

Ieteikumi ceļu projektēšanai

Ceļa sega

Rīga, 2015

Ieteikumi ceļu projektēšanai

Ceļa sega

Priekšvārds

Šajā dokumentā aprakstītā metodika ietver norādījumus nestingo ceļa segu konstruēšanai un aprēķinam. To jālieto projektējot jaunu ceļa segas konstrukciju vai tās daļu.

Šis dokuments paskaidro segas projektēšanas un aprēķina procedūras pēc stiprības un kalpotspējas nosacījumiem. Citu nosacījumu (higiēnas prasības, virsmas ūdensatvade, saķere, materiālu specifikācijas, būvniecības tehnoloģija u.c.) ievērtēšana veicama izmantojot atbilstošus normatīvus.

Metodika izstrādāta, pamatojoties uz Latvijas un ārvalstu ceļu projektēšanas un būvniecības pieredzi un normatīviem.

Metodiku sagatavoja:

RTU asoc. prof., Dr.sc.ing. **Atis Zariņš**

B.sc.ing. **Jānis Kivilands**

B.sc. ing. **Edgars Krūmiņš**

M.sc.ing. **Ilmārs Gorda**

Saturs

1. Vispārīgi norādījumi.....	4
2. Ceļa segas konstruēšana	9
3. Ceļa segas stiprības pārbaudes	19
4. Ceļa segas salizturības pārbaude	30
5. Ceļa segas un zemes klātnes nosusināšanas risinājuma projektēšana	34
6. PIELIKUMI.....	44
1.PIELIKUMS	44
2.PIELIKUMS	46
3.PIELIKUMS	49
4.PIELIKUMS	52
5.PIELIKUMS	53
6.PIELIKUMS	56
7. PIELIKUMS	57
8.PIELIKUMS	65
9.PIELIKUMS	77

1.1. Norādījumi par metodikas lietošanas apsvērumiem

Ceļa segas projektēšana saskaņā ar šo metodiku balstīta uz mehānistiskiem segas konstruēšanas un aprēķina principiem, izmantojot elastības teorijas sakarības.

Šajā metodikā tiek izmantoti konstruktīvo elementu apzīmējumi, jēdzieni un definīcijas, kas izriet no tiem paredzētās funkcijas segas konstrukcijas risinājumā. Konstruktīvo elementu materiāls un novietojums segas konstrukcijā tiek uzskatīti par atvasinātiem vai sekundāriem faktoriem. Šis norādījums ievērojams gadījumos, ja šeit lietotais apzīmējums vai jēdziens sakrīt ar citos dokumentos lietoto, bet to jēgas interpretācija atšķiras.

Segas projektēšanas metodikas lietošana balstīta uz virkni apsvērumu un pieņēmumu, kuri ievērtējami gan segas projekta risinājumā, gan tās ekspluatācijas rezultātu izvērtējumā:

1. Tiek pieņemts, ka pārbaudēs lietotie aprēķina parametri ir noteikti attiecīgai pārbaudei kritiskākajiem segas ekspluatācijas periodā sagaidāmajiem apstākļiem;
2. 1. - 4. segas kategorijas (sk. tab.3.1.1.) konstrukcijām uz zemes klātnes tiks nodrošināta aprēķina nestspēja vismaz $E=35$ MPa (sk. tab. P.2.4.). Pamatnes grunts, kas ir ar zemāku tabulāro vērtību (sk. tab. P.2.4.), tiek klasificētas, kā vājas nestspējas grunts, un tām ir projektējami zemes klātnes pastiprināšanas pasākumi (stabilizēšana ar saistvielām, grunts nomaiņa, nosusināšanas risinājumi u.c.), atbilstoši zemes klātnes projektēšanas nosacījumiem LVS190-5. Pamatnes grunts aprēķina parametri turpmākajam aprēķinam tiek koriģēti atbilstoši projektētajai korekcijai;
3. Piektās un sestās segas kategorijas segas konstrukciju, ja aprēķina slodze $\Sigma N_a < 5 \cdot 10^4$ (NAS/T), projektē izejot no būvniecības tehnoloģijas, racionāliem un ekonomiskiem apsvērumiem, un stiprības pārbaudes pēc šīs metodikas neveic.
4. Segas aprēķina metodika balstīta uz pieņēmumu, ka pēc projekta risinājuma izbūvētā segas konstrukcija tās aprēķina ekspluatācijas perioda laikā tiek uzturēta, tajā skaitā - atbilstoši spēkā esošajiem normatīviem. Atbilstoša uzturēšana ietver sevī regulāru un savlaicīgu:
 - sāngrāvju, un citu ūdensatvades sistēmu tīrīšanu un bojājumu novēršanu;
 - dilumkārtas atjaunošanu;
 - ceļa klātnes un nogāžu virsmas bojājumu (plaisa izdrupums vai bedrīte, materiāla zudums nomalē, izskalojums nogāzē u.tml.) novēršanu; un
 - projektā paredzētā ceļa klātnes elementu (brauktuve, nomales) profila atjaunošanu, nodrošinot visu ceļa segas konstrukcijas elementu nepārtrauktu un pilnvērtīgu funkcionēšanu atbilstoši segas projektēšanā izmantotajiem apsvērumiem.

Segas konstruēšanas un pārbaužu rezultātā fiksētā segas konstrukcija ir pamats ceļa projekta risinājumu tālākai izstrādei un uzrādāma projektā norādot būtiskos parametrus (tādus, no kuriem atkarīga atbilstošu materiālu vai būvniecības tehnoloģiju izvēle, un, kas garantē aprēķinā iekļauto parametru realizāciju). Ceļa segas risinājums tiek izstrādāts ņemot vērā konkrētus projektēšanas gaitā fiksētus ceļa posma satiksmes, ģeotehniskos, hidroloģiskos un klimatiskos apstākļus, ar kuriem tiek pamatota katra aprēķina parametra izvēle.

Parametru noteikšanas, aprēķinu un pārbaužu procedūras un to rezultāti ir projekta sastāvdaļa, un tie pievienojami projektam un arhivējami atbilstoši normatīvo dokumentu prasībām.

1.2. Parametru noteikšana segas konstrukcijas pārbaužu veikšanai

Šajā metodikā dotās sakarības ir iegūtas teorētisku izvedumu rezultātā, saskaņā ar elastības teorijas apsvērumiem, kas saistīti ar ceļu un ceļa segu konstrukcijā izmantojamajiem materiāliem un to fizikāli mehāniskajām īpašībām. Ievērojot to, ka šīs īpašības vai tās raksturojošie parametri vairumā gadījumu ir nelineāri attiecībā pret aprēķina parametriem, aprēķinu objektivitātes nodrošināšanai svarīga ir pareiza aprēķinos izmantojamo vērtību noteikšana.

Lai izvairītos, no neatbilstošu vērtību lietošanas, izmantojamas tikai šajā metodikā dotās materiālu un procesu raksturojošo parametru vērtības. Pieļaujama metodikā paredzēto materiālu modifikāciju lietošana, to parametrus pieņemot atbilstošus vājākai dotā diapazona vērtībai, vai interpolējot doto vērtību robežās. Taču nav ieteicams izmantot parametru vērtības, kas no citiem avotiem iegūtas ar nepārbaudītām metodēm, nepārlicinoties un nenodrošinot tām aprēķinā paredzēto būtību.

Ja segas konstrukcijā paredzēts izmantot materiālus, kuru aprēķina parametri nav norādīti šajā metodikā, tie jānosaka lietojot adekvātas izpētes un testēšanas metodes un pamatojot to atbilstību aprēķinā paredzētajai būtībai.

1.3. Normatīvās norādes

Šajā standartā ir dotas atsauces uz attiecīgajiem dokumentiem, vai avotiem, kas jāievēro izvēloties projekta risinājumu. Atsauces uz citām publikācijām ievietotas ar vai bez datuma norādes. Šīs normatīvās atsauces tiek citētas attiecīgajās teksta vietās un to publikācijas ir uzskaitītas zemāk dotajā sarakstā. Ja atsaucei ar datuma norādi ir sekojuši labojumi, vai jebkuras tā publikācijas laboti izdevumi, tad atsaucē norādītais avots lietojams tikai ar labojumiem, vai kā labots izdevums. Ja atsauce ir bez datuma norādes, tad jālieto pēdējā redakcija.

Metodikā tiek lietoti šādi saīsinājumi:

- LVS 190-5 – „Ceļu projektēšanas noteikumi. 5. daļa: Zemes klātne”
- CS – „Ceļu specifikācijas 20xx” * (lietojama aktuālā redakcija)

1.4. Definīcijas

Šo standartu lietojot, izmantojamas šādas definīcijas.

Aprēķina ass slodze – transportlīdzekļa ass slodzes parametri, uz kādiem, nosakot aprēķina slodzi, tiek reducētas visu satiksmes plūsmā paredzamo transportlīdzekļu radītās ietekmes.

Aprēķina slodze – prognozētais aprēķina ass slodzes pielikšanas reižu skaits segas aprēķina kalpošanas periodā.

Atdalošā kārtā – ceļa segas papildkārtā, kuras funkcija ir neļaut vai aizkavēt augstāk vai zemāk esošās konstrukcijas kārtas piesārņošanas ar putekļu vai sīko frakciju daļiņām, kas iespējama ūdens migrācijas rezultātā.

Ceļa sega – ceļa konstrukcijas daļa virs zemes klātnes.

Ceļa sega, nestinga – ceļa segas konstrukcija, kuras elastīgās īpašības raksturojamas, kā nestingas (kurai piemīt salīdzinoši neliela lieces pretestība).

Ceļa sega, stinga – ceļa segas konstrukcija, kuras elastīgās īpašības raksturojamas, kā stingas (kurai piemīt salīdzinoši liela lieces pretestība).

Dilumkārtā – vienkārtas segums vai seguma augšējā kārtā, kuras uzdevumi ir: tieši (kontaktā ar transportlīdzekli) uzņemt satiksmes slodzes, nodrošināt braukšanas komfortu, minimizēt piesārņojuma (troksnis, putekļi) līmeni, un aizsargāt pārējo segas konstrukciju no vides iedarbības.

Drenējošā kārtā – ceļa segas konstrukcijas papildkārtā, kuras funkcijas ir:

- kapilārā ūdens plūsmas pārtraukšana, neļaujot tam pacelties līdz ceļa segas nesošajām kārtām,
- ceļa segas konstrukcijā nokļuvušā ūdens uzņemšana un izvadīšana no konstrukcijas (filtrācija)
- ceļa segā esošā ūdens uzņemšana (akumulēšana) konstrukcijas atkušanas laikā.

Drošuma koeficients – ir lielums, kas raksturo segas konstrukcijas bezatteices kalpotspējas

varbūtību aprēķina kalpošanas periodā, un kas tiek novērtēts izejot no apsvērumiem par aprēķinā pieņemto parametru atbilstību faktiskajiem.

Modificēta saistviela – ar dažādām ķīmiskām piedevām apstrādāta saistviela, kas nodrošina augstāku(-us) asfaltbetona ekspluatācijas parametru(-us).

Nelabvēlīgi hidroloģiskie apstākļi – ūdens ietekmes raksturojums, kas nosaka tādu ūdens ietekmes intensitāti uz segas konstrukciju, kas samazina tās kalpotspēju.

Nestspēja – īpašība, kas raksturo materiāla kārtas(-u) vai grunts deformāciju to slogojot un kuru nosaka ar aprēķinu vai izmērot.

Nomale – ceļa segas elements, kuru paredz seguma funkciju nodrošināšanai, kā arī satiksmes drošības nolūkiem, bet pa kuru nav paredzēta pastāvīga satiksme.

Papildkārtā – ceļa segas konstrukcijas daļa, kuru paredz, lai nodrošinātu vai uzlabotu kādas citas segas konstrukcijas daļas funkciju.

Saistes kārtā – saistīta seguma kārtā, starp dilumkārtu un pamatu, kuras funkcija ir nodrošināt saisti starp tiem.

Salizturīgā kārtā (sala aizsargkārtā) – ceļa segas papildkārtā, kuras funkcija ir - kopā ar pārējo segas konstrukcijas salnoturīgo daļu mazināt sala ietekmi uz zemes klātnes funkcionālo daļu.

Segas aprēķina kalpošanas periods – projektēšanas vajadzībām pieņemts laika periods, sākot no segas konstrukcijas ekspluatācijas sākuma, kura laikā segas konstrukcijas kalpotspējas rādītāji paredzami ne zemāki par projektēšanas nosacījumos definētajiem.

Segas mitruma režīms – ceļa novietojuma vietas hidroloģiskais raksturojums, kas ietver tos virsmas un gruntsūdeņu cirkulācijas parametrus, kuri var ietekmēt ceļa segas ekspluatācijas īpašības.

Segas pamats – segas daļa zem seguma, kuras funkcija ir caur segumu nodotās satiksmes slodzes izkliedēšana līdz tādai pakāpei, kādu spēj uzņemt pamatnes (zemes klātnes) grunts.

Segums – ceļa segas augšējā daļa, kas balstīta uz pamata

Uzlabotas grunts kārtā – ar saistvielu apstrādāta vai neapstrādāta, graudaina materiāla uzbēruma (zemes klātnes funkcionālās daļas) kārtā, kuras funkcija ir paaugstināt zemes klātnes nestspēju.

Zemes klātne – pamatnes grunts vai uzbēruma virsmas daļa, uz kuras tiek balstīta ceļa sega.

Zemes klātnes funkcionālā daļa – zemes klātnes augšējā daļa, kas pakļauta sala ($t < 0^{\circ}\text{C}$) iedarbībai, un kuru ietekmē (sagaidāmi bīdes spriegumi no) satiksmes vai segas pašsvara slodzes. To nosaka, kā zemes klātnes augšējo daļu līdz 1.5 m dziļumam no seguma virsmas.

1.5. Apzīmējumi

2.-5.

nodaļas

Apzīmējuma apraksts

C_u	Grunts neviendabības koeficients, (nosakāms saskaņā ar LVS190-5)
I_p	Grunts plasticitātes indekss, (noteikts saskaņā ar GOST 5180 – 84)
W_{LL}	Plūstamības robežas mitrums, (noteikts saskaņā ar GOST 5180 – 84)
W_P	Plasticitātes robežas mitrums, (noteikts saskaņā ar GOST 5180 – 84)
I_l	Konsistences rādītājs, (noteikts saskaņā ar GOST 5180 – 84)
K_f	Filtrācijas koeficients, (noteikts saskaņā ar Latvijā adaptēto GOST—25584-90 1.pielikumu (sk. CS, p. 9.4)), (m/24h);
c	Materiāla (grunts) saiste, (MPa);
φ	Materiāla (grunts) iekšējās berzes lenķis, (grad);

3.nodaļa

$K_{n,st}$	Segas konstrukcijas stiprības koeficients;
K_{dr}	Segas drošuma koeficients;
E_{ekv}	Segas konstrukcijas ekvivalentais (kopējais) elastības modulis, (Pa);
E_{vaj}	Segas konstrukcijas vajadzīgais elastības modulis, (Pa);
N_a	Aprēķina ass gada vidējais diennakts pārbraucienu skaits vienas satiksmes joslas robežās segas pirmajā kalpošanas gadā, (NAS/24h);
$\sum N_a$	Aprēķina ass pārbraucienu skaits vienas satiksmes joslas robežās aprēķina kalpošanas periodā, (NAS/T);
T_a	Aktīvais bīdes spriegums, (Pa);
T_p	Pieļaujamais bīdes spriegums, (Pa);
$R_{st,p}$	Pieļaujamais stiepes spriegums bituminētā materiāla kārtā, (Pa);
σ_{st}	Lielākais stiepes spriegums bituminētā materiāla kārtā, (Pa);

4.nodaļa

$l_{kūk}$	Zemes klātnes grunts aprēķina (sagaidāmais) sala pacēlums, (cm);
l_{piel}	Konstrukcijai pieļaujamais sala pacēlums, (cm);
$l_{kūk,vid}$	Vidēju apstākļu sala kūkumošanās, (cm);
$K_{G\bar{U}L}$	Koeficients, kas ievērtē GŪL dziļumu;
K_{bl}	Koeficients, kas atkarīgs no zemes klātnes augšējā slāņa sablīvējuma;
K_{gr}	Koeficients, kas ievērtē uzbēruma vai ierakuma pamatnes grunts granulometriskos sastāvu;
K_{sl}	Koeficients, kas ievērtē uz sasalstošās grunts esošo konstrukcijas pašvaru
K_{mitr}	Koeficients, kas atkarīgs no grunts aprēķina mitruma
Z_{sasal}	Sasaluma dziļums, (m);
$Z_{sasal,vid}$	Vidējais sasaluma dziļums noteiktajā reģionā, (m);
H_u	Attālums starp ceļa segas apakšu un aprēķina GŪL vai ŪL, (m);

5.nodaļa

H_{dr}	Drenējošā slāņa biezums
L	Filtrācijas ceļa garums, m
B	Asfalta seguma platums

Pielikumi

W_{apr}	Grunts aprēķina mitrums, daļa no plūstamības robežas mitruma;
W_{tab}	Zemes klātnes augšējās kārtas vidējais ilggadīgais grunts mitrums (daļās no grunts plūstamības robežas mitruma);
$W_{\Delta 2}$	Mitruma korekcija, atkarībā no brauktuves un nomales uzbūves;
t	Novirzes koeficients, kas atkarīgs no nepieciešamā drošuma līmeņa;
Δ_3	Ceļa segas summārā biezuma korekcija;
Z_1	Kopējais segas biezums ;
α	aprēķina parametrs bituminēto maisījumu stiepes pārbaudē;
m	aprēķina parametrs bituminēto maisījumu stiepes pārbaudē;
R_0	Ielieces radītās stiepes pretestības normatīvā vērtība, (Pa);
E	Elastības modulis, (Pa);
ρ	Blīvums, (kg/m ³).

2. Ceļa segas konstruēšana

2.1. Ceļa segas funkcija

Ceļa segas pamatfunkcija ir satiksmes slodzes pārvešana uz pamatnes grunti, to izkliedējot līdz pakāpei, ko grunts spēj uzņemt visnelabvēlīgākajos konstrukcijas ekspluatācijas laikā sagaidāmajos apstākļos. Lai to nodrošinātu, segas konstrukcijai ir jāizpilda virkne nosacījumu, kas ietver nestspēju nodrošinošo kārtu un materiālu pilnvērtīgai darbībai nepieciešamās filtrācijas, siltumizolācijas un salnoturības prasības, kuras, savukārt, izriet no segas konstrukcijai noteiktajiem nestspējas, kā arī būvniecības un ekspluatācijas izmaksu optimizēšanas nosacījumiem.

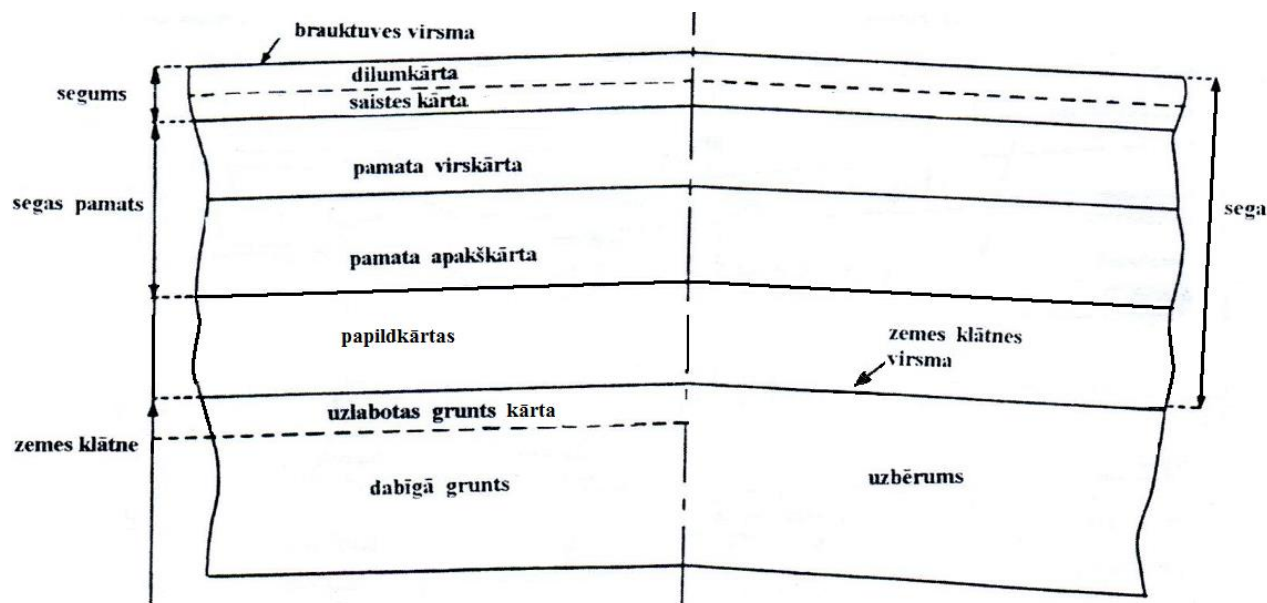
2.2. Ceļa segas elementi

Ceļa segu konstruē un aprēķina no šādiem elementiem (sk. att.1.):

Segums, jāprojektē tāds, lai paredzētajā segas kalpošanas periodā nodrošinātu prasībām atbilstošu:

- virsmas ūdensatvadi;
- saķeri;
- līdzenumu;
- trokšņa emisiju;
- kaitīgo izgarojumu un putekļu emisiju.

Segumam var paredzēt apstrādi ar dažāda veida virsmas pārklājumiem (aizsargkārtas, saķeres īpašību uzlabojumi, trokšņa mazinoši pasākumi un tml.). Segumu var projektēt no vienas (dīlūmkārta) vai divām konstruktīvām kārtām (dīlūmkārta + saistes kārtā). Saistes kārtas funkcija ir veidot pāreju no salīdzinoši dārga, blīva un stingra dīlūmkārtas materiāla uz raupju pamata kārtas materiālu, kā arī mazināt plaisu veidošanās risku no seguma ielieces.



att. 1. Ceļa segas elementi

Segas pamats – ceļa segas konstrukcijas daļa, kas atrodas tieši zem seguma. Tās pamatfunkcija ir uzņemt spriegumus un slodzes no seguma, un izkliedēt tās vienmērīgi uz zemākajām ceļa konstrukcijas daļām - uzbērumu un pamatnes grunti. Pamatam jānodrošina:

- ceļa segas izturība pret slodzes izraisītām deformācijām,
- ūdens atvade (filtrācija), un
- noturība pret sala deformācijām.

Papildkārta – segas konstrukcijas elements, kuru paredz lai:

- nodrošinātu vai uzlabotu segas konstrukcijas darbību;
- novērstu vai mazinātu nelabvēlīgu hidroloģisko apstākļu ietekmi uz segas konstrukciju;
- novērstu vai mazinātu klimatisko apstākļu ietekmi uz ceļa konstrukciju;
- ekspluatācijas laikā nodrošinātu konstruktīvās kārtas vajadzīgo granulometriju;
- kompensētu spriegumus.

Papildkārtu paredz, lai nodrošinātu minētos segas konstrukcijai nepieciešamos nosacījumus, ja to nevar panākt ar tikai nestspējas nodrošināšanai paredzēto konstrukciju. Atkarībā no funkcijas, kādai paredzēta papildkārta, to var saukt par drenējošo, siltumizolācijas, sala aizsargkārtu vai tml. Pie papildkārtām pieskaita arī hidroizolējošas un kapilāro vai tvaikveida ūdens kustību pārtraucošas starpkārtas vai materiālus (plēves, membrānas), kā arī filtrējošās un atdalošās starpkārtas vai materiālus (tekstils, armējums, filtrs).

Papildkārta var tikt paredzēta no dabīga vai apstrādāta grunts vai minerālmateriāla, kā arī no rūpnieciski izgatavotiem, sintētiskiem un kombinētiem materiāliem. Paredzot papildkārtu ir īpaši jāizvērtē segas būvniecības tehnoloģija, ievērtējot šo kārtu un tajās lietoto materiālu iespējas nodrošināt būvniecībai izmantojamās tehnikas pārvietošanos pa tiem tos nebojājot, un paredzot projektā nepieciešamos pasākumus to funkcijas saglabāšanai.

Papildkārta var arī tikt projektēta tikai būvniecības procesa nodrošināšanai, vai kā pagaidu konstrukcija, izvērtējot tās ietekmi uz konstrukcijas īpašībām objekta ekspluatācijas procesā.

2.3. Segas konstrukcijai izvirzītie pamatnosacījumi

Ceļa segu projektē ar apsvērumu, ka ekspluatācijas un vides faktoru ietekmē paredzētajā segas aprēķina kalpošanas periodā neveidosies būvniecības un ekspluatācijas normatīvu prasībām neatbilstoši segas bojājumi vai paliekošas deformācijas.

Nesaistīta seguma gadījumā (grants, drupināts minerālmateriāls), ja paliekošo deformāciju novēršana nav saistīta ar lielām izmaksām (izlīdzināšana, planēšana), pieļaujamas lielākas paliekošas deformācijas no satiksmes slodzes (mazāks $E_{vaj,min}$).

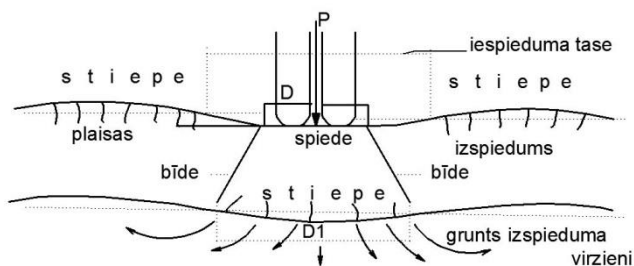
Ceļa sega ir viens no dārgākajiem ceļa konstrukcijas elementiem, tāpēc, lai nodrošinātu racionālu segas konstrukciju un optimālu resursu izlietojumu tās izbūvei un ekspluatācijai, ceļa projektā (ceļa trases plānā, garenprofilā un ceļa konstrukcijā) ir jābūt ievērtētiem ceļa segas veiksmīgai funkcionēšanai nepieciešamajiem priekšnoteikumiem - ceļa trases novietojums uz iespējami labvēlīgas pamatnes grunts un iespējami labvēlīgiem hidroloģiskajiem apstākļiem (sk. tab.5.2.). Ceļa posmos ar nelabvēlīgiem hidroloģiskajiem apstākļiem jāparedz atbilstoši ūdens atvades un sala aizsardzības pasākumi gan segai, gan zemes klātnei (sk. nod.4. un 5.).

Projektētajai ceļa segai ir jābūt ekonomiskai un ar iespējami mazu resursu patēriņu, īpaši attiecībā uz energoietilpīgajiem un importētajiem materiāliem. Segas ekonomiskumu novērtē salīdzinot vairākas līdzvērtīgas un izvirzītajām prasībām atbilstošas konstrukcijas pēc kapitālieguldījumu ekonomiskās efektivitātes. Projekta risinājuma izvēli pamato ar variantu tehniski - ekonomisko analīzi.

Segas konstrukcijai ir jābūt ekoloģiski drošai un atbilstošai spēkā esošajām higiēnas (troksnis, putekļi, u.c.) un piesārņojuma ierobežojumu prasībām.

2.4. Segas deformāciju procesi.

Ceļa segā radušās deformācijas ir vairāku procesu rezultāts. Šo procesu norise var būt vienlaicīga vai arī secīga.



att. 2 Sega deformētā stāvoklī

Rīteņu slodzes ietekmē grunts zemes klātnes funkcionālās daļas robežās tiek saspiesta un sega ieliecas. Rezultātā veidojas ieliekta virsma, ko mēdz saukt par „iespieduma tasi”. Jo lielāka ir segas nestspēja, jo lielāks ir zemes klātnes virsmas laukums D_1 (sk. 2. att.), uz kuru tiek pārnesta slodze, un jo mazāki spriegumi rodas pamatnes gruntī. Ja pamatnes grunts pretestība ir nepietiekīga, slodzes ietekmē veidojas bīdes deformācijas, kuru rezultātā sega tiek bojāta.

Segas apakšējā saistītā kārtā ielieces rezultātā tiek stiepta. Arī segas virskārtā pa iespieduma tases kontūru veidojas izliekta virsma, kas pakļauta stiepei. Ja segas bituminētajās kārtās stiepes spriegumi pārsniedz pielaujamās, tajās veidojas plaisas.

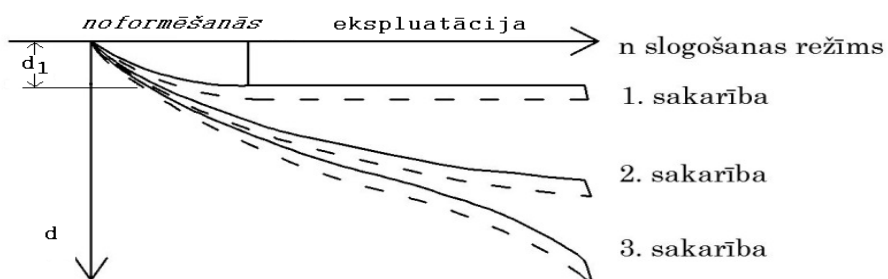
Pa riteņa un seguma kontaktlaukuma perimetru uz segu iedarbojas bīdes spriegumi. Gadījumos, kad seguma vai pamatnes bīdes pretestība ir nepietiekoša, veidojas bīdes deformācijas.

2.5. Segas darbības raksturs

Nestingas ceļa segas pretestība slodžu iedarbībai lielā mērā ir atkarīga no grunts pamatnes spiedes pretestības. Segas uzdevums ir sadalīt slodzi pietiekami plašā grunts pamatnes laukumā, lai pārnestā tā nepārsniegtu pamatnes nestspēju.

1. sakarība – Elastīga ceļa segas darbība.

Ceļa sega pēc noformēšanās darbojas elastīgi, ja tā netiek pārslogota un ja pamatnes grunts ir pietiekami sablīvēta. Noformēšanās periodā izveidojas noteikta lieluma paliekošā deformācija d_1 ,



3. att. Segas darbība atkarībā no sloģšanas režīma un grunts nestspējas

un turpmāk sega darbojas elastīgi.

2. sakarība – Elastīga ceļa segas darbība ar nelielu paliekošo deformāciju **d** uzkrāšanos atsevišķos ekspluatācijas periodos.

Apstākļos, kad pamatnes grunts izturība ir samazinājusies, katrs smagā transportlīdzekļa

pārbrauciens izraisa ļoti mazas plastiskas deformācijas. Atkārtotas slogošanas rezultātā ikreizējās *ļoti mazās deformācijas summējas un kļūst manāmas*. Ja summārā deformācija pārsniedz lielumu, kas pieļaujams attiecīgai segas konstrukcijai, sākas tās sabrukums. Segas plastiski deformējas arī tad, ja transportlīdzekļa ass slodze pārsniedz segai raksturīgo kritisko vērtību.

Segas izturības robežu raksturo noteikta lieluma pieļaujamā deformācija.

3. sakarība – *Ceļa segas darbības atteikums jeb sabrukums*.

Segā strauji uzkrājas plastiskās deformācijas **d**. Ja grunts pamatnes pretestība nepietiekama, segas iegrimes process, kas sākumā noris lēni, kļūst straujāks, un bituminētajā segumā veidojas plaisas. Lai novērstu segas pilnīgu sabrukumu, pavasara šķīdoņa laikā ir nepieciešams ierobežot smagu transportlīdzekļu kustību.

2.6. Segas stiprības nosacījumi

Eksperimentāli ir konstatēts, ka starp slodzi, segas stiprību un ielieci pastāv noteikts, ciešs sakars. Segas ielieci slodzes iespaidā uzskata par vispārēju tās stiprības raksturotāju.

Ceļa segas ekspluatācijas īpašības (izturību, līdzenumu u.c.) var garantēt tikai tad, ja tā darbosies elastīgi arī kritiskajos ekspluatācijas apstākļos, kad pamatnes grunts izturība ir vismazākā. Projektējot ceļa segu, jāpanāk, lai aprēķina ekspluatācijas periodā nav pieļaujama paliekošo deformāciju uzkrāšanās, ko saprot arī kā **bezatteices kalpotspēju**. Lai to nodrošinātu nestingai segai, ja tā pakļauta tikai īslaicīgas dinamiskas slodzes iedarbībai, jāatbilst 3 nosacījumiem:

1. segas elastīgajai ieliecei jābūt pieļaujamās robežās;
2. pamatnes gruntij un vāji saistītiem segas materiāliem jābūt noturīgiem pret bīdi;
3. bituminēto materiālu stiepes pretestībai ir jābūt pietiekamai.

Vietās vai ceļa posmos, kur sega tiks pakļauta pastiprinātai horizontālu spriegumu iedarbībai (paātrinājums, bremzēšana, statiska slodze), asfalta seguma (dīlūmkārta un saistes kārta) materiālam jābūt noturīgam pret paliekošajām deformācijām. Lai to panāktu, vismaz par vienu pakāpi jāpaaugstina prasības asfalta sastāva projektēšanai attiecībā uz izturību pret paliekošām deformācijām, atbilstoši CS, tās iekļaujot projekta specifikācijā.

