

Ieteikumi ceļu projektēšanai

Ceļa sega

Izvērstā versija

Rīga, 2020

Ieteikumi ceļu projektēšanai

Ceļa sega

Priekšvārds

Šie ieteikumi ietver norādījumus nestingo ceļa segu konstruēšanai un aprēķinam. Tie jālieto projektējot jaunu ceļa segas konstrukciju vai tās daļu.

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

Ieteikumi izstrādāti, pamatojoties uz Latvijas un ārvalstu ceļu projektēšanas un būvniecības pieredzi un normatīviem.

Pastāv divas ieteikumu redakcijas – “Ieteikumi ceļu projektēšanai. Ceļa sega” un “Ieteikumi ceļu projektēšanai. Ceļa sega. Izvērstā versija”. Neizvērstajā ieteikumu redakcijā ir ietverti minimālie nepieciešamie norādījumi sekmīgai nestingo ceļa segu konstruēšanai un aprēķinu veikšanai. Izvērstajā (šajā) ieteikumu redakcijā ietverti plašāki paskaidrojumi un pārspriedumi par segas konstrukcijas darbības principiem. Izvērstā versija paredzēta sekmīgai nestingo ceļa segu konstruēšanas metodes sākotnējai apguvei, tai skaitā izmantojot kā palīgmateriālu mācību procesā.

Ieteikumus sagatavoja:

M.sc. ing. **Edgars Krūmiņš**

Saturs

1. Vispārīgie norādījumi	4
2. Ceļa segas konstruēšana	10
3. Ceļa segas stiprības pārbaudes	20
4. Ceļa segas un zemes klātnes nosusināšanas risinājuma projektēšana	30
5. Ceļa segas salizturības pārbaude	38
6. PIELIKUMI.....	42

1. Vispārīgie norādījumi

1.1. Norādījumi par ieteikumu lietošanas apsvērumiem

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

Šajos ieteikumos 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 ieteikumu lietošana balstīta uz virkni apsvērumu un pieņēmumu, kuri ievērtējami gan segas projekta risinājumā, gan tās ekspluatācijas rezultātu novērtējumā:

1. Tiek pieņemts, ka pārbaudēs lietotie aprēķina parametri ir noteikti attiecīgai pārbaudei kritiskākajiem segas ekspluatācijas periodā sagaidāmajiem apstākļiem;
2. 1. - 4. segas kategorijas (sk. 3.1. tab.) konstrukcijām uz zemes klātnes tiks nodrošināts grunts elastības modulis $E_{gr} \geq 35 \text{ MPa}$ (sk. 6.6. tab.) un būvniecības laikā tiks nodrošināts deformācijas modulis $E_{v2} \geq 45 \text{ MPa}$. Pamatnes grunts, kas ir ar zemāku tabulāro vērtību (sk. 6.6. tab.), ir nepieciešams pastiprināt (stabilizēšana ar saistvielu, grunts nomaiņa, nosusināšanas risinājumi u.c.), atbilstoši zemes klātnes projektēšanas nosacījumiem LVS 190-5. Pamatnes grunts aprēķina parametri turpmākajam aprēķinam tiek koriģēti atbilstoši projektētajai situācijai;
3. Piektās un sestās kategorijas segas konstrukciju, ja aprēķina slodze $\Sigma N_a < 5 \cdot 10^4 (NAS_j/T_k)$, projektē izejot no būvniecības tehnoloģijas, racionāliem un ekonomiskiem apsvērumiem, un stiprības pārbaudes pēc šiem ieteikumiem neveic;
4. Segas aprēķina ieteikumi balstīti 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 ūdens novades 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;
 - projektā paredzētā ceļa klātnes elementu (brauktuve, nomales) profila atjaunošanu, nodrošinot visu ceļa segas konstrukcijas elementu nepārtrauktu un pilnvērtīgu funkcionēšanu atbilstoši segas projektēšanā izmantotajiem apsvērumiem;
5. Segas aprēķinu ieteikumus var izmantot ielu segas konstrukciju pārbaudēm, bet ir jāievērtē konkrēto slodžu īpatnības.

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

Šajos ieteikumos 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 izmantotā vērtību noteikšana.

Lai izvairītos no neatbilstošu vērtību lietošanas, izmantojamas tikai šajos ieteikumos dotās materiālu un procesu raksturojošo parametru vērtības. Pieļaujama ieteikumos 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, nepārliedzinoties un nenodrošinot tām aprēķinā paredzēto būtību.

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

1.3. Normatīvās norādes

Ieteikumos 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.

Ieteikumos tiek lietoti šādi saīsinājumi:

- LVS 190-2 – „Ceļu projektēšanas noteikumi. 2. daļa: Normālprofili”;
- LVS 190-5 – „Ceļu projektēšanas noteikumi. 5. daļa: Zemes klātne”;
- Ceļu specifikācijas – „Ceļu specifikācijas 20xx” * (lietojamā aktuālā redakcija);
- SUS rokasgrāmata – “Rokasgrāmata. Satiksmes intensitātes uzskaites sistēma”

1.4. 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 piesārņošanu ar putekļu vai sīko frakciju daļiņām, kas iespējama ūdens migrācijas rezultātā.

Autoceļš – kompleksa inženierbūve ārpus pilsētas robežām, kas izmantojama transportlīdzekļu satiksmei ar noteikto ātrumu, normatīvos paredzētajām slodzēm un gabarītiem.

Ceļa sega – ceļa konstrukcijas daļa virs zemes klātnes.

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

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

Dilumkārtā – seguma augšējā kārtā vai vienkārtas segums, tās galvenais uzdevums ir uzņemt satiksmes slodzi, pretoties nodilumam un aizsargāt pārējo segas konstrukciju.

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

- kapilārā ūdens plūsmas pārtraukšana, neļaujot tam pacelties līdz ceļa segas nesošajām kārtām;
- grunts ūdens līmeņa pazemināšana, neļaujot tam nokļūt sasaluma zonā Z_{sasal} .

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.

Iela – transportlīdzekļu satiksmei paredzēta inženierbūve pilsētas teritorijā.

Kārtā – ceļa konstrukcijas daļa, kas veidota no viena materiāla. Kārtu var iekļāt vienā vai vairākos slāņos.

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 – seguma kārtā, kas atrodas starp dilumkārtu un seguma apakškārtu.

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

- ceļa segas konstrukcijas salizturības un paredzētās nestspējas nodrošināšana;
- sasaluma zonā Z_{sasal} nokļuvušā kapilārā ūdens ietekmes uz ceļa segas konstrukciju mazināšana;
- kapilārā ūdens plūsmas pārtraukšana, neļaujot tam pacelties līdz ceļa segas nesošajām kārtām (palielināta biežuma salizturīgās kārtas gadījumā);
- ceļa segā no augšas un sāniem nokļuvušā ūdens izvadīšana un akumulācija konstrukcijas atkušanas laikā.

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 virsmas un gruntsūdeņu cirkulācijas parametrus, kuri var ietekmēt ceļa segas ekspluatācijas īpašības.

Segas pamats – segas daļa zem seguma.

Seguma apakškārta – vairākkārtu seguma apakšējā kārta, kas atrodas virs segas pamata nesošās virskārtas, kuras galvenais uzdevums ir uzņemt satiksmes izraisītās šķērsslodzes.

Segums – ceļa segas augšējā daļa, kas balstīta uz pamata.

Uzlabotas grunts kārta – ar saistvielu apstrādāta vai neapstrādāta, graudaina materiāla uzbēruma (zemes klātnes funkcionālās daļas) kārta, 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 ($t^{\circ} < 0^{\circ} \text{C}$) iedarbībai, un kuru ietekmē (sagaidāmi bīdes spriegumi) satiksmes vai segas pašsvara slodzes. To nosaka, kā zemes klātnes augšējo daļu līdz 1,5 m dziļumam no seguma virsmas.

1.5. Apzīmējumi

A	Transportlīdzekļu skaits;
AADT	Gada vidējā diennakts satiksmes intensitāte (A/24 h);
AADT _{j, kravas}	Kravas transportlīdzekļu (virs 3,5 t) gada vidējā diennakts satiksmes intensitāte vienā joslā (A/24 h);
AADT _{j, pievestā}	Gada vidējā diennakts satiksmes intensitāte vienā joslā, ņemot vērā lietošanas un uzturēšanas apstākļus (A/24 h);
B	Asfalta seguma platums (m);
c	Materiāla (grunts) saiste (MPa);
C _u	Grunts neviendabības koeficients (nosakāms saskaņā ar LVS190-5);
d	Plastiskās deformācijas;
dH _{dr}	Drenējošās kārtas biezuma korekciju summa (cm);
d _{da} H _{dr}	Drenējošās kārtas biezuma korekcija atkarībā no darba atzīmes (cm);
d _{fc} H _{dr}	Drenējošās kārtas biezuma korekcija atkarībā no filtrācijas ceļa garuma (cm);
d _{GŪL} H _{dr}	Drenējošās kārtas biezuma korekcija atkarībā no segas virsmas paaugstinājuma virs GŪL (cm);
d _{mr} H _{dr}	Drenējošās kārtas biezuma korekcija atkarībā no segas mitruma režīma (cm);
d _{spec} H _{dr}	Drenējošās kārtas biezuma korekcija atkarībā no speciāliem risinājumiem (cm);
D	Uz apli reducētas, kustībā esoša, riteņa un seguma kontaktvirsmas laukuma diametrs (cm);
E	Elastības modulis (MPa);
E _{ekv}	Segas konstrukcijas ekvivalentais (kopējais) elastības modulis (MPa);
E _{ekv.pam}	Segas konstrukcijas ekvivalentais (kopējais) elastības modulis uz pamata (MPa);
E _{gr}	Pamatnes grunts elastības modulis (MPa);
E _{vaj}	Segas konstrukcijas vajadzīgais elastības modulis (MPa);
E _{vaj,min}	Segas konstrukcijas vajadzīgais minimālais elastības modulis (MPa);
E _{vid}	Segas konstrukcijas kārtu vidējais svērtais elastības modulis (MPa);
E _{vid.asf}	Segas konstrukcijas asfalta kārtu vidējais svērtais elastības modulis (MPa);
E _{v2}	Kopējais deformācijas modulis uz konstruktīvās kārtas, kas noteikts ar plātnes slogošanas metodi pēc DIN 18134 (MPa);
f _j	Satiksmes intensitātes sadalījuma pa joslām koeficients;
GŪL	Grunts ūdens līmenis (m);
GŪL _{dz}	Grunts ūdens dziļums no esošās virsmas (m);
GŪL _{dz,min}	Minimālais pieļaujamais grunts ūdens dziļums no projektētās virsmas (m);
GŪL _{dz,proj}	Grunts ūdens dziļums no projektētās virsmas (m);
H	Segas konstrukcijas kārtas biezums (cm);
H _{asf}	Segas konstrukcijas asfalta kārtas biezums (cm);
H _{darba}	Darba atzīme (m);
H _{dr}	Drenējošās kārtas biezums (cm);
H _{dr,min}	Drenējošās kārtas minimālais biezums (cm);
H _{g,1}	Garenprofila sarkanās līnijas paaugstinājums virs melnās līnijas (m);
H _{g,2}	Garenprofila melnās līnijas paaugstinājums virs apkārtnes virsmas (m);
H _{salizt}	Salizturīgās kārtas biezums (cm);
H _{salizt,min}	Salizturīgās kārtas minimālais biezums (cm);
H _{seg}	Segas konstrukcijas biezuma vērtība (m);
H _{seg,nep}	Segas konstrukcijas nepieciešamā biezuma vērtība (m);
H _{seg,pag}	Segas konstrukcijas biezuma sākotnējā (pagaidu) vērtība (m);
H _u	Attālums starp zemes klātnes virsmu un aprēķina GŪL (m);
k _a	Koeficients, kurš raksturo atšķirības starp reālo un laboratorijā noteikto stiepes režīmu, aprēķina temperatūru un grunts mitrumu;
k _m	Koeficients, kas ievērtē stiepes stiprības samazinājumu atkarībā no intensitātes;

k_{nog}	Koeficients, kas ievērtē stiepes stiprības samazinājumu atkarībā no seguma noguruma pazīmju parādīšanās vairākkārtējas pieliktās slodzes ietekmē;
K_1	Koeficients, kas ievērtē materiāla (grunts) saistes (c) palielināšanos;
K_3	Koeficients, kas ievērtē noguruma radīto spriegumu uzkrāšanos pamatnes grunts materiālā;
K_{dr}	Segas drošuma koeficients;
K_f	Filtrācijas koeficients (noteikts saskaņā ar norādījumiem Ceļu specifikācijās), (m/24 h);
K_{gr}	Koeficients, kas ievērtē zemes klātnes grunts granulometrisko sastāvu;
$K_{G\dot{U}L}$	Koeficients, kas ievērtē G $\dot{U}$ L;
K_{mitr}	Koeficients, kas ievērtē zemes klātnes grunts aprēķina mitrumu;
$K_{n.st}$	Segas konstrukcijas stiprības koeficients;
K_s	Koeficients, kas ievērtē uzskaitītās satiksmes intensitātes pieauguma izmaiņu (līdz 1. segas kalpošanas gadam) nenoteiktību;
K_{sl}	Koeficients, kas ievērtē sasaluma dziļumu;
K_T	Summas koeficients;
L_f	Filtrācijas ceļa garums (m);
$l_{k\ddot{u}k}$	Zemes klātnes grunts sagaidāmais sala pacēlums (cm);
l_{piel}	Konstrukcijai pieļaujamais sala pacēlums (cm);
$l_{k\ddot{u}k.vid}$	Vidējo apstākļu sala kūkumošanās (cm);
m_{pak}	Pakāpes rādītājs, kas atkarīgs no pārbaudāmās asfalta kārtas īpašībām;
NAS	Aprēķina ass pārbraucienu skaits;
N_a	Aprēķina ass gada vidējais diennakts pārbraucienu skaits vienas satiksmes joslas robežās segas pirmajā kalpošanas gadā ($NAS_i/24\text{ h}$);
$\sum N_a$	Aprēķina ass pārbraucienu skaits vienas satiksmes joslas robežās aprēķina kalpošanas periodā (NAS_i/T_k);
p	Gaisa spiediens (MPa);
q	Satiksmes intensitātes izmaiņu koeficients (%);
P_a	Aprēķina slodze (kN);
$R_{st.p}$	Pieļaujamais stiepes spriegums (MPa);
$R_{st.v}$	Pārbaudāmās (apakšējās) asfalta kārtas vidējā stiepes pretestība liecē (MPa);
S_{sum}	Summārais koeficients transportlīdzekļa iedarbības reducēšanai uz aprēķina ass slodzi;
t	Tonna;
t_n	Stiepes stiprības normētais novirzes koeficients;
t°	Temperatūra ($^\circ\text{C}$);
T_a	Aktīvais bīdes spriegums (MPa);
$T_{as,1}$	Aktīvais bīdes spriegums, ko izraisa slodzes spiediena vienība (MPa);
T_k	Segas konstrukcijas aprēķina kalpošanas periods (gadi);
T_p	Pieļaujamais bīdes spriegums (MPa);
W	Grunts sākotnējais relatīvais mitrums;
W_{apr}	Grunts aprēķina mitrums;
$W\Delta_2$	Mitruma korekcija atkarībā no ceļa konstrukcijas risinājumiem;
Δ_3	Ceļa segas summārā biezuma korekcija;
W_{tab}	Zemes klātnes augšējās kārtas vidējais ilggadīgais grunts mitrums;
Z_{sasal}	Sasaluma dziļums (m);
$Z_{sasal.vid}$	Vidējais sasaluma dziļums noteiktajā reģionā neskartā gruntī (m);
σ_{st}	Lielākais stiepes spriegums (MPa);
$\sigma_{r,1}$	Stiepes spriegums liecē, ko izraisa slodzes spiediena vienība $p = 1\text{ MPa}$ (MPa);
φ	Materiāla (grunts) iekšējās berzes leņķis (grādi).

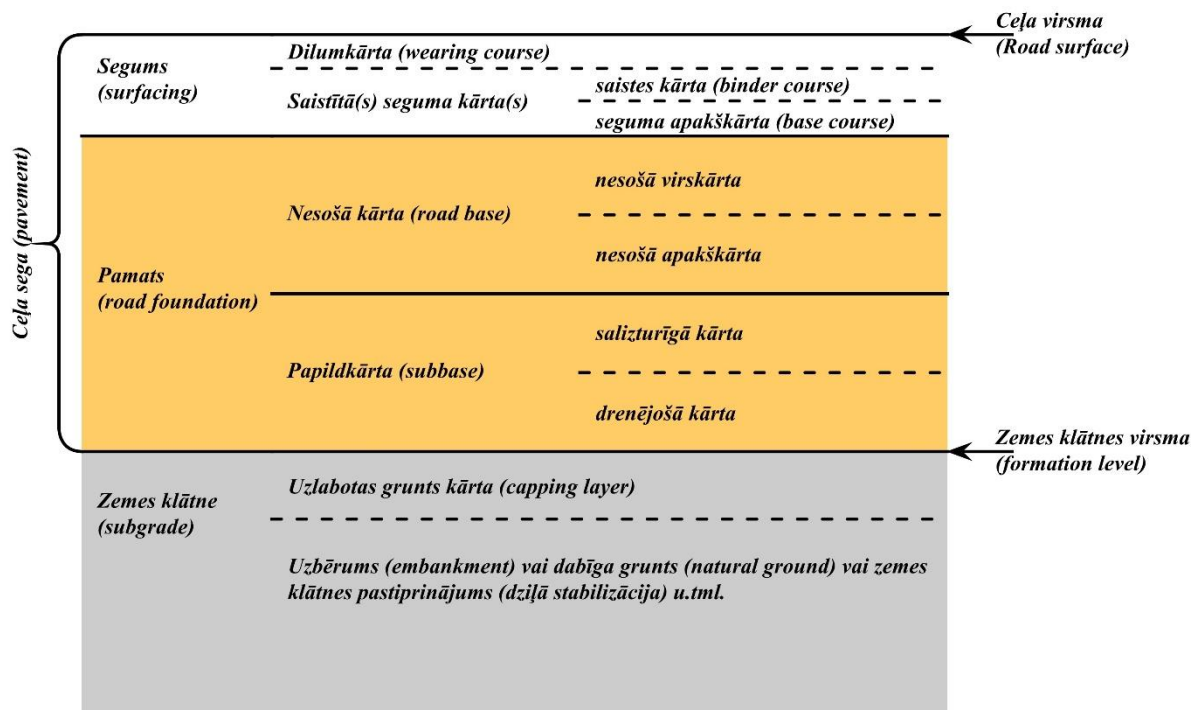
2. Ceļa segas konstruēšana

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. 2.1. att.):



2.1. att. Ceļa segas konstruktīvās kārtas.

Segumu var projektēt vienā, divās vai trijās kārtās. Pirmajā gadījumā segums sastāv no dilumkārtas, otrajā gadījumā – no dilumkārtas un seguma apakškārtas, trešajā gadījumā – no dilumkārtas, saistes kārtas un seguma apakškārtas. 2.1. attēlā šīs kārtas atdalītas ar pārtrauktu līniju.

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

- virsmas ūdens novadi;
- 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.).

Segas pamats sastāv no divām kārtām – nesošās kārtas un papildkārtas. 2.1. attēlā šīs kārtas atdalītas ar pārtrauktu līniju.

Segas pamats ir 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 - uzbērums un pamatnes grunti.

Pamatam jānodrošina:

- ceļa segas izturība pret slodzes izraisītām deformācijām;
- noturība pret sala deformācijām;
- ūdens novade (filtrācija).

Nesošā kārtā - var paredzēt vienā, divās vai vairākās kārtās. Pirmajā gadījumā nesošā kārtā sastāv no vienas kārtas, otrajā gadījumā – no nesošās virskārtas un nesošās apakškārtas, trešajā gadījumā – no nesošās virskārtas, nesošās apakškārtas un iespējamām nesošām starpkārtām. 2.1. attēlā šīs kārtas atdalītas ar pārtrauktu līniju.

Papildkārtu var paredzēt vienā, divās vai trijās kārtās (pastiprināta salizturīgā kārtā un/vai nepastiprināta salizturīgā kārtā, un, ja nepieciešams, drenējošā kārtā). 2.1. attēlā šīs kārtas atdalītas ar pārtrauktu līniju.

Papildkārtu 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 nestspējas nodrošināšanai paredzēto konstrukciju. Atkarībā no funkcijas, kādai paredzēta papildkārtā, to var saukt par salizturīgo, drenējošo, siltumizolācijas kārtu 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).

Papildkārtā 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.

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

Uzbēruma vai dabīgas grunts augšējā daļā var paredzēt uzlabotas grunts kārtu. 2.1. attēlā šīs kārtas atdalītas ar pārtrauktu līniju.

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 paliekošās deformācijas no satiksmes slodzes (mazāks $E_{\text{vaj.min}}$).

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. 4.2. tab.). Ceļa posmos ar nelabvēlīgiem hidroloģiskajiem apstākļiem jāparedz atbilstoši ūdens novades un sala aizsardzības pasākumi gan segai, gan zemes klātnei (sk. 4. un 5. nod.).

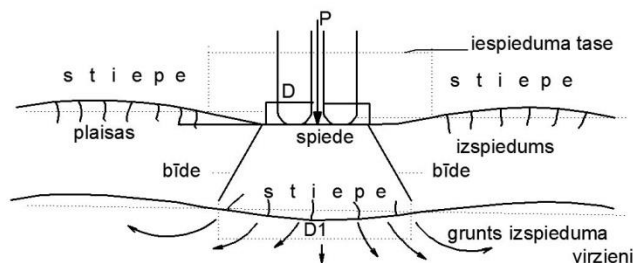
Projektētajai ceļa segai ir jābūt ekonomiskai un ar iespējami mazu resursu patēriņu, īpaši attiecībā uz energoietilpīgajiem un importētajiem materiāliem. Segas ekonomiskumu novērtē salīdzinot

vairākas līdzvērtīgas un izvirzītajām prasībām atbilstošas konstrukcijas pēc kapitālieguldījumu ekonomiskās efektivitātes. Projekta risinājuma izvēli pamato ar 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.



2.2. att. Segas deformētā stāvoklī.

Riteņu slodzes ietekmē grunts zemes klātnes funkcionālās daļas robežās tiek saspiesta un sega ieliecas. Rezultātā veidojas ieliekta virsma, ko mēdz saukt par „iespaiduma tasi”. Palielinoties segas nestspējai, palielinās zemes klātnes virsmas laukums D_1 (sk. 2.2. att.), samazinoties spriegumiem pamatnes gruntī. Ja pamatnes grunts pretestība ir nepietiekoša, slodzes ietekmē veidojas bīdes deformācijas, kuru rezultātā sega tiek bojāta.

Seguma apakšējā asfalta kārtā ielieces rezultātā tiek stiepta. Arī segas virskārtā pa iespaiduma tases kontūru veidojas izliekta virsma, kas pakļauta stiepei. Ja segas asfalta kārtās stiepes spriegumi pārsniedz pieļaujamos, tajās veidojas plaisas.

