2.25		1.21
Ni (tilpuma fāzē)		2.50		0.62

Visstabilākās Ni@CNT struktūras ir ar hiralitātēm (6,6) un (9,0), kuras veido stabilus viendimensionālus strāvas vadītājus ar vismazāko Ni atomu nobīdi salīdzinājumā ar Ni pavedienu vakuumā. Pateicoties lielajam magnētiskajam momentam un Ni atomu klasterizācijai, pētītās struktūras var izmantot kā domēnus datu glabāšanai. Ni saglabā savas feromagnētiskās īpašības, tāpēc šādus materiālus var pielietot medicīnā kā zāļu piegādes sistēmas.

POLIBROMĒTO DIBENZODIOKSĪNU UN DIBENZOFURĀNU NOTEIKŠANA PĀRTIKAS PRODUKTOS

Polibromētie dibenzo-p-dioksīni un dibenzofurāni (PBDD/F) ir labi izpētīto hlorētu dibenzo-p-dioksīnu un dibenzofurānu (PHDD/F) analogi. Galvenais PBDD/F emisijas avots ir bromēto liesmu slāpētāju termodegradācija polimēru sadegšanas rezultātā, kā arī polibromēto difenilēteru (PBDE) fotolītiskā sadalīšanās. PBDD/F ir stipri toksiski noturīgie organiskie piesārņotāji, kuriem piemīt kancerogēnās, mutagēnās un imunodepresīvās īpašības. PBDD/F ir lipofili savienojumi, kas uzkrājas dzīvo organismu taukaudos un migrē pārtikas ķēdēs. Ar pārtiku tie var nonākt cilvēka organismā un izraisīt nevēlamus efektus. Ņemot vērā riskus, kuri saistīti ar PBDD/F un līdzīgo savienojumu klātbūtni pārtikā, ir nepieciešams izstrādāt drošas analītiskas metodes šo savienojumu kontrolei.

PBDD/F un PHDD/F ir strukturāli līdzīgi savienojumi un līdzīgas metodes var būt piemērotas šo savienojumu analīzei, bet sakarā ar hlora un broma atomu izmēru atšķirību, PBDD/F analīze ir daudz komplicētāka. Piemērotu analītisko standartu trūkums un PBDE degradācijas produktu klātbūtne traucē šo savienojumu noteikšanu.

Šī darba ietvaros tika izstrādāta analītiskā metode PBDD/F analīzei pārtikas produktos. Analīzes shēma ietver sevī parauga ekstrakciju, attīrīšanu un interesējošo analītu detektēšanu ar gāzu hromatogrāfiju – augstas izšķirtspējas masspektrometriju. Parauga ekstrakcija veikta, izmantojot Soksleta ekstrakciju ar *n*-heksāna/dihlormetāna maisījumu. Gelfiltrācijas hromatogrāfija, izmantojot *Bio-Beads SX3* sorbentu un etilacetāta/cikloheksāna mobilo fāzi, ir nepieciešama lielmolekulāro savienojumu atdalīšanai. Lipīdu atliekas tika degradētas, izmantojot kolonnas hromatogrāfiju ar skābo silikagēlu kā stacionāro fāzi un *n*-heksānu kā mobilo fāzi. Lielākā daļa traucējošo PBDE savienojumu atdalīta no PBDD/F, eluējot florisila kolonnu ar *n*-heksānu, savukārt PBDD/F frakcija eluēta no kolonnas ar toluolu. Tālāk ekstrakts tika attīrīts uz aktīvas ogles, kā eluentu izmantojot toluolu. Pēdējā attīrīšanas stadija ir kolonnas hromatogrāfija, kur sorbents ir alumīnija oksīds un eluēšanas šķīdums ir *n*-heksāna/dihlormetāna maisījums. Analītu zudumu kompensēšanai analītiskās procedūras laikā izmantota izotopu atšķaidīšanas metode, par iekšējiem standartiem izmantojot $^{13}\text{C}_{12}$ – iezīmētos PBDD/F.

Izstrādātā metode tiek veiksmīgi pielietota Baltijas jūras lašu paraugu analīzei ($n = 25$). PBDD/F klātbūtne ir konstatēta visos paraugos. Analizējamie paraugi ir piesārņoti galvenokārt ar polibromētiem dibenzofurāniem. Iespējamo PBDD/F risku novērtēšanai analizētajiem paraugiem tika izrēķināti toksiskie ekvivalenti (TEK), izmantojot PVO (2005) toksiskuma faktorus hlorētiem analogiem, kas tiek attiecināti pret 2,3,7,8-tetrahlordibenzo-p-dioksīnu. Rezultāti rāda analizējamo paraugu piesārņojumu robežās 0,044 – 0,142 pg PVO(2005)-PBDD/F-TEK g^{-1} parauga.

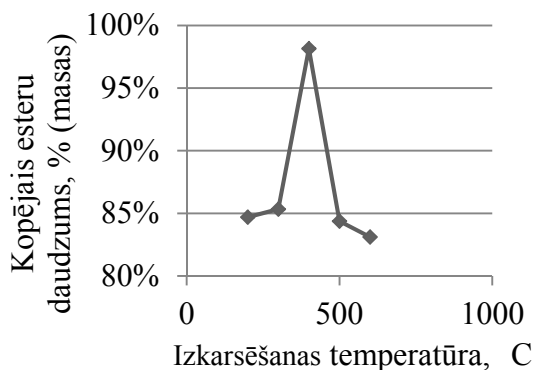
HETEROGĒNIE BĀZISKIE KATALIZATORI BIODĪZEĻA RAŽOŠANAI

Biodīzeļdegvielas rūpniecībā plaši izmanto efektīvo un attīstīto homogēno bāzisko katalizatoru tehnoloģiju, kuras pamatā ir spirtu mijiedarbība ar KOH vai NaOH. Homogēno bāzisko katalizatoru tehnoloģijas izmantošana atļāva samazināt transesterifikācijas reakcijas laiku līdz 1 stundai un temperatūru līdz pat 40°C, tomēr šāda tehnoloģija izraisa lielas izmaksas biodīzeļdegvielas mazgāšanā.

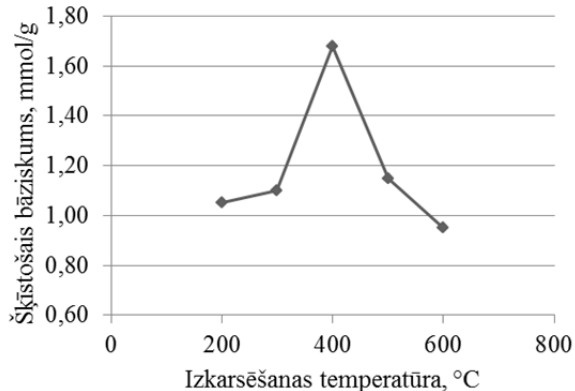
Heterogēnajiem katalizatoriem piemīt virkne priekšrocību: iespējama katalizatoru atdalīšana no maisījuma ar filtrēšanu, nepārtrauktas darbības reaktoru izmantošana katalītiskai augsttemperatūras biodīzeļa ražošanai, otrreizēja katalizatoru izmantošana. Šo iemeslu dēļ heterogēno katalizatoru pētījumi biodegvielas ražošanai mūsdienās ir ļoti aktuāli, ko apliecina arī patenti un zinātniskie raksti, kas veltīti jaunu heterogēno katalizatoru meklēšanai un esošo katalizatoru uzlabošanai.

Darba mērķis bija izpētīt Na_2SiO_3 katalītiskas īpašības rapšu eļļas transesterifikācijas reakcijā. Labākais rezultāts (98% biodīzeļdegvielas iznākums) tika sasniegts, veicot reakciju 65°C temperatūrā, izmantojot eļļas un metanola molāro attiecību 1:7,5, katalizatora daudzumu 3% no eļļas masas un maisīšanas ātruma 200-300 apgriezienu minūtē. Turklāt labāko aktivitāti uzrādīja Na_2SiO_3 ar daļiņu izmēru <200 μm pēc 2 stundu izkarsēšanas pie 400°C.

Pēc termiskās apstrādes Na_2SiO_3 nemaina savu struktūru, ko pierāda uzņemtais rentgendifraktogramas, bet palielinās porainība un kopējais virsmas laukums. Karsējot Na_2SiO_3 , pieaug arī tā bāziskums, sasniedzot savu maksimumu pie 400°C, kas korelē ar biodīzeļdegvielas iznākumu (att.).



(a)



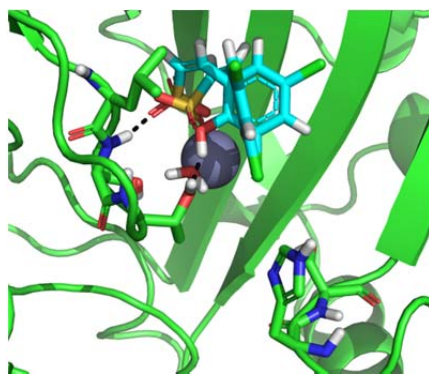
(b)

Att. Korelācija starp (a) kopējo esteru daudzumu produktā un (b) katalizatora šķīstošo bāziskumu atkarībā no katalizatora kalcinēšanas temperatūras.

OGĻSKĀBES ANHIDRĀŽU INHIBITORU PĒTĪJUMI, IZMANTOJOT KMR UN MOLEKULĀRĀS MODEĻĒŠANAS METODES

Ogļskābes anhidrāzes (CA) ir plaši izplatīti enzīmi, kas regulē pH cilvēka šūnās, katalizējot hidroģēnkarbonāta jona veidošanos no ogļskābās gāzes un ūdens. CA ir vairākas izoformas, no kurām katra atrodas dažādās vietās šūnās. Ir svarīgi atrast selektīvus inhibitorus, lai inhibētu tikai vienu konkrētu izoformu, neietekmējot citas izoformas. Nesenie pētījumi parāda, ka viena no potenciālām izoformām, kuru vajadzētu selektīvi inhibēt, ir CAIX enzīms. Tas saistīts ar vēža attīstību, jo pazemina pH līmeni šūnās.

Latvijas Organiskās sintēzes institūtā sintezēti jauna tipa inhibitori, 1,2-benzoksatiin-2,2-dioksīdi (sulfokumarīni), kas uzrāda labu selektivitāti uz CAIX, salīdzinot ar CAII (Selektivitāte K_i CAII/CAIX ~ 1000). Darba mērķis ir izpētīt sulfokumarīnus, kā jauna tipa inhibitorus, to mijiedarbību ar CA izoformām, izmantojot KMR un datormodelēšanas metodes.

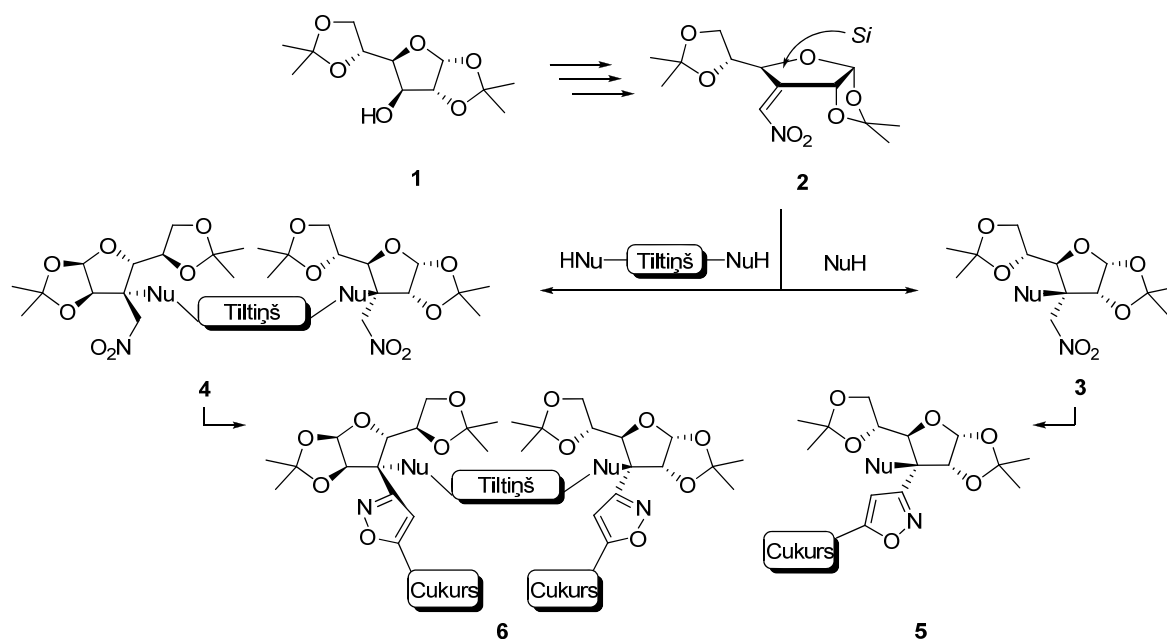


Att. 6,8-dihlorsulfokumarīna konformācijas CAIX atdarinātājproteīna aktīvajā centrā.

Dabiskais CAIX proteīns ir ar membrānām saistīts proteīns, līdz to tas ir ūdenī nešķīstošs. Atrasts, ka, ievēdot divas mutācijas (A65S un N67Q) CAII proteīna aktīvajā centrā, var izveidot CAIX atdarinātājproteīnu, kas darbojas ļoti līdzīgi dabiskajam CAIX proteīnam. CAIX atdarinātājproteīns tika iegūts apmēram 1 mM koncentrācijā ar trīskāršām ^2H , ^{13}C , ^{15}N izotopu iezīmēm pie pH=7,4. Izmantojot uz TROSY sekvencēm balstītus 3D KMR eksperimentus, veikta pamatvirknes aminoskābju interpretācija, rezultātā atrastas 240 no 245 aminoskābēm, neskaitot 15 prolīnus. Tālāk, vienam no sulfokumarīnu inhibitoru atvasinājumiem - 6,8-dihlorsulfokumarīnam – ar KMR eksperimentu palīdzību secināts, ka inhibitors saistās atvērtā veidā Z konfigurācijā. No piesātināšanas pārnese (STD) un WaterLOGSY eksperimentiem iegūta informācija par protoniem, kuri visvairāk iesaistīti kontaktos ar enzīmu. Izmantojot 2D ^1H - ^{15}N HSQC titrēšanas eksperimentus, iegūta informācija par ķīmisko nobīžu un intensitāšu izmaiņām aktīvās kabatas aminoskābēm, ko izraisa liganda novietojums aktīvajā centrā. Uz šī pamata, izmantojot molekulāro dokingu (ar OPLS 2005 spēka lauku), modelētas proteīna-inhibitora 3D struktūras. Atrasts, ka visiem KMR nosacījumiem atbilst divas konformācijas (att.), kas atšķiras tikai ar benzola gredzena novietojumu. Šķīdumā varētu pastāvēt līdzsvars starp šīm formām, jo aprēķinātā enerģiju starpība tām ir tikai 0,7 kcal/mol.

MAIKLA UN 1,3-DIPOLĀRĀS CIKLOPIEVIEŅOŠANĀS REAKCIJU KASKĀDE MODIFICĒTU OGĻHIDRĀTU SINTĒZĒ

Darba mērķis ir jaunu modificētu ogļhidrātu sintēze, ko iegūst Maikla pievienošanās un 1,3-dipolārās ciklopievienošanās reakciju sekvencē. Par izejvielu dažādu nukleofīlu pievienošanās produktu iegūšanai izmanto nitrometilēnatvasinājumu **2**, ko iegūst 3 stadijās no komerciāli pieejamās diaceton- α -D-glikozes **1**. To sākotnēji oksidē ar Kolinsa reaģentu un Henrī reakcijā pievieno nitrometānu, iegūstot nitrospirtu diastereomēro maisījumu, ko dehidratē pēc Mofata procedūras par mērķsavienojumu **2**.



Nukleofīlu pievienošanās savienojumā **2** notiek diastereoselektīvi no *Si*-puses. Tas pamatojams ar divu izopropilidēnaizsarggrupu telpisko novietojumu. Ir iespējams iegūt dažādus *O*-, *S*- un *N*- nukleofīlu pievienošanās produktus, tai skaitā, aminoskābju esteru, tiocukuru, monoamino- vai diaminocukuru pievienošanās produktus **3**. Savukārt simetrisko dinukleofīlu (ditiolu, diamīnu) reakcijas ar akceptoru **2** ļauj iegūt simetriskus disaharīdus **4**. Tālāk nitrogrupas saturošie monosaharīdi **3** vai simetriskie disaharīdi **4** tiek sekmīgi izmantoti kā izejvielas izoksazolu **5** vai **6** sintēzē. Nitriloksīdu *in situ* reakcijas vidē ģenerē ar etilhlorformiātu un trietilamīnu, un tas stājas 1,3-dipolārā ciklopievienošanās reakcijā ar aromātiskiem vai no ogļhidrātiem atvasinātiem alkīniem.

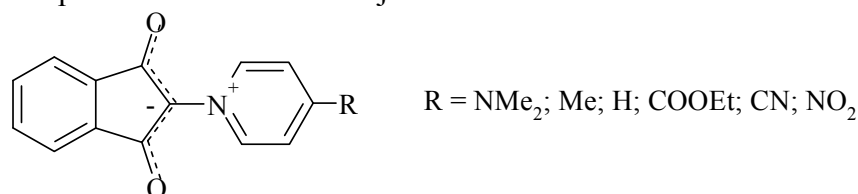
1-(INDAN-1,3-DION-2-IL)PIRIDĪNIJA BETAĪNA ANALOGU FOTOĶĪMISKĀ UN TERMISKĀ STABILITĀTE

Materiāli, kuriem piemīt nelineāri optiskās (NLO) īpašības, pēdējā laikā ir ļoti pieprasīti, jo tiem ir potenciāli plašs pielietojums optiskā datu pārstrādē un glabāšanā, kā arī elektro-optisko ierīču izgatavošanā, bez kurām nav iedomājama moderno informācijas tehnoloģiju attīstība.

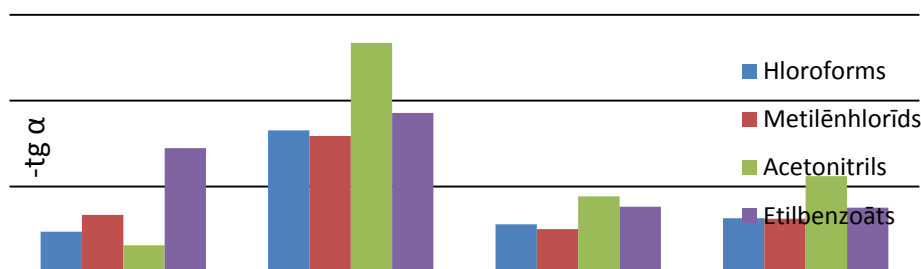
1-(Indan-1,3-dion-2-il)piridīnija betaīnam (IPB) un tā atvasinājumiem piemīt nelineāri optiskās īpašības. Lai NLO hromofori būtu praktiski pielietojami, tiem tiek izvirzītas noteiktas prasības, piemēram, laba šķīdība dažādos šķīdinātājos, augsta termiskā un fotoķīmiskā stabilitāte. Viens no galvenajiem faktoriem, kas kavē tālāku IPB atvasinājumu izmantošanu, ir to zemā fotoķīmiskā stabilitāte šķīdumos un polimēru filmās.

Darba mērķis ir noskaidrot 1-(indan-1,3-dion-2-il)-4-aizvietotu piridīnija betaīnu fotoķīmisko stabilitāti dažādos šķīdinātājos atkarībā no aizvietotāju veida.

Darbā tiek apskatīti seši IPB atvasinājumi.



Stabilitātes pētījumi tika veikti četros dažādos šķīdinātājos: hloroformā, metilēnhlorīdā, acetonitrilā un etilbenzoātā. Veicot pētījumus istabas temperatūrā, novērojām, ka doto paraugu šķīdumi 1 h laikā ir stabili, ja uz tiem gaismas neiedarbojas. Fotoķīmiskā stabilitāte pētīta, apgaismojot vienādu optiskā blīvuma šķīdumus 1 cm kivetēs ar vienādu projektoru „Epson” starojumu un uzņemot spektrus pēc noteikta laika. Tā kā IPB un IPB-Me sadalās ļoti ātri, tad pilnais gaismošanas laiks bija 3 minūtes, savukārt pārējie atvasinājumi tika gaismoti 30 minūšu laikā. Iegūtie rezultāti apkopoti attēlā. Iekavās ir norādīta aizvietotāja Hammeta konstantes, kas raksturo aizvietotāju elektroniskos efektus. Fotoķīmiskā stabilitāte raksturota, aproksimējot procesa sākuma daļu ar taisni, kuras leņķa (α) tangens ir proporcionāls sadalīšanās ātruma konstantei.



Att. IPB atvasinājumu fotoķīmiskā stabilitāte dažādos šķīdinātājos.

No diagrammas ir redzams, ka fotoķīmiski nestabilākais ir neaizvietots IPB, savukārt ievadot piridīnija gredzena ceturtajā vietā elektrondonoro vai akceptoru aizvietotāju, stabilitāte palielinās.

D. Markova, E. Sproģe un S. Čornaja (zinātniskās vadītājas)

GLICERĪNA OKSIDĒŠANA BIMETĀLISKO PALLĀDIJU UN PLATĪNU SATUROŠO KATALIZATORU KLĀTIENĒ

Glicerīns ir biodīzeļdegvielas ražošanas galvenais blakusprodukts. Transesterificēšanas procesā uz vienu tonnu biodīzeļa veidojas apmēram 100 kg glicerīna. Glicerīna utilizēšana ir aktuāls pētījumu objekts. Tas katalītiskas oksidēšanas, halogenēšanas, fermentācijas u.c. procesos var tik pārvērsts par citiem vērtīgiem savienojumiem. Viens no glicerīna utilizēšanas paņēmieniem ir selektīva oksidēšana, kurā iespējams iegūt tādus produktus kā glicerīnskābe, dihidroksiacetons, tartronskābe, glikolskābe u.c. Oksidējot glicerīnu šķīdrajā fāzē ar gaisu vai molekulāro skābekli atjaunojamu uznesto katalizatoru klātienē, var nodrošināt videi draudzīgāku veidu, kā iegūt vēlamos savienojumus ar zemākām izmaksām.

Darbā ir pētīta glicerīna oksidēšana ar molekulāro skābekli un gaisu jauno uznesto pallādiu un platīnu saturošo bimetālisko katalizatoru klātienē. Katalizatori sintezēti, izmantojot ekstrakcijas–pirolītisko metodi. Veicot oksidēšanu maigos apstākļos, tika noskaidrota katalizatoru sastāva un sintēzes parametru, kā arī glicerīna oksidēšanas apstākļu ietekme uz produktu iznākumu un procesa selektivitāti. Noteikts, ka katalizatori uznesti uz oksīdu tipa nesējiem (Al_2O_3 , SiO_2) ir aktīvāki glicerīna oksidēšanas procesos nekā katalizatori uz aktivētās ogles. Pd-Pt saturs maiņa (no 0,6 līdz 2,5 % katram metālam) būtiski neietekmēja katalizatoru aktivitāti un selektivitāti, taču NaOH sākuma koncentrācijas un glicerīna/metālu molārās attiecības ietekme bija nozīmīgāka. Palielinot skābekļa parciālo spiedienu no 0,2 līdz 1 atm, tika būtiski palielināts glicerīna oksidēšanas ātrums, selektivitātei praktiski nemainoties. Sārmainos ūdens šķīdumos jaunie bimetāliskie katalizatori bija aktīvi, pie tam aktīvāki par analogiem monometāliskiem $\text{Pt}/\text{Al}_2\text{O}_3$ and $\text{Pd}/\text{Al}_2\text{O}_3$ katalizatoriem. Ūdens šķīdumos bez NaOH pievienošanas jaunie bimetāliskie katalizatori ir mazaktīvi.

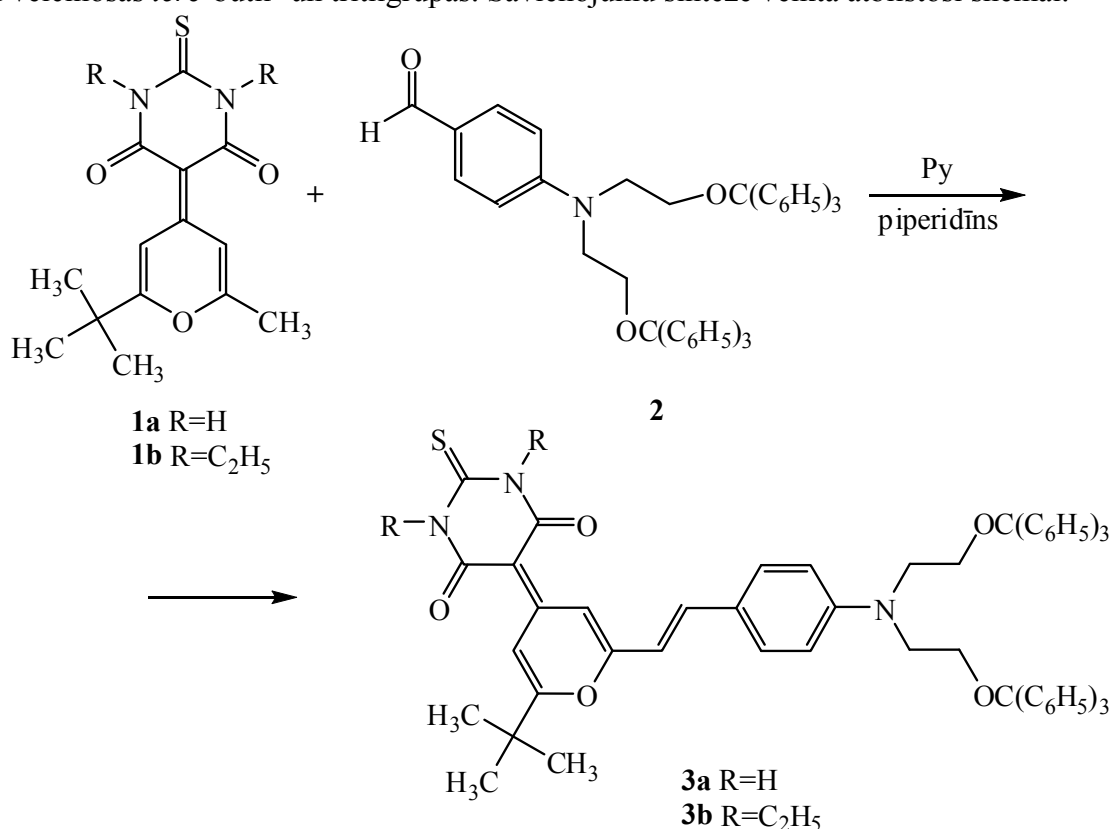
Labākais rezultāts (65 % selektivitāte pēc glicerīnskābes pie 96 % glicerīna konversijas) tika sasniegts $1,2\%\text{Pt}-1,2\%\text{Pd}/\text{Al}_2\text{O}_3$ katalizatora klātienē. Glicerīna oksidēšanas apstākļi bija šādi: $c_0(\text{glic.}) = 0,3 \text{ M}$; $c_0(\text{NaOH}) = 0,7 \text{ M}$; $n(\text{glic.})/n(\text{Pd-Pt}) = 300 \text{ mol/mol}$; $T = 333 \text{ K}$, $p\text{O}_2 = 1 \text{ atm}$, oksidēšanas laiks 4 h.

Pateicība

Pētījumu atbalstīja ERAF projekts Nr. 2010/0304/2DP/2.1.1.1.0/10/APIA/VIAA/087.

5-(2,6-AIZVIETOTU-4H-PIRĀN-4-ILIDĒN)-2-TIOBARBITŪRSKĀBES ATVASINĀJUMU SINTĒZE

Darbs saistīts ar tādu vielu sintēzi, kuras ietver donors- π sistēma-akceptors sistēmu. Šādiem savienojumiem paredzamas luminiscējošas īpašības. Iepriekš tika sintezēti šāda tipa luminofoori, kuros kā elektronu akceptoru fragmentu izmantojām barbitūrskābi un tās atvasinājumus. Sintezēti savienojumi, kuros par elektronu akceptoru fragmentu izmantota tiobarbitūrskābe un *N,N*-dietiltiobarbitūrskābe, bet elektronu donora fragments satur amorfo fāzi veicinošās *tert*-butil- un tritilgrupas. Savienojumu sintēze veikta atbilstoši shēmai.



5-(2,6-Aizvietotu-4H-pirān-4-ilidēn)-2-tiobarbitūrskābes atvasinājumu sintēzes shēma.

Gala produkti **4** un **5** sintezēti 4-(*N,N*-ditritiloksietil)-aminobenzaldehīda kondensācijas reakcijā ar iepriekš iegūtajiem 2-metil-6-*tert*-butil-4H-pirān-4-ona atvasinājumiem **1**, **2** katalizatora piperidīna klātbūtnē. Savukārt **1** un **2** iegūti 2-metil-6-*tert*-butil-4H-pirān-4-ona un attiecīgās barbitūrskābes kondensācijas reakcijā.

Mērķa savienojums **4** raksturojas ar elektronu absorbciju redzamās gaismas spektra daļā ($\lambda_{\text{max}}=534$ nm). Ierosinot pie šī viļņa garuma, savienojums emitē gaismu ($\lambda_{\text{max}}=640$ nm). Attiecīgi savienojumam **5** absorbcijas spektra maksimums $\lambda_{\text{max}}=530$ nm, bet gaismas emisijas maksimums $\lambda_{\text{max}}=638$ nm.

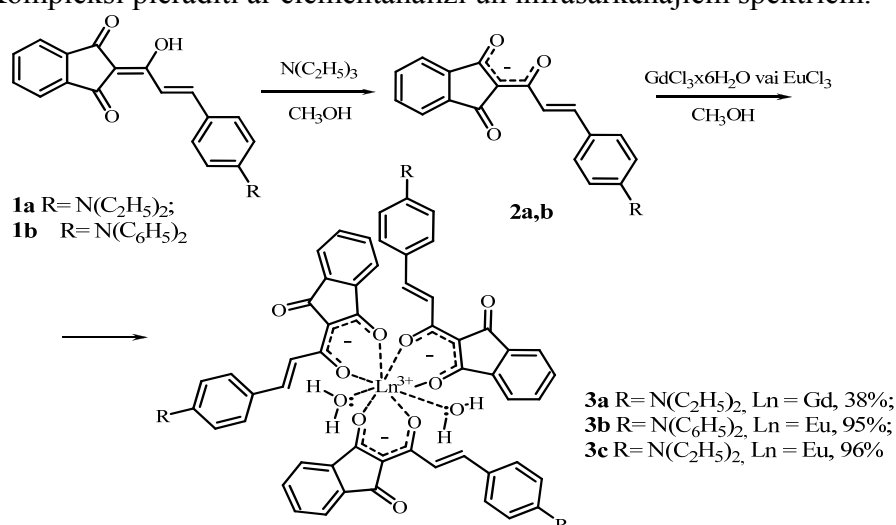
Iegūtie luminofoori, tiem iztvaikojot no viegli gaistošiem šķīdinātājiem (piemēram, CH_2Cl_2 un CHCl_3), veido plānas kārtiņas (amorfās filmiņas).

LANTANOĪDU KATJONU KOMPLEKSU AR AIZVIETOTIEM CINNAMOIL-1,3-INDANDIONA LIGANDIEM ĪPAŠĪBAS

Retzemju metālu katjonu β -diketonu kompleksi ir savienojumi ar unikālām optiskajām, elektriskajām un magnētiskajām īpašībām. Kompleksi raksturojas ar izcilām emisijas īpašībām, piemēram, garu emisijas dzīves laiku, šaurām emisijas joslām un lielām Stoksa nobīdēm. Šādu īpašību dēļ tos varētu izmantot gaismu emitējošās diodēs, lāzermateriālos un kā fluorescences zondes medicīnā.

Darba mērķis ir kompleksēt lantanoīdu katjonus Gd^{3+} un Eu^{3+} ar cinnamoil-1,3-indandiona atvasinājumiem (**1a,b**) un pētīt kompleksu **3a-c** fluorescentās īpašības.

Kompleksus **3a-c** ieguvām divpakāpju reakcijā: vispirms ar trietilamīnu deprotonējām savienojumus **1a,b**, pēc tam pievienojām anjoniem **2a,b** eiropija hlorīdu vai gadolīnija hlorīda heksahidrātu. Kompleksi pierādīti ar elementanalīzi un infrasarkanajiem spektriem.



Pētījām kompleksu **3a-c** un ligandu **1a,b** fluorescentās īpašības cietā stāvoklī un hloroforma šķīdumos (tab.). Ligandu un kompleksu fluorescences maksimumu viļņu garumi hloroforma šķīdumos neatšķiras, toties cietā stāvoklī kompleksu spektros parādās vairāki fluorescences maksimumu viļņu garumi, kas varētu atbilst lantanoīdu jonu emisijas joslām. Pietiekoši garu fluorescences dzīves laiku gan hloroforma šķīdumā, gan cietā stāvoklī novērojām tikai kompleksam **3b**. Pētot savienojuma **3b** fluorescences dzīves laiku, noskaidrojām, ka cietā stāvoklī tas ir par 0,564 ns ilgāks nekā šķīdumā un par 1 ns ilgāks kā liganda **1b** fluorescences dzīves laiks.

Tabula

Kompleksu un ligandu fluorescentās īpašības

Sav.	Fluorescences viļņa garums		Fluorescences dzīves laiks			
	Cietā stāvoklī		Cietā stāvoklī		CHCl ₃ šķīdumā	
	λ_{em} , nm	λ_{em} , nm	τ_1 , ns	τ_2 , ns	τ_1 , ns	τ_2 , ns
1a	665	570	-	-	-	-
1b	692	610	2,903	1,243	2,592	0,189
3a	527, 604, 645, 715	570	-	-	-	-
3b	527, 650, 679, 713	607	4,235	0,976	2,506	2,141
3c	523, 623, 652, 714	570	0,823	2,257	-	-

FRAGMENTU PIEEJA JAUNU PRETMALĀRIJAS ZĀĻU VIELU ATKLĀŠANĀ JEB „MAZS CINĪTIS GĀŽ LIELU VEZUMU”

Malārija ir viena no pasaulē izplatītākajām slimībām, ko izraisa moskītu pārnēsātie *Plasmodium* parazīti. Šobrīd praktiski pret visiem zināmajiem malārijas ārstniecības līdzekļiem ir izveidojušies rezistenti parazītu celmi, un ir nepieciešams steidzami radīt jauna tipa terapeitiskos līdzekļus. Kā mērķproteīnu jaunu malārijas medikamentu radīšanai izvēlējamies smagākās malārijas formas (tropiskās malārijas) izraisītāja parazīta *Plasmodium falciparum* aspartilproteīnāzi plazmepsīnu 2. Plazmepsīns 2 katalizē parazīta galvenā barības avota – hemoglobīna – sašķelšanu un tādējādi nodrošina parazītu ar proteīnu biosintēzei nepieciešamajām aminoskābēm. Pētījumi, kuros veikta plazmepsīna 2 inhibēšana, ir pierādījuši, ka hemoglobīna noārdīšana ir absolūti nepieciešama parazīta izdzīvošanai, un tādējādi validējuši plazmepsīnu 2 kā potenciālo pretmalārijas zāļu mērķi.

Pētījumā pielietojām fragmentu pieeju jaunu zāļu vielu atklāšanai. Ar tās palīdzību vispirms identificē topošo zāļu vielu fragmentus – molekulas ar nelielu molekulmasu (parasti 150-250 daltoni), kas saistās pie zāļu mērķa – makromolekulas, parasti proteīna ar bioloģisku nozīmi. Tālāk fragmentus ķīmiski attīsta, tos palielinot vai apvienojot. Šāda pieeja ļauj daudz efektīvāk pārbaudīt ķīmisko telpu nekā augstas caurlaidības skrīnings, reizē dodot iespēju atrast jauna tipa inhibitorus, kas ir īpaši nozīmīgi rezistences pārvarēšanai.

Fragmentu saistības noteikšanai izmantojām KMR spektroskopiju, ar ko iespējams konstatēt relatīvi vāju saistību. Katrs paraugs, kas saturēja 6 fragmentu tipa savienojumu un plazmepsīna 2 maisījumu, tika pārbaudīts ar trīs dažādu eksperimentu palīdzību (T1ρ, WaterLOGSY un STD). Katrā no eksperimentiem mijiedarbības konstatēšanai novēro atšķirīgu parametru izmaiņas ligandiem brīvā un saistītā stāvoklī. Šādu būtiski atšķirīgu eksperimentu izmantošana samazina viltus pozitīvu trāpījumu iespējamību. Par pozitīvu uzskatījām rezultātu, ja saistību konstatējām ar vismaz diviem eksperimentiem. Gadījumā, ja kāds savienojums uzrādīja saistību pie proteīna, tā specifiska saistība plazmepsīna 2 aktīvā centra kabatā tika pārbaudīta, pievienojot zināmu plazmepsīna 2 inhibitoru. Specifiskas saistības gadījumā trāpījumam novērotās saistības pazīmes pavājinājās.

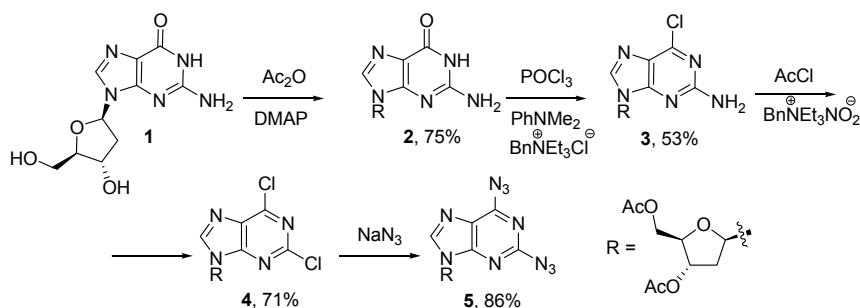
Ar KMR spektroskopijas palīdzību pārbaudīta komerciāla 1000 fragmentu tipa savienojumu bibliotēka, un identificēts 51 savienojums, kas specifiski saistās plazmepsīna 2 aktīvā centra kabatā. Fragmentu saistība apstiprināta *in vitro* enzimatiskajās pārbaudēs un fragmenti ar augstāko ligandu efektivitāti (attiecība starp savienojuma saistības enerģiju pie proteīna un ne-ūdeņraža atomu skaitu) atlasīti tālākai optimizēšanai. Racionālai fragmentu attīstīšanai par potenciālām zāļu vielām, veikta to saistības veida ar plazmepsīnu 2 modelēšana. Šī pieeja ļāvusi dažus no atrastajiem fragmentiem attīstīt līdz jauna tipa plazmepsīna 2 inhibitoriem ar inhibīcijas konstanti augstā nanomolārā rajonā, demonstrējot fragmentu pieejas efektivitāti.

Darba finansiālais atbalsts: ERAF grants 2DP/2.1.1.1.0./10/APIA/VIAA/074

PURĪNA DEZOKSINUKLEOZĪDU 2,6-BISTRIAZOLILATVASINĀJUMU SINTĒZE NO DEZOKSIGUANOZĪNA

Nukleozīdu triazolilatvasinājumi tiek pētīti to bioloģiskās aktivitātes dēļ, jo tiem atklāta pretvīrusu un pretvēža iedarbība. Līdz šim sintezēti dažādi šāda tipa savienojumi: purīnu *arabino* un ribonukleozīdu 2-triazolil un 2,6-bistriazolilatvasinājumi, kurus var ērti iegūt vara(I) katalizētās azīda – alkīna ciklopievienošanas reakcijās. Šīs reakcijas pasīstamas arī kā „klik” reakcijas. Pētījuma mērķis ir no dezoksiguanozīna, dabā sastopama dezoksinukleozīda, iegūt dažādus purīna dezoksinukleozīda 2,6-bistriazolilatvasinājumus „klik” reakcijās.

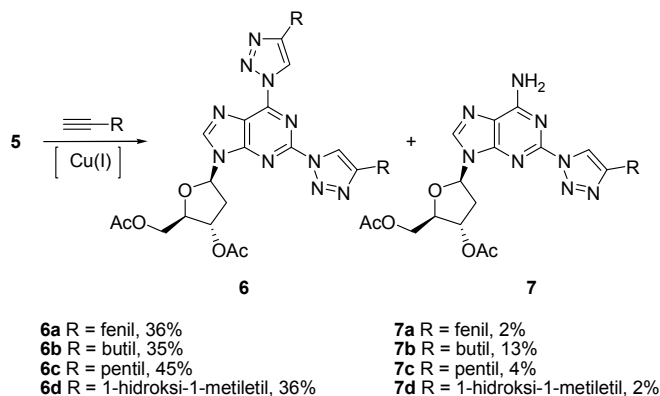
Sākotnēji tika iegūts diazidopurīna dezoksinukleozīds saskaņā ar 1. shēmu. Pēc dezoksiguanozīna cukura atlikuma hidroksilgrupu aizsargāšanas ieguvām **2**, kam, katalizatoru klātbūtnē reaģējot ar POCl₃ sausā MeCN, tika iegūts **3**. Diazotējot **3** sausā DCM, radās **4**, kas apmaiņas reakcijā ar NaN₃ deva **5**.



1. shēma

Diazīda **5** reakcijās ar pieckārtīgā pārākumā ņemtiem dažādiem terminālajiem alkīniem iegūti dažādi bistriazolilatvasinājumi (2. shēma). Kā piemērotākie reakcijas apstākļi tika izvēlēti 30 mol% etiķskābes šķīdums *tert*-butanola-ūdens maisījumā istabas temperatūrā. Katalizatora - Cu(I) iegūšanai reakcijas vidē tika lietoti 10 mol% nātrija askorbāta un 5,5 mol% CuSO₄·5H₂O porcijas, ko pievienoja aptuveni ik pēc 30 minūšu intervāla. Kopējais reakcijas laiks nepārsniedza 4h.

Ja nātrija askorbāts bija pievienots vairāk par 10 mol%, tika novērota amīnu **7** veidošanās. Amīns **7b** ir izolēts ar 13% iznākumu.



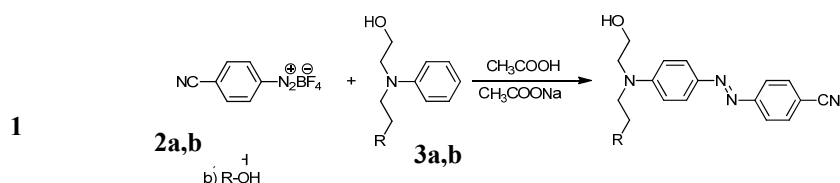
2. shēma

GRAFĒNA OKSĪDA UN REDUCĒTĀ GRAFĒNA OKSĪDA SINTĒZE UN IEGŪTO PRODUKTU FUNKCIONALIZĒŠANAS IESPĒJAS AR CIANO GRUPU SATUROŠĀM AZOKRĀSVIELĀM

Grafēns ir oglekļa atomu monoslānis, kurā C atomi atrodas sp^2 -hibridizētā stāvoklī, veidojot divdimensionālu kristālrežģi. Pateicoties unikālajām fizikālajām, optiskajām un mehāniskajām īpašībām, tas tiek uzskatīts par nākošās paaudzes materiālu. Savukārt grafēna oksīds (GO) ir viens no grafēna iegūšanas prekursoriem. Tā kā mēs tēmu par grafēna ķīmiskajām pārvērtībām esam tikko uzsākuši, tad darba mērķis ir izvērtēt zināmās grafīta oksidēšanas reakcijas GO monoslāņu iegūšanai un atrast šim mērķim un mūsu apstākļiem piemērotāko metodi.

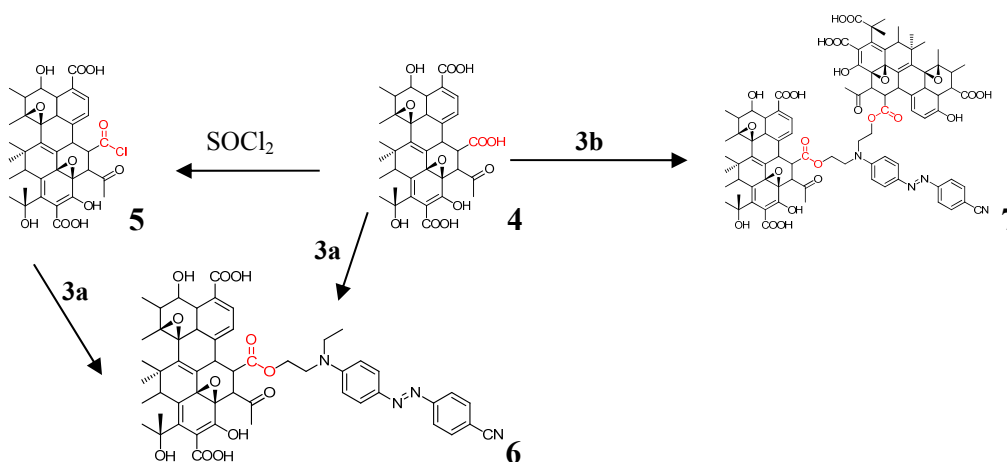
Noskaidrots, ka drošākā, piemērotākā un efektīvākā oksidēšanas metode ir modificētā *Hummers* metode, pēc kuras tad arī iegūts GO **4**.

GO **4** satur epoksi, hidroksil un karboksilgrupas. Tas ļauj to modificēt ar tādām iepriekš sintezētajām hidroksilgrupas saturošām azokrāsvielām **3a** un **3b**, kas satur arī IS spektros viegli identificējamo cianogrupu.



1.att. Diazokrāsvielu sintēze.

GO **4** modificēšana jeb esterificēšana veikta atbilstoši šādai shēmai:



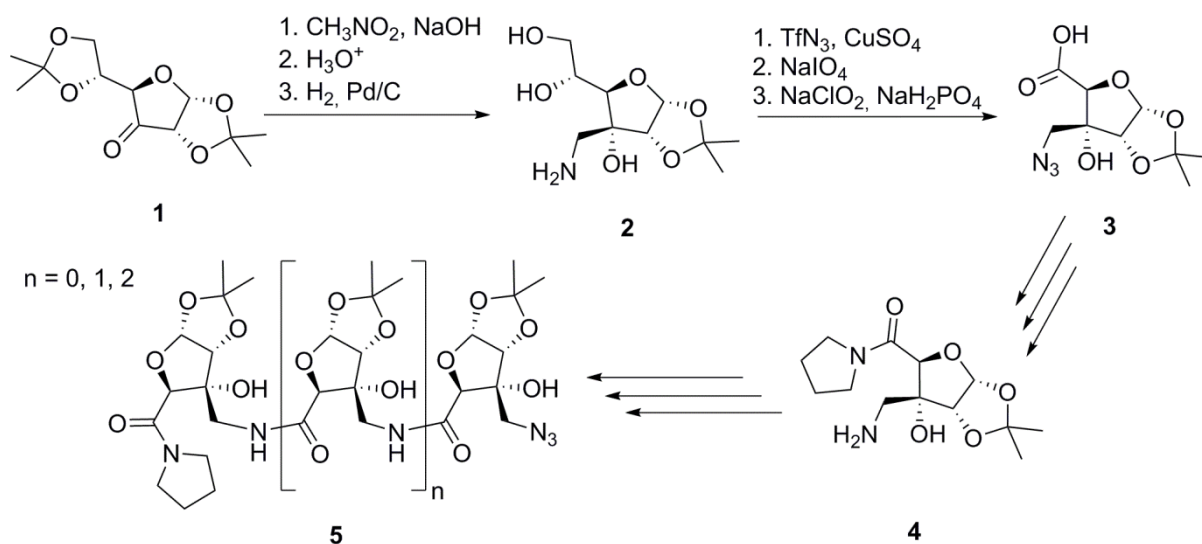
2.att. GO modificēšanas shēma.

Modificēto GO **6** un **7** IS spektros novērojamas $-\text{CN}$ grupas svārstības. Turpinās pētījumi to izmantošanai modificēšanas efektivitātes raksturošanai.

RIBO-KONFIGURĀCIJAS TETRAHIDROFURĀNAMINOSKĀBES SINTĒZE UN ATVASINĀJUMU IZPĒTE

Cukuraminoskābes (CAS) ir no ogļhidrātiem atvasinātu savienojumu klase, kuru iespējams sekmīgi izmantot jaunu ogļhidrātu mimētiķu radīšanai, dažādu foldamēru dizaina izstrādei, kā arī tādu savienojumu sintēzei, kas varētu darboties kā dabīgo biopolimēru bioloģiski aktīvi analogi. CAS ir sastopamas dabā kā dažādi siālskābes atvasinājumi un tās ietilpst glikoproteīnu sastāvā.

Darba mērķis ir jaunas *ribo*- γ -tetrahidrofurānaminoskābes, kā arī dažu tās atvasinājumu sintēze. Vairāpkāpju sintēzes procesu realizējām, kā pamatsubstrātu izmantojot komerciāli pieejamo diaceton- α -D-glikozi, no kuras TEMPO katalizētā oksidēšanas reakcijā ieguvām ulozi **1**. Tālāk sešu secīgu reakciju rezultātā ieguvām CAS prekursoru - γ -cukurazidoskābi **3** ar kopējo iznākumu 23% sešās stadijās.



Lai rastu piemērotu ortogonālu aizsardzības stratēģiju homooligomēru sintēzei, sintezējām dažus azidoskābes **3** atvasinājumus. Oligopeptīdu sintēzei izvēlējamies lineāru sintēzes stratēģiju šķidrajā fāzē. Sintēzes procesā amino funkciju aizsargājam azido grupas veidā, bet C- galu aizsargājam kā pirolidīna amīdu. Oligomēru sintēzi veicām, izmantojot standarta šķidrās fāzes peptīdu sintēzes metodes. Par kodensācijas aģentiem izmantojām EDCI un HOBt. Katrā oligomēra pagarināšanas ciklā, kas ietver azīda reducēšanu par amīnu un sekojošu amīda veidošanu, vēlamu produktu izdalījām ar vismaz 70 % iznākumu.

Iegūtos CAS homooligopeptīdus var izmantot specifisku telpiskās struktūras motīvu ieviešanai polipeptīdos. Nākotnē paredzēts pētīt garākas virknes oligopeptīdus, kuri, iespējams, varētu veidot interesantas otrējās struktūras.

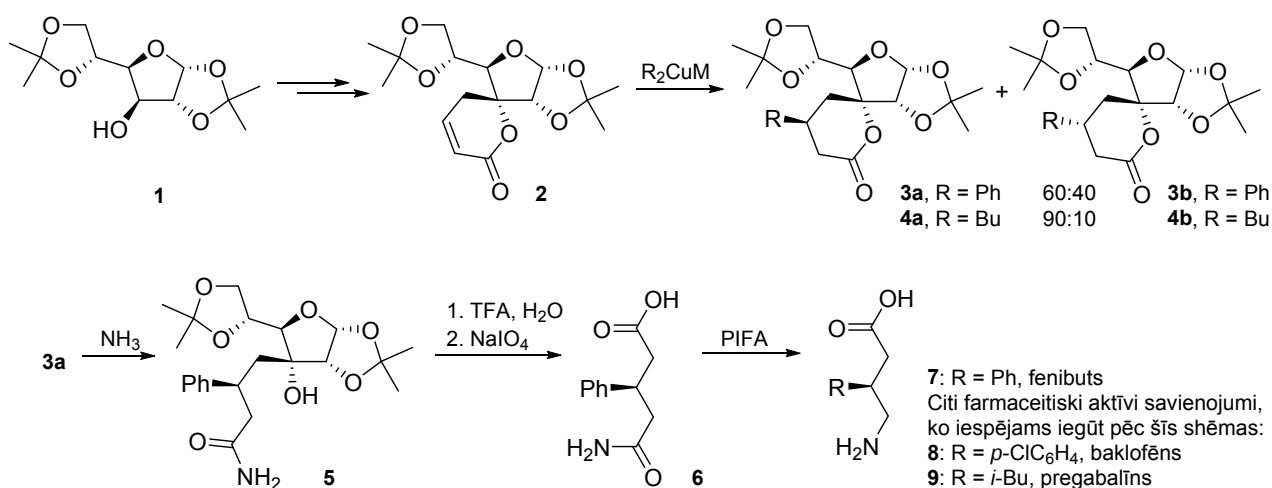
GLIKOZES HIRALITĀTES PIELIETOJUMS GABA ATVASINĀJUMU SINTĒZĒ

Ogļhidrāti un to atvasinājumi piesaista uzmanību asimetriskās sintēzes metožu izstrādē, pateicoties to dabīgajai hiralitātei, kā arī plašajai pieejamībai. Šajā darbā tiek prezentēta jauna pieeja enantiomēri bagātinātu 3-aizvietotu γ -aminosviestskābes (GABA) atvasinājumu **7–9** sintēzē. Šī savienojumu klase iekļauj sevī tādus centrālās nervu sistēmas medikamentus, kā baklofēns, fenibuts un pregabalīns.

Piedāvātā galvenā reakcija ir dialkilkuprātu diastereoselektīvā Maikla pievienošana pie α,β -nepiesātinātā laktona **2**, kas satur ogļhidrāta fragmentu hirālās palīggrupas veidā. Savienojums **2** tiek iegūts 3 stadiju sintēzē no diaceton- α -D-glikozes **1**, kas ir lēts un komerciāli pieejams savienojums.

Starpprodukti **3** un **4** tiek iegūti diastereomēru maisījuma veidā ar izomēru **3a** un **4a** pārkumu. Turpmāk minētās sintētiskās pārvērtības realizējām ar savienojumu **3a**.

Ekspierimentāli tika pierādīts, ka izomērus **3a** un **3b** var atdalīt kristalizējot vai hromatografējot. Turpmākajā laktona atvēršanas reakcijā ar amonjaku rodas amīds **5**, no kura, noņemot aizsarggrupas ar trifluoretiķskābes (TFA) ūdens šķīdumu un oksidatīvi sašķelot ogļhidrāta fragmentu ar nātrija perjodātu, iegūst glutārskābes monoamīda atvasinājumu **6**. No tā Hofmana pārgrupēšanās rezultātā, izmantojot *I,I*-bis(trifluoracetoksi)jodbenzolu (PIFA), izveidojas GABA atvasinājums **7** (fenibuts) enantiomēri tīrā veidā. Iegūtie rezultāti parāda, ka ar izstrādāto metodi būtu iespējams sintezēt arī citus GABA atvasinājumus, piemēram, baklofēnu (**8**) un pregabalīnu (**9**), ja fenilcuprāta vietā lietotu citus nukleofīlus.



RAPŠU EĻĻAS TAUKSKĀBJU ESTERIFICĒŠANA, IZMANTOJOT JONU APMAIŅAS SVEĶUS

Visā pasaulē arvien pieaug interese par alternatīvo biodegvielu iegūšanu un izmantošanu, par izejvielām izmantojot atjaunojamās dabas resursus. Šobrīd par vienu no perspektīvākajām biodegvielām uzskata biodīzeļdegvielu, kas pārsvarā tiek iegūta augu eļļu pāresterifikācijas reakcijā ar metanolu homogēnu sārmainu katalizatoru klātbūtnē. Sārmainās pāresterifikācijas procesā nav izdevīgi izmantot izejvielas ar augstu brīvo taukskābju saturu ($>1\%$). Tieši lētas, bet vērtīgas biodīzeļdegvielas izejvielas, piemēram, lietotas cepamās eļļas, augu eļļu rafinēšanas blakusprodukti, dzīvnieku tauki u.c. satur paaugstinātu brīvo taukskābju daudzumu. Brīvās taukskābes reaģē ar katalizatoru, radot papildus tā patēriņu, un veido lielu daudzumu ziepju, kas apgrūtina produktu atdalīšanu un attīrīšanu, sadārdzinot biodīzeļdegvielas pašizmaksu. Šie svarīgie iemesli rada pastiprinātu interesi par skābo katalizatoru izmantošanas iespējām biodīzeļdegvielas iegūšanā no izejvielām ar paaugstinātu brīvo taukskābju saturu. Šobrīd biodīzeļdegvielas rūpniecībā visplašāk izmantotais skābais katalizators ir sērskābe, jo tai ir zema cena un augsta katalītiskā aktivitāte. Sērskābes izmantošanai biodīzeļdegvielas ražošanas procesos ir arī negatīvās puses, kuras saistītas ar palielinātu notekūdeņu rašanos un katalizatora neatgriezeniskiem zudumiem, kuri rodas sērskābes neitralizācijas un biodīzeļdegvielas mazgāšanas stadijās. Sērskābes ietekmē pastiprināti korodē ražošanas iekārtas, sadārdzinot to ekspluatācijas izmaksas. Šo iemeslu dēļ pieaug nepieciešamība pēc efektīviem skābajiem heterogēnajiem katalizatoriem, kas atvieglotu biodīzeļdegvielas iegūšanas un attīrīšanas procedūras, attīstot bezatkritumu tehnoloģijas. Par šādiem katalizatoriem taukskābju esterificēšanai varētu kalpot sulfoskābes grupu saturošie jonu apmaiņas sveķi (katjonīti).

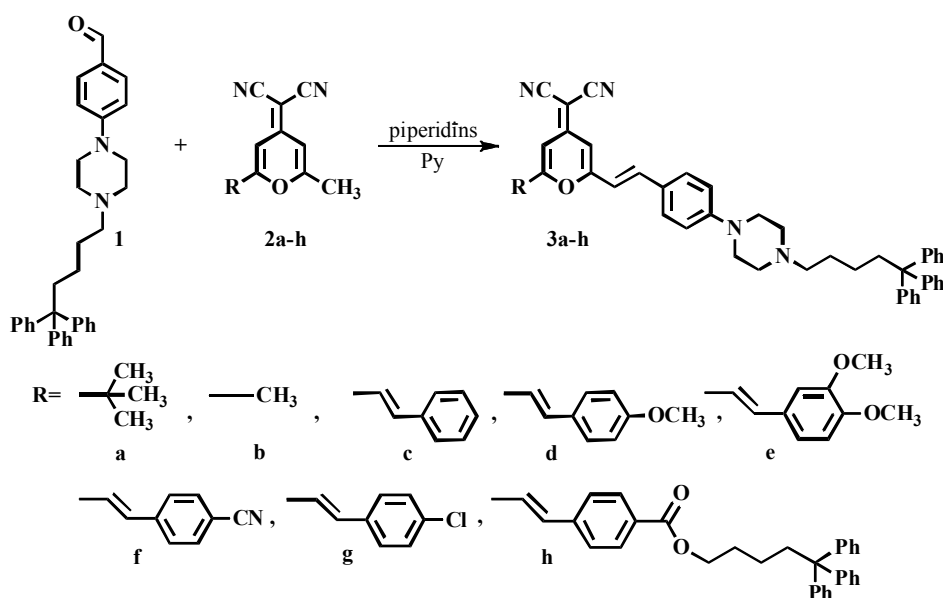
Lai izpētītu un novērtētu skābo jonu apmaiņas sveķu ietekmi un pielietojšanas iespējas uz taukskābju esterifikācijas reakcijām, eksperimentos tika izmantoti četri dažādi katjonīti: *Amberlyst 15*, *Purolite C100H*, *Amberlite IR120H*, *Lewatit GF 202* (neitralizēts ar 0.1 M HCl šķīdumu). Dotie jonu apmaiņas sveķi ir stirola divinilbenzola kopolimēri ar fiksētām sulfoskābes grupām. Eksperimentos izmantotas rapšu eļļas taukskābes, kuras iegūtas no rapšu eļļas skābās hidrolīzes reakcijā ar ūdeni (skābes skaitlis 199.91 mg KOH/g). Izpētīta metanola:taukskābju molārās attiecības ($70\text{ m/m}\%$) un katjonītu koncentrācijas ($50\text{ m/m}\%$) ietekme uz esterifikācijas procesu ar reakcijas laiku no 0 līdz 360 minūtēm. Par kontroles parametru esterificēšanas reakcijas norisei pēc katalizatora un blakusproduktu atdalīšanas tika izvēlēts skābes skaitlis (izmantota standarta metode LVS EN ISO 14104) un esteru saturs (izmantota gāzu hromatogrāfijas standarta metode LVS EN ISO 14103). Pētījumā noskaidrots, ka visaugstākā katalītiskā aktivitāte uz rapšu eļļas taukskābju esterifikācijas procesu ir *Amberlyst 15*.

Noskaidrots, ka dotajos vienstadijas skābās katalīzes apstākļos *Amberlyst 15* klātbūtnē biodīzeļdegvielu ar metilesteru saturu, kurš augstāks par $\sim 92\%$, nav iespējams iegūt. Lai optimizētu rapšu eļļas taukskābju esterifikācijas procesu līdzīgos apstākļos, tika veikta otra esterifikācijas stadija, sasniedzot 98.9% metilesteru saturu. Optimālos apstākļos tika sasniegts 95.3% biodīzeļdegvielas iznākums un to raksturojumi atbilda EN 14214 standarta prasībām.

TRIFENILALKILGRUPAS SATUROŠU *MONO*- UN *BIS*- STIRIL-4*H*-PIRĀNILIDĒNMALONNITRILA ATVASINĀJUMU SINTĒZE UN TO LUMINOFORĀS ĪPAŠĪBAS

Sintezēti amorfu fāzi veidojoši 4*H*-pirān-4-ilidēn- fragmentu saturoši „*push-pull*” tipa luminofori atvasinājumi, kuros elektronu donoro daļu veido modificēts slāpekli saturošs trifenilalkilaizvietotājs. Šāda tipa savienojumi no viegli gaistošiem šķīdinātājiem veido plānas, amorfas kārtiņas – filmiņas, kuras tālāk ļauj pētīt savienojumus dažādos fotonikas materiālos.

Attiecīgie luminiscēt spējīgie, 4*H*-pirān-4-ilidēn- fragmentu saturošie savienojumi **3a-h** iegūti iepriekš sintezētā aldehīda **1** kondensācijas reakcijā ar 2-(2-aizvietotiem-6-metil-4*H*-pirān-4-ilidēn)malonnitriliem atbilstoši šādai shēmai:



Sintezētajiem savienojumiem **3a-h** dihlormetāna šķīdumā raksturīga luminiscence gaismas spektra redzamajā daļā (tab.).

Tabula

Savienojumu **3a-h** optiskie raksturlielumi

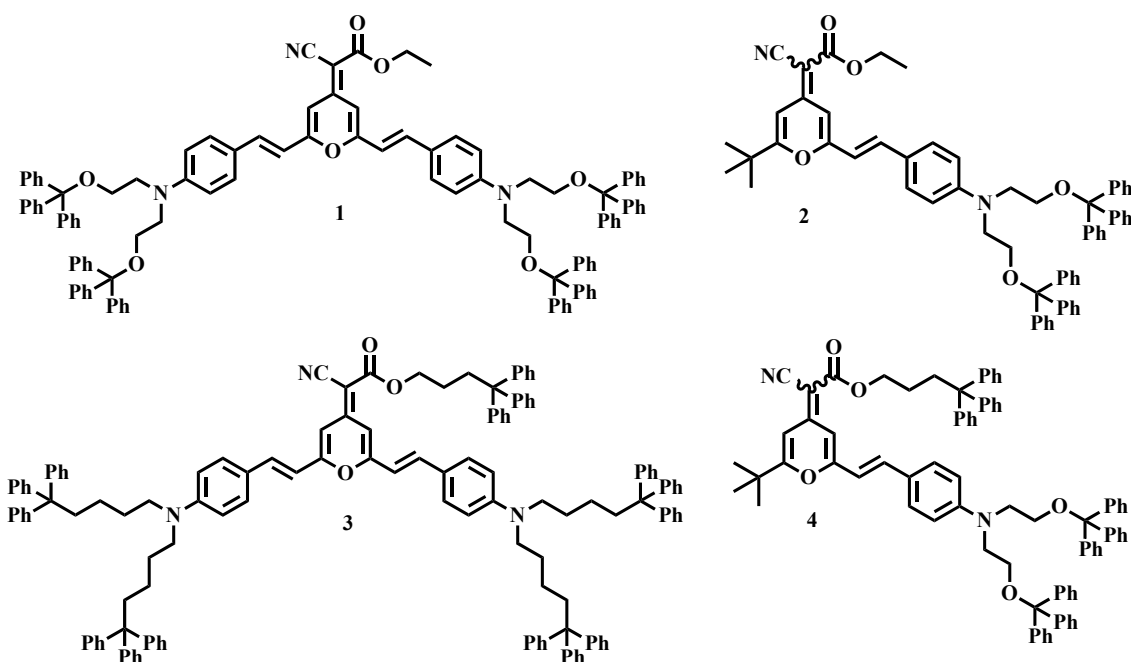
Nr.	Abs. $\lambda_{\max}$ (nm)	Lum. $\lambda_{\max}$ (nm)	Nr.	Abs. $\lambda_{\max}$ (nm)	Lum. $\lambda_{\max}$ (nm)
3a	447	580	3e	443	638
3b	443	573	3f	409	627
3c	426	617	3g	410	621
3d	438	636	3h	409	625

Redzams, ka dažādie aizvietotāji stirilgrupās luminiscences maksimumus ietekmē minimāli, kamēr absorbcijas maksimumi ir nobīdījušies par vairākiem desmitiem nanometru.

MOLEKULĀRO STIKLU SINTĒZE UZ 2-CIĀNO-2-(2,6-DIMETIL-4H-PIRĀN-4-ILIDEN)ETIĶSKĀBES ATVASINĀJUMU BĀZES

Cianoetiķskābe un tās atvasinājumi satur aktīvo metilēngrupu, kas reakcijā ar karbonilsavienojumiem var veidot tādus donors- π -sistēma-akceptors (D- π -A) tipa savienojumus, kuriem piemīt luminoforās īpašības vai nelineāri optiskie efekti. Cianoetiķskābes alkilestera fragmenta elektronu akceptorās īpašības, salīdzinot ar citiem elektronu akceptoriem, piemēram, malonitrila, indāndiona vai barbiturskābes fragmentiem, D- π -A tipa savienojumos nobīda gaismas absorbciju spektra redzamajā daļā hipsohromi. Tajā pašā virzienā varētu sagaidīt arī šāda tipa savienojumu salīdzinošo luminiscējošā starojuma nobīdi, tā nodrošinot efektīvu gaismas emisiju tieši elektromagnētiskā starojuma spektra redzamajā daļā.

Sintezēti luminiscēt spējīgi savienojumi **1-4**, kuros elektronu akceptorais cianoetiķskābes vai tās atvasinājuma fragments (A) fragments caur 4H-pirān-4-ilidēnfragmentu (π -) konjugēti saistīts ar molekulas elektronu donoro (D) fragmentu, ko veido attiecīgais aldehīds. Ar mērķi iegūt amorfo fāzi veidojošus savienojumus, šo savienojumu molekulās ievadīti apjomīgi aizvietotāji.



Dažas sintetēto savienojumu fizikālās īpašības atspoguļotas sekojošā tabulā.

Tabula

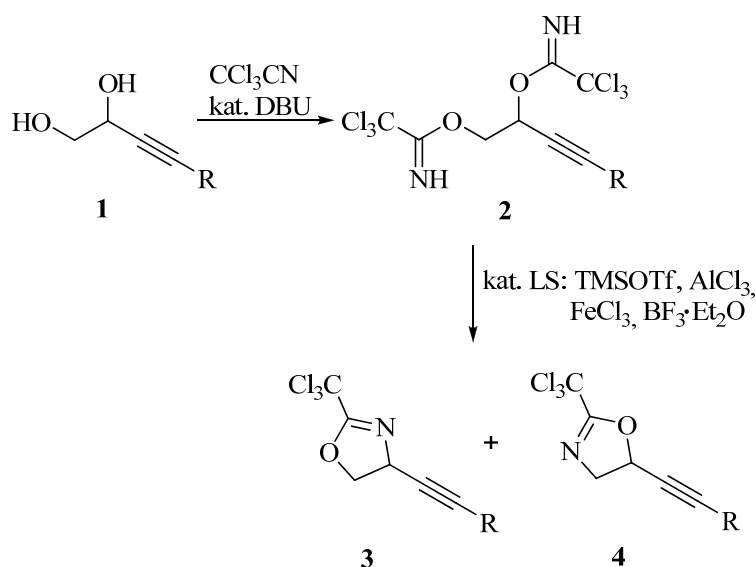
Sintetēto savienojumu fizikālās īpašības

Sav.	Absorbcijas $\lambda_{\max}$ (nm)	Luminiscences $\lambda_{\max}$ (nm)	Stiklošanās temp. (°C)
1	485	627	115
2	425	472	73,13
3	495	633	96,5
4	463	579	98,83

Iegūtie savienojumi tālāk tiek izmantoti organisko gaismu izstarojošu diožu un organisko cietvielu lāzeru pētījumos.

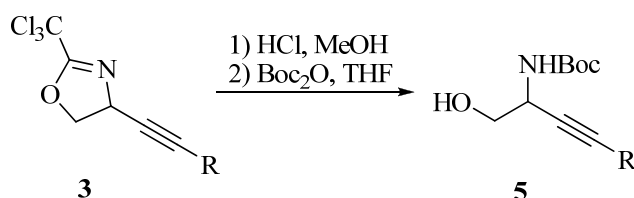
ETINILGLICINOLA ATVASINĀJUMU IEGŪŠANA BIS-TRIHLOORACETIMIDĀTU CIKLIZĒŠANAS REAKCIJĀ

Etinilglicinola atvasinājumi ir svarīgi būvbloki farmaceitisko un dabas vielu sintēzē. Savā darbā mēs piedāvājam etinilglicinola atvasinājumu **5** iegūšanas metodi no butīn-1,2-dioliem **1**. Metode ietver diolu **1** transformāciju par bis-trihloracetimidātiem **2** un tai sekojošo Luisa skābes katalizētu ciklizēšanu par oksazolīniem **3** (1.att.). Bis-trihloracetimidātu **2** ciklizēšanas reakcija ir reģioselektīva, un kā galvenais produkts veidojas oksazolīns **3**. Trimetilsililaizvietotāja gadījumā ($R = \text{TMS}$) novēro abu oksazolīnu veidošanos. Metilaizvietotāja ($R = \text{Me}$) gadījumā bis-trihloracetimidāta ciklizēšana par oksazolīnu **3** notiek ar konfigurācijas apgriešanu pie hirālā centra, kas liecina par S_N2 tipa reakcijas mehānismu. Savukārt fenilaizvietotāja ($R = \text{Ph}$) gadījumā ciklizēšana notiek ar racemizāciju.



1.att. Diola **1** transformācija par oksazolīnu **3**.

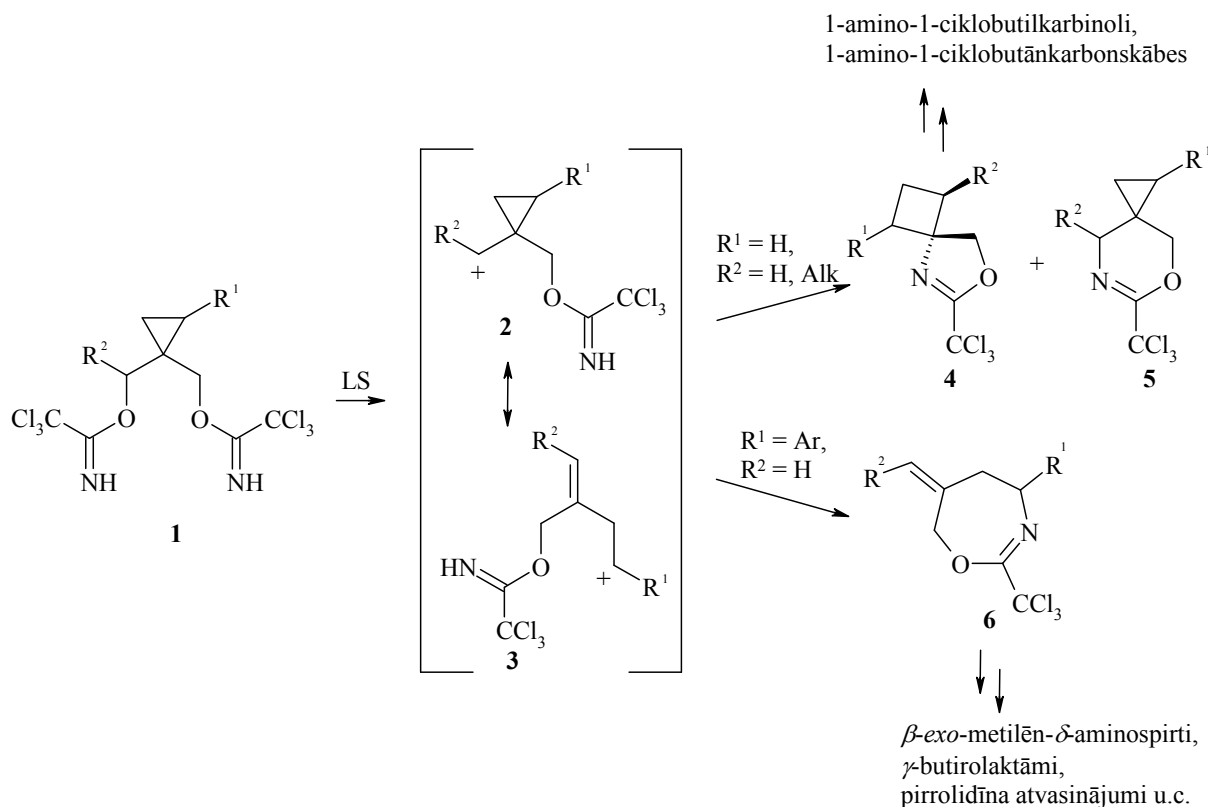
Oksazolīnu **3** var viegli pārvērst par etinilglicinola atvasinājumu **5**, to hidrolizējot līdz aminospietam un brīvo hidroksilgrupu aizsargājot ar Boc₂O (2.att.).



2.att. Oksazolīna **3** hidrolīze par etinilglicinola atvasinājumu **5**.

CIKLOPROPILMETILKATJONU AMINĒŠANAS REAKCIJAS

Ciklopropilmetilkatjona **2** neklasiskā daba dod iespēju iegūt strukturāli atšķirīgus aminēšanas produktus – oksazolīnu **4**, oksazīnu **5** un 6-metilēn-oksazepīnu **6**, kuri ir vērtīgi prekursori daudzu bioloģiski aktīvu un sintētiski vērtīgu savienojumu iegūšanai (att.).



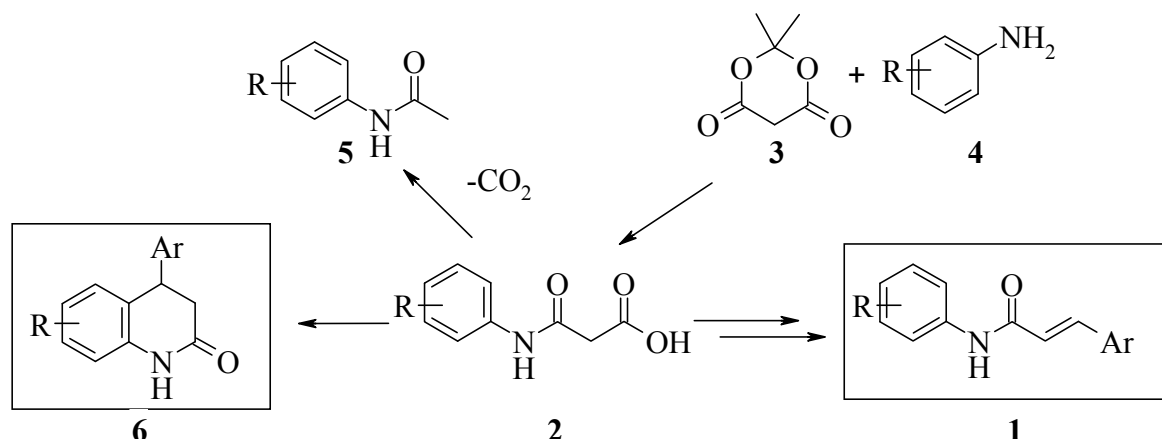
Att. Ciklopropilmetilkatjonu **2** aminēšanas reakcija.

Mēs atklājām, ka LS katalizētā reakcijā, atkarībā no reakcijas apstākļiem un aizvietotāja dabas, no *bis*-imidāta **1** veidojas neklasiskais ciklopropilmetilkatjons **2**, tam seko imidāta funkcijas nukleofīls uzbrukums. Tas noved pie cikla paplašināšanās (oksazolīns **4**) vai cikla uzšķelšanas (oksazepīns **6**).

Noskaidrojām, ka gadījumā, ja *bis*-imidātā **1** $R^1 = H$ un $R^2 = H, \text{Alk}$ (*n*-Pr, *i*-Pr, *neo*-Pent, CH_2OMe u.c.), tad ar izcilu diastereoselektivitāti kā pamatprodukts veidojās oksazolīns **4** (tikai *trans* izomērs detektēts). Savukārt, ja *bis*-imidātā **1** $R^2 = H$ un R^1 ir karbkatjonu **3** stabilizējošas grupas (Ph, Naftil-, Furil- u.c.), tad ar ļoti labiem iznākumiem ieguvām oksazepīnus **6** (79 - 96%).

KANĒĻSKĀBES ANILĪDU SINTĒZE UN CIKLIZĀCIJA

Kanēļskābes anilīdiem **1** ir konstatēta plaša spektra bioloģiskā aktivitāte: antioksidantu, antigenotoksiska, pretiekaisuma un pretniezes iedarbība. Šie savienojumi uzrādījuši arī pretvēža īpašības. 3,4-Dihidro-1*H*-hinolīn-2-ona fragmentu saturošie savienojumi tiek izmantoti medicīniskajā praksē (piemēram, *Cilostazol*, *Carteolol*, *Aripiprazole*) un ir pētīti kā potenciāli atipiskie antipsihotiskie, antiproliferatīvie un pretkrampju līdzekļi, p38 MAP kināzes un asins koagulācijas faktora Xa inhibitori un antidepresanti.



Savienojumus **1** būtu ērti iegūt no malonskābes monoanilīdiem **2** un aromātiskajiem aldehīdiem Knēvenageļa kondensācijas reakcijā: līdz šim minētā metode galvenokārt izmantota antranilskābes atvasinājumu – avenantramīdu – iegūšanai. Malonskābes monoamīdus **2** ieguvām, šķeļot melndrumskābi (**3**) ar atbilstošiem anilīniem **4**. Diemžēl nereti malonskābes monoanilīdi **2** reakcijas apstākļos viegli dekarboksilējās, veidojot attiecīgos acetanilīdus **5**. Lai samazinātu anilīdu **2** nevēlamo dekarboksilēšanos, veicām reakcijas apstākļu optimizāciju un noskaidrojām, ka elektrondonorus aizvietotājus saturošu anilīnu **4** gadījumā reakciju nepieciešams realizēt ūdenī tā viršanas temperatūrā. Šādos apstākļos malonskābes monoanilīdus **2** iespējams iegūt ar labiem iznākumiem, salīdzinoši īsā laikā. Šajos reakcijas apstākļos produktu **2** dekarboksilēšanās bija niecīga.

Kanēļskābes anilīdus **1** mēģinājām sintezēt pēc literatūrā aprakstītas metodikas – veicot savienojumu **2** reakcijas ar aromātiskajiem aldehīdiem piridīnā vai toluolā piperidīnā vai β -alanīna klātbūtnē šķīdinātāja viršanas temperatūrā. Tā kā šādos apstākļos reakcijas maisījums saturēja tikai nelielu daudzumu vēlamo produktu **1**, bet ļoti daudz acetanilīdu **5**, mēģinājām optimizēt sintēzes apstākļus. Noskaidrojām, ka, veicot reakciju etiķskābē 75°C temperatūrā, izejvielu **2** dekarboksilēšanās norit minimāli un veidojas vajadzīgie kondensācijas produkti, kurus tālāk dekarboksilējot var iegūt nepieciešamos kanēļskābes amīdus **1**.

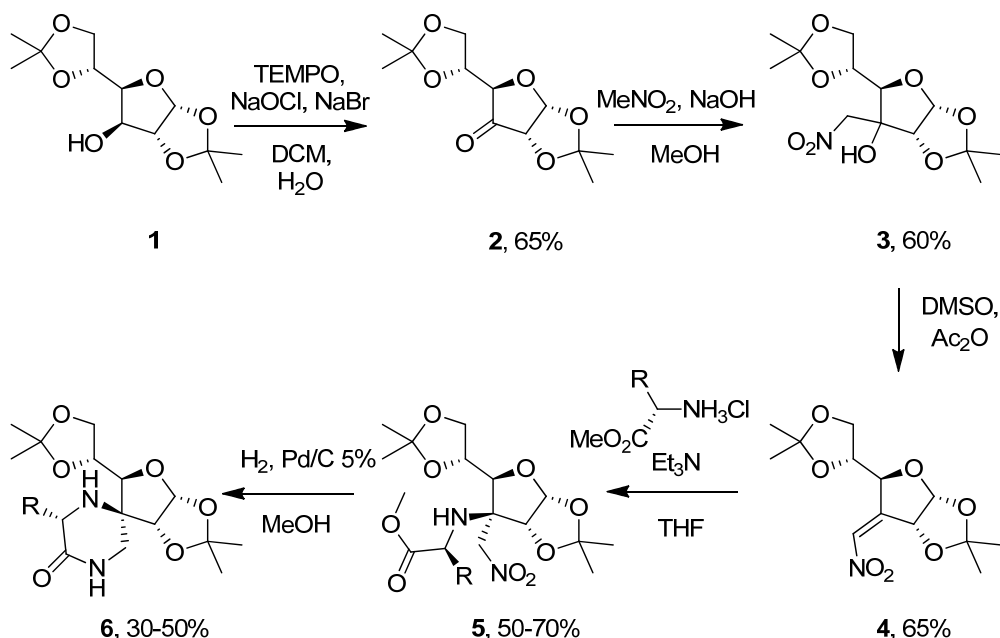
Mēģinot veikt savienojumu **2** kondensāciju ar aromātiskajiem aldehīdiem trifluoretiķskābē, ieguvām negaidītus reakcijas produktus – līdz ar kondensāciju noritēja arī izveidojušos kanēļskābes anilīdu karboksiatvasinājumu iekšmolekulāra ciklizācija un dekarboksilēšanās, veidojot 4-aril-3,4-dihidro-1*H*-hinolīn-2-onus **6**. Iegūtie reakcijas produkti saturēja ~90% 3,4-dihidro-1*H*-hinolīn-2-onu **6**, bet pēc izdalīšanas savienojumu **6** iznākums vidēji bija 60%.

Autori izsaka pateicību AS „Olainfarm” par stipendiju A. Stikutei.

GLIKOZES SPIROPIPERAZINONU ATVASINĀJUMU SINTĒZE

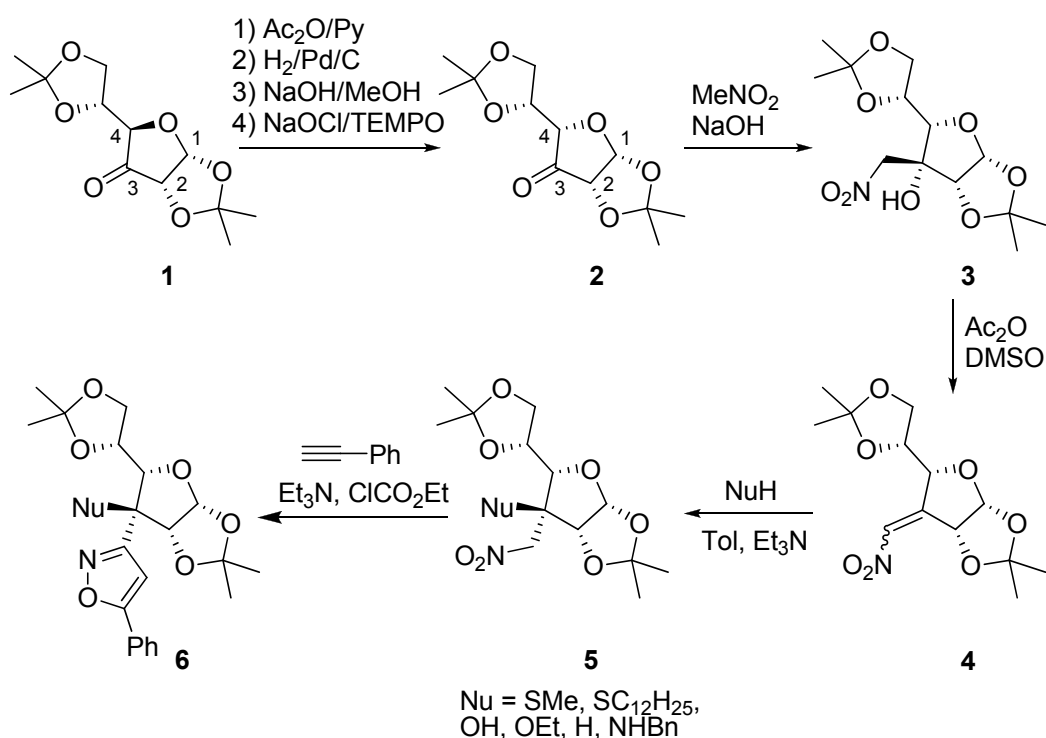
Pēdējā laikā pieaug interese par piperazinona ciklu saturošiem savienojumiem. Tam par iemeslu ir to bioloģiskā aktivitāte un iespēja pielietot tos kā efektīvus peptidomimetiskus. Ir zināmi vairāki piperazinona atvasinājumi, kas var organismā piesaistīties receptoriem attiecīgo peptīdu vietā. Šis darbs ir veltīts jaunai no glikozes atvasinātu spiropiperazinonu sintēzes metodei.

Par izejvielu tiek izmantota lēta un viegli pieejama diaceton- α -D-glikoze **1**, ko oksidē TEMPO klātbūtnē ar nātrija hipohlorītu. Ar iegūto ketonu **2** veic Henrī reakciju, bāzes klātbūtnē pievienojot tam nitrometānu. Glikozes nitrometilatvasinājums **3** tiek pakļauts Mofata dehidratēšanai, ko veic DMSO un Ac_2O šķīdumā. Iegūtais savienojums **4** satur aktivētu dubultsaiti, ko izmanto, lai realizētu L-rindas aminoskābju aza-Maikla pievienošanās reakciju. Stērisku faktoru dēļ veidojas tikai (3*S*)-pievienošanās produkti **5**. Tālāk, kā katalizatoru izmantojot palādiiju uz ogle, veic nitrogrupas reducēšanu līdz amīnam. Reakcijas vidē notiek laktamizācija, veidojoties gala savienojumiem **6**.



GALAKTOZES 3-C-NITROMETILATVASINĀJUMU SINTĒZE UN IZPĒTE

Darba mērķis ir jaunu galaktozes atvasinājumu **5** sintēze un to pielietojums izoksazolu ciklu saturošu monosaharīdu **6** iegūšanai, kā izejvielu lietojot no diaceton- α -D-glikozes atvasinātu ketonu **1**, kurš tika iegūts TEMPO ((2,2,6,6-tetrametilpiperidin-1-il)oksilsradikālis) katalizētā oksidēšanas reakcijā. Acilējot savienojuma **1** enola formu ar acetanhidrīdu piridīnā un iegūto esterī reducējot, sekmīgi tika mainīta konfigurācija pie C(4). Pēc acilgrupas nošķelšanas iegūtā diaceton- α -D-guloze tika oksidēta par attiecīgo ketonu **2**, no kura stereoselektīvā Henrī reakcijā tika iegūts nitrospirts **3**. Pakļaujot to Moffata dehidratācijai, ieguva nitrometilēnsavienojumu **4**, kuram Maikla reakcijā, pievienojot dažādus *S*-, *N*- un *O*-nukleofilus, tika iegūti daudzveidīgi galaktozes 3-C-nitrometilavasinājumi **5**.

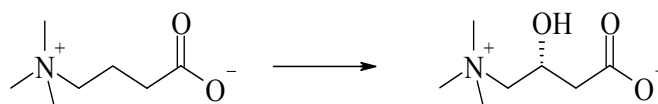


No iegūtajiem aduktiem **5** etilhloroformāta un trietilamīna klātbūtnē *in situ* tika ģenerēti nitriloksīdi, ar kuriem fenilacetilēns 1,3-dipolārā ciklopievienošanās reakcijā deva izoksazola ciklu saturošus savienojumus **6**.

γ -BUTIROBETAĪNA HIDROKSILĀZES INHIBITORU IZPĒTE

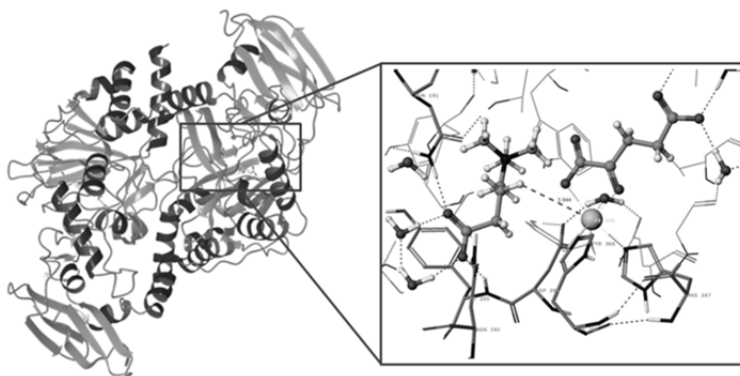
L-Karnitīns [(3*R*)-3-hidroksi-4-*N,N,N*-trimetilaminobutirāts] ir svarīgs metabolīts enerģijas metabolisma uzturēšanai organismā. Tā galvenā funkcija – garo ķēžu taukskābju transportēšana mitohondrijas matricā, kur notiek to β -oksidēšanās, izveidojot Acetil-CoA. Tas tālāk tiek transportēts Krebsa ciklā (trikarbonskābes ciklā) adenozintrifosfāta (ATF) sintēzei. Otrs veids, kā var iegūt Acetil-CoA savienojumu, ir glikolīzes process, kur 10 fermentatīvo reakciju rezultātā glikoze pārvēršas par piruvātu, un to, savukārt, transformē par Acetil-CoA. Normālā gadījumā līdz pat 95% no ATF iegūst β -oksidēšanās procesā, bet pārējo – glikolīzes procesā. Pat neliela karnitīna daudzuma samazināšanās palielina Acetil-CoA veidošanos glikolīzes procesā, kas enzīmātisko reakciju veikšanai pieprasa mazāk skābekļa nekā β -oksidēšanās process, toties producē mazāk ATF molekulas.

Išērijas sirds slimības laikā enerģijas iegūšana glikolīzes procesā varētu atvieglot sirdsdarbību un novērst infarktu. Rezultātā izveidota jauna metode sirds slimību ārstēšanai – šūnu enerģijas metabolisma ceļu regulācija ar medikamentiem. Viens no tādiem preparātiem ir Latvijā izgudrotais mildronāts [3-(2,2,2-trimetil)hidrazīnija propionāts]. Pētījumi rāda, ka mildronāts varētu darboties kā γ -butirobetaīna hidroksilāzes (GBBH) inhibitors. GBBH katalizē pēdējo stadiju karnitīna biosintēzē, kurā notiek stereospecifiskā γ -butirobetaīna (GBB) oksidācija (1.att.).



1.att. γ -butirobetaīna oksidācija, reakciju katalizē GBBH enzīms.

GBBH ir homodimērs enzīms, kas pieder lielai ģimenei bez hēma dzelzs Fe(II) jonus saturošajām oksigenāzēm. GBBH kristalogrāfiskā struktūra (2.att.) noteikta salīdzinoši nesen – 2010. gadā – vienlaicīgi Anglijā un Latvijā.



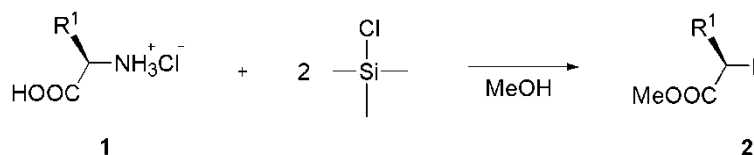
2.att. GBBH dimēra telpiskā struktūra, palielināts aktīvā centra rajons.

Latvijas Organiskās sintēzes institūtā sintezēta vesela virkne savienojumu (šajā darbā netiek rādīti), kas ir vai nu GBB, vai nu mildronāta analogi. Proteīna-liganda mijiedarbība darbā izpētīta ar KMR- $T_{1\rho}$ un izotermālās titrēšanas kalorimetrijas (ITC) eksperimentiem. Darbā, pielietojot KMR, veikts arī *in vitro* enzīmātisko reakciju ātrumu salīdzinājums, molekulārais dokings, kam izmantoti enzīma telpiskās struktūras dati, kā arī solvatācijas enerģijas izmaiņu aprēķins, ligandam saistoties pie enzīma.

PURĪNU RIBONUKLEOZĪDU 2,6-BISTRIAZOLILATVASINĀJUMU REAKCIJAS AR AMINOSKĀBĒM

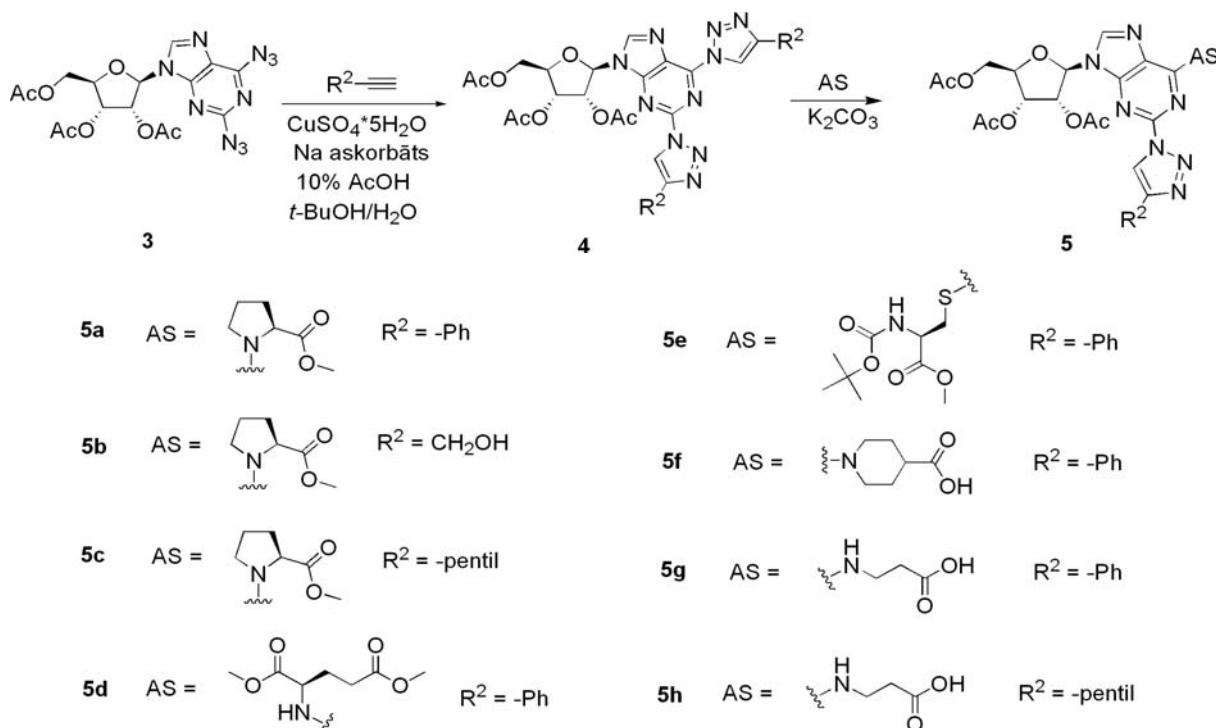
6-aizvietotiem purīniem bieži piemīt bioloģiskā aktivitāte, tāpēc tie tiek plaši pētīti kā potenciālie pretvēža preparāti. Tā kā jau iepriekš ir noskaidrots, ka 2,6-bistriazolilpurīnu nukleozīdi viegli reaģē ar dažādiem *N*- un *S*- nukleofiliem, bija interesanti noskaidrot, vai un kā noritēs S_NAr reakcijas ar aminoskābēm.

Sākumā tika aizsargātas aminoskābju karboksilgrupas un iegūti L-cisteīna, L-prolīna, L-glutamīnskābes un piperidīn-4-karbonskābes metilesteru hidrogēnhlorīdi **2** (1.att.). Reakcijas noris istabas temperatūrā un iznākumi ir 76-91% robežās. L-cisteīnam tika aizsargāta arī amino grupa, par aizsarggrupu izmantojot Boc.



1.att. Aminoskābju aizsargāšana.

Purīnu ribonukleozīdu 2,6-bistriazolilatvasinājumus **4** iegūst „klik” reakcijā, diazidopurīna ribonukleozīdam **3** reaģējot ar dažādiem termināliem alkīniem (2.attēls). Reakcijas iznākumi ir 34-72% pēc hromatogrāfiskās attīrīšanas.



2.att. 2,6-Ditriazolilpurīnu iegūšana un reakcijas aminoskābēm.

Tad tika realizētas reakcijas ar 3 dažādiem aminoskābju metilesteru hidrogēnhlorīdiem **2** THF šķīdumā. Tika veiktas reakcijas arī ar 2 neaizsargātām aminoskābēm – β -alanīnu un piperidīn-4-karbonskābi DMF šķīdumā. Reakcijas norit 30-50°C temperatūrā. Iegūto savienojumu iznākumi ir 21-84% robežās un to īpašības, piemēram, šķīdība, ievērojami atšķiras.

VISPĀRĪGĀS ĶĪMIJAS TEHNOLOĢIJAS UN BIOMATERIĀLU ĶĪMIJAS UN TEHNOLOĢIJAS SEKCIJA

I. Balode, Z. Irbe (zinātniskā vadītāja)

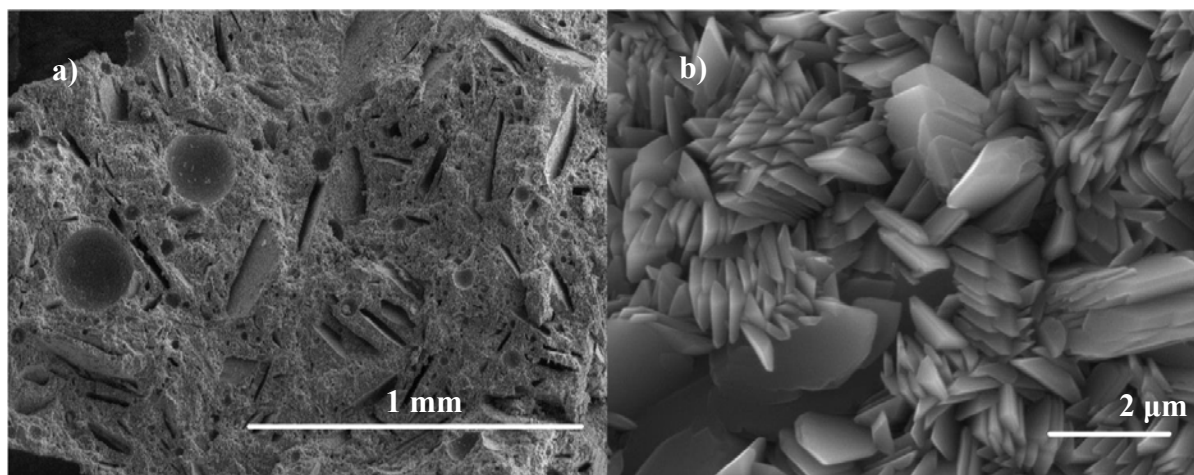
IEPRIEKŠ SAGATAVOTAS KALCIJA FOSFĀTU CEMENTU PASTAS

Kalcija fosfāta cementi (CPC) tiek pielietoti cieto audu atjaunošanai tādās medicīnas nozarēs kā zobārstniecība, sejas un žokļu ķirurģija. Kalcija fosfāti ir vienīgie materiāli, kuru atomus organisms izmanto jaunu kaulaudu veidošanās procesā. CPC spēj pieņemt kaula defekta formu, veidojot ciešu kontaktu ar veselajiem audiem.

Iepriekš sagatavotas CPC pastas ir nesena inovācija. Iepriekš nesagatavotās CPC pastas pirms implantēšanas jā sajauc, tādēļ, lai nekavētu operāciju, sagatavojot pastu tās laikā, un novērstu citas iespējamās neprecizitātes, tiek pētītas iepriekš sagatavotas CPC pastas.

CPC jābūt bioaktīviem un biodegradējamiem, tādēļ svarīga ir pareiza pastas sastāvdaļu izvēle.

Darbā pētītas pastas ar dažādām sastāvdaļām. Pastu cietā fāze satur trikalcija fosfātu (TCP) un $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, bet šķidrā fāze ir glicerīns, polipropilēnglikols (PPG) vai polietilēnglikols (PEG). Tika salīdzināti cementi, kuros izmanto TCP α - un β - kristāliskās modifikācijas, kā arī to maisījums. Vēlamais mērķis, sagatavojot CPC, ir iegūt viendabīgu, kohezīvu un pietiekami veidojamu masu. Pastu paraugi sagatavoti pietā. CPC un pastu īpašības novērtē un salīdzina vizuāli. Vislabāko kohēziju un pietiekamu veidojamību uzrādīja pastas, kas satur 56% α -TCP un 44% $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ cietajā fāzē, bet šķidrā fāze ir glicerīns. Cementu mikrostruktūras vizuālai novērtēšanai izmanto skenējošo elektronu mikroskopiju (SEM). Pēc sacietēšanas cementa paraugos izveidojušās lielas, garenas formas poras (skat. attēlu). Nepieciešami turpmāki pētījumi, lai rastu risinājumu, kā novērst nevēlamo poru rašanos, tādējādi uzlabojot iepriekš sagatavotu CPC mehāniskās īpašības.



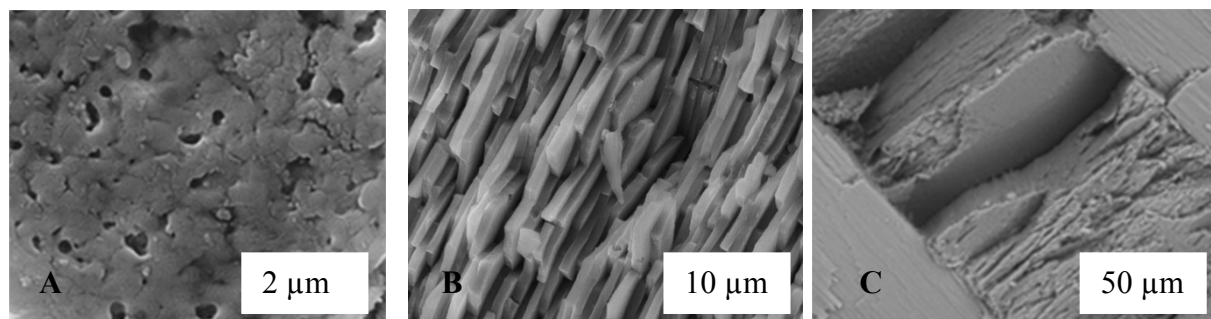
Att. Iepriekš sagatavotas CPC pastas pēc sacietēšanas skenējošās elektronu mikroskopijas attēli.