2.7. Ceļas segas konstruēšana

2.7.1. Ceļa segas projektēšanas process

Ceļa segas projektēšana ir process, kura ietvaros jānodrošina:

1. Ceļa segas konstruēšanas un aprēķina procesa ietvaros jānosaka:
 - segas aprēķina ekspluatācijas periodam prognozētai satiksmes plūsmai atbilstošu vajadzīgo konstrukcijas stiprību ;
 - nepieciešamos ūdens atvades risinājumus no segas konstrukcijas;
 - segas konstrukcijā paredzētajām gruntīm un materiāliem to ekspluatācijas apstākļiem (mitruma režīms, temperatūras režīms, u.c.) atbilstošu nepieciešamo salizturību;
 - jādefinē sistēmas {ceļa sega + zemes klātne} funkcionālā daļa, kārtu biezumi un tajos izmantojamie materiāli un to parametri;
 - citi risinājumi vai nosacījumi;
2. Segas ietekmes uz vidi prasību izpildi;
3. Higiēnas prasību izpildi (troksnis, putekļi);
4. Segas ietekmes uz satiksmes drošību izpildi (saķeres īpašības, atstarošanas īpašības u.tml.)
5. Segas konstrukcijas ekonomiskāko risinājumu attiecīgajos apstākļos.

Šajā metodikā apskatīta augstāk nosauktā procesa 1. daļa.

2.7.2. Ceļa segas konstruēšanas procedūra

Ceļa segas konstruēšanas procedūra ietver:

- segas tipa izvēli;
- seguma veida un konstruktīvo kārtu noteikšanu, norādot katras kārtas funkciju, materiālu un biezumu, kā arī kārtu izvietojumu konstrukcijā;
- pamata konstruktīvo kārtu noteikšanu, norādot katras kārtas funkciju, materiālu un biezumu, kā arī kārtu izvietojumu konstrukcijā;
- ūdensatvades pasākumu nepieciešamības novērtējumu un nepieciešamā risinājuma noteikšanu;
- papildu sala aizsardzības pasākumu nepieciešamības novērtējumu, un nepieciešamā risinājuma noteikšanu;
- konstrukcijas plaiszturības palielināšanas pasākumu nepieciešamības novērtējumu;
- zemes klātnes funkcionālās daļas pastiprināšanas vai uzlabošanas lietderīguma novērtējumu.

Pirms segas konstruēšanas procesa uzsākšanas segas kalpošanas vietā jābūt noteiktiem:

- pamatnes grunts ģeotehniskajiem parametriem
- hidroloģiskajiem un klimatiskajiem parametriem

Konstrukcijas kārtas biezumu segas konstruēšanas procesā nosaka ar soli:

- Saistīta materiāla dilumkārtai - 0.5cm
- Saistīta materiāla saistes un pamata kārtai - 1cm
- Drupināta minerālmateriāla kārtai - 2cm
- Smilts kārtai - 5cm
- grunts kārtai -10 cm

2.7.3. Ceļa segas konstrukcijas pārbaudes (aprēķina) procesa secība

- nosaka aprēķina slodzi;
- nosaka segas konstrukcijas tipu (seguma veids, pamata veids) un atbilstoši tam izvēlas sākuma konstrukciju, definējot tajā lietojamos materiālus un to parametrus. Sākuma konstrukciju ieteicams izvēlēties atbilstošu *pielikumā Nr.5.* dotajiem piemēriem;
- nosaka drenējošās kārtas (papildkārtas) nepieciešamību un parametrus un attiecīgi papildina sākuma konstrukciju (*sk. 5.nod.*);
- nosaka aprēķinam nepieciešamos zemes klātnes grunts un segas materiālu parametrus;
- Sastādītajai sākuma konstrukcijai veic analītiskas pārbaudes (*sk. 3.nod.*). Pamatojoties uz pārbažu rezultātiem nepieciešamības gadījumā veic korekcijas sākuma konstrukcijā un pārbaudes atkārti;
- Ja visi noteiktie nestspējas kritēriji ir izpildīti, veic salnoturības pārbaudi (*sk. 4.nod.*). Ja tās rezultāts norāda uz nepieļaujamu sala pacēlumu iespējamību – atbilstoši p.p. 2.8.1. nosacījumiem nosaka un papildina vai pievieno tieši virs no sala aizsargājamās pamatnes grunts nepieciešamā biezuma salnoturīga materiāla kārtu;

2.7.4. Pamatprincipi konstruējot ceļa segu

a) seguma veidam un segas konstrukcijai kopumā jāatbilst normatīvajos dokumentos noteiktajām prasībām, kas tiek izvirzītas ceļam atbilstoši prognozētajam satiksmes plūsmas sastāvam un intensitātei, ņemot vērā to izmaiņas aprēķina ekspluatācijas perioda laikā un paredzamos remonta un uzturēšanas apstākļus;

b) ir jācenšas izveidot konstrukciju, kura ir pēc iespējas vismazāk resursu ietilpīga;

c) segas konstrukcija var būt pieņemta kā tipveida, vai tikt izstrādāta individuāli vienam vai vairākiem ceļa posmiem, kuriem ir raksturīgi līdzīgi vides apstākļi (zemes klātnes funkcionālās daļas grunts un tās mitruma režīms, klimats, vietējo ceļu būvmateriālu veidi un pieejamība, u c.) un līdzīgas aprēķina slodzes.

d) ceļa segas kopējo biezumu un atsevišķo konstruktīvo kārtu biezumus nosaka pārbaudot pieņemto konstrukciju pēc stiprības nosacījumiem, ūdensatvades un salizturības aprēķiniem saskaņā ar šo norādījumu 3., 4. un 5. nod.

e) segas konstrukcijā ir jāparedz pēc iespējas mazāks kārtu skaits no dažādiem materiāliem, izvērtējot to funkcionālo nepieciešamību un izbūves tehnoloģiskās iespējas.

2.7.5. Projektējot segas konstrukciju, jāizvērtē attiecīgajos apstākļos praksē pārbaudītu konstrukciju lietošanas pieredze un lietderība;

a) pieļaujams izmantot vietējos minerālmateriālus, rūpniecības blakusproduktus un gruntis, tos apstrādājot ar saistvielām (cementu, bitumenu, kaļķi, izdedžu pelniem u.c.), ja tiek nodrošināti vajadzīgie parametri, ar mērķi, padarīt konstrukciju ekonomiskāku.

b) paredzētajai konstrukcijas būvniecības tehnoloģijai ir jābūt konkurētspējīgai, pieejamai Latvijas būvindustrijai un konstrukcijai ir jānodrošina ceļa būvniecības procesu maksimālu mehanizāciju.

Segas konstrukcijas kārtu materiālus nosaka vadoties pēc 7.pielikumā aprakstītajiem apsvērumiem.

2.7.6. Pamatapsvērumi segas konstrukcijas tipa robežu noteikšanai

Ceļa sega projektējama noteiktam ceļa posmam ar fiksētiem, noteiktiem ceļa segas darbību noteicošiem parametriem. Tāpēc pirms ceļa segas projektēšanas uzsākšanas, ceļu jāsadala posmos pēc paredzamajiem segas darba apstākļiem un vides rakstura:

- garenprofila un vides apstākļiem (garenprofila raksturs, ūdens noteču pieejamība u.c.);
- GŪL ietekmes uz segu (segas virsmas paaugstinājums virs GŪL, grunts tips);
- paredzamām segas konstrukcijas īpatnībām (saistīta materiāla pamats, salnoturīgas vai siltumizolējošas kārtas no pastiprināta materiāla);
- pamatnes grunts tipa un parametriem;
- paredzamās šķērsvirziena un garenvirziena ūdens filtrācijas rakstura segas konstrukcijā (drenējošā kārtā).

Posma garumu ar vienas konstrukcijas segu jānosaka ievērojot racionālu būvniecības tehnoloģiju. Posmus var grupēt pa tipiem apvienojot līdzīga rakstura posmus, kam piemērota vienas konstrukcijas sega. Ieteicamais posma garums ar vienas konstrukcijas segu ir vismaz 500m. Par aprēķina parametriem posma robežās pieņem segas konstrukcijas nelabvēlīgākos posma robežās sastopamos pamatnes grunts, zemes klātnes, apkārtējās vides, hidroloģiskos u.c. segas darbību noteicošos parametrus.

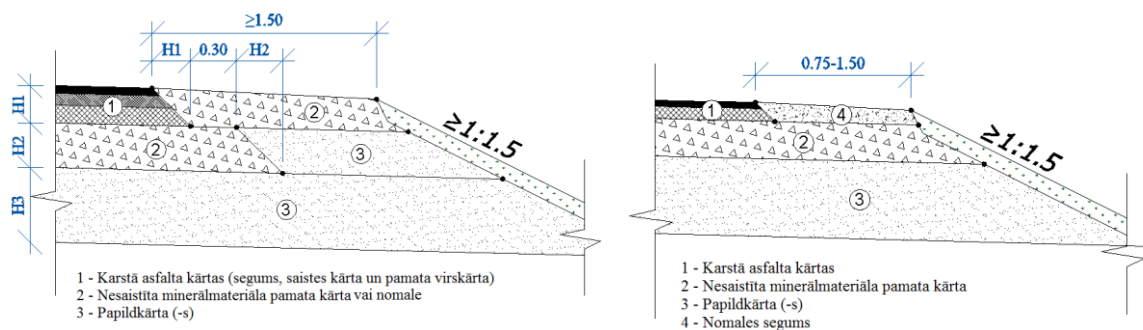
Ieteicamais posma garums, kurā paredzēti zemes klātnes funkcionālās daļas pastiprināšanas pasākumi vismaz 100m.

Lai nodrošinātu iespēju projektēt viena tipa ceļa segas konstrukciju garā posmā ar dažādām pamatnes grunts īpašībām, ir jāparedz zemes klātnes funkcionālās daļas pastiprināšanu līdz dziļumam, kas nosaka visā posmā līdzīgu pamatnes grunts nestspēju. Dažādos pastiprināmās zemes klātnes posmos var tikt paredzēta dažāda stabilizācijai lietotās saistvielas koncentrācija.

2.7.7. Nomales konstrukcijas risinājumu pamatprincipi

Ja paredzētais nomales platums nepārsniedz 1.5m, nesaistītā materiāla pamata kārtas jāprojektē līdz uzbēruma nogāzei, atbilstoši 2.2. att.. Ja nomale ir platāka, bet kādu racionālu apsvērumu dēļ pamata virskārtu neparedz visā ceļa klātnes platumā, lai nodrošinātu saistīta seguma malu noturību, pamata virskārtai ir jābūt vismaz par 0.3 m platākai par bituminētajām kārtām (2.1. att.).

Apakšējo papildkārtu no smilts vai cita graudainā materiāla vienmēr projektē visā uzbēruma platumā, vai līdz drenāžas konstrukcijai.



2.1. att. Ja nomaļes platums ir >1.50

2.2. att. Ja nomaļes platums ir $0.75 - 1.50$

Minimālais nomaļes konstrukcijas biezums nosakāms atkarībā no nomaļes materiāla, būvniecības tehnoloģijas un ekspluatācijas nosacījumiem, nodrošinot, vismaz, nepieciešamo šīs konstrukcijas daļas nestspēju $E_{vaj,min} = 85 \text{ MPa}$.

2.8. Papildkārtu projektēšana

2.8.1. Sala aizsargkārtā (salizturīgā kārtā)

2.8.1.1. Sala aizsargkārtu paredz, lai mazinātu zemes klātnes grunts sasalšanas rezultātā sagaidāmo ceļa segas deformāciju ietekmi un sekas. Tās funkcija ir iespējami mazināt ar ūdeni piesātinātas grunts sasalšanas iespēju. Grunts salizturību raksturojošais parametrs ir kūkumošanās pakāpe, ko nosaka pēc tab.4.1.. Piesātinājuma pakāpi nosaka grunts kapilārās īpašības (sk. tab. 5.2.) un zemes klātnes funkcionālās daļas paaugstinājums virs GŪL.

Sala aizsargkārtu projektē no CS prasībām salizturīgās kārtas būvniecībai atbilstošiem smilts materiāliem, vai citiem stabiliem graudainiem materiāliem, kā:

- drupināta minerālmateriāla (šķembas),
- tēraudkausēšanas sārņiem u.c.,

kā arī no netradicionāliem materiāliem:

- ar saistvielu nostiprinātas grunts;
- hidrofobizētas grunts;
- siltumizolējošiem materiāliem:
 - putuplasts;
 - vieglbetons;
 - porainas pildvielas (keramzīts, perlīts, agloporīts, polistirola granulas, sasmalcināti putuplasta atgriezumī).

2.8.1.2. Ja zemes klātnes funkcionālā daļa pilnībā vai daļēji atrodas kapilārā piesātinājuma zonā (sk. tab. 5.2.) vai arī ir zem GŪL, projektētajai ceļa segas konstrukcijai ir jāveic salizturības pārbaude, jānosaka un jāprojektē nepieciešamā biezuma sala aizsargkārtā saskaņā ar 4. nod. norādījumiem.

Ja nav racionālu iespēju projektēt segas apakšas paaugstinājumu virs GŪL lielāku par kapilārā ūdens pacelšanās augstumu, atbilstošu tab.5.2., jāizskata nosusināšanas risinājumu – drenējošās kārtas, drenāžas tranšeju (sk. 2.4. att.) vai cauruļu drenāžas ar šķērsvirziena izvadiem projektēšanu.

2.8.1.3. Salizturību nodrošina:

- a) zemes klātnes funkcionālās daļas piesātinātajā zonā (tab. 5.2.) paredzot nekūkumojošu vai vāji kūkumojošu grunti (4.1. tabula);

- b) paredzot zemes klātnes funkcionālās daļas nosusināšanu (5.nodaļa), tajā skaitā ar drenāžas ierīkošanu, lai palielinātu attālumu no ceļa segas apakšas līdz GŪL; kapilārus pārtraucošu un hidroizolējošu starpkārtu paredzēšanu;
- c) projektējot siltumizolācijas kārtu no materiāla ar pazeminātu siltumvadītspēju, kas samazina vai izslēdz zem ceļa segas esošās grunts sasalšanu. Šajā gadījumā jāveic sala aizsargkārtas kārtas biezuma aprēķins, ņemot vērā materiālu siltumizolējošās īpašības. Šajā dokumentā aprēķina metodika nav iekļauta;
- d) ceļa segas pamata projektēšana no saistītiem materiāliem, kas samazina kūkumošanās deformāciju ietekmi (CBGM u.tml.) .

2.8.1.4. Sala aizsargkārtas biezumu nosaka ar aprēķinu saskaņā ar 4.nod. Sala aizsargkārtu projektē visā uzbēruma platumā, vai vismaz par 0.5m katrā pusē platāku, nekā augstāk izvietoto kārtu.

Dažādu ceļa segas konstrukciju tipu maiņas vietās ir nepieciešams paredzēt 50 m garu pārejas zonu (ķīli), kuras robežās ceļa segas konstrukcijai jāmainās vienmērīgi tā, lai šīs zonas galos grunts kūkumošanās būtu vienāda ar kūkumošanos blakusesošajā konstrukcijā.

2.8.1.5. Ja 3. segas mitruma režīma (sk. 5.nod.) apstākļos konstatējama kāda no pazīmēm:

- „slapjš” ierakums;
- zemes klātnes virsma mazāk kā 0.3m virs GŪL;
- sagaidāmais ceļa konstrukcijas sasaluma dziļums (sk. 4. nod.) ir lielāks nekā attālums no seguma virsmas līdz GŪL vai ilgstoši stāvošam atklāta ūdens līmenim, un
- posmos, kur konstatēta kūkumojoša grunts (sk. tab. 4.1.) zemes klātnes funkcionālajā daļā, un kur tehniski nav iespējami (piem.: ierobežota konstrukcijas biezuma dēļ) vai ir neracionāli projektēt konstrukcijas sala aizsardzības risinājumu ar sala aizsargkārtu no smilts,

sala aizsargkārtu ieteicams projektēt no efektīvāka sala aizsargkārtai piemērota materiāla (ar pazeminātu siltumvadītspēju). Tā izbūves parametrus un nosacījumus projektē un norāda materiāla specifikācijā.

Lai izslēgtu paaugstinātu apledojuma veidošanas risku, attālumam no seguma virsmas līdz sala aizsargkārtai no speciālā siltumizolācijas materiāla (ar pazeminātu siltumvadītspēju) ir jābūt ne mazākam kā 0,5 m. Ja, kā siltumizolācijas materiāls tiek paredzēts putuplasts vai līdzīgs vājas nestspējas vai konsistences materiāls, virs tā ir jāparedz vismaz 0.2 m bieza (sabīvētā stāvoklī) smilts aizsargkārtā.

Sala aizsargkārtas optimālā konstrukcija un tips ir jāizvēlas, pamatojoties uz, no sala aizsardzības viedokļa vienlīdzīgu variantu, tehniski ekonomisko salīdzinājumu.

2.8.1.6. Sala aizsargkārtu projektē tieši virs no sala aizsargājamās pamatnes grunts. Ja segas konstrukcija paredzēta uzbērumā, tad sala aizsargkārtu paredz kā uzbēruma (zemes klātnes) augšējo daļu (sk. att. 1.: uzlabotas grunts kārtā). Ja uzbēruma ir plānāks par nepieciešamo sala aizsargkārtu, tās atlikušo daļu paredz kā segas apakšējo papildkārtu.

2.8.2. Drenējošā kārtā

Drenējošās kārtas uzdevums ceļa segas konstrukcijā ir novērst ūdens iekļūšanu tajā no apakšas (pārtraucot kapilāro plūsmu), un veicināt no augšas un sāniem iekļuvušā ūdens izvadīšanu vai akumulāciju, tādējādi saglabājot optimālus segas konstrukcijas materiālu funkcionālos parametrus.

Drenējošo kārtu paredz no labi filtrējošiem materiāliem: - smilts, grants, drupinātiem minerālmateriāliem, tēraudkausēšanas sāļiem u.c.. Drenējošo kārtu jāprojektē un tās parametrus jānosaka ņemot vērā brauktuves ģeometriskos parametrus, segas mitruma režīmu, konstrukcijas ūdensatvades specifiku un citus nosacījumus, saskaņā ar 5. nod. norādījumiem. Drenējošās kārtas materiāla filtrācijas koeficientu projektē ne mazāku, kā 1 m/24h, ko norāda projekta specifikācijā.

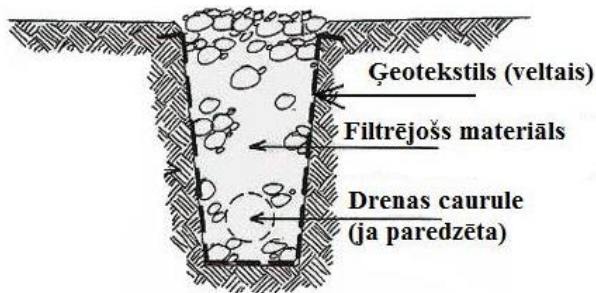
Drenējošās papildkārtas materiāls un tā parametri tiek ņemti vērā segas nestspējas pārbaudēs, tāpēc uz to attiecināmi visi tie paši nosacījumi, kas citu segas kārtu materiāla izvēlei.

Lielākajā daļā segas nosusināšanas risinājumu, ir racionāli paredzēt papildkārtu no drenējoša smilts materiāla bez citiem papildus ūdens novades risinājumiem.

Garos ($L > 100\text{m}$) garenkrituma posmos, kur garenslīpums ir lielāks par 5%, lai izvadītu ūdeni, kas pārvietojas pa drenējošo kārtu, zemes klātnē jāprojektē šķērsvirziena drenāža vai drenāžas tranšejas ar, vai bez drenas, to novietojumu orientējot rezultējošā krituma virzienā.

Drenāžas konstrukcija ir jāizvēlas, pamatojoties uz variantu tehniski ekonomisko salīdzinājumu.

Ja pamatnes grunts ir putekļaina, lai pasargātu papildkārtas rupjgraudaino materiālu no piesārņošanas, zem tās ir jāparedz atdalošā kārtā. Ja piesārņojums iespējams arī no augšas, atdalošo kārtu var paredzēt arī virs papildkārtas



2.4. att. Drenāžas tranšeja (piemērs)

2.8.3. Hidroizolācijas papildkārtā

Lai samazinātu mitruma uzkrāšanos zemes klātnes augšējā daļā, var paredzēt ūdensnecaurlaidīgu hidroizolācijas papildkārtu visā uzbēruma platumā. Hidroizolācijas starpkārta paredzama ne seklāk, kā 0.9 m no seguma virsmas. Tā kalpo arī kā kapilārus pārtraucoša papildkārtā.

2.8.4. Kapilārus pārtraucoša papildkārtā

Sk.: p.p. 2.8.2. Drenējošā kārtā

2.8.5. Atdalošā kārtā

Atdalošā kārtā projektējama gadījumos, ja nepieciešams novērst drenējošās kārtas materiāla īpašību pasliktināšanos pēc putekļu frakcijas iekļūšanas tajā. To jāparedz gadījumos, ja zem drenējošās kārtas ir jebkura putekļainā grunts.

Kā atdalošās kārtas materiālu, var izmantot:

- šķembu (grants) un smilts maisījumu, vulkānisko iežu drupināšanas atslas, optimālā sastāva grantainu vai rupju smilti, - 10 cm biezumā;
- ar saistvielu stabilizēta (atbilstoši CS) atdalāmā grunts 10 cm biezumā;
- drenējošās kārtas minerālmateriāls papildus 10 cm biezumā.
- neausto (velto) ģeotekstilu;

2.9. Zemes klātnes funkcionālās daļas stiprības un stabilitātes paaugstināšanas pasākumi

2.12.1. Ja zemes klātnes funkcionālās daļas grunts aprēķina elastības modulis $E < 35\text{MPa}$ (sk. p.p.1.1. un tab P.2.4), tad 1. - 4. ceļa segas kategoriju konstrukciju gadījumos ir jāparedz

risinājums ar mērķi panākt augstāku aprēķina elastības moduli gruntij. Kā pamatrisinājumi ir izskatāmi :

- esošās pamatnes grunts nomaiņa zemes klātnes funkcionālajā daļā (t.sk. uzbērumā) paredzot I-III grupas grunti (sk. tab. 4.1);
- nosusināšanas pasākumi vai zemes klātnes funkcionālās daļas grunts izolācija no virszemes un pazemes ūdeņiem;
- zemes klātnes virsmas pacēluma virs GŪL palielināšana, koriģējot projekta līniju,
- stabilizācijas pasākumi saskaņā ar LVS 190-5, paredzot grunts stabilizāciju apstrādājot to ar saistvielu šādos biežumos, atkarībā no grunts aprēķina elastības moduļa (sk. tab. P.2.4):
 - ja $E \leq 25\text{MPa}$ – 40cm;
 - ja $25\text{MPa} < E \leq 30\text{MPa}$ – 30cm;
 - ja $30\text{MPa} < E \leq 35\text{MPa}$ – 20cm;Stabilizācijas rezultātā iegūto grunts nestspējas parametru tālākiem aprēķiniem pieņem $E=45\text{ MPa}$.

Minēto risinājumu rezultātā tiek koriģēts kāds no zemes klātnes funkcionālās daļas grunts parametriem, kas nosaka tās nestspēju. Projektētajam risinājumam ir jānodrošina nosacījums $E_{\text{grunts}} \geq 35\text{MPa}$.

2.10. Ceļa segu konstrukciju projektēšanas principi projektējot esošu ceļu pārbūvi.

Pārbūvējamo ceļu posmos, kur tiek projektēta pilna ceļa segas konstrukcija no CS atbilstošiem materiāliem, tās projektēšanu veic saskaņā ar šo metodiku.

Pārbūvējamās ceļu posmos, kur pilnībā vai daļēji paredzēts saglabāt esošās segas vai atsevišķu tās daļu funkciju, no jauna izbūvējamās segas daļas projektēšanu veic pamatojoties uz saglabājamās ceļas segas materiālu un konstrukcijas datiem, saglabājamo konstruktīvo kārtu stāvokli un to spējas pildīt savas funkcijas novērtēšanu. Lai iegūtu sākumdatos, esošai ceļa segai un zemes klātnes funkcionālai daļai ir jāveic detalizēta ģeotehniskā izpēte un mērījumi, kas dod nepieciešamo informāciju. Segas konstrukcijas aprēķini paredzot vecās konstrukcijas elementu saglabāšanu veicami saskaņā ar šim mērķim izstrādātu metodiku.

Izstrādājot projekta risinājumu, ir jāizskata šādi jautājumi:

- esošās ceļa segas vai atsevišķas konstruktīvās kārtas izmantošanas lietderīgums, bez tās iepriekšējās nojaukšanas;
- konstruktīvās kārtas materiāla izmantošanas lietderīgums pēc tās pārstrādes;
- esošās konstrukcijas pastiprināšanas nepieciešamība;
- esošās konstrukcijas salizturības paaugstināšanas nepieciešamība;
- esošās konstrukcijas ūdensatvades (drenāžas) uzlabošanas nepieciešamība;
- nomaļu konstrukcijas izmaiņu nepieciešamība;
- ceļa segas paplašināšanas nepieciešamība un paplašināšanas veids.

2.11. Segas konstrukcijai paredzēto materiālu specifikācijas

Prasības materiāliem, kas izmantotas segas risinājuma aprēķinā vai pārbaudēs, ir jānorāda projekta dokumentācijā – materiālu specifikācijās un rasējumos. Ja projektā izmantotā tipveida specifikācija (piem.: CS) neparedz konkrētu segas risinājumā un aprēķinā izmantotu prasību materiāla sastāvam vai īpašībām, tad tā attiecīgajam materiālam jāpapildina ar nepieciešamo nosacījumu.

3. Ceļa segas stiprības pārbaudes

3.1. Vispārīgie norādījumi

3.1.1. Segas stiprība

Segas stiprība ir ceļa segas spēja pretoties paliekošo deformāciju vai sabrukuma procesiem, kurus segas konstruktīvajās kārtās un pamatnes gruntī slodzes (*momentānas/īslaicīgas, vairākkārtējas vai ilgstošas*) iedarbības rezultātā izraisa bīdes vai normālspriegumi.

Stiprības aprēķins ietver projektētās segas konstrukcijas stiprības novērtēšanu kopumā (*izmantojot empīrisko sakarību pieļaujamai elastīgai ielieci slodzes darbības rezultātā*), kā arī spriegumu noteikšanu atsevišķās segas konstruktīvajās kārtās, balstoties uz elastības teoriju un tajā definētām sakarībām.

Ceļa segu projektē atbilstoši noteiktam drošuma līmenim, ko izsaka ar drošuma koeficientu K_{dr} , un ar kuru raksturo segas konstrukcijas bezatteices funkcionēšanas varbūtību aprēķina ekspluatācijas periodā. Projektējamo drošuma koeficienta vērtību nosaka pēc segas kategorijas (tab. 3.1.1.). Pēc drošuma koeficienta nosaka mazāko pieņemamo segas stiprības koeficienta $K_{n,st}$ vērtību aprēķina ekspluatācijas perioda beigās.

Projektētās konstrukcijas stiprību pārbauda ar aprēķinu, par kritērijiem nosakot pieļaujamo elastīgo ielieci un kritiskos spriegumus konstrukcijā. Aprēķins tiek pakārtots stiprības koeficientam $K_{n,st}$ nosakot attiecības:

- Elastīgās ielieces gadījumā:

$$K_{n,st} = l_{pieļ} / l_{apr} = E_{ekv} / E_{vaj} \quad (3.1.1);$$

- Bīdes un stiepes spriegumu gadījumā:

$$K_{n,st} = \sigma_{pieļ} / \sigma_{apr}, \quad (3.1.2)$$

kur: $l_{pieļ}$ – pieļaujamā segas kopējā ieliece aprēķina slodzes ietekmē;

l_{apr} – aprēķinātā kopējā segas ieliece slodzes ietekmē;

σ_{apr} – aprēķinātais aktīvais bīdes vai normālspriegums no īslaicīgas vai ilgstošas slodzes;

$\sigma_{pieļ}$ – pieļaujamais bīdes vai normālspriegums;

E_{ekv} – segas konstrukcijas (vai tās daļas) ekvivalentais (kopējais) elastības modulis;

E_{vaj} – segas konstrukcijas vajadzīgais elastības modulis.

Tabula 3.1.1

Dotajam drošuma koeficientam K_{dr} atbilstošie minimālie stiprības koeficienti $K_{n,st}$

$AADT_{j, smagie}$	Ceļa segas kategorija	Drošuma koeficients K_{dr}	Minimālais stiprības koeficients $K_{n,st}$			Minimālais elastības modulis $E_{vaj, min.}$
			Elastīgās ielieces pārbaudē	Bīdes stiprības pārbaudē	Stiepes stiprības pārbaudē	
>2000	1.	0,95	1,24	1,00	1,00	325
1001-2000	2.	0,95	1,14	1,00	1,00	300
501-1000	3.	0,90	1,04	1,00	1,00	250
101-500	4.	0,85	0,98	0,94	0,94	180
<100	5.	0,85	0,96	0,92	-	140
<100	6.	0,60	0,78	0,76	-	85

Piezīmes: 1) $AADT_{j, smagie}$ nosaka saskaņā ar CS doto definīciju 2) Ceļa segas kategoriju nosaka pēc $AADT_{j, smagie}$ 2) 5. vai 6. segas kategoriju nosaka pēc vēlamā satiksmes kvalitātes līmeņa. Parasti to nosaka pēc saistīta (5. s.k.) vai nesaistīta (6. s.k.) seguma nepieciešamības.

3.2. Stiprības pārbaudes

Segas stiprības pārbaudi mērķis ir pārbaudīt par projektētās segas kārtu biezumu un tām izvēlēto materiālu atbilstību prasītajiem deformāciju un stiprības rādītājiem.

Par segas darbības atteikumu pārbaudē liecina attiecīgā segas stiprības kritērija faktiskās vērtības attiecības pret pieļaujamā neatbilstība attiecīgajai pārbaudei noteiktajam stiprības kritērijam.

Segas darbības atteikums, nepietiekamas stiprības dēļ, var iestāties no:

- nepieļaujamu paliesto segas deformāciju uzkrāšanās pirms aprēķina segas kalpošanas perioda beigām, kuras transporta slodzes ietekmē segas konstruktīvajās kārtās un pamatnes gruntī izraisa bīdes spriegumi. Deformāciju rezultātā pasliktinās seguma līdzenuma rādītāji un samazinās satiksmes plūsmas ātrums.
- konstrukcijas bituminēto kārtu noguruma/sabrukuma rezultātā līdz projektētā kalpošanas laika beigām, ko vairākkārtējas pieliktās slodzes ietekmē izraisa stiepes spriegumi.

Līdz ar to ceļa segas stiprības aprēķinus veic, nosakot bīdes spriegumus nesaistīta materiāla konstruktīvajās kārtās, bet stiepes spriegumus - segas bituminētajās kārtās.

Galvenais konstrukcijas stiprības nosacījums izriet no pieļaujamās elastīgās ielieces. Projektētai slodzei nepieciešamās segas konstrukcijas elastīgās īpašības raksturo parametrs E_{vaj} - vajadzīgais elastības modulis.

3.3. Stiprības pārbaudi procedūras un kritēriji

Vispirms veic pārbaudi segas konstrukcijas atbilstībai pieļaujamās elastīgās ielieces nosacījumam. Šim nolūkam, atkarībā no prognozētā aprēķina ass pārbraucienu skaita projektējamās segas vienas satiksmes joslas (vispārīgā gadījumā – visvairāk noslogotās joslas) robežās segas aprēķina kalpošanas periodā, jānosaka vajadzīgais elastības modulis E_{vaj} , kas raksturo nepieciešamo segas nestspēju.

Ceļa segas konstrukciju, kura atbilst pieļaujamās elastīgās ielieces kritērijam (3.5.1.), pārbauda pēc:

- bīdes pretestības kritērija (3.6.1.) pamatnes gruntī, ievērojot to, ka vairākkārtējas slodzes pielikšanas rezultātā radušies bīdes spriegumi var izraisīt paliesto deformācijas ceļa segā.
- stiepes stiprības kritērija (3.7.1.) konstrukcijas saistīta materiāla kārtās, ko segas ielieces rezultātā izraisa stiepes spriegumi. Vairākkārtējas slodzes pielikšanas rezultātā radušies stiepes spriegumi var izraisīt saistītā segas materiāla nogurumu, tiek sagrautas materiāla struktūras saites un parādās mikroplaisas.

Stiprības koeficienta vērtības abās iepriekš minētajās pārbaudēs nedrīkst būt mazākas par *tab.3.1.1* norādītajām. Nepietiekamu stiprības nosacījumu gadījumā segas konstrukciju koriģē un visas pārbaudes atkārto.

5. un 6. segas kategorijas konstrukcijām jāveic tikai elastīgās ielieces un bīdes pretestības pārbaudes.

