

**RĪGAS TEHNISKĀ UNIVERSITĀTE
BŪVNICĪBAS FAKULTĀTE**

Ceļu un tiltu katedra

**Uzdevums
un
norādījumi projektēšanai**

Studiju darba izpildei priekšmetā:

Studiju Projekts I
(Programmai RBKO - Projekts K1)

2. daļa

transportbūvju specializācijas studentiem

Sagatavoja profesors Atis Zariņš
2021. g. augusts,

RTU

Izejas dati (sk. izejas datus arī rudens semestra uzdevumā - SP1, 1. d.):

- Ceļa tehniskā kategorija: A3
- Nosacītā patreizējā satiksmes intensitāte (VDI) posmā A-B $N = ([1] + [2]) * 50 + K$ (a/dnn),
, K=6000, ja [2]:p, vai K=3000, ja [2]:n, $N = \dots\dots\dots$
- Ikgadējais satiksmes intensitātes pieaugums $q = 0.020$ (2%), ja [2]:p, vai $q = 0.015$ (1.5%),
ja [2]:n $q = \dots\dots\dots$
- Eksploatācijas sākuma gads = uzdevuma izsniegšanas gads + 1.
- Aprēķina periods (segai) $T = 20$ gadi $T = 20$ gadi
- Kravas transporta īpatsvars satiksmes plūsmā $k_k = 2 + [2] * 2.5(\%)$ $k_k = \dots\dots\dots$
- Kravas transporta plūsmas sastāvs (% no k_k):
 - autovilcēji ($K_{red, 10kN} = 1.73$) $I_1 = [1] * 100 / (2.5 * ([1] + [2]))$ (%) $I_1 = \dots\dots\dots$
 - autobusi ($K_{red, 10kN} = 1.35$) $I_2 = [2] * 100 / (5 * ([1] + [2]))$ (%) $I_2 = \dots\dots\dots$
 - Pārējie - kravas auto ($K_{red, 10kN} = 0.5$) (%) $I_k = \dots\dots\dots$

Uzdevums:

Studiju projekta 1. (K2) otrā daļa sastāv no trim atsevišķiem uzdevumiem:

1. uzdevums Ceļa konstrukcijas projektēšana

- Veikt ceļa konstrukcijas elementu projektēšanas tehnisko normatīvu un nepieciešamo parametru apkopojumu. Normālprofila izvēles pamatojums. Segas konstrukcijas noteikšana pēc RStO (vācu) metodes (segu kataloga).
- Sagatavot ceļa konstrukcijas rasējumus (griezumi atbilstoši, SP1 1. daļas (K1) risinājumam):
 - ierakumam
 - uzbērumam
 - virāžai (Virāžas šķērskritums projektējams 5%)

2. uzdevums Caurtekas aprēķins un projektēšana

- Veikt caurtekas parametru aprēķinu lielākai, SP1 1. (K1) daļas risinājumā paredzētajai caurteikai. Noteikt:
 - sateces baseina laukumu. Iezīmēt tā robežas SP 1 (K1) plānā. (Vajadzības gadījumā plāna apjomu palielināt);
 - sagaidāmo caurteci Q atbilstoši LBN 244 nosacījumiem;
 - caurplūdes ātrumu un plūsmas raksturu;
 - nepieciešamo caurtekas šķērsriezumu (diametru), uzgaļu formu un gultnes nostiprinājumu parametrus.
- Sagatavot caurtekas rasējumu

3. uzdevums Ceļa trases telpiskā risinājuma optimizācija

- sagatavot ceļa redzamo attēlu centrālajā projekcijā, no izvēlētā skatu punkta pirms līknes (no darba SP1-1.d., (K1));
- veikt attēla analīzi, izdarīt secinājumus;
- identificēt horizontālos un vertikālos elementus redzamajā attēlā

KURSA PROJEKTA IZPILDES GRAFIKS 2021 pavasara semestrim

<i>Uzdevums</i>	<i>Izpildes termiņš</i>
1. uzd. Ceļa konstrukcijas projektēšana	5. ned.
2. uzd. Caurtekas projektēšana	11. ned.
3.uzd. Perspektīvais attēls	17. ned.

Piezīme: Ievērojot esošos apstākļus izpildes termiņi var tikt mainīti! Lūdzu regulāri sekot norādījumiem ORTUSā.