BIOĢĒNO KALCIJA KARBONĀTU RAKSTUROJUMS UN PIELIETOŠANAS IESPĒJAS KALCIJA FOSFĀTU SINTĒZĒ

Pie kalcija karbonātu (CaCO_3) saturošiem minerāliem pieskaitāms kaļķakmens, dolomīts un marmors. CaCO_3 ir nozīmīga loma arī bioloģiskajā vidē - tas veido daudzu dzīvo organismu ārējo čaulu vai skeletu. Šo bioloģisko organismu pamatā ir biogēnais minerāls (95-99% masas daļas CaCO_3) un biopolimērs (1-5% masas daļas organiskām makromolekulām). CaCO_3 dabā ir sastopams vairāku kristālisko formu veidā, tādās kā aragonīts, vaterīts un kalcīts. CaCO_3 fāžu pārejas diagramma parāda, ka kalcīts ir stabils apkārtējās vides apstākļos, aragonīts ir augsta spiediena modifikācija, bet vaterīts ir termodinamiski nestabils. Aragonīts veido molusku čaulu perlamutra slāni, koraļļu pamatsastāvu un pērles, bet kalcīts veido jūras mikroorganismu skeletu, molusku čaulas. Biogēno CaCO_3 daudzveidības izpēti mērķis ir to piemērošana biogēnu kalcija fosfātu (CaP) 3-dimensionālu šūnu pamatņu izstrādei audu inženierijai. CaCO_3 morfoloģijas, kristāliskās struktūras un ķīmiskā sastāva izpēti ir nepieciešama, lai prognozētu sintēzes galaprodukta fizikālķīmiskās īpašības un nodrošinātu iegūtā materiāla bioaktivitāti organismā.

Kalcija fosfātu sintēzei izvēlēti vairāki biogēnie CaCO_3 avoti: strausa olu čaumalas, sālsūdeņos izplatītie karaliskās gliemenes *Strombus gigas* un *Dosinia exoleta* gliemežvāki, Latvijas saldūdeņos sastopamie ezera lielvāciņgliemeža *Viviparus contectus* un biezs perlamutrenes *Unio crassus* čaulas. Veikti biogēno materiālu struktūras un sastāva pētījumi, kas ietver elementanalīzi, morfoloģijas raksturojumu, izmantojot lauka emisijas skenējošo elektronu mikroskopiju (FS-SEM) un enerģijas dispersijas spektroskopiju (EDS). Ar Furjē transformācijas infrasarkano spektroskopiju (FT-IR) biogēniem CaCO_3 noteikta molekulārā struktūra.

Gliemežvākos un gliemju čaulās CaCO_3 atrodas aragonīta formā, savukārt strausa olas čaumalās galvenā minerālā komponente ir kalcīts. Strausa olu čaumalas struktūru veido kalcīta fāzei raksturīgie romboedri, starp kuriem veidojas sfēriskas poras (1. att. A). Ezera lielvāciņa un *Dosinia exoleta* gliemežvāku aragonīta fāzei ir raksturīgi adatveida kristāli, kas novietoti vairākos slāņos un veido šķiedrainu gliemežvāka struktūru. Aragonīta fāzei raksturīgi plāksņveida kristāli, kas izkārtoti paralēlos slāņos kā biezs perlamutrenes gadījumā (1. att. B). Karaliskajai gliemei ir raksturīga šķiedraina gliemežvāka struktūra, kur šķiedras izkārtotas paralēlos slāņos un šie slāņi savukārt izkārtoti šķērsām viens otram, piešķirot gliemežvākam augstu mehānisko izturību (1. att. C).



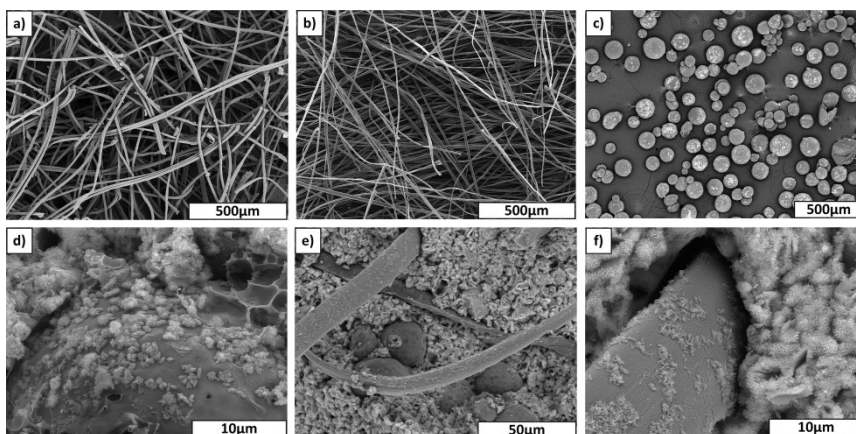
1.att. A - Strausa olas čaumalas (FE-SEM); B - biezs perlamutrenes čaulas (*Unio crassus*) (FE-SEM); C - Karaliskās gliemenes (*Strombus gigas*) lūzumu mikrostruktūra (FE-SEM).

KALCIJA FOSFĀTU KAULU CEMENTU ĪPAŠĪBU UZLABOŠANA LOKĀLAI PALĒNINĀTAS IZDALĪŠANĀS ZĀĻU PIEGĀDES SISTĒMU IZVEIDEI

Cilvēka organismam novecojot, kā arī dažādu slimību dēļ, arvien vairāk pieaudzis pacientu skaits ar tādām vecuma izraisītām saslimšanām kā artoze (kaulu locītavu deformācija), reimatisms, osteoporoze u.c. – tas liek meklēt jaunus materiālus, lai atjaunotu, labotu vai aizstātu organisma dzīvos audus.

Mūsdienās kalcija fosfātus (CaP) saturošiem biomateriāliem ir liela loma kaulaudu aizvietošanā, jo tiem piemīt biosaderība un bioaktivitāte. Kalcija fosfātu kaulu cementi, ko izmanto kaulu defektu pildīšanai, sastāv no kalcija fosfāta pulvera, kuru sajaucot ar ūdens šķīdumu, veidojas pasta. Pēc implantēšanas organismā pasta sacietē. Lai šo kaulu cementu struktūra un īpašības būtu tuvas dabīgajam kaulam, darba mērķis ir uzlabot to mehānisko izturību un struktūru. Ietverot kaulu cementos tādu medikamentu kā vankomicīns, tiktu panākts dubults efekts – kaulaudu reģenerācija un infekcijas riska samazināšana pēcoperācijas periodā.

α -TCP pulveris, cementu cietās fāzes pagatavošanai, sintezēts, apdedzinot 1300°C 4h. Ar vankomicīna hidrohlorīdu pildītas polilaktāta (PLA) mikrokapsulas, pagatavotas, izmantojot ūdens – eļļā – ūdenī metodi. Cementi modificēti ar zīda mikrošķiedrām un pārbaudīta to mehāniskā izturība spiedē. Modificēto cementu morfoloģija pētīta ar skenējošo elektronu mikroskopiju (skat. att.). Izstrādāta ultravioletā spektrofotometra analītiskā metode vankomicīna izdalīšanās kinētikas noteikšanai, noteikta vankomicīna iekapsulēšanas efektivitāte, kā arī vankomicīna izdalīšanās ātrums ūdens vidē.



Skenējošās elektronu mikroskopijas attēli: a) PLA mikrošķiedras; b) zīda mikrošķiedras; c) ar vankomicīnu pildītas PLA mikrokapsulas; d) CaP kaulu cements, modificēts ar mikrokapsulām; e) CaP kaulu cements, modificēts ar mikrokapsulām un mikrošķiedrām; f) CaP kaulu cements, modificēts ar mikrošķiedrām.

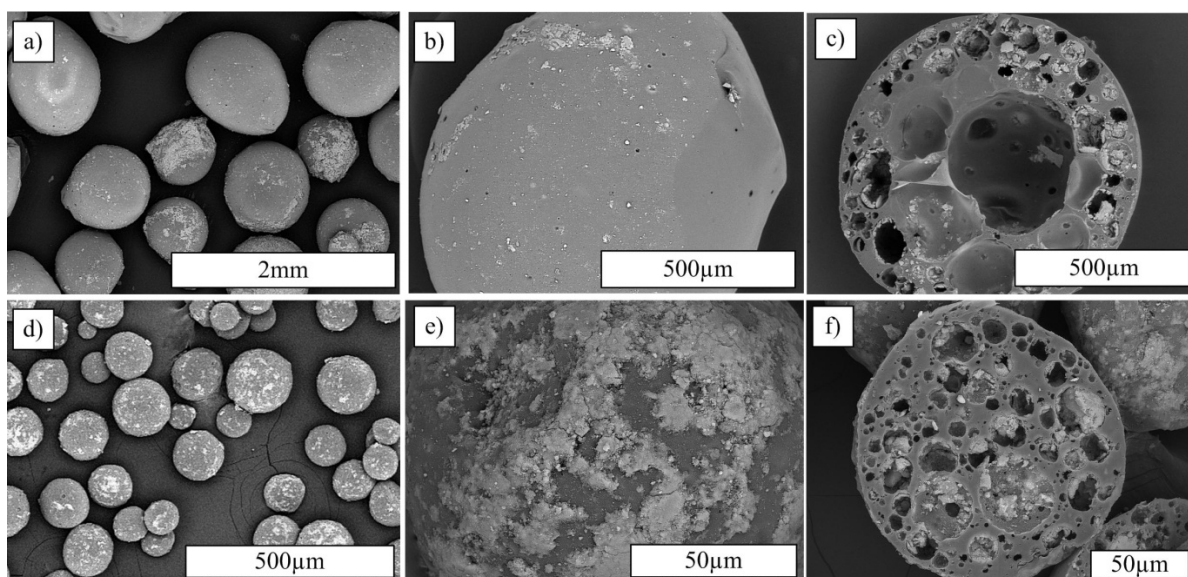
Apkopojot iegūtos rezultātus secināts, ka α -TCP cementiem, kas stiegoti ar 4% zīda mikrošķiedrām, mehāniskā izturība ir līdzīga trabekulārajam kaulam. Pētījumi rāda, ka vankomicīnu PLA matricā veiksmīgi iespējams iekapsulēt, izmantojot izstrādāto oriģinālo mikroiekapsulēšanas metodi, ar vankomicīna iekapsulēšanas efektivitāti līdz 87%. Vankomicīna hidrohlorīds no PLA mikrokapsulām izdalās 48 stundu laikā.

MULTIFUNKCIONĀLU APATĪTISKU KALCIJA FOSFĀTU/POLILAKTĀTA MIKRODAĻIŅU IZVEIDE LOKĀLAI ZĀĻU PIEGĀDEI

Sintētiskie kalcija fosfāti (CaP) ir ķīmiski un strukturāli līdzīgi dabīgajam apatītam, kas ir svarīgākais biominerāls cilvēka organismā. CaP keramika ir bioaktīva un biosaderīga, bet tā ir trausla un HAp keramika nespēj biorezorbēties. Savukārt, CaP pēc sintēzes nogulsējot (pirms apdedzināšanas) ir līdzīgāks dabīgajam apatītam, tā bioloģiskā aktivitāte ir daudz lielāka nekā biokeramikai, kā arī tam ir lielāks biorezorbcijas potenciāls. Darba mērķis bija izveidot apatītiska kalcija fosfāta (ap-CaP)/polilaktāta (PLA) mikrodaļiņas, kuras varētu izmantot lokālai zāļu piegādei.

Mikroiekapsulēšana ir process, kas atkarīgs no dažādiem parametriem. Lai izstrādātu efektīvu iekapsulēšanas metodi, eksperimentālā ceļā mainīti mikroiekapsulēšanas parametri. Mainot mikroiekapsulēšanas tehnoloģijas parametrus - suspensijas/eļļā homogenizēšanas veidu, ekstrakcijas vides daudzumu, temperatūru un ap-CaP suspensijas daudzumu - ir izstrādāta metode ap-CaP/PLA mikrodaļiņu iegūšanai.

Iegūto mikrodaļiņu īpašības pētītas, izmantojot stereomikroskopijas, lāzera granulometrijas un skenējošās elektronu mikroskopijas (SEM) metodes. Iegūtas brīvi birstošas mikrodaļiņas, kuras var klasificēt kā vairāku domēnu mikrokapsulas (MK). MK sastāv no ar ap-CaP pildītiem domēniem, kas apņemti ar mikroporainu PLA apvalku, uz kura virsmas ir ap-CaP pulveris. SEM mikrofotogrāfijās redzams (skat. att.), ka, mainot mikroiekapsulēšanas tehnoloģijas parametrus, daļiņu izmērs samazinās no vidēji 1000µm līdz pat 10µm, bet palielinās ap-CaP pulvera daudzums uz PLA mikrokapsulu virsmas. Ar izstrādāto metodi uzlabota arī ap-CaP atgūstamība, kas sasniedz pat 95%. Pateicoties pulvera daļiņām uz mikrokapsulu virsmas, iegūtajām MK ir paredzama lielāka bioaktivitāte nekā kalcija fosfāta biokeramikai.



Att. Ap-CaP/PLA mikrodaļiņu morfoloģija.

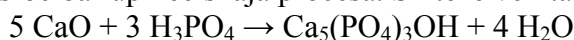
Mikrokapsulas pagatavotas suspensiju/eļļā homogenizējot ar mehānisko maisītāju (550 apgr./min.): a) vispārējā morfoloģija; b) virsma; c) šķērsgriezums.

Mikrokapsulas pagatavotas suspensiju/eļļā homogenizējot ar Ultra Turrex homogenizatoru (11000 apgr./min.): d) vispārējā morfoloģija; e) virsma; f) šķērsgriezums.

HIDROKSILAPATĪTA SINTĒZES STEHIOMETRIJAS PĒTĪJUMI

Hidroksilapatīts ir minerāls, kas atrodams kaulu un zobu sastāvā. Hidroksilapatīta (turpmāk HAp) ķīmiskā formula ir $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$. HAp ir bioloģiski aktīva viela, to izmanto implantu un implantu pārklājumu izgatavošanai, kaulu aizvietošanai un reģenerēšanai, kā arī zāļu piegādes sistēmās. Darbā izmantotā HAp sintēze ir piemērota industriālai ražošanai, tāpēc nepieciešams optimizēt sintēzes procesu. Pētījums noder sintēzes apstākļu noskaidrošanai, kas svarīgi mērogošanas procesā.

Pēc literatūras datiem HAp iegūšanas pH vērtības var svārstīties no 7 līdz 11, ko ietekmē izmantotie sintēzes reaģenti un to koncentrācijas. Vislabāk HAp veidojas, ja pH ir 9. HAp paraugi tika iegūti, izmantojot slapjo ķīmiskās nogulsņēšanas metodi. Sintēze no šīm izejvielām izvēlēta, jo vienīgais blakusprodukts ir ūdens, kas ir dabai draudzīgs, un tā ir priekšrocība rūpnieciskajā procesā. Sintēze veikta pēc sekojoša reakcijas vienādojuma:

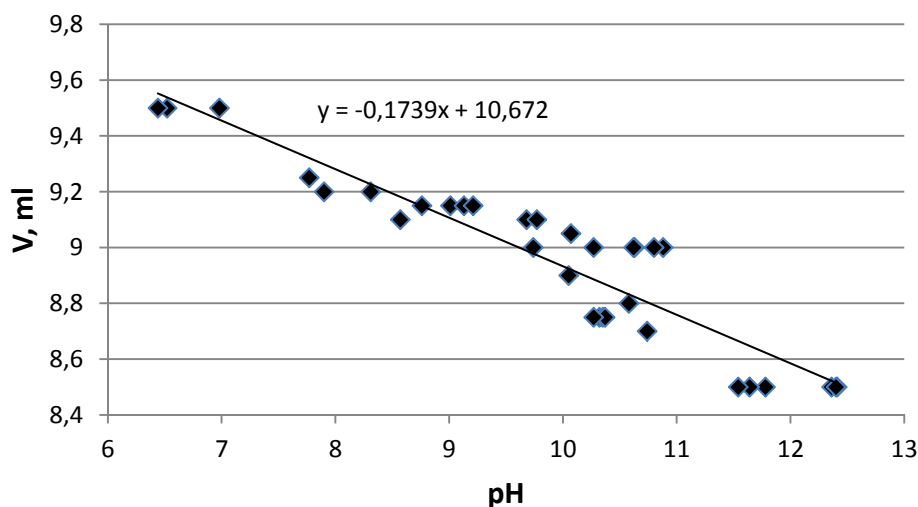


Reakcija notiek 200 ml tilpumā starp 0,15 M $\text{Ca}(\text{OH})_2$ suspensiju un 2 M H_3PO_4 šķīdumu pie konstantas temperatūras ($45 \pm 1^\circ\text{C}$) un maisīšanas ātruma. Pēc reakcijas vienādojuma $\text{Ca}(\text{OH})_2$ suspensijai jāpievieno 9 ml H_3PO_4 , lai iegūtu HAp.

Zinātniskā darba mērķis ir noskaidrot HAp sintēzes stehiometrijas punktu – kāds skābes daudzums jāpievieno, lai, produktu apdedzinot, iegūtu tīru HAp bez kalcija oksīda vai β -trikalcija fosfāta piejaukumiem.

Eksperimentā pagatavo sākotnējo suspensiju no CaO un uzsildīta destilēta ūdens, to maisa, kam seko skābes šķīduma pilienvēda pievienošana. Iegūto suspensiju nostādina istabas temperatūrā un nosaka pH. Pēc tam žāvē, nosaka mitruma saturu, saberž pulverī. Pulveri apdedzina 1100°C temperatūrā, izturot 1 stundu.

Tika veiktas 54 sintēzes, no kurām 33 sintēzēs iegūtie rezultāti bija derīgi apstrādei. Priekšeksperimentos pievienoto skābes daudzumu sintēzēs variē no 8,5 līdz 9,5 ml ar 0,5 ml soli. Tālākajos eksperimentos intervālā no 9 ml līdz 9,5 ml skābi pievieno ar soli 0,1 ml un intervālā no 9 ml līdz 9,2 ml - ar soli 0,05 ml. Katra sintēze atkārtota vismaz 3 reizes. Analizējot rezultātus, tie tika atspoguļoti attēlā redzamajā grafikā, pēc kā var spriest par pH vērtības maiņu atkarībā no pievienotā skābes daudzuma. Var secināt, ka pH 9 var iegūt, ja pieliktais skābes daudzums ir 9,15 ml.



Att. Eksperimentālo datu grafisks attēlojums.

MATRICAS EFEKTA IETEKME UZ TAUKOS ŠĶĪSTOŠO VITAMĪNU KVANTITATĪVU NOTEIKŠANU, IZMANTOJOT AEŠH-FDD

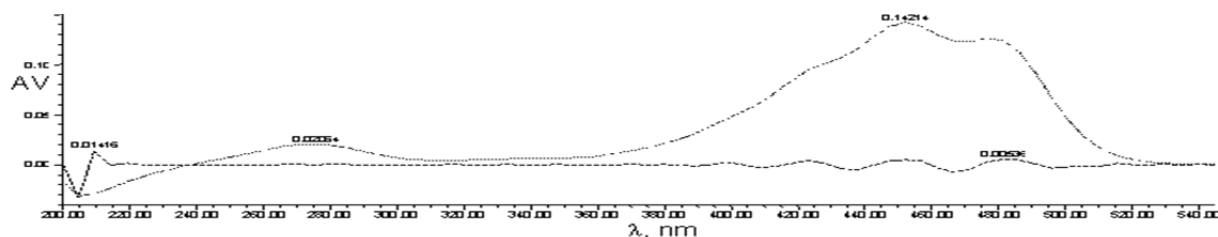
Taukos šķīstošo vitamīnu (turpmāk- TŠV) - retinola, α - tokoferola, kā arī β -karotīna (A-provitamīna) u.c. noteikšana dabiskos paraugos saistīta ar dažādiem apgrūtinājumiem samērā sarežģītās paraugu sagatavošanas dēļ, sarežģījumus rada galvenokārt minēto savienojumu lielā nestabilitāte (kā jau spēcīgi antioksidanti, tie ir jūtīgi pret gaismu, sildīšanu, gaisa skābekli, pH ietekmi). Minētie savienojumi paraugos sastopami ar kārtu $\mu\text{g/g}$, līdz ar to var konstatēt matricas efekta ietekmi.

Salīdzinot dažādas LV un ISO standartu metodes TŠV noteikšanai, var konstatēt, ka rekomendētās paraugu sagatavošanas metodes ir līdzīgas, tiek pievienots antioksidants, paraugi tiek ekstrahēti, pārziepoti, ietvaicēti pazeminātā spiedienā un atšķaidīti precīzā tilpumā. Pārziepošana notiek samēra bargos apstākļos - vārīšana ar atteces dzesinātāju inertā atmosfērā vairākas stundas. Zinātniskajās publikācijās minētajās paraugu sagatavošanas metodēs pārziepošanas laiki un temperatūras tiek stipri samazināti, pamatojoties uz savienojumu nestabilitāti. Pārbaudot ar GH-LJD (gāzu hromatogrāfs ar liesmas jonizācijas detektoru) un uzņemot plānslāņa hromatogrammas, tika noskaidrots, ka optimāli pārziepošanas apstākļi ir 60 min pie 60°C . Ar šo paraugu sagatavošanas metodi var iegūt reprezentablas hromatogrammas (ar augstu atgūstamību, zemu signāla trokšņa attiecību) ar mazu matricas ietekmi.

Minētā paraugu sagatavošanas metode būtu ieteicama taukainiem paraugiem, tādiem kā piena produkti, gaļa, dažādas eļļas. Tika izmēģināta ekstrakcija no izžāvēta olu dzeltenuma, izmantojot ekstrakciju ar MeOH ultraskaņā. Metode ir ātra, ar augstu atgūstamību (pēc literatūras datiem arī virs 100% (līdz 110%), kas saistīts ar lielu matricas efekta ietekmi).

Izpētīto TŠV matricu ir samērā maz, zinātniskās publikācijas par TŠV noteikšanu sveķainos paraugos, piemēram, egles skujās, netika atrastas. Tika veikti izmēģinājumi ar skuju ekstrakta ultraskaņas/MeOH ekstrakciju. Matricas efekta ietekme ir arī tiešā mērā atkarīga no lietotā detektora, parasti TŠV noteikšanai tiek lietota AEŠH ar FLU, UV vai FDD detektoriem, atsevišķi autori lieto dažādas masspektrometriskās metodes. Lietojot FDD, ir iespējama ne vien paraugu kvantitatīva, bet arī kvalitatīva identifikācija, kā arī matricas efekta ietekmes novērtēšana, uzņemot UV-VIS spektrus, pie kam īpaši ieteicams ir uzņemt šo spektru n-tās kārtas atvasinājumus (att.), kuri atvieglo paraugu identifikāciju. Diemžēl, palielinot atvasinājuma kārtu, palielinās arī signāla/trokšņa attiecība.

$$\frac{d^2 A}{d\lambda^2} = \frac{d^2 \epsilon}{d\lambda^2} bC$$
 Izstrādājot, kā arī validējot TŠV noteikšanas metodes dažādās matricās, ieteicams uzņemt arī 3D hromatogrammas (absorbciija, viļņa garums, laiks) gan standartvielām, gan matricai. Ņemot vērā iepriekšminēto, tika secināts, ka TŠV noteikšana dažādām matricām jāvalidē individuāli.



Att. β -karotīna UV-VIS spektrs un tā otrās kārtas atvasinājums.

HIDROKSILAPATĪTA KERAMIKAS GRANULU VIRSMAS ĪPAŠĪBU PĒTĪŠANA

Hidroksilapatīta (HAp) keramika joprojām atrodas pētnieku uzmanības lokā ne tikai kā implanta materiāls, bet arī kā gāzu sensori, katalizatori, augu augšanas substrāti un pildviela hromatogrāfijas kolonnās.

HAp keramikas īpašības, ieskaitot bioaktivitāti, biosaderību, šķīdību un sorbcijas spēju ir iespējams mainīt vēlamā virzienā, modificējot HAp, aizvietojot kalcija jonus un iegūstot ar Mg un Ag aizvietotu HAp keramiku.

Proteīnu adsorbcija uz HAp keramikas virsmas ir ļoti nozīmīga, jo tā lielā mērā nosaka dažādas sekojošās bioloģiskās reakcijas.

Darbā iegūtas HAp un ar Mg un Ag joniem aizvietota HAp keramikas granulas izsmidzināšanas žāvētavā. Pēc apdedzināšanas 1 stundu 900°C temperatūrā pētīta iegūto granulu virsmas morfoloģija un izmērīta īpatnējā virsma, izmantojot BET metodi. Veikta granulu sorbtīvo īpašību pētīšana, par sorbātiem izmantojot divu tipu proteīnus: bāzisko olas baltuma lizocīmu (LZS) un skābo vērša plazmas albumīnu (VPA). Adsorbcijas pētījumi veikti statistiskos apstākļos istabas temperatūrā 0,02M KH_2PO_4 buferšķīdumā ar pH 6,03 VPA adsorbcijā un pH 8,00 LZS adsorbcijā. Proteīnu šķīduma sākuma koncentrācija ir 1 mg/ml.

Proteīnu adsorbcijas mērījumu rezultāti parāda, ka aizvietošana ar Mg joniem samazina proteīnu adsorbciju, bet aizvietošana ar Ag joniem palielina proteīnu adsorbciju uz HAp keramikas granulām. Īpatnējās virsmas mērījumu (lietojot BET metodi) rezultāti parāda, ka aizvietošana ar Mg joniem samazina HAp keramikas granulu īpatnējās virsmas lielumu, bet aizvietošana ar Ag joniem - palielina. Bāziskā proteīna lizocīma adsorbcija ir mazāka par skābā vērša plazmas albumīna uz visiem pētītajiem HAp keramikas paraugiem. Tā kā proteīnu adsorbcija tiek mērīta masas mērvienībās, tad adsorbcijas atšķirības VPA un LZS var ietekmēt atšķirīgie proteīnu molekulu izmēri, kas ir 14x4x4nm un 4,5x3x3nm attiecīgi. Albumīnam, kura molekula ir lielāka, ir arī lielāka molekulmasa, tāpēc pie vienāda adsorbēto molekulu skaita VPA adsorbcija, izteikta masas mērvienībās, būs lielāka, kā LZS adsorbcijas gadījumā.

VPA un LZS adsorbcijas kinētikas pētījumos uz HAp keramikas granulām konstatēts, ka adsorbcija notiek samērā ātri: jau pirmās stundas laikā tā sasniedz ap 80% no maksimālās proteīnu adsorbcijas. Pētījums apliecina, ka iegūtās HAp keramikas granulas var būt izmantotas turpmākos eksperimentos kā implantmateriāli.

HAp keramikas granulu adsorbcijas eksperimentu rezultāti un īpatnējās virsmas (izmērīta lietojot BET metodi) mērījumu lielumi ir apkopoti tabulā.

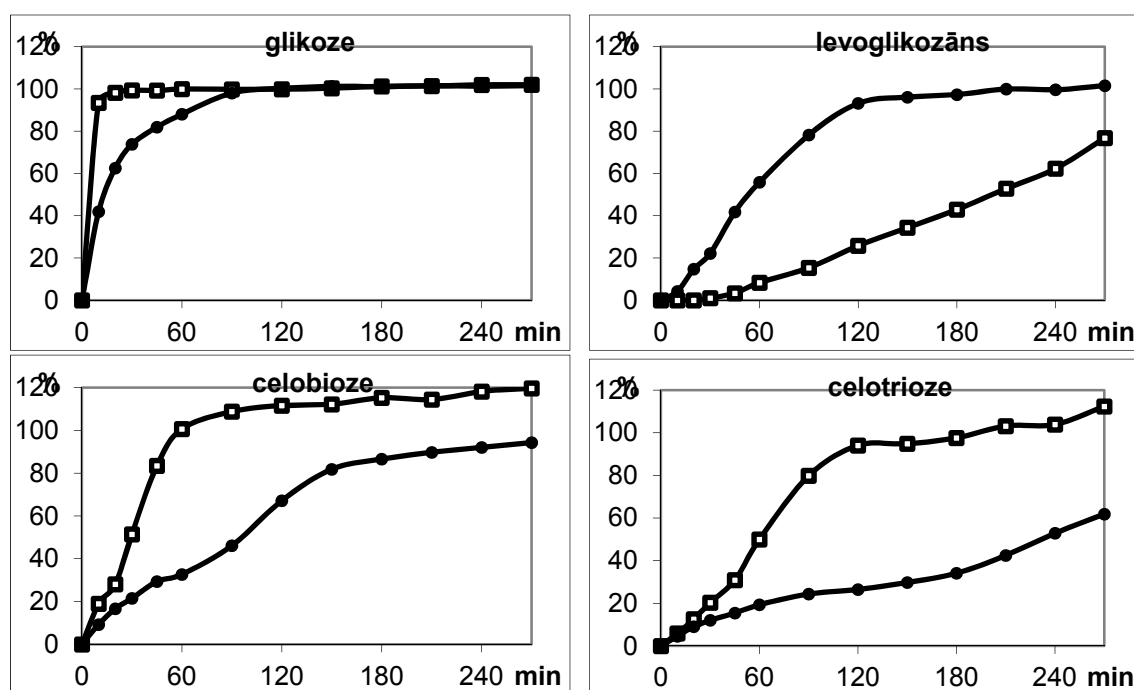
Tabula
Proteīnu adsorbcijas un granulu īpatnējās virsmas mērījumu, izmantojot BET metodi, rezultāti

Parauga apzīmējums	VPA adsorbcija 1h, mg/g	LZS adsorbcija 1h, mg/g	VPA adsorbcija 24h, mg/g	LZS adsorbcija 24h, mg/g	Īpatnējā virsma, izmantojot BET metodi, m ² /g
HAp 452 +2%MgO	4,28	4,72	10,10	6,60	11,87
HAp 399	13,20	12,72	13,66	13,22	16,94
HAp 496	8,56	4,50	8,20	5,38	17,43
HAp 492 +1%AgNO ₃	14,32	14,20	16,46	14,10	17,83

CUKURU NOTEIKŠANA PIROLĪZES ŠĶIDRUMOS

Biobāzētai sabiedrībai cukuri ir būtiska nākotnes izejviela dažādu produktu ražošanai no atjaunojamajiem vides resursiem. Koksnes ātrās pirolīzes procesā iegūst kondensātu, kas satur sarežģītu cukuru tipu vielu maisījumu, tai skaitā anhidrocukurus.

Pētījumi tika veikti, lai pilnveidotu cukuru kvantitatīvās noteikšanas metodi pirolīzes šķidrums. Metode pamatojas uz ogļhidrātu oksidēšanu ar nātrija perjodātu. Zināms, ka cukurus un anhidrocukurus saturošu paraugu iespējams analizēt, oksidēšanu veicot 240 min skābā vidē, kā rezultātā tiek pilnīgi oksidēti gan cukuri, gan anhidrocukuri un rodas stehiometrisks jodāta daudzums, ko nosaka ar jodometriskās titrēšanas metodi. Tā kā līdz šim nav veikti pētījumi par ogļhidrātu oksidēšanu ar perjodātjoniem bāziskā vidē, šajā darbā veikta glikozes, celobiozes, celotriozes un 1,6-anhidro- β -D-glikopiranozes jeb levoglīkozāna oksidēšana ar nātrija perjodātu skābā (pH 1) un bāziskā (pH 9) vidē. Reakcijas veica 40 °C temperatūrā, bāzisko vidi nodrošināja ar boraka buferšķīdumu, skābo – ar 1 % sērskābi.



Att. Cukuru oksidēšana skābā —●— pH 1 un bāziskā —□— pH 9 vidē

Attēlā redzams, ka bāziskā vidē ievērojami samazinās levoglīkozāna oksidēšanas ātrums, bet glikozes un tās oligomēru oksidēšana bāziskā vidē notiek ātrāk nekā skābā. Var secināt, ka monosaharīdi un oligosaharīdi oksidēšanas reakcijā ar nātrija perjodātu iesaistās līdzīgā veidā, bet anhidrosaharīdi ar perjodātjoniem reaģē pēc atšķirīga mehānisma. Novērots, ka levoglīkozāns un glikoze dotajos apstākļos reaģē ar teorētisko perjodāta daudzumu, bet ar celobiozi un celotriozu bāziskā vidē notiek pāroksidācija (iznākums > 100 %).

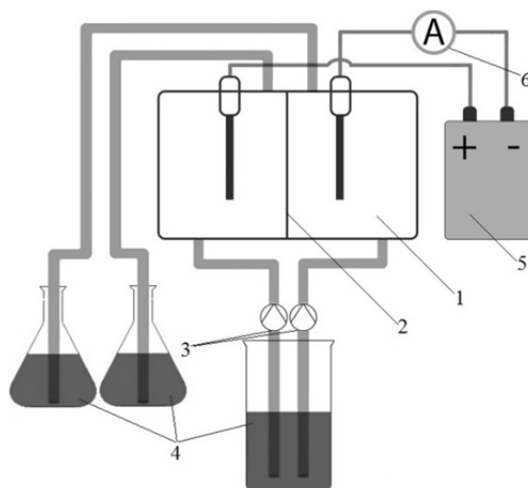
Pētījumos noskaidrots, ka, pamatojoties uz atšķirībām dažādu ogļhidrātu oksidēšanas gaitā, iespējams variēt cukuru noteikšanas metodes apstākļus. Respektīvi, ir iespējams noteikt levoglīkozānu glikozes klātienē, veicot hidrolizēta un nehidrolizēta parauga oksidēšanu ar nātrija perjodātu 20 min bāziskā vidē.

ELEKTRODIALĪZES PROCESA PARAMETRU IETEKME UZ BRĪVĀ HLORA IZDALĪŠANOS

Ūdens dezinfekcijas procesā no ūdens tiek izdalītas nevēlamas vielas un mikroorganismi. Hlors ir visplašāk izmantotais dezinficējošais reaģents, kas līdz pat septiņdesmito gadu beigām praktiski bija vienīgais veids, kā attīrīt un dezinficēt ūdeni. Hlora izmantošana rada problēmas, jo gāzveida hloram vajadzīga speciāla uzglabāšana un izmantošana, kā arī nepieciešami lieli daudzumi.

Perspektīva alternatīvā metode ir elektroķīmiskā dezinfekcija, kuru darbības pamatā ir spēcīgu oksidētāju, tai skaitā hlora, izdalīšanās uz elektrodu virsmas. Tie veidojas no ūdenī esošajiem savienojumiem, kas satur hlorīda jonus, tāpēc nav nepieciešams pievienot papildus reaģentus.

Darbā izstrādāta elektrodialīzes šūna, kas paredzēta ūdens dezinfekcijas un organisko savienojumu degradācijas pētījumiem caurplūdes režīmā (skat. att.). Kā elektrodu materiāli izstrādātajai šūnai kalpo nestehiometriskā TiO_{2-x} keramika. Kameras atdalītas ar puscaurlaidīgu jonapmaiņas membrānu.



Att. Izstrādātais elektrodialīzes šūnas modelis: 1 – elektrodialīzes šūna; 2 – membrāna; 3 – peristaltiskie sūkņi; 4 – trauki; 5 – strāvas avots; 6 – multimetrs.

Izmantojot elektrodialīzi, tika apstrādāta virkne modeļšķīdumu ar dažādu sākotnējo hlorīda jonu koncentrāciju (6,8-250 mg/L).

Izpētīta dažādu elektrodialīzes parametru ietekme uz izdalītā hlora daudzumu anoda kamerā.

Darbā tika konstatēts, ka hlora daudzums, kas izdalās pie anoda, pieaug, palielinot strāvas stiprumu un hlorīda jonu koncentrāciju elektrodializējamā šķīdumā. Pieaugot plūsmas ātrumam elektrodialīzes šūnā, samazinās šķīduma kontakta laiks ar elektrodu, kā rezultātā samazinās izdalītā brīvā hlora daudzums. Dažādi organizējot plūsmas, piemēram, izlaižot ūdeni caur anoda un pēc tam caur katoda kameru, elektrodialīzes procesā ir iespējams ūdeni dezinficēt un sagatavot to atkārtotai izmantošanai.

Organiskā savienojuma (lignīna ūdens šķīdums) klātbūtne apstrādājamajā ūdenī hlora izdalīšanās dinamiku neietekmē, kā arī ir novērojams neliels lignīna koncentrācijas samazinājums.

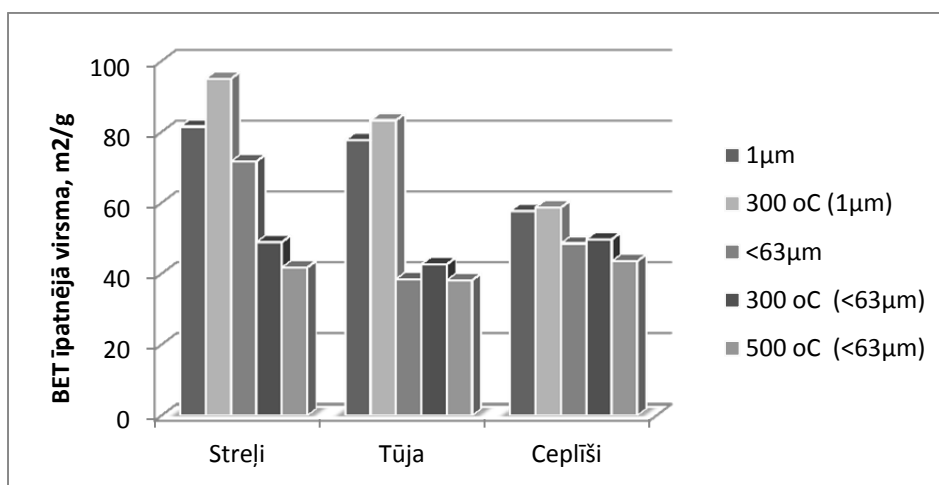
LATVIJAS MĀLU ĪPATNĒJĀS VIRSMAS UN PORU STRUKTŪRAS NOTEIKŠANA

Māli ir nogulumieži, kas sastāv no mālu minerāliem, kas plaši izplatīti pa visu Latvijas teritoriju. Tiem raksturīga augsta adsorbcijas spēja, liela īpatnējā virsma, kopējo poru tilpums un tos varētu izmantot sorbcijas materiālu pagatavošanai. Praktiskajam pielietojumam ir svarīgi noskaidrot ne tikai dabīga sorbcijas materiāla īpašības, bet arī iespējas tās mainīt, mālus apstrādājot termiski. Latvijas mālu īpatnējās virsmas un poru struktūras pētījumi ir arī svarīgi vides koloidālo un fizikāli ķīmisko procesu izpratnē.

Darbā pētīta Latvijas devona (Tūjas atradne), kvartāra (Ceplīšu atradne) un juras perioda (Strēļu atradne) dabīgu un termiski apstrādātu mālu paraugu īpatnējā virsma un poru struktūra. Mālu paraugi tika gatavoti ar slapjās sijāšanas metodi un iegūta mālu – aleirītu frakcija ar daļiņu lielumu zem $63\mu\text{m}$, kā arī ar sedimentācijas metodi - iegūta mālu frakcija ar daļiņu lielumu $1\mu\text{m}$. Visi paraugi apstrādāti termiski 300, 500 un $700\text{ }^{\circ}\text{C}$ temperatūrā un sagatavoti slāpekļa gāzes sorbcijas eksperimentiem.

Eksperimentāli mērītas slāpekļa gāzes adsorbcijas – desorbcijas izoterms uz nemodificētiem un termiski apstrādātiem mālu paraugiem, izmantojot Quadrasorb SI sorbcijas iekārtu. Sorbcijas izoterms izmantotas paraugu īpatnējās virsmas aprēķinam pēc BET metodes, poru rādiusu aprēķinam pēc BJH metodes, kā arī paraugu kopējā poru tilpuma noteikšanai.

Pētīto Latvijas mālu paraugu īpatnējās virsmas lielumi parādīti attēlā.



Att. Pētīto mālu paraugu īpatnējās virsmas lielums pēc BET metodes.

Iegūtie rezultāti liecina, ka karsējot $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ mālu paraugu īpatnējās virsmas lielums, poru rādiuss un poru kopējais tilpums palielinās. Palielinot karsēšanas temperatūru no 300 līdz $500\text{ }^{\circ}\text{C}$ mālu paraugu īpatnējās virsmas lielums, poru rādiuss un poru tilpums samazinās. Strēļu atradnes dabīgo mālu paraugu īpatnējā virsma ir augstāka par Ceplīšu un Tūjas atradņu dabīgo mālu paraugu īpatnējās virsmas lielumiem. $1\mu\text{m}$ mālu paraugu īpatnējās virsmas lielumi būtiski neatšķirās no $63\mu\text{m}$ mālu – aleirītu paraugu īpatnējās virsmas lielumiem.

FLUORHIDROKSILAPATĪTA SINTĒZE UN FLUORA NOZĪME ZOBU ATJAUNOŠANĀS PROCESOS

Kariess ir zoba cieto audu bojājums mutes dobumā esošo baktēriju iedarbības rezultātā. Tas ir neatgriezenisks process. Jo ātrāk ir uzsākta ārstēšana, jo mazāks postījums tiek nodarīts zobam. Tradicionālās kariesa ārstēšanas pamatā ir mehāniska iedarbība uz zobu, kuras laikā tiek noņemta daļa no emaljas un pārklāta ar amalgamu, keramiku vai polimēru kompozītmateriālu. Bet šī metode nav ideāla, jo ārstēšanas procesā zobi tiek bojāti. Fluorhidroksilapatīts $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_{2-2x}\text{F}_{2x}$ [FHAp] ir bāzisks kalcija fosfāts, kas ne tikai veicina emaljas remineralizācijas procesu, bet spēj arī pasargāt zobus no baktēriju iedarbības.

Darba uzdevums ir apkopot un analizēt literatūru par FHAp, tā sintēzes metodēm un fluora noteikšanu. Eksperimentālajā daļā sintezēts FHAp.

Fluorhidroksilapatīta īpašības balstās uz hidroksilapatīta [HAp] īpašībām. Kad fluora joni daļēji aizvieto hidroksilgrupas HAp molekulā, tiek iegūts fluorhidroksilapatīts. Fluora jonu ievadīšana HAp struktūrā būtiski uzlabo fizikālās, ķīmiskās un bioloģiskās īpašības. To var izkaidrot ar Ca-F saites lielāku stabilitāti, salīdzinājumā ar Ca-OH saiti. FHAp ir stabils skābā vidē, temperatūrās virs 1000°C , tam piemīt augsta mehāniskā izturība, kas dod iespēju plaši izmantot to stomatoloģijā. Zobu emaljā ir gan fluora, gan kalcija kristāli apatīta veidā. Fluora apatīts ir noturīgāks pret kariesu nekā kalcija apatīts, tāpēc jo vairāk emaljā fluora apatīta, jo zobi izturīgāki pret kariesu.

Literatūrā ir aprakstītas daudzveidīgas FHAp sintēzes metodes. Atkarībā no tehnoloģiskās pieejas, parametriem un reaģentiem iespējams iegūt produktus ar dažādu morfoloģiju. Izdala mehanokīmisko, hidrotermālo, hidrolīzes, nogulsnešanas, sola-gēla sintēzes metodes, kā arī mikroviļņu un elektrokristalizācijas metodes. Fluora noteikšanu iespējams realizēt ar spektrofotometriju vai potenciometrisko titrēšanu. Pirmā metode balstās uz F^- jona spēju veidot ūdenī šķīstošu zilganvioletu kompleksu, kurš sastāv no alizarīnsarkana, lantāna un fluorīdjona. Ar potenciometrisku titrēšanu iespējams noteikt kopējo fluora daudzumu paraugā. Noteikšanai izmanto elektrodu sistēmu no jonselektīva elektroda un sudraba hlorīda elektroda.

Eksperimentālajā daļā tiek izmantota FHAp nogulsnešanas sintēzes metode, par starpproduktu izmantojot pulverveida un suspensijas hidroksilapatītu. HAp tiek iegūts bāzes un skābes neitralizācijas reakcijā. Pirmajā gadījumā iegūto HAp suspensiju filtrē, žāvē un apdedzina pie 1100°C (1st.). Iegūtajam pulverim pievieno 0,02M NaF ūdens šķīdumu un maina pH no 4 līdz 7. Par pH regulētājiem izmanto fosforskābi un nātrija hidroksīdu. Otrajā gadījumā tās pašas darbības veic ar HAp suspensiju. Iegūtās nogulsnes centrifugē, daļu skalo ar destilētu ūdeni un žāvē. F^- jonu nav iespējams identificēt ar FTIR-spektroskopiju, taču tika identificēta FHAp raksturīga $[\text{OH}^-]$ grupa pie viļņa skaitļa 3536 cm^{-1} , kas sakrīt ar literatūras datiem.

Pēc eksperimentu veikšanas varam secināt, ka visvieglāk realizējamā ir nogulsnešanas metode. Sintēzes veikšanai nav nepieciešami specifiski reaģenti un sarežģīts laboratorijas aprīkojums. Process ir relatīvi vienkārši kontrolējams un nav darbietilpīgs. Tiek sagatavoti paraugi potenciometriskai titrēšanai un spektrofotometrijai, kas dos iespēju izvērtēt fluora saturu produktā un tā atkarību no starpprodukta (HAp) agregātstāvokļa.

HIDROKSILAPATĪTA PORAINU LIELFORMĀTA PROTOTIPU IZVEIDE UN STRUKTŪRAS PĒTĪJUMI

Mūsdienu zinātnes sasniegumi pamatā tiek veltīti cilvēka dzīves ilglaicības palielināšanai un kvalitātes uzlabošanai. Lai sasniegtu mērķi, ir nepieciešams izveidot jaunus materiālus bojāto orgānu un audu aizvietošanai. Hidroksilapatīts (HAp) ir minerāls, kas atrodas zīdītāju kaulos un zobos. Tas nav toksisks, ir biosaderīgs un organisms to neatgrūž kā svešu materiālu. HAp biokeramikas porainība nodrošina lielu saskarsmes virsmu starp biomateriālu un augošo kaulu, kas stimulē lielāku ķīmisko saišu veidošanos.

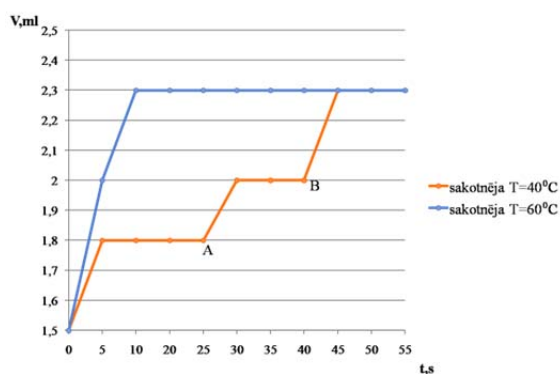
Darba mērķis ir, pielāgojot masas uzpušošanas tehnoloģisko procesu, izveidot lielformāta porainus hidroksilapatīta biokeramikas prototipus kaulaudu aizvietošanai un izpētīt to struktūru.

Tika pagatavots HAp šļikeris ar dažādiem NH_4HCO_3 daudzumiem, lai novērtētu hidrogēnkarbonāta ietekmi uz keramikas porainību.

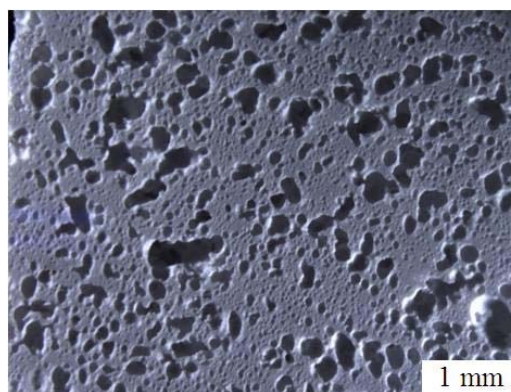
Iegūto masu pilda formiņās, liek žāvēties pie dažādām sākotnējām žāvēšanas temperatūrām (40°C un 60°C), lai novērotu uzpušošanas ātrumu (skat. attēlu (a)).

Sagataves apdedzinātas krāsnī pie temperatūras 1150°C , izturētas 2 stundas. Iegūtā keramika sazāgēta vairākās daļās, lai novērtētu, cik vienmērīga ir porainība visā parauga tilpumā, kā arī ar stereomikroskopa palīdzību novērots poru sadalījums uz virsmas un tilpumā.

Pēc veiktajiem eksperimentiem var secināt, ka sākotnējā žāvēšanas temperatūra zemāka par 60°C ir ekonomiski un laikietilpīgi neizdevīga (skat. attēlu (a)). Palielinot pievienotā NH_4HCO_3 daudzumu, palielinās tilpums un porainība. Nepieciešamā porainība (60%) sasniegta pie hidrogēnkarbonāta masas daļas 1,8%. Poru sadalījums iegūtajiem paraugiem ir homogēns (att.b).



(a)



(b)

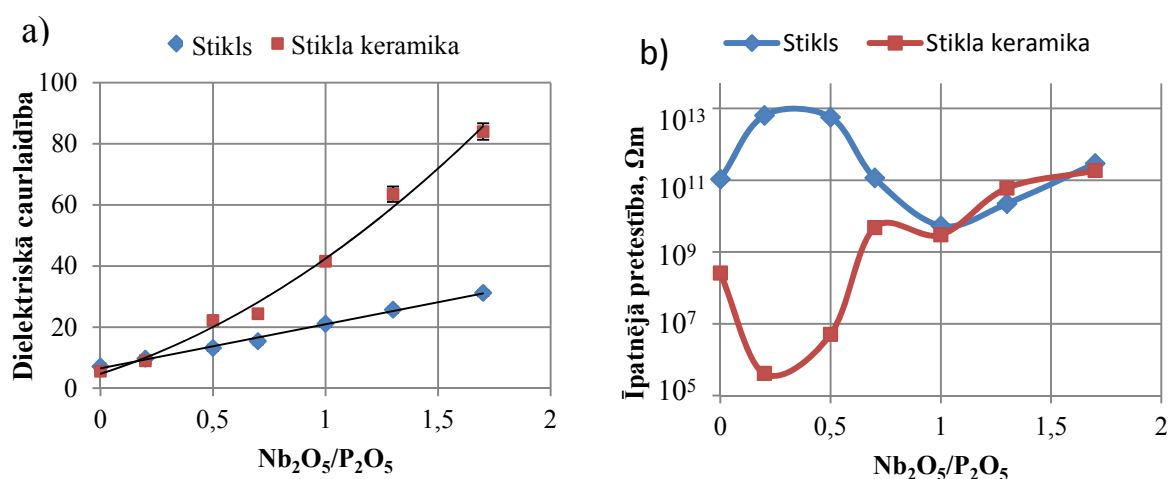
Att. (a) Masas uzpušošanas ātrums. A punktā temperatūra žāvēšanās skapī 50°C , B punktā - 60°C .; (b) HAp porainā keramika, apdedzināta pie temperatūras 1150°C ar 2h izturēšanas laiku un NH_4HCO_3 masas daļu 1,8%.

KALCIJA NIOBOFOSFĀTU STIKLU UN STIKLA KERAMIKAS ELEKTRISKĀS ĪPAŠĪBAS

Niobofosfātu stikliem un stikla keramikai iespējams plašs pielietojums, tai skaitā kā elektrotehniskie materiāli enerģijas uzkrāšanai. Atsevišķi pētījumi veltīti šādu materiālu elektrisko īpašību pētījumiem, taču publiski pieejamos literatūras avotos netika atrastas ziņas par kalciju saturošu niobofosfātu sistēmu materiālu elektriskajām īpašībām.

Stikla (kausējuma) izejvielas: Na_2CO_3 , CaCO_3 , $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ un Nb_2O_5 . Darbā iegūti un pētīti septiņu sastāvu stikla un atbilstošu stikla keramikas paraugi. Stikli iegūti, kausējumus lejot tērauda formās un dzesējot. Stikla paraugu sastāva atbilstība teorētiskām vērtībām noteikta, izmantojot enerģijas dispersijas rentgenstaru spektrometriju. Visu sastāvu stiklu paraugi kristalizēti; kristalizācijas temperatūra izvēlēta atbilstoši diferenciāli termiskās analīzes datiem. Stikla un stikla keramikas paraugi zāģēti plakanparalēlos paraugos, uz tiem uznesti vara elektrodi, izmantojot vakuumiztvaicēšanas metodi; noteikta dielektriskā caurlaidība un zudumu leņķa tangenss frekvenču diapazonā 50-50000 kHz, kā arī mērīta īpatnējā pretestība ar līdzstrāvas metodi.

Iegūtie rezultāti liecina, ka elementu kvalitatīvais un kvantitatīvais saturs no teorētiskā atšķiras ne vairāk kā 0,15 mol%. Dielektriskās caurlaidības un īpatnējās pretestības atkarība no niobija un fosfora oksīdu attiecības parādīta attēlā.



Att. Stiklu un stikla keramikas dielektriskās caurlaidības un īpatnējās pretestības atkarība no Nb_2O_5 un P_2O_5 attiecības paraugu sastāvā.

Dielektriskā caurlaidība kalcija niobofosfātu stikliem un stikla keramikai ir atkarīga no niobija un fosfora oksīdu satura stiklu sastāvā. Dielektriskās caurlaidības skaitliskās vērtības raksturo tipisku jonu polarizāciju ($\epsilon = 5,6 - 84,0$) un pieaug līdz ar $\text{Nb}_2\text{O}_5/\text{P}_2\text{O}_5$ attiecību (att. a).

Stikla keramikai ar $\text{Nb}_2\text{O}_5/\text{P}_2\text{O}_5 \geq 1,0$, salīdzinot ar tāda paša sastāva stikliem, dielektriskie zudumi un īpatnējā pretestība ir līdzīgi (att. b), savukārt stikla keramikas dielektriskā caurlaidība ir 2 līdz 2,7 reizes lielāka.

Stikla keramika ar $\text{Nb}_2\text{O}_5/\text{P}_2\text{O}_5$ attiecību 1,6 ir potenciāli perspektīvākais kondensatoru materiāls, jo tai raksturīga visaugstākā dielektriskā caurlaidība ($\epsilon = 84,0$ 100 kHz), zemu zudumu leņķa tangensa vērtība ($\text{tg}\delta = 2,3 \cdot 10^{-3}$, 100 kHz) un vidēji augsta īpatnējā pretestība ($\rho = 1,85 \cdot 10^{11} \Omega \cdot \text{m}$).

KOKSNES HEMICELULOŽU ANTIOKSIDATĪVĀS ĪPAŠĪBAS

Hemicelulozes jeb poliozes(HC) ir otrā izplatītākā polisaharīdu grupa augos aiz celulozes. Tās sastāda aptuveni 20-30% no šūnu sienīgu vielu masas. Hemicelulozes ir polisaharīdi ar zemu organizācijas pakāpi, to makromolekulu ķēdes ir nedaudz sazarotas un to garums ir īsāks nekā celulozei. Pateicoties HC zināmai bioloģiskai aktivitātei un spējai veidot viskozus šķīdumus, kā arī gēlus, HC pielieto kā sastāvdaļu higiēniski-profilaktisko krēmu un pastu sastāvā. Šinī sakarībā liela nozīme ir arī HC antioksidatīvajām īpašībām, aizsargājot dzīvās šūnas no kaitīgas iedarbības. Tomēr HC antioksidatīvās īpašības līdz šim maz pētītas. Sakarā ar iepriekšteikto, mūsu pētījumu uzdevums bija novērtēt HC, kas izdalītas no dažu Latvijā izplatītu lapu koku koksnes (baltalksnis, bērzs un apse) antioksidatīvās īpašības, kā arī novērtēt lignīna nozīmi HC antioksidatīvo īpašību un UV staru aiztures veidošanā. Antioksidatīvo īpašību noteikšanai izmantojām inhibēšanas metodes, kas ļauj noteikt brīvo radikāļu neitralizācijas līmeni pie dažādām vielas koncentrācijām. Par brīvu radikāli izmantojām 2,2 – difenil - 1 – pikrilhidrazīlu (DFPH metode) ar metanolu kā šķīdinātāju jeb 2,2 – azino – bis(3 - etilbenzotiazolin – 6 – sulfoskābi ar dimetilsulfoksīdu kā šķīdinātāju (ABTS metode). Sorbciju noteicām pie viļņa garuma 534 nm – DFPH metodē un 734 nm – ABTS. No iegūtajiem sorbcijas datiem aprēķinājām IC_{50} vērtību - antioksidantu masas koncentrāciju, kas ir nepieciešama, lai samazinātu brīvā radikāļa daudzumu par 50%. UV staru aiztures spēja tika pārbaudīta, laižot cauri iepriekš sagatavotām hemiceluložu plēvītēm ultravioleto gaismu ar viļņu garumu intervālā 200-300nm. Iegūtajiem paraugiem lignīna saturs atrodās robežās 1.5-1.8% no masas. Iegūtie rezultāti ļauj secināt, ka lignīna saturs HC norādītajās robežās praktiski neietekmē HC antioksidatīvās īpašības. Augstākā antioksidatīvā aktivitāte tika konstatēta baltalkšņa HC gadījumā, bet zemākā - bērza HC. UV staru aiztures analīze apstiprināja inhibēšanas testa rezultātus. UV staru aizturēšanas novērtēšana apstiprināja lielāko aktivitāti baltalkšņa HC gadījumā - UV staru intensitāte samazinājās par 75% pie plēvītes biezuma 60 μ m, kas ļauj ieteikt šīs koksnes hemicelulozes izmantot par vienu no komponentēm saules aizsargkrēmu ražošanā.

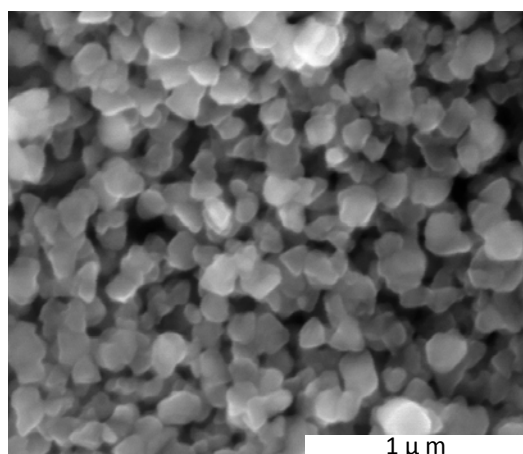
PULVERVEIDA SILĪCIJA KARBĪDA SINTĒZE

Silīcija karbīds (SiC) ir ķīmisks savienojums, kas pēdējos gados ir kļuvis par daudzsološu materiālu vairākās nozarēs, jo tam piemīt labas mehāniskās, fizikālās un ķīmiskās īpašības. Lai uzlabotu SiC pulvera ražošanu, lai iegūtu pulveri ar augstu tīrības pakāpi, noteiktu daļiņu izmēru un mazām ekonomiskām izmaksām, tradicionālajam Ačesona procesam tiek attīstītas jaunas alternatīvas metodes. Šajās metodēs izmanto izejvielas, kuras var nodrošināt ciešu kontaktu starp reaģentiem, lai uzlabotu SiC veidošanos pie zemākām temperatūrām. Mūsdienās no SiC ražo abrazīvus, pusvadītājus, griešanas instrumentus, slīpēšanas materiālus, pulēšanas pastas, katalizatorus, augsttemperatūras un ugunsizturīgus materiālus.

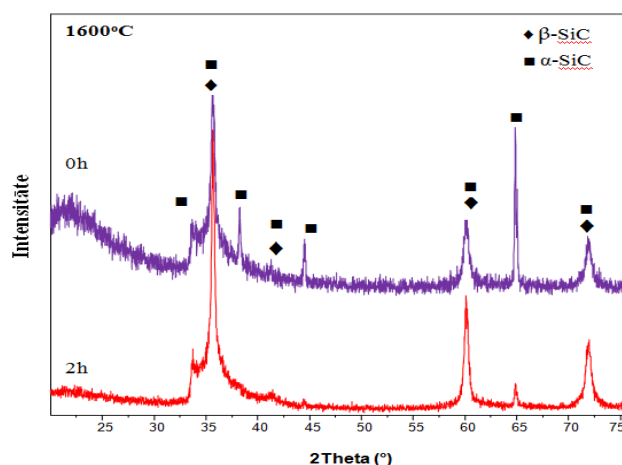
Darba mērķis bija izpētīt SiC pulvera, kas iegūts no koksnes pirolīzes darvas un TEOS (tetraetoksisilāns), morfoloģiju, fāžu sastāvu un kristālītu izmēru.

SiC paraugu izgatavošanai izmantota koksnes pirolīzes darva, kā oglekļa avots, un TEOS, kā silīcija avots. Vispirms paraugi pirolizēti zemtemperatūras krāsnī (500-600°C), kam sekoja SiC sintēze 1600°C temperatūrā, argona atmosfērā ar dažādiem izturēšanas laikiem (0h, 1h, 2h un 4h). Pēc sintēzes iegūtais pulveris karsēts 800°C temperatūrā gaisa atmosfērā, liekā oglekļa aizvadīšanai. Paraugu analīzei izmantota skenējošā elektronu mikroskopija (SEM) un rentgenstaru difraktometrija (XRD).

No iegūtajām difrakcijas ainām redzam, ka SiC pulveris sastāv no α -SiC un β -SiC fāzēm (skat. attēlu (b)). Tas nozīmē, ka, izmantojot koksnes pirolīzes darvu un TEOS kā izejvielas, ir iespējams iegūt β -SiC un α -SiC saturošu pulveri. Palielinot sintēzes laiku no 0 līdz 4 stundām, daļiņu izmērs palielinās no 70 līdz 130 nm (skat. attēlu (a)). Kristālītu aprēķināšanai izmantojam Šerrera vienādojumu. Sintēzes laikā kristālītu izmērs būtiski nepalielinās, kas pie 0h ir 15 nm un pie 2h ir 17 nm. Pēc iegūtajiem rezultātiem var secināt, ka, izmantojot par izejvielu koksnes pirolīzes darvu un TEOS, var iegūt SiC nanopulveri, kas sastāv no α un β fāzēm.



(a)



(b)

Att. (a) SEM attēls 1600°C temperatūrā ar 4 h izturēšanas laiku sintezētam SiC pulverim;
(b) XRD difraktogramma SiC pulverim, kas sintezēti 1600°C temperatūrā ar izturēšanas laiku 0 un 2 h.

CIETĪBU IZRAISOŠO JONU IETEKME UZ ŪDENS ELEKTROĶĪMISKO DEZINFEKCIJU

Ūdens ir vitāli svarīgs cilvēkam. Pilsētas vēsturiski ir veidojušās ūdens krātuvju tuvumā. Cilvēku veselība ir atkarīga no ūdens kvalitātes, jo ūdeni lietojam katru dienu. Galvenie draudi cilvēka veselībai un dzīvībai, kas var atrasties ūdens sastāvā, ir vīrusi un mikrobi. Dzeramā ūdens ķīmiskais sastāvs, ja nav rūpnieciski piesārņots, tad parasti nerada apdraudējumu cilvēka veselībai. Apdraudējumu rada mikrobioloģiskais sastāvs.

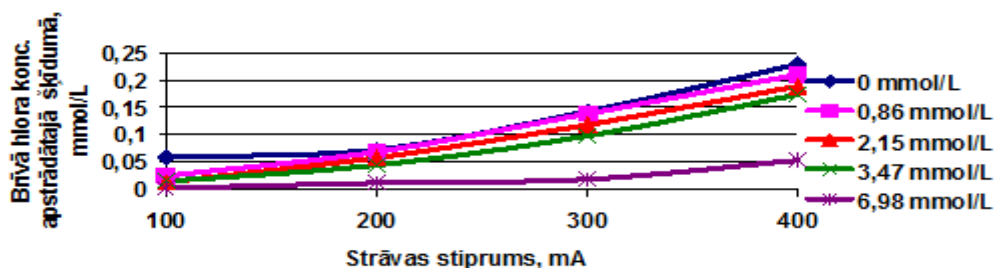
Ir zināmas daudzas ūdens sagatavošanas metodes: aerācija, filtrēšana, nogulsnešana, dažādas sorbcijas metodes, ozonēšana, bioloģiskās metodes (dūņas un speciālas baktērijas), ķīmiskā apstrāde, UV apstrāde, ūdens dialīze un ūdens elektrolīze. Pēc gandrīz visām sagatavošanas metodēm notiek ūdens papildus hlorēšana – ūdenim tiek pievienots neliels daudzums hlora, lai novērstu baktēriju veidošanos ūdens apgādes sistēmā pēc sagatavošanas stacijas.

Ūdens elektrolīzes dezinfekcijas spējas balstās uz to, ka elektrolīzes laikā pie anoda rodas dažādi savienojumi un radikāļi, kas spēj nonāvēt mikroorganismus un baktērijas. Ūdens elektrolīzes gadījumā rodas ūdeņraža peroksīds, hidroksilradikālis un skābekļa radikālis. No hlorīdjoniem elektrolīzes laikā rodas brīvais hlors un hipohlorīdi, kas spēj iznīcināt baktērijas.

Šajā darbā tiek elektrolizēts 1M KCl šķīdums ar dažādu kalcija jonu cietību. Par kalcija jonu avotu izmantoju CaCO_3 , kuru šķīdināju destilētā ūdenī un tam cauri barbotēju CO_2 , līdz viss kalcija karbonāts izšķīda. Summāro kalcija saturu noteicu ar EDTA titrimetrisko metodi. Elektrolīze notiek dinamiskā režīmā elektrolīzes šūnā. Eksperimenti tiek veikti pie dažādiem plūsmas ātrumiem un strāvas stipriem. Attēlā redzams izdalītā brīvā hlora daudzums atkarībā no pieliktā strāvas stipruma. Visi grafiki uzņemti pie vienāda plūsmas ātruma elektrolīzes šūnā, bet dažādām Ca^{2+} jonu koncentrācijām.

Vadoties pēc grafikiem, secinām, ka, palielinoties ūdens cietībai, izdalītā brīvā hlora daudzums samazinās. Piesātināta CaHCO_3 šķīduma gadījumā brīvais hlors izdalās niecīgā daudzumā, tāpat strāvas stipruma ietekme ir mazāka, salīdzinot ar atšķaidītākiem šķīdumiem. Konstatētais izdalītā hlora daudzums ir mazāks, jo izdalītais brīvais hlors var reaģēt ar kalcija hidroģenkarbonātu, daļa strāvas tiek patērēta, lai pie anoda, HCO_3^- jonu ietekmē, rastos citi savienojumi. Tāpat elektrolīzes laikā pie katoda veidojas sārmaina vide, kas ļauj uz elektroda izgulsnēties kalcija karbonātam, kas palielina visas šūnas pretestību. Samazinoties cietībai, elektrolīzes efektivitāte palielinās – pie nemainīgiem citiem faktoriem, palielinās brīvā hlora daudzums.

Izdalītā brīvā hlora daudzums atkarībā no pieliktā strāvas stipruma, pie plūsmas ātruma 0,7 ml/s un pie dažādām kalcija jonu cietībām



AR SUDRABU AIZVIETOTA HIDROKSILAPATĪTA MODIFIKĀCIJA UN ĪPAŠĪBU IZPĒTE SIMULĒTAJOS ĶERMEŅA ŠĶĪDUMOS

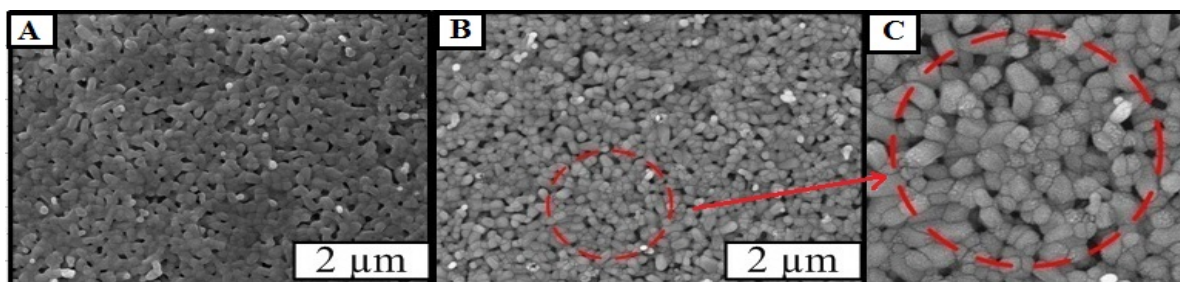
Hidroksilapatīts (HAp) ir kalcija fosfātu keramika, kurai piemīt bioaktivitāte, biosaderība un osteokonduktivitāte. HAp struktūra pieļauj dažādu katjonu un anjonu iekļaušanu tajā. HAp, kura struktūrā esošos kalcija jonus aizvieto ar sudraba joniem, bakterioloģiskos pētījumos uzrāda antibakteriālu efektu pret vairāk nekā 16 veidu baktērijām.

Darba mērķis ir modificēt ar sudrabu aizvietota hidroksilapatīta (HAp/Ag) sintēzes parametrus, iegūt HAp/Ag ar dažādu hidroksilapatīta, sudraba un β -trikalcija (β -TCP) kristālisko fāžu sastāvu un sudraba daudzumu. Pētīt iegūto paraugu īpašības simulētajos ķermeņa šķīdumos dažādos laika periodos un noteikt paraugu bioaktivitāti *in vitro*.

Ar sudrabu aizvietota hidroksilapatīta sintēze veikta, izmantojot suspensijas nogulsnešanas metodi. Izejas suspensijas sagatavošanai izmantots kalcija nitrāta tetrahidrāts un sudraba nitrāts. Reakcijas laikā pilienu veidā pievienoti amonija dihidrogēnfosfāta un amonija hidroksīda šķīdumi. Iegūtā suspensija tika nobriedināta un žāvēta. Iegūtais pulveris izostatiski presēts tablešu ($\varnothing = 10$ mm, $h = 1$ mm) formā, izmantojot 5 kN spiedienu, un saķepināts 1000 °C temperatūrā. HAp/Ag keramikas struktūrā iekļautā sudraba saturs noteikts ar rentgenstaru fluorescenci, kristālisko fāžu saturs analizēts ar pulvera rentgendifrakciju, virsmas morfoloģija raksturota ar skenējošo elektronu mikroskopiju. HAp/Ag keramikas bioaktivitāte novērtēta, izturot paraugus simulētajā ķermeņa šķīdumā.

Iegūtie rezultāti uzrāda, ka HAp/Ag keramikas struktūrā iekļautais sudraba saturs atšķiras no teorētiski sintēzes sākumposmā ievadītā sudraba satura. Secināts, ka HAp/Ag keramikas struktūrā, izmantojot šo metodi, var iekļaut līdz 0,4 % sudraba. Analizējot HAp/Ag keramikas fāžu saturu, secināts, ka nesāķepinātam HAp/Ag pulverim rentgenogrammās novērojama tikai HAp kristāliskā fāze. Savukārt pēc augsttemperatūras apstrādes HAp/Ag keramikā konstatēta arī Ag fāze. Modificējot HAp/Ag sintēzes parametrus, konkrēti, kalcija un fosfora attiecību Ca/P, HAp/Ag keramikā papildus raksturīgajām HAp un Ag kristāliskajām fāzēm var iegūt arī β -TCP fosfāta kristālisko fāzi.

HAp/Ag keramikas paraugus izturot vienu nedēļu simulētajā ķermeņa šķīdumā, mainījās paraugu virsmas morfoloģija un tika novērota apatīta slāņa dīglu veidošanās (att.). Apatīta slāņa biezums uz HAp/Ag keramikas paraugu virsmas palielinās, proporcionāli palielinoties paraugu izturēšanas laika periodam simulētajā ķermeņa šķīdumā.



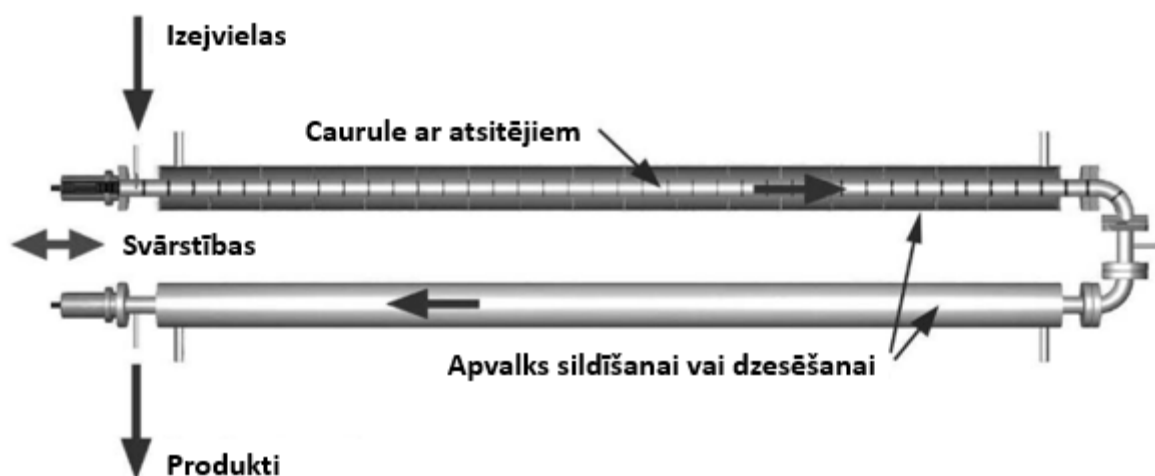
Att. HAp/Ag keramikas virsmas morfoloģija: A – neapstrādāta HAp/Ag keramika; B – HAp/Ag keramika, izturēta 1 nedēļu SBF šķīdumā; C – apatīta slāņa dīgļi uz HAp/Ag keramikas virsmas.

HIDROKSILAPATĪTA SINTĒZE OSCILĒJOŠAS PLŪSMAS REAKTORĀ

Hidroksilapatīts (HAp) ir mūsdienās plaši izmantots biomateriāls. Tam tiek pievērsta īpaša uzmanība, jo HAp pēc struktūras un sastāva ir līdzīgs cilvēka cietajiem audiem, līdz ar to HAp ir izcila biosaderība un bioaktivitāte. HAp izmanto dentālajās operācijās, slodzi nenesošu kaulu atjaunošanā, zāļu ievades sistēmās un citur.

Pieprasījums pēc HAp pieaug katru gadu. HAp sintezēšanai ir pieejamas dažādas metodes – sol-gel, nogulsņēšanas, hidrotermiskā un citas. Tradicionāli HAp sintēzi no šķīdumiem veic periodiskas darbības reaktorā, bet šādam risinājumam ir vairāki trūkumi – process ir laikietilpīgs, sarežģīti kontrolējams un ir komplicēta mērogojamība. Alternatīva periodiskas darbības reaktoram ir izmantot izspiešanas reaktorus, kas piedāvā intensīvāku siltuma un masas pāreju, ērtāku procesa kontroli, un ir vieglāk mērogojams. Ir zināmi mēģinājumi, un arī jau komerciāli līdzekļi HAp sintēzei izspiešanas reaktorus, bet šie risinājumi balstās uz sintēzes metodēm, kuras izmanto reaģentus, kas atstāj nevēlamus piemaisījumus, un ir nepieciešama produkta attīrīšana. Metode, kura neizmanto piesārņojošus reaģentus un iegūst tīru HAp ir neitralizācijas reakcija starp kalcija hidroksīdu (Ca(OH)_2) un ortofosforskābi (H_3PO_4) ūdens šķīdumā – plašāk pazīstama kā HAp sintēze ar slapjās nogulsņēšanas metodi. Vienīgais blakusprodukts ir ūdens, un tiek izmantoti salīdzinoši lēti reaģenti.

Tā kā Ca(OH)_2 vāji šķīst ūdenī, sintēzes galvenokārt veic ar pārsātinātu Ca(OH)_2 šķīdumu - suspensiju - tātad reakcijas vide ir heterogēna. Tradicionālajos ideālas izspiešanas reaktorus heterogēnas reakcijas realizācija var būt problemātiska, tai skaitā, izejvielu un reakcijas gala produktu izgulsnēšanās reaktorā. Lai to novērstu, jānodrošina intensīva plūsmas turbulence, respektīvi, liels plūsmas ātrums, tas, savukārt, ir iespējams tikai ļoti garos reaktorus. Pēdējā laikā pieaugošu popularitāti iegūst oscilējošas plūsmas reaktori (OPR), kuros ir uzstādīti atsietena vairogi (att.). Šāda tipa reaktora galvenās priekšrocības ir darba režīms, kas ir tuvs ideālas izspiešanas reaktoram, īsāks nepieciešamais cauruļu garums, salīdzinot ar tradicionālo izspiešanas reaktoru, intensīva samaisīšanās radiālā virzienā, īss reaģentu uzturēšanās laiks, un iekārta ir piemērota darbam ar suspensijām. Minētās īpašības dara OPR interesantu izmantošanai HAp sintēzei.



Att. Oscilējošas plūsmas reaktora shēma.

ELEKTROLĪZES PROCESĀ IZMANTOJAMO TITĀNA OKSĪDU KERAMIKAS ELEKTRODU ILGIZTURĪBAS PĒTĪJUMI

Elektroķīmiskie procesi pasaulē ieņem nozīmīgu lomu tādās ražošanas nozarēs kā enerģētika, metalurģija, dažādu vielu iegūšanā un attīrīšanā. Šajās nozarēs ir augošs pieprasījums pēc salīdzinoši lētiem un ilgtermiņā stabiliem elektrodiem. Kā potenciāls elektrodu materiāls tiek piedāvāta vakuuma apstākļos apstrādāta titāna oksīda TiO_{2-x} keramika.

Pētnieciskā darba mērķis ir noskaidrot elektrolīzes procesa tehnoloģisko parametru un TiO_{2-x} keramikas elektrodu īpašību izmaiņu laikā un prognozēt titāna oksīdu keramikas elektrodu ekspluatācijas laiku. Tāpēc svarīgi ir noskaidrot, kā mainās elektrolīzes šūnas spriegums elektrolīzes procesa laikā un novērtēt elektrodu ekspluatācijas laiku un elektrodu stabilitāti atkarībā no elektrolīzē izmantotā strāvas blīvuma. Materiāla stabilitātes novērtēšanai papildus tika pētītas elektrodu materiāla morfoloģiskās izmaiņas pēc elektrolīzes.

Ekspperimentu veikšanai tika izmantots līdzstrāvas avots, kas nodrošina konstantu stāvas stiprumu elektriskajā ķēdē. Par elektrolītu tika izmantots 1 molārs sērskābes šķīdums. Ekspperimentu laikā ar multimetra palīdzību tika fiksēts elektrolīzes šūnas spriegums. Morfoloģijas pētījumi tika veikti ar skenējošā elektronu mikroskopa palīdzību.

Iegūtajās elektrolīzes šūnas sprieguma un laika sakarībās ir izdalāmi trīs posmi elektrodu darbībā: aktivācijas posms, stabilas darbības vai lineāra sprieguma pieauguma posms un pasivēšanas posms, kurā notiek straujš elektrolīzes šūnas sprieguma pieaugums. Par elektrodu ekspluatēšanas laiku tika pieņemts to darbības laiks līdz pasivēšanas posmam. Savukārt elektrodu stabilitāte tika raksturota ar šūnas sprieguma palielināšanās ātrumu stabilas darbības vai lineāra sprieguma pieauguma posmā.

Elektrodu ekspluatācijas laiks būtiski mainās atkarībā no elektrolīzes procesam izmantotā strāvas blīvuma - palielinot strāvas blīvumu no 2,2 līdz 17,6 mA/cm² elektrodu ekspluatācijas laiks samazinās no 1800 h līdz 110 h saskaņā ar šādu sakarību $y = 4119,5x^{-1.31}$.

Līdzīgi ekspluatācijas laikam arī šūnas sprieguma izmaiņas ātrums, palielinot strāvas blīvumu no 2,2 līdz 17,6 mA/cm², palielinās no 0,0024 V/h līdz 0,1100 V/h saskaņā ar vienādojumu $y = 0,0003x^2 + 0,002x + 0,0038$. Var uzskatīt, jo mazākas ir elektrolīzes šūnas sprieguma izmaiņas otrajā darbības posmā, jo stabilāks ir elektrodu materiāls.

Pētot elektrodu virsmas morfoloģiju pēc elektrolīzes 1 molārā sērskābes šķīdumā, var secināt, ka elektrodiem, kas kalpojuši pie strāvas blīvuma 2,2 un 4,4 mA/cm² materiāla morfoloģiskās īpašības ir izmainījušās minimāli, savukārt, palielinot izmantoto strāvas blīvumu uz anoda, skaidrāk novērojamas materiāla degradācijas pēdas, neskatoties uz to, ka šie elektrodi sērskābes šķīdumā pavadījuši mazāku laiku. Uz katoda virsmas novērojams nogulšņu slānis, kas pieaug izmantojot elektrolīzei lielāku strāvas blīvumu. Tas liek domāt, ka TiO_{2-x} keramikas anodi ir sērskābē šķīstoši, veidojot titaniljonus, kas migrē uz katodu, un pēc elektrodu skalošanas ar destilētu ūdeni notiek titāna oksisulfāta hidrolīze par $\text{TiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

SOLA-GĒLA METODES IZMANTOŠANA TITĀNA IMPLANTU PĀRKLĀŠANAI AR SILIKĀTU STIKLU

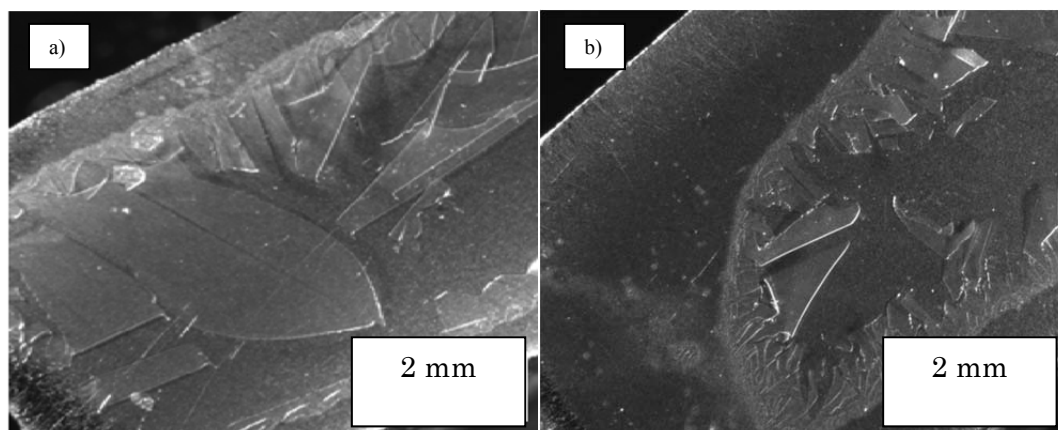
Titāns ir metālisks materiāls, kas izceļas ar ļoti labām īpašībām, piemēram, mazs blīvums, augsta stiprība, laba korozijas noturība un biosaderība. Šo īpašību dēļ to bieži izmanto, lai izgatavotu dažādus implantus. Titāna implantus visbiežāk izmanto ortopēdijā, gūžu un citu locītavu aizvietošanai - un zobārstniecībā zobu sakņu aizvietošanā.

Titāns ir metāls ar labu biosaderību, taču tā jāuzlabo, jo dažādas ilgtermiņa un īstermiņa problēmas, piemēram, iekaisumus varētu novērst, ja audi varētu veidot labāku adhēziju ar implanta virsmu. Lai panāktu labāku adhēziju, implants tiek pārklāts ar dažāda veida pārklājumiem. Pārklājums parasti tiek veidots no bioloģiski aktīviem materiāliem, piemēram, bioloģiski aktīvā stikla vai HAp (hidroksilapatīta). Mūsdienās viens no variantiem, kā veidot bioloģiski aktīvu pārklājumu, ir sola-gēla metode. Ar šīs metodes palīdzību var izveidot vienslāņa vai daudzslāņu pārklājumus, tos veidojot kā silikātu stiklu vai kā silikātu stikla kompozītu, pildītu ar dažādām daļiņām, piemēram, kalcija fosfātu. Izmantotās pildvielas var būt kā hidroksilapatīta kristālu augšanas sākuma centrs.

Darba mērķis ir noskaidrot, kā mainās sola-gēla pārklājuma kvalitāte uz titāna paraugiem, mainot sola-gēla sastāvu un žāvēšanas apstākļus.

Komerčiāli tīra titāna paraugi (Ti $\approx 99,5\%$) tika slīpēti un pulēti ar dažāda izmēra abrazīviem. Pirms pārklājuma uznešanas paraugu virsma tika attīrīta ar 1% Tritona šķīdumu, lai izšķīdinātu uz virsmas esošās olbaltumvielas, un kodināta 30% HNO_3 šķīdumā, lai veidotos lielāks virsmas laukums. Pēc virsmas sagatavošanas ar iemērķšanas metodi, tika uznešts sola-gēla pārklājums. Pēc pārklājuma uznešanas paraugi žāvēti istabas temperatūrā un 30 °C pie 75% un 84% mitruma satura. Paraugu virsmas attēlus analizēja, izmantojot gaismas un skenējošo elektronu mikroskopu.

Kā redzams attēlā, pārklājuma adhēzija uz parauga virsmas malās ir daudz labāka nekā tā centrālajā daļā. Pārklājuma kvalitāte uzlabojas, ja: 1. izmaina sola-gēla molārās attiecības, palielinot TEOS (tetraetilortosilikāta) daudzumu; 2. virsmu nepulē, bet tikai slīpē; 3. sola-gēla sastāvam pievieno HAp daļiņas. Mainot žāvēšanas apstākļus pārklājuma kvalitāte uzlabojas minimāli.



Att. Ti paraugs, pārklāts ar silikātu solu-gēlu un žāvēts paaugstinātā mitruma apstākļos: ar a) TEOS un H_2O attiecību 1:8; b) TEOS un H_2O attiecību 1:1.

BIONOĀRDĀMU POLIMĒRU/KALCIJA FOSFĀTU KOMPOZĪTMATERIĀLU IEGŪŠANAS METODES TEHNOLOĢISKO PARAMETRU IZSTRĀDE

Ņemot vērā, ka pieaug pieprasījums pēc biorezorbējošiem materiāliem kaulaudu aizvietošanai un defektu labošanai, ir jāmeklē alternatīvas metālistiem, kaulu defektus fiksējošiem implantiem.

Apvienojot kalcija fosfātu (HAp, BCP, β -TCP) galvenās īpašības – bioaktivitāti, biosaderību un osteokonduktivitāti ar polimērmateriālu elastību – var iegūt biorezorbējošu implantmateriālu ar uzlabotām mehāniskām īpašībām.

Darba mērķis - izstrādāt tehnoloģiskos parametrus polilaktāta (PLA) un kalcija fosfātu (CaP) kompozītmateriālu iegūšanas metodei, kā arī raksturot to ietekmi uz kompozītmateriāla mehāniskajām īpašībām, izmantojot iekārtu materiālu deformatīvo īpašību pārbaudei, Furjē transformācijas infrasarkanā spektrometriju (FTIR) un *skenējošo elektronmikroskopiju* (SEM).

Polilaktāta un kalcija fosfātu kompozītmateriālu iegūšanai izmanto trīs dažādas CaP izejvielas - CaP pastu, CaP pulveri un CaP pulveri, kas sagatavots izsmidzināšanas žāvētavā. No CaP pastas veidotu kompozītmateriālu iegūšana sākas ar pastas presēšanu, formēšanu un žāvēšanu. Izvēlētajam žāvēšanas režīmam ir svarīga nozīme kvalitatīvu paraugu iegūšanai. Tālāk seko paraugu piesūcināšana ar PLA šķīdumu, šķīdinātāja iztvaicēšana un iegūtā kompozītmateriāla presēšana izostatiskajā presē. Savukārt no CaP pulvera kompozītu iegūst, homogenizējot pulveri un PLA šķīdumu, kam seko šķīdinātāja iztvaicēšana līdz nemainīgai parauga masai un iegūtā pulvera presēšana uniaksiāli un izostatiski.

Tabula

Iegūto CaP/PLA kompozītmateriālu paraugu raksturlielumi

	7%PLA pasta/ 93%CaP	7%PLA pulveris/ 93%CaP	14%PLA pulveris/ 86%CaP
Porainība	40 – 50%	33 – 35 %	30 - 32%
Blīvums, g/cm ³	1,60 – 1,80	1,75 – 1,80	1,70 – 1,74
Mehāniskā izturība spiedē, MPa	20 – 30	70 – 80	90 – 130

No CaP pastas iegūtajiem paraugiem maksimāli iegūstamais PLA sastāvs kompozītā ir 7% (masas). Izvērtējot CaP pastas paraugu atkārtotas piesūcināšanas procesa rezultātus, secināja, ka efektīva ir tikai pirmā piesūcināšanas reize. Iegūtajiem CaP pastas/PLA paraugiem porainība ir par 10-20% lielāka nekā no CaP pulvera iegūtajiem paraugiem (tab.). Mehāniskās izturības pārbaudē spiedē iegūtie rezultāti liecina, ka vislielākā mehāniskā izturība (90 - 130 MPa) ir kompozītam ar sastāvu 14%PLA pulveris/86%CaP. Šī vērtība ir tuva cilvēka blīvā kaula spiedes izturībai (170 MPa).

Ir izstrādāti divu tehnoloģisko procesu parametri CaP/PLA kompozītu iegūšanai ar kontrolējamu sastāvu. Palielinot presēšanas spiedienu no 0,15 – 1 GPa, no CaP pastas izgatavoto paraugu spiedes izturība nepalielinās un, atkarībā no CaP/PLA attiecības, ir robežās no 20 – 30 MPa. Paaugstinot izstrādājuma no CaP pulvera temperatūru presēšanas laikā no 22 °C līdz 130 °C, kompozīta mehāniskā izturība samazinās no 100 MPa līdz 70 MPa.

EKSPERIMENTU PLĀNOŠANAS PRINCIPA PIELIETOJUMS FERMENTĀCIJAS PROCESU OPTIMIZĀCIJĀ

Biotehnoloģija ir inženierzinātne, kuras sasniegumus plaši pielieto daudzu nozīmīgu produktu un procesu ieguvē un kuras svarīgākās pielietojuma nozares ir farmācija, biomedicīna, lauksaimniecība, pārtikas rūpniecība un vides apsaimniekošana. Augstāk minētajās nozarēs ar mikroorganismu palīdzību vai fermentu klātbūtnē parasti realizē izejas vielu (substrātu) biotransformācijas (fermentācijas) procesus, iegūstot nepieciešamos mērķa produktus. Šādu procesu izstrādei un realizācijai nepieciešama efektīva procesu parametru (piemēram, temperatūras, vides pH, aerācijas līmeņa u.c.) optimizācija, kas nosaka katras konkrētās tehnoloģijas izmaksas, konkurētspēju un perspektivitāti.

Darbā veikta biotehnoloģijā plaši pielietotā mikroorganisma *Escherichia coli* (*E. coli*) BL21 876-2 (mono) kultivēšanas parametru: temperatūras un sākotnējās pH vērtības, optimizācija 250 ml kolbās ar darba tilpumu 50 ml, par optimizācijas kritēriju izraugoties OD (relatīvs raksturlielums, kas tieši proporcionāls biomasas koncentrācijai) vērtību kultivācijas beigās pēc 10 stundām. Pirms eksperimentu plānošanas „sistēmas iepazīšanas” eksperimentos, paralēlos procesos, izmantojot folijas kolbu noslēgus, konstatēta mazāka OD mērījuma izkliede, nekā tas bija gadījumā, kad par kolbu noslēgiem izmantoja vates korķus. Savukārt tika noskaidrots, ka vates korķi nodrošināja vidēji augstāku OD iznākumu.

Variējot ar kultivēšanas parametriem, var optimizēt procesa OD gala iznākumu. Mērījumu rezultātu matemātiska apstrāde liecināja, ka OD mērījumu relatīvā kļūda nepārsniedz 5% (procesa optimizācija un iegūto rezultātu apstrāde veikta ar *MODDE 7.0* (*Umetrics*)).

Izmantojot 3 līmeņu pilno faktoru eksperimenta (PFE) plānu 2 faktoriem, pētījumu rezultātā noteikts gradienta virziens optimāla apgabala iegūšanai. Veicot optimizāciju pēc dotā plāna parametru vērtību diapazonos $T = 32 - 42^{\circ}\text{C}$, $\text{pH} = 6 - 8$, iegūts optimāls punkts $T = 32^{\circ}\text{C}$, $\text{pH} = 8$ ar OD iznākumu 6,21 (tas ir par 2,10% mazāk nekā programmas *MODDE 7.0* prognozētais 6,34).

Teorētiski paredzētie un eksperimentālie OD rezultāti rāda labu optimālā apgabala prognozes kvalitāti, par ko liecina augstie $R^2=0,99$ (korelācijas), $Q^2=0,94$ (regresijas modeļa prognozes) un 0,67 (modeļa adekvātuma) koeficienti, kā arī procesa atkārtojamība 0,99.

SILTUMU AKUMULĒJOŠI FMM/KOKSNES KOMPOZĪTMATERIĀLI

Siltuma enerģijas uzkrāšana, izmantojot celtniecības materiālos impregnētus fāžu maiņas materiālus (FMM), ir racionāls un efektīvs veids, kā izmantot pieejamos siltuma enerģijas resursus. Siltuma enerģijas patēriņš un tās izmaksas aug nepārtraukti, tāpēc ir svarīga jaunu FMM saturošu būvmateriālu izveide un raksturošana. FMM ir siltumu enerģiju akumulējoši materiāli, ko var lietot ēku iekštelpu temperatūras regulācijai. Vides temperatūrai paaugstinoties, FMM kūst, notiek siltuma uzkrāšana. Vides temperatūrai samazinoties, FMM kristalizējas un siltums tiek atdots. Darba mērķis ir iegūt FMM/koksnes kompozītmateriālu ar polimēra pārklājumu un pētīt FMM lokalizāciju un kušanu FMM/koksnes kompozītmateriālā.

FMM/koksnes kompozītmateriāls pagatavots no melnalkšņa koka un komerciāliem FMM no Rubitherm GmbH. Izmantotie FMM – RT21 un RT27, kuru agregātstāvokļu maiņas temperatūras attiecīgi ir 21°C un 27°C. FMM koncentrācijas kompozītmateriālos bija 10, 20 vai 30 masas %. Koksnes piesūcināšana veikta, izmantojot vakuumpiesūcināšanas paņēmieni. Kompozītmateriāls pēc tam pārklāts ar polimēra pārklājumu. Iegūtais FMM/koksnes kompozītmateriāls tika raksturots ar pilnīgas iekšējās atstarošanās infrasarkanās Furjē spektroskopijas (ATR-FTIR) un diferenciāli skenējošās kalorimetrijas (DSC) palīdzību, kā arī noteikta kompozītmateriāla atvērtā porainība.

Ar FMM piesūcināta koka spektrā ievērojami pieaug absorbcijas joslu intensitāte 2800-3000 cm^{-1} apgabalā, kas atbilst metilēngrupu svārstībām. Tas skaidrojams ar to, ka lietotie FMM ir parafīni jeb piesātinātie ogļūdeņraži ar vispārīgo molekulformulu $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$. Iepriekšminētais absorbcijas joslu reģions lietots, lai novērtētu FMM piesūcināšanās homogenitāti koksnē. Salīdzinot ATR-FTIR spektrus, kas uzņemti viena parauga dažādās vietās, konstatēts, ka koks ar FMM piesūcinās nevienmērīgi, neatkarīgi no izvēlēta FMM un koncentrācijas. Gan garenvirzienā, gan šķērsvirzienā augstāka metilēngrupu absorbcijas joslu relatīvā intensitāte vērojama kompozītmateriāla galos, zemāka – vidū.

Salīdzinot ATR-FTIR spektrus kompozītmateriāla ārējai virsmai, kas tikai piesūcināta ar polimēra šķīdumu un gan piesūcināta, gan pārklāta, novērots, ka tikai otrajā gadījumā spektrā neparādās koksnes komponentu absorbcijas joslas. Kompozītmateriāla atvērtā porainība (P_0 , %) pirmajā gadījumā ir 21,9%, bet otrajā 3,6%, kas liecina par abu pārklājuma iegūšanas soļu nepieciešamību.

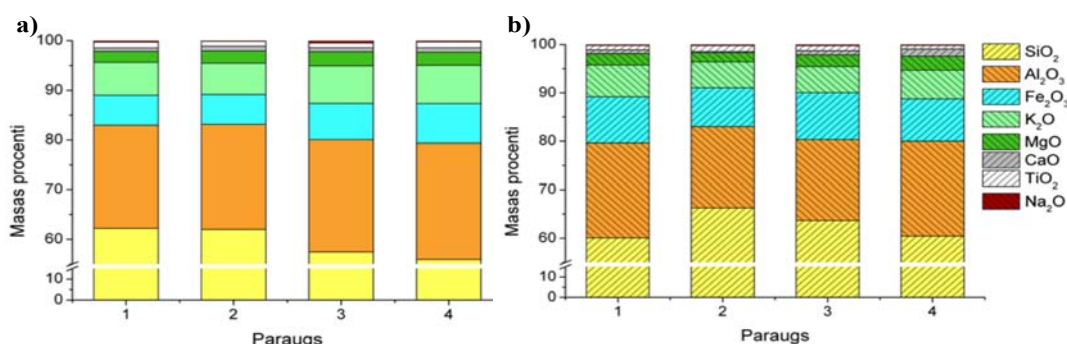
DSC datu analīze parādīja, ka FMM koncentrācijas pieaugums palielina tā izkušanai nepieciešamo siltuma daudzumu. Augstāka FMM koncentrācija palielina arī FMM kušanas intervālu un līdz ar to arī FMM kušanas temperatūru, jo lielāka daudzuma izkušanai nepieciešams patērēt vairāk gan siltumu, gan laiku.

Apkopojot darbā iegūtos rezultātus, var secināt, ka iespējams iegūt FMM/koksnes kompozītmateriālus ar dažādu FMM koncentrāciju. Ir izveidots modelis FMM sadalījuma novērtēšanai FMM/koksnes kompozītmateriālā - gan garenvirzienā, gan šķērsvirzienā - no kompozītmateriāla vidus uz malām FMM koncentrācija pieaug. Lai novērstu FMM tecēšanu, kompozītmateriāla pārklāšana ar polistirolu jāveic, izmantojot divpakāpju procesu, gan piesūcinot izostatiski, gan pārklājot ar iemērķšanas paņēmieni. Novērots, ka, palielinot FMM koncentrāciju, kompozītmateriāls uzņem vairāk siltuma un palielinās FMM kušanas temperatūras intervāls.

TURAIIDAS PILS KRĀSNS PODIŅU KERAMIKAS ĶĪMISKĀ SASTĀVA PĒTĪJUMI

Turaidas pils ir valsts nozīmes kultūrvēsturisks piemineklis. Turaidas pils mūra arheoloģiskajos izrakumos 20. gs. otrajā pusē vairāku arheologu vadībā tika iegūti aptuveni 7500 krāsns podiņu un to fragmentu. Krāsns podiņus izmanto krāšņu ārsienu un plīšu būvei. To virspuse var būt gan gluda, gan reljefa – rotāta un profilēta, gan arī glazēta, gan neglazēta. Neskatoties uz pastiprinātu arheologu interesi par Turaidas pili, līdz šim nav veikti arheoloģiskās keramikas ķīmiskā sastāva pētījumi, it sevišķi pils krāšņu keramikas jomā. Tādi pētījumi dod iespēju noskaidrot podiņu keramikas izcelsmi, t. i., lietotos izejmateriālus un iegūšanas tehnoloģiju – apdedzināšanas temperatūru un apdedzināšanas atmosfēru. Šīs zināšanas dod pilnīgāku priekšstatu par tā laika podniecību, kā arī atvieglo krāšņu konservācijas un restaurācijas darbus. Turaidas pils krāsns keramikas izcelsme pētīta, analizējot keramikas, glazūras un potenciālo izejvielu ķīmisko sastāvu, kas tika noteikts ar enerģijas dispersijas rentgenstaru spektroskopijas (EDS) palīdzību.

Salīdzinot krāsns podiņu fragmentu ķīmiskos sastāvus (skat. att.), var secināt, ka sastāvs ir viendabīgs, gan kvalitatīvi, gan kvantitatīvi. Arī mālu, kas ņemti no dažādām vēsturiskām izstrādes vietām Turaidas pils apkārtnē, sastāvs ir viendabīgs. Salīdzinoši augstais K_2O saturs krāsns keramikā liecina, ka lietoti illītu saturoši māli vai arī māli, kuru sastāvā ir kādi citi kāliju saturoši savienojumi, piemēram kālija laukšpats. Jāatzīmē, ka Latvijas teritorijā mālos visbiežāk sastopamais mālu minerāls ir illīts.



Att. No vēsturiskām izstrādes vietām Turaidas pils apkārtnē ņemto, analizēto Turaidas pils krāsns podiņu (a) un mālu (b) ķīmiskais sastāvs.

Ķīmiskais sastāvs tika noteikts arī zaļai, dzeltenai un melnai krāsns podiņu glazūrai. Visas analizētās glazūras bija svina saturošas. Glazūras iekrāsošanai zaļā krāsā lietoti varu saturoši savienojumi, dzeltenās krāsas iegūšanai svina, alvu un antimonu saturoši savienojumi, savukārt melnā krāsā iegūta, pievienojot dzelzi un varu saturošus savienojumus.

Apkopojot darbā iegūtos novērojumus, var secināt, ka krāsns podiņu gatavošanai lietoti illītu saturoši māli, par ko liecina K_2O klātbūtne. Pētīto krāsns podiņu gatavošanai, iespējams, lietoti vienas atradnes māli, ko apstiprina keramikas ķīmiskā sastāva viendabība. Māli krāsns podiņu gatavošanai, iespējams, ņemti no jebkuras vēsturiskās izstrādes vietas Turaidas pils tuvumā, jo pētīto mālu ķīmiskais sastāvs ir viendabīgs. Krāsns podiņu glazēšanai lietotas svina silikātu stikla glazūras, kam kā krāsojošās piedevas pievienoti vara un dzelzs savienojumi.

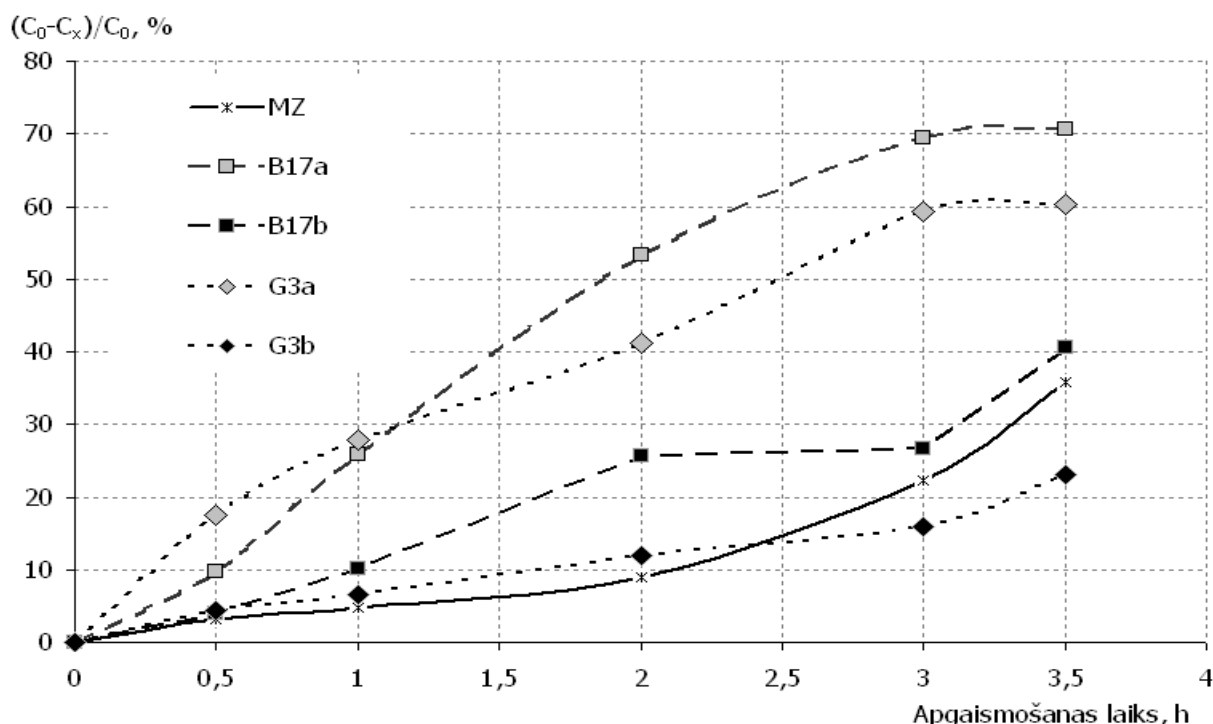
B.Auziņa, G.Mežinskis (zinātniskais vadītājs)

NANOSTRUKTURĒTI $\text{Fe}_x\text{O}_y\text{-TiO}_2$ SOLA-GĒLA PĀRKLĀJUMI FOTOKATALĪZEI

Sola-gēla metodes pielietojums $\text{Fe}_x\text{O}_y\text{-TiO}_2$ pārklājumu veidošanā ļauj iegūt fotoaktīvus materiālus, ko izmanto ūdens un gaisa attīrīšanā, pretvēža terapijā, selektīvā organiskajā sintēzē u.c.