Šeit aprakstītajā metodē spriegumus segas konstruktīvajās kārtās un pamatnes gruntī, kas rodas no satiksmes slodzes, nosaka pēc elastības teorijas sakarībām, ņemot vērā procesus, kas norisinās segas kārtu saskares vietās. Spriegumu noteikšanai tiek izmantotas vienkāršotas aprēķinu shēmas un uz to pamata izveidotas nomogrammas. Projektētā daudzkārtu segas konstrukcija tiek aizstāta ar divkārtu modeli, atbilstoši *p.3.5.4*, *p.3.6.3* un *p.3.7.2*.

3.4. Aprēķina parametri

3.4.1. Parametru vērtības segas bituminētajiem materiāliem nosakāmas atkarībā no attiecīgai pārbaudei raksturīgās temperatūras kritiskās situācijas iestāšanās laikā. Bituminēto materiālu elastības moduļus elastīgās ielieces pārbaudei nosaka pie temperatūras $t=10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Asfalta kārtu stiepes stiprības aprēķina vērtības tiek noteiktas atbilstoši materiālu īpašībām pie zemām temperatūrām - $t=5^{\circ}\text{C}$ (sk. *Pielik. Nr.3 tab.P.3.1*). Grunts bīdes stiprības aprēķinā jāpiemēro asfalta seguma materiāla elastības modulis $t=20^{\circ}\text{C}$ temperatūrā (sk. *p.3.6.2 un Pielik. Nr.3 tab.P.3.2*).

3.4.2. Segas materiālu deformatīvo raksturlielumu normētās vērtības (elastības moduļus) jāizvēlas saskaņā ar *Pielik. Nr.3*.

3.4.3. Zemes klātnes grunts normētās aprēķina vērtības ir atkarīgas no grunts aprēķina mitruma W_{apr} , un tās jānosaka saskaņā ar *Pielik. Nr.2* aprakstīto metodiku.

3.4.4. Pieņemtajai segas konstrukcijai paredzētās pārbaudes veicamas ar mērķi noteikt kritiskās deformācijas vai sprieguma vērtības. Lai tās noteiktu, pieņemtais segas konstrukcijas aprēķina modelis tiek slogots. Slogošanas intensitāte atbilst aprēķina ass pārbraucienu skaitam vienas satiksmes joslas robežās, kas tiek prognozēts aprēķina kalpošanas perioda laikā, atbilstoši prognozētajai satiksmes intensitātei. Realizējot šo aprēķina modeli tiek pieņemts, ka satiksmes slodze tiek pielikta uz segas konstrukcijas virsmas izkliedētas slodzes veidā pa automobiļa riteņa un seguma saskares virsmu, kas reducēta uz apli ar diametru D . Slodze skaitliski atbilst gaisa spiedienam automobiļa riepā p .

Aprēķina slodzei atbilstošo slodzes parametru vērtības skatīt *tab.3.4.1*.

Tabula 3.4.1

Aprēķina slodzes parametri

Statiskā ass/riteņa slodze, kN	100/50
Uz apli reducētas, kustībā esoša riteņa un seguma kontaktpvirsmas laukuma diametrs D , cm	37
Spiediens riepā, MPa	0.6

Katram konstrukcijas pārbaudes veidam piemērojami aprēķina parametri, kuri atkarīgi no slodzes iedarbības intensitātes:

N_a – aprēķina ass gada vidējais diennakts pārbraucienu skaits vienas satiksmes joslas robežās segas pirmajā kalpošanas gadā;

ΣN_a – aprēķina ass pārbraucienu skaits vienas satiksmes joslas robežās segas aprēķina kalpošanas periodā.

Parametrus segas konstruktīvo kārtu aprēķinam nosaka atbilstoši kustīgam slodzes raksturam. Par segas pirmo kalpošanas gadu pieņem projektēšanas gadu.

3.4.5. Aprēķina ass gada vidējo diennakts pārbraucienu skaitu vienas satiksmes joslas robežās segas pirmajā kalpošanas gadā N_a (NAS/24h) nosaka pēc sakarības:

$$N_a = f_j \sum_{i=1}^n N_i S_{sum.i} \quad (3.4.1)$$

kur: f_j – intensitātes sadalījuma koeficients pa joslām (nosakāms pēc *tab.3.4.2*);

n – dažādo automobiļu kategoriju (tipu) skaits kustības sastāvā (sk. *Pielik. Nr. 1*);

N_i – i -tā tipa transportlīdzekļu diennakts intensitāte abos kustības virzienos;

$S_{sum.i}$ – summārais koeficients i -tā tipa transportlīdzekļa iedarbības reducēšanai uz aprēķina ass slodzi Q_a (nosakāms saskaņā ar 1. Pielikuma *tab.P.1.2*).

3.4.6. ΣN_a nosaka ievērojot paredzamo intensitātes izmaiņu prognozi. Satiksmes intensitātes datus un prognozētos ikgadējos satiksmes pieauguma koeficientus q atsevišķiem valsts autoceļu posmiem iespējams iegūt VAS „Latvijas valsts ceļi”. Ja prognoze par sagaidāmo perspektīvo satiksmes intensitāti nav pieejama, to iegūst atbilstoši LVS190-2 A.2. pielikumā dotajiem norādījumiem, veicot nepieciešamo satiksmes plūsmas skaitīšanu, kā arī nosakot un ievērtējot plūsmas sastāvu atbilstoši *Pielik. Nr.1 tab.P.1.1.*

Aprēķina ass pārbraucienu skaits vienas satiksmes joslas robežās visā aprēķina kalpošanas periodā ΣN_a (NAS/T) tiek noteikts pēc sakarības:

$$\Sigma N_a = 102 N_a K_T \quad (3.4.2)$$

, kur : N_a – aprēķina ass gada vidējais diennakts pārbraucienu skaits vienas satiksmes joslas robežās segas pirmajā kalpošanas gadā (NAS/24h);

K_T – summas koeficients (sk. 6. Pielikumā *tab.P.6.1*);

Ja $\Sigma N_a < 5 \cdot 10^4$ (NAS/T), segas konstrukciju projektē balstoties uz ekspluatācijas, būvniecības tehnoloģijas un ekonomiskiem apsvērumiem un tālāk aprakstītās stiprības pārbaudes neveic.

Tabula 3.4.2

Intensitātes sadalījuma koeficients pa joslām f_j

Braukšanas joslu skaits abos virzienos	f_j		
	1. josla	2. josla	3. josla
1	1.00	-	-
2	0.55	-	-
3	0.50	0.30	-
4	0.45	0.10	-
6	0.30	0.20	0.05

Piezīmes:

1. Joslu kārtas numuri noteikti, skaitot no katra kustības virziena labās puses;
2. Ceļiem ar vairākām joslām segas konstrukciju braukšanas joslas pilna platuma robežās atļauts projektēt mainīgā biezumā.
3. Krustojumos un to pieejās (satiksmes plūsmu pārkārtošanās vietās; piem.: pie kreisās nobrauktuves joslas utml.), ja kopējais joslu skaits ir vairāk par 3, segas aprēķinā visām joslām f_j pieņem tādu pašu, kā profila *vairāk noslogotajā joslā*.
4. Kopējais braukšanas joslu skaits lietojams atbilstoši projektētajam ceļa šķērsgriezumam.

3.5. Segas konstrukcijas pārbaude pēc pieļaujamās elastīgās ielieces

3.5.1. Ceļa sega atbilst drošuma un stiprības prasībām pēc elastīgās ielieces nosacījuma, ja

$$E_{ekv} / E_{vaj} > K_{n,st} \quad , \quad (3.5.1)$$

kur: E_{ekv} – segas konstrukcijas ekvivalentais elastības modulis, MPa;
 E_{vaj} – segas konstrukcijas vajadzīgais elastības modulis, MPa;
 $K_{n,st}$ - elastīgās ielieces aprēķinam lietojamais stiprības koeficients.

3.5.2. Segas konstrukcijas vajadzīgo elastības moduli aprēķina pēc empīriskas sakarības:

$$E_{vaj} = 98,65 [\log(\Sigma N_a) - 3.55] \text{ (MPa)}, \quad (3.5.2)$$

kur:

ΣN_a - aprēķina ass pārbraucienu skaits vienas satiksmes joslas robežās segas aprēķina kalpošanas periodā atbilstoši p.3.4.6 .

3.5.3. Pārbaudē lietotai E_{vaj} vērtībai jābūt lielākai par tab.3.1.1. norādīto $E_{vaj,min.}$. Ja pēc izteiksmes 3.5.2. noteiktā vērtība ir mazāka - jālieto tabulā norādīto $E_{vaj,min.}$ vērtību.

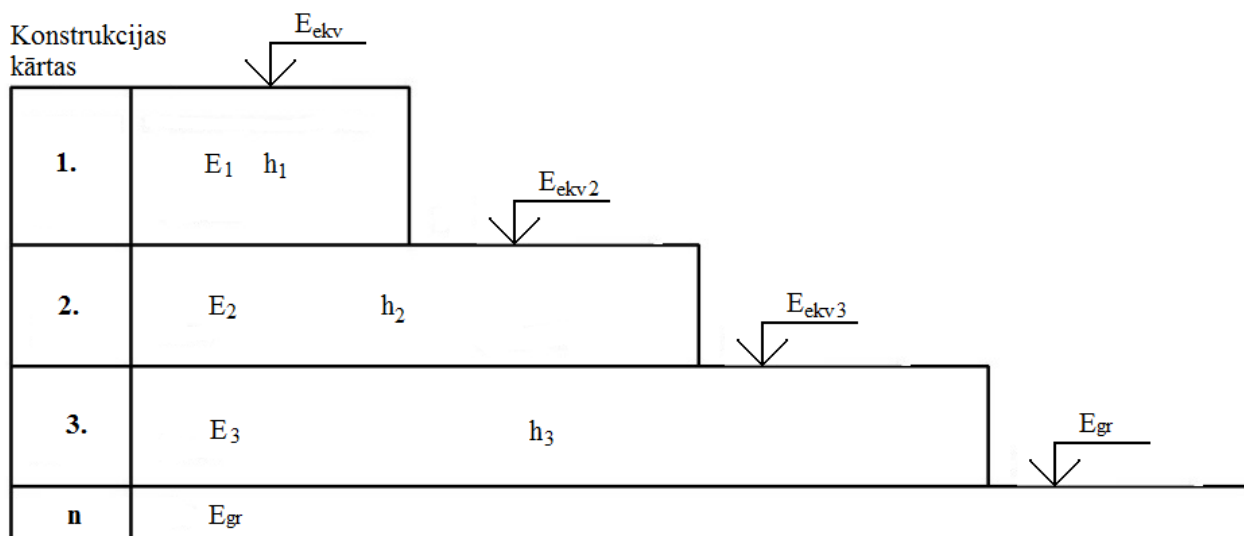
3.5.4. Segas konstrukcijas (vai tās daļas) ekvivalento elastības moduli E_{ekv} nosaka, izmantojot 9. Pielikumā dotās nomogrammas (sk. att. P9.1 un P9.2), kas sastādītas balstoties uz elastības teorijas sakarībām daudzkārtu segas konstrukcijai, kas reducēta uz elastīgas pustelpas modeli.

E_{ekv} noteikšanu daudzkārtu konstrukcijai veic pa kārtām secīgi no apakšas uz augšu, sākot no pamatnes (uzbēruma) grunts, apakšējās pustelpas moduli E_2 (sk. 9. pielikumā P9.1 un P9.2 att.), katrā secīgā solī, nosakot vienādu ar E_{ekv} uz attiecīgās kārtas virsmas.

3.5.5. Grunts un konstrukcijā izmantojamo materiālu elastības moduļu vērtības nosaka pēc 2. un 3. Pielikumiem. Bituminētu materiālu elastības moduļus elastīgās ielieces pārbaudei nosaka temperatūrā $t=+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ no 3. pielikuma tab.P.3.2.

3.5.6. Elastīgās ielieces pārbaudi veic atbilstoši att. 3.5.1 norādītai shēmai šādā secībā:

1. Ar sakarību (3.5.2) aprēķina konstrukcijas vajadzīgo elastības moduli E_{vaj} .
2. Nosaka pamatnes grunts un katras kārtas materiāla elastības moduļus ($E_{gr}, E_1, E_2, E_3, \dots$) .
3. No nomogrammām att. P9.1 un P9.2 nosaka $E_{ekv,i}$ uz katras konstrukcijas kārtas secīgi no pamatnes grunts uz augšu (sk. att. 3. 1.).
4. Pārbauda konstrukcijas stiprību atbilstoši 3.5.1. nosacījumam.



Att. 3.1. E_{ekv} aprēķina shēma

3.6. Segas konstrukcijas pārbaude pēc pieļaujamās bīdes noturības pamatnes gruntī

3.6.1. Ar noturību pret bīdi šeit tiek saprasta segas konstrukcijas kārtas materiāla spēja pretoties bīdes spriegumiem, kas veidojas pašsvara un satiksmes slodžu ietekmē.

Ievērojot to, ka pamatnes gruntī slodzes ietekmē iespējami grunts daļiņu pārvietojumi, kas segas kalpošanas periodā var uzkrāties nepieļaujamās plastiskas deformācijas, ceļa segu jāprojektē atbilstoši bīdes noturības nosacījumam. Noturības pārbaudei pēc bīdes deformācijas ir jāizmanto tādi segas un pamatnes grunts materiālu parametri, kas raksturīgi situācijai ar vislielāko šīs deformācijas rašanās iespēju – kad pārbaudāmajā kārtā nonāk vislielākie bīdes spriegumi. Bīdes deformācijas pamatnes gruntī neveidosies, ja tiek izpildīts bīdes noturības nosacījums:

$$T_p / T_a \geq K_{n,st} , \quad (3.6.1)$$

kur: $K_{n,st}$ – minimālais stiprības koeficients, ko nosaka pēc *tab.3.1.1*;

T_a – aktīvais bīdes spriegums pārbaudāmajā konstrukcijas kārtā no slodzes (sk. p.3.6.5);

T_p – pieļaujamais bīdes spriegums jeb aktīvā bīdes sprieguma pieļaujamā robeža, kuru pārsniedzot zūd bīdes noturība (sk. p.3.6.6).

3.6.2. Praktiskajos aprēķinos segas daudzkārtu sistēma tiek asociēta ar divkārtu aprēķina modeli, aprēķināmo konstrukciju sadalot divās pustelpās - augšējā un apakšējā (sk. att.3.6.1).

Zemes klātnes grunts bīdes noturības pārbaudē par divkārtu sistēmas modeļa apakšējo pustelpu pieņem zemes klātnes grunti ar to raksturojošiem parametriem, bet par augšējo – projektēto segas konstrukciju. Augšējās pustelpas biezums ir nosakāms, kā kopējais segas konstrukcijas biezums

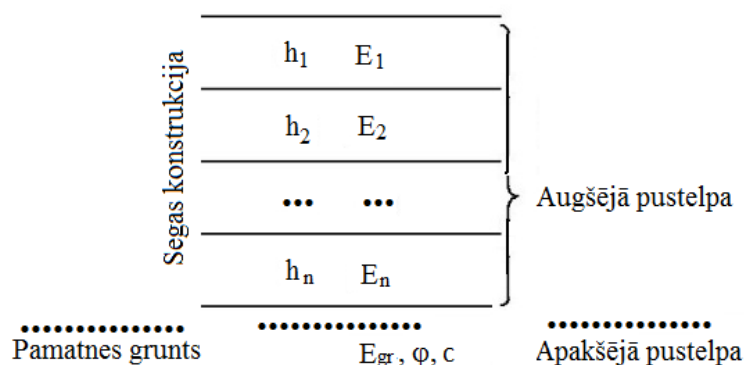
$\left(\sum_{i=1}^n h_i \right)$, un tās elastības moduļa vērtību nosaka, kā vidējo svērto E_{vid} , pēc sakarības:

$$E_{vid} = \frac{\sum_{i=1}^n E_i h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} , \quad (3.6.2)$$

kur: n – segas kārtu skaits;

E_i – i -tās kārtas elastības modulis;

h_i – i -tās kārtas biezums.



3.6.1 att. Daudzkārtu segas konstrukcijas pārveidošana par divkārtu aprēķina modeli bīdes spriegumu pamatnes gruntī noteikšanai

3.6.3. Bīdes noturības pārbaudei bituminētajiem materiāliem jālieto elastības moduļu vērtības, kas noteiktas pie temperatūras $t=+20^{\circ}\text{C}$.

3.6.4. Aktīvos bīdes spriegumus (T_a) pamatnes gruntī aprēķina pēc sakarības:

$$T_a = \tau_{as,1} , \quad (3.6.3)$$

kur: $\tau_{as,1}$ – aktīvas bīdes spriegums, kuru nosaka pēc nomogrammas (*att.3.6.3*).

3.6.5. Pieļaujamo bīdes spriegumu T_p pamatnes gruntī aprēķina pēc formulas:

$$T_p = c K_1 K_3, \quad (3.6.4)$$

kur: c – pārbaudāmās kārtas grunts saiste, MPa, (sk. p. 3.6.6.);

K_1 – koeficients ievērtē saistes c palielināšanos, kas saistīta ar:

- saķeres starp grunts daļiņām pieaugumu slodzes rezultātā,
- ar dilatācijas efektu un
- ar specifisku pārbaudāmās kārtas pamatnes risinājumu (atdalošā kārtā no ģeotekstila, ar saistvielu pastiprināta grunts).

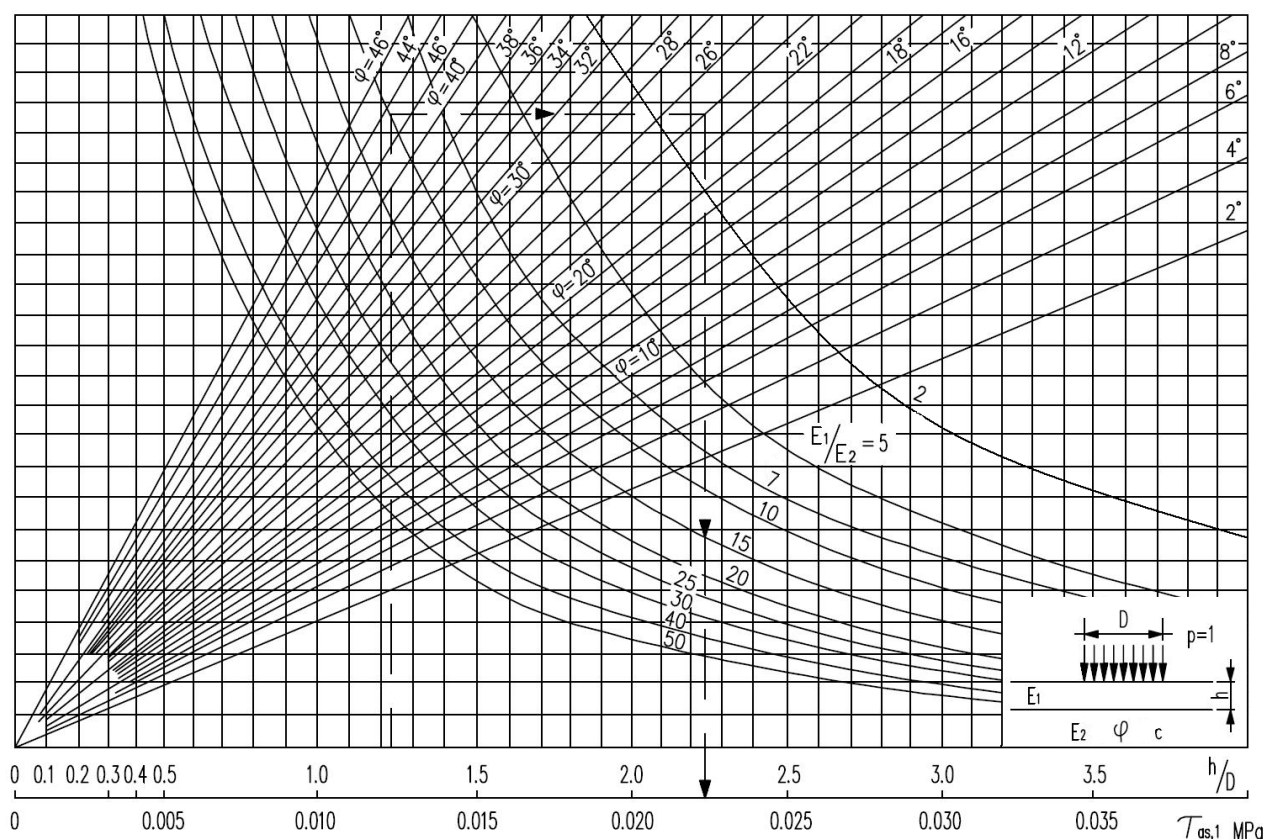
Koeficients K_1 nosakāms atkarībā no grunts īpašībām un segas risinājuma pēc tabulas 3.6.1..

tab. 3.6.1

Pārbaudāmās grunts materiāls, vai bīdi samazinošs risinājums	K_1
Stabilizēta zemes klātne 20 - 40 cm biezumā (sk. p. 2.9.)	bīdes pārbaudi neveic
Ģeorežģis zem nesaistīta minerālmateriāla pamata	6.5
Vidēji rupja smiltis (arī kā aizvietotais zemes klātnes funkcionālās daļas materiāls)	6.0
Smalka smiltis	5.0
Viendabīga smiltis	4.0
Puteļļaina smiltis, vieglā rupjā mālsmitis	3.0
Cita grunts (zemes klātnē)	1.5

K_3 – koeficients, kas ievērtē noguruma radīto spriegumu uzkrāšanos pamatnes grunts materiālā, nosakāms pēc sakarības 3.6.5..

$$K_3 = 1,82 - 0,345 * \log(N_a) \quad (3.6.5)$$



Att.3.6.3. Nomogramma satiksmes slodzes izraisītā aktīvā bīdes sprieguma $\tau_{as,1}$ noteikšanai divkārtu sistēmas apakšējā kārtā, ja $h/D < 4$. Ar bultiņām parādīts sprieguma $\tau_{as,1}$ noteikšanas ceļš.

3.6.6. Pamatnes grunts saistes c un iekšējās berzes leņķa φ aprēķina vērtības nosakāmas no P.2.3. vai P.2.5. tabulas.

3.6.7. Bīdes noturības pārbaude veicama zemes klātnes funkcionālās daļas gruntij. Ja atbilstoši CS tiek projektēta zemes klātnes grunts pastiprināšana ar saistvielu, tad bīdes noturības pārbaudi šai konstrukcijas daļai neveic.

3.6.8. Segas bīdes noturības pārbaudi zemes klātnes funkcionālās daļas gruntī veic šādā secībā:

a) no 3. Pielik. tab. P.3.2 nosaka asfalta kārtu aprēķina elastības moduļu vērtības, kas atbilst $t \approx 20^{\circ}$ temperatūrai. Stiprības parametru aprēķina vērtības φ un c zemes klātnes gruntij nosaka pēc tab. P.2.3 - P.2.5, (ievērtējot relatīvo grunts mitrumu). Pārējie grunts un segas materiālu aprēķina parametri jāizvēlas tādi paši kā elastīgās ielieces aprēķinā.

b) pēc nomogrammas att. 3.6.3 nosaka spiediena vienībai $p=1\text{MPa}$ atbilstošo aktīvo bīdes spriegumu $\tau_{as,1}$. Šim nolūkam vairākkārtu konstrukciju asociē ar divkārtu sistēmu (p. 3.6.2, p. 3.6.3);

c) pēc sakarības (3.6.3) nosaka bīdes spriegumus T_a zemes klātnes gruntī;

d) pēc sakarības (3.6.4) izskaitļo pieļaujamos bīdes spriegumus T_p .

e) pārbauda vai stiprības nosacījums (3.6.1) atbilstoši uzdotajam drošuma koeficientam K_{dr} , tiek izpildīts;

f) Ja pārbaude neizpildās, nepieciešams ievērot p. 3.6.9 aprakstītās norādes. Konstrukktīvo kārtu biezumus izvēlas tādus, lai tie atbilstu p. 3.6.1 nosacījumiem.

3.6.9. Bīdes noturības paaugstināšana vai samazināšana:

Ja $T_{p,gr} / T_a < K_{n,st}$, tad nepieciešams:

- 1) palielināt vienas vai vairāku kārtu biezumu ar nolūku palielināt segas biezumu $\sum h$ un vidējo elastības moduli E_{vid} ;
- 2) vai arī palielināt E_{vid} , paredzot kādas kārtas izbūvei materiālu, ar lielāku elastības moduli E ;
- 3) vai arī paredzēt vājas pamatnes grunts apmaiņu vai nostiprināšanu.

Ja $T_p / T_a >> K_{n,st}$, tad:

- 1) jāsamazina vienas (vai vairāku) virs pārbaudāmās kārtas novietotas kārtas biezums, vai jāatsakās no tās. Racionāli ir vispirms apsvērt dārgākā materiāla vai dārgākās izbūves tehnoloģijas samazināšanu;
- 2) vai arī jāparedz kādā kārtā materiālu, ar mazāku elastības moduli E .

Reducējot kādas kārtas parametrus nav pieļaujama šai kārtai paredzētās funkcijas zaudēšana. Segas kārtu biezuma samazināšanu var realizēt tikai tad, ja to pieļauj aprēķina rezultāti pēc 1. un 3. nosacījuma (sk. p. 3.1.3.). Izmainot kāda konstrukcijas elementa parametru, visa konstrukcija vēlreiz jāpārbauda pēc noteiktajiem nosacījumiem.

3.7. Konstrukcijas seguma stiepes noturības aprēķins segas bituminētajās kārtās

3.7.1. Ar noturību pret stiepi šeit tiek saprasta segas konstrukcijas kārtas saistīta materiāla spēja pretoties stiepes spriegumiem, kas veidojas satiksmes slodžu pielikšanas rezultātā uz monolītās kārtas izliektās virsmas.

Ceļa segas bituminētajās kārtās noteiktajā segas aprēķina kalpošanas periodā daudzkārtējas īslaicīgas slodzes ietekmē un tās izraisītās segas ielieces rezultātā nav pieļaujams materiāla strukturālo saišu sabrukums un plaisu parādīšanās, kas izraisa vispārēju segas nogurumu/sabrukumu. Segas stiprība ir nodrošināta, ja tiek izpildīts nosacījums:

$$R_{st,p}/\sigma_{st} \geq K_{n,st}, \quad (3.7.1)$$

kur:

$K_{n,st}$ - stiprības koeficients atbilstoši uzdotajam drošuma koeficientam K_{dr} (tab.3.1.1);

$R_{st,p}$ - pieļaujamais stiepes spriegums bituminētā materiāla kārtā, MPa;

σ_{st} - lielākais stiepes spriegums pārbaudāmajā kārtā, MPa;

3.7.2. Lielāko stiepes spriegumu segas bituminētajā kārtā nosaka ar nomogrammas (att.3.7.1) palīdzību, saskaņā ar elastības teorijas atrisinājumiem attiecinot konstrukciju uz divkārtu modeli.

Par divkārtu sistēmas modeļa augšējo bezgalīgas pustelpas kārtu uzskata visas bituminētās kārtas, ieskaitot pārbaudāmo bituminētā materiāla kārtu. Ja segas augšējā daļā ir paredzētas vairākas bituminētā materiāla kārtas, tad šo kārtu pakete ($\sum h_i$) ir jāpieņem par vienu ekvivalentu kārtu ar kopējo biezumu $\sum h_{asf}$. Kārtu paketes ekvivalentā elastības moduļa vidējo svērto vērtību $E_{vid,asf}$ nosaka pēc sakarības (3.6.2.).

Par divkārtu modeļa apakšējo bezgalīgas pustelpas kārtu uzskata to konstrukcijas daļu, kas atrodas zem segas bituminēto kārtu paketes, ieskaitot zemes klātnes grunti.

Divkārtu sistēmas apakšējās kārtas ekvivalento elastības moduļa $E_{ekv,pam.}$ vērtību nosaka pēc nomogrammām *Pielik. Nr.9*.

Bituminēto materiālu elastības moduļu vērtības stiepes noturības pārbaudei jāpieņem atbilstoši temperatūrai $t = 5^\circ\text{C}$ pēc tab. P.3.1.

3.7.3. Lielāko stiepes spriegumu σ_{st} pārbaudāmajā kārtā nosaka pēc sakarības:

$$\sigma_{st} = 0.8 \sigma_{r,1}, \quad (3.7.2)$$

kur:

$\sigma_{r,1}$ - stiepes spriegums liecē, ko izraisa slodzes spiediena vienība $p = 1\text{MPa}$ atkarībā no riteņa pēdas laukuma diametra (sk. nomogrammu att.3.7.1). Nolasījumu secība nomogrammā parādīta ar bultiņu.

3.7.4. Pieļaujamais stiepes spriegums ir atkarīgs no materiāla fizikāli-mehāniskajām īpašībām, slogošanas režīma un asfalta temperatūras kritiskajā aprēķina periodā. Pieļaujamo stiepes spriegumu bituminētā materiāla kārtā $R_{st,p}$ vairākkārtējas ielieces ietekmē aprēķina pēc formulas:

$$R_{st,p} = R_{st,v} k_{nog} k_m (1 - 0,1 \cdot t), \quad (3.7.3)$$

kur:

$R_{st,v}$ – normētā vidējā saistīta materiāla kārtas stiepes pretestība liecē pavasara zemākās aprēķina temperatūras $t = 5^\circ$ un īslaicīgas slodzes ietekmē (sk. *Pielik. Nr.3 tab.P.3.1*);

k_{nog} – noguruma koeficients, kas ievērtē stiepes stiprības samazinājumu atkarībā no seguma noguruma pazīmju parādīšanās vairākkārtējas pieliktās slodzes ietekmē (sk. p. 3.7.5.);

k_m – koeficients, kas ievērtē stiepes stiprības samazinājumu atkarībā no paredzētā bituminētā materiāla (sk. tab. 3.7.1);

t – stiepes stiprības normētais novirzes koeficients (sk. *Pielik. Nr.4*).

Tabula 3.7.1

Koeficienta k_m vērtības

	Apakšējās saistītās kārtas materiāls	k_m
1	Blīvs asfalts ($AC_{surf, bin}$)	
	• (Ja $AADT_{j.pievestā} \geq 3500$)	0,95
	• (Ja $AADT_{j.pievestā} = 1501$ līdz 3500)	0,90
	• (Ja $AADT_{j.pievestā} \leq 1500$)	0,80

	Apakšējās saistītās kārtas materiāls	k_m
2	Porains bituminēts materiāls (PA, AC _{base})	0,80

Piezīme: AADT_{j, pievestā} šajā tabulā norādīta atbilstoši CS (1. ekspluatācijas gadā).

3.7.5. Koeficientu k_{nog} , kas raksturo seguma stiepes stiprību atkarībā no noguruma procesiem nosaka pēc sakarības:

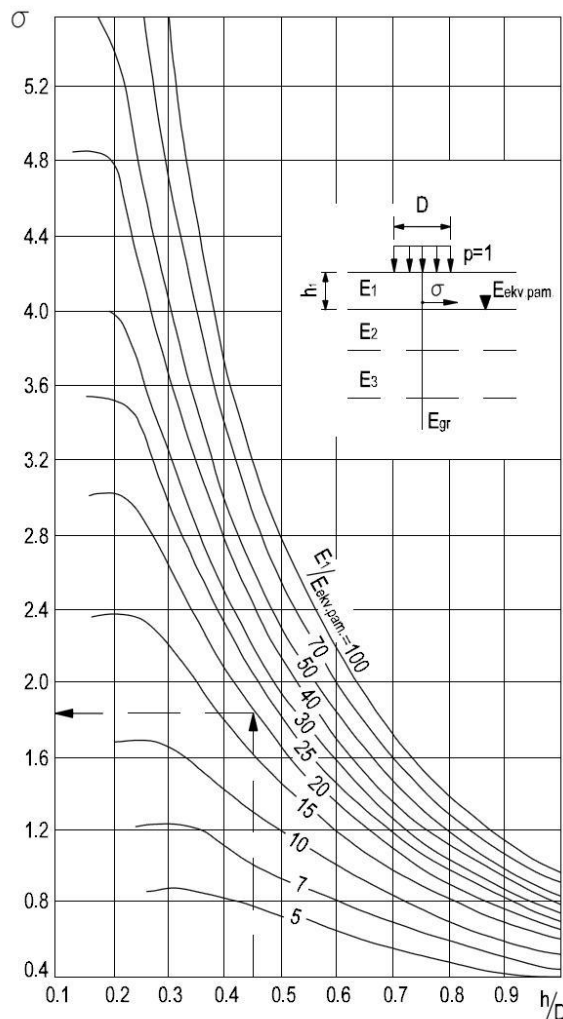
$$k_{nog} = \frac{\alpha}{\sqrt[m]{\sum N_a}}, \quad (3.7.4)$$

kur:

$\sum N_a$ - aprēķina ass pārbraucienu skaits vienas satiksmes joslas robežās segas aprēķina kalpošanas periodā (sk. sakarību (3.4.2));

m – pakāpes rādītājs, kas atkarīgs no pārbaudāmās saistīta materiāla kārtas īpašībām (sk. Pielik. Nr. 3, tab.P.3.1);

α – koeficients, kurš raksturo atšķirības starp reālo un laboratorijā noteiktajiem: stiepes režīmu; aprēķina temperatūru un grunts mitruma (sk. Pielik. Nr. 3, tab.P.3.1).