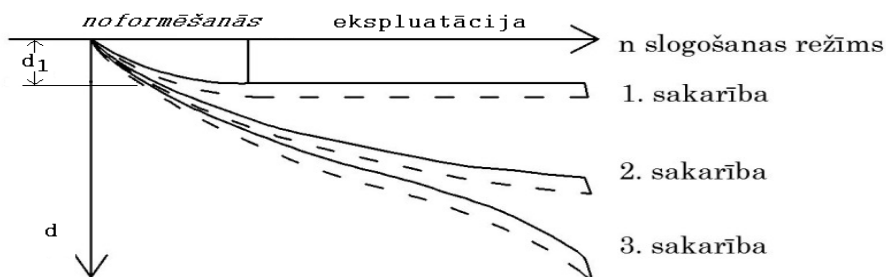
Pa riteņa un seguma kontakta laukuma perimetru uz segu iedarbojas bīdes spriegumi. Gadījumos, kad seguma vai pamatnes bīdes pretestība ir nepietiekoša, veidojas bīdes deformācijas.

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 slodze 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 un turpmāk sega darbojas elastīgi.



2.3. att. Segas darbība atkarībā no slogošanas režīma un grunts nestspējas.

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

Apstākļos, kad pamatnes grunts izturība ir samazinājusies, katrs kravas 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 asfalta segumā veidojas plaisas. Lai novērstu segas pilnīgu sabrukumu, pavasara šķīdoņa laikā ir nepieciešams ierobežot kravas 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. 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. asfalta kārtu 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 kārtā) materiālam jābūt noturīgam pret paliekošajām deformācijām. Lai to panāktu, atbilstoši Ceļu specifikācijām, vismaz par vienu pakāpi var paaugstināt prasības asfalta sastāva projektēšanai attiecībā uz izturību pret paliekošām deformācijām.

2.7. Ceļa segas konstruēšana

2.7.1. Ceļa segas projektēšanas process

Ceļa segas projektēšana ir process, kura ietvaros jānodrošina:

1. Ceļa segas konstruēšanas un aprēķina prasību ievērošana, nosakot:
 - segas aprēķina ekspluatācijas periodam prognozētai satiksmes plūsmai atbilstošu vajadzīgo konstrukcijas stiprību;
 - nepieciešamos ūdens novades risinājumus no segas konstrukcijas;
 - segas konstrukcijā paredzētajām gruntīm un materiāliem to ekspluatācijas apstākļiem (mitruma režīms, temperatūras režīms, u.c.) atbilstošu nepieciešamo salizturību;
 - sistēmas (ceļa sega + zemes klātne) funkcionālo daļu, kārtu biezumus un tajos izmantojamos materiālus un to parametrus;
 - citu risinājumu vai nosacījumu ievērošanu.
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.

Šajos ieteikumos 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;
- ūdens novades pasākumu nepieciešamības novērtējumu un nepieciešamā risinājuma noteikšanu;
- papildu sala aizsardzības pasākumu nepieciešamības novērtējumu, un nepieciešamā risinājuma noteikšanu;
- konstrukcijas plaisizturības 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 – 0,5 cm;
- saistīta materiāla saistes, apakškārtai un pamata nesošajai kārtai – 1 cm;
- drupināta minerālmateriāla kārtai – 2 cm;
- smilts kārtai – 5 cm;
- grunts kārtai – 10 cm.

2.7.3. Ceļa segas konstrukcijas pārbaudes (aprēķina) procesa secība

- nosaka aprēķina slodzi;
- nosaka aprēķinam nepieciešamos zemes klātnes grunts parametrus;
- nosaka segas konstrukcijas tipu (seguma veids, pamata nesošās kārtas veids) un atbilstoši tam izvēlas sākuma konstrukciju, definējot tajā lietojamos materiālus un to parametrus. Sākuma konstrukciju ieteicams izvēlēties atbilstoši 6.4. pielikumā dotajiem piemēriem;
- nosaka drenējošās kārtas (papildkārtas) nepieciešamību un parametrus un attiecīgi papildina sākuma konstrukciju ar drenējošo kārtu (paredz tieši virs pārmitrinātās (nosusināmās) zemes klātnes grunts) vai aizstāj to ar palielināta biezuma salizturīgo kārtu (sk. 4. nod.);
- nosaka salizturīgās kārtas (papildkārtas) nepieciešamību, parametrus, biezumu (tai skaitā ņemot vērā iepriekšējā solī noteikto salizturīgās kārtas biezumu) un attiecīgi papildina sākuma konstrukciju (paredz tieši virs no sala aizsargājamās pamatnes grunts kārtas vai tieši uz drenējošās kārtas, ja tāda paredzēta);
- sastādītajai sākuma konstrukcijai veic analītiskas pārbaudes (sk. 3., 4. un 5. nod.), pamatojoties uz rezultātiem, veic korekcijas sākuma konstrukcijā un pārbaudes atkārt.

2.7.4. Pamatprincipi konstruējot ceļa segu

- 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;
- jācenšas izveidot pēc iespējas mazāk resursu ietilpīgu konstrukciju;
- 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;
- ceļa segas kopējo biezumu un atsevišķo konstruktīvo kārtu biezumus nosaka pārbaudot pieņemto konstrukciju pēc stiprības nosacījumiem, ūdens novades un salizturības aprēķiniem saskaņā ar šo norādījumu 3., 4. un 5. nod.;
- segas konstrukcijā ir jāparedz pēc iespējas mazāks kārtu skaits no dažādiem materiāliem, izvērtējot to funkcionālo nepieciešamību un izbūves tehnoloģiskās iespējas;
- sekojošo kārtu materiālu aprēķina elastības moduļiem nevajadzētu atšķirties vairāk kā 5 reizes.

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

- 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;
- 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 6.7. 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 pamata nesošā kārtā, 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 500 m. 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.

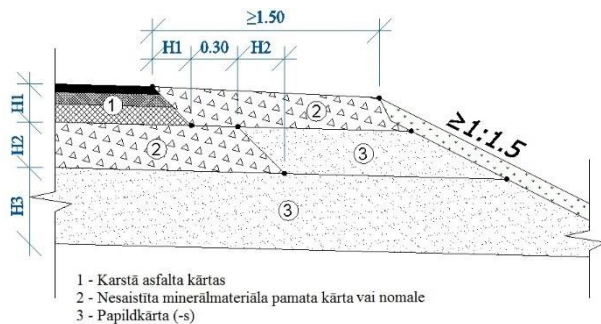
Ieteicamais posma garums, kurā paredzēti zemes klātnes funkcionālās daļas pastiprināšanas pasākumi vismaz 100 m.

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.

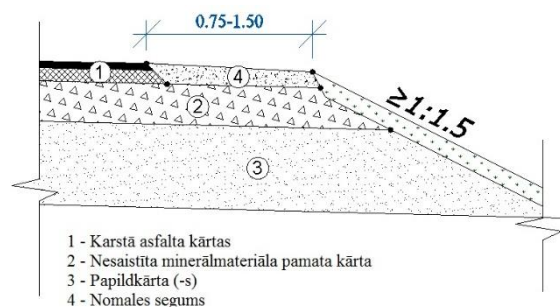
2.7.7. Nomaļes, malas joslu un apstāšanās joslu konstrukcijas risinājumu pamatprincipi

Ja paredzētais nomaļes platums nepārsniedz 1,5 m, nesaistītā materiāla pamata nesošās kārtas jāprojektē līdz uzbēruma nogāzei (sk. 2.5. att.). Ja nomaļe ir platāka, bet kādu racionālu apsvērumu dēļ pamata nesošo virskārtu neparedz visā ceļa klātnes platumā, lai nodrošinātu saistīta seguma malu noturību, pamata nesošajai virskārtai ir jābūt vismaz par 0,3 m platākai par asfalta kārtām (sk. 2.4. att.).

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



2.4. att. Ja nomales platums ir $>1,50$



2.5. att. Ja nomales platums ir $0,75 - 1,50$

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

Malas joslas (sk. LVS 190-2) ir nomales daļa, kas konstruktīvi pieder pie brauktuves, tāpēc tām ir jāparedz tāda pati segas konstrukcija kā braukšanas joslai.

Apstāšanās josla (sk. LVS 190-2) ir nomales daļa, kas atrodas pie ārējās brauktuves un nav paredzēta regulārai satiksmei, tāpēc tai var projektēt no blakus esošās braukšanas joslas atšķirīgu ceļa segas konstrukciju, samazinot pamata nesošās kārtas biezumu un/vai asfalta kārtu biezumu vai skaitu, taču saglabājot zemes klātni paredzēto kritumu.

2.8. Papildkārtu projektēšana

2.8.1. Salizturīgā kārtā

Salizturīgo kārtu 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 5.1. tabulas. Piesātinājuma pakāpi nosaka grunts kapilārās īpašības (sk. 4.2. tab.) un zemes klātnes funkcionālās daļas paaugstinājums virs GŪL.

Salizturīgo kārtu projektē no Ceļu specifikāciju prasībām salizturīgās kārtas būvniecībai atbilstošiem materiāliem. Lielāka biezuma kārtā (sk. 4. un 5. nod.) var pildīt arī drenējošās kārtas funkcijas.

Salizturīgās kārtas funkcijas iespējams nodrošināt arī ar netradicionāliem risinājumiem, kompensējot deformāciju vai sasalšanas iespēju:

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

Ja zemes klātnes funkcionālā daļa pilnībā vai daļēji atrodas kapilārā piesātinājuma zonā (sk. 4.2. tab.) vai arī ir zem GŪL, projektētajai ceļa segas konstrukcijai ir jāveic salizturības pārbaude, jānosaka un jāprojektē nepieciešamā biezuma salizturīgā kārtā saskaņā ar 5. nod. norādījumiem, vai, ja nav racionālu iespēju projektēt segas apakšas paaugstinājumu virs GŪL lielāku par kapilārā ūdens pacelšanās augstumu (sk. 4.2. tab.), jāizskata nosusināšanas risinājumu – drenējošās kārtas, drenāžas tranšeju (sk. 2.6. att.) vai cauruļu drenāžas ar šķērsvirziena izvadiem projektēšanu.

Salizturību nodrošina:

- zemes klātnes funkcionālās daļas piesātinātajā zonā (sk. 4.2. tab.) paredzot nekūkumojošu vai vāji kūkumojošu grunti (sk. 5.1. tab.);

- paredzot zemes klātnes funkcionālās daļas nosusināšanu (sk. 4. nod.), tajā skaitā ar drenāžas ierīkošanu, lai palielinātu attālumu no ceļa segas apakšas līdz GŪL; kapilārus pārtraucošu un hidroizolējošu starpkārtu paredzēšanu;
- projektējot siltumizolācijas kārtu no materiāla ar pazeminātu siltumvadītspēju, kas samazina vai izslēdz zem ceļa segas esošās grunts sasalšanu. Šajā gadījumā jāveic salizturīgās kārtas biezuma aprēķins, ņemot vērā materiālu siltumizolējošās īpašības. Šajos ieteikumos aprēķina metodika nav iekļauta;
- ceļa segas pamata nesošās kārtas projektēšana no saistītiem materiāliem, kas samazina kūkumošanās (sala pacēlumu) deformāciju ietekmi (CBGM u.tml.).

Salizturīgās kārtas biezumu nosaka ar aprēķinu saskaņā ar 5. nod. Salizturīgo kārtu projektē visā uzbēruma platumā, vai vismaz par 0,5 m 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.

Ja 3. segas mitruma režīma (sk. 4. nod.) apstākļos konstatējama kāda no pazīmēm:

- „slapjš” ierakums;
- zemes klātnes virsma mazāk kā 0,3 m virs GŪL;
- sagaidāmais ceļa konstrukcijas sasaluma dziļums (sk. 5. nod.) ir lielāks nekā attālums no seguma virsmas līdz GŪL vai ilgstoši stāvošam atklāta ūdens līmenim;
- posmos, kur konstatēta kūkumojoša grunts (sk. 5.1. tab.) zemes klātnes funkcionālajā daļā, un kur tehniski nav iespējami (piemēram, ierobežota konstrukcijas biezuma dēļ) vai ir neracionāli projektēt konstrukcijas sala aizsardzības risinājumu ar salizturīgo kārtu no Ceļu specifikāciju prasībām salizturīgās kārtas būvniecībai atbilstošiem materiāliem.

Salizturīgo kārtu ieteicams projektēt no efektīvāka sala aizsardzībai 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 salizturīgajai kārtai no speciālā siltumizolācijas materiāla (ar pazeminātu siltumvadītspēju) ir jābūt ne mazākam kā 50 cm. Ja, kā siltumizolācijas materiāls tiek paredzēts putuplasts vai līdzīgs vājas nestspējas vai konsistences materiāls, virs tā ir jāparedz vismaz 20 cm bieza (sablīvētā stāvoklī) smilts aizsargkārtā.

Salizturīgās kārtas optimālā konstrukcija un tips ir jāizvēlas, pamatojoties uz sala aizsardzības vienlīdzīgu variantu tehniski ekonomisko salīdzinājumu.

Salizturīgo kārtu projektē tieši virs no sala aizsargājamās pamatnes grunts kārtas vai tieši uz drenējošās kārtas, ja tāda paredzēta.

2.8.2. Drenējošā kārtā

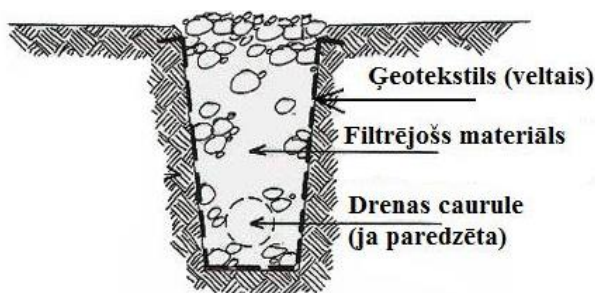
Drenējošās kārtas uzdevums ceļa segas konstrukcijā ir novērst ūdens iekļūšanu tajā no apakšas (pārtraucot kapilāro plūsmu vai pazeminot grunts ūdens līmeni), tādējādi saglabājot optimālus segas konstrukcijas materiālu funkcionālos parametrus.

Drenējošo kārtu paredz no labi filtrējošiem Ceļu specifikācijās noteiktajām prasībām atbilstošiem materiāliem. Drenējošo kārtu jāprojektē un tās parametrus jānosaka ņemot vērā brauktuves ģeometriskos parametrus, segas mitruma režīmu, konstrukcijas ūdens novades specifiku un citus nosacījumus, saskaņā ar 4. nod. norādījumiem.

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



2.6. att. Drenāžas tranšēja (piemērs).

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

Drenējošo kārtu projektē tieši virs pārmitrinātās (nosusināmās) zemes klātnes grunts.

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.

2.8.3. Hidroizolācijas papildkārtā

Lai samazinātu mitruma uzkrāšanos zemes klātnes augšējā daļā, var paredzēt ūdensnecaurīdīgu hidroizolācijas papildkārtu visā uzbēruma platumā. Hidroizolācijas starpkārtā paredzama ne seklāk, kā 0,9 m no seguma virsmas. Tā kalpo arī kā kapilārus pārtraucoša papildkārtā.

2.8.4. Kapilārus pārtraucoša papildkārtā

Skatīt 2.8.1. Salizturīgā kārtā un 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.

Iepriekšminētajā gadījumā 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 stabilizētu (atbilstoši Ceļu specifikācijām) grunti 10 cm biezumā;
- drenējošās kārtu papildus 10 cm biezumā;
- neausto (velto) ģeotekstilu.

Atdalošā kārtā projektējama arī gadījumos, ja ceļa segas konstrukcija tiek paredzēta virs smilts ar nevienādības koeficientu C_u (sk. LVS190-5) zemāku nekā 3.

Iepriekšminētajā gadījumā kā atdalošās kārtas materiālu, var izmantot:

- šķembu (grants) un smilts maisījumu, vulkānisko iežu drupināšanas atslas, optimālā sastāva grantainu vai rupju smilti - 10 cm (C_u ir 2 līdz 3) vai 15 -20 cm ($C_u < 2$) biezumā;
- salizturīgo kārtu papildus - 10 cm (C_u ir 2 līdz 3) vai 15 -20 cm ($C_u < 2$) biezumā.

2.9. Zemes klātnes funkcionālās daļas stiprības un stabilitātes paaugstināšanas pasākumi

Ja zemes klātnes funkcionālās daļas grunts aprēķina elastības modulis $E_{gr} < 35$ MPa (sk. 1.1. punktu un 6.6. tab.), 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. 5.1. tab.);

- 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. 6.6. tab.):
 - ja $E_{gr} \leq 25 \text{ MPa}$ – 40 cm;
 - ja $25 \text{ MPa} \leq E_{gr} < 30 \text{ MPa}$ – 30 cm;
 - ja $30 \text{ MPa} \leq E_{gr} < 35 \text{ MPa}$ – 20 cm.

Stabilizācijas rezultātā iegūto grunts nestspējas parametru tālākiem aprēķiniem pieņem $E_{gr} = 45 \text{ MPa}$, kā arī attiecīgi pieņem, ka būvniecības laikā stabilizācijas rezultātā ir jāiegūst deformācijas modulis $E_{v2} \geq 45 \text{ MPa}$.

2.10. Ceļa segu konstrukciju projektēšanas principi projektējot esošu ceļu pārbūvi

Pārbūvējamo ceļu posmos, kur tiek projektēta pilna ceļa segas konstrukcija no Ceļu specifikācijām atbilstošiem materiāliem, projektēšanu veic saskaņā ar šiem ieteikumiem.

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 sākumdatu, esošai ceļa segai un zemes klātnes funkcionālai daļai ir jāveic detalizēta ģeotehniskā izpēte un mērījumi, kas dod nepieciešamo informāciju.

Pārbūvējamās segas konstrukcijas aprēķini, paredzot esošo konstruktīvo kārtu saglabāšanu, veicami aprēķinā ietverot gan esošās zemes klātnes grunts mehāniskās īpašības, gan samazinātās saglabājamo ceļa segas konstruktīvo kārtu mehāniskās īpašības un noteiktos (saglabājamo) kārtu biežumus. Esošo konstruktīvo kārtu saglabāšanas gadījumā veicamas visas stiprības pārbaudes, kas konkrētajā situācijā būtu veicamas segas konstrukcijai, kas projektēta no jaunām konstruktīvajām kārtām.

Nosakot samazinātās saglabājamo konstruktīvo kārtu un zemes klātnes grunts mehāniskās īpašības, jāievēro ieteikumu 6.2. un 6.3. pielikumos dotās norādes.

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 ūdens novades (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 - vai jādod atsauces uz tipveida Ceļu specifikācijām. Ja projektā izmantotās tipveida specifikācijas neparedz konkrētas prasības segas risinājumā un aprēķinos izmantoto materiāla sastāvam vai īpašībām, tad tās attiecīgajiem materiāliem jāpapildina ar nepieciešamajiem nosacījumiem.

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 ieliecei 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 un stiprības koeficientu vērtības nosaka pēc segas kategorijas (sk. 3.1. tab.).

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:

$$K_{n,st} = E_{ekv} / E_{vaj} \quad (3.1)$$

- Bīdes spriegumu gadījumā:

$$K_{n,st} = T_p / T_a \quad (3.2)$$

- Stiepes spriegumu gadījumā:

$$K_{n,st} = R_{st,p} / \sigma_{st} \quad (3.3)$$

kur: $K_{n,st}$ – segas konstrukcijas stiprības koeficients;
 E_{ekv} – segas konstrukcijas (vai tās daļas) ekvivalentais (kopējais) elastības modulis;
 E_{vaj} – segas konstrukcijas vajadzīgais elastības modulis;
 T_p – pieļaujamais bīdes spriegums;
 T_a – aktīvais bīdes spriegums;
 $R_{st,p}$ – pieļaujamais stiepes spriegums;
 σ_{st} – lielākais stiepes spriegums.

3.1. tab. Drošuma koeficientam K_{dr} atbilstošie minimālie stiprības koeficienti $K_{n,st}$.

AADT _j , kravas	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	
Autoceļiem						
>2000	1.	0,95	1,10	1,00	1,00	325
1001-2000	2.	0,95	1,06	1,00	1,00	300
501-1000	3.	0,90	1,02	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
Ielām						
>2000	1.	0,95	1,14	1,00	1,00	350
1001-2000	2.	0,95	1,10	1,00	1,00	325
501-1000	3.	0,90	1,06	1,00	1,00	300
101-500	4.	0,85	1,02	1,00	1,00	250
≤100	5.	0,85	0,98	0,94	-	180
≤100	6.	0,60	0,78	0,76	-	85

Piezīmes. 1. $AADT_{j,kravas}$ nosaka 1. segas kalpošanas gadam saskaņā ar SUS rokasgrāmatā doto algoritmu;
 2. Ceļa segas kategoriju nosaka pēc $AADT_{j,kravas}$;
 3. 5. vai 6. segas kategoriju nosaka pēc vēlāmā satiksmes kvalitātes līmeņa. Parasti to nosaka pēc saistīta (5. segas kategorijai) vai nesaistīta (6. segas kategorijai) seguma nepieciešamības.

3.2. Stiprības pārbaudes

Segas stiprības pārbaudi mērķis ir pārliecināties 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 pieļaujamo neatbilstība attiecīgajai pārbaudei noteiktajam stiprības kritērijam. Segas darbības atteikums, nepietiekamas stiprības dēļ, var iestāties no:

- nepieļaujamu palielošo 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 asfalta kārtu noguruma/sabrukuma rezultātā līdz projektētā kalpošanas laika beigām, ko vairākkārtējās pieliktās slodzes ietekmē izraisa stiepes spriegumi.

Ceļa segas stiprības aprēķinus veic, nosakot bīdes spriegumus pamatnes gruntī, bet stiepes spriegumus - segas asfalta 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 (3.6), pārbauda pēc:

- bīdes pretestības kritērija (3.8) pamatnes gruntī, ievērojot to, ka vairākkārtējās slodzes pielikšanas rezultātā radušies bīdes spriegumi var izraisīt palielošas deformācijas ceļa segā;
- stiepes stiprības kritērija (3.13) konstrukcijas asfalta kārtās, ko segas ielieces rezultātā izraisa stiepes spriegumi. Vairākkārtējās slodzes pielikšanas rezultātā radušies stiepes

spriegumi var izraisīt asfalta kārtu nogurumu, tiek sagrautas materiāla struktūras saites un parādās mikroplaisas.

Stiprības koeficienta vērtības abās iepriekš minētajās pārbaudēs nedrīkst būt mazākas par 3.1. tabulā norādītajām. Nepietiekamu stiprības nosacījumu gadījumā segas konstrukciju koriģē un visas pārbaudes atkārtō.

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 3.5., 3.6. un 3.7. punktiem.

3.4. Aprēķina parametri

Parametru vērtības segas asfalta kārtām nosakāmas atkarībā no attiecīgai pārbaudei raksturīgās temperatūras kritiskās situācijas iestāšanās laikā. Asfalta kārtu elastības modulūs elastīgās ielieces pārbaudei nosaka pie temperatūras $t^{\circ} = + 10^{\circ} \text{C}$. Asfalta kārtu stiepes stiprības aprēķina vērtības tiek noteiktas atbilstoši materiālu īpašībām pie zemām temperatūrām $- t^{\circ} = + 5^{\circ} \text{C}$ (sk. 6.8. tab.). Grunts bīdes stiprības aprēķinā jāpiemēro asfalta kārtu elastības modulis $t^{\circ} = + 20^{\circ} \text{C}$ temperatūrā (sk. 3.6. punktu un 6.8. tab.).

Segas materiālu aprēķina vērtības jāizvēlas saskaņā ar 6.3. pielikumu.