Pētījuma ietvaros tika sintezēti atšķirīga $\text{Fe}_x\text{O}_y/\text{TiO}_2$ mol.% satura solu sastāvi, lai iegūtu pārklājumus ar pēc iespējas lielāku fotokatalītisko aktivitāti un veiktu to īpašību izpēti, izmantojot optisko mikroskopiju, absorbcijas spektroskopiju, rentgenstaru difraktometrijas analīzi, atomu spēka mikroskopiju, skenējošo elektronu mikroskopiju.

Svarīgs kvalitatīvu mērījumu ieguves priekšnoteikums ir vienādi, nemainīgi mērījumu veikšanas apstākļi: noteikts pārklātā stikliņa laukums, optimāla organiskā piesārņotāja koncentrācija, mērījumu veikšana uzreiz pēc apstarošanas. Pētījuma izstrādes laikā tika iegūti pretrunīgi rezultāti par liela un maza dzelzs satura paraugu fotokatalītisko aktivitāti.



Att. Liela (B17a un B17b) un maza (G3a un G3b) dzelzs satura pārklājumu fotokatalītiskās aktivitātes dinamika metilēnzilā (MZ) ūdens šķīduma atkrāsošanā.

Paredzēts veikt papildus pārklājumu fotoaktivitātes mērījumus, līdzko būs pieejama šim mērķim paredzētā iekārta - fotospektrometrs.

Variējot solu sintēzē lietoto reaģentu daudzumus, pārklājumu termiskās apstrādes režīmus un uzglabāšanas apstākļus, tika iegūti nanostrukturēti pārklājumi ar solu sastāviem:

- B17 – 30 mol% TiO_2 , žāvēts $T_{\text{ist.}}$, nehomogēni pārklājumi ar daļiņām, kuru aglomerāti sakārtojušies virknēs jeb ķēdēs, $h_{\text{vid.}} \sim 300$ nm;
- G3 – 96 mol% TiO_2 , žāvēts 300°C , pārklājums vienmērīgs, homogēns, ar stienīša formas daļiņām, $h_{\text{vid.}} = 120$ nm.

ZEMTEMPERATŪRAS SAISTVIELAS IEGUVE UZ DOLOMĪTA UN MĀLA BĀZES RESTAURĀCIJAS JAVĀM

Latvijā plaši izplatīta javu saistviela 19./20.gs. mijā bija dolomīta romāncements. Tas ir lietots Nacionālā teātra, Nacionālās operas un citu nozīmīgu ēku celtniecībā. Mūsdienās tā ražošana ir pārtraukta, tomēr restaurācijas vajadzībām nepieciešams saderīgs materiāls.

Romāncements jeb dabīgais cements bija vēsturiska hidrauliska javu saistviela, ko ieguva no dabīgas izejvielas – kaļķakmens vai dolomīta merģeļa, apdedzinot temperatūrā, kas zemāka par saķepšanas temperatūru, un smalki samaļot. Latvijā romāncementa ražošana no dolomīta merģeļa vairs nav iespējama, tāpēc romāncementa sintēze no mālu un dolomīta maisījuma ir daudzsolīga alternatīva.

Darba mērķis bija iegūt hidraulisku zemtemperatūras saistvielu no vietējām izejvielām - māla un dolomīta miltiem - kas būtu saderīga ar vēsturisko dolomīta romāncementu, tādējādi paplašinot izejvielu klāstu.

Tika izgatavoti 4 sastāvi ar 13-30% mālu saturu. No karbonātu māliem izgatavots sastāvs U2 ar 24 % mālu, bet no devona māliem – 3 sastāvi ar 13, 24 un 30 % mālu (attiecīgi A1, A2 un A3).

Tika veikta pulverveida izejmateriālu – mālu un dolomīta miltu - svēršana, maisījuma homogenizācija. Tam sekoja paraugu pussausā presēšana. Šos paraugus no katras sērijas apdedzināja 750-950°C temperatūru intervālā 5 dažādās temperatūrās ar 50°C soli, izturot maksimālajā temperatūrā 2 stundas un dzesējot krāsnī. Pēc apdedzināšanas tika noteiktas kristāliskās fāzes, bet pēc tam saistvielai tika pievienots ūdens, izveidoti javas paraugi un noteiktas īpašības pēc hidratācijas.

Izmantotās pētīšanas metodes bija klasiskā ķīmiskā analīze, rentgenfāžu analīze, diferenciāli termiskā analīze (DTA) un fizikālās metodes.

Ķīmiskajā analīzē noteikts, ka hidrauliskuma modulis iegūtajai saistvielai ir zems (2,48-3,21), kas nozīmē, ka tā ir stipri hidrauliska.

Pēc rentgenfāžu analīzes datiem konstatēts, ka cementa minerālu veidošanās sākas 750°C temperatūrā un to daudzums pieaug, pieaugot temperatūrai. Jo vairāk māla pievienots, jo vairāk jauno minerālu veidojies.

Kalcija alumināta hidrāts veidojies jau pēc 1 stundas hidratācijas un intensīvi pieaug mēneša laikā, bet kristāliskā dikalcija silikāta daudzums samazinās pakāpeniski 3 mēnešu laikā, kas attiecināms uz hidrāta veidošanos.

DTA 3 mēnešus hidratētos sastāvos uzrāda silikātu un aluminātu hidrātus, kalcija un magnija oksīdus un kalcija karbonātu.

Iegūtās saistvielas sastāviem ir augsta ūdens uzsūce (28-32 %), kas ir tuva vēsturiskā romāncementa javu ūdens uzsūcei (23-44 %). Saistīšanās sākums sintezētajiem sastāviem ir 3-30 min. Visātrāk cietē sastāvs A1_800 ar 13 % mālu (sāk. - 3 min., beigas - 16 min.).

Secināts, ka ar vēsturisko dolomīta romāncementu ķīmiski un mineraloģiski saderīgu saistvielu izdevies iegūt no māla un dolomīta maisījuma, kur izmantoti kā kvartāra, tā devona māli. 800°C apdedzināšanas temperatūra ir pietiekama hidraulisko komponentu veidošanās procesam. Saderīgas fizikālās īpašības, kā arī ķīmiskais un mineraloģiskais sastāvs ļauj uzskatīt iegūto saistvielu par perspektīvu vēsturisko mūru un dekoru restaurācijā.

CENOSFĒRU KONCENTRĀCIJAS IEDARBĪBA UZ BETONA STRUKTŪRU

Līdz ar pieaugošajām prasībām pēc arvien lielākiem elektriskās un siltuma enerģijas apjomiem, neizbēgami pieaug arī akmeņogļu sadedzināšanas atlikumu (dažādu veidu un frakciju pelnu) apjoms. Ja netiek rasts pielietojums šo pelnu izmantošanai citās rūpnieciskās nozarēs (piem., būvniecība, ķīmiskā rūpniecība, mašīnbūve u.c.), tad tos noglabā atkritumu poligonos, kas vēlāk rada neizbēgamu vides piesārņojumu un kuras šādā veidā zaudē savu vērtību, ja vēlāk tiem tomēr tiek rasts komerciāls pielietojums (uz izrakšanas, savākšanas un attīrīšanas rēķina). Alumosilikātu cenosfēras (CS) (dobas mikrosfēras ar izmēriem no 10 līdz 500 μm) ir viens no šādiem akmeņogļu sadedzināšanas produktiem, kuru strukturālā kvalitāte un tīrība ir palielināta līdz ar pieprasījuma pieaugumu un standarta prasību ieviešanu to pielietošanai dažādās ražošanas nozarēs. Viena no šādām nozarēm ir betona ražošana ar CS izmantošanu, kura ir zināma jau vairāk nekā 50 gadus, tomēr nav līdz galam pilnveidota.

Šajā darbā tika pētīta Krievijas akmeņogļu spēkstacijā INOTEK (ИНОТЭК) iegūto CS koncentrācijas iedarbība uz cementa pastas īpašībām, mainot CS koncentrāciju robežās no 0 līdz 40 tilpuma %. Īpašības tika noteiktas pašām CS (strukturā, ķīmiskā analīze, rentgenfāžu analīze, ūdens tvaiku uzņemšanas dinamika), un gan svaigai (izplūde ar kratāmā galdiņa pārbaudi, tilpuma masas noteikšana), gan sacietējušai cementa pastai (vaļējo poru sadalījums ar dzīvsudraba porozimetru, ūdens un ūdens tvaiku uzņemšanas dinamika) katram sastāvam. Iegūtie rezultāti tika salīdzināti ar līdzīgās publikācijās esošajiem datiem un rezultātiem, kā arī ar atbilstību standarta ASTM C 618 prasībām, kas nosaka CS pielietojumu.

Darba ietvaros ir secināts, ka pētītās CS atbilst F klases CS (pēc ASTM C 618 prasībām) un ir ar zemu oglekļa piemaisījumu, kas ir būtisks betona pildvielas kvalitātes rādītājs (skat. att.). CS koncentrācijas palielināšana pie nemainīgas Ū/C attiecības samazina cementa pastas plūstamību (noteikts ar kratāmā galdiņa testu). CS koncentrācijas palielināšana pie nemainīgas Ū/C attiecības samazina cementa pastas blīvumu. Pēc RTG fāžu analīzes datiem – izmantotie CS darbojas tikai kā pildviela un nav sagaidāma CS virsmas šķīšana, kas novestu pie tās sfēriskās struktūras sabrukšanas. Palielinot CS daudzumu līdz 20% no tilpuma (CS-5-CP5 un CS-5-CP20), bīstamo jeb sala nenoturīgo (mikrometru) poru saturs samazinās, tātad salturīgās īpašības – uzlabojas. Palielinot CS daudzumu virs 20% no tilpuma (CS-5-CP30 un CS-5-CP40), sala nenoturīgo poru kopējais tilpums palielinās. Ūdens un ūdens tvaika uzņemšanas pārbaudē ir konstatēts, ka ūdens un tvaika absorbcijas procesi ir sarežģīti, kas rada nelineāru ar CS pildītu paraugu masas pieaugumu. CS izmantošana var nodrošināt vieglā betona iegūšanu ar pietiekamu konstruktīvo stiprību un samazinātu vaļējo poru apjomu, ko var pamatot ar CS bloķējošo iedarbību poru sistēmā. Šāda poru sistēma mazina betona caurlaidības spēju un apgrūtina ceļu ūdens un tā tvaika iekļūšanai betona struktūras tilpumā no virsmas.

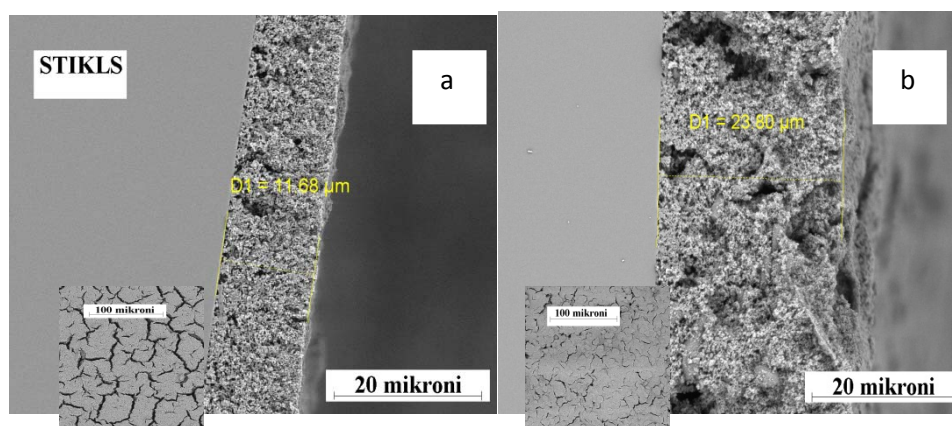


Att. CS mikrofotogrāfija.

SOLA-GĒLA $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ BIEZIE PĀRKLĀJUMI

Sistēmas $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ kompozītpārklājumi kļuva ļoti populāri, pateicoties savām uzlabotajām mehāniskajām īpašībām. Zināms, ka SiO_2 pārklājumiem ir raksturīga izturība pret nodilumu un augstām temperatūrām, TiO_2 pārklājumus plaši izmanto kā antikoroziņus, savukārt pārklājumiem no Al_2O_3 paveidiem ir raksturīga teicama izturība pret agresīvām vidēm, kā arī tie ir cieti. Kopā šie materiāli veido kompozītu, kuram ir raksturīgas visas iepriekšminētās īpašības un kuru iespējams pielietot kā alternatīvu korozijizturīgiem pārklājumiem, kas satur kancerogēnus Cr^{6+} savienojumus. Šim pielietojumam ir nepieciešami biezi un izturīgi pārklājumi ($>1\mu\text{m}$), kurus iespējams iegūt ar sola-gēla metodi pie relatīvi zemām temperatūrām (500°C).

Pārklājumu iegūšanai izmanto 5 dienas novecotu $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2$ solu ar Si/Ti alkoksīdu attiecību 6:1, kuram pievieno divu veidu alumīniju saturošu pildvielu - bēmītu (AlOOH), kas līdz 500°C pāriet $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ kristāliskajā modifikācijā vai korundu ($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$). Abu pildvielu daļiņu izmēri ir $<10\mu\text{m}$. Biezāka un cietāka pārklājuma sasniegšanai izmanto sīkdispersu SiO_2 ar attiecību 1:50 uz 100 ml sola (daļiņu izmēri 10-20 nm). Maz- un lielmolekulārās organiskās piedevas un virsmas aktīvās vielas - glicerīns, polietilēnglikols, *Pluronic F-27*, *Triton X-100* un polivinilacetāts (PVA) - izmanto kā saistvielas homogēnu pārklājumu iegūšanai, kā arī plaisāšanas novēršanai un biezuma palielināšanai. Saistvielu attiecības variējās no 1:100 līdz 1:60 uz 100 ml sola. Piekārtīgie pārklājumi iegūti ar iemērķšanas/izvilķšanas metodi ar ātrumu 150 mm/min, katru pārklājumu apdedzinot 200°C temperatūrā 5 min, tad izturot maksimālajā apdedzināšanas temperatūrā (500°C) 1 h.



Att. $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ kompozītpārklājumu ($500^\circ\text{C}/1\text{h}$) SEM attēli: a) 1/8 bēmīts+PVA un b) 1/2 korunds+PVA.

Eksperimentāli noteikts, ka PVA (1:100) ir vispiemērotākā organiskā piedeva $\text{SiO}_2\text{-TiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ sistēmai - iegūst mazāk saplaisājušus, biezus un cietus pārklājumus. Kompozītpārklājums ar sastāvu 1/2 korunds+PVA, kas apdedzināts 500°C temperatūrā 1h, ir visbiezākais ($23,80\mu\text{m}$) ar relatīvi mazāk saplaisājušu virsmu un cietību 5,72 GPa. Savukārt kompozītpārklājums ar sastāvu 1/8 bēmīts+PVA, kas apdedzināts 500°C temperatūrā 1 h, ir cietākais (10,41 GPa) no visiem paraugiem, tas ir vienmērīgs un bez plaisām visā kompozītpārklājuma tilpumā ar biezumu $11,68\mu\text{m}$.

JAUNA SILTUMIZOLĒJOŠA APMETUMA PIEMĒROTĪBAS PĀRBAUDE VĒSTURISKU ĒKU RESTAURĀCIJAI

Mūra celtnes paceļas pār visām pilsētām, tās ir vēsturiski ļoti senas, un šo celtnu būvēšanas tehnika ir atzīta jau gadsimtiem ilgi, taču to dzīvotspējai arī ir robežas. Šādu ēku restaurācijā ir svarīgi izvēlēties piemērotus materiālus, restaurators parasti cenšas izmantot materiālus ar līdzīgu vai pat identisku sastāvu, taču ne vienmēr tas ir iespējams, tāpēc tiek izstrādātas speciālas būvniecības javas, kas ir paredzētas restaurācijas vajadzībām.

Mūsdienās arvien lielāku popularitāti gūst sauso maisījumu tehnoloģija, tā ir ļoti ērta un nav sarežģīta, ja agrāk javas masa tika gatavota būvlaukumos uz vietas, tad tagad šī māksla ir gandrīz aizmirsta, jo ir pieejami jau gatavi sausie maisījumi, kurus atliek tikai sajaukt ar ūdeni, un javas masa ir gatava. Būvmateriālu veikalos ir pieejama plaša sauso maisījumu izvēle, gan ārzemju ražojumi, gan pašmāju rūpnīcās izstrādāti un izgatavoti sastāvi, kuriem ir dažādas īpašības, un tie ir paredzēti dažādiem mērķiem. Piemēram, SIA „Sakret” – sauso maisījumu ražotne izgatavo tāda veida sastāvus, kas paredzēti arī restaurācijas darbiem, kaļķu vēsturiskais apmetums "HM 10" (HistoricalMortal) domāts 18. gs. ēkām, tas veidots uz kaļķu, smilšu, līdz 8% cementa un ķīmisku piedevu bāzes. Apmetums armēts ar šķiedru, tam ir augsta tvaiku caurlaidība. Senākām ēkām (līdz 18. gs.) paredzētā "HM12" cementa saturs ir līdz 4%. Toties vēsturisko ēku smalkā kaļķa apmetuma "HML1" daļiņas ir zem 1 mm un rupjā apmetuma "HML4" – zem 4 mm.

Svarīgi ir censties materiālam nodrošināt vajadzīgās īpašības, mūsu mainīgajos laikapstākļos ļoti vērtīga īpašība ir laba siltumpretestība. Ēkas bieži tiek siltinātas ar siltumizolējošiem sienu blokiem, taču šāda veida siltināšana ne vienmēr ir iespējama bloku biezuma dēļ vai arī, ja ēkas ārsienas ir veidotas ar reljefu un vēsturiski, arhitektoniski nozīmīgas. Tad bloku siltināšana ne tikai nav ieteicama, bet ir aizliegta, šāda veida celtnēm labāku siltumizolāciju nodrošināt ir iespējams, izmantojot apmetumjavu ar labu siltumpretestību, to var piemērot ēkas fasādes reljefam un līdz ar to izmantot arī restaurācijā.

Eksperimentālajā daļā galvenais mērķis bija izzināt un apkopot jauna SIA “Sakret” produkta – restaurācijai paredzēta siltumizolējoša kaļķu apmetuma MAP MFF īpašības, salīdzināt tās ar restaurācijā jau veiksmīgi lietotajiem SIA “Sakret” kaļķu apmetumiem HM - 10 un CLP +. Visi trīs darbā izmantotie sausie maisījumi ir uz cementa - kaļķu bāzes ar minerālajām īpašībām un dažāda veida ķīmiskajām piedevām.

Tika izgatavoti dažādas formas un veida paraugi, katrai pārbaudes metodei savādāki, tiem tika noteiktas fizikālās un mehāniskās īpašības, veikti struktūras pētījumi, noteikta materiālu noturība pret šķīstošajiem sāļiem, salu, analizēts siltumvadītspējas koeficients un noteikts kristalogrāfisko fāžu sastāvs.

Pēc iegūtajiem rezultātiem varēja spriest, ka jaunā materiāla siltumizolējošās īpašības ir ļoti labas, taču gan mehāniskās, gan fizikālās īpašības būtu vēlams uzlabot.

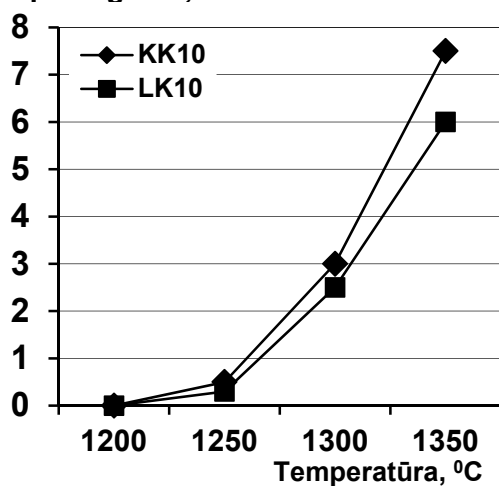
ILLĪTU MĀLU UN KARBONĀTUS SATUROŠO MINERĀLO IZEJVIELU IETEKME UZ AUGSTTEMPERATŪRAS PORU KERAMIKAS VEIDOŠANOS

Pielietojot Latvijas minerālās karbonātus saturošās izejvielas, kā arī viegli kūstošos illītu mālus, keramikas materiālā var nodrošināt pietiekamu gāzveida fāzes veidošanos paaugstinātās temperatūrās keramikas saķepināšanas procesā [1]. Savukārt šī materiāla temperatūras izturību un mehānisko stiprību var nodrošināt, ievadot papildus tā izejas maisījuma sastāvā grūti kūstošus oksīdus, kā Al_2O_3 , MgO u.c., tādos daudzumos, lai saķepināšanas procesā izveidotos viena vai vairākas augsttemperatūras kristāliskās fāzes, piemēram, kordierīts, Mg špinelis MgAl_2O_4 .

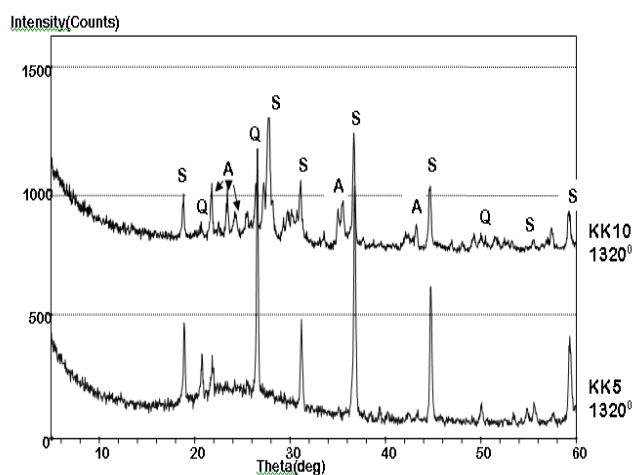
Šī pētījuma mērķis ir parādīt kristāliskās un gāzveida (poru) fāzes veidošanos, kā arī keramikas īpašības saķepinātam porainās keramikas materiālam, kas iegūts no jaukta sastāva izejvielu maisījuma - sintētiskām (MgO , K_2CO_3 , $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$) un dabas minerālajām izejvielām (kvarca smiltīm, illītus saturošiem māliem, dolomīta, kaļķakmens).

Ir pielietotas Latvijas minerālās izejvielas – illīta māls, dolomīts, kaļķakmens, kvarca smiltis un sintētiskās piedevas (MgO , $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$, K_2CO_3) masas stehiometriskās attiecībās, kas temperatūru intervālā $1300 - 1340^\circ\text{C}$ nodrošina kristāliskās augsttemperatūras fāzes - magnija špineļa MgAl_2O_4 , kā arī stiklveida un gāzveida (poru) fāžu izveidošanos (1. un 2. att.). Poru klātesamību (ap 35-40 tilp %) parāda paraugu tilpuma palielināšanās, 1. att. Savukārt Mg – špineļa kristāliskās fāzes veidošanās intensificējas, pieaugot saķepināšanas temperatūrai (2. att.).

Tilpuma pieaugums, %



1. att. Paraugu tilpuma pieaugums saķepināšanas procesā.



2.att. Raksturīgo augsttemperatūras kristālisko fāžu difrakcija poru keramikas paraugiem.

[1] Sedmale, G., Apsitis, I., Actins, A. Influence of Illite Clay on Cordierite-Spinel Formation in Ceramics from Mixed Compositions. RTU Zinātniskie raksti. Materiālzinātne un lietišķā ķīmija. 2007, 15. sēj, 40.-46. lpp. (angļu val.)

DZELZS OKSĪDU IEGUVE AR LĪDZIZGULSNĒŠANAS METODI UN TO ĪPAŠĪBAS

Dzelzs oksīdi ir plaši pētīti to magnētisko un elektrisko īpašību dēļ. Tie sastopami mineraloģijā, ģeoloģijā, augsnes ķīmijā un bioloģijā. Plaši izmantoti medicīnā, kā pigmenti, gāzu sensoros, katalizatoros, magnētiskā ieraksta materiālos, magnētiskā rezonansē kā kontrastviela, medicīnisko preparātu izgatavošanā, magnētisko fluīdu pagatavošanā.

Ir izpētīti aptuveni 15 dzelzs oksīdi, hidroksīdi un oksihidrāti. Dzelzs oksīdi sastāv no Fe^{2+} un Fe^{3+} joniem, kas saistīti ar skābekli. Atkarībā no to oksidēšanās un reducēšanās procesiem, izvietojšanās un savstarpējās orientācijas iegūst dažādus dzelzs oksīdu savienojumus. Fe^{III} oksīdu struktūra parasti ir oktaedriskajā sakārtojumā, kur katrs Fe atoms ir saistīts ar sešiem O atomiem vai ar O un OH joniem. Getīta un hematīta gadījumā struktūra ieņem tuvu heksagonālo sakārtojumu, ko apzīmē ar α -fāzi, bet lepidokokrīta un maghemīta gadījumā ir tuvais kubiskais sakārtojums, ko apzīmē ar γ -fāzi. O un OH joni vienā plaknē veido tetragonālo sakārtojumu. Magnetīts ir inversais špinelis, kur Fe^{3+} joni pilnībā aizpilda tetraedriskos tukšumus, bet oktaedriskajos tukšumos atrodas gan Fe^{2+} , gan Fe^{3+} joni. No kubiskās struktūras 1/3 skābekļa atomi ieņem tetraedrisku koordināciju, bet 2/3 – oktaedrisku. Magnetītā tukšumus aizpilda dzelzs joni. Ir gadījumi, kad tukšumos veidojas vakances. Tādā gadījumā veidojas maghemīts – $\text{Fe}_{2,67}\square_{0,33}\text{O}_4$. Maghemīta gadījumā tikai 5/6 no tukšumiem ir aizpildīti. Maghemītam var veidoties 5 dažādas simetrijas atkarībā no vakanču izvietojuma. To uzskata par pilnīgi oksidētu magnetītu. Darbā tiek sintezēti savienojumi: magnetīts, maghemīts, hematīts, getīts.

Dzelzs oksīdu un hidroksīdu iegūšanas metodes ir dažādas, piemēram, sola-gēla, hidrotermālā, mikroemulsijas, līdzizgulsnēšanas un citas metodes. Līdzizgulsnēšanas metode ir viena no vieglākajām un efektīvākajām. Līdzizgulsnēšanas metodes pamatā ir FeCl_2 šķīduma veidošana un sekojošu daļiņu izgulsnēšana ar NaOH. Tad nogulsnes tiek filtrētas un mazgātas ar destilētu ūdeni līdz pH=7. Tad nogulsnes tiek žāvētas 60 °C 48 stundas. Mainīgie sintēzes lielumi ir šķīdumu molaritāte, NaOH šķīduma pievienošanas ātrums un maisīšanas laiks, lai noteiktu sintēzes mainīgo parametru ietekmi uz fāžu tīrību, daļiņu izmēru un formu, kā arī to īpašībām.

Mainot sintēzes parametrus, tika secināts, ka, palielinot izejmateriālu molaritāti, daļiņu izmēri un polidispersitāte pieaug. Notiek daļiņu formas maiņa. Maisīšanas ilgums ietekmē fāžu sastāvu un tīrības pakāpi. 1 stundu maisot, veidojas magnetīta fāze ar hematīta piemaisījumiem, bet, pārsniedzot 5 stundu maisīšanu, oksidācijas rezultātā veidojas getīta fāze. Optimālais maisīšanas ilgums, lai veidotos magnetīta fāze, ir 5h. NaOH pievienošanas ātrums ietekmē fāžu tīrību, ātri (strauji) pievienojot sārmu šķīdumu, iespējama lielāka piemaisījumu varbūtība. Toties ātras pievienošanas rezultātā veidojas mazākas daļiņas un plānākas plāksnītes. Lai iegūtu 1D materiālus, svarīga loma ir molaritātei. Pie lielas FeCl_2 šķīduma molaritātes un salīdzinoši mazas NaOH molaritātes iegūstama tīra getīta fāze, kuras daļiņas ir šķiedrveida. Apdedzinot getīta šķiedras, iegūstamas hematīta šķiedras.

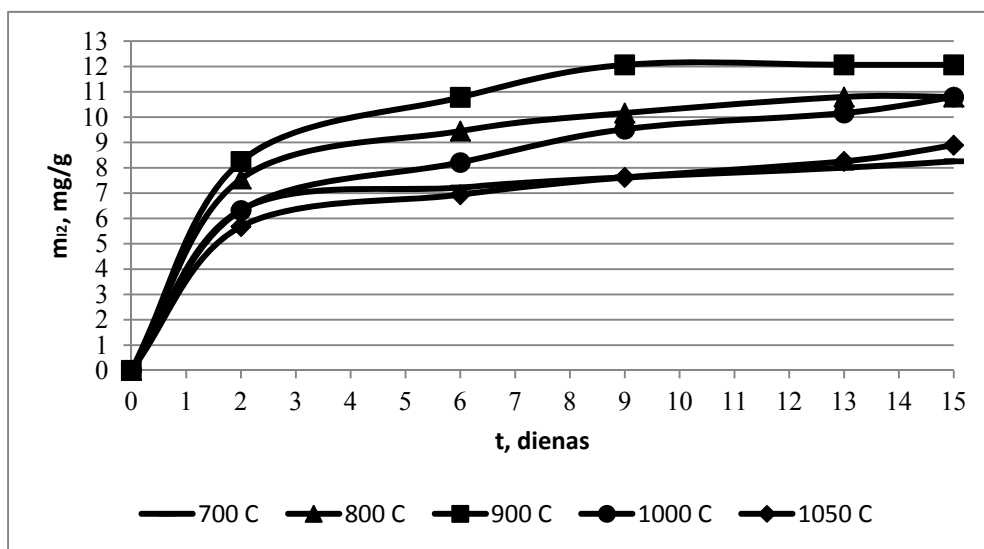
Līdzizgulsnēšanas metode ir pielietojama vienfāzes dzelzs oksīdu ieguvei un, mainot sintēzes apstākļus, ir iespējams kontrolēt fāžu sastāvu un daļiņu formu.

KUPRAVAS MĀLU GRANULU SORBCIJAS ĪPAŠĪBAS

Termiski aktivētu poraino keramiku var izmantot ūdens attīrīšanai, tāpēc pētījuma mērķis bija noteikt, kā granulu apdedzināšanas temperatūra ietekmē Latvijas devona mālu keramikas sorbcijas spēju.

Keramikas granulu izveidei tika izmantots devona Kupravas māls ar nelielu kalcīta piemaisījumu, kuram tika pievienota 3% koksnes skaidu ($\varnothing \leq 2$ mm) piedeva un granulas no keramikas masas, veidotas ar plastisko paņēmienu. Granulas apdedzinātas 700, 800, 900, 1000 un 1050°C temperatūrās. Temperatūras celšanas ātrums krāsnī 300°C/h, un granulu izturēšanas laiks attiecīgajā temperatūrā 1 h. Granulu porainības, poru izmēru sadalījuma un īpatnējās virsmas novērtēšanai izmantota dzīvsudraba porozimetrija. Sorbcijas spējas novērtēšanai izmantots 0,01N I₂ ūdens šķīdums istabas temperatūrā. Granulu sorbcijas spēja novērtēta 15 dienu laikā.

Visstraujāk adsorbētais joda daudzums palielinās pirmo 2-3 dienu laikā un sasniedz apm. 75% no šķīdumā esošā joda (2,5 mg/l) daudzuma. Vislabākā sorbcijas spēja piemīt 800 un 900°C temperatūrā apdedzinātām Kupravas mālu granulām. 700, 1000 un 1050°C temperatūrā apdedzinātām granulām savukārt tā ir vismazākā, kas saistīts ar granulu porainības izmaiņām atkarībā no apdedzināšanas temperatūras. Tomēr absolūtas sorbcijas spējas atbilstības porainībai, kas noteikta ar dzīvsudraba porozimetrijas palīdzību, nav, jo ar šo metodi var noteikt tikai tās poras, kuru diametrs nav mazāks par 5-6 nm, bet joda molekulas izmērs ir 0,7 nm. Kā rāda ūdens, kurā iebērtas apdedzinātās granulas, pH mērījumi, to sorbcijas spēju varētu ietekmēt arī vides pH. 800 un 900°C temperatūrā apdedzinātu granulu ūdens vides pH ir 8,5. Tas liecina, ka vislabākā sorbcija piemīt tām Kupravas mālu granulām, kuru apdedzināšanas laikā ir pilnībā sadalījušies gan mālu minerāli, gan piemaisījumi, bet jauni stabili savienojumi vēl nav izveidojušies.



Att. Kupravas granulu sorbcijas spēja atkarībā no apdedzināšanas temperatūras.

AR IEMĒRKŠANAS-IZVILKŠANAS METODI IEGŪTO PLĀNO ZnO/Al PĀRKLĀJUMU SINTĒZE UN ĪPAŠĪBAS

ZnO un tā modifikācijas ir viens no visvairāk pētāmajiem materiāliem mūsdienās. Vien šogad ir publicēti ap 1000 rakstiem visā pasaulē. ZnO ir pusvadītājs ar aizliegtās zonas platumu 3,36 eV istabas temperatūrā. Tam ir augsta vadāmība, un tas ir optiski caurspīdīgs. Cinka oksīdam ir UV un zaļā luminiscence, un tas nav toksisks. Ir iespējams iegūt dažādas formas daļiņas. Ja ir nepieciešamas n-tipa pusvadītāja īpašības, tad cinka oksīdu var modificēt ar III grupas elementiem (Al, Ga, In), ja ir nepieciešams p-tipa pusvadītājs, tad modificē ar P, N₂ un Ar. Ar Al³⁺ modificētam ZnO ir augstākā vadāmība un nav ietekmētas optiskās īpašības. Pateicoties ZnO īpašībām, to var pielietot saules šūnās, pjezoelektriskās ierīcēs, optoelektroniskās ierīcēs, piemēram, gaismu izstarojošās diodēs, gāzu sensoros, par fotokatalizatoriem, akustiski – optiskās ierīcēs u.c.

Paraugi tika pagatavoti, izmantojot cinka acetāta dihidrātu kā prekursoru, etanolu kā šķīdinātāju un dietanolamīnu kā stabilizētāju. Par Al³⁺ izejvielām izmantoja Al(NO₃)₃, AlCl₃, Al(OCH(CH₃)₂)₃. Tika pagatavoti soli ar dažādam Al³⁺ koncentrācijām: 1, 5 un 10 mol%. Gatavie soli pirms pārklājumu uznesšanas 24 h tika izturēti istabas temperatūrā. Pārklājumi tika uznesti ar iemērkšanas-izvilkšanas metodi, ar ātrumu 200 mm/s. Pēc pārklājumu uznesšanas paraugi tika ievietoti krāsnī uz 10 min pie 200 °C. Pēc tam pārklājumu uznesa vēlreiz. Kopumā tika uznesti 3 un 5 pārklājumi. Pēc visu pārklājumu uznesšanas un izžāvēšanas paraugus apdedzināja 500 °C, šoka režīmā 30 vai 15 min.

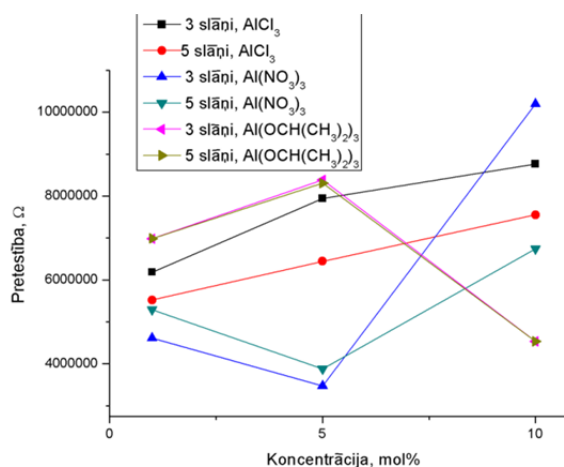
Pētījuma rezultāti parādīja, ka, palielinot Al³⁺ koncentrāciju no 5 mol% līdz 10 mol%, daļiņu izmēri palielinās un ir 81.33 nm un 92.59 nm. Bet pie koncentrācijas 1 mol% daļiņu izmēri ir līdzīgi kā paraugam bez Al³⁺, 51.06 nm un 56.95 nm. Palielinot Al³⁺ koncentrāciju, absorbcijas spektrs nobīdās uz mazāko viļņu garumu pusi, kas saistāms ar aizliegtās zonas platuma pieaugumu.

Al³⁺ izejvielas dažādi ietekmē daļiņu izmērus un aizliegtās zonas platumu. Vismazākās daļiņas un aizliegtās zonas platums ir paraugam, kurā izmantoja alumīnija izopropoksīdu, bet vislielākās paraugā ar alumīnija hlorīdu.

Pie 500 °C temperatūras apdedzinātiem paraugiem absorbcijas spektrs praktiski nemainās atkarībā no izturēšanas laika. Aizliegtās zonas platums abos gadījumos ir 3,51 eV.

Izturēšanas ilgums pie T_{max} ietekmē daļiņu izmērus. Piecpadsmit minūtes izturētam paraugam daļiņu izmērs ir mazāks (59.18 nm), nekā paraugam, kurš izturēts 30 min (75.39 nm).

Paraugu elektriskās īpašības tika noteiktas ar četru punktu zondes metodi. ZnO/Al pārklājumu elektriskās īpašības mainās gan no pārklājumu skaita, gan no Al³⁺ koncentrācijas, gan no Al³⁺ izejvielu dabas. Pretestības mainās 3 * 10⁶ Ω līdz 1 * 10⁷ Ω robežās (att.). Vismazākā pretestība ir paraugam ar 5 mol% alumīnija nitrāta un 3 pārklājumu kārtām



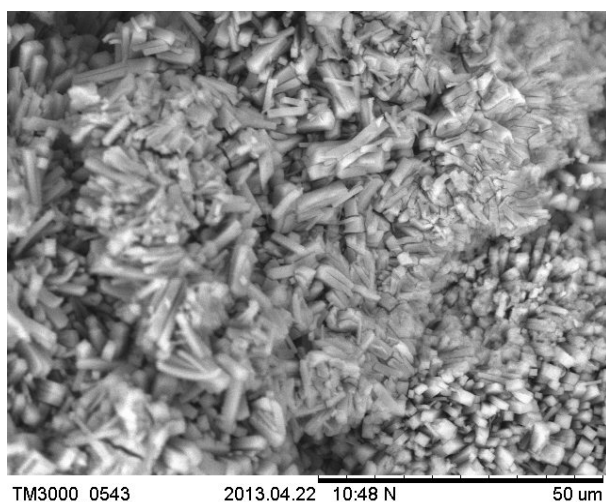
SEPIOLĪTU NANOKOMPOZĪTMATERIĀLI

Sepiolīts (kārtains silikāts) ir mālu minerāls, kas pieder pie smektītu grupas, ir viens no piemērotākajiem materiāliem jaunu kompozītmateriālu izveidošanai. Sepiolīta struktūra ir ar smalkiem mikroporainiem kanāliem ar izmēru $10,6 \times 3,7$ Å, kuri izvietojas paralēli šķiedru garumam. Tos parasti aizpilda vāji saistītais adsorbētais ūdens, kurš saistīts ar struktūru ar ūdeņraža saiti un konstitūcijas ūdens molekulām. Dažreiz kanālus aizpilda apmaiņas katjoni elektriskās neitralitātes nodrošināšanai. Mikrošķiedru izmērs mainās ļoti plašā diapazonā, bet vairumā gadījumu tas ir 1-5000 nm garumā, 10-30 nm platumā un 5-10 nm biezumā. Sepiolītu mikrošķiedru dispersija ūdenī var palielināt iekšējo un ārējo mikrošķiedru virsmu tīklā, kas nodrošina ūdens molekulu absorbciju iekšējās daļiņās, kā rezultātā būtiski palielinās suspensijas viskozitāte.

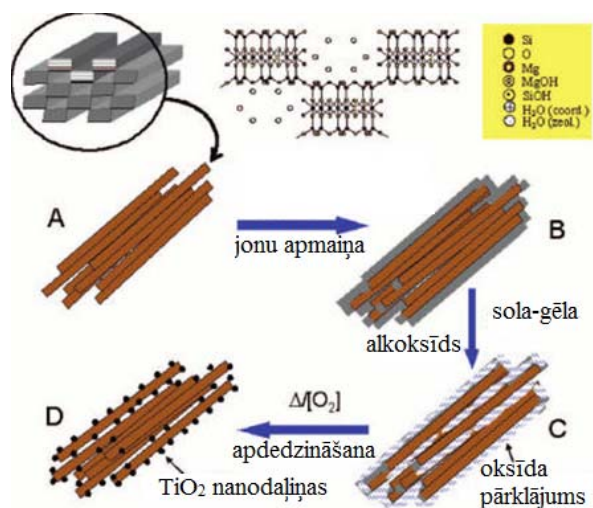
Izpētot sepiolīta īpašības, morfoloģiju un struktūru, izdevās to eksperimentāli iegūt ar sola-gēla metodi. Sepiolīts (1.att.) tika iegūts ar diviem sintēzes paņēmieniem, kā arī tika izveidoti trīs titāna-sepiolīta kompozītmateriāli. Iegūtais sepiolīts un kompozītmateriāli tika pārbaudīti ar skenējošo elektronisko mikroskopu, diferenciālo termisko analīzi, atomu spēka mikroskopu, infrasarkanā Furjē spektroskopiju un citām metodēm.

TiO₂-mālu kompozītmateriāli pēdējā laikā tiek plaši pētīti, pateicoties to izcilajām adsorbcijas un fotokatalītiskām īpašībām, bet tieši sepiolīta gadījumā kompozītmateriāla veidošana ir saistīta ar sepiolīta nanodaļiņu iekšējo/ārējo pārklāšanu ar TiO₂. Process ir saistīts ar sepiolīta augsto īpatnējo virsmas laukumu un porainību. Organiski modificētais sepiolīts kalpo TiO₂ nanodaļiņu atbalstam (2.att.).

Tiek pieņemts, ka starpfāzu organofils nodrošina virsmas aktīvo pārklājumu, kas noved pie tā, ka titāna nanodaļiņas, kuras atrodas uz sepiolīta virsmas, ir samērā monodispersas. Pielietojot sepiolītu kopā ar TiO₂, otrais paātrina reakcijas gaitu, bet sepiolīts, ar lielo īpatnējo virsmu (200 m²/g) ļoti labi absorbē piesārņojumus. Tādēļ sepiolīts kopā ar TiO₂ izpilda divas ļoti svarīgas lomas dabas attīrīšanā.



1. att. Sepiolīta struktūra (SEM).



2.att. Titāna-sepiolīta kompozītmateriālu izveidošanas shēma.

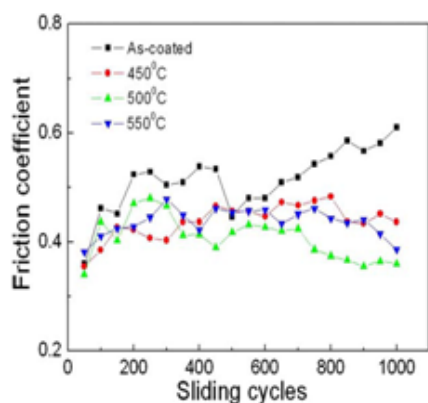
NANODAĻIŅU SINTĒZE UN TO TRIBOLOĢISKĀS ĪPAŠĪBAS

Mūsdienu mehānisko berzi saprot kā veselu parādību kopumu, kurš parādās cieto virsmu kustības laikā un kas rada detaļu deformācijas.

Tehnikā berze ir deformācijas, dinamisko, siltuma, akustiskās, elektriskās, adhēzijas un citu procesu iniciatore, kas noteic mašīnu berzes mezglu darbību, to enerģētiku un efektivitāti.

Lai palielinātu detaļas izturību pret berzi, lieto dažādas metodes. Pamatmetode ir pulverveida piedevu pievienošana mašīnei. Šī metode tiek realizēta ar īpaša veida piedevu, kas satur smalkdispersas daļiņas, kas savukārt berzes un termokīmiskās reakcijas rezultātā veido uz detaļas aizsargslāni ar zemu berzes koeficientu.

Izpētīts, ka dažus no nanokristāliskiem metālu savienojumiem var izmantot kā piedevu smērēļām, līdzīgi kā tradicionālu pretnodiluma aģentu, kas ievērojami uzlabo smērēļas triboloģiskās un pretnodiluma īpašības. Tādi savienojumi ir magnija hidrosilikātu minerāli, varu saturošie savienojumi un ZnO.



Att. Berzes koeficienta izmaiņa atkarība no ZnO nanodaļiņu apdedzināšanas temperatūras.

Magnija hidrosilikāta un cinka oksīdu sintēzei tika izvēlēta sola-gēla metode. Sola-gēla metode atšķiras no citām metodēm ar produktu augstu tīrību un viendabīgumu. Sola-gēla metode ļauj sintezēt materiālus salīdzinoši zemās temperatūrās.

Vara saturošus savienojumus sintezēja ar ķīmiskās nogulsnešanas metodi, ekstrahējot eļļainā vidē. Emulsijas pagatavošana sastāv no diviem nesajaucamiem šķīdumiem – ūdens un eļļas šķīdumiem. Notiek metāla hidroksīda vai metāla sāļu nogulsnešanās ūdens fāzē pilienveidā, kas pārklāti ar eļļas slāni. Disperģēta eļļas fāze nanodaļiņu sintēzes procesā izpilda mikroreaktoru lomu, un pilienveidā ir nanodaļiņu izmēra „ierobežotājs”.

Praktiskai pielietojšanai bija izvēlētas sistēmas: Cu/SiO₂, Mg/SiO₂, ZnO/CuS un ZnO/C₆H₁₂O₆.

Saskaņā ar rentgenfāžu analīzes datiem var secināt, ka sintezētais magnija hidroksisilikāts ir stabils līdz 300 °C, augstākās temperatūrās magnija hidroksisilikātam notiek ķīmiski saistītā ūdens izdalīšanās un forsterīta kristāliskās fāzes veidošanās.

Ūdens videi ir alternatīva iespēja triboloģisko sastāvu iegūšanai, tomēr šajā vidē iespējama daļiņu aglomerācija.

Pēc ASM datiem nanostrukturēto ZnO sastāvos vidējais daļiņu izmērs ir 1,27 nm (300°C) un 8,28 nm (500°C), kas ir saistīts ar daļiņu augšanu temperatūras ietekmē.

Glikozi ZnO sastāvos izmantoja, kā virsmas raupjuma samazināšanas aģentu. Virsmas raupjums izmainījās no 1,2 nm līdz 0,64 nm.

ZnO/CuS sastāvos CuS ietekmē ZnO daļiņu augšanu un uzlabo ZnO mikrostruktūru, kas savukārt uzlabo triboloģiskās īpašības.

LATVIJAS MĀLU UN ALUMOSILIKĀTU MIKROSFĒRU IZMANTOŠANA KERAMIKAS IEGUVEI

Mūsdienu industrializētajā sabiedrībā arvien aktuālāki kļūst apkārtējās vides un veselības aizsardzības jautājumi. Arvien intensīvāk jāmeklē risinājumi ar enerģētiku un transportu saistītajām problēmām. Viena no materiālu klasēm, kuru nozīme arvien pieaug, ir poraina keramika un poraini metāli. Materiāliem ar dažādu porainību un citiem poraino struktūru raksturojošiem parametriem dažādās rūpniecības nozarēs iespējami ļoti dažādi pielietojumi. Viegla (ar porainu vai šūnveida struktūru) un tajā pašā laikā mehāniski stipra materiāla projektēšana un izstrāde ir viena no mūsdienu tendencēm materiālu dizaina jomā.

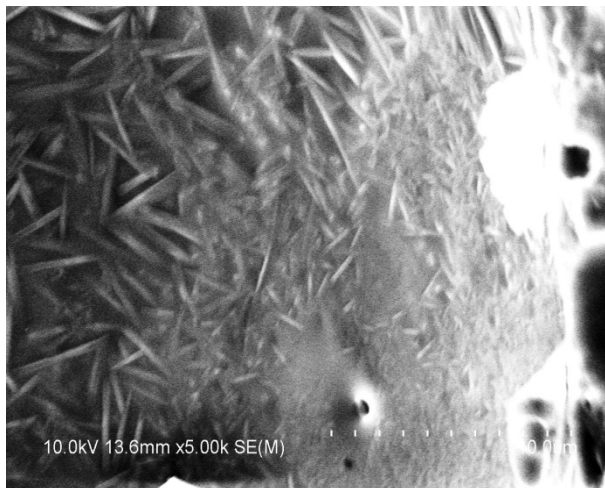
Latvijas un pasaules mērogā viens no lētākajiem un plašāk izplatītajiem dabas resursu būvmateriāliem ir māli. Izmantojot vietējos dabas resursus un intelektuālo potenciālu, piemēram, jaunus konstruktīvus tehnoloģiskos risinājumus, zinātnes sasniegumus, ir iespējams izgatavot un komerciāli veiksmīgi izplatīt jaunus produktus, nevis tikai valsts iekšienē, bet arī eksportam. Apkopojot visu iepriekšminēto, ir izvēlēts pētniecības virziens - vieglu un izturīgu materiālu izstrāde un to īpašību izpēte, kā izejvielas izmantojot Devona mālus un termoelektrostaciju atkritumus – dobās alumosilikātu mikrosfēras jeb cenošfēras, kas ir vieglo pelnu sastāvdaļa.

Šajā darbā porainas keramikas iegūšanai tika izmantoti cenošfēras, Liepas atradņu māli, bet kā papildu piedevas Na_2SiO_3 un NaOH dažādās koncentrācijās. Izejvielas (māli un cenošfēras) tika sajauktas tādā attiecībā, lai gala maisījumi pēc uzbūves būtu līdzīgi *suntactic foam* struktūrai – lai katra sfēriskā daļiņa būtu pārklāta ar māliem. Papildus piedevas (Na_2SiO_3 un NaOH) tika pievienotas, lai veicinātu iespējamo ģeopolimerizācijas procesu.

Darba gaitā tik izpētītas cenošfēras no 4 dažādiem izcelsmes avotiem. Ar vienu izvēlēto cenošfēras veidu tika izveidotas 6 receptūras un saskaņā ar tām iegūtie paraugi tika apdedzināti pie vairākām temperatūrām (900° , 1000° , 1050° , 1100° , 1150° , 1200°C). Paraugiem tika noteikts sarukums, ūdens uzsūce, spiedes stiprība un izsāļošana.

Pētījumu rezultātā iegūti porainas keramikas paraugi. Vienam no tiem (receptūra C-12-1, apdedzināšanas temperatūra 1100°C) ir vislielākā spiedes stiprība – 20.9 ± 3 MPa, šķietamais blīvums 1.12 ± 0.01 g/cm³ un $28.9 \pm 0.05\%$ ūdens uzsūce. Kā arī iegūta peldēspējīga keramika - šķietamais blīvums 0.78-0.85 g/cm³ (paraugs C-12-2) ar spiedes stiprību – 11.5-11.9 MPa, un ūdens uzsūci 29-44%. Ar SEM palīdzību, mikroskopisko pētījumu rezultātā konstatēti adatveida kristāliski nanoobjekti (att.).

Pētījuma rezultāti liecina par izraudzītā virziena perspektīvu.



Att. Parauga C-12-1 (apdedzināšanas temperatūra 1050°C) SEM attēls.

TiO₂ /TiO₂-SiO₂/TiO₂-SiO₂-ZrO₂ SOLA-GĒLA PĀRKLĀJUMI

Titāna dioksīdu saturošus pārklājumus plaši pielieto optiskajās ietaisēs. Antiatsarojošos pārklājumus fotokatalītisko īpašību dēļ aktīvi izmanto saules gaismas šūnās, aceņu lēcās, displeju ekrānos, gaisa un ūdens attīrīšanas iekārtās. TiO₂ pārklājumiem piemīt laba mehāniskā un ķīmiskā izturība, tāpēc tos izmanto kā aizsargplēves metāliskām un stikla virsmām, lai pasargātu no korozijas un UV starojuma, kā sastāvdaļu pusvadītāju gāzes sensoru un elektroķīmiskās izolācijas izgatavošanā, turklāt šādus pārklājumus lieto arī medicīnā.

Titāna dioksīda pārklājumu iegūšanai izmantoja iemērkšanas-izvilkšanas metodi, jo salīdzinājumā ar citām metodēm tā ir vienkāršāka un lētāka (neprasa lielus enerģijas un izejmateriālu patēriņus). Ar šo metodi titāna dioksīda pārklājumus var uznest uz dažādām termiski izturīgām virsmām (stikls, keramika, metāla sakausējumi), kā arī variēt virsmas lielumu un formu.

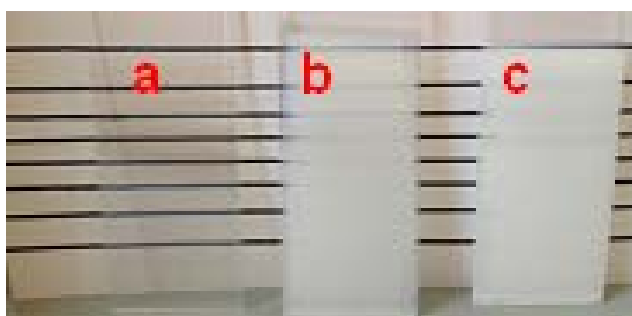
Darba uzdevums: ar sola-gēla metodi iegūt vien-, div- un trīskomponentu TiO₂/TiO₂-SiO₂/TiO₂-SiO₂-ZrO₂ sistēmas vien- un trīsslāņu pārklājumus, pielietojot dažādus iemērkšanas-izvilkšanas ātrumus, izpētīt tehnoloģisko parametru ietekmi uz pārklājumu kvalitāti un fizikālajām īpašībām. Sola šķīduma pagatavošanai izmantoja titāna tetraetoksīdu (TiEt), tetraetilortosilikātu (TEOS) un cirkonija tetraetoksīdu (ZrEt) ar dažādu alkoksīds:spirts:ūdens attiecību, kā šķīdinātājs izmantots etanols vai *izo*-propanols. Par hidrolīzes procesa katalizatoru izmantoja etiķskābi vai skābeņskābi. Sola-gēla pārklājumi ar ātrumiem - 10, 110, 220 mm/min. uznesti uz divu veidu substrātiem (Na-Ca silikātsstikls un titāna emalja tēraudam). Iegūtos pārklājumus žāvēja 200°C temperatūrā 10 min. ar sekojošu termisko apstrādi 500°C temperatūrā 1 stundu.

Iegūto paraugu kristāliskās fāzes noteiktas ar rentgendifrakcijas analīzi, pārklājuma biezums, virsmas morfoloģija analizēta ar atomspēka mikroskopiju, ar BET analīzes palīdzību noteikts sola-gēla pulveru virsmas laukums.

Darba rezultātā iegūti izturīgi, gludi un pamatā caurspīdīgi amorfi pārklājumi (att.), necaurspīdīgo pārklājumu gadījumā ir konstatēta TiO₂ anatāza fāzes veidošanās.

Noskaidrots, ka substrāta iemērkšanas-izvilkšanas ātrums ietekmē pārklājuma biezumu. Pieaugot iemērkšanas-izvilkšanas ātrumam, palielinās pārklājuma biezums un kristāliskuma pakāpe, veidojas TiO₂ anatāza fāze.

Pārklājumiem pētītas hidrofilās-hidrofobās īpašības, mērot kontaktleņķi pārklājums-ūdens piliens. Tumsā turētiem paraugiem novērota kontaktleņķa palielināšanās, t.i., pārklājuma īpašības mainās no hidrofilām uz hidrofobām.



Att. Vienslāņa TiO₂ pārklājumi, iegūti ar iemērkšanas-izvilkšanas ātrumu: a) 10; b) 110; c) 220 mm/min.

AR SOLA-GĒLA PAŠAIZDEGŠANĀS METODI IEGŪTA CINKA FERĪTA MAGNĒTISKĀS ĪPAŠĪBAS

Cinka špineļa tipa ferītam (ZnFe_2O_4) piemīt antiiferomagnētiskas un pusvadītāja īpašības. Tā antiiferomagnētiskās īpašības skaidrojamas ar normālu katjonu izkārtojumu špineļa struktūrā starp tetraedriskiem un oktaedriskiem tukšumiem. Špineļa struktūra veidojas, skābekļa atomiem izvietojoties blīvā, kubiskā, skaldnēs centrētā sakārtojumā. Kopumā skābekļa 32 slāņi satur 64 tetraedriki (A) un 32 oktaedriki (B) orientētus tukšumus. Lai kompensētu skābekļa radīto elektronegativitāti, 8 A un 16 B tukšumos izkārtoja divvērtīgus vai trīsvērtīgus metālu katjonus. Katjonu izkārtojums špineļa struktūrā uzskatāms par normālu, ja divvērtīgie katjoni (Zn^{2+}) aizņem A tukšumus, bet trīsvērtīgie katjoni (Fe^{3+}) B tukšumus. Pie šāda izkārtojuma B tukšumos esošo Fe^{3+} magnētiskie momenti kompensē cits citu un kopējais magnētiskais moments ir vienāds ar nulli. Lai cinka ferīts uzrādītu magnētiskas īpašības, tā struktūrā ir jābūt nekompensētam magnētiskajam momentam, kas rodas struktūras defektu vai katjonu inversijas rezultātā jeb panākot Fe^{3+} migrāciju no B uz A tukšumiem.

Šajā darbā ZnFe_2O_4 tika iegūts, izmantojot sola-gēla pašaiždegšanās metodi plānā kserogēla slānī. Iegūtajam paraugam uzņemot rentgenogrammu, ir redzams, ka ir izveidojies vienfāžu špineļa ferīts. Iegūtais paraugs papildus tika karsēts 150°C , 300°C un 500°C , lai noskaidrotu, vai materiāls nesatur amorfus piemaisījumus. Apdedzinot iegūto savienojumu no rentgenstaru difrakcijas, ainā nebija novērojama piemaisījumu izkristalizēšanās nevienā no apdedzināšanas temperatūrām, bet špineļa fāzei atbilstošo difrakcijas maksimumu intensitāte pieauga, kas liecināja par kristāliskuma pakāpes pieaugumu. Rentgenogrammās, salīdzinot I_{220} un I_{222} maksimumu savstarpējo attiecību, bija redzams, ka, līdz ar apdedzināšanas temperatūru, šī attiecība palielinās, kas liecina par inversijas pakāpes samazināšanos. Tas liecina par to, ka iegūtais ZnFe_2O_4 sākotnēji satur Zn^{2+} jonus B un Fe^{3+} jonus A tukšumā.

Detalizētāk inversijas pakāpe tika pētīta, izmantojot rentgenstaru fotoelektronspektroskopiju. Cinka 2p spektra reģionā bija redzami divi savā starpā pārklājušies pīķi, pie kam mazākā pīķa laukums, palielinot apdedzināšanas temperatūru, samazinās. Šī pīķa intensitātes samazināšanās norāda uz Zn^{2+} migrāciju no B uz A tukšumu, veidojot normālu špineļa struktūru.

Visiem četriem paraugiem tika mērītas magnētiskās histerēzes cilpas. Visaugstākā piesātinājuma magnetizācija tika novērota paraugam, kas apdedzināts 300°C $M=60\text{ emu/g}$, kas šim savienojumam, salīdzinot ar literatūras datiem, uzskatāma par ļoti augstu. Neapdedzinātam paraugam $M=50\text{ emu/g}$, 150°C apdedzinātam paraugam $M=55\text{ emu/g}$. Savukārt paraugam, kas apdedzināts 500°C , piesātinājuma magnetizācija ir ap 20 emu/g . Paraugu apdedzinot 500°C , tā īpašības mainās no ferimagnētiskām uz antiiferimagnētiskām, kas izskaidrojams ar inversijas pakāpes samazināšanos.

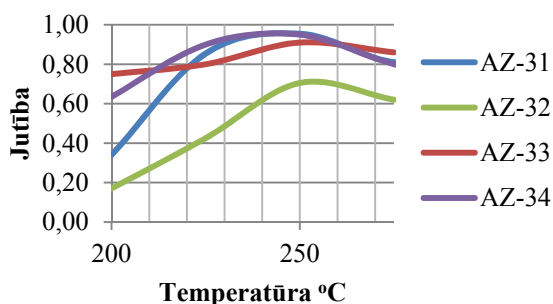
Kopumā jāsecina, ka sola-gēla pašaiždegšanās metode no plāna kserogēla slāņa ir izmantojama vienfāzes cinka ferīta nanodaļiņu sintēzē ar augstu piesātinājuma magnetizāciju. Nanodaļiņu izmērs neapdedzinātam paraugam bija $\sim 30\text{ nm}$.

$\text{Fe}_x\text{O}_y/\text{ZnO}$ KOMPOZĪTU NANODAĻIŅU IEGŪŠANA UN RAKSTUROŠANA

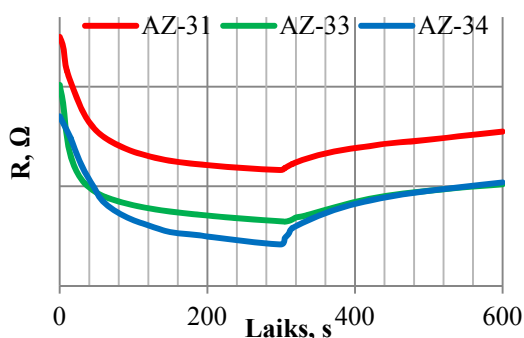
Starp dažādiem metālu pusvadītāju fotokatalizatoriem ZnO ir pievērsis lielu uzmanību sakarā ar tā spēju degradēt un pilnīgi mineralizēt vides piesārņojumu. Kā videi draudzīgu materiālu ZnO var izmantot katalizatoru rūpniecībā, gāzu sensoriem, saules baterijām. Fe_2O_3 piemīt magnētiskās īpašības, ko izmanto kā lētu adsorbentu, kas tiek tieši ievadīti piesārņotajās vietās ar niecīgu sekundārā piesārņojuma risku. Kompozītmateriālu daļiņas, kuras satur magnētiskus kodolus un luminiscentus apvalkus, pievērš īpašu uzmanību, pateicoties to iespējamajām biomedicīniskajām un bioloģiskajām īpašībām, ieskaitot magnētisko atdalīšanu un vēža šūnu, vīrusu un baktēriju detektēšanu. Industrijā, medicīnā un mājāsaimniecībā nozīmīgu lomu spēlē ķīmiskie sensori, kas ļauj noteikt dažādus piesārņojumus – toksisku, kaitīgu un viegli uzliesmojošu gāzu klātbūtni. ZnO un Fe_2O_3 nanodaļiņas tiek izmantotas arī kā fotoanodi, lai izgatavotu krāsu jutīgas saules baterijas.

$\text{Fe}_x\text{O}_y\text{-ZnO}$ kompozītu iegūšanai izmantoja līdzisgulsnēšanas metodi no šķidrās fāzes. Kā pamatreāģenti tika izmantoti cinka acetāts un dzelzs (III) nitrāts. Nogulsnēšanu veic bāziskā vidē pie pH vērtības 9-10. Gala rezultātā izstrādāti 4 sastāvi ar Fe^{3+} jonu koncentrāciju no 0 mol% (AZ-32) līdz 7 mol%. (AZ-34). Iegūtie paraugi tika termiski apstrādāti 450 °C temperatūrā.

RTG pētījumu rezultāti apliecina $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-ZnO}$ un $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-ZnO}$ kompozītu veidošanos. FTIR spektros novēro raksturīgas Zn-O un Fe-O saites svārstības 416 cm^{-1} un 540 cm^{-1} apgabalā. Veiktie gāzu jutības mērījumi rāda, ka optimālā sensora darba temperatūra ir 250 °C (1.att.). Pētot paraugu jutību uz metanolu, novēro parauga pretestības samazināšanos adsorbcijas procesa laikā, un palielināšanos desorbcijas procesa laikā, kas liecina par n-tipa pusvadītāju īpašībām pētāmajiem paraugiem (2.att.). Ar Šērera metodi aprēķinātie kristalītu izmēri paraugiem ir mazāki kā 30 nm, bet ar *Brookhaven* iekārtu noteiktie daļiņu izmēri paraugiem ir robežās no 130-320 nm.



1.att. Jutības izmaiņa paraugiem atkarībā no temperatūras.



2.att. Paraugu pretestības maiņa adsorbcijas un desorbcijas norises laikā pie $T=250\text{ }^{\circ}\text{C}$.

I. Birska, L. Vīķele un A. Treimanis (zinātniskie vadītāji)

NANODAĻIŅU IEGŪŠANA NO LIGNOCELULOZES UN TO IZMANTOŠANA PAPĪRA ĪPAŠĪBU UZLABOŠANAI

Kokrūpniecības atlikumus – mizas, sīkdispersos un gabalatlikumus – izmanto kā kurināmo. Ražojot no tiem produktus ar augstāku pievienoto vērtību, palielinātos ražošanas rentabilitāte.

Pētījuma darba mērķis ir iegūt papīra materiālu ar uzlabotām īpašībām, izmantojot bionoārdošas piedevas (nanodaļiņas).

Pamatojoties uz jau esošo termokatalītiskās destrukcijas metodi lapu koksnes celulozei, tika izstrādāta nanodaļiņu gēla iegūšanas metode no kokrūpniecības atlikumiem. Destruģētās priežu un melnalkšņa mizas (ekstraģētas un neekstraģētas), bērza serdeņu šķiedras, bērza koksnes putekļus pēc termokatalītiskās apstrādes disperģē ūdens vidē lodīšu dzirnavās līdz robežpolimerizācijas pakāpei pie koncentrācijas $\geq 8\%$.

Termokatalītiskie destrukcijas apstākļi:

- HCl šķīduma koncentrācija 0,05%,
- Termiskās apstrādes temperatūra 120°C.

Papīra kompozīciju veidoja 70% TCF (*Total Chlorine Free*) bērza un 30% ECF (*Elementary Chlorine Free*) egles komerciālā celuloze ar nanodaļiņu piedevu, kas attiecībā pret absolūti sausu šķiedru masu sastādīja 5, 10, 15 un 20%. Tika noteiktas papīra mehāniskās īpašības – stiepes pretestība (sausā un mitrā stāvoklī) un caurspiešanas spiediens, un rezultāti izteikti salīdzinājumā ar kontrolparaugu – papīra paraugu bez piedevām. Papīra mehānisko īpašību uzlabošanai vislabākos rezultātus dod nanodaļiņas no neekstraģētām un ekstraģētām melnalkšņa mizām, paaugstinot stiepes indeksa vērtību sausā stāvoklī līdz 40%, mitrā stāvoklī līdz 67% un caurspiešanas indeksa vērtību līdz 32%. Mazāka ietekme no neekstraģētām un ekstraģētām priežu mizām. Nelieli uzlabojumi iegūti ar nanodaļiņām no bērzu serdeņu šķiedrām, bet bērzu koksnes putekļu nanodaļiņu pievienošana pētāmajā sistēmā nav efektīva.

Pētījuma rezultātā izstrādāta metode priežu un melnalkšņa mizu (ekstraģētām un neekstraģētām), bērza serdeņu šķiedru un bērza koksnes putekļu nanodaļiņu gēlu iegūšanai.

Pētījuma rezultātus praktiski iespējams izmantot kokapstrādes atlikumu pārstrādē, iegūstot produktus ar paaugstinātu pievienoto vērtību. Izmantojot pētījumā iegūtos rezultātus, iespējams piedāvāt papīra īpašību uzlabošanas metodes Latvijas uzņēmumiem (Līgatnes papīra fabrika, Valmieras SIA “V.L.T.”).

DAŽĀDU KATALIZATORU AKTIVITĀTES NOVĒRTĒŠANA HIDROKSILĒTU POLIMĒRU UN IZOCIANĀTU SISTĒMĀS

Kaitīgo vielu klātbūtne izstrādājumos noved pie vides piesārņojuma un cilvēka veselības apdraudējuma. Eiropas Savienības ķīmisko materiālu regulators ir REACH (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals), kas nosaka ķīmisko vielu reģistrāciju, izvērtēšanu, licencēšanu un apriņķi. REACH darbības ietvaros ir noteikti būtiski ierobežojumi dažādu produktu iekļaušanai izstrādājumos un maisījumos, tajā skaitā organiskajiem dzīvsudraba savienojumiem, kas ir pazīstami kā katalizatori hidroksilētu polimēru un izocianātu sistēmās.

Darba mērķis ir izvērtēt dažādu katalizatoru aktivitāti polipievienošanas reakcijā plastifikatorus un pildvielas saturošās hidroksilētu polimēru un izocianātu sistēmās un izvērtēt iespējas aizvietot dzīvsudraba katalizatorus ar videi mazāk bīstamiem savienojumiem. Tāpēc ir svarīgi noskaidrot katalizatora darbības indukcijas periodu, gēla veidošanās punktu un konstatēt ķīmiskās saites veidošanos starp matricas sastāvdaļām. Šim nolūkam piemērota ir reoloģijas metode.

Reoloģija ir zinātne par plūsmas un deformācijas pētīšanu pie noteiktiem ārējiem iedarbības apstākļiem. Reoloģiskās īpašības piemīt daudziem materiāla veidiem – šķidrumiem, polimēra šķīdumiem, krēmiem, pastām un polimēriem. Bet, lai varētu salīdzināt katalizatorus, ir jāizstrādā plastifikatorus un pildvielas saturošu hidroksilētu polimēru un izocianātu sistēmas matricu, kurai pievieno dažādus katalizatorus.

Pētītajā divkomponentu sistēmā (matrica) A komponente satur pildvielas, plastifikatoru, hidroksilētu polimēru un katalizatoru, bet B komponente - pildvielas, plastifikatoru un izocianātu. A komponentē tika mainīti katalizatori, kurus atsevišķi iemaisa ar centrālās tipa maisītāju „Speed mix”. Pēc tam ar to pašu maisītāju kopā samaisa A un B komponentus. Iegūto maisījumu (matricu) testē ar rotācijas viskozimetru (reometru) oscilācijas režīmā, kur paraugu vienmērīgi deformē divos pretējos griešanas virzienos. Šo procesu raksturo ar amplitūdu un frekvenci.

Oscilācijas režīmā pētītās matricas parametri mainās laikā – notiek polimēra šķērssaitīšanās. Matemātiski pārrēķinot iegūtos analītiskos signālus (maisījuma viskozi-elastīgās deformācijas raksturojošos parametrus), tos attēlo grafiski: G'' – zuduma modulis (viskozā komponente), G' - elasticitātes modulis (elastīgā komponente) un fāzes nobīdes leņķa (δ°) atkarība no cietēšanas laika (t).

Pētīto sistēmu cietēšanas kinētika (ar dažādiem katalizatoriem) tika salīdzināta un novērtēta to elastīgā un viskozā komponente, fāzu nobīdes leņķi un viskozitāte (η). Šie parametri ļauj spriest par pētīto sistēmu pāreju no šķidra tipa matricas uz cietam ķermenim tuvu matricu, ķīmiskās saites veidošanās sākumu matricā un citām pārvērtībām.

Izvērtējot iegūtos rezultātus, ir konstatēts, ka iespējams aizstāt dzīvsudraba katalizatoru ar titāna organiskajiem katalizatoriem vai cikliskajiem amīna katalizatoriem. Šo katalizatoru nepieciešamā koncentrācija ir lielāka un to cietēšanas profils ir ar izteiktu īpatnējo indukcijas periodu.

POLIURETĀNU NANOKOMPOZĪTU PĀRKLĀJUMU IEGŪŠANA AR IZSMIDZINĀŠANAS PAŅĒMIENU

Poliuretānu materiāli ir sintētiski polimēri, kuri plaši izplatīti tehnikā un tautsaimniecībā. Poliuretānus raksturo augsta stiprība, elastība, kā arī paaugstināta izturība pret agresīvām vidēm un ūdens iedarbību. Savukārt poliuretāniem ir nepietiekama izturība pret termisko un termooksidatīvo destruktiju. Viens no paņēmieniem, kā var uzlabot poliuretāna īpašības, ir nanokompozītu pagatavošana, ievadot poliuretāna matricā nanoizmēra daļiņas.

Polimēru nanokompozīti ir jauna, bet ļoti perspektīva polimēru kompozītmateriālu grupa, ko raksturo ļoti labas īpašības pie relatīvi neliela pildvielu satura (līdz 3 masas %). Nanokompozītu izmantošanas iespējas strauji paplašinās, un to aktīva pētīšana turpinās arī šodien.

Pētījums ir saistīts ar poliuretānu nanokompozītu iegūšanu ar uzsmidzināšanas paņēmieni paaugstinātā temperatūrā, neizmantojot šķīdinātājus. Ar uzsmidzināšanas paņēmieni ir pagatavotas poliuretāna plēves ar trim dažādām nanopildvielām: oglekļa nanocaurulītēm, cinka oksīdu un montmorilonītu. Nanodaļiņu koncentrācija poliuretānā ir tikai 0,1 masas %. Paraugiem noteiktas mehāniskās, elektriskās un antibakteriālās īpašības.

Plēvju iegūšanai izmantoja putu ģeneratoru „*Reactor E-10 Graco Gusmer*” (att.), kas sastāv no divām tvertnēm un kompresora. Tvertnes piepilda ar poliuretāna izejvielām: rapšu eļļas poliolu un izocianātu. Poliolum pievieno arī palīgvielas: katalizatoru, molekulāros sietus, pretputošanas piedevu un nanodaļiņas. Smidzināšanas procesa parametri ir šādi: poliola un izocianāta temperatūra 50⁰C, gaisa temperatūra 18⁰C, gaisa mitrums 54%, spiediens, pie kura notiek izsmidzināšana - 130-140 atm.

Konstatēts, ka, mērķtiecīgi pievienojot poliuretānam nanodaļiņas, ir iespējams būtiski palielināt materiāla elastības moduli, uzlabot elektrovadītspēju un antibakteriālās īpašības.



Att. Reaktors E-10 Graco Gusmer.

KOKRŪPNIECĪBAS BLAKUSPRODUKTU IZMANTOŠANAS IESPĒJAS KOKSNES POLIMĒRU KOMPOZĪTA IEGŪŠANAI

Mehāniskos kokapstrādes procesos rodas ļoti daudz atlikumu, kas var sasniegt pat 50 % no gatavās produkcijas apjoma. Visi koksnes materiāli satur koksnes šķiedras, kas ir lignocelulozi saturoši šķiedrmateriāli. Dabiskās, t.sk. koksnes, šķiedras ir efektīva armējoša piedeva polimēru kompozītos, un uz to bāzes var veidot labai draudzīgus biokompozītus, kas īpašu ievērību ir ieguvuši pēdējo 20 gadu laikā. Tas tāpēc, ka celulozi saturoši materiāli dabā strauji atjaunojas, to izvēle ir ļoti plaša, tie ir lēti un var rasties kā blakusprodukti dažādos rūpnieciskos procesos, piemēram, pārtikas, kokapstrādes u.c. rūpniecības nozarēs. Darba mērķis ir aprobēt kokrūpniecības blakusproduktu, kas rodas saplākšņa ražošanas procesā, - saplākšņa frēzskaidas (SFS) un saplākšņa slīpēšanas putekļu (SSP) izmantošanas iespējas termoplastisku polimēru kompozītu iegūšanai. Kā polimēra matricu izmantoja polipropilēnu (PP), marka Mosten MA-712, bet par starpfāžu modifikatoru kalpoja maleinizētais polipropilēns (MAPP), marka Licocene PP MA7452, ar skābes skaitli 41 mg KOH/g. Sistēmu stabilizēja ar termostabilizatoru Hostanox 03 P. "Zaļos" kompozītus ieguva no termoplastiskās cietes (TPC) Biotec, to modificējot ar SSP un plastificējot ar glicerīnu. Materiālam noteica pildvielas satura un modifikatora daudzuma ietekmi uz kompozīta stiepes, lieces īpašībām un triecienizturību, kā arī novērtēja tā tecētspēju. Optimāla sastāva kompozīcijām papildus novērtēja arī virsmas mikrocietību un ūdensizturību. Apkopojot iegūtos rezultātus, noskaidrots, ka maksimālā pildījuma pakāpe kompozītā ir 50-60 mas.%, pie kuras materiālam vēl saglabājas pietiekoša tecētspēja, lai to varētu pārstrādāt ar tradicionālajām polimēru pārstrādes metodēm, piemēram, ekstrūziju. MAPP nesaturošām sistēmām SFS pildvielas ievadīšana palielina tikai stiepes un lieces moduļu vērtības, bet pazemina stiepes stiprību, sagraušanas deformāciju, triecienizturību un tecētspēju. Modificējot optimāla satura (50 mas.% SFS) kompozīciju ar MAPP (3,5,7 mas.%), sasniedza visu fizikāli-mehānisko rādītāju palielināšanos. Turklāt optimālā MAPP koncentrācija kompozītā ir 5 mas.%. Palielinot MAPP saturu līdz 7 mas.%, novēro tikai triecienizturības un tecētspējas pieaugumu. Polipropilēna un kompozītu virsmas mikrocietība, kuru novērtēja pēc Vikersa metodes, uzlabojās gan pildītai 50 mas.% SFS un nemodificētai, gan modificētai ar 5mas.% MAPP sistēmām. Turklāt mikrocietības pieaugums ir ievērojams: no 82 MPa polipropilēnam līdz 425,5 MPa pildītām sistēmām. Ūdens sorbcijas mērījumu kinētika parādīja, ka pēc 600 stundu izturēšanas ūdenī 23⁰ C, paraugos sorbētais ūdens daudzums nepārsniedz 7.5%, kas ir labs rādītājs šādām sistēmām. Tāpēc kā optimāla sastāva kompozīciju var rekomendēt polipropilēnu, kas satur 50 mas.% SFS+5 mas.% MAPP+1,5 mas.% Hostanox 03P (no PP daudzuma). „Zaļos” kompozītus sākotnēji mēģinājām iegūt, ievadot SSP (līdz 30 mas.%) tieši termoplastiskās cietes kausējumā, bet iegūtie kompozīti bija ļoti trausli un no tiem nebija iespējams izcirst paraugus stiepes pārbaudēm. Tāpēc kompozīcijas, kurās pildījuma pakāpe pārsniedz 10 mas.%, nācās plastificēt ar glicerīnu (termoizturība līdz 290⁰C.). Izpētot kompozīciju lieces īpašības un nosakot triecienizturību, konstatēts, ka optimālais glicerīna daudzums TPC kompozītā varētu būt 10 mas.%, bet SSP pildvielas saturs līdz 30 mas.%. Tātad SSP un SFS pildvielas var sekmīgi izmantot polipropilēna kompozītu iegūšanai.

Pateicība

Darbs veikts sadarbībā ar AS „Meža nozares kompetences centrs” iepirkuma līguma Nr. 4-06/28-P2 ietvaros, kas finansēts no ERAF-Eiropas reģionālās attīstības fonda līdzekļiem.

MODIFICĒTUS MĀLUS SATUROŠU STIROLA-AKRILĀTA KOPOLIMĒRA NANOKOMPOZĪTU IEGŪŠANA UN MEHĀNISKĀS ĪPAŠĪBAS

Pēdējos gados ļoti populāri ir kļuvuši slāņaino silikātu nanokompozīti, jo jau pie mazām pildvielu koncentrācijām ir novērojams krass īpašību pieaugums. Viena no problēmām, ar kuru saskaras, veidojot slāņaino silikātu nanokompozītus, ir to savietojamība ar polimēru matricu. Tā kā pati pildviela ir hidrofila, bet polimēru matricas ir salīdzinoši nepolāras, ir apgrūtināti vienmērīgi disperģēt pildvielu polimēru matricā. Lai uzlabotu šo savietojamību, mālus organiski modificē, tādā veidā padarot tos organofīlus un uzlabojot polimēra savietojamību ar pildvielu.

Slāņaino silikātu organiskās modificēšanas rezultātā galerijās esošos neorganiskos katjonus aizvieto ar organiskajiem katjoniem. Šie organiskie katjoni palielina mālu starpplākšņu attālumu, samazina virsmas enerģiju un hidrofilītāti, līdz ar to polimēru makromolekulas var vieglāk difundēt mālu galerijās, kā rezultātā mālu monoslāņi tiek atbīdīti tālāk viens no otra, un pildviela tiek vienmērīgāk disperģēta polimēru matricā. Modificētās pildvielas savietojamība ar polimēru matricu ir atkarīga arī no izvēlēta modifikatora.

Darbā kā matricas materiāls tiek izmantota stirola-akrilāta kopolimēra 50% ūdens suspensija, un kā pildvielas 2 illīta māli (L-51-2013, A-1-2013), komerciāli pieejams bentonīts (LVF) un 4 laboratorijā iegūti organomāli (LVF-JS1, LVF-JS2, LVF-JS3, LVF-JS4). Kompozīcijas iegūtas ar šķīduma interkalācijas metodi ar 1, 3 un 5 masas% pildvielu saturu. Bentonītu organiski modificē, izmantojot 4 dažādus jonu šķidrumus - tetraetilamonija tetrahloroferrātu (JS1), dodecil-1-piridīnija bromotrihloroferrātu (JS2), 1-dodecilpiridīnija bromīdu (JS3) un 1-heptilpiridīnija bromīdu (JS4).

To, ka organiskie katjoni ir iespiedušies mālu galerijās, norāda gan rentgenstruktūras rezultāti, jo novērojama raksturīgā 2q refleksa nobīde mazāku 2q vērtību virzienā, gan iegūtie TGA rezultāti, kur organiski modificētajiem māliem novērojami 3 masas kritumi, kamēr tīrajam bentonītam tikai divi. Modificējot polimēru matricu ar slāņaino silikātu pildvielu, novērojama stiklošanās temperatūras novirzīšanās uz augstākām temperatūrām, savukārt polimēru matricas sadalīšanās temperatūra tiek palielināta maksimāli par 25°C. To, kāpēc pildviela neatstāj nozīmīgu ietekmi uz polimēru matricas termisko izturību, var skaidrot ar termiski neizturīgu modifikatoru. LVF-JS1 un LVF-JS2 organomāli jau pie 1% pildvielas satura palielina matricas stiepes sagraušanas spriegumu, būtiski nemainot sagraušanas deformāciju, salīdzinot ar nemodificētā bentonīta modificēšanas ietekmi. To varētu skaidrot, ka polimēra matricai ir labāka mijiedarbība ar modificēto slāņaino silikātu pildvielu.

Izanalizējot iegūtos rezultātus, secinām, ka illīta mālu modificēšanas ietekme uz polimēru matricu, salīdzinot ar tīro bentonītu un organomāliem, ir minimāla, savukārt LVF-JS1 un LVF-JS2 ir vislielākā modificēšanas ietekme, uz ko norāda, gan stiklošanās temperatūras pieaugums, gan matricas termiskās izturības pieaugums, gan stiepes tecēšanas un sagraušanas sprieguma pieaugums, būtiski nemainot tecēšanas un sagraušanas deformācijas jau pie 1% pildvielas satura.

POLIVINILSPIRTA UN POLIVINILACETĀTA KOMPOZĪTU PĒTĪJUMI

Polivinilspirts (PVS) ir puskrīstālisks, ūdenī šķīstošs, bioloģiski sadalāms un netoksisks polimērs. Polivinilacetāts (PVA) – amorfs, ūdens emulsiju veidojošs polimērs.. Dietilēnglikols (DEG) ir ūdenī šķīstošs organisks savienojums, kas ir labs plastifikators un emulsifikators dažādiem polimēriem. DEG ir kopīgs plastifikators gan PVS, gan PVA.

PVS plēvju veidā izmanto iepakojšanā, medicīnā, tekstilrūpniecībā, poligrāfijā. PVA galvenokārt izmanto līmju ražošanā, krāsu rūpniecībā, bet DEG pamatā izmanto celofāna, poliuretānu un citu polimēru ražošanā, kā arī antifrīzos un bremžu šķidrumos.

Darba mērķis bija izpētīt PVS, PVA un to maisījumu plēvju īpašību atkarību no tā sastāva, žūšanas temperatūras, plēvju biezuma, plastifikatora klātbūtnes un daudzuma, kā arī novērtēt un matemātiski apstrādāt PVS, PVA un no to maisījumu plēvju desorbcijas iegūtos datus.

Pētījuma veikšanai ir izmantoti PVS (granulas, MM = 145 000 g/mol, HP = 98 %; ГОСТ 10779-78 16/1) un PVA (50% ūdens emulsijas, vidējais daļiņu izmērs 0.4-2.5 μm; DHS S1 Celanese Mowilith) polimēri.

Plēves iegūtas ar liešanas metodi no neplastificētiem un plastificētiem ar DEG 10% PVS un 10% PVA ūdens šķīdumiem, izmantojot to liešanu PS Petri traukos, un atstājot tos žāvēties 25°C, 35°C un 45°C temperatūrā līdz plēvju konstantai masai. Iegūto plēvju biezums sastāda 1000, 1500, 2000 ±10 mikronus. Iegūto plēvju biezumi pārbaudīti, izmantojot Mitutoyo Absolute biezummērītāju ar izšķirtspēju 0.001 mm. Maisījumu plēvju iegūšanai ir izmantotas dažādas PVA un PVS šķīdumu daudzuma attiecības: 100% PVA, 70% PVA un 30% PVS, 30% PVA un 70% PVS, 100% PVS.

Iegūtajām plēvēm ir novērtēta ūdens desorbcija, mainoties dažādiem parametriem: sastāviem, temperatūrām, biezumiem, plastifikatora daudzumam. Konstatēts, ka žūšanas kinētisko līkni var sadalīt 3 apgabalos: polimēra šķīduma uzsildīšana līdz vides temperatūrai, pastāvīga ātruma un krītoša ātruma periodos. Katram periodam ir izdalīti šo periodu starta laiki un paliekošais ūdens saturs atbilstošajā laikā. Ir secināts, ka, paaugstinoties temperatūrai, paliekošais ūdens saturs plēvē samazinās, bet palielinoties DEG saturam – palielinās.

Eksperimentāli noteiktās ūdens desorbcijas kinētiskās līknes ir matemātiski apstrādātas. Secināts, ka matemātiskā apstrāde ir lietderīga, pētot žūšanu. Pastāvīga ātruma žūšanas periodu apraksta lineārs kinētiskās līknes apgabals. Eksperimentālos datus aproksimējot un diferencējot laikā, iegūstam šī perioda ūdens desorbcijas ātrumus. Ir novērots, ka pie vienāda sastāva un temperatūras ūdens desorbcijas ātrums samazinās, ja nav DEG (palielinoties biezumam) vai pie konstanta biezuma (palielinoties DEG saturam), bet pie konstanta biezuma un DEG satura palielinoties temperatūrai – ātrums palielinās.

Logaritmējot ātruma vērtības un izmantojot Areniusa vienādojumu, ir aprēķinātas ūdens iztvaikošanas aktivācijas enerģijas. No iegūtajiem aprēķinu rezultātiem ir noskaidrots, ka, jo lielāks ir DEG un PVS saturs, jo lielākas enerģijas ir jāpārvar ūdens molekulām, lai atbrīvotos no polimēra.

Iegūtā informācija par PVS, PVA, un to maisījumu žūšanas kinētiku:

- ir nozīmīga tehnoloģisku procesu analīzei un aprēķiniem;
- var būt pielietota kompozītmateriāla izgatavošanā;
- risina praktiskus tehnoloģiskos uzdevumus, kas ir saistīti ar komponentu un žūšanas parametru izvēli.

MODIFIKATORA IETEKME UZ ZNO SATUROŠU PP NANOKOMPOZĪTU MEHĀNISKAJĀM ĪPAŠĪBĀM

Polimērmateriāli katru gadu kļūst arvien populārāki. Vispielietotākie ir termoplastiskie poliolefīni ir polipropilēns un polietilēns. Šo materiālu pielietošana tīrā veidā un kompozītmateriālos pieaug katru gadu. Īpaša uzmanība tiek pievērsta tieši kompozītmateriāliem, jo tie spēj uzrādīt īpašības, kuras nepiemīt izejas materiāliem. Pagājušajā gadsimtā pildvielas tika pielietotas, lai samazinātu izmaksas, izmantojot relatīvi dārgo polimērmateriālu. Šobrīd tās jau tiek ievadītas mērķtiecīgi, lai uzlabotu materiāla īpašības: mehāniskās, termiskās, masas pārneses, lādiņa pārneses u.c. Attīstoties nanotehnoloģijām, vairākas piedevas ieguvušas „otro dzīvi”. Viena no tādām piedevām ir cinka oksīds (ZnO).

Šajā pētījumā mēs izmantojām komerciāli pieejamu izotaktisko polipropilēnu (PP), etilēna-1-oktēna kopolimēra (EOK) termoplastisko elastomēru un PP piepotētu maleīnskābes anhidrīdu (PP-g-MAH). Kā piedevu izmantojām nanostrukturētu ZnO, kuru sintezēja RTU Neorganiskās ķīmijas institūtā. Darba mērķis bija izstrādāt tehnoloģiju jauna veida kompozītu ieguvei, kā arī atrast optimālo ZnO piedevas koncentrāciju, kas uzlabo polimērmatrix elastības moduli un stiprību.

Nanokompozītus ieguvām, uz laboratorijas valčiem samaisot komponentes pie 190 °C temperatūras. Kā matricu mēs izmantojām PP. EOK koncentrāciju kompozīcijā mainījām no 0 līdz 50 masas % (0, 10, 30 un 50 masas %), lai uzlabotu materiāla triecienizturību. Nanostrukturētās ZnO piedevas saturs kompozīcijā bija 0, 0.1, 0.5, 1, 2 un 5 masas %. PP-g-MAH pievienojām, lai uzlabotu organiskās matricas un neorganiskās piedevas savietojamību.

Darbā apskatītas iepriekš minēto kompozītu mehāniskās īpašības stiepes un lieces režīmā, kā arī triecienizturība. Kompozītu struktūras un termiskās īpašības noteiktas, izmantojot diferenciāli skenējošās kalorimetrijas un termogravimetriskās analīzes iekārtas.

Konstatēts, ka pat neliela ZnO koncentrācija ietekmē struktūru un mehāniskās īpašības. Salīdzinājumā ar izejas polimēru ZnO koncentrāciju diapazonā no 0.1 līdz 2 masas % ir redzams noteikts kompozīciju stinguma un stiprības pieaugums. Savukārt pie lielākas ZnO koncentrācijas, it īpaši pie 5 masas %, kompozīta īpašības samazinājās, kas ir saistāms ar pildvielas aglomerāciju.

MELAMĪNA-URĪVIELAS-FORMALDEHĪDA (MUF) UN URĪNVIELAS-FORMALDEHĪDA (UF) SVEĶU ADHEZĪVĀS AKTIVITĀTES UN MODIFICĒŠANAS IESPĒJU PĒTĪJUMI

Mūsdienās ļoti plaši izmanto dažādus, uz bērza finiera bāzes veidotus, līmētus slāņainus materiālus. Vieni no galvenajiem šīs produkcijas veidiem ir dažāda biezuma saplākšņi. To ražošanā kā adhezīvus izmanto uz formaldehīda bāzētus sveķus, kuri ir toksiski, ar kancerogēnām īpašībām un ir atzīti par vienu no lielākajiem vides piesārņotājiem. Formaldehīds izdalās vidē ne tikai saplākšņa ražošanas procesā, bet arī produkta ekspluatācijas laikā. Turklāt līmes slānis ir samērā trausls un tam nav pietiekami labas elastīgās deformēšanās spējas. Šādas paaugstinātas prasības ir izvirzītas izstrādājumiem, kas strādā paaugstinātas mehāniskās slodzes, t.sk. dinamiskās un trieciena slodzes apstākļos. Pie šādiem izstrādājumiem pieder arī jauniešu iecienītie skrituļdēļi, kurus ražo, salīmējot (līdz 7 kārtām) bērza finiera slāņus. SIA „Troja”, ar kuru sadarbībā šis darbs ir veikts, sākotnēji aprobēja UF un MUF sveķus skrituļdēļu izgatavošanai. Taču ražotājus un brīvprātīgos izmēģinātājus neapmierināja skrituļdēļu kvalitāte, kas pie lielākām dinamiskām un trieciena slodzēm salūza, galvenokārt sabrūkot, atslāņojoties pa robežvirsmu līmes slānis-finiera virsma. Darba uzdevums bija uzlabot adhezīvo mijiedarbību tarp līmi un koksnes virsmu, vienlaicīgi palielinot līmes slāņa elastību, lai tas darbotos vienlaicīgi un līdzīgi ar koksni. Kompozīta materiālam ir jābūt lielākai lieces stiprībai un elastībai, lai tas izturētu lielākas trieciena slodzes. Par substrātu kalpoja 1.4 mm biezas bērza finiera sloksnes, bet līmes slāņus uz MUF un UF bāzes modificēja ar dažādām piedevām: polivilbutirāla (PVB) pulveri un šķīdumu butanolā, polivinilacetāta emulsija (PVA), kaučuka lateksu, adipīnskābi un sebacīnskābi. Kā cietinātāju izmantoja amonija hlorīda šķīdumu ūdenī. Kā adhezīvs tika aprobēts arī iepriekš nopresēta PVB plēve. Salīmētajiem (divu slāņu) slāņainajiem paraugiem, kas kalpoja kā modeļa sistēma, pārbaudījām bīdes izturību un deformāciju sagrūšanas brīdī, lieces izturību, moduli un maksimālo izlieci.

Sākotnēji noskaidrojām optimālos līmes savienojuma (paraugu) iegūšanas tehnoloģiskos parametrus: kontaktēšanas temperatūru (T), spiedienu (P) un laiku (t). Izrādījās, maksimālā adhezīvā savienojuma stiprība bīdē (4,8-6.2 MPa) izveidojas jau termiskās kontaktēšanas pirmajās 1.5-2 minūtēs. Kontaktēšanas spiediens 1 MPa, bet temperatūras 120⁰C (MUF,UF) un 140⁰C (MUF+PVB,UF+PVB) gadījumā. Līmes modifikācija parādīja, ka viena no labākajām piedevām ir sebacīnskābe (optimālais saturs sveķos 10 mas.%). Salīmētajiem paraugiem ir viena no lielākām stiprībām bīdē un arī bīdes deformācija sagraušanas brīdī. Tomēr vislielāko adhezīvā savienojuma stiprību ieguva tajā gadījumā, ja par adhezīvu lietoja iepriekš nopresētas PVB plēves, vai sveķiem kā piedevu izmantoja PVB pulveri (20 mas.%). Šis pozitīvais rezultāts izskaidrojams ar to, ka PVB cietējot neizdalās gaistoši blakusprodukti, kas ir grūti aizvadāmi un vienmēr izsauc papildus defektu rašanos līmes slānī. Šķīdinātāja klātie vēl vairāk palielina gaistošo vielu saturu, kas ir jāaizvada parauga kontaktēšanas laikā, tāpēc defektu rašanās varbūtība adhezīva slānī palielinās, kas savukārt pavājina līmes slāņa stiprību. Vairumā modifikatoru klātienē paraugu lieces modulis palielinās, bet vislabākās lieces īpašības parādīja paraugi, kas ir salīmēti ar UF+PVB pulveris. Lielāku elastību novēroja paraugiem, kas salīmēti ar modificētiem UF sveķiem. Tiem lielāku elastību nodrošina tas, ka UF sveķos ir mazāks amino grupu daudzums nekā MUF gadījumā. Līdz ar to UF sveķi veido mazāk sašūtas struktūras.

Pateicība

Darbs veikts sadarbībā ar SIA „Troja” ERAF finansētā projekta ietvaros. Paldies M. Krustam par piegādātajiem materiāliem un iespējām veikt šos pētījumus.

ŪDEŅRAŽA UZGLABĀŠANAS IESPĒJU IZPĒTE DABĪGĀ UN MODIFICĒTĀ CEOLĪTĀ

Pieaugošais pieprasījums pēc enerģijas liek meklēt dažādus papildenerģijas avotus, kuru izmantošana atbilstu ekoloģiskajām prasībām. Viens no šādiem iespējamajiem enerģijas avotiem ir ūdeņradis. Lai ūdeņradi šim mērķim praktiski pielietotu, nepieciešams to efektīvi iegūt, uzglabāt un pārvadāt. Tieši uzglabāšanas jomā ceolītus uzskata par daudzsoļiem materiāliem, to strukturālās daudzveidības dēļ. Pašlaik ir pazīstams 161 ceolītu veids un aptuveni 3 miljoni teorētisko struktūru modeļu.

Darbā pētīta dabīgā klinoptilolīta – heulandītu klases ceolīta – spēja uzglabāt ūdeņradi. Attīrīta un jonu apmaiņu izgājuša ceolīta īpašības salīdzinātas ar termogravimetrijas, Furjē infrasarkanās spektroskopijas, enerģijas dispersīvās spektroskopijas, rentgenstruktūranalīzes un masspektroskopijas metodēm.

Na – klinoptilolīta un kvarca maisījuma paraugiem veiktā BET poru laukuma analīze uzrāda 23,03 m²/g lielu virsmas laukumu, kas ļauj teorētiski prognozēt 1,8 sv.% lielu svara pieaugumu, kas atbilst ūdeņraža gāzes adsorbāta monoslāņa esamībai uz poru virsmas. Šī monoslāņa veidošanās un ūdeņraža gāzes koncentrēšanās ap katjonu centriem skaidrojama ar Lengmīra adsorbcijas vienādojumiem. Pd katalizatora un vienlaicīgi „spillover” efekta veicinātāja izmantošana atļauj ceolīta paraugiem ar mazāku poru virsmas laukumu iegūt līdzīgus rezultātus kā paraugiem ar lielāku poru laukumu. Mg²⁺, Li⁺ un NH₃⁺ jonu apmaiņu izgājušie paraugi ļauj raksturot dažādu katjonu ietekmi uz adsorbētās gāzes daudzumu ceolīta paraugos. Svara pieaugums paraugos virs 2 sv.% skaidrojams ar inerto gāzu iekapsulēšanos, tām karsēšanas laikā deformējot silīcija-alumīnija oksīdu tetraedrus, tādējādi ļaujot ūdeņraža gāzei ieplūst un nosprostoties aiz lielākajām inertās argona vai slāpekļa gāzes molekulām. Termogravimetrijas rezultāti liecina par pietiekošu ūdeņraža uzglabāšanas spēju, lai ceolīti raisītu interesi to tālākai izpētei.

Pateicība

Valsts Pētījumu programmai Enerģētikā par finansiālo atbalstu.

POLIMĒRU-HROMOFORU SISTĒMU NELINEĀRĀS OPTISKĀS ĪPAŠĪBAS

Polimēru izcilās optiskās īpašības nosaka to plašu pielietojumu fotonikā, lāzera tehnoloģijā un optoelektronikā. Vislielākais pieprasījums pēc polimēriem ir saistīts ar optisko vadu, modulatoru un pārveidotāju izgatavošanu.

Polimēru galvenās priekšrocības salīdzinājumā ar neorganiskiem stiklveida materiāliem ir to zemā cena, relatīvi vienkāršā optiski aktīvu polimēru izgatavošana un arī īpašību daudzveidība.

Jāatzīmē, ka polimērus var pārveidot par optiski aktīviem, tiem vienkārši pievienojot hromoforu grupu saturošās organiskās mazmolekulārās vielas ar nelineāri optiskām īpašībām jeb NLO-hromoforus. Pateicoties savai ķīmiskajai struktūrai un struktūrā esošajiem π -elektroniem, NLO-hromofori ir spējīgi ātri pārveidot optiskos signālus.

NLO parādība saistīta ar signāla (lāzera stara) frekvences maiņu, pārvietojoties materiālā. Frekvence var gan dubultoties, tātad norisinās tā sauktā otrās harmonikas ģenerēšana; bet dažkārt frekvence var arī trīskāršoties – tad notiek trešās harmonikas ģenerēšana. Šīs parādības tiek izmantotas, lai pārveidotu, t.i., modulētu lāzera stara frekvenci un intensitāti.

Mūsu pētījums ir saistīts ar NLO-polimēru sistēmu iegūšanu ar ļoti lielu optiskās nelinearitātes koeficientu. N,N-Dimetilaminobenzilidēna 1.3-indandiona (DMABI) bipolārā molekula izvēlēta kā NLO-hromofors. Jāuzsver, ka DMABI molekulai raksturīga ļoti īpatnēja ķīmiskā struktūra, kura arī nosaka to izvēli par NLO-hromoforu. DMABI sastāv gan no elektrondonorās, gan no elektronakceptorās daļas, kuras tiek savienotas ar CH tiltiņu.

NLO efekti ir saistīti ar hromofora molekulu orientāciju polimērā ārējā elektriskā lauka ietekmē. Polimēram jā saglabā optiskā caurlaidība. Polikarbonāts (PC), Polivinilpiridīns (PVP), Polisulfons (PSU) un Poli(metil-metakrilāts) (PMMA) tiek izvēlēti kā matricas polimēri DMABI molekulas ievadīšanai. Mērķis ir izpētīt pagatavoto optiski aktīvo polimēru materiālu NLO- īpašības un noteikt, ka DMABI koncentrācija ietekmēs otrās harmonikas procesu un lāzera stara intensitāti.

Kopumā sagatavotas vairākas (3) paraugu sērijas ar dažādu DMABI koncentrāciju: 1, 5, 10, 15 un 20%. PSU, PC, PMMA plēves atliešana uz ITO notika ar rotācijas (*spin coating*) metodi. Izmantoti sekojoši tehnoloģiskie parametri: paātrinājums 800 apgr./min, ātrums 900 apgr./min², un rotēšanas laiks 3 s. PVP paraugu plēvju atliešanu veica ar liešanas metodi un pēc „blade casting system” principa. Iegūtās plēvītes ir no 0.11 līdz 5 μ m biezas. Biezumu mērīja, izmantojot profilometru. DMABI orientēja, uzsildot paraugu virs polimēra stiklošanas temperatūras, izmantojot „Corona Poling” iekārtu augstā elektriskā sprieguma laukā. Pieliktais spriegums ir 2500 ± 100 V.