Att. 3.7.1. Nomogramma stiepes sprieguma $\sigma_{r,1}$ noteikšanas divkārtu sistēmas augšējā bituminētā kārtā no spiediena vienības $p = 1\text{MPa}$

3.7.6. Segas noguruma stiepes noturības aprēķinus konstrukcijas bituminētajās kārtās veic šādā secībā:

- konstrukciju attiecina uz divkārtu sistēmas modeli un nosaka h_{asf}/D un $E_{vid.asf}/E_{ekv.pam}$;
- pēc nomogrammas (att.3.7.1) nosaka stiepes spriegumu liecē $\sigma_{r,1}$ un pēc f.3.7.2 izskaitļo lielāko aprēķina stiepes spriegumu σ_{st} ievērojot, ka $h_1 = \sum h_{asf}$ un $E_1 = E_{vid.asf} = (\sum E_i h_i) / (\sum h_i)$;

- c) pēc sakarības (3.7.3) aprēķina pieļaujamo stiepes spriegumu. Asfalta kārtu paketes pieļaujamā stiepes sprieguma $R_{st,p}$ vērtību nosaka atbilstoši šīs paketes apakšējās kārtas materiālam;
- d) pēc sakarības (3.7.1) pārbauda nosacījumu $R_{st,p}/\sigma_{st} \geq K_{n,st}$, nepieciešamības gadījumā koriģē konstrukcijas biezumus.

4. Ceļa segas salizturības pārbaude

4.1. Ja zemes klātnes funkcionālā daļa pilnībā vai daļēji atrodas kapilārā piesātinājuma zonā (sk. tab. 5.2.) vai arī ir zem GŪL, projektētajai ceļa segas konstrukcijai ir jāveic salizturības pārbaude, jānosaka un jāprojektē nepieciešamā biezuma sala aizsargkārtā.

4.2. Konstrukciju uzskata par salizturīgu, ja tiek ievērots nosacījums:

$$l_{kūk} \leq l_{piel}, \quad (4.1)$$

kur: $l_{kūk}$ – zemes klātnes grunts aprēķina (sagaidāmais) sala pacēlums;
 l_{piel} – konkrētai konstrukcijai pieļaujamais sala pacēlums (tab. 4.2).

Tabula 4.1

Grunts kūkumošanās (sala pacēluma) pakāpe

Grunts apraksts	Grupa	Kūkumošanās raksturojums	Kūkumošanās lielums (cm)
Granšaina, rupja un vidēji rupja smilts ar <0,063mm daļiņu saturu mazāku par 2 %	I	Nekūkumojoša	<1
Granšaina, rupja, vidēji rupja un smalka smilts ar <0,063mm daļiņu saturu mazāku par 15%; vieglā rupjā mālsmilts,	II	Vāji kūkumojoša	1-4
Vieglā mālsmilts; vieglais un smagais smilšmāls, māls	III	Kūkumojoša	4-7
Puteklaina smilts, puteklaina mālsmilts, smagais puteklainais smilšmāls	IV	Stipri kūkumojoša	7-10
Smagā puteklainā mālsmilts; vieglais puteklainais smilšmāls	V	Pārmērīgi kūkumojoša	>10

Tabula 4.2

Salizturības pārbaudi veic ceļa posmam vai posmu grupai, ar vienādu hidroģeoloģisko apstākļu raksturu, ceļa segas konstrukciju un segas mitruma režīmu.

Pieļaujamās sala pacēluma vērtības

Ceļa segas kategorija	Pieļaujamais sala pacēlums l_{piel} (cm)
1.	3,5
2.	4.0
3.	5.0
4.	5.5
5.	6.2
6.	12.0

4.3. Sagaidāmo sala pacēlumu $l_{kūk}$ nosaka pēc sakarības (4.2):

$$l_{kūk} = l_{kūk,vid} * K_{GŪL} * K_{bl} * K_{gr} * K_{sl} * K_{mitr}, \quad (4.2)$$

kur: $l_{kūk,vid}$ – vidējā sagaidāmā sala kūkumošanās (cm);

$K_{GŪL}$ – koeficients, kas ievērtē attālumu no zemes klātnes virsmas līdz GŪL vai līdz ilgstoši stāvoša ūdens virsmai. $K_{GŪL}$ nosaka pēc nomogrammas 4.1. attēlā. (Ja gruntsūdens **ietekmes nav** ($H_u > 3.5m$), tad pieņem: smagai un puteklainai mālsmiltij, smilšmālam, mālam $K_{GŪL} = 0.53$; smiltij, vieglai un vieglai rupjai mālsmiltij $K_{GŪL} = 0.43$);

K_{bl} – koeficients, kas atkarīgs no zemes klātnes funkcionālās daļas sablīvējuma (tabula. 4.3);

K_{gr} – koeficients, kas ievērtē pamatnes grunts granulometrisko sastāvu (tabula. 4.4);

K_{sl} – koeficients, kas ievērtē uz sasalstošās grunts esošo konstrukcijas pašsvaru, kas atkarīgs no sasalšanas dziļuma. To nosaka pēc nomogrammas att. 4.2 atkarībā no sasaluma dziļuma Z_{sasal} no seguma virsmas,

K_{mitr} – koeficients, kas atkarīgs no grunts aprēķina mitruma (tabula. 4.5).

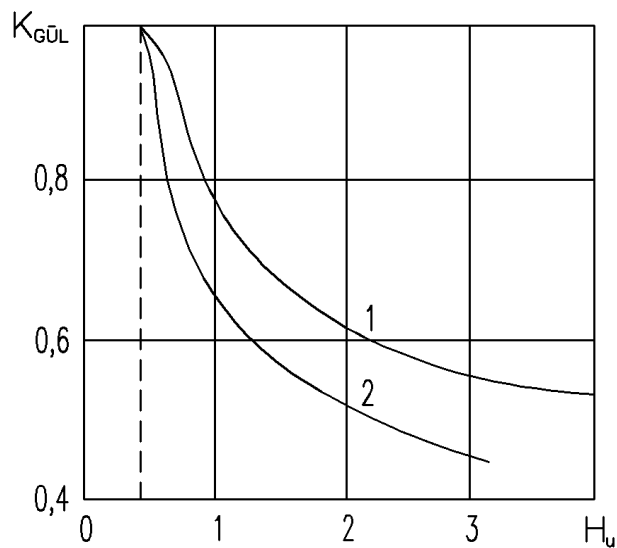
4.4. Ja nav iegūti novērojumu rezultāti, aptuvenu sasaluma dziļumu var noteikt pēc sakarības:

$$Z_{sasal} = Z_{sasal,vid} + 0.3 \quad (4.3)$$

kur: $Z_{sasal,vid}$ – vidējais neskartas grunts struktūras sasaluma dziļums(m) noteiktajā reģionā, ko nosaka no kartogrammas att. 4.4.

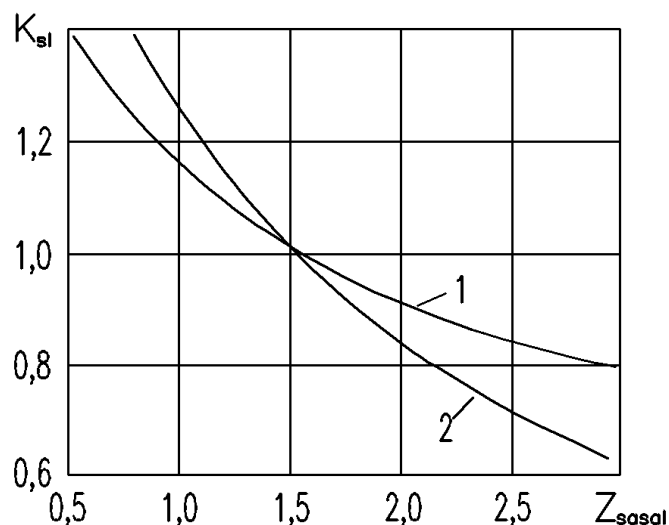
0.3 – ievērtē to, ka sasalums zem ceļa konstrukcijas izplatās dziļāk nekā neskartā gruntī.

4.5. Vidējo sagaidāmo sala kūkumošanās $l_{kūk.vid}$ lielumu nosaka pēc 4.3 attēla atkarībā no ceļa segas biezuma h , un grunts grupas vai kūkumošanās pakāpes (4.1.tabula).



4.1. att. Koeficienta K_{GUL} atkarība no attāluma H_u starp zemes klātnes virsmu un GUL

1 – putekļainai un smagai-puteļņainai mālsmiltij, smilšmālam, mālam;
2 – smiltij, vieglai un vieglai-rupjai mālsmiltij



Attēls. 4.2. Koeficienta K_{sl} atkarība no sasaluma dziļuma Z_{sasal} no seguma virsmas:

1 – putekļainai un smagai-puteļņainai mālsmiltij, smilšmālam, mālam;
2 – smiltij, vieglai un vieglai-rupjai mālsmiltij

4.6. Ja sagaidāmā kūkumošanās pārsniedz pieļaujamo (4.2 tabula), ir jāparedz sala aizsargkārtā. Šādā gadījumā sākotnējo nepieciešamās salizturīgās kārtas biezumu nosaka lietojot 4.3 attēla nomogrammu. Tam nepieciešams noteikt vidējo sala pacēlumu $l_{kūk.vid}$ pēc sakarības:

$$l_{kūk.vid} = l_{piel} / (K_{GUL} K_{bl} K_{gr} K_{sl} K_{mitr}). \quad (4.4.)$$

Pēc tam no grafika (attēls 4.3) saskaņā ar grunts grupu (pēc 4.1 tab.) nosaka kopējo segas biezumu h , no kura atvasina nepieciešamo sala aizsargkārtas biezumu.

Tabula 4.3

Zemes klātnes funkcionālās daļas sablīvējuma koeficients K_{bl}

Proktora sablīvējums %	K_{bl}	
	Puteklaina smilts; Mālsmilts –vieglā, puteklainā un smagā putekļainā; smilšmāls, māls	Smilts, izņemot puteklaino; viegla rupjā mālsmilts
98-100	1,0	1,0
95-98	1,2	1,1

Piezīme. Ja projektā netiek paredzētas prasības attiecībā uz zemes klātnes papildus sablīvēšanu, K_{bl} jāpieņem pie sablīvējuma 95-98%.

Tabula 4.4

Zemes klātnes funkcionālās daļas grunts granulometriskā sastāva koeficients K_{gr}

Grunts tips	K_{gr}
Smilts	1,0
Mālsmilts	1,1
Smilšmāls	1,3
Māls	1,5

Tabula 4.5

Grunts aprēķina mitruma koeficients K_{mitr}

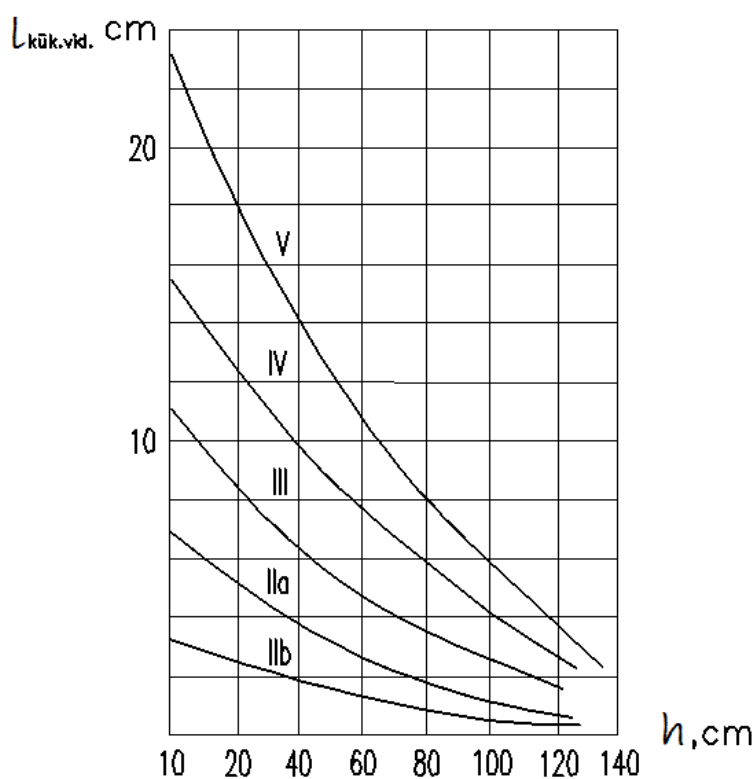
Grunts mitruma pakāpe W_{apr}	0,6	0,7	0,8	0,9
K_{mitr}	1,0	1,1	1,2	1,3

Piezīme. W_{apr} nosaka ar saskaņā ar 2.pielikumu.

4.7. Ja papildus drenējošajai kārtai nepieciešamais sala aizsargkārtas biezums h_{sal} nepārsniedz 15 cm, to ir racionāli paredzēt no tā paša materiāla, kas projektēts drenējošajai kārtai.

Ja papildus drenējošajai kārtai nepieciešamais sala aizsargkārtas biezums h_{sal} ir lielāks par 15 cm, iespējams, to ir racionāli projektēt ar citu piemērotu materiālu. Apsvērumi cita materiāla lietošanai sala aizsargkārtai varētu būt:

- iespēja samazināt nepieciešamās kārtas biezumu, paredzot materiālu ar zemāku siltumvadītspēju, risinājumu un tā parametrus pamatojot ar atbilstošu aprēķinu ;
- ekonomiski vai tml. racionāli apsvērumi (piem.: vietējais smilts materiāls);
- u.c.

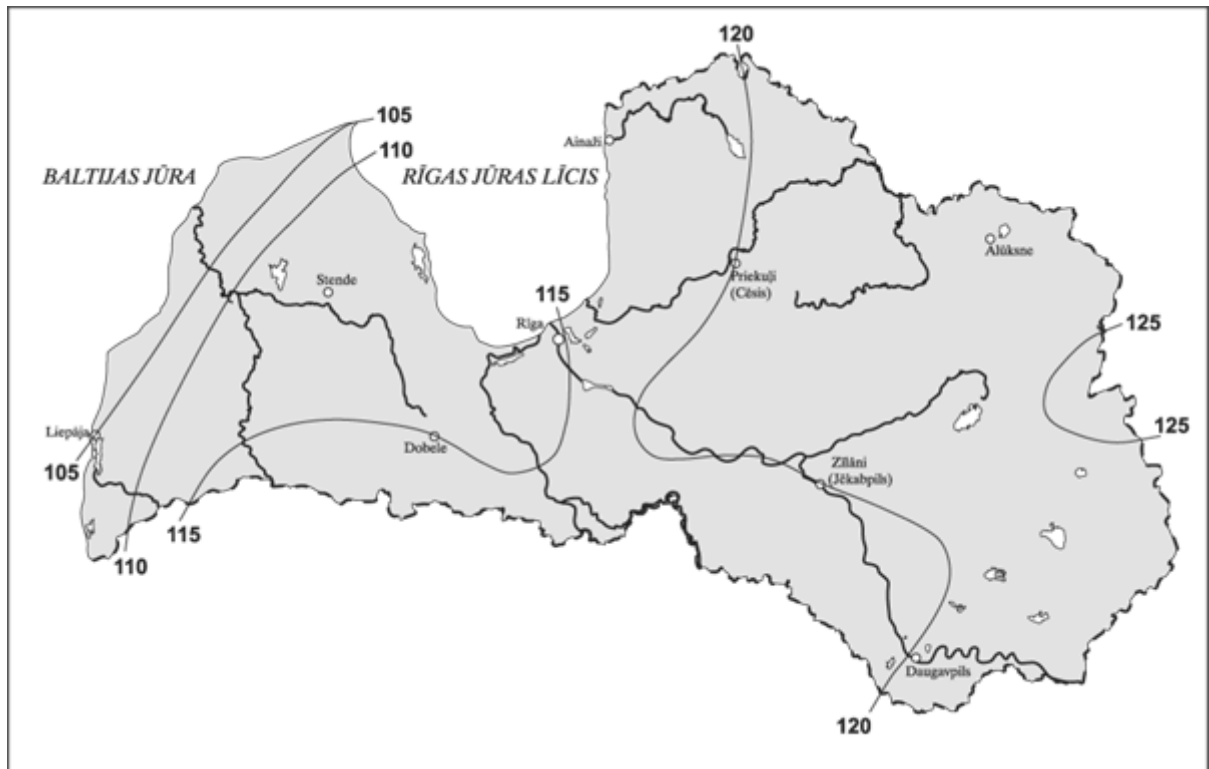


Att. 4.3 Grafiks vidējās sala kūkumošanās $l_{kūk.vid.}$ noteikšanai

Piezīmes: 1. Horizontālā ass – ceļa segas biezums h , ieskaitot projektēto sala aizsargkārtu. Uz vertikālās ass nolasa atbilstošo $l_{kūk.vid.}$ atkarībā no grunts grupas (II-V)

2. Līkni II-V izvēlas atkarībā no grunts grupas pēc tabulas 4.1

3. IIa lieto 2. un 3. ceļa segas mitruma režīma gadījumā, IIb lieto 1. ceļa segas mitruma režīma gadījumā



Attēls 4.4. Ceļa segas aprēķinam izmantojamais grunts sasaluma dziļums (cm)

5. Ceļa segas un zemes klātnes nosusināšanas risinājuma projektēšana

5.1. Vispārīgi norādījumi

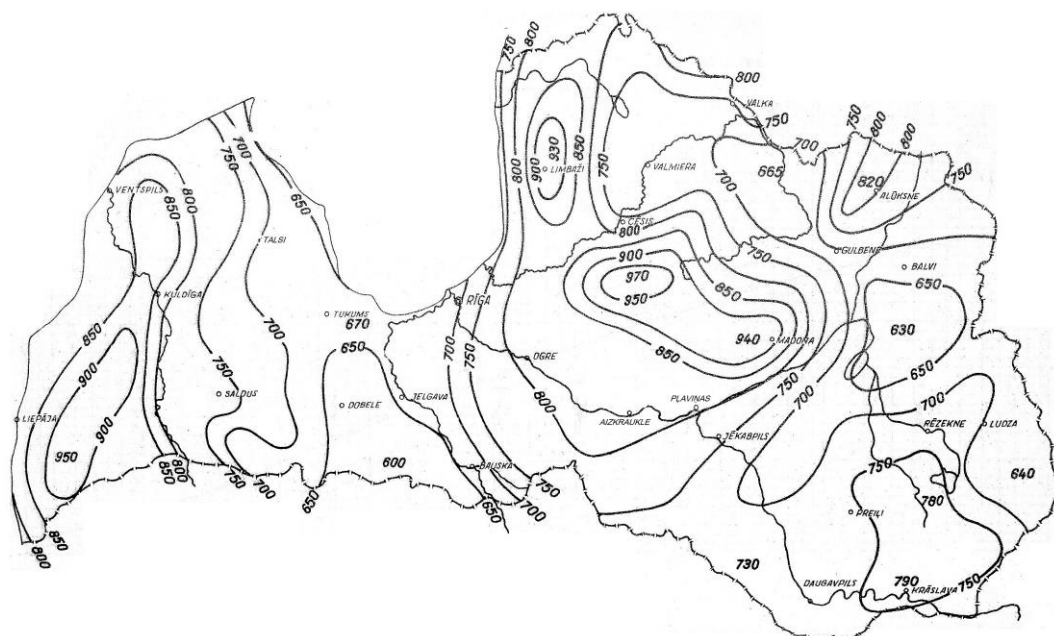
Ceļa konstrukcijas nosusināšanas risinājums ir nepieciešams ceļa segām uz zemes klātnes no vāji filtrējošas grunts, visos segas mitruma režīma apstākļos (5.1.tabula), kā arī situācijās, ja segas konstrukcija atrodas gruntsūdens vai atklāta ūdens ietekmes zonā. Par vāji filtrējošām uzskatāmas putekļainās grunts, mālainās grunts un grunts ar filtrācijas koeficientu mazāku par 0,5 m/24h.

Ceļa segas nosusināšanas risinājuma projektēšana nav viennozīmīgs process. Pie viena mērķa – „iegūt apstākļiem un nosacījumiem atbilstošu segas konstrukciju”, parasti ir iespējami vairāki līdzvērtīgi nosusināšanas risinājumi.

Latvijā raksturīgajos ceļa funkcionēšanas apstākļos parasti ir nepieciešams segas konstrukcijā paredzēt vismaz minimālā biezuma smilts drenējošo kārtu (sk. p.p.5.5.1.), vai ekvivalentu nosusināšanas risinājumu ar citiem materiāliem.

Drenējošo kārtu jāprojektē (jānosaka nepieciešamais drenējošās kārtas biezums un materiāla parametri):

- visos gadījumos, ja zemes klātnes funkcionālās daļas grunts filtrācijas koeficients $K_f < 0.5(\text{m}/24\text{h})$, izņemot neputekļainas smilts gruntīm 1. segas mitruma režīma apstākļos;
- visos gadījumos, ja segas konstrukcija darbosies 3. mitruma režīmā (sk. tab.5.1.);
- visos posmos, kur noteiktais $W_{apr} > 0.9$ (sk. p.p. P.2.1. un tab. P.2.4.);
- visos gadījumos, ja objekts atrodas teritorijā, kur gada vidējā nokrišņu norma pārsniedz 800 mm/gadā (sk. 2.3 att.), izņemot neputekļainas smilts gruntīm 1. segas mitruma režīma apstākļos;
- posmos, kuru segas konstrukcijā pastāv pastiprinātas ūdens iekļūšanas risks (piem.: ieliekta garenprofila posms ierakumā, profils bez sāngrāvja, u.tml.).



2.3. att. Gada vidējā nokrišņu norma (mm/gadā)

Ceļa konstrukcijas nosusināšanas sistēmu veido paredzot sāngrāvjus (teknes) vai/un drenāžas tranšejas, drenējošo kārtu, kuru nepieciešamības gadījumā papildina ar garenvirziena, vai šķērsvirziena drenāžu.

Vairumā gadījumu ceļa konstrukcijas un konkrēti ceļa segas nosusināšanas risinājumi vispirms ir jāizskata ceļa trases un garenprofila projektēšanas kontekstā, nodrošinot segas apakšas (zemes klātnes virsmas) pacēlumu vismaz 0.3m virs kapilārā ūdens pacelšanās augstuma (sk. tab.5.2.). Ja šādā veidā vēlmais (optimālais) rezultāts nav panākams, aplūkojami pārējie segas vai ceļa klātnes nosusināšanas risinājumi, tos salīdzinot un izvērtējot visu alternatīvu tehniski ekonomiskos pamatojumus.

Projektējot ceļa segas nosusināšanas risinājumu projektētājs paļaujas uz šādiem apsvērumiem:

- tiek pieņemts, ka segas aprēķina ekspluatācijas laikā nepārtraukti tiek nodrošināts projektā paredzētais nomales profils un brīva notece no tās (piem.: uzturot projektā paredzēto nomales profilu), un;
- tiek pieņemts, ka bituminēta maisījuma seguma materiāls, kas projektēts, izgatavots un ieklāts atbilstoši CS, aprēķina ekspluatācijas periodā nodrošinās seguma ūdensnecaurlaidību (būs nebojāts) atkarībā no segas kategorijas vismaz:
 - 1.-2. segas kategorijai – 95% no projektētā posma seguma kopējās platības;
 - 3. segas kategorijai – 90% no projektētā posma seguma kopējās platības;
 - 4.-5. segas kategorijai – 85% no projektētā posma seguma kopējās platības;
 - 6. segas kategorijai - 60% no projektētā posma seguma kopējās platības.

5.2. Mitruma avoti

Projektējot segas konstrukciju jāidentificē un jāizskata visas mitruma piekļuves iespējas un katrai no tām jāparedz atbilstošs segas nosusināšanas risinājums. Mitrums segai var piekļūt:

- caur ceļa klātni (no augšas - brauktuve, nomales u.c.);
- caur nogāzēm;
- no zemes klātnes (no apakšas).

5.2.1. Caur uzbēruma nogāzēm un nomalēm segas konstrukcijā iekļuvušais ūdens pārvietojas pārsvarā gravitācijas spēku ietekmē un koncentrējas vietās, kur samazinās tā filtrācijas ātrums t.i. uz materiālu kārtu robežvirsmas. Tāpēc, ja zemākās kārtas materiāla filtrācijas īpašības (K_f) ir zemākas, kā augstāk esošam materiālam, ir svarīgi, lai robežvirsmas šķērsslīpums būtu:

- uz zemes klātnes virsmas vismaz 5%;
- uz pārējo konstrukcijas kārtu virsmas vismaz 2.5%

un tā kritums vērsts uz izeju no konstrukcijas vai uz drenāžu pa iespējami īsāko ceļu. Svarīgi arī, lai vietā kur caur nomali vai nogāzi konstrukcijā var iekļūt ūdens, tās kārtu virsmas šķērsslīpuma kritums visā segas konstrukcijas daļā zem nomales būtu vērsts uz tuvāko izeju nogāzē vai drenāžas konstrukcijā. Nav pieļaujams, ka segas konstruktīvās kārtas robežvirsmā zem ūdenscaurlaidīgas nomales vai nogāzes ir ar kritumu uz brauktuves pusi (piem.: virāžā).

Ja segas konstruktīvās kārtas veidotas ievērojot normatīvos noteikto šķērsslīpuma kritumu, tad caur nomalēm segā iekļuvušajam ūdenim nevajadzētu ietekmēt tās nestspēju. Tomēr, tas iespējams tikai ievērojot apsvērumu, ka ekspluatācijas laikā nepārtraukti tiks nodrošināts projektā paredzētais seguma un nomales profils, un brīva notece no tiem.

5.2.2. Caur bojātu vai ūdenscaurlaidīgu segumu segā var iekļūt kritisks ūdens apjoms. Turklāt šādā veidā tas nonāk segas nestspējai un salnoturībai vitāli jūtīgās vietās – zem seguma un satiksmes slodzes pielikšanas vietas. Šis ūdens avots ir būtisks un jāņem vērā nosakot segas nosusināšanas risinājumu jebkurā situācijā, kas paredz nokrišņu ūdens ietekmi. Tā kā segas projektēšana tiek veikta balstoties uz pieņēmumu, ka tās ekspluatācijas laikā tiek pieļauti noteiktas pakāpes (kas tiek ievērtēts ar drošuma koeficienta starpniecību) segas bojājumi, tad segas konstrukcijā jāparedz risinājums caur tiem segā iekļuvušā ūdens akumulācijai un izvadīšanai. Tas parasti nozīmē to, ka segām ar zemāku drošuma koeficientu (mazākas nozīmes ceļu segām ar plānāku segumu) ir lielāka varbūtība, ka būs nepieciešams akumulēt un uzņemt, caur bojājumiem iekļuvušo ūdeni.

Caur seguma bojājumiem asfalta segā iekļuvušā mitruma ietekmi var mazināt paredzot iespēju to iespējami ātri novadīt zemākajās kārtās, un ārā no konstrukcijas. Lai tas būtu iespējams, tieši zem asfalta kārtas esošās nesaistītu minerālmateriālu kārtas materiālu paredz ar labām filtrācijas īpašībām. Ja nesošās kārtas materiāls ir ar zemām filtrācijas īpašībām (piem.: nepārtrauktas granulometrijas minerālmateriālu maisījums), tad ūdens var uzkrāties virs šīs kārtas segas zonā, kur spriegumi ir lieli un sala ietekme nav novērsta, kas nozīmīgi palielina bojājuma attīstības risku.

Caur segumu un pamatu konstrukcijā iekļuvušā ūdens akumulēšanai, kā arī kapilārās plūsmas pārtraukšanai jāparedz drenējošo kārtu no minerālmateriāla ar filtrācijas koeficientu $K_f \geq 1 \text{ m/dnn}$ ar minimāli nepieciešamo biezumu - 20 cm. Tādu jāparedz zem visām Latvijas apstākļiem paredzētām konstrukcijām, ja vien zemes klātnes funkcionālo daļu visā tās dziļumā jau neveido atbilstoša drenējoša grunts ($K_f \geq 0.5 \text{ m/dnn}$).

5.2.3. No zemes klātnes segā mitrums var nokļūt kapilārā spiediena rezultātā, tvaika veidā vai hidrostatiskā spiediena rezultātā.

Ūdens iekļūšana segā hidrostatiskā spiediena rezultātā tiek izslēgta, ja zemes klātnes virsma projektēta virs brīva ūdens avotu (atklāts ūdens, gruntsūdens) līmeņa. Ja šo nosacījumu nevar izpildīt, vienīgā alternatīva ir ūdens avota novēršana (ūdens līmeņa pazemināšana), ko paveic ar drenāžas palīdzību.

Tvaikveida ūdens radītās problēmas Latvijā raksturīgajos apstākļos ir sekundāras nozīmes. Pamatuzmanība caur zemes klātni iekļūstošā ūdens aizkavēšanai ir jāvelta kapilārajam ūdenim. Tā pacelšanās augstums virs GŪL dažādām gruntīm ir norādīts 5.2.tabulā.

5.3. Garenprofila risinājuma nozīme

Projektējot ceļa konstrukciju un garenprofilu, jācenšas nodrošināt segas pamata kārtas apakšu vismaz 0.3 m virs iespējamā kapilārā ūdens pacelšanās līmeņa (sk. tab.5.2.), kā arī saljūtīgas zemes klātnes grunts gadījumā - nodrošināt, lai kapilārais ūdens nevar sasniegt sasalšanas robežu. Ja šie nosacījumi garenprofila risinājumā ir ievēroti, tad nosusināšanas risinājumus neparedz. Lai projektētu zemes klātnes virsmas līmeni ir jāzina projekta līnijas novietojums un segas biezums. Pēdējais no minētajiem projektējot segu, un konkrēti tās nosusināšanas risinājumu, vienmēr ir nezināms. Tāpēc vienīgais kompromiss šajā situācijā ir – nosacīti pieņemt aptuvenu segas pagaidu biezumu (sk. arī 5. pielik.), vadoties pēc zināmajiem parametriem un kritērijiem:

- Segas kategorija;
- Mitruma avotu raksturs un lokalizācija ceļa konstrukcijas vietā;
- konstrukcijā paredzēto materiālu parametri;
- pieredze līdzīgu konstrukciju ekspluatācijā.

Segas mitruma režīmi*

<i>Attālums no sasaluma dziļuma Z_{sasal} ** līdz mitruma avotam***</i>	<i>Ceļa segas mitruma režīms*</i>
Pārsniedz 5.2 tab. norādīto	1.
Pārsniedz 2/3 no 5.2. tab. norādītā	2.
2/3 no 5.2. tab. norādītā vai mazāks	3.

*) mitruma režīmu nosaka pēc ūdens līmeņa ilglaicīgi ietekmējošā mitruma avotā, ja tāds tiek konstatēts tipiskajā posmā (sk.p.5.4.2.), pretējā gadījumā – pēc īslaicīgi ietekmējošā.

**) sasaluma dziļumu nosaka no segas virsmas (sk. p.p. 4.4.)

***)) Mitruma avotu skaidrojums (nosakāms atbilstoši projektētajam ceļa konstrukcijas risinājumam):

Ilglaicīgi ietekmējošs –

- *Atklāts ūdens*, kas uzkrājas uz zemes virsmas blakus uzbērumam vai grāvjos no nokrišņiem, un noturēsies vismaz 30 dienas.
- *Augstākais GŪL*, kāds noturēsies vismaz 30 dienas, un neatrodas dziļāk par divkāršu 5.2. tabulā norādīto vērtību no zemes klātnes virsmas.

Ja konstatēti pastāvīga mitruma avoti, kas neatbilst norādītajām pazīmēm, vai arī to nav, tad pieņem, ka ilglaicīgas mitruma ietekmes nav.