Zemes klātnes grunts aprēķina vērtības ir atkarīgas no grunts aprēķina mitruma W_{apr} , un tās jānosaka saskaņā ar 6.2. pielikumā aprakstīto metodiku. Atļauta iepriekšminēto vērtību (iekšējais berzes leņķis, saiste un elastības modulis) noteikšana pamatojoties uz ģeotehniskās izpētes rezultātiem, taču nepārsniedzot pēc W_{apr} iegūstāmās maksimālās vērtības, kas norādītas 6.2. pielikumā.

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 izklīdētas slodzes veidā pa automobiļa riteņa un seguma saskares virsmu, kas reducēta uz apli ar diametru D . Slodze skaitliski atbilst gaisa spiedienam p automobiļa riepā.

Aprēķina slodzei atbilstošo slodzes parametru vērtības skatīt 3.2. tabulā.

3.2. tab. Aprēķina slodzes parametri.

Statiskā ass/riteņa slodze, kN	100/50
Uz apli reducētas, kustībā esoša riteņa un seguma kontaktpvirsmas laukuma diametrs, 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.

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

$$N_a = f_j \sum_{n=1}^i AADT_i \cdot S_{sum,i} \cdot K_{S,i} \quad (3.4)$$

kur: f_j – satiksmes intensitātes sadalījuma pa joslām koeficients (sk. 3.3. tab.);
 n – dažādo automobiļu kategoriju (tipu) skaits satiksmes intensitātes kustības sastāvā (sk. 6.1. pielikumu);
 $AAADT_i$ – i -tā tipa transportlīdzekļu gada vidējā diennakts satiksmes intensitāte;
 $S_{sum,i}$ – summārais koeficients i -tā tipa transportlīdzekļa iedarbības reducēšanai uz aprēķina ass slodzi P_a (sk. 6.2. tab.);
 $K_{S,i}$ – i -tā tipa transportlīdzekļu koeficients, kas ievērtē uzskaitītās satiksmes intensitātes pieauguma izmaiņu (līdz 1. segas kalpošanas gadam) nenoteiktību (konstante – 1,05).

ΣN_a nosaka ievērojot paredzamo satiksmes intensitātes izmaiņu prognozi. Satiksmes intensitātes datus un prognozētos satiksmes intensitātes izmaiņu koeficientus q valsts autoceļu posmiem iespējams iegūt VAS „Latvijas valsts ceļi”. Ja prognozes par satiksmes intensitātes izmaiņām vai satiksmes intensitātes dati nav pieejami, tos iegūst atbilstoši SUS rokasgrāmatas norādījumiem.

Aprēķina ass pārbraucienu skaits vienas satiksmes joslas robežās visā aprēķina kalpošanas periodā ΣN_a tiek noteikts pēc sakarības:

$$\Sigma N_a = 102 \cdot N_a \cdot K_T \quad (3.5)$$

kur: N_a – aprēķina ass gada vidējais diennakts pārbraucienu skaits vienas satiksmes joslas robežās segas pirmajā kalpošanas gadā;
 K_T – summas koeficients (sk. 6.13. tab.).

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

3.3. tab. Satiksmes intensitātes sadalījuma pa joslām koeficients 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; piemēram, 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

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

$$E_{ekv} / E_{vaj} \geq K_{n.st} \quad (3.6)$$

kur: E_{ekv} – segas konstrukcijas ekvivalentais elastības modulis;
 E_{vaj} – segas konstrukcijas vajadzīgais elastības modulis;
 $K_{n.st}$ – segas konstrukcijas stiprības koeficients (sk. 3.1. tab.).

Segas konstrukcijas vajadzīgo elastības moduli aprēķina pēc empīriskas sakarības:

$$E_{vaj} = 98,65 [\log(\sum N_a) - 3,55] \quad (3.7)$$

kur: $\sum N_a$ - aprēķina ass pārbraucienu skaits vienas satiksmes joslas robežās segas aprēķina kalpošanas periodā atbilstoši (3.5).

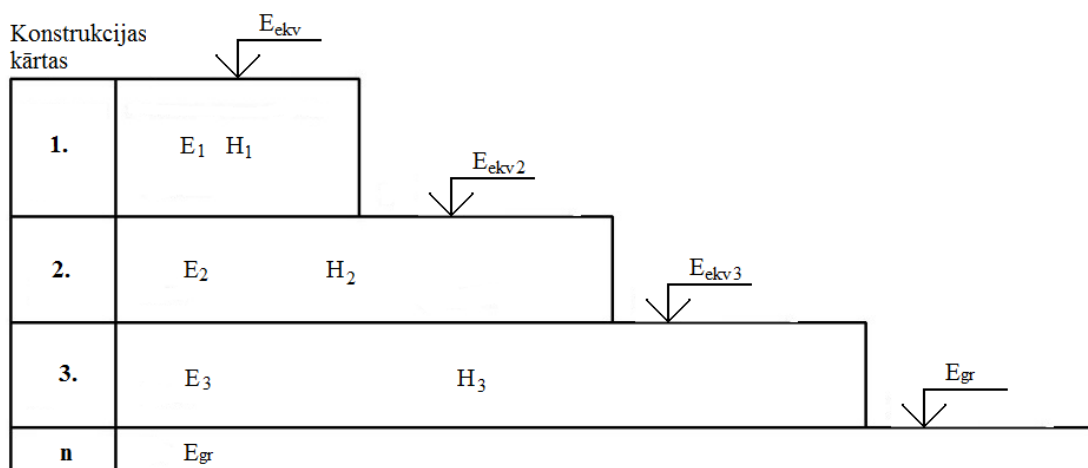
Pārbaudē lietotai E_{vaj} vērtībai jābūt lielākai par 3.1. tabulā norādīto $E_{vaj,min.}$. Ja pēc izteiksmes (3.7) noteiktā vērtība ir mazāka - jālieto tabulā norādīto $E_{vaj,min}$ vērtību.

Segas konstrukcijas (vai tās daļas) ekvivalento elastības moduli E_{ekv} nosaka no 6.9. pielikumā dotās nomogrammas (sk. 6.2. un 6.3. att.), 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. 6.2. un 6.3. att.), katrā secīgā solī, nosaka vienādu ar E_{ekv} uz attiecīgās kārtas virsmas.

Elastīgās ielieces pārbaudi veic atbilstoši 3.1. attēlā norādītai shēmai šādā secībā:

1. grunts un konstrukcijā izmantojamo materiālu aprēķina vērtības nosaka no pielikumiem Nr. 6.2. un 6.3.;
2. ar sakarību (3.7) aprēķina konstrukcijas vajadzīgo elastības moduli E_{vaj} ;
3. nosaka pamatnes grunts un katras kārtas materiāla elastības modulūkus (E_{gr} , E_1 , E_2 , $E_3, \dots$);
4. no nomogrammām (sk. 6.2. un 6.3. att.) nosaka $E_{ekv,i}$ uz katras konstrukcijas kārtas, secīgi no pamatnes grunts uz augšu (sk. 3.1. att.);
5. pārbauda konstrukcijas stiprību atbilstoši (3.6) nosacījumam.



3.1. att. E_{ekv} aprēķina shēma.

3.6. Segas konstrukcijas pārbaude pēc pieļaujamās bīdes noturības pamatnes gruntī

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:

$$T_p / T_a \geq K_{n,st} \quad (3.8)$$

kur: $K_{n,st}$ – segas konstrukcijas stiprības koeficients (sk. 3.1. tab.);

T_a – aktīvais bīdes spriegums (pārbaudāmajā konstrukcijas kārtā no slodzes) (3.10);

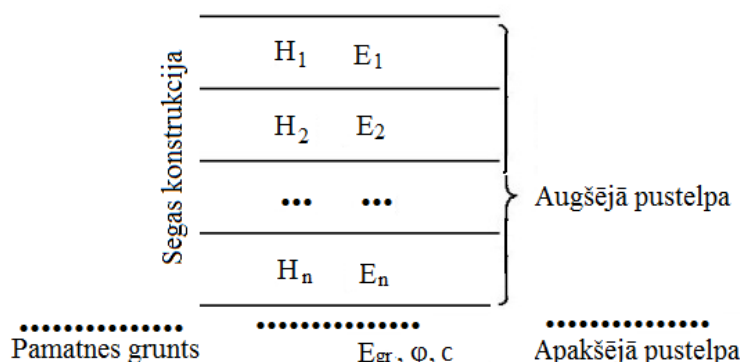
T_p – pieļaujamais bīdes spriegums (aktīvā bīdes sprieguma pieļaujamā robeža, kuru pārsniedzot zūd bīdes noturība) (3.11).

Bīdes noturības pārbaudē segas daudzkārtu sistēma tiek asociēta ar divkārtu aprēķina modeli, aprēķināmo konstrukciju sadalot divās pustelpās - augšējā un apakšējā (sk. 3.2. att.).

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

$$E_{vid} = \frac{\sum_{i=1}^n E_i \cdot H_i}{\sum_{i=1}^n H_i} \quad (3.9)$$

kur: n – segas kārtu skaits;
 E_i – i -tās kārtas elastības modulis;
 H_i – i -tās kārtas biezums.



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

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

$$T_a = 0,8 \cdot T_{as,1} \quad (3.10)$$

kur: $T_{as,1}$ – aktīvais bīdes spriegums, ko izraisa slodzes spiediena vienība $p = 1$ MPa (sk. 3.3. att.).

Pieļaujamo bīdes spriegumu T_p pamatnes gruntī aprēķina pēc formulas:

$$T_p = c \cdot K_1 \cdot K_3 \quad (3.11)$$

kur: c – pārbaudāmās kārtas grunts saiste, MPa (sk. 6.5. un 6.7. tab.);

K_1 – koeficients, kas ievērtē materiāla (grunts) saistes (c) palielināšanos, kas saistīta ar:

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

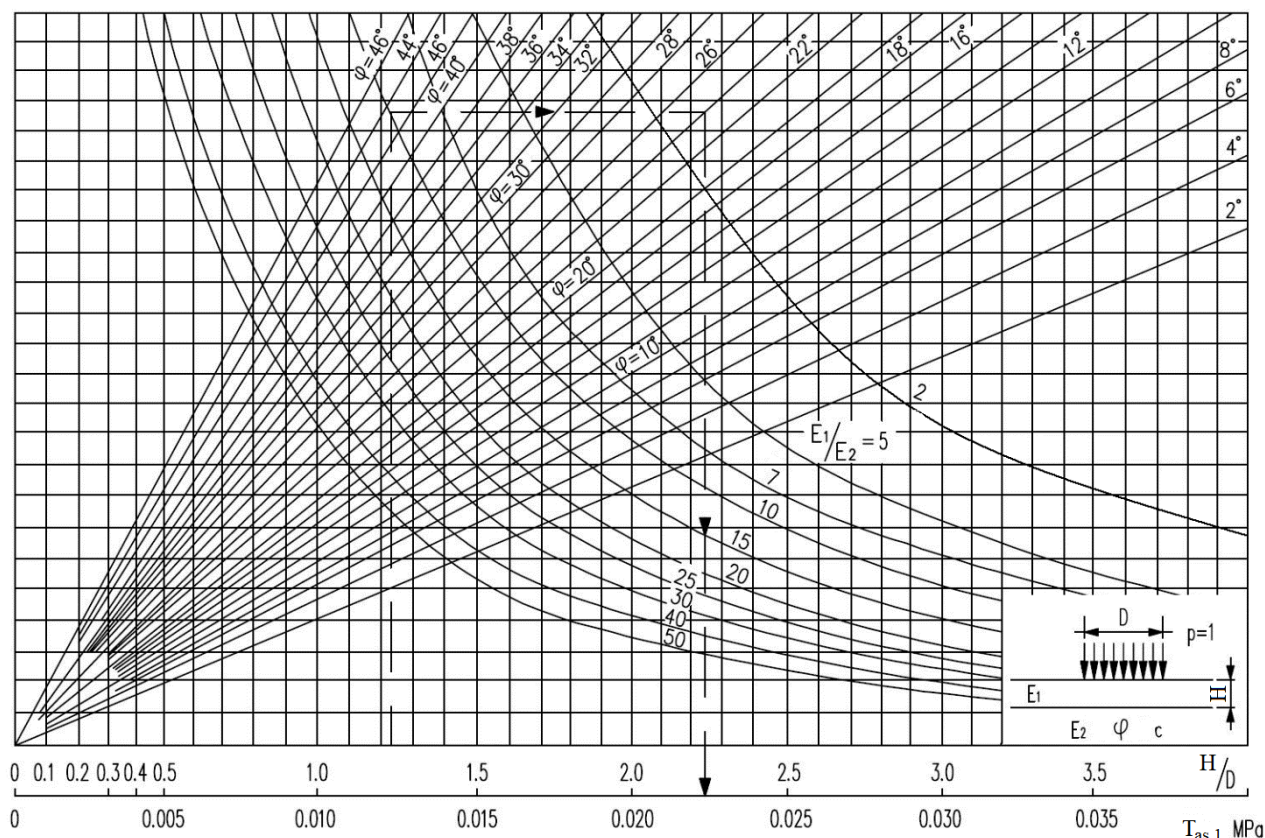
Koeficients K_1 nosakāms atkarībā no grunts īpašībām un segas risinājuma pēc 3.4. tabulas.

3.4. tab. K_1 koeficienta noteikšana.

Pārbaudāmās grunts materiāls, vai bīdi samazinošs risinājums	K_1
Stabilizēta zemes klātne 20 - 40 cm biezumā (sk. 2.9. punktu)	bīdes pārbaudi neveic
Ģeorežģis zem nesaistītu minerālmateriālu pamata nesošās kārtas	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 māls	3,0
Cita grunts (zemes klātnē)	1,5

K_3 – koeficients, kas ievērtē noguruma radīto spriegumu uzkrāšanos pamatnes grunts materiālā (3.12)

$$K_3 = 1,82 - 0,345 \cdot \log(N_a) \quad (3.12)$$



3.3. att. Nomogramma satiksmes slodzes izraisītā aktīvā bīdes sprieguma $T_{as,1}$ noteikšanai divkārtu sistēmas apakšējā kārtā, ja $H/D < 4$

Bīdes noturības pārbaude veicama zemes klātnes funkcionālās daļas gruntij. Ja atbilstoši Ceļu specifikācijām tiek projektēta zemes klātnes grunts pastiprināšana (stabilizācija) ar saistvielu, tad bīdes noturības pārbaudi šai konstrukcijas daļai neveic.

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

1. grunts un konstrukcijā izmantojamo materiālu aprēķina vērtības nosaka no pielikumiem Nr. 6.2. un 6.3.;
2. pēc nomogrammas 3.3. attēlā nosaka spiediena vienībai $p = 1$ MPa atbilstošo aktīvo bīdes spriegumu $T_{as,1}$. Šim nolūkam vairākkārtu konstrukciju asociē ar divkārtu sistēmu (sk. 3.6. punktu);
3. pēc sakarības (3.10) nosaka bīdes spriegumus T_a zemes klātnes gruntī;
4. pēc sakarības (3.11) izskaitļo pieļaujamos bīdes spriegumus T_p ;

5. pārbauda vai stiprības nosacījums (3.8) atbilstoši uzdotajam drošuma koeficientam K_{dr} , tiek izpildīts;
6. Ja pārbaude neizpildās, nepieciešams ievērot bīdes noturības paaugstināšanas vai samazināšanas norādes. Konstrukktīvo kārtu biezumus izvēlas tāds, lai tie atbilstu bīdes noturības pārbaudes nosacījumiem.

Bīdes noturības paaugstināšana vai samazināšana:

Ja $T_p / T_a < K_{n.st}$, 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. kādā kārtā jāparedz 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 arī citu saistīto noturības pārbažu aprēķinu rezultāti. Izmainot kāda konstrukcijas elementa parametru, visa konstrukcija vēlreiz jāpārbauda pēc noteiktajiem nosacījumiem.

3.7. Konstrukcijas stiepes noturības pārbaude seguma asfalta kārtās

Ar noturību pret stiepi tiek saprasta seguma asfalta kārtu spēja pretoties stiepes spriegumiem, kas veidojas satiksmes slodžu pielikšanas rezultātā uz seguma apakšējās asfalta kārtas izliektās virsmas.

Ceļa segas asfalta kārtās, noteiktajā segas aprēķina kalpošanas periodā, daudzkārtējās 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:

$$R_{st,p} / \sigma_{st} \geq K_{n.st} \quad (3.13)$$

kur: $K_{n.st}$ - segas konstrukcijas stiprības koeficients (sk. 3.1. tab.);

$R_{st,p}$ - pieļaujamais stiepes spriegums;

σ_{st} - lielākais stiepes spriegums.

Stiepes noturības pārbaudē segas daudzkārtu sistēma tiek asociēta ar divkārtu aprēķina modeli, aprēķināmo konstrukciju sadalot divās pustelpās - augšējā un apakšējā.

Par divkārtu sistēmas modeļa augšējo pustelpu uzskata visas asfalta kārtas, ieskaitot pārbaudāmo (apakšējo) asfalta kārtu. Par divkārtu modeļa apakšējo pustelpu uzskata to segas konstrukcijas daļu, kas atrodas zem segas asfalta kārtu paketes, ieskaitot zemes klātnes grunti.

Ja divkārtu sistēmas augšējā pustelpā ir paredzētas vairākas asfalta kārtas, tad šo kārtu pakete ($\sum H_i$) ir jāpieņem par vienu kārtu ar kopējo biezumu $\sum H_{asf}$. Kārtu paketes vidējo svērto elastības moduļa vērtību $E_{vid,asf}$ nosaka pēc sakarības (3.9).

Divkārtu sistēmas apakšējās kārtas ekvivalento elastības moduļa $E_{ekv,pam}$ vērtību nosaka pēc nomogrammām 6.9. pielikumā.

Lielāko stiepes spriegumu σ_{st} divkārtu sistēmas augšējā pustelpā nosaka pēc sakarības:

$$\sigma_{st} = 0,8 \cdot \sigma_{r,1} \quad (3.14)$$

kur: $\sigma_{r,1}$ - stiepes spriegums liecē, ko izraisa slodzes spiediena vienība $p = 1 \text{ MPa}$ (sk. 3.4. att.).

Pieļaujamais stiepes spriegums ir atkarīgs no materiāla fizikāli - mehāniskajām īpašībām, slogošanas režīma un asfalta temperatūras kritiskajā aprēķina periodā. Divkārtu sistēmas augšējās pustelpas apakšējā asfalta kārtā pieļaujamo stiepes spriegumu $R_{st,p}$ aprēķina pēc formulas:

$$R_{st,p} = R_{st,v} \cdot k_{nog} \cdot k_m (1 - 0,1 \cdot t_n) \quad (3.15)$$

kur: $R_{st,v}$ – pārbaudāmās (apakšējās) asfalta kārtas vidējā stiepes pretestība liecē (pie pavasara zemākās aprēķina temperatūras $t^\circ = + 5^\circ \text{C}$ un īslaicīgas slodzes ietekmē) (sk. 6.8. tab.);
 k_{nog} – koeficients, kas ievērtē stiepes stiprības samazinājumu atkarībā no seguma noguruma pazīmju parādīšanās vairākkārtējas pieliktās slodzes ietekmē (3.16);
 k_m – koeficients, kas ievērtē stiepes stiprības samazinājumu atkarībā no intensitātes (sk. 3.5. tab.);
 t_n – stiepes stiprības normētais novirzes koeficients (sk. 3.6. tab.).

3.5. tab. Koeficienta k_m vērtības noteikšana.

Intensitāte	k_m
• Ja $AADT_{j, \text{pievestā}} \geq 3500$	0,95
• Ja $AADT_{j, \text{pievestā}} = 1501$ līdz 3500	0,90
• Ja $AADT_{j, \text{pievestā}} \leq 1500$	0,80

Piezīmes. 1. $AADT_{j, \text{pievestā}}$ nosaka 1. segas kalpošanas gadam saskaņā ar SUS rokasgrāmatā doto algoritmu.

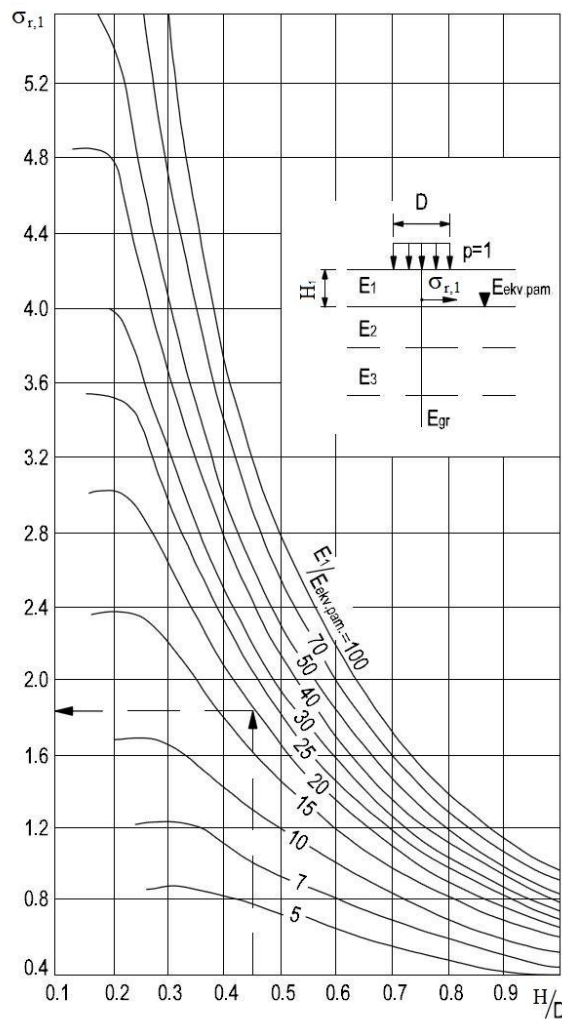
3.6. tab. Stiepes stiprības normētais novirzes koeficients t_n .

K_{dr}	0,60	0,85	0,90	0,95
t_n	0,26	1,06	1,32	1,71

Koeficientu k_{nog} nosaka pēc sakarības:

$$k_{nog} = \frac{k_a}{m_{pak} \sqrt{\sum N_a}} \quad (3.16)$$

kur: $\sum N_a$ - aprēķina ass pārbraucienu skaits vienas satiksmes joslas robežās segas aprēķina kalpošanas periodā (3.5);
 m_{pak} – pakāpes rādītājs, kas atkarīgs no pārbaudāmās asfalta kārtas īpašībām (sk. 6.8. tab.);
 k_a – koeficients, kurš raksturo atšķirības starp reālo un laboratorijā noteikto stiepes režīmu, aprēķina temperatūru un grunts mitrumu (sk. 6.8. tab.).



3.4. att. Nomogramma stiepes sprieguma $\sigma_{r,1}$ noteikšanai divkārtu sistēmas augšējā kārtā.

Stiepes noturības pārbaudi segas konstrukcijas asfalta kārtās veic šādā secībā:

1. grunts un konstrukcijā izmantojamo materiālu aprēķina vērtības nosaka no pielikumiem Nr. 6.2. un 6.3.;
2. konstrukciju attiecina uz divkārtu sistēmas modeli un nosaka H_{asf}/D un $E_{vid.asf}/E_{ekv.pam}$;
3. pēc nomogrammas (sk. 3.4. att.) nosaka stiepes spriegumu liecē $\sigma_{r,1}$ un pēc (3.14) izskaitļo lielāko aprēķina stiepes spriegumu σ_{st} ievērojot, ka $H_1 = \sum H_{asf}$ un $E_1 = E_{vid.asf} = (\sum E_i H_i) / (\sum H_i)$;
4. pēc sakarības (3.15) aprēķina pieļaujamo stiepes spriegumu (asfalta kārtu paketes pieļaujamā stiepes sprieguma $R_{st,p}$ vērtību nosaka atbilstoši šīs paketes apakšējās kārtas materiālam);
5. pēc sakarības (3.13) pārbauda nosacījumu $R_{st,p} / \sigma_{st} \geq K_{n,st}$, nepieciešamības gadījumā koriģē konstrukcijas biezumus.