Otrā harmonikas parādība novērtēta, izmantojot datorizētu eksperimentālo aparāturu. Lāzera starojuma avots ir Nd:YAG lāzers ar viļņa garumu $\lambda=1.064$ μ m. Otrās harmonikas signāls tiek detektēts ar foto pavairotāja caurulīti. Aprēķini veikti ar datoru.

TEKSTILIJU UGUNSIKTURĪBAS UZLABOŠANAS PĒTĪJUMI

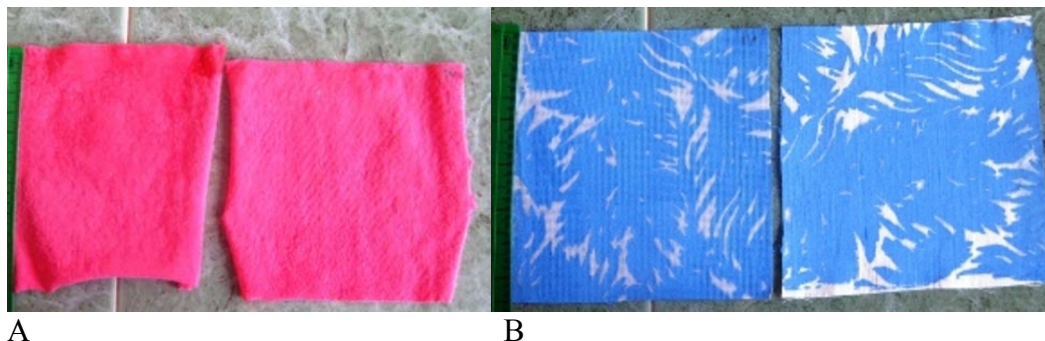
Mūsdienās joprojām liela problēma ir tekstiliju degamība. Tās samazināšana ir aktuāla gan ikdienā lietojamiem, gan tehniskajiem, gan speciālas nozīmes izstrādājumiem. Vairums tekstilizstrādājumu ir viegli uzliesmojoši, tāpēc to apdarei ugunsizturības uzlabošanai ir liela nozīme cilvēku aizsardzības nodrošināšanā.

Šajā pētījumā veikti celulozes šķiedras – kokvilnas un sintētiskās šķiedras – poliestera (PES) audumu degamības samazināšanas pētījumi. Tekstiliju apdarei izmantots preparāts ITOFLAM PES (ciklisks liesmu slāpējošs fosfonāts sintētisko tekstilizstrādājumu un to maisījumu apstrādei) ar piesūcināšanas paņēmieni, pētot sārmainās vides nodrošinošo aģentu Na_2CO_3 , Na_2HPO_4 un NH_4OH ietekmi.

Degamības tests veikts, izmantojot metodiku, kas izstrādāta, pamatojoties uz LVS EN ISO 15025:2003 prasībām. Paraugu izmēri 10x10 cm, testēšanas pozīcijas: apakšējā mala šķēru virzienā un parauga centrā no apakšas 3 cm attālumā no liesmas gala (laiks - 30 s). Noslēguma pētījumiem izvēlēta pozīcija centrā no apakšas, jo, dedzinot no apakšējās malas šķēru virzienā, visi kokvilnas paraugi sadeg, poliestera – kūst un sarullējas.

Pētījumos par preparāta ITOFLAM PES koncentrācijas ietekmi (60g/L, 100g/L, 140g/L) kopā ar sārmainajiem aģentiem (koncentrācija 60g/L), vislabākos rezultātus degamības testā uzrāda ITOFLAM PES 140g/L koncentrācija kombinācijā ar NH_4OH 60g/L, bet poliestera gadījumā neviena no piedevām nedod ievērojamu rezultātu – tas turpina kust.

Eksperimentu turpinājumā optimālā piesūcināšanas tehnoloģija izmantota pārklājumiem un apdrukāšanai ar 2 dažādiem sastāviem, izmantojot komerciālas pastas Tubiscreen EX-TS un Printperfect LAC 60 kopā ar antipirēnu Sb_2O_3 (att.).



Att. Tekstilijas ar pārklājumu: nepārtraukts (A); apdrukāts (B).

Aizsaragpārklājumi uzlabo tekstiliju nedegamību.

Kopumā pētījumu rezultāti liecina, ka ITOFLAM PES preparāts samazina kokvilnas degamību un veicina liesmas nodzišanu, veidojot pārogļojošos atlikumu. Papildus pretaizdeģšanās pārklājums samazina kokvilnas degamību, neļaujot tai aizdegties 30 s laikā 3 cm attālumā no liesmas gala.

Konstatēts, ka poliesters nedeg, bet kūst. Piesūcināšanas paņemiens neietekmē degamības rādītājus. Pārklājuma uznešana atsevišķos gadījumos novērš poliestera kušanu.

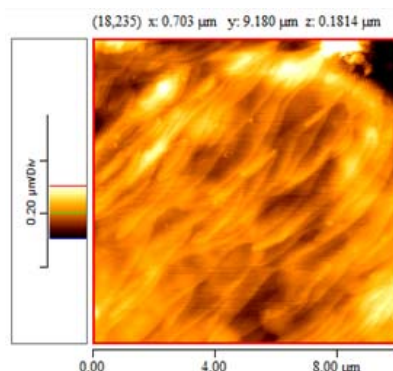
KRISTALIZĀCIJAS PĒTĪJUMI PLĀNĀS POLIMĒRU KĀRTIŅĀS

Polimēru kristalizācijai noteiktā telpiskā ierobežojumā pēdējā laikā tiek pievērsta ar vien lielāka uzmanība, īpaši, ja kristalizācija noris plānās (biezums mazāks par 1000 nm) un ultra plānās (biezums mazāks par 100 nm) kārtiņās uz cieta substrāta. Kristalizācijas pētījumiem plānās un ultra plānās ierobežotās plēvētēs ir divi mērķi: attīstīt jaunas tehnoloģijas un uzlabot esošās, un iegūt jaunus rezultātus labākai polimēru kristalizācijas izpratnei. Plānām polimēru plēvētēm ir vairāki potenciāli pielietojuma veidi molekulārajā elektronikā, optikā, sensoros un saules bateriju šūnās. Polimēru ķēžu orientācijai, segmenta kustīgumam un virsmas brīvajai enerģijai polimēra-substrāta saskares vietā var būt izšķiroša nozīme kristalizācijai plānās plēvētēs, lai gan, pētot kristalizāciju tilpumā, šie faktori parasti netiek ņemti vērā.

Pētījumā tika izmantotas silīcija plāksnītes (111), kuras tika attīrītas no organisko vielu pārpalikumiem uz virsmas ar H_2SO_4 un H_2O_2 šķīdumu (2:1), pēc tam apstrādātas ar HF (48%), lai noņemtu oksīda slānīti un padarītu virsmu hidrofobu. Polimēra kārtiņas iegūšanai tika lietots lineārs zema blīvuma polietilēns (LZBPE), kurš pirms izmantošanas tika attīrīts, to izšķīdinot toluolā un izgulsnējot polimēru ar etanola palīdzību. Pēc žāvēšanas to izšķīdināja dekalīnā, iegūstot šķīdumus ar dažādām koncentrācijām (0.25%, 0.5%, 1%, 1.5%) un trīs 0.5% šķīdumus ar nanodaļiņām MMT, CNT un SiO_2 . Kārtiņas uz Si plāksnītēm ieguva ar rotācijas metodi (spin-coating) un iegūtās plēvēs pārkausēja pie 160°C un kristalizēja pie 110°C .

Iegūtie paraugi vispirms tika apskatīti optiskajā mikroskopā. Tika novērots, ka vienmērīga kārtiņa uz plāksnītes tika iegūta no 1% un 1.5% polimēra šķīdumiem, zemākās koncentrācijās polimērs uz substrāta veidoja atsevišķus pilienus. Salīdzinot 0.5% šķīduma kārtiņu ar 0.5% šķīduma, kuram pievienotas nanodaļiņas, optiskajā mikroskopā izteiktas izmaiņas netika novērotas.

Paraugus pētīja arī ar atomspēku mikroskopu punktējošā (*tapping*) modā. Tika noteikti kārtiņu biezumi un konstatēts, ka, pieaugot izmantotā polimēra šķīduma koncentrācijai, pieaug arī kārtiņas biezums, piemēram, 0.25% šķīduma gadījumā tas bija vidēji 200nm, savukārt 0.5% gadījumā - 500 nm. Kārtiņās, kuru biezums ir 1000 nm un lielāks, novērojamas tikai augšupvērstās lamellas, savukārt mazākos biezumos - gan augšup vērstu lamellu, gan plakano lamellu morfoloģijas. Nanodaļiņu ietekmē, neatkarīgi no plēvēs biezuma, veidojās tikai augšup vērstās lamellas. Attēlā redzama 20-50 nm bieza kārtiņa, kur tumšākie laukumi atbilst plakanai, kūļveida lamellai, savukārt gaišākie augšupvērstām lamellām – sferulītiem.



Att. Atomspēku mikroskopa attēls plānai kārtiņai, iegūtai no 0.5% LZBPE šķīduma.

POLIURETĀNU HIBRĪDKOMPOZĪTU PĒTĪJUMI

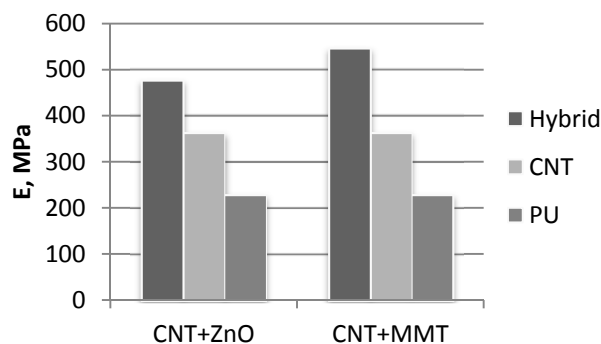
Polimēru nanokompozīcijas ir ļoti perspektīvi materiāli, kuros atklājas daudz neparedzētu īpašību. Sīkās daļiņas, kā pildvielas, radikāli uzlabo kopējā materiāla mehāniskās īpašības. Gan mehānisko, gan fizikālo īpašību uzlabojumi tiek panākti zemā koncentrācijas diapazonā (0,01 – 5 mas.%), salīdzinājumā ar tradicionāliem kompozītiem, kuros pildvielu tilpumdaļa kompozītmateriālā var sasniegt 20 – 60%.

Nanokompozīciju iegūšanā gan jāstopas ar zināmām problēmām. Nanopildvielas savas augstās virsmas enerģijas dēļ pastiprināti koagulējas šķidrā vidē, kas traucē iegūt homogēnu dispersiju. Pat pēc dispersijas apstrādes ar ultraskaņu, kas nevainojami spēj izkliedēt nanodaļiņas tilpumā un izveidot homogēnu solu, nanopildvielas īsā laikā koagulējas, izveido suspensiju un sedimentējas.

Lai novērstu šos trūkumus, tiek lietoti dažādi komplicēti nanodaļiņu virsmu modificēšanas paņēmieni, kuru rezultātā panāk nanodaļiņu un matricas ķīmisku sasaisti. Taču sarežģītais modificēšanas process apgrūtina paralēlo paraugu atkārtotamību.

Šajā pētījumā mēģināts noskaidrot, cik homogēnu un noturīgu nanopildvielu dispersiju iespējams izveidot, ievadot sistēmā papildus pildvielas ar atšķirīgu ģeometrisku raksturojumu. Piemēram, montmorillonīta (MMT) nanoplāksnītes varētu kalpot kā separējoša komponente oglekļa nanocaurulītēm (CNT), nepieļaujot vai aizkavējot CNT koagulāciju. Pilnīgi eksfoliētas MMT nanoplāksnītes hibrīdkompozīcijā darbotos kā barjeras CNT, un otrādi.

Pētījumā noskaidrots, ka šāda metode varētu būt viens no risinājumiem homogēnu dispersiju iegūšanai. Par to liecina rezultāti, kas iegūti, paraugus novērtējot vizuāli, ar optiskā mikroskopa un skenējošā elektronu mikroskopa palīdzību. Noteiktas nanopildvielas saturošo kompozītu deformatīvās īpašības stiepē. Izveidotajām hibrīdkompozīcijām ir par 40-50 % augstāki elastības moduļa rādītāji, salīdzinot ar kompozīcijām, kurās kā pildviela izmantotas tikai CNT.



Att. Divu PU hibrīdkompozītu elastības moduļu vērtību salīdzinājums.

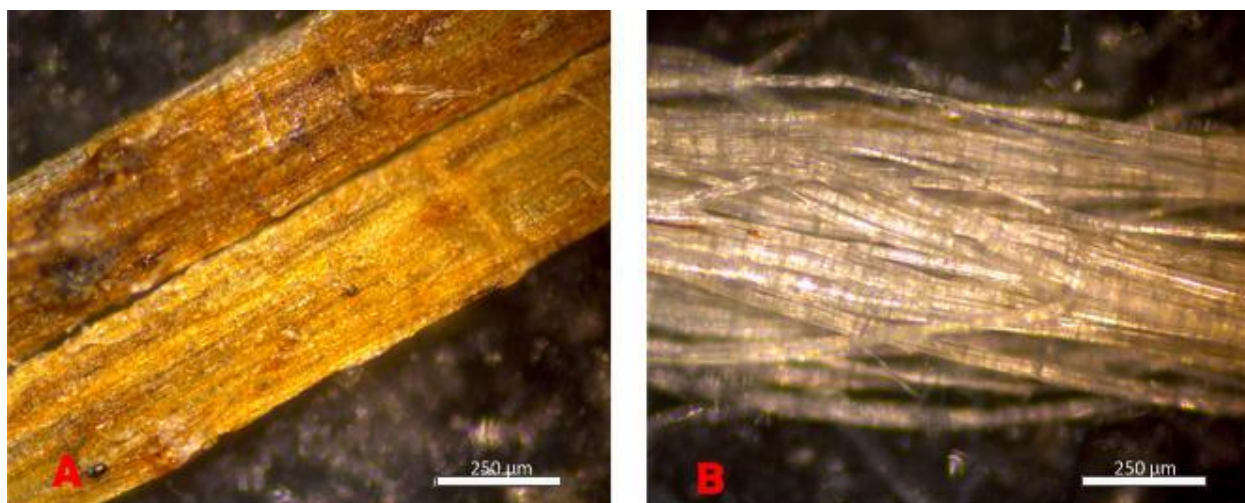
KAŅEPĀJU UN LINU ŠĶIEDRU PIRMAPSTRĀDES TEHNOLOĢIJU IESPAIDS UZ TO ĪPAŠĪBĀM

Visā pasaulē paplašinās kaņepāju un linu šķiedru pielietojums gan tradicionālās tekstilijās, gan tehniskajā tekstilā, līdz ar to arī Latvijā kaņepju audzēšanai un pārstrādei ir lielas perspektīvas, jo arvien vairāk jaunu produktu ražošanai izmanto dabiskos šķiedrmateriālus, tāpēc pieprasījums pēc tiem pieaug.

Darba mērķis ir kaņepāju un linu jēlšķiedru ķīmiskās modifikācijas pētījumi, izmantojot sārmu un enzīmu apstrādes.

Eksperimentā izmantotas kaņepāju šķiedras no Latvijā audzētām *Bialobrzieskie* (Polija) šķirnes kaņepēm un linu šķiedras, kuras iegūtas no SIA „Larelini” atsukām.

Ķīmiskā modifikācija veikta, dažādos variantos kombinējot sārma, celulāzes un pektināzes enzīmu, kuru iedarbība uz celulozes šķiedrām ir atšķirīga ar oksidētāja (H_2O_2) apstrādi. Apstrādes efektivitāte noteikta kolorimetriski ar iekārtu *EASY COLOR QA*, nosakot paraugu krāsu koordinātes (etalons – neapstrādāta šķiedra) un izdarot aprēķinus. Veikti apstrādāto šķiedru baltuma pakāpes, fizikāli mehānisko īpašību un mikroskopiskie (att.) pētījumi.



Att. Neapstrādātas (A) un celulāzes enzīma apstrādātas (B) kaņepāju šķiedras mikroskopija (50 × palielinājums).

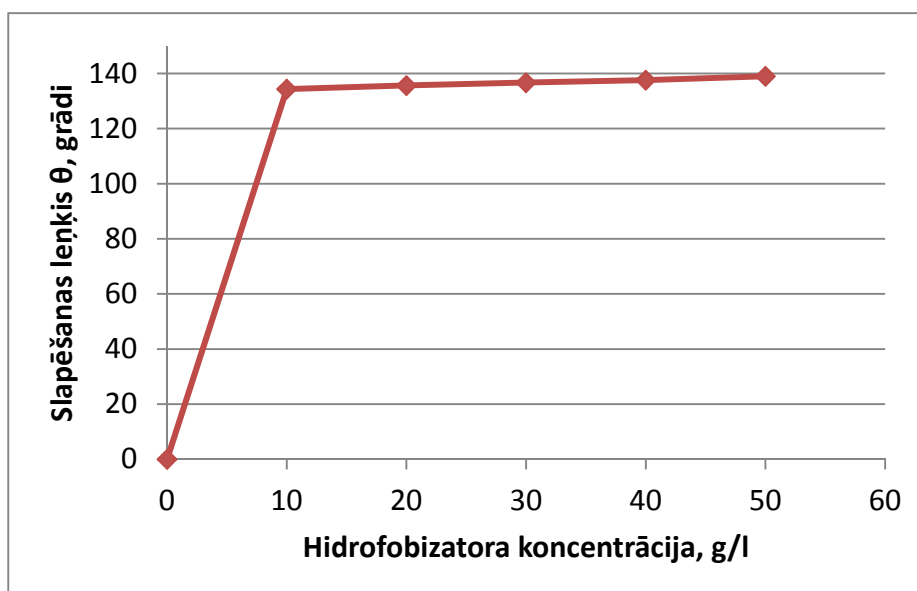
Mikroskopijas pētījumi apliecina enzīmu apdares efektivitāti, ja linu un kaņepāju šķiedrām paredzēta kotonizācija – šķiedru kūlīšu sašķelšana elementāršķiedrās.

Gan enzīmu, gan sārmapdare izsauc lūksnes celulozes šķiedru fizikāli mehānisko īpašību pazemināšanos. Izmantojot dažādas linu un kaņepāju jēlšķiedru apdares tehnoloģiskās shēmas, iespējams iegūt atšķirīgus koloristiskos rādītājus. Pētījumu rezultāti izmantojami dabisko stiebru šķiedru izmantošanai apģērba materiālu un mājas tekstila izstrādājumiem.

CELULOZES SATUROŠU TEKSTILIJU HIDROFOBIZĀCIJAS PĒTĪJUMI

Hidrofobizētu tekstiliju pirmsākumi meklējami jau senā pagātnē, kad efekta iegūšanai izmantoja dabiskās eļļas, taukus. Vēlāk tekstilmateriālus pārklāja ar polimēra slāni. Šādas apdares gadījumā materiāls kļuva ne tikai mitrums, bet arī gaisa necaurlaidīgs. Mūsdienās dažādu valstu firmas piedāvā ķīmiskos ūdeni atgrūdošus preparātus. Tekstilmateriālu hidrofobizācija ir viens no populārākajiem un plaši pielietojamiem apdares veidiem. Šādi pētījumi ir aktuāli arī tekstilnozares Latvijā.

Darbā hidrofobizācijas efekta pētīšanai uz kokvilnas auduma izmantots fluorsaturošais preparāts Tubiguard 27 (firma Bezema, Šveice), kurš uzneš 5 dažādās koncentrācijās (10, 20, 30, 40 un 50 g/l) ar piesūcināšanas-termofiksācijas paņēmieni. Noskaidrota tehnoloģiskā faktora ietekme uz slapēšanas leņķi, kapilaritāti, ūdens necaurlaidību, nesamērcējamību, gaisa caurlaidību un noturību pret mazgāšanu.



Att. Hidrofobizatora Tubiguard 27 koncentrācijas ietekme uz kokvilnas auduma slapēšanas leņķi.

Pētījuma laikā noskaidrots:

- Pētītais preparāts Tubiguard 27 nodrošina kokvilnas auduma augstu hidrofobitāti, kas ir noturīga pret 5 mazgāšanas cikliem.
- Pēc mazgāšanas ir rekomendējama atkārtota termofiksācija.
- Pētītajam hidrofobizatoram ir minimāla ietekme uz kokvilnas auduma gaisa caurlaidību (10, 40, 50 g/l), taču 20 un 30 g/l koncentrācijas gadījumā gaisa caurlaidības koeficienta vērtības pieaug.
- Preparāts nodrošina virsmas nesamērcējamību un palielina auduma ūdens necaurlaidību.
- Optimālā hidrofobizatora uznešanas koncentrācija ir 30 g/l.

I. Andersone, I. Baltiņa (zinātniskā vadītāja)

STIKLŠKIEDRAS SIETS ĀRĒJĀ APMETUMA JAVAS STIEGROŠANAI



Att.
Stiklšķiedras
siets
stiegrošanai.

Darba mērķis ir noteikt attēlā redzamā stiklšķiedras sieta piemērotākos ražošanas tehnoloģiskos parametrus un iegūt šo sietu atbilstoši patērētāja izvirzītajām prasībām.

Apskatīti visi sieta ražošanas posmi un to iespējamā ietekme uz sieta beigu kvalitāti. Īpaša uzmanība pievērsta procesiem, kas iespējams negatīvi ietekmējuši pētāmo sietu.

Apskatīti dažādi pasaulē ražotie stiklšķiedras veidi, to iegūšanas procesa īpatnības un to pielietojuma jomas. Dažādu stiklšķiedras veidu procentuālais sastāvs un īpašības salīdzinātas ar pētīto stiklšķiedras veidu - E-stiklšķiedru jeb alumoborsilikāta stiklšķiedru.

Izpētīta stiklšķiedras sieta izmantošana ārējā apmetuma javas stiegrošanā.

Stiklšķiedras sieta izmantošana nepieciešama, lai labāk saistītu ēkas ārsienas ar uzklāto javu, amortizētu sienas kustības temperatūras vai mehāniskās slodzes ietekmē un atvieglotu sarežģītu laukumu noklāšanu ar vienmērīgu apmetuma javas kārtu. Pareiza sieta izmantošana nodrošina apmetuma noturību, neļauj rasties apmetuma plaisām, kuras savukārt noved pie apmetuma nobiršanas.

Apmetuma javas noturība uz ēkas ārsienas atkarīga no stiklšķiedras sieta kvalitātes, apmetuma javas kvalitātes un šo abu komponentu uzklāšanas precizitātes.

Apmetuma javas uzklāšana sastāv no trīs posmiem. Pirmajā posmā ietilpst ēkas ārsienas sagatavošana un pirmās apmetuma javas kārtas uzklāšana. Otrā posmā ietilpst atbilstošā stiklšķiedras sieta uzklāšana. Trešajā posmā ietilpst otrās apmetuma javas kārtas uzklāšana uz sieta un, iespējams, krāsošana. Abu apmetuma kārtu kopējais biezums un stiklšķiedras armējošā sieta izvietojums apmetumā tieši ietekmē uzklātā apmetuma kvalitāti.

Patērētāja izvirzītā prasība, kuras neatbilstības dēļ nepieciešams mainīt vairākus tehnoloģiskos parametrus, ir pieliekamās slodzes lielums pie noteikta relatīvā pagarinājuma. Šīs patērētāja izvirzītās prasības apkopotas tabulā.

Tabula
Pieliekamā slodze pie noteikta relatīvā pagarinājuma

Virziens	Pagarinājums	Slodze	Mērvienība
Audu	0,25%	>150	N/50mm
	0,50%	>300	
	1,00%	>600	
Šķēru	0,25%	>150	
	0,50%	>300	
	1,00%	>600	

Pētījuma ietvaros mainīti dažādi ražošanas parametri, lai iegūtu stiklšķiedras sietu atbilstoši patērētāja izvirzītajām prasībām, kas nodrošina armējošā sieta saskaņotību ar apmetuma javu. Ražošanas posmos izmantoti šķēru un audu pavedieni ar dažādu uznesto eļļotāju, pavediena lineāro blīvumu un grodumu, pavediena atsevišķo filamentu skaitu un to diametru; dažādām apretēm.

Analizējot 9 dažādos izmēģinājumus, izvēlēti piemērotākie parametri pētāmā sieta ražošanai. Iegūtais siets redzams attēlā.

REKLĀMAS VIEDAPĢĒRBS AR GAIŠMAS UN SKAŅAS EFEKTU

Darba mērķis ir izstrādāt interaktīvu klasiska stila vīriešu mēteli un cimdu, kuru galvenā funkcija ir RTU tēla popularizēšana un cilvēku uzmanības piesaistīšana, izmantojot apģērbā iestrādātu elektroniku: platleņķa gaismas diodes, RGB diodes, infrasarkanās gaismas sensoru cimdā, skaļruņus un tekstilā integrētu slēdzi. Elektronisko elementu savienošanai izmantoti AWG32 vadi un elektrovadoši pavedieni ar izolāciju. Cimdā un mētelis vienotā sistēmā savienojams ar spiedpogām.

Mēteli iestrādātas divas diožu sistēmas:

- 1) mugurdaļas diožu sistēma, kas paredzēta, lai izgaismotu mugurdaļā izšūtu RTU ģerboni;
- 2) priekšdaļas sistēma, kas ir savienota kopā ar skaļruņiem un darbojas mirklī, kad tiek atvērta plauksta. Cimdā īkšķī iestrādātais sensors ieslēdz sistēmu, bet, sensoram saskaroties ar virsmu, sistēma izslēdzas.



Att. Mēteļa tehniskais zīmējums.

Eksperimenti: a) sensora jutības eksperiments, lai pārbaudītu tā darbību uz dažādu krāsu glancētiem un matētiem drukātu materiālu paraugiem CMYK krāsu koda sistēmā.

b) skaļruņa integrācija tekstilmateriālā, uzšujot uz drānas 4 spirāles no atšķirīgiem elektrovadošiem pavedieniem un vadiem. Spirāles tika pieslēgtas pie skaņas pastiprinātāja un strāvas avota; centrā tuvināts magnēts, kura izraisīto vibrāciju dēļ vajadzēja rasties skaņai, kas daļēji izdevās, bet bija nepietiekami izvirzītajam mērķim.

Secinājumi un ieteikumi.

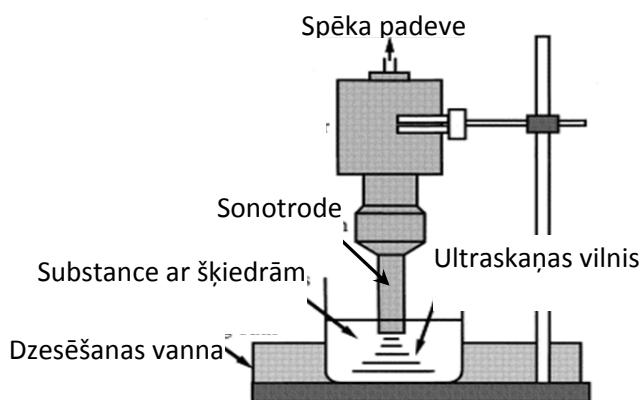
1. Mēteļa izstrāde bijusi veiksmīga. Cimdā un mētelis kā vienota sistēma darbojas atbilstoši sākotnējai iecerei.
2. Prezentējot mēteli plašākai publikai, sākotnēji izvirzītais mērķis par cilvēku uzmanības piesaistīšanu ir sasniegts.
3. Kabatas līstītē iestrādāts tekstilā integrēts spiedslēdzis, kas nodrošina un atvieglo ieslēgšanas/izslēgšanas funkciju.
4. Lai gan sensors reaģē līdzīgi uz dažādiem krāsas paraugiem, tā darbībā tomēr ir vērojamas nestabilitātes, ko ietekmē tādi faktori kā plauksta tvēriens, atstarotā gaisma sensorā un daļēji krāsa.
5. Priekšdaļas plecu daļās iestrādātos skaļruņus un mikrokontrollerus nedrīkst pakļaut ārēju slodžu iedarbībai, lai tos netraumētu. Tehnoloģiski ir izstrādāts risinājums, lai ērti piekļūtu mikrokontrolleriem un skaļruņiem, kā arī pastāv iespēja skaļruņus nomainīt, jo tie sistēmai ir piestiprināti ar spiedpogām.
6. Vairāki no mēteļa elementiem ir atdalāmi (noņemami skaļruņi, baterija), lai tie būtu nomaināmi un utilizējami.
7. Pētījuma izstrāde un prototipa izgatavošana deva iespējas turpmākiem mikrokontrolleru un skaļruņu izvietojuma un integrācijas iespēju pētījumiem.

ULTRASKAŅAS APSTRĀDES IZMANTOŠANA ŠĶIEDRU DEFIBRILĀCIJĀ

Pēdējo gadu laikā pētnieki un ražotāji lieto dabisko šķiedru, lai ar to aizstādu mākslīgi veidotās šķiedras, piemēram, stiklašķiedru. Dabīgās šķiedras tiek izmantotas materiālu stiprināšanai un arī kā pildvielas, lai produktus padarītu videi draudzīgākus. Dabīgo šķiedru priekšrocības: atjaunojams resurss, zemas izmaksas, zems blīvums, augsta īpatnējā izturība un cietība, augsta skaņas slāpēšanas spēja un neabrazīva daba.

Mikrošķiedras diametrs ir no 0.1 līdz 1 μm , tās minimālais garums ir 5-50 μm . Nanošķiedrām vismaz vienā no dimensijām jābūt nanometra izmērā (1-100 nm). No dabīgo šķiedru iegūtajām mikrošķiedrām un nanošķiedrām ir augstas mehāniskās īpašības. Šī iemesla dēļ pētnieki īpašu uzmanību pievērš šo šķiedru iegūšanai.

Pašlaik lietotās tehnoloģijas ir skābes hidrolīze (*acid hydrolysis*), pastiprināta oksidācija (TEMPO – *mediated oxidation*), tvaika sprādziena autohidrolīze (*steam explosion autohydrolysis*), ultraskaņa (*ultrasonic treatment*). Ultraskaņa ir skaņu spektra daļa no 20 kHz līdz 10 MHz. Šķiedru defibrilāciju ar ultraskaņu iespējams veikt ar ultraskaņas homogenizētāju (attēlā), kas darbojas vairāk nekā 20 kHz frekvencē. Ultraskaņas procesa laikā tiek radīti augsta un zema spiediena cikli (apmēram 20000 cikli/s). Zema spiediena ciklā šķīdumā tiek radīti mazi augstas intensitātes vakuuma burbuļi, kas augsta spiediena ietekmē pārsprāgst. Šā procesa laikā tiek radītas augsta spiediena (līdz 2000 atm) un liela ātruma (līdz 1000 km/h) šķīduma strūkļas. Strūkļu un turbulences rezultātā notiek sadursme starp parauga atsevišķām daļiņām.



Att. Ultraskaņas homogenizētājs.

Ar ultraskaņas homogenizētāju ir iespējams veikt vairākus procesus, kas tiek izmantoti šķiedru defibrilācijā. Homogenizēšana ir mehānisks process, kura laikā tiek samazināts daļiņu izmērs šķīdumā, lai tās kļūtu vienmērīgi mazas un vienmērīgi sadalītas homogēna šķīduma iegūšanai. Dispersijas un aglomerācijas novēršanas procesā cietās vielas tiek izkliedētas šķīdumā. Ultraskaņas radītais mehāniskais spēks atrauj aglomerējušās daļiņas vienu no otras. Ultraskaņas zema un augsta spiediena ciklu maiņas procesi rada spēcīgu hidrodinamisku bīdes spēku, kas grauž šūnu struktūru. Šis spēks var defibrilēt šķiedru, sadalīt celulozi sīkās daļiņās, sagraut šūnu sienas.

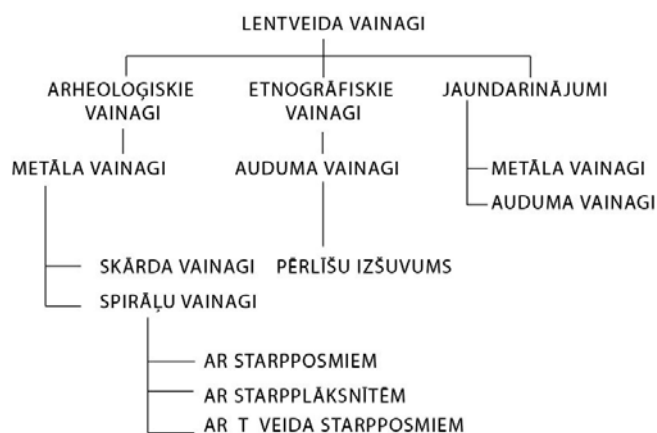
Ultraskaņas šķiedru defibrilāciju ietekmē dažādi faktori - pirmapstrāde, šķiedru koncentrācija šķīdumā, šķīduma sastāvs, pielietotā ultraskaņas jauda un amplitūda, apstrādes laiks, sonotrodes iemērkums un parauga temperatūra pirms un apstrādes laikā.

ZEMGALES TAUTASTĒRPU VAINAGU RAKSTU ANALĪZE

Darba mērķis ir izveidot Zemgales vainagu kopkatalogu, popularizēt vainagu dažādību un veicināt rakstu pielietojumu mūsdienās.

Līdz šim vienots Zemgales vainagu kopkatalogs nav izveidots. Lielāko daļu vainagu vēsturiskās vērtības glabā muzeju krātuves (Latvijas Nacionālā Vēstures muzeja kartotēkās un krājumā apskatīts 51 vainags, Ģederta Eliasa Jelgavas Vēstures un mākslas muzejā - 9, Dobeles Novadpētniecības muzejā - 4, Bauskas Novadpētniecības un Mākslas muzejā - 7, Latvijas Etnogrāfiskajā brīvdabas muzejā - 4, Tērvetes senvēstures muzejā - 5), savukārt literatūras avotos netiek publicētas visu vainagu reprodukcijas. Sastopami arī personīgajā īpašumā esoši vainagi, kas tiek nodoti mantojumā no paaudzes paaudzē, vai arī lietošanā kādai citai personai. Daudzi kori un tautas deju kolektīvi saviem tērpiem izmanto Latvijas Amatniecības kameras daiļamata meistarū darītos Zemgales vainagu atdarinājumus, kuri izgatavoti dažādos laika periodos. Par to liecina viena vainaga dažādās variācijas, kas nereti glabājas tikai kultūras namu tērpu noliktavās vai kolektīvu dalībnieku mājās.

Vainagi vēsturiskajā Zemgales novadā tika veidoti no dažādiem materiāliem - bronzas, cizelēta (raksts iesists no kreisās puses) skārda, kā arī auduma ar stikla pērliņu izšuvumu. Daudzi muzeju fondos esošie metāla vainagi vai to fragmenti ir cietuši vai stipri bojāti, kas apgrūtina raksta nolasīšanu. Muzeju krājumu senlietu kartotēkās fragmentārie vainagu atradumi nereti tiek saukti par apkalumiem vai bronzas lentas fragmentiem. Vainagus iedala trīs grupās - arheoloģiskie vainagi, etnogrāfiskie vainagi, jaundarinājumi (sīkāku sadalījumu skatīt attēlā).



Att. Vainagu veidi.

Vainaga grafiskais attēlojums sniedz informāciju par izmantotajām rakstu zīmēm. Sastopamās ornamentālās rakstu zīmes jeb elementi tiek izkārtoti raksta joslās (no vienas līdz septiņām), kas ir vainagu kompozīciju pamatprincips un veido noteiktus zīmju ritmus, kas lielākoties ir simetriski, tikai dažkārt asimetriski. Vainagu rakstos lietoti salikti un vienkārši līkloči. Raksta elementi izvietoti centrālajā un malas (apmales) joslās, kuras mēdz būt vienkāršas (veido viena josla) vai saliktas (veido 2-3 joslas).

Mūsdienās Zemgales vainagu ornamentu tiek lietoti dažādos dizaina aksesuāros - jostās, rokassprādzēs, somās, kā arī interjera priekšmetos. Atšķirīgos laika posmos vainagu rotāšanai tika izmantoti sarežģīti vai vienkārši ģeometriski elementi un motīvi, no kuriem mūsdienās iedvesmojas dizaineri un amatnieki, savos darbos izmantojot precīzi atdarinātus rakstus, vai arī lietojot tikai atsevišķus to elementus - zīmes, rakstus un formu.

APĢĒRBĀ INTEGRĒTI DISPLEJI

Pētījuma mērķis - izpētīt displeju veidus un noskaidrot to integrēšanas iespējas drānā.

Drānās izmantojamās displejus var iedalīt šādi: elektroniskie, LED (gaismu izstarojošo diožu), elektroluminiscentās bāzes, OLED (organisko gaismu izstarojošo diožu), elektrochromatiskajos un optisko šķiedru displejos. Pārsvārā komerciāli pieejamajiem izstrādājumiem tiek izmantoti elektroniskie un OLED displeji. Kā piemēru var minēt uzņēmumu ETRI, kurš piedāvā OLED displeju iestrādi dažādās apģērbu detaļās.

Ir atrodami vairāki optisko šķiedru displeju prototipi, kas atšķiras ar attēla veidošanas principu. Kā piemēru var minēt 2002. gadā uzņēmuma *France Telecom Research and Development* izgudrojumu. Displeja attēla mazākā vienība - pikselis - kvadrātveida formā. Ar bezvadu datortīkla palīdzību ir iespējams lejupielādēt un displejā attēlot statistikas vai animācijas grafikas, piemēram, logotipus, tekstus, modeļus utt. Savukārt 2012. gadā pētnieks Harry Wainwright ir izveidojis kreklu ar piedurknē iestrādātu informāciju sniedzošu optisko šķiedru displeju. Displeja attēla mazākās vienības forma - līnijveida. Tā funkcija ir parādīt dažādus mērījumus, ko var izteikt ar skaitļiem. Izmantojot *Bluetooth* savienojumu, displejs savienojas ar telefonu, kurš nosaka dažādus datus, piemēram, vēja ātrumu, augstumu virs jūras līmeņa, sirds ritmu utt.

Optiskā šķiedra ir elastīga, caurspīdīga šķiedra, kas izgatavota no stikla vai polimēra.

Optiskās šķiedras parasti sastāv no:

- caurspīdīga stikla kodola;
- pildījuma - ārējā optiskā materiāla, kas apņem kodolu;
- pārklājuma - aizsargā šķiedru no bojājumiem un mitruma.

Ir divu veidu optiskās šķiedras – vienmodas un daudzmodu. Vienmodas šķiedrām ir mazāks kodols un lielāks pildījums, daudzmodu šķiedrām pretēji. Šķiedras gaismas pārraide ir bezkrāsaina, tās iegūst krāsu no spilgta avota, kas ir pievienots pie tām.

Optisko šķiedru displeja veidošanas princips: aušana – ekrāna matricas veidošanai tiek izmantotas, piemēram, poli (metilmetakrilāta) (PMMA) optiskās šķiedras un tekstilpavedieni. Liela nozīme ir šķiedras diametram, jo tas ietekmē displeja stingrību un gaismas intensitāti. Ieteicamais izmantojamo optisko šķiedru diametrs ir no 0,25 līdz 0,5 mm. Aušana tiek veikta uz tradicionālajām stellēm. Matricas displeja dizains: ekrāns ietver vairākas virsmas vienības, kuras var ieslēgt un izslēgt atsevišķi. Darbības princips tiek veidots, nogādājot gaismas viļņus uz katru pikseli. To iespējamu ir padarījusi šķiedras virsmas mehāniska apstrāde. Atlikušās optiskās šķiedras, kuras netiek apstrādātas, rada gaismu, kas nav redzama uz drānas vai displeja virsmas. Attēla maiņu iespējams panākt arī ar optisko šķiedru iestrādes veidu, kad no pamīšām, divām secīgām audu šķiedrām viena ir paredzēta pirmajam attēlam, bet otra - otrajam. Veidojot pietiekami blīvu audumu, tiek radīts vizuālais iespaids ar piepildītām, izgaismotām zonām. Pirms aušanas procesa optiskās šķiedras mēdz arī ķīmiski apstrādāt, lai varētu izgatavot dinamiskās apgaismojuma zonas.

Optisko šķiedru displeja pielietojums: viedapģērbs un komunikatīvais apģērbs, auto, mājas iekārtas un apdare. Kopumā:

- drānā var integrēt tikai tādus displeja elementus, kuru īpašības ir tuvas šķiedrām (LED, optiskās šķiedras u.tml.);
- apģērbā ar tekstiltehnoloģijas palīdzību var ievietot jebkura veida displejus, izvēle ir atkarīga no vēlamā rezultāta;
- displeju integrēšana apģērbā ir nepieciešama ērtai un ātrai informācijas attēlošanai/saņemšanai gan ikdienā, gan bīstamās dzīves situācijās.

ETNOGRĀFISKO ELEMENTU LIETOJUMA PAMATPRINCIPI AMATNIECĪBĀ UN DIZAINĀ

Darba mērķis ir aktualizēt etnogrāfijas elementu lietojumu mūsdienu dizainā, sagatavojot metodisko materiālu, lai to varētu izmantot RTU Materiālu tehnoloģiju un dizaina bakalaura studiju programmas studentu apmācībai.

Materiālu plānots izmantot atsevišķos, jau esošos, mācību priekšmetos, iekļaujot tos kādā no lekcijām, atbilstoši nodarbības tēmai (piem., Amatniecības un mākslas vēsture, Mākslinieciskā kompozīcija un formas, Ornamenti, Krāsu un formu loģika, formveide, Lietišķā grafika, Lietišķo kompozīciju veidošana u.c. specializētos programmas priekšmetos).

Etnogrāfija mūsdienu dizainā var būt gan moderna, gan atraktīva, gan dinamiska, ar noteiktu filozofisku un simbolisku jēgu, un tajā pašā laikā viegli uztverama un praktiski pielietojama.

Dizainera prasme un iemaņas izkopjamas praktiskā darbā. Lai katrs studējošais varētu izkopt radošās spējas un praktiskās iemaņas, metodiskais materiāls saturēs šādas pamatsadaļas:

- 1) Etnogrāfijas un amatniecības vēsturiskais apskats;
- 2) Etnogrāfiskais raksts, ornamenti un tā praktiskā nozīme;
- 3) Kompozīcija, krāsu salikums, raksta veidošanas īpatnības;
- 4) Etnogrāfisko elementu izpildījuma veidi un tehnikas dažādos materiālos;
- 5) Etnogrāfijas klātesamība mūsdienu amatniecībā un dizainā.

Metodiskā materiāla uzdevums ir veicināt studentu interesi par latviešu etnogrāfijas izmantošanu radošajos darbos. Tas aptver teorētisko un vizuālo materiālu, praktiskas nodarbības grupās, radoša dizaina projekta izstrādi, darba rezultāta apkopojumu, studiju posmu norišu analīzi un vērtējumu.

Latvijas dizaina problēmloku demonstrē profesionālu dizaineru aptaujas rezultāti. Galvenās problēmas ir šādas:

- ievērojama daļa Latvijas dizaineru uzskata, ka uzņēmēji un ražotāji viņus pietiekami nerespektē;
- liels skaits uzņēmēju un ražotāju ir pārliecināti, ka var iztikt bez profesionālu dizaineru palīdzības;
- uzņēmumu vadītāji nav pārliecināti par dizaina nozīmi uzņēmējdarbībā;
- Latvijas ražotāji nav gatavi maksāt par profesionālu dizainu;
- ražotnes uzskata, ka jaunie speciālisti netiek sagatavoti darbam ražošanā;
- ražotnēm trūkst prakses darbvietu un speciālistu, kas varētu nodarboties ar praktikantiem;
- rūpnīcās bieži vien nav tāda amata kā dizainers;
- izglītības iestāžu mācību un studiju programmas neļauj nodrošināt pilnvērtīgu apmācību un praksi ražošanas uzņēmumos.

Darba ietvaros veiktas vairākas ekspertu aptaujas un apkopoti viedokļi par izstrādātā metodiskā materiāla lietderīgumu; materiālu tehnoloģiju un dizaina studiju programmas 3. un 4. kursa studentu viedokļi par prakses norisi; publiskās aptaujas par patērētāja vēlmi iegādāties amatnieku un dizaineru radītos darbus un izgatavotos priekšmetus ar etnogrāfiskajiem simboliem.

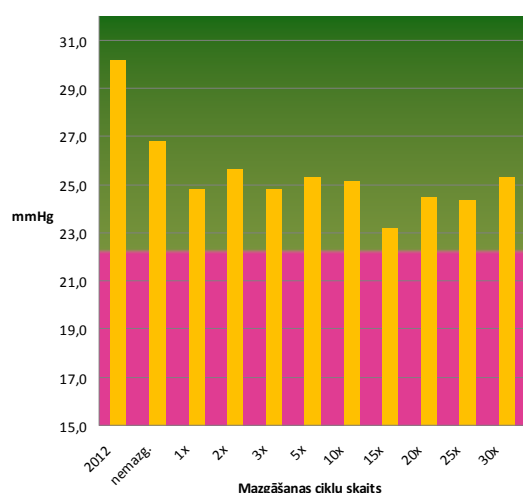
KOMPRESIJAS ZEĶU IZSTRĀDĀJUMU ĪPAŠĪBU IZMAIŅAS GLABĀŠANAS UN EKSPLUATĀCIJAS LAIKĀ

Bakalaura darba mērķis ir noskaidrot kompresijas zeķu izstrādājumu kvalitātes raksturlielumu izmaiņas glabāšanas un ekspluatācijas laikā. Lai sasniegtu darbā izvirzīto mērķi, ir veikti dažādi uzdevumi – apkopota vispārēja informācija par kompresijas izstrādājumiem un to nepieciešamību cilvēka veselībai, izpētīts Latvijā pieejamais kompresijas izstrādājumu sortiments. Sīkāk apskatīts uzņēmuma *Tonus Elast* piedāvātais sortiments, no kura tiek ņemti paraugi eksperimentālajai daļai. Ražojot kompresijas izstrādājumus, uzņēmums ņem vērā standartus RAL – GZ -387/1, un ГОСТ-P 51219-98, tādēļ visām kompresijas zeķēm izvirzītas kopīgas prasības:

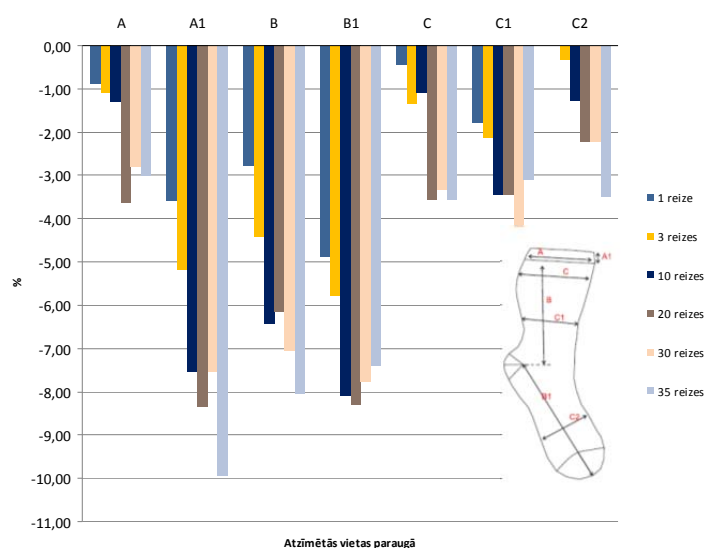
- Relatīvais pagarinājums trūkšanas brīdī visiem kompresijas zeķu izstrādājumiem nedrīkst būt mazāks par 120 % ;
- Adījuma pagarinājums apakšstilba platākajā daļā uzvelkot nedrīkst būt mazāks par 30%;
- Lineārā izmēra izmaiņas izstrādājumam pēc pirmās mazgāšanas nedrīkst pārsniegt 20%;
- Paliekošā deformācija pirms un pēc mazgāšanas nedrīkst pārsniegt 10%;
- Stiepes robežstiprības zudumi pēc mazgāšanas nedrīkst būt lielāki par 20%.

Tā kā kompresijas izstrādājumi iedalās pēc kompresijas pakāpēm, tad katrai kompresijas pakāpei ir atsevišķas standartu prasības, piemēram, darbā testētajiem 2. klases kompresijas izstrādājumiem virsmas blīvumam ir jābūt robežās no 200 – 300 g/m² un stiepes robežstiprībai jābūt ne mazākai kā 88,2 N.

Eksperimentāli veicot standartos izvirzītās prasības, var secināt, ka pēc 35 mazgāšanas cikliem, kompresijas zeķes nav zaudējušas savu kompresijas pakāpi, tomēr ir novērojams kompresijas pakāpes kritums, taču tas iekļaujas standarta prasībās, kas ir no 23-32 mmHg (1.att.). Nav pārsniegti arī paliekošās deformācijas pieļautie rādītāji. Lineāro izmēru izmaiņas ne pēc pirmās, ne arī pēc 35. mazgāšanas reizes nepārsniedz 20% (2. att.).



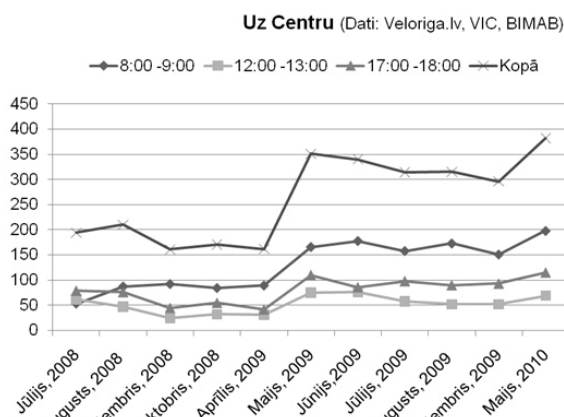
1.att. Kompresijas spiediena izmaiņas.



2.att. Lineāro izmēru izmaiņas ar atzīmētajām vietām paraugā.

VELOSIPĒDISTA APĢĒRBA PROJEKTĒŠANU IETEKMĒJOŠIE FAKTORI

Velosipēda lietošanas attīstība. Pēdējo 20 gadu laikā pasaulē pieaudzis pilsētas velosipēdistu skaits. Rietumeiropā to izmanto vidēji 5÷10% iedzīvotāju, Centrālajā un Austrumeiropā mazāk- 1÷5%. Visvairāk ar velosipēdu pārvietojas Nīderlandē (27%) un Dānijā (18%). Latvijā pēdējos gados strauji pieaudzis ikdienā velosipēdu lietojošo skaits, to veicina aktuālās modes tendences un velokultūras attīstība valstī. Rīgā veiktā velosipēdistu skaitīšana uz Vanšu tilta liecina, ka visvairāk velobraucēju ir no maija līdz oktobrim, un kopš 2008.gada velosipēdistu skaits ir dubultojies (1.att).



1.att. Velosipēdistu skaits uz Vanšu tilta.

Velosipēdu izmanto dažādu iemeslu dēļ. Galvenās tā priekšrocības ir: videi draudzīgs - bez gāzu izmešiem un trokšņa, izmaksu ziņā lētāks par auto, nodrošina efektīvu mobilitāti, sniedz fizisku aktivitāti, atbilstoša modes tendence.

Galvenie iemesli, kas attur cilvēkus no pārvietošanās ar velosipēdu pilsētā, ir šādi: nesakārtota infrastruktūra, viegla ievainojamība ceļu satiksmes negadījumos, veicamo distanču palielināšanās, izplešoties pilsētas teritorijai; nelabvēlīgi laikapstākļi, nepietiekams ielas apgaismojums diennakts tumšajā laikā.

Modes tendences. Šobrīd pastāv vairāki ietekmīgi modes zīmoli, kas veido speciālas apģērbu līnijas velosipēdistiem. Levi's (2.att) ražo džinsa jakas un bikses, kurām ir NanoSphere® pārklājums, konstruktīvi atrisināta kustību ērtums, iestrādātas atstarojošas lentes. H&M sadarbībā ar BRICK LANE BIKE izveidojuši 2013.gada kolekciju (3.att.) ikdienas velosipēdistiem.



2.att Levi's kolekcija.



3.att. H&M pilsētu velosipēdistu kolekcija.

Ikdienas velobraucēja apģērbs. Pastāv dažādi velosipēdu lietošanas mērķi un līdz ar to arī velosipēdu veidi – sporta, pilsētas, šosejas, bmx, kalnu, tūrisma un citi. Pētījumā galvenā uzmanība tiek pievērsta ikdienas velosipēdistiem pilsētā. Lai veicinātu velosipēda izmantošanu visu gadu, ir nepieciešams funkcionāls un piemērots apģērbs. Pilsētas velosipēdistam ir jābūt ērti lietojamam gan ikdienā, gan darbā, jānodrošina aizsardzība pret dažādiem laikapstākļiem, drošība, pārvietojoties tumsā, komfortabls mikroklimats, atbilstoša gaisa apmaiņa apģērbā, jābūt pietiekamam kustību ērtumam un funkcionalitātei.

M. Barkevičs, E. Leja un S. Jaundālders (zinātniskais vadītājs)

BIOMASAS DEGŠANAS PROCESU OPTIMIZĀCIJA

Arvien plašāka kļūst atjaunojamo energoresursu izmantošana ne tikai naftas produktu cenu pieauguma, bet arī energoresursu un to piegādātāju diversifikācijas dēļ. Biomasa ir viens no pazīstamākajiem un izplatītākajiem atjaunojamajiem energoresursiem.

Biomasu pieņemts uzskatīt par visnotaļ draudzīgu apkārtējai videi. Siltumnīcas efektu izraisošo gāzu emisija tiek pieņemta vienāda ar nulli. Tas pamatojams ar to, ka, cik daudz dzīves laikā augs uzņem oglekļa gāzi, tik daudz degšanas procesa laikā tiek izdalīts apkārtējā vidē. Tāpat biomasas sastāvā nav sēra un slāpekļa vai arī to daudzums ir neliels.

90 % enerģijas, kas iegūta no biomasas, tiek saražots ārdū kurtuvēs. Šāda tipa kurtuves plaši pielieto vairāku iemeslu dēļ. Kā galvenos var minēt ne tikai salīdzinoši zemās investīcijas un uzturēšanas izmaksas, bet arī to, ka kurtuvēs var sadedzināt dažādas kvalitātes biomasu. Turklāt gan pirolīzes, gan gāzifikācijas iekārtas ir tikai izstrādes stadijā, un pašlaik ir uzbūvēti tikai pirmie pilotprojekti.

Biomasas degšanas procesu optimizācija neaprobežojas tikai ar pašu procesu uzlabošanu kurtuvē. Nepieciešams aplūkot visu katlumāju kopumā.

Gan kurināmā, gan pelnu transportēšanas sistēmām jābūt izgatavotām iespējami kvalitatīvākām. Ne tikai kurināmā zudumiem, bet arī apkārtējās vides iedarbībai uz kurināmā kvalitāti jābūt minimālai, lai nepasliktinātos biomasas enerģētiskā vērtība. Viens no efektīviem, bet relatīvi dārgiem risinājumiem ir kurināmā priekšsildīšana mitruma satura mazināšanai. Pelnu izvades sistēmām jābūt hermētiskām, lai minimizētu pelnu caurbirumu, kas, iekļūstot katlumājas citās iekārtās, var ietekmēt to darbību.

Degšanas procesa optimizācijā būtiska nozīme ir procesiem kurtuvē. Liela nozīme ir kurināmā slāņa biezuma izvēlei uz ārdū, padotā gaisa spiedienam un apjomam, precīzai primārā, sekundārā un terciārā gaisa pievadīšanai, dūmgāzu recirkulācijas izmantošanai.

Primāro gaisu, ko pievada zem ārdū vairākās zonās, pielieto kurināmā uzkaršēšanai un izžāvēšanai, kurināmā gāzifikācijai un atlikušā oglekļa sadedzināšanai. Jaunākie pētījumi liecina, ka primārā gaisa priekšsildīšana tikai nedaudz paātrina pašu žāvēšanas procesu, taču darbojas kā katalizators – paātrinot oksidāciju. Izmantojot gaisa priekšsildīšanu, var samazināt kurtuvju ārdū laukumu, kas ļauj būtiski samazināt iekārtas izmaksas. Tomēr pastāv arī trūkumi – palielinās termiskā slodze uz ārdū, kas var izraisīt dažādus bojājumus. Sekundāro gaisu pielieto gaistošo vielu aizdedzināšanai. Laba gaisa sajaukšana ar gaistošajām vielām nodrošina zemu CO līmeni. Savukārt terciārā gaisa pievadīšana tieši kurtuves izplūdē nodrošina ne tikai pilnīgu gaistošo vielu sadedzināšanu, bet arī liesmas rašanos.

Dūmgāzu recirkulācijas izmantošana ne tikai stabilizē temperatūru kurtuvē, bet arī samazina skābekļa koncentrāciju kurtuvē, kas būtiski samazina atmosfērā izplūstošo dūmgāzu apjomu un palielina saražotās enerģijas apjomu. Dūmgāzu recirkulācija pastarpināti veic arī kurtuves pasīvo dzesēšanu un ierobežo NO_x savienojumu veidošanos.

Būtiski procesus ietekmē ārdū – to forma un izmērs, orientācija un kustība telpā. Lai nodrošinātu maksimāli lielāku kalpošanas laiku, nepieciešami atbilstoši materiāli ar piemērotu mehānisko, termisko un ķīmisko noturību. Aizvien lielāka nozīme ir automātiskās vadības sistēmas darbībai, kas nodrošina visas katlumājas precīzu darbību un kontrolē degšanas procesus kurtuvē.

Mūsdienās plaši pielieto datormodelēšanu (FEM un CFD), lai analizētu un optimizētu ne tikai pašus procesus kurtuvē, bet arī izvēlētos tehniskos risinājumus visā katlumājā.

DŪMGĀZU KONDENSĀCIJAS EKONOMAIZERA EFEKTIVITĀTES ANALĪZE

Līdz ar straujo energoresursu cenu kāpumu, jautājums „kā samazināt izmaksas par kurināmo” vai „kā paaugstināt enerģētisko iekārtu efektivitāti” kļūst aizvien aktuālāks.

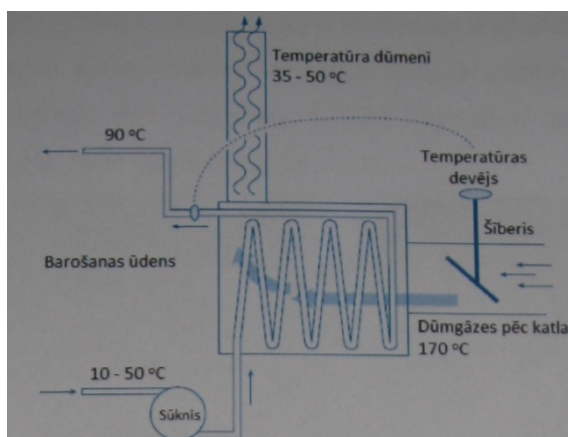
Dūmgāzu kondensācijas ekonomizaieri pēdējā laikā kļūst aizvien izplatītāki. Enerģētisko iekārtu efektivitātes paaugstināšanai izmanto aizplūstošo dūmgāzu siltuma potenciālu.

Viena no kondensācijas ekonomizaieru priekšrocībām, salīdzinot ar citām dūmgāzu siltumapmaiņas ierīcēm, ir iespēja izmantot latentu (apslēpto) siltumu. Latentais siltums ir siltuma daudzums, ko sistēma absorbē fāžu pārejā (kušanā, iztvaikošanā u. c.), vai arī, ja notiek pretējā fāžu pāreja (kristalizācija, kondensācija u. c.).

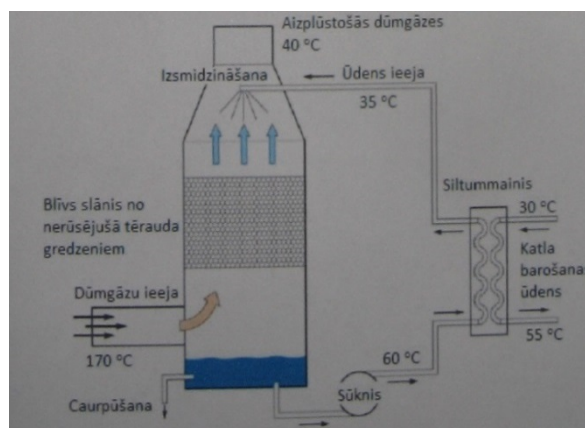
Ja dūmgāzu temperatūra tiek pazemināta līdz kondensācijas apgabalam ($57\text{ }^{\circ}\text{C}$ dabasgāzes sadedzināšanas procesā), tad daļa no dūmgāzu saturošā ūdens (parasti 10 – 15% no gāzu masas) tiek pārvērsta atpakaļ šķidrumā. Siltums, ko atgūst kondensācijas ceļā, ir būtisks naudas līdzekļu ietaupījums.

Kondensācijas ekonomizaieri tiek plaši izmantoti dūmgāzu temperatūras samazināšanai, katlu lietderības koeficienta palielināšanai, kā arī vides apstākļu uzlabošanai un finanšu līdzekļu ekonomijai kurināmā iegādei. Parasti ūdenssildāmo katlu kondensācijas ekonomizaieri ļauj palielināt katlu lietderības koeficientu no 94% līdz 100% un atsevišķos gadījumos pat līdz 107%.

Ir divu veidu kondensācijas ekonomizaieri – netiešā kontakta ekonomizaieri (1. att.) un tiešā kontakta ekonomizaieri (2. att.). Pirmie tiek izmantoti galvenokārt gāzveida un viegli šķīdram kurināmajam, savukārt otrie – arī cietajam kurināmajam, jo līdz ar ūdens iesmidzināšanu un dūmgāzu kondensāciju tiek novadītas arī cietās daļiņas (ja dedzina ogles, biomasu, šķeldu).



1.att. Netiešā kontakta kondensācijas ekonomizaieris [1].



2.att. Tiešā kontakta kondensācijas ekonomizaieris [1].

1. Par lietām, kas jāievēro, izvēloties kondensācijas ekonomizaierus:

http://www1.eere.energy.gov/manufacturing/tech_assistance/pdfs/steam26b_condensing.pdf

KOMBINĒTĀ CIKLA GĀZES TRIĢENERĀCIJAS OPTIMIZĀCIJAS MODELIS

Kombinētā cikla gāzes triģenerācijas (KCGT) efektivitātes paaugstināšanai tiek piedāvāta Centralizētās aukstumapgādes (CA) ieviešana Latvijas apstākļos, kurai izstrādāts datormodelis ražošanas un aukstuma izmaksu noteikšanai. Pētījuma izstrāde veikta ar KCGK darbību ietekmējošo faktoru analīzi, kas palīdzēja izveidot un aprobēt optimizācijas modeli un piedāvāt modelēšanas rezultātu testēšanas metodi.

Piedāvātais risinājums ļauj paaugstināt KCGK kopējo efektivitāti vismaz par 2%, eksperimentālajā objektā sasniegtā dabasgāzes ekonomija ir 1,4 milj. m³ gadā. Izstrādātajiem risinājumiem veikta eksperimentālā un praktiskā pārbaude AS RĪGAS SILTUMS Siltumcentrālē (SC) IMANTA, kur veikta KCGT darbības izpēte vairāku gadu garumā un iegūtā pieredze izmantota iekārtas darbības optimizācijas algoritma izstrādei un testēšanas metožu pārbaudei. Izmantojot informāciju, kuru ilgus gadus ir vākuši gan šī darba autors, gan AS Rīgas Siltums, tika izveidota datu bāze, kura ļautu veidot scenārijus siltumapgādes sistēmu modelēšanai, kā arī izvērtēt alternatīvu priekšrocības un trūkumus gan no tehniski ekonomiskā, gan arī no vides aizsardzības viedokļa. Katras programmas pamatā ir blokshēma, kas, atbilstoši pētījuma mērķim, tika pielāgota Rīgas pilsētas apstākļiem, bet, veicot nepieciešamos papildinājumus, var tikt izmantota arī citur Latvijā.

Piedāvātajam KCGK optimizācijas modelim ir četras darbības pamatfāzes. Pirmā un viena no svarīgākajām ir datu strukturēšanas fāze, kurā tiek ievākti un apkopoti visi enerģijas patēriņa īpatnību, obligāto prasību normatīvi enerģijas piegādei, informācija par rīcībā esošo būvju īpatnībām, kā arī tiek veidotas un ilgtermiņā uzturētas informatīvās datu bāzes par KCGK; dzesētājiem; siltumsūkņiem, rekuperācijas iekārtām un citiem siltumapmaiņas aparātiem.

Optimizācijas fāzē tiek apstrādāta strukturēšanas fāzē iegūtā informācija, lai tehniski izveidotu optimālu KCGK darbības principu. Vadošās optimizācijas fāzē tiek veikta situācijas tehniskā analīze. Galvenā modelēšana pārbauda procesa atbilstību zinātnes likumiem un to, vai nepastāv pretrunas. Ja piedāvātais risinājums atbilst tehniskajiem pamatlukumiem, tālāk tiek veikta procesa termodinamiskā modelēšana ar attiecīgu masu plūsmas analīzi. Datu apstrādē iegūtie dati tiek salīdzināti ar sākuma parametriem – optimizācijas mainīgajiem. Iegūtais rezultāts tiek izmantots pakārtotās optimizācijas procesu analīzei. Galvenās optimizācijas rezultāti tiek papildināti ar otras datu bāzes apkopoto informāciju par dzesētājiem, siltumsūkņiem, rekuperācijas iekārtām. Optimizācijas bloka rezultāts ir optimāla enerģijas sistēma katram KCGK elementam.

BIODEGVIELAS EKONOMIKA

Biodegvielas ekonomikas īstenošana risina vairākas problēmas transporta sektorā. Lai biodegvielas ekonomikas īstenošana būtu labvēlīga, to nepieciešams plānot un kontrolēt, kā arī jāanalizē iespējamie ieguvumi un trūkumi.

Biodegvielas ekonomika sasaista kopā un labvēlīgi ietekmē trīs sfēras: vidi (siltumnīcefekta gāzu emisijas samazinājums, atkritumu bioloģiskā noārdīšana, uzlabota zemes un ūdens izmantošana), enerģētiku (enerģētiskā drošība, izejvielu atjaunojamība un plaša pieejamība) un ekonomiku (samazinās atkarība no importa, palielinās valsts konkurētspēja, lauksaimniecības attīstība, pieaug darbvietu skaits). Sfēru mijiedarbības potenciāls, kā arī fosilā degviela diversifikācijas rezultātā iegūtie rezultāti ir atkarīgi no biodegvielas veida (paaudzes).

Tā kā pirmās paaudzes biodegvielas ražošanai tiek izmantoti kultūraugi, kuri paredzēti pārtikas produktu ražošanai, tad tas nav ilgtspējas risinājums fosilās degvielas aizvietošanai. Arī pirmā biodegvielas paaudze veido konkurenci ar pārtikas sektoru, izraisa cenas kāpumu uz pārtiku, ietekmē bioloģisko daudzveidību un saldūdens resursus. Otrās paaudzes biodegviela izslēdz konkurenci ar pārtikas sektoru, jo tiek izmantota cita veida izejviela. Tomēr otrās paaudzes biodegvielai ir augstas ražošanas izmaksas. Priekšroka ir trešās paaudzes biodegvielai – aļģes, kuras veido ātru masas pieaugumu, nekonkurē par zemi, ūdens resursiem un mēslojumu. Pašlaik plaša trešās paaudzes biodegvielas izmantošana tiek ierobežota, jo atrodas tikai attīstības stadijā.

Lai regulētu biodegvielas ražošanu, tiek izveidota biodegvielas politika. Tā paredz paplašinātu biodegvielas izmantošanu. Biodegvielas politika ir atkarīga no valsts attīstības līmeņa. Attīstītajās valstīs biodegvielas politika sekmē konkurences veidošanos, kura veido tirgus liberalizāciju un privātsektora integrāciju. Jaunattīstības valstīs biodegvielas ražošana nodrošina ekonomisko perspektīvu cilvēkiem, kuri dzīvo laukos. Šai politikai ir vairāki šķēršļi, kuri ietekmē biodegvielas ekonomiku. Liela nozīme ir cenas nenoteiktībai, jo tā tiek pakļauta vairākiem faktoriem: politiskajam atbalstam, nodokļiem un saistībām, biomasas pieejamībai, izejvielas cenai, biodegvielas ražošanas procesam, valsts attīstības un labklājības līmenim.

Lai novērtētu biodegvielas ekonomikas īstenošanu, realizāciju un dzīvotspēju, tiek izvirzīti pieci kritēriji – tā saucamie pieci politiskie potenciāli:

- vērtību saskaņošanas potenciāls – vērtību meklēšana, kura motivē biodegvielas ekonomikas attīstību un atbalstu;
- atlases potenciāls – valdība veido dažādus autoritatīvus politikas lēmumus, tomēr jāpanāk saskaņotas biodegvielas politikas veidošana;
- darbības potenciāls – darbs ar politisko, tehnoloģisko un tirgus nenoteiktību;
- pareģošanas potenciāls – spēja paredzēt un ieraudzīt grūtības biodegvielas ekonomikas īstenošanā, neatkarīgi no grūtību risinājuma sarežģītības;
- potenciāla atspoguļošana – lai arī visa darbības gaita tiek saplānota, tomēr biodegvielas ekonomika jākontrolē, kas dod iespēju izvairīties no kļūdām un ieviest uzlabojumus.

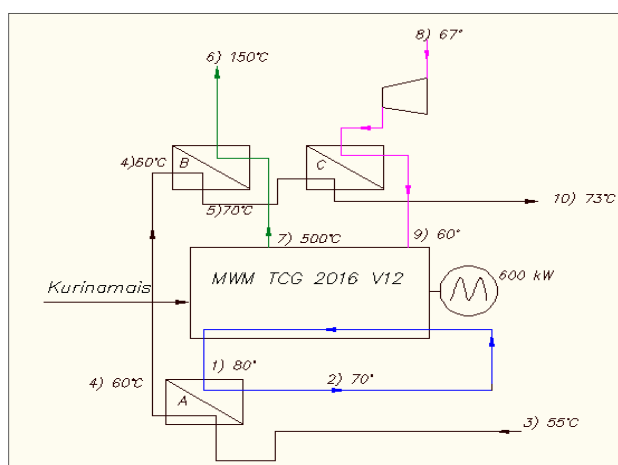
Biodegvielas ekonomika (ražošana, transportēšana, patērēšana) ir sarežģīts process, kurš saista kopā vairākas sfēras, aspektus un faktorus. Jebkurai darbībai, kura vērsta uz biodegvielas ekonomikas īstenošanu, nepieciešama apdomāta rīcība. Pretējā gadījumā biodegvielas ekonomika nelabvēlīgi ietekmēs citas dzīves sfēras.

EKSERĢĒTISKĀ ANALĪZE – SILTUMA AVOTA OPTIMIZĀCIJAS IESPĒJAS

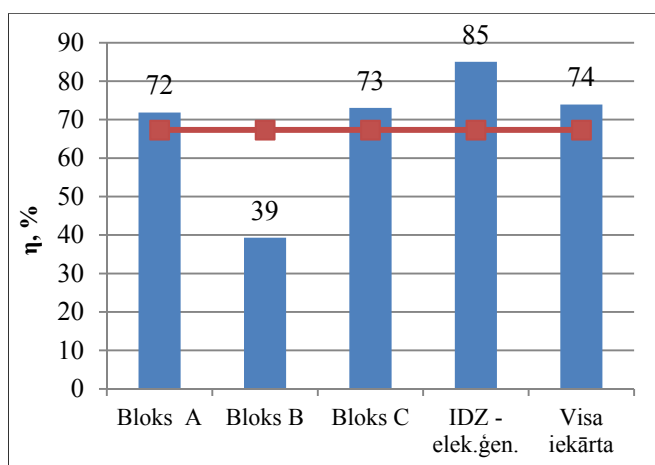
Mūsdienu ražošanā nepārtraukti notiek ražošanas procesa uzlabošana, kas savukārt labvēlīgi ietekmē ekonomisko, sociālo un vides sfēru. Ekserģētiskā analīze ir rīks, kas palīdz uzlabot enerģijas ražošanas efektivitāti: samazināt zudumus sistēmā un kurināmā patēriņu, vides piesārņojumu, enerģijas tarifus u.c.

Ekserģija parāda maksimālo darbu, kādu var paveikt sistēma. To nosaka sistēmas stāvokļa parametri un apkārtējās vides parametri. Saskaņā ar otro termodinamikas likumu, ekserģija sniedz informāciju par nosacījumiem, kādos var notikt enerģijas veidu pārvēršana. Atkarībā no procesa veida ekserģiju var iegūt vai pazaudēt.

Koģenerācijas iekārta (1.att.) tiek novērtēta ar ekserģētisko analīzi. Iekšdedzes dzinējā izmanto dabasgāzi, rezultātā tiek saražota elektroenerģija un siltuma enerģija. Tīkla ūdens ieiet sistēmā ar 55°C temperatūru. Izejot cauri A (siltums iegūts no iekšdedzes dzinēja dzesējošā ūdens), B (siltums no dūmgāzēm) un C (siltums no saspiesta gaisa) siltummaiņiem, tas tiek uzsildīts līdz 73°C un padots tīklā.



1.att. Koģenerācijas iekārta.



2.att. Ekserģētiskais lietderības koeficients.

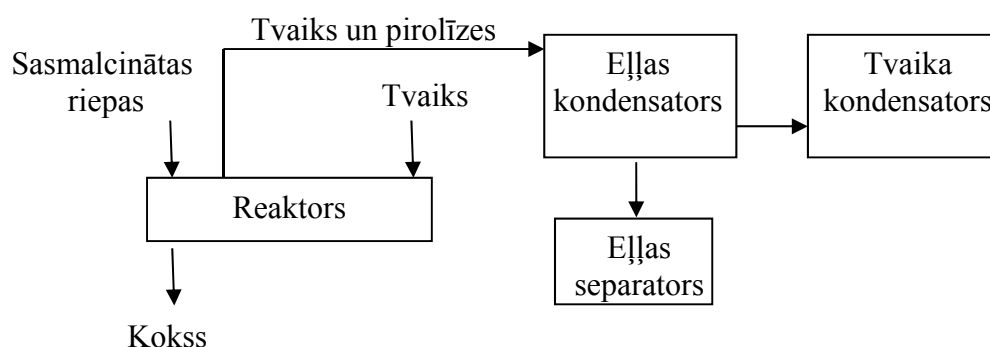
Ekserģētiskais lietderības koeficients (η_{ex}) tiek aprēķināts iekārtai un atsevišķi četriem blokiem: siltummaiņiem A, B, C un elektroģeneratora dzinējam. Rezultātā tika iegūts, ka ekserģētiskais lietderības koeficients siltummainim A ir 72%, B – 39%, C – 73% un – elektroģeneratora dzinējam – 85%. Vidējais rādītājs pa blokiem ir 68%. Kopējais η_{ex} iekārtai ir 74%. Visefektīvāk tiek izmantots elektroģeneratora dzinējs, kura η_{ex} virs vidējā un sistēmas kopējā η_{ex} . Siltummaiņiem A un C η_{ex} gandrīz vienādi gan savā starpā, gan ar sistēmas kopējo η_{ex} . Siltummainī B ekserģija tiek zaudēta visvairāk, jo η_{ex} vērtība ir viszemākā – 39%. Lai palielinātu enerģijas ražošanas efektivitāti, koģenerācijas iekārtai jāuzlabo bloku B. Pārējiem blokiem η_{ex} ir augstākā līmenī, ievērojot vidējo un sistēmas kopējo η_{ex} .

Secināts, ka ekserģētiskā analīze sniedz kvalitatīvu un kvantitatīvu informāciju par darba ķermeņa plūsmas ekserģiju, atsevišķu bloku un iekārtas η_{ex} . Pēc iegūtiem rezultātiem var noteikt iekārtas vājākas vietas, lai tās uzlabotu un paaugstinātu sistēmas kopējo efektivitāti.

AUTORIEPU PIROLĪZES TEHNOLOĢISKĀS IEKĀRTAS IZSTRĀDE

Autoriepu pirolīze ir process, kurā notiek organiskās vielas sadalīšana bez katalizatoriem, respektīvi, netiek pievadīts skābeklis, un pie paaugstinātas temperatūras (apmēram 500° C). Pēc būtības šis process vienlaicīgi ietver izmaiņas ķīmiskajā sastāvā un fiziskajā fāzē, kā arī ir neatgriezenisks. Galarezultātā iegūst: šķidro eļļu 50%, kvēpus 35%, kā arī aptuveni 10% uzliesmojošas gāzes pēc eļļas kondensācijas un 5% tērauda stiepli.

Tehnoloģiskās iekārtas pamatdarbības cikls sākas ar tvaika sagatavošanu (1.att.), tad tas tiek novadīts tālāk uz reaktora telpu, kur notiek riepu pirolīzes process. Galarezultātā no sasmalcinātām riepām rodas kokss, tvaika un pirolīzes gāzes maisījums, kurš tālākā procesā ir jāsadala pa komponentēm – eļļa un ūdens. Pārstrāde ir jāveic arī koksa attīrīšanai gan no eļļas, gan no metāla piemaisījumiem, kas ir iestrādāti riepā tās ražošanas procesā.



Att. Autoriepu pirolīzes tehnoloģiskā shēma.

Procesa pilnīgākai realizēšanai var tik izmantoti visdažādākā tipa kondensatori, lai panāktu kvalitatīvu šķidruma izsmidzināšanu, kā arī lai kondensācijas process noritētu efektīvāk.

Problēmas sagādā arī koksa attīrīšanas process, jo metāla piemaisījumus nav iespējams vienkārši atdalīt no cietās vielas.

SILTUMAPGĀDES SISTĒMAS EFEKTIVITĀTES UZLABOŠANAS RISINĀJUMI SIA „VALPRO”

SIA „Valpro” darbības joma ir metāla izstrādājumu projektēšana, ražošana un pārdošana, ar specializāciju ugunsdzēsības aparātu, metāla kannu, to sastāvdaļu un aksesuāru ražošanā.

Darbā tika veikta rūpnīcā esošās siltumapgādes sistēmas apsekošana un iekārtu raksturlielumu noteikšana. Aprēķināta iekārtu uzstādītā un patērētāju pieprasītā jauda.

Rūpnīcā ir trīs siltuma avoti ar kopējo jaudu 2,3MW. Tehnoloģisko procesu nodrošina divas katlumājas. Trešā katlumāja tiek izmantota tikai apkures sezonas laikā. Kā siltumnesēju rūpnīcā izmanto ūdeni, kā arī vienā no katlumājām tehnoloģiskā procesa nodrošināšanai tiek izmantota termoeļļa.

Katrai no teritorijā esošajām ēkām (paterētājiem) tika veikts siltumtehnikais aprēķins, siltuma zudumu noteikšanai no ēku ārējām norobežojošajām konstrukcijām. Tika noteikta apkurei nepieciešamā uzstādītā jauda.

$$Q = n \cdot F \cdot (t_i - t_{a5}) \cdot U$$

Rūpnīcas teritorijā tika apsekoti siltumtīkli. Četru cauruļvadu sistēma, kas guldīta saliekamos dzelzsbetona kanālos. Kopējais siltumtīklu garums 436m apkurei un 213m karstajam ūdenim. Caurules ir no oglekļa tērauda ar diametriem DN80 apkurei un DN65 karstajam ūdenim. Izolācijas materiāls caurulēm ir minerālvate 50mm un azbocemeta pārklājums 5mm, kas nostiprināts ar rabita sietu.

Zudumi no esošajiem siltumtīkliem.

$$k_{lin} = \left(\frac{1}{2\pi\lambda} \cdot \ln \frac{D_{\bar{a}r}}{D_{iekš}} + \frac{1}{2\pi\lambda_{izol}} \cdot \ln \frac{D_{izol}}{D_{\bar{a}r}} + \frac{1}{2\pi\lambda_{apv}} \ln \frac{D_{apv}}{D_{izol}} + \frac{1}{2\pi\lambda_{apv}} \ln \frac{4h}{D_{apv}} \right)^{-1}$$
$$Q = k_{lin} \cdot \Delta t \cdot l$$

Siltumapgādes sistēmas efektivitātes uzlabošanas priekšlikumi. Ēku siltināšana ar 100mm akmens vati, kas dotu prognozējamo siltumenerģijas ietaupījumu 244MWh gadā. Atteikties no četru cauruļvadu sistēmas, tā vietā veidojot divcauruļu sistēmu. Nomainīt vecās oglekļa tērauda caurules pret jaunām rūpnieciski izolētām caurulēm. Prognozējamais ietaupījums 222MWh gadā. Siltuma atgūšana no aizejošajām dūmgāzēm.

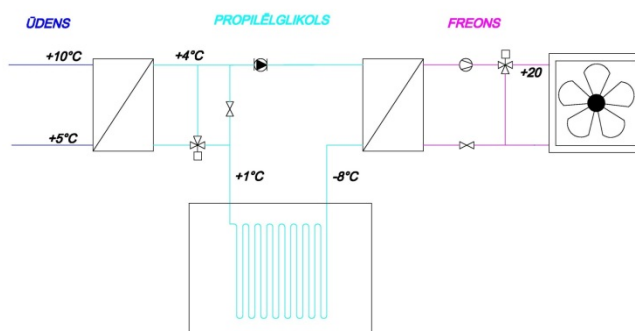
$$Q = (V_{N_2} \cdot C_{N_2} + V_{CO_2} \cdot C_{CO_2} + V_{O_2} \cdot C_{O_2} + V_{H_2O} \cdot C_{H_2O}) \cdot t_{aiz}$$

Atgūto siltumu var izmantot tehnoloģiskā procesa ūdens priekšsildīšanai. Katrā no ēkām veidot individuālo siltummezglu ar siltuma patēriņa uzskaiti. Izveidot sistēmu, kas atgūst siltumu no ražošanas iekārtu dzesēšanas (preses, štances, metināšanas iekārtas). Šo siltumu izmantot, kā karstā ūdens priekšsildīšanu ēkās, kurās ir strādnieku dušas telpas. Uzstādīt rekuperatīvo siltummaini, kas, izmantojot lieko siltumu no eļļas katlumājas un metināšanas darbnīcas, rekuperācijas ceļā nogādātu to noliktavas telpās.

ĢEOTERMĀLO SILTUMSŪKŅU DARBA REŽĪMA MODELĒŠANA

Paaugstinoties tradicionālā fosilā kurināmā izmaksām, strauji palielinās alternatīvās enerģijas ieguves nepieciešamība. Viens no šādiem alternatīvās enerģijas ieguves avotiem ir ģeotermālā enerģija. Zemē akumulēto siltumu jau vairākus gadu desmitus izmanto siltumsūkņu iekārtās. Zemē iegremdētā siltumsūkņa efektivitāte sasniedz noteiktu lietderību COP (saražotais siltuma daudzums, patērējot vienu elektroenerģijas kW). Vērojams, ka siltumsūkņu sistēmās ar horizontāli iegremdētu zemes kolektoru laika gaitā efektivitāte samazinās. Tas izskaidrojams ar to, ka no zemes novadītais siltuma daudzums ir pārāk liels, kā rezultātā zeme nespēj kompensēt tik ātri aizvadīto siltumenerģiju. Rodas zemes temperatūras atdzišanas lauks. Pazeminoties zemes temperatūrai, pazeminās arī siltumsūkņa primārajā kontūrā cirkulējošā šķidruma (propilēnglikola) temperatūras starpība, tā rezultātā siltumsūkņi strādā ar mazāku efektivitāti. Iemesls šādai parādībai ir nepareiza kolektora ieguldīšana zemē.

Laboratorijas stends zemes atdzišanas īpatnību pētīšanai dažāda veida augsnēs atbilst parasta siltumsūkņa darbībai. Stends sastāv no zemes simulatora kastes, kurā tiek ieguldīts kolektors, diviem plāksņu siltummaiņiem, kompresora, gaisa kondensatora, diviem trīs gājienu elektromagnētiskajiem vārstiem, termiskās izplešanās vārsta, termopāra un cirkulācijas sūkņiem. Lai spētu noteikt precīzākus datus, zemes simulatora kastei ir nepieciešama siltuma izolācija, kas mazinātu apkārtējās vides temperatūras ietekmi. Primārajā kontūrā plūst ūdens no aukstā ūdens vada $+10^{\circ}\text{C}$. Sekundārajā kontūrā plāksņu siltummainī propilēnglikols sasilst no $+1^{\circ}\text{C}$ līdz $+4^{\circ}\text{C}$, bet ūdens atdziest līdz $+5^{\circ}\text{C}$. Atdzisušais ūdens dzesē zemes simulatoru un pēc tam nonāk pie gaisa kondensatora, kur tas atkal tiek uzsildīts un atkārtoti ciklu. Sasilušais propilēnglikols tiek padots uz iztvaicētāju, kur tas atdziest līdz -8°C un nonāk atkal zemes simulatorā. Trešajā kontūrā iztvaiko freons un tiek saspiegts kompresorā, kā rezultātā paaugstinās freona temperatūra un spiediens. Freons tiek novadīts gaisa kondensatorā. Termiskās izplešanās vārstā tiek samazināts freona spiediens un temperatūra, tā rezultātā tas ieņem šķidro fāzi. Zemes simulatorā tiek ievietoti termopāri temperatūras izmaiņu pētīšanai.



Att. Siltumsūkņa pētīšanas stends.

ATKRITUMU PĀRSTRĀDES METODES POLIGONU GĀZES IEГУВЕI UN ENERGIJAS RAŽOŠANAI

Veiktie aprēķini ir vērsti ekonomiski, ekoloģiski un sociāli izdevīgā virzienā, noskaidrojot iespēju robežas un ieguvumus ilgtspējīgai rīcībai.

Latvijā ik gadus rodas 600 000 – 700 000 tonnu sadzīves atkritumu un aptuveni puse no šī daudzuma ir bioloģiski noārdāmi sadzīves atkritumi. Lielākā savāktā sadzīves atkritumu un citu savākto atkritumu daļa tiek apglabāta izgāztuvēs bez iepriekšējas apstrādes. Apmēram 40 % no savāktajiem atkritumiem tiek saražoti un apglabāti Rīgas rajonā, Getliņi Eko poligonā.

Ja analizē atkritumu daudzumu, ko saražo 1 iedzīvotājs gadā, tad salīdzinājumā ar ASV, tas ir 3 reizes mazāks, aptuveni 230 kg/ha, tomēr dažādas modelēšanas metodes rāda, ka, iespējams, saražoto atkritumu daudzums uz 1 iedzīvotāju Latvijā līdz 2015. gadam varētu pieaugt līdz 300 kg/a. Savukārt ziņojumā par vides stāvokli Latvijā aprēķinu ceļā ir noteikts, ka uz 1 iedzīvotāju tie ir bijuši līdz pat 400 kg/ha. Kā redzams, datu izkliede ir pietiekami liela.

Par Latvijas atkritumu sastāvu ir ļoti skopa informācija. Getliņi Eko poligona veiktajā morfoloģiskajā atkritumu sastāva analizē 2007. gadā, tika noteikts, ka otrreizējai pārstrādei (inertie atkritumi) varētu tikt izmantoti 22%, termiskajai pārstrādei 14% (netiek iekļauti biodegradablie atkritumi) un atkritumi, kuri var būt pakļauti bioloģiskajam sadalīšanās procesam un gāzes ieguvei ir 64%.

Maksimālais potenciāls gāzes ieguvei no attiecīgā poligona ir atkarīgs no kvantitātes un organiskā satura veida atkritumos. Metāns ir galvenā sastāvdaļa poligona gāzē, kam ir pasaules mēroga ietekme, jo tas ir siltumnīcefektu izraisošā gāze. Poligona gāzes komponentu saturs ir mainīgs lielums, kas var mainīties daudzu faktoru ietekmē, viena poligona robežās. Ja runā par poligona gāzes enerģijas saturu, tad ir jānovērtē sadegšanas siltums. Ņemot vērā, ka metāna tilpums mainās robežās no 30-70%, tad $Q_{zd}=10,74 - 25,06 \text{ MJ/m}^3$. Protams, sadedzināšanas iekārtu ekspluatācijai ir jāņem vērā arī citu savienojumu klātbūtni, piemēram, sēra, hlora savienojumu, kas prasa gāzes attīrīšanu.

Prognožu veikšanai par gāzes daudzumiem nākotnē, tika izvēlēts LandGem modelis (ASV), kas pie noteiktiem ietekmējošiem faktoriem (pieņemot $\text{CH}_4=50\%$) dod pietiekami reālus rezultātus. Pēc modeļa prognozēm ar esošajiem 4 motoriem ir iespējams strādāt ar nemainīgu jaudu līdz 2020. gadam. Turpmākajos gados metāna ieguve pēc modeļa rezultātiem samazinās. Tomēr jāņem vērā, ka Getliņos katru gadu ievēd līdz 400 tūkst. m^3 atkritumu, kas kompensēs trūkstošo jaudu. Pieņemot, ka ir iespējams uzstādīt ORC iekārtu 0,4 MWel, papildus gadā vēl var saražot 3200 MWel.

Pēdējos gados Latvijā atkritumu apsaimniekošana pilnveidojas, taču tuvākajā nākotnē pilnīgi atteikties no poligona izmantošanas nebūs iespējams. Tādēļ interese par poligona atkritumu sastāvu būs vēl lielāka. Nākotnē esošajiem poligoniem ir jāmeklē citu tehnoloģiju izmantošanas iespējas, kā piemēram, bioreaktoru izmantošana. BEKON Energy Technologies GmbH&Co piedāvā sausās fermentācijas procesu, kas ir vienpakāpes biogāzes ieguves process ar augstu sausnas saturu (vairāk kā 50%). Kā priekšrocības ir minamas vienkāršā konstrukcija, kompaktais dizains un iegūtās biogāzes izmantojums koģenerācijas iekārtās. Process ir automatizēts, un procesu parametru monitorings ir datorizēts. Kā ekonomiskais pamatojums ir minams zemais enerģijas patēriņš salīdzinājumā ar citām sistēmām, zemas ieviešanas, apkopju izmaksas un nav atkritumu uzglabāšanas izmaksu.

SILTUMMAIŅU SILDVIRSMAS STĀVOKĻA NOVĒRTĒŠANA AR NETIEŠO PILNĀ FAKTORA EKSPERIMENTU

Moderno sistēmu / iekārtu konstruēšana balstās uz jaunākajām tehnoloģijām un zinātnes sasniegumiem, tomēr izcilas sistēmas/iekārtas izveide prasa lielus kapitāla ieguldījumus, kas bieži vien kļūst par problēmu moderno siltumtehniko iekārtu industrijā. Daudzi inženieri sacenšas, lai radītu labu produktu ar mazākiem materiālu ieguldījumiem un lielāku peļņu par pārdotu produktu, tomēr ne vienmēr ražotājs cenšas izgatavot kvalitatīvu dokumentāciju savam produktam. Tieši tāpēc gadās, ka jaunuzstādītajai iekārtai jāizstrādā pilnvērtīgas metodes, ar kuru palīdzību būtu iespējams noteikt siltummaiņu sildvirsmas stāvokli vai tamlīdzīgus parametrus.

Tieši tāpēc ir ļoti aktuāli izstrādāt iekārtu stāvokļa novērtēšanas metodiku, kura balstītos uz pārbaudītiem statistikas likumiem. Viens no iespējamajiem variantiem ir mēģināt pielāgot pilno faktoru eksperimentu, lai noteiktu nezināmo, empīriski nosakāmo formulu siltumatdeves koeficientam vai kādas citas vērtības noteikšanai. Cik ir zināms, veikt pilnvērtīgu pilno faktoru eksperimentu pašreizējos apstākļos ir ļoti dārgs pasākums, kas prasa lielus laika un kapitāla ieguldījumus. Pateicoties jaunajiem sasniegumiem datoru simulācijas sfērā un eksperimentu datu apkopošanā, ir izstrādāti kvalitatīvi instrumenti, kuri palīdz virtuāli noteikt nezināmas vērtības, pielāgojot izpēti modeļus dažādiem apstākļiem. Līdz ar to ir iespējams noteikt meklējamās vērtības, neveicot reālus izmēģinājumus/mērījumus. Vienīgais šāda veida pieejas trūkums ir izmēģinājumu datu ticamība. Pirms eksperimentu saplānošanas nepieciešams piemeklēt attiecīgo simulācijas risinājumu, kurš lielā mērā atbilstu pētnieka prasībām. Nepareiza risinājuma izvēle var novest pie nepareiza datu apkopojuma, kā rezultātā empīriski iegūtā formula tiks uzskatīta par aplamu.

Netiešā eksperimenta realizācijai pētniekam jāizvēlas atbilstošu datorprogrammu, kā arī jāizveido aprēķinu modelis, kas ļaus aprēķināt nezināmas vērtības visā apskatāmajā diapazonā. Veiksmīgai eksperimenta realizācijai ir ieteicams pielietot pilno faktoru eksperimentu, nevis replikas. Statiskajā analizē pārbauda regresijas koeficientu nozīmīgumu un lineārā modeļa atbilstību. Modeļa atbilstība nozīmē, ka iegūtais regresijas vienādojums precīzi apraksta eksperimenta datus pēc izvēlēta kritērija. Pirms eksperimenta veikšanas nosaka eksperimenta robežu, kā arī eksperimenta centra un faktoru mainīguma intervālu. Visvienkāršākā plāna sagatavošana paredz simetrisku eksperimenta punktu izvēli attiecībā pret centru. Šajā gadījumā visi faktori mainās divos līmeņos un eksperimentu plāna nosaukums ir 2^n . Faktoru līmeņi tiek attēloti ar diviem punktiem uz katras koordinātas ass, līdz ar to šie punkti ir simetriski attiecībā pret pamata līmeni. Viens no šiem līmeņiem ir augšējais, otrs ir apakšējais. Pētniekam jā sastāda eksperimenta tabulu kodētā veidā un jāveic aprēķins tieši pēc šīs tabulas. Eksperimenta beigās jāpārbauda iegūtos rezultātus pēc varbūtības teorijas ticamības kritērijiem, kas savukārt neļaus pieļaut rupju kļūdu meklējamajā empīriskajā formulā.

Rezultātā pētnieks ar pilno faktoru eksperimentu netiešā veidā varēs iegūt ticamus rezultātus samērā ātri un bez liekiem resursu tēriņiem, kā arī nepieciešamības gadījumā pētnieks varēs izveidot datorprogrammu, kas pamatā būs izveidota empīriskā formula un noteikts aprēķinu algoritms. Dotā pieeja ir netradicionāla pilnā faktoru eksperimenta realizācijai, tomēr uzskatāma par laika un resursu taupīgu, salīdzinot ar klasisko eksperimentu.

AUKSTUMAĢENTA CO₂ IZMANTOŠANA SILTUMSŪKŅOS

Mūsdienās, rūpējoties par dabas saglabāšanu, tiek meklētas aizvien jaunas metodes. Pārmaiņas nonāk arī aukstumapgādē – aizvien vairāk tiek runāts par dabisko aukstumaģentu izmantošanu. Šī *darba mērķis* ir izprast CO₂ īpatnības, tā pielietošanas iespējas gan aukstuma apgādē, gan siltumsūkņu sistēmās.

Tāpēc arī tika izvirzīti šādi uzdevumi:

- apskatīt CO₂ termodinamiku, izpētot aukstumaģenta diagrammas;
- aprēķināt subkritisko un transkritisko ciklu;
- apskatīt CO₂ ciklus un salīdzināt to efektivitāti ar atbilstošiem freonu cikliem;
- aplūkot iespēju CO₂ izmantot siltumsūkņu sistēmās.

Tā kā galvenais darba virziens ir tieši siltumsūkņi, tad arī vairāk tika pētīts CO₂ transkritiskais cikls, kurā sistēma darbojas zemās CO₂ kritiskās temperatūras dēļ. Viena no galvenajām īpatnībām ir tāda, ka šādās sistēmās tiek izmantots nevis kondensators, bet gan gāzes dzesētājs. Tas nozīmē, ka atšķirībā no tradicionālām sistēmām, CO₂ kondensācijas process nenotiek izotermiski. Līdz ar to rūpīgi jāizvēlas optimālais darba spiediens (kas var sasniegt pat 120 bar) un ciklu aprēķinā vēlams izmantot nevis P-h, bet gan T-h (temperatūras-entalpijas) diagrammu. Pēc šīs diagrammas transkritisko ciklu var izrēķināt daudz precīzāk, ņemot vērā arī sildāmās vielas temperatūru.

Izveidojot divus dažādu režīmu ciklus, salīdzināšanai ar tradicionāliem freonu cikliem, tika secināts, ka ļoti precīzi tos salīdzināt ir sarežģīti. Šādas grūtības pastāv dažādu kritisko temperatūru un darba spiedienu dēļ. Tā, piemēram, izvēloties CO₂ subkritisko ciklu, pieņemot iztvaikošanas temperatūru -40°C, tika novērots, ka CO₂ spēj kondensēties pie $t = -5^{\circ}\text{C}$, taču freonam R404a šāda darba režīma kondensācijas $t = +27/+30^{\circ}\text{C}$. Kaut arī šī cikla aprēķins parādījis, ka CO₂ cikls ir 2 reizes efektīvāks, nevar to pilnīgi droši apgalvot – nepieciešami eksperimentālie dati, kas varētu apstiprināt aprēķinus.

Apskatot CO₂ transkritisko ciklu, tika secināts, ka optimālai darba spiediena izvēlei ir būtiska nozīme. Ja tas tiek izvēlēts nepareizi, tad cikla efektivitāte ir līdzīga freona cikla efektivitātei (tika salīdzināts ar R407c). Taču, ja izvēlas optimālo darba spiedienu, tad vienkāršā CO₂ cikla efektivitāte paaugstinās vairāk kā 2 reizes.

Pastāv ļoti daudz dažādu sistēmu shēmas, CO₂ ir iespējams izmantot praktiski jebkādā iekārtu kombinācijā. Līdz ar to pastāv plašas iespējas efektivitātes paaugstināšanai. Apskatot CO₂ sistēmu ekonomisko pusi, var secināt, ka subkritiskā ciklā ir iespējams izmantot tradicionālās freonu iekārtas, kas ir adaptētas CO₂ izmantošanai, līdz ar to, šādas sistēmas izmaksas būs līdzīgas freonu sistēmām. Transkritiskā ciklā – viss atkarīgs no sistēmas sarežģītības pakāpes. CO₂ izmantošana ir lietderīga lielās sistēmās, kur ir plašas iespējas paaugstināt to efektivitāti.

Ņemot vērā augstākminēto, izpētot dažādu sistēmu shēmas, tika secināts, ka visefektīvāk izmantot CO₂ kā aukstumaģentu varētu ražošanas/rūpniecības uzņēmumos, nodrošinot tieši karstā ūdens apgādi. Tas ir saistīts ar to, ka, izmantojot CO₂, var sasniegt ūdens temperatūru līdz pat 90°C. Taču jāņem vērā arī tas, ka sistēmas efektivitāte ir ļoti atkarīga no siltumnesēja ieejas temperatūras.

CO₂ sistēmu izmantošanu Latvijā ierobežo tehniskā personāla zināšanu trūkums gan šādu sistēmu projektēšanā, gan montāžā, gan apkalpošanā. Lai varētu sākt plašu CO₂ sistēmu uzstādīšanu, pirmkārt, nepieciešams organizēt visu līmeņu tehniskā personāla apmācību un vēlams arī pieredzes apmaiņas programmu ar Eiropas kolēģiem.

LATVIJAS ENERĢĒTIKAS ILGTERMIŅA STRATĒGIJA 2030 – INDIKATORI

„Enerģētikas stratēģija 2030” Latvijas nākotnei ir viens no stratēģiski svarīgākajiem dokumentiem. Stratēģijā noteikts gan energoapgādes drošības, konkurētspējas, energoefektivitātes attīstības un arī zaļās enerģijas lietošanas virziens. Šī stratēģija ir izstrādāta saskaņā ar 20-20-20 plānu. Stratēģijas galvenie mērķi: konkurētspējīga tautsaimniecība – sabalansēta, efektīva, ekonomiski, sociāli, ekoloģiski pamatota, uz tirgus principiem balstīta, enerģētika, kas nodrošina tautsaimniecības tālāko attīstību; ilgtspējīga enerģija – tiek dažādota primāro energoresursu balance un mazināta atkarība no energoresursu importa, veicinātas jaunas efektīvas atjaunojamo energoresursu izmantošanas tehnoloģijas, veikti energoefektivitātes uzlabošanas pasākumi; apgādes drošums – enerģijas lietotājiem pieejamas stabilas enerģijas piegādes un attīstīta infrastruktūra. Enerģētikas stratēģijas 2030 kvantitatīvie mērķi: palielināt apstrādes rūpniecības daļu kopējā ekonomikā līdz 20%, nodrošināt 50% AER īpatsvaru bruto enerģijas galapatēriņā, vidējo siltumenerģijas patēriņu apkurei samazināt līdz 100 kWh/m², trešo valstu energoresursu importa samazināt par 50%.

Pērn Pasaules Enerģētikas padome (PEP) īstenoja projektu tās dalībvalstu enerģētikas un politikas novērtēšanai. Ar „enerģētikas ilgtspējas” lielumu ranžē PEP valstis, ņemot vērā valstu spēju nodrošināt drošu, pieejamu un videi draudzīgu enerģētikas sistēmu. Ranžējums ir balstīts uz dažādiem valsts energoefektivitātes un kontekstuālo raksturojumu datiem. Energoefektivitātes indikatori ietver enerģijas piedāvājumu un pieprasījumu, pieejamību un piekļuvi enerģijai un enerģijas izmantošanas ietekmi uz vidi valstī. Kontekstuālie rādītāji parāda plašākus energoefektivitātes apstākļus, kā sociālais, politiskais un ekonomiskais stāvoklis, un šo apstākļu stabilitāti. Stiprākie aspekti valstu novērtēšanai: energodrošība, sociālais taisnīgums, ietekme uz vidi, politiskais stāvoklis, sociālais stāvoklis un ekonomiskais stāvoklis. Latvija kopējā ranžējumā ieņēma 37 vietu, kā pozitīvo lielumu var minēt valsts CO₂ emisiju daudzumu (tonnas uz vienu iedzīvotāju) un zaļās enerģijas izmantošanu. Igaunija ieņēma 35., Lietuva -31., Krievija – 25. vietu, bet 1. vietu kā visaugstāk vērtētā valsts no enerģētikas un politikas viedokļa ieņēma Zviedrija.