Īslaicīgi ietekmējošs –

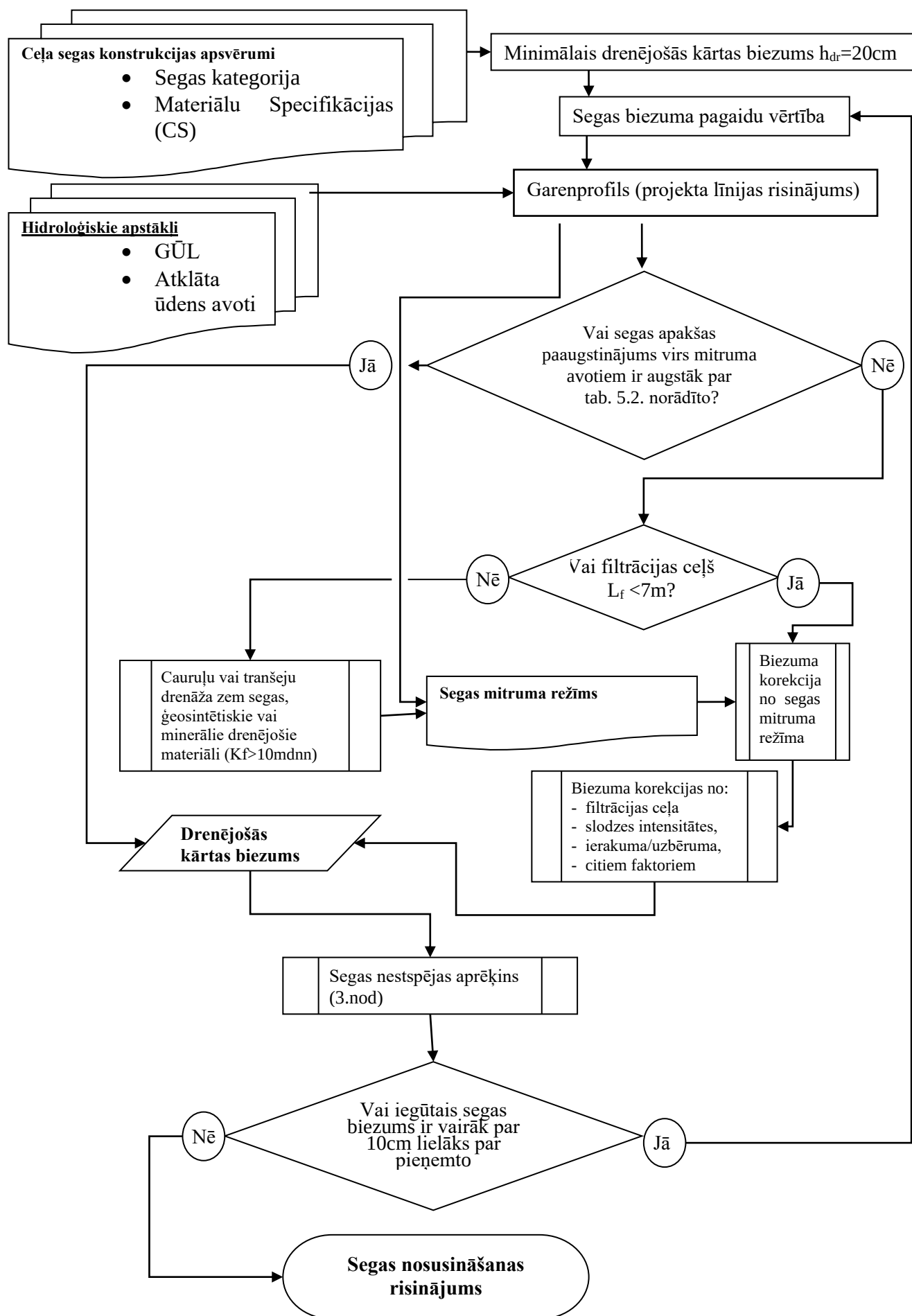
- *Atklāts ūdens*, kas parādīsies epizodiski, uzkrāsies uz zemes virsmas pie uzbēruma pēdas vai sāngrāvī un aizplūdis vai iesūksies ne ilgāk, kā 30 dienu laikā, pārsvarā no nokrišņiem.
- *Augstākais GŪL* (var parādīties intensīvu nokrišņu laikā) saglabāsies ne ilgāk, kā 30 dienas.

Mitruma avotus un to ietekmes parametrus nosaka ņemot vērā paredzētos pasākumus ceļa konstrukcijai pieplūstošā ūdens aizvadīšanai, kas paredz GŪL pazemināšanu.

*Attālums no zemes klātnes virsmas līdz mitruma avotam***

Tabula 5.2. Kapilārā ūdens pacelšanās augstums (piesātinājuma zona) virs GŪL

<i>Projektētā zemes klātnes funkcionālās daļas grunts</i>	<i>Sagaidāmais kapilārā ūdens pacelšanās augstums</i>
Smilts, vieglā mālsmilts un vieglā rupjā mālsmilts	+0.3m
Putekļainā smilts, putekļainā mālsmilts	+0.8m
Vieglais smilšmāls, smagais smilšmāls, māls	+1.3m
Smagā putekļainā mālsmilts, vieglais putekļains smilšmāls un smagais putekļainais smilšmāls	+2.0m



att. 5.1 Drenējošās kārtas noteikšanas procesa shēma

5.4. Nosusināšanas risinājuma projektēšanas darbu secība

5.4.1. Pirms segas nosusināšanas risinājuma projektēšanas nepieciešams:

- veikt projektējamā ceļa posma topogrāfisko un ģeotehnisko izpēti, noskaidrojot pamatnes grunti un hidroloģiju raksturojošos parametrus;
- veikt ceļa trases plāna projektēšanu;
- veikt garenprofila projektēšanu, vai vismaz noteikt un pamatot kritērijus projekta līnijas vēlamajam novietojumam, pieņemot mazāko sagaidāmo segas biezumu;
- noteikt vajadzīgo segas elastības moduli E_{vaj} un segas kategoriju (sk. 3. nod.).

5.4.2. Segas konstrukcijas drenējošās kārtas projektēšanas darbu secība parādīta attēlā 5.1.

Projektējamo ceļa posmu sadala tipiskos posmos pēc segas mitruma režīma. Tipiskā posma robežas nosaka ar apsvērumu, lai tajā varētu nodrošināt tehnoloģiski racionālu izbūves procesu.

Nosusināšanas risinājuma projektēšanu veic atsevišķi katram tipiskajam ceļa posmam atbilstoši tajā raksturīgajiem: pamatnes grunts tipam un parametriem (E, ϕ, c, I_p, W_{LL}):

- nosaka nosusināšanas sistēmas variantus (sk. p.5.7.), un veic to dimensionēšanu atbilstoši šai metodikai.
- veic variantu salīdzināšanu un nosaka galīgo segas nosusināšanas risinājumu katram tipiskajam posmam.

Nosusināšanas risinājuma projektēšanas rezultātā ir jāiegūst pamatojums smilts vai cita materiāla drenējošās kārtas biezumam, un nepieciešamības gadījumā – kāda no papildus risinājumu (cauruļu drenāža, tranšeju drenāža, vai citi speciāli risinājumi) nepieciešamībai. Segas konstrukcijai, kura papildināta ar noteikto drenējošās kārtas risinājumu (kārtas materiāls un tās biezums) jāveic nepieciešamās segas konstrukcijas nestspējas pārbaudes (sk. 3.nod.).

Pirms tiek fiksēta galīgā segas konstrukcija ir jāpārlicinās, vai pieņemtais segas pagaidu biezums (sk. p. 5.3.) neatšķiras vairāk, kā par 10 cm no projektēšanas rezultātā iegūtā. Ja atšķirība ir lielāka – nosusināšanas risinājuma noteikšana jāatkārto, kā pagaidu segas biezumu lietojot iegūto segas biezuma vērtību.

5.5. Nosusināšanas risinājumi

5.5.1. Drenējošā kārta ir universāls un vairumā gadījumu racionālākais segas nosusināšanas sistēmas elements, ar kuru iespējams nodrošināt segas nosusināšanu lielākajā daļā situāciju. Ar tās palīdzību pasargā nesošās kārtas gan no gruntsūdens, gan caur nogāzēm, vai ceļa klātni iekļuvušā nokrišņu ūdens ietekmes.

Drenējošo kārtu, jāparedz no smilts gruntīm vai citiem piemērotiem pārtrauktas granulometrijas (ar neaizpildītiem tukšumiem) minerāliem materiāliem (frakcionēts minerālmateriāls, speciāli drenāžas maisījumi vai smilts-grants maisījumi), kuru $K_f \geq 1\text{m/dnn}$. Kārtu projektē visā zemes klātnes platumā.

Gadījumā, ja segas biezums ir ierobežots, kā arī ja drenējošās kārtas materiāla stiprības parametra (E) mazākā pieļaujamā vērtība ir nepieciešama lielāka nekā smilts materiālam (piemēram, ja drenējošā kārta jāparedz uz esoša ceļa konstrukcijas), nepieciešamo nosusināšanas vai kapilārus pārtraucošo funkciju var nodrošināt ar stiprāku materiālu (piem.: drupinātu, frakcionētu minerālmateriālu) un kārtu augstāku filtrācijas spēju ($K_f > 10\text{m/dnn}$). Nepieciešamais drenējošās kārtas biezums no šāda materiāla atkarībā no mitruma apstākļiem un materiāla parametriem ir 10-20cm – tā biezumu nosaka atkarībā no iekļāšanas tehnoloģiskajām iespējām un ražotāja specifikācijas. Projektējot drenējošo kārtu papildus nosusināšanās funkcijām, nepieciešams nodrošināt arī drenējošā materiāla noturību pret bīdi un visas ceļa konstrukcijas stiprību.

Drenējošai kārtai visā konstrukcijas garumā jānodrošina izeja (brīva izplūde) nogāzē, drenāžas caurulē vai drenāžas tranšejā. Ja izeja paredzēta nogāzē, tad jānodrošina, lai segas apakšas līmenī uzbēruma vai sāngrāvja nogāzē būtu nodrošināta brīva ūdens izplūde no

konstrukcijas, kuru ekspluatācijas laikā jāparedz uzturēt brīvu no liekā apauguma. Sāngrāvja gultnes atzīmi vai ūdens līmeni, ja tāds grāvī sagaidāms, ieteicams projektēt zemāk par 0.3m zem drenējošās kārtas apakšējās malas nogāzē, bet ne tuvāk kā 0.2 m zem tās.

Drenējošās kārtas biežumu nosaka izvērtējot tipiskajā posmā noteiktos ūdens ietekmes risku palielinošos un samazinošos faktoros un tā novēršanai nepieciešamos pasākumus:

- caur segumu iekļuvušā ūdens ietekmes risks,
- risks, kas izriet no segas mitruma režīma,
- risks, kas saistīts ar satiksmes slodzes intensitāti
- ietekmes palielinājums vai samazinājums atkarībā no darba atzīmes (ierakums/uzbērums)
- ietekmi samazinoši faktori

Nepieciešamo drenējošās kārtas biežumu iegūst summējot visu risku novēršanai paredzētos drenējošās kārtas biežumus un samazinot iegūto biežumu par ietekmi samazinošo faktoru kompensēto biežumu. Iegūtais lielums ietver apsvērumu, ka kārtas izbūvei lietotā materiāla filtrācijas koeficients K_f ir vismaz 1m/dnn.

Caur segumu iekļuvušā ūdens akumulāciju nodrošina paredzot noteikto minimālo drenējošās kārtas biežumu – 0.2m.

Atkarībā no segas funkcionēšanai paredzētajiem apstākļiem, tie klasificējami trijos segas mitruma režīmos (sk. tabula 5.1). Nosakot segas mitruma režīmu ir jāņem vērā zemes klātnes virsmas novietojums, zemes klātnes funkcionālās daļas grunts parametri un apvidus mitruma avoti, kādi tie faktiski tiek projektēti. Ja segas darbība paredzama 2. vai 3. segas mitruma režīmos, jāpalielina noteikto minimālo drenējošās kārtas biežumu par 5.3. tabulā norādīto lielumu.

Tabula 5.3. Drenējošās kārtas korekcija atkarībā no segas mitruma režīma

<i>Segas mitruma režīms</i>	<i>$d_{mr}H_{dr}$ (m)</i>
1.	0.00
2.	+0.05
3.	+0.15

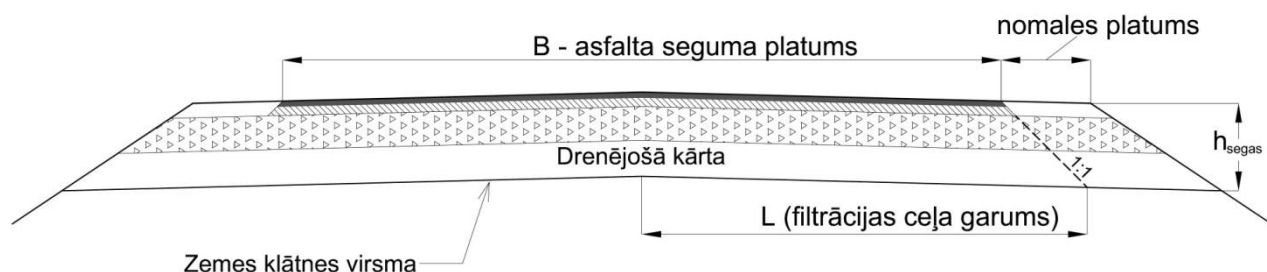
Segā iekļuvušais ūdens koncentrējas uz zemes klātnes virsmas un tiek izvadīts gravitācijas spēku darbības rezultātā šķērsslīpuma krituma virzienā. Izvadīšanas ātrums ir atkarīgs no krituma un filtrācijas ceļa garuma. Jo garāks ir filtrācijas ceļš, jo lielāka ūdens koncentrācija būs sagaidāma zemes klātnes virsmas zemākajā daļā, tāpēc, ja drenējošais slānis tiek projektēts ar šķērsvirzienā konstantu biežumu, tas ir jāpalielina atkarībā no projektētā filtrācijas ceļa garuma (sk. att. 5.2.) par biežumu $d_{fc}H_{dr}$ saskaņā ar tabulu 5.4.:

Tabula 5.4. Drenējošās kārtas korekcija atkarībā no filtrācijas ceļa garuma

<i>L_f (m)</i>	<i>$d_{fc}H_{dr}$ (m)</i>
<4.75	0.00
4.75-5.24	+0.05
5.25-5.99	+0.10
6.00-6.99	+0.15
>7.00*	(+0.20)

*) Ja $L_f \geq 7$ m jāveic L_f samazināšana, paredzot drenāžu vai tml. pasākumus. Iekavās norādītās vērtības lietošana pieļaujama izņēmuma gadījumos, ja kopējais aprēķinātais drenējošās kārtas biežums nepārsniedz 60 cm.

**) ja $L_f < 7$ m, zemes klātnes šķērsslīpums $i \geq 5\%$ un šķērsslīpumu starpība starp zemes klātnes un drenējošās kārtas virsmu vienā virzienā vērstiem kritumiem ir $\Delta i \geq 2.5\%$, tad tabulā norādīto korekciju nelieto.



Att. 5.2. Filtrācijas ceļa (L) noteikšana

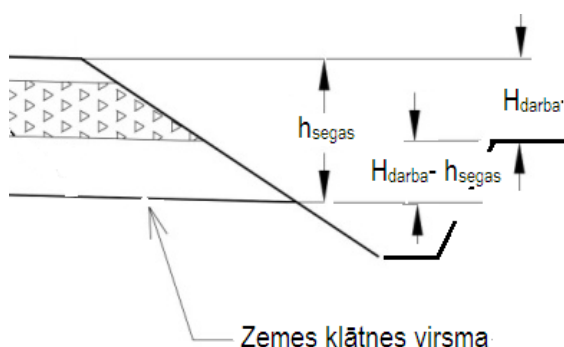
Satiksmes slodzes rezultātā segums tiek cikliski deformēts, kas izraisa uzsūkšanas efektu, tādējādi palielinot ūdens pieplūdi konstrukcijā no apakšas. Lai to kompensētu nosakāmais drenējošā slāņa biezums ir jāpalielina atkarībā no GŪL un projektētās segas kategorijas saskaņā ar tabulu 5.5. :

Tabula 5.5. Drenējošās kārtas korekcija atkarībā no segas virsmas paaugstinājuma virs GŪL

<i>GŪL attālums līdz seguma virsmai (m)</i>	<i>E_{vaj}</i>	<i>d_{GŪL}H_{dr} (m)</i>
<1.50	<145	+0.20
	145-259	+0.10
	(>260)*	(+0.10)
1.50-2.00	<145	+0.10
	145-259	+0.05
	>260	0.00

*) jāparedz risinājumi GŪL pazemināšanai

Segas konstrukcija ierakumā satur neparedzēta vai neatklāta gruntsūdens parādīšanās risku, kā arī saistīta ar pastiprinātu virsmas ūdeņu klātbūtni, tāpēc atkarībā no tā cik daudz segas apakša ir pacelta virs vai zem apkārtnes virsmas līmeņa ir jāievērtē slāņa biezuma korekcija:



Attēls 5.3 Korekcija pēc darba atzīmes

Tabula 5.6. Drenējošās kārtas korekcija atkarībā no darba atzīmes

<i>Segas apakšas novietojums virs vai zem apkārtnes virsmas līmeņa*</i>	<i>d_{da}H_{dr} (m)</i>
$H_{darba} - h_{segas} > 0.3$ (~uzbērums~)	-0.10
$H_{darba} - h_{segas} =$ no 0.0 līdz +0.3	0.00
$H_{darba} - h_{segas} < 0.0$ (~ierakums~)	+0.05

H_{darba} - darba atzīme (m)

h_{segas} - segas biezuma sākotnējā (pagaidu) vērtība (m)

*) ja darba atzīme esoša ceļa pārbūves gadījumā noteikta pēc esošās ceļa konstrukcijas, šīs korekcijas noteikšanai tā nosakāma kā projekta līnijas paaugstinājums virs apvidus virsmas.

Segas risinājumā var tikt paredzēti virkne drenējošo kārtu ietekmējoši pasākumi. Atkarībā no to lietošanas projektā, kārtas biezums jākorrigē atbilstoši tabulai:

Tabula 5.7. Drenējošās kārtas korekcija atkarībā no speciāliem risinājumiem

<i>Drenējošo kārtu samazinošs risinājums</i>	<i>d_{spec}H_{dr} (m)*</i>
--	--

Saistīta materiāla pamata kārtā	-0.05
Drenāža zem segas konstrukcijas	-0.10
Drenāža blakus segas konstrukcijai (zem sāngrāvja)	-0.05
drenējošā kārtā no labi filtrējoša materiāla ($K_f > 10 \text{ m/dnn}$), lietojot frakcionētas šķembas vai speciālu minerālmateriālu maisījumu.	**)

*) kopējais drenējošās kārtas biezums no smilts materiāla nevar būt mazāks par 0.2m

**) kārtas biezumu nosaka pēc izbūves tehnoloģiskiem apsvērumiem un materiāla ražotāja specifikācijas

Drenējošās kārtas biezums konstrukcijā var būt mainīgs (piem.: ja projektē dažādus kārtu virsmu šķērsslīpumus), taču tās mazākais tās biezums kārtas plānākajā vietā nedrīkst būt mazāks par pēc šīs metodikas noteikto.

5.5.2. **Drenāža** dod iespēju atteikties no atklātas gultnes (grāvja) tur, kur tas nav iespējams (piem.: zem brauktuves), vai tur, kur tam nepietiek vietas (piem.: sāngrāvis) to aizstājot ar slēgtu kanālu (drenas cauruli vai drenāžas tranšeju) nepieciešamajā līmenī.

Projektējot **cauruļu drenāžu**, caurules tekni jāprojektē zem sasalšanas dziļuma. Minimālais drenas caurules diametrs segas konstrukcijā ir 5cm. Drenas caurulei jābūt rūpnieciski iestrādātai filtrējošā apvalkā, kas novērš smalko daļiņu iekļūšanu tajā. Caurule jāprojektē taisnos posmos ar vienmērīgu, vismaz 1% gultnes kritumu. Krituma vai virziena maiņas vietās jāparedz skataka. Drenas izvadām jābūt nostiprinātā nogāzē vai akā, vismaz 0.2m virs augstākā sagaidāmā atklāta ūdens līmeņa. Skatakas projektējamas ar aprēķinu, lai jebkura drenas vieta no skatakas nebūtu tālāk par 25m. Vienbrauktuves divjoslu ceļu profiliem pietiek, ja drenāžas cauruli paredz paralēli brauktuvei vai zem tās abās pusēs (sk. ICP "Ūdens novade"). Ja projektē šķērsvirziena vai slīpu (pret brauktuvi) drenāžu (piem.: stāvos ($g > 4\%$) garenprofila posmos), kā arī divbrauktuveju ceļu profiliem, attālumu starp drenāžas gultnēm (caurulēm) jānosaka pēc aprēķina (sk. ICP "Ūdens novade"). Paredzot drenāžu zem brauktuves vai zem nomaļes, jāparedz vismaz minimālais drenējošās kārtas biezums – 0.2m.

Drenāžas tranšeja projektējama ar vai bez drenas caurules. To parasti paredz vietās, kur nav iespējams vai nav racionāli izvietot atklātu grāvi, nodrošinot vajadzīgo segas apakšas paaugstinājumu virs sagaidāmā ūdens līmeņa, vai nepieciešamo grāvja gultnes atzīmi. Caurules izvietojumam un konstrukcijai ir tās pašas prasības, kas cauruļu drenāžai. Projektējot drenāžas tranšeju bez caurules svarīgi ir paredzēt tranšejas apakšējo daļu zem sasaluma robežas un no materiāla ar filtrācijas koeficientu $K_f > 5 \text{ m/dnn}$. (frakcionēts minerālmateriāls, speciāli sagatavots minerālmateriālu maisījums) Izvadu no tranšejas parasti paredz akā, no kuras tālāk ūdeni izvada uz slēgtu kolektoru vai atklātu gultni.

Konstrukcijā, kur visas ceļa segas konstruktīvās kārtas paredzētas no saistītiem materiāliem, pieļaujama drenējošās kārtas aizstāšana ar **drenējošu ģeomateriālu**, kura biezums nav mazāks par 4mm un ar filtrācijas koeficientu ne mazāku par 50 m/24h ar izvadiem uz uzbēruma nogāzi ne mazāk kā 0.5m augstumā virs grāvja teknes, risinājumu pamatojot ar tehnisku un ekonomisku, aprēķinu. Ģeomateriāla izvēle šajā gadījumā veicama saskaņā ar ražotāja tehniskajām specifikācijām.

Šķērsvirziena drenāža piemērota tā ūdens pārtveršanai, kas plūst pa drenējošo kārtu rezultējošā krituma gradienta virzienā, zonās, kur garenslīpums ir lielāks vai vienāds ar šķērsslīpumu. To paredz posmos, kas garāki par 30m.

Ja risinājumā nepieciešama cauruļu drenāža vai drenāžas tranšeja, tad tās parametri ir jāaprēķina.

Drenāžas uzdevums ir samazināt hidrostatisko spiedienu ar gruntsūdeni piesātinātā gruntī. Maksimālo pieplūdes apjomu drenāžas tranšejas vai caurules posmā ar garumu l nosaka pēc sakarības (5.1.):

$$Q = \frac{1K_f(H^2 - h^2)}{2L}, \quad (5.1)$$

kur: l – drenas posma garums;

L – drenāžas darbības zonas platums, nosakāms atkarībā no grunts;

K_f – pamatnes grunts filtrācijas koeficients (tab. 5.8.);

H – drenas vai drenāžas grāvja teknes līmeņa un sākotnējā GŪL starpība;

h – paredzētais teknes aizpildījums (pieņem: caurulei $h=0$, drenāžas tranšējai $h=0.1\text{m}$).

Atkarībā no maksimālā pieplūdes apjoma nosaka caurules diametru, teknes kritumu un citus risinājuma parametrus.

L nosaka pēc sakarības $L = \frac{H}{i}$, kur i ir depresijas līknes kritums atkarībā no grunts (sk. tab. 5.8.)

Tabula 5.8. Depresijas līknes vidējais kritums un filtrācijas koeficients

<i>Grunts</i>	<i>Depresijas līknes vidējais kritums i</i>	<i>K_f</i>
Smilts vidēji rupja	0.005-0.008	1
Smilts smalka	0.008-0.015	0.5
Mālsmilts	0.02-0.05	0.1
Smilšmāls	0.05-0.10	0.0003
Māls	0.10-0.15	0.00005

Ievērojot to, ka drenāžas efektivitāte ir atkarīga no grunts filtrācijas īpašībām, to nav racionāli paredzēt māla gruntīs.

Sarežģītākos risinājumus (cauruļu drenāža, ģeosintētiskie materiāli un tml.), ievērojot to, ka to būvniecības un ekspluatācijas izmaksas ir augstākas, vajadzētu izskatīt tikai gadījumos, ja nav iespējams, jeb nav racionāli projektēt ceļa konstrukciju ievērojot tās apakšas nepieciešamo pacēlumu virs brīva ūdens līmeņa (atklāts ūdens, GŪL) vai paredzot atbilstoša biezuma drenējošo kārtu tos vajadzētu izskatīt tikai pēc tam, kad izvērtētas visas augstāk aprakstītās iespējas.

Ceļa segas nosusināšanas risinājumu piemēri parādīti ICP “Ūdens novade”.

6. **PIELIKUMI**

1.PIELIKUMS

APRĒĶINA ASS SLODZE

P.1.1. Projektējot autoceļa segu, aprēķina slodzi pieņem atbilstošu aprēķina ass slodzei – 100kN. Ja vien projektējamā segas konstrukcija netiek paredzēta kādiem speciāliem projektēšanas uzdevumā definētiem mērķiem, aprēķina slodzi nosaka atbilstoši 3. nod. p.3.4.1 norādītajam.

- P.1.2. Segu projektēšanas gadījumos valsts autoceļu tīklā Pasūtītājs nodrošina projektētāju ar satiksmes intensitātes datiem, kas veikti uzskaites punktos (piemēru skatīt *tab. P.1.1*).
- Gadījumos, ja uzskaites punkts neatrodas projektējamajā ceļa posmā vai tā satiksmi raksturojošajā maršrutā, un pasūtītājam nav pieejama informācija par satiksmes apjomu un sadalījumu, projektētājs veic satiksmes uzskaiti atbilstoši LVS190-2 A pielikumam un piemēram *tab. P.1.1*. Satiksmē esošie transportlīdzekļi nosacīti iedalāmi 6 kategorijās, atbilstoši *tab. P.1.2*. Uzskaitot satiksmi jāfiksē transportlīdzekļa piederība kādai no norādītajām kategorijām un to daudzums laika vienībā.
- P.1.3. Redukcijas koeficientu $S_{sum,i}$ vērtības nosakāmas pēc *tabulas P.1.2*.

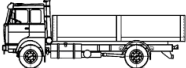
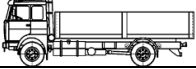
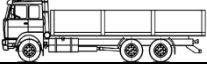
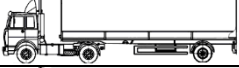
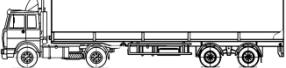
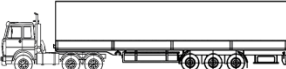
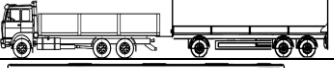
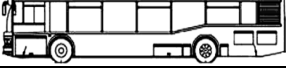
Tabula P.1.1

Piemērs projektēšanas uzdevumā norādāmajai informācijai par satiksmes plūsmu

Gadi	Ceļa Nr.	Posma atšifrējums	Kopējais transportlīdzekļu skaits (a/dnn)	Transportlīdzekļu kategorijas % no kopējā transportlīdzekļu skaita					
				Vieglais transportlīdzeklis	Kravas transportlīdzeklis <3.5t	Kravas transportlīdzeklis >3.5t	Kravas transportlīdzeklis ar piekabi	Kravas transportlīdzeklis ar puspiekabi	Autobusi
2011	A1	P11- Salacgrīva (km77-88)	1145	64	4	7	8	16	1
	A1	Salacgrīva- LR robeža (km 12-19)	2790	79	2	3	7	8	1

Tabula P.1.2

Redukcijas koeficienti $S_{sum,i}$
– i-tā tipa transportlīdzekļa iedarbības reducēšanai uz aprēķina ass slodzi Q_a
(100kN)

<i>i</i>	Transportlīdzekļa kategorija (atbilstoši LVC uzskaites metodikai)		Asu skaits	Redukcijas koeficients $S_{sum,i}$
1.	Vieglais transportlīdzeklis		2	0.005
2.	Kravas transportlīdzeklis < 3.5 T		2	0.07
3.	Kravas transportlīdzeklis > 3.5 T		2	1.22
			3	
4.	Kravas transportlīdzeklis ar puspiekabi		3	3.08
			4	
			5	
			6	
5.	Kravas transportlīdzeklis ar piekabi		4	2.74
			5	
			6	
6.	Autobuss		2	1.35
			3	

2. PIELIKUMS

ZEMES KLĀTNES AUGŠĒJĀS KĀRTAS GRUNTS RAKSTURLIELUMU NOTEIKŠANA CEĻA SEGAS STIPRĪBAS APRĒĶINIEM

P.2.1 Zemes klātnes grunts aprēķina mitruma noteikšana

Grunts relatīvo aprēķina mitrumu W_{apr} (daļa no plūstamības robežas mitruma - W/W_{LL}) nosaka pēc sakarības:

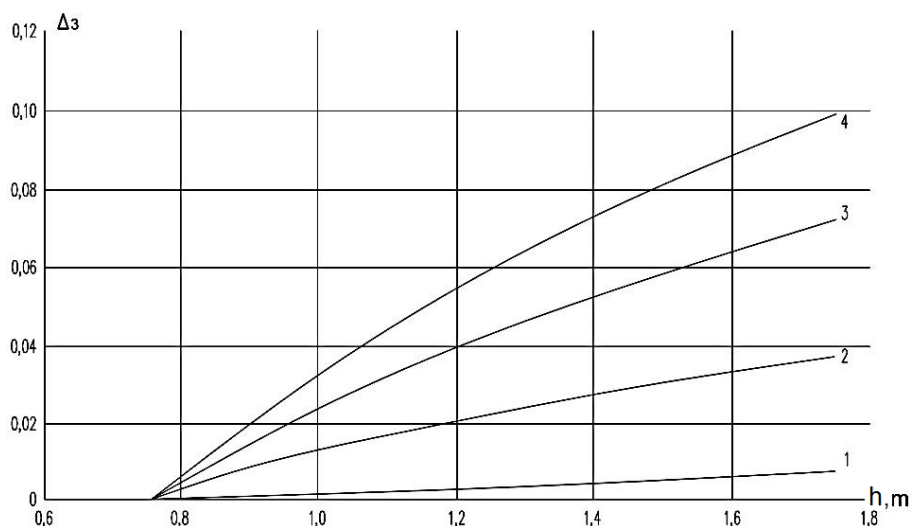
$$W_{apr} = (W_{tab} - W\Delta_2)(1 + 0,1t) - \Delta_3, \quad (P.2.1)$$

kur: W_{tab} – zemes klātnes augšējās kārtas vidējais ilggadīgais grunts mitrums (daļās no grunts plūstamības robežas mitruma - W/W_{LL}), kāds novērots nelabvēlīgākajā (šķīdoņa) periodā. Segai ar saistītu segumu un minerālmateriāla pamatu (šķembas, grants u.tml.), ja kopējais segas biezums $h > 0,75$ m, W_{tab} nosaka no P.2.1 tabulas atkarībā no segas mitruma režīma un zemes klātnes funkcionālās daļas grunts tipa.

$W\Delta_2$ – mitruma korekcija, atkarībā no ceļa konstrukcijas risinājumiem, no tabulas P.2.2

Δ_3 – ceļa segas summārā biezuma korekcija, no attēla P.2.1

t – novirzes koeficients, kas atkarīgs no nepieciešamā drošuma līmeņa no 4.pielikuma P.4.1 tabulas



Att. P.2.1. Grafiks segas stabilo kārtu biezuma korekcijas Δ_3 noteikšanai

Sākotnējais relatīvais mitrums $W = (W_{tab} - W\Delta_2)$.

1) $W = 0,75W_{LL}$; 2) $W = 0,8W_{LL}$; 3) $W = 0,85W_{LL}$; 4) $W = 0,9W_{LL}$.

P.2.1 tabula

Ceļa segas mitruma režīms	Vidējie grunts mitruma lielumi W_{tab} , daļa no plūstamības robežas mitruma (W/W_{LL})				
	Viegla rupja un viegla mālsmilts	Putekļaina smilts	Viegls smilšmāls	Putekļaina un smaga putekļaina mālsmilts; Viegls putekļains, smags putekļains un smags smilšmāls	Māls
1.	0,60	0,62	0,65	0,70	0,75
2.	0,63	0,65	0,68	0,73	0,78
3.	0,65	0,67	0,70	0,75	0,80

Korekcija W_{Δ_2}

N.p.k	Konstruktīvie risinājumi	Korekcija W_{Δ_2}
1.	Stabilizēta (ar saistvielu 2-8%) pamatnes grunts (sk.p.p.2.9.):	
	- akmeņaina grunts (arī grants) un smilts	0.04
	- mālsmilts	0.05
	- putekļaina smilts un mālsmilts, smilšmāls	0.08
2.	Nomales nostiprinātas ar:	
	- ar bituminētu maisījumu	0.05
	- minerālmateriālu maisījumu	0.01
3.	Drenāža	0.05
4.	Hidroizolējoša kārtā	0.05
5.	Kapilārais ūdens sasniedz zemes klātnes virsmu (sk. tab. 5.2.)	-0.03

Piezīme. 1. un 2. risinājumu gadījumos korekciju W_{Δ_2} lieto tikai 1. segas mitruma režīmā.