4. Ceļa segas un zemes klātnes nosusināšanas risinājuma projektēšana

4.1. Vispārīgie norādījumi

Drenējošā kārtā ir universāls un vairumā gadījumu racionālākais segas nosusināšanas sistēmas elements. Ar tās palīdzību pasargā nesošās kārtas gan no gruntsūdens, gan caur nogāzēm, vai ceļa klātni iekļuvušā nokrišņu ūdens ietekmes.

Drenējošu kārtu ir jāparedz tikai konkrētos, pamatotos gadījumos, izvērtējot šajā nodaļā minētos nosacījumus, tai skaitā drenējošās kārtas aizstāšanu ar palielināta biezuma salizturīgo kārtu.

Ceļa konstrukcijas nosusināšanas risinājums ir nepieciešams ceļa segām situācijās, ja segas konstrukcija atrodas gruntsūdens vai atklāta ūdens ietekmes zonā.

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.

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

- visos gadījumos, ja kapilārā ūdens attālums no ceļa segas pamata (sk. 2.1. att.) $\leq 0,0$ m;
- visos posmos, kur noteiktais $W_{apr} > 0,9$ (sk. 6.3. un 6.6. tab.);
- visos gadījumos, ja Z_{sasal} zonā ir GŪL;
- posmos, kuru segas konstrukcijā pastāv pastiprinātas ūdens iekļūšanas risks (piemēram, ieliekta garenprofila posms ierakumā, profils bez sāngrāvja, u.tml.);
- visos iepriekšminētajos gadījumos drenējošā kārtas minimālais biezums 20 cm.

Drenējošā kārtā nav jāparedz, ja:

- atbilstoši 6.6. tabulai zemes klātnes grunts ir no vidēji rupjas smilts, smalka smilts vai viendabīgas (kāpu) smilts;
- atbilstoši šīs nodaļas norādījumiem to paredzēts aizstāt ar salizturīgo kārtu.

Šajā nodaļā noteiktās drenējošās kārtas funkcijas (izņemot GŪL pazemināšanu), var veikt palielināta biezuma salizturīgā kārtā. Tās biezumu iegūst par 1,5 reizēm palielinot pēc šīs nodaļas noteikto nepieciešamo drenējošās kārtas biezumu. Jebkurā gadījumā salizturīgās kārtas, kura aizstās drenējošo kārtu, minimālais biezums 40 cm.

Ja Z_{sasal} zonā ir GŪL, tad ir jāveic projektētās virsmas paaugstināšana vai jāveic GŪL pazemināšana, lai Z_{sasal} robežās nebūtu GŪL.

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 virs kapilārā ūdens pacelšanās augstuma (sk. 4.2. tab.). Ja šādā veidā vēlamais (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 (piemēram, uzturot projektā paredzēto nomales profilu);
- tiek pieņemts, ka asfalta segums, kas projektēts, izgatavots un ieklāts atbilstoši Ceļu specifikācijām, aprēķina ekspluatācijas periodā nodrošinās seguma ūdensnecaurīdību (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.

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

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 %.

Šķērsslīpuma kritumam jābūt vērstam 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 robežvirsmas zem ūdenscaurlaidīgas nomales vai nogāzes ir ar kritumu uz brauktuves pusi (piemēram 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.

Caur bojātu vai ūdenscaurlaidīgu segumu segā var iekļūt ūdens. Tas var nonākt segas nestspējai un salnoturībai vitāli jūtīgās vietās – zem seguma un satiksmes slodzes pielikšanas vietās. Šis ūdens avots ir jāņem vērā nosakot segas nosusināšanas risinājumu. Tā kā segas projektēšana tiek veikta balstoties uz pieņēmumu, ka tās ekspluatācijas laikā tiek pieļautas 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.

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 klātnei iekļūstošā ūdens aizkavēšanai ir jāvelta kapilārajam ūdenim. Tā pacelšanās augstums virs GŪL dažādām gruntīm ir norādīts 4.2. tabulā.

4.3. Garenprofila risinājuma nozīme

Projektējot ceļa konstrukciju un garenprofilu, jācenšas nodrošināt segas pamata kārtas apakšu virs iespējamā kapilārā ūdens pacelšanās līmeņa (sk. 4.2. tab.). Ja šis nosacījums garenprofila risinājumā ir ievērots, 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, vadoties pēc zināmajiem parametriem un kritērijiem:

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

4.1. tab. Segas mitruma režīmi.

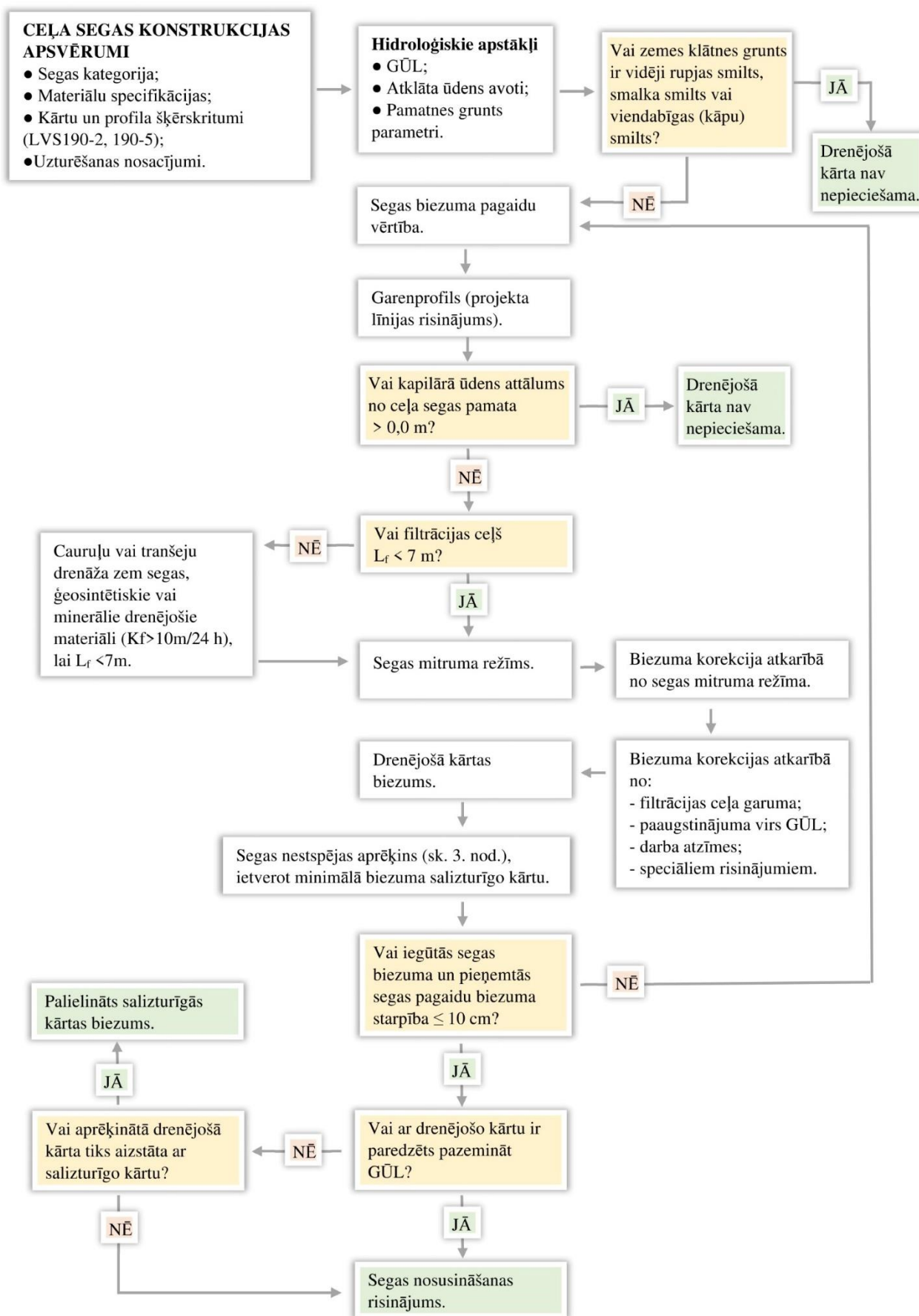
Pazīmes	Ceļa segas mitruma režīms
Kapilārais ūdens nerasniedz Z_{sasal} zonu	1.
Kapilārais ūdens atrodas Z_{sasal} zonā GŪL to nerasniedzot	2.
GŪL sasniedz Z_{sasal} zonu	3.

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

4.2. tab. Kapilārā ūdens pacelšanās augstums (piesātinājuma zona) virs GŪL.

Projektētās zemes klātnes funkcionālās daļas grunts	Sagaidāmais kapilārā ūdens pacelšanās augstums
Smilts, vieglā mālsmilts un vieglā rupjā mālsmilts	+ 0,3 m
Putekļainā smilts, putekļainā mālsmilts	+ 0,8 m
Vieglais smilšmāls, smagais smilšmāls, māls	+ 1,3 m
Smagā putekļainā mālsmilts, vieglais putekļains smilšmāls un smagais putekļainais smilšmāls	+ 2,0 m

4.4. Nosusināšanas risinājuma projektēšanas darbu secība



4.1. att. Nosusināšanas risinājuma projektēšanas darbu secības shēma.

Segas konstrukcijas nosusināšanas risinājuma projektēšanas darbu secība parādīta 4.1. attēlā.

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

Nosusināšanas risinājumu projektēšanu veic atsevišķi katram tipiskajam ceļa posmam atbilstoši tajā raksturīgajam pamatnes grunts tipam un parametriem (E , ϕ , c , W_{apr}). Projektējot nosusināšanas risinājumus:

- nosaka nosusināšanas sistēmas variantus (sk. 4.5. punktu), un veic to dimensionēšanu atbilstoši šiem ieteikumiem;
- 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 jāpārliedzina, vai projektēšanas rezultātā iegūtās segas biezuma un pieņemtās segas pagaidu biezuma (sk. 4.1. att.) starpība ≤ 10 cm. Ja starpība ir lielāka – nosusināšanas risinājuma noteikšana jāatkārto, kā pagaidu segas biezumu lietojot iegūto segas biezuma vērtību.

4.5. Nosusināšanas risinājumi

Drenējošā kārtā ir jāparedz no Ceļu specifikāciju prasībām atbilstošiem materiāliem. 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 (piemēram, ja drenējošā kārtā jāparedz uz esoša ceļa konstrukcijas), nepieciešamo nosusināšanas vai kapilārus pārtraucošo funkciju var nodrošināt ar stiprāku materiālu (piemēram, drupinātu, frakcionētu minerālmateriālu) un kārtu augstāku filtrācijas spēju ($K_f > 10 \text{ m/24 h}$). Nepieciešamais drenējošās kārtas biezums no šāda materiāla, atkarībā no mitruma apstākļiem un materiāla parametriem, var būt mazāks par nodaļas sākumā noteikto minimālo drenējošās kārtas biezumu. Iepriekšminētā augstākas filtrācijas materiāla kārtā ir 10 - 20 cm – tās biezumu nosaka atkarībā no ieklāšanas tehnoloģiskajām iespējām. Izvēloties iepriekšminēto materiālu ar paaugstinātām filtrācijas īpašībām, ieteikumu lietotājs ir atbildīgs par konkrētā materiāla elastības moduļa noteikšanu (pieņemšanu) aprēķina vajadzībām.

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 0,3 m zem drenējošās kārtas apakšējās malas nogāzē, bet ne tuvāk kā 0,2 m zem tās.

Drenējošās kārtas biezumu nosaka izvērtējot tipiskajā posmā noteiktos ūdens ietekmes risku palielinošos un samazinošos faktorus 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 biezumu H_{dr} iegūst summējot visu risku novēršanai paredzētos drenējošās kārtas biezumus un samazinot iegūto biezumu par ietekmi samazinošo faktoru kompensēto biezumu (sk. 4.3., 4.4., 4.5., 4.6. un 4.7. tab.). Iegūtais lielums ietver apsvērumu, ka kārtas izbūvei lietots Ceļu specifikāciju prasībām atbilstošs drenējošās kārtas materiāls.

$$H_{dr} = H_{dr,min} + d_{mr}H_{dr} + d_{fc}H_{dr} + d_{GUL}H_{dr} + d_{da}H_{dr} + d_{spec}H_{dr} \quad (4.1)$$

Atkarībā no segas funkcionēšanai paredzētajiem apstākļiem, tie klasificējami trijos segas mitruma režīmos (sk. 4.1. tab.). 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 biezumu par 4.3. tabulā norādīto lielumu.

4.3. tab. Drenējošās kārtas biezuma korekcija atkarībā no segas mitruma režīma.

Segas mitruma režīms	$d_{mr}H_{dr}$ (cm)
1.	+ 0
2.	+ 5
3.	+ 10

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 drenējošā kārtā tiek projektēta ar šķērsvirzienā konstantu biezumu, tas ir jāpalielina atkarībā no projektētā filtrācijas ceļa garuma (sk. 4.2. att.) par biezumu $d_{fc}H_{dr}$ saskaņā ar 4.4. tabulu:

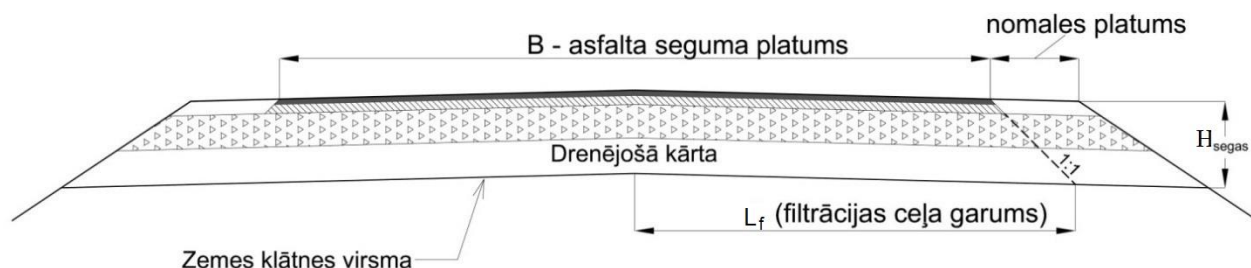
4.4. tab. Drenējošās kārtas biezuma korekcija atkarībā no filtrācijas ceļa garuma.

L_f (m)	$d_{fc}H_{dr}$ (cm)**
< 4,75	+ 0
4,75 - 5,24	+ 5
5,25 - 5,99	+ 10
6,00 - 6,99	+ 15
> 7,00*	(+ 20)

Piezīmes.

* 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 biezums nepārsniedz 60 cm;

** ja $L_f < 7$ m, zemes klātnes šķērsslīpums $\geq 5\%$ un šķērsslīpumu starpība starp zemes klātnes un drenējošās kārtas virsmu vienā virzienā vēršiem kritumiem ir $\geq 2,5\%$, tad tabulā norādīto korekciju nelieto.



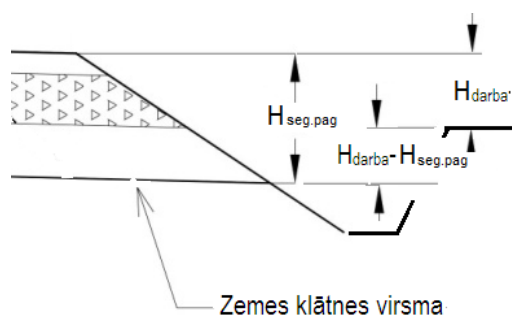
4.2. att. Filtrācijas ceļa (L_f) noteikšana.

Satiksmes slodzes rezultātā segums tiek cikliski deformēts, kas izraisa uzsūkšanas efektu, tādējādi palielinot ūdens pieplūdi konstrukcijā no apakšas. Lai to kompensētu nosakāmais drenējošās kārtas biezums ir jāpalielina atkarībā no GŪL un projektētās segas kategorijas saskaņā ar 4.5. tabulu.

4.5. tab. Drenējošās kārtas biezuma korekcija atkarībā no segas virsmas paaugstinājuma virs GŪL.

GŪL attālums no seguma virsmas (m)	Ceļa segas kategorija	$d_{GŪL}H_{dr}$ (cm)
< 1,50	6.	+ 20
	4., 5.	+ 10
	1., 2., 3.	+ 10
1,50 – 2,00	6.	+ 10
	4., 5.	+ 5
	1., 2., 3.	+ 0

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.



4.3. att. Korekcija pēc darba atzīmes.

Piezīmes. H_{darba} - darba atzīme (m);

$H_{seg.pag}$ - segas konstrukcijas biezuma sākotnējā (pagaidu) vērtība (m);

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

4.6. tab. Drenējošās kārtas biezuma korekcija atkarībā no darba atzīmes.

Segas apakšas novietojums virs vai zem apkārtnes virsmas līmeņa (m)*	$d_{da}H_{dr}$ (cm)
$H_{darba} - H_{seg.pag} > 0,3$ (~uzbērums~)	- 5
$H_{darba} - H_{seg.pag} = \text{no } 0,0 \text{ līdz } + 0,3$	+ 0
$H_{darba} - H_{seg.pag} < 0,0$ (~ierakums~)	+ 5

Segas risinājumā var tikt paredzēti virkne drenējošo kārtu ietekmējoši pasākumi. Atkarībā no to lietošanas projektā, veicama kārtas biezuma koriģēšana.

4.7. tab. Drenējošās kārtas biezuma korekcija atkarībā no speciāliem risinājumiem.

Drenējošo kārtu samazinošs risinājums	$d_{\text{spec}} H_{\text{dr}} \text{ (cm)}^*$
Drenāža zem segas konstrukcijas	- 10
Drenāža blakus segas konstrukcijai (zem sāngrāvja)	- 5
Drenējošā kārta no labi filtrējoša materiāla ($K_f > 10 \text{ m/24 h}$), lietojot frakcionētas šķembas vai speciālu minerālmateriālu maisījumu	**

Piezīmes. * kopējais drenējošās kārtas biezums no smilts materiāla nevar būt mazāks par 20 cm;

** kārtas biezumu nosaka pēc izbūves tehnoloģiskiem apsvērumiem, kā arī ieteikumu lietotājs ir atbildīgs par konkrētā izvēlēta materiāla elastības moduļa noteikšanu (pieņemšanu) aprēķina vajadzībām.

Drenējošās kārtas biezums konstrukcijā var būt mainīgs (piemēram, ja projektē dažādus kārtu virsmu šķērsslīpumus), taču tās mazākais biezums, kārtas plānākajā vietā, nedrīkst būt mazāks par pēc šiem ieteikumiem noteikto.

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

Cauruļu drenāžas caurules tekne jāprojektē zem sasalšanas dziļuma. Minimālais drenas caurules diametrs segas konstrukcijā ir 5 cm. 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 izvadam jābūt nostiprinātā nogāzē vai akā, vismaz 0,2 m virs augstākā sagaidāmā atklāta ūdens līmeņa. Skatakas projektējamās ar aprēķinu, lai jebkura drenas vieta no skatakas nebūtu tālāk par 25 m. Vienbrauktuves divjoslu ceļu profiliem pietiek, ja drenāžas cauruli paredz paralēli brauktuvei vai zem tās abās pusēs. Ja projektē šķērsvirziena vai slīpu (pret brauktuvi) drenāžu (piemēram, stāvos ($> 4 \%$) garenprofila posmos), kā arī divbrauktuļu ceļu profiliem, attālumu starp drenāžas gultnēm (caurulēm) jāpamato ar aprēķinu. Paredzot drenāžu zem brauktuves vai zem nomaļas, jāparedz vismaz minimālais drenējošās kārtas biezums 20 cm.

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 $K_f > 5 \text{ m/24 h}$ (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 4 mm. Minētajam materiālam jābūt ar filtrācijas koeficientu ne mazāku par 50 m/24 h un ar izvadiem uz uzbēruma nogāzi ne mazāk kā 0,5 m augstumā virs grāvja teknes. Risinājumiem jābūt pamatotiem ar tehnisku un ekonomisku aprēķinu.

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 30 m.

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

5. Ceļa segas salizturības pārbaude

Ceļa konstrukcijas salizturības risinājumi ir nepieciešami visām ceļa segām, izņemot, ja esošā zemes klātnes grunts atbilst Ceļu specifikācijās definētajam salizturīgās kārtas materiālam.

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

Latvijā raksturīgajos ceļa funkcionēšanas apstākļos parasti ir nepieciešams segas konstrukcijā paredzēt vismaz minimālā biezuma salizturīgo kārtu, vai ekvivalentu risinājumu ar citiem materiāliem.

Salizturīgo kārtu jāprojektē (jānosaka nepieciešamais salizturīgās kārtas biezums un materiāla parametri):

- visos gadījumos, ja zemes klātnes funkcionālās daļas grunts materiāls neatbilst Ceļu specifikācijās definētajam salizturīgās kārtas materiālam;
- ja zemes klātnes Z_{sasal} zonā iespējams kapilārais ūdens (sk. 5.2. tab.);
- ja atbilstoši 4. nodaļas norādījumiem noteikto drenējošo kārtu paredzēts aizstāt ar palielināta biezuma salizturīgās kārtas materiālu;
- iepriekšminētajos gadījumos, izņemot drenējošās kārtas aizstāšanu, salizturīgās kārtas minimālais biezums 20 cm.

4. nodaļā noteiktās drenējošās kārtas funkcijas (izņemot GŪL pazemināšanu), piemēram, kapilārā ūdens plūsmas pārtraukšana, var veikt palielināta biezuma salizturīgā kārtā. Tās biezumu iegūst par 1,5 reizēm palielinot pēc 4. nodaļas noteikto nepieciešamo drenējošās kārtas biezumu. Jebkurā gadījumā salizturīgās kārtas, kura aizstās drenējošo kārtu, minimālais biezums 40 cm. Segas konstrukcijas nestspējas pārbaudēm, atbilstoši šajā nodaļā aprakstītajam, jāizmanto lielākais iegūtais salizturīgās kārtas biezums.

Gadījumos, kad salizturīgai kārtai paredzēts pildīt iepriekšminētās drenējošās kārtas funkcijas, tā projektējama visā zemes klātnes platumā nodrošinot izeju (brīvu izplūdi) grāvī, ceļa nogāzē, drenāžas caurulē vai drenāžas tranšejā.

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

Segas konstrukcijai, kura papildināta ar noteikto salizturīgās kārtas risinājumu (kārtas materiāls un tās biezums) jāveic nepieciešamās segas konstrukcijas nestspējas pārbaudes (sk. 3. nod.).

Konstrukciju uzskata par salizturīgu, ja tiek ievērots nosacījums:

$$l_{\text{kūk}} \leq l_{\text{piel}} \quad (5.1)$$

kur: $l_{\text{kūk}}$ – zemes klātnes grunts sagaidāmais sala pacēlums;
 l_{piel} – konstrukcijai pieļaujamais sala pacēlums (sk. 5.2. tab.).