2012. gadā 6 PEP dalībvalstis (Kolumbija, Vācija, Indija, Indonēzija, Dienvidāfrika un Šveice) veiksmīgi uzsāka plašu nacionālo valsts analīzes procesu. Tika izveidota šo valstu un arī kontinentu enerģētikas jautājumu karte. Galvenie apskatītie jautājumi aptaujā: makroekonomiskie riski un neaizsargātība, enerģētikas ģeopolitika un reģionālie jautājumi, enerģētikas politika un uzņēmējdarbības vide un enerģētikas vīzija un tehnoloģijas. Pēdējā PEP konferencē tika nolemts, ka 2013. gadā būs šī procesa paplašinājums, kas ļautu līdz 25 komitejas locekļiem veikt analīzi katras dalībvalsts kartes izveidošanai. 2013. gada analīzē piedalās arī Latvija. Lai veiktu šo analīzi, ir nepieciešamas vismaz 20 respondentu atbildes. Respondentiem ir jābūt atbilstošā līmenī enerģētikas jomā savā valstī, kuriem var uzticēt veikt pētījumu. WEC Londona apkopos visus datus un izveidos karti pasaules, reģionālā un nacionālā līmenī. Izveidotās kartes tiks nosūtītas atpakaļ valstu nacionālām komitejām. 2012. gadā PEP izveidoja arī „New Leaders” valstu kartes, kur tiek parādītas jauno enerģētiķu vai enerģētikas studentu atbildes uz jautājumiem, kas skar enerģētiku. Arī Latvija ir gatava iesniegt „New Leaders” analīzi, ja tiks atrasts nepieciešamais respondentu skaits (t.i., vismaz 20), un ir iespējams, ka šī analīze tiks iekļauta galējā PEP publikācijā. Pētījuma galvenā atbildīgā persona ir Dr.habil.sc.ing. prof. Namejs Zeltiņš, Pasaules Enerģētikas padomes Latvijas nacionālās komitejas prezidents.

GRAUDU KALTES

Graudiem elpojot, izdalās siltums. Ja siltums neizdalās vidē, sākas sakaršana. Sakaršanu veicina paaugstināts mitrums, temperatūra, gaisa pieplūde. Novākšanas laikā mitruma saturs ir 7-30 %, ar nezāļu piemaisījumu – līdz 60 %. Sakarstot graudos attīstās aerobie (pelējumsēnes, baktērijas), aerotolerantie (raugi), anaerobie un fakultatīvi anaerobie (pienskābes baktērijas) mikroorganismi. Lai nodrošinātu kvalitatīvu graudu uzglabāšanu, graudi pēc novākšanas ir jākaltē, vēlmais graudu mitrums ir no 10 līdz 14 %.

Graudu kaltēšanas iekārtu veidi - caurplūdes nepārtrauktās darbības, caurplūdes periodiskās darbības, grīdas periodiskās darbības kaltes. Caurplūdes nepārtrauktas darbības kaltes pozitīvie aspekti ir tādi, ka graudi tiek kaltēti vienmērīgi, nav dīkstāves izkraujot vai iekraujot produktu, un kaltēšana notiek peldošā stāvoklī, tādēļ graudi netiek saspiesti, bet kaltēšanas procesā tiek lietotas ļoti augstas temperatūras un to sadalījuma vienmērību ir grūti kontrolēt, tādēļ pastāv risks sabojāt graudus, tie vairs nederēs sēklai. Caurplūdes periodiskas darbības kaltēs var ievadīt produktus ar ļoti augstu mitruma saturu, kā arī veikt efektīvu gaisa attīrīšanu, bet kaltes darba ražīgums ir ļoti zems. Grīdas periodiskās darbības kaltes ir viegli uzstādāmas, var kaltēt lielu produkta daudzumu vienlaicīgi, bet šajās kaltēs ir jāseko līdzi, lai nenotiktu graudu pārkaršana zemākajos slāņos un graudu iekraušanas un izkraušanas laikā netiktu bojāti gaisa kanāli.

Kaltēšanas procesa aprēķins - pēc mitra gaisa diagrammām nosaka gaisa mitruma saturu (d_1, d_2).

Izkaltētā mitruma daudzums

$$\Delta W = M \frac{w_1 - w_2}{100 - w_1} = 9000 \frac{22 - 0.1}{100 - 22} = 2526 \text{ kg},$$

kur $w_1; w_2$ – graudu sākuma un beigu mitrums.

Kaltēšanas aģenta (mitrā gaisa) kopējais patēriņš

$$L = \frac{1000 * \Delta W}{d_2 - d_1} = \frac{1000 * 2526}{80 - 4} = 33.24 \frac{\text{t}_g}{h}.$$

Kaltēšanas aģenta patēriņš uz 1 kg izkaltētā mitruma

$$l = \frac{L}{\Delta W} = \frac{33240}{2526} = 13.16 \frac{\text{kg, sausagaisa}}{\text{kg, mitruma}}.$$

Siltuma patēriņš kaltēšanai uz 1 kg izkaltētā mitruma

$$q = l(H_2 - H_0) \frac{1}{\eta} = 13.16(404 - 283) \frac{1}{0.8} = 1990 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}},$$

kur H_2 - entalpija, dūmgāzēm izplūstot no kaltes;

H_0 - gaisa entalpija, ieplūstot kurtuvē;

H - kaltes lietderības koeficients.

Kopējais siltuma patēriņš kaltēšanai stundā

$$Q_{\Sigma} = q * \Delta W \text{ kJ/h.}$$

AUTOTRANSPORTA SEKCIJA

A. Deduškevičs, J. Kreicbergs (zinātniskais vadītājs)

TRANSPORTLĪDZEKĻU KUSTĪBAS UN DINAMIKAS MĒRĪJUMI, IZMANTOJOT GPS SISTĒMAS

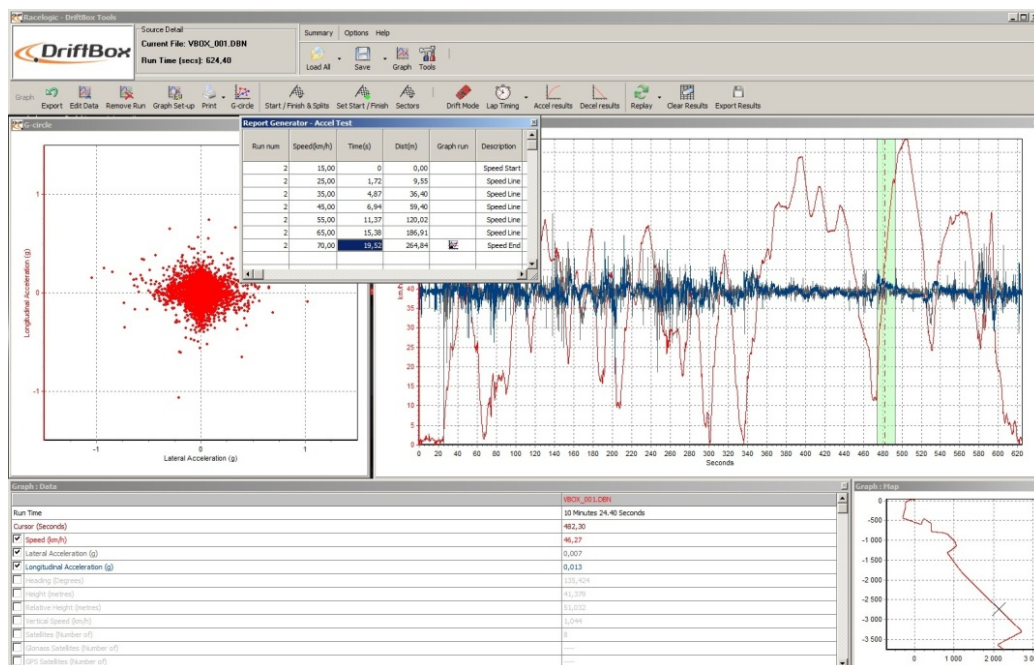
Transportlīdzekļu kustības un dinamikas parametru noteikšana laboratorijas apstākļos ne vienmēr sniedz pietiekamu precizitāti un vēlamos rezultātus. Reālai dzīvei pietuvinātas eksperimenta vides simulēšana var būt sarežģīts un nepietiekami precīzs process, lai izdarītu objektīvus secinājumus par interesējošām transportlīdzekļa parametru izmaiņām. Lai iegūtu precīzāku informāciju par transportlīdzekļa kustību un dinamiku reālos ekspluatācijas apstākļos, tiek izmantota globālā pozicionēšanas sistēma jeb GPS.

Pētījuma mērķis, kurā tiek izmantotas GPS mērierīces, ir noteikt dzirksteļazdedzes iekšdedzes dzinēja degvielas maiņas ietekmi uz automobiļa veiktspēju dažādos ekspluatācijas apstākļos.

Automobilis AUDI A4 1.8T (turbopūtes dzinējs) eksperimenta nolūkā tika aprīkots ar gāzveida degvielas iesmidzes sistēmu.

Tiek veikti ceļa eksperimenti noteiktos maršrutos pēc noteiktiem kustību cikiem. Mērījumi tiek veikti, dzinēju darbinot atsevišķi ar benzīna degvielu un gāzveida degvielu.

Automobiļa kustības GPS dati tiek iegūti un apkopoti ar mērierīces „DriftBox” palīdzību, kas veicamajiem eksperimentiem nodrošina optimālu mērījumu precizitāti un darbības frekvenci. Iegūtie dati sākotnēji tiek analizēti tam paredzētā programmatūrā (att.). Papildus tie tiek eksportēti MS Excel datorprogrammā, kur ar tiem veic aprēķinus un analizē iegūtās likumsakarības.



Att. Mērījuma datu analīze.

GPS mērierīču izmantošana eksperimentu veikšanai atvieglo un paātrina datu ieguves un apstrādes darbības. Iegūtie mērījumu rezultāti apvienojumā ar informāciju no automobiļa borta datora sniedz plašas transportlīdzekļa darbības un kustības analīzes iespējas.

LIETOTA MOTORA DEFECTĒŠANA, DEFECTU NOVĒRŠANA UN SAGATAVOŠANA AUTOSPRINTA SACENSĪBĀM

Autotransporta industrijā ražotāji veicina situāciju, kas samazina pieprasījumu veikt transportlīdzekļa dažādu mezglu remontu, ieskaitot automobiļu iekšdedzes dzinējus. Tas tiek panākts ar cenu ziņā pieejamiem automobiļiem, kam resurss ir samazināts, salīdzinot ar to iepriekšējiem modeļiem, tādējādi veicinot klientus arvien biežāk iegādāties jaunus automobiļus – netērējot līdzekļus esošā transportlīdzekļa remontam, bet tā vietā iegādāties jaunu.

Līdz ar to dzinēja remonts ir pieprasīts pakalpojums gadījumos, kad iegādāties jaunu transportlīdzekli vai tā dzinēju ir neizdevīgi, bez tam dzinēju remonts ir pieprasīts automobiļu restaurēšanā, autosportā un entuziastu vidū, kurus daļēji var pieskaitīt pieminētajām sfērām.

Darba mērķis ir paralēli studiju priekšmetiem iegūtās teorētiskās zināšanas pielietot praktiski, veicot dzinēja defektēšanu, to novēršanu un pēc iespējas vairāk darbus veicot pašam. Tā kā šis dzinējs tiks ievietots automobilī, ar kuru paredzēts piedalīties autosprinta sacensībās, tad paralēli remontdarbiem, tiek veikta izpēte par dzinēja vājākajiem mezgļiem, sistēmām, dzinēju pielietojot smagos apstākļos – straujš paātrinājums, bremzēšana, virziena maiņa, augsta temperatūra, atkārtota dzinēja piestartēšana, tam vēl esot siltam. Šīm pārbūvēm jābūt saskaņā ar autosprinta sacensību noteikumiem klasē, kur piedalās ar automašīnām, kurām ir derīga termiņa Tehniskā apskate.

Defektu noteikšana: motora bloka dilums; sadales vārpstas, kloķvārpstas dilums kulaciņos, rēdzēs, eļļas sūkņa dilums, startera kontaktu nodilums.

Defektu novēršana: izdiluša motora bloka izvirpošana, honēšana, derīgas sadales vārpstas izvēle, eļļas sūkņa korpusa, vāciņa modifikācijas diluma novēršana, startera kontaktu un bendiksa maiņa.

Mezglu, sistēmu pārbūve – spararata izvēle, atvieglināšana un balansēšana kopā ar kloķa-klaņa mehānismu; ieplūdes kolektora izvēle, pārbūve ar droseles aprēķiniem, eļļas sistēmas modernizācija – eļļas radiators ar termostatu, ķeta eļļas sūkņa vāciņš alumīnija vietā, eļļas vāceles ribu izgatavošana, metināšana.

DĪZEĻA CIETO DAĻIŅU FILTRA IETEKME UZ MOTORA DARBĪBAS PARAMETRIEM

Ņemot vērā arvien samazinātās dīzeļdzinēju EURO izmešu emisijas normas. Īpaša uzmanība tiek pievērsta cieto daļiņu daudzuma samazināšanai automobiļos ar dīzeļdzinēju. Ja EURO 4 izmešu standarts, kurš stājās spēkā ar 2005. gada janvāri, nosaka to, ka cieto daļiņu daudzums nedrīkst pārsniegt 0.025 g/km, tad EURO 5 izmešu standarts, kurš stājās spēkā 2009. gada septembrī, nosaka to, ka cieto daļiņu daudzums nedrīkst pārsniegt 0.005 g/km. Tas ir pieckārtīgs samazinājums. Tieši tāpēc automobiļu inženieriem nākas projektēt un ieviest sērijveida ražošanā jaunas sistēmas šo normu izpildīšanai.

Viena no šādām sistēmām ir cieto daļiņu filtrēšanas sistēma. Sistēma veic dīzeļa dzinēja atgāzu filtrēšanu. Šīs sistēmas galvenais elements ir cieto daļiņu filtrs, kura galvenais uzdevums ir sevī uzkrāt cietās daļiņas un vēlāk īpašā reģenerācijas procesā veikt šo daļiņu sadedzināšanu.

Cietās daļiņas jeb kvēpi ir mikroskopiskas oglekļa bumbiņas, kuras ir radušās nepilnīgas sadegšanas rezultātā. Daļiņu izmēri ir no 10 līdz 150 nm. Daļiņas ar izmēru no 0 līdz 20 nm gaisā var cirkulēt līdz pat 8 stundām un šāda izmēra daļiņas visdziļāk nosēžas cilvēka elpošanas ceļos un plaušās. Daļiņas no 20 līdz 150 nm nosēžas ātrāk. Šīs daļiņas sev var piesaistīt ogļūdeņražus, sulfātus, ūdeni, sēru un metāla oksīdus. Ir pierādīts, ka cietās daļiņas veicina smoga veidošanos. Ir konstatēts, ka tās ir kancerogēnas un izraisa deguna un rīkles gļotādas iekaisumus, kā arī plaušu bojājumus.

Cieto daļiņu filtra sistēmas galvenie elementi ir cieto daļiņu filtrs, spiediena starpības mērītājs pirms un pēc filtra, temperatūras devējs pirms turbīnas un cieto daļiņu filtra, lambda zonde, ieplūstošā gaisa masas mērītājs un motora vadības bloks. Ir izveidotas atsevišķas sistēmas ar degvielas piedevu sistēmu. Degvielas piedevas galvenais uzdevums ir samazināt reģenerācijas procesam nepieciešamo temperatūru no 600 – 650°C uz aptuveni 500°C, lai sadegšana notiktu pilnīgāk. Pats cieto daļiņu filtrs ir veidots no silīcija karbīda medus šūnu matricas, kura ievietota nerūsošā tērauda caurulē.

Lai noteiktu filtra piepildījuma pakāpi un nepieciešamību veikt reģenerācijas jeb filtra dedzināšanas procesu, motora vadības bloks nepārtraukti saņem un apstrādā informāciju, kura tiek saņemta no ieplūstošā gaisa masas mērītāja, temperatūras devēja pirms partikulu filtra un spiediena starpības mērītāja pirms un pēc filtra. Apkopojot šo informāciju, tiek veidota attiecība starp izplūstošo gāzu tilpumu un spiediena starpību. Ja izplūstošā gaisa masa rada paaugstinātu pretspiedienu, tiek veikts reģenerācijas process.

Reģenerācijas procesa laikā tiek atslēgta izplūdes gāzu recirkulācija, tiek samazināts pamata iesmidzināšanas daudzums, bet vienlaikus veidots papildus iesmidzinājums 35° pēc AMP (var būt sistēmas, kurās papildus iesmidzināšana tiek veikta tieši izplūdes taktī). Papildus iesmidzināšana tiek veikta, lai palielinātu izplūdes gāzu temperatūru un temperatūru cieto daļiņu filtrā. Tiek izmainīta elektroniski vadāmās droseles un turbīnas darbība, lai automobiļa vadītājs neizjustu motora darbības izmaiņas. Procesā laikā, kurā notiek uzkrātā oglekļa sadedzināšana, filtrā tiek sasniegta temperatūra 500 līdz 600°C atkarībā no sistēmas. Process beidzas, kad izplūdes gāzes vairs nerada lielu pretspiedienu. Un sākas jaunu daļiņu uzkrāšana filtrā.

E. Novickis, A. Grīslis (zinātniskais vadītājs), J. Rudzītis (konsultants)

PLASTMASAS ATKRITUMU PĀRSTRĀDE DĪZEĻDEGVIELĀ

Atklājot jaunus atkritumu pārstrādes veidus, rastos iespēja mazināt atkritumu izgāztuvju nepieciešamību. Atklājot jaunus dīzeļdegvielas ieguves veidus, tiks ierobežots nepārtrauktais dīzeļdegvielas cenu kāpums.

Pirolīzes procesā iespējams iegūt degvielas normatīviem atbilstošu dīzeļdegvielu. Pirolīzes procesā iespējams plastmasas garās ogļūdeņražu molekulu ķēdes sadalīt līdz dīzeļdegvielas molekulu ķēžu garumam.

No plastmasas iegūtai dīzeļdegvielai etānskaitlis ir dīzeļdegvielas normatīvu noteikto normu robežās. No plastmasas iegūtai dīzeļdegvielai blīvums ir dīzeļdegvielas normatīvu noteikto normu robežās. No plastmasas iegūtai dīzeļdegvielai kinemātiskā viskozitāte ir dīzeļdegvielas normatīvu noteikto normu robežās. No plastmasas iegūtai dīzeļdegvielai frakcionārais sastāvs ir dīzeļdegvielas normatīvu noteikto normu robežās. No plastmasas iegūtai dīzeļdegvielai sastingšanas temperatūra ir dīzeļdegvielas normatīvu noteikto normu robežās. No plastmasas iegūtai dīzeļdegvielai filtru nosprostošanas temperatūra ir dīzeļdegvielas normatīvu noteikto normu robežās. No plastmasas iegūtai dīzeļdegvielai dūmainība ir dīzeļdegvielas normatīvu noteikto normu robežās. Ar no plastmasas iegūtu dīzeļdegvielu darbinātam dīzeļģeneratoram degvielas patēriņš nav lielāks, kā degvielas uzpildes stacijā nopērkamai dīzeļdegvielai.

No plastmasas iegūta dīzeļdegviela ir līdzvērtīgi izmantojama transportlīdzekļos, tāpat kā degvielas stacijās nopērkamā.

D. Pavlovs, G. Zalcmanis (zinātniskais vadītājs)

AUTOSERVISA DARBA OPTIMIZĀCIJA, IZMANTOJOT STATISTIKAS DATUS

Statistikas datu apstrāde ir viens no paņēmieniem kā optimizēt autoservisa darbību. Izmantojot statistikas datus, ir iespējams sekot līdzi vairākiem darbības parametriem. Autoservisa darba grafika plānošanai arī var izmantot statistikas datus. Salīdzinot noteiktās darba normas stundas ar reāli patērētām astronomiskajām stundām, var saprātīgi izveidot darba grafiku, attiecīgi saspiežot atvēlēto laiku vai pagarinot to. Rezerves daļu noliktavas izveidošanai statistikas datiem ir noteicoša nozīme. Ir iespēja aplūkot visvairāk izmantotās rezerves daļas, gan pēc tipa, gan pēc zīmola. Tas ļauj veidot noliktavu ar biežāk pieprasītajām rezerves daļām un atteikties no nepopulāro rezerves daļu uzkrāšanas.

Katram mehāniķim atbilstoši viņa spējam, iemaņām un pieredzi ir iespēja sadalīt darba uzdevumus. Sadalījums tiks balstīts uz mehāniķa nostrādātajām normas stundām.

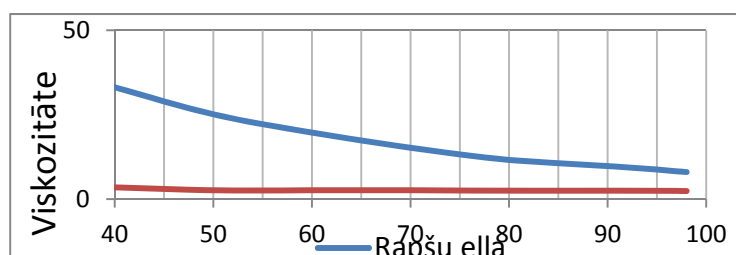
Finanšu plūsmas statistikas dati ļauj analizēt ienākošo un izejošo naudas plūsmu. Atlikušos naudas līdzekļus ir iespējams novirzīt uzņēmējdarbības paplašināšanai jaunu iekārtu iegādei, materiālās bāzes atjaunošanai.

Dati ir savākti, izmantojot autoservisa vadības datorprogrammu, un manuāli pierakstīti.

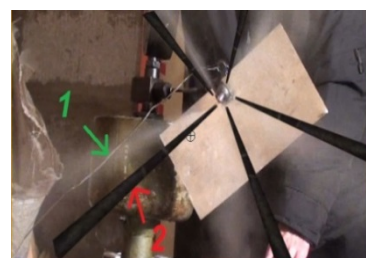
SPRAUSLU SMIDZINĀJUMA IZPĒTE, PAR MOTORDEGVIELU IZMANTOJOT RAPŠU EĻĻU

Dīzeļmotora darbināšanai var izmantot tīru rapšu eļļu. Bez motora un barošanas sistēmas modificēšanas šo eļļu lietot ir neiespējami. Rapšu eļļu var atšķaidīt ar fosilo degvielu zināmās proporcijās, var sasildīt ar sildīšanas elementiem, kas speciāli uzstādīti uz barošanas sistēmas, – tas dod iespēju pielietot rapšu eļļu kā motordegvielu bez sekām.

Pētījumā aplūkota izsmidzinātas degvielas strūkļa un veikta tās analīze, pielietojot atšķaidītu degvielu noteiktās proporcijās, kā arī to sildot līdz noteiktai temperatūrai. Veikta sprauslu adatiņas virsmas analīze, iegūti 4 attiecīgu adatiņas virsmu mikrošlīfi. Rapšu eļļai piemīt liela viskozitāte, tāpēc motora darbības procesā ir grūti sagatavot pilnvērtīgu maisījumu un izveidot labu izsmidzināto strūkli. Laboratorijas darbi, kas bija veikti eksperimenta analīzei, parādīja, ka, sildot tīru rapšu eļļu, var būtiski samazināt tās viskozitāti, pietuvinot to fosilās dīzeļdegvielas viskozitātei. 1. attēlā ir parādīts, kā samazinās rapšu eļļas viskozitāte, temperatūrai paaugstinoties.



1.att. Rapšu eļļas viskozitāte atkarībā no temperatūras.



1- 104° R.E.; 2- 100%DDauksts

2.att. Degvielas izsmidzinājuma izpēte DD un RE.

Pētījuma gaita, rezultāti un to novērtējums.

Pētījums par iesmidzinātā degvielas daudzuma noteikšanu no smidzinātāja ir veikts laboratorijas stendā Motorpal N-50 1261 ar sprauslu ST1250 no traktora BELARUS 800. Darba gaitā ir pētītas izsmidzinātā daudzuma devas, strūkļas garums, tā koriģēšana un noteikšana.

Pētījumi parādījuši, ka s fosilās dīzeļdegvielas (DD) izsmidzinājums ir līdzīgs rapšu eļļas (RE) izsmidzinājumam, ja eļļa ir uzsildīta līdz 100 °C.

2. attēlā ir redzams, ka migla ir aptuveni vienveidīga un bez pilieniem.

Secinājumi

Lai pielietotu RE kā motordegvielu, barošanas sistēmas sprausla ir jātur aptuveni pie 100° C temperatūras, lai izsmidzinājums būtu vienveidīgs (mākonis). Tas liecina par pilnīgu degvielas sadegšanu cilindrā. Lai sistēmā uzturētu šādu temperatūru, jāuzliek sildelementi filtros, bākā, vados, kā arī izplūdes sistēmā.

AUTOAMORTIZATORU JAUNĀKĀS KONSTRUKCIJAS

Pētījuma mērķis ir iepazīties ar jaunākajām amortizatora konstrukcijām, to uzbūvi un darbību, kā arī uzzināt, kādas tehnoloģijas varētu tikt pielietotas nākotnē.

Pēc savas nozīmes amortizators ir hidraulisks agregāts, kas slāpē automašīnas mehāniskās svārstības, samazina atsperu radītās virsbūves svārstības un padara braukšanu ērtāku. Turklāt, runa ir ne tikai par vadītāja un pasažieru ērtībām, bet arī par drošību. Amortizatoriem ir ļoti būtiska nozīme – tie uzlabo ne tikai komfortu, bet arī mašīnas vadāmību un stabilitāti. Amortizatori nodrošina labāku riepu saķeri ar ceļu pagriezienos, nodrošina līdz ar to labāku vadāmību un efektīvāku bremzēšanu. Amortizatoriem var būt vienpusīgās un divpusīgās darbīgās daļas. Šobrīd pamatā izmanto tikai divpusīgās daļas, kas slāpē atsperu radītās svārstības gan saspiešanas, gan arī atslodzes gājienos.

Ir dažādas auto amortizatoru konstrukcijas, ko lieto mūsdienu automobiļos:

- hidrauliskais amortizators;
- gāzu-hidrauliskais amortizators;
- hidrauliski-mehāniskās regulēšanas amortizatori;
- amortizators ar elektriskiem vārstiem;
- amortizators ar magnētisko regulēšanu;
- pneimatiskie amortizatori;
- amortizators, kas ģenerē elektrību.

Pats jaunākais speciālais amortizators, ko izstrādājuši amerikāņu zinātnieki, absorbē sitienu enerģiju no nelīdzenumiem un pārvērš to elektrībā. Amerikāņu zinātnieki no Ņujorkas štata izstrādāja jauno amortizatoru, kas domāts nelabvēlīgiem ceļiem. Speciālais amortizators ir spējīgs ne tikai slāpēt ceļa nelīdzenumu radītos triecienus, padarot braukšanu komfortablāku, bet arī samazināt degvielas patēriņu. Iebūvējot automobilī šo amortizatoru, palielinās automobiļa energoefektivitāte par 1-8%. Uzstādot jaunu amortizatoru uz vieglo automobili un braucot ar ātrumu ap 90 km/h, amortizators ražo 100-400 W enerģijas uz līdzena ceļa un līdz 1600W uz nelīdzena ceļa. Kravas un bezceļa auto spēs saražot, atkarībā ceļa apstākļiem, 1-10kW. Saņemto elektrību izmanto, lai uzlādētu akumulatoru, samazinot slodzi uz auto maiņstrāvas ģeneratoru. Līdz ar to parastajos automobiļos degvielas patēriņš var samazināties par 1-4%, bet ar hibrīddzinēju par 8%.

Mūsdienu automobili nav iespējams iedomāties bez komfortablas un drošas braukšanas. Tāpēc, lai apmierinātu šīs vajadzības, tika konstruēts hidraulisks agregāts – amortizators. Nākotnē attīstīsies amortizatori, kas ģenerēs lietderīgu elektrisko enerģiju.

AUTOMOBILŪ VIRSBŪVJU NESOŠO KONSTRUKCIJU KOROZIJA

Pilnībā visi automobiļu īpašnieki saskaras ar automobiļu virsbūvju korodēšanu. Lielākā vai mazākā mērā, bet šī problēma ir neizbēgama. Virsbūves korozija joprojām ir aktuāla problēma arī mūsdienās.

Darba mērķis ir noskaidrot dažādus virsbūvju konstrukcijā izmantotos materiālus un dot slēdzienu par labāko – korozijas noturīgāko. Papildus veikt izpēti par vēlamāko materiālu aizsardzību un dot priekšlikumus to lietojumam. Izlase - Latvijā visbiežāk sastopamie automobiļi.

Eksperimenta veikšanai ir nepieciešami attīrīti virsbūvju paraugi. Darba gaita paredzēta dabiskos apstākļos, tātad iegūtie paraugi tiks pakļauti atbilstoši automobiļu ekspluatācijas apstākļiem. Pētījums nav paredzēts laboratorijas apstākļos. Aktīvi veikts eksperiments paredz ietekmēt sistēmas darbību – iegūt sev labvēlīgu darbību, lai novērtētu. Tātad iejaukšanos eksperimenta norisē.

Paraugi tiks aplūkoti noteiktā periodā. Paredzēts katru paraugu pakļaut plastiskai deformācijai, kas palielinātu to korodēšanu. Šāds paņēmieni ir pielīdzināms avārijās cietušu automobiļu virsbūvju deformācijai, tātad korozijas ietekme uz atjaunotiem remonta elementiem.

Pēc zināma laika paraugus paredzēts noņemt. Noņemšana tiek paredzēta, sasniedzot paraugu būtisku korodēšanu. Ideja – izdalīt mazāk korodējušo. Pētījuma plānā ir paredzēts izstrādāt mikrošlifus – paraugu šķērssgriezuma sagatavošana. Veikt labākā parauga struktūras analīzi. Tātad noteikt šo labāko materiālu izvēli, papildus tam veikt ķīmisko analīzi, noskaidrojot elementu daudzumu. Tāpat noteikt un aplūkot koroziju, tās tipu dažādiem paraugiem mikroskopā. Tiks noskaidrota deformācijas ietekme uz paraugiem. Attiecīgi radušās plaisas šos paraugus pakļauj straujākai korodēšanai.

Tiks veikta arī aizsargslāņu analīze. Tātad noklāt paraugus ar tirgū pieejamiem, bieži vien izslavētiem korozijas aizsargpārklājumiem un dot slēdzienu par to efektivitāti. Kā arī par ērtāk, vienkāršāk izmantojamo ar zemākajām izmaksām.

Tiks teorētiski analizēts, vai citos apstākļos veiktais pētījums uzrādītu tāds pašus rezultātus. Pētījuma rezultātu ticamība. Tātad analizēti visi ar koroziju saistošie apstākļi un parametri. Par pamatu tiks ņemta iepriekš veikto pētījumu analīze. Tātad apzināt līdzīgos pētījumus un to sasniegtos rezultātus. Kvantitatīvie dati paredz rezultātus, balstītus uz skaitliskām vērtībām - noteikts laika periods; noteikts korozijas lielums, tās izplatīšanās virzieni; uzskatāmu diagrammu attēlojums; korozijas analīze šķērssgriezumā, tās veids, dziļums, izplatība; aizsargslāņu efektivitāte noteiktā laika posmā, kā arī izmaksu salīdzinājums.



1.att. Virsbūves materiāla paraugs
Nr.8 – 2003.gada VW Golf 5.



2.att. Virsbūves materiālu eksperimentam
gatavs mezgls ar 34 paraugiem.

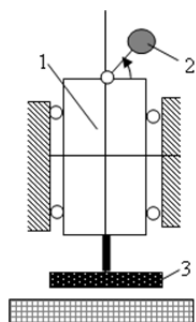
Braj Kishore Singh Gaur, J. Vība (zinātniskais vadītājs)

VIBROPRESĒŠANAS PROCESA ANALĪZE

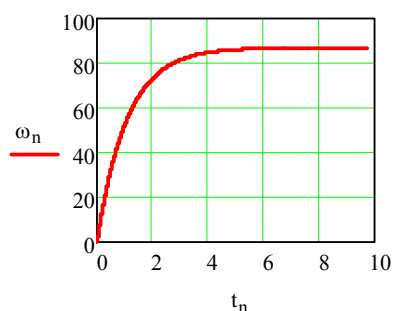
Vibropresēšanu lieto dispersiju vai granulētu materiālu sablīvēšanai dažādās ražošanas nozarēs: lauksaimniecībā, būvniecībā, mašīnbūvē, transporta būvēs u.c. Šim procesam ir liela nozīmē betona izgatavošanas tehnoloģijās. Tā, piemēram, eksistē betona izstrādājumu formēšana ar vibrāciju, kur iespējams iegūt augstas stiprības elementus, izvadot lieko gaisu un ūdeni no formas. Tāpat plaši lieto betona formēšanu horizontālās grīdās vai pārsedzēs, pielietojot lokālus translācijas un svārstību kustības vibratorus. Dotajā darbā tika analizēta debalansa tipa ierosmes vibrators kustība, ja tiek pielietota līdzstrāvas elektromotora lineārā raksturlīkne (1. att.). Tika modelēti šādi virzes (y) un rotācijas (ϕ) kustības skaitliskie vienādojumi:

$$\begin{pmatrix} y_{n+1} \\ vy_{n+1} \\ \phi_{n+1} \\ \omega_{n+1} \end{pmatrix} := \begin{pmatrix} y_n + s \cdot vy_n \\ vy_n + \frac{s}{m} \cdot \left[(-b \cdot vy_n - F_0 \cdot \text{sign}(vy_n) - c \cdot y_n) \cdot (0.5 - 0.5 \cdot \text{sign}(y_n)) - m \cdot g - b_2 \cdot vy_n + m_0 \cdot e \cdot (\omega_n)^2 \cdot \sin(\phi_n) \right] \\ \phi_n + s \cdot \omega_n \\ \omega_n + \frac{s}{J_0} \cdot (M_0 - k \cdot \omega_n) \end{pmatrix}$$

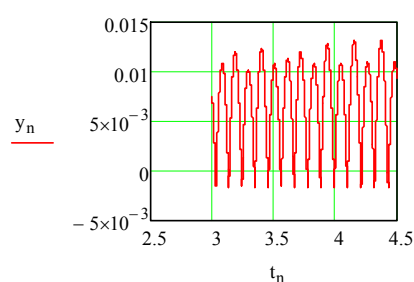
Modelēšanas rezultātu grafiki parādīti 2. – 3. att. Analīzē noskaidrots, ka vibrators nodrošina stabilu presēšanas kustību ar dubulto amplitūdu ap 1 cm un leņķisko frekvenci 85 radiāni sekundē (2. – 3. att.).



1.att. Debalansa vibrators mehāniskais modelis (1 – kustīgā masa; 2 – debalans; 3 – puansons).



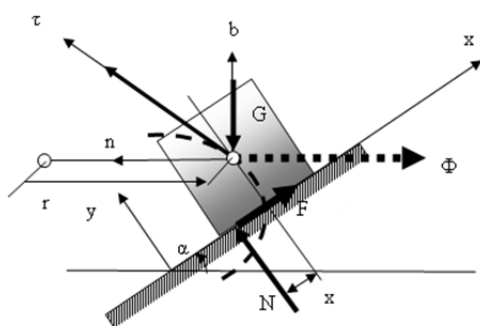
2.att. Debalansa leņķiskā ātruma (ω) izmaiņas grafiks laikā (t).



3. att. Vibratora puansona vertikālās kustības (y) grafiks laikā (t).

TRANSPORTLĪDZEKĻA PARAMETRU UN BRAUKŠANAS NOSACĪJUMU IETEKME UZ STABILITĀTI PRET APGĀŠANOS

Darba mērķis – izpētīt kustības automobiļa stabilitāti šādos gadījumos: bez slīdēšanas pa nogāzi; bez apgāšanās uz nogāzes; bez slīdes uz nogāzes pagriezienos; bez kravas apgāšanās, straujas bremzēšanas laikā. Kā aprēķina modelis tika lietots absolūti ciets ķermenis (1. att.).



1.att. Aprēķina shēma.

Analīzē tika izmantota kineto – statikas metode pievienojot normālo inerces spēku Φ smaguma spēka un slīpās plaknes reakcijām N, F. Nosacītā līdzsvara apgabalā tika iegūti šādi vienādojumi:

Given

$$F - m \cdot g \cdot \sin(\alpha) + \frac{m \cdot v^2}{r} \cdot \cos(\alpha) = 0$$

$$N - m \cdot g \cdot \cos(\alpha) - \frac{m \cdot v^2}{r} \cdot \sin(\alpha) = 0$$

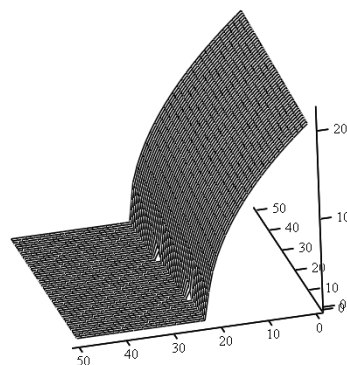
$$F \cdot h - N \cdot x = 0$$

$$F = \varepsilon_1 \cdot f \cdot N$$

$$x = \varepsilon_2 \cdot b$$

Šeit m – masa, g – brīvās krišanas paātrinājums, α – nogāzes slīpuma leņķis, v – braukšanas ātrums, r – ceļa liekuma rādiuss dotā punktā, N – normālā reakcija, F – berzes spēks, x – balsta reakcijas N redukcijas punkta attālums, kurā moments ir nulle, h – masas centra augstums, b – puse no platuma, $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ – skaitļi diapazonos ± 1 . Nezināmo v, F, x, N, b atrašanās vienādojumi ir šādi:

$$\text{Find}(v, F, x, N, b) \rightarrow \left[\begin{array}{l} \sqrt{\frac{g \cdot r \cdot (\sin(\alpha) - f \cdot \varepsilon_1 \cdot \cos(\alpha))}{\cos(\alpha) + f \cdot \varepsilon_1 \cdot \sin(\alpha)}} \\ \frac{f \cdot g \cdot m \cdot \varepsilon_1 \cdot \cos(\alpha)^2 + f \cdot g \cdot m \cdot \varepsilon_1 \cdot \sin(\alpha)}{\cos(\alpha) + f \cdot \varepsilon_1 \cdot \sin(\alpha)} \\ f \cdot h \cdot \varepsilon_1 \\ \frac{g \cdot m \cdot \cos(\alpha)^2 + g \cdot m \cdot \sin(\alpha)^2}{\cos(\alpha) + f \cdot \varepsilon_1 \cdot \sin(\alpha)} \\ \frac{f \cdot h \cdot \varepsilon_1}{\varepsilon_2} \end{array} \right]$$



M

2.att. Braukšanas ātruma grafiks SI sistēmā pie parametriem:

$$r = 50 \text{ m}, f = 0,4,$$

$$-0,1 < \alpha < 1; -1 < \varepsilon_1 < +1.$$

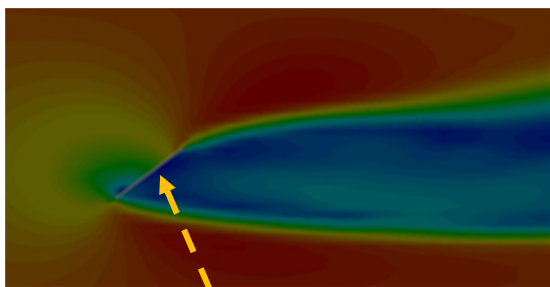
Aprēķina piemērs dots 2. attēlā.

PLĀKSNES UN ŠĶIDRUMA PRETESTĪBAS SPĒKU IZPĒTE

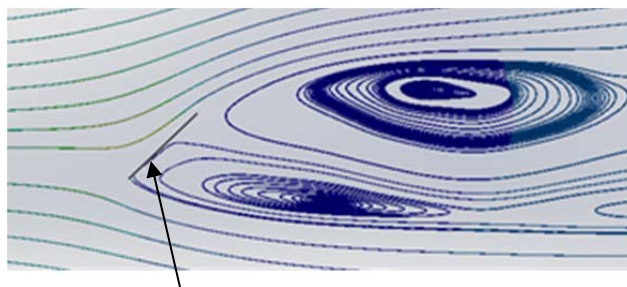
Pētījums tika veltīts pretestības spēku mijiedarbības noskaidrošanai, to ietekmei uz plāksni šķidrumā. Tika izpētītas dažādas formas ķermeņu applūšana, kā arī plūsmas režīmu atkarība no Reinolda skaitļa. Pretestības spēku koeficients arī ir atkarīgs no ķermeņa leņķiskās orientēšanās plūsmā.

Teorijā pretestības spēks un attiecīgi pretestības koeficients (atkarībā no plāksnes novietošanās leņķa pret plūsmu) sadalās divās komponentēs: frontālajā komponentē (Drag) un vertikālajā komponentē (Lift).

Izmantojot SolidWorks Flow Simulation programmatūru, tika modelēta applūšana atkarībā no plūsmas ātruma un virziena leņķa (1. – 2. att.).



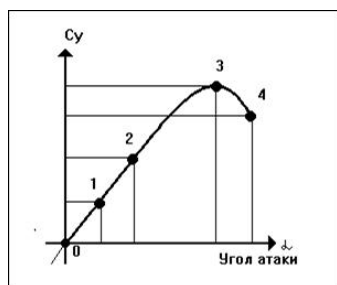
1. att. Plāksnīte. Plūsmas ātruma gradients.



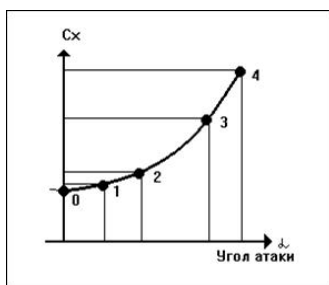
2. att. Plāksnīte. Plūsmas virpuļu vizualizācija.

1. attēlā redzams, kā mainās plūsmas ātrums atkarībā no tā, kā tiek novietota plāksne. Uz plāksnes virsmas var novērot robežslāni. Aiz plāksnes veidojas virpuļi – nestacionāra turbulenta plūsma ($Re=58333$) (2. att.).

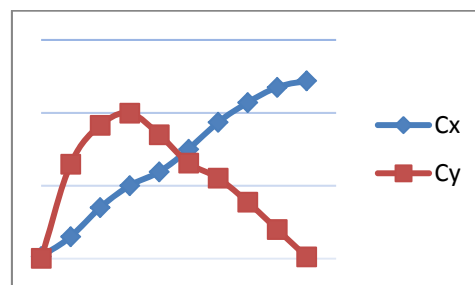
Pētījumā tika salīdzināta pacelšanas spēka vertikālās un frontālās pretestības koeficientu izmaiņas atkarībā no slīpuma leņķa. Šie koeficienti tika izrēķināti caur frontālu un vertikālu spēku komponentēm no modelēšanas rezultātiem (3. – 5. att.). Divi pirmie grafiki attēlo pacelšanas C_y un frontālas C_x pretestības koeficientus, iegūtus eksperimentā atkarībā no leņķa (3. – 4. att.). Trešais grafiks attēlo modelēšanas rezultātus ar SolidWorks Flow Simulation programmatūru (5. att.).



3. att. Koeficienta C_y atkarība no leņķa α .



4. att. Koeficienta C_x atkarība no leņķa α .



5. att. Ar programmu SolidWork iegūtie C_x , C_y grafiki.

Grafikiem ir kvalitatīva līdzība, to atšķirības var izskaidrot ar ļoti turbulentu plūsmu dator-modelēšanas eksperimentā.

VIBRĀCIJU ANALĪZE ELEKTROMAGNĒTISKAJOS INDUKCIJAS SŪKŅOS AR PASTĀVĪGIEM ROTĒJOŠIEM MAGNĒTIEM

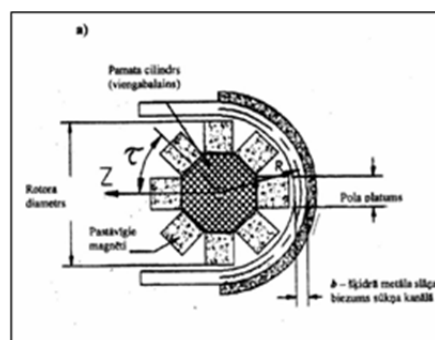
Elektromagnētiskais indukcijas sūkņis ar pastāvīgiem rotējošiem magnētiem paredzēts šķidra metāla (parasti nātrijs, dzīvsudrabs, svins) sūkņēšanai. Tas sastāv no elektromotora, kas piedzen rotoru, uz kura izvietoti pastāvīgie magnēti (1. – 3. att.).

Rotoram apkārt apjozts kanāls, kura šķērsgriezums ir taisnstūrveida, un tam apkārt vēl ir feromagnētisks elements, kas pastiprina magnētisko lauku. Gan kanāls, gan magnēta vads ir nesimetriski attiecībā pret rotoru. Galvenā šāda sūkņa priekšrocība ir drošums, jo kanāls ir pilnībā noslēgts, ar metinātiem savienojumiem. Šķidrums tiek pārvietots uz priekšu, izmantojot spēku, kas rodas no skrejoša magnētiskā lauka. Sūkņa shēma parādīta 1. att. Pētījuma mērķis ir izpētīt vibrācijas sūkņi. Izvirzītās hipotēzes ir:

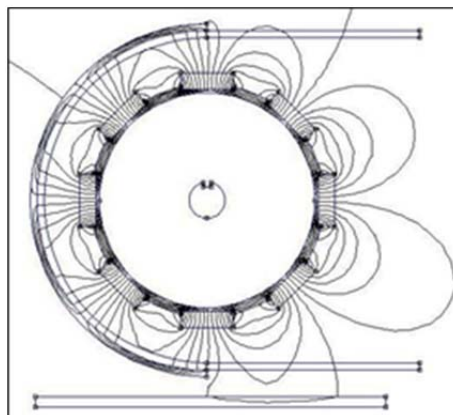
- Vibrāciju cēlonis ir magnētqvads, kas rada papildu spēkus nesimetriski attiecībā pret rotoru;
- galvenokārt svārstās rāmis, kam iespējama rezonanse;
- magnētu polu skaits saistās ar rotācijas frekvenci un palielina vibrāciju frekvenci;
- pulsējošs magnētiskais lauks, kas inducējas šķidrajā metālā, nerada vai rada mazas vibrācijas.

Izmantojot Solidworks, tika meklētas pašsvārstību frekvences rotoram, konstrukcijai un vārpstai. Tika konstatēts, ka zemākās frekvences ir rāmim, un tās ir 169Hz un 219Hz (kā pirmajai un otrajai svārstību formai). Tika noteiktas uzspiestās frekvences sūknim, tās sasniedz 192Hz. Izmantojot programmu FEMM, ir atrasti magnētu radītie spēki statikā un to izmaiņas atkarībā no rotora pagriezienu leņķa. Sūkņa šķērsgriezumu un magnētiskās līnijas var redzēt 2. att. Tika izgatavota eksperimentālā iekārta, lai mērītu vibrācijas, atkarībā no rotācijas ātruma un dažādām magnētqvada ģeometriskajām formām. Iekārta parādīta 3. att.

Secinājums. Teorētiskie aprēķini un analīze rāda, ka iespējama rezonanse sūkņa darba režīmā. Skaitliskie iegūtie spēki rāda, ka viens no vibrāciju cēloņiem ir asimetrija konstrukcijā. Tālākiem pētījumiem nepieciešams veikt eksperimentu un analizēt datus, izmantojot Furjē transformāciju. Salīdzināt iegūtos datus ar teorētiskajiem un veikt korekcijas matemātiskajos modeļos un aprēķinos.



1.att. Sūkņa shēma.

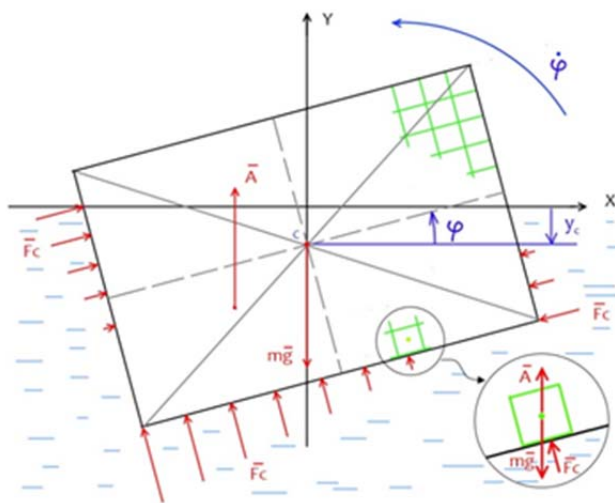


2. att. Magnētiskās līnijas sūknī.



3. att. Eksperimentālā iekārta.

PELDOŠAS KASTES KUSTĪBAS DIVDIMENSIONĀLA MODELĒŠANA

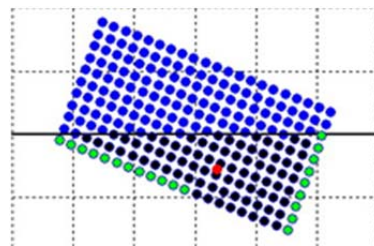


1.att. Kaste ūdenī.

Klasiskajā mehānikā šāds kastes modelēšanas uzdevums tiek risināts ar trigonometrisku funkciju palīdzību (1. att.). Tomēr tādai metodei ir arī trūkumi: pirmkārt, sarežģīti atrast Arhimēda spēka pielikšanas punkta koordinātas un kastes daļas tilpumu zem ūdens; otrkārt, pie speciāla leņķa $\varphi = 90^\circ$ vērtības tā tangenss nav definēts (tāds stāvoklis ir jāanalizē atsevišķi); treškārt, atkarībā no kastes stūru skaita atrašanās zem vai virs ūdens virsmas, katrs stāvoklis ir jāanalizē atsevišķi.

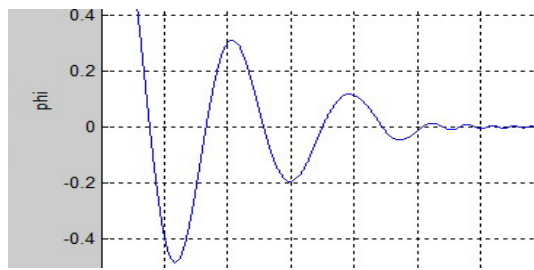
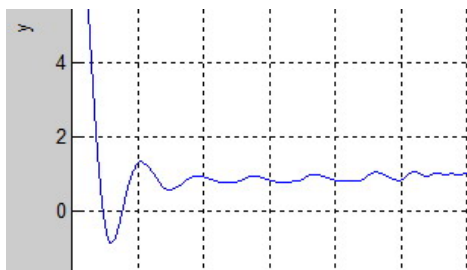
Piedāvātā alternatīvā metode ir GEM (galīgo elementu metode), kura ir ar mazāku precizitāti, bet dod atbildi visos ķermeņa iegrimšanas stāvokļos.

Šajā metodē paralēlskalnis tiek sadalīts mazos elementos – kvadrātos (2. att.). Katram elementam ir masa, masas centrs, inerces moments un stāvokļa sākuma koordinātas. Kvadrāta laukums ir proporcionāls tilpumam. Attiecīgi Arhimēda spēks ir tieši proporcionāls kvadrātiņu skaitam zem ūdens. Kopējā Arhimēda spēka pielikšanas punkta koordināta ir zemūdens figūras masas centrs.



2.att. Kastes modelis.

Ūdens pretestības spēku F_c nosaka šādi: katram kvadrātam uz kastes virsmas ir savs ātruma vektors; ātruma vektora virziens nosaka spiedienu no ūdens (vai ūdens sūkšanu). Problēma risināja ar MathLab programmatūras palīdzību. Programma atļāva noteikt Arhimēda spēka pielikšanas punktu un līdz ar to kustības diferenciālvienādojumus vertikālajam pārvietojumam y un pagriezienu leņķim φ . Modelēšanas gaitā bija iespējams atrast nestabilas (apgāšanās) un stabilas (rimstošu svārstību) kustības parametrus. Piemērs rimstošas stabilas kustības gadījumā parādīts 3. att., kā kastes masas centra koordināta pa Y asi un kastes pagriezienu leņķis φ , atkarībā no laika.



3.att. Kastes stāvokļi (y , φ) atkarībā no laika.

UZ ŪDENS VIRSMAS LĒKĀJOŠA ROBOTA KUSTĪBAS MODELĒŠANA

Pētījums balstās uz ķirzakas (*Basilisks lizard*) kustības kinemātikas analīzi (1. att.).

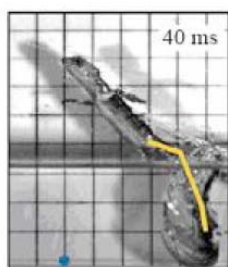
Aplūkojamā mehāniskā sistēma sastāv no ķermeņa ar masu m un divām kājām, kuru kustības likumi ir uzdoti ar harmoniskām funkcijām (2. att.). Ūdens pretestības spēka koeficienti tika pieņemti asimetriski: kustībā uz leju $C_x=1$, kustībā uz augšu $C_x=0.3$.

Tika analizēts šāds mehāniskās sistēmas kustības vienādojums:

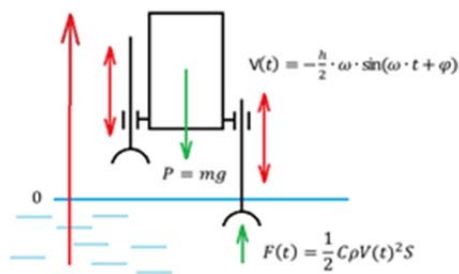
$$m \cdot \ddot{y} = \frac{1}{2} C(\dot{y}, y) \cdot \rho \cdot \left(-\frac{h}{2} \cdot \omega \cdot \sin(\omega \cdot t + \varphi) + \dot{y} \right)^2 \cdot S \cdot \text{sign}(\dot{y}, y) - \dot{y} \cdot b - m \cdot g$$

Šeit m – masa; y – vertikālā koordināta; ρ – ūdens blīvums; h – kāju atvērziens; ω – svārstību leņķiskā frekvence; t – laiks; S – kājas laukums; g – brīvās krišanas paātrinājums; b – pretestības spēka konstante.

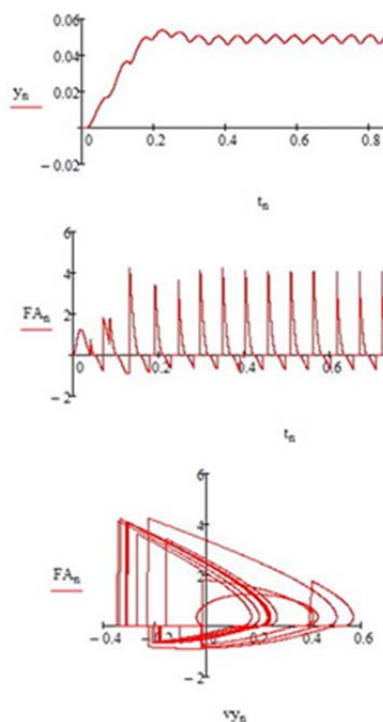
Modelēšanas rezultātā iegūti šādi trīs grafiki (3.att.):



1. att. Ķirzaka lēkājošā kustībā.



2. att. Sistēmas mehāniskais modelis.



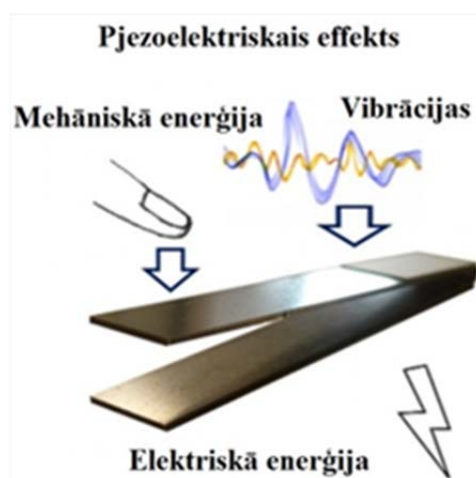
3.att. Modelēšanas rezultāti.

1. Notiek ķermeņa svārstības (uz augšu $y_n = \sim 5$ cm, laikā t_n) virs ūdens virsmas.
2. Spēka F_{A_n} izmaiņas atkarībā no laika t_n parāda, ka ir strauji lēcieni pa ūdens virsmu.
3. Fāžu grafiks (spēka atkarība no ātruma) parāda, ka kustība ir izteikti asimetriska.

Noskaidrots, ka, mainot sistēmas masu, kājas balsta laukumu, kājas kustības amplitūdu, kājas kustības frekvenci, var atrast tādus optimālus parametrus (maksimālu svaru pie minimāla balsta laukuma), pie kuriem kustība ir stabila.

ENERĢIJAS IEGUVE NO VIBRĀCIJĀM

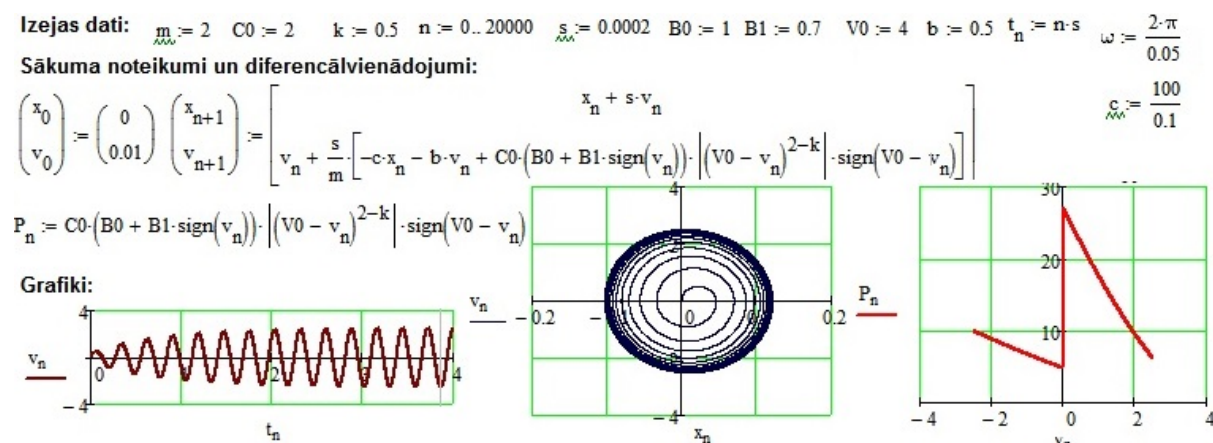
Enerģijas ieguves problēma mūsu dienās ir ļoti aktuāla. Enerģiju transformējot, liela nozīme ir tās ieguves tehnoloģiju ietekmei uz dabu. Tās var veicināt globālo sasilšanu, var samazināt neatjaunojamos resursus uz Zemes, un var arī apdraudēt cilvēkus un dabu (enerģijas iegūšanas procesā). Šo visu nosacījumu (kritēriju) ievērošana tiek dēvēta par zaļās enerģijas ieguves procesu. Populārākās zaļās tehnoloģijas ir saules baterijas, vēja ģeneratori, hidroelektrostacijas. Pētot dabu un tajā notiekošos procesus, var ievērot, ka viss atrodas nemītīgās svārstībās. Vējš, siltuma apmaiņa, ūdens plūsma, cilvēku un dzīvnieku izraisītās kustības rada mehāniskās svārstības.



1. att. Pjezoelektriskā efekta shēma.

Tāpēc zinātnieki un inženieri cenšas šo mehānisko svārstību enerģiju izmantot lietderīgi. Šajā gadījumā varētu piedāvāt ideju izmantot ūdens vai gaisa plūsmas enerģiju, lai mehāniski iedarbotos uz pjezoelektriskā materiāla objektiem. Deformējot šādu materiālu objektus, uz to virsmas rodas elektriskā enerģija, ko tālāk var gan uzglabāt, gan arī izmantot tieši aktuātoros (dzinējos). Vizuālā pjezoelektriskā efekta shēmā (1. att.) ūdens plūsmas vietā atainots cilvēka pirksts, kas deformē šo plāksnīti. Kā piemērs sadzīvē ir bieži sastopama ierīce gāzes šķītavās bez kramiņa vai ierīces rokas pulksteņu mehānismos.

Šajā darbā tika uzsākts pētījums ar mehāniskās sistēmas modelēšanu, izmantojot datorprogrammu MathCad (2. att.). Tas ļāva ātri iegūt grafiskus atrisinājumus, uzdodot sistēmas parametrus un sastādot diferenciālvienādojumu plūsmas mijiedarbībai ar plāksnītes veida objektu. Lai iegūtu lielāku efektivitāti, tika izveidota sistēma ar adaptīvu vadību. Šajā nolūkā tika mainīts mijiedarbības laukums ar vadību no ātruma sensora, t.i., laukums tika izmainīts (palielināts vai samazināts) tajos brīžos, kad objekta svārstību kustības ātrums izmaina virzienu, lietojot vadības kontrollera komandu (2. att.). Tika noskaidrots, ka adaptīva vadība ļauj teorētiski apmēram 10 reizes palielināt enerģijas ieguvu, salīdzinot ar parasto harmonisko laukuma izmaiņas vadību.



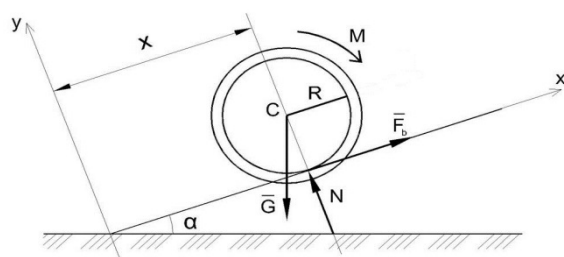
2. att. Enerģijas ieguves modelēšana ar MathCad.

SAUSAS BERZES SPĒKU IETEKME SLIEŽU TRANSPORTĀ

Darba mērķis bija aplūkot sliežu transporta īpašos režīmus (pagriezienus, kāpumus) un izpētīt riteņa mijiedarbības spēku ietekmi uz sliežu transportu kustībā ar un bez slīdes.

Kā aprēķinu modelis tika ņemts diska formas ritenis.

Tika analizēti šādi komplānas kustības diferenciālvienādojumi (1) – (3):



$$m\ddot{x}_C = R_x^{(b)}; \quad (1)$$

$$m\ddot{y}_C = R_y^{(b)}; \quad (2)$$

$$I_C \ddot{\phi} = M_C. \quad (3)$$

Kustības laikā ir iespējami divi gadījumi:

1. Velšanās bez slīdes, ja:

$$\ddot{x}_C = f \cdot N. \quad (4)$$

Šeit momentānais ātruma centrs atrodas saskarpunktā ar slīdi (1. att.).

2. Velšanās ar slīdi, ja:

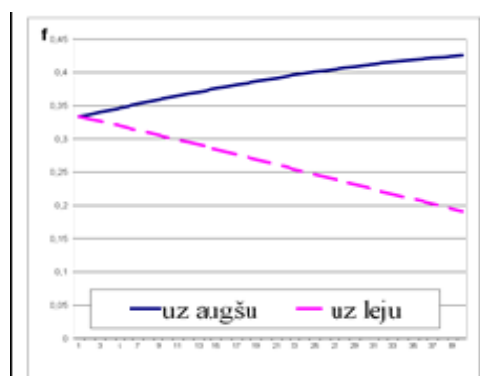
$$F_B = f \cdot N. \quad (5)$$

Šeit momentānais ātruma centrs atrodas virs saskares punkta ar slīdi (2. att.).

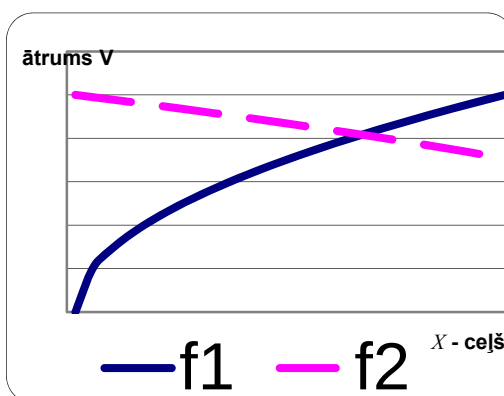
Tādā veidā modelēšanas procesā iespējami divi kustības gadījumi (4, 5).

Modelēšanas rezultāti parādīti 3 un 4. attēlā. Minimālā berzes koeficienta atkarība no kāpuma leņķa, lai nodrošinātu kustību bez slīdes augšup un lejup, grafiski parādīta 3. attēlā.

Attiecīgi ātruma izmaiņas ceļa posmā bez slīdes un ar slīdi grafiski parādītas 4. attēlā.



3. att. Minimālā berzes koeficienta atkarība no kāpuma leņķa.



4. att. Ātruma atkarība no noietā ceļa bez slīdes (f_1) un ar slīdi (f_2).

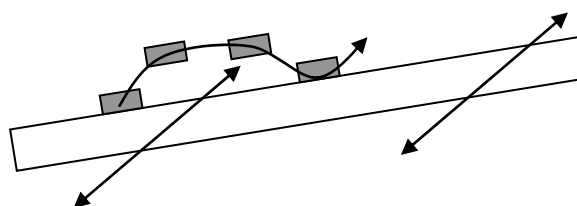
DIVU KOMPONENTU VIBROTRANSPORTIERA ANALĪZE

Vibrācijas transportieri tiek izmantoti, lai pārvietotu gan liela izmēra objektus, gan arī smalkus granulu materiālus tehnoloģiskajos procesos. Vibrācijas padevēji ir plaši pielietojami daudzās jomās, piemēram, kalnrūpniecībā, metalurģijā, akmeņogļu un celtniecības materiālu pārkraušanā, mašīnbūves objektu salikšanas un orientēšanas iekārtās (1. att.). Kā vibrāciju ierosinātāji tiek lietoti debalansa rotācijas mehānismi, kloķa-klaņa mehānismi, lektromagnētiskie un pneimatiskie aktuātori.

Šajā darbā tika analizēta objekta kustību pa taisnu rēni, kura kustas harmoniski virzes kustībā (2. att.).



1. att. Detaļu padošana un orientēšana vibro bunkurā.

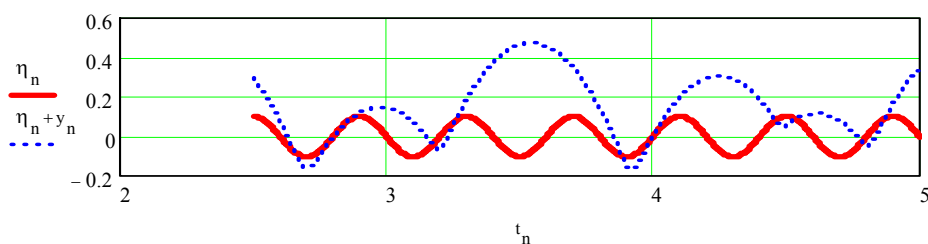


2. att. Objekta lēkājoša kustība pa taisnu rēni.

Tika modelēti šādi divu komponentu skaitliskās integrēšanas vienādojumi:

$$\begin{pmatrix} x_{n+1} \\ vx_{n+1} \\ y_{n+1} \\ vy_{n+1} \end{pmatrix} := \begin{pmatrix} x_n + s \cdot vx_n \\ vx_n + s \left[-g \cdot \sin(\alpha) - f \cdot \left[[-c \cdot (y_n) - b \cdot vy_n] \cdot (0.5 - 0.5 \cdot \text{sign}(y_n)) \right] \cdot \text{sign}(vx_n) + A \cdot \omega^2 \cdot \cos(\beta) \cdot \sin(\omega \cdot t_n) \right] \\ y_n + s \cdot vy_n \\ vy_n + s \left[-g \cdot \cos(\alpha) + [-c \cdot (y_n) - b \cdot vy_n] \cdot (0.5 - 0.5 \cdot \text{sign}(y_n)) + A \cdot \omega^2 \cdot \sin(\beta) \cdot \sin(\omega \cdot t_n) \right] \end{pmatrix}$$

Vienādojumi atļāva izpētīt jebkādos sarežģītus kustības gadījumus, kuros iespējama kopēja kustība un lēkāšana virs renes. Modelēšanas piemērs ar trīs palēcieniem (laika posmā ar trīs harmoniskās kustības periodiem) parādīts 3. att.



3. att. Modelēšanas piemērs.

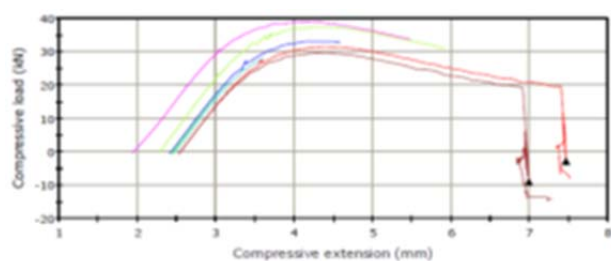
VĒRPES MAŠĪNAS MODERNIZĀCIJA

Vērpes mašīnas LosenHausen modernizācija tika veikta, lai nomainītu esošo hidraulisko vērpes momenta mērīšanas mezglu ar elektronisko (ar personālā datora savienojama mērīšanas mezglu), kas ļautu uzņemt slogošanas līknes (1. – 3. att.).

Tika saglabāta esošā konstrukcija. Spēka devējs (1. att.) sastāv no augšējā šarnīra, spiedes pārnese stieņa, lodītes, spiedes cilindra, piespiedēja plāksnes un pamatnes, kura tiek piestiprināta pie mašīnas statnes. Konstrukcija ar diviem šarnīriem nodrošina to, ka spēka devējs darbojas tīrā spiedē, kompensējot leņķiskās nesakritības (novirzi no savstarpējās perpendikularitātes). Vērpes moments tiek pārnests caur sviru. Zinot maksimālo pārnese momentu (M) un sviras plecu (l), iespējams noteikt, cik liels spiedes spēks darbojas uz spēka devēju:
$$W = \frac{M}{l} = \frac{2452}{0,096} = 25542\text{ N} = 26\text{ kN}.$$
 Spēka devēja konstrukcijai tika izvēlēta caurules forma.



1.att.
Hidrauliskais
spēka devējs.

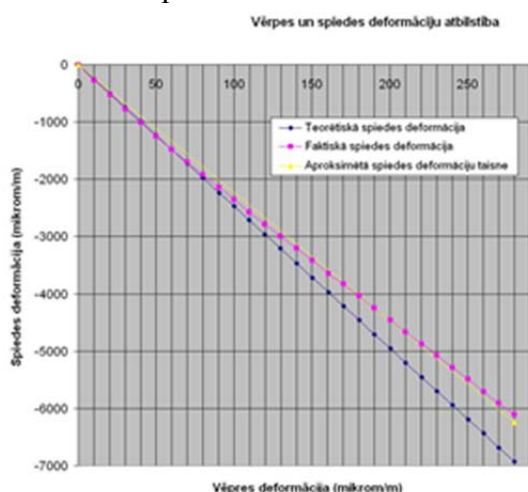


2.att. Organiskā stikla caurules slogošanas
līknes.



3.att. Elektroniskais
spēka devējs.

Tika veikta devēja caurules optimizācija tās optimālo parametru noteikšanai, meklējot relatīvās deformācijas funkcijas maksimumu, kā arī tika veikta mehānisko īpašību pārbaude izvēlētajai organiskā stikla caurulei – maksimālo pieļaujamo spriegumu un elastības moduļa noteikšana spiedē.



4.att. Vērpes mašīnas kalibrēšanas līkne.

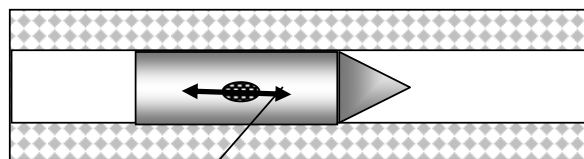
Tika izgatavots elektronisks spēka devējs ar tenzodevējiem deformāciju mērīšanai (3. att.). Vērpes mašīna tika kalibrēta, izmantojot tērauda cauruli ar zināmiem parametriem. Uz caurules bija uzlīmēti tenzodevēji vērpes deformāciju mērīšanai. Tika konstruēta neatbilstības līkne gan vērpes teorētiskajām, gan faktiskajām deformācijām (4. att.). Aproksimējot mērījumus ar taisni, diapazonā līdz $7000 \frac{\mu\text{m}}{\text{m}}$ (kas atbilst 700 Nm), relatīvā novirze teorētiskajiem un faktiskajiem mērījumiem pie maksimālas deformācijas ir 4.6%. Tādā veidā devējs ir derīgs vērpes momenta mērīšanai izraudzītajā diapazonā.

ROBOTA–KURMJA KUSTĪBA PA CAURULI

Dzīvnieku kustības pamatā ir iekšējo spēku mijiedarbības efekts, kas transformējas ārējos spēkos, lai pārvarētu dažādus pretestības un gravitācijas spēkus. Tā rezultātā dzīvnieki skrien, peld, lēkā, lido un rokas pa zemes kanāliem. Dotajā darbā tika aplūkota robota kustība pa caurules veida kanālu, kas imitē kurmja kustību pazemē (1. – 2. att.).



1.att. Virsmas skats uz kurmi.



$P_o \cdot \sin(\omega t)$

2.att. Robota modelis.

Matemātiskajā modelī tika pieņemts, ka iekšējie spēki ģenerē ārējo harmonisko spēku, kas mijiedarbībā ar nesimetrisku grunts pretestības spēku pārvieto robotu.

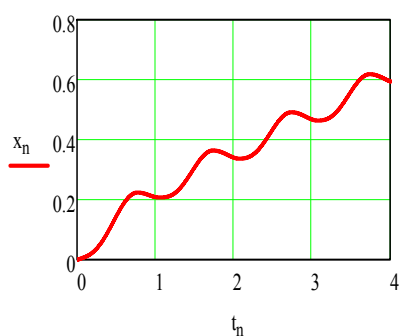
Robota kustības diferenciālvienādojums ir šāds:

$$m \cdot \ddot{x} = P_o \cdot \sin(\omega \cdot t) - F_1 \cdot (0.5 + 0.5 \cdot \text{sign}(\dot{x})) + F_2 \cdot (0.5 - 0.5 \cdot \text{sign}(\dot{x})),$$

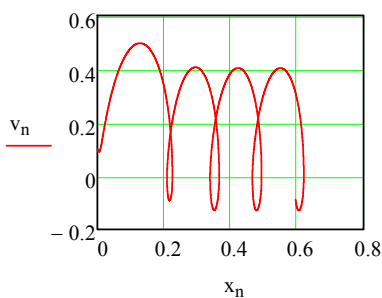
kur m – masa; $x, \dot{x}, \ddot{x}$ – robota pārvietojums, ātrums un paātrinājums; P_o, F_1, F_2, ω – konstantes; t – laiks.

Izvēloties atšķirīgas konstantes (F_1, F_2), robots var kustēties uz priekšu ($F_2 > F_1$) vai atpakaļ ($F_2 < F_1$).

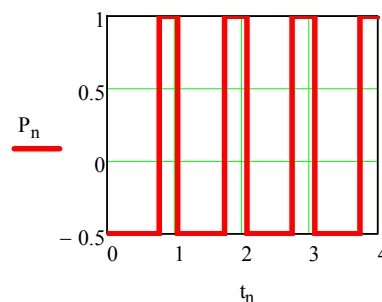
Modelēšanas piemēra grafiki parādīti 3. – 5. att.



3.att. Robota pārvietojums uz priekšu kā laika funkcija.



4.att. Kustība fāžu plaknē.



5.att. Nesimetriskā pretestības spēka grafiks pie $F_2 = 2 \cdot F_1$.

S. Dronka, E. Kaņepe (zinātniskā vadītāja)

DZĪVNIEKU STILIZĀCIJAS IZMANTOJUMS BĒRNU ROTAĻU LAUKUMU APRĪKOJUMĀ

Rotaļas ir ļoti svarīga un neatņemama bērna ikdienas aktivitāšu sastāvdaļa, jo caur rotaļām bērns apgūst pasauli. Spēļu laukums ir speciāli radīta vide, kur aktīvi un radoši pavadīt laiku, tajā izvietotais aprīkojums paredzēts bērnu koordinācijas, spēka un lokanības attīstīšanai, kā arī prieka gūšanai. Lai rotaļu vidi padarītu vieglāk uztveramu un iztēli rosinošāku, to noformējumā tiek izmantoti dzīvnieku motīvi.

Dzīvniekus rotaļu vidē var iesaistīt dažādos veidos. Tos var pievienot kā dekoratīvos elementus pie rotaļu rīkiem, apgaismes ķermeņiem, soliņiem un žogiem, kas ierobežo spēļu laukumu. Dekoratīvos nolūkos arī rotaļu laukuma pamats var tikt veidots kāda dzīvnieka formā. Lai gan šādiem elementiem nav praktiskas nozīmes, tos izmanto, lai atdzīvinātu, padarītu jautrāku un bērniem saprotamāku rotaļu vidi. Dzīvnieku motīvi var būt arī daļa no rotaļu rīka. Šādu izstrādājumu veidošanā nepieciešama lielāka izdoma, jo dzīvnieka forma jāsaista ar attiecīgo rīku. Lai to būtu vieglāk izdarīt, dzīvnieki tiek stilizēti. Interesanti, cik ļoti atšķirīgas var būt stilizācijas pakāpes - ir dizaineri, kas piedāvā tikai minimāli stilizētus objektus (1.att.), un ir tādi, kuru veidotajā dizainā saglabātas vairs tikai raksturīgākās formas (2.att).



1.att. Minimāli stilizēta dzīvnieka piemērs.



2.att. Dizaineru Chen Wei & Lu Yanxin veidotā lampa-šūpoles.

Arī rotaļu rīku kompleksus var veidot stilizētu dzīvnieku formā. Kā labus piemērus var minēt dāņu firmas „Monstrum” un vācu – „Projekt Spielart” rotaļu laukumus. Šādas konstrukcijas pamatā tiek veidotas no koka, jo koks ir patīkams, dabīgs, videi draudzīgs materiāls, un no tā samērā viegli var veidot nepieciešamo formu.

Izvēloties krāsu risinājumus, svarīgi, lai rotaļu laukums būtu harmonijā ar tuvumā esošajām ēkām un labi iekļautos apkārtējā vidē. Tam jābūt bērna uzmanību saistošam un krāsas viegli uztveramam. Visbiežāk noformējumā tiek izmantotas tieši pamatkrāsas, jo tās, pēc ekspertu domām, bērniem ir visvieglāk atpazīt.

Diemžēl jāsaista, ka šobrīd Latvijas rotaļu laukumos izmantotais aprīkojums ir diezgan vienveidīgs, dzīvnieku motīvi parādās reti, un esošais dizains pārsvarā ir ārzemju autoru veidots. Latvijas dizaineri nākotnē varētu vairāk iesaistīties ar savām idejām, tā rastos daudzveidīgāka priekšmetiskā vide, kas tuvinātu bērnus dzīvajai dabai.

KOKA ROTAĻU AUTO DIZAINS, UZBŪVE UN JAUNU IDEJU MEKLĒJUMI

Kas ir koks? Koks ir 21. gadsimta izmantotākais materiāls, kuru lieto gan rotaļlietu ražošanai, gan citās jomās. Koks ir ļoti piemērots materiāls rotaļlietu ražošanai, tas ir patīkams un silts, vienlaikus arī izturīgs un drošs. Kokam ir plašas apstrādes iespējas, rotaļlietas, kas tiek gatavotas no tā, ir ļoti dažādas gan sava izmēra un formas, gan funkciju un pielietojuma ziņā.

Parasti uz produktiem ir norādes, kurā valstī tie ir ražoti. Tā kā daudzas Eiropas un ASV firmas ražo rotaļlietas jaunattīstības valstīs, kur ražošanas izmaksas ir zemas, Starptautiskā Rotaļlietu nozares padome ir izstrādājusi uzvedības kodeksu, kas aicina uzņēmumus maksāt vismaz minimālās algas, samaksu par virsstundām un sabiedrisko darbu, kā arī atteikties no bērnu nodarbināšanas. Tiek veiktas akcijas, kurās tiek publicēti to uzņēmumu saraksti, kas ievēro šo kodeksu.

10 mēnešus vecs bērns atrodas tajā savas attīstības posmā, kad viss, kas nonāk rokās, nonāk arī mutē. Tāpēc daudziem vecākiem ir ļoti aktuāls jautājums, kā atpazīt kaitīgās rotaļlietas no nekaitīgajām. Lai izvairītos no tā, ka tava bērna rokās nonāk bīstama rotaļlieta, patērētāju drošības speciālisti iesaka pircējiem ņemt vērā dažas būtiskas lietas. Nelakota koka rotaļlietas ir ne tikai vizuāli pievilcīgas, bet arī nekaitīgas videi. Lakotām rotaļlietām vajadzētu būt izturīgām pret bērna sviedriem un siekalām. To var noteikt pēc norādes „DIN 53160” vai arī pārbaudīt, pārvelkot produktam ar slapju pirkstu. Ja uz pirksta paliek krāsa, produktu nevajadzētu pirkt.

Ieteicams rotaļlietas iegādāties veikalos vai tirdziņos, jo vecākām rotaļlietām smaržas un gāzveidīgas kaitīgās vielas parasti jau ir iztvaikojušas. Ja tomēr pērc veikalā, nepērc tās, kas stipri ož pēc ķīmijas vai parfimērijas. Pēdējo desmit gadu laikā cilvēku dzīves uztvere ir ļoti mainījusies – arvien vairāk pievēršamies visam «zaļajam». Savu iespēju robežās atgriežamies pie dabiskā, pie tīrā un ekoloģiskā, jo tas rada drošību, kuru, protams, pirmkārt dodam bērniem. To apliecina arī daudzie ražotāji un dizaineri, kas šajā laikā ir sākuši izstrādāt un piedāvāt savus «zaļos» produktus. Viņi nebeidz pārsteigt ar izgatavoto lietu formu, unikalitāti un pielietojuma plašumu. Šī klāsta daudzveidība ir Latvijas lepnums, kas ir novērtēts visā pasaulē. Rotaļlieta nav tikai objekts, ar ko var spēlēties. Tā palīdz iepazīt pasauli un iegūt jaunas iemaņas, asina prātu un trenē loģiku. Rotaļlietas veicina attīstību. Tieši šī iemesla dēļ ir svarīgi tās rūpīgi izvēlēties. Pretējā gadījumā rotaļlietas var kavēt bērna izaugsmi, bet neapdomīgi izvēlētas – pat apdraudēt pašus mazākos lietotājus. Bīstamas var būt lūstošas vai nekvalitatīvi izgatavotas rotaļlietas, arī sīkas detaļas un reizēm arī rotaļlietas tapšanā izmantotais materiāls (piemēram, krāsas, lakas, eļļas u.c.)

Koka izstrādājumi bērnu vidē ir labāki par plastmasas un metāla izstrādājumiem. Piedāvāju:

- ražot darba gaitā radītos koka rotaļu auto – transporta dizaina sistēmu;
- tā sastāv no unificētām detaļām, ar tām var montēt dažādus izstrādājumus;
- sistēma ir ērta un augsti rentabla mūsu valsts ražotājiem.

ADITĪVO RAŽOŠANAS TEHNOLOĢIJU ATTĪSTĪBAS TENDENCES UN NOZĪME SABIEDRĪBĀ

Aditīvā ražošana jeb 3D printēšana ir jebkādas formas cieta ķermeņa izgatavošanas process, tam par pamatu izmantojot ar 3D CAD izveidotu digitālu modeli. Šis process no ierastajām ražošanas metodēm atšķiras ar to, ka priekšmets tiek izaudzēts, tam pievienojot kārtu pa kārtai, nevis to substraktīvi apstrādājot jeb izgriežot no iepriekš sagatavota materiāla gabala, tā ietaupot līdz pat 90% materiāla. Pēc printēšanas procesa beigām detaļa ir praktiski gatava un atkarībā no izmantotā printera – pēcapstrāde var nebūt vajadzīga.

Aditīvās ražošanas tehnoloģijai ir vairākas ļoti svarīgas priekšrocības. Izgatavošanas metožu klāsts ir iespaidīgs. Tiek izmantotas vairāk kā 10 dažādas detaļas audzēšanas metodes – stereolitogrāfija (SLA), laminētu objektu ražošana (Laminated Object Manufacturing), modelēšana ar kausējuma sadalīšanu (Fused Deposition Modeling), selektīvā lāzera saķepināšana (Selective Laser Sintering). Izmantojamo materiālu daudzveidība ir pārsteidzoša – metāli un to sakausējumi, koks, stikls, keramika, termoplastiskie polimēri, fotopolimēri u.c. Augstā kvalitāte un materiālu daudzveidība ļauj izgatavot funkcionālus prototipus, veidnes un jau gatavus galaproduktus.

Sarežģītu un simpleksu objektu izgatavošana ir vienlīdz ātra un vienkārša. Nav jāplāno izgatavošanas metodes un apstrādes procesu secība, lai izveidotu komplicētu priekšmetu.

Iespējamās 3 dimensiju printeru pielietošanas tendences nākotnē neaprobežojas ar ātro prototipēšanu. Printeri ļaus maksimāli samazināt priekšmetu ražošanas izmaksas un ražošanas pārceļš uz Ķīnu kļūs neizdevīga. Mazu partiju ražošanas izmaksas neatšķiras no masveida sēriju ražošanā ieguldītā naudas apjoma. Lai radītu limitētu priekšmetu sēriju, nebūs jāizgatavo desmitiem tūkstošus vērtas veidnes. Aditīvā ražošanas tehnoloģija pavērs ceļu jaunām, inovatīvām biznesa idejām un straujai rūpniecības attīstībai valstīs ar neattīstītu rūpnieciskās ražošanas infrastruktūru.

Aditīvās ražošanas attīstība būs nozīmīga arī izglītības nozares attīstībai. Ar printera palīdzību veidoti mācību materiāli veicinās dziļāku audzēkņu, it īpaši bērnu ar pastiprinātu taktilo uztveri, izpratnes veidošanos par apgūstamo vielu un eksaktajām zinātnēm kopumā. Šāda veida ierīces pieejamība izraisa interesi un rosina aktīvi darboties pulciņos un dažādos interešu klubos.

Katram cilvēkam ir savas prasības un vajadzības, un tieši tāpēc individuāla pielāgošana ir nākamais lielais solis cilvēces attīstībā. Lai iegādātos perfekti derošus apavus, būs nepieciešams tikai pēdas 3D skenējums. Personalizēti sadzīves priekšmeti palīdzēs visās ikdiena situācijās.

Ar šīs tehnoloģijas palīdzību radīti, pielāgoti implantu padarīs invalīdu dzīvi pilnvērtīgāku un printēti rezerves orgāni glābs dzīvības. Laboratorijas apstākļos ir izdevies izprintēt asins ķermenīšus, kaulveida implantus.

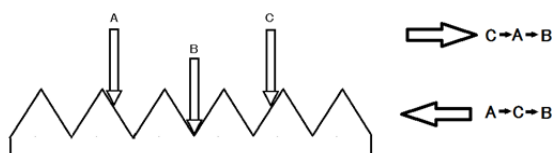
3D printeri lielākie klupšanas akmeņi nākotnē būs iespējamie patenttiesību pārkāpumi un iespēja lejupielādēt šaujamieroču CAD failus no interneta un tos izgatavot.

Aditīvās ražošanas ilgtermiņa ietekmi uz cilvēka turpmāko dzīvi nav iespējams precīzi paredzēt, bet ir skaidrs, ka šī metode neatgriezeniski izmainīs visus mūsdienu sabiedrības dzīves aspektus.

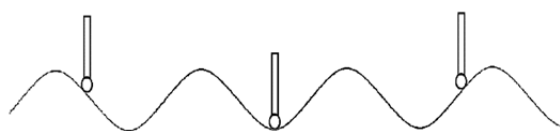
PNEIMATISKO LINEĀRO SOĻU DZINĒJU IZVEIDES IESPĒJAMĪBAS IZPĒTE

Modernajos ražošanas procesos izmanto visdažādākās iekārtas, kuru darbināšanai izmanto dažādus principus. Visizplatītākās ir pneimatiskās, hidrauliskās, elektriskās un iekšdedzes dzinēju sistēmas. Šo visu sistēmu mērķis ir viens – panākt kāda mehānisma kustību. Pašu mehānismu kustību var iedalīt dažādos veidos, piemēram, neierobežotā (rotācija) un ierobežotā (gala stāvokļi), vienmērīgā un diskrētā u.c.

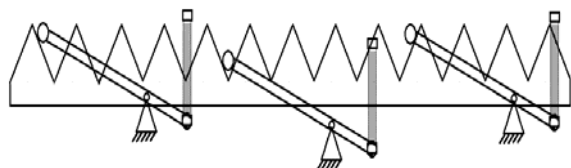
Šobrīd piedāvājumā esošie pneimatiskie izpildmehānismi spēj gan veikt kustību no viena gala stāvokļa līdz otram (vienkāršs pneimocilindrs), gan tikt pozicionēti noteiktos stāvokļos (servopiedziņa), kā arī pastāv rotācijas tipa pneimatiskie soļu dzinēji, kuri spēj pagriezties par noteiktu leņķa soli. Šī darba ietvaros tika pētīta lineārās pneimatiskās soļu piedziņas izveides iespējamība, kurā nav nepieciešams izmantot pārvaru rotācijas kustības pārveidošanai lineārajā, tādā veidā iespējams pat samazinot iekārtas izmaksas.



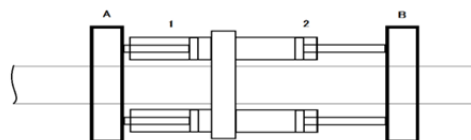
1. att. Darbības princips.



2. att. Rullīši un sinusoīdveida profils.



3. att. Risinājums ar sviriņām.



4. att. Kāpurveida soļu piedziņa.

Darba gaitā tika apskatīts risinājums (1. att.), kurā izmanto zobstieni un pneimatiskos izpildelementus ar noteiktas formas uzgaļiem. Šādai sistēmai ir trīstaktu vadība, kur katrā taktī aktivizē vienu izpildelementu noteiktā secībā, kā rezultātā vai nu izpildelementu platforma pārvietojas attiecībā pret zobstieni, vai arī zobstienis tiek pārvietots attiecībā pret platformu. Izpildelementi ir novietoti noteiktos attālumos viens no otra tā, lai nodrošinātu vienmērīgu soli. Kā alternatīvu ķīļveida uzgaļiem var lietot rullīšus un zobstieņa trīsstūrveida profila vietā var lietot sinusoīdveida profilu (2. att.), un izbīdāmu kātu vietā var lietot sviriņas ar rullīšiem galā, kuras darbina pneimomuskuļi (3. att.). Tika apskatīta arī netradicionālā kāpurveida soļu piedziņa (4. att.), kura sastāv no vārpstas, diviem žņaugiem un divām pneimocilindru grupām, un kurā pārvietojums tiek nodrošināts, secīgi aktivizējot žņaugus un cilindrus, kā rezultātā veidojas kāpurveida kustība pa vārpstu ar noteiktu soli.

Izpētes rezultātā tika secināts, ka šāda veida lineārajai piedziņai ir daži būtiski ierobežojumi, piemēram, pie maziem soļa garumiem ir ievērojami samazināta izturība, rullīšu uzgaļi nenodrošina ātru apstāšanos, ķīļveida uzgaļi bojā pašu zobstieni. Taču, neskatoties uz trūkumiem, šāda risinājuma izveide ir iespējama un realizēšanai izmantojamie materiāli ir viegli pieejami un salīdzinoši lēti, ko noskaidrot arī bija viens no darba galvenajiem mērķiem. Šādu risinājumu var pielietot mazos manipulatoros, kā arī iekārtās, kurās elektriskā piedziņa un metāla detaļu klātbūtne nav vēlama, piemēram, dažādās medicīnas iekārtās.

JAUNI SVEŠVALODU APGUVES PALĪGLĪDZEKĻI

Mēs dzīvojam globālās saziņas laikmetā, un valoda ir šīs komunikācijas “valūta”. Valdēt valodu daudzveidībai Eiropā un pasaulē, svešvalodu apguve un zināšanas sniedz daudz priekšrocību.

Neraugoties uz to, ka svešvalodas var apgūt cilvēki no visām sociālajām grupām un ar dažāda līmeņa izglītību, daudzi uzskata, ka tas ir uzdevums, kuram viņi nav gatavi. Par attaisnojošiem iemesliem kalpo doma, ka cilvēks tam ir pārāk vecs vai ir pārāk aizņemts, vai arī apziņa, ka ar angļu valodas veiksmīgu pārvaldīšanu citu valodu apguve nav vajadzīga.

Apgūstot valodu, ir iespējams spēlēt ar dažādiem atmiņas variantu veidiem, kā, piemēram, mehāniskā un produktīvā atmiņa, t.i., iekalšana no galvas vai jēgas piešķiršana it visam; akustiskā, optiskā un motoriskā atmiņa; „priming” – process, kad atmiņas fragmenti savstarpēji ietekmējas – saiknēs ar līdzīgo, pretmeto vai tuvu esošo; epizodiskā vai semantiskā atmiņa – līdz ar mācību vielu cilvēks to iemācās, atceroties epizodi, kā tā tika pasniegta.

Sodien populārākais valodas apguves veids ir valodu kursi. Tas ir dārgs process. To plusi ir motivācija savus ieguldītos līdzekļus izmantot pēc iespējas lietderīgāk. Tāpat tā ir mūžīgā konkurence starp studentiem, vēlme iemācīties labāk un vairāk, kā arī ideja sevi pielīdzināt pasniedzējam, izmantojot „aizstājējmācīšanos” - cilvēks attēlo otru, jo tam piemīt īpašības, kuras trūkst vai vēlas pilnveidot.

Tajā pašā laikā šiem kursiem ir vairāki mīnusi - lieli finansiālie izdevumi, slikta mācību vide vai pasniedzējs, sistemātisks brīvā laika trūkums, pārāk intensīva apmācība u.c.

Darbā piedāvāju inovatīvu sistēmu svešvalodas apguvei, kuras pamatā tiek izmantota klasiskā attēlu metode. Ideja balstās uz pētījumiem par cilvēku informācijas uztveri un tās atcerēšanos.

Izmantojot mārketinga trikus, kas iekodē informāciju cilvēka atmiņā, to pašu ir iespējams panākt ar attēliem un vārdiem, kas izvietoti dzīvojamā vidē, kur pamīšus uz galdiem, plauktiem vai kur citus, ir novietotas apdrukātas kastītes ar attēliem un to tulkojumiem dzimtajā un svešvalodā. Ikdienā šie apkārt esošie termini, kurus vēl papildā vizuālais noformējums, cilvēka atmiņā uzglabāsies daudz noturīgāk, nekā atkārtojot tos labi ja pāris reizes nedēļā. Kastītes šajā ziņā ir laba forma, jo tik ātri nesaplūst ar apkārtējo vidi kā kartiņas vai uzlīmes, kā arī ar tām ir iespējams spēlēt.

Tāpat kā jebkurā vārdnīcā, arī šajā tiek ieturēta sistēma, uz kastītēm vārdus novietojot par kopīgām tēmām. Šādā veidā iespējams veidot vārdnīcu komplektus ar specifiskas nozares vārdiem, sarunvalodas vai kādas konkrētas tēmas terminiem.

Šāda veida jaunas valodas apmācība ir lieliska bērniem, jo to var apgūt rotaļas veidā, izmantojot šos klucīšus arī kā rotaļlietas. Lai tie kalpotu ilgāk, papīra vietā tos iespējams izgatavot no izturīgāka materiāla, piemēram, koka, bet vizuālo materiālu var uzlīmēt.

Mūsdienu globalizācijas laikmetā, kad cilvēks ir pārlietu aizņemts un neatrod laiku pat atpūtai, inovatīvi izgudrojumi, kas palīdz jau tā saspringtajā grafikā ietilpināt kādu papildus procesu, ir tik nozīmīgi.



IEPAKOJUMA DIZAINA APDRUKA, MATERIĀLI UN FORMU NOVITĀTES

Kas ir iepakojums – tā ir zinātne, māksla un tehnoloģija, kas saistīts ar preces aptveršanu vai aizsargāšanu, lai to pārdotu, izplatītu, uzglabātu un lietotu. Iepakojums satur, aizsargā, saglabā, transportē, pārdod un informē. Lai ikdienā šī teorija darbotos veiksmīgi, ražotāji un dizaineri nepārtraukti meklē jaunas formas, materiālus un iespējas, kas nodrošina pēc iespējas veiksmīgāku produkta nonākšanu līdz patērētājam.

Preču iepakojuma nozīmīgums ir audzis pamazām. Ja antīkajos laikos tam bija tikai praktiska nozīme – preces uzglabāšanā un lietošanā, tad ar laiku prasības ir tikai augušas. Attīstoties jaunajām tehnoloģijām (tipogrāfijai, litogrāfijai, ražošanas iekārtām, materiālu daudzveidībai), iespējas izveidot vizuāli saistošāku un tehniski lietderīgāku iepakojumu ir tikai pilnveidojušās. Tā, piemēram, stikla taras rūpnieciskā ražošana sākās 19.gs. līdz ar gofrētā kartona un skārda izmantošanu iepakojumā. Apdrukā attīstība sākās 15.gs. ar tipogrāfijas rašanos, bet vēl aktīvāku pilnveidošanos veicināja litogrāfijas attīstīšanās 18.gs beigās.

Attīstoties mārketingam, arī preču vizuālajam noformējumam bija jāklūst potenciālajiem pircējiem saistošākam. Ar laiku iepakojuma tekstam pievienojās rotājumi, kaut kādas zīmes un grafikas. Pētot un salīdzinot iepakojuma dizainu, var redzēt tā pārmaiņas līdz ar ekonomiskā un psiholoģiskā stāvokļa izmaiņām pasaulē. Tā piemēram, 1. un 2. Pasaules kara laikā iepakojums ir vienkāršs un gandrīz bezkrāsains, bet 1950.-1970. gados tas ir košs, uzstājīgs un pat kliezīgs. To pašu iespējams attiecināt uz pēdējo desmitgadi, kad ekonomikas attīstības gados ir tendence uz ārišķīgumu, bet, sākoties krīzes gadiem, dominē vienkāršība, maksimāls funkcionālisms.

Šodienas iepakojuma dizains vēl joprojām ir minimāls, elegants, no ekoloģiskiem materiāliem un funkcionāls. Beidzoties krīzes posmam, iepakojumā arvien biežāk kopā ar mierīgajiem toņiem parādās kāds košs akcents. Mūsdienu dizains tiecas pēc pilnības gan formā, gan materiālā.

Nākotnes dizaina tendences vēl vairāk būs saistītas ar zaļo domāšanu. Tas viss saistīts ar ekoloģiju un materiālu otrreizējo izmantošanu, kā arī ar transportēšanu - tiek radīti iepakojumi, kuros ir maz brīva gaisa. Dizains tiecas uz funkcionālismu, praktiskumu, tajā pašā laikā saglabājot vienkāršību un ergonomiskumu.

Nākotnes iepakojuma tendences saistītas ar iepakojuma iespējām produktu saglabāt pēc iespējas ilgāk svaigu, tajā pašā laikā samazinot paša materiāla daudzumu – vieglāks, plānāks, vienkāršāks. Dizaineri uzmanību pievērš strādājot ar vairākām patērētāja maņām, vairs ne tikai ar vizuālo, bet arī ar tausti un ožu, padarot iepakojumus taustei un ožai tīkamus. Pamazām notiks pāreja uz jauniem materiāliem – biosabrūkošiem, kā arī metālu un stiklu nomainīs pret stingro plastmasu, bet celofānu pret papīru un kartonu.

Tendences un attīstības virzieni lielā mērā ir atkarīgi no zinātnes sasniegumiem, tas attiecas arī uz iepakojumu dizainu. Katru dienu tiek izgudroti jauni materiāli, kā arī nepārtraukti pilnveidojas jaunās tehnoloģijas. Visi tiecas pēc ekoloģiskākas ražošanas. Iespējas attīstīties un pilnveidoties tikai palielinās.

A. Poļáčonoka, R. Smirnova (zinātniskā vadītāja)

NELINEĀRU PARĀDĪBU ANALĪZE MORSA OSCILATORĀ

Dabā un tehnikā dažādu dinamisku parādību pētīšana nesaraujami ir saistīta ar nelineārām parādībām un to vispārīgo likumsakarību izpētīšanu, kas raksturo dinamisku sistēmu uzvedību reālos apstākļos.

Īpaša uzmanība ir veltīta parametriskās analīzes algoritmiem un metodēm: *kusība pa parametru* bifurkācijas diagrammu konstruēšanai un *kusība pa bifurkāciju robežu* bifurkācijas karšu konstruēšanai.

Periodisko režīmu meklēšana (to sākuma nosacījumu meklēšana) ir bāzes uzdevums lielākai nelineāro dinamisko sistēmu analīzes metožu daļai.

$$\ddot{x} + \alpha \dot{x} + \beta e^{-x}(1 - e^{-x}) = f \cos \omega t$$

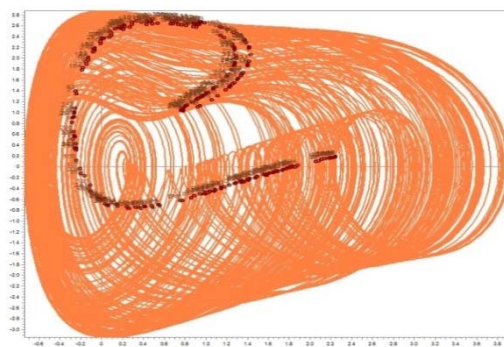
Oscilatora vienādojums kļūs par nelineāru, ja tā sastāvā ir locekļi, kuri satur nelineāras funkcijas no X un to atvasinājumiem.

Nelineāriem vienādojumiem, mainot parametrus, ir raksturīgas secības divkāršošanas bifurkācijas periodā: cikli palielina savu periodu līdz bezgalībai, rezultātā svārstības neatkārtojas laikā un kļūst haotiskas.

Šis modelis iepriekš jau ir izmantots:

- 1) kā modelis infrasarkanajam daudzfonu uzbudinājumam;
- 2) risinot lāzeru izotopa sadalīšanas problēmu;
- 3) anomālas peļņas paskaidrojumam, kas ir novērojama stimulējamajā Ramana emisijā;
- 4) lai atvienotu Van-der-Valsa kompleksus.

Tipisks Morsa oscilatora vienādojuma sistēmas pētījums, izvēloties parametru vērtības $\alpha = 0.8$, $\beta = 8$ un $f=3.5$, rāda Fainderbauma haotiskas parādības domas par perioda divkāršojuma maršrutu, kad leņķiskais biežums ω ir atšķirīgs. Attēlā parādīts fāzes portrets un Poincare haotiska artaktora karte, ja $\omega = 2$.



Att. Fāzes portrets un Poincare haotiska artaktora karte,
ja $\alpha = 0.8$, $\beta = 8$, $f = 3.5$ un $\omega = 2$.

N. Fiļipova, J. Rudzītis (zinātniskais vadītājs)

VIRSMAS TEKSTŪRAS UN PROFILA PARAMETRU SALĪDZINĀJUMS IZSTRĀDĀJUMU KVALITĀTES NOTEIKŠANAI

Jebkuras virsmas topogrāfiju raksturo raupjuma parametri, kuri nosaka mikronelīdzenumu virsotņu augstumu, ieplaku dziļumu, attālumus starp blakusesošiem mikroizciļņiem u.c.

Agrāk virsma tika pētīta pa profiliem. Vecajā virsmas raupjuma parametru standartā ГОСТ 2789-73 bija minēti tikai seši raupjuma parametri: Ra, Rz, Rmax, Sm, S, tp, kuri pat netika sadalīti atsevišķās grupās.

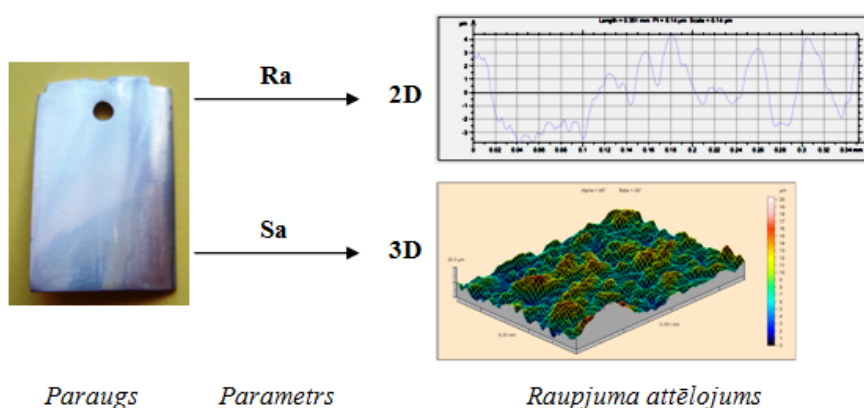
Standartā ISO 4287:2000 bija iekļauti 14 raupjuma parametri, sadalīti sekojošās grupās: augstuma, augstuma sadalījuma, soļa un hibrīdos parametros.