P.2.2 Segas konstruktīvo kārtu no grunts un smilts materiāla mehānisko īpašību parametri

Mālainu grunšu bīdes normatīvie raksturlielumi

Aprēķina mitrums	Saiste, MPa	Iekšējās berzes leņķis grādos
Smilšmāls un māls		
0.60	0,030	24
0.65	0,024	21
0.70	0,019	18
0.75	0,015	15
0.80	0,011	13
0.85	0,009	12
0.90	0,008	11
Mālsmilts		
0.60	0,014	36
0.65	0,013	36
0.70	0,012	35
0.75	0,011	35
0.80	0,010	34
0.85	0,009	34
0.90	0,008	33

Tabula P.2.4

Grunšu elastības moduļu E lielumi segas aprēķinam

Grunts ¹⁾	Elastības modulis E atkarībā no W_{apr} , MPa						
	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90 ²⁾
Smilts:							
• vidēji rupja;	120						
• smalka;	100						
• viendabīga (kāpu) ³⁾ ;	75						
• putekļaina;	84	78	72	66	60	54	48
Māls:							
• viegla;	56	53	49	45	43	42	41
• putekļaina; smaga, putekļaina	72	54	46	38	32	27	26
• viegla, rupja;	65						
Smilšmāls:							
• viegls; smags;	72	50	41	34	29	25	24
• viegls, putekļains; smags, putekļains;	72	54	46	38	32	27	26
Māls:	72	50	41	34	29	25	24

Piezīmes:¹⁾ Grunšu klasifikācija jāveic saskaņā ar LVS 190-5.²⁾ Ja $W_{apr} > 0,90$, jāprojektē atbilstoši nosusināšanas risinājumi (sk arī p.p. 2.9.).³⁾ Viendabīga smiltis ir tāda, kuras neviendabības koeficients $C_u < 3$.⁴⁾ Ja noteiktais grunts elastības modulis $E_{gr} < 35\text{MPa}$, jāprojektē atbilstoši grunts pastiprināšanas risinājumi (sk p.p. 1.1. 2. apakšpunktu un p.p. 2.9.).

Tabula P.2.5

Smilšainu grunšu bīdes normatīvie raksturlielumi

Smilšainas grunts tips	Iekšējās berzes leņķis φ (grādos) un saiste c (MPa)
Vidēji rupja smiltis	$\frac{33}{0,005}$
Smalka smiltis	$\frac{31}{0,005}$
Putekļaina smiltis	$\frac{31}{0,006}$
Viendabīga (kāpu) smiltis	$\frac{31}{0,003}$

Piezīmes:

1) Raksturlielumi ir doti situācijai, kad grunts poras pilnībā aizpildītas ar ūdeni.

2) Skaitītājā ir norādīts iekšējās berzes leņķis φ , saucējā – saiste c .3) Viendabīga smiltis ir tāda, kuras neviendabības koeficients $C_u < 3$.

3. PIELIKUMS

CEĻA SEGAS STIPRĪBAS APRĒĶINIEM LIETOJAMĀS CEĻU BŪVMATERIĀLU PARAMETRU PAGAUDU VĒRTĪBAS.

Tabula P.3.1

Bituminētā maisījuma kārtu aprēķina parametri

Materiāls	Ieteicamais slāņa biezums (cm)		Stiepe				Elastīgā ieliece	Bīde
	min	max	E (+5)	m	α	Ro	E (+10)	E (+20)
Augšējā kārta								
Asfaltbetons AC 11 surf 50/70	2,5	4,4	5400	7.0	5,1	9,9	3900	2300
Asfaltbetons AC 11 surf 70/100	2,5	4,4	4250	6.3	5,3	9,7	2950	1650
Asfaltbetons AC 11 surf PMB	2,5	4,4	5500	8.5	3,3	13	4500	2600
Asfaltbetons AC 16 surf 50/70	3,6	6,0	5400	7.0	5,1	9,9	3900	2300
Asfaltbetons AC 16 surf 70/100	3,6	6,0	4250	6.3	5,3	9,7	2950	1650
Asfaltbetons AC 16 surf PMB	3,6	6,0	5500	8.5	3,3	13	4500	2600
Asfaltbetons AC 22 surf 50/70	5,0	7,0	5400	7.0	5,1	9,9	3900	2300
Asfaltbetons AC 22 surf 70/100	5,0	7,0	4250	6.3	5,3	9,7	2950	1650
Asfaltbetons AC 22 surf PMB	5,0	7,0	5500	8.5	3,3	13	4500	2600
Šķembu mastikas asfalts SMA 11 50/70	2,4	4,0	6000	7.0	5,1	9,9	3900	2300
Šķembu mastikas asfalts SMA 11 70/100	2,4	4,0	5400	6.3	5,3	9,7	2950	1650
Šķembu mastikas asfalts SMA 11 PMB	2,4	4,0	6300	8.5	3,3	13	4500	2600
Šķembu mastikas asfalts SMA 16 50/70	3,6	6,0	6000	7.0	5,1	9,9	3900	2300
Šķembu mastikas asfalts SMA 16 70/100	3,6	6,0	5400	6.3	5,3	9,7	2950	1650
Šķembu mastikas asfalts SMA 16 PMB	3,6	6,0	6300	8.5	3,3	13	4500	2600
Šķembu mastikas asfalts SMA 22 50/70	5,0	8,8	6000	7.0	5,1	9,9	3900	2300
Šķembu mastikas asfalts SMA 22 70/100	5,0	8,8	5400	6.3	5,3	9,7	2950	1650
Šķembu mastikas asfalts SMA 22 PMB	5,0	8,8	6300	8.5	3,3	13	4500	2600
Porasfalts PA 11 50/70	2,5	4,0	5400	7.0	5,1	9,9	3900	2300
Porasfalts PA 11 70/100	2,5	4,0	4250	6.3	5,3	9,7	2950	1650
Porasfalts PA 11 PMB	2,5	4,0	5500	8.5	3,3	13	4500	2600
Porasfalts PA 16 50/70	3,6	6,0	5400	7.0	5,1	9,9	3900	2300
Porasfalts PA 16 70/100	3,6	6,0	4250	6.3	5,3	9,7	2950	1650
Porasfalts PA 16 PMB	3,6	6,0	5500	8.5	3,3	13	4500	2600
Mīkstais asfalts SA 11-d-V 12000 S	2,5	4,5	2200	2.7	9,8	4,6	1300	750
Mīkstais asfalts SA 16-d-V 12000 S	3,5	6,5	2200	2.7	9,8	4,6	1300	750
Vidējā kārta (trīs un vairāku asfalta kārtu gadījumā)								
Asfaltbetons AC 11 bin 50/70	2,5	4,4	3300				2500	1500
Asfaltbetons AC 11 bin 70/100	2,5	4,4	2650				1900	1100
Asfaltbetons AC 11 bin 100/150	2,5	4,4	2100				1300	750
Asfaltbetons AC 11 bin PMB	2,5	4,4	3400				2900	1700
Asfaltbetons AC 16 bin 50/70	3,6	6,4	3300				2500	1500
Asfaltbetons AC 16 bin 70/100	3,6	6,4	2650				1900	1100

Asfaltbetons AC 16 bin 100/150	3,6	6,4	2100				1300	750
Asfaltbetons AC 16 bin PMB	3,6	6,4	3400				2900	1700
Asfaltbetons AC 22 bin 50/70	5,0	8,8	3300				2500	1500
Asfaltbetons AC 22 bin 70/100	5,0	8,8	2650				1900	1100
Asfaltbetons AC 22 bin 100/150	5,0	8,8	2100				1300	750
Asfaltbetons AC 22 bin PMB	5,0	8,8	3400				2900	1700
Asfaltbetons AC 32 bin 50/70	7,0	12,8	3300				2500	1500
Asfaltbetons AC 32 bin 70/100	7,0	12,8	2650				1900	1100
Asfaltbetons AC 32 bin 100/150	7,0	12,8	2100				1300	750
Asfaltbetons AC 32 bin PMB	7,0	12,8	3400				2900	1700
Apakšējā kārtā								
Asfaltbetons AC 16 base 50/70	3,6	6,4	3300	5,0	5,8	8,2	2500	1500
Asfaltbetons AC 16 base 70/100	3,6	6,4	2650	4,8	6,1	7,9	1900	1100
Asfaltbetons AC 16 base 100/150	3,6	6,4	2100	4,4	6,4	7,7	1300	750
Asfaltbetons AC 16 base PMB	3,6	6,4	3500	5,0	5,8	8,2	2900	1700
Asfaltbetons AC 22 base 50/70	5,0	8,8	3300	5,0	5,8	8,2	2500	1500
Asfaltbetons AC 22 base 70/100	5,0	8,8	2650	4,8	6,1	7,9	1900	1100
Asfaltbetons AC 22 base 100/150	5,0	8,8	2100	4,4	6,4	7,7	1300	750
Asfaltbetons AC 22 base PMB	5,0	8,8	3500	5,0	5,8	8,2	2900	1700
Asfaltbetons AC 32 base 50/70	7,0	12,8	3300	5,0	5,8	8,2	2500	1500
Asfaltbetons AC 32 base 70/100	7,0	12,8	2650	4,8	6,1	7,9	1900	1100
Asfaltbetons AC 32 base 100/150	7,0	12,8	2100	4,4	6,4	7,7	1300	750
Asfaltbetons AC 32 base PMB	7,0	12,8	3500	5,0	5,8	8,2	2900	1700
Mīkstā asfalta kārtā SA-b-16-d-V12000 S	3,5	6,5	2200	2,7	9,8	4,6	1300	750
Mīkstā asfalta kārtā SA-b-22-d-V12000 S	5,0	9,0	2200	2,7	9,8	4,6	1300	750

Nesaistīti un hidrauliski saistīti minerālmateriāls un grunts

P.3.2 Tabula

Materiāls	Ieteicamais slāņa biezums (cm)		Elastīgā ieliece (MPa)	Bīde nesaistītajā s kārtās (MPa)
	min	max	E(+10°C)	E(+20°C)
Segums				
Nesaistīta minerālmateriāla segums 0/16	5	10	290	290
Nesaistīta minerālmateriāla segums 0/32s	8	20	290	290
Pamata kārtā				
CBGM (ar cementu apstrādāts drupināts minerālmateriāls)	8	18	900	900
Reciklēts maisījums (ja AADT _{j,smagie} ≤ 500)	10	20	400	400
Reciklēts maisījums (ja AADT _{j,smagie} > 500)	10	20	550	550
Nesaistīta minerālmateriāla maisījums	15	40	260	260
Frakcionētu šķembu pamata kārtā noķīlēta ar šķembu maisījumu	15	40	400	400
Reciklēts maisījums (bez saistvielas pievienošanas)	15	30	180	180

Reciklēts maisījums (bez saistvielas un jauna minerālmateriāla pievienošanas)	15	30	160	160
Papildkārta				
Drenējošās kārtas materiāls (smilts) ar $K_f \geq 1 \text{ m/dienn}$ (norādot atbilstošu specifikāciju)	20	70	120	120
Salizturīgās kārtas materiāls (smilts) (atbilstoši CS specifikācijai)	20	70	100	100
Zemes klātne				
Grunts	-	-	Pēc tab. P.2.4	Pēc tab. P.2.4
Stabilizēta (ar saistvielu 2-8%) grunts (sk. p.p. 2.9.)	-	-	45	45

4. PIELIKUMS

NOVIRZES KOEFICIENTS

Tabula P.4.1.

Novirzes koeficients t				
K_{dr}	0,60	0,85	0,90	0,95
t	0,26	1,06	1,32	1,71

5. PIELIKUMS

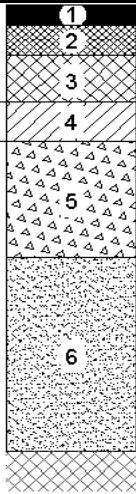
Ieteicamie ceļa segas konstrukcijas izvēles sākuma risinājumi

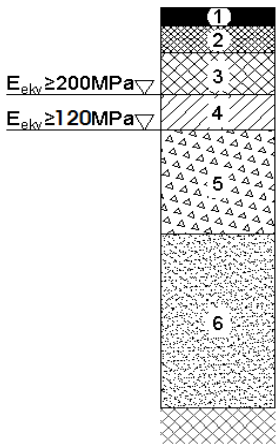
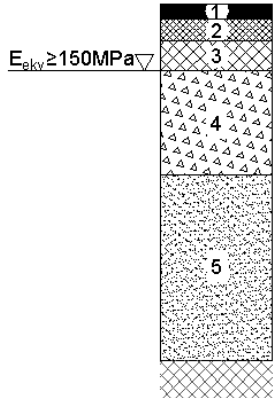
Tabulā P.5.1. norādīti ieteicamie ceļa segas konstrukcijas sākuma izvēles risinājumi, kas izmantojami uzsākot segas konstruēšanu. Norādītie segas risinājumi aprēķināti ņemot vērā paredzēto kalpošanas laiku -20 gadi, un minimālo (norādīto) summāro 100kN ass slodzes pārbraucienu skaitu aprēķina joslā.

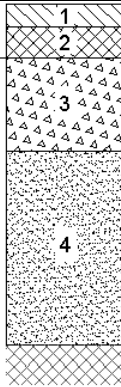
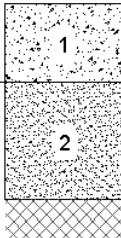
Vispirms atbilstoši ceļa segas kategorijai no tabulas izvēlas atbilstošu sākuma konstrukciju, to papildina ar nepieciešamajām papildkārtām un veic iegūtās konstrukcijas pārbaudes pēc 3. nod. noteiktajiem kritērijiem un atbilstoši sasniedzamajam vajadzīgajam elastības modulim E_{vaj} .

Sākuma konstrukcijām norādītas ieteicamās konstruktīvās kārtas funkcija, materiāls un biezumi, kā arī vēlamie ekvivalentie elastības moduļi E_{ekv} virs pamata kārtām. Norādītās konstrukcijas atbilst pieņemtai zemes klātnes konstrukcijai un kondīcijai ar nestspēju uz tās $E=45\text{MPa}$.

Tabula P5. 1

Ceļa segas kategorija	Ieteiktais kārtas materiāls	Shēma, E_{ekv} virs izbūvētās kārtas, (Mpa)	Minimālais segas vajadzīgais elastības modulis E_{vaj} , (MPa)	Orientējošs bituminēto slāņu biezums (m)
1.	1 Šķembu mastikas asfalts SMA 11 PMB		325	≥ 0.25
	2 Asfaltbetons AC 22 bin 70/100			
	3 Asfaltbetons AC 32 base 70/100			
	5 Frakcionētu šķembu pamata kārtā noķīlēta ar šķembu maisījumu			
	6 Drenējošā kārtā no materiāla ar $K_f > 1\text{m/dienn}$			
	1 Šķembu mastikas asfalts SMA 11 PMB			≥ 0.20
	2 Asfaltbetons AC 32 bin/base 70/100			
	4 CBGM			
	5 Frakcionētu šķembu pamata kārtā noķīlēta ar šķembu maisījumu			
	6 Drenējošā kārtā no materiāla ar $K_f > 1\text{m/dienn}$			

2.	1	Šķembu mastikas asfalts SMA 11 PMB		300	≥ 0.20
	2	Asfaltbetons AC 22 bin 70/100			
	3	Asfaltbetons AC 32 base 70/100			
	5	Frakcionētu šķembu pamata kārta noķīlēta ar šķembu maisījumu			
	6	Drenējošā kārta no materiāla ar $K_f > 1\text{m/dienn}$			
	1	Šķembu mastikas asfalts SMA 11 PMB			≥ 0.16
	2	Asfaltbetons AC 32 bin/base 70/100			
	4	CBGM			
	5	Nesaistīta minerālmateriāla maisījums			
	6	Drenējošā kārta no materiāla ar $K_f > 1\text{m/dienn}$			
3.	1	Šķembu mastikas asfalts SMA 11 PMB		250	≥ 0.14
	2	Asfaltbetons AC 22 bin 70/100			
	3	Asfaltbetons AC 32 base 70/100			
	4	Nesaistīta minerālmateriāla maisījums			
	5	Drenējošā kārta no materiāla ar $K_f > 1\text{m/dienn}$			

4.	<table><tr><td>1</td><td>Asfaltbetons AC 11 surf 70/100</td></tr><tr><td>2</td><td>Asfaltbetons AC 32 base 70/100</td></tr><tr><td>3</td><td>Nesaistīta minerālmateriāla maisījums</td></tr><tr><td>4</td><td>Drenējošā kārtā no materiāla ar $K_f > 1\text{m/dienn}$</td></tr></table>	1	Asfaltbetons AC 11 surf 70/100	2	Asfaltbetons AC 32 base 70/100	3	Nesaistīta minerālmateriāla maisījums	4	Drenējošā kārtā no materiāla ar $K_f > 1\text{m/dienn}$	$E_{ekv} \geq 130\text{MPa}$ 	180	0.10-0.18
1	Asfaltbetons AC 11 surf 70/100											
2	Asfaltbetons AC 32 base 70/100											
3	Nesaistīta minerālmateriāla maisījums											
4	Drenējošā kārtā no materiāla ar $K_f > 1\text{m/dienn}$											
5.	<table><tr><td>1</td><td>Asfaltbetons AC 11 surf 70/100</td></tr><tr><td>2</td><td>Asfaltbetons AC 22 base 70/100</td></tr><tr><td>3</td><td>Nesaistīta minerālmateriāla maisījums</td></tr><tr><td>4</td><td>Drenējošā kārtā no materiāla ar $K_f > 1\text{m/dienn}$</td></tr></table>	1	Asfaltbetons AC 11 surf 70/100	2	Asfaltbetons AC 22 base 70/100	3	Nesaistīta minerālmateriāla maisījums	4	Drenējošā kārtā no materiāla ar $K_f > 1\text{m/dienn}$	$E_{ekv} \geq 120\text{MPa}$ 	140	0.05-0.10
1	Asfaltbetons AC 11 surf 70/100											
2	Asfaltbetons AC 22 base 70/100											
3	Nesaistīta minerālmateriāla maisījums											
4	Drenējošā kārtā no materiāla ar $K_f > 1\text{m/dienn}$											
6.	1. Nesaistīta minerālmateriāla segums*; 2. Smilts papildkārtā (ja nepieciešams) *Ja pasūtītājs ir definējis 6. kategorijas ceļa seguma būvniecībā izmantot bituminētu maisījumu, tad kā atbilstoša izmantojama 5. kategorijas segas konstrukcija.	$E_{ekv} \geq 60\text{MPa}$ 	85	-								

6. PIELIKUMS

SEGAS APRĒĶINA KALPOŠANAS PERIODS UN SUMMAS KOEFICIENTA K_T VĒRTĪBAS

P.6.1. T_k ir atkarīgs no ceļa kategorijas, vēlamās satiksmes kvalitātes un pieejamajiem resursiem ceļa izbūvei vai tā uzturēšanai. Ja Pasūtītājs nav noteicis savādāk, ceļa aprēķina kalpošanas periods jāpieņem $T_k = 20$ gadi.

Ceļu ekspluatācijas pieredze rāda, ka seguma dilumkārtas kalpošanas laiks vienmēr ir mazāks nekā aprēķinā pieņemtais ceļa segas aprēķina periods, tāpēc projektā jānosaka segas kalpošanas laikā paredzēt savlaicīgu asfalta dilumkārtas atjaunošanu.

P.6.2. Summas koeficientu K_T vērtības atsevišķiem intensitātes izmaiņu pa gadiem gadījumiem skatīt tabulā P.6.1.

Tabula P.6.1

Intensitātes izmaiņu pa gadiem koeficients q	K_T vērtības atkarībā no dotā aprēķina kalpošanas perioda ilguma T_k		
	10	15	20
0,90	6,51	7,94	8,78
0,92	7,07	8,92	10,14
0,94	7,69	10,08	11,83
0,96	8,38	11,45	13,95
0,98	9,15	13,07	16,62
1,00	10,00	15,00	20,00
1,02	10,95	17,29	24,30
1,04	12,01	20,03	29,78
1,06	13,18	23,28	36,79
1,08	14,49	27,15	45,77
1,10	15,94	31,78	57,28

K_T – summas koeficientu aprēķina pēc formulas:

$$K_T = (q^T - 1) / (q - 1)$$

, kur

T – segas konstrukcijas aprēķina kalpošanas periods (sk. tab. P.6.1);

q – ikgadējais satiksmes pieauguma koeficients daļa no sākotnējās intensitātes (piem.: ikgadējam pieaugumam 2% atbilst $q = 1.00 + 0.02 = 1.02$)

7. PIELIKUMS

NORĀDĪJUMI SEGAS KONSTRUKCIJĀ IZMANTOJAMO MATERIĀLU IZVĒLEI

7.1. Vispārīgi apsvērumi

Ceļu būvniecībā pārsvarā tiek lietoti materiāli, kuriem prasības ir noteiktas Ceļu specifikācijās (CS). CS nosaka prasības materiāliem un būvniecības tehnoloģijai. Konstrukcijas risinājumu, un katra tā elementa (kārtas, materiāla) funkciju un iebūves vietu definē un pamato projektētājs projekta paskaidrojuma rakstā. Projekta dokumentācijā arī jānorāda visas segas materiālam uzstādītās papildu prasības, kuras CS nenosaka vai nosaka nepilnīgi.

Piemēram, ceļa segas pamatam var lietot gan nesaistīta minerālmateriāla maisījumu, gan reciklētu maisījumu, gan saistīta minerālmateriāla maisījumu. Projektētāja pienākums ir noteikt un pamatot attiecīgajiem apstākļiem atbilstošu ceļa konstrukcijas elementu un tam atbilstošu materiālu, un tā parametrus.

Šajā pielikumā apkopotie ieteikumi paredzēti, lai sniegtu projektētājam norādes un rekomendācijas optimālas segas konstrukcijas izveidei. Ir noteikti kritēriji, ar kuru palīdzību veicama materiāla tipa vai apakštipa izvēle. Ieteikumi balstīti uz CS lietotajiem apsvērumiem, ceļu būves un ekspluatācijas pieredzi un dažādos pētījumos pieejamo informāciju.

7.2. Pamatapsvērumi nosakot segas konstrukcijas kārtu un materiālu:

- Segas materiālu tehniskajiem parametriem jāatbilst CS prasībām.
- Ja $\Sigma N_a > 5 \cdot 10^4 (\text{NAS/T})$, segas konstrukciju paredz izejot no būvniecības tehnoloģijas un ekonomiskiem apsvērumiem.
- Ja ceļa brauktuves segumam tiek paredzēts bituminētais maisījums, tad tam jāparedz saistviela ar penetrācijas klasi 50/70 vai 70/100, vai piemērots modificēts bitumens.
- Modificētas saistvielas izmantošana ir jāpamato ar racionāliem apsvērumiem un aprēķiniem. Saistvielas modifikācija var būt attiecināta uz vairāku bitumena raksturojošo parametru izmaiņu, tāpēc katrā modifikatora lietošanas gadījumā ir jānorāda kuru saistvielas parametru un kā, lietojot modifikatoru, ir paredzēts izmainīt.
- Paredzot materiālu, kas nostiprināts ar modificētu saistvielu, projektā ir jānorāda un aprēķinos jāizmanto tās materiāla parametru vērtības, kādas tam tiek paredzētas lietojot norādīto modificēto saistvielu.
- Ja prognozētā AADT ir līdz 3000 auto/diennaktī un tiek veikta stadiālā būvniecība, vai paredzēts ilgstošs tehnoloģisks pārtraukums, kura laikā saistes kārtā būs pakļauta tiešai transporta slodzei, tad saistes kārtu ir jāprojektē no AC base/bin ar minimālajai robežai tuvu poru saturu, vai no blīva bituminēta maisījuma.
- Ceļa segas konstrukcijai sabiedriskā transporta pieturvietās, lēnināšanas posmos, regulējamās mezglos un citās vietās, kurās paredzama bremzēšana, ir jānodrošina paaugstināta bituminēto kārtu bīdes izturība augstās temperatūrās. Lai nodrošinātu šo prasību, segums ir jāparedz no bituminēta maisījuma ar zemas penetrācijas klases saistvielām (piem.: 50/70), bet pamatā jāparedz rupjgraudains bituminēts maisījums vai ar saistvielu nostiprināts minerālmateriāls. Šajās vietās konstrukcijā var paredzēt ģeorežģi vai cita veida armējumu, to pamatojot ar aprēķinu.
- Statiskas un horizontālas slodzes gadījumā bituminēto materiālu seguma kārtām nepieciešama paaugstināta bīdes noturība. Ceļa sega transporta pieturvietās (*atbilstoši LVS190-8*), vietās, kas paredzētas kravas transportlīdzekļu vai autobusu stāvēšanai, ceļu mezglu robežās, joslās, kur paredzēta bremzēšana ar apstāšanos (ja paredzēta apstāšanās pie luksofora, kreisās nobrauktuves josla vai uzbrauktuvē pirms stop līnijas, *atbilstoši LVS190-3, LVS190-4*), dzelzceļa pārbrauktuveju pieejās un citās tamlīdzīgās vietās konstruējot segu, bituminētais materiāls jāparedz ar paaugstinātām prasībām izturībai pret paliekošajām (bīdes) deformācijām. Lai to panāktu vismaz par vienu pakāpi jāpaaugstina prasības asfalta sastāva projektēšanai attiecībā uz izturību pret paliekošām deformācijām, atbilstoši CS, tās iekļaujot

projekta specifikācijā.

- Nav pieļaujams segas konstrukcijā paredzēt bituminēto maisījumu ar zemākas penetrācijas klases saistvielu (cietāku) zem maisījuma ar augstāku penetrācijas klasi (mīkstāku), ja no slodzei atbilstošās lieces deformācijas sagaidāmi par apakšējās kārtas saistītā materiāla stiepes pretestību lielāki stiepes spriegumi.

7.3. Apsvērumi projektējot segas konstruktīvo risinājumu

- Nesaistīta materiāla projektēšana starp segas kārtām ar saistītu materiālu segas konstrukcijā nav pieļaujama. Šis nosacījums neattiecas uz stabilizētu pamatnes grunti un bez saistvielas pievienošanas reciklēta materiāla kārtu, paredzot atbilstošus ūdens atvades risinājumus un izvērtējot reciklētā materiāla filtrācijas īpašības.
- Pamata virskārtu 1.-3. segas kategorijas (sk. tab.3.1.1) konstrukcijām ieteicams projektēt no saistīta materiāla (sk. Pielik. Nr 5).
- Ja pamata kārtu ir paredzēts nostiprināt ar hidraulisku saistvielu, tad, lai ierobežotu pamata plaisu reflektēšanos seguma kārtu kopējais biezums ir jāpieņem ne mazāks kā nostiprinātās pamata kārtas biezums. Bez tam, minētā mērķa sasniegšanai var paredzēt šādus risinājumus:
 - ģeorežģa iestrādi segumā;
 - atbilstoši modificētas saistvielas izmantošanu saistes kārtā;
 - citus speciālus risinājumus.
- Segas materiāla tehnoloģiski pieļaujamo kārtas biezumu diapazonu nosaka CS.
- Lai novērstu virszemes ūdeņu iekļūšanu ceļa segas pamatā un neizmainītu aprēķinā lietotos zemes klātnes grunts mitruma nosacījumus, projektēšanas gaitā ir nepieciešams izvērtēt tādu risinājumu nepieciešamību, kā:
 - atbilstošs nomaļu šķērsslīpums;
 - slēgta ūdensatvade no brauktuves (apmales), vai tekne nomalē;
 - pietiekama paaugstinājuma nodrošināšana virs ilgstoši stāvoša, ceļa mitruma režīmu ietekmējoša atklāta ūdens un gruntsūdens.
- Projektētājam, balstoties uz projektēšanas laikā veiktās hidroloģiskās un ģeotehniskās izpētes datiem jāizvērtē mitruma migrācijas iespējamība no zemes klātnes uz segu sagaidāmajos veidos:
 - kapilāra ūdens plūsma;
 - tvaikveida ūdens plūsma;
 - brīva (gravitācijas) ūdens plūsma.

Projekta risinājumā ir jāparedz pasākumi, kas ierobežo mitruma migrāciju, un nodrošina segas pilnvērtīgu funkcionēšanu.

- Saistīta materiāla pamata virskārta ir jāprojektē no kāda no zemāk norādītajiem:
 - poraina asfaltbetona (AC_{base});
 - ar cementu vai cementa hidraulisko ceļa saistvielu saistīta minerālmateriālu maisījuma ($CBGM$).
- Bituminizētā seguma biezumu ceļa (brauktuves) segai ar nesaistīta materiāla pamatu projektē ne mazāku kā 5 cm.

7.4. Dabīgas grunts

Zemes klātnē var paredzēt dabīgu, stabilizētu un uzlabotu grunti, vai reciklētu materiālu, kā arī ģeosintētiskie materiāli, kurus lieto ceļa konstrukcijas īpašību uzlabošanai. Ceļa segas projektēšanas vajadzībām ir nepieciešams noteikt zemes klātnes funkcionālajā daļā atrodošos grunšu raksturlielumus. Noteiktības labad, šajā konstrukcijas daļā vēlams projektēt tikai viena tipa grunts materiālu.

Tradicionāli zemes klātni paredz no dabīgas grunts, ja tā ir atbilstoša LVS 190-5 prasībām un uz tās būvniecības gaitā var nodrošināt 45MPa (pēc DIN 18134) nestspēju uz zemes klātnes

virsmas. Citus materiālus vai risinājumus paredz, ja ar dabīgu (esošo vai pievesto) grunti nevar nodrošināt šo nosacījumu.

Zemes klātnes funkcionālo daļu veidojošās grunts tips tiek noteikts izpētes laikā raksturīgajos posmos katram segas tipam. Dabīgas grunts tiek klasificētas grupās:

- smilts;
- mālsmilts;
- smilšmāls;
- māls.

Grunts tehniskie parametri (nestspēja - E , saiste - c , iekšējās berzes leņķis - φ) ir atkarīgi no grunts tipa un no samitrinājuma pakāpes. Ceļa segas nestspējas pārbaudēs tiek lietota grunts aprēķina mitruma vērtība, kuru nosaka saskaņā ar 2. pielikumu un atbilstoši tam noteiktie nestspējas parametri.

Ja grunts aprēķina elastības modulis $<35\text{MPa}$, tad to zemes klātnes funkcionālajā daļā var paredzēt tikai paredzot stabilizāciju vai līdzvērtīgus pasākumus.

7.4.1. Ar saistvielu uzlabotas grunts

Grunts uzlabošanu paredz vai lieto ar mērķi uzlabot īpašības **īslaicīgi**, parasti uz būvniecības periodu vai konkrētas būvniecības operācijas veikšanai. Grunts mehānisko īpašību uzlabojumu panāk vai nu samazinot ūdens saturu, vai samazinot plastiskumu, tādējādi nodrošinot:

- grunts apstrādi bez speciāla aprīkojuma vai papildus risinājumiem;
- grunts apmierinošu sablīvēšanu;
- transporta kustību pa izbūvēto konstrukciju;
- sekojošu grunts apstrādi ar izmešu pelniem.

Uzlabojamā slāņa biezums ir atkarīgs no mitruma apstākļiem objektā konkrētās operācijas veikšanas laikā. Ja uzlabojamā grunts ir:

- pastāvīga atklāta vai nokrišņu ūdens ietekmē, uzlabojamā slāņa biezumu ieteicams paredzēt - 40cm,
- pastāvīga kapilārā vai ja mitruma ietekme ir epizodiska - 30cm.

Pievienojamās saistvielas veidu un daudzumu (cementu, CHCS vai kaļķi) nosaka atkarībā no grunts tipa, ņemot vērā CS norādes (smilšainām gruntīm – cements, mālainām – kaļķis, CHCS abos gadījumos).

7.4.2. Mehāniski uzlabotas grunts

Dabīgas grunts mehāniskās īpašības var uzlabot papildinot (samaisot) to ar lielākas frakcijas materiālu (grants, šķembas, izdedži) vai arī reciklētu materiālu (betona šķembas, samaltu vai sadrupinātu asfaltu u.tml). Mehāniskās uzlabošanas mērķis ir **īslaicīgi**, parasti uz būvniecības periodu vai konkrētas būvniecības operācijas veikšanai, paaugstināt dabīgās grunts nestspēju. Maisījumu proporcijas un veidi var būt ļoti dažādi, tādēļ detaļa to specificēšana praktiski nav iespējama. Nepieciešamo proporciju un kārtas biezumu nosaka eksperimentāli konkrētai gruntij, konkrētajos apstākļos, atbilstošu konkrētai veicamajai operācijai.

Šī ir pieļaujamā alternatīva uzlabošanai ar saistvielām. Šādu uzlabošanas veidu ir lietderīgi lietot, ja uzlabošanai paredzētie materiāli rodas būvobjektā dažādu konstrukciju demontāžas rezultātā.

7.4.3. Stabilizēta grunts

Stabilizēta grunts ir dabīgas grunts un neorganiskas saistvielas maisījums ar noteiktām īpašībām. Prasības stabilizētām gruntīm un to sastāva projektēšanai nosaka CS. Atšķirībā no uzlabotas grunts, stabilizētai gruntij ir definētas un segas aprēķinā ievērtējamās īpašības un aprēķina parametri.

