

Gaisa temperatūras ietekme uz darba produktivitāti birojā

Edgars Kirilovs, *Riga Technical University*, Juris Emsiņš, *Riga Technical University*,

Kopsavilkums. Iekštelpu temperatūra ir viena no fundamentālajām īpašībām, kas raksturo iekštelpu vidi. To iespējams kontrolēt ar dažādām metodēm atkarībā no ēkas un kondicionēšanas sistēmas. Iekštelpu temperatūra ietekmē cilvēka pašsajūtu, tai skaitā termālo komfortu, gaisa kvalitāti, tā saucamos ēku slimību simptomus un darba kvalitāti. Šajā darbā lielākā nozīme pievērsta tieši temperatūras ietekmei uz cilvēka darba efektivitāti. Analizējot dažādu literatūru par gaisa temperatūras ietekmi uz cilvēka darba efektivitāti, iegūtie rezultāti ir līdzīgi un salīdzināmi, kas vidēji parāda 2% darba efektivitātes kritumu attiecībā pret 1 grādu (pēc Celsija), kad temperatūra ir virs 25°C. Krietni mazāk informācijas pieejama par darba efektivitātes izmaiņām pie zemākām temperatūrām. Tomēr ir pieejama informācija par to, ka strauji samazinās darba spējas manuāliem darbiem, kad pazeminās gaisa temperatūra zem neitrālās temperatūras, un tas saistīts ar asinsrites palēnināšanos. Salīdzinot darba efektivitātes samazināšanos pie paaugstinātām gaisa temperatūrām ar izmaksām, kādas ir birojos nakts laikā gaisa dzesēšanas iekārtu darbīšanai, darba efektivitātes paaugstināšanās atvēsinātā gaisā ir augstāka, nekā dzesēšanas iekārtu izmaksas nakts laikā.

Atslēgas vārdi: Produktivitāte, temperatūra, birojs, SBS symptom (sick building syndrom symptom)- ēku slimību sindroma simptomi

IEVADS

Daudzās komerciālās ēkās gaisa temperatūra netiek pietiekoši kontrolēta nepietiekošas dzesēšanas vai sildīšanas kapacitātes dēļ, augstu iekšējo vai ārējo krāpumu dēļ, lielu termālo zonu, kā arī nepareizas temperatūras kontroles sistēmas izvietojuma un citu iemeslu dēļ. Termālā kondīcija telpās mainās ļoti būtiski atkarībā no ārējās temperatūras izmaiņām. Plaši ir pētīta temperatūras ietekme uz darbinieka komfortu, savukārt temperatūras ietekme uz darba efektivitāti ir salīdzinoši maz pētīta. Piemēram, ASV ir izpētīts, ka 50% no darbiniekiem vēlētos citu temperatūru darba vietā, 38% darbinieku bija neapmierināti ar gaisa temperatūru ziemas laikā un 50% bija neapmierināti ar gaisa temperatūru vasaras laikā, kad

temperatūra darba vietā bijusi ārpus komforta zonas. Citā pētījumā noskaidrots, ka vismaz 77% darbiniekiem ir sūdzības par gaisa temperatūru vasaras vai ziemas laikā (pārāk auksts vai pārāk karsts). Tika pierādīts, ka sūdzību skaits ir saistīts ar telpas vidējo gaisa temperatūru un novirzēm no pieņemamās gaisa temperatūras. Tiek iegūti arvien vairāk pierādījumu tam, ka iekštelpu gaisa temperatūra ietekmē ne tikai darba efektivitāti, bet arī darbinieka veselības stāvokli. Ēku inženieru galvenā rūpe ir veselīgas, kā arī pieņemamas darba vides radīšana. Potenciālais veselības un darba efektivitātes ieguvums gan vēl nav izteikts naudas vienībā kā ieguvums. Tomēr ir noskaidrots, ka, ja izvērtētu veselības izmaksas, kas radušās nepiemērotas darba vietas temperatūras dēļ, tās būtu zemākas, nekā, lai nodrošinātu optimālus darba apstākļus. Ir skaidrs, ka nepieciešams izveidot modeli, kur būtu iespējams iekļaut gan izmaksas, gan ieguvumus no darba vides uzlabošanas, kas saistīts tieši ar darba vietas temperatūras uzturēšanu. [2]

TERMĀLAIS KOMFORTS

Nodrošināts termālais komforts nozīmē, ka persona, valkājot normālu apģērbu, jūtas ne pārāk auksti, ne pārāk silti. Termiskais komforts ir svarīgs gan labklājībai, gan produktivitātei. To var panākt tikai tad, ja gaisa temperatūra, mitrums un gaisa kustības atrodas noteiktā diapazonā, ko bieži dēvē par "komforta zonu".