Standartā ISO 13565:2000 2. un 3. daļas virsmai ar slāņveida funkcionālajām īpašībām (virsma ar dziļām ieplakām zem smalki apstrādātas plato joslas ar relatīvi mazu viļņainību) profila raupjums tika raksturots ar sekojošiem parametriem: Rpk, Rk, Rvk, Mr₁, Mr₂, Rpq, Rvq, Rmq.

Savukārt 2012.gadā 30.augustā ir pieņemts standarts ISO 25178-2:2012 “Ģeometrisko programmproduktu specifikācijas (GPS). Virsmas īpašības: laukums. 2. daļa: Termin, definīcijas un virsmas īpašību parametri”. Šajā standartā tika fiksēti 40 virsmas tekstūras 3D parametri, kurus sadalīja vairākās grupās: augstuma, telpiskie, hibrīdie, funkcionālie (laukuma, tukšuma tilpuma, materiāla tilpuma, fraktālie un jauktie parametri), pazīmju raksturojuma parametri, taču soļu parametru grupas kā tādas jaunajā standartā nav.

Pētījumu laikā virsmas tekstūras parametri tika mērīti ar speciālu 3D mēriekārtu *Taylor Hobson*. Virsma mērīšanas procesā tiek sadalīta paralēlos profilos, kuri atrodas vienādā attālumā Δy viens no otra, savukārt katrs profils tiek nomērīts ar noteiktu soli Δx . Tādā veidā virsmu raksturo profila punktu skaits N_x un profilu skaits N_y . Katram virsmas punktam ir noteikts augstums Z , attiecīgi punktu apzīmē ar koordinātām X, Y, Z . Soļi Δx un Δy ir atkarīgi no mērīšanas adatas rādiusa vērtības.

Jaunajā standartā ir doti dažādi virsmas raupjuma parametri, kuri ļauj noteikt izstrādājuma virsmas gludumu, precizitāti un dot slēdzienu par virsmas kvalitāti.



Att. Virsmas tekstūras un profila raupjuma salīdzināšanas shēma.

A. Bekasova, M. Dobelis (zinātniskais vadītājs)

RHINOCEROS PAPILDMODUĻA VISUALARQ LIETOŠANA BIM KONCEPCIJAS ARHITEKTŪRAS PROJEKTOS

Šo laikmetu var dēvēt par strauju tehnoloģiju attīstības gadsimtu, kas skar arī tādas jomas kā būvniecība, arhitektūra, būvju pārvalde u.c. Tieši tagad arvien populārāka kļūst *BIM* jeb Būves informācijas modelēšanas (*Building Information Modeling*) koncepcija. Tai ir vairākas priekšrocības: sākot ar efektīvāku projektēšanas procesu un informācijas zudumu novēršanu, ar vienu un to pašu modeli spēj vienlaicīgi strādāt vairāku jomu speciālisti, līdz izmaksu samazināšanai un laika taupīšanai, nav jātērē papildus līdzekļi atkārtotam manuālam darbam vai arī citiem resursiem.

Efektīva projektēšanas procesa veicināšanai ir nepieciešami arī laikam un tendencēm atbilstoši rīki, projektēšanas gadījumā – programmatūras. *Rhinoceros* programmatūra ir speciāli paredzēta arhitektiem un dizaineriem, tai ir daudz priekšrocību: samērā vienkārša apguve, modelis uzreiz ir gatavs renderēšanai, animēšanai, konstruēšanai; *Rhino* ģeometrija var tikt eksportēta uz 3D printeriem, lāzera griezējiem vai frēzēšanas mašīnām, u.c. Tomēr tai ir viens būtisks trūkums – pamatversijā nav paredzēta *Rhino* produktu sadarbība ar *BIM* koncepciju atbalstošām vidēm.

Šo divu koncepciju apvienošana projektēšanas uzlabošanai un to padarīšanai par aktuālu un atbilstošu mūsdienu tendencēm bija šī darba mērķis.

Mērķa sasniegšanai tika uzstādīti šādi uzdevumi:

- 1) izpētīt *BIM* koncepciju;
- 2) izpētīt *Rhinoceros* programmatūras iespējas;
- 3) izpētīt *VisualARQ* papildmoduļi *Rhinoceros* programmatūrai;
- 4) pārbaudīt teorētiskās nostādnes, izpildot praktisku piemēru.

VisualARQ papildmodulis ir orientēts uz arhitektūras industrijā ar *Rhinoceros* programmatūru strādājošiem speciālistiem. Papildmodulis pilnībā integrēts *Rhino* interfeisā, bet to var uzskatīt kā atsevišķu programmatūru ar saviem darba rīkiem, dokumentācijas izveides iespējām un nostādnēm. *VisualARQ* ietver projektēšanā nepieciešamos parametriskos elementus: sienas, pārsegumus, jumtus, logus, durvis, kolonnas un kāpnes. Papildmodulis dod iespēju automātiski iegūt visu dokumentāciju, t.i., plānus, griezumus, eksplikācijas, neatkarīgi no modeļa sarežģītības pakāpes.

Viena no galvenajām *VisualARQ* papildmoduļa priekšrocībām ir tā iespēja piešķirt *Rhino* produktiem *BIM* īpašības: ģeometrija un objekta dati kļūst par saistītiem, t.i., veicot labojumus plānos, tie automātiski parādās arī griezumos, fasādēs utt. Līdz ar to *Rhino* datnes kļūst iespējams eksportēt *IFC* formātā. *IFC* (*Industry Foundation Classes*) failu formāts ir objektu apmaiņas standarta veids būvniecības industrijā, kas ļauj samazināt informācijas zudumus pie failu apmaiņas starp dažādām aplikācijām.

Lai pārbaudītu papildmoduļa iespējas praksē, tika veikts praktisks piemērs, kurā *Rhinoceros* programmatūrā izveidotais samērā sarežģītu formu objekts tika saglabāts *IFC* formātā un dažu minūšu laikā atvērts *ArchiCAD* programmatūrā, kas pēc noklusējuma atbalsta *BIM* koncepciju. Definējot *Rhino* objekta elementus kā sienas vai kolonnas, pēc šī objekta atvēršanas *ArchiCAD*, tā elementi joprojām tiek atpazīti tāpat kā iepriekšminētie.

VisualARQ papildmodulis var kļūt par noderīgu rīku projektēšanas jomā strādājošajiem profesionāļiem, kuri uzskata *BIM* koncepciju par projektēšanas procesa nākotni, un no praktiskā piemēra var secināt, ka tas ir vienkāršs lietošanā un darbojas nevainojami.

ELEKTRISKĀS MAŠĪNAS TELPISKĀ MODELĒŠANA

Mūsdienās trīsdimensiju (3D) modeļu lietošana nodrošina ievērojamas priekšrocības dizaina ieceres realizēšanas ātruma palielināšanai, un šādu modeļu izmantošana pieaug ar katru gadu. Šādu uzdevumu veikšanai modernajā inženierijā lietojamo programmatūru klāsts ir ļoti plašs, piemēram, *SolidWorks*, *Solid Edge*, *KOMPAS-3D* un *Autodesk Inventor*. Gatavie 3D modeļi dod iespēju ne tikai ātri sagatavot ražošanai nepieciešamo tehnisko dokumentāciju rasējumu veidā, bet arī veikt neskaitāmas digitālas simulācijas pirms to izgatavošanas. Elektrisko mašīnu projektēšanā ir elektromagnētiskā lauka, temperatūras, mehānisko slodžu un citas simulācijas.

Pētījuma mērķis bija izveidot elektriskās mašīnas 3D modeli ar *SolidWorks* programmatūru, kuru vēlāk varētu lietot elektrisko lauku simulācijai ar *ElectroMagneticWorks*. Mērķa sasniegšanai nepieciešams atrisināt šādus uzdevumus: 1) iegūt elektriskās mašīnas rasējumu ar izmēriem; 2) izveidot atsevišķu detaļu modeļus; 3) salikt virtuālo modeli no izveidotajām komponentēm; 4) novērtēt modeļa sarežģītību un tā ietekmi uz iespējamo aprēķinu izpildes laiku. Šādu uzdevumu risināšanai parasti ir nepieciešami jaudīgi datori, tāpēc vienmēr ir jānovērtē atsevišķo detaļu modeļu sarežģītība un to reģenerācijas laiki, kam būtu jābūt pēc iespējas mazākiem.

Elektrisko mašīnu stators un rotors ir izveidots no elektrotehniskā tērauda plāksnēm. Šāda statora un rotora konstrukcija samazina virpuļstrāvas. Mazākas virpuļstrāvas samazina izdalīto siltuma daudzumu, kas atvieglo elektriskās mašīnas dzesēšanu un uzlabo lietderības koeficientu. Šādas konstruktīvas īpatnības palielina virtuālā modeļa detaļu skaitu, kas datora digitālajās simulācijās aizņemtu lielāku laiku.

Pētījumā tika aplūkota NEMA 23 tipa standarta soļu dzinēja modeļa izveidošana ar *SolidWorks* programmatūru. Tika izveidoti divi soļa dzinēja modeļi. Dzinēja rasējumus vai reālu dzinēju nevarēja iegūt, tāpēc modeli veidoja, balstoties uz ražotāja piedāvāto informāciju (*datasheet*), kā arī internetā atrastajiem izjaukta dzinēja attēliem. Tika izveidots vienkāršots soļu dzinēja modelis, kura apstrādei darba procesā bija nepieciešama mazāka datora veiktspēja, saīsinot modeļa simulācijas. Kad modeļa ģeometriskie izmēri tika saskaņoti ar fotoattēlā redzamajiem, pēc vienkāršotā modeļa izmēriem varēja izstrādāt reālo dzinēja modeli, kas no vienkāršotā atšķīrās pēc uzbūves. Reālajā modelī rotors un stators ir salikts no 0,5 mm biezām 96 elektrotehniskā tērauda plāksnītēm, savukārt vienkāršotajam plāksnes veidotas kā viens vesels attiecīga biezuma monolīts bloks.



Att. Izjaukts NEMA 23 tipa standarta soļu dzinēja modelis.

Pētījumā tika izveidoti divi soļu dzinēja ģeometriskā modeļa varianti: vienkāršots (30 detaļas) un reāls (207 detaļas). Vienkāršots modelis tika izveidots speciāli, jo tā apstrādē darba procesā nepieciešama mazāka datora veiktspēja, saīsinot modeļa simulācijas. Abi izveidotie 3D ģeometriskie modeļi nodrošina iespēju uzsākt elektromagnētiskā lauka digitālo simulāciju pētījumus ar moduli *ElectroMagneticWorks*.

REVIZTO 3D VIZUALIZĀCIJAS PROGRAMMA

Mūsdienu straujam tehnoloģiju attīstības tempam seko arī informācijas izplatīšanās ātrums, līdz ar to datorprogrammu tirgū ir parādījušās datorprojektēšanas programmas, kas sekmē projektēšanas darbu optimizāciju un interaktīvu gala produkta pasniegšanu pasūtītājam. Pašlaik tirgū ir pieejamas dažādas projektēšanas programmas, kas parastam lietotājam ir sarežģītas un ietilpīgas. Tādēļ uzņēmums „Vizerra” ir nācis klajā ar inovatīvu projektēšanas programmu *Revizto*.

Pētījuma mērķis bija izpētīt un apkopot *Revizto* programmas projektēšanas iespējas un elementus. Mērķa sasniegšanai izvirzīti šādi uzdevumi:

1) noskaidrot *Revizto* programmas iespējas; 2) izveidot 3D vizualizāciju *Revizto* programmā; 3) ar salīdzinājuma metodi noskaidrot *Revizto* programmas konkurētspēju ar citām datorprogrammām.

Revizto ir 3D vizualizācijas projektēšanas programma, kas padara *Revit* un *SketchUp* modeļus „vieglākus” datu ietilpības ziņā un nodrošina vienkāršu sadarbību starp interaktīvo virtuālo vidi un *Revizto* programmas darba instrumentiem.

Arhitektiem, inženieriem, uzņēmējiem un apsaimniekotājiem ir nepieciešami viegli izmantojami rīki vizuālās komunikācijas ēku būvniecībai. *Revizto* izmanto spēļu dzinēju tehnoloģiju, lai nodrošinātu interaktīvu ēkas vizualizāciju 3D vidē. Tas ļauj lietotājiem redzēt potenciālās būvniecības problēmas un iztēloties ēku un tās iekšējās sistēmas, kad ēka ir projektēšanas stadijā.

Revizto pārvērš ”smagus” celtniecības modeļus par „viegliem” Vizuālās informācijas modeļiem (VIM – *Visual Information Model*). Kad VIM ir izveidots, ar to var dalīties ar ikvienu lietotāju, kam ir *Revizto Viewer* aplikācijas modulis. *Revizto* veidoto VIM var apskatīt ar jebkuru interneta pārlūku, izmantojot Unity3D spraudni. *Revizto Browser* skatītājs ir bezmaksas un pieejams PC, Mac, iPad un Android platformām.

Revizto piedāvā koplietošanas un sadarbības rīkus, kas līdzīgi Google Docs. VIM veidotāji var dalīties tajā ar citiem un izvēlēties, piešķirt viņiem apskates vai rediģēšanas tiesības. Lietotāji ar ”Viewer tiesībām” var pārvietoties, bet nevar veikt izmaiņas. Lietotāji ar ”Rediģēšanas tiesībām” var pievienot marķierus un ierakstīt video ar skaņu.

Revizto programma nodrošina sekojošas galvenās funkcijas.

1. Importē BIM modeli no Autodesk Revit, pārvēršot to par VIM.
2. Importē Trimble SketchUp projektus (. skp), pārvēršot par VIM.
3. Eksportē tālākam sadarbības darbam uz „Cloud” vai uz pieteikumu PC, Mac, WEB un planšetdatora.
4. Automātiski optimizē poligonu skaitu ar lietotāja izvēlētajā kvalitātes uzstādījumiem, sniedz attēlu reālā laikā.
5. Pārveido Autodesk Revit vides 2D kokus un krūmus par 3D ar atbilstošiem Mental Ray iestatījumiem.

Pētījuma rezultātā iegūti šādi secinājumi: *Revizto* datorprogramma ir ātrs un vienkāršs veids, kā organizēt projektēšanas darbus, apvienojot dažādu nozaru speciālistus virtuālajā pasaulē. Tomēr jāatzīst, ka izdarītie pētījumi (ēkas kopprojekta izveide) liecina par salīdzinoši zemu vizualizācijas kvalitātes līmeni. Tādēļ šīs programmas lietojums izveidos virtuālu dialogu starp arhitektiem un pasūtītājiem, taču tas nav lietojams instruments savstarpējas arhitektu konkurences veicināšanai.

ARHITEKTŪRAS AUTOPROJEKTĒŠANA – PRIEKŠNOSACĪJUMI UN DEFINĪCIJA

Kopš 20. gadsimta sākuma arhitektūras projektēšanā notiek projektēšanas procesu automatizācija, un automatizācijas pakāpei ir tendence pastāvīgi pieaugt. Projektēšanas automatizācijas attīstība veidojās lēcienvēidīgi, katrs lēciens bija saistīts ar atbilstošu lēcienam vai revolūciju zinātnē un tehnoloģijā.

Pētījuma mērķis ir dot arhitektūras autoprojektēšanas definīciju. Par pētījuma uzdevumiem izvirzīti arhitektūras projektēšanas automatizācijas attīstības konstatācija un šī procesa vēsturisku, sociālu, ekonomisku un citu priekšnosacījumu analīze, kā arī tālākās attīstības prognoze ar jauna jēdziena ieviešanu arhitektūras valodā.

Pirmā automatizācijas pakāpe tika sasniegta tipveida projektēšanas un, izmantojot jaunus materiālus (betonu) un tehnoloģijas (industriālu ēku ražošanu), ļāva atrisināt tobrīd aktuālas sociālās problēmas. Risinājums tika atrasts tipizācijas (sērijveida ēku projektēšanas), standartizācijas (lētu unificētu mezglu un detaļu masveida ražošanas) un industrializācijas (ēku masveida ražošanas) veidā. Tipveida projektēšana ļāva vairākas reizes samazināt izmaksas un būtiski paātrināt projektēšanas un būvniecības procesus. Tomēr, neskatoties uz veiksmīgi atrisinātajiem sociāli-ekonomiskajiem uzdevumiem, tipveida projektēšanai bija un joprojām ir arī savi trūkumi: tipveida projektiem ir nulles līmeņa adaptivitāte un minimāla sistēmas brīvības pakāpe – projektu nevar pielāgot konkrētai vietai un citām vajadzībām un ierobežojumiem.

Nākamā automatizācijas pakāpe tika sasniegta ar digitālo revolūciju. Datora vadīta projektēšana jeb CAD ļāva veikt rasējumus digitāli. Kļuva iespējams lietot veselu virkni digitāli automatizētas funkcijas, kas daudzas reizes paātrināja projektēšanu, kā arī ļāva jaunā pakāpē organizēt tehnoloģiskās saiknes starp projektēšanu un ražošanu. Vēlāk ieviestā BIM sistēma šobrīd ļauj veikt procesus vienotā BIM modelī, maksimāli automatizējot darbu. Būtiska resursu ekonomija BIM koncepcijas lietošanas gadījumā ir saistīta ar saiknes veidošanu starp visiem projekta dalībniekiem. Vēl viena automatizācijas iespēja – parametriskā un ģeneratīvā modelēšana – ļauj automatizēti veidot ar parametriem vadāmas formas. Tomēr, pat lietojot visas minētas tehnoloģijas, kaut arī projekta izstrāde notiek automatizēti, tā tomēr nenotiek automātiski. Projekta galveno daļu, būtību (ideju, konceptu, formu un apjomu) arhitekts projektē pats manuālā veidā.

Nākamais automatizācijas lēciens būs arhitektūras projektēšanas pilna automatizācija. Autoprojektēšanas programmatūra pēc projekta uzdevuma parametru ievadīšanas spēs automātiski izstrādāt atbilstošu gatavu projekta dokumentāciju. Šādas tehnoloģijas parādīšanos sekmē gan IT revolūcija, gan projektēšanas attīstības tendences, gan 2008. gada krīzes diktētie ekonomiskie un sociālie priekšnosacījumi. Spēja atrast veidu, kā padarīt arhitektūras un būvniecības procesu daudz lētāku un ātrāku, izvairoties no tipveida projektēšanas trūkumiem (minimālās adaptivitātes un brīvības pakāpes), ir aktuāla kā vēl nekad.

Analizējot arhitektūras projektēšanas automatizācijas procesus, var secināt, ka straujš automatizācijas pieaugums tiek saistīts ar objektīviem priekšnosacījumiem, bet jauns lēciens būs saistīts ar autoprojektēšanas tehnoloģiju. Pētījuma rezultātā piedāvātā arhitektūras autoprojektēšanas jēdziena definīcija ir šāda. *Arhitektūras autoprojektēšana ir tāda programmas darbība, kuras rezultātā tiek automātiski izstrādāts uzdevumam atbilstošs arhitektonisks projekts.*

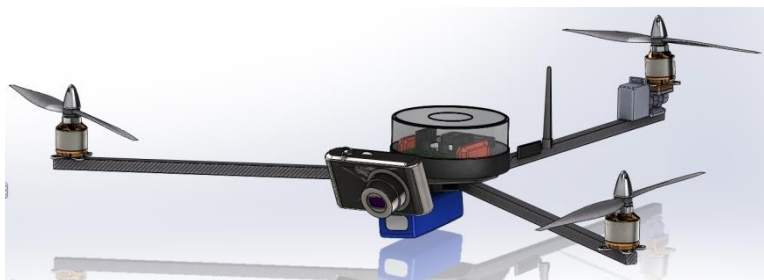
MAZA BEZPILOTA LIDAPARĀTA „TRIKOPTERS” UN TĀ VILCES ELEKTRODZINĒJA TELPISKĀ MODELĒŠANA

Pēdējā laikā pasaulē strauji attīstās maza izmēra elektrisko bezpilota lidaparātu (BPLA) industrija. BPLA ir lidaparāti, uz kuru borta neatrodas pilots un kas tiek vadīti no zemes vai izmantojot autopilotu. Tos plaši lieto daudzu valstu militārajā, civilajā un komerciālajā sfērā dažādu operāciju veikšanai. Svarīga BPLA sastāvdaļa ir tā mehāniskā konstrukcija, kuras projektēšanai ražotāji mūsdienās izmanto dažādas CAD datorprogrammas – *SolidWorks*, *TurboCad*, *AutoCAD*, *Rhino*, *Pro/ENGINEER*, *CATIA* u.c. Programma *SolidWorks* dod iespēju ērti projektēt BPLA konstrukcijas elementu trīsdimensiju (3D) parametriskus modeļus, kas, izveidojot montāžu, ir savstarpēji saistīti. Izmantojot galīgo elementu metodi, iespējams veikt montāžas mehānisko slodžu testus. *SolidWorks* ir piemērota programmatūra arī BPLA vilces elektrodzinēju elementu ģeometrijas izveidē, kurai ir liela nozīme dzinēju projektēšanā un optimizācijā. Visbeidzot, izstrādāto 3D modeli iespējams izmantot vizualizācijas nolūkiem, vēl pirms laukietilpīgas tā izgatavošanas.

Pētījuma mērķis bija ar datorprogrammu *SolidWorks* izveidot BPLA 3D modeli, kas pēc izmēriem analogs iepriekš izgatavotam reālam prototipam, vizualizācijas mērķiem un dažādām iespējamām digitālām simulācijām nākotnē. Lai sasniegtu šo mērķi, tika izvirzīti šādi uzdevumi: 1) izgatavot BPLA prototipu; 2) izveidot atsevišķu detaļu modeļus pēc prototipa izmēriem; 3) izveidot montāžu jeb salikt gatavu modeli, izvēloties detaļu optimālu savstarpējo izvietojumu; 4) izveidot BPLA kopējās konstrukcijas, kā arī atsevišķu tā elektrodzinēja vizualizāciju (fotoreālistisku attēlu).

Tika izgatavots maza, rotējošu spārnu elektriskā BPLA „Trikopters” prototips, lietojumiem aerofotografēšanas vajadzībām. Tika izveidots BPLA prototipa un tā vilces elektrodzinēja (pastāvīgo magnētu sinhronā ventiļdzinēja) 3D modelis, kas tiek lietots vizualizācijas nolūkiem – dažādu skatu foto un animācijas uzņemšanai, attēlojot visu modeli vai atsevišķus tā elementus un to savstarpējo ģeometrisku izvietojumu.

Secinājumi. Ar programmas *SolidWorks* palīdzību uzmodelētais, iepriekš izgatavotais, BPLA prototipa 3D modelis veiksmīgi nodrošināja vizualizācijas uzdevumu izpildi. Nākotnē to var izmantot parametriskai detaļu un kopējās konstrukcijas optimizācijai (uzdodot detaļu izmērus ar parametriem), ļaujot mainīt tā detaļu izmērus un veidot dažādas modeļa konfigurācijas. Iespējams noteikt arī visas modeļa konstrukcijas tādus svarīgus parametrus, kā masu un smaguma centru, uzdodot lietotāja definētas materiālu īpašības. Visbeidzot, iespējams iegūt BPLA mehāniskās konstrukcijas detaļu rasējumus, kā arī izejmateriālus, to turpmākai rūpnieciskai izgatavošanai, t.sk. izmantojot CNC (*Computer Numerical Control*) datoru darbaldus.



a)



b)

Att. Bezpilota lidaparāta “Trikopters” modelis (a) un tā elektrodzinēja modelis (b).

DA VINČI IZKAPŠU KARIETES MODELĒŠANA AR *SOLIDWORKS*

15. gs., kad bija aktīva karadarbība Eiropā, itāliešu mākslinieks un izgudrotājs Leonardo DaVinči pievērsās kaujas mašīnu skicēšanai. Kaujas ratu – izkapšu karietes skici viņš prezentēja Milānas hercogam 1485. gadā. Autora tam laikam nesaprotamie izgudrojumi fascinē mūs šodien un to replikas var aplūkot vairākos muzejos visā pasaulē. Taču mūsdienās datoru ēra paver plašāku iespēju klāstu senu izgudrojumu atgriešanai dzīvē, un viens no tiem ir 3D modelēšana. Tādēļ darba mērķis bija izveidot 3D modeli, par uzskates materiālu izmantojot Da Vinči skici un izpētīt tā funkcionalitāti, izmantojot skaitliskās metodes, ko piedāvā programma SolidWorks.

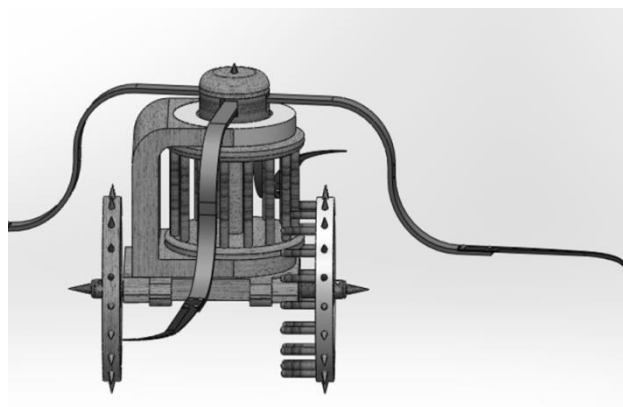
Modelējot ierīci, kurai saglabājusies vien skice un ideja, rodas gan brīvība izpausties, gan sarežģītumi. Veidojot modeli, ir jāpaļaujas uz izvēlēto izmēru piemērotību un jāievāc informācija par jau zināmiem salāgojumiem (riteņu, zobratu, gultņu sistēmas). Modeļa izmēri tika izvēlēti, pielīdzinot itāļu zirga izmēriem, kura augums ir aptuveni 1,5 m, tad riteņa diametrs ir 2/3 no tā – 1m. Pārējie izmēri tika noteikti un pieņemti pēc proporcijām. Salāgojumiem izmantota zināma riteņu sistēma, kādu var novērot karietēs un ratos, un gultņu sistēma, kuras izgudrotājs ir pats skices autors. Tika lietota arī primitīva zobratu sistēma, kas nepakļaujas moderno zobratu ģeometrijai un kas neļauj pilnībā pētīt to mijiedarbību programmā SolidWorks. Daļa detaļu atšķirībā no to replikām tika modelētas nevis no koka, bet gan no misiņa, kas palielinātu konkrētu detaļu (asmens izkapšu, to saturošā detaļa un tapas) izturību, bet nepalielinātu konstrukcijas masu.

Vajadzīgais svārs ir rēķināts pēc jau minētā zirga vilktspējas, kas ir 760 kg, pēc materiālu nomaiņas konstrukcijas masa ir 658 kg un palielināt tās masu nav vēlams. Smaguma centrs ataino reālā smaguma centra attiecību pret ģeometrisko centru skatā no augšas, un tas parāda karietes iespējami nelīdzeno kustību pārvietošanās laikā. Vajadzīgais asmens spiediens ir ņemts pēc nepieciešamā spiediena cilvēku stiprākā kaula salaušanai – 165 MPa, pieņemot zirga ātrumu 6 m/s, ņemot vērā asmens un rokas svaru un asmens laukumu, tika aprēķināts spiediens, kādu asmens rada uz virsmu – 1 GPa.

Pēc iegūtajiem rezultātiem var spriest, ka modelis ir funkcionējošs – masa nepārsniedz pieļaujamo, smaguma centram ir neievērojama nobīde no ģeometriskā centra un asmens radītais spiediens ir pietiekams, lai nogrieztu neapģērbtu cilvēka kāju.

Tabula
Iegūto rezultātu salīdzinājums ar vajadzīgajiem

Lielums	Vajadzīgā vērtība	Iegūtā vērtība	Starpība
Masa, kg	< 760	658	+102
Smaguma centrs X, mm	72	50	+22
Smaguma centrs Z, mm	- 429	- 429	0
Asmens spiediens, MPa	165	1 000	+835



Att. Izveidotais kaujas ratu 3D modelis.

R. Brūna

ZEMES LIETOŠANAS VEIDI NEKUSTAMĀ ĪPAŠUMA VALSTS KADASTRA INFORMĀCIJAS SISTĒMĀ

Zemes lietošanas veids ir kadastra objekta – zemes vienības, raksturojums, kura konstatēšana, reģistrēšana un izmantošana aplūkota šajā rakstā.

Nekustamā īpašuma valsts kadastrs atbilstoši Latvijas likumdošanai ir vienota uzskaites sistēma, kas nodrošina datu iegūšanu par valsts teritorijā esošajiem nekustamajiem īpašumiem, zemes vienības daļām un to īpašniekiem, tiesiskajiem valdītājiem, lietotājiem, nomniekiem, kā arī minēto datu uzturēšanu un izmantošanu. Kadastra darbības nodrošināšanai tiek uzturēta un pilnveidota Nekustamā īpašuma valsts kadastra informācijas sistēma (turpmāk - Kadastra informācijas sistēma).

Zemes lietošanas veids ir zemes vienību raksturojošs rādītājs, kas raksturo tās dabiskās īpašības un pašreizējo saimniecisko izmantojumu. Zemes lietošanas veidi atšķiras pēc savām dabiskajām īpašībām un ilgstošai izmantošanai noteiktām vajadzībām. Kadastra informācijas sistēmā tiek reģistrēti 12 dažādi zemes lietošanas veidi, kas apkopoti 8 kategorijās. Tos aktualizē, veicot zemes kadastrālo uzmērīšanu, meža inventarizāciju vai noteiktos gadījumos pamatojoties uz pašvaldības lēmumu. Vislielāko platību Latvijas teritorijā 2013.gada 1. janvārī aizņēma zemes lietošanas veids „mežs” - 46,4% no kopējās zemes platības. Vismazāko platību aizņem „zeme zem ēkām un pagalmiem” – tikai 1,7 %.

Zemes kadastrālajā uzmērīšanā mērnieks atbilstoši normatīvajos aktos noteiktajiem kritērijiem identificē zemes lietošanas veidus un uzmēra to kontūras. Lauku teritorijās ir pieļaujams, ka zemes lietošanas veidu kontūras noteiktos apstākļos var noteikt, izmantojot tālīzpētes materiālus. Iegūtos rezultātus fiksē kadastrālās uzmērīšanas dokumentos situācijas plāna eksplikācijā.

Zemes lietošanas veidu aktualizācija Kadastra informācijas sistēmā, pamatojoties uz veiktās meža inventarizācijas datiem, notiek, ja meža inventarizācijas veicējs konstatē, ka Kadastra informācijas sistēmā reģistrēto zemes lietošanas veidu platības ir izmainījušās. Meža inventarizācijas veicējs aktuālajos kadastrālās uzmērīšanas dokumentos norāda zemes lietošanas veidu izmaiņas un sagatavo paziņojumu par zemes lietošanas veida „mežs” un tam piegulošo zemes lietošanas veidu izmaiņām. Valsts meža dienests par konstatētajām izmaiņām nosūta Valsts zemes dienestam paziņojumu meža inventarizācijas datu reģistrācijai Kadastra informācijas sistēmā. Kadastra informācijas sistēmā reģistrētos zemes lietošanas veidus izmanto kadastra objektu (zemes vienību) kadastrālai novērtēšanai lauku apvidos, ja zemes vienībām Kadastra informācijas sistēmā reģistrēti noteikti lietošanas mērķi. Atšķirīgu zemes vērtību nosaka lauksaimniecībā izmantojamai zemei, mežam, zemei zem ēkām un pagalmiem, zemei zem zivju dīķiem un pārējai zemei.

Informāciju par lauksaimniecībā izmantojamo zemi izmanto Lauku atbalsta dienests, ik gadu pēc izvēles apsekojot zemes vienības, ar lauksaimniecībā izmantojamās zemes lietošanas veidiem, ja platības lielākas par 1ha. Konstatējot, ka šīs zemes netiek lauksaimnieciski izmantotas jeb netiek apstrādātas un aizaug, tām tiek piemērota paaugstināta nodokļu likme.

Zemes lietošanas veidu atainojums Kadastra informācijas sistēmā un faktiskā zemes lietošana var būt atšķirīga, jo zemes kadastrālā uzmērīšana ir vienreizēja, līdz ar to ilgtermiņā tā neatbilstoši situācijas izmaiņas, un vairumā gadījumu ir vienreizēja. Turpretī meža inventarizācija tiek veikta reizi 20 gados. Veicot atkārtotu zemes kadastrālo uzmērīšanu, lielākajā daļā no kadastra objektiem (68%) tā jau ir izmainījusies.

XML TEHNOLOĢIJU PIELIETOJUMS TEMATISKO KARŠU IZVEIDĒ UN ATJAUNINĀŠANĀ DATORIZDEVNIECĪBAS VAJADZĪBĀM

GIS un kartogrāfijas programmatūra, lai arī plaši izmantota, nav pilnvērtīgs rīks tematisko karšu izveidei to izteiksmes daudzveidības dēļ pat visvienkāršāko – diskreto, divdimensionālu – karšu gadījumā. Lai radītu augstvērtīgas tematiskās kartes, nepieciešams vai nu veikt pēcapstrādi, vai arī pilnībā veidot kartes vektorgrafikas rediģēšanas programmās, kurām atšķirībā no GIS gandrīz pilnībā trūkst iespējas noformēt elementus atbilstoši ārējām datu vērtībām (ja neskaita Adobe Illustrator ar MAPublisher spraudni, kas ir maksas produkts), padarot karšu izveidi un atjaunināšanu laikietilpīgu un tādējādi dārgu.

Kā brīvās programmatūras alternatīvu piedāvāju izmantot XML tehnoloģijas, kuru spējas tematisko karšu izveidē, lai arī jau minētas vairākās zinātniskajās publikācijās, līdz šim koncentrētas uz tīmekļa risinājumiem, nevis datorizdevniecību, kas ietver atšķirīgu mēroga pārvaldību un CMYK krāsu telpas un krāsu profilu izmantošanu.

Karšu vizualizācijai izvēlēts SVG formāts, jo 1) tas ir daudz piemērotāks vizuālo mainīgo pielietošanai kā GIS un kartogrāfijas programmas, jo lielākajai daļai mainīgo atbilst attiecīgie elementi, atribūti vai īpašības; 2) lielākā daļa parametru, kas definē līniju un kontūrlīniju pazīmes, var tik definētas kā īpašības; 3) tā kā SVG faili ir XML bāzēti, tos var rediģēt teksta redaktorā vai arī izmaiņas veikt ar XSL transformācijām; 4) SVG failus var rediģēt grafiskajā lietotāja saskarnē, pateicoties atbalstam daudzās vektorgrafikas rediģēšanas programmās. Tomēr, ja nepieciešams bezmaksas risinājums, kas iekļauj uz ICC profiliem balstītu krāsu pārvaldību, atliek vienīgi Inkscape. Tā kā Inkscape atbalsta vienīgi CMYK un ICC profilu informācijas ievietošanu SVG failā, PDF faili, kas ietver krāsu pārvaldību, no brīvās programmatūras izveidojami vienīgi Scribus no importētiem SVG failiem.

Darba plūsma: 1) konvertē telpiskos datus *shapefile* formātā uz SVG ar programmu *svg2shp*, lietojot unikālu atribūtu *shapefile* kā identifikācijas atribūtu SVG failā; 2) sagatavo statistiskos datus XML formātā, izmantojot izklājlapu programmu, iekļaujot identifikācijas vērtību, kas vienāda ar iepriekš izveidotajā SVG failā doto; 3) atsevišķos XML failos sagatavo simbolu (punktveida elementiem) un krāsu profilu definīcijas, kā arī iekšējo CSS; 4) punktveida elementu gadījumā sagatavo un pielieto XSL stilu sarakstu, lai iegūtu elementu translācijas parametrus kā atsevišķus elementus jaunā XML failā vai nu no XML faila, kas satur translācijas parametrus no gala SVG faila (ja tie jau ir pieejami), vai arī *svg2shp* izvades; 5) sagatavo un pielieto XSL stilu sarakstu, lai transformētu iepriekšējos soļos izveidotos XML un SVG failus SVG failā, kurā elementi formatēti atbilstoši statistisko datu vērtībām; 6) ja vēlāk mainīts elementu novietojums, ar XSL transformāciju translācijas parametri tiek iekļauti atsevišķā XML failā, kas savukārt tiek iekļauts galvenajā XSL stilu sarakstā. Izveidotā karte ir kā slānis kartes gala versijā, kas veidota Inkscape. Atjaunināšanas gadījumā soļi tiek atkārtoti no jauna, iekļaujot translācijas parametrus no gala SVG faila. Tā kā daudzas GIS ietver vektorgrafikas formātu eksporta iespēju, daļa kartes gala versijas komponentu var tik veidoti un uzturēti GIS un importēti Inkscape kā slāņi.

XML bāzētā darba plūsma sniedz pilnīgu kontroli pār vektorgrafikas gala rezultātu, un iespējas izstrādāt kartes pēc ģeoapstrādes veikšanas GIS ierobežo vienīgi SVG specifikācija un tās realizācija programmās, sevišķi Inkscape. XML tehnoloģijas sniedz arī plašas punktu diagrammu karšu izveides iespējas, kas ir stipri ierobežotas GIS un kartogrāfijas programmās. Tā kā Inkscape tikai daļēji īstenots SVG 1.1 atbalsts, atsevišķas SVG iespējas vēl nav pieejamas, kā ārējo CSS lietošana un vienumu kopīgošana starp SVG dokumentiem, kas ļautu kopīgu komponentu glabāšanu atsevišķā SVG dokumentā un pielietošanu vairākās kartēs.

ZEMES KONSOLIDĀCIJA ĀRVALSTĪS UN LATVIJĀ

Zemes konsolidācija ir pasākumu kopums, kas ietver zemes vienību robežu pārkārtošanu un zemes īpašuma tiesību maiņu, lai uzlabotu zemes izmantošanu. Tās mērķis ir izveidot lauksaimniecības zemes īpašumus racionālā lielumā un konfigurācijā, kas veicinātu efektīvāku un ilgtspējīgāku zemes apsaimniekošanu un nodrošinātu valsts konkurētspēju un vispārēju tautsaimniecības izaugsmi.

Zemes konsolidācija Eiropā 20.gs. tika izmantota kā rīks lauksaimniecības ražošanas kontrolei, kā arī produktivitātes paaugstināšanai (samazinot ražošanas izmaksas). Laika gaitā minētie mērķi tika papildināti ar sociāliem, ekoloģiskiem un kultūras aspektiem, tādējādi zemes konsolidācija ir pārveidojusies par daudzpusīgu lauku teritoriju attīstības rīku, ar kura palīdzību var uzlabot infrastruktūru, ainaviskumu, aizsargāt dabu un ieviest neskaitāmus rekreācijas teritoriju projektus.

Šobrīd zemes konsolidācija galvenokārt tiek īstenota Vācijā, Nīderlandē, Francijā, Beļģijā, Austrijā un Skandināvijas valstīs. Šajās valstīs zemes konsolidācijas īstenošanas attīstība norit atšķirīgi atkarībā no vēstures notikumiem, tradīcijām, kultūras un likumdošanas, tomēr virzieni zemes konsolidācijas virsmērķa – racionāla zemes sadales uzlabošana un piemērotas izmantošanas veicināšana – sasniegšanai valstīs nosprausti līdzīgi.

Eiropas valstīs zemes konsolidācijas organizēšana parasti tiek uzticēta ministrijai, kuras pārziņā ir lauksaimniecība un mežsaimniecība, savukārt zemes konsolidācijas projektu sagatavošana tiek uzticēta divējādi: vai nu to realizē speciālists zemes kadastrālās uzmērīšanas jomā, kuru deleģē par zemes konsolidāciju atbildīgās personas (piem., Somijā, Vācijā), vai arī speciāli izveidota komisija, kuras sastāvā ietilpst dažādu organizāciju pārstāvji un autoritātes, dažās zemēs arī zemes īpašnieki (piem., Francijā). Zemes konsolidācijas projektu īstenošanas ilgums dažādās Eiropas valstīs atšķiras. Norvēģijā projekts tiek realizēts 2 – 4 gadu laikā, Vācijā – līdz 10 gadiem. Projektu īstenošanas ilgumu ietekmē ne tikai attiecīgajā valstī izstrādātā procedūra, bet arī tā apjoms (piem., konsolidējamo zemju kopplatība vai iesaistīto zemes īpašnieku skaits) un papildus realizējamie projekti.

Vadoties pēc ārvalstu pieredzes, secināms, ka zemes konsolidācijas īstenošanas pirmsākumos galvenais zemes konsolidācijas uzdevums ir bijis novērst zemes sadrumstalotību, un tikai vēlāk projektu daudzpusība ir pieaugusi, projektā apvienojot gan ekonomiskos, gan teritorijas attīstības, vides uzlabošanas un aizsardzības pasākumus. Līdz ar to, plānojot šī procesa uzsākšanu Latvijā, sākotnēji kā galveno uzdevumu būtu jāizvirza vienkāršo projektu realizēšana, kuru izstrādē iegūtā pieredze atvieglotu sarežģītāku projektu plānošanu.

Latvijai, plānojot zemes konsolidācijas ieviešanu, noderīga būtu Lietuvas pieredze, kura zemes konsolidācijas procesu ir uzsākusi salīdzinoši nesen – 2000. gadā, turklāt abām valstīm ir līdzīga vēsture un ekonomiskais stāvoklis.

Kā būtisku faktoru ir jānovērtē zemes konsolidācijas projekta īstenošanas ilgums – termiņam jābūt pēc iespējas īsākam (2 - 4 gadi), lai projekta realizēšanas beigās tas joprojām būtu aktuāls.

Kā rāda ārvalstu pieredze, svarīgs aspekts ir sarunas ar zemes īpašniekiem – gan projektu uzsākšanas, gan realizēšanas posmā. Sabiedriskās apspriešanas paaugstina projekta kvalitāti, turklāt mazina tiesvedības procesu iespēju.

GLOBALĀS POZICIONĒŠANAS BĀZES LĪNIJU APRĒĶINĀŠANAS UN TĪKLA IZLĪDZINĀŠANAS ALGORITMI

Šī darba galvenais mērķis ir manuāli aprēķināt vektoru garumus un noteikt punktu koordinātas, izmantojot informāciju no RINEX (no uztvērēja neatkarīgs datu apmaiņas formāts) failiem.

RINEX formāta veidošanas galvenais mērķis ir GNSS (Globālās navigācijas satelītu sistēmas) datu apmaiņas vienkāršošana. Dati tika savākti lielas Eiropas kampaņas „GPS EUREF 89” laikā. RINEX formāts ietver trīs mērījumu veidus:

- Fāzes mērījumi uz vienas vai divām nesējfrekvencēm (kas pēc būtības ir frekvences pulsēšanas mērījumu rezultāts starp satelīta signāla uztvertu nesējfrekvenci un atbalsta frekvenci, ko ģenerē uztvērējs).
- Pseudoattāluma (koda) mērījumi, kas atbilst starpībai starp atsevišķu pavadoņu signāla uztveršanas laiku (ko izsaka uztvērēja laika vienībā) un transmisijas laiku (ko izsaka pavadoņa laika vienībā).
- Novērojumu laiks tiek nolasīts no uztvērēja pulksteņa fāzes mērīšanas un/vai koda momentā.

Definīcijas

Novērojumu laiks – tas ir uztvērēja laiks signālu uztveršanas laikā. Laiks ir vienāds fāzes un pseudoattāluma mērījumiem, kā arī ir vienāds visiem novērotajiem pavadoņiem dotajā laikā (epohā). Laiks izpaužas GPS-laika vienībā (nevis pasaules laikā, UTC).

Pseudoattālums – tas ir attālums no uztvērēja antenas līdz pavadoņa antenai, iekļaujot laika skalas nobīdes starp uztvērēja pulksteņiem un pavadoņa pulksteņiem (kā arī citas nobīdes, piem., atmosfēras kavējumi).

Rezultātā, pseudoattālums atspoguļo reālo uzvedību starp uztvērēju un pavadoni. Pseudoattāluma mērvienība ir metrs.

Fāze – tā ir nesējfāze, kas tika mērīta veselos ciklos. Pusciklu skaitam jābūt konvertētam uz veseliem cikliem un līdz ar to ir jābūt nomainītai viļņa garuma vērtībai faila galvenē (tikai GPS).

Fāzes izmaiņas tiek korelētas tāpat kā attāluma izmaiņas (negatīvais Doplera efekts). Fāžu novērojumiem starp epohām jābūt saistītiem, iekļaujot veselo ciklu skaitu.

Novērojumu dati netiek koriģēti tādiem ārējiem efektiem kā atmosfēras refrakcija, satelītu pulksteņa nobīde utt.

Doplera efekts – parādība, kad signāla frekvence uztvērējam mainās raidītāja kustības dēļ. Šī maiņa saucas par Doplera frekvences nobīdi un ir aprēķināma pēc formulas:

$$f = f_0(c + V_{uzt})/(c - V_{sat}),$$

kur f_0 – frekvence, ar kādu satelīts raida viļņus;

c – gaismas izplatīšanās ātrums vakuumā;

V_{uzt} – uztvērēja ātrums;

V_{sat} – satelīta ātrums.

Lai iegūtu labāku rezultātu un precizitāti, ir jāņem vērā tādus kļūdu avotus kā atmosfēra (gan jonosfēra, gan troposfēra), satelītu efemerīdas un pulksteņu nobīdes.

VIETĒJĀ ĢEODĒZISKĀ TĪKLA PILNVEIDOŠANA

Vietējais ģeodēziskais tīkls (VĢT) Latvijas pašvaldībās kļuva aktuāls kopš 2011. gada 23. novembra, kad daļa no valsts ģeodēziskā tīkla pārgāja pašvaldību pārraudzībā, papildinot VĢT sastāvu. Ģeotelpiskās informācijas likums nosaka, ka VĢT tīkls ir pašvaldību pārraudzībā. Katrā pašvaldībā ir deleģēta persona – „par vietējo ģeodēzisko tīklu atbildīgā persona”.

VĢT sastāv ietilpst:

- oligonometrijas tīkla punkti;
- globālās pozicionēšanas 3. klases punkti (G3);
- visu klašu triangulācijas punkti (T1, T2, T3 un T4);
- sienas reperi un markas.

Ja uzmērīšanas vajadzībām izmanto dažādus uzmērīšanas ģeodēziskos pamatojumus, piemēram, VĢT atbalstpunktus un atbalstpunktus, kas ierīkoti, izmantojot globālās pozicionēšanas sistēmu (GPS), - nereti uzmērījuma rezultāts atšķiras. Ir gadījumi, kad nesaistes ir ļoti lielas, līdz pat vienam metram horizontālā plaknē. Parasti nesaistes ir no 5-15 cm. Šādi gadījumi rada problēmas un kavē pašvaldību teritorijās mērniecības, būvniecības un projektēšanas darbus. Tāpēc ir būtiski, lai visās pašvaldībās būtu homogēns VĢT tīkls, kā rezultātā uzmērījumu dati neatšķirtos vairāk par Augstas detalizācijas topogrāfiskās informācijas (ADTI) atkārtotā uzmērīšanā noteikto.

VĢT lietošanu mērniecības darbos reglamentē MK noteikumi Nr. 1019 „Zemes kadastrālās uzmērīšanas noteikumi” un MK noteikumi Nr. 281 „Augstas detalizācijas topogrāfiskās informācijas (ADTI) un tās centrālās datubāzes noteikumi”, kas paredz VĢT tīklu izmantošanu, pārbaudot VĢT precizitāti, piesaistot to valsts ģeodēziskajam tīklam vai globālās pozicionēšanas bāzes stacijai vai to sistēmai (izņemot pastāvīgo globālās pozicionēšanas bāzes staciju sistēmu "Latvijas Pozicionēšanas sistēma" (Latpos), jo to validējusi Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūra.

Uzmērīšanas tīklam noteiktā nepieciešamā precizitāte:

- standartnovirze horizontālajam tīklam - 20 mm,
- standartnovirze vertikālajam tīklam - 10 mm.

VĢT pilnveidošanas pasākumi paredz:

- VĢT apsekošanu un izvērtēšanu, tā pārskata izveidošanu. Bez VĢT punktu uzmērīšanas nav iespējams noteikt tā precizitāti attiecībā pret valsts ģeodēzisko tīklu.
- VĢT tīkla pilnveidošanu. Ietver nosacījumus, kas jāievēro, pilnveidojot VĢT. Pilnveidošanas pārskata shēmā jābūt esošajiem VĢT punktiem, kā arī projektētajiem.
- VĢT mērījumu nosacījumus. Mērījumu rezultātus apkopo VĢT pilnveidošanas pārskatā. Pārskatā nepieciešams norādīt agrākās VĢT koordinātas, augstumus un atjaunotās, kā arī koordinātu augstumu izmaiņas.

Tēmas ietvaros projekta daļā ir veikta VĢT apsekošana daļā no Babītes novada, kā arī sastādīts apsekošanas pārskats, ietverot apsekošanas shēmu, veidlapas par esošajiem un iznīcinātajiem VĢT punktiem. Veikta VĢT pārmērīšana ar poligonometrijas metodi un noteikti dotie punkti, izmantojot GPS mērījumus pēcapstrādē. Rezultātā iegūts VĢT atjaunoto koordinātu saraksts.

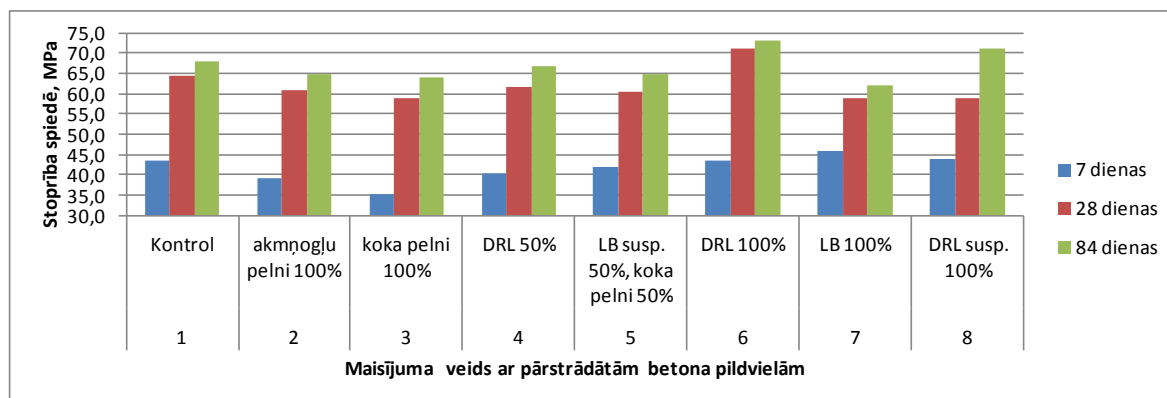
A. Balbatuns, P. Kara (zinātniskā vadītāja)

OTRREIZĒJI PĀRSTRĀDĀTA BETONA IZMANTOŠANA BŪVNICĪBĀ

Pēdējos gados gan ražošanā, gan patēriņā cementa īpatsvars ievērojami pieaug jaunuztīstības valstīs. Tā daļa pasaules cementa patēriņā 2010.gadā sasniedza 90%, un to veicināja labvēlīga demogrāfija, augoša iedzīvotāju urbanizācija, palielinot pieprasījumu pēc mājokļiem un infrastruktūras. Līdz ar to arī palielinās celtniecības un nojaukšanas atkritumu apjoms. Lai saglabātu dabas resursus, vienlaikus samazinot ietekmi uz vidi, ir nepieciešama šo atkritumu otrreizējā pārstrāde un izmantošana betona ražošanā. Viena no būtiskām problēmām šo atkritumu izmantošanā ir palielinātā ūdens absorbcija. Šajā pētījumā ir apskatīts betona atkritumu pielietojums, izmantojot betona paraugu atkritumus, kas jau satur malto stiklu kā daļēju cementa aizvietošanu, kas savukārt palīdz samazināt nepieciešamo ūdens daudzumu betona maisījumam, lai sasniegtu labu un līdzīgu kontrolparaugam iestrādājamību. Šajā pētījumā tika izmantotas otrreizēji pārstrādātas betona pildvielas no ogļu/koka pelnu un fluoriscējoša stikla betona paraugiem (1.att). Tika izgatavoti 8 sastāvi: 1 kontrolmaisījums, 2 maisījumi, kuros dabīgās izejvielas ir 100% aizvietotas ar ogļu/koka pelnu un fluoriscējoša stikla otrreizēji pārstrādātām pildvielām, 1 maisījums ar fluoriscējošā stikla otrreizēji pārstrādātām pildvielām (50%) un oļiem (50%), 1 maisījums ar fluoriscējošā stikla otrreizēji pārstrādātām pildvielām (50%) un koka pelnu pārstrādātām pildvielām (50%), 3 maisījumi ar fluoriscējošā stikla otrreizēji pārstrādātām pildvielām un tiem pievienotu plastifikatoru. Iegūtie stiprības rezultāti ir atspoguļoti 2. attēlā. Ūdensnecaurlaidības pārbaudē ūdens iespiešanās dziļums bija no 20 līdz 25 mm.



1.att Pārstrādātas betona pildvielas no ogļu/koka pelnu un fluoriscējoša stikla betona paraugiem



2. att. Betona stiprība, MPa.

TERNĀRĀS CEMENTĒJOŠO MATERIĀLU SISTĒMAS

Betons mūsdienās ir izplatītākais mākslīgi veidotais būvniecības materiāls pasaulē un Latvijā, kurš tiek nepārtraukti pētīts, lai uzlabotu tā fizikālās un ķīmiskās īpašības, piemēram, mehānisko noturību, saistīšanās ātrumu, plūstamību, un lai samazinātu betona izmaksas, piemēram, izmantojot vietējos resursus.

Betons sastāv no pildvielām, ūdens un saistvielām. Par saistvielu betonā visbiežāk tiek izmantots cements. Maģistra darbā tiek aprakstīta un pētīta betona saistviela, kas sastāv no trim komponentēm – cementa, mikrosilīcija un māliem. Mikrosilīcijs un māli tiek izmantoti pētījumā, jo tie ir Latvijā pieejami materiāli, kas varētu nākotnē tikt izmantoti, aizstājot daļu no cementa, kas jāizmanto betona izgatavošanā. Lai veiktu ternāro cementējošo materiālu sistēmu pētījumu, tika izveidotas arī binārās cementējošo materiālu sistēmas, kas sastāv no cementa un mikrosilīcija, kā arī no cementa un māliem.

Darba mērķis ir pētīt un salīdzināt hidratācijas reakcijas dažāda vecuma cementējošiem sastāviem, paralēli salīdzinot šo sastāvu paraugu mehāniskās īpašības.

Darba uzdevums ir izveidot cementējošus sastāvus, veikt šiem sastāviem diferenciāli termiskās analīzes (DTA), veikt šiem sastāviem temperatūras mērījumus hidratācijas laikā, veikt mehāniskās pārbaudes liecē un spiedē un salīdzināt rezultātus.

Pētījumā tika izveidoti deviņi sastāvi, kur vienam references sastāvam kā saistviela tiek izmantots cements, bet pārējiem sastāviem cementa masas daļu procentuāli aizstāj:

- a) mikrosilīcijs 10%; 20%; 30% (trīs binārās cementējošo materiālu sistēmas);
- b) māli 10%; 20%; 30% (trīs binārās cementējošo materiālu sistēmas);
- c) mikrosilīcijs 10% un māli 20%; mikrosilīcijs 20% un māli 10% (divas ternārās cementējošo materiālu sistēmas).

Katram sastāvam tika veiktas DTA un mehāniskās pārbaudes 3, 14, 28 un 56 dienu veciem paraugiem, kā arī katra sastāva temperatūras mērījumi pirmo 24 stundu saistīšanās laikā.

Sastāvu pētījumu DTA un mehānisko pārbaužu rezultātu lielākā atšķirība ir vērojama jaunākiem paraugiem, bet vecākiem paraugiem rezultātu atšķirība ir mazāka. Kopumā rezultāti apliecināja sākotnējās prognozes, ka ternāro cementējošo sistēmu paraugu mehānisko pārbaužu rezultātu rādītāji ir zemāki nekā sastāvam, kur kā saistviela ir tikai cements.

NANOSISTĒMU ATTĪSTĪBA UN IZMANTOŠANA BŪVMATERIĀLU NOZARĒ

Maģistra darba uzdevums ir pārbaudīt divu modernu siltumizolācijas materiālu, kuru izgatavošanā izmantotas nanotehnoloģijas, kopdarbu ar moderniem sienu plākšņu materiāliem. Mērķis ir iegūt izstrādāto pakešu siltumvadītspējas koeficienta vērtības, lai secinātu to atbilstību teorētiskajām vērtībām un iespēju reāli pielietot sienu konstrukcijās.

Viens no siltumizolējošajiem materiāliem ir korunds – pēc konsistences viskozs, krāsu atgādinošs, ļoti plāns siltumizolējošs materiāls. Tas tiek uzklāts kā krāsa un darbojas kā siltuma šķērslis. Korunds sastāv no mikroskopiskām keramiskām vakuuma sfērām, pigmentējošām, antipirēna un inhibējošām piedevām. Galvenā komponente ir polimēru lateksa kompozīcija. Kompozīcijā disperģētas dobās (keramiskās) mikrosfēras. Mikrosfēru izmēri ir 0,01 līdz 0,5 mm. Materiāls ir viegls, elastīgs un ar labām adhezīvām īpašībām.

Otrs siltumizolējošais materiāls ir *Spaceloft* aerogēls – sintētisks, porains un ļoti viegls materiāls, kas iegūts no gēla, kura tā šķidrā komponente ir aizstāta ar gāzi, rezultātā iegūstot cietu vielu ar ļoti zemu blīvumu un siltuma vadītspēju. Aerogēla izolācijas unikālās īpašības ir ļoti zema siltuma vadītspēja, lieliska elastība, spēja pretoties saspiešanai, hidrofbiskums un pielietošanas vienkāršība.

Iepriekš aprakstītie siltumizolējošie materiāli tiek pārbaudīti kopdarbā ar trīs dažādiem sienu plākšņu materiāliem – *Cetris basic* skaidbetona plāksnēm, *ThermEko* magnēzīta plāksnēm un *Isoplaat* kokšķiedras plāksnēm. Katram no šiem materiāliem piemīt pietiekami daudz pozitīvu īpašību, lai kopdarbā ar siltumizolāciju iegūtu izcilus sienu pakešu materiālus.

Siltumizolācijas un plākšņu materiālu kopdarbs, iegūstot siltuma vadītspējas koeficienta vērtības, tiek pārbaudīts pēc iespējas dažādās konfigurācijās, lai, iegūstot rezultātus, varētu secināt, kādi varianti ir optimālākie.

Šobrīd laboratorijā tiek veiktas pārbaudes 23 dažādiem paraugiem, un pēc rezultātu iegūšanas tiks secināts, vai papildus veikt vēl 6 paraugu pārbaudi.

Pētījumā teorētiski aprēķinātās U koeficienta vērtības parāda, ka šie pakešu materiāli pat bez nesošo materiālu klātbūtnes parāda ļoti zemas siltuma caurlaidības koeficienta vērtības. Tomēr, tā kā tie ir tikai teorētiski rezultāti, tad galvenos secinājumus varēs izdarīt tikai tad, kad tiks iegūti laboratoriskie rezultāti.

ESOŠU ĒKU KOKA PAMATU DEGRADĀCIJAS ANALĪZE

Darba aktualitāte

Intensīvā apbūve, ekspluatācijas apstākļi, ekspluatācijas laiks un izbūves īpatnības laika gaitā neatgriezeniski ietekmē koka pāļu pamatu un pamatnes masīva darbību. Laikam ritot, koka pāļi pamazām degradējas, sāk vājināties pāļa kāta un grunts kontakts zona, kā rezultātā samazinās pamatu masīva nestspēja. Šo procesu ietekmē ciešs virspamatu apjoms – sākas būves sēšanās un plaisāšana.

Lielākajai daļai ēku ar koka pamatu konstrukcijām ir kultūrvēsturisks statuss, tāpēc ļoti svarīgi ir izanalizēt esošo koka pamatu nestspējas atlikuma potenciālu nākotnē. Šāds izvērtējums nepieciešams, lai laikus varētu veikt preventīvas darbības, pastiprinātu konstrukcijas, ietaupītu finanšu resursus.

Darba mērķis:

- Analizēt koka pāļu pamatu un piegulošās pamatnes mijiedarbības procesu attīstību laika gaitā.
- Noteikt koka pāļu degradācijas ietekmi uz pamatnes elastību.
- Izveidot sakarības, kas ļautu spriest par līdzīgu objektu konstrukciju stāvokli, nolietojumu, potenciālo nestspēju.

Darba uzdevumi:

- Analizēt Rīgas Doma baznīcas būvekspertīžu, apsekojumu, laboratorijas pētījumu, monitoringu datus.
- Definēt pāļu pamatu un pamatnes robežnosacījumus.
- Izstrādāt sakarības pamatu ekspluatācijai, piesaistot tos laika grafikam.

Pētījuma pirmajā daļā tiek apkopota un izanalizēta koka pāļu konstrukciju un piegulošās pamatnes raksturīgā informācija. Analīzes veikšanai, darbā par pamatu tiek ņemts esošs objekts – Rīgas Doma baznīca, kas datēta jau ar 13.gs sākumu. Baznīcai un tās konstrukcijām nelielā periodā ir veikts monitorings, būvekspertīzes, būvelementu pārbaudes laboratorijā, kas ir eksperimentālais pamats pētījuma izejas datiem.

Pētījuma otrajā daļā tiek veiktas datorsimulācijas, izmantojot galīgo elementu programmu Ansys. Programmā tiek veikta koka būvelementu un pamatnes mijiedarbības, deformējamības modelēšana. Mainot vairākus parametrus: pāļu diametru, savstarpējos attālumus, grunts elastības moduli, izveidotas sakarības tālākas analīzes veikšanai.

Darba noslēdzošajā daļā, izmantojot pieejamos datus, literatūru un datorsimulācijās iegūtos rezultātus, tiek izstrādātas sakarības, kas apraksta koka pāļu nesošo būvelementu un pamatnes deformējamību laika gaitā. Tiek izstrādātas grafiskas sakarības potenciālas degradācijas attīstībai.

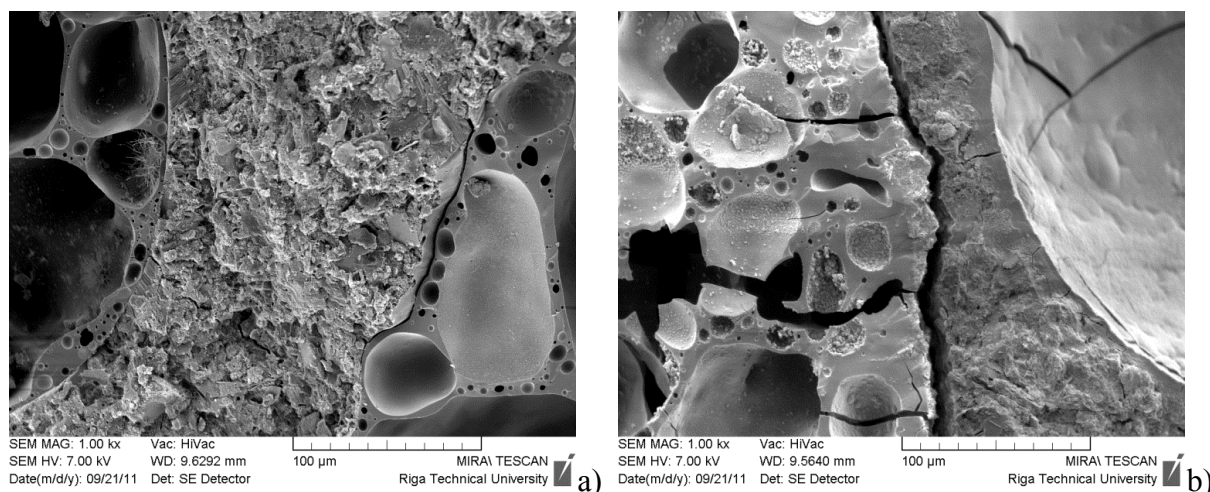
Pētījumā secināts, ka izstrādātās sakarības ir teorētiskas, taču tuvas reālu konstrukciju deformāciju attīstībai. Pilnvērtīga modeļa izstrādei trūkst ilggadēju koka pamatu konstrukciju un pamatnes apsekojumu, monitoringa, laboratorijas datu. Veiktais pētījums ir labs pamats tālāku un detalizētāku pētījumu izstrādei.

ILGTSPĒJĪGA VIEGLBETONA IZVEIDE, IZMANTOJOT PORIZĒTAS STIKLA PILDVIELAS

Porizētas stikla granulas galvenokārt tiek ražotas, pārstrādājot stikla atkritumus, tādējādi veicinot stikla otrreizēju pārstrādi. Šīs granulas pēc savas struktūras ir piemērotas integrēšanai betona struktūrā, kā rezultātā tiek iegūts vieglbetons, kuru iespējams izmantot gan kā siltumizolācijas, gan nesošu materiālu. Viena no galvenajām problēmām, kas rodas, ja vieglbetona ražošanā izmanto porizētas stikla pildvielas, ir sārma-silīcija reakcijas (SSR). Reakcijas rezultātā veidojas sārma-silīcija gēls ar palielinātu tilpumu, kas izraisa iekšējos spriegumus betonā, veidojot plaisas, samazinās mehāniskās īpašības un ievērojami samazinās betona ilgmūžība. Pasaulē tiek meklēti risinājumi šīs nevēlamās reakcijas novēršanai, šis fenomens tiek pētīts arī maģistra darba ietvaros.

Darba mērķis: ilgstspējīga vieglbetona izveide no porizētām stikla granulām. **Darba uzdevumi:** 1) Noteikt porizētu stikla granulu fizikālās un mehāniskās īpašības. 2) Izgatavot vieglbetona sastāvu no porizētām stikla pildvielām un noteikt tā fizikālās un mehāniskās īpašības. 3) Pārbaudīt betona izturību uz SSR (RILEM AAR-2) ar 8 dažādiem komerciāli pieejamiem cementiem un novērtēt betona struktūras, deformāciju un mehānisko īpašību izmaiņas. 4) Noskaidrot dažādu mikropiedevu ietekmi uz reakciju intensitāti betona struktūrā un novērtēt to lietderību. 5) Izvēlēties labākās mikropiedevas un piedāvāt vieglbetona sastāvu, kuram SSR iedarbība ir vismazākā, tādējādi nodrošinot lielāko betona ilgmūžību.

SSR noteikšanai izmantoti 8 dažādi komerciāli pieejami cementu veidi. Divi no šiem cementiem ir ar zemu Na_2O ekvivalentu ($<0.6\%$), savukārt pārējiem Na_2O ekvivalents ir $1.00 \pm 0.05\%$. Vieglbetonam noteiktas fizikālās un mehāniskās īpašības. SSR pārbažu rezultāti liecina, ka vieglbetona relatīvā izplešanās ir no 0.160 - 0.205% , kas neatbilst Standarta prasībām. Novērojams arī lieces spiedes stiprības samazinājums (līdz 73% un 43%). SEM mikrogrāfijā redzama betona struktūra pēc SSR testa (att.) un to izraisītie struktūras bojājumi. Pētījumā tika izmantotas dažādas mikropiedevas, lai samazinātu SSR intensitāti. Izmantojot mikrosilīciju, SSR izplešanos izdevās ierobežot līdz 0.100% .



Att. Vieglbetona mikrostruktūra: a) bez SSR iedarbības; b) pēc SSR testa.

PAŠATJAUNOJOŠAIS BETONS

Dabiskie procesi, tādi kā laikapstākļi, zemes nosēšanās, zemestrīces un cilvēku darbības rezultātā radītas plaisas betonā var samazināt konstrukciju kalpošanas laiku. Sintētiskās ķīmiskās vielas, tādas kā epoksīdsveķi un virsmas apstrāde ar hidrofoobām vielām vai ar poru blokatoriem, kas tiek izmantotas struktūru sanācijai, ir ar dažādiem trūkumiem, piemēram, dažādu termisko izplešanos, vajadzību pēc pastāvīgas uzturēšanas. Plaisu parādīšanās un spraugas ir neizbēgama parādība betona konstrukciju novecošanās laikā. Ja mikroplaisas palielinās un sasniedz stiegrojumu, ne tikai pats betons var tikt vājināts, bet arī stiegrojums var korodēt, līdz ar to tas tiek pakļauts ūdens un skābekļa iedarbībai, kā arī iespējama oglekļa dioksīda un hlorīda ietekme. Turklāt dažreiz remonts ir jāveic vietās, kuras ir grūti pieejamas vai ir bīstamas cilvēkam. Tādēļ šādos gadījumos veiksmīgs risinājums būtu pašsadzīšanas betona pielietojums, kas plaisas remontē autonomi.

Pašatjaunojošais betons ir izgatavots no dabā sastopamiem mikroorganismiem, un tos var pavairot viegli ar zemām izmaksām. Mikroorganismi ir piemēroti, lai izgatavotu mikrobu betonu, jo ir nepatogēni un videi draudzīgi. Pašsadzīšanas ierosinātāji betonā sastāv no divām komponentēm – baktēriju sporām un to barības vielas - kalcija laktāta. Tā sporas var izdzīvot vairākus gadu desmitus „miega” režīmā bez barības un skābekļa. Betonā baktērijas atdzīvosies vienīgi tad, ja tiks pievienots ūdens un skābeklis, t.i., ja betonā parādīsies plaisas. Pēc tam baktērijas sāks vairoties un ražot kalcija karbonātu, tādējādi aizverot plaisas dažās nedēļās. Līdz ar to, ja plaisas būs pilnīgi aizpildītas, mitrums netiks betona struktūrā, un līdz ar to betons netiks vairs vājināts. Tas ir perfekts risinājums, piemēram, pazemes konstrukcijām, kuras vienmēr ir mitras.

Pētījuma uzdevums bija izgatavot pašatjaunojošos betona paraugus (tab.) un pārbaudīt, vai pēc noslogošanas betona struktūrā plaisas ir aizpildītas ar kalcija karbonātu. Papildus tika izgatavoti trīs betona kubiņi, lai pārbaudītu, vai baktēriju sporas un kalcija karbonāts neatstāj negatīvu iespaidu uz betona spiedes stiprību.

Tabula

Pašatjaunojošā betona sastāvs

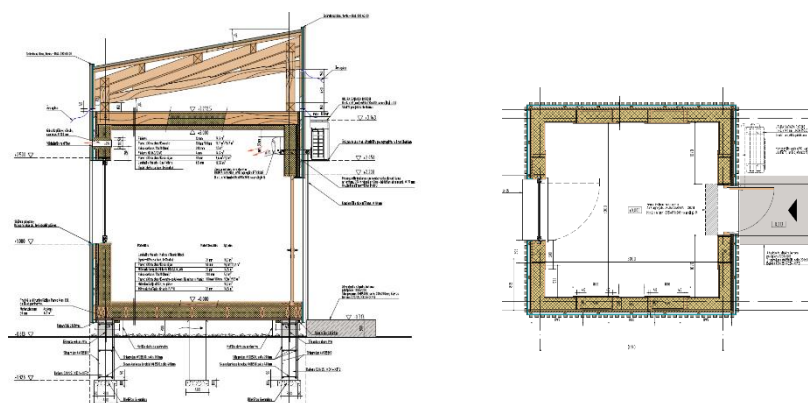
Sastāvdaļas	Tilpums (cm ³)	Svars (g)
FIBO beramais keramzīts, frakcijas izmēri 2-4 mm	343,00	292,00
0,5-1 mm smilts	147,00	397,00
0,25-0,5 mm smilts	128,00	346,00
0,125-0,25 mm smilts	69,00	186,00
Cements 42,5 N	122,00	384,00
Ūdens	192,00	192,00
Kalcija karbonāts	-	15,00
Rauga ekstrakts	-	0,30
Bacillus lentus		5x10 ⁷ sporas
Kopā	1001	1796

FĀŽU MAIŅAS MATERIĀLU (FMM) SIMULĀCIJAS MODEĻU ANALĪZE LATVIJAS KLIMATISKAJOS APSTĀKĻOS

Iekštelpu pārkaršana ir problēma ne tikai dienvidu valstīs, bet aktualizējas arī ziemeļu valstīs, kā mēs to varējām novērot pēdējās vasarās Latvijā. Ēkās ar masīvām mūra vai betona sienām ir samērā komfortabla iekštelpu temperatūra, ko nodrošina ēkas konstrukciju un detaļu lielā siltumietilpība. Taču, salīdzinot masīvās ēkas ar mūsdienīgām ēkām, kurās tiek izmantotas vieglas konstrukcijas un materiāli, kam ir maza siltumietilpība, karstajās vasaras dienās telpas pārkarst. Gaisa kondicionēšana, protams, ir risinājums, taču tā patērē lielu daudzumu elektroenerģijas, tādējādi palielina izmaksas, CO₂ gāzu emisijas un enerģijas patēriņa maksimuma periodus. Iespējams, risinājums šai problēmai ir fāžu maiņas materiālu (FMM) integrēšana ēkas konstruktīvajos risinājumos, būvmateriālos, tādējādi palielinot ēkas siltuma inerci un uzlabojot telpas mikroklimatu.

Siltuma enerģijas uzglabāšanu ēkas sienās, griestos un grīdā var uzlabot, pielietojot FMM un integrējot tos minētajās virsmās, panākot siltuma enerģijas uzglabāšanās efektu, tādējādi uzlabojot telpas komforta līmeni, samazinot iekštelpu temperatūras svārstības un uzturot to tuvāk vēlamajam līmenim ilgāku laiku. Balstoties uz iepriekšējiem pētījumiem par būvmateriālu izstrādi ar FMM, kura funkcija ir uzlabot telpas mikroklimata apstākļus, šī darba mērķis ir izpētīt tā lietošanas potenciālu Latvijas klimatiskajos apstākļos, veicot ēkas modeļu simulāciju ar dažādiem fāžu maiņas materiāliem. Ēkas modeļu simulācija tiek veikta programmā EnergyPlus.

- Simulācijas modelis ir ēka ar iekšējiem gabarīta izmēriem 3x3x3 m (1. att.). Uz telpas iekšējās virsmas tiek izvietots FMM 2, 4 un 6 mm biezumā.
- EnergyPlus tika izmantots vasaras sezonas simulēšanai, kur tika piemērota nakts ventilācija, atverot logu par 30% no 20:00-08:00.
- Tika izvēlēti divi temperatūras režīmi :
 - Brīvas temperatūras apstākļi, kur netiek kontrolēta iekštelpu temperatūra.
 - Kontrolēta temperatūra 25° C no 8:00-20:00. Tiek mērītas dzesēšanas ierīces darbībai patērētās kWh.
- Tiek izmantoti 3 veida FMM ar dažādu fāžu maiņas temperatūru (PT23, PT24, SP25).



Att. Simulācijas modeļa ģeometrija.

Lietojot FMM Latvijas apstākļos, ir iespējams samazināt iekštelpu temperatūru vasarā līdz pat 3°C brīvas temperatūras režīmā.

Dzesēšanas enerģijas patēriņu, uzturot iekštelpu temperatūru 25°C, ir iespējams samazināt līdz pat 23%. Ieteicamais efektīvais FMM biezums uz sienām ir 3 mm.

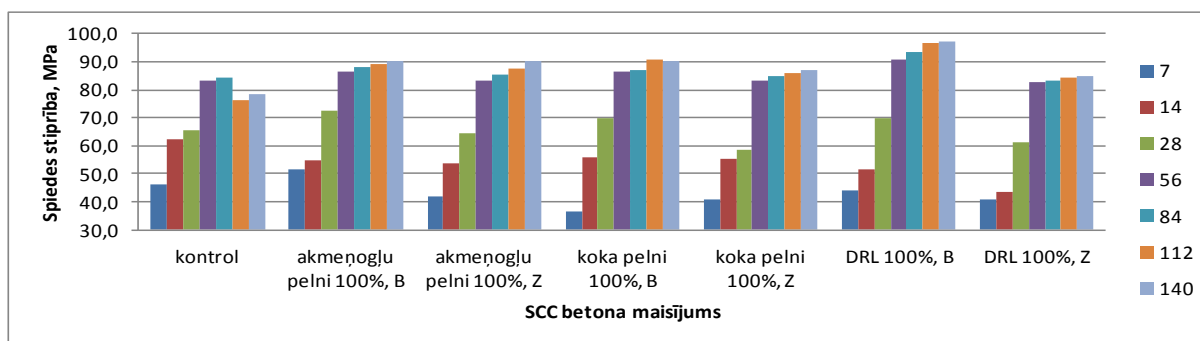
EKOLOĢISKAIS PAŠBLĪVĒJOŠAIS BETONS AR SAMAZINĀTO CEMENTA UN DABĪGO ŠĶEMBU DAUDZUMU

Viens no iespējamajiem CO₂ izmešu samazināšanas paņēmieniem - samazināt cementa saturu betonā, aizstājot to ar mazāk energoietilpīgiem cementējošiem materiāliem, piemēram, pucolānpiedevām. Pielietojot šāda tipa materiālus betonā, tiek gūts dubults labums — samazinās cementa patēriņš un nav jāuztraucas par atkritumu glabāšanu. Neskatoties uz sadzīves un industriāla stikla atkritumu salīdzinoši lielajiem apjomiem Latvijā, to racionālas utilizācijas problēma joprojām nav atrisināta. Latvijā pastāv liela problēma ar pudeļu stikla atkritumiem. Viens no risinājumiem tāda stikla utilizācijai ir otrreizēja izmantošana būvniecībā kā minerālas mikropildvielas ražošana betona maisījumam. Viens no galvenajiem nosacījumiem – stiklam ir jābūt smalki samaltam līdz mikrodaļiņu līmenim. Šajā darbā tika izmantots stikla pūderis betona maisījumos kā cementa aizvietotājs (30%), kurš tika savukārt iegūts, samaļot pudeļu lauskas – zaļo pudeļu pūderis (Z) un brūno pudeļu pūderis (B). Lai novērtētu, kā dotais stikla pūderis ietekmē betona fizikāli-mehāniskās īpašības, tika izgatavotas pašblīvējoša betona vairākas eksperimentālo paraugu sērijas ar kona izplūdi ap 640-670mm. Par rupjaām pildvielām tika izmantotas pārstrādāta betona pildvielas. Salīdzināšanai tika izmantots betona pamatsastāvs (cementa saturs 490 kg/m³). Visās eksperimentālajās sērijās tika konstatēts, kā stikla pūderis labvēlīgi ietekmē maisījuma konsistenci: maisījums kļūst plastiskāks un viendabīgāks.



1. att. Pudeļu stikla pūderis cementa aizvietošanai SCC betona maisījumos.

Veicot eksperimentu, tika samaisīts viens kontroles paraugs un 7 maisījumi ar 0.42 ūdens/saistviela attiecību. Kopsummā eksperimenta laikā tika izgatavoti 147 betona paraugi. Spiedes stiprību sacietējuša betona paraugiem noteica pēc 7, 28, 56, 84, 112 un 140 dienām. Paraugu stiprības rezultāti ir atspoguļoti 2. attēlā.



2. att. SCC betona stiprības pārbaudes rezultāti.

APŠUVUMA MATERIĀLU IETEKME UZ KOKA KARKASA ELEMENTU NOTURĪBU

Darba aktualitāte

Mūsdienās ēku būvniecībā arvien biežāk tiek izmantotas koka konstrukcijas, kurām jāuzņem gan vertikālās slodzes, gan arī horizontālās. Klasiskajos aprēķinos ir pieņemts, ka slodzi uzņem tikai koka karkass, bet reāli vertikālo elementu noturību un horizontālo vēja slodzes darbību uzņem arī apšuvums, kas tajā pašā laikā veic gan pretvēja aizsardzību, gan pretuguns aizsardzību, gan konstruktīvi minerālvates nostiprināšanu. Pēc Eirokodeksa 5 tiek definēts, ka stabilitāti var nodrošināt uz koka bāzes veidoti apšuvuma materiāli, taču pēc angļu normatīva BS 5268 arī ģipškartona loksnes tiek uzskatītas par nestspējas paaugstinošu materiālu, tādēļ šī darba *mērķis* ir analītiski un eksperimentāli iegūtos datus salīdzināt koka karkasa kolonnas nestpēju, izmantojot kokmateriāla apšuvumu un eksperimentāli noskaidrot ģipškartona nozīmi koka karkasa sienas stabilitātē.

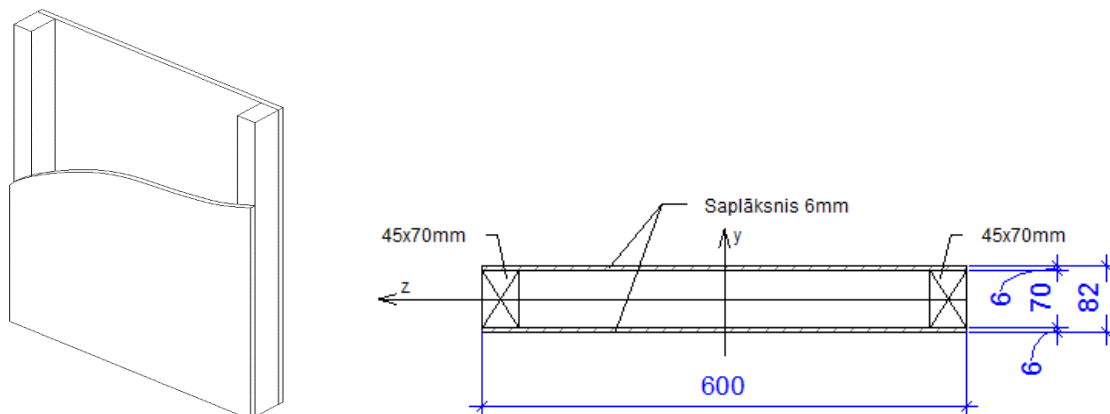
Darba uzdevumi: 1) izveidot aprēķina modeli; 2) analītiski un eksperimentāli noteikt centriski spiesta koka elementu un elementu sistēmas nestpēju un kristiskos stāvokļus; 3) papildus eksperimentāli noteikt reģipša nozīmi koka konstrukcijas nestspējas uzlabošanai; 4) izstrādāt priekšlikumus, kā iespējams novērst kritiskus stāvokļus.

Pētījums:

Pētījums iedalīts 2 daļās - analītiskajā un eksperimentālajā.

1. Analītiskā daļa.

Aprēķina modelis veidots no 2 koka elementiem 45x70 mm un saplākšņa 6 mm, kas apšūts koka elementiem no abām pusēm, izmantojot skrūves ar $d=3,2$ mm, $l=30$ mm un soli 100 mm (att.).



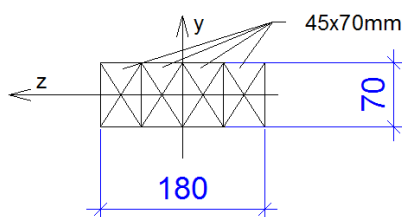
1.att. Aprēķina modelis.

Šī konstrukcija tika pārbaudīta pēc 2 galvenajiem kritērijiem:

- 1) skrūvju nestspēja uz cirpi;
- 2) konstrukcijas nestspēja uz noturību.

Līdz 2.5 m konstrukcijas galvenais kritērijs ir skrūvju nestspēja uz izraušanu, bet, palielinot konstrukcijas augstumu, noteicošais faktors ir noturība. No brīža, kad noteicošais faktors kļūst noturība, koka statņu un saplākšņa nestpējas izmantošanas pakāpe ir attiecīgi 100 un 76%.

Koncentrēto aksiālo slodzi 19.8 kN (raksturvērtība), ko, pilnvērtīgi izmantojot skrūvju nestspēju un noturību, var uzņemt iepriekš aprakstītā konstrukcija pie 2,5 m augstuma, neapšūta kolonna uzņems no 4 ekvivalentiem koka statņiem, kā parādīts 2. attēlā.



2.att. Slodzes sadalījums neapšūtā kolonā.

2. Eksperimentālā daļa.

Lai eksperimentāli pārbaudītu šāda veida konstrukciju, koka elementu šķērsgriezumam jābūt iespējami mazākam. Izmantojot standarta kokmateriālu, t.i., 45x70 mm, 6 mm biežumu saplāksni (pēc analītiskā aprēķina, jo koka statņi robežstiprību sasniedz ātrāk), skrūves d-3,2 mm ar atstatumu 100 mm un tajā pašā laikā ievērojot konstruktīvās prasības. Stabilitātes novērtēšanai nepieciešams piemēklēt optimālu spiesto elementu augstumu, kad koka un saplākšņa elementi strādā pilnvērtīgi uz noturību, kā arī skrūves uz cirpi, tādēļ pie šiem nosacījumiem konstrukcijas augstumam jābūt 2,5 m.

B. Galviņa, A. Korjakins (zinātniskais vadītājs)

NAGLOTU KOKA KOPŅU OPTIMĀLA PIELIETOJUMA ANALĪZE

Koka kopņu pielietošana būvniecībā ir ekonomiski pamatota, jo koks ir vietējais izejmateriāls, kurš ir plaši pieejams un vajadzības gadījumā atjaunojams. Koksne izmantojama, veidojot sijas, kolonnas, arkas, rāmjus un kopnes.

Maģistra darbā tiek apskatīts koka kopņu pielietojums. Ar koka kopnēm iespējams pārsegt līdz 36m lielus laidumus. Lielākajiem kopņu laidumiem nepieciešams izmantot līmētās koksnes blokus vai pat metāla elementus stieptajiem stieniem (apakšjoslai, režģa stieniem). Tā kā līmētu bloku izgatavošana un metāla elementi ir dārgāki kā koksne, tad iespēju robežās jāizmanto dēļu un brusu kopnes. Dēļu un brusu kopnes tiek izmantotas līdz 18 m laidumu pārsegšanai, un to mezglu savienojumos izmanto tapveida savienojumus un zoboto plāksņu savienojumus.

dDrbā tiek apskatīts nagloto dēļu kopņu pielietojums un ekonomiskums. Nagloto dēļu kopnes izgatavo gan ražošanas cehos, gan uz vietas būvlaukumā. Tā kā šo procesu nav iespējams industrializēt, šāda tipa kopnes ir optimālas mazizmēra būvobjektiem un individuālajā būvniecībā. Nagloto dēļu kopnes izvieto ar soli robežās no 2.5 līdz 3 m, tādējādi veidojas situācija, ka kopnes balsta uz nesošās garensijas, nevis pa tiešo uz kolonnas. Šāda tipa kopņu lielākais trūkums ir samazināta ugunsdrošība, jo ir mazāks elementa šķērsgriezums un uguns var pārvietoties starp dēļiem.

Darbā tiek apskatīta koka kopņu projektēšana ar pilnā faktora eksperimentu pēc 3^3 tipa jeb 27 eksperimenti. Eksperimenta vadāmie faktori ir izvēlēti kopnes augstums (2, 2.5 un 3 m) un kopņu izvietoējuma solis (2.4, 2.7 un 3 m). Trešais mainīgais lielums ir sniega slodze uz jumta virsmu – apskatītais apgabals ir 1.1, 1.1 un 1.7 kN/m². Darbā tiek apskatītas trīs dažādas kopnes šķērsgriezuma formas, tādējādi tiks sastādītas 3 datu matricas. Visu aprēķina eksperimentu gadījumā galamērķis ir koksnes patēriņa noteikšana.

EKOLOĢISKO BŪVMATERIĀLU IZMANTOŠANA UN ILGTSPĒJA

Būvmateriālu izvēlei ir liela nozīme ēkas nākotnē, tādēļ sākumā ir būtiski izvērtēt arī materiāla dzīves cikla ietekmi. Enerģija, kas tiek patērēta būvmateriālu ražošanai, transportēšanai un montāžai, nav mazsvarīgs faktors. Pētījumi liecina, ka 10-25% no ēkas dzīves cikla laikā patērētās enerģijas ir atkarīga no ēkas būvniecībā pielietotajiem materiāliem.

Ekoloģiskie materiāli ir tādi materiāli, kuri samazina kaitīgo ietekmi uz apkārtējo vidi, kas rodas iegūstot un apstrādājot izejmateriālus, materiālus pielietojot, pārstrādājot un apglabājot. Ekoloģiskās būvniecības materiāli parāda, kā mēs varam samazināt ķīmisko vielu, kas satur pastāvīgus bioakumulatīvus un toksiskus savienojumus, ietekmi uz cilvēkiem un ekosistēmu, jo šiem materiāliem nav negatīvas ietekmes uz mūsu veselību, kā arī tie uzlabo telpu mikroklimatu.

Būtisks faktors ir resursu taupīšana, ir svarīgi izmantot visus iespējamus resursus, kas ir pieejami – gan dabiskos, gan otrreizējās pārstrādes izejvielas, šādā veidā ietaupot līdzekļus ražošanai un piegādei. Tā kā visā pasaulē būvniecība izmanto apmēram 40% no sākotnējās enerģijas, kā arī vērā ņemamu daudzumu ūdens, mērķis ir samazināt šo sākotnējo nepieciešamo enerģijas patēriņu, it īpaši ņemot vērā trīs lietas - elektrību, silto ūdeni un siltumu.

Visplašāk pasaulē lietotais konstrukciju materiāls ir betons. Betona patēriņš gadā visas pasaules mērogā ir aptuveni viena tonna uz katru pasaules iedzīvotāju. Pielietojot eko risinājumus, varētu samazināt CO₂ un atkritumu daudzumu, parūpēties par ekoloģiju, kā arī nodrošināt būvniecības procesu ar jauniem materiāliem, kuriem raksturīgas samazinātas izmaksas un labas īpašības.

Lai labāk spētu novērtēt ekoloģiskos materiālus, tika veikts eksperimentāls pētījums. Tika izpētīta ietekme uz mehāniskajām īpašībām betonā, tā sastāvā pielietojot vietējās rūpniecības blakusproduktus. Izgatavojot ekobetonu, izmantoti vietējās rūpniecības blakusprodukti – domnu izdedži (GDS), ogļu pelni, pārstrādāta koka un ogļu pelnu betona šķembas. Cementu procentuāli tika aizstāts ar GDS un pelniem - 20 un 30% apmērā. Kā arī dabiskās šķembas tika aizstātas ar pārstrādāta betona šķembām ar frakciju 8/11 mm 38% apjomā, tika pielietotas ogļu pelnu pārstrādāta betona šķembas (OPPB) un koka pelnu pārstrādāta betona šķembas (KPPB). Ekoloģiskā betona paraugi tika salīdzināti ar kontroles maisījuma paraugiem, kuru sastāvā tika pielietotas parastās dabīgās pildvielas.

Spiedes stiprība sacietējuša betona paraugiem tika noteikta pēc 7, 14, 28 un 42 dienām. Maksimālā 42 dienu stiprība, kas ir iegūta, sastāvam piejaucot ogļu pelnus, ir 45,9 MPa. Cementu daļēji aizstājot ar GDS maksimālā iegūtā 42 dienu betona stiprība ir 42,9 MPa. Kontrolsastāvā iegūtā 42 dienu stiprība ir 47,67 MPa. Salīdzinājumā ar kontrolparaugu tika iegūts par 1,77 MPa vājāks betons.

Pētījums parāda, ka rūpniecības blakusproduktu lietošana betona sastāvā ietekmē tā mehāniskās īpašības. Izmaiņas ir atkarīgas no pielietotajiem blakusproduktiem, to īpašībām un cementa aizvietotā daudzuma sastāvā. Cementa procentuāla aizstāšana ar GDS un pelniem ir efektīvs veids, kā samazināt CO₂ emisijas, ko rada portlandcements ražošana, kā arī sagrauta betona atkārtota izmantošana betona sastāvā veicinās būvniecības atkritumu samazināšanos.

HIDROIZOLĀCIJAS MATERIĀLA „PENETRON” IETEKME UZ BETONA SALIZTURĪBAS STIPRĪBU

Izmantojot hidroizolācijas materiālu „Penetron”, ir iespējams ievērojami uzlabot betona ūdensnecaurlaidības rādītājus, turklāt tā ražotājs apgalvo, ka šis hidroizolācijas materiāls uzlabo ne tikai betona ūdensnecaurlaidību, bet arī daudzas citas betona īpašības, tai skaitā arī salizturību un stiprību.

Darba uzdevumi: 1) Jāizgatavo paraugi ar betona sastāvu, kuram ir iespējami zemāki salizturības un stiprības rādītāji; 2) Daļu no paraugiem ir jāpārklāj ar hidroizolācijas materiālu „Penetron”, un visi paraugi jāiztur vienādos apstākļos vismaz 28 dienas; 3) Betona paraugiem jāveic salizturības pārbaude; 4) Betona paraugiem jāveic mehānisko īpašību pārbaudes; 5) Jāizdara secinājumi, kā minētais hidroizolācijas materiāls ir ietekmējis betona salizturības un stiprības rādītājus.

Tika izgatavoti betona paraugi no maisījuma ar sekojošām sastāvdaļām: portlandcements (CEM I 42,2 N), ūdens, smilts, dolomīta šķembu un oļu maisījums (10... 20 mm). Lai paraugiem iegūtu zemāku stiprību un salizturību, ūdens/cementa attiecība ir 0,79.

Puse no paraugu skaita tika pārklāta ar hidroizolāciju „Penetron” un izturēti vienādos apstākļos vismaz 28 dienas.

Tika pārbaudīta paraugu spiedes stiprība un iegūtie rezultāti ir apkopoti tabulā.

Tabula

Betona paraugu spiedes stiprība

	Spiedes stiprība betona paraugos, MPa		
Paraugi ar hidroizolācijas materiāla „Penetron” pārklājumu	37,78	35,42	36,35
Paraugi bez hidroizolācijas pārklājuma	38,84	39,56	37,87

Hidroizolācijas materiāls „Penetron” nav ietekmējis paraugu spiedes stiprību (tab.).

Paraugiem tika veikta paātrinātā salizturības pārbaude saskaņā ar šādiem Krievijas standartiem: GOST 10060.0-95, GOST 10060.1-95, GOST 10060.2-95 un GOST 26134-84. Paraugu sasaldēšanas un atkausēšanas cikli veikti saldētavā ar temperatūru $-18 \pm 2^{\circ}\text{C}$ un 5% sālsūdenī ar temperatūru $18 \pm 2^{\circ}\text{C}$. Paraugiem pēc noteikta ciklu skaita tika fiksētas masas un ultraskaņas ātruma izmaiņas. Ultraskaņas ātrums paraugos tika noteikts ar virsmas skaņošanas un caurskaņošanas metodēm. Pēc 50 cikliem paraugiem masas un ultraskaņas ātruma izmaiņas ir pieļaujamās robežās, jo nepārsniedz attiecīgi 3% un 5%. Līdz ar to tas nozīmē, ka paraugiem ir vismaz F200 salizturības marka. Tā kā ar iepriekšminēto sastāvu betona paraugiem nevajadzētu uzrādīt tik augstu salizturības marku, uzskatu, ka hidroizolācijas materiāls „Penetron” ir uzlabojis betona paraugu salizturības rādītājus.

EFEKTĪVA SILTUMIZOLĀCIJA NO DAŽĀDU KOMPONENTU PILDVIELĀM

Mūsdienās ir svarīga energoresursu taupīšana un „zaļa” domāšana, ko veicina tehnoloģiju attīstība pasaulē. Šāda aktualitāte vērojamā arī būvniecības nozarē. Ne mazāk svarīga loma ir energoefektīvai ēku ekspluatācijai. Tāpēc ir svarīgi izvērtēt vietējo izejvielu izmantošanu būvmateriālu ražošanā, piemēram, siltumizolācijas materiālu ražošanā. Par alternatīvām izejvielām var kalpot gan organiskās (linu spaļi, kaņepju spaļi, kviešu auzu miziņas), kas iegūtas no lauksaimniecības produktu pārstrādes kā blakusprodukti, gan minerālās (putustikls) pildvielas, kas iegūtas no otrreizējas materiālu pārstrādes (stikla).

Pētījuma mērķis ir analizēt siltumizolācijas efektivitāti atkarībā no organisku un minerālu pildvielu izmantošanas, variējot ar pildvielu granulometrisko sastāvu, frakcijām un to savstarpējiem maisījumiem, kā arī ar pildvielu orientācijas virzienu.

Pētījumā tika izgatavotas divas dažādas paraugu kastes, lai varētu orientēt pildvielas gan vertikāli (piemēram, sienu konstrukcijās), gan horizontāli (piemēram, pārseguma konstrukcijās). Labāki rezultāti tika iegūti ar otro variantu:

- 6.5 % kviešu auzu miziņām;
- 28.3 % linu spaļiem.

Lai samazinātu siltumizolācijas materiāla siltumvadītspēju, nepieciešams palielināt materiāla porainību. To var realizēt, kombinējot porainākās izejvielas (kviešu auzu miziņas) ar mazāk porainākām (linu spaļiem, kaņepju spaļiem), kā arī kombinējot minerālo pildvielu frakcijas. Šādā veidā ne tikai tiek palielināta materiāla porainība, bet arī samazināts beramā materiāla blīvums. Labākos rezultātus var iegūt:

- kombinējot linu spaļus ar kviešu auzu miziņām pēc masas (siltumvadītspējas koeficients uzlabojas no 6.6 līdz 18.4 %);
- kaņepju spaļus kombinējot ar kviešu auzu miziņām pēc masas (siltumvadītspējas koeficients uzlabojas no 1 % līdz 4 %).

Darba gaitā izmantotie materiāli ir tīri un ekoloģiski, kā arī pārstrādājami, kas atbilst ekoloģiskas būvniecības konceptam. Ne mazāk svarīgi ir tas, ka iepriekšminētās pildvielas ir vietējās izejvielas. To izmantošana varētu būt visai plaša, kas attīstītu arī valsts ekonomiku.

TERMOAPSTRĀDES IETEKME UZ KOKSNES ĪPAŠĪBĀM

Koksne – materiāls, kas pavada cilvēku jau kopš tiem laikiem, kad viņš pirmo reizi paņēma rokās darba instrumentu. Tomēr vienlaicīgi cilvēku pavada arī visi tai piemītošie trūkumi. Tā ir deformācija un plaisāšana žāvēšanas laikā, uzbriešana mitruma iedarbībā, tā ir pakļauta sēnīšu un citu bioloģisku bojājumu iedarbībai. Panākt šo trūkumu mazināšanu uz salīdzinoši ilgu laiku, neizmantojot ķīmiskas vielas, iespējams ar koksnes termoapstrādi, kuras rezultātā tiek iegūta *termokoksne*.

Maģistra darbs ir iedalīts analītiskajā daļā un eksperimentālu pētījumu daļā.

Analītiskajā daļā ir apskatīta termoapstrādes procesa ietekme uz sekojošām koksnes īpašībām:

- ilgizturība,
- higroskopiskums,
- līdzsvara mitrums,
- siltumvadītspēja,
- spiedes, lieces un stiepes robežstiprība,
- blīvums,
- izmēru stabilitāte,
- apkārtējo laika apstākļu ietekmes izturība.

Ņemot vērā to, ka termokoksnes īpašību izmaiņas notiek, pateicoties izmaiņām materiāla struktūrā, dotajā darbā ir apskatīta koksnes šūnu komponentu (celuloze, hemiceluloze, lignīns, ekstraktvielas) izturēšanās termoapstrādes procesa gaitā, kā arī katras komponentes ietekme uz materiāla īpašību izmaiņām.

Koksnes termoapstrādi var veikt ar dažādām tehnoloģijām, līdz ar to darbā ir apskatītas un salīdzinātas izplatītākās pasaules termoapstrādes tehnoloģijas, ieskaitot Latvijas tehnoloģiju, kā arī katras tehnoloģijas pazīmes, kas pozitīvi vai negatīvi ietekmē termokoksnes materiāla iepriekšminētās īpašības.

Eksperimentālo pētījumu daļā tika veikta koksnes un termokoksnes paraugu pārbaude uz lieci un spiedi, kā arī tika veikta iegūto rezultātu salīdzinošā analīze. Eksperimentā tika izmantota priedes koksne, jo ēku būvniecībā izmantojamo skuju koku vidū tā ieņem pirmo vietu popularitātes ziņā.

Eksperiments tika veikts, izmantojot spēkā esošo Eiropas standartu EN 408:2010+A1:2012 „Koka konstrukcijas. Konstrukciju kokmateriāli un kārtām salīmēti kokmateriāli. Dažu fizikālo un mehānisko īpašību noteikšana”. Korekta eksperimenta norisei paraugi tika izgriezti no vienas koksnes elementa, ar pēc iespējas vienādu struktūru, t.i., bez koksnes vājinājumiem kādā no paraugiem. Ņemot vērā, ka eksperiments ir tapšanas stadijā, uz doto brīdi veikt datu salīdzinošo analīzi nav iespējams, bet, pamatojoties uz esošā darba analītiskās daļas informāciju, prognozējamie lielumi var būt šādi:

- spiedes robežstiprības pieaugums var sastādīt vidēji no 12% līdz 20%;
- lieces robežstiprības samazinājums var sastādīt vidēji:
 - no 2 līdz 15% (pie termoapstrādes $t = 190 \div 220^{\circ}\text{C}$);
 - no 9 līdz 35% (pie termoapstrādes $t = 230 \div 240^{\circ}\text{C}$).

SAPLĀKŠŅA KĀRTAINO PANEĻU AR PROFILĒTU MASĪVKOKA SERDI PRODUKTU UN PROJEKTĒŠANAS VADLĪNIJU IZSTRĀDE UN EKSPERIMENTĀLA VALIDĀCIJA



Att. Saplākšņa sendvičpanelis ar profilēta masīvkoka serdi.

Sendvičtipa konstrukcijas ir atzītas un plaši pielietotas tādās nozarēs kā avio un kosmosa industrija, transportbūve, arī civilajā būvniecībā metāla poliuretāna un metāla akmensvates paneļi ir sevi pierādījuši, uzrādot lieliskas īpašības, kā efektīvs risinājums vieglai un ātrai būvniecībai.

Sendvičkonstrukcijas ļauj ne tikai ietaupīt izejmateriālus, samazināt konstrukciju svaru, uzlabot konstrukciju triecienenerģijas absorbcijas īpašības, bet arī palīdz materiālus pielietot efektīgi, līdz ar to veicinot resursu efektīvu pielietojumu un industrijas ilgtspējīgu attīstību.

Galvenais sendvičkonstrukciju pretinieks ir sabiedrības neinformētība par sendvičpaneļu darbības pamatprincipiem. Galvenokārt tas izpaužas vēlmē visu pārlietu vienkāršot jeb aizvietot esošo pilnās konstrukcijas risinājumu ar labāko moderno risinājumu - sendvičpaneli. Lietojot plātņu materiālus, plātņu materiāla laiduma un biezuma attiecība ir niecīga, un šādā situācijā klasiskiem pilna šķērsriezuma paneļiem bīdes deformācijas īpatsvars kopējā deformācijā praktiski nav vērā ņemams, tāpēc ir izveidojies priekšstats, ka visās situācijās, t.i., dažādos slogojuma, balstījuma veidos iespējams aizvietot vienu paneļu veidu ar citu pēc konstantas to biezumu attiecības, par pamatu ņemot Lieces stingumu.