Vērtēšana:

Katrs uzdevums tiek vērtēts 10 baļļu skalā un no iegūtajām trijām atzīmēm noteikts vidējais. Visiem trim vērtējumiem jābūt sekmīgiem (4-10). Par termiņu neievērošanu atzīme par attiecīgo uzdevumu tiek samazināta: līdz 8 ned. – par 1p.; > 8ned. – par 2p. Ja termiņi nevar tikt ievēroti attaisnojošu iemeslu dēļ (slimība, akad. atvaļinājums u.tml. – darba veikšanas grafiks jāaskaņo ar pasniedzēju).

Katrs darba uzdevums jāiesniedz vērtēšanai Ortusā paredzētajā iesūtņē saskaņā ar projekta izpildes grafiku. Darba iesniegšanas beigu termiņš: 2021. g. 10. septembris. Pēc šī datuma darba turpināšanas kārtība un termiņi jāaskaņo ar pasniedzēju.

Norādījumi projektēšanai. SP1, 2. d (K2)

1. uzdevums Ceļa konstrukcijas projektēšana

Iesniedzamais darba saturs:

1. Ceļa konstrukcijas elementu projektēšanas tehnisko normatīvu un nepieciešamo parametru kopsavilkums.

2. Normālprofila izvēles pamatojums.

3. Ceļa konstrukcijas (šķērsprofila) un segas konstrukcijas parametru pamatojums (aprēķins).

4. Ceļa konstrukcijas (griezumi) rasējums (-i)

1. Pirms šķērsprofila projektēšanas jānoskaidro un jāapkopo nepieciešamās standarta prasības. Jānoskaidro vismaz šādi parametri:

- nepieciešamais normālprofils
- seguma, segas pamatu un nomaļu materiāls
- minimālais un/vai maksimālais pieļaujamais šķērskritums:
 - segumam
 - nomalēm
 - nogāzēm
 - konstrukcijas elementiem (zemes klātne)

2. Normālprofils jānosaka pēc LVS 190-2, 2. tab., un 6. att., un atkarībā no dotās satiksmes intensitātes un dotā satiksmes plūsmas sastāva (sk. 1. daļas uzdevumu). Izvēles pamatojums jāapraksta paskaidrojuma rakstā.

3. Seguma un nomaļu materiāls, kā arī citu ceļa konstrukcijas daļu materiāli nosakāmi pēc principiem un ieteikumiem, kas doti lekcijās, literatūrā [4] 10. nod., [5] 3. un 4. nod., [6] 1. un 2. nod. un citos materiālos.

Izvēloties segas konstrukcijas materiālus jāizvērtē:

- materiālu un to izbūves izmaksas
- sagaidāmās slodzes
- pamatnes grunts parametri un hidroloģiskie apstākļi
- vietējo būvmateriālu izmantošanas iespējas
- materiāla izbūves tehnoloģijas īpatnības
- segas konstrukcijas stadiālās attīstības iespējas

Izvēles pamatojums jāapraksta paskaidrojuma rakstā.

4. Segas konstrukcija jānosaka saskaņā ar [8]. Segas konstrukcijas noteikšanas gaita jāapraksta paskaidrojuma rakstā.

5. Jāsagatavo šķērsprofila rasējums vismaz šādiem ceļa konstrukcijas tipiem (neatkarīgi no tā, vai projekta 1. daļā šādi gadījumi sastopami):

- ierakuma gadījumā
- uzbēruma gadījumā
- virāžā ar 5% šķērskritumu,

Šis projekta sadaļas ietvaros jāizstrādā rasējums “*Ceļa konstrukcija (šķērsprofili)*”

2. uzdevums Caurtekas projektēšana

Iesniedzamais darba saturs:

- a) Sateces baseina robeža (uz topogrāfijas)
- b) Caurtekas parametru aprēķins.
- c) Caurtekas konstrukcijas rasējums

Ceļa ūdensatvades sistēmas projektēšanas gaitā jāizvērtē visu ceļa ūdensatvades sistēmas komponentu darbība, un to ietekme uz projektējamās caurtekas risinājumu. Paskaidrojuma rakstā jāapraksta Caurtekas principiālais risinājums (materiāla, formas u.c parametru) izvēle. Īsi jāapraksta:

- caurules diametra izvēles pamatojums,
- gultnes nostiprinājumu risinājumi (materiāls, garumi utml) un pamatojums,
- gala portālu risinājumi un pamatojums
- izbūves tehnoloģija

Caurtekas parametru aprēķins Sagaidāmās caurplūdes Q aprēķins, caurplūdes pārsniegšanas varbūtība Caurtekas parametru noteikšana, pamatojums

Caurtekas risinājums un tās elementu aprēķins jāveic 1. kursa darba daļas lielākai (ar lielāko sateces baseinu) projektētajai caurteikai . Sagaidāmā caurplūduma Q aprēķins veicams saskaņā ar LBN 224 [9] norādījumiem.