Tomēr temperatūras iestatījumi un vēlmes var ievērojami atšķirties starp indivīdiem, un nav neviena tāda temperatūra, kas var apmierināt ikvienu. Tomēr, ja ēkā ir pārāk silts gaiss, tas lielāko daļu darbiniekus padarīs nogurušus, bet, no otras puses, ja ir pārāk auksts gaiss, tas padara darbiniekus viegli satraucamus, jo rodas diskomforts- darbinieki uztraucas par to, kā sasildīties. Ir ļoti būtiski pastāvīgi nodrošināt apmierinošus termālos apstākļus telpās, jo tas tieši atsaucas uz darbinieku darba kvalitāti.

1. TABULA.
TEMPERATŪRAS IETEKME UZ CILVĒKA DARBĪBĀM [6]

Temperatūras, C	Efekts uz cilvēku
25	Optimāli vannošānai, dušai. Gulēšana ir traucēta
24	Cilvēki jūtas silti, miegaina sajūta. Optimāli maz apģērbtiem cilvēkiem
22	Viskomfortablākā temperatūra visa gada griezumā cilvēkiem ar sēdošu darbu
21	Optimālā temperatūra garīga darba veikšanai
18	Fiziski neaktīviem cilvēkiem sāksies drebuļi. Aktīviem cilvēkiem ir komfortabli.

2.TABULA.
OPTIMĀLĀ TEMPERATŪRA UN MITRUMS TĒPĀ [6]

Apstākļi	Relatīvais mitrums	Akceptējama temperatūra, C
Vasara (viegls apģērbs)	vismaz 30%	24,5-28
	vismaz 60%	23-25,5
Ziema (silts apģērbs)	vismaz 30%	20,5-25,5
	vismaz 60%	20-24

SAIKNE STARP DARBA PRODUKTIVITĀTI UN GAISA TEMPERATŪRU

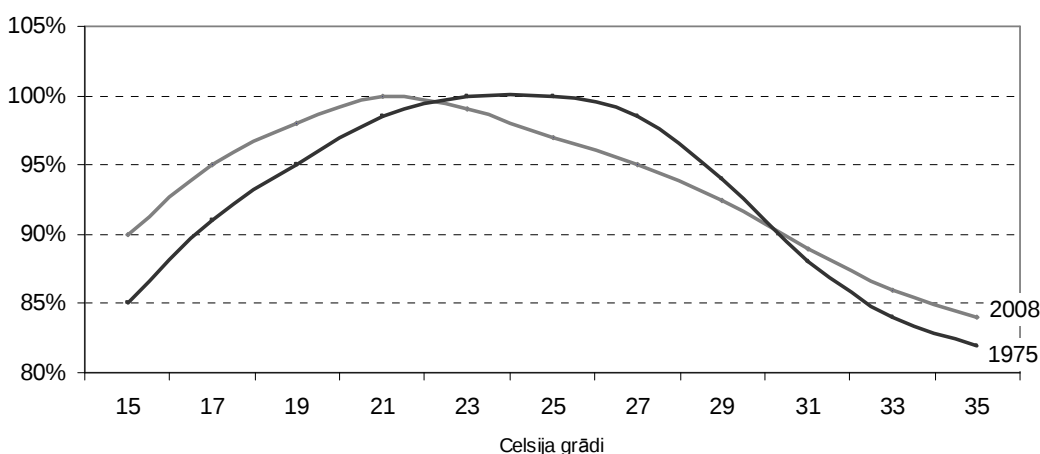
Telpas temperatūra var ietekmēt darba produktivitāti arī netieši caur SBS simptomiem vai neapmierinātību ar gaisa kvalitāti, tomēr, lai šādus rezultātus un faktorus ietvertu aprēķinos, produktivitātes rezultāti tiek cieši saistīti ar gaisa temperatūru telpā. Dažādi eksperimenti ir devuši dažādus, bet tomēr līdzīgus rezultātus. 2001. gadā veiktā pētījumā tika secināts, ka darba produktivitāte krītas par 1,8% attiecībā pret katru grādu virs 25C. 2002. gadā veiktā pētījumā tika pierādīts, ka produktivitāte krītas par 2,2% attiecībā pret katru grādu virs 25C. Šie pētījumi pierādīja arī to, ka nav saistība starp darba produktivitāti un temperatūru tikmēr, kamēr temperatūra atrodas komforta zonā. 1970. gadā veiktā pētījumā šūšanas fabrikā pierādīja, ka darba ražīgums krītas par 8%, ja gaisa temperatūra palielinās no 23.9C līdz 32.2C (vidēji 1% attiecībā pret vienu grāda pieaugumu). 1996. gadā ir veikts pētījums, kurā, lai novērtētu darba ražīguma kritumu, izvērtētas tādas darba spējas kā domāšana, drukāšanas ātrums un citas prasmes. Katrai no šīm prasmēm tika dots vienāds