Sagaidāmo sala pacēlumu $l_{\text{kūk}}$ nosaka pēc sakarības:

$$l_{\text{kūk}} = l_{\text{kūk,vid}} \cdot K_{\text{GŪL}} \cdot K_{\text{gr}} \cdot K_{\text{sl}} \cdot K_{\text{mitr}} \quad (5.2)$$

kur: $l_{\text{kūk,vid}}$ – vidējo apstākļu sala kūkumošanās (sagaidāmā) (sk. 5.3. att.);
 $K_{\text{GŪL}}$ – koeficients, kas ievērtē GŪL (sk. 5.1. att.);
 K_{gr} – koeficients, kas ievērtē zemes klātnes grunts granulometrisko sastāvu (sk. 5.3. tab.);
 K_{sl} – koeficients, kas ievērtē sasaluma dziļumu (sk. 5.2. att.);
 K_{mitr} – koeficients, kas ievērtē zemes klātnes grunts aprēķina mitrumu (sk. 5.4. tab.).

Ja sagaidāmais sala pacēlums $l_{\text{kūk}}$ pārsniedz pieļaujamo sala pacēlumu l_{piel} (sk. 5.2. tab.), ir jāpalielina ceļa segas konstrukcijas biezums, palielinot salizturīgo kārtu biezumu. Šādā gadījumā nepieciešamās salizturīgo kārtu papildu biezumu nosaka lietojot 5.3. attēla nomogrammu. Tam nepieciešams noteikt vidējo apstākļu sala kūkumošanos (pieļaujamo) $l_{\text{kūk,vid}}$ pēc sakarības:

$$l_{k\ddot{u}k.vid} = l_{piel}/(K_{G\ddot{U}L} \cdot K_{gr} \cdot K_{sl} \cdot K_{mitr}) \quad (5.3)$$

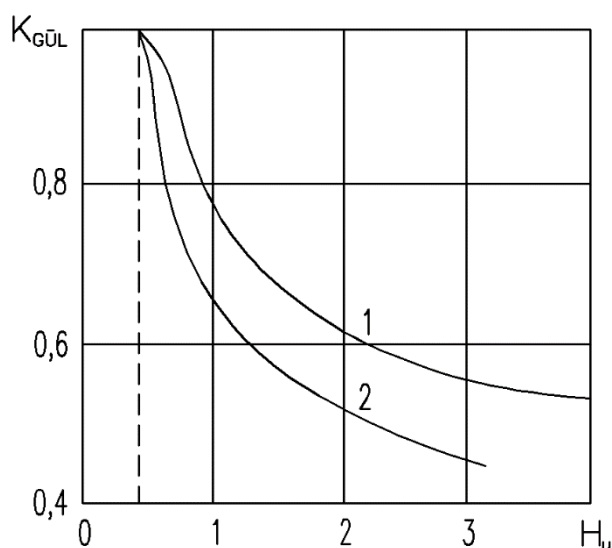
Pēc tam no grafika (sk. 5.3. att.) saskaņā ar grunts grupu (sk. 5.1. tab.) nosaka nepieciešamo segas biezumu $H_{seg,nep}$, no kura atvasina nepieciešamo salizturīgās kārtas biezumu.

5.1. tab. Grunts kūkumošanās (sala pacēluma) pakāpe.

Grunts apraksts	Grupa	Kūkumošanās raksturojums	Kūkumošanās lielums (cm)
Grantaina, rupja, vidēji rupja, smalka un viendabīga smilts ar < 0,063 mm daļiņu saturu mazāku par 2 %;	I	Nekūkumojoša	<1
Grantaina, rupja, vidēji rupja, smalka un viendabīga smilts ar < 0,063 mm 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

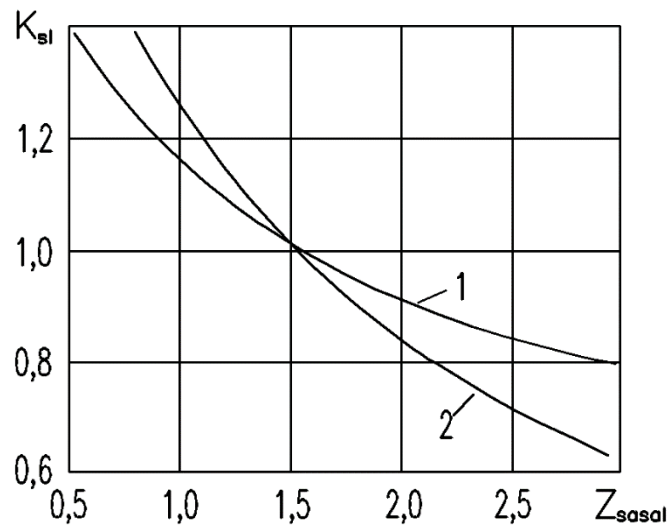
5.2. tab. Pieļaujamās sala pacēluma vērtības.

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



5.1. att. Koeficients $K_{G\ddot{U}L}$ atkarībā no attāluma H_u starp zemes klātnes virsmu un $G\ddot{U}L$.

Piezīmes. 1. Līkne Nr. 1 – puteklainai un smagai - puteklainai mālsmiltij, smilšmālam, mālam;
2. Līkne Nr. 2 – smiltij, vieglai un vieglai - rupjai mālsmiltij;
3. Ja gruntsūdens ietekmes nav ($H_u > 3,5$ m), tad pieņem: smagai un puteklainai mālsmiltij, smilšmālam, mālam $K_{G\ddot{U}L} = 0,53$; smiltij, vieglai un vieglai rupjai mālsmiltij $K_{G\ddot{U}L} = 0,43$.



5.2. att. Koeficients K_{sl} atkarībā no sasaluma dziļuma Z_{sasal} no seguma virsmas.

Piezīmes. 1. Līkne Nr. 1 – puteklīgai un smagai - puteklīgai mālsmiltij, smilšmālam, mālam;
2. Līkne Nr. 2 – smiltij, vieglai un vieglai - rupjai mālsmiltij.

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

$$Z_{sasal} = Z_{sasal.vid} + 0,3 \quad (5.4)$$

kur: $Z_{sasal.vid}$ – vidējais sasaluma dziļums noteiktajā reģionā neskartā gruntī (sk. 5.4. att.);
0,3 – sasaluma dziļuma palielinājums ceļa konstrukcijas zonā.

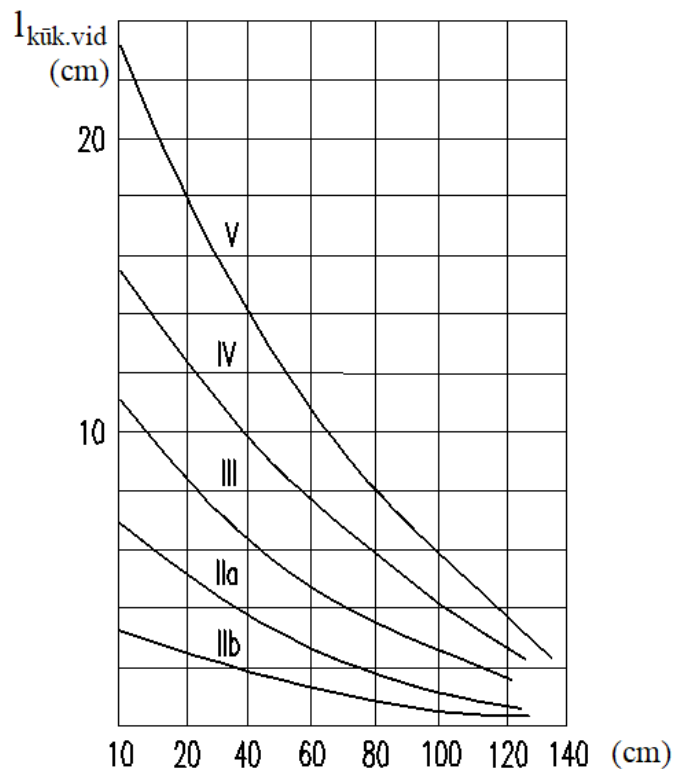
5.3. tab. Zemes klātnes grunts granulometriskā sastāva koeficients K_{gr} .

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

5.4. tab. Grunts aprēķina mitruma koeficients $K_{mitr.}$

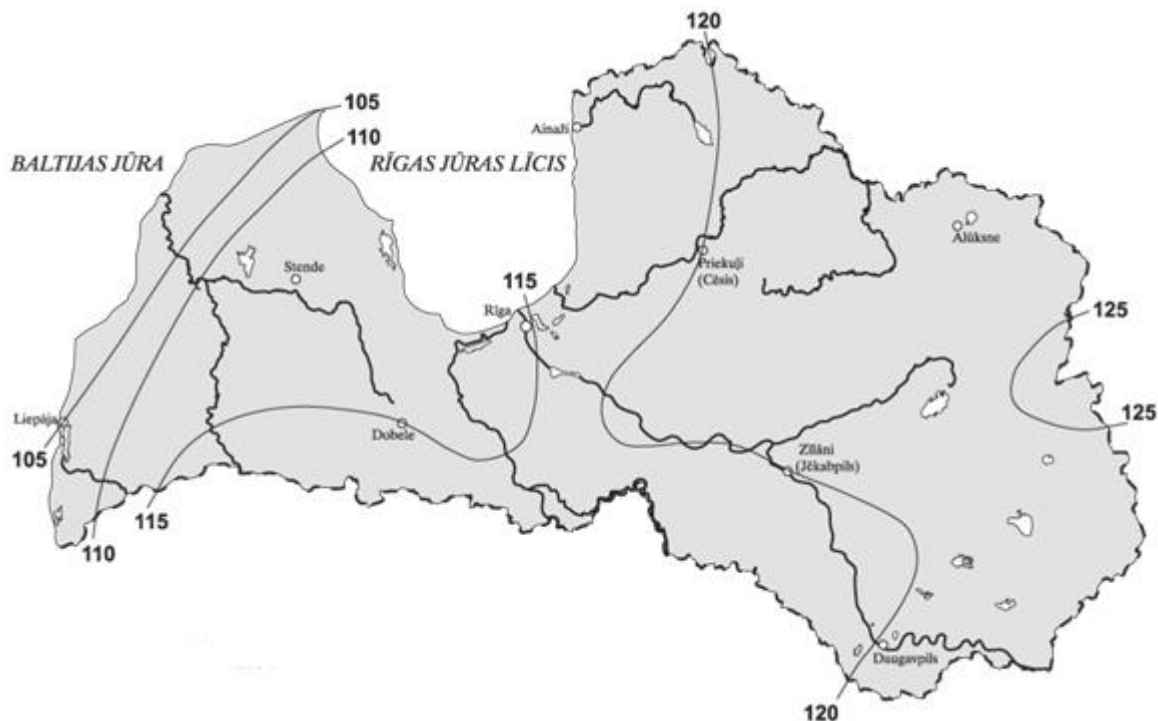
Grunts mitruma pakāpe W_{apr}	0,6	0,7	0,8	0,9
$K_{mitr.}$	1,0	1,1	1,2	1,3

Piezīme. W_{apr} nosaka ar saskaņā ar 6.2. pielikumu.



5.3. att. Grafiks vidējās sala kūkumošanās $l_{kuk.vid}$ noteikšanai.

- Piezīmes.** 1. Horizontālā ass – ceļa segas biezums, ieskaitot projektēto salizturīgo kārtu. Uz vertikālās ass nolasa atbilstošo $l_{kuk.vid}$ atkarībā no grunts grupas (II-V);
 2. Līkni II-V izvēlas atkarībā no grunts grupas pēc 5.1. tabulas;
 3. IIa lieto 2. un 3. ceļa segas mitruma režīma gadījumā, IIb lieto 1. ceļa segas mitruma režīma gadījumā.



5.4. att. Ceļa segas aprēķinam izmantojamais grunts sasaluma dziļums (cm).

6. PIELIKUMI

6.1. PIELIKUMS APRĒĶINA ASS SLODZE

Projektējot autoceļa segu, aprēķina slodzi pieņem atbilstošu aprēķina ass slodzei – 100 kN. Ja vien projektējamā segas konstrukcija netiek paredzēta kādiem speciāliem projektēšanas uzdevumā definētiem mērķiem, aprēķina slodzi nosaka atbilstoši 3.2. tabulā norādītajam.

Segu projektēšanas gadījumos valsts autoceļu tīklā Pasūtītājs nodrošina projektētāju ar satiksmes intensitātes datiem, kas veikti uzskaites punktos (piemēru skatīt 6.1. tab.).

Gadījumos, ja uzskaites punkts neatrodas projektējamajā ceļa posmā vai tā satiksme raksturojošajā maršrutā, un pasūtītājam nav pieejama informācija par satiksmes apjomu un sadalījumu, projektētājs veic satiksmes uzskaiti atbilstoši norādījumiem SUS rokasgrāmatā un piemēram 6.1. tabulā. Satiksmē esošie transportlīdzekļi nosacīti iedalāmi 6 kategorijās, atbilstoši 6.2. tabulai. Uzskaitot satiksmei jāfiksē transportlīdzekļa piederība kādai no norādītajām kategorijām un to daudzums laika vienībā.

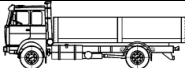
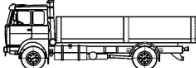
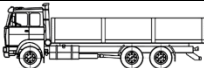
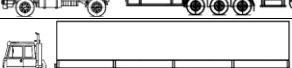
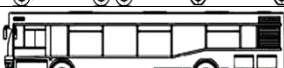
Redukcijas koeficientu S_{sum} vērtības nosakāmas pēc 6.2. tabulas.

6.1. tab. Piemērs projektēšanas uzdevumā norādāmajai informācijai par satiksmes plūsmu.

Gadi	Ceļa Nr.	Posma atšifrējums	Kopējais transportlīdzekļu skaits (A/24 h)	Transportlīdzekļu kategorijas % no kopējā transportlīdzekļu skaita					
				Vieglie transportlīdzekļi	Kravas transportlīdzekļi < 3,5 t	Kravas transportlīdzekļi > 3,5 t	Kravas transportlīdzekļi ar piekabēm	Vilcēji ar puspiekabēm	Autobusi
2011	A1	P11- Salacgrīva (km 77 - 88)	1145	64	4	7	8	16	1
	A1	Salacgrīva- LR robeža (km 12 - 19)	2790	79	2	3	7	8	1

6.2. tab. Redukcijas koeficienti S_{sum} .

(i - tā tipa transportlīdzekļa iedarbības reducēšanai uz aprēķina ass slodzi P_a (100 kN))

i	Transportlīdzekļa kategorija (atbilstoši SUS rokasgrāmatai)		Asu skaits	Redukcijas koeficients S_{sum}
1.	Vieglie transportlīdzekļi		2	0,005
2.	Kravas transportlīdzekļi < 3,5 t		2	0,07
3.	Kravas transportlīdzekļi > 3,5 t		2	1,22
			3	
4.	Vilcēji ar puspiekabēm		3	3,08
			4	
			5	
			6	
5.	Kravas transportlīdzekļi ar piekabēm		4	2,74
			5	
			6	
6.	Autobusi		2	1,35
			3	

6.2. PIELIKUMS

ZEMES KLĀTNES AUGŠĒJĀS KĀRTAS GRUNTS RAKSTURLIELUMU NOTEIKŠANA CEĻA SEGAS STIPRĪBAS APRĒĶINIEM

Zemes klātnes grunts aprēķina vērtības ir atkarīgas no grunts aprēķina mitruma W_{apr} (sk. 6.2.1. punktu), un tās jānosaka saskaņā ar 6.5., 6.6. un 6.7. tabulām.

Atļauta iepriekšminēto aprēķina vērtību (iekšējais berzes leņķis, saiste un elastības modulis) noteikšana (definēšana) pamatojoties uz ģeotehniskās izpētes rezultātiem, taču nepārsniedzot iegūstamās maksimālās vērtības, kas norādītas 6.5., 6.6. un 6.7. tabulās.

Nosakot (definējot) zemes klātnes grunts aprēķina vērtības pamatojoties uz ģeotehniskās izpētes rezultātiem, nevis pēc šajā pielikumā dotajām tabulām, par noteiktajām aprēķina vērtībām ir atbildīgs ieteikumu lietotājs.

6.2.1. Zemes klātnes grunts aprēķina mitruma noteikšana

Grunts aprēķina mitrumu W_{apr} nosaka pēc sakarības:

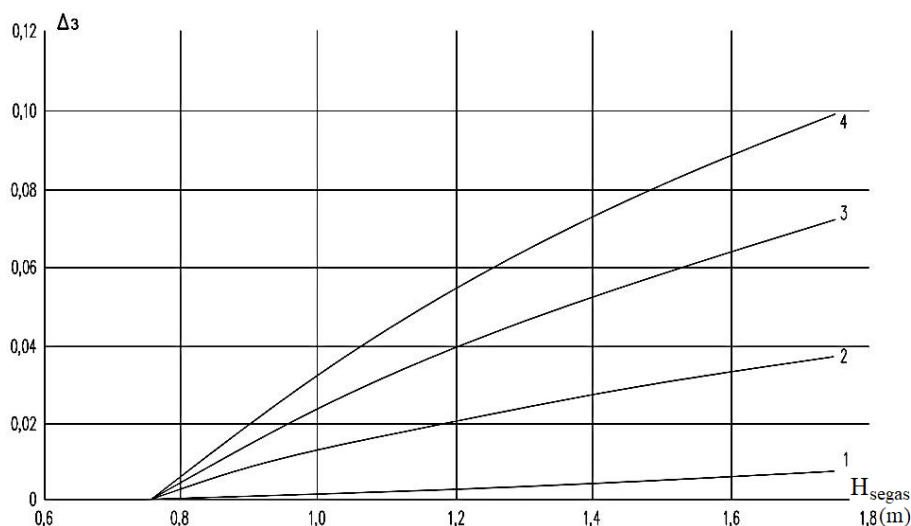
$$W_{apr} = (W_{tab} - W\Delta_2) \cdot (1 + 0,1t_n) - \Delta_3 \quad (6.1)$$

kur: W_{tab} – zemes klātnes augšējās kārtas vidējais ilggadīgais grunts mitrums (novērots nelabvēlīgākajā (šķīdoņa) periodā), (sk. 6.3. tab.);

$W\Delta_2$ – mitruma korekcija atkarībā no ceļa konstrukcijas risinājumiem (sk. 6.4. tab.);

Δ_3 – ceļa segas summārā biezuma korekcija (sk. 6.1. att.);

t_n – stiepes stiprības normētais novirzes koeficients (sk. 3.6. tab.).



6.1. att. Grafiks segas stabilo kārtu biezuma korekcijas Δ_3 noteikšanai.

Piezīmes. 1. Grunts sākotnējais relatīvais mitrums: $W = (W_{tab} - W\Delta_2)$.

2. $W=0,75$; 2) $W=0,8$; 3) $W=0,85$; 4) $W=0,9$.

6.3. tab. Zemes klātnes augšējās kārtas vidējais ilggadīgais grunts mitrums W_{tab} .

Ceļa segas mitruma režīms	W_{tab} (daļās no grunts plūstamības robežas mitruma)				
	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

6.4. tab. Korekcija $W\Delta_2$.

Nr.	Konstruktīvie risinājumi	Korekcija $W\Delta_2$
1.	Stabilizēta (ar saistvielu 2-8%) pamatnes grunts (sk. 2.9. punktu):	
	- 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 zem segas konstrukcijas	0,05
4.	Hidroizolējoša kārtā	0,05
5.	Kapilārais ūdens sasniedz Z_{sasal} zonu (sk. 4.2. tab.)	-0,03

Piezīme. 1. un 2. risinājumu gadījumos korekciju $W\Delta_2$ lieto tikai 1. segas mitruma režīmā.

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

6.5. tab. 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

6.6. tab. Grunšu elastības moduļu E_{gr} lielumi segas aprēķinam.

Grunts ¹⁾	Elastības modulis E_{gr} atkarībā no W_{apr} , MPa						
	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90 ²⁾
Smilts:							
• vidēji rupja;	100						
• smalka;	100						
• viendabīga (kāpu) ³⁾ ;	75						
• putekļaina.	84	78	72	66	60	54	48
Māls:							
• viegla;	56	53	49	45	43	42	41
• putekļaina;	72	54	46	38	32	27	26
• smaga, putekļaina;							
• viegla, rupja.	65						
Smilšmāls:							
• viegls;	72	50	41	34	29	25	24
• smags;							
• viegls, putekļains;	72	54	46	38	32	27	26
• smags, putekļains.							
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;

3. Viendabīga smilts ir tāda, kuras neviendabības koeficients $C_u < 3$;

4. Ja noteiktais grunts elastības modulis $E_{gr} < 35$ MPa, jāprojektē atbilstoši grunts pastiprināšanas risinājumi (sk. 2.9. punktu).

6.7. tab. Smilšainu grunšu bīdes normatīvie raksturlielumi.

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

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 smilts ir tāda, kuras neviendabības koeficients $C_u < 3$.

6.3. PIELIKUMS

CEĻA SEGAS STIPRĪBAS APRĒĶINIEM LIETOJAMĀS CEĻU BŪVMATERIĀLU PARAMETRU PAGAUDU VĒRTĪBAS

Jaunu ceļa segas konstruktīvo kārtu aprēķina vērtības dotas 6.8. un 6.9. tabulās, to materiāliem ir jāatbilst Ceļu specifikācijās izvirzītajām prasībām. Vadlīnijas segas materiāla izvēlei un minimālās nepieciešamās nestspējas sasniegšanai dotas 6.10. tabulā.

Pārbūvējot esošo ceļa segu, lai veiktu konstrukcijas (kas sastāv no saglabājamajām un jaunajām konstruktīvajām kārtām) aprēķinu, saglabājamajām konstruktīvajām kārtām nosakāmas samazinātas (90 % no jaunu konstruktīvo kārtu aprēķina vērtībām) elastības moduļu aprēķina vērtības.

Ieteikumu lietotājam atļauta iepriekšminēto aprēķina vērtību (elastības moduļu) noteikšana (definēšana), taču nepārsniedzot maksimālās vērtības vai, saglabājamo konstruktīvo kārtu gadījumā, 90 % no maksimālajām vērtībām, kas norādītas 6.8. un 6.9. tabulās.

Ieteikumu lietotājs ir atbildīgs par noteiktās (definētās) saglabājamās ceļa segas konstruktīvās kārtas atbilstību šiem ieteikumiem un Ceļu specifikācijām.

Nosakot (definējot) ceļa segas konstruktīvo kārtu elastības moduļu aprēķina vērtības, nevis izvēloties no šajā pielikumā dotajām tabulām, par noteiktajām aprēķina vērtībām un iegūto aprēķina gala rezultātu ir atbildīgs ieteikumu lietotājs.

6.8. tab. Asfalta kārtu aprēķina parametri.