Caurtekas aprēķinu ir prātīgi sadalīt etapos:

1. jānosaka aprēķinātā caurplūduma pārsniegšanas varbūtība, kas atkarīga no ceļa kategorijas.
2. jāizvēlas piemērota aprēķina metode un jāaprēķina iespējamā maksimālā caurplūde caurtekas vietā ar iepriekš noteikto pārsniegšanas varbūtību.
3. jāizvēlas caurtekas konstrukcija ar noteiktajai caurplūdei atbilstošiem parametriem

Caurplūduma pārsniegšanas varbūtība norāda uz pieļaujamo iespēju, ka noteiktais max caurplūdums varētu tikt pārsniegts. Varbūtība tiek norādīta procentos. Piem. 1% varbūtība norāda, ka 1 iespējamu pārsniegšanas reizi 100 gados (aprēķina periodos) noteiktais max caurplūdums varētu tikt pārsniegts, 2% - 1 reizi 50 gados, utt.

Pieļaujamo pārsniegšanas varbūtību nosaka pēc ceļa tehniskās kategorijas:

- A1 un B1 kategoriju ceļiem - 0.5%
- A2, A3 un B2 kategoriju ceļiem – 1%
- A4 kategoriju ceļiem – 2%
- A5 kategoriju ceļiem – 3%

Caurplūduma noteikšanai jāizvēlas piemērota metodika atkarībā no sateces baseina lieluma, veģetācijas, klimatiskajiem apstākļiem, grunts u.c. parametriem. Latvijas klimatiskajiem apstākļiem vispiemērotākās ir metodes, kuras ievērtē veģetācijas īpatnības, purvu, ezeru u.c. ūdenstilpju atrašanos sateces baseinā (hidrogrāfiskie dati) un lietusgāžu ilguma un intensitātes novērojumu datus. Projektā ieteicams izmantot vismaz divas dažādas metodes un rezultātus salīdzināt. Ja aprēķins dod būtiski atšķirīgus rezultātus, tad jānoskaidro to iemesls, vai jāizvēlas cita metode.

Caurplūdums nosakāms aprēķina perioda (gada) visnelabvēlīgākajos apstākļos. Ja nav precīzi noteikts kurš ir visnelabvēlīgākais gada periods, tad aprēķins veicams vismaz

1. sniega kušanas ūdeņu izraisītajam caurplūduma maksimumam, un
2. lietusgāzes izraisītajam caurplūduma maksimumam.

Par aprēķina lielumu pieņemams lielākais no abiem.

Caurplūduma aprēķina galvenais parametrs ir sateces baseins. Ar sateces baseinu saprot visu to teritoriju, no kuras virszemes ūdeņi nonāk eventuālajā caurtekas vietā. Sateces baseina robežas nosaka izvērtējot apvidus reljefu. Sateces baseina robeža jāiezīmē topogrāfiskajā kartē. Kartes ar atzīmētu sateces baseinu jāpievieno projektam. Caurplūduma aprēķinam nepieciešamie dati iegūstami:

- Sateces baseina noteikšana – no topogrāfiskā plāna (sk. projekta 1.d.). Ja sateces baseins iziet ārpus izsniegtā plāna, tad trūkstošo topogrāfiju sateces baseina noteikšanai meklējiet vietnē, kur tika iegūta 1. daļas projektēšanai nepieciešamā topogrāfijas daļa. Lielu baseinu ($A > 5 \text{ km}^2$) robežas var noteikt izmantojot meliorācijas sistēmu kadastru [Meliorācijas kadastra informācijas sistēma \(melioracija.lv\)](http://Meliorācijas_kadastra_informācijas_sistēma_(melioracija.lv)), kā arī jebkuru citu piemērotu kartogrāfisko informāciju.
- Sateces baseina veģētācija un hidrogrāfija nosakāma pēc topogrāfiskā plāna (sk. iepriekšējo punktu)
- Dati par grunts apstākļiem – pēc proj. 1.d. dotajiem datiem.
- Dati par lietusgāžu, palu, sniega kušanas ūdeņu un klimatiskajiem novērojumiem – pēc rokasgrāmatām, u.c. literatūras avotiem. Nosakot šos datus jāņem vērā iepriekš noteiktā pārsniegšanas varbūtība. Tā tiek ievērtēta tieši novērojumu datos. Visi Latvijas teritorijai nepieciešamie dati ir atrodami LBN 224.