svara sadalījums. Beigās, veicot pētījumu pie temperatūras maiņas ārpus komforta zonas, tika iegūta vienmērīga līkne starp visām spējām un temperatūras maiņas. 1990. gadveiktā pētījumā tika izveidots normālās temperatūras līmenis un tad tika pētīts, kā varētu mainīties cilvēka uzvedība birojā pie temperatūras izmaiņām, bet šāds modelis nedod precīzus un izmērāmus rezultātus, jo tas balstīts uz termālā stresa izpēti. 2001. gadā šis modelis tika papildināts ar faktoriem par neapmierināto skaitu un procentuālo daudzumu. 1975. gadā kādā eksperimentā piedalījās 18 zēni un 18 meitenes, kurus izvietoja darba telpās ar atšķirīgu gaisa temperatūru, lai pētītu darba efektivitāti.

Kā jau iepriekš varētu paredzēt, pie augstākas temperatūras (virs 25C) darba efektivitāte bija krietni zemāka. Tika iegūta tā saucamā U veida līkne, kas attēlo saistību starp gaisa temperatūru un darba efektivitāti. Dažādos pētījumos ir atšķirušās labāko darba prasmju temperatūru amplitūdas, bet kopējā tendence ir līdzīga.[2]

1. attēlā redzams rezultāts no pētījumiem laboratorijās, kas rezultējušies līknē, kas parāda darba efektivitātes saistību ar gaisa temperatūru.

Darba produktivitāte



1.att.Darba efektivitātes saistība ar gaisa temperatūru 1975. un 2008. gada pētījumā

BEZEFEKTA TEMPERATŪRAS DIAPAZONS

Daži zinātnieki apgalvo, ka komfortabla temperatūra uzlabo darba efektivitāti, kamēr citi dod pierādījumus labākai darba efektivitātei ārpus komforta zonas. Kopumā dati nedod vienu konkrētu atbildi uz to, vai komforta zonas temperatūra noteikti ietekmē vai neietekmē darba efektivitāti. Liela daļa pētījumu apstiprina to, ka pastāv bezefekta temperatūras zona, kas neatstāj zīmīgi lielu efektu uz darba efektivitāti. Piemēram, 2002. gadā veiktā pētījumā parādījās, ka temperatūras zonā no 21.5 līdz 24.75C netika novērotas nekādas darba efektivitātes izmaiņas, tomēr darba ātrums būtiski samazinājās pie 26C. Citā pētījumā 2001. gadā tika iegūti rezultāti, kas ļāva secināt, ka vislielākais sūdzību skaits no darbinieku puses par neatbilstošu gaisa temperatūru ir temperatūras ietvaros no 22.2 līdz 23.9C. Šādu sūdzību ignorēšana samazina darba efektivitāti no darbinieku puses. Apvienojot rezultātus no vairākiem pētījumiem, tika iegūti sekojoši rezultāti-temperatūras amplitūdā no 21 līdz 25C ir iespējams darba efektivitātes nebūtisks samazinājums. Apliecinājumi, ka iegūtā temperatūra atbilst bezefekta līmenim, iegūti arī vairākos citos eksperimentos dažādās laboratorijās un birojos. Šāda temperatūra, no 21 līdz 25C, tiek uzskatīta kā labvēlīga darbam, jo tā atbilst vispārpieņemtajiem standartiem par komfortablās zonas gaisa temperatūru, kas neizraisa diskomfortu. Šādu temperatūru iesaka izmantot telpās, lai iegūtu optimālus darba rezultātus. Arī turpmāk šī temperatūras zona izmantota pētījumos par darba rezultātiem un darbinieku apmierinātību dažādos pētījumos dažāda tipa birojos un darba vietās.