Pielietojot sendvičpaneļus, bīdes ietekmē radušās deformācijas praktiski vienmēr ir vērā ņemamas. Bīdes deformācijas īpatsvars kopējā deformācijā ir atkarīgs no situācijas, to ietekmē parauga slogošanas veids, balstījums un laiduma un paneļa biezuma attiecība.

Tāpēc masīvu konstrukciju nav iespējams vienkārši visos gadījumos aizvietot ar sendvičpaneli pēc konstantas attiecības. Lai sendvičpaneļus ieviestu kā plaša pielietojuma produktu, jāizstrādā efektīvu aprēķina metodiku, ar kuru iespējams apskatīt katru produkta pielietojumu kā atsevišķu gadījumu.

Pētījums iedalīts trīs daļās: analītisko aprēķinu, skaitlisko aprēķinu un eksperimentālajā. Analītisko aprēķinu daļā apskatīta EN 1995-1-1 piedāvātā metodika kārtaino paneļu aprēķinam, kā arī EOTA ETAG 019 un TR 019 piedāvātā metodika, konkrēti Kreuzinger modelis. Skaitlisko aprēķinu daļā izstrādāti skaitliskie modeļi programmās ANSYS un Solidworks 2013 Premium. Eksperimentālajā daļā aprēķinu validācijas nolūkos veikti lieces testi pēc EN 310 un ISO 16978, lieces un spiedes testi pēc EN 789 un zīmoga spiedes un nosacīts lauka tests pēc ISO 1496.

Lai arī izmantojot Galīgo elementu metodi iespējams samērā precīzi simulēt pat sarežģītu modeļu mehānisko uzvedību slogojuma ietekmē, vienkāršu, ikdienišķu situāciju modelēšanai daudz efektīvāks ir analītiskais aprēķins. Tāpēc, lai atvieglotu sendvičpaneļu praktisku pielietošanu, paredzēts izstrādāt uz analītiskā aprēķina balstītu aplikāciju *JavaScript* vidē sendvičpaneļu aprēķinam vienkāršiem to slogošanas gadījumiem.

ĢEOTEHNISKĀ RADIOLOKĀCIJAS ZONDĒŠANAS DATU INTERPRETĀCIJA

Ģeotehnikas un ģeoekoloģijas jautājumi tiek uzskatīti par izšķirošiem, pieņemot tehnisku risinājumu lēmumus būvniecībai un rekonstrukcijai urbanizētās teritorijās. Informācijai par inženierģeoloģiskām, hidroģeoloģiskām un ekoloģiskām konkrēta būvlaukuma īpatnībām ir ierobežota pasūtītāju loka, pilsētas pārvaldes struktūru piekļuve, un bez tam šī informācija ir diskrēta un neapkopota. Rodas nepieciešamība izveidot sistēmu, ar kuras palīdzību varētu prognozēt situāciju potenciālajā būvlaukumā. Sekojošie dati nepieciešami gan investoriem, gan arhitektiem, gan projektētājiem finanšu, organizatorisku un tehnisku lēmumu pieņemšanai. Iegūto informācija var izmantot zinātniskos nolūkos, t.i., kā izejas informāciju būvlaukuma ģeomonitoringa nolūkā, ģeotehnisku uzdevumu skaitliskai modelēšanai, neveicot augstas izmaksas prasošus izpētes darbus, lai noteiktu litoloģijas, fizikāli-mehānisku grunts raksturojumu, turklāt tā var kļūt par izejas informāciju seismiskās prognozes aprēķiniem. Ar tradicionālo metodi iegūtiem inženierģeoloģiskajiem datiem ir diskrēts raksturs, tādēļ to interpolācijai un ekstrapolācijai izmanto mūsdienu ģeofizikālās metodes, kas ļauj papildināt iztrūkstošus datus.

Pēdējā laikā visprecīzākos rezultātus var iegūt ar ģeofizikālu metožu kompleksu, kas ietver ģeoradiolokācijas izpēti, elektro- un seismisko izpēti.

Ģeoradiolokācijas metode balstās uz elektromagnētisko impulsu analīzi. Impulsi iegūti atstarošanās rezultātā no vidēm ar atšķirīgām dielektriskām īpašībām, kas korelē ar inženierģeoloģiskajām. Tas ļauj veikt inženierģeoloģiskās situācijas analīzi, iegūt detalizētu informāciju salīdzinoši īsā laika posmā un zemām darba izmaksām, salīdzinot ar parastajām inženierģeoloģiskajām izpētes metodēm. Bez tam šī metode ļauj operatīvi izsekot izmaiņām ēku un konstrukciju pamatos to celtniecības un ekspluatācijas laikā.

Ģeoradiolokācijas metodi ir mērķtiecīgi izmantot arī grunts izvērtēšanā ģeoekoloģiskos nolūkos. Galvenā problēma, izmantojot ģeoradiolokācijas metodi, ir no ģeoradara iegūto datu interpretācija, kam nepieciešamas interpretatora zināšanas ģeofizikā, ģeoloģijā utt., tā kā tādā veidā nosaka grunšu fizikālās īpašības pēc netiešiem raksturlielumiem: dielektriskās grunts caurlaidības, viļņu izplatīšanās ātruma, un tā vājināšanās. Tādēļ patstāvīga šīs metodes pielietošana aprobežojas ar nepietiekami precīziem datiem. Celtniecības inženierizpētei izmantoto ģeofizikālo metožu analīze norāda uz kompleksa pielietojuma ģeofizikālu datu un tiešu inženierģeoloģisku metožu nepieciešamību. Kompleksa pielietojuma metodikas izstrāde – aktuāls inženiertehniskais uzdevums, ko diktē inženierpētījumu līmeņa paaugstināšanās.

Darba mērķis ir izstrādāt algoritmu ģeoradarā iegūto datu interpretācijai.

Darba gaitā tika izskatīti ģeoradaru veidi, darba diapazoni un iegūtie dati.

Izmantojot vienādojumu un signālu pārveidošanas sakarības, tika izstrādāts algoritms ģeoradara iegūto datu interpretācijai.

Algoritms tika pārbaudīts uz diviem būvobjektiem, kur parādīja labu sakarību starp teorētiskajiem un eksperimentālajiem rezultātiem.

DZĪVOJAMO ĒKU ANALĪZE UN OPTIMIZĀCIJA RENOVĀCIJAI

Viena no jomām, kur iespējams iegūt ievērojamus enerģijas ietaupījumus, ir ēku renovācija. Ēku energoefektivitātes paaugstināšana ir vairāku pasākumu kopums, kā rezultātā sagaidāms būtisks enerģijas patēriņa samazinājums un iekštelpu komforta līmeņa uzlabojums.

Ir iespējams izdalīt vairākus ēkas energoefektivitāti veicinošus pasākumus, taču, veicot tikai kompleksu ēkas renovācijas pasākumu kopumu, iespējams sasniegt rezultātu, kurā sniegtu ievērojamus enerģijas ietaupījumus ar visīsāko atmaksāšanās laiku.

Energoefektivitātes jautājumiem mūsdienās tiek veltīta pastiprināta uzmanība, jo tā ir saistīta ar energoresursu racionālu izmantošanu, kas dod iespēju ne tikai palielināt atjaunojamo energoresursu īpatsvaru kopējā enerģijas bilanci, bet arī katram individuāli palīdz samazināt izdevumus, kuri saistīti ar ikmēneša izmaksām par patērētās enerģijas apjomu. To nosaka gan energoresursu cenu pieaugums pasaules tirgos, gan arī pieaugošās gaisa kvalitātes prasības un kopējā Eiropas Savienības (ES) enerģētikas politika.

Maģistra darba mērķis ir izskatīt un izanalizēt ēkas kompleksas renovācijas, enerģijas izmantošanas lietderīgumu, kas izpaužas galaproduktu veidā un kvalitātes samērā ar enerģijas patēriņu. Darba gaitā tika atspoguļoti divi ēkas renovācijas varianti, kā arī tiek veikti teorētiskie pētījumi.

Pirmajā gadījumā tiek aplūkota renovējamās ēkas strukturēta sistēma, kurā ir nepieciešams samazināt siltuma zudumus līdz 75-95 kW/m². Darbā tiek izstrādāti norobežojošo konstrukciju siltuma un hermetizācijas mezgli, kā arī tiek piemeklēti efektīvākie logu rāmji un radiatoru.

Otrajā gadījumā darba autors analizēja iespēju sasniegt dzīvojamās ēkas energoietāupījumu, kas nepārsniedz 15 kW/m². Pateicoties inženiersistēmas ierīkošanai, ir iespēja ietaupīt enerģijas patēriņu, izmantojot alternatīvus enerģijas avotus.

Noslēgumā var secināt, ka pastāv izteikta nepieciešamība veikt ēkas renovāciju, lai samazinātu patērējamās enerģijas daudzumu.

Salīdzinot divus renovācijas veidus, ir jāsecina, ka pirmais variants ir daudz piemērotāks Latvijas ekonomiskajiem apstākļiem.

Vēl efektīvāk būtu apvienot abus apskatāmos renovācijas variantus vienā kompleksā risinājumā. Realizējot 1. variantu, ar vismazākajiem iespējamiem finanšu ieguldījumiem, ir iespējams samazināt patērējamās enerģijas daudzumu līdz pat 40%. Papildus būtu lietderīgi izmantot alternatīvus enerģijas avotus, piemēram, saules baterijas.

Turpmāk tiks veikta galīgā iegūto rezultātu analīze un optimizācija. Optimizējot rezultātus, būs iespējams precīzi izprojektēt visizdevīgāko sistēmu tehnisko un ekonomisko rādītāju kontekstā.

CEMENTA KOMPOZĪTAS SAISTVIELAS IETEKME UZ BETONA HIDRATĀCIJAS PROCESIEM

Darba mērķis ir izpētīt dažādu moderno cementa saistvielu ietekmi uz betona hidratācijas procesiem, kurus var novērtēt pēc betona hidratācijas siltuma izdalīšanās un stiprības rādītājiem, lai pēc iegūtajiem datiem secinātu, no kādām cementa saistvielām izvairīties betonējot siltā laikā un masīvu konstrukciju betonēšanā (lai novērstu plaisu veidošanos, ko izraisa siltuma spriegums konstrukcijā), un kuras izmantot betonēšanā ziemas apstākļos (betonējot ziemā, jāievērtē betona sākuma siltums un siltums, kas izdalās cementa hidratācijas procesā, lai betons sasniedz kritisko stiprību jau līdz tam brīdim, kamēr tas atdzisis līdz 0°C).

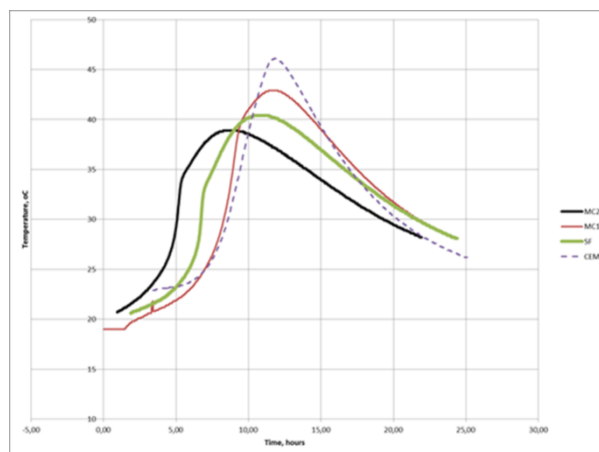
Pētījums sadalīts teorētiskajā un eksperimentālajā daļā. Teorētiskajā daļā tiek apskatīti betona hidratācijas procesi, izmantojot nanomateriālus, ziemas betonēšanas metodes, betona dzesēšanas metodes. Eksperimentālajā daļā tiek veikti trīs eksperimenti, katrā veidojot četrus dažādus cementa saistvielu sastāvus.

Eksperimentālajā daļā tiek veidoti 12 cementa saistvielu paraugi. Sākot ar bāzes paraugu, kurā tiek izmantots vien baltais cements CEM 52,5 R-1400grammi, kvarca smiltis 0/1mm 2800 grami un ūdens 700 gr, turpinot pārējiem paraugiem pievienojot mikrosiliku, mikrocementu, nanosiliku, plastifikatoru Sikament 56, sausi maltu stiklu (30 min maltu), kvarca miltus, Cembinder 8.

Pētījumā secināts, ka, jo vairāk cementa ir sastāvā, jo sastāvs sasniedz augstāku maksimālo temperatūru, bet ne kopējo izdalīto siltuma daudzumu. Tas arī redzams 2.attēlā. CEM sastāva līkne ir visstāvākā. Pārējo sastāvu līknēs ir redzami tādi kā lūzuma punkti, līdz kuriem temperatūras kāpumi ir stāvi. Lielākajai daļai sastāvu temperatūra strauji sāk kāpt pēc 8 stundām no sastāva iejaukšanas un kristies pēc 20 stundām.



1.att. Temperatūras sensori, kuri ar datorprogrammas *Sarmalink* palīdzību ik pēc minūtes nolasa paraugu temperatūru.



2.att. Temperatūras līknes sastāviem ar cementu (CEM); mikrosiliku 971U 140gr (SF); mikrocementu 1400gr (MC1); mikrocementu 140gr (MC2).

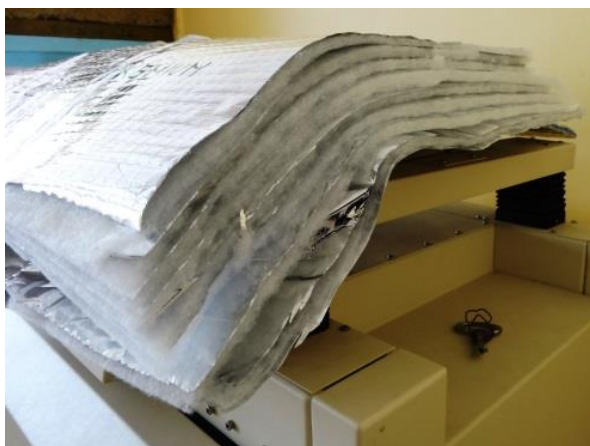
SILTUMATSTAROJOŠO TERMOIZOLĀCIJAS MATERIĀLU IZMANTOŠANAS IESPĒJU IZPĒTE

Līdz šim Latvijā un Austrumeiropā kopumā atstarojošie termoizolācijas materiāli nav plaši izmantoti. Nevar viennozīmīgi definēt, kādēļ ir izveidojusies šāda situācija, tomēr, manuprāt, viens no svarīgākajiem iemesliem ir cilvēku neuzticība, skepse un informācijas trūkums gan par pašiem materiāliem, gan par to darbības principiem.

Darba aktualitāte: 1) nemitīgi aug dabas resursu cenas, tādēļ ir jāpievērš uzmanība maksimālai resursu izmantošanas efektivitātei; 2) normatīvos noteikto siltumtehnisko parametru ievērošana kļūst arvien nopietnāks izaicinājums projektētājiem un būvniekiem, jo normatīvās vērtības kļūst arvien grūtāk sasniedzamas; 3) jaunu siltumizolācijas materiālu izstrāde.

Darba uzdevumi: 1) iepazīties, izpētīt un izanalizēt pieejamo informāciju par siltumatstarojošajiem termoizolācijas materiāliem; 2) siltumatstarojošo termoizolācijas paraugu iegūšana no ražotājiem Eiropā; 3) paraugu siltumvadītspējas raksturlielumu noteikšana dažādos ekspluatācijas apstākļos, piemēram, variējošs gaisa starpkārtas biezums.

Secinājumi. Atstarojošo materiālu darbības princips ir balstīts uz dažāda garuma, tostarp, siltumstarojuma, viļņu atstarošanu. Tradicionālie siltumizolācijas materiāli, piemēram, minerālvate, putu polistirols, veiksmīgi novērš siltuma zudumus, kas rodas siltuma vadīšanas rezultātā, tomēr lielāki siltuma zudumi rodas tieši siltuma starošanas rezultātā. Šobrīd ražotie siltumatstarojošie termoizolācijas materiāli tiek veidoti no daudzām alumīnija kārtām gan materiāla ārpusē, gan iekšpusē, neskaitot pildījumu starp šīm alumīnija kārtām (piemēram, aitas vilna, poliuretāns u.c.). Nodrošinot nepieciešamo gaisa starpkārtu starp izolācijas materiālu un konstrukcijas virsmu, ir iespējams iegūt ļoti labus termiskos parametrus. Darba ietvaros tika konstatēts, ka optimālā gadījumā (rezultātu, būvniecības ziņā), starp siltumatstarojošo termoizolācijas materiālu un konstrukcijas virsmu jābūt 5 cm gaisa starpkārtai, kas ļauj izmantot visas materiāla priekšrocības.



ENERGOEFEKTĪVA ESOŠO DAUDZDZĪVOKĻU ĒKU RENOVĀCIJA, LAI SASNIEGTU ZEMA SILTUMENERĢIJAS PATĒRIŅA ĒKU PRASĪBAS

Darba aktualitāte – Ēku energoefektivitātes paaugstināšanas nepieciešamība Eiropas stratēģijas „Eiropa 2020” un „Eiropas enerģētikas stratēģija 2020” mērķu sasniegšanai.

Darba mērķis - Optimālu daudzdzīvokļu ēkas renovācijas pasākumu noteikšana zema patēriņa ēku prasību sasniegšanai.

Problēma – zema iekštelpu vides kvalitāte renovētās daudzdzīvokļu ēkās.

Darba uzdevumi: 1) Izpētīt un izanalizēt esošo daudzdzīvokļu dzīvojamo māju siltuma bilanci veidojošos faktoros; 2) Izpētīt zema siltumpatēriņa ēku prasību rādītājus; 3) Izpētīt dažādu energoefektīvu pasākumu izmantošanas lietderību mājas siltumenerģijas patēriņa samazināšanai; 4) Apskatīt renovētu ēku iekštelpu komforta līmeni; 5) Salīdzināt divu dažādu ventilācijas sistēmu izmantošanas efektivitāti un atmaksāšanās periodu renovētās ēkās.

Maģistra darba laikā apskatīti ēkas enerģijas taupīšanas mehānismi, tādi kā norobežojošo konstrukciju siltināšana, apkures sistēmas balansēšana, karstā ūdens apgādes sistēmas rekonstrukcija, telpu temperatūras regulēšana, ka arī divi dažādi ventilācijas sistēmas rekonstrukcijas varianti iekštelpu mikroklimata uzlabošanai.

Maģistra darba skaitliskā aprēķina daļā tiek modelētas 2 dažādas ventilācijas sistēmas lietuviešu sērijas 60 dzīvokļu dzīvojamai mājai, tiek aprēķināta to efektivitāte un atmaksāšanās periods. Pirmā tiek apskatīta **Centralizētā piespiedu ventilācijas sistēma ar pretplūsmas plākšņu siltummaini**, kas nodrošina 70% siltā gaisa rekuperāciju. Otrā tiek apskatīta **Ventilācijas sistēma ar nostrādāta gaisa siltumsūkni** ar lietderības koeficientu (COP) lielāku par 3.5 karstā ūdens sagatavošanai.

Pirmās izvēlētās sistēmas ietvaros tika modelēta pieplūdes-nosūces mehāniskā sistēma, kas darbojas apkures sezonā. Otrās sistēmas ietvaros tika apskatītas mehāniskās nosūces sistēma ar dabisko āra gaisa pieplūdi caur atvērumiem aiz radiatora, nodrošinot gaisa priekšsildīšanu un konvektīvu cirkulāciju telpā. Nosūces gaisa siltums tika novadīts karstā ūdens sagatavošanai.

Secinājumi.

Pētījuma rezultātā tika konstatēts, ka centralizēta piespiedu ventilācijas sistēma ar pretplūsmas plākšņu siltummaini ir efektīvākais ventilācijas sistēmas rekonstrukcijas variants, kura uzstādīšana izvēlētajai mājai atmaksājas aptuveni 8 apkures periodos, pie nosacījuma, ka tiek izmantotas subsīdijas 50% apmērā ERAF 3.4.4.1.aktivitātes ietvaros "Daudzdzīvokļu māju siltumnoturības uzlabošanas pasākumi".

DABISKO ŠĶIEDRU KOMPOZĪTU SILTUMIZOLĀCIJAS MATERIĀLU ĪPAŠĪBU IZPĒTE

Mūsdienu būvniecībā arvien lielāka vērība tiek pievērsta ekoloģiskajiem jautājumiem, tas izskaidrojams ar cilvēces pieaugošo ietekmi uz apkārtējo vidi, līdz ar cilvēku skaita, rūpniecības intensitātes un citu faktoru īpatsvara pieaugumu. Tādēļ ekoloģisku materiālu izvēle kļūst populārāka, turklāt ievērojami ir pieaugusi arī interese par dabisko resursu izmantošanas iespējām, kā alternatīvu sintētiskajiem materiāliem.

Kā dabiskās šķiedras siltumizolācijas kompozītos parasti izmanto linu, kaņepju, salmu, niedru u.c. augu šķiedras. Šie augi tiek audzēti arī Latvijas klimatiskajos apstākļos un iegūstami kā pārstrādes blakusprodukts, tādēļ šādu siltumizolācijas kompozītu ražošana ir ekonomiski pamatota. Turklāt šiem materiāliem ir virkne priekšrocību – relatīvi neliela tilpummasa, ražošanai patērētā enerģija un izmaksas, kā arī tie uzlabo telpu mikroklimatu, ir viegli pārstrādājami un nerada ievērojamas siltumnīcas efektu izraisošo gāzu emisijas.

Darba mērķis - pierādīt, ka dabisko šķiedru kompozītu siltumizolācijas materiālu īpašības un galvenie raksturlielumi ir spēj konkurēt ar sintētiskajiem materiāliem, kas ļauj tos plaši pielietot mūsdienu būvniecībā, turklāt izmantojot vietējos un atjaunojamos dabas resursus.

Analītiskās daļas ietvaros sīkāk tiek apskatītas šo siltumizolācijas kompozītu būtiskākās īpašības un galvenie raksturlielumi, proti, termiskā pretestība, stiprība, izturība un noturība pret deformācijām, ūdens tvaiku un gaisa caurlaidību, ūdens absorbcijas spēja, reakcija uz uguni, kā arī to atkarība no šķiedru veida, daudzuma un orientācijas. Apskatītas arī tādas īpašības kā materiālu ekoloģiskums, bioloģiskā izturība, kalpošanas ilgums un izmaksas.

Darba eksperimentālajā daļā, izmantojot trīs sastāvus un divas izgatavošanas metodes, tika iegūtas kompozītas siltumizolācijas plātnes un kubi. Kā organiskās šķiedras tika izmantoti linu spaļi „Rēzekne”, savukārt kā saistviela – šķidrās stikls (Vincens polyline Crystal) un sastāvs ar šķidro stiklu, kam pievienots cements (CEM I 42,5 N) un metakulīns.

Izgatavotajiem paraugiem tika periodiski kontrolēts žūšanas process un noteikts siltumvadītspējas koeficients (saskaņā ar standartu EN 12667), kā arī noteikta ūdens absorbcijas spēja (saskaņā ar standartu EN 1609). No iegūtajiem materiāliem optimāla tilpummasa un ūdens absorbcija ir izstrādājumiem, kas izgatavoti ar sastāvu „I” – attiecīgi 187 kg/m^3 un 11 kg/m^2 , savukārt siltumvadītspējas koeficients plātnei, kas izgatavota ar sastāvu „II” – $0,056 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$. Ir iegūtas arī funkcionālās sakarības (otrās pakāpes polinomi) starp ūdens absorbciju un šķiedru tilpumdaļu, starp siltumvadītspējas koeficientu un kompozīta tilpummasu, šķiedru tilpumdaļu un mitrumu.

HIDRAULISKIE KAĻĶI NO VIETĒJAS IZCELSMES MATERIĀLIEM

Tēmas aktualitāte: 1. Būvniecības industrija ir viena no lielākajām CO₂ radītājām, lielākoties tieši neilgtspējīgu būvmateriālu ražošanas dēļ. 2. Tāpat daudz oglekļa dioksīdu rada ēkas ar nepietiekamu siltumnoturību, kas papildus rada arī liekas izmaksas. 3. Ir jāražo vietējas izcelsmes materiāli, lai uzlabotu ekonomisko situāciju valstī.

Darba mērķis – no vietējiem materiāliem radīt hidraulisko kaļķi, kuru būtu iespējams lietot kopā ar dabīgo šķiedru materiāliem biokompozītos, jo šie materiāli dod vislabāko atbildi uz augstākminētajām problēmām – tie ir CO₂ neitrāli, ar labu siltumvadītspējas koeficientu, turklāt no vietējiem materiāliem.

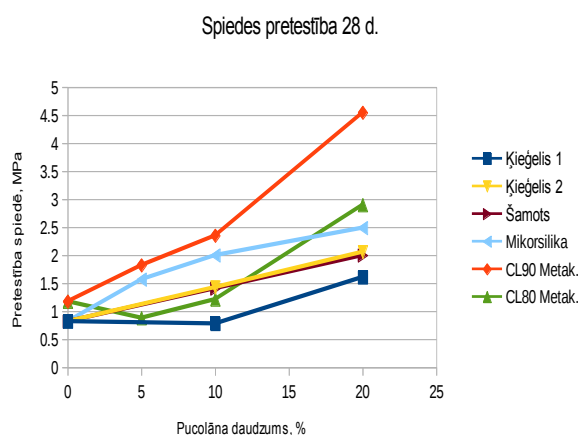
Darbā apskatīti aktuālie pētījumi par kaļķa un piedevu lietošanu, lai veidotu hidrauliskos kaļķus, apkopotu galvenie parametri. Kā izriet no pētījumiem, izvēlētas pucolānpiedevas un to optimālais daudzums.

Eksperimentāli pārbaudīts 71 dažāds sastāvs ar trīs veidu kaļķu markām un 6 piedevām: metakaolīnu, mikrosiliku, māla pulveri, maltu šamotu un divu veidu maltajiem ķieģeļiem. Paraugiem noteikta lieces un spiedes stiprība (1.att.), karbonizācijas dziļums, rukums, atmiešķēšanās stiprība.

Svarīgākie rezultāti – no baltkaļķiem augstāko stiprību sasniedz CL90 ar 20% metakaolīna piedevu, pārējās piedevas dod zemākus rezultātus, arī CL80 (2.att.). Dolomītkaļķis visaugstāko stiprību uzrāda ar 40% metakaolīna, taču metakaolīna un mikrosilikas maisījums varētu dot labāku rezultātu, jo pie zemākiem pucolāna daudzumiem uzrāda augstāku stiprību. Atmiešķēšanās testā vismazāk stiprību zaudē spiedē visizturīgākie paraugi. Karbonizācijas dziļuma pārbaudē pārāk maz rezultātu, lai korelētu ar stiprību.

Secinājumi – baltkaļķiem lielāks CaO daudzums rada stiprāku hidraulisko reakciju, vislielāko stiprības pieaugumu dod 20% metakaolīna piedeva, maltie ķieģeļi un šamots – mazāku. Dolomītkaļķiem vislielāko stiprības pieaugumu dod 40% metakaolīns. Tiek secināts, ka labākie sastāvi ir derīgi lietošanai biokompozītu veidošanā.

Turpmākie darbi – veidot biokompozītus ar kaņepju spaļiem, pārbaudīt to spiedes stiprību un noteikt siltumvadītspējas koeficientu.



1. att. Baltkaļķu spiedes pretestība.



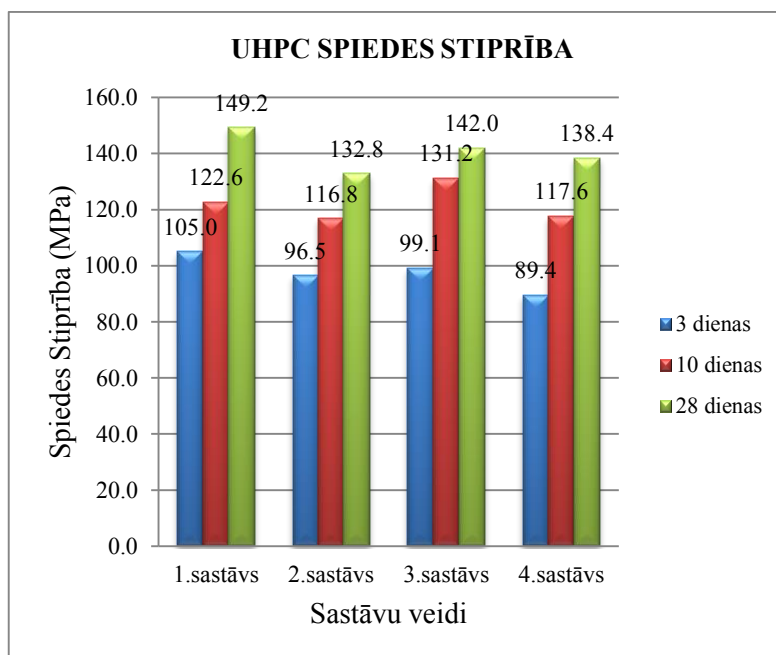
2. att. Paraugu spiedes stiprība.

NANOMODIFICĒTIE AUGSTU ĪPAŠĪBU BETONI

Pēdējo gadu laikā būvniecībā aizvien vairāk un plašāk kā galveno celtniecības materiālu izmanto betonu, kas, pateicoties aktīvai zinātniski pētnieciskai darbībai, attīstās ļoti ātri.

Darbā ir apskatīts jaunas paaudzes betons (*ultra high performance concrete – UHPC*), kas ticis izstrādāts pēdējo gadu laikā. Šim betonam piemīt ļoti augsta spiedes stiprība (vairāk nekā 145 MPa pēc 28 dienu cietēšanas) un tam ir ievērojami paaugstināta izturība, ilgmūžība, tas mazāk plaisā, nodilumizturība, iestrādājamība un ūdens necaurlaidība pat salīdzinājumā ar augstas stiprības betonu (*high performance concrete – HPC*).

Savienojumā ar pietiekamu daudzumu mikrosilīcija (ferītu un niķeļa ražošanas atkritums, unikāla betona mikrostruktūru monolitizējoša piedeva, bez kuras nav iedomājams betons ar stiprību virs 100 MPa) tagad ir kļuvis iespējams veidot ilgstoši noturīgas un filigrānas betona konstrukcijas. Tiltu, karkasu, visdažādākā platuma siju, betona dekoratīvo elementu un augstceltņu būvniecībā tam ir ideāls pielietojums, tas ievērojami paplašina šī kompozītmateriāla izmantošanas iespēju klāstu.



Att. UHPC 4 dažādu maisījumu spiedes stiprības rezultāti.

Šajā pētījumā tika izgatavoti dažādi nanomodificēti betoni, izmantojot šādus nanomateriālus: mikrosilīciju, kvarca miltus, stiklu (sausīti 30 min), nanosilīciju Cembinder 8 un nanosilīciju Sol400.

Pētījuma mērķis ir izpētīt un iegūt augstas veiktspējas (HPC) un īpaši augstas stiprības (UHPC) betonu no Latvijā pieejamiem izejmateriāliem. Analizējot iegūtos datus, var secināt, ka labākos rezultātus liecē (aptuveni pusotru reizi lielāka) un labāko ūdensnecaurlaidību (aptuveni trīs reizes mazāka) nodrošina UHPC paraugi, salīdzinot ar HPC paraugiem. UHPC paraugiem piemīt arī labāka plūstamība un iestrādājamība.

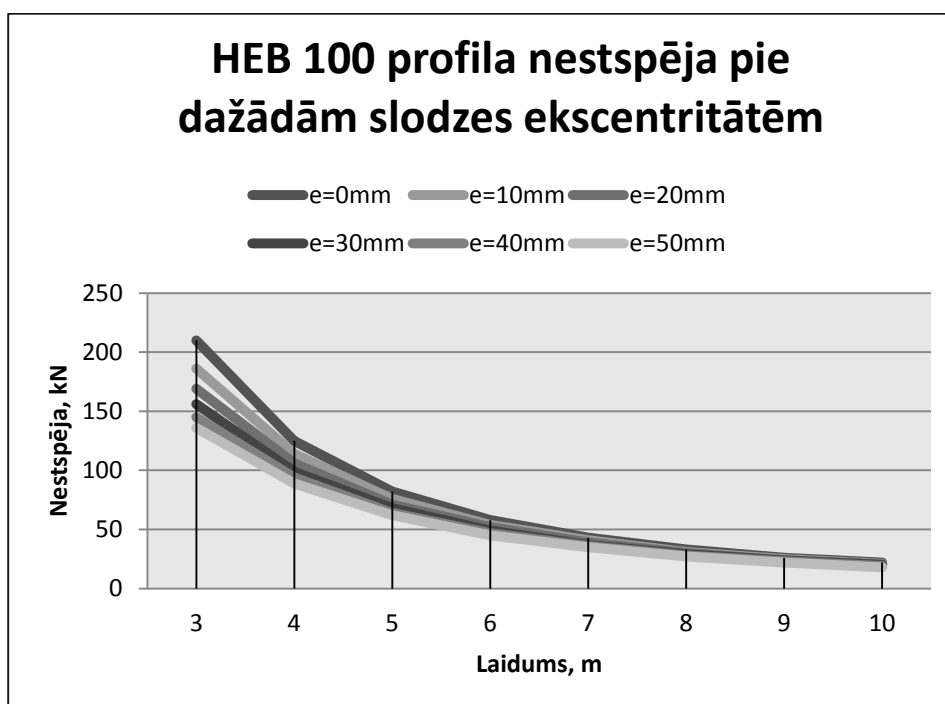
TĒRAUDA KOLONNU NESTSPĒJA CENTRISKĀ UN EKSCENTRISKĀ SPIEDĒ

Maģistra darbā tiek veikta centriski un ekscentriski spiestu metāla kolonnu nestspējas analīze. Visi aprēķini tika veikti saskaņā ar LVS EN1993 „Tērauda konstrukciju projektēšana”. Aprēķinā tiek noteikta platplauktu dubult-T profilu nestspēja. Izvēlētais profilu veids ir HEB profili pēc standarta Euronorm 53-62. Visiem aprēķina gadījumiem tiek izvēlēti vienādi apstākļi: metāla klase S355, balstījums pie pamata – iespīlējums, bet jumta konstrukcija tiek pievienota šarnīrveidā.

Apskatītajiem šķērsriezuma profiliem tiek noteikta nestspēja 3-10 m (solis 1 m) garām kolonnām ar slodzes ekscentritāti 0-50 mm (solis 10 mm).

Kolonnas garuma palielināšanai ir lielāka ietekme uz kolonnas nestspējas samazinājumu kā ekscentritātes palielināšanai (att.). Kolonnas garuma izmaiņa no 3 uz 4 m rada vidēji 37.12% nestspējas samazinājumu neatkarīgi no tā, kā palielinās slodzes ekscentritāte. Ar katru nākamo kolonnas garuma palielinājumu tiek novērota zemāka nestspējas pazemināšanās – no 4 uz 5 m – 32.39%, no 5 uz 6 m – 27.82%, no 6 uz 7 m – 24.18, no 7 uz 8 m – 22.90%, no 8 uz 9 m – 19.03% un visbeidzot no 9 uz 10 m – 16.72%.

Ekscentritātes palielināšana nestspējas samazinājumu ietekmē daudz mazāk – mazāk par 10%. Attiecīgi 3 m garām kolonnām, palielinot ekscentritāti par vienu soli jeb 10 mm, nestspēja samazinās par 8.30%, 4 m garām kolonnām – 6.56%, 5 m – 5.43%, 6 m – 4.94%, 7m – 4.03%, 8 m – 3.93%, 9 m – 3.27%, bet 10 m – 3.91%. Tādējādi, palielinoties kolonnas garumam, ekscentritātes izmaiņas atstāj mazāku ietekmi uz kolonnas profila nestspēju.



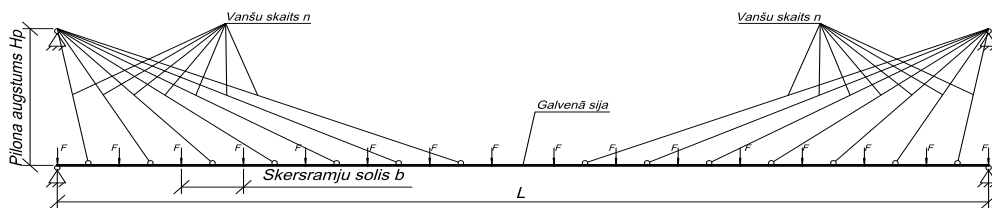
O. Blaževiča-Juhņeviča, D. Serdjuks (zinātniskais vadītājs)

KOMBINĒTĀ VANŠU PĀRSEGUMA GALVENO NESOŠO ELEMENTU DARBĪBAS ANALĪZE

Kombinētās pārseguma konstrukcijas sastāv no lokanām vantīm un stingiem elementiem, kuri, kopā darbojoties, viens otru atvieglo. Stingos pārseguma elementus (sijas vai kopnes, arkas, rāmjus) novieto perpendikulāri vantīm. Šāda konstruktīvā pārseguma shēma stabilizē pārseguma formu un vienmērīgi sadala slodzi pa nesošām vantīm. Ēka plānā var būt gan taisnstūra, gan arī līklīniju formas. Šādu pārsegumu stabilizāciju nodrošina ar siju vai kopņu, jumta klāja, siltuma un hidroizolācijas kārtu masu, kuras pastāvīgā ietekme uz vantīm nodrošina tām nemainīgu darbības stāvokli.

Darba galvenais mērķis veikt izvēlētajā kombinētā vanšu pārseguma nesošo elementu darbības analīzi, atrast optimālākos konstrukcijas darbību ietekmējošus parametrus, kā arī matemātiskās modelēšanas ceļā iegūt sakarību starp konstrukcijas ģeometriskiem raksturojumiem.

Maģistra darba pētījuma kombinētās konstrukcijas stiepto nesošo elementu racionālā risinājuma atrašanai un tās konstruktīvo elementu darbības analīzei tika izvēlēta kombinētā konstrukcija, kur vantis atbalsta stinguma sijas ar staru tipa vanšu izvietošanu, kas stiprinās pie piloniem. Vantīm tika izskatīti 3 materiāli: ogļplastīta lentes (CFRP), tradicionālais un visizplatītākais variants – tērauda vantis, un jaukts materiāls – hibrīda vantis, kas sastāv no 20% kevlarā, 20% stiklplastīta (GFRP) un 60% tērauda. Visiem tērauda materiāliem pieņēmu S355 klasi. Veicot eksperimentu, tika mainīti šķērsrāmju kopnes slīpuma leņķis α ($X_1 \in (9^\circ, 14^\circ, 18^\circ)$), vanšu skaits n ($X_2 \in (4, 6, 8)$), šķērsrāmju solis b , m ($X_3 \in (4.5\text{m}, 6\text{m}, 7.5\text{m})$) un pilona augstums H_p , m ($X_4 \in (12\text{m}, 15\text{m}, 18\text{m})$). Veicot šķērsrāmja statisko aprēķinu, tika ņemta vērā sniega slodze uz jumta, vēja slodze uz jumta un sienām, jumta seguma pašsvars, kā arī šķērsrāmja kopnes pašsvars. Galvenā rāmja aprēķinā tika ņemtas vērā šķērsrāmju balsta reakcijas šķērskopnes kores mezglā. Izvēlētajā konstrukcija tika sadalīta plakanos rāmjos, kuru aprēķina shēmas parādītas attēlā zemāk.



Att. Kombinētās konstrukcijas aprēķina shēmas: galvenais rāmis.

Šajā pētījumā racionalitāti nosaka materiāla patēriņš, kas tika aprēķināts gan atsevišķi nesošajiem tērauda stingiem elementiem – šķērsrāmja kopnei, šķērsrāmja kolonnām un galvenajai sijai, un nesošajiem stieptiem lokaniem elementiem – vantīm, gan arī visai konstrukcijai kopumā. Pētījuma gaitā tika izvēlētas trīs racionālākās konstrukcijas - $\alpha=9^\circ$, $n=8$, $b=6$ m, $H_p=18$ m; $\alpha=14^\circ$, $n=8$, $b=6$ m, $H_p=18$ m; $\alpha=18^\circ$, $n=8$, $b=6$ m, $H_p=18$ m. Pie šādiem konstrukcijas parametriem ir vismazākais materiālu patēriņš.

MAINĪGA STINGUMA SLĀŅAINS KOKSNES-PLASTIKU KOMPOZĪTMATERIĀLS AR RACIONĀLU ŠĶIEDRU ORIENTĀCIJU ĀRĒJOS SLĀŅOS

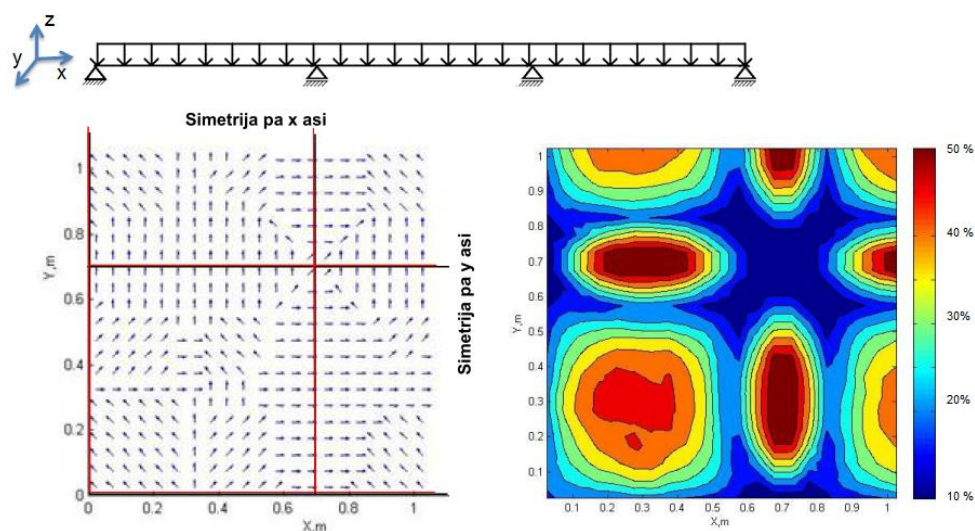
Mainīga stinguma plātnes un čaulas ir novērtētas un sāktas pētīt tikai pēdējā laikā (aptuveni pēdējos 20 gadus). Šādas konstrukcijas ir ieguvušas popularitāti tāpēc, ka, tās veidojot, ir iespējams palielināt stiprības/masas vai stinguma/masas attiecības.

Optimālas mainīga stinguma plātnes var tikt iegūtas, optimizējot šķiedru orientācijas leņķi un/vai slāņu biezumu. Plātnes tiek optimizētas pie dažādām mērķa funkcijām – minimālas vai maksimālas pašsvārstību frekvences, amplitūdas, kā arī maksimālas noturības slodzes un minimāla pārvietojuma.

Iespējas, ko varētu sniegt saplākšņa plātnes, nav pietiekami novērtētas, un Latvijā, kur bērza saplākšnis ir plaši pieejams materiāls, šādu plātņu ražošanas virziens uzskatāms par ļoti perspektīvu.

Šādām plātnēm būtu jāizveido (jāpapildina) optimizācijas metodes, kas būtu piemērotas ārējo slāņu šķiedru orientācijas leņķu un šķiedru koncentrācijas noteikšanai.

Izveidotā metode balstīta uz vairāklīmeņu optimizācijas metodi, kur pirmajā līmenī optimizē šķiedru orientācijas, bet otrajā līmenī - šķiedru koncentrāciju ārējos slāņos. Optimizācija tiek veikta ar galīgo elementu metodi, un tiek mainīti slāņu orientācijas leņķi un koncentrācija galīgajos elementos pa visu plātņi, iegūstot optimālos parametrus katrā galīgajā elementā.



Att. Optimizēti ārējo slāņu šķiedru virzieni un koncentrācija trīs vienādlaidumu plātnei.

Analizējot iegūtos optimālos rādītājus, var secināt, ka vienlaiduma pa kontūru balstītai plātnei, optimizējot šķiedru virzienus, ir iespējams palielināt stingumu par 9%, bet, optimizējot arī šķiedru koncentrāciju, – par 13%. Trīs vienādlaiduma pa kontūru balstītai plātnei iegūtos rezultātus var aplūkot attēlā, un šajā gadījumā, optimizējot tikai šķiedru orientācijas plātnes, stingumu iespējams palielināt par 15%, bet, optimizējot gan šķiedru virzienu, gan orientāciju – par 30%.

JUMTA PĀRSEGUMA GARENVRZIENA SAIŠU KOPŅU EFEKTIVITĀTES ANALĪZE

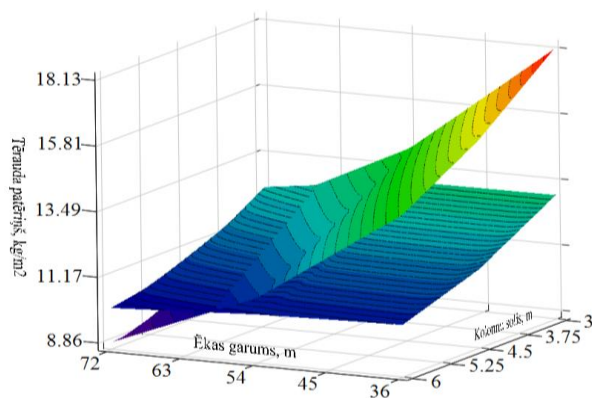
Mūsdienās projektēšanā ir svarīgi atrast optimālo tehniski ekonomisko risinājumu, kas izpildītu minimālo izmaksu nosacījumu un atbilstoši ēkas izmēriem nodrošinātu būves ģeometrisko nemainību. Viens no paņēmieniem šādu kritēriju izpildei ir garenvirziena saišu kopņu ierīkošana jumta pārseguma līmenī. Pētījuma mērķis ir izvērtēt garenvirziena saišu kopnes ietekmi uz tērauda un betona pamatpatēriņu atkarībā no karkasa un saišu kopnes risinājuma un ģeometriskajiem parametriem.

Lai sasniegtu mērķi, bija jāatrisina šādi uzdevumi:

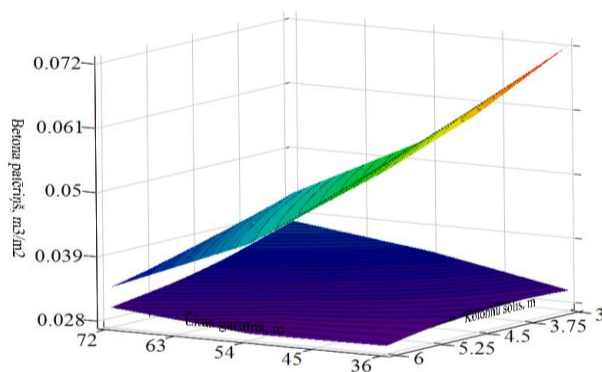
1. Izmantojot 3 m, 4,5 m, 6 m platas garenvirziena saišu kopnes ar galu nostiprinājumiem ēkas gala karkasos, veikt karkasa telpisko aprēķinu un, vadoties no iegūtajiem rezultātiem, noteikt: kolonnu, saišu kopņu nepieciešamo šķērsriezuma laukumu un nepieciešamo betona pamatpatēriņu.

2. Izmantojot pirmajā punktā iegūtos rezultātus, noskaidrot iespējamo tērauda un betona ekonomiju saistībā ar saišu kopņu izmantošanu.

Tika izveidotas trīs ēkas ar dažādiem ģeometriskajiem parametriem – $L = 24$, $B = 36$ m; $L = 30$, $B = 54$ m; $L = 36$, $B = 72$ m, katra ēka ar trīs dažādiem kolonnu soļiem – 3; 4,5; 6 m. Tālāk šie deviņi varianti tika papildināti ar garenvirziena saišu kopnēm, trīs dažādiem saišu kopņu platumiem – 3; 4,5; 6 m. Apkopojot rezultātus, visefektīvākos uzrādīja saišu kopne ar platumu 6 m, salīdzinot ar konstruktīvo izpildījumu bez garenvirziena saišu kopnes, tērauda relatīvais patēriņš (1. att.) un betona relatīvais patēriņš (2. att.).



1.att. Tērauda relatīvais patēriņš.



2.att. Betona relatīvais patēriņš.

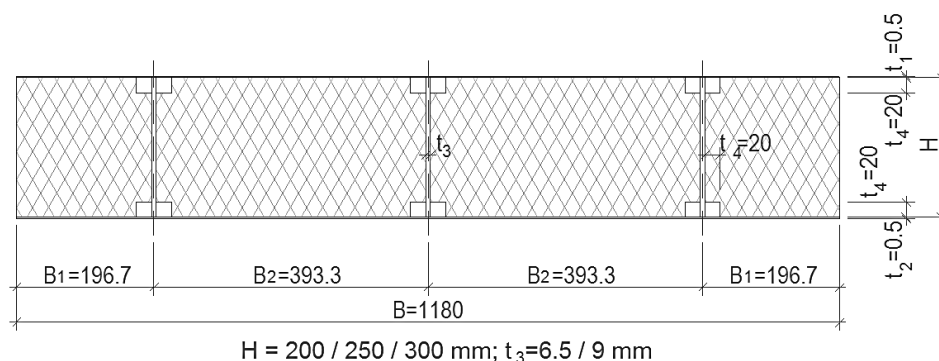
6 m platas garenvirziena saišu kopnes rada metāla ekonomiju un dod vislielāko efektu salīdzinājumā ar mazāka platuma saitēm, taču šis efekts izpaužas līdz ēkas garumam – 54 m. Lai iegūtu metāla ekonomiju, ja ir lielāks ēku garums, būtu nepieciešamas platākas garenvirziena saišu kopnes, taču tādas konstruktīvu apsvērumu dēļ netiek apskatītas. Ēkai ar garumu – 36 m, kolonnu soli – 6 m un 6 m platu garenvirziena saišu kopni metāla ekonomija ir 26,97 % vai 3,3 t.

4,5 m un 6 m platu garenvirziena saišu kopnes izmantošana dod pozitīvu rezultātu visos apskatītajos gadījumos attiecībā uz betona pamatpatēriņu, bet, izvēloties saišu kopņu platumu, jāņem vērā gan metāla, gan betona patēriņš, līdz ar to efektīvākais risinājums ir izmantot 6 m platas saišu kopnes, ja ēkas garums ir 36 m, kolonnas solis – 6 m, tad betona ekonomiju ir 52,14 % jeb 26,11 m³.

RIBOTU PUTUPLASTA PANEĻU NESTSPĒJAS ANALĪZE

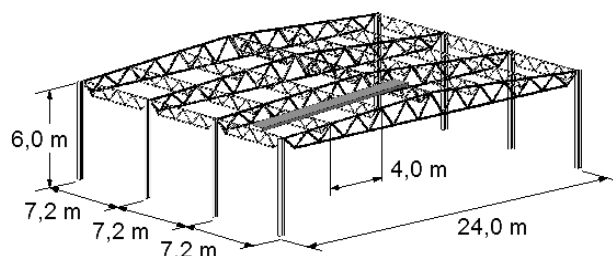
Mūsdienās par jumta konstrukcijām bieži izmanto ar metāla loksņēm apšūtus putuplasta sendvičpaneļus. Ja attālums starp nesošajām konstrukcijām (rāmjiem) tiek pieņemts lielāks par paneļu pieļaujamo laidumu, paneļu balstīšanai nepieciešami kopturi. Palielinot paneļu pieļaujamo laidumu, iespējams, varētu samazināt metāla virspamatu konstrukciju izmaksas.

Standarta putuplasta sendvičpaneļiem ar metāla apšuvumu nav ribojuma. Darbā analizēta viena no paneļu pieļaujamā laiduma palielināšanas iespējām – paneļa pastiprināšana ar koka-saplākšņa ribām (1. att.). Lai tiktu izpildītas siltumtehniskās prasības publiskām ēkām Latvijas klimatiskajos apstākļos, minimālais paneļa biezums pieņemts 200 mm. Panelis slogots ar pastāvīgo $g_k = 0,7 \text{ kN/m}^2$, sniega $s_k = 1,3 \text{ kN/m}^2$, vēja $w_k = 0,30 \text{ kN/m}^2$ un montāžas slodzi $Q_k = 1,0 \text{ kN}$, kā arī ņemta vērā temperatūras gradienta $\Delta T = 50^\circ \text{C}$ ietekme.



1. att. Ar ribojumu pastiprināta sendvičpaneļa šķēsgriezums: B – paneļa platums; B₁ – attālums starp paneļa malu un malējās ribas centrālo asi; B₂ – attālums starp paneļa ribu centrālajām asīm; t₁, t₂ – augšējā un apakšējā apšuvuma tērauda loksņu biezums; t₃ – saplākšņa ribas biezums; t₄ – koka latas šķēsgriezuma izmērs; H – putupolistirola slāņa biezums (izmēri doti mm).

Paneļu pieļaujamo laidumu vērtības noteiktas, ņemot vērā normālspriegumu, cirpes spriegumu, balstvirsmas spiedes spriegumu, kā arī izlieces pieļaujamās vērtības. Veicot paneļu pastiprināšanu ar saplākšņa ribām, to pieļaujamo laidumu iespējams palielināt par 32 līdz 82%, rezultātā analizētajam rāmim (skat. 2. att.) virszemes metāla konstrukciju izmaksas samazinot līdz pat 18%, jo samazinās materiālu patēriņš kopturiem.



2. att. Virspamatu konstrukciju nesošo elementu izvietojums, ja izmanto ribotus putuplasta sendvičpaneļus (stinguma saites nosacīti nav parādītas).

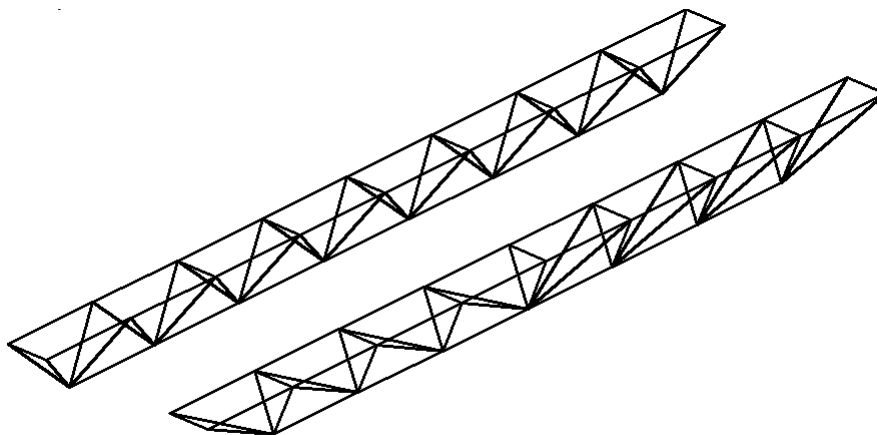
TELPISKAS TĒRAUDA KOPNES DIMENSIONĒŠANAS VADLĪNIJU IZSTRĀDE

Kopš 20.gs. 50. gados tehnoloģiski kļuva iespējams vienkārši izgatavot plānsieniņu noslēgta profila metāla elementus, to popularitāte ir strauji augusi, un šobrīd būvniecības praksē vispopulārākās ir kopnes no cauruļveida elementiem. Pieaugošās prasības pēc liela laiduma pārsegumiem un to vizuālās pievilcības ir veicinājušas telpisku kopņu izmantošanu. Šobrīd telpiskas kopnes ir viens no vienkāršākajiem risinājumiem, kā veidot liela laiduma pārsegumus, tomēr rokasgrāmatās nav vienkāršotas metodikas to dimensionēšanai.

Darba mērķis ir, izmantojot pēc aprēķinu rezultātiem iegūtus regresijas vienādojumus, sastādīt grafiskas vadlīnijas telpisku, triangulāru tērauda kopņu projektēšanai.

Darba analītiskajā daļā tika izpētīta līdzšinējā informācija par telpisku tērauda kopņu projektēšanu, to racionāliem risinājumiem, tipiem un to modifikācijām, kā arī aprēķina pieņēmumiem. Veikts vispārīgs pētījums par mūsdienīgām optimizācijas pētījuma plāna sastādīšanas un regresijas vienādojumu aprēķina metodēm. Apkopota literatūrā un normatīvos pieejamā informācija par prasībām elementu lokanumam un spiesto atgāžņu aprēķina garumiem.

Maģistra darba pētnieciskajā daļā tika sastādītas vizuālas vadlīnijas, kurās atkarībā no kopņu laiduma, slodzes, kā arī SLS un ULS robežstāvokļu aprēķinos lietoto slodžu attiecības iespējams izvēlēties racionālu kopnes augstumu un tērauda klasi. Apskatīti divi telpisku kopņu tipi, kuru atgāžņu izvietojums balstīts uz „Pratt” (atgāžņu) un „Warren” (trijstūra) plaknisko kopņu konstrukciju. Pieņemta vienmērīgi izkliedēta slodze, kas vienādi sadalīta uz abām augšjoslām.



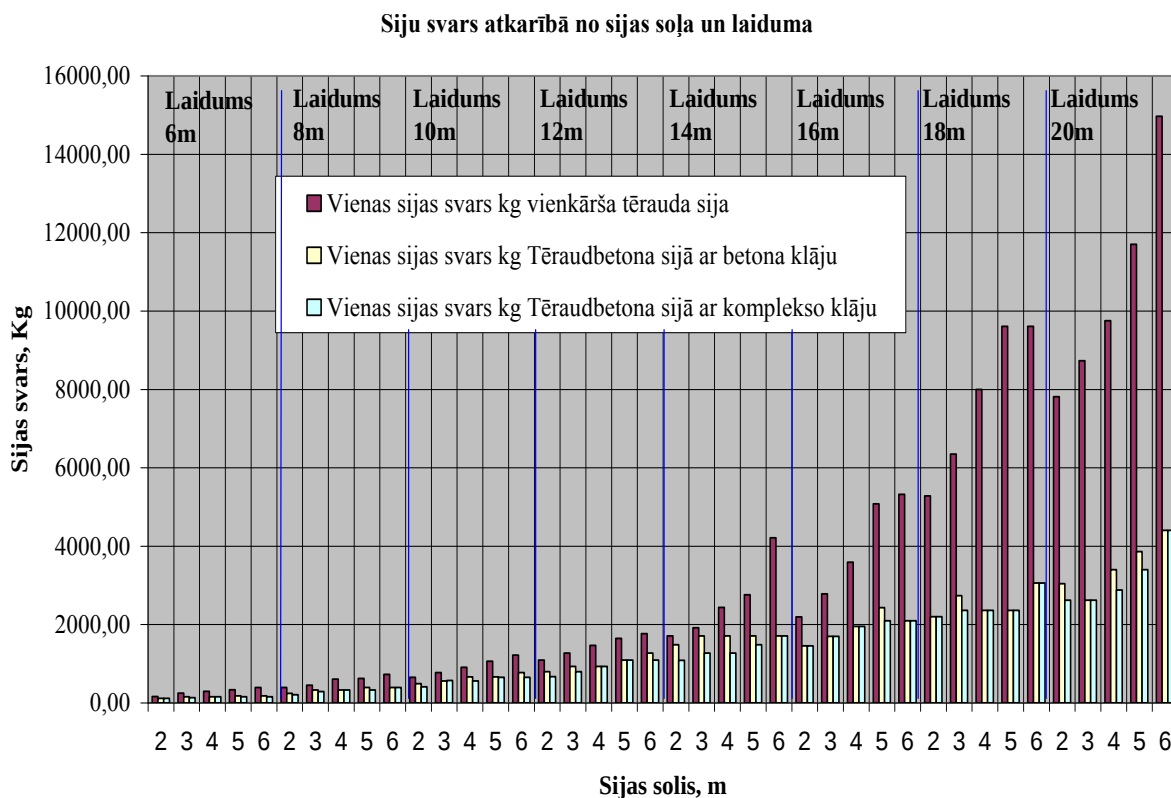
Att. Izstrādātajās vadlīnijās apskatītie telpisko kopņu tipi. Uz „Pratt” (pa kreisi) un „Warren” (pa labi) tipa plakniskajām kopnēm balstīts atgāžņu izvietojums.

Vadlīnijas sastādītas, balstoties uz aprēķināto kopņu un to elementu atbilstību LVS EN 1993-1-1, kā arī literatūrā pieejamajām mezglu projektēšanas vadlīnijām. Atsevišķiem kopņu variantiem, kuri vadlīnijās noteikti kā racionālākie, apskatīta iespēja to materiālu izmaksas samazināt, veidojot kopņu joslām parabolisku izliekumu.

TĒRAUDBETONA SIJU EFEKTIVITĀTES ANALĪZE

Pētījumā apkopota informācija par tēraudbetona sijām un to pielietojumu un efektivitāti atkarībā no sijas laiduma un siju soļa. Šī tēma ir ļoti aktuāla mūsdienās, jo materiālu ekonomijai jebkurā laikā ir bijusi un būs ļoti nozīmīga loma jebkurā ražošanas procesā, tai skaitā arī būvniecībā. Apkopojot šī pētījuma rezultātus, ir iespējams rekomendēt izmantošanai praksē racionālas konstrukcijas, kas ļauj samazināt materiāla patēriņu un pilnvērtīgi izmantot izvēlēto materiāla resursus.

Lai aprēķinātu, kurš siju konstrukciju veids ir visefektīvākais, tiek aprēķinātas un salīdzinātas 80 sijas, tai skaitā, 40 tēraudbetona sijas un 40 tērauda sijas ar betona plātni, pie dažādiem siju laidumiem - 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20 m, un pie dažādiem siju soļiem - 2, 3, 4, 5, 6 m. Apkopojot rezultātus, iegūts grafiks, kas attēlots attēlā, kur redzams, cik liels metāla patēriņš pie attiecīgā siju soļa un siju laiduma ir katra veida sijā.



Att. Siju svars atkarībā no siju laiduma un soļa.

Apkopojot rezultātus, konstatēts, ka tēraudbetona sijās metāla ekonomija ir vidēji 49,7%. Sijās ar lielākiem laidumiem, 18 un 20 m, ekonomija ir līdz 77%. Atsevišķiem siju soļiem (pie siju soļa 3 m un sijas laiduma 10m) ir vismazākā metāla ekonomija - 26,39%.

HIBRĪDAS KOMPOZĪTAS TROSES DARBĪBAS ANALĪZE

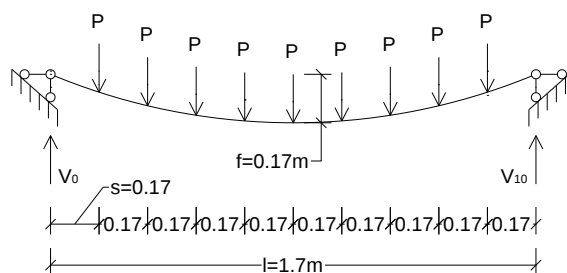
Mūsdienās būvkonstrukciju attīstībā viens no vissvarīgākajiem jautājumiem ir pilnvērtīga augstas stiprības konstrukcijas materiālu izmantošanas problēma. Ir nepieciešams projektēt konstrukcijas, kurās elementi ir centriski stiepti, lai paaugstinātu augstas stiprības konstrukcijas materiālu konkurētspēju. Tā kā spriegumi šķēsgriezumā centriski stieptiem elementiem ir vienādi, vanšu pārsegumi, kuros augstas stiprības materiālu nestspēja tiek pilnīgi izmantota, ir visekonomiskākie no materiāla patēriņa viedokļa.

Augstas stiprības materiālu izmantošanas efektivitāti stieptām konstrukcijām var palielināt ar minimālo un maksimālo spriegumu vērtību attiecību samazināšanu, kas savukārt tiek sasniegts ar izturības palielināšanu stipri noslogotam konstrukcijas posmam.

Augstas stiprības materiālu, tādu kā FRP (Fiber Reinforced Polymer – ar šķiedrām stiegrots polimērs), potenciāli var izmantot kā konstruktīvo materiālu, kombinējot to ar tēraudu. Tāda materiāla piemēri ir CFRP (Carbon Fiber Reinforced Plastic – ar oglekļa šķiedrām stiegrots polimērs) un GFRP (ar stiklašķiedru stiegrots polimērs). Kā konstruktīvajam materiālam tiem ir augsta stiprība un mazs relatīvais pagarinājums pie sabrukšanas, kas būtiski samazina konstrukcijas drošumu, īsā laikā palielinot slodzi, trauslā materiāla sagraušanas dēļ. Šo trūkumu var izlabot, pielietojot hibrīdo kompozīto trosi, kur CFRP vidējais slānis ir pastiprināts ar tērauda ārējiem slāņiem.

Darba mērķis ir izanalizēt hibrīdas kompozītas troses darbību vidēja CFRP slāņa sabrukšanas gadījumā. Lai sasniegtu mērķi, ir izveidots eksperimentālais modelis (att.), kas modelē situāciju, kad CFRP slānis ir sagrauts. Eksperimenta gaitā bija noskaidrots, ka, pieliekot konstrukcijai slodzi, kas rada spriegumu troses elementos, kuri pārsniedz tērauda elastības robežu, tērauds sāk tecēt, palielinās iekārtas konstrukcijas nokare un piepūles samazinās. Šī parādība nodrošina konstrukcijas izturību ārkārtas gadījumā, kad CFRP slānis ir sagrauts.

Eksperimentu rezultāti tika salīdzināti ar skaitliski aprēķinātajiem ar datorprogrammu ANSYS, un bija noteikts, ka eksperimenta noteiktie pārvietojumi ir 1.6 reizes lielāki par analītiski noteiktajiem, kas liecina par dinamisko efektu krāšanos.



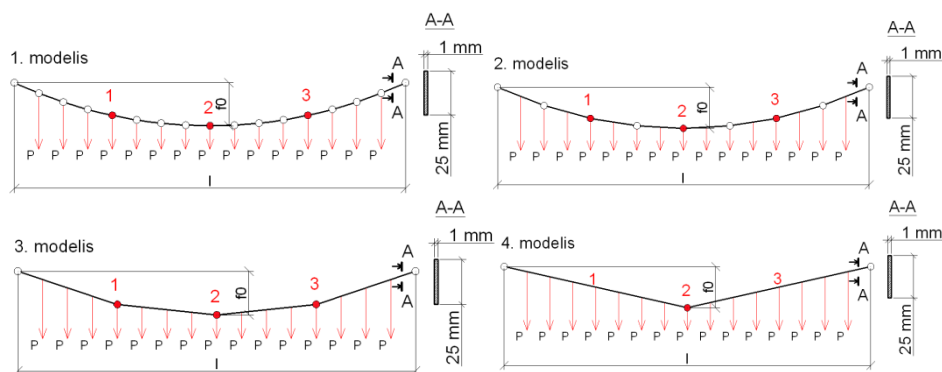
Att. Eksperimentālais modelis un tā shēma.

STINGAS ĶĒDES DARBĪBAS ANALĪZE IEKĀRTAJĀM KONSTRUKCIJĀM

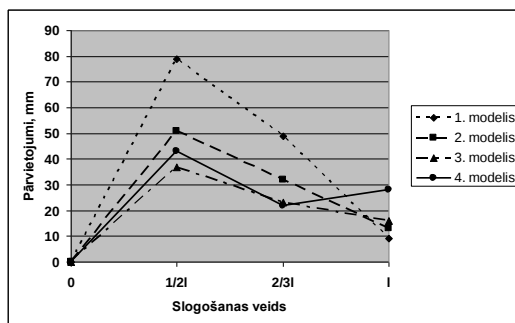
Ar iekārto konstrukciju palīdzību, pateicoties to vieglumam un racionālai šķēsgriezuma izmantošanai, tiek risināta galvenā tautsaimniecības problēma – izejvielu ierobežojums un pārmērīgs enerģijas patēriņš, tāpēc, projektējot liellaiduma pārsegumus un tiltus, tās ir neaizvietošanas. Iekārto konstrukciju galvenie trūkumi – elastīgie pagarinājumi visa laiduma noslogošanas gadījumā un kinemātiskie pārvietojumi pie nesimetriskas slodzes darbības. Dotā zinātniskā darba ietvaros tiks risināta otrā problēma, ieviešot konstrukcijā stingas troses vai stingas ķēdes.

Darba uzdevums: izpētīt stingas ķēdes darbību iekārtajā konstrukcijā.

Lai apstiprinātu pieņemto hipotēzi par to, ka, samazinot locīklu skaitu stingā ķēdē, samazinās arī kinemātiskie pārvietojumi, tika organizēti četri eksperimenti, kuru laikā tika pārbaudītas četras dažādas ķēdes (1. attēls). Katra ķēde tika noslogota ar koncentrētām slodzēm, kas ir pieliktas laiduma pusei, divām trešdaļām un pilnam laidumam. Eksperimentos izmantojamais materiāls – tērauda loksne ar marku DC01; šķēsgriezuma izmēri – 25x1 mm; sloģuma solis – 0,106 m; slodze P vienā mezglā – 10 kg, kopējā slodze pilna laiduma noslogošanas gadījumā – 150 kg; laiduma garums $l=1,696$ m; sākotnējā nokare $f_0=0,170$ m. Iegūtie rezultāti ir redzami grafikā 2. attēlā.



1. att. Testējamie modeļi (1, 2 un 3 – pārvietojumu nolasījumu punkti).



2. att. Kopējie kinemātiskie pārvietojumi atkarībā no slogošanas shēmas (3. modelim nokare bija mazāka par pārējo modeļu nokarēm, tāpēc arī pārvietojumi ir mazāki).

No iegūtajiem rezultātiem var secināt, ka vislielākie visu modeļu kinemātiskie pārvietojumi parādās puslaiduma slogošanas gadījumā. Samazinot locīklu skaitu stingajā ķēdē, samazinās kinemātiskie pārvietojumi. Piemēram, pārvietojumi no nesimetriski pieliktas slodzes 1. modelim 8,8 reizes pārsniedz pārvietojumus no simetriski pieliktas slodzes, bet 4. modelim šī starpība samazinās līdz 1,5 reizēm.

ŠĶĒRSGRIEZUMA PARAMETRU IETEKME UZ TĒRAUDA KARKASA UZVEDĪBU

Latvijā būvniecībā jau sen vairs nav iedomājama bez metāla konstrukciju izmantošanas. Metāla konstrukcijas ļoti plaši lieto sabiedrisko un rūpniecisko ēku celtniecībā. Tās tiek izmantotas lielveikalu, autoservisu, noliktavu, sporta haļļu, biroju ēku un citu objektu celtniecībā.

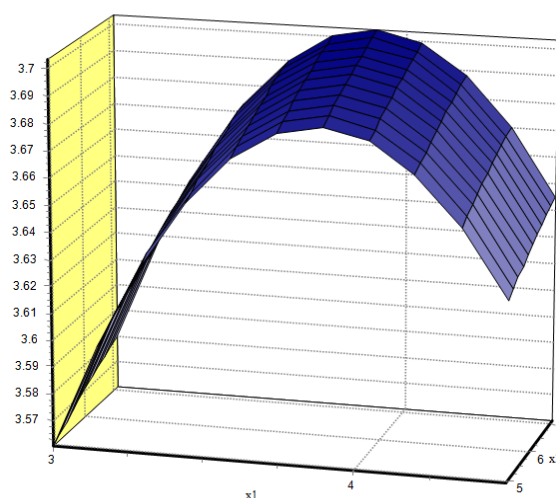
Apkopojot iegūto informāciju par Latvijā izmantojamām konstrukcijām, var izdarīt šādus secinājumus:

1. Konstrukcijas tips - uz nesošām kolonnām tiek balstītas sijas vai kopnes, atsevišķos gadījumos sijas un kopnes tiek kombinētas.
2. Konstrukciju platums (laidums) variējas no 9 līdz 42 metriem, biežāk 36 metri.
3. Konstrukciju augstums no 3 līdz 12 metriem, atkarībā no ēkas izmantošanas veida.
4. Biežāk izmantotais šķērsriezuma tips: kolonnām - dubult-T profils, kopnēm - kvadrātveida caurules.
5. Biežāk sastopamais ēku izmantošanas veids - noliktavas un angāri.

Izvēlētais objekts - kopne, kas balstās uz divām kolonnām ar laidumu 36 m, ēkas kopējais garums ir 72 m un augstums ir 12 m. Kā divi pamatšķērsriezumu tipi kolonnām un kopnes augšējai joslai tika izvēlēti kvadrātveida caurule un dubult-T profils.

Darba mērķis ir noteikt tērauda karkasa optimālo šķērsriezuma veidu. Izpētīt karkasa uzvedību, izejot no šķērsriezuma parametru izmaiņām.

materiāla patēriņš



jumta slīpuma leņķis α

kopnes augstums h (m)

Att. Sakarība starp materiāla patēriņu, kopnes augstumu un jumta slīpuma leņķi.

Viens no iegūtajiem grafikiem (att.) ir virsma, kura raksturo, kā mainās tērauda patēriņš atkarībā no diviem parametriem X_1 un X_3 un kuru apraksta sakarība:

$$Y_1 = 0.405191 + 1.35906X_1 + 0.179628X_2 + 0.024934X_3 - 0.205914X_4 - 0.157739X_1^2 - 0.0327381X_1X_2 - 0.00236271X_1X_3 + 0.00125316X_1X_4 - 0.00644669X_2^2 + 0.00414053X_2X_3 + 0.000235645X_2X_4 - 0.00214305X_3^2 + 0.000508994X_3X_4 + 0.0377805X_4^2$$
, kur X_1 - kopnes augstums h (m), X_2 - kopnes paneļa platums a (m), X_3 - jumta slīpuma leņķis α (°), X_4 - kopņu solis B (m).

DAŽĀDA TIPA KOKA KONSTRUKCIJU SAVIENOJUMU NESTSPĒJAS SALĪDZINOŠĀ ANALĪZE

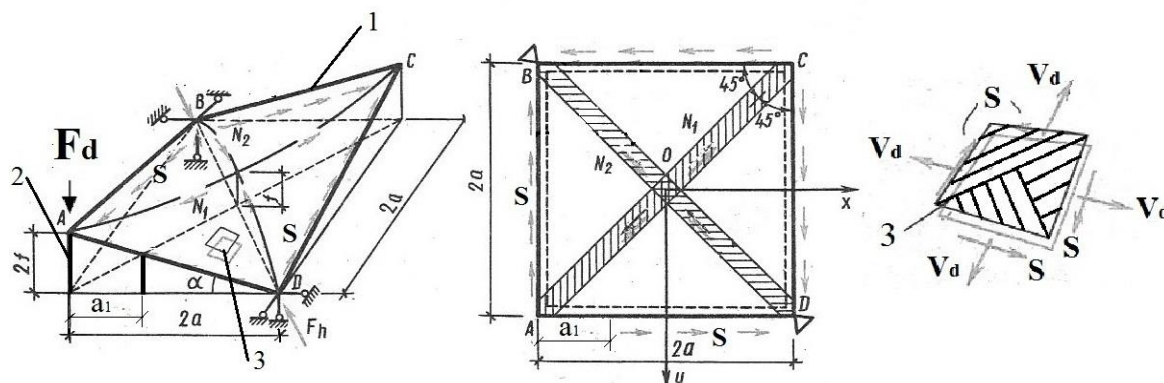
Dažāda tipa koka konstrukciju savienojumu nestspējas analīze ir aktuāla tēma, jo pēc galveno elementu projektēšanas tiek projektēti atsevišķi mezgli, kuru nestspējai ir jābūt tādai pašai, kā galvenajiem elementiem. No savienojumiem ir atkarīga konstrukcijas galīgā nestspēja, ilgmūžība un funkcionālā darbība.

Par pētīšanas objektu tika izvēlēts izstāžu paviljons ar konstrukciju gabarītiem: 48x48 m. Pēc konstrukciju tehniski ekonomiskā salīdzinājuma, racionālo parametru noteikšanas un 9 skaitlisko eksperimentu rezultātu izpēti, tika pieņemts paviljons ar hiperboliska paraboloīda formas koka pārsegumu 12 m augstumā un kolonnu soli 6 m.

Darba mērķis ir dažāda tipa koka konstrukciju savienojumu nestspējas salīdzinošā analīze. Savienojumu analīzei tika apskatīti 3 varianti:

1. Koka čaulas un borta elementa savienojuma analīze.
2. Dēļu slāņu naglota savienojuma analīze.
3. Koka kolonnas un borta elementa savienojuma analīze.

Hipāra aprēķins tika veikts, izmantojot bezmomentu teoriju, kura pamatā ir teorija par to, ka čaulā darbojas tikai normālie un tangenciālie spriegumi, bet lieces momenti un šķērsspēki ir tik mazi, ka tos neņem vērā.



Att. Hipāra shēma ar galveniem elementiem un spēkiem

- 1 - borta elements, 2 - kolonna, 3 - dēļu čaulas fragments, F_d - vertikālas reakcijas spēks, V_d - dēļu bīdes spēks, S - borta elementa bīdes spēks, $2a$ - garums, a_1 - kolonnu solis, $2f$ - hipāra augstums, N_1 - stiepes spēks, N_2 - spiedes spēks.

No pētījuma rezultātiem var secināt:

1. Palielinoties hipāra augstumam $2f$, borta elementa bīdes spēks S samazinās lineāri:
 $y = -28.8x + 286.0$

2. Palielinoties hipāra augstumam $2f$, čaulas bīdes spēks starp dēļiem V_d samazinās. Šo sakarību var izteikt lineāri: $y = -5.091x + 50.57$. Dēļu biezums h_d arī samazinās un tiek izteikts eksponenciāli: $y = 210.3e^{-0.28x}$

3. Palielinoties kolonnu solim a_1 , vertikālā reakcija F_d uz kolonnu arī palielinās lineāri: $y = 38.87x + 0.817$. Palielinoties hipāra augstumam $2f$, vertikālā reakcija F_d arī palielinās eksponenciāli: $y = 175.8e^{0.047x}$

PIEMĒROTA GRUNTS MODEĻA IZVĒLE ATBALSTA KONSTRUKCIJU APRĒĶINĀ

Pastāv dažādas aprēķina teorijas, pēc kurām rēķina grunts spiediena koeficientus uz abām pusēm atbalsta sienai. Katra aprēķina teorija ir idealizēts modelis ar dažādiem pieņēmumiem. Darba mērķins: izpētīt dažādas grunts modeļu piemērotību reālu grunts sprieguma stāvokļa modelēšanai atbalsta konstrukcijām, salīdzināt modeļus savā starpā.

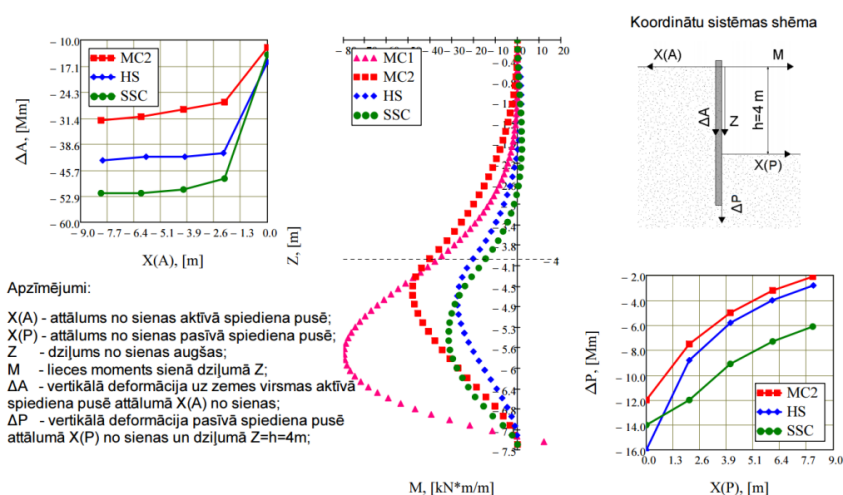
Uzdevumi: 1) Apkopot informāciju par grunts modeļiem; 2) Apkopot datus par laboratorijas un lauka testiem dažādiem grunts paraugiem; 3) Korelēt lauka pārbaudes ar laboratorijas datiem; 4) Veikt modelēšanu laboratorijas testiem (verificēšana); 5) Veikt ģeotehnisko konstrukciju modelēšanu. Par grunts modeļiem pieņemti: 1) Millera-Breslau modelis (analītisks modelis) 2) Mora-Kolumba elastīgi plastiskais modelis; 3) Hiperboliskais (*Hardening soil*) modelis (GEM); 4) Vājas nestspējas grunts šļūdes modelis (*Soft soil*). 2-4 modelis ir GEM modelis programmā Plaxis. *GEM* - Galīgo elementu metode.

Tabula

Laboratorijas paraugu apjoms

Nosaukums	Paraugu skaits		
Trīsasu spiedes tests	40	423	705
Odometriskais tests	88		
Bīdes tests	295		
Granulometrijas noteikšana	125	282	
Atenberga robežas	157		

Lai verificētu grunts materiāla modeļus, veikta trīsasu un konsolidācijas testa modelēšana. Iegūta laba sakritība starp eksperimentāli iegūtajiem un teorētiski modelētajiem rezultātiem. Lauka pārbaudēm izmantoti CPT rezultāti. Veikta korelācija un iegūta laba sakritība starp CPT parametriem (q_c , f_c , U u.c) un grunts parametriem (ϕ' , c' , E u.c.).



Att. Trīsasu spiedes tests.

Par atbalsta konstrukciju pieņemta siena-gruntī. Veikta analīze 15 grunts tipiem (smilts, smilšmāls, māls, kūdra), katram tipam izmantojot 4 grunts materiāla modeļus. Tas kopā sastāda 60 atbalsta konstrukcijas. Veikts salīdzinājums starp piepūlēm (M , Q , N) un deformācijām (U_x , U_y).

Secinājumi. Nav universāla grunts modeļa. Grunts modeļa piemērotība atkarīga no materiāla. Detalizētāk skatīt pašu pētījumu.

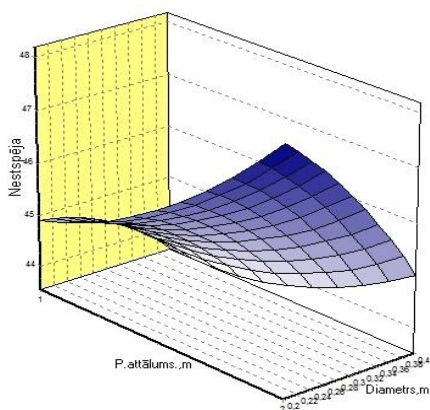
PERFORĒTO TĒRAUDA SIJU NESTSPĒJAS ANALĪZE

Perforētās tērauda sijas ar apaļu vai taisnstūra perforējumu ir aktuāla tad, ja ir jāsamazina konstrukcijas pašmasa vai arī ir nepieciešamas inženierkomunikāciju ceļiem (izvadi), kurus iespējams izvadīt caur perforējumu. Perforētās tērauda sijas ir salīdzinoši jaunas un neizpētītas konstrukcijas. Apskatot pasaules praksi, bieži aprēķinu rezultāti nesakrīt ar ekspluatācijā notiekošo, jo nav izpētīta dažādo sijas faktoru ietekme uz nestspēju.

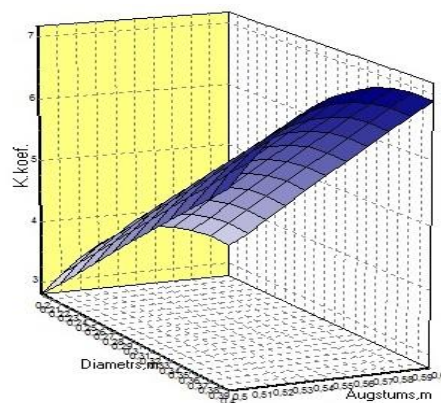
Darba mērķi: aprakstīt perforētās tērauda sijas nestspējas aprēķina metodiku pēc EN 1993-1-1 un 1994-1-1; noteiktajā diapazonā noteikt perforētās tērauda sijas nestspēju un materiālu patēriņu, atkarībā no galvenajiem ģeometriskajiem parametriem (sijas augstuma, perforējuma diametra un attāluma starp perforējuma centriem); salīdzināt perforētās tērauda sijas nestspēju ar identisku pilnsienas tērauda siju; noteikt sprieguma koncentrācijas koeficientus izvēlētajiem variantiem.

Aprēķina metodikas pamatā ņemts EN 1993-1-1 un 1994-1-1, kura arī tika noteiktas sijas nestspējas un materiāla patēriņi, pie noteiktā diapazonā variējošiem sijas parametriem (sijas augstums (no 0.5–0.6 m), perforējuma diametrs (0.2–0.4 m) un perforējuma attālums (1–2 m). Pēc iegūtajiem datiem tika izstrādāta eksperimenta plānošanas matrica un veikti eksperimenti ar programmas EdaOpt palīdzību, kurā iegūti regresijas vienādojuma koeficienti. Pēc regresijas vienādojuma nosaka funkcijas ekstrēmumus, un pēc materiāla patēriņa un nestspējas nosaka racionālākos sijas parametrus.

Pēc nestspējas racionālākie sijas parametri: augstums 0.55 m, diametrs 0.25 m, attālums starp perforējumu 1.03 m, bet pēc materiāla patēriņa: augstums 0.51 m, diametrs 0.34 m, attālums starp perforējumu 1.02 m. Koncentrācijas koeficients svārstās robežās no 2 līdz 7, kas arī ir aprakstīts pieejamajā literatūrā.



1.att Nestspēja atkarībā no sijas augstuma un perforējuma diametra.



2.att Koncentrācijas koeficients atkarībā no sijas augstuma un diametra.

Perforētās sijas nestspēju galvenais ietekmējošais faktors ir attālums starp perforējuma centriem, kas arī nosaka lielāko sijas nestspējas samazinājumu, bet diametram ir mazāka ietekme uz nestspēju. Koncentrācijas koeficients pieaug straujāk, samazinoties attiecībai starp perforējuma diametru un sienas augstumu, kur gala robeža attiecībai ir 0.8.

SALIKTA ŠĶĒRSGRIEZUMA KOKA SIJAS AR PADEVĪGĀM SAITĒM

Koka konstrukciju projektēšanā nākas rēķināties ar pieejamiem zāģmateriālu izmēriem, kuri tiek noteikti ar koksnes dabiskajiem apmēriem un ražotāju piedāvāto sortimentu. Gadījumos, kad zāģmateriālu šķērsriezuma izmēri nav pietiekami, dotajiem slogojuma nosacījumiem ir lietderīgi projektēt sijas, kas sastāv no atsevišķām savā starpā kopā savienotām daļām, tādējādi palielinot to šķērsriezuma laukumu.

Darbam izvirzītais mērķis bija veikt salikta šķērsriezuma sijas, standarta LVS ne 1995-1-1 metodikas atbilstības analīzi reāliem slogojuma apstākļiem. Metodikas aprēķina rezultātu salīdzināšanai tika izgatavoti dubult – T šķērsriezuma siju modeļi ar laidumu 2 m, kuru atsevišķās daļas savienotas ar naglām. Pielietoto naglu diametrs 3 mm un solis 50 mm. Papildus tika pārbaudīti analoga šķērsriezuma līmēti siju modeļi, lai varētu spriest siju par salikto padevīguma apjomu.

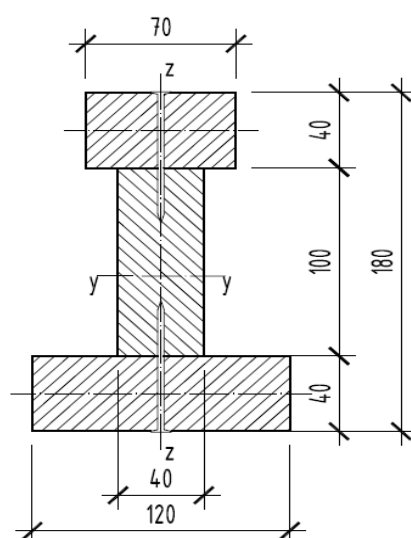
Modeļi pārbaudīti spēka stendā četrpunktu liecē.

Raksturlielums, kas ievērtē sijas atsevišķo daļu padevīgumu darbībā zem slodzes ir stinguma parametrs γ , kas ir atkarīgs no sijas atsevišķo daļu šķērsriezuma un stinguma raksturlielumiem, kā arī no savienotājelementu diametra un to skaita.

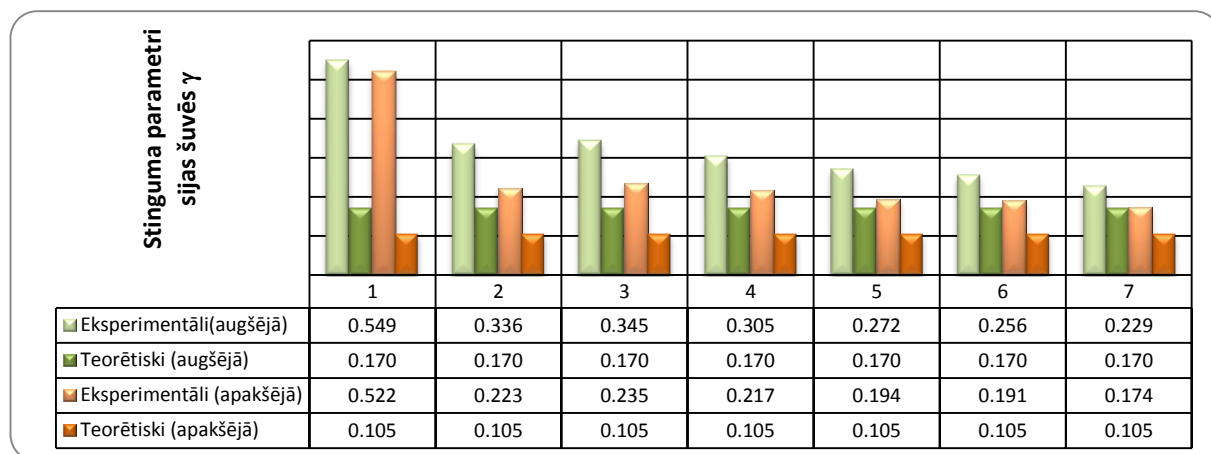
$$\gamma_i = \frac{1}{1 + \frac{\pi^2 \cdot E_i \cdot A_i \cdot s_i}{K_i \cdot L^2}},$$

kur E_i – elastības moduļa vidējā vērtība, N/mm²;
 A_i – sijas daļu šķērsriezuma laukumi, mm²;
 s_i – attālumi starp savienotājelementiem šuvēs, mm;
 K_i – savienotājelementa elastīgās nobīdes modulis, N/mm;
 L – sijas laidums, mm.

Būtiskākā rezultātu atšķirība konstatēta deformācijām plauktos – 47%, pārvietojumiem laiduma vidū – 28% un pārvietojumiem šuvēs – 20%. Faktiski noteiktās stinguma parametra vērtības pārsniedz teorētiski noteiktās. Rezultātu atšķirība vidēji – 53%. Modeļu faktiskā nestspēja pārsniedz teorētiski noteikto vismaz 2 reizes.



1.att. Sijas šķērsriezums.



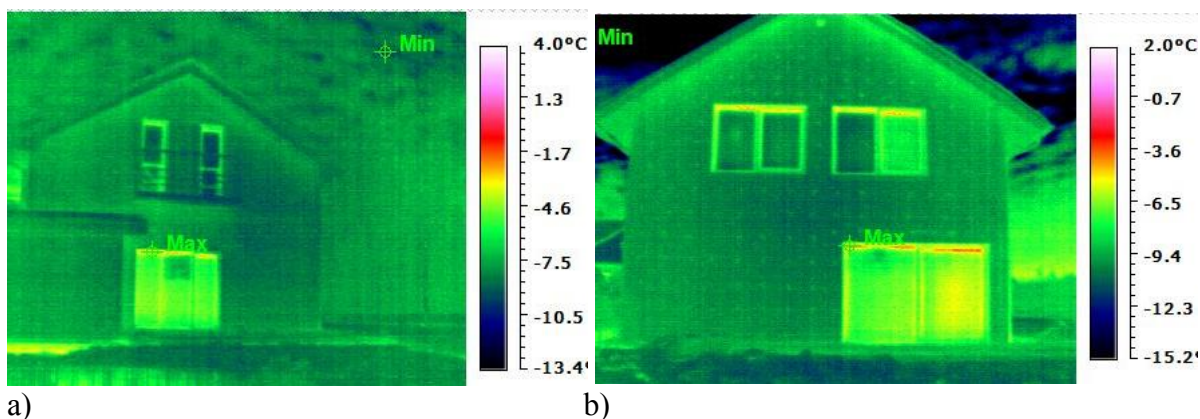
2. att. Sijas šuvēs noteiktie stinguma parametri.

M. Arnavs, J. Noviks (zinātniskais vadītājs)

TERMOGRĀFISKIE PĒTĪJUMI ĒKU ĀRĒJĀS NOROBEŽOJOŠĀS KONSTRUKCIJĀS

Latvijā būvētajām ēkām jāatbilst būvnormatīvam LBN 002-01 „Ēku norobežojošo konstrukciju siltumtehnika”, taču, apsekojot ēkas, konstatēti būtiski siltumizolācijas defekti un siltuma noplūdes. Tādēļ nepieciešams komplekss to siltuma zudumu monitorings un enerģijas patēriņa analīze, izmantojot termogrāfisko ekspresanalīzi. Termokameras kļūst arvien populārākas kā instruments ēkas siltuma zudumu noteikšanai. Apsekojumu rezultātā tiek identificētas ne tikai kritiskās vietas norobežojošās konstrukcijās, bet var noteikt arī dažādu virsmu temperatūru starpību, kas liecina par dažādām būvelementu siltuma caurlaidībām vienādas iekštelpu temperatūras gadījumā. **Darba mērķis:** praktiski noteikt un novērtēt divu ģimenes dzīvojamo māju ārējo norobežojošo konstrukciju siltumcaurlaidību un konstatēt problemātiskās vietas, kas veicina siltuma zudumus ēkās. **Darba uzdevumi:** 1) Iepazīties ar Latvijā esošo literatūru un normatīvajiem aktiem, kas regulē ēku siltumtehniskos raksturlielumus. 2) Ar termovizoru apsekot divas ģimenes dzīvojamās mājas, kas celtas 2006.gadā un konstatēt siltuma zudumu vietas. 3) Sniegt secinājumus un rekomendācijas par ēkas siltuma zudumu vietu efektīvu uzlabošanu.

Pētnieciskā darba laikā tika apsektas divas ģimenes mājas ar infrasarkanā starojuma kameru ”IR Thermographic Camera ThermoProTM TP8S”. Lai arī kopējais ēkas sienas siltuma caurlaidības koeficients abām ēkām ir vienāds, pirmā ēka, kas būvēta no „Aeroc” blokiem, uzrāda augstāku sienu virsmas temperatūru (sienu un jumta virsmas temperatūra - 3°C), salīdzinot ar otro ēku, kas būvēta no „Fibo 3” blokiem (200 mm) ar 100 mm FAS4 siltumizolāciju (sienu virsmas temperatūra -10 līdz -8°C). Izskaidrojums - līdzsvara mitrums sienu materiāliem atšķirīgs, Aeroc tas ir augstāks (4-6% pret ~4%), līdz ar to mitrāka siena labāk vada siltumu. Raksturīgā problēmvieta abām ēkām ir logu apdare un pakešu blīvējums. Lielākie siltuma zudumi novēroti tieši šajās vietās. Paaugstināta virsmas temperatūra tika novērota tieši zem mūrlatas. Tas izskaidrojams ar bloku kārtas zem mūrlatas izbūves īpatnībām (U bloki ar stiegrbetona aizpildījumu), kā rezultātā samazinās bloka siltumvadītspēja šajā vietā. Īpaša uzmanība ir jāpievērš logu izvēlei un montāžai, kā arī virspamata izolācijas ierīkošanai jābūt īpaši rūpīgai. Siltinot ēku ar akmensvati, jāpievērš uzmanība stiprinājumu dībeļu kvalitātei.



Att. Dzīvojamo māju termogrammas: a) Ārsiena būvēta no gāzbetona 375 mm;
b) ārsiena būvēta no Fibo 3, 200 mm un Paroc FAS 4, 100 mm.

SILTUMA PLŪSMAS ANALĪZE CAUR NOROBEŽOJOŠAJĀM KONSTRUKCIJĀM

Maģistra darba ietvaros tiek apskatīti dažādi siltuma pārnese veidi, kā, piemēram, kondukcija, konvekcija un radiācija. Katrs no šiem veidiem ir svarīgs, lai noteiktu zonas, kur siltums tiek zaudēts, kā arī risinājumus to novēršanai. Milzīgs siltuma daudzums tiek zaudēts caur ēkas logiem un durvīm. Bieži vien, lai ievērojami samazinātu ēkas kopējos siltuma zudumus, ir nepieciešams nomainīt tikai logus, nevis tērēt lielu naudu uz fasādes papildus siltināšanai.

Maģistra darba mērķis: sniegt risinājumus ārējo norobežojošo konstrukciju siltumtehniko rādītāju uzlabošanai.

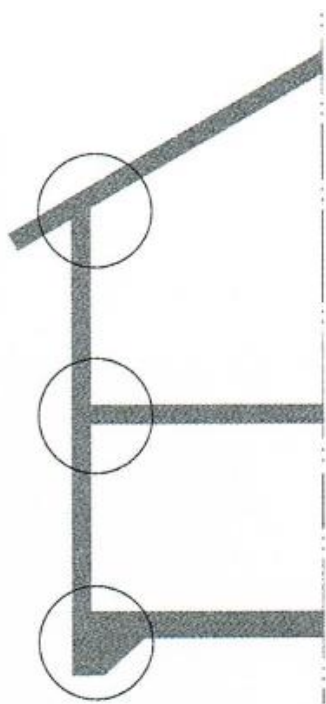
Tika veikta četru dažādas konstrukcijas materiāla ēku termogrāfija, lai noteiktu virsmas temperatūras un pēc iegūtajiem datiem spētu noteikt vietas ar atšķirīgiem siltumtehnikajiem rādītājiem. Visām šīm ēkām aprēķināti ārējo norobežojošo konstrukciju siltumcaurlaidības koeficienti, kā arī kopējie siltuma zudumi. Ievērojami lielāki tie bija ēkām ar vecajiem koka logiem, kā arī ar nesiltinātu vai nepareizi siltinātu fasādi.

Vienai ēkai eksperimentāli noteikts siltumcaurlaidības koeficients, mērot iekšējās un ārējās virsmas un gaisa temperatūru, kā arī siltuma plūsmu caur laukuma vienību. Šie dati tika uzkrāti 8 diennakšu garumā. Datus aparatūra nolasīja ik pēc 10 sekundēm. Salīdzinot eksperimentāli iegūtos datus ar teorētiski iegūtajiem, varēja secināt, ka reālajai konstrukcijai siltumcaurlaidības koeficients ir 1,5 reizes lielāks. Tas ir izskaidrojams ar nepareizu ēkas siltināšanu.

Sīkāk tiek apskatīti termiskie tilti (att.), kuru esamība krietni palielina nepieciešamo siltumenerģijas daudzumu, lai panāktu komfortablu iekštelpu temperatūru.

Apskatāmo ēku konstrukciju mezgli konstruēti, izmantojot datorprogrammu, un mainīti dažādi konstruktīvie risinājumi, lai veiktu šo mezglu optimizāciju. Pat nelielas korekcijas izmantojamajos materiālos un konstruktīvajos risinājumus atstāj lielu iespaidu uz mezgla siltumtehnikajiem rādītājiem.

Lai samazinātu kopējos ēkas siltuma zudumus, nepietiek ar kvalitatīvu, modernu materiālu izmantošanu. Lai iegūtu patiesi labu rezultātu, ir nepieciešams veikt tā pareizu iekļāšanu un veidot, no termiskā skatu punkta, pareizus mezglu risinājumus.



Att. Termisko tiltu zonas.

ULTRAPLĀNO ŠĶIDRO KERAMISKO SILTUMATSTAROJOŠO MATERIĀLU PIELIETOŠANA BŪVNICĪBĀ

Ēku siltumizolācija ir viens no svarīgākajiem būvju ekspluatācijas faktoriem, tai ir ļoti liela ietekme uz ēkas ekspluatācijas laikā patērējamajiem energoresursiem, iekštelpu mikroklimatu un komforta līmeni tajās. Tā kā energoresursi pasaulē aizvien samazinās un paliek arvien dārgāki, mūsdienu būvēm tiek uzstādītas aizvien stingrākas prasības ēku energoefektivitātei. Pašlaik, salīdzinot ar LPSR laikā būvētajām ēkām, ēkai uzstādāmās energoefektivitātes prasības ir palielinājušās vairākas reizes, līdz ar to šajos gados būvētās ēkas un būves vairs neatbilst šodienas siltumtehnikajām prasībām pēc LBN 002-01 "Ēku norobežojošo konstrukciju siltumtehnika", un ļoti aktuāls kļūst jautājums par šo ēku siltināšanu.

Pārsvarā šo Padomju laikā būvēto ēku siltināšanai izmanto apšūšanu ar dažādu veidu modernajām siltumizolējošām vatēm, vai retāk - putupolistirola plātnēm, kuru biezums atkarībā no sienas konstrukcijas bieži vien var svārstīties no 100 līdz 150 mm. Šāds risinājums ir saistīts ar visas ēkas fasādes rekonstrukciju, tās ārējā perimetra izmaiņu, lieliem cilvēkstundu resursiem, fasādi sagatavojot, apšūjot, pēc tam apmetot un to krāsojot. Bieži vien pie logu ailēm, durvīm, balkoniem un lodžijām praktiski vispār nav iespējams veikt siltināšanu, jo siltumizolācijas kārtai nepietiek vietas.

Kā alternatīva varētu būt viena no jaunākajām tehnoloģijām, kura izmanto būtiski jaunu pieeju ēku siltumizolācijas īpašību nodrošināšanai, ir keramisko krāsveida siltumizolējošo materiālu pielietojums ēku renovācijā.

Darba mērķis ir izvērtēt šķidrā keramiskā siltumatstarojošā materiāla īpašības un pielietošanas iespējas ēku siltumizolācijas uzlabošanā.

Darbā tiek veikta materiāla tehnisko un fizikālo īpašību izpēte, uzskaitītas būtiskākās siltumatstarojošās krāsas priekšrocības pielietošanai ēku renovācijā. Doti siltumatstarojošās krāsas siltināšanas risinājumi un pielietošanas tehnoloģijas. Tehniski ekonomiskais salīdzinājums ar tādiem klasiskiem siltumizolējošiem materiāliem kā akmensvate un putupolistirols.

Eksperimentālajā daļā tiek veikta materiāla siltumtehniko īpašību izpēte ēkai reālos ekspluatācijas apstākļos, veicot ēkas termogrāfijas uzņēmumus ar termokameru, tās siltinātajā un nesiltinātajā daļā. Veikti ēkas siltumplūsmas un temperatūras mērījumi un to analīze. Laboratorijas apstākļos noteiktas siltumplūsmas būvmateriālam ar zināmiem siltumtehnikajiem parametriem, bez un ar siltumatstarojošās krāsas pārklājumu krāsotai virsmai dažādās kombinācijās, un veikta iegūto rezultātu analīze.