Grunšu stabilizēšana ar hidrauliskajām saistvielām jāparedz, ja ir nepieciešams paaugstināt zemes klātnes nestspējas rādītājus. Stabilizētas grunts slāņa biezums tiek projektēts atkarībā no

nepieciešamā ekvivalentā elastības moduļa. E_{ekv} uz stabilizētas grunts slāņa segas aprēķinā pieņem 45MPa neatkarīgi no lietotā stabilizācijas risinājuma. Konstruktīvi stabilizētas grunts slāņa biezums jāparedz 15-30cm robežās.

Pievienojamās saistvielas veidu (cementu, CHCS vai kaļķi) nosaka atkarībā no grunts tipa, ņemot vērā CS norādes. Pievienojamās saistvielas daudzumu nosaka būvniecības sastāva projektēšanas gaitā. Projektā nav jāuzrāda stabilizējamam materiālam pievienojamo saistvielas daudzumu, bet norāda veidu.

7.5. Pamatu kārtas un papildkārtas

7.5.1. Salizturīgās un drenējošās kārtas materiāli

Salizturīgo kārtu var paredzēt no divu veidu smilts – smalkas un rupjas. Vidēji rupja smiltis, ceļa segas aprēķina vajadzībām tiek pielīdzināta smalkai smiltij. Savukārt grantaina smiltis tiek pielīdzināta rupjai smiltij. Rupju smilti kā salizturīgās kārtas materiālu paredz, ja ir noteiktas paaugstinātas prasības granulometrijai un/vai nestspējai.

Drenējošo kārtu ceļa segā paredz tad, ja tas izriet no 5. nod.. Prasības drenējošās kārtas materiālam nav definētas CS, tās ir jāparedz projektā. Drenējošai kārtai jānorāda prasības, kas nodrošina tās funkciju – segā iekļuvušā ūdens akumulāciju/izvadīšanu un kapilārās plūsmas pārtraukšanu. To panāk nosakot piemērotas prasības filtrācijas īpašībām, granulometrijai, vai kapilārajam spiedienam, norādot attiecīgo parametru noteikšanai nepieciešamos testus un tajos sasniegtām vērtībām.

Smilts materiālu aprēķina vērtības noteiktas 2. un 3. pielikumos. Parasti salizturīgo kārtu projektē no piemērota smilts materiāla, kas pieejams objekta tuvumā.

7.5.2. Apsvērumi projektējot papildkārtas :

- Drenējošai kārtai no smilts, kas tiek projektēta virs mālaines vai putekļainas grunts, jāparedz atdalošā kārta (sk. p. 2.8.5.), kuras uzdevums ir novērst drenējošo īpašību pasliktināšanos putekļu frakcijai iekļūstot drenējošās kārtas smiltī;
- Ja ceļa segas konstrukcija tiek paredzēta virs smilts ar nevienādības koeficientu C_u (sk. LVS190-5) zemāku nekā 3, tad **virš** tās jāparedz atdalošā kārta (sk. p. 2.8.5.), kuras uzdevums ir nodrošināt tehnoloģiskos procesus (nestspēju) izbūves laikā. Atdalošo kārtu var veidot no drupināta minerālmateriāla, grants, drupināšanas atsijām, sārņiem, izdedžiem vai uzlabojot smilts grunti ar saistvielu. Ja C_u ir no 2 līdz 3, tad atdalošās kārtas biezumu paredz (ieklāj) 10 cm, bet ja $C_u < 2$, tad -15 – 20 cm.
- Ceļa segas stiprības aprēķinos papildus atdalošās kārtas materiāla tehniskos parametrus nevērtē. Atdalošai kārtai nepieciešamo biezumu aprēķinos ievērtē (pieskaita) pie atdalāmās (pastiprināmās) kārtas materiāla.

7.5.3. Nesaistītie maisījumi pamatam un segumam

Segas kārtai var paredzēt (pēc CS):

- Nesaistīta minerālmateriāla maisījums pamatam;
- Nesaistīta minerālmateriāla maisījums segumam;
- Frakcionētas drupināts minerālmateriāls;
- Reciklēts maisījums (bez saistvielām, esošais asfalts + esošais pamats samaisīts uz ceļa dažādās proporcijās);

Frakcionēto minerālmateriālu paredz tikai konstrukcijā ar saistīta materiāla segumu.

Lietojamā materiāla izmēru frakcija atkarīga no projektējamā slāņa biezuma (skatīt P.7.1. tabulu.)

P.7.1.tabula

Nesaistītā	Viena slāņa biezums (cm)
------------	--------------------------

materiāla veids	no	līdz
0/16	4	10
0/32 (segumam)	7	12
0/32 (pamatam)	7	12
0/45	10	18
0/56	12	22
0/63	14	25
32/63	14	25
63/120	26	48
Reciklēts maisījums	15	30

Projektējot nesaistītu pamatu, priekšroka dodama minerālmateriāla maisījumiem. Frakcionētu minerālmateriālu var paredzēt, ja nepieciešams >32cm biezs nesaistīts pamats. Noķīlēšanai jāparedz maisījums 0/32 vai 0/45. Aprēķina parametru nosaka vienu visai noķīlētajai kārtai atbilstoši 3. pielikumam.

Reciklētu maisījumu bez papildus šķembu vai/un saistvielas pievienošanas var paredzēt tikai tādā gadījumā, ja reciklētā materiāla granulometriskais sastāvs atbilst (vai ir tuvs) CS prasībām minerālmateriālu maisījumu granulometriskajam sastāvam.

7.5.4. Ceļa segu ar nesaistītu segumu konstruēšana

Nesaistītu segumu, var paredzēt VI segas kategorijai, kā arī ceļa segas stadiālās būvniecības gadījumā (kā pagaidu konstrukciju) III-V segas kategorijai. Projektējot nesaistīta seguma segu kā stadiālās būvniecības pirmās kārtas konstrukciju, pirmajā stadijā ir jāparedz materiāls, kas pēc CS prasībām atbilst segas konstrukcijas pamatam. Pagaidu segas saglabāšanai nelabvēlīgajā periodā ir atbilstoši jāierobežo slodze uz transportlīdzekļa asi, ātrums un intensitāte.

Projektējot ceļa segu ar nesaistītu segumu, segas konstrukcija jāveido vismaz no divām kārtām.

Ceļa segas nesaistīto segumu (t.sk. dilumkārtu) projektē no drupinātiem materiāliem: minerālmateriāla (vulkāniskas izcelsmes ieži, vai nogulumieži) vai drupinātas grants.

7.5.5. Reciklētie maisījumi pamatiem

Šajā punktā ir aprakstīti projektēšanas nosacījumi reciklētiem maisījumiem pievienojot hidraulisku saistvielu, atbilstoši CS prasībām. Projektā jānorāda reciklēšanas tehnoloģija – vai reciklēšana pieļaujama uz vietas vai speciālā rūpnīcā. Reciklēšana uz vietas ir piemērota, ja:

- Esošais segums ir ievērojami nolietojies,
- satiksmes slodze ir neliela vai vidēja ($AADT_{j, smagie} < 500$),
- esošā konstrukcija (zem asfalta) ir saglabājama.

CS prasības reciklētiem maisījumiem ir atkarīgas no $AADT_{j, smagie}$.

Ar saistvielu reciklētu maisījumu paredz 10-20cm biezumā. Virs šādām kārtām paredz tikai saistītas kārtas.

7.5.6. Ar cementu saistīta minerālmateriāla (CBGM) pamats

CBGM kārtu segas projektā paredz ar mērķi samazināt bituminēto kārtu biezumu.

CBGM var paredzēt vienā vai divās kārtās. Virsējā kārtā CBGM jāparedz no 0/32 vai 0/45 maisījumiem, virs tās projektējot attiecīgi nākošās mazākās frakcijas asfalta materiālu. Projektējamie kārtu biezumi noteikti 3.2 tabulā.

Paredzot CBGM, lai ierobežotu pamata plaisu reflektēšanos, asfalta kārtu kopējais biezums ir jāpieņem ne mazāks kā CBGM kārtas biezums. Plaisu izplatības novēršanai var paredzēt šādus risinājumus:

- ģeorežģa iestrādi segumā (seguma armēšanu);
- atbilstoši (pret plaisām) modificētas saistvielas izmantošanu saistes kārtā;
- citus speciālus risinājumus.

7.6. Bituminētās kārtas

7.6.1. Vispārīgie nosacījumi

Ceļa segas projektēšanas gaitā projektētājam jānosaka:

- maisījuma tips (AC vai SMA, PA, SA);
- jānorāda kārtā – (surf vai bin/base);
- jānosaka katras kārtas materiāla nominālais izmērs – 8; 11; 16; 22 vai 32mm;
- bitumena marka – 50/70, 70/100, 100/150 vai PMB

Lai samazinātu materiālu sagatavošanas un piegādes tehnoloģiju izmaksas, vienā objektā lietoto asfalta veidu (recepšu) un saistvielas tipu skaits jāparedz pēc iespējas mazāki. Tāpat arī vienā konstrukcijā paredzamo asfalta kārtu/slāņu skaits jāparedz iespējami mazākais;

- dilumkārtas minerālmateriāla maksimālā grauda izmēru izvēlēties atkarībā no autoceļam noteiktās dominējošās funkcijas – jo lielāka prognozēta slodze, jo lielāks rekomendētais grauda izmērs un otrādi;

- dilumkārtas biezumu ieteicams izvēlēties kā vidējo rekomendēto (pēc CS) kārtas biezumu noteiktajam kārtas minerālmateriāla maksimālajam grauda izmēram;

- iespējami samazināt konstrukcijā paredzētā maisījuma iekļāšanai tehnoloģiski nepieciešamo kārtu skaitu;

- iespējami samazināt dažādu bituminēto maisījumu un to izgatavošanai nepieciešamo komponentu skaitu projektējamajā objektā.

Asfalta dilumkārtai parasti ir jābūt izbūvējamai vienā tehnoloģiskajā solī. Bituminētā maisījuma izgatavošanas un iekļāšanas parametrus, minimālo un maksimālo tehnoloģiski noteikto kārtas biezumu nosaka pēc CS.

7.6.2. Maisījuma veida izvēle

Bituminētie maisījuma veidi ir asfaltbetons AC, šķembu mastikas asfalts SMA, mīkstais asfalts SA, porasfalts PA u.c EN 13108 standartu sērijas materiāli.

- SMA asfaltu paredz dilumkārtā, ja $AADT_j$, pievestā >1500 .
- $AC_{bin/base}$ paredz pamata virskārtā un saistes kārtā
- Ja prognozētā $AADT$ ir līdz 3000 auto/diennaktī un tiek veikta stadiālā būvniecība, vai paredzēts ilgstošs tehnoloģisks pārtraukums, kura laikā saistes kārtā būs pakļauta tiešai transporta slodzei, tad saistes kārtu ir jāprojektē no $AC_{base/bin}$ ar minimālajai robežai tuvu poru saturu, vai no AC_{surf} .
- SA paredz specifiskos gadījumos, kad sagaidāmas ceļa segas deformācijas sala vai nevienmērīgas zemes klātnes sēšanās gadījumā. SA paredz ja $AADT_j$ pievestā <1500 un $AADT_j$, smagie <100 .
- PA paredz vietās, kur nepieciešams ūdenscaurlaidīgs segums, piemēram uz sporta laukumiem zem speciāla seguma materiāla.

7.6.3. Maisījuma nominālā izmēra izvēle

Lielākās frakcijas izmērs ir atkarīgs no nepieciešamā katras kārtas biezuma. Projektējot konstanta biezuma bituminētās kārtas, nosakot biezumu ir jāievēro sekojoši kritēriji:

- Kopējam bituminēto kārtu biezumam nevajadzētu pārsniegt 24cm (4+8+12). Lai samazinātu nepieciešamo asfalta biezumu zem asfalta kārtām paredz CBGM;
- dilumkārtas biezums var būt 3-4cm (ja dilumkārtā tiek paredzēta uz bituminētām apakškārtām) vai 4-7cm citos gadījumos;

- katra zemākā kārtā ir jāparedz ar lielāku frakciju;
- trīs bituminētās kārtas paredz, ja kopējais bituminēto kārtu biezums pārsniedz 15cm;
- dilumkārtā lieto bituminētos maisījumus ar frakciju 8, 11, 16, 22mm. Dilumkārtas materiāla izvēli nosaka kompromisa lēmums starp:- virkni satiksmes kvalitāti ietekmējošu apsvērumu – troksnis, saķere, braukšanas komforts utml., un no slodzes intensitātes – jo lielāka prognozēta slodze, jo lielāks rekomendētais grauda izmērs;
- surf/bin kārtām lieto bituminētos maisījumus ar frakciju 11, 16, 22, 32mm;
- daļiņu izmēra noteikšanai konstanta biezuma kārtām jāivēro visi augstāk minētie kritēriji un jālieto P.7.2. tabula.

P.7.2. tabula

Piezīmes:

xx apzīmē optimālo frakciju pie nepieciešamā biezuma

1) paredz tikai SMA tipam

2) tikai SMA 22 un AC base/bin 22

7.6.4. Bitumena klases izvēle

Veicot segas aprēķinu, projektētājam ir jānorāda bitumena klase. CS neuzstāda prasības, taču ja tas tiek norādīts projektā, tad būvniecības gaitā prasības ir saistošas.

Nosakot bitumena marku jāņem vērā sekojoši kritēriji:

Kārtas biezums (cm)	Bituminētā maisījuma frakcija				
	8	11	16	22	32
3	xx ¹⁾	x			
3,5		xx			
4		xx	x		
5			xx	x	
6			x	xx	
7				xx	x
8				x ²⁾	xx
9-12					xx

- Augstāk esošā kārtā nedrīkst paredzēt “mīkstāku” bitumenu kā zemākās kārtās (piemēram dilumkārtā 70/100, apakškārtā – 50/70);
- Dilumkārtā lietojami 50/70, 70/100 un PMB klases bitumēni, saistes kārtā var lietot arī 100/150. Ja $AADT_{j, smagie} < 100$, arī dilumkārtā ieteicams paredzēt 70/100 klases bitumenu;
- Ja $AADT_{j, smagie} > 500$, tad abās seguma kārtās jāparedz PMB; Saistvielas modifikācija var būt attiecināta uz vairāku bitumena raksturojošo parametru izmaiņu, tāpēc katrā modifikatora lietošanas gadījumā ir jānorāda kuru saistvielas parametru un kā, lietojot modifikatoru, ir paredzēts izmainīt.
- Paredzot materiālu, kas nostiprināts ar modificētu saistvielu, projektā ir jānorāda un aprēķinos jāizmanto tās materiāla parametru vērtības, kādas tam tiek paredzētas lietojot norādīto modificēto saistvielu.
- Ceļa segas konstrukcijai sabiedriskā transporta pieturvietās, lēnināšanas posmos, regulējamās mezglos un citās vietās, kurās paredzama bremzēšana, ir jānodrošina paaugstināta bituminēto kārtu bīdes izturība augstās temperatūrās. Lai nodrošinātu šo prasību, segums ir jāparedz no bituminēta maisījuma ar zemas penetrācijas klases saistvielām (piem.: 50/70),
- Statiskas un horizontālas slodzes gadījumā bituminēto materiālu seguma kārtām nepieciešama paaugstināta bīdes noturība. Ceļa sega transporta pieturvietās (*atbilstoši LVS190-8*), vietās, kas paredzētas kravas transportlīdzekļu vai autobusu stāvēšanai, ceļu mezglu robežās, joslās, kur paredzēta bremzēšana ar apstāšanos (ja paredzēta apstāšanās

pie luksofora, kreisās nobrauktuves josla vai uzbrauktuvē pirms stop līnijas, *atbilstoši LVS190-3, LVS190-4*), dzelzceļa pārbrauktuvi pieejās un citās tamlīdzīgās vietās konstruējot segu, bituminētais materiāls jāparedz ar paaugstinātām prasībām izturībai pret paliekošajām (bīdes) deformācijām. Lai to panāktu vismaz par vienu pakāpi jāpaaugstina prasības asfalta sastāva projektēšanai attiecībā uz izturību pret paliekošām deformācijām, atbilstoši CS, tās iekļaujot projekta specifikācijā.

Viena būvobjekta ietvaros projektā nevajadzētu paredzēt vairāk kā divas bitumena klases;

7.7. Ģeomateriāli

Ceļa segas konstrukcijā ir pieļaujama ģeosintētisko un ģeotehnisko materiālu lietošana noteiktu segas elementu funkciju nodrošināšanai, parasti tos lietojot kā papildkārtas materiālu. Uz ceļa konstrukcijas nestspēju un segas aprēķina parametriem šī tipa materiāli atstāj tikai sekundāru ietekmi – t.i. to lietošana var uzlabot cita materiāla ekspluatācijas parametrus atbilstoši aprēķina metodikā norādītajam. Ceļa segas aprēķinā nav paredzēts ievērtēt pastāvīgu nestspējas uzlabojumu no kāda ģeosintētiska vai ģeotehniska materiāla izmantošanas tajā.

7.8. Vadlīnijas segas materiālu izvēlei un nestspējas aprēķina parametru noteikšanai

Segas kategorija	Virsējā kārtā (bitumena marka)	Vidējā kārtā (bitumena marka)	Apakšējā kārtā (bitumena marka)	Pamats (saistīts)	Nestspēja virs pamata, Mpa	Pamats (nesaistīts)	Nestspēja virs pamata, Mpa	Nestspēja virs drenējošās kārtas, Mpa
1 (CBGM)	SMA PMB	AC PMB	AC 70/100	CBGM	200	Nesaistīta minerālmateriāla maisījums	120	70
2 (CBGM)	SMA PMB	AC PMB	AC 70/100	CBGM	200	Nesaistīta minerālmateriāla maisījums	120	70
1	SMA PMB	AC 70/100	AC 70/100			Frakcionētu šķembu pamata kārtā noķīlēta ar šķembu maisījumu	160	75
2	SMA PMB	AC 70/100	AC 70/100			Frakcionētu šķembu pamata kārtā noķīlēta ar šķembu maisījumu	160	75
3	SMA PMB	AC 70/100	AC 70/100			Nesaistīta minerālmateriāla maisījums	150	75
4	AC 70/100		AC 70/100			Nesaistīta minerālmateriāla maisījums	130	70
5	AC 70/100		AC 70/100			Nesaistīta minerālmateriāla maisījums	120-130	70

Piezīmes:

- 1.-4. kategorijai bez CBGM lieto bitumena marku 70/100.
1. - 2. kategorijai ar CBGM, saistes kārtai paredz PMB
- Lai varētu nodrošināt racionālu nesaistīta pamata kārtas biezumu, virs drenējošās kārtas vienmēr būtu jābūt Eekv vismaz 70 Mpa
- Nesaistīta minerālmateriāla pamatu lieto 3., 4. vai 5. segas kategorijai, nepārsniedzot 34cm biezumu
- Frakcionētu šķembu pamatu paredz tikai 1. vai 2. segas kategorijai
- Lai zem CBGM sasniegtu Eekv vismaz 120Mpa, ir nepieciešams paredzēt nesaistīta minerālmateriāla pamata kārtu 20cm biezumā.

8. PIELIKUMS

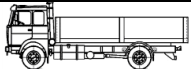
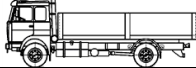
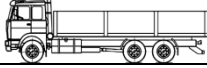
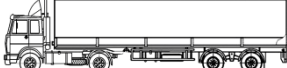
APRĒĶINA PIEMĒRI

1. Piemērs.

Uzdevums.

Nepieciešams noteikt NAS/24h normēto ass slodžu skaitu uz joslu pirmajā kalpošanas gadā:

- satiksmes intensitātes izmaiņu koeficients $q = 1,02$;
- joslu skaita koeficients $F_j = 0,55$;
- intensitātes uzskaites dati un summas koeficienti:

Transporta līdzekļa kategorija (atbilstoši LVC uzskaites metodikai)			Asu skaits	Redukcijas koeficients S_n 100kN ass slodzei	Uzskaitītā intensitāte, N_m
1.	Vieglie		2	0,005	2630
2.	Kravas transporta līdzekļi < 3.5 T		2	0,07	164
3.	Kravas transporta līdzekļi > 3.5 T		2	1,22	288
			3		
4.	Vilcēji ar puspiekabēm		3	3,08	329
			4		
			5		
			6		
5.	Vilcēji ar piekabēm		4	2,74	657
			5		
6.	Autobusi		2	1,35	41

Nepieciešams veikt ceļa segas projektēšanu ņemot vērā šādus izejas datus:

- objekta atrašanās vieta – autoceļš Cēsu novadā;
- grunts sasaluma dziļums – 120cm, $Z_{\text{sasal}} = 120 + 30 = 150$ cm;
- ceļa segas kalpošanas laiks – $T = 20$ gadi;
- $AADT_j$, pievestā = 2260 A/dnn;
- $AADT_j$, smagie = 723 SmA/dnn (3.ceļa segas kategorija);
- min. $E_{gr} = 35$ Mpa;
- zemes klātne – putekļaina mālsmilts;
- $H_{\text{darba}} = 1,10$ m;
- grunts ūdens dziļums - 1,30 m;
- mitruma avots – ilglaicīgi ietekmējošs;
- asfalta seguma platums $B = 7,50$ m.
- ceļa segas mitruma režīms - 1;
- zemes klātnes filtrācijas koeficients - $< 0,5$ m/24h;
- zemes klātnes un drenējošās kārtas šķērsslīpumu starpība - $< 2.5\%$

1. NAS/24h normēto ass slodžu skaita aprēķins.

Nosaka uzskaites gada katras kategorijas intensitāti izteiktu 100kN ass slodzēs pēc formulas

$$S_{sum} = S_n \cdot N_i$$

$$1. \text{transportlīdzekļu kategorijai} - 2630 \cdot 0,005 = 13,15;$$

$$2. \text{transportlīdzekļu kategorijai} - 164 \cdot 0,07 = 11,48;$$

$$3. \text{transportlīdzekļu kategorijai} - 288 \cdot 1,22 = 351,36;$$

$$4. \text{transportlīdzekļu kategorijai} - 329 \cdot 3,08 = 1013,32;$$

$$5. \text{transportlīdzekļu kategorijai} - 657 \cdot 2,74 = 1800,18;$$

$$6. \text{transportlīdzekļu kategorijai} - 41 \cdot 1,35 = 55,35;$$

Kopējā summāra intensitāte pirmajā kalpošanas gadā:

$$\sum S_{sum} = 13,15 + 11,48 + 351,36 + 1013,32 + 1800,18 + 55,35 = 3244,84$$

Pēc formulas (3.4.1) aprēķina normētos ass slodzi intensitāti N_a pirmajam segas kalpošanas gadam:

$$N_a = f_j \sum N_i S_{sum.m} = 0,55 \cdot 3244,84 = 1785 \text{ NAS/24h}$$

Pēc tabulas 3.1.1. nosakām ceļa segas kategoriju: $AADT_{sm,j} \cdot 1315 \cdot 0,55 = 723$ (a/24h) intensitātei atbilst 3. ceļa segas kategorija.

2. Segas konstrukcijas drenējošās kārtas aprēķins.

1. Drenējošās kārtas aprēķina vajadzībām pieņemam aptuveno iespējamo ceļa segas konstrukcijas kopējo biezums 1,00 m (ieskaitot salizturīgo un drenējošo kārtu).

2. Sākuma aprēķinam pieņemam drenējošās kārtas materiālu – smilts, filtrācijas koeficients $K_f \geq 1,0$ m/24h.

3. Nosakām filtrācijas ceļa garumu (5.2.att.):

$$L_f \text{ (m)} = B/2 + 1,00 = 7,50/2 + 1,00 = 4,75 \text{ m}$$

4. Nosakām projektētās segas virsmas paaugstinājumu virs GŪL:

$$= G\ddot{U}L + H_{darba} = 1,30 + 1,10 = 2,40 \text{ m}$$

5. Nosakām drenējošās kārtas nepieciešamo biezumu (H_{dr}):

Minimālais drenējošās kārtas biezums ($d_{min}H_{dr}$) – 20cm

Drenējošās kārtas biezuma korekcijas:

$$d_{mr}H_{dr} \text{ (5.3. tabula)} - +0,00 \text{ cm}$$

$$d_{fc}H_{dr} \text{ (5.4. tabula)} - +0,05 \text{ cm}$$

$$d_{G\ddot{U}L}H_{dr} \text{ (5.5. tabula)} - +0,00 \text{ cm}$$

$$d_{da}H_{dr} \text{ (5.6. tabula)} - +0,00 \text{ cm}$$

$$d_{spec}H_{dr} \text{ (5.7. tabula)} - +0,00 \text{ cm}$$

$$H_{dr} = d_{min}H_{dr} + d_{mr}H_{dr} + d_{fc}H_{dr} + d_{G\ddot{U}L}H_{dr} + d_{da}H_{dr} + d_{spec}H_{dr} =$$

$$= 0,20 + 0,00 + 0,05 + 0,00 + 0,00 + 0,00 = \mathbf{0,25 \text{ m}}$$

3. Zemes klātnes grunts aprēķina mitruma noteikšana.

Aprēķina mitrumu nosakāms pēc formulas (P.2.1), gruntīm, kas nav salizturīgas (LVS 190-5, 2.tabula).

$$W_{apr} = (W_{tab} - \Delta_2 W)(1 + 0,1t) - \Delta_3$$

$$W_{tab} = 0,70 \text{ (P.2.1 tabula, 1.ceļa segas mitruma režīma apstākļos)}$$

$$\Delta_2 W = 0,01 \text{ (P.2.2 tabula, paredzot nomaļu nostiprināšanu ar minerālmateriālu maisījumu - 0,01)}$$

Pēc formulas (P.2.1. pirmās daļas), nosakām sākotnējo relatīvo mitrumu:

$$W = (W_{tab} - \Delta_2 W) = 0,70 - 0,01 = 0,69$$

$$\Delta_3 W = 0,00 \text{ (P.2.1 attēls, nosaka pēc aprēķinātā sākotnējā relatīvā mitruma W)}$$

Normētās novirzes koeficients $t = 1,32$ (P.4.1 tabulas pie $K_{dr} = 0,90$)

$W_{apr} = (0,70 - 0,01)(1 + 0,1 \cdot 1,32) - 0,00 = 0,78$ (daļas no plūstamības robežas mitruma)

Pie $W_{apr} = 0,77$ E_{gr} (P.2.4 tabula) = 34 Mpa < 35 Mpa (Lai sasniegtu E_{gr} vismaz 35 Mpa jāveic zemes klātnes grunts stabilizācija vai jāveic W_{apr} samazināšana. Izvēlamies veikt stabilizāciju un tālākiem aprēķiniem par zemes klātnes grunti pieņemam stabilizētu putekļainu mālsmilti).

Atbilstoši iepriekš izvēlētajam risinājumam precizējam $\Delta_2 W$ un aprēķināto zemes klātnes mitrumu:

$\Delta_2 W = 0,01 + 0,08 = 0,09$ (P.2.2 tabula, paredzot nomaļu nostiprināšanu ar minerālmateriālu maisījumu - 0,01, paredzot esošās putekļainās mālsmilts grunts stabilizēšanu - 0,08)

Pēc formulas (P.2.1. pirmās daļas), nosakām sākotnējo relatīvo mitrumu:

$W = (W_{tab} - \Delta_2 W) = 0,70 - 0,09 = 0,61$

$\Delta_3 W = 0,00$ (P.2.1 attēls, nosaka pēc aprēķinātā sākotnējā relatīvā mitruma W)

Normētās novirzes koeficients $t = 1,32$ (P.4.1 tabulas pie $K_{dr} = 0,90$)

$W_{apr} = (0,70 - 0,09)(1 + 0,1 \cdot 1,32) - 0,01 = 0,69$ (daļas no plūstamības robežas mitruma)

4. Normēto ass slodžu un E_{vaj} aprēķins.

Aprēķinam kopējo normētās ass slodzes pielikšanas reižu skaitu segas kalpošanas periodā pēc formulas (3.4.2):

$\sum N_a = 102 N_a K_T$, kur $K_T = 24,30$ (P.6.1 tabula)

$\sum N_a = 102 \cdot 1785 \cdot 24,30 = 4424301$ aut.

Vajadzīgo segas konstrukcijas elastības moduli aprēķina pēc formulas (3.5.2):

$E_{vaj} = 98,65[\log(\sum N_a) - 3,55] = 98,65[\log 4424301 - 3,55] = 305$ MPa

5. Segas konstrukcijas pieļaujamās elastīgās ielieces pārbaude.

Izveidojam sākuma konstrukciju norādot katra materiāla aprēķina vērtības:

- pieļaujamās elastīgās ielieces aprēķinam (P.2.4; P.3.1 un P.3.2 tabulas);
- noturības pret bīdi aprēķinam (P.2.3; P.2.5; P.3.1 un P.3.2 tabulas);
- noturības pret stiepi aprēķinam (P.3.1 un P.3.2 tabulas);

Kārtas Nr.	Kārtu materiāli un grunts	kārtas biezums, cm	Pieļaujamās elastīgās ielieces aprēķinam, E, MPa	Noturības pret bīdi aprēķinam, E, MPa	Noturības pret stiepi aprēķinam			
					E, MPa	R_o , MPa	α	m
1.	Šķembu mastikas asfalts SMA 11 PMB	4	4500	2600	6300	13.00	3.30	8.50
2.	Asfaltbetons AC 22 bin 70/100	7	1900	1100	2650	-	-	-
3.	Asfaltbetons AC 32 base 70/100	9	1900	1100	2650	7.90	6.10	4.80
4.	Nesaistīta minerālmateriāla maisījums	34	260	260	-	-	-	-
5.	Smiltis drenējošai kārtai	30	120	120	-	-	-	-
6.	20cm biezumā stabilizēta putekļainā mālsmilts ($W_{apr} = 0,69W/W_{LL}$)	-	45	45	45	-	-	-

Pieļaujamās elastīgās ielieces pārbaudi veicam pa kārtām, sākot no pamatnes grunts. Vērtības nosakām no nomogrammas 9.pielikumā.

Nosaka ekvivalentos elastības moduļus:

1) Virs smilts kārtas, kur $D = 37 \text{ cm}$ (3.4.1 tabula)

$$\frac{h_5}{D_d} = \frac{30}{37} = 0,811 \quad \frac{E_6}{E_5} = \frac{45}{120} = 0,375 \quad \frac{E_{ekv}}{E_1} = 0,638$$

$$E_{ekv}^{(5)} = \frac{E_{ekv}}{E_1} \cdot E_5 = 0,638 \cdot 120 = 77 \text{ MPa}$$

2) Virs nesaistīto minerālmateriālu maisījuma

$$\frac{h_4}{D_d} = \frac{34}{37} = 0,919 \quad \frac{E_{ekv}^{(5)}}{E_4} = \frac{77}{260} = 0,294 \quad \frac{E_{ekv}}{E_1} = 0,588$$

$$E_{ekv}^{(4)} = \frac{E_{ekv}}{E_1} \cdot E_4 = 0,588 \cdot 260 = 153 \text{ MPa}$$

3) Virs asfaltbetona AC 32 base 70/100

$$\frac{h_3}{D_d} = \frac{9}{37} = 0,243 \quad \frac{E_{ekv}^{(4)}}{E_3} = \frac{153}{1900} = 0,08 \quad \frac{E_{ekv}}{E_1} = 0,120$$

$$E_{ekv}^{(3)} = \frac{E_{ekv}}{E_1} \cdot E_3 = 0,120 \cdot 1900 = 228 \text{ MPa}$$

4) Virs asfaltbetona AC 22 bin 70/100

$$\frac{h_2}{D_d} = \frac{7}{37} = 0,189 \quad \frac{E_{ekv}^{(3)}}{E_2} = \frac{228}{1900} = 0,120 \quad \frac{E_{ekv}}{E_1} = 0,154$$

$$E_{ekv}^{(2)} = \frac{E_{ekv}}{E_1} \cdot E_2 = 0,154 \cdot 1900 = 293 \text{ MPa}$$

5) Virs šķembu mastikas asfalta SMA 11 PMB

$$\frac{h_1}{D_d} = \frac{4}{37} = 0,108 \quad \frac{E_{ekv}^{(2)}}{E_2} = \frac{293}{3920} = 0,065 \quad \frac{E_{ekv}}{E_1} = 0,073$$

$$E_{ekv}^{(1)} = \frac{E_{ekv}}{E_1} \cdot E_1 = 0,073 \cdot 4500 = 329 \text{ MPa}$$

6) Pārbaudām vai segas konstrukcija atbilst elastīgas ielieces stiprības nosacījumam:

$$\frac{E_{ekv}}{E_{vaj}} \geq K_{n,st} \quad \frac{E_{ekv}}{E_{vaj}} = \frac{329}{305} = 1,08 \geq 1,04 \text{ (3.1.1 tabula)}$$

Pārbaude izpildās, izvēlēta segas konstrukcija atbilst pieļaujamās elastīgās ielieces stiprības nosacījumam.