ZEMA TEMPERATŪRA UN DARBA RAŽĪGUMS

Daudz mazāk informācijas un pētījumu veikts, lai noskaidrotu, kā darba efektivitāti ietekmē zemas temperatūras. Tikai dažos pētījumos līdzās karsta laika ietekmei minēta arī auksta laika ietekme. Arī šie rezultāti redzami 1. shēmā. Daudzos gadījumos arī šie zemo temperatūru eksperimenti un rezultāti nav saistīti ar darbu birojā, bet gan ārpus tā. Zemas temperatūras ietekmē darbu, kas jāveic ar rokām un rezultātu rada tas, cik ātri rokās riņķo asinis un silda tās. Tiek izvērtētas pirkstu kustības, kas saistīts arī ar vispārējo ķermeņa temperatūru. Zemās temperatūrās mazinās asins pieplūdums rokām, tādēļ tās atdziest ātrāk nekā pats ķermenis un darbs ar rokām vairs nav padarāms pietiekošā ātrumā. Roku atdzišana ir novērojama arī telpās jau no 20 līdz 22C. Jau 1984. gadā tika veikts pētījums pirkstu ātrumam rullējot zīmuli un pētot vilvīnāšanās faktorus, kā arī veikti citi testi, kā saspraužu spraušana, klucīšu krāmēšana utml. Visu testu rezultāti rādīja 5-15% zemāku ātrumu un darba efektivitāti pie 18C, salīdzinot ar 24C. Ir skaidrs, ka roku siltums ir svarīgs faktors, veicot roku darbu, bet tas ir svarīgs arī mūsdienu birojos, kur lielākā darba dienas daļa tiek pavadīta pie datora. Tomēr grūti sasaistīt pirkstu vēsumu ar, piemēram, uzrakstīto apjomu datorā. Līdz šim nav veikti pētījumi, kas tieši pierādītu

sakarību starp darba ātrumu ar datoru un roku temperatūru, kas izriet no apkārtējās biroja gaisa temperatūras.

TEMPERATŪRA UN SBS SIMPTOMI

Vairāki pētījumi pierādījuši saikni starp augstu temperatūru un augstu SBS simptomu iespējamību. Silts gaiss ziemas periodā izraisa vairāk SBS simptomus, nekā vēsāks gaiss. Simptomu skaits mainās lineāri gaisa temperatūrai paaugstinoties no 20C līdz 26C vēsā sezonā (paaugstinoties temperatūrai, paaugstinās SBS simptomu skaits). Vēlāk 2002. gadā tika pierādīts, ka siltā klimatā SBS simptomu skaits samazinās pie paaugstinātas gaisa temperatūras. Ir pierādīta augsta saistība starp SBS simptomiem un darba produktivitātes samazināšanos, ieskaitot nogurumu, galvassāpes, grūtības skaidri domāt, ja tiek paaugstināta gaisa temperatūra un gaisa mitrums. Apgalvojums par to, ka SBS simptomi ir cieši saistīti ar darba efektivitātes samazināšanos, pierādīts pētījumos 2004. gadā, kad darbiniekiem, kam bija vērojams augstāks SBS simptomu skaits, bija arī biežākas sūdzības un darba efektivitātes samazināšanās. Tomēr dati nav absolūti precīzi. Nav īsti pierādīts, ka SBS simptomi ir tieši tas faktors, kas samazina darba efektivitāti. Tieši šo neskaidrību dēļ ieteicamāk ir izmantot saikni starp gaisa temperatūru un darba produktivitāti, nekā SBS simptomu saikni ar darba produktivitāti.