Caurtekas parametrus nosaka izvērtējot iegūtos max caurplūdes datus. Izvēloties caurtekas parametrus jānodrošina racionāla caurtekas konstrukcija, kas nodrošina aprēķina max caurplūdi. Ar jēdzienu “racionāla” šeit jāsaprot, ka nevajadzētu būt iespējami kādai citai konstrukcijai, kura nodrošina to pašu max caurplūdi ar mazākiem tehnoloģiski pamatotiem caurtekas parametriem u izbūvei / ekspluatācijai nepieciešamajiem resursiem. Risinot caurtekas konstrukciju jānosaka:

- Caurtekas garums (ievērtējot kritumu)
- Diametrs (iekšējais), vai augstums un platums
- Kritums
- Hidrauliskie rādītāji (gultnes un caurtekas tekņu sienu parametri, plūsmas režīms, plūsmas ātrums, plūsmas dziļums, uzstādīšanas augstums)
- pieļaujamā max caurplūde
- nepieciešamo nostiprinājumu veids (gultnei un nogāzēm)

Caurtekas konstrukcija jāparāda rasējumā. Caurtekas konstrukcijai jāatbilst tām izbūves atzīmēm (ceļa un caurtekas teknes), kuras noteiktas 1. projekta daļā. Rasējumā jāparāda situācijai atbilstoša ceļa klātnes daļa. Jāatceras, ka:

- caurtekas elementi nedrīkst atrasties ceļa segas konstrukcijā,
- caurtekas konstrukcija nav simetriska attiecībā pret ceļa uzbēruma ass līniju,
- ietekas puse ir īsāka par iztekas pusi.

Šīs projekta sadaļas ietvaros jāizstrādā rasējums “Caurteka”. Rasējumā jābūt parādītam plānam, griezumam pa caurtekas asi, caurtekas šķērsgriezumam (būvbedre) un vismaz vienam skatam no gala (fasāde). Minētās rasējuma daļas jāsavieto atbilstoši principiem kas apgūti grafikas (rasēšanas) kursā (sk. ortogonālā projekcija).

Papildus, uz iepriekšējās studiju projekta daļas plāna rasējuma jāparāda sateces baseina robežas.

Rasējumā jāparāda visi caurtekas konstrukcijas elementi, to parametri, kā arī visi konstrukcijā paredzētie nostiprinājumu veidi, un to parametri (materiāls, biezums)

Izmantojamā literatūra [4], 8. nod.

3. uzdevums **Ceļa trases telpiskā risinājuma vērtējums**

Šīs projekta daļas ietvaros ir jāveic 1. daļā izstrādātā ceļa trases plāna un garenprofila viena posma novērtēšana un projekta telpiskā risinājuma analīze. Pētāmais ceļa trases posms ir plāna līkne ar mazāko rādiusu. Jāsagatavo un jāanalizē divi perspektīvie attēli skatoties uz līkni no abām pusēm, par skata punktu abos gadījumos izvēloties 20m pirms plāna līknes sākuma, virzienā uz līkni. Attēlā ir jāiekļauj vismaz 200 m garš ceļa posms.

Perspektīvo attēlu jāanalizē atbilstoši LVS 190-1 „Ceļa trase” 6. nodaļas prasībām un ieteikumiem. Jāpārbauda K1 daļā izstrādāto plāna un garenprofila atbilstību standarta ieteikumu prasībām un atbilstoši tiem jānosaka un paskaidrojuma rakstā jānorāda uz nepieciešamiem labojumiem

Perspektīvais attēls (centrālprojekcija) iegūstams aprēķinot attēla punktu koordinātes trijām ceļa trases raksturīgajām līnijām: 1.)Ass līnija, 2.) un 3.)Brauktuves (seguma) malas. Punkti šīm līnijām nosakāmi griezumos ik pa 5m. Koordinātes attēliem aprēķināmas saskaņā ar norādījumiem literatūrā [1] 3.4.6. nod. un [7]. Iegūtie attēli ir jāizvērtē un jānodod secinājumi par nepieciešamo telpisko optimizāciju.