Materiāls	Ieteicamais biezums (cm)		Stiepe (+ 5 °C)				Elastīgā Ieliece (+ 10 °C)	Bīde (+ 20 °C)
	no	līdz	E (MPa)	m _{pak}	k _a	R _{st.v}	E (MPa)	E (MPa)
Dilumkārtā								
Asfaltbetons AC 11 surf	3,5	5,5	4250	6,3	5,3	9,7	2950	1650
Asfaltbetons AC 16 surf	5,0	7,0	4250	6,3	5,3	9,7	2950	1650
Asfaltbetons AC 16 surf - VK	5,0	8,0	4250	6,3	5,3	9,7	2950	1650
Asfaltbetons AC 22 surf	6,0	9,0	4250	6,3	5,3	9,7	2950	1650
Šķembu mastikas asfalts SMA 11	3,0	4,5	5400	6,3	5,3	9,7	2950	1650
Šķembu mastikas asfalts SMA 16	4,0	6,5	5400	6,3	5,3	9,7	2950	1650
Šķembu mastikas asfalts SMA 22	5,5	8,5	5400	6,3	5,3	9,7	2950	1650
Saistes kārtā (trīs un vairāku asfalta kārtu gadījumā)								
Asfaltbetons AC 11 bin	3,5	5,5	2650				1900	1100
Asfaltbetons AC 16 bin	5,0	7,0	2650				1900	1100
Asfaltbetons AC 22 bin	6,0	9,0	2650				1900	1100
Asfaltbetons AC 32 bin	8,0	13,0	2650				1900	1100
Seguma apakškārtā								
Asfaltbetons AC 16 base	5,0	7,0	2650	4,8	6,1	7,9	1900	1100
Asfaltbetons AC 22 base	6,0	9,0	2650	4,8	6,1	7,9	1900	1100
Asfaltbetons AC 32 base	8,0	13,0	2650	4,8	6,1	7,9	1900	1100

6.9. tab. Minerālmateriālu seguma, pamata kārtu un grunts aprēķina vērtības.

Materiāls	Ieteicamais biezums (cm)		Elastīgā Ieliece (+ 10 °C)	Bīde nesaistītajās kārtās (+ 20 °C)
	no	līdz	E (MPa)	E (MPa)
Segums				
Nesaistītu minerālmateriālu 0/16 maisījums	5	10	290	290
Nesaistītu minerālmateriālu 0/32s maisījums	8	20	290	290
Pamata nesošā kārtā				
Ar cementu saistīts minerālmateriālu maisījums CBGM	8	18	900	900
Reciklēts maisījums (ja $AADT_{j, kravas} > 500$)	10	20	550	550
Reciklēts maisījums (ja $AADT_{j, kravas} \leq 500$)	10	20	400	400
Frakcionētas šķembas noķīlētas ar šķembu maisījumu	15	40	400	400
Nesaistītu minerālmateriālu maisījums	15	40	260	260
Reciklēts maisījums (bez saistvielas pievienošanas)	15	30	180	180
Reciklēts maisījums (bez saistvielas un jauna minerālmateriāla pievienošanas)	10	30	160	160
Pamata papildkārtā				
Pastiprināta salizturīgā kārtā	20	70	130	130
Nepastiprināta salizturīgā kārtā	20	70	100	100
Drenējošā kārtā	20	70	70	70
Zemes klātne				
Grunts	-	-	Pēc 6.6. tab.	Pēc 6.6. tab.
Stabilizēta grunts (sk. 2.9. punktu)	-	-	45	45

Piezīmes. 1. $AADT_{j, kravas}$ nosaka 1. segas kalpošanas gadam saskaņā ar SUS rokasgrāmatā doto algoritmu.

6.10. tab. Vadlīnijas segas materiāla izvēlei un minimālās nepieciešamās nestspējas sasniegšanai.

Segas kategorija	Segums			Pamata nesošā kārta (saistīta)		Pamata nesošā kārta (nesaistīta)			Pamata papildkārta		
	Dīlumskārtā	Saistes kārtā	Seguma apakškārtā	CBGM	Reciklēts maisījums	Frakcionētu šķembu kārta noķīlēta ar šķembu maisījumu	Nesaistītu minerālmateriālu maisījums	Reciklēts maisījums (bez saistvielām)	Pastiprināta salizturīgā kārta	Nepastiprināta salizturīgā kārta	Drenējošā kārta
1 (CBGM)	SMA	AC	AC	170		120 (150)	120 (150)	nestspējas kritērijs jāsasniedz virs pamata nesošās virskārtas (tikai kā pamata nesošā apakškārtā)	70 (90)	nestspējas kritērijs jāsasniedz virs pamata nesošās virskārtas	nestspējas kritērijs jāsasniedz virs pamata nesošās virskārtas
2 (CBGM)	SMA	AC	AC	170		120 (150)	120 (150)		70 (90)		
3 (CBGM)	SMA	AC	AC	170		120 (150)	120 (150)		70 (90)		
1	SMA	AC	AC		140	140 (180)	140 (180)		70 (90)		
2	SMA	AC	AC		140	140 (180)	140 (180)		70 (90)		
3	SMA	AC	AC		140	140 (180)	140 (180)		70 (90)		
4	AC		AC		140	140 (180)	140 (180)		70 (90)		
5	AC		AC		120	120 (150)	120 (150)		70 (90)		

Piezīmes.

1. Tabulā dotas rekomendācijas seguma materiāla izvēlei un nepieciešamās minimālās nestspējas sasniegšanai uz konstruktīvajām kārtām atkarībā no ceļa segas kategorijas;
2. Pamata kārtām norādītas segas konstrukcijas projektēšanas laikā sasniežamās minimālās E_{ekv} vērtības, iekavās zem tām norādītās būvniecības laikā sasniežamās minimālās E_{v2} vērtības (izņemot saistīta pamata nesošās kārtas);
3. Prasība par minimālās E_{v2} vērtības sasniegšanu jāpievieno būvniecības dokumentācijai;
4. Pamata materiāliem, kam nav izvirzīti nestspējas kritēriji, paredzētā nestspēja ir jāsasniedz uz kādas no nākošajām, augstāk esošajām, konstruktīvajām kārtām;
5. Paredzot pamata nesošo kārtu no diviem materiāliem, nestspēja ir jāsasniedz virs pamata nesošās virskārtas.

6.4. PIELIKUMS

IETEICAMIE CEĻA SEGAS KONSTRUKCIJAS IZVĒLES SĀKUMA RISINĀJUMI

Ceļa segas konstrukcijas sākuma izvēles ieteicamie risinājumi, kas izmantojami uzsākot segas konstruēšanu, norādīti 6.11. tabulā. Norādītie segas risinājumi aprēķināti ņemot vērā vidējo vērtību no konkrētajai kategorijai paredzētā minimālās un maksimālās summārās 100 kN ass slodzes pārbraucienu skaita aprēķina joslā paredzētajā kalpošanas laikā - 20 gadi.

Sākuma konstrukcijas atbilst pieņemtai zemes klātnai ar $E_{gr} \geq 45$ MPa, kā arī nosacījumam, ka būvniecības laikā uz pieņemtās zemes klātnes tiks nodrošināts deformācijas modulis $E_{v2} \geq 45$ MPa.

Vispirms attiecīgajai ceļa segas kategorijai no tabulas izvēlas sākuma konstrukciju, to papildina ar nepieciešamajām papildkārtām, precizē seguma kārtu biezumus, veic iegūtās konstrukcijas pārbaudes pēc 3. nod. noteiktajiem kritērijiem (tai skaitā nodrošinot minimālo E_{ekv} vērtību sasniegšanu uz konstruktīvajām kārtām).

6.11. tab. Ieteicamie ceļa segas konstrukcijas sākuma izvēles risinājumi.

Materiāls		Konstrukcija	Materiāls		Konstrukcija
1. kategorija	AADT _{j, kravas} >2000	Šķembu mastikas asfalts SMA 11 Asfaltbetons AC 22 bin Asfaltbetons AC32 base Nesaistītu minerālmateriālu maisījums Nepastiprināta salizturīgā kārtā	4. kategorija	AADT _{j, kravas} 101-500	Asfaltbetons AC 11 surf Asfaltbetons AC 32 base Nesaistītu minerālmateriālu maisījums Nepastiprināta salizturīgā kārtā
2. kategorija	AADT _{j, kravas} 1001-2000	Šķembu mastikas asfalts SMA 11 Asfaltbetons AC 22 bin Asfaltbetons AC32 base Nesaistītu minerālmateriālu maisījums Nepastiprināta salizturīgā kārtā	5. kategorija	AADT _{j, kravas} 21-100	Asfaltbetons AC 11 surf Asfaltbetons AC 22 base Nesaistītu minerālmateriālu maisījums Nepastiprināta salizturīgā kārtā
3. kategorija	AADT _{j, kravas} 501-1000	Šķembu mastikas asfalts SMA 11 Asfaltbetons AC 22 bin Asfaltbetons AC32 base Nesaistītu minerālmateriālu maisījums Nepastiprināta salizturīgā kārtā	6. kategorija	AADT _{j, kravas} ≤20	Asfaltbetons AC 16 surf Nesaistītu minerālmateriālu maisījums Nepastiprināta salizturīgā kārtā

APZĪMĒJUMI

▽ 140 180	Nestspējas prasības E_{ekv} (MPa) Nestspējas prasības E_{v2} (MPa)
▽ 45 100	Nestspējas prasības E_{gr} (MPa) Nestspējas prasības E_{v2} (MPa)
40	Segas konstrukcijas kārtas biezums H (cm)
Σ95	Segas konstrukcijas biezums H_{seg} (cm)

6.5. PIELIKUMS

CEĻA SEGAS KONSTRUKCIJU TIPVEIDA RISINĀJUMI

Ceļa segas konstrukciju tipveida risinājumi dažādām ceļa segas kategorijām norādīti 6.12. tabulā. Norādītie segas risinājumi aprēķināti ņemot vērā vidējo vērtību no konkrētajai kategorijai paredzētā minimālās un maksimālās summārās 100 kN ass slodzes pārbraucienu skaita aprēķina joslā paredzētajā kalpošanas laikā - 20 gadi. Visiem materiāliem jāatbilst Ceļu specifikāciju prasībām.

Norādītās konstrukcijas atbilst pieņemtai zemes klātnei ar $E_{gr} \geq 45$ MPa, kā arī nosacījumam, ka būvniecības laikā uz pieņemtās zemes klātnes tiks nodrošināts deformācijas modulis $E_{v2} \geq 45$ MPa (reciklēšanas gadījumā uz saglabājamās konstrukcijas $E_{ekv} = 70$ MPa un $E_{v2} \geq 100$ MPa).

Tipveida konstrukcijām norādītas konstruktīvās kārtas, materiāli un biezumi, kā arī projektēšanas laikā sasniedzamās minimālās E_{ekv} un būvniecības laikā sasniedzamās minimālās E_{v2} vērtības.

6.12. tab. Ceļa segas konstrukciju tipveida risinājumi.

Ceļa segas kategorija		1.	2.	3.	4.	5.	
AADT _j , kravas		>2000	1001-2000	501-1000	101-500	21-100	≤20
1	Nesaistītu minerālmateriālu pamata nesošā kārtā						
	Dilumkārtā Saistes kārtā Seguma apakškārtā Minerālmateriālu maisījums Nepastiprināta salizturīgā kārtā						
2	Frakcionētu šķembu (noķīlētās ar šķembu maisījumu) pamata nesošā kārtā						
	Frakcionētas šķembas Nepastiprināta salizturīgā kārtā						
3	Reciklēta maisījuma (ar saistvielu) pamata nesošā kārtā uz saglabājamās pamatnes						
	Reciklēts maisījums Reciklēts maisījums(nesaistīts)						
4	Reciklēta maisījuma (bez saistvielas) pamata nesošā kārtā uz saglabājamās pamatnes						
	Minerālmateriālu maisījums Reciklēts maisījums(nesaistīts)						
5	Ar cementu saistīta minerālmateriālu maisījuma CBGM pamata nesošā kārtā uz nesaistītu minerālmateriālu maisījuma						
	Dilumkārtā Saistes kārtā Seguma apakškārtā CBGM Minerālmateriālu maisījums Nepastiprināta salizturīgā kārtā						
6	Ar cementu saistīta minerālmateriālu maisījuma CBGM pamata nesošā kārtā uz pastiprinātas salizturīgās kārtas						
	Dilumkārtā Saistes kārtā Seguma apakškārtā CBGM Pastiprināta salizturīgā kārtā						

APZĪMĒJUMI

▽ 140
180

Nestspējas prasības E_{ekv} (MPa)
Nestspējas prasības E_{v2} (MPa)

▽ 45
100

Nestspējas prasības E_{gr} (MPa)
Nestspējas prasības E_{v2} (MPa)

40

Segas konstrukcijas kārtas biezums H (cm)

Σ95

Segas konstrukcijas biezums H_{seg} (cm)

6.6. PIELIKUMS

SEGAS APRĒĶINA KALPOŠANAS PERIODS UN SUMMAS KOEFICIENTA K_T VĒRTĪBAS

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.

Summas koeficientu K_T vērtību piemērus skatīt 6.13. tabulā.

6.13. tab. Summas koeficientu K_T vērtību piemēri.

Satiksmes intensitātes izmaiņu koeficients q	K_T vērtības atkarībā no dotā aprēķina kalpošanas perioda ilguma T_k		
	10	15	20
- 5,0 %	8,03	10,73	12,83
- 4,5 %	8,20	11,08	13,37
- 4,0 %	8,38	11,45	13,95
- 3,5 %	8,56	11,83	14,56
- 3,0 %	8,75	12,22	15,21
- 2,5 %	8,95	12,64	15,89
- 2,0 %	9,15	13,07	16,62
- 1,5 %	9,35	13,52	17,39
- 1,0 %	9,56	13,99	18,21
- 0,5 %	9,78	14,49	19,08
0 %	10,00	15,00	20,00
+ 0,5 %	10,23	15,54	20,98
+ 1,0 %	10,46	16,10	22,02
+ 1,5 %	10,70	16,68	23,12
+ 2,0 %	10,95	17,29	24,30
+ 2,5 %	11,20	17,93	25,54
+ 3,0 %	11,46	18,60	26,87
+ 3,5 %	11,73	19,30	28,28
+ 4,0 %	12,01	20,02	29,78
+ 4,5 %	12,29	20,78	31,37
+ 5,0 %	12,58	21,58	33,07

K_T – summas koeficientu aprēķina pēc formulas:

$$K_T = \frac{((1+q)^{T_k})-1}{q} \quad (6.2)$$

kur: T_k – segas konstrukcijas aprēķina kalpošanas periods (sk. 6.13. tab.);
 q – satiksmes intensitātes izmaiņu koeficients.

6.7. PIELIKUMS

NORĀDĪJUMI SEGAS KONSTRUKCIJĀ IZMANTOJAMO MATERIĀLU IZVĒLEI

6.7.1. Vispārīgie apsvērumi

Ceļu būvniecībā pārsvarā tiek lietoti materiāli, kuriem prasības ir noteiktas Ceļu specifikācijās. Tās 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 Ceļu specifikācijas nenosaka.

Piemēram, ceļa segas pamata nesošajām kārtām var lietot gan nesaistītu minerālmateriālu 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 Ceļu specifikācijās lietotajiem apsvērumiem, ceļu būves un ekspluatācijas pieredzi un dažādos pētījumos pieejamo informāciju.

6.7.2. Pamatapsvērumi nosakot segas konstrukcijas kārtu un materiālu:

- Segas materiālu tehniskajiem parametriem jāatbilst Ceļu specifikāciju prasībām;
- Ja prognozētā AADT ir līdz 3000 A/24 h 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 bin/base ar minimālajai robežai tuvu poru saturu;
- Ceļa segas konstrukcijai sabiedriskā transporta pieturvietās, lēnināšanas posmos, regulējamās mezglos un citās vietās, kurās paredzama bremzēšana, ir jānodrošina paaugstināta asfalta kārtu bīdes izturība augstās temperatūrās. Šajās vietās konstrukcijā var paredzēt ģeorežģi vai cita veida armējumu, to pamatojot ar aprēķinu;
- Statiskas un horizontālas slodzes gadījumā asfalta seguma kārtām nepieciešama paaugstināta bīdes noturība. Ceļa sega transporta pieturvietās (atbilstoši LVS 190-8), 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 LVS 190-3, LVS 190-4), dzelzeļa pārbrauktuves pieejās un citās tamlīdzīgās vietās konstruējot segu, asfalta kārtas var paredzēt ar paaugstinātām prasībām izturībai pret paliekošajām (bīdes) deformācijām. Lai to panāktu, atbilstoši Ceļu specifikācijām, vismaz par vienu pakāpi var paaugstināt prasības asfalta sastāva projektēšanai attiecībā uz izturību pret paliekošām deformācijām.

6.7.3. 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 novades risinājumus un izvērtējot reciklēta materiāla filtrācijas īpašības;
- Pamata nesošo virskārtu 1. - 3. segas kategorijas konstrukcijām ieteicams projektēt no saistīta materiāla;
- Ja pamata nesošo virskārtu kārtu ir paredzēts nostiprināt ar hidraulisku saistvielu, tad, lai ierobežotu minētās kārtas plaisu reflektēšanos seguma kārtu kopējais biežums ir jāpieņem ne mazāks kā nostiprinātās pamata kārtas biežums. Bez tam, minētā mērķa sasniegšanai var paredzēt šādus risinājumus:
 - ģeorežģa iestrādi segumā;
 - atbilstošas saistvielas izmantošanu saistes kārtā;
 - citus speciālus risinājumus.

- 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 ūdens novade 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;
- Asfalta seguma biezumu ceļa (brauktuves) segai ar nesaistīta materiāla pamata nesošo virskārtu projektē ne mazāku kā 5 cm.

6.7.4. Dabīgas gruntis

Zemes klātnē var paredzēt dabīgu, stabilizētu un uzlabotu grunti, vai reciklētu materiālu, kā arī ģeosintētiskos materiālus, 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 45 MPa (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 gruntis tiek klasificētas grupās:

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

Grunts tehniskie parametri (E , c , ϕ) ir atkarīgi no grunts tipa un no samitrinājuma pakāpes. Ceļa segas nestspējas pārbaudēs tiek lietota grunts aprēķina mitruma vērtība, kuru nosaka saskaņā ar 6.2. pielikumu un atbilstoši tam noteiktie nestspējas parametri.

Ar saistvielu uzlabotas gruntis

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, tādejādi 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 – 40 cm;
- pastāvīga kapilārā vai ja mitruma ietekme ir epizodiska – 30 cm.

Pievienojamās saistvielas veidu un daudzumu (cementu, CHCS vai kaļķi) nosaka atkarībā no grunts tipa, ņemot vērā Ceļu specifikāciju norādes.

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 un 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.

Stabilizēta grunts

Stabilizēta grunts ir dabīgas grunts un neorganiskas saistvielas maisījums ar noteiktām īpašībām. Prasības stabilizētām gruntīm un to sastāva projektēšanai nosaka Ceļu specifikācijas. Atšķirībā no uzlabotas grunts, stabilizētai gruntij ir definētas un segas aprēķinā ievērtējamas 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 elastības moduļa. Uz stabilizētas grunts slāņa segas aprēķinā pieņem $E_{gr} = 45 \text{ MPa}$ neatkarīgi no lietotā stabilizācijas risinājuma, kā arī pieņem, ka būvniecības laikā uz stabilizētās zemes klātnes tiks nodrošināts deformācijas modulis $E_{v2} \geq 45 \text{ MPa}$. Konstruktvī stabilizētas grunts slāņa biezums jāparedz 15 – 30 cm robežās.

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

6.7.5. Pamata nesošās kārtas un papildkārtas

Salizturīgās un drenējošās kārtas materiāli

Salizturīgo kārtu paredz no Ceļu specifikācijās definētiem materiāliem. Parasti to projektē no Ceļu specifikācijām atbilstoša materiāla, kas pieejams objekta tuvumā.

Drenējošo kārtu ceļa segā paredz tad, ja tas izriet no 4. nod. nosacījumiem. Prasības drenējošās kārtas materiālam ir definētas Ceļu specifikācijās. Gadījumā, ja paredzēts speciāls drenējošās kārtas materiāls, tad tā īpašības ir jānorāda projektā.

Nesaistītie maisījumi pamata nesošajām kārtām un segumam

Segas kārtai var paredzēt (pēc Ceļu specifikācijām):

- Nesaistītu minerālmateriālu maisījuma pamatu;
- Nesaistītu minerālmateriālu maisījuma segumu;
- Frakcionētu drupinātu minerālmateriālu pamatu.

Reciklēts maisījums (bez saistvielām, esošais asfalts + esošā pamata nesošā kārtā samaisīta uz ceļa dažādās proporcijās).

Frakcionēto minerālmateriālu paredz tikai konstrukcijā ar saistīta materiāla segumu.

Projektējot nesaistītu pamata nesošo kārtu, priekšroka dodama minerālmateriāla maisījumiem. Frakcionētu minerālmateriālu var paredzēt, ja nepieciešama > 32 cm bieza nesaistīta pamata nesošā kārtā. Aprēķina parametru nosaka vienu visai noķīlētajai kārtai.

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

Ceļa segu ar nesaistītu segumu konstruēšana

Nesaistītu segumu, var paredzēt 6. segas kategorijai, kā arī ceļa segas stadiālās būvniecības gadījumā (kā pagaidu konstrukciju) 3. – 5. segas kategorijai. Projektējot nesaistīta seguma segu kā stadiālās būvniecības pirmās kārtas konstrukciju, pirmajā stadijā ir jāparedz materiāls, kas pēc Ceļu specifikāciju prasībām atbilst segas konstrukcijas pamata nesošajai kārtai. Pagaidu segas saglabāšanai nelabvēlīgajā periodā ir atbilstoši jāierobežo slodze uz transportlīdzekļa asi, ātrums un satiksmes 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.

Reciklētie maisījumi pamata nesošajai kārtai

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

- esošais segums ir ievērojami noliekti;
- satiksmes slodze ir neliela vai vidēja ($AADT_j, \text{kravas} \leq 500$);
- esošā konstrukcija (zem asfalta) ir saglabājama.

Ceļu specifikāciju prasības reciklētiem maisījumiem ir atkarīgas no $AADT_j, \text{kravas}$.

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

Ar cementu saistīta minerālmateriāla (CBGM) pamata nesošā kārta

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

CBGM var paredzēt vienā vai divās kārtās. CBGM jāatbilst Ceļu specifikācijās dotajām norādēm.

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

- ģeorezģa iestrādi segumā (seguma armēšanu);
- atbilstošas (pret plaisām) saistvielas izmantošanu saistes kārtā;
- citus speciālus risinājumus.

6.7.6. Asfalta kārtas

Vispārīgie nosacījumi

Ceļa segas projektēšanas gaitā projektētājam jānosaka:

- maisījuma tips (AC vai SMA);
- jānorāda kārta – (surf vai bin/base);
- jānosaka katras kārtas materiāla nominālais izmērs – 8; 11; 16; 22 vai 32 mm.

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 Ceļu specifikācijām) kārtas biezumu noteiktajam kārtas minerālmateriāla maksimālajam grauda izmēram;

- iespējami samazināt konstrukcijā paredzētā maisījuma iekļāšanai tehnoloģiski nepieciešamo kārtu skaitu;
- iespējami samazināt dažādu asfalta maisījumu un to izgatavošanai nepieciešamo komponentu skaitu projektējamajā objektā.

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

Maisījuma veida izvēle

Asfalta maisījuma veidi ir asfaltbetons AC, šķembu mastikas asfalts SMA.

- SMA asfaltu paredz dilumkārtā, ja $AADT_{j, \text{pievestā}} > 1500$;
- AC bin/base paredz seguma saistes kārtā un apakškārtā;
- Ja prognozētā AADT ir līdz 3000 A/24 h 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 bin/base ar minimālajai robežai tuvu poru saturu, vai no AC surf.