MODELIS TEMPERATŪRAS UN DARBA PRODUKTIVITĀTES IZMAIŅĀM

Pēc galvenajiem secinājumiem, kas redzami 1. attēlā, lai būtu iespējams veikt aprēķinus darba efektivitātes zudumam, tiek pieņemts, ka produktivitāte netiek ietekmēta temperatūrā no 21C līdz 25C. Lai gan darba spēju zudums pie paaugstinātas temperatūras ir šķietami augsts, nav precīzi zināms vai pielietojams lineāra vai nelineāra aprēķina modelis. Tomēr ir izveidota līkne (1. attēls), kas veido lineāru saistību 2% produktivitātes samazinājumu attiecībā pret 1 grādu C, kad temperatūra ir virs 25C. Izsakot produktivitātes samazinājumu procentos P un temperatūru T, formula ir sekojoša [2] :

$$25 < ^\circ\text{C} < 33 \text{ P (\%)} = [2 \times (T, ^\circ\text{C})] - 50 \quad (1.1)$$

$$21 < ^\circ\text{C} < 25 \text{ P (\%)} = 0 \quad (1.2)$$

Modelis var tikt izmantots, lai novērtētu vērtību pie uzlabotiem darba apstākļiem (vides). Temperatūras dati var tikt izmantoti kalkulācijās. Tā kā saistība starp temperatūru un darba efektivitāti ir lineāra, tad vienkāršākais variants kā aprēķināt produktivitātes zudumu ir novērtēt stundu skaitu, kad diennaktī ir virs 25C un pareizināt ar 2 (2%, kas ir produktivitātes zudums attiecībā pret vienu grādu). Pareizinot rezultātu ar darbinieka izmaksām, tiek iegūts potenciālais ietaupījums naudas vienībā. Aprēķins kādā Somijas biroja ēkā deva potenciālo ieguvumu 330 dolāru apjomā par vienu darbinieku gadā, kas ir vairāk nekā izmaksas, kas būtu gadā nepieciešamas, lai uzlabotu darba apstākļus (termālie apstākļi).

IZMAKSU SAMAZINĀŠANA UZ NAKTS DZESĒŠANAS RĒKINA

Dabiskā un mehāniskā nakts laika dzesēšana ir bijusi populāra jau daudzus gadus, bet šobrīd tā ieguvusi jaunu interesi, lai mazinātu kopējās gaisa dzesēšanas izmaksas visas diennakts garumā, it īpaši siltajās klimatiskajās joslās. Pēdējā laikā šis jautājums aktivizēts ne tikai apgabalos ar karstām vasarām, bet arī apgabalos ar vēsām vai vidēji siltām vasarām. Tipiskās temperatūras svārstības vienā dienā var būt 12 grādu robežās vai, karstā laikā, pat vairāk. Nakts laika dzesēšana var tikt izmantota, lai dzesētu ēku naktī. Tādā veidā tiek atdzesētas gan mēbeles, gan ēkas konstrukcijas, kas neļauj dienas laikā telpām tik ātri uzsilt no jauna. 2003. gadā tika veikts pētījums, lai mērītu darba efektivitātes samazinājumu birojos, kur pastāv nakts dzesēšana un kur nepastāv vai netiek izmantota nakts dzesēšana. 2001. gadā tika veikts eksperiments ēkā ar un bez nakts dzesēšanas/ ventilācijas. Rezultātā tika iegūti nepārprotami rezultāti par labu nakts dzesēšanai, jo pēc tam nākošās dienas laikā novērotais stundu skaits, kad vidējā gaisa temperatūra ir virs 25C bija krietni zemāks, kas redzams arī 3. tabulā. Šādā veidā iespējams aprēķināt, kādi ir darba efektivitātes zudumi vai ieguvumi, ja tiek izmantots jau iepriekš pierādītais apgalvojums par 2% darba efektivitātes zudumu attiecībā pret katru grādu virs 25C. Skaidrs ir arī tas, ka šādu ieguvumu iespējams izteiktāk just apgabalos, kur vasaras temperatūra ir ļoti augsta. Mērenā klimatā šis ieguvums no nakts dzesēšanas būs zemāks, jo dienas laikā telpu gaisa temperatūra neuzkarst virs 25C. Nakts dzesēšana iespējama 2 veidos- atverot logus vai izmantojot dzesēšanas sistēmas. Precīzu aprēķinu, kā arī ēku drošības apsvērumu dēļ, pētījumos izmantota dzesēšanas sistēmu metode, kas, protams, prasa arī elektrības patēriņu, kas jāņem vērā, lai aprēķini būtu precīzāki.