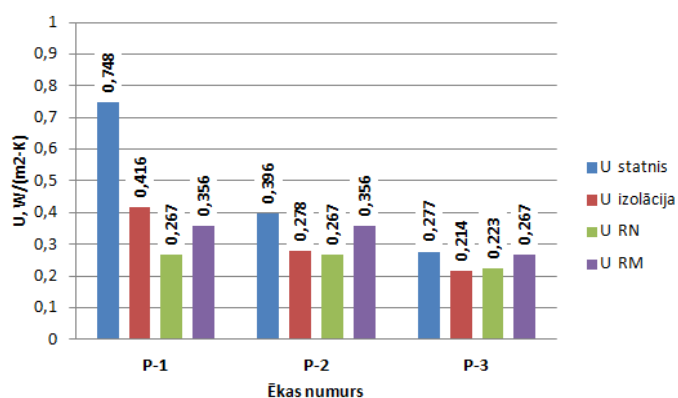
Analizējot iegūtos rezultātus, var secināt, ka siltumizolējošās krāsas izmantošana ēku siltumspējas uzlabošanai būtiski samazina konstrukciju siltināšanai nepieciešamos materiālus, laiku un cilvēkresursus, salīdzinot ar plaši pielietotajiem šķiedru siltināšanas materiāliem. Materiāls ir rekomendējams pielietošanai renovācijā, siltināšanai vietās, kur klasiskie materiāli bieži vien nav pielietojami konstrukciju īpatnību dēļ – logu un durvju aillas, balkonu pārsedes, atsevišķas grīdas, kā arī var rekomendēt pielietot Valsts Kultūras pieminekļu aizsardzības aģentūras aizsargājamo ēku renovācijā.

TERMISKO NEREGULARITĀŠU PĒTĪJUMI KOKA KARKASA ĒKU ĀRSIENU KONSTRUKCIJĀS

Koka karkasa ēku sienu konstrukcijas parasti sastāv no vertikāliem statņiem un siltumizolācijas pildījuma starp tiem. Ņemot vērā koka karkasa struktūru nehomogēno uzbūvi, var secināt, ka to siltumtehnikās īpašības dažādās sienas zonās atšķiras, radot termiskās neregularitātes sienu moduļos.

Šajā darbā tika pētītas termiskās neregularitātes 2 tipveida „Līvānu māju” sienu konstrukcijās, kas siltinātas, pielietojot dažādas tehnoloģijas. Pētījuma rezultāti tika salīdzināti ar nesiltinātas ēkas teorētiski un praktiski iegūtajiem siltumtehnikajiem rādītājiem, tādējādi nosakot to efektivitāti.

Sienu teorētiskā analīze veikta saskaņā ar spēkā esošo būvnormatīvu LBN 002-01 „Ēku norobežojošo konstrukciju siltumtehnika” un atsevišķu energoauditoru informatīvo materiālu kopumu. Nosakot teorētisko sienu siltuma caurlaidības koeficientu $U(W/m^2 \cdot K)$, tiek izšķirtas galvenokārt divas tā komponentes – koka karkasa konstrukciju statņa un siltumizolācijas zonas, kas savstarpēji aizņem ~18% un ~59% no sienu kopējās platības. Vadoties pēc šiem datiem, var secināt, ka nesiltinātas ēkas norobežojošo konstrukciju termiskā caurlaidība ievērojami pārsniedz normatīvi noteiktās vērtības. Pārējo pētāmo ēku U vērtības ir pietuvinātas normām, bet pastāv būtiska noteikto koeficienta vērtību pārsniegšana koka statņa zonās.



Att. Koka karkasa sienu termiskās caurlaidības koeficientu teorētisko vērtību salīdzinājums ar normatīvi noteiktajām vērtībām.

Attēlā tiek salīdzinātas nesiltinātas ēkas (P-1) U koeficienta vērtības ar dažādi siltinātu ēku (P-2 un P-3) norobežojošo konstrukciju termisko caurlaidību koka karkasa statņa un siltumizolācijas zonās.

Tālākā pētījumā tiek salīdzinātas teorētiski noteiktās sienu siltumtehnikās īpašības ar praktiski noteiktajām. Eksperimentu rezultātā norobežojošās konstrukcijas tiek pētītas ar termogrāfijas metodi un sienu siltuma testu, kas veikts ar kompānijas ALHBORN izstrādāto tehnoloģiju.

Ņemot vērā lielo koka karkasa elementu tilpuma īpatsvaru norobežojošajās konstrukcijās, var apgalvot, ka tie ir vērā ņemams siltumizolācijas struktūras vājinājums. Taču, aplūkojot pētāmo ēku konstrukcijas kopumā, jāsecina, ka lielākie siltuma zudumi ir novērojami sienu karkasu savienojumu vietās ar pamatiem, cokola un jumta norobežojošajās struktūrās. Tas ļauj izvirzīt apgalvojumu, ka, siltinot tikai „Līvānu māju” sienas, nevar būtiski paaugstināt to energoefektivitāti, bet tā var ievērojami uzlabot iekštelpu mikroklimata rādītājus.

PĒCSPRIEĢOJUMA IETEKME BETONA CIETĒŠANAS LAIKĀ UZ TĀ PROJEKTĒJAMO SPIEDES STIPRĪBU

Latvijā šobrīd plaši sāk pielietot pēcspriegotās dzelzsbetona konstrukcijas. Šo konstrukciju pamatā ir stiepes spēku spriegumu, pielietojot troses, pārvešana no stieptās zonas uz spiesto zonu, tādējādi racionālāk izmantot kompozītmateriāla – dzelzsbetona elementu – individuālās fizikāli mehāniskās īpašības. Šī tehnoloģija paredz betonam uzdot ārēju spēku laikā, kad betons uzņem stiprību. Ir pārbaudīts, ka šādos apstākļos betons uzņem vismaz minimāli nepieciešamo projektējamo spiedes stiprību, taču nav skaidra tieša ārējo spēku ietekme uz galīgo projektējamo betona stiprību spiedē.

Izstrādājot pēcspriegotās sistēmas elementus, tehnoloģija paredz trošu nospriegošanu brīdī, kad betona spiedes stiprība ir pārsniegusi 20 MPa. Ņemot vērā, ka šai sistēmai betona klase parasti nav zemāka par C30/37, tas nozīmē, ka betons tiek spriegots brīdī, kad tas uzņēmis mazāk par pusi no savas projektējamās stiprības.

Betona tehnoloģija ļoti lielā mērā saistās ar betona porainību. Betons sastāv no pildvielām: šķembām, grants un smilts, kas samaisītas ar saistvielu cementu, kā arī ūdeni, gaisu un ar varbūtējām piedevām. Cietās vielas dod betonam stiprību. Pildvielas ir lētas, tādēļ tām jāaizpilda tilpums, cik vien iespējams. Tāpēc pildvielu partikulu izmēru sadalei jābūt tādai, kā tas ir iespējams. Smalkie cementa graudiņi atrod sev vietu starp pildvielu partikulām. Ārēju spēku ietekmē pareizos betona cietēšanas un kopšanas apstākļos, ir iespējams samazināt poru lielumu, tādējādi paaugstinot betona spiedes stiprību.

Pēcspriegotās dzelzsbetona pārseguma konstrukcijas paredz uzdot 1 MPa lielu spiedienu pie 20 MPa. No tā izejot, pie 13,6 MPa četri paraugi tika noslogoti ar 0,6 MPa spiedienu, savukārt, sasniedzot 22,5 MPa, spiediens palielināts līdz 1,2 MPa un vēl četri paraugi uzreiz noslogoti ar tādu pašu spiedienu, imitējot trošu sistēmas siju.

Pēc tam, kad reālā laika stiprības noteikšanas paraugs uzrādīja, ka ir sasniegta projektējamā spiedes stiprība, tika veikta paraugu graužoša pārbaude ar presi.

Iegūtie rezultāti uzrāda, ka mūsdienās pielietotās sistēmas pēcspriegojums, kā arī vēl agrāk uzdots spiediens praktiski neietekmē betona projektējamo stiprību. Taču tas nenozīmē, ka ar ārēji uzdotu spiedienu nevar pozitīvi ietekmēt betona tehniskos rādītājus. Ņemot vērā to, ka betona stiprība ir tieši atkarīga no poru lieluma un skaita tajā, ļoti iespējams, ka, uzdodot spiedienu un radot vēl kādus īpašus apstākļus betonam agrākā cietēšanas stadijā, ļoti iespējams ir pozitīvi ietekmēt betona stiprību. To pierāda franču zinātnieku eksperiments, kad, betonam cietējot termovibrāciju kamerā, tika iegūts 800 MPa stiprs paraugs.

Pēcspriegojuma ietekme uz betonu tā cietēšanas laikā noteikti ir jāturpina, jo pozitīvs iznākums varētu samazināt gan būvniecības izmaksas, piemēram, īsāks veidņu nomas periods, gan arī paša materiāla cenu, piemēram, samazinot cementa daudzumu betonā par 1 %, gada laikā visā pasaulē tiktu ietaupīts tik daudz cementa, lai izgatavotu vienu miljardu m³ C25/30 klases betonu.

SAULES KOLEKTORU EFEKTIVITĀTE

Darba aktualitāte. Dabas resursu izmantošana, ekonomiskais ieguvums.

Darba mērķis. Apzināt saules kolektoru radītās problēmas un rast to risinājumu.

Darba uzdevumi:

- apzināt saules kolektoru radītās problēmas;
- izpētīt, kā šīs problēmas ietekmē vietējo patērētāju;
- rast risinājumu saules kolektoru radītajām problēmām.

Darbs sastāv no teorētiskās un praktiskās daļas.

Teorētiskā daļa:

- izpētīti saules kolektoru veidi - plakanie, vakuuma un koncentrējošie saules kolektori;
- saules kolektoru uzbūve - kopīgais un atšķirīgais starp kolektoru veidiem;
- saules kolektoru darbības princips;
- saules kolektoru izmantošanas iespējas;
- saules kolektoru cenu analīze Latvijas tirgū;
- saules kolektoru ilgmūžība un ekspluatācija.

Pētnieciskā daļa:

- pētāmie objekti – divstāvu dzīvojamā māja Garkalnē - uzstādīti saules kolektori uz jumta siltā ūdens ieguvei, divstāvu dzīvojamā māja Kuldīgā - uzstādīti saules kolektori uz jumta - elektroenerģijas ieguvei un saules kolektori uz ēkas fasādes - siltā ūdens ieguvei;
- izpētu saules kolektoru reāli saražoto enerģijas daudzumu pa mēnešiem (februāris, marts, aprīlis, maijs), un salīdzinu to ražotāja norādītajiem datiem, un ar saules starojuma intensitātes prognozēm konkrētajiem reģioniem;
- aprēķinu uzsildītā ūdens daudzumu saules kolektoru darbības laikā;
- aprēķinu izmaksas - ekonomiskie ieguvumi un zaudējumi - saules kolektors atmaksājas 7-10 gadu laikā, un turpmāko 10 kalpošanas gadu laikā līdz pat 2 reizēm atmaksā savu pašizmaksu;
- izpētu ekspluatācijas problēmas - nepiemērotība ziemas apstākļiem - salā plīst; nepieciešamais uzstādīšanas laukums - atkarībā no pasūtītajam vēlamā rezultāta; remonts un apkopes biežums un izmaksas; kopšana un tīrīšana; estētiskums.
- izpētīju inženiertehniskās prasības, kas jāievēro, lai veiktu saules kolektora uzstādīšanu.

Pēc visu nepieciešamo datu izpētes secināju, vai saules kolektoru izmantošana ir lietderīga un vajadzīga Latvijas patērētājam.

MONOLĪTAS BEZSIJU PĀRSEGUMA PLĀTNES CAURSPIEŠANAS PRETESTĪBAS PALIELINĀŠANA AR FIBROSTIEGROJUMU

Plātņu veids, kurā netiek izmantotas sijas sauc par bezsiju pārseguma plātni. Neskatoties uz ārēji vienkāršo izskatu, tās darbība ir komplicēta, jo ap slogoto plātnes-kolonnas savienojuma laukumu veidojas sarežģīts spriegumstāvoklis, ko galvenokārt nosaka ievērojamā bīdes spriegumu koncentrācija, kas var novest pie plātnes caurspiešanas. Tradicionāli, lai nepieļautu robežstāvokļa iestāšanos, slogotais laukums tiek pastiprināts ar speciālām ieliekamām detaļām vai veidojot kapiteļus. Pastiprināšana, izmantojot tērauda šķiedras, ir salīdzinoši jauna un perspektīva tehnoloģija. Neraugoties uz starptautiskiem pētījuma rezultātiem par tērauda šķiedru labvēlīgo ietekmi uz plātnes deformācijas, caurspiešanas un plaisu slodzes nestspējas robežu, kas ir svarīgi, lai aizkavētu kritiskās bīdes plaisas atvēršanos un izplatīšanos, tā izmantošanu ierobežo projektēšanas normatīvu trūkums.

LVS EN 1992-1-1, 6.4. nodaļa – caurspiešana, paredzēta konstrukciju projektēšanai, izmantojot klasisko betonu. Tomēr saglabājot standartā noteikto caurspiešanas stiprības noteikšanas principu, ka kopējā plātnes caurspiešanas pretestība ir atkarīga no samazinātā betona bīdes stiprības un caurspiešanas stiegrojuma bīdes stiprības summas, teorētiski aprēķinā iespējams ievērtēt šķiedru stiprību:

$$v_{Rd} = 0,75 \cdot v_{Rd,c} + v_{Rd,wf} \cdot$$

Pētījuma mērķis ir paplašināt 2. Eirokodeksa caurspiešanas aprēķina robežas, izmantojot tērauda šķiedrbetonu un piedāvāt optimālāko aprēķina variantu. Rezultātu sasniegšanai tiek apskatītas dažādas aprēķina metodikas, kuras ievērtē šķiedru faktora ietekmi uz caurspiešanu. Kombinējot metodes ar 2. Eirokodeksu, tiek noteiktas teorētiskās šķiedrbetona caurspiešanas stiprības. Papildus esošajām empīriskajām aprēķina metodēm, darbā tiek apskatīta fizikāla rakstura aprēķina metode, kas balstās uz 2012. gada A.Muttoni – kritiskās bīdes plaisas teorēmu. Teorēmas pamatā ir apgalvojums, ka plātnes caurspiešanas pretestība samazinās, palielinoties plātnes deformācijām, ko raksturo plātnes rotācijas leņķis. Aprēķina metodēm tiek uzstādītas divas pamatprasības: konstrukcijas drošums un precizitāte. Metožu validācijai tiek izmantota datubāze, kas satur literatūras avotos apkopoto informāciju par tērauda šķiedrbetona caurspiešanas stiprības eksperimentiem. Datubāzes krājums tika papildināts ar RTU betona mehānikas laboratorijā veiktiem tērauda šķiedrbetona plātnes caurspiešanas eksperimentiem.

Eksperimentālā daļā tika izgatavoti paraugi (600x600x100mm) ar atšķirīgu tērauda šķiedru (*DRAMIX RC-80/60-BN*) daudzumu. Šķiedras tika iestrādātas šādi:

- atbilstoši RTU Latvijas izgudrojuma patentam LV14667 „Fibrobetona konstrukciju orientētas stiegrošanas paņēmieni” un patenta pieteikumam P-13-33, „Ierīce šķiedru orientēšanai fibrobetonā”;
- atbilstoši RTU Latvijas izgudrojuma patentam LV14257 B, „Nehomogēna fibrobetona konstrukciju veidošanas tehnoloģiskais process un ierīce tā īstenošanai”;
- haotiski iemaisot.

Pēc paraugu sacietēšanas tika veikta paraugu testēšana uz caurspiešanu līdz graužoai slodzei, lai salīdzinātu izvēlēto šķiedru iestrādāšanas metodes efektivitāti. Apstrādājot datus, tika secināts, ka neviena no piedāvātajām apvienotajām 2.Eirokodeksa un teorētiskajām aprēķina metodēm nenodrošina atbilstošu drošības pakāpi - $V_{eksp}/V_{teor} \geq 1.0$.

BETONA KONSTRUKCIJU TESTĒŠANA AR NESAGRAUJOŠĀM METODĒM

Pēdējo gadu notikumi būvniecības jomā ir likuši uzdot jautājumus par veikto būvdarbu kvalitāti, kā arī reālām iespējām to kontrolēt un pārbaudīt. Izņēmums nav arī betona konstrukcijas, kuru kvalitāti galvenokārt raksturo betona spiedes izturība.

Jāatzīmē, ka betona stiprības precīzu noteikšanu sarežģī tas, ka betons gan pēc savas uzbūves, gan būtības ir neviendabīgs materiāls, un tā stiprību var ietekmēt svārstības cementa aktivitātē, svārstības tā normālā blīvumā, mineraloģiskā sastāvā, pildvielu īpašības, sajaukšanas un cietēšanas procesu atšķirības. Šīs betona īpašības jau pēc būtības definē plašu un vairākkārtēju pārbažu nepieciešamību precīzai betona stiprības noteikšanai.

Betona testēšana ar nesagraujošām metodēm dod iespēju ievērojami palielināt veikto betona pārbažu skaitu un izkliedi objektā, būtiski nepalielinot šo pārbažu laiku un izmaksas.

Neskatoties uz augstākminētajām betona nesagraujošo testēšanas metožu priekšrocībām, neatbildēti paliek jautājumi par šādi iegūto rezultātu ticamību.

Darba ietvaros tika apskatītas divas no šobrīd būvlaukumos izplatītākajām betona nesagraujošās testēšanas metodēm:

- 1) atsitiena skaitļa noteikšana ar Šmita āmuru;
- 2) betona stiprības noteikšana ar ultraskaņu.

Darba ietvaros tika veikti vairāki apjomīgi eksperimenti laboratorijā un būvlaukumos, lai noteiktu nesagraujošo testēšanas metožu ticamību pielietojumam būvlaukuma apstākļos.

Tika salīdzināti betona laboratorisko sagraujošo pārbažu metožu rezultāti ar laboratorijā un būvlaukumā veikto betona nesagraujošo pārbažu rezultātiem. Papildus tam tika salīdzināti ar nesagraujošām testēšanas metodēm iegūtie rezultāti vienai konstrukcijai, veicot testēšanu dažādās testējamās konstrukcijas plaknēs, un analizēta iegūto rezultātu atkarība no testējamās konstrukcijas dimensijām.

Eksperimentu rezultāti, kas tika iegūti ar Šmita āmuru, uzrādīja vidēji par 10 līdz 20% augstākus stiprības rādītājus par laboratorijā ar sagraujošo metodi iegūtajiem rezultātiem. Tika novērots, ka plānsienu konstrukcijās iegūtie rezultāti bija būtiski augstāki, kas skaidrojams ar Šmita āmura atsitiena izraisītām svārstībām, un tas nozīmē, ka plānsienu konstrukcijās iegūtie rezultāti nav ticami. Jāatzīmē, ka arī iegūto rezultātu izkliede plānsienu konstrukcijās bija ievērojami augstāka nekā masīvās betona konstrukcijās, tas nozīmē, ka ar Šmita āmuru testējot betona konstrukcijas, ticamākus rezultātus var iegūt, veicot masīvu betona konstrukciju pārbaudes.

Svarīgi saprast, ka būvlaukumā nesagraujošās pārbaudes ar Šmita āmuru jāveic pieredzējušiem inženieriem, kas var analizēt kompleksus jautājumus par betona pārbaudi dažādās situācijās būvlaukumā. Pirms pārbažu veikšanas un rezultātu analīzes svarīgi pareizi sastādīt eksperimenta plānu un veicamo darbību sarakstu atkarībā no pārbaudāmās konstrukcijas īpašībām.

Augstākas ticamības rezultātu iegūšanai nepieciešams kombinēt vairākas betona konstrukciju nesagraujošās metodes, kas ļautu izslēgt vienas vai otras metodes nepilnības, un summā dotu iespējami precīzus, ticamus datus par reālo betona stiprību būvlaukumā.

KOKA PANEĻU TEHNOLOĢIJAS PIELIETOŠANAS EFEKTIVITĀTE ĒKU BŪVNICĪBĀ

Koku var uzskatīt gan par vienu no senākajiem būvmateriāliem, gan par vienu no modernākajiem. Pielietojot dažādu veidu kokmateriālus, mūsu senči būvējuši koka mājas jau ļoti sen. Būvniecības veidi un cilvēku prasības ir mainījušās, tādēļ arī mainījušās koka būvniecības tehnoloģijas, priekšroku dodot koka karkasa un koka paneļu māju būvniecībai.

Pasaulē nemitīgi aug būvniecības, kā arī energoresursu, kas nepieciešami ēkas uzturēšanai (apkure, kondicionēšana, ūdens sildīšana u.c.) izmaksas. Attiecībā uz energoefektivitāti nemitīgi pieaug arī būvnormatīvu prasības, dažviet Eiropā pat iespējams saņemt valsts atbalstu energoefektīvu (pasīvo) ēku būvniecībai. Tas viss liek cilvēkiem domāt par resursu taupīšanu un energoefektīvāku ēku būvniecību.

Darba gaitā tika veikti teorētiski aprēķini, kuru rezultātā tika noteiktas teorētiskās U vērtības populārāko būvniecības veidu ēkām un to būvniecības izmaksas. Tās tika salīdzinātas ar koka paneļu ēkas U vērtībām un būvniecības izmaksām.

Lai pārlicinātos par koka paneļu ēku teorētiski iegūto rezultātu atbilstību realitātei, tika veikti 3 eksperimenti:

- 1) Termogrāfija eksistējošai koka paneļu dzīvojamajai ēkai, kas palīdz noteikt vajās vietas konstrukcijā.
- 2) Siltuma plūsmas mērīšana caur ārsienu un datu reģistrēšana eksistējošai koka paneļu dzīvojamajai ēkai, kas ļauj aprēķināt reālo U vērtību esošas ēkas koka karkasa sienai.
- 3) Siltuma plūsmas mērījumi laboratorijas apstākļos karstā gaisa plūsmas krāsnī "Laser Comp FOX600" rūpnieciski izgatavotam koka karkasa panelim, kas ļauj aprēķināt parauga U vērtību un salīdzināt šo rezultātu ar iepriekšējā eksperimentā iegūto reālos apstākļos.

Eksperimentos iegūtie dati tika apstrādāti, salīdzinātas to iegūtās vērtības, kā arī ar teorētiski iegūtajām vērtībām, kas ļauj spriest par teorētisko rezultātu precizitāti un ēkas konstrukcijas, šajā gadījumā koka karkasa, ārsienas siltuma caurlaidību.

Darba gaitā tika secināts, ka koka paneļu tehnoloģija ir piemērota energoefektīvu ēku būvniecībai, un no šī materiāla būvētās ēkas palīdz ietaupīt gan būvniecības, gan uzturēšanas izmaksas.

Šīs tehnoloģijas galvenās priekšrocības ir rūpnieciski ražotu māju augsta precizitāte, būvniecības ātrums un salīdzinoši zemas būvniecības un ekspluatācijas izmaksas, turklāt, ja koka karkasa māja ir pareizi un rūpīgi uzbūvēta, tai vajadzētu kalpot 50 un vairāk gadu.

Iepriekš izstrādātu koka paneļu māju pieprasījums un izplatība diezgan strauji pieaug. Tas paver arī plašas eksporta iespējas un attīsta ražošanu Latvijā. Pārdodot koka paneļu mājas komplektu, tiek pārdota prece ar augstu pievienoto vērtību. Tas pozitīvi ietekmē ekonomikas izaugsmi noteiktā reģionā un valstī kopumā.

Koka būvniecības apjomi ir ļoti atkarīgi no reģiona. Koka būvniecība ir ļoti populāra, piemēram, Skandināvijas valstīs, kur koka paneļu un karkasa mājas tiek celtas pat 3-5 stāvos, Turpretī vairāk uz dienvidiem, Portugālē, Spānijā koks būvniecībā sastopams reti.

Vidēji 90% no Latvijas koka māju ražotāju produkcijas tiek eksportēti. Mūsu galvenie eksporta tirgi ir Skandināvijas un Rietumeiropas valstis.

STIKLAŠĶIEDRAS ORIENTĀCIJAS IETEKME UZ FIBROBETONA STIPRĪBU

Mūsdienās šķiedrbetons būvniecībā iegūst arvien lielāku un lielāku popularitāti tā pozitīvo īpašību dēļ. Visbiežāk kā šķiedru materiāls tiek lietotas metāla un stikla šķiedras, bet ir vēl daudzi citi šķiedru materiāli, piemēram, polipropilēna, poliamīda, akrila, neilona, kokvilnas, oglekļa, azbesta u.c. šķiedras.

Īpaša uzmanība ir jāpievērš šķiedru daudzumam betonā, lai tas būtu pietiekami viegli iestrādājams un šķiedras tajā strādātu visefektīvāk. Ja šķiedru ir par daudz, tad betonu ir grūti iestrādāt un šķiedras nav pilnībā sajaukušās ar betonu, kas rada negatīvu ietekmi uz betona stiprību. Stiklšķiedras parasti tiek pievienotas betona jaukšanas procesā, un tās betonā orientējas haotiski. Darbā veidoju betona paraugus, kuri tiek stiegti ar noteiktā virzienā orientētiem stiklšķiedras trosēm. Tiks pētīta un analizēta to izturība pret lieces momentu un salīdzināta ar betona paraugiem bez stiklšķiedras, kā arī ar paraugiem, kuros stikla šķiedra izvietojas un orientējas haotiski.

Pētījumā daļa stiklšķiedras betonā tiek ievietota trošu veidā, kuras orientētas parauga stieptās zonas daļā, t.i., no parauga neitrālās ass uz leju, un orientētas paralēli garākajai parauga skaldnei. Tika izveidoti betona paraugi, ar izmēriem $100 \times 100 \times 400 \text{ mm}$ (ar stiklšķiedras trosēm un paraugi etaloni bez stiklšķiedras) lieces stiprības noteikšanai un betona kubi, ar dimensijām $100 \times 100 \times 100 \text{ mm}$, betona klases noteikšanai.

Darba mērķis ir pētīt noteiktā virzienā orientētu stiklšķiedras striķu ietekmi uz šķiedrbetona stiprību liecē.

Pētījuma uzdevumi:

1. Izvēlēties vispiemērotāko variantu stiklšķiedras trošu pinumam.
2. Izstrādāt tehnoloģiju, kā visērtāk stiklšķiedras troses ievietot betona paraugā konkrētā līmenī.
3. Izpētīt stiklšķiedras orientācijas ietekmi uz betona parauga lieces stiprību.
4. Salīdzināt lieces stiprību betonam ar orientētām stiklšķiedras trosēm un haotiski orientētām stiklšķiedrām.
5. Apkopot un izanalizēt iegūtos rezultātus, izdarot secinājumus par tiem.

Pēc paraugu sacietēšanas 28. dienā tiek veikta paraugu slogošana 4 punktu liecē ar testa iekārtu Control Automax 5. Paraugi tiek slogoti līdz graužošanai slodzei.

Šādu stiegrojuma ievietošanas tehnoloģiju var izmantot betona grīdu konstrukcijās, kur betona ieklājējam pārvietojoties stiegrojums nostieptā veidā tiek ievietots reizē ar betonu. Stiklšķiedras stiegrojums nerūsē, tādēļ to var ievietot konstrukcijas vajadzīgajā slānī. Stiklšķiedras vietā var izmantot arī bazalta, oglekļa vai cita materiāla troses.

BULDOZERA MECHANIZĀCIJA UN PRAKTISKA PIELIETOŠANA ZEMES DARBOS LATVIJAS APSTĀKĻOS

Zemes darbu mehānizācija pozitīvi ietekmē attīstību un ievērojami uzlabo darbu. Buldozera mehānizācija tieši ietekmē zemes darbu ražīgumu. Tas ļauj racionāli izmantot zemes darbiemparedzēto laiku. Mehānizācija samazina apkalpojošā personāla skaitu, tāpēc samazinās darba algas izmaksas. Vienlaikus ar darba ražīguma palielināšanu, palielinās arī kvalitāte. Universāla vērstuve komplektā ar lāzera iekārtu un navigācijas sistēmu ļauj izturēt projekta atzīmes un slīpumus ar precizitāti $\pm 3\text{cm}$. Tas nozīmē ka, mehānizētu buldozeru tagad var salīdzināt ar greideri, kura galvenā funkcija ir planēt un izlīdzināt zemes klātni. Buldozera spēja viegli manevrēt un būtiski zemākas iegādes vai nomas izmaksas liek domāt, ka nākotnē tas pilnībā aizvietos greideri.

Latvijā katru gadu tiek rekonstruēti un būvējas jauni autoceļi un dzelzceļi. Tātad mehānizēta buldozera praktiska pielietošana ir ļoti aktuāla zemes klātnes izbūvē. Kā zināms, Latvijas klimatiskie apstākļi kopumā nav labvēlīgi zemes darbu veikšanai. Barga ziema bieži sākas jau novembra mēnesī un reāli beidzas aprīļa sākumā. Tas nozīmē, ka laiks zemes darbu veikšanai ir ierobežots un mehānizēts buldozers palīdzēs to taupīt. Latvijas smilšmāla grunts ļauj pilnvērtīgi izmantot buldozeri zemes apstrādāšanai, savukārt mehānizācija paaugstina mašīnas efektivitāti.



1.att. Pirmais buldozera prototips. Holta traktora buldozera Modelis T-11.

vecām un mūsdienīgām mehānizācijas tehnoloģijām, kuras attīstās, pateicoties pasaules un Latvijas zinātniekiem. Aprakstītas jaunas buldozera mehānizācijas sistēmas ar lāzera iekārtām un globālo pozicionēšanas sistēmu izmantošanu (GPS).

Darbā ir pētīts buldozera ražīgums un to ietekmējošie faktori, faktori kuri paaugstina un samazina darba ražīgumu, kā arī mehānizācijas sistēmas ietekme uz ražīgumu Latvijas apstākļos.

Tika veikti eksperimentālie zemes darbi ar kāpurķēžu buldozeru, aprīkotu ar universālu vērstuvi uz šarnīrveida balstījumu un lāzera navigācijas sistēmu. Darba rezultāti tiek apkopoti tabulās un salīdzināti ar teorētiskās daļas aprēķiniem, ar kuriem var iepazīties darbā.

Viens no pētījuma mērķiem bija sastādīt informācijas apskatu par buldozeriem un to mehānizāciju. Darbā tiek apskatīta buldozera vēsturiskā attīstība no 18.gs. līdz mūsu dienām, kad buldozera mehānizācija attīstījusies sevišķi strauji. Sastādīta buldozeru klasifikācija pēc dažādiem kritērijiem. Atspoguļoti galvenie pasaules buldozeru ražotāji. Aplūkota buldozeru praktiskā izmantošana un mehānizācijas novirzes. Tiek apkopota informācija par



2.att. Buldozers ar lāzera navigācijas sistēmu.

SILTINĀTO FASĀŽU ĀRĒJĀ APMETUMA MATERIĀLA OPTIMIZĀCIJA

Šis ir pētījums par ēku ārsienu siltinājuma materiāla aizsargpārklājumu veidiem un to optimizāciju. Galvenais uzdevums – ārējā apmetuma materiāla optimizācija un jaunas līmjavas sastāva izstrāde, kurai ūdens tvaiku caurlaidība būtu salāgota ar mūra sienas un EPS70 caurlaidību, t.i., visa siltinājuma sistēma: mūris, līmjava, putupolistirols, līmjava un dekoratīvais apmetums strādātu kā viena vesela konstrukcija.

Darbs ietver trīs daļas – analītisko daļu, teorētisko pētījumu daļu un eksperimentālo daļu.

Analītiskajā daļā veikts ārsienu konstrukciju siltinājuma aizsargsistēmu iespējamo veidu apskats, tehniskie risinājumi un to īpašību salīdzināšana. Analizētas aizsardzības sistēmas. Lielākā vērība pievērsta putupolistirola ar apmetumu ietekmei uz siltinājuma sistēmas siltumtehnikajām īpašībām un to saglabāšanu ēkas ekspluatācijas laikā. Apskatīta ventilējamo fasāžu stiprinājuma konstrukcijas montāžas veida ietekme uz siltumtehnikajām īpašībām, fasāžu apdares priekšrocības un trūkumi ārsienu siltinājuma aizsardzībai ar apmetumu un ar ventilējamās fasādes konstrukciju, izskatīta ārējo klimatisko apstākļu ietekme uz siltinājuma materiāliem fasādei ar apmetumu un ventilējamām fasādēm. Parādītas fasādei ar apmetuma apdari mehāniskās iedarbes zonas un nepieciešamie mehāniskās aizsardzības izturības nodrošināšanas risinājumi.

Teorētisko pētījumu daļā ir apskatītas fasādēm ar putupolistirola siltinājumu un apmetuma aizsargsistēmu izvirzītās prasības mehāniskai izturībai, salturībai. Aprakstīta šo pārbaužu veikšanas metodika, secība un pārbaužu rezultātu analīze atbilstoši ETAG 004 prasībām. Izmantojot datorprogrammu ANSYS 11, ir veikta apmetuma triecienslodzes mehāniskās izturības simulācija putupolistirolu EPS100 un EPS70 siltinājumam ar „Sakret” izgatavoto apmetumu BAK un jaunu līmjavu (ar paugstinātu ūdens tvaiku caurlaidību), kura tika izstrādāta SIA „Sakret” laboratorijā.

Eksperimentālajā daļā siltinājuma materiāliem putupolistirolam EPS 100 un EPS70 tika izgatavoti aizsargpārklājumi apmetumam ar „Sakret” BAK un jaunajiem materiāliem (izstrādātajiem un izgatavotajiem SIA „Sakret” laboratorijā), veiktas visas nepieciešamās pārbaudes saskaņā ar LVS un ETAG prasībām jauno materiālu izstrādei, veiktas papildus pārbaudes un pētījumi ar elektronisko mikroskopu (struktūranalīze), jauno materiālu pārbaude un viņu mehānisko īpašību noteikšana uz Zwick un betona mehānikas laboratorijas kompjuterizētajiem sloģošanas darbgaldiem, apskatītas ūdens absorbcijas un mehāniskā izturība perforācijai un trieciena slodzēm 3J un 10J. Izveidota darba tabula pēc datorprogrammas ANSYS 11 aprēķiniem aizsargslāņa deformācijas lielumu noteikšanai atkarībā no slodzes lieluma ar četrstūra formas sloģojumu. Tabula paredzēta aizsargslāņa biezuma un armējošo sietu daudzuma noteikšanai atkarībā no mehāniskās iedarbes zonas.

BEZDĪBEĻU FASĀŽU SILTINĀŠANAS SISTĒMAS AR PUTUPOLISTIROLU: EFEKTIVITĀTE UN ŠĶĒRŠĻI TO IZMANTOŠANAI LATVIJĀ

Ņemot vērā pēdējo gadu tendences pasaules energoresursu tirgū, t.i., degvielas cenu kāpumu, kā arī to faktu, ka lielākā daļa dzīvojamo ēku ir uzbūvēta Padomju laikos, kad ierobežojošo konstrukciju siltumtehnikai netika pievērsta nepieciešama uzmanība, Latvijā viens no aktuālākajiem jautājumiem būvniecības nozarē ir ēku siltināšana.

Pēdējo 5 gadu laikā strauji izmainījusies siltumizolācijas materiāla izvēle par labu „slapjai” fasāžu siltināšanas sistēmai: putupolistirolu no tirgus izkonkurē akmens vate. Bet izvēloties vienu no šiem materiāliem, arhitekti/projektētāji vai ēku apsaimniekotāji neizvērtē situāciju līdz galam un bieži izvēlas neizdevīgu risinājumu.

Izvēloties siltumizolācijas materiālu, pirmais kritērijs, pēc kura dod priekšroku akmens vatei ir tēze, ka putupolistirols ir tvaiku necaurlaidīgs. Šai tēzei nav jēgas gadījumos, kad ēkas ārējo materiāls ir betons vai keramzītbetons, jo šo materiālu tvaiku caurlaidība ir līdzīga putupolistirola tvaiku caurlaidībai. Otrais kritērijs ir putupolistirola degtspēja. No ugunsdrošības viedokļa Latvijas būvnormatīvi pieļauj putupolistirola izmantošanu pat sabiedriski nozīmīgu ēku fasāžu siltināšanai, kombinējot to ar akmens vati.

Putupolistirolam salīdzinājumā ar akmens vati ir vairākas priekšrocības. Pirmkārt, cena – vislētākā cietā akmens vate maksā gandrīz 2 reizes dārgāk nekā modernākie putupolistirola izstrādājumi. Otrkārt, siltināt ar vati ir darbietilpīgāks process, jo ir nepieciešama siltumizolācijas dībeļošana pirms apmešanas.

Pētnieciskajā darbā ir izvirzīti 2 mērķi:

1. Pierādīt, ka siltinot ar putupolistirolu, var sasniegt ekonomiski izdevīgāko gala rezultātu, kurš atbilst Latvijas un Eiropas standartiem un kalpos labāk nekā akmens vate: darbā ir dots ekonomisks un energoefektivitātes salīdzinājums bezdībeļu putupolistirola fasādei ar citām tradicionālām siltināšanas metodēm.
2. Pierādīt, ka putupolistirolu fasādēm papildus fiksācijai nav nepieciešami dībeļi. Fasādes siltumizolācijas plāksņu līmēšanas javu tehniskie parametri liecina par to, ka līmes adhēzija ar pamatni vairākas reizes pārsniedz maksimālās vēja slodzes, kuras iedarbojas uz fasādi. Bezdībeļu sistēma ir sertificēta saskaņā ar ETAG 004 un Rietumeiropā tā tiek plaši izmantota, bet Latvijā ir tikai dažas ēkas, kurās izmantota šī sistēma. Siltināšanas sistēmu ražotāji paskaidro šo situāciju ar to, ka Latvijā būvdarbu kvalitāte nav pietiekama, lai atteikties no dībeļiem. Darba praktiskajā daļā tiek apskatītas tipiskākās kļūdas, kuras pieļauj siltinot fasādes, un to ietekme uz līmes adhēzijas īpašībām ar pamatni vai siltumizolācijas materiālu.

Lai sekmētu bezdībeļu sistēmas izmantošanu Latvijā, ir nepieciešams:

- būvuzņēmējiem sadarbībā ar sauso maisījumu ražotājiem jāizstrādā kvalitātes kontroles sistēma, piesaistot ražotnes pārstāvjus būvuzraudzībai, kas izslēgtu iespēju, veicot būvdarbus, pārkāpt ražotāja tehnoloģijas;
- jāizstrādā rekomendācijas siltināšanas projektu līgumiem, kuras būvniekam uzliek pienākumu iepirkuma piedāvājumā izvēlēties sertificētu siltināšanas sistēmu un neatkāpties no tās pat autoruzraudzības kārtībā, bet tajā pašā laikā jābūt sistēmai, kura ļauj būvniekiem, pamatojoties uz tehnoloģiju, prasīt no pasūtītāja līguma termiņu pagarināšanu.

SENDVIČPANEĻI AR PERFORĒTAS METĀLISKAS LENTES SERDI UN TO EKSPERIMENTĀLA PĀRBAUDE

Arvien biežāk gan mašīnbūvē (tai skaitā aviācijas transportā), gan arī civilajā būvniecībā izmanto sendvičtipa paneļus. Konstrukcijas pamatā ir apšuvuma lokšņu pāris, kurus vienu no otra atdala pildījuma materiāls – serde. Rezultātā iegūst konstrukciju ar labu lodzes un lieces pretestību. Biežāk par serdes materiālu izmanto balsa koksni, putu materiālus, dažādu materiālu gofrētas un režģotas struktūras, kā arī bišu šūnu pilnsieniņu struktūras no metāliem un polimērmateriāliem.

Dotajā pētījumā tiek apskatīti sendvičpaneļi, kuru serde ir izgatavota no perforētas metāliskās lentes, bet apšuvums no pilnsieniņu metāliskām loksnēm.

Sendvičpaneļu metālisko elementu savstarpēja savienošana ar metināšanas paņēmieni ir darbietilpīga, bet paneļu serdes perforācijas ietekme uz konstrukcijas nestspēju un ekonomisko efektivitāti nav izpētīta.

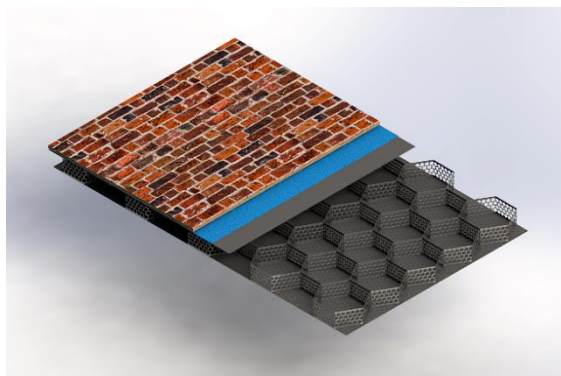
Atbilstoši augstākminētajam, pētījuma mērķis ir izgatavot metālisku sendvičpaneli ar mazu darbietilpību un veikt iegūtās konstrukcijas eksperimentālu pārbaudi.

Pētījuma mērķa sasniegšanai tiek izvirzīti šādi uzdevumi:

- veikt iespējamo metālisko elementu savienošanas metožu izpēti;
- izstrādāt, pilnveidot vai realizēt jau zināmās metodes metālisku elementu savienošanai, kuru darbietilpība un izmaksas ir mazākas par metināšanas darbietilpību;
- izgatavot sendvičpaneļus uz perforētas metāliskās lentes bāzes;
- veikt iegūto paraugu eksperimentālas pārbaudes;
- veikt iegūto sendvičpaneļu aprēķina modeļa izstrādi un validāciju, izmantojot galīgo elementu metodi.

Sendviču metālisko elementu savienošanai paredzēts izmantot plākšņveida vai pulverveida lodējumu uz dažādu metālu bāzes, piemēram, CHEMET KF-30. Elementu savienošana tiks nodrošināta krāsnī pie atbilstošas temperatūras un slodzes.

Iegūtie paneļi tiks pārbaudīti uz darbību četru punktu liecē. Eksperimenta gaitā tiks veikti gan paraugu graužošās slodzes mērījumi, gan arī noteiktas relatīvās deformācijas laidumā starp slogošanas stieņiem. Izmantojot datorprogrammu ANSYS, tiks izveidots paraugu galīgo elementu modelis, ar kura palīdzību tiks veikta eksperimentāli iegūto datu un aprēķina rezultātu korelācijas validācija.



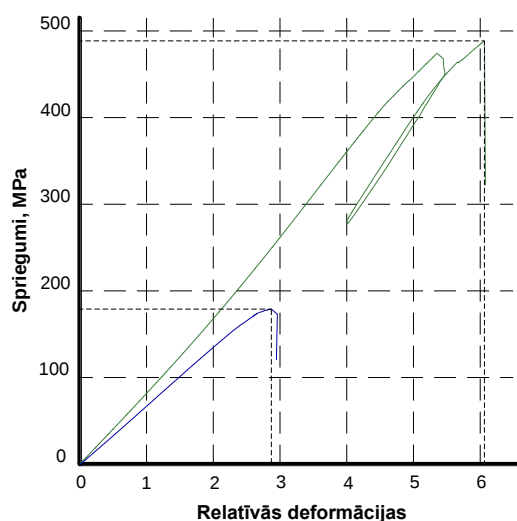
Att. Sendvičpanelis ar serdi no perforētas metāliskās lentes.

AUGSTAS STIPRĪBAS FIBROBETONU DEFORMATĪVĀS ĪPAŠĪBAS

Betona tehnoloģijas attīstība ļauj sasniegt ievērojamus stiprības rezultātus. Galvenokārt izmantojot augstvērtīgus izejmateriālus un tehnoloģiski samazinot poras, samazinot nehomogenitāti un mikroplaisu veidošanos cementa pastā un kontaktzonā.

Līdz ar ļoti augstas stiprības betonu iegūšanu (100-500 MPa), īpašību novērtēšana kļūst arvien sarežģītāka – spiedes stiprības noteikšanai nepieciešams jaudīgs aprīkojums, standarta paraugus lietot ir gandrīz neiespējami, kā arī hidratācijas paātrinošās metodes ietekmē īpašību rezultātus. Lietojot fibras betonā plaši pazīstamo stiepes stiprības noteikšanas paņēmieni ar skaldi, tas neatspoguļo fibrobetona patieso darbību stiepē.

Autors 2012. gada novembrī piedalījās Latvijas XI Betona olimpiādē ar uzņēmuma *Consolis Latvija* laboratorijā radīto augstas stiprības sevišķi smago fibrobetonu. Pārstāvēt uzņēmuma laboratoriju, ieguva 1. vietu amatieru klasē (starp betona ražotājiem). Fibrobetona trīs paraugu vidējā spiedes stiprība bija 177,67 MPa (viena parauga maksimālā 183,11 MPa – nr. 1). Betona paraugi izgatavoti, izmantojot magnetīta pildvielu (pildvielas izmērs <8mm, fibru garums – 60mm, diametrs – 2mm), iegūtais betons svēra 3340 kg/m³. Jāatzīmē, ka izgatavotais betons bija augsti tehnoloģisks – ar visām nepieciešamajām svaiga betona īpašībām, lai to varētu bez sevišķām grūtībām izmantot saliekamo elementu ražošanā no sevišķi smaga betona. Pirmo vietu profesionāļu klasē ieguva RTU doktorantūras studenti ar vidējo spiedes stiprību 418,22 MPa (parauga maksimālā 481,02 MPa – nr. 2). Betona pildvielas izmērs <1mm, fibru garums – 6mm un diametrs – 0.22mm.



Betona nr.1 stiprība $f_{cm}=182,9$ MPa, sākotnējais elastības modulis $E_{ci}=69,8$ GPa, beigu elastības modulis $E_{cl}=63,59$ GPa, robeždeformācija $\epsilon=2,87\%$ un plasticitātes skaitlis $k=1,098$. Betona nr.2 stiprība $f_{cm}=481,02$ MPa, $E_{ci}=82,55$ GPa, $E_{cl}=80,62$ GPa, $\epsilon=6,06\%$ un $k=1,024$.

Galvenās deformatīvo īpašību tendences parāda to, ka, strauji palielinoties spiedes stiprībai, stiepes stiprība pieaug lēnāk. Elastības moduļu vērtības sasniedz pat 80 GPa, puasona skaitlis samazinās pat zem 0,1, kā arī robeždeformācija samazinās <3%. Pieaugot betona stiprībai, plasticitātes skaitlis tiešām tuvojas skaitlim 1, un materiāls kļūst trausls.

Pareizi izmantojot fibras, var ievērojami palielināt stiepes stiprību un robeždeformāciju. Lai fibras veiksmīgi strādātu saplaisājušā betonā un neizrautos, ir jābūt labai saķerei ar betonu - to var panākt ar mazām fibrām ($l<10$ mm un $d<0,3$ mm), kas palielina virsmas laukumu, kā arī ķīmiski apstrādātām fibrām, padarot virsmu raupju kodinot. Lai racionāli veiktu tālākus augstas stiprības fibrobetonu pētījumus, jāizmanto mazāki paraugi (kubiņi ar skaldnes izmēru 70, 50mm) nosakot mēroga koeficientu.

PĒCSPRIEGTĀ DZELZSBETONA PĀRSEGUMA PIELIETOJUMA EFEKTIVITĀTE

Salīdzinoši nesen Latvijas tirgū ir ienācis pēcspriegtā dzelzsbetona pārseguma piedāvājums. Pie esošās tirgus situācijas, būvniecības apjoma un konkurences ir grūti izvēlēties piemērotāko pārseguma risinājumu gan no ēkas funkcionālā viedokļa, gan izbūves laika patēriņa, gan izmaksu viedokļa.

Darbā izvēlējos salīdzināt sekojošus, savstarpēji konkurējošus, pārseguma tipus:

- 1) Pēcspriegtais dzelzsbetona pārsegums;
- 2) Monolītais dzelzsbetona pārsegums;
- 3) Saliekamais dzelzsbetona pārsegums (sijas un dobās pārseguma plātnes).

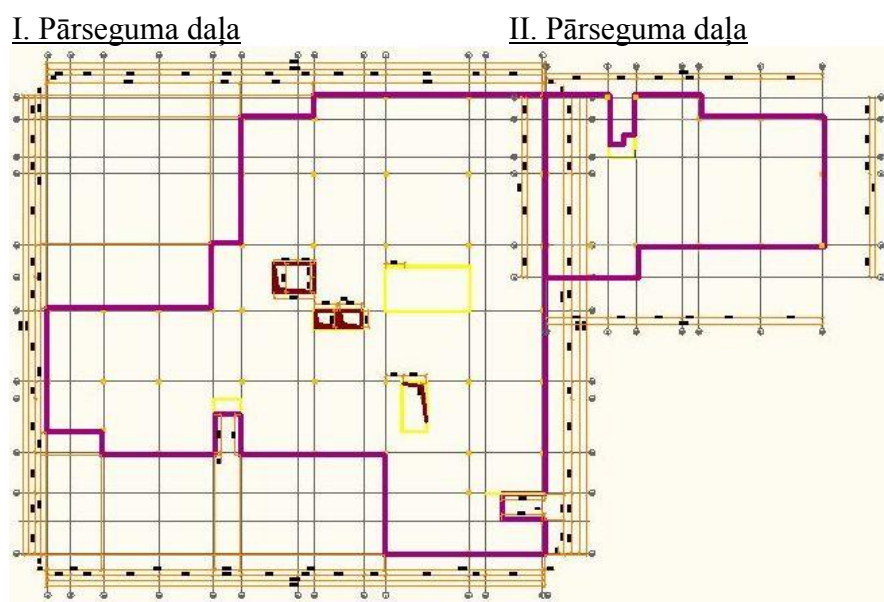
Darba ietvaros izvēlējos vienādus izvērtēšanas nosacījumus:

- neregulāras formas pārsegums ar dažādiem laidumiem – 5.4 x 7.2 metri, 8.3x7.5 metri un 6,2x12,5metri;
- vienādi slodžu nosacījumi (lietderīgā slodze 4 kN/m² un patstāvīgā slodze 2 kN/m²);
- trīsstāvu būve.

Tika veikta pēcspriegtā dzelzsbetona pārseguma un monolītā dzelzsbetona pārseguma aprēķins ar galīgo elementu metodi (GEM), saliekamā dzelzsbetona pārseguma izvēle atbilstoši nestspējas līknēm un piedāvātajam materiālu sortimentam.

Tika salīdzināti tādi pārseguma parametri kā konstrukciju dimensijas (konstruktīvais pārseguma augstums), materiālu ietilpība (materiālu patēriņš), darbietilpība (izmantotās cilvēkstundas), izmaksu pamatojums (tāmes) un darbu veikšanas termiņš (darbu veikšanas kalendārais grafiks).

Darba ietvaros tika izvērtēts, kurš pārseguma veids un pie kādiem nosacījumiem ir izdevīgāks, kāda ir pēcspriegtā dzelzsbetona pārseguma efektivitāte Latvijas apstākļos, salīdzinot monolīto dzelzsbetona pārsegumu ar saliekamo dzelzsbetona pārsegumu.



I. pārseguma daļā tika aprēķināti pārsegums ar mazākiem laidumiem, bet II. pārseguma daļā ar lielākiem laidumiem. Šāds izvēlētais neregulāra tipa pārsegums ļauj izvērtēt pēcspriegtā pārseguma efektivitāti uz mazākiem un lielākiem laidiem. Lai precīzāk izvērtētu izmaksu, materiālu un darbietilpības pamatojumu, pārsegums tika pieņemts trīs līmeņos.

FIBROBETONA ČAULU TEHNOLOĢIJA AR GRAVITĀCIJAS VEIDŅIEM

Tehnoloģijas attīstās un būvniecības praksē parādās arvien plānākas betona konstrukcijas, vieglāki paneļi, čaulas, ko lieto nesošajās konstrukcijās vai elementos, kam jākalpo smagos apkārtējās vides apstākļos. Piedāvātā tehnoloģija ļauj izveidot čaulas ar minimālu biezumu, ļauj čaulai piešķirt vēlamo ģeometriju. Tādas čaulas ir vieglākas un lētākas, nekā to atļauj zināmās būvtechnoloģijas.

Zinātniski pētnieciskā darba uzdevums ir aprakstīt, praktiski izveidot un analizēt fibrobetona plānsieniņu gravitācijas veidni, kura tehnoloģija balstīta uz RTU Latvijas izgudrojuma patentu Nr.14308 „Betona plānsieniņu čaulu veidošanas tehnoloģiskais process”. Čaulas modeļa veidnis izgatavots no 9 mm bieziem saplākšņiem, starp kuriem ievietota gumijas membrāna, kas kalpo kā veidņa formējošā daļa. Čaulas kupola rādiuss ir 1m, biezums 9 mm un centra pacēlums 10 cm.



Att. Gravitācijas veidņa modelis.

Darbā tiek piemeklēts atbilstošākais fibrobetona sastāvs, izveidojot paraugus ar sastāvdaļu dažādu proporciju. Samazinot sastāvā fibru daudzumu, attiecīgi samazinājās ūdens daudzums. Paraugus pakļauj stiepes un spiedes stiprības pārbaudei, nosakot piemērotāko sastāva proporciju plānsieniņu čaulas izveidei. Darba ietvaros kopumā tika izveidoti 54 veidņi, kuros iestrādāti dažāda veida fibrobetona sastāvi, kuri tika sadalīti trijās pārbaudes grupās. Paraugi tika notestēti spiedē, stiepē un liecē.

Praktiskajā daļā tika izveidota plānsieniņu čaula no fibrobetona ar stikla šķiedrām, kuras haotiski iemaisītas betona masā.

Laboratoriski tika veikta čaulas stiprības pārbaude spiedē, un eksperimentālie rezultāti tika salīdzināti ar teorētiski iegūtajiem rādītājiem, kurus ieguva modelējot.

Pētījumu būtība ir, izmantojot jauno tehnoloģiju, iesniegt priekšlikumus par gravitācijas veidņu tehnoloģijas praktisko pielietojumu un efektivitāti.

SMAGO BETONU IZGATAVOŠANAS METOŽU ANALĪZE

Smagais betons tiek lietots, veidojot betona enkurus, atsvarus būvniecības tehnikai, pamatus, krasta aizsardzības objektus. Smagā betona atšķirība no parastā betona ir tā lielā tilpuma masa. Pēc dažādiem avotiem, smago betonu tilpuma masa ir no 2,5 līdz 5,5 t/m³.

Lai sasniegtu šādus rādītājus, daļa vai visas pildvielas tiek aizvietotas ar materiāliem ar lielāku tilpumsvaru, tādiem kā bazalts, barīts, magnetīts, ģetīts un limonīts. Kā mākslīgas pildvielas tiek izmantotas metāliskās pildvielas: metāla zāģskaidas, dzelzs plāva, fibra un citi pārpalikumi no metalurģiskās rūpniecības. Tādam betonam ir liels tilpumsvars un augsta dilumizturība, tāpēc bieži šāds sastāvs tiek pielietots, veidojot betona rūpniecības grīdas.

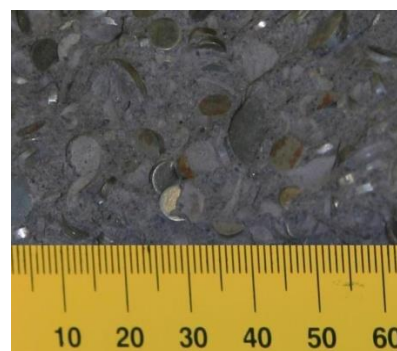
Pēdējos gados ir strauji pieaugusi interese par smago betonu sakarā ar iespēju veidot papildus aizsardzību, lai nodrošinātos pret elektromagnētisko un radioaktīvo starojumu, ko sasniedz, iekļaujot smagā betona sastāvā pildvielas ar stipri izteiktām feromagnētiskām īpašībām.

Darbā tiek apskatīti betona sastāvi, kuros par pildvielu izmanto SIA „Minolco” materiālus smagajiem betoniem, un betona sastāvi ar izštancējumiem no lentes (AS Ditton). Betona paraugi tiek salīdzināti pēc tilpuma masas, spiedies un stiepes spriegumiem. No smagā betona pildvielām, ko piedāvā SIA „Minolco”, tika izveidoti paraugi, lai novērtētu materiāla feromagnētiskās īpašības.

Secinājums. Metālisko pildvielu pielietošana betona sastāvā būtiski palielina betona tilpuma masu, un sīka izmēra štancēšanas elementus var veiksmīgi izmantot kā metāliskas pildvielas betona sastāvā.



1. Att. Štancēšanas elementi. Ø5mm



2. Att. Betona makrostruktūra ar štancēšanas elementiem.

FIBROBETONA ČAULU IZGATAVOŠANAS TEHNOLOĢIJA, PIELIETOJOT AUGSTAS ELASTĪBAS PNEIMATISKOS VEIDŅUS AR MAINĀMU PACĒLUMU

Tehnoloģija paredzēta plānsieniņu konstrukcijām, kas ļauj izveidot un iegūt dažādas čaulas, tai skaitā arī kupolveidīgās konstrukcijas un divos virzienos izlocītas čaulas ar gludu iekšējo un ārējo virsmu.

Analizēta pašreizējā situācija, kā arī nākotnes redzējums šajā jomā. Izvērtēta plānsieniņu čaulu tehniskā un ekonomiskā efektivitāte. Darbā apskatīti pneimatiskie veidņi ar maināmo ģeometriju, čaulu veidošanas tehnoloģijas īpašības un tehnoloģiskā procesa novitāte.

Betons kā viens no galvenajiem un visplašāk izmantotajiem konstruktīvajiem materiāliem pasaulē. Konstrukcijām kļūstot arvien sarežģītākām un augstākām, aizvien svarīgāk kļūst izmantot materiālus ar uzlabotām stiprības un deformatīvajām īpašībām.

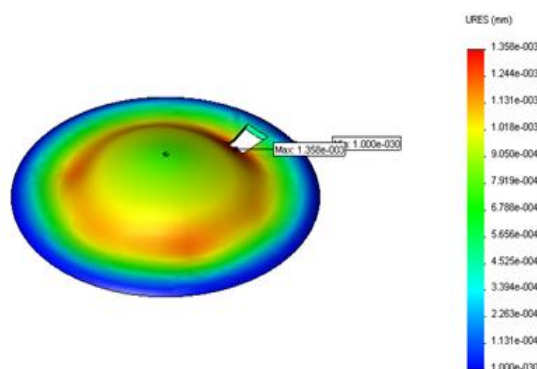
Konkrētās tehnoloģijas pielietošanā netiek izmantots tērauds, kā stiepi un lieci uzņemošs kompozīts materiāls. Tiek veikti laboratoriski pētījumi stiklšķiedras fibru pielietošanas iespējamībai čaulu izgatavošanā pēc RTU patentētās betona čaulu izgatavošanas tehnoloģijas.

Pētījuma galvenais uzdevums ir noskaidrot:

- 1) Tehnoloģijas pielietošanas iespēja rūpnieciskajā ražošanā un būvražošanā.
- 2) Fibrobeta fizikāli mehānisko īpašību izpēte, variējot ar fibru sastāvu, lai noteiktu visoptimālāko betonmasas sastāvu konkrētu čaulu izgatavošanā, lai palielinātu betona stiepes un lieces rādītājus.

Darbā veikti aprēķini galīgo elementu programmās „SolidWorks 2012” un „STAAD.Pro 2007”, lai izveidotu datoraprēķina modeli, kas spēj prognozēt čaulas deformācijas apkārtējā slogojuma un pašsvara ietekmē. Noteikti tipiskie slogojumi, kādi darbojas uz ass simetrisko čaulu un konkrētu konstrukciju, ievērtējot vertikālos un horizontālos spēkus. Salīdzinātas čaulas ar mainīgiem parametriem, čaulas pacēlumu (f) un diametru (d), kā arī mainīgu čaulas sienas biezumu (t) pie dažāda fibrbeta sastāva. Pētīts optimāls projektēšanas variants (att).

Pētījuma rezultātā secināts, vai, izmantojot fibrbetonu, ir iespējams panākt šīm konstrukcijām vajadzīgās fizikāli mehāniskās īpašības liecē, stiepē, spiedē un tīlumsvarā reālos mērogos. Izskatīts pneimatiskā veidņa variants, kuru būtu iespējams universāli pielietot būvniecībā.



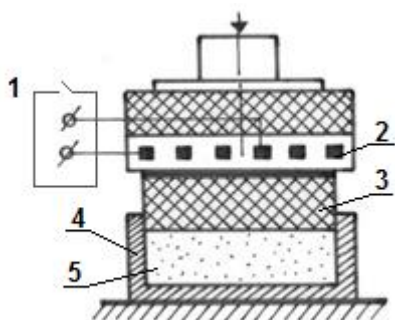
Att. Viens no aprēķina deformāciju modeļiem GEM programmā „SolidWorks 2012”.

SITIEN-IMPULSA TEHNOLOĢIJU IZMANTOŠANAS IESPĒJAS CELTNIECĪBAS MATERIĀLU RAŽOŠANĀ

Celtniecības materiālu ražošanā lielu ietekmi uz produktivitāti un kvalitāti atstāj formēšanas tehnoloģijas izvēle. Visvairāk izmantotās metodes ir vibrācijas, presēšanas, velmēšanas, ekstrūzijas un kombinētā. Sitien-impulsa formēšanas tehnoloģijas ļauj noblīvēt materiālus ar zemu ūdens-cementa attiecību (2.att.), kā arī izveidot sarežģītas formas detaļas no keramiskā pulvera, kas ļauj būtiski saīsināt ražošanas procesu un samazināt izmaksas.

Šis darbs atspoguļo formēšanas metodi, kas balstīta uz impulsa elektromagnētiskajiem laukiem (IEL). Formējošs elements paātrinās ar IEL palīdzību un sablīvē materiālu formā ar vienu vai vairākiem sitieniem (1.att.). Šai metodei ir lielas enerģijas iespējas, kas ļauj plašā diapazonā mainīt sitiena ietekmes ilgumu un amplitūdu. Mainot formas un induktora spoles atrašanās vietu, var izveidot dažādas formēšanas procesa tehnoloģiskās shēmas. Ar šo metodi var sasniegt līdz pat 200-300 MPa lielu spiedienu, ļoti īsā laikā ~20-30 ms.

Darba analītiskajā daļā tiek apskatīti dažādi IEL tehnoloģijas izmantošanas veidi, priekšrocības un trūkumi. Darbā tiek dotas vairākas IEL formēšanas tehnoloģiskās shēmas, izmantojot impulsa strāvu ģeneratoru (ISG). Parādīti galvenie ISG parametri un regulēšanas iespējas.



1.att. IEL formēšanas shēma cietā matricā.

1 – ISG, 2 – spole, 3 – puasons.
4 – matrica, 5 - blīvējamais materiāls.



2. att. Betona paraugs pēc formēšanas.

KLIMATISKO APSTĀKĻU IETEKME UZ STIKLOTO KONSTRUKCIJU ENERGOEFEKTIVITĀTES ĪPAŠĪBĀM

Viena no pamatproblēmām ēkas siltumizolēšanā ir loga aiļu siltuma zudumi, tie rada līdz pat 50-55% siltuma zudumu. Siltuma zudumu izpētē jāapskata konstrukcijas un tehnoloģiskos risinājumus, tajos ietilpst konstrukcijas rāmis, konstrukcijas blīvējums logu ailā, telpas ventilācija, konstrukcijas stiklojums. Pareiza stikla izmantošana ļauj saglabāt siltumu ziemā, bet vasarā telpai neļauj pārkarst. Stikloto konstrukciju energoefektivitāti ietekmē klimatiskie apstākļi. Klimatiskos apstākļus var iedalīt ārējos jeb makroklimatiskajos apstākļos un iekšējos jeb mikroklimatiskajos apstākļos. Rodas jautājums, kā izvēlēties pareizo stikloto konstrukciju un kādai stiklotai konstrukcijas kvalitātei ir jābūt, lai iegūtu vislielāko energoefektivitāti.

Pētījuma mērķis ir izpētīt un aprakstīt klimatiskos apstākļus, kas ietekmē stiklotās konstrukcijas energoefektivitāti, stikla paketes siltumcaurlaidības koeficienta svārstības atkarībā no klimatiskajiem apstākļiem, monitoringa mērījumu rezultātā novērtēt sakarību starp klimata iedarbību uz stiklotās konstrukcijas energoefektivitātes īpašībām.

Pētījumā ir salīdzinātas divkāršās stikla paketes 4-16-4 ar dažādiem stikla emisijas pārklājumiem, dažādu starpstikla aizpildījumu un dažādiem siltumcaurlaidības koeficientiem U_g , W/m^2K .

Tika salīdzinātas divas dažādas telpas ar dažādiem iekšējiem klimata apstākļiem, bet ārējie klimatiskie apstākļi aptuveni bija vienādi.

Pirmā telpa, kur tiek mērīta stikla paketes siltumcaurlaidība ir dzīvojamā istaba, studijas tipa dzīvoklis, kur guļamistaba un virtuve ir vienā telpā. Telpā ir piespiedu ventilācija, telpas gaisa mitrums ir normas robežās 56,26 % rF.

Otra telpa ir tikko rekonstruēta un tuvākajā laikā šajās telpās ārstēsies bērni. Telpas klimats ir nemainīgs, visa eksperimenta laikā telpā neviens neiegāja un nerādīja blakus efektus vai defektus, kas varētu ietekmēt rezultāta precizitāti. Telpā ir ierīkota ventilācija, kas automātiski regulē svaigā gaisa pieplūdi. Gaisa mitrums zemāks zem pieļaujamās normas 22.35% rF.

Eksperimentā tika izmantotas divas mērīšanas ierīces. Pirmā mērīšanas ierīce - AHLBORN AMR control Ver. 5.11.0.20-2007.10.02, otra ierīce TESTO 175-H2 20112627.

Iegūtie mērījumi tika automātiski saglabāti ik pēc 10 sekundēm, pirmajā telpā tika apkopoti rezultāti 2012.12.08;16:53:18 līdz 2012.12.11; 20:14:40, mērījumu skaits 27130. Otrajā telpā tika apkopoti rezultāti 2012.12.13; 17:44:33 līdz 2012.12.21; 7:46:53 mērījumu skaits 65535.

Iegūtie rezultāti ir nevienmērīgi. Veicu apkopoto rezultātu atlases dispersiju, vidējo kvadrātisko novirzi, lai pārbaudītu normāla sadalījuma hipotēzi, kā arī bija nepieciešams salīdzināt atlases asimetrijas un ekscesa rādītājus ar to vidējo kvadrātisko kļūdu.

Stiklojuma siltumvadāmības koeficienta mērījuma rezultāti uzrādīja diennakts laikā augstāku siltumvadāmības koeficientu nekā naktī. Dienas saulainākajā laikā tas palielinājās par 13%-20%. Kad saules enerģija palielinājās, iekšējās telpas temperatūra pieauga, līdz ar to pieauga telpas gaisa mitrums. Saules enerģijas iespaidā stikla siltumvadāmība palielinājās.

Temperatūras mērījumu rezultāti dažādos mikroklimatiskajos apstākļos norāda uz nepieciešamību nodrošināt iedzīvotājiem iespēju mainīt iekštelpu gaisa temperatūru, un līdz ar to arī siltumenerģijas patēriņu apsildei, atbilstoši finansiālajām iespējām un individuālajām komforta prasībām.

DZELZSBETONA IELIEKAMO DETAĻU APRĒĶINS UN TIPVEIDA VARIANTU IZSTRĀDE

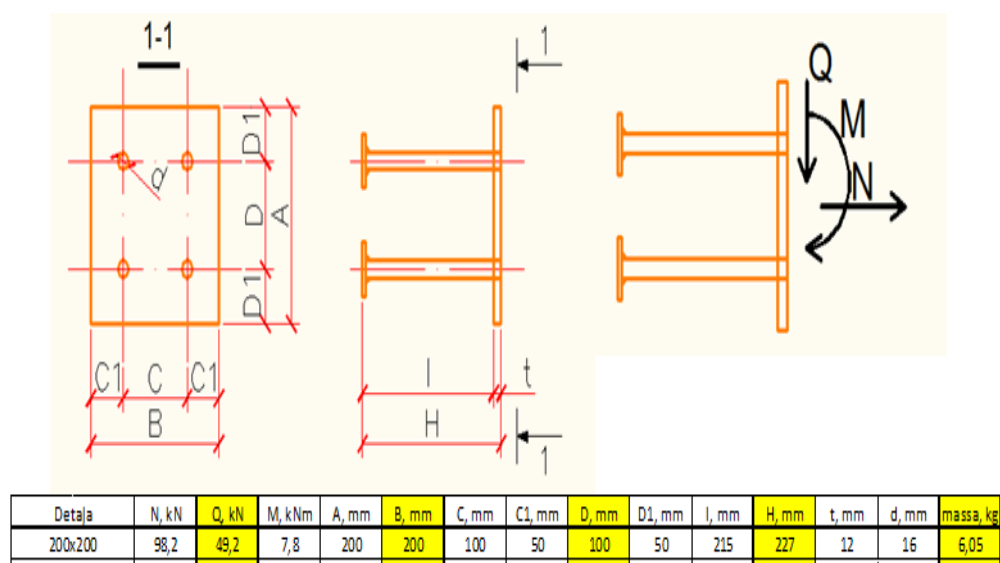
Dzelzsbetona ieliekamās detaļas ir populārākais betona un metāla elementu savienošanas veids. Tomēr katram savienojumam veidot sava veida ieliekamo detaļu ir darbietilpīgi, tāpēc, aizstājot tās ar tipveida elementiem, iespējams ietaupīt laiku, kā arī uzlabot detaļas kvalitāti. Darbā tiek apskatīta ieliekamo detaļu aprēķina metodika un, balstoties uz to, izstrādāti tipveida risinājumi.

Darbā tiek apskatīts detaļu aprēķins pēc SNiP 2.03.01-84* un EN1992, EN1993, EN1994. Aprēķins tika veikts, neņemot vērā betona elementa stiegrojumu. Veicot aprēķinu, tiek pieņemti maksimāli vienādi materiāli un apstākļi, lai rezultātus būtu iespējams aptuveni salīdzināt (salīdzinājums, iespējams, tikai aptuvenus, jo atšķirības aprēķinā un pieņēmumos neļauj rezultātus vērtēt kā vienādus). Iegūtie rezultāti atšķiras par 3-5% (darbā uzrādītajam piemēram pēc SNiP maksimālais atraujošais spēks vienāds ar 98,2kN, bet pēc EN normām 94,5kN).

Aprēķina rezultāti pārbaudīti ar programmu ANSYS 12.0, kurā tiek veidots ieliekamās detaļas un betona elementa vienkāršots modelis. Laika taupīšanas nolūkā modelis tiek veidots pusei no detaļas, jo programma pieļauj šādu pieeju, un tas neietekmē rezultātu, tomēr ievērojami saīsina aprēķina veikšanas ilgumu. Iegūtais rezultāts, salīdzinot ar aprēķina rezultātiem, pieļauj slodzes palielināšanu par 5-8% (attiecīgi pēc SNiP un EN) normām.

Tipveida elementu izstrāde ir saistīta ar lielu aprēķinu daudzumu, kuru ātrākai veikšanai izstrādāta programma uz MS Excel bāzes. Konkrēta programma sevī ietver arī paskaidrojošas shēmas un visus nepieciešamos koeficientus, kas vajadzīgi aprēķina veikšanai. Aprēķinā iespējams noteikt maksimālo asspēka, šķērsspēka un momenta vērtību, kā arī jebkuru to kombināciju. Tāpat iespējams papildus ievērtēt ekscentritātes ietekmi uz detaļas nestspēju.

Aprēķinātie varianti apkopoti tabulā, kurā norādītas maksimālās slodzes vērtības, detaļas ģeometriskie izmēri un detaļas svars. Tabulai pievienoti paskaidrojošie attēli, kuros atzīmētas tabulās esošās vērtības.



Att. Ieliekamo detaļu tabulas paraugs.

GAISCAURLAIDĪBAS IETEKMES IZPĒTE UZ TELPAS MIKROKLIMATU

Pēdējos gadus Latvijā ir aktuāla esošo ēku energoefektivitātes paaugstināšana gan daudzstāvu dzīvojamajām ēkām, gan arī mazstāvu dzīvojamām mājām. Viens no soļiem augstākas ēkas energoefektivitātes panākšanā ir iespēju robežās padarīt gaisu necaurlaidīgu ēkas ārējo norobežojošo konstrukciju, piemēram, nomainot vecos koka logus pret hermētiski noslēdzamiem plastmasas logiem; aizdarot norobežojošās konstrukcijās esošās nevajadzīgās spraugas, caurumus, plaisas u.tml. Šādā veidā, tiecoties sasniegt zemāku siltumenerģijas patēriņu, bieži vien tiek aizmirsts par telpu mikroklimatu, kam ir būtiska nozīme cilvēka komforta un veselības stāvokļa saglabāšanā.

Šajā darbā sniegtā informācija varētu būt aktuāla galvenokārt būvniecības nozares un ēku apsaimniekošanas speciālistiem, kas ir iesaistīti ēku energoefektivitātes paaugstināšanas pasākumos, un arī tiem, kas ir iesaistīti jebkuru citu jaunu vai rekonstruējamu ēku projektēšanā un būvniecībā.

Darba mērķis ir noskaidrot, cik lielu iespaidu uz telpas mikroklimata faktoriem atstāj telpas norobežojošo konstrukciju gaiscaurlaidība, modelējot iespējamās scenārijus skaitliskās šķidrumu dinamikas (CDF) programmā.

Izvirzītā mērķa sasniegšanai paveiktie uzdevumi: 1) ir apkopota saistošā teorētiskā informācija par telpu mikroklimatu, gaiscaurlaidību un to savstarpējo ietekmi; 2) ir veikta termogrāfija un temperatūras mērījumi trīs mazstāvu dzīvojamajās mājās (privātmājās), lai atrastu iespējamās gaisa noplūdes vietas, tā lai iegūtos rezultātus varētu izmantot tālākajā analīzē un telpas matemātiskā modeļa izstrādē; 3) ir analītiski izpētīti mikroklimata parametri telpā atkarībā no telpas gaiscaurlaidības pakāpes. Analīze tika veikta, izmantojot galīgo elementu skaitliskās šķidrumu dinamikas (angl. *Computational Fluid Dynamics*) datorprogrammu, šajā gadījumā Autodesk Simulation CFD 2013.

Šajā darbā tiek veikta vienas telpas, nevis dzīvokļa vai ēkas mikroklimata analīze sakarā ar ierobežoto skaitļošanas resursu jaudu, kā arī sakarā ar to, ka iegūtos rezultātus no vienas telpas ir vieglāk analizēt un tie rada pietiekamu priekšstatu par telpā notiekošajiem procesiem. Tiek pieņemts, ka telpā netiek nodrošināta mehāniskā ventilācija.

Telpas mikroklimata analīze tiek veikta, pieņemot, ka sākotnēji telpa ir hermētiski noslēgta. Analīzes laikā tiek secīgi palielināta telpas gaiscaurlaidības pakāpe no $q_{50}=0 - 4,0 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$. Analīze nosacīti tiek iedalīta divos iespējamās scenārijos: a) gadījumā, ja tiek palielināta telpas gaiscaurlaidības pakāpe pie nosacījuma, ka telpas sildķermeņa jauda ir ierobežota; b) gadījumā, ja tiek palielināta telpas gaiscaurlaidības pakāpe pie nosacījuma, ka telpas sildķermenis ir spējīgs nodrošināt telpā konstanti nemainīgu 22°C gaisa temperatūru.

Pirmā scenārija gadījumā, tika noskaidrots, ka telpas temperatūra būtiski krītas (sildķermeņa nepietiekamās jaudas dēļ), kas savukārt noveda arī pie telpas virsmu temperatūras samazināšanās un relatīvā gaisa mitruma pieauguma. Šajā scenārijā cilvēkam patīkamu mikroklimatu nebija iespējams panākt ne pie vienas gaiscaurlaidības pakāpes vai nu pārāk augsta relatīvā gaisa mitruma vai pārāk zemas gaisa un virsmu temperatūras dēļ. Šis secinājums ir spēkā, ja netiek palielināta telpas iemītnieku fiziskā aktivitāte un/vai to apģērba daudzums.

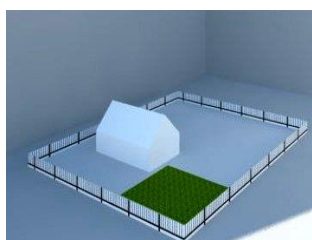
Otrā scenārija gadījumā, ja sildķermenis ir spējīgs nodrošināt telpā konstantu gaisa temperatūru, pieaugot telpas gaiscaurlaidībai, cilvēkam pieņemamu mikroklimatu ir iespējams nodrošināt sākot no gaiscaurlaidības pakāpes $q_{50}=3,0 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$, pie kuras relatīvais gaisa mitrums bija jau 70%. Zīmīgi ir tas, ka šī telpas gaiscaurlaidības pakāpe ir LBN 002-01 "Ēku norobežojošo konstrukciju siltumtehnika" noteiktā robežvērtība.

L. Balode, S. Treija (zinātniskā vadītāja)

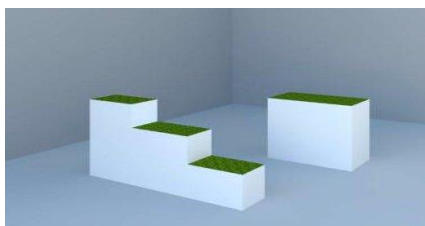
URBĀNĀ LAUKSAIMNIECĪBA KĀ NOZĪMĪGS PILSĒTVIDI HARMONIZĒJOŠS ELEMENTS

Mūsdienu pilsētā iedzīvotājiem nākas saskarties ar dažādām problēmām, kas rada disharmoniju. Cilvēki vēlas dzīvot tīrā un sakoptā vidē, tādēļ tiek meklēti risinājumi, kā uzlabot esošo situāciju. Lietojot ilgtspējības principus, pilsētplānotāji tiecas pilsētvidi padarīt draudzīgāku tās iedzīvotājiem. Viens no paņēmieniem, kā īstenot ilgtspējības principus, ir integrēt pilsētvidē zaļās zonas, piemēram, attīstot urbāno lauksaimniecību, kas uzlabotu gan ekoloģisko situāciju pilsētā, gan veicinātu ekonomisko attīstību. Zaļās zonas pilda rekreācijas un saskarsmes veicināšanas funkcijas, tās nodrošina pilsētvides estētisko kvalitāti un uzlabo telpisko struktūru. Ir sastopamas dažādas urbānās lauksaimniecības izpausmes struktūras, ar kurām ir iespējams uzlabot vides kvalitāti. Rīgā visbiežāk ir sastopamas pilsētvidē ietvertas ģimenes dārziņu teritorijas. Rīgā ir daudz zonu, kas ir nekoptas, aizaugušas un degradē pilsētas vizuālo tēlu. Pētījuma mērķis ir noskaidrot urbānās lauksaimniecības nozīmi pilsētvides attīstībā un definēt potenciālās iespējas Rīgas pilsētvidē.

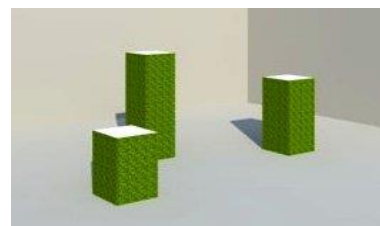
Darba 1. nodaļā analizēta urbānās lauksaimniecības nepieciešamība, definējot galvenos tās pamatprincipus, kā arī šajā nodaļā tiek apskatīta urbānās lauksaimniecības attīstība dažādos laika posmos un valstīs. 2. nodaļā tiek klasificēti urbānās lauksaimniecības telpiskās izpausmes veidi (1.-3. att.), kā arī analizēti urbānās lauksaimniecības īstenošanas principi Latvijā, pasaulē un dzīvojamās vides attīstības priekšlikumā Manheimā (4.-5. att.).



1. att. Piemājas dārzs.



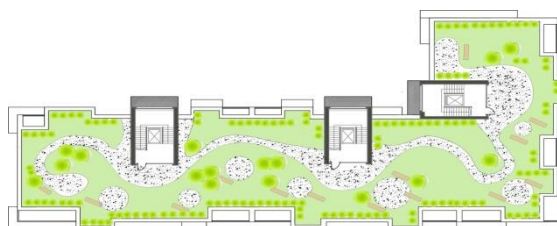
2. att. Jumta dārzi.



3. att. Vertikālās saimniecības.



4. att. Ģenerālplāna shēma.



5. att. Jumta dārza plāna shēma.

3. nodaļā tiek apskatīta Rīgas ģimenes dārziņu attīstība 20.-21.gs. un to perspektīvās tendences pilsētu plānošanā, kā arī apkopoti aptaujas rezultāti par Rīgas ģimenes dārziņu teritoriju izmantošanas aspektiem un attīstības perspektīvām Rīgas teritorijā.

Secināts, ka zaļās zonas ir būtisks pilsētplānošanas pamatelements, un pasaules piemēri liecina, ka ir iespējams veiksmīgi integrēt urbāno lauksaimniecību pilsētas struktūrā, izmantojot dažādus telpiskās kompozīcijas risinājumus. Attīstot urbāno lauksaimniecību, tiek sekmēta pilsētu degradēto vietu revitalizācija. Rīgas pilsētvidē urbānās lauksaimniecības elementiem ir potenciāls.

VĒSTURISKO ĒKU LAIKMETĪGIE PAPLAŠINĀJUMI RĪGĀ

Arhitektu un pilsētplānotāju uzdevums – sabiedrības interesēs ne tikai nepazaudēt un nemazināt mantotās vērtības, kas bieži ir unikālas aizgājušo laikmetu identitātes liecības, tagadnē un nākotnē, bet arī saglabāt un nostiprināt laikmeta raksturīgo tēlu ar jauniem elementiem. Rīgā atrodams pavisam neliels skaits laikmetīgu paplašinājumu vēsturiskām ēkām, jo nelielajā Rīgas vēsturiskās apbūves telpā nav daudz drosmīgo, kas riskē ar laikmetīgu intervenci, nevēloties zaudēt vietas vēsturisko autentiskumu. Jaunu paplašinājumu veidošanu kavē teorētisko padomu trūkums vecās un jaunās arhitektūras harmoniskai koeksistencei. Lai arī vēsturisko ēku paplašināšanas estētiskās nostādnes ir nodarbinājušas cilvēku prātus kopš 18. gs., problēmas izziņa ir salīdzinoši svaiga.

Jaunu telpu, funkcionāli savienotu ar vēsturisko ēku, apzīmēšanai nereti lieto terminu “piebūves”. Ar tā jēdzienisko saturu saprotami telpiski ķermeņi, kas “piekļaujas” vēsturiskās ēkas apjomam, galvenokārt virszemes līmenī. Tomēr vairāk pamatota ir daudzveidīgu telpisku risinājumu apzīmējoša termina “paplašinājums” lietošana. Vēsturisko ēku paplašinājums, kā viens no vēsturiskā mantojuma un laikmetīgās intervences koeksistences modeļiem, konceptuāli apdraud vēsturiskā līdzsvara izjaukšanu, kas būtu pretrunā ar sabiedrības interesēm. Tāpēc būtiski rast pamatnostādnes, kas sekmētu harmonisku vecā un jaunā līdzāspastāvēšanu, veicinot arhitektoniskās vides estētisko kvalitāti.

Ir iespējams daudzveidīgs paplašinājumu arhitektoniskais risinājums, sākot no sajūgtiem apjomiem zemes līmenī līdz jumta un pazemes izbūvēm. Pētījumā iekļauti trīs vēsturisku ēku paplašinājumu piemēri, kas sastopami Rīgā. Tika izvēlēti tādi nami, kas ir vizuāli aktīvi publiskā telpā un kuru dizains ir saistīts ar sabiedrības viedokļa definēšanu. Tās ir sabiedriskās ēkas Rīgas vēsturiskajā centrā: Latvijas Nacionālā opera, Latvijas Mākslas akadēmija un Pfāba jeb Benjamiņu nams.

Analizētajiem objektiem tiek pētīta vēsturiskā apjoma un laikmetīgā paplašinājuma savstarpēja līdzāspastāvēšana, vizuāli novērtējot to apjoma un masas, materiālu, kā arī fasāžu artikulācijas saderību. No iegūtajiem novērojumiem tiek secināta stratēģija jaunās un vecās daļas savienošanā. Noslēdzot katra objekta analīzi, veidots rezumējums par paplašinājuma telpiskajām un arhitektoniskajām kvalitātēm, kas sekmē vai, gluži pretēji, apgrūtina harmonisku vēsturiskā mantojuma un laikmetīgās arhitektūras līdzāspastāvēšanu. Kopējas rekomendācijas paplašinājuma arhitektoniskā tēla izveidē apkopotas pētījuma noslēgumā.

Laikmetīgās arhitektūras paplašinājumam jābūt vizuāli nošķiramam no vēsturiskās ēkas, taču reizē tam jābūt estētiski saderīgam ar vēsturisko mantojumu, lai saglabātu un veicinātu tā kultūrvēsturisko identitāti. Pētījumā ir rasti vairāki paņēmieni, kas efektīvi atdala jauno no vecā, vienlaikus respektējot vēsturiskās arhitektūras kvalitātes un dibinot saskaņu. Efektīvs paņemiens ir telpiska paplašinājuma un vēsturiskās ēkas nošķiršana vietā, kur abas ēkas savienotas. Nav ieteicams vēsturisko stilu detaļu un elementu atkārtojums mūsdienu paplašinājuma fasādē, ja vien netiek veidota precīza vēsturiskās ēkas imitācija. Vēsturiskajiem stiliem raksturīgi kompozīcijas paņēmieni, piemēram, logu ritmiska atkārtošana, negarantē harmonisku vecā un jaunā saskaņu. Lai respektētu vēsturiskās apbūves ritmu, mūsdienu ēkā var tikt izmantots askētisks un vienkāršs dizains bez konkrēta ritma fasāžu artikulācijā. Turpretī pašmērķīgs ritma atkārtojums var veicināt konkurējošu raksturu starp jauno un veco.

Pētījumā sniegtie norādījumi būs papildinoši tam informācijas klāstam, kas saistīts ar tehnisko zināšanu nodrošināšanu arhitektūras un būvniecības jomas speciālistiem, kuru profesionāla darbība saistās ar vēsturisko mantojumu.

INFORMĀCIJAS IZMANTOŠANA ILGTSPĒJĪGAS PILSĒTVIDES RADĪŠANAI

Projektējot un izstrādājot liela mēroga ilglaicīgus projektus, kuri tendēti uz nākotni uzlabojošu vides organizēšanu, ir svarīgi izvēlēties pareizos gala risinājumu lēmumus, kuri spētu izpildīt iecerētos mērķus. Ilgtspējīgi risinājumi ļauj funkcionēt radītajām vērtībām vairāku paaudžu garumā, kas ir svarīgi mūsdienu ekonomiski sarežģītajos laikos. Ir sen pierādīts, ka veiksmīgai mērķu īstenošanai pamatā ir liels iepriekšējās informācijas izpētes darbs. Mūsdienu informācijas laikmetā informācijas iegūšana notiek arvien straujāk un efektīvāk, kā arī viena veida informācijas rezultāti spēj kalpot dažādās nozarēs.

Darbā tiek pētītas iespējas dažādi apkopot un analizēt vidi un darbību raksturojošu informāciju, lai iegūtu secinājumus, kuri spētu prognozēt un piedāvāt efektīvākas rīcības iespējas lielu organizatorisku darbību veikšanai.

Darba mērķis ir noskaidrot, kā izmantot un apstrādāt dažāda veida vispārpieejamu informāciju un veidus, kā liela apjoma datu daudzumu parādīt cilvēkam viegli uztveramā un analizējamā veidā, lai varētu pieņemt lēmumus pilsētplānošanas un attīstības jomā. Noskaidrot, kādas ir iespējas izstrādāt pēc noteikumiem definētas pilsētu teritorijas, kuras iespējams kontrolēt, lai izstrādātu pilsētu attīstības projektus dažādiem gadījumiem.

Darba rezultātā ir apkopota informācija par pašlaik aktuāli izmantojamajām metodēm un rīkiem, ar kuriem veikt datu organizāciju un vizualizēšanu.

Konkrēti, tiek apskatītas metodes par ilgtspējīgas pilsētvides izveidošanas priekšnosacījumiem. Izpētīti paņēmieni, kā organizēt publiskās apspriedes un darba grupas, kurās ar teritoriju saistītie cilvēki paši spēj izvēlēties alternatīvus attīstības mērķus. Ar kādiem paņēmieniem racionāli apstrādāt iegūstamu GIS informāciju. Kādus modernus

datorsimulācijas paņēmienus izmantot, lai vizualizētu datus un prognozētu nākotnes attīstības tendences. Parametriskas trīsdimensionālas pilsētvides izstrāde uz GIS bāzes, lai veidotu elastīgu pilsētas modeli vizualizēšanai un informatīvai analīzei.

Simulācijas lielākais pozitīvais rādītājs ir spēja paredzēt un novērst nevēlamu lēmumu pieņemšanu un realizēšanu realitātē, kas var negatīvi atspoguļoties finansiālā, materiālā vai ieguldītā laika veidā. Simulācijas analīze spēj norādīt uz esošās pilsētvides problēmām un to iespējamiem risinājumiem.

Simulācijas un datu apstrādes programmas var iedalīt pēc rīcības iespējām, izvēloties risinājumus gan no profesionāliem analīzes rīkiem, kuri garantē uzticamus rezultātus, gan brīvi pieejamiem, kuru atvērtā uzbūve ļauj tos pielāgot dažādām vajadzībām.

Pētnieciskā darba ietvaros tika pārbaudītas iespējas, vai ikviens cilvēks var iegūt kvalitatīvu informāciju, kuru var izmantot tālākā datu apstrādē, lai izstrādātu analītisku pilsētplānošanas materiālu. Rezultātā noskaidrojās, ka bez pieejas profesionālām informācijas datu bāzēm, pašlaik cilvēkiem ir ierobežotas iespējas iegūt noderīgus rezultātus, tomēr brīvi pieejamie resursi sniedz plašu starptautisku informāciju.

Šis pētījums ir kā ievaddarbs, lai padziļināti pētītu un strukturētu iespējas, kā dažādos gadījumos efektīvāk iegūt precīzus rīcības plāna un izvēli pamatojošus rezultātus.

Pētījumā ir informācija par sociālajām norisēm, dabas uzbūvi un tās resursiem, transporta struktūrām, pilsētplānošanas iespējām, ilgtspējību nodrošinošiem faktoriem.

ENERGOEFEKTĪVAS ĒKAS ILGTSPĒJĪGAS ARHITEKTŪRAS KONTEKSTĀ

21. gadsimta sabiedrība aizvien vairāk uzmanības pievērš dzīves un apkārtējās vides kvalitātei. Tiek ieviesta atkritumu šķirošanas prakse, lai veicinātu to otrreizēju izmantošanu un CO₂ emisiju samazināšanu. Tiek izgudroti visdažādākie cilvēka un tā darbības ietekmes uz vidi vērtēšanas mehānismi, tādi ka Ekoloģiskā pēda un Oglekļa pēda, kā arī ēku dzīves cikla vērtēšanas sistēma, kas palīdz jau no projektēšanas stadijas paredzēt, kāda būs topošās ēkas ietekme uz vidi.

Cilvēki cenšas pakāpeniski samazināt savu un savas ēkas negatīvo ietekmi uz apkārtējo vidi. Šo iemeslu dēļ ir izveidotas vairākas ēku ilgtspējas vērtēšanas sistēmas, tādas kā amerikāņu *LEED*, angļu *BREEAM* u.c., kas, balstoties uz ilgtspējības principiem, palīdz noteikt ēkas videi draudzīguma pakāpi, līdz ar to apliecinot ēkas iedzīvotājiem vai lietotājiem, ka tie nekaitē apkārtējai videi un atrodas ēkā ar veselīgu mikroklimatu.

Līdz ar zemes resursu taupīšanu un apziņu par ēkas ekspluatācijas siltumnīcas efekta izraisīto gāzu lielo izdales daudzumu, tika izveidoti dažādi energoefektīvo ēku modeļi, kas piedāvā ēkas siltumenerģijas patēriņu un CO₂ emisiju samazināšanu un, bieži izmantojot atjaunojamo enerģiju, taupa planētas resursus.

Pastāv dažādi energoefektīvu ēku modeļi, kas savā starpā tiek salīdzināti pārsvarā pēc patērētās īpatnējās siltumenerģijas vai CO₂ izmešu daudzuma. Ja ir uzbūvēta energoefektīva ēka, kas atbilst vienam vai otram modelim, tas ne vienmēr nozīmē, ka projektēšanas un būvniecības laikā tika ņemti vērā visi ilgtspējīgas arhitektūras principi un kritēriji. Šo ēku modeļos tiecās panākt vislielāko energoefektivitāti, dažreiz aizmirstot par citiem ilgtspējības principiem.

Vidējā Latvijas tradicionālā dzīvojamā māja patērē 100-150 kW/hm² siltumenerģijas gadā, renovējot esošās mājas, var sasniegt šī cipara samazinājumu, bet, ceļot ēku no jauna, baltoties uz kādu energoefektīvo ēku koncepciju, var sasniegt vēl mazākus skaitļus.

Pētījuma mērķis ir noteikt energoefektīvo ēku principu atbilstību ilgtspējīgu ēku starptautisko novērtēšanas sistēmu kritērijiem un normatīvo aktu prasībām, izvērtējot šo ēku modeļus atbilstoši ilgtspējības kritērijiem un saiknei ar dabu.

Darba rezultātā tika izstrādāta energoefektīvo ēku klasifikācija pēc atbilstības ilgtspējības principiem un energoefektīvo ēku gradācija pēc to saiknes ar dabu.

Secināts, ka mūsdienu ilgtspējīgas arhitektūras kritēriji ir cieši saistīti ar ēku ilgtspējas vērtējošo sistēmu kritērijiem. Darba ietvaros tika veikts *LEED*, *BREEAM* un *DGNB* sistēmu salīdzinājums. Ilgtspējības kritērijiem visvairāk atbilst angļu vērtējuma sistēma *BREEAM*, kas ir vērsta uz ilgtspējīgu plānošanu, lielāks uzsvars tiek likts uz enerģiju, veselību, piesārņojumu un ekoloģiju.

Definējot ilgtspējības kritērijus un salīdzinot energoefektīvo ēku modeļus pēc atbilstības tiem, tika izveidota šāda klasifikācija dilstošā secībā: Plus enerģija māja, Zema enerģijas patēriņa māja, Nulle enerģijas patēriņa māja un pasīvā māja.

Neviens energoefektīvas mājas modelis pilnībā neatbilst visiem ilgtspējības kritērijiem, piemēram, pasīvās mājas modelis ir vērsts uz visaugstākās energoefektivitātes panākšanu, kas ir 15 kWh/m² siltumenerģijas patēriņa gadā un kompakta būvformas izveide. Ja šim ēkas modelim pievieno *BREEAM* sistēmas ilgtspējības kritērijiem atbilstošas kvalitātes, var iegūt videi draudzīgu un ilgtspējīgu māju, bet arhitektoniski mazāk pievilcīgu, nekā aktīvās mājas modelis obligātās prasības dēļ, par ziemeļu fasādes logu samazināšanu un dienvidu logu lieluma ierobežojumu.

ARHITEKTŪRAS PROJEKTĒŠANAS AUTOMATIZĀCIJAS ATTĪSTĪBA. PRIEKŠNOTEIKUMI UN DEFINĪCIJA

Kopš 20. gadsimta sākuma arhitektūras projektēšanā vērojama projektēšanas procesu automatizācija, un šai automatizācijai ir tendence pastāvīgi pieaugt. Projektēšanas automatizācija attīstījusies lēcienveidīgi, un katrs jauns posms bija saistīts ar atbilstošu revolūciju zinātnē un tehnoloģijā. Pētījuma **mērķis** – dot arhitektūras autoprojektēšanas definīciju. Par pētījuma **uzdevumiem** izvirzīti arhitektūras projektēšanas automatizācijas attīstības konstatācija un šī procesa vēsturisko, sociālo, ekonomisko un citu priekšnosacījumu analīze, kā arī tālākās attīstības prognoze ar jauna jēdziena ieviešanu arhitektūras valodā.

Pirmā automatizācijas pakāpe tika sasniegta, izstrādājot tipveida ēku projektus un izmantojot jaunu būvmateriālu (dzelzsbetona) un tehnoloģiju (prefabricētu ēku elementu un būvdetaļu ražošana). Tas ļāva atrisināt tobrīd aktuālas sociālās problēmas. 20. gadsimta sākumā liela pilsētu iedzīvotāju daļa, galvenokārt strādnieki, dzīvoja graustos un barakās, nereti antisanitāros apstākļos. Risinājums tika atrasts tipizācijas (sērijveida ēku projektēšanas), standartizācijas (lētu unificētu mezglu un detaļu masveida ražošanas) un industrializācijas (ēku masveida ražošanas) veidā. Tipveida projektēšana ļāva vairākas reizes samazināt izmaksas un būtiski paātrināt projektēšanu un būvniecību. Tomēr, neskatoties uz veiksmīgi atrisinātajiem sociāli-ekonomiskajiem uzdevumiem, tipveida projektēšanai bija (un ir) arī trūkumi: tipveida projektiem ir zema adaptivitāte un minimāla sistēmas brīvības pakāpe (projektu pielāgot konkrētai vietai un ievērtēt citas vajadzības var tikai ļoti ierobežotā mērā).

Nākamā automatizācijas pakāpe tika sasniegta ar digitālo revolūciju. Datorizētā projektēšana jeb CAD ļāva veikt rasējumus digitālā veidā. Kļuva iespējams lietot veselu virkni digitāli automatizētas funkcijas, kas daudzas reizes paātrināja projektēšanu, kā arī ļāva jaunā pakāpē organizēt tehnoloģisko saiknes starp projektēšanu un ražošanu. Vēlāk ieviestā BIM sistēma ļāva veikt procesus vienotā BIM modelī, maksimāli automatizējot darbu. Ģeneratīvais dizains – vēl viena automatizācijas iespēja – ļauj automatizēti veidot parametriski definētas un vadāmas formas. Tomēr, pat lietojot visas minētās tehnoloģijas, projekta izstrāde, kaut arī notiek automatizēti, tomēr nenotiek automātiski. Projekta galveno daļu, būtību (ideju, konceptu, funkcionālo formu un apjomu) arhitekts joprojām projektē pats manuālā veidā. Nākamais automatizācijas lēciens būs arhitektūras projektēšanas procesa pilna automatizācija. Automātiskās projektēšanas programma pēc projekta uzdevuma parametru ievadīšanas spēs automātiski izstrādāt atbilstošu gatavu projekta dokumentāciju. Šādas tehnoloģijas parādīšanos sekmē gan IT revolūcija, gan projektēšanas attīstības tendences, gan 2008. gada krīzes diktētie ekonomiskie un sociālie priekšnosacījumi. **Arhitektūras automātiska projektēšana (saīsināti autoprojektēšana)** ir tāda **programmas** darbība, kuras rezultātā tiek automātiski izstrādāts uzdevumam atbilstošs arhitektonisks projekts.

Analizējot arhitektūras projektēšanas automatizācijas procesu, var **secināt**, ka:

- straujš automatizācijas pieaugums saistīts ar objektīviem priekšnosacījumiem;
- jaunam arhitektūras projektēšanas automatizācijas lēcienam ir izveidojušies tehnoloģiskie un ekonomiskie priekšnosacījumi;
- ģeneratīvā dizaina rezultāts ir automātiska formas izveide, nevis arhitektūras projekta automātiska izveide;
- arhitektūras autoprojektēšana (arhitektūras automātiska projektēšana) ir tāda programmas darbība, kuras rezultātā tiek izstrādāts uzdevumam atbilstošs arhitektonisks projekts.

SALMU ĒKU BŪVNICĪBAS ATTĪSTĪBA UN POTENCIĀLS

Salmu ēku būvniecības pirmsākumi meklējami Ziemeļamerikā gandrīz pirms simts gadiem, kad to galvenokārt veicināja ekonomiskie aspekti un ēku būvniecībā pieejamo materiālu ierobežojumi. Cilvēkus Latvijā no salmu ēku būvniecības galvenokārt attur niecīgais informācijas daudzums latviešu valodā, kā arī speciālistu trūkums šajā jomā.

Darba mērķis ir izvērtēt salmu ēku būvniecības potenciālu un attīstību. Darba uzdevumi ir sekojoši: iepazīties ar salmu māju būvniecības vēsturi, izpētīt to projektēšanas, materiālu sagatavošanas un būvniecības specifiku, apzināt esošo salmu māju projektus Latvijā un ārzemēs, kā arī intervēt salmu māju īpašniekus Latvijā.

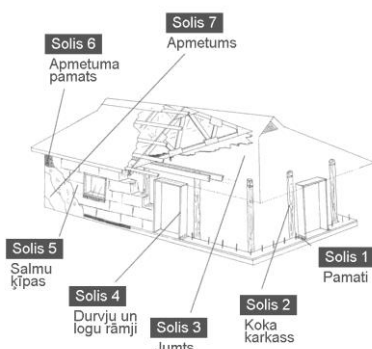
Salmi kā ekoloģisks būvmateriāls atbilst ekoloģiskās būvniecības pamatprincipiem - pēc iespējas lielāks ieguvums ar iespējami mazāku patērēto resursu apjomu un ietekmi uz vidi. Pareizi un kvalitatīvi uzbūvētām salmu ķīpu mājām piemīt teicama siltumizolācija, tās ir ugunsdrošas, nepūst un nepelē, kā arī nepieļauj kukaiņu un grauzēju iemitināšanos.

Salmu ķīpu mājas ir viegli pielāgojamas visdažādākajām arhitektoniskajām izpausmēm, tās var būt tradicionālas taisnstūrveida vai pat apaļas formas, velvētām un arī slīpām apjomu kompozīcijām. Apmetuma kārtā ēkas pamatam ir obligāta, jo tā pasargās salmu ēku no visiem iepriekšminētajiem faktoriem. Salmu mājas būvniecība prasa īpašu pieeju arī pamatu, vainagjoslas, logu, durvju, komunikāciju un, protams, jumta konstrukcijas izveidei (1.att).

Salmu ēku būvniecībā izšķir divu veidu nesošo sienu veidus:

- Pašnesošās sienas, kas uzņem jumta slodzi (Nebraskas tehnika);
- Nesošās sienas, kas sastāv no koka karkasa, kas pildīts ar salmu ķīpām.

Var secināt, ka pēdējos gados salmi kā celtniecības materiāls mūsdienīgas arhitektūras kontekstā Eiropā un visā pasaulē izplatās arvien straujāk. Latvijā šāda būvniecība ir reta un ekstravaganta vārda vislabākajā nozīmē, šeit salmu mājas potenciāls ir ļoti liels, gan vietējo materiālu ieguves, gan ekonomiskā stāvokļa dēļ. Intervējot salmu māju īpašniekus Latvijā, (2.att.) tika noskaidroti gan teorētiski, gan praktiski jautājumi saistībā ar salmu ēku būvniecību. Esošie projekti apliecina, ka salmu ēkas var būvēt dažādās klimatiskajās zonās, pielāgojot ēku funkcijas un izmērus konkrētajām vajadzībām. Tas pierāda, ka šī ir mūsdienīga, ilgtspējīga, perspektīva un diezgan lēta alternatīva tradicionālajai būvniecībai. Pašlaik šis darbs ir vienīgā latviešu valodā apkopotā informācija par salmu ēkas būvniecības un projektēšanas pamatprincipiem.



1.att. Salmu mājas celtniecības posmi.



2.att. Salmu māja „Jaunsaulieši”,
Jaunraunas pagasts.