Maisījuma nominālā izmēra izvēle

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

- kopējam asfalta kārtu biezumam nevajadzētu pārsniegt 26 cm (4 + 9 + 13). Lai samazinātu nepieciešamo asfalta biezumu zem asfalta kārtām paredz CBGM;
- dilumkārtas biezums var būt 3 – 4 cm (ja dilumkārtā tiek paredzēta uz asfalta apakškārtas) vai 4 – 7 cm citos gadījumos;
- katra zemākā kārtā ir jāparedz ar lielāku frakciju;
- trīs asfalta kārtas paredz, ja kopējais asfalta kārtu biezums pārsniedz 15 cm;
- dilumkārtā lieto asfalta maisījumus ar frakciju 8, 11, 16, 22 mm. Dilumkārtas materiāla izvēli nosaka kompromisa lēmums starp:
 - virkni satiksmes kvalitāti ietekmējošu apsvērumu;
 - troksnis, saķere, braukšanas komforts utml.;
 - no slodzes intensitātes – jo lielāka prognozēta slodze, jo lielāks rekomendētais grauda izmērs.
- bin/base kārtām lieto asfalta maisījumus ar frakciju 11, 16, 22, 32 mm.

6.7.7. 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 ieteikumos norādītajam. Ceļa segas aprēķinā nav paredzēts ievērtēt pastāvīgu nestspējas uzlabojumu no kāda ģeosintētiska vai ģeotehniska materiāla izmantošanas tajā.

6.8. PIELIKUMS

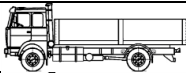
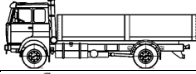
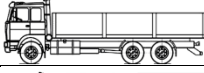
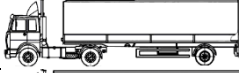
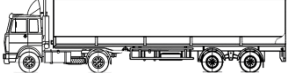
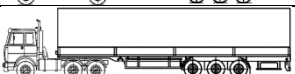
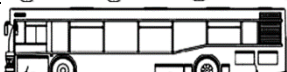
APRĒĶINA PIEMĒRI

1. Piemērs.

Uzdevums.

Nepieciešams noteikt aprēķina ass (100 kN) gada vidējo diennakts pārbraucienu skaitu vienas satiksmes joslas robežās segas pirmajā kalpošanas gadā ($NAS_j/24\text{ h}$):

- satiksmes intensitātes izmaiņu koeficients $q = 2\%$;
- satiksmes intensitātes sadalījuma pa joslām koeficients noslogotākajai joslai $f_j = 0,55$;
- satiksmes intensitātes uzskaites dati un summas koeficienti:

Transportlīdzekļa kategorija (atbilstoši SUS rokasgrāmatai)			Asu skaits	Redukcijas koeficients S_{sum} 100 kN ass slodzei	Uzskaitītā intensitāte, AADT
1.	Vieglie transportlīdzekļi		2	0,005	2630
2.	Kravas transportlīdzekļi < 3,5 t		2	0,07	164
3.	Kravas transportlīdzekļi > 3,5 t		2	1,22	288
			3		
4.	Vilcēji ar puspiekabēm		3	3,08	329
			4		
			5		
			6		
5.	Kravas transportlīdzekļi 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;
- sasaluma dziļums = 1,20 m, $Z_{sasal} = 1,20 + 0,30 = 1,50\text{ m}$;
- segas konstrukcijas aprēķina kalpošanas periods $T_k = 20\text{ gadi}$;
- min. $E_{gr} = 35\text{ MPa}$;
- zemes klātne – putekļaina mālsmilts;
- $H_{darba} = 1,10\text{ m}$;
- $H_{g,1} = 0,30\text{ m}$;
- $H_{g,2} = 0,80\text{ m}$;
- $G_{ULdz} = 2,10\text{ m}$;
- asfalta seguma platums $B = 7,50\text{ m}$;
- ceļa segas mitruma režīms - 1;
- zemes klātnes un drenējošās kārtas šķērsslīpumu starpība - < 2,5 %.

1. Aprēķina ass gada vidējā diennakts pārbraucienu skaita vienas satiksmes joslas robežās un AADT intensitāšu segas pirmajā kalpošanas gadā noteikšana.

Uzskaites gada katras kategorijas intensitāti izsaka aprēķina ass slodzēs pēc formulas:

$$NAS = S_{sum} \cdot AADT$$

1. transportlīdzekļu kategorijai - $2630 \cdot 0,005 = 13,15$;
2. transportlīdzekļu kategorijai - $164 \cdot 0,07 = 11,48$;
3. transportlīdzekļu kategorijai - $288 \cdot 1,22 = 351,36$;
4. transportlīdzekļu kategorijai - $329 \cdot 3,08 = 1013,32$;
5. transportlīdzekļu kategorijai - $657 \cdot 2,74 = 1800,18$;
6. transportlīdzekļu kategorijai - $41 \cdot 1,35 = 55,35$.

Uzskaites gada visu kategoriju intensitātes summa izteikta aprēķina ass slodzēs:

$$\sum NAS = 13,15 + 11,48 + 351,36 + 1013,32 + 1800,18 + 55,35 = 3244,84 \text{ NAS/24 h}$$

Pēc formulas (3.4) nosaka aprēķina ass gada vidējo diennakts pārbraucienu skaitu noslogotākās satiksmes joslas robežās 1. segas kalpošanas gadā:

$$N_a = f_j \sum NAS \cdot K_S = 0,55 \cdot 3244,84 \cdot 1,05 = 1874 \text{ NAS}_j/24 \text{ h}$$

Pēc SUS rokasgrāmatā dotajiem algoritmiem nosakām $AADT_{j, \text{pievestā}}$ un $AADT_{j, \text{kravas}}$:

$$AADT_{j, \text{pievestā}} \text{ 1. segas kalpošanas gadam} = f_j \sum_{i=1}^n AADT_i \cdot K_{S,i} =$$

$$= 0,55 \cdot (2630 + 164 + 288 + 329 + 657 + 41) \cdot 1,05 = 2373 \text{ A/24 h}$$

$$AADT_{j, \text{kravas}} \text{ 1. segas kalpošanas gadam} = f_j \sum_{i=1}^n (AADT_i - ADT_{VT} - ADT_{KrT < 3,5}) \cdot K_{S,i} =$$

$$= 0,55 \cdot (4109 - 2630 - 164) \cdot 1,05 = 759 \text{ A/24 h}$$

Pēc 3.1. tabulas nosakām ceļa segas kategoriju: $AADT_{j, \text{kravas}} 759 \text{ (A/24 h)}$ intensitātei atbilst 3. ceļa segas kategorijai.

2. Aprēķina ass slodžu un E_{vaj} aprēķins.

Nosakām kopējo aprēķina ass slodzes pielikšanas reižu skaitu segas kalpošanas periodā pēc formulas (3.5):

$$\sum N_a = 102 N_a K_T, \text{ kur } K_T = 24,30 \text{ (sk. 6.13. tab.)}$$

$$\sum N_a = 102 \cdot 1874 \cdot 24,30 = 4644636 \text{ NAS}_j/T_k$$

Vajadzīgo segas konstrukcijas elastības moduli aprēķina pēc formulas (3.7):

$$E_{vaj} = 98,65 [\log(\sum N_a) - 3,55] = 98,65 [\log 4644636 - 3,55] = 307 \text{ MPa}$$

3. Zemes klātnes grunts aprēķina mitruma noteikšana.

Aprēķina mitrumu nosakāms pēc formulas (6.1), gruntīm, kas nav salizturīgas (LVS 190-5, 2.tabula).

$$W_{apr} = (W_{tab} - W_{\Delta 2})(1 + 0,1t) - \Delta_3$$

$$W_{tab} = 0,70 \text{ (sk. 6.3. tab., 1. ceļa segas mitruma režīma apstākļos)}$$

$$W_{\Delta 2} = 0,01 \text{ (sk. 6.4. tab., paredzot nomaļu nostiprināšanu ar minerālmateriālu maisījumu - 0,01)}$$

Pēc formulas (6.1) pirmās daļas nosakām grunts sākotnējo relatīvo mitrumu:

$$W = (W_{tab} - W_{\Delta 2}) = 0,70 - 0,01 = 0,69$$

$$\Delta_3 = 0,00 \text{ (sk. 6.1. att., nosaka pēc aprēķinātā grunts sākotnējā relatīvā mitruma W)}$$

Normētās novirzes koeficients $t_n = 1,32$ (sk. 3.6. tab. pie $K_{dr} = 0,90$)

$$W_{apr} = (0,70 - 0,01)(1 + 0,1 \cdot 1,32) - 0,00 = 0,78$$

$$\text{Pie } W_{apr} = 0,78 \text{ } E_{gr} \text{ (sk. 6.6. tab.)} = 34 \text{ MPa} < 35 \text{ MPa}$$

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 puteklainu mālsmilti. Stabilizācijas rezultātā iegūto grunts elastības moduli tālākiem aprēķiniem pieņem $E_{gr} = 45 \text{ MPa}$.

Atbilstoši iepriekš izvēlētajam risinājumam precizējam W_{Δ_2} un aprēķināto zemes klātnes mitrumu:

$W_{\Delta_2} = 0,01 + 0,08 = 0,09$ (sk. 6.4. tab., paredzot nomaļu nostiprināšanu ar minerālmateriālu maisījumu - 0,01, paredzot esošās putekļainās mālsmilts grunts stabilizēšanu - 0,08)

Pēc formulas (6.1) pirmās daļas nosakām grunts sākotnējo relatīvo mitrumu:

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

$\Delta_3 = 0,00$ (sk. 6.1. att., nosaka pēc aprēķinātā grunts sākotnējā relatīvā mitruma W)

Normētās novirzes koeficients $t_n = 1,32$ (sk. 3.6. tab. pie $K_{dr} = 0,90$)

$$W_{\text{apr}} = (0,70 - 0,09)(1 + 0,1 \cdot 1,32) - 0,01 = 0,69$$

4. Segas konstrukcijas drenējošās kārtas aprēķins.

Drenējošās kārtas nepieciešamības izvērtēšanas un aprēķina vajadzībām pieņemam segas konstrukcijas biezuma sākotnējo (pagaidu) vērtību 1,00 m (ieskaitot salizturīgo un drenējošo kārtu).

Atbilstoši 4. nodaļas kritērijiem veicam pārbaudi par drenējošās kārtas nepieciešamību:

- kapilārā ūdens attālums no ceļa segas pamata = $G\ddot{U}L_{dz} + H_{g,1} - H_{\text{seg,pag}}$ - kapilārā ūdens pacelšanas augstums = $2,10 + 0,30 - 1,00 - 0,80 = 0,60$ m (kritērijs $\leq 0,0$ m; vērtējums – nav jāparedz);

- grunts aprēķina mitrums $W_{\text{apr}} = 0,69$ (kritērijs $> 0,90$; vērtējums – nav jāparedz);

- $G\ddot{U}L$ attālums no $Z_{\text{sasal}} = G\ddot{U}L_{dz} + H_{g,1} - Z_{\text{sasal}} = 2,10 + 0,30 - 1,50 = 0,90$ m (kritērijs $< 0,0$ m; vērtējums – nav jāparedz).

Drenējošā kārtā, atbilstoši iepriekš veiktajam vērtējumam, nav nepieciešama.

5. Segas konstrukcijas pieļaujamās elastīgās ielieces pārbaude.

Izveidojam segas konstrukciju pieņemot salizturīgās kārtas biezumu un norādot katra materiāla aprēķina vērtības:

- pieļaujamās elastīgās ielieces aprēķinam (sk. 6.6., 6.8. un 6.9. tab.);

- noturības pret bīdi aprēķinam (sk. 6.5., 6.7., 6.8. un 6.9. tab.);

- noturības pret stiepi aprēķinam (sk. 6.8. tab.).

Nr.	Materiāls	H (cm)	Elastīgā ieliece (+ 10 °C) E (MPa)	Bīde (+ 20 °C) E (MPa)	Stiepe (+ 5 °C)			
					E (MPa)	$R_{st,v}$ (MPa)	k_a	m_{pak}
1.	Šķembu mastikas asfalts SMA 11	3,5	2950	1650	5400	9,70	5,30	6,30
2.	Asfaltbetons AC 22 bin	7	1900	1100	2650	-	-	-
3.	Asfaltbetons AC 32 base	9	1900	1100	2650	7,90	6,10	4,80
4.	Nesaistītu minerālmateriālu maisījums	34	260	260	-	-	-	-
5.	Nepastiprināta salizturīgās kārtā	30	100	100	-	-	-	-
	20 cm biezumā stabilizēta putekļainā mālsmilts ($W_{\text{apr}} = 0,69$)	-	45	45	-	-	-	-

Pieļaujamās elastīgās ielieces pārbaudi veicam pa kārtām, sākot no pamatnes grunts. Vērtības nosakām no nomogrammas 6.9. pielikumā.

Nosaka ekvivalentos elastības moduļus:

Virš nepastiprinātas salizturīgās kārtas, $D = 37$ cm (sk. 3.2. tab.)

$$\frac{H_5}{D} = \frac{30}{37} = 0,811$$

$$\frac{E_6}{E_5} = \frac{45}{100} = 0,450$$

$$\frac{E_{\text{ekv}}}{E_1} = 0,695$$

$$E_{\text{ekv}}^{(5)} = \frac{E_{\text{ekv}}}{E_1} \cdot E_5 = 0,695 \cdot 100 = 69,5 \text{ MPa}$$

Virs nesaistīto minerālmateriālu maisījuma

$$\frac{H_4}{D} = \frac{34}{37} = 0,919 \quad \frac{E_{ekv}^{(5)}}{E_4} = \frac{69,5}{260} = 0,267 \quad \frac{E_{ekv}}{E_1} = 0,560$$

$$E_{ekv}^{(4)} = \frac{E_{ekv}}{E_1} \cdot E_4 = 0,560 \cdot 260 = 145,6 \text{ MPa}$$

Virs asfaltbetona AC 32 base

$$\frac{H_3}{D} = \frac{9}{37} = 0,243 \quad \frac{E_{ekv}^{(4)}}{E_3} = \frac{145,6}{1900} = 0,077 \quad \frac{E_{ekv}}{E_1} = 0,116$$

$$E_{ekv}^{(3)} = \frac{E_{ekv}}{E_1} \cdot E_3 = 0,116 \cdot 1900 = 220,4 \text{ MPa}$$

Virs asfaltbetona AC 22 bin

$$\frac{H_2}{D} = \frac{7}{37} = 0,189 \quad \frac{E_{ekv}^{(3)}}{E_2} = \frac{220,4}{1900} = 0,116 \quad \frac{E_{ekv}}{E_1} = 0,150$$

$$E_{ekv}^{(2)} = \frac{E_{ekv}}{E_1} \cdot E_2 = 0,150 \cdot 1900 = 285 \text{ MPa}$$

Virs šķembu mastikas asfalta SMA 11

$$\frac{H_1}{D} = \frac{3,5}{37} = 0,095 \quad \frac{E_{ekv}^{(2)}}{E_1} = \frac{285}{2950} = 0,097 \quad \frac{E_{ekv}}{E_1} = 0,108$$

$$E_{ekv}^{(1)} = \frac{E_{ekv}}{E_1} \cdot E_1 = 0,108 \cdot 2950 = 318,6 \text{ MPa}$$

Pārbaudām vai segas konstrukcija atbilst elastīgas ielieces stiprības nosacījumam:

$$\frac{E_{ekv}}{E_{vaj}} \geq K_{n.st} \quad \frac{E_{ekv}}{E_{vaj}} = \frac{318,6}{307} = 1,03 \geq 1,02 \text{ (sk. 3.1. tab.)}$$

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

6. Segas konstrukcijas bīdes un stiepes noturības pārbaudes.

6.1. Bīdes noturības pārbaude pamatnes gruntī.

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

6.2. Stiepes noturības pārbaude seguma asfalta kārtās.

Pārbaudi veicam šādā secībā:

Pārveidojam konstrukciju par 2 kārtu aprēķina modeli, kur modeļa apakšējā kārtā – visa segas konstrukcijas daļa, kas atrodas zem asfalta kārtām (no minerālmateriāla pamata nesošās kārtas līdz gruntij). Aprēķinu modeļa apakšējās kārtas elastības modeli nosakām no nomogrammas 6.9. pielikumā, kā kopējo elastības moduli 2 kārtu aprēķina modelim.

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

Aprēķinu modeļa augšējā kārtā ietver visas asfalta kārtas.

Aprēķina modeļa augšējās kārtas vidējo svērto elastības moduli aprēķina pēc formulas (3.9):

$$E_{vid.asf} = \frac{5400 \cdot 3,5 + 2650 \cdot 7 + 2650 \cdot 9}{3,5 + 7 + 9} = 3144 \text{ MPa}$$

$$\text{Pēc attiecības } \frac{H_1}{D} = \frac{19,5}{37} = 0,53 \text{ un } \frac{E_1}{E_2} = \frac{3144}{151} = 21,59 \text{ no nomogrammas (sk. 3.4. att.) nosakām}$$

$$\sigma_{r.1} = 1,59.$$

Lielākos stiepes spriegumu pārbaudāmajā kārtā aprēķina pēc formulas (3.14):

$$\sigma_{st} = 0,8 \cdot 1,59 = 1,27 \text{ MPa}$$

Pieļaujamo stiepes spriegumu pārbaudāmajā kārtā aprēķina pēc formulas (3.15), kur

$R_{st,v} = 7,9$ MPa apakšējā asfalta kārtā (sk. 6.8. tab.)

$t_n = 1,32$ (sk. 3.6. tab.)

$$k_{nog} = \frac{k_a}{m_{pak} \sqrt{\sum N_a}} = 0,249 \text{ (3.16 formula)}$$

$\sum N_a = 4644637 \text{ NAS}_j/T_k$; $m_{pak} = 4,8$; $k_a = 6,1$ (sk. 6.8. tab.)

$$k_{nog} = \frac{6,1}{4,8 \sqrt{4644637}} = 0,249$$

$k_m = 0,90$ (sk. 3.5. tab.)

$R_{st,p} = 7,9 \cdot 0,90 \cdot 0,249 \cdot (1 - 0,1 \cdot 1,32) = 1,54$ MPa

Nosaka pieļaujamo stiepes spriegumu pārbaudāmajā kārtā saskaņā ar formulu (3.15):

$$\frac{R_{st,p}}{\sigma_{st}} \geq K_{n,st} \quad \frac{R_{st,p}}{\sigma_{st}} = \frac{1,54}{1,27} = 1,21 \geq 1,00 \text{ (sk. 3.1. tab.).}$$

Pārbaude izpildās, izvēlēta segas konstrukcija atbilst pieļaujamajam stiepes spriegumam asfalta kārtās.

7. Ceļa segas salizturības pārbaude.

No 5.3. attēla nomogrammas (pie segas konstrukcijas biezuma 0,835 m un IV grunts grupa no 5.1. tabulas) nosakām vidējo apstākļu sala kūkumošanos (sagaidāmo):

$$l_{kūk,vid} = 5,49 \text{ cm.}$$

Pēc tabulām un grafikiem atrodam koeficientus: $K_{G\bar{U}L} = 0,67$ (sk. 5.1. att.); $K_{gr} = 1,1$ (sk. 5.3. tab.); $K_{sl} = 1,01$ (sk. 5.2. att.); $K_{mitr} = 1,09$ (sk. 5.4. tab.).

Pēc formulas (5.2) nosakām zemes klātnes grunts sagaidāmo sala pacēlumu:

$$l_{kūk} = l_{kūk,vid} \cdot K_{G\bar{U}L} \cdot K_{gr} \cdot K_{sl} \cdot K_{mitr} = 5,49 \cdot 0,67 \cdot 1,1 \cdot 1,01 \cdot 1,09 = 4,45 \text{ cm.}$$

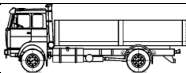
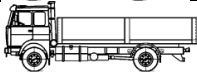
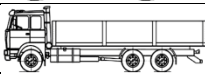
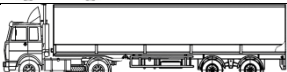
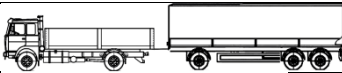
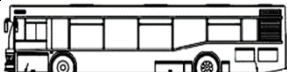
Paredzētajai ceļa segas konstrukcijai saskaņā ar 5.2. tabulu pieļaujamais sala pacēlums ir 5,0 cm. Tā kā zemes klātnes grunts sagaidāmais sala pacēlums ir mazāks par pieļaujamo sala pacēlumu, tad palielināt salizturīgās kārtas biezumu nav nepieciešams.

2. Piemērs.

Uzdevums:

Nepieciešams noteikt aprēķina ass (100 kN) gada vidējo diennakts pārbraucienu skaitu vienas satiksmes joslas robežās segas pirmajā kalpošanas gadā ($N_{ASj}/24\text{ h}$):

- satiksmes intensitātes izmaiņu koeficients $q = 2\%$;
- satiksmes intensitātes sadalījuma pa joslām koeficients noslogotākajai joslai $f_j = 0,55$;
- satiksmes intensitātes uzskaites dati un summas koeficienti:

Transportlīdzekļa kategorija (atbilstoši SUS rokasgrāmatai)			Asu skaits	Redukcijas koeficients S_{sum} 100 kN ass slodzei	Uzskaitītā intensitāte, AADT
1.	Vieglie transportlīdzekļi		2	0,005	1855
2.	Kravas transportlīdzekļi < 3,5 t		2	0,07	164
3.	Kravas transportlīdzekļi > 3,5 t		2	1,22	145
			3		
4.	Vilcēji ar puspiekabēm		3	3,08	165
			4		
			5		
			6		
5.	Kravas transportlīdzekļi 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 Liepājas novadā;
- sasaluma dziļums = 1,05 m, $Z_{sasal} = 1,05 + 0,30 = 1,35\text{ m}$;
- segas konstrukcijas aprēķina kalpošanas periods $T_k = 20$ gadi;
- min. $E_{gr} = 35\text{ MPa}$;
- zemes klātne – putekļaina smiltis;
- $H_{darba} = 0,00\text{ m}$;
- $H_{g,1} = 0,00\text{ m}$;
- $H_{g,2} = 0,90\text{ m}$;
- $G_{ULdz} = 1,50\text{ m}$;
- asfalta seguma platums $B = 7,50\text{ m}$;
- ceļa segas mitruma režīms - 2;
- zemes klātnes un drenējošās kārtas šķērsslīpumu starpība - $\geq 2,5\%$.

1. Aprēķina ass gada vidējā diennakts pārbraucienu skaita vienas satiksmes joslas robežās un AADT intensitāšu segas pirmajā kalpošanas gadā noteikšana.

Uzskaites gada katras kategorijas intensitāti izsaka aprēķina ass slodzēs pēc formulas:

$$NAS = S_{sum} \cdot AADT$$

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 - $41 \cdot 1,35 = 55,35$.