IEKŠĒJĀS VIDES NOVĒRTEŠANA

Pēdējos gados pieredzētā ēku būvniecības attīstība, jaunu tehnoloģiju ieviešana un izmantošana, jaunu celtniecības materiālu izmantošana un pieaugošais pieprasījums no pircēju puses, paaugstina jautājumu par iekšējā ēkas klimata novērtēšanu. Lielākā daļa cilvēku, iegādājoties jaunu dzīvokli vai māju, pievērš uzmanību cenai, uzturēšanas izmaksām, platībai, atrašanās vietai, ignorējot tādu rādītāju kā iekšējais

klimats, kas lielā mērā nosaka to, cik komfortabli cilvēks jutīsies šajā mājoklī. Iekšējais ēkas klimats, saskaroties ar katra cilvēka personīgām veselības īpašībām un citām baktērijām, var radīt dažādus neparedzētus un nevēlamus apstākļus. Iekšējā klimata novērtēšana ir sarežģīts uzdevums, kas prasa speciālas zināšanas, kā arī specifiskas iekārtas. Ja iekšējā klimata novērtēšanai tiktu izmantotas speciālas tehnoloģijas un programmas, iegādājoties māju, būtu viegli novērtēt, vai konkrētie rezultāti apmierina jaunos īpašniekus. Kā jau iepriekš minēts publikācijā, iekšējā klimata novērtēšanai liela nozīme ir tādiem rādītājiem kā temperatūra, mitrums, kondicionēšanas sistēmai, ēku platībai, akustikai un logiem, durvīm. Ļoti būtiska ir arī gaisa plūsma un gaisa apmaiņas ātrums. Ja rādītājs ir zem 25 l/s (90 m³/h), pieaug iespēja sastapties ar ēku slimību sindroma simptomiem. Daudzas baktērija izplatās pa gaisu. Jo mazāka telpa, jo lielāka baktēriju koncentrācija un nepieciešama regulārāka gaisa kondicionēšana. Svarīgi arī, lai tuvu esošās telpās gaisa temperatūra ir līdzīga, atšķirība nav lielāka par 5 grādiem C. Pretējā gadījumā dažādās telpās ir dažāda baktēriju koncentrācija un iespējama to pārvešana uz labāk kondicionētām telpām. Kā jau iepriekš minēts, svarīga loma iekšējā klimata veidošanā ir arī būvniecības materiāliem, jo dažādiem materiāliem ir dažādas īpašības. Diemžēl lielākoties šāda informācija nav pieejama no būvniekiem.

Kombinējot dažādus rādītājus (gaisa apmaiņa m³/h, gaisa mitrums, temperatūra, gaisa plūsmas stiprums, apgaismošanas pakāpe), izveidots MOORA rādītājs, kas ļauj novērtēt ēkas iekšējo klimatu, ja izmantoti visi nepieciešamie rādītāji. 2006. gadā šī metode pielietota ēkā Viļņā, kur tika noteikta telpa, kura visprecīzāk atbilst komforta rādītājiem. Nav pieejami rezultāti citiem pētījumiem ar šo metodi, tādēļ nav iespējams apgalvot, vai metodes rezultāti ir precīzi un vai šādu metodi būtu iespējams izmantot jebkura tipa (arī birojos) telpu izpētei. Līdz šim dzīvokļu vai citu telpu pārdošanā netiek ņemti vērā telpu iekšējā klimata rādītāji, bet iespējams nākotnē šāds rādītājs palīdzēs pircējam izvēlēties piemērotāko ēku, kā arī šāda rādītāja ietekmē pirkuma summa var tikt gan pazemināta (pie sliktiem rezultātiem), gan paaugstināta (pie ļoti labiem rādītājiem).[3]

3.TABULA.
NAKTS DZESĒŠANAS IEGŪTĀ REZULTĀTA SALĪDZINĀJUMS [2]

Stunda	8-9	9-10	10-11	11-12	13-14	14-15	15-16	16-17	Kopā grādi virs 25C
Bez nakts dzesēšanas									
Temperatūra ārpus telpām	19	21,5	24,5	26,5	26,8	27	27,1	27,3	
Temperatūra iekštelpās	27,05	27,2	27,6	27,75	27,8	27,85	27,9	27,85	
Grādi virs 25C	2,05	2,2	2,6	2,75	2,8	2,85	2,9	2,85	21
Ar nakts dzesēšanu									
Temperatūra iekštelpās	23,35	23,5	23,9	24,25	25,25	25,4	25,45	25,4	
Grādi virs 25C					0,25	0,4	0,45	0,4	1,5