6. Segas konstrukcijas bīdes un stiepes noturības aprēķini.

6.1. Bīdes noturības aprēķins pamatnes gruntī.

Gadījumos, kad ir veikta zemes klātnes grunts stabilizēšana, bīdes noturības aprēķins pamatnes gruntij nav jāveic.

6.2. Stiepes noturības aprēķins segas bituminētajās kārtās.

Pārbaudi veicam šādā secībā:

a) Pārveidojam konstrukciju par 2 kārtu aprēķina modeli, kur modeļa apakšējā kārtā – visa segas konstrukcijas daļa, kas atrodas zem asfalta kārtām (no minerālmateriāla pamata līdz gruntij). Aprēķinu modeļa apakšējās kārtas elastības modeli nosakām no nomogrammas 9. pielikumā, kā kopējo elastības moduli 2 kārtu aprēķina modelim.

$$E_{ekv} = 153 \text{ MPa}$$

Aprēķinu modeļa augšējā kārtā ietver visas asfalta kārtas.

Aprēķina modeļa augšējās kārtas vidējo svērto elastības moduli aprēķina pēc formulas (3.6.2):

$$E_{vid} = \frac{6300 \cdot 4 + 2650 \cdot 7 + 2650 \cdot 9}{4 + 7 + 9} = 3380 \text{ MPa.}$$

b) Pēc attiecības $\frac{h_1}{D} = \frac{20}{37} = 0,54$ un $\frac{E_1}{E_2} = \frac{3380}{153} = 22,12$ no nomogrammas (3.7.1 att.)

nosakām $\sigma_{r,1} = 1,55$.

Lielākos stiepes spriegumu pārbaudāmajā kārtā aprēķina pēc formulas (3.7.2):

$$\sigma_{stp} = 0,8 \cdot 1,55 = 1,24 \text{ MPa.}$$

c) Pieļaujamo stiepes spriegumu pārbaudāmajā kārtā aprēķina pēc formulas (3.7.3), kur

$R_{st,v} = 7,9 \text{ MPa}$ apakšējā asfalta kārtā (P.3.1 tabula)

$t = 1,32$ (P.4.1 tabula)

$$k_{nog} = \frac{\alpha}{\sqrt[m]{\Sigma N_a}} = 0,252 \text{ (3.7.4 formula)}$$

$\Sigma N_a = 4\,424\,301$ aut.; $m = 4,8$; $\alpha = 6,1$ (P.3.1 tabula);

$$k_{nog} = \frac{6,1}{\sqrt[4,8]{4424301}} = 0,252$$

$k_m = 0,90$ (3.7.1 tabula)

$$R_{st,p} = 7,9 \cdot 0,90 \cdot 0,252 \cdot (1 - 0,1 \cdot 1,32) = 1,55 \text{ MPa.}$$

Nosaka pieļaujamo stiepes spriegumu pārbaudāmajā kārtā saskaņā ar formulu (3.7.3):

$$\frac{R_{st,p}}{\sigma_{stp}} \geq K_{n,st} \quad \frac{R_{st,p}}{\sigma_{stp}} = \frac{1,55}{1,24} = 1,25 \geq 1,00 \text{ (3.1 tabula).}$$

Pārbaude izpildās, izvēlēta segas konstrukcija atbilst pieļaujamajam stiepes spriegumam monolītajos slāņos.

7. Ceļa segas salizturības pārbaude.

1. a) No 4.3 attēla nomogrammas (pie segas konstrukcijas biezuma 0,84 m un IV grunts grupa no 4.1. tabulas) nosakām kūkumošanu pie vidējiem apstākļiem:

$$l_{kuk(vid)} = 5,45 \text{ cm.}$$

b) Pēc tabulām un grafikiem atrodam koeficientus: $K_{GUL} = 0,56$ (4.1 att.); $K_{bl} = 1,2$ (4.3 tabula); $K_{gr} = 1,1$ (4.4 tabula); $K_{sl} = 1,01$ (4.2 att.); $K_{mitr} = 1,09$ (4.5 tabula).

Pēc formulas (4.2) nosakām ceļa segas konstrukcijas sala izraisīto kūkumošanu:

$$l_{k\ddot{u}k} = l_{k\ddot{u}k,vid} \cdot K_{G\ddot{U}L} \cdot K_{bl} \cdot K_{gr} \cdot K_{sl} \cdot K_{mitr} = 5,45 \cdot 0,56 \cdot 1,2 \cdot 1,1 \cdot 1,01 \cdot 1,09 = 4,45 \text{ cm.}$$

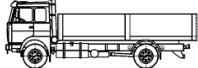
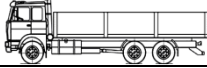
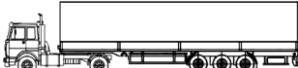
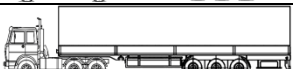
2. Paredzētajai ceļa segas konstrukcijai saskaņā ar 4.2 tabulu pieļaujamā sala kūkumošana ir 5,0 cm. Tā kā sagaidāmais sala pacēlums ir mazāks par pieļaujamo, tad paredzēt papildus sala aizsargkārtu nav nepieciešams.

2. Piemērs.

Uzdevums:

Nepieciešams noteikt NAS/24h normēto ass slodžu skaitu uz joslu pirmajā kalpošanas gadā:

- satiksmes intensitātes izmaiņu koeficients $q = 1,02$;
- joslu skaita koeficients $F_j = 0,55$;
- intensitātes uzskaites dati un summas koeficienti:

Transporta līdzekļa kategorija (atbilstoši LVC uzskaites metodikai)			Asu skaits	Redukcijas koeficients S_n 100kN ass slodzei	Uzskaitītā intensitāte, N_m
1.	Vieglie		2	0,005	1855
2.	Kravas transporta līdzekļi < 3.5 T		2	0,07	164
3.	Kravas transporta līdzekļi > 3.5 T		2	1,22	145
			3		
4.	Vilcēji ar puspiekabēm		3	3,08	165
			4		
			5		
			6		
5.	Vilcēji ar piekabēm		4	2,74	252
			5		
6.	Autobusi		2	1,35	41

Nepieciešams veikt ceļa segas projektēšanu ņemot vērā šādus izejas datus:

- objekta atrašanās vieta – autoceļš Cēsu novadā;
- grunts sasaluma dziļums – 120cm, $Z_{\text{sasal}} = 120 + 30 = 150$ cm;
- ceļa segas kalpošanas laiks – $T = 20$ gadi;
- $AADT_{j, \text{pievestā}} = 1442$ A/dnn;
- $AADT_{j, \text{smagie}} = 332$ SmA/dnn (4.ceļa segas kategorija);
- min. $E_{gr} = 35$ Mpa;
- zemes klātne – vieglais puteklainais smilšmāls;
- $H_{\text{darba}} = 1,10$ m;
- gruntsūdens dziļums - 1,65 m;
- mitruma avots – ilglaicīgi ietekmējošs;
- asfalta seguma platums $B = 7,50$ m.
- ceļa segas mitruma režīms - 3;
- zemes klātnes filtrācijas koeficients - $< 0,5\text{m}/24\text{h}$;
- zemes klātnes un drenējošās kārtas šķērsslīpumu starpība - $\geq 2.5\%$

1. NAS/24h normēto ass slodžu skaita aprēķins.

Nosaka uzskaites gada katras kategorijas intensitāti izteiktu 100kN ass slodzēs pēc formulas

$$S_{\text{sum}} = S_n \cdot N_i$$

- 1.transportlīdzekļu kategorijai - $1855 \cdot 0,005 = 9,28$;
- 2.transportlīdzekļu kategorijai - $164 \cdot 0,07 = 11,48$;
- 3.transportlīdzekļu kategorijai - $145 \cdot 1,22 = 176,90$;
- 4.transportlīdzekļu kategorijai - $165 \cdot 3,08 = 508,20$;
- 5.transportlīdzekļu kategorijai - $252 \cdot 2,74 = 690,48$;
- 6.transportlīdzekļu kategorijai - $41 \cdot 1,35 = 55,35$;

Kopējā summāra intensitāte pirmajā kalpošanas gadā:

$$\sum S_{sum} = 9,28 + 11,48 + 176,90 + 508,20 + 690,48 + 55,35 = 1451,69$$

Pēc formulas (3.4.1) aprēķina normētos ass slodzi intensitāti N_a pirmajam segas kalpošanas gadam:

$$N_a = f_j \sum N_i S_{sum.m} = 0,55 \cdot 1451,69 = 798 \text{ NAS/24h}$$

Pēc tabulas 3.1.1. nosakām ceļa segas kategoriju: $AADT_{sm,j} \cdot 603 \cdot 0,55 = 332 \text{ (a/24h)}$ intensitātei atbilst 4. ceļa segas kategorija.

2. Segas konstrukcijas drenējošās kārtas aprēķins.

1.Drenējošās kārtas aprēķina vajadzībām pieņemam aptuveno iespējamo ceļa segas konstrukcijas kopējo biezums 1,00 m (ieskaitot salizturīgo un drenējošo kārtu).

2.Sākuma aprēķinam pieņemam drenējošās kārtas materiālu – smilts, filtrācijas koeficients $K_f \geq 1,0 \text{ m/24h}$.

3.Nosakām filtrācijas ceļa garumu (5.2.att.):

$$L_f \text{ (m)} = B/2 + 1,00 = 7,50/2 + 1,00 = 4,75 \text{ m}$$

4.Nosakām projektētās segas virsmas paaugstinājumu virs GŪL:

$$= G\bar{U}L + H_{darba} = 1,50 + 1,00 = 2,50 \text{ m}$$

5.Nosakām drenējošās kārtas nepieciešamo biezumu (H_{dr}):

Minimālais drenējošās kārtas biezums ($d_{min}H_{dr}$) – 20cm

Drenējošās kārtas biezuma korekcijas:

$$d_{mr}H_{dr} \text{ (5.3. tabula)} - +0,15 \text{ cm}$$

$$d_{fc}H_{dr} \text{ (5.4. tabula)} - +0,00 \text{ cm}$$

$$d_{G\bar{U}L}H_{dr} \text{ (5.5. tabula)} - +0,00 \text{ cm}$$

$$d_{da}H_{dr} \text{ (5.6. tabula)} - +0,00 \text{ cm}$$

$$d_{spec}H_{dr} \text{ (5.7. tabula)} - +0,00 \text{ cm}$$

$$H_{dr} = d_{min}H_{dr} + d_{mr}H_{dr} + d_{fc}H_{dr} + d_{G\bar{U}L}H_{dr} + d_{da}H_{dr} + d_{spec}H_{dr} =$$

$$= 0,20 + 0,15 + 0,00 + 0,00 + 0,00 + 0,00 = \mathbf{0,35 \text{ m}}$$

3. Zemes klātnes grunts aprēķina mitruma noteikšana.

Aprēķina mitrumu nosakāms pēc formulas (P.2.1), gruntīm, kas nav salizturīgas (LVS 190-5, 2.tabula).

$$W_{apr} = (W_{tab} - \Delta_2 W)(1 + 0,1t) - \Delta_3$$

$$W_{tab} = 0,75 \text{ (P.2.1 tabula, 3.ceļa segas mitruma režīma apstākļos)}$$

$\Delta_2 W = 0,00$ (P.2.2 tabula, paredzot nomaļu nostiprināšanu ar minerālmateriālu maisījumu, taču 3 mitruma režīma gadījumā korekcija netiek ņemta vērā)

Pēc formulas (P.2.1. pirmās daļas), nosakām sākotnējo relatīvo mitrumu:

$$W = (W_{tab} - \Delta_2 W) = 0,70 - 0,00 = 0,70$$

$$\Delta_3 W = 0,00 \text{ (P.2.1 attēls, nosaka pēc aprēķinātā sākotnējā relatīvā mitruma W)}$$

Normētās novirzes koeficients $t = 1,06$ (P.4.1 tabulas pie $K_{dr} = 0,85$)

$$W_{apr} = (0,75 - 0,00)(1 + 0,1 \cdot 1,06) - 0,00 = 0,83 \text{ (daļas no plūstamības robežas mitruma)}$$

Pie $W_{apr} = 0,83 E_{gr}$ (P.2.4 tabula) = 29 Mpa < 35 Mpa (Lai sasniegtu E_{gr} vismaz 35 Mpa jāveic zemes klātnes grunts stabilizācija vai jāveic W_{apr} samazināšana. Izvēlamies veikt W_{apr} samazināšanu paredzot hidroizolējošo kārtu).

Atbilstoši iepriekš izvēlētajam risinājumam precizējam $\Delta_2 W$ un aprēķināto zemes klātnes mitrumu:

$\Delta_2 W = 0,00 + 0,05 = 0,05$ (P.2.2 tabula, paredzot nomaļu nostiprināšanu ar minerālmateriālu maisījumu - 0,00, paredzot hidroizolējošo kārtu – 0,05)

Pēc formulas (P.2.1. pirmās daļas), nosakām sākotnējo relatīvo mitrumu:

$$W = (W_{tab} - \Delta_2 W) = 0,75 - 0,05 = 0,70$$

$$\Delta_3 W = 0,00 \text{ (P.2.1 attēls, nosaka pēc aprēķinātā sākotnējā relatīvā mitruma } W)$$

Normētās novirzes koeficients $t = 1,06$ (P.4.1 tabulas pie $K_{dr} = 0,85$)

$$W_{apr} = (0,75 - 0,05)(1 + 0,1 \cdot 1,06) - 0,00 = 0,78 \text{ (daļas no plūstamības robežas mitruma)}$$

Pie $W_{apr} = 0,78 E_{gr}$ (P.2.4 tabula) = 35 Mpa, kas atbilst minimālajam nepieciešamajam E_{gr}

4. Normēto ass slodžu un E_{vaj} aprēķins.

Aprēķinām kopējo normētās ass slodzes pielikšanas reižu skaitu segas kalpošanas periodā pēc formulas (3.4.2):

$$\sum N_a = 102 N_a K_T, \text{ kur } K_T = 24,30 \text{ (P.6.1 tabula)}$$

$$\sum N_a = 102 \cdot 798 \cdot 24,30 = 1977923 \text{ aut.}$$

Vajadzīgo segas konstrukcijas elastības moduli aprēķina pēc formulas (3.5.2):

$$E_{vaj} = 98,65[\log(\sum N_a) - 3,55] = 98,65[\log 1977923 - 3,55] = 271 \text{ MPa}$$

5. Segas konstrukcijas pieļaujamās elastīgās ielieces pārbaude.

Izveidojam sākuma konstrukciju norādot katra materiāla aprēķina vērtības:

- pieļaujamās elastīgās ielieces aprēķinam (P.2.4; P.3.1 un P.3.2 tabulas);
- noturības pret bīdi aprēķinam (P.2.3; P.2.5; P.3.1 un P.3.2 tabulas);
- noturības pret stiepi aprēķinam (P.3.1 un P.3.2 tabulas);

Kārtas Nr.	Kārtu materiāli un grunts	kārtas biezums, cm	Pieļaujamās elastīgās ielieces aprēķinam, E, MPa	Noturības pret bīdi aprēķinam, E, MPa	Noturības pret stiepi aprēķinam			
					E, MPa	R_o , MPa	α	m
1.	Šķembu mastikas asfalts SMA 11 70/100	4	2950	1650	5400	9,70	5,30	6,30
2.	Asfaltbetons AC 32 base/bin 70/100	11	1900	1100	2650	7,90	6,10	4,80
3.	Nesaistīta minerālmateriāla maisījums	24	260	260	-	-	-	-
4.	Smilts drenējošai kārtai (atsevišķa specifikācija)	35	120	120	-	-	-	-
5.	Smilts salizturīgai kārtai (atbilstoši CS specifikācijai)	25	100	100	-	-	-	-
6.	Smilšmāls, viegls putekļains ($W_{apr} = 0,78 W_{LL}$)	-	35	35	35	-	-	-

Pieļaujamās elastīgās ielieces pārbaudi veicam pa kārtām, sākot no pamatnes grunts. Vērtības nosakām no nomogrammas 9.pielikumā.

Nosaka ekvivalentos elastības moduļus:

1) Virs smilts kārtas (salizturīgā kārtā), kur $D = 37 \text{ cm}$ (3.4.1 tabula)

$$\frac{h_5}{D_d} = \frac{25}{37} = 0,676 \quad \frac{E_6}{E_5} = \frac{35}{100} = 0,375 \quad \frac{E_{ekv}}{E_1} = 0,578$$

$$E_{ekv}^{(5)} = \frac{E_{ekv}}{E_1} \cdot E_5 = 0,578 \cdot 100 = 58 \text{ MPa}$$

2) Virs smilts kārtas (drenējošā kārtā)

$$\frac{h_4}{D_d} = \frac{35}{37} = 0,946 \quad \frac{E_{ekv}^{(5)}}{E_4} = \frac{58}{120} = 0,482 \quad \frac{E_{ekv}}{E_1} = 0,743$$

$$E_{ekv}^{(4)} = \frac{E_{ekv}}{E_1} \cdot E_4 = 0,743 \cdot 120 = 89 \text{ MPa}$$

3) Virs nesaistīto minerālmateriālu maisījuma

$$\frac{h_3}{D_d} = \frac{24}{37} = 0,649 \quad \frac{E_{ekv}^{(4)}}{E_3} = \frac{89}{260} = 0,343 \quad \frac{E_{ekv}}{E_1} = 0,563$$

$$E_{ekv}^{(3)} = \frac{E_{ekv}}{E_1} \cdot E_3 = 0,563 \cdot 260 = 146 \text{ MPa}$$

4) Virs asfaltbetona AC 32 base 70/100

$$\frac{h_2}{D_d} = \frac{11}{37} = 0,297 \quad \frac{E_{ekv}^{(3)}}{E_2} = \frac{146}{1900} = 0,077 \quad \frac{E_{ekv}}{E_1} = 0,131$$

$$E_{ekv}^{(2)} = \frac{E_{ekv}}{E_1} \cdot E_2 = 0,131 \cdot 1900 = 248 \text{ MPa}$$

5) Virs šķembu mastikas asfalta SMA 11 70/100

$$\frac{h_1}{D_d} = \frac{4}{37} = 0,108 \quad \frac{E_{ekv}^{(2)}}{E_2} = \frac{248}{2950} = 0,084 \quad \frac{E_{ekv}}{E_1} = 0,095$$

$$E_{ekv}^{(1)} = \frac{E_{ekv}}{E_1} \cdot E_1 = 0,095 \cdot 2950 = 281 \text{ MPa}$$

6) Pārbaudām vai segas konstrukcija atbilst elastīgas ielieces stiprības nosacījumam:

$$\frac{E_{ekv}}{E_{vaj}} \geq K_{n,st} \quad \frac{E_{ekv}}{E_{vaj}} = \frac{281}{271} = 1,04 \geq 0,98 \text{ (3.1.1 tabula)}$$

Pārbaude izpildās, izvēlēta segas konstrukcija atbilst pieļaujamās elastīgās ielieces stiprības nosacījumam.

6. Segas konstrukcijas bīdes un stiepes noturības aprēķini.

6.1. Bīdes noturības aprēķins pamatnes gruntī.

Aktīvos bīdes spriegumus (T_a) pamatnes gruntī aprēķina pēc formulas (3.6.3):

$$T_a = \tau_{as,1}$$

Lai noteiktu $\tau_{as,1}$ iepriekš izvēlēto ceļas segas konstrukciju pārveidojam par 2 kārtu aprēķina modeli.

Kā aprēķina modeļa apakšējo kārtu pieņemam grunti (vieglais putekļainais smilšmāls) ar šādām īpašībām: (pie $W_{apr} = 0,78$) $E_{gr} = 35$ MPa (P.2.4. tabula), $\varphi = 14^\circ$ un $c = 0,013$ MPa (P.2.3 tabula, kolonnu izvēlās pēc ΣN_a).

Aprēķina modeļa augšējās kārtas vidējo elastības moduli aprēķina pēc formulas (3.6.2), kur ar organiskām saistvielām apstrādātu materiālu elastības moduļu vērtības pieņem atbilstoši $+20^\circ\text{C}$ temperatūrai (P.3.2 tabula).

$$E_{vid} = \frac{1650 \cdot 4 + 1100 \cdot 11 + 260 \cdot 24 + 120 \cdot 35 + 100 \cdot 25}{4 + 11 + 24 + 35 + 25} = 320 \text{ MPa.}$$

Pēc attiecības $\frac{E_{vid}}{E_{gr}} = \frac{320}{35} = 9,13$ un $\frac{h}{D} = \frac{99}{37} = 2,68$ pie $\varphi = 14^\circ$ ar nomogrammas palīdzību

(3.6.3 att.) atrodam aktīvo bīdes spriegumu: $\tau_{as,1} = 0,0098$ MPa.

Pēc formulas (3.6.3) $T_a = \tau_{as,1} = 0,0098$ MPa.

Pieļaujamo aktīvo bīdes spriegumu T_p grunts kārtā nosakām pēc formulas (3.6.4), kur $c = 0,013$ MPa, $K_1 = 1,5$ un $K_3 = 0,82$.

$$T_p = 0,013 \cdot 1,5 \cdot 0,82 = 0,016$$

$$\frac{T_p}{T_a} \geq K_{n,st} \quad \frac{T_p}{T_a} = \frac{0,016}{0,0098} = 1,63 \geq 0,94 \text{ (3.1.1 tabula).}$$

Pārbaude izpildās, izvēlēta segas konstrukcija atbilst pieļaujamajam bīdes spriegumam gruntī.

6.2. Stiepes noturības aprēķins segas bituminētajās kārtās.

Pārbaudi veicam šādā secībā:

a) Pārveidojam konstrukciju par 2 kārtu aprēķina modeli, kur modeļa apakšējā kārtā – visa segas konstrukcijas daļa, kas atrodas zem asfalta kārtām (no minerālmateriālu pamata līdz gruntij). Aprēķinu modeļa apakšējās kārtas elastības modeli nosakām no nomogrammas 9.pielikumā, kā kopējo elastības moduli 2 kārtu aprēķina modelim.

$$E_{ekv} = 146 \text{ MPa}$$

Aprēķinu modeļa augšējā kārtā ietver visas asfalta kārtas.

Aprēķina modeļa augšējās kārtas vidējo elastības moduli aprēķina pēc formulas (3.6.2):

$$E_{vid} = \frac{5400 \cdot 4 + 2650 \cdot 11}{4 + 11} = 3383 \text{ MPa}$$

b) Pēc attiecības $\frac{h_1}{D} = \frac{15}{37} = 0,41$ un $\frac{E_1}{E_2} = \frac{3383}{146} = 23,17$ no nomogrammas (3.7.1 att.) nosakām

$$\sigma_{r,1} = 2,20.$$

Lielākos stiepes spriegumu pārbaudāmajā kārtā aprēķina pēc formulas (3.7.2):

$$\sigma_{stp} = 0,8 \cdot 2,20 = 1,76 \text{ MPa.}$$

c) Pieļaujamo stiepes spriegumu pārbaudāmajā kārtā aprēķina pēc formulas (3.7.3), kur $R_{st,v} = 7,9$ MPa apakšējā asfalta kārtā (P.3.1 tabula)
 $t = 1,06$ (P.4.1 tabula)

$$k_{nog} = \frac{\alpha}{\sqrt[m]{\Sigma N_a}} = 0,298 \text{ (3.7.4 formula)}$$

$\Sigma N_a = 1\,977\,923$ aut.; $m = 4,8$; $\alpha = 6,1$ (P.3.1 tabula);

$$k_{nog} = \frac{6,1}{\sqrt[4,8]{1977923}} = 0,298$$

$k_m = 0,80$ (3.7.1 tabula)

$R_{st,p} = 7,9 \cdot 0,80 \cdot 0,298 \cdot (1 - 0,1 \cdot 1,06) = 1,68$ MPa.

Nosaka pieļaujamo stiepes spriegumu pārbaudāmajā kārtā saskaņā ar formulu (3.7.3.):

$$\frac{R_{st,p}}{\sigma_{stp}} \geq K_{n,st} \quad \frac{R_{st,p}}{\sigma_{stp}} = \frac{1,68}{1,76} = 0,95 \geq 0,94 \text{ (3.1 tabula).}$$

Pārbaude izpildās, izvēlēta segas konstrukcija atbilst pieļaujamajam stiepes spriegumam monolītajos slāņos.

7. Ceļa segas salizturības pārbaude.

1. a) No 4.3 attēla nomogrammas (pie segas konstrukcijas biezuma 0,99 m un V grunts grupa no 4.1. tabulas) nosakām kūkumošanu pie vidējiem apstākļiem:

$$l_{kuk(vid)} = 5,61 \text{ cm.}$$

b) Pēc tabulām un grafikiem atrodam koeficientus: $K_{GUL} = 0,57$ (4.1 att.); $K_{bl} = 1,2$ (4.3 tabula); $K_{gr} = 1,3$ (4.4 tabula); $K_{sl} = 1,01$ (4.2 att.); $K_{mitr} = 1,17$ (4.5 tabula).

Pēc formulas (4.2) nosakām ceļa segas konstrukcijas sala izraisīto kūkumošanu:

$$l_{kuk} = l_{kuk,vid} \cdot K_{GUL} \cdot K_{bl} \cdot K_{gr} \cdot K_{sl} \cdot K_{mitr} = 5,61 \cdot 0,57 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,01 \cdot 1,17 = 5,87 \text{ cm.}$$

2. Projektētajai ceļa segas kategorijai saskaņā ar 4.2 tabulu pieļaujamais sala pacēlums ir 5,5 cm. Tā kā sagaidāmais sala pacēlums ir lielāks par pieļaujamo, tad nepieciešams paredzēt papildus sala aizsargkārtu.

Nepieciešamo sala aizsargkārtas biezumu nosakām, izejot no pieļaujamā sala pacēluma $l_{pieļ} = 5,5$ cm. Nosakām pieļaujamajam pacēlumam atbilstošo vidējā sala pacēluma vērtību:

$$l_{kuk,vid} = l_{pieļ} / (K_{GUL} \cdot K_{bl} \cdot K_{gr} \cdot K_{sl} \cdot K_{mitr}) = 5,5 / (0,57 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,01 \cdot 1,17) = 5,23 \text{ cm.}$$

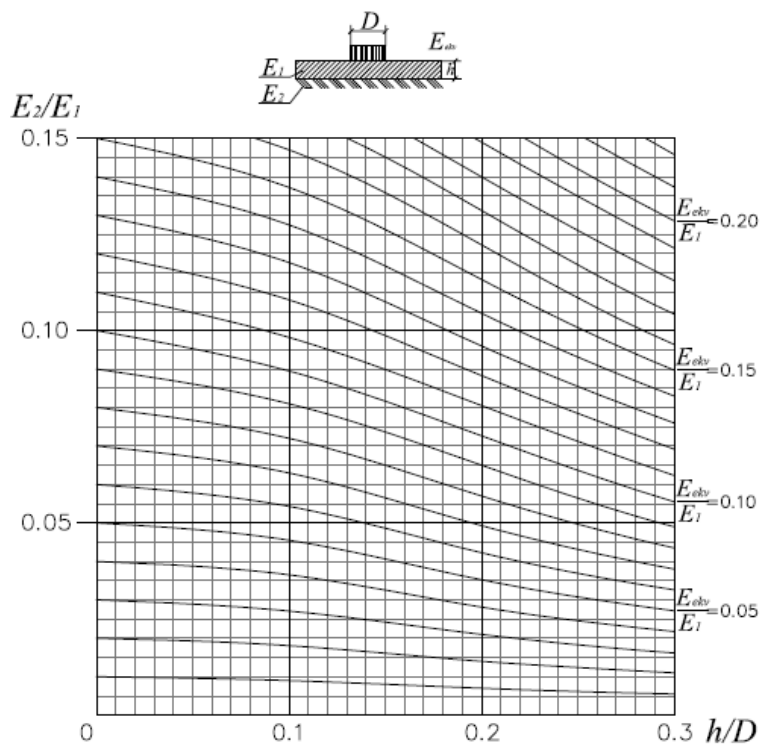
No 4.3 attēla nomogrammas nosakām nepieciešamo salizturīgas ceļa segas biezumu: $h_{seg} = 1,08$ m. Pēc tās nosakām nepieciešamās papildus sala aizsargkārtas biezumu $h_{salizt} = 1,08 - 0,99 = 0,09$ m.

Ceļa segas konstrukcijai papildus salizturīgās kārtas biezums ir nepieciešams 9cm. Saskaņā ar p.2.7.2 smilts kārtai solis ir 5 cm, tad papildus jau iepriekš paredzētajiem 25 cm pievienojam 10cm un konstrukcijā paredzam 35 cm biezu sala aizsargkārtu no smilts.

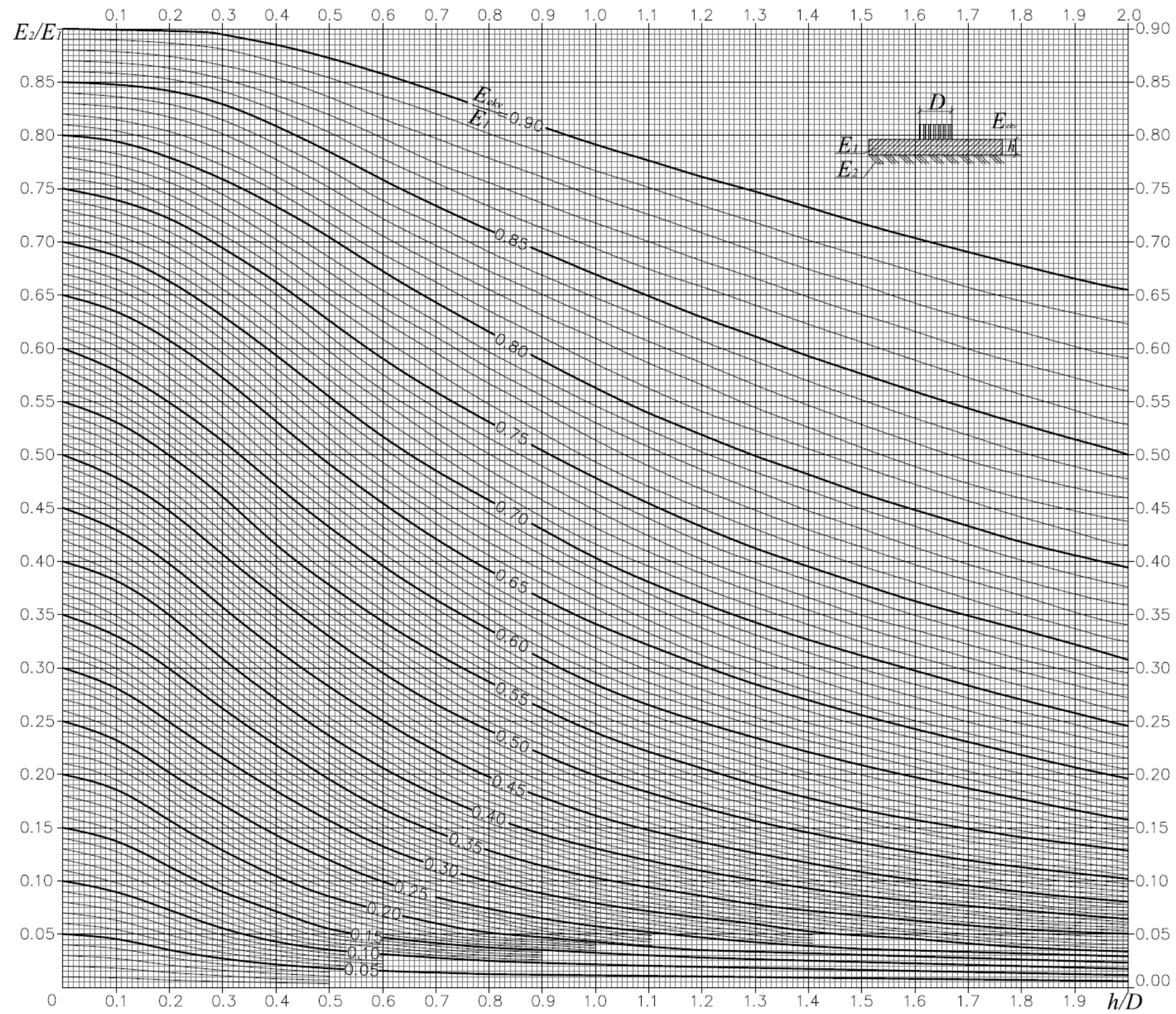
9. PIELIKUMS

NOMOGRAMMAS KOEFICIENTA E_{ekv}/E_2 NOTEIKŠANAI

Bituminēto kārtu E_{ekv}/E_2 koeficientu noteikšanai ieteicams izmantot P9.2 attēlā redzamās nomogrammas palielinājumu, kas attēlots P9.1 attēlā.



Att. P9.1. Nomogrammas (sk. att. P9.2) detaļa koeficienta E_{ekv}/E_2 noteikšanai bituminētajās kārtās.



Att. P9.2. Nomogramma koeficienta E_{ekv}/E_2 noteikšanai.