Šī projekta uzdevuma ietvaros ir atļauts izmantot jebkuru instrumentu (aplikāciju, datorprogrammu, utt.) kas nodrošina adekvātu perspektīvā attēla aprēķinu.

Svarīgi ir ievērot, ka analīzei ir piemērots tikai:

- Pietiekami precīzi aprēķināts attēls (solis starp punktiem nav mazāks par 10m)
- Attēls ir aprēķināts no 3D datiem ar vismaz 1cm noteiktību.
- Attēls, kura skata punkts sakrīt ar definēto autovadītāja skata punktu – 1m pa labi no ass un 1m virs projekta atzīmes.
- Attēls, kas aptver visu autovadītājam objektīvi nepieciešamo informāciju.

Jāiesūta viens .pdf fails, kurā iekļauti 2 perspektīvie attēli kopā ar tiem atbilstošajiem (redzamā posma) garenprofila fragmentiem (~200m). Garenprofilā jānorāda vismaz attēlā redzamā posma plāna un garenprofila elementu parametri un robežas.

Papildus iepriekš noteiktajam, par katru attēlu jāatbild uz šādiem jautājumiem:

1) vai pēc redzamā attēla informācijas iegūstams adekvāts priekšstats par faktiskajiem ceļa (plāna) parametriem?

2) vai informācija par sekojošajiem manevriem ir adekvāta?

3) Vai attēls satur brīdinošus signālus (nepieciešams samazināt ātrumu)?

Norādiet attēlā redzamos plāna un garenprofila elementus, - to robežas (ja tādi attēlā ir identificējami).

Norādījumi darba noformēšanai un iesniegšanai

1. Darbs jāveic atbilstoši zemāk norādītajam grafikam un katrs attiecīgais uzdevums jāiesūta atbilstošā iesūtņē ORTUS portālā.
2. Rasējumu noformējumam jāatbilst RTU rasējumiem uzstādītajām prasībām: Jābūt rāmim un aizpildītam rakstlaukumam (norādot autoru un rasējuma nosaukumu).
3. Paskaidrojuma rakstā jānorāda un jāapraksta projekta risinājumu pamatojums, atsaucoties uz konkrētiem avotiem, un uzrādot risinājuma/aprēķina gaitu.
Paskaidrojuma rakstam jāpievieno aizpildīta uzdevums (šīs lapas, norādot autoru un aizpildītu izejas datu tabulu no 1.d);
4. Rasējumiem jābūt izpildītiem (drukātiem pdf formātā) ar izšķirtspēju vismaz 150p. Rasējumiem un teksta lapām jābūt numurētiem.
5. Visai grafiskajai informācijai, tekstiem, izmēriem, norādēm utt. rasējumos ir jābūt saprotamiem, viennozīmīgiem, nepārprotamiem un izlasāmiem bez palīgīdzekļu izmantošanas. Teksta informācijai un elementu izmēru un citu parametru norādēm izmantojami tehniskajiem rasējumiem piemēroti fonti un līniju veidi/biezumi ar atbilstošiem parametriem. Teksta (fontu) izmēram vienā rasējumā nevajadzētu atšķirties vairāk kā 2x.
6. Rasējumi sagatavojami brīvi izvēlētā CAD vidē, un iesniedzami PDF formātā. Teksta dokumenti iesniedzami .pdf formātā. Sekojiet norādēm attiecīgā uzdevuma iesūtņē!

Izmantojamās literatūras saraksts

1. Autoceļu projektēšana
http://www.bf.rtu.lv/documents/nvsd/materiali/acelu_proj_trase.doc
2. LVS 190-1 “Ceļa trase”, VSIA LVS, Rīgā, 2000.
3. LVS 190-2 “Ceļu tehniskā klasifikācija, parametri, normālprofili”, VSIA LVS, Rīgā, 2008.
4. Autoceļi, J. Lūsis, E. Slēde, J. Mengots. ,izd. “Liesma”, Rīgā, 1972.
5. LVS 190-5 “Zemes klātne”, VSIA LVS, Rīgā, 2011.
6. LVS 190-3 “Ceļu vienlīmeņa mezgli”, VSIA LVS, Rīgā, 2010
7. Centrālprojekcijas attēla aprēķins, A.Zariņš, PDF fails
8. <http://lvceli.lv/files/Ieteikumi%20ocelu%20projektesanai/Cela%20segu%20tipveida%20konstrukciju%20katalogs%20projekts.pdf>
9. LBN 244 Meliorācijas būves