TEMPERATŪRAS UN RELATĪVĀ MITRUMA NOVĒRTEŠANA

Gaisa temperatūra un relatīvais mitrums ir divi savstarpēji cieši saistīti parametri, kas ietekmē termālo komfortu. Apmierinātība ar termālo vidi var būt saistīta arī ar dažādiem citiem siltuma avotiem, gaisa plūsmas ātrumu, darbinieku aktivitāšu līmeni un darbinieku apģērbu. Standarti, kas nosaka termālās vides apstākļus telpās, kur strādā cilvēki, nosaka to, ka, lai sasniegtu atbilstošu gaisa temperatūru un mitrumu, vismaz 80% no darbiniekiem jābūt apmierinātiem ar esošajiem apstākļiem. Relatīvā mitruma rādītājs zem 25% tiek saistīts ar palielinātu diskomfortu un ādas izžūšanu, kas var novest pie ādas sprēgāšanas un kairinājuma. Zems relatīvais mitrums arī palielina statisko elektrību, kas rada diskomfortu, kā arī var izraisīt traucējumus datoru un citu ierīču darbībā. Pārāk augsts mitruma līmenis rezultējas kondensātā gan ēkas konstrukcijās, gan uz iekšējām un ārējām ēkas virsmām, kas var veicināt dažādu sēnīšu rašanos un izplatīšanos. Lielākā daļā Kanādas biroju ēkās iekštelpu relatīvais mitrums ir 35% ziemā un 50% vasarā. Pasaulē zināmais ASHRAE standarts nosaka mitruma svārstības no 25 līdz 60%. Lielās ēkās ziemā gaisa padeves tiek mitrinātas, bet vasarā pretēji.

Lai saprastu, vai ēkā pastāv kādas problēmas ar gaisa temperatūru vai mitrumu, ieteicams veikt sekojošas pārbaudes:

Identificēt jebkādas pierādījumus augstai vai zemei temperatūrai. Vai darbinieki telpās sākuši lietot jaunas ierīces-sildītājus vai ventilatorus.

Sameklēt lokālos siltuma vai aukstuma avotus- lielas nevēdināmas telpas, auksti logu rāmji no metāla.

Nodrošināt, lai termostati darbojas, ir kalibrēti, pareizi novietoti un nav traucēti to darbība.

Pārbaudīt pierādījumus par termālo disbalansu- temperatūrai starp griestiem un grīdu nevajadzētu atšķirties par vairāk kā 3 grādiem C.

Pārbaudīt, lai gaisa padeves sistēma ir sabalansēta un vienmērīgi uzstādīta visā ēkā.

Pārbaudīt jebkādas gaisa padeves traucējumus- pārblīvētas biroja telpas, aizlīmēti difuzeri, gaisa padeves sistēmas aizkrāmētas ar skapjiem, grāmatām.

Pārbaudīt difuzerus, kas atrodas tieši virs darbiniekiem.

Pārbaudīt mitrinātāja darbību- pārāk sausa vai mitra apkārtējā vide.

Mitrināšanas sistēmai jābūt atjaunotai un teicamā tehniskā stāvoklī.

Izpētīt, kādas ķīmiskās vielas tiek lietotas ūdenī, kas paredzēts mitrinātājam [4].

Gaisa temperatūras un mitruma pārbaudīšanai ir vairākas tehnoloģiskās iespējas, pastāv gan vienkārši termometri, gan sarežģītākas elektroniskās ierīces. Tomēr jebkuru ierīču lietošanai ir jāatceras, ka patiesu datu iegūšanai nedrīkst datus mērit atrodoties tuvu lielām ierīcēm, kas izstaro siltumu.

Galvenie ieteikumi diskomforta novēršanai telpās ir:

karstas vai aukstas telpas (kad tas specifiski nepieciešams) iespējams noslēgt no apkārtējās biroja darbības, lai tas neietekmētu darbinieku komfortu.