Uzskaites gada visu kategoriju intensitātes summa izteikta aprēķina ass slodzēs:

$$\sum NAS = 9,28 + 11,48 + 176,90 + 508,20 + 690,48 + 55,35 = 1451,69 \text{ NAS/24 h}$$

Pēc formulas (3.4) nosaka aprēķina ass gada vidējo diennakts pārbraucienu skaitu noslogotākās satiksmes joslas robežās 1. segas kalpošanas gadā:

$$N_a = f_j \sum NAS \cdot K_s = 0,55 \cdot 1451,69 \cdot 1,05 = 838 \text{ NAS}_j/24 \text{ h}$$

Pēc SUS rokasgrāmatā dotajiem algoritmiem nosakām $AADT_{j, \text{pievestā}}$ un $AADT_{j, \text{kravas}}$:

$$AADT_{j, \text{pievestā}} \text{ 1. segas kalpošanas gadam} = f_j \sum_{i=1}^n AADT_i \cdot K_{S,i} =$$
$$= 0,55 \cdot (1855 + 164 + 145 + 165 + 252 + 41) \cdot 1,05 = 1514 \text{ A/24 h}$$

$$AADT_{j, \text{kravas}} \text{ 1. segas kalpošanas gadam} = f_j \sum_{i=1}^n (AADT_i - ADT_{VT} - ADT_{KrT < 3,5}) \cdot K_{S,i} =$$
$$= 0,55 \cdot (2622 - 1855 - 164) \cdot 1,05 = 348 \text{ A/24 h}$$

Pēc 3.1. tabulas nosakām ceļa segas kategoriju: $AADT_{j, \text{kravas}} 348 \text{ (A/24 h)}$ intensitātei atbilst 4. ceļa segas kategorijai.

2. Aprēķina ass slodžu un E_{vaj} aprēķins.

Nosakām kopējo aprēķina ass slodzes pielikšanas reižu skaitu segas kalpošanas periodā pēc formulas (3.5):

$$\sum N_a = 102 N_a K_T, \text{ kur } K_T = 24,30 \text{ (sk. 6.13. tab.)}$$

$$\sum N_a = 102 \cdot 838 \cdot 24,30 = 2077929 \text{ NAS}_j/T_k$$

Vajadzīgo segas konstrukcijas elastības moduli aprēķina pēc formulas (3.7):

$$E_{vaj} = 98,65 [\log(\sum N_a) - 3,55] = 98,65 [\log 2077929 - 3,55] = 273 \text{ MPa}$$

3. Zemes klātnes grunts aprēķina mitruma noteikšana.

Aprēķina mitrumu nosakāms pēc formulas (6.1), gruntīm, kas nav salizturīgas (LVS 190-5, 2.tabula).

$$W_{apr} = (W_{tab} - W_{\Delta 2})(1 + 0,1t) - \Delta_3$$

$$W_{tab} = 0,75 \text{ (sk. 6.3. tab., 3. ceļa segas mitruma režīma apstākļos)}$$

$$W_{\Delta 2} = -0,03 \text{ (sk. 6.4. tab., kapilārais ūdens sasniedz } Z_{sasal} \text{ zonu)}$$

Pēc formulas (6.1) pirmās daļas nosakām grunts sākotnējo relatīvo mitrumu:

$$W = (W_{tab} - W_{\Delta 2}) = 0,65 - (-0,03) = 0,68$$

$$\Delta_3 = 0,00 \text{ (sk. 6.1. att., nosaka pēc aprēķinātā grunts sākotnējā relatīvā mitruma W)}$$

Normētās novirzes koeficients $t_n = 1,06$ (sk. 3.6. tab. pie $K_{dr} = 0,85$)

$$W_{apr} = (0,65 - (-0,03))(1 + 0,1 \cdot 1,06) - 0,00 = 0,75$$

$$\text{Pie } W_{apr} = 0,75 \text{ } E_{gr} \text{ (sk. 6.6. tab.)} = 66 \text{ MPa} > 35 \text{ MPa}$$

4. Segas konstrukcijas drenējošās kārtas aprēķins.

Drenējošās kārtas nepieciešamības izvērtēšanas un aprēķina vajadzībām pieņemam segas konstrukcijas biezuma sākotnējo (pagaidu) vērtību 0,90 m (ieskaitot salizturīgo un drenējošo kārtu).

Atbilstoši 4. nodaļas kritērijiem veicam pārbaudi par drenējošās kārtas nepieciešamību:

- kapilārā ūdens attālums no ceļa segas pamata = $G\ddot{U}L_{dz} + H_{g,1} - H_{seg,pag}$ - kapilārā ūdens pacelšanas augstums = $1,50 + 0 - 0,90 - 0,80 = -0,20 \text{ m}$ (kritērijs $\leq 0,0 \text{ m}$; vērtējums – ir jāparedz);

- grunts aprēķina mitrums $W_{apr} = 0,75$ (kritērijs $> 0,90$; vērtējums – nav jāparedz);
- GŪL attālums no $Z_{sasal} = G\ddot{U}L_{dz} + H_{g,1} - Z_{sasal} = 1,50 + 0 - 1,35 = 0,15$ m (kritērijs $< 0,0$ m; vērtējums – nav jāparedz).

Drenējošā kārtā, atbilstoši iepriekš veiktajam vērtējumam, ir nepieciešama, jo izpildās vismaz viens no drenējošās kārtas paredzēšanas kritērijiem.

Sākuma aprēķinam pieņemam Ceļu specifikācijām atbilstošu drenējošās kārtas materiālu.

Nosakām filtrācijas ceļa garumu (sk. 4.2. att.):

$$L_f = B/2 + 0,90 = 7,50/2 + 0,90 = 4,65 \text{ m}$$

Nosakām grunts ūdens dziļumu no projektētās virsmas:

$$G\ddot{U}L_{dz,proj} = G\ddot{U}L_{dz} + H_{g,1} = 1,50 + 0 = 1,50 \text{ m}$$

Nosakām drenējošās kārtas nepieciešamo biezumu H_{dr} :

Minimālais drenējošās kārtas biezums $H_{dr,min} = 20 \text{ cm}$

Drenējošās kārtas biezuma korekcijas:

$d_{mr}H_{dr}$ (sk. 4.3. tab.) – +5 cm;

$d_{fc}H_{dr}$ (sk. 4.4. tab.) – +0 cm;

$d_{G\ddot{U}L}H_{dr}$ (sk. 4.5. tab.) – +5 cm;

$d_{da}H_{dr}$ (sk. 4.6. tab.) – +0 cm;

$d_{spec}H_{dr}$ (sk. 4.7. tab.) – +0 cm.

$$H_{dr} = H_{dr,min} + d_{mr}H_{dr} + d_{fc}H_{dr} + d_{G\ddot{U}L}H_{dr} + d_{da}H_{dr} + d_{spec}H_{dr} = 5 + 0 + 5 + 0 + 0 = 30 \text{ cm}$$

Tā kā ar drenējošo kārtu nav paredzēts veikt GŪL pazemināšanu, atbilstoši 4. nodaļas nosacījumiem aizstājam to ar palielināta biezuma salizturīgo kārtu, ievērojot nosacījumu, ka minimālais biezums $H_{salizt,min} = 40 \text{ cm}$:

$$H_{salizt,min} = H_{dr} \cdot 1,5 = 30 \cdot 1,5 = 45 \text{ cm, kas ir lielāks par } 40 \text{ cm, tāpēc } H_{salizt,min} \text{ pieņemam } 45 \text{ cm.}$$

5. Segas konstrukcijas pieļaujamās elastīgās ielieces pārbaude.

Izveidojam segas konstrukciju pieņemot salizturīgās kārtas biezumu un norādot katra materiāla aprēķina vērtības:

- pieļaujamās elastīgās ielieces aprēķinam (sk. 6.6., 6.8. un 6.9. tab.);
- noturības pret bīdi aprēķinam (sk. 6.5., 6.7., 6.8. un 6.9. tab.);
- noturības pret stiepi aprēķinam (sk. 6.8. tab.).

Nr.	Materiāls	H (cm)	Elastīgā ieliece (+ 10 °C) E (MPa)	Bīde (+ 20 °C) E (MPa)	Stiepe (+ 5 °C)			
					E (MPa)	$R_{st,v}$ (MPa)	k_a	m_{pak}
1.	Asfaltbetons AC 11 surf	4	2950	1650	4250	9,70	5,30	6,30
2.	Asfaltbetons AC 32 base	10	1900	1100	2650	7,90	6,10	4,80
3.	Nesaistītu minerālmateriālu maisījums	30	260	260	-	-	-	-
4.	Nepastiprināta salizturīgās kārtā	45	100	100	-	-	-	-
	Putekļaina smiltis ($W_{apr} = 0,75$)	-	66	66	-	-	-	-

Pieļaujamās elastīgās ielieces pārbaudi veicam pa kārtām, sākot no pamatnes grunts. Vērtības nosakām no nomogrammas 6.9. pielikumā.

Nosaka ekvivalentos elastības modulūš:

Virs nepastiprinātas salizturīgās kārtas, $D = 37 \text{ cm}$ (sk. 3.2. tab.)

$$\frac{H_4}{D} = \frac{45}{37} = 1,216$$

$$\frac{E_5}{E_4} = \frac{66}{100} = 0,660$$

$$\frac{E_{ekv}}{E_1} = 0,862$$

$$E_{ekv}^{(4)} = \frac{E_{ekv}}{E_1} \cdot E_5 = 0,862 \cdot 100 = 86,2 \text{ MPa}$$

Virsa nesaistīto minerālmateriālu maisījuma

$$\frac{H_3}{D} = \frac{30}{37} = 0,811 \quad \frac{E_{ekv}^{(4)}}{E_3} = \frac{86,2}{260} = 0,332 \quad \frac{E_{ekv}}{E_1} = 0,599$$

$$E_{ekv}^{(3)} = \frac{E_{ekv}}{E_1} \cdot E_3 = 0,599 \cdot 260 = 155,7 \text{ MPa}$$

Virsa asfaltbetona AC 32 base

$$\frac{H_2}{D} = \frac{10}{37} = 0,270 \quad \frac{E_{ekv}^{(3)}}{E_2} = \frac{155,7}{1900} = 0,082 \quad \frac{E_{ekv}}{E_1} = 0,130$$

$$E_{ekv}^{(2)} = \frac{E_{ekv}}{E_1} \cdot E_2 = 0,130 \cdot 1900 = 247 \text{ MPa}$$

Virsa asfaltbetona AC 11 surf

$$\frac{H_1}{D} = \frac{4}{37} = 0,108 \quad \frac{E_{ekv}^{(2)}}{E_1} = \frac{247}{2950} = 0,084 \quad \frac{E_{ekv}}{E_1} = 0,095$$

$$E_{ekv}^{(1)} = \frac{E_{ekv}}{E_1} \cdot E_1 = 0,095 \cdot 2950 = 280,2 \text{ MPa}$$

Pārbaudām vai segas konstrukcija atbilst elastīgas ielieces stiprības nosacījumam:

$$\frac{E_{ekv}}{E_{vaj}} \geq K_{n.st} \quad \frac{E_{ekv}}{E_{vaj}} = \frac{280,2}{273} = 1,02 \geq 0,98 \text{ (sk. 3.1. tab.)}$$

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

6. Segas konstrukcijas bīdes un stiepes noturības pārbaudes.

6.1. Bīdes noturības pārbaude pamatnes gruntī.

Aktīvos bīdes spriegumus (T_a) pamatnes gruntī aprēķina pēc formulas (3.10):

$$T_a = 0,8 \cdot T_{as,1}$$

Lai noteiktu $T_{as,1}$ iepriekš izvēlēto ceļas segas konstrukciju pārveidojam par 2 kārtu aprēķina modeli. Kā aprēķina modeļa apakšējo kārtu pieņemam grunti (putekļaina smiltis) ar šādām īpašībām: (pie $W_{apr} = 0,75$) $E_{gr} = 66 \text{ MPa}$ (sk. 6.7. tab.), $\varphi = 34^\circ$ un $c = 0,006 \text{ MPa}$ (sk. 6.7. tab.).

Aprēķina modeļa augšējās kārtas vidējo elastības moduli aprēķina pēc formulas (3.9), kur ar organiskām saistvielām apstrādātu materiālu elastības moduļu vērtības pieņem atbilstoši $+20^\circ \text{C}$ temperatūrai (sk. 6.8. tab.):

$$E_{vid} = \frac{1650 \cdot 4 + 1100 \cdot 10 + 260 \cdot 30 + 100 \cdot 45}{4 + 10 + 30 + 45} = 336 \text{ MPa}$$

Pēc attiecības $\frac{E_{vid}}{E_{gr}} = \frac{336}{66} = 5,09$ un $\frac{H}{D} = \frac{89}{37} = 2,41$ pie $\varphi = 31^\circ$ ar nomogrammas palīdzību (sk. 3.3. att.) atrodam aktīvo bīdes spriegumu: $T_{as,1} = 0,0093 \text{ MPa}$.

Pēc formulas (3.10) $T_a = 0,8 \cdot T_{as,1} = 0,8 \cdot 0,0093 = 0,0074 \text{ MPa}$.

Pieļaujamo aktīvo bīdes spriegumu T_p grunts kārtā nosakām pēc formulas (3.11), kur $c = 0,006 \text{ MPa}$, $K_1 = 3,0$ un $K_3 = 0,8$:

$$T_p = 0,006 \cdot 3,0 \cdot 0,8 = 0,0146$$

$$\frac{T_p}{T_a} \geq K_{n.st} \quad \frac{T_p}{T_a} = \frac{0,0146}{0,0074} = 1,96 \geq 0,94 \text{ (sk. 3.1 tab.)}$$

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

6.2. Stiepes noturības pārbaude seguma asfalta kārtās.

Pārbaudi veicam šādā secībā:

Pārveidojam konstrukciju par 2 kārtu aprēķina modeli, kur modeļa apakšējā kārtā – visa segas konstrukcijas daļa, kas atrodas zem asfalta kārtām (no minerālmateriālu pamata nesošās kārtas līdz gruntij). Aprēķinu modeļa apakšējās kārtas elastības modeli nosakām no nomogrammas 6.9. pielikumā, kā kopējo elastības moduli 2 kārtu aprēķina modelim.

$$E_{\text{ekv.pam}} = 156 \text{ MPa}$$

Aprēķinu modeļa augšējā kārtā ietver visas asfalta kārtas.

Aprēķina modeļa augšējās kārtas vidējo elastības moduli aprēķina pēc formulas (3.9):

$$E_{\text{vid.asf}} = \frac{4250 \cdot 4 + 2650 \cdot 10}{4 + 10} = 3107 \text{ MPa}$$

Pēc attiecības $\frac{H_1}{D} = \frac{14}{37} = 0,38$ un $\frac{E_1}{E_2} = \frac{3107}{156} = 19,95$ no nomogrammas (sk. 3.4. att.) nosakām $\sigma_{r,1} = 2,19$

Lielākos stiepes spriegumu pārbaudāmajā kārtā aprēķina pēc formulas (3.14):

$$\sigma_{st} = 0,8 \cdot 2,19 = 1,75 \text{ MPa}$$

Pieļaujamo stiepes spriegumu pārbaudāmajā kārtā aprēķina pēc formulas (3.15), kur

$$R_{st,v} = 7,9 \text{ MPa apakšējā asfalta kārtā (sk. 6.8. tab.)}$$

$$t_n = 1,06 \text{ (3.6. tabula)}$$

$$k_{nog} = \frac{k_a}{m_{pak} \sqrt{\sum N_a}} = 0,295 \text{ (3.16 formula)}$$

$$\sum N_a = 2077929 \text{ NAS}_j/T_k; m_{pak} = 4,8; k_a = 6,1 \text{ (sk. 6.8. tab.);}$$

$$k_{nog} = \frac{6,1}{4,8 \sqrt{2077929}} = 0,295$$

$$k_m = 0,90 \text{ (sk. 3.5. tab.)}$$

$$R_{st,p} = 7,9 \cdot 0,90 \cdot 0,295 \cdot (1 - 0,1 \cdot 1,06) = 1,87 \text{ MPa}$$

Nosaka pieļaujamo stiepes spriegumu pārbaudāmajā kārtā saskaņā ar formulu (3.15):

$$\frac{R_{st,p}}{\sigma_{st}} \geq K_{n,st} \quad \frac{R_{st,p}}{\sigma_{st}} = \frac{1,87}{1,75} = 1,07 \geq 0,94 \text{ (sk. 3.1. tab.).}$$

Pārbaude izpildās, izvēlēta segas konstrukcija atbilst pieļaujamajam stiepes spriegumam asfalta kārtās.

7. Ceļa segas salizturības pārbaude.

No nomogrammas (sk. 5.3. att. pie segas konstrukcijas biezuma 0,89 m un IV grunts grupa no 5.1. tabulas) nosakām vidējo apstākļu sala kūkumošanos (sagaidāmo):

$$l_{kuk,vid} = 5,06 \text{ cm.}$$

Pēc tabulām un grafikiem atrodam koeficientus: $K_{GUL} = 0,86$ (sk. 5.1. att.); $K_{gr} = 1,0$ (sk. 5.3. tab.); $K_{sl} = 1,08$ (sk. 5.2. att.); $K_{mitr} = 1,15$ (sk. 5.4. tab.).

Pēc formulas (5.2) nosakām zemes klātnes grunts sagaidāmo sala pacēlumu:

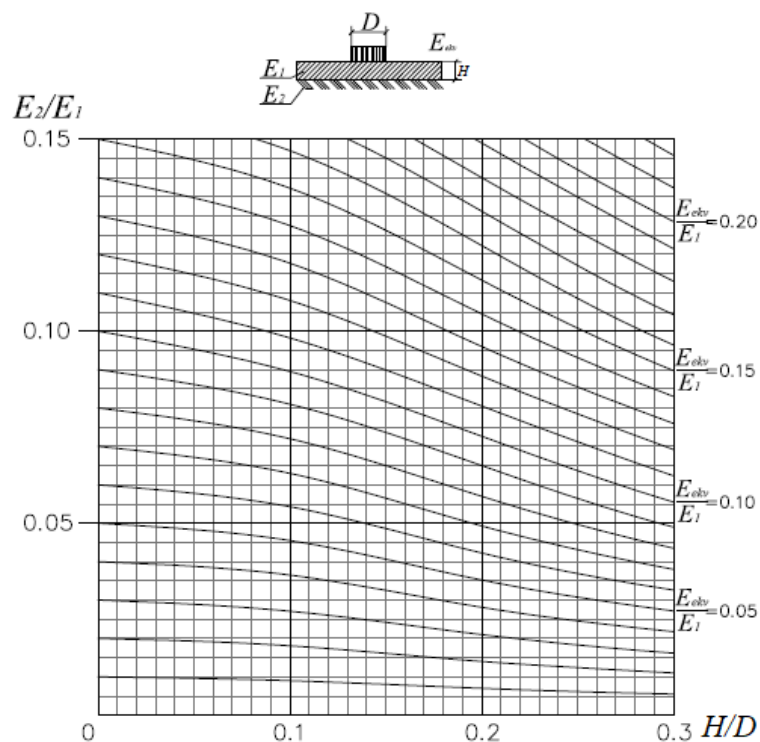
$$l_{kuk} = l_{kuk,vid} \cdot K_{GUL} \cdot K_{gr} \cdot K_{sl} \cdot K_{mitr} = 5,06 \cdot 0,86 \cdot 1,0 \cdot 1,08 \cdot 1,15 = 5,40 \text{ cm.}$$

Paredzētajai ceļa segas konstrukcijai saskaņā ar 5.2. tabulu pieļaujamais sala pacēlums ir 5,5 cm. Tā kā zemes klātnes grunts sagaidāmais sala pacēlums ir mazāks par pieļaujamo sala pacēlumu, tad palielināt salizturīgās kārtas biezumu nav nepieciešams.

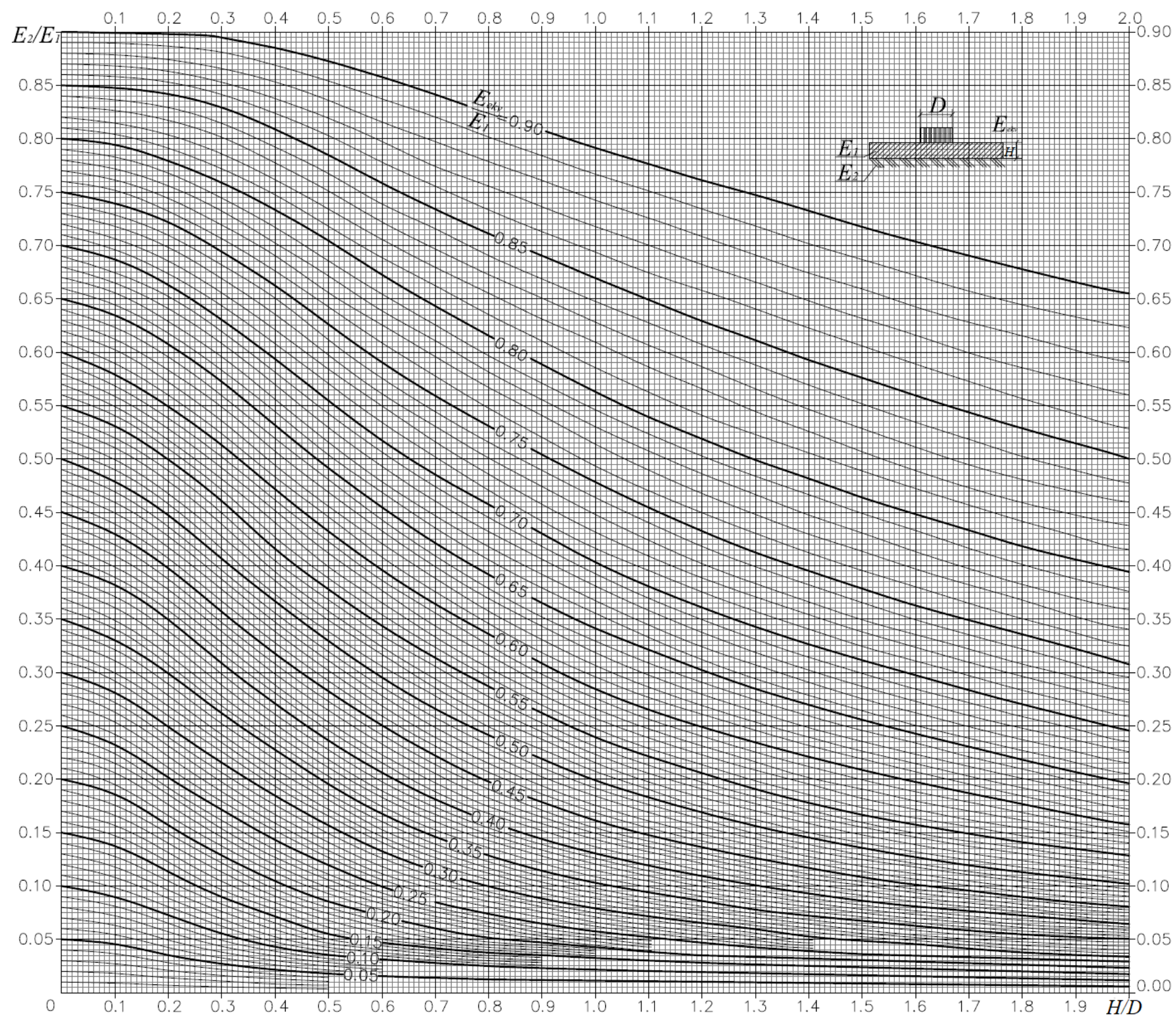
6.9. PIELIKUMS

NOMOGRAMMAS KOEFICIENTA E_{ekv}/E_2 NOTEIKŠANAI

Asfalta kārtu E_{ekv}/E_2 koeficientu noteikšanai ieteicams izmantot 6.3. attēlā redzamās nomogrammas palielinājumu, kas attēlots 6.2. attēlā.



6.2. att. Nomogrammas (sk. 6.3. att.) detaļa koeficienta E_{ekv}/E_2 noteikšanai asfalta kārtās.



6.3. att. Nomogramma koeficienta E_{ekv}/E_2 noteikšanai.