Jāzina, kuros gadījumos iespējams iztikt ar logu atvēršanu, un kuros nepieciešams iegādāties jaunu tehniku gaisa temperatūras un mitruma nodrošināšanai.

Var tikt pievērsta lielāka uzmanība tieši problēmu zonām, neieguldot līdzekļus sistēmas nomaīnai vai ieviešanai visā ēkā.

Jāievieš regulāra kontrole pa stundām, piemēram, nakts laikā jānodrošina gaisa ventilācija, lai gaisa kvalitāte būtu pieņemama nākošās darba dienas sākumā.

Šis darbs izstrādāts ar Eiropas Sociālā fonda atbalstu projektā «Atbalsts RTU doktora studiju īstenošanai».

LITERATŪRAS SARAKSTS

1. F.Nicol, M. Humphreys, „Maximum temperatures in buildings to avoid heat discomfort” 2005, 217- 221.lpp;
2. Olli Seppänen, William J Fisk, QH Lei, „Control of temperature for health and productivity in offices” 2004, 2- 5.lpp;
3. Darius Kalibatas, Zenonas Turskis, „Multicriteria evaluation of inner climate by using MOORA method” 2008, 79- 81.lpp;
4. Olli Seppänen, William J Fisk, QH Lei, „Effect of temperature on task performance in office environment” 2006, 2- 4.lpp;
5. Franklin Becker, William Sims „Office that work” 2001, 9- 25.lpp;
6. Thermal Comfort for Office Work, Canadian Centre for Occupational Health and Safety. Pieejams: <http://www.ccohs.ca>;

Edgars Kirilovs. MSc.ing., doctoral student

Riga Technical university, Institute of Textile Materials Technologies and Design.

Address: Azenes street 14/24, LV 1048 Riga, Latvia

Juris Emsinsh. Practical docent

Riga Technical university, Institute of Textile Materials Technologies and Design.

Address: Azenes street 14/24, LV 1048 Riga, Latvia

Edgars Kirilovs, Juris Emsinsh. Temperature's effect on workers productivity

Indoor temperature is one of the main characteristics for indoor environment. It can be controlled and observed with many different schemes depending on the building and its HVAC system. The indoor temperature gives an affect to how human responses- thermal comfort, perceived air quality, sick building syndrome symptoms and performance at work. In this study the main focus is on the performance at office that is effected by temperature. There are included studies that had used objective indicators of performance which are relevant in offices and office type work- text processing, simple calculations, length of telephone customer service time, and total handling time per customer for call-center workers. There is less information about the effect in the work in low temperatures, more information is about work in higher temperatures. There is no information about the industrial work. There is calculated from all studies the percentage of performance change (increase or decrease of the productivity) per every degree increase in temperature. The main result is that performance increases in temperature about to 21-22 °C, and decreases with temperature that exceeds 23-24 °C. The highest productivity is at temperature of around 22 °C. For example, at the temperature of 30 °C the performance is only 91.1% of the maximum- in average, the performance/ productivity decreases 2% by every degree.

Э. Кирилов, Ю.Емсиньш. Влияние температуры воздуха на производительность труда в офисе.

Температура воздуха является одним из важнейших свойств, характеризующих среду внутри помещений. Она может измеряться и контролироваться по разным схемам в зависимости от конструкции здания и от HVAC её системы. Температура внутри помещений влияет на способности человека - восприятие качества воздуха, качества работы, быстрота реакции. Главной целью этой статьи является рассмотрение влияния температуры на эффективность работы. В работу включены исследования, которые проводились, рассматривая важные факторы в работе офиса - обработка текста, простые расчёты, длина телефонных разговоров и время, отведенное одному клиенту. Имеется меньше информации о влиянии низкой температуры на эффективность работы, чем влияние высокой температуры. Не обобщена информация о промышленных рабочих. Обобщены результаты о том, на сколько процентов возрастает или снижается эффективность труда в зависимости от изменения температуры. Основным выводом является то, что самая высокая эффективность труда достигается при температуре воздуха 21-22 С. Эффективность работы снижается, если температура воздуха превышает 23-24 С. Все исследования показывают, что самая высокая эффективность труда достигается при 22 С. К примеру, если температура воздуха 30 С, тогда эффективность труда достигает только 91,1% от максимума. В среднем эффективность труда меняется на 2% при изменении температуры на один градус.

.