

Meža autoceļu ceļa segas aprēķina metodika

Rīga, 2024



Metodika

Meža autoceļa ceļa segas aprēķina metodika

Izpildītājs



Juridiskā adrese
Reģistrācijas numurs
Tālrunis
E-pasts
Darba vadītājs

SIA „Vertex projekti”

Valguma iela 4A-2, Rīga, LV – 1048
40003842450
67860127
info@vertexprojekti.lv

Pasūtītājs



Reģistrācijas numurs
Juridiskā adrese
Līguma Nr.
Stadija

AS „Latvijas valsts meži”

40003466281
Vaiņodes iela 1, Rīga, LV - 1004
5-5.5_0006_101_23_42

Nodevums

Autori

MSc ing Oskars Koemecs
MSc ing Māris Labsvīrs
Ing Jānis Kivilands

SATURS

ievads.....	4
1. Vispārīgā daļa.....	5
1.1. Darbības sfēra.....	5
1.2. Normatīvās norādes.....	5
1.3. Terminu un definīcijas.....	5
1.4. Apzīmējumi un saīsinājumi.....	6
1.5. Metodikas uzbūve un projektēšanas secība.....	7
2. Eksploatācijas nosacījumi.....	8
2.1. Pasūtītāja nosacījumi, ceļa nozīme, eksploatācijas apstākļi.....	8
2.2. Ceļa noslodzes klases noteikšana.....	8
3. Ģeotehniskā izpēte.....	9
3.1. Vispārīgie nosacījumi.....	9
3.2. Pielietojamie standarti un normatīvi.....	9
3.3. Izpētes sastāvs un norise (vispārīgi).....	9
3.4. Izpētē nosakāmie parametri, metodes, instrumenti.....	10
3.4.1. Slāņu biezums.....	10
3.4.2. Grunšu identificēšana un aprakstīšana.....	11
3.4.3. Deformatīvo īpašību mērīšana.....	11
3.4.4. Laboratoriskā izpēte.....	11
3.4.5. Gruntis raksturojošo parametru un to lielumu noteikšana.....	11
3.5. Papildu norādījumi kūdras posma izpētei.....	12
3.6. Esošo ceļa segu nestspējas izpētes nosacījumi.....	13
3.7. Mitruma apstākļu raksturošana.....	13
3.8. Ceļa trases ģeoloģiskā atskaite.....	13
4. Zemes klātne.....	15
4.1. Prasības.....	15
4.1.1. Zemes klātnes nestspēja.....	15
4.1.2. Ūdens atvade.....	16
4.1.3. Salturība.....	16
4.2. Esošo minerālgrunšu novērtēšana.....	16
4.3. Organisko grunšu novērtēšana.....	17
4.4. Projektēšana labvēlīgos hidroģeoloģiskos apstākļos.....	18
4.5. Projektēšana nelabvēlīgos hidroģeoloģiskos apstākļos.....	18
4.5.1. Vispārīgie nosacījumi.....	18
4.5.2. Zemes klātnes sēšanās aprēķins.....	18
4.5.3. "Peldošā" ceļa risinājumi.....	19
4.5.4. Risinājumi uz stabilas pamatnes.....	22
4.5.5. Nestandarta risinājumi.....	22
4.6. Ūdens atvades risinājumi.....	22
4.7. Salturības nodrošināšana.....	23
5. Ceļa sega.....	24
5.1. Ceļa segas uzbūve.....	25
5.2. Ceļa segas būve vai pārbūve.....	25
5.2.1. Ceļa segas pamata projektēšana.....	25
5.2.2. Ceļa segas pamatu projektēšana nestandarta apstākļos.....	26
5.2.3. Ceļa seguma projektēšana.....	26
5.2.4. Iespējamo risinājumu novērtēšana.....	29
5.3. Ceļa segas atjaunošana.....	29
5.3.1. Esošās ceļa segas nestspējas novērtēšana.....	29
5.3.2. Ceļa seguma aprēķins.....	30
5.4. Ceļa segas salturības pārbaude.....	30
5.5. Ceļa segas aprēķina noformējums.....	30
1. Pielikums Papildus nosacījumi grunšu identificēšanai un aprakstīšanai.....	31
2. Pielikums Dabīgo grunšu raksturlielumi (detalizēti).....	33
3. Pielikums Praksē realizētie projekti kūdrainos posmos un to parametri.....	35
4. Pielikums Metodikas precizēšana (monitorings).....	39
5. Pielikums Ceļa segas aprēķina piemēri.....	40
5.1. Ceļa segas aprēķina piemērs Nr.1.....	40
5.2. Ceļa segas aprēķina piemērs Nr.2.....	44
5.3. Ceļa segas aprēķina piemērs Nr.3.....	47
6. Pielikums Prasības ģeosintētiskajiem materiāliem.....	51
7. Pielikums Kūdras posmu izpētes materiāli un sagataves.....	53
7.1. Dinamiskās zondēšanas lauku izpētes sagatave.....	53
7.2. Spārņņgriezies FVT lauku izpētes sagatave.....	54
7.3. Dinamiskās zondēšanas (DPL) rezultātu apkopošana.....	54
7.4. Dinamiskās zondēšanas vidējās vērtības $DPL_{N10\ vid}$ noteikšana ietekmes dziļumā $DPL_{N10\ 0.5N < dziļums}$	55
7.5. Kūdras posma izpētes piemērs.....	56
7.6. Zemes klātnes sēšanās aprēķins.....	61
8. Pielikums Ev2 un Evd pārejas koeficienti.....	63
Literatūras saraksts.....	64

Ievads

Šajā metodikā ir aprakstīts, kā projektēt meža autoceļu zemes klātni un ceļa segu. Šis dokuments tapis tehniska pētījuma rezultātā, kurā tika iekļauta informācija no citiem pētījumiem, būvobjektu apsekošanas, iepriekšējās būvniecības pieredzes un eksperimentāliem lauka mērījumiem.

Metodikas mērķis ir izveidot vienotu pieeju meža autoceļu zemes klātnes un ceļa segu projektēšanā un dot piemērus tipiskākajiem risinājumiem.

Pētījums tapis saskaņā ar AS “Latvijas valsts meži” pasūtījumu 2023. gadā.

1. Vispārīgā daļa

1.1. Darbības sfēra

Metodika paredzēta AS "Latvijas valsts meži" meža autoceļu zemes klātnes un ceļa segu ar nesaistītu ceļa segumu projektēšanai. Tā izmantojama segu aprēķinam gan uz jaunas (pārbūvētas) zemes klātnes, gan gadījumos, kad jaunā ceļa sega tiek projektēta uz esošas ceļa segas.

Metodika pielietojama, lai izstrādātu risinājumus biežāk sastopamām situācijām. Gadījumos, kad reālos apstākļos nevar nodrošināt visas metodikas prasības, ir jāmeklē unikāli risinājumi.

Šajā metodikā nav apskatīti risinājumi, ja zemes klātnes projektēšana jāveic uz plūstošām (tekošām) gruntīm gruntīm (dūņas, sapropelis u.tml. gruntis, kuru īpašības vairāk līdzinās ūdenim, nevis cietai vielai), kurās ūdens saturs vismaz desmitkārtīgi pārsniedz grunts masu.

1.2. Normatīvās norādes

Šajā dokumentā ņemti vērā noteikumi, kas ir iekļauti citos saistītajos dokumentos. Tie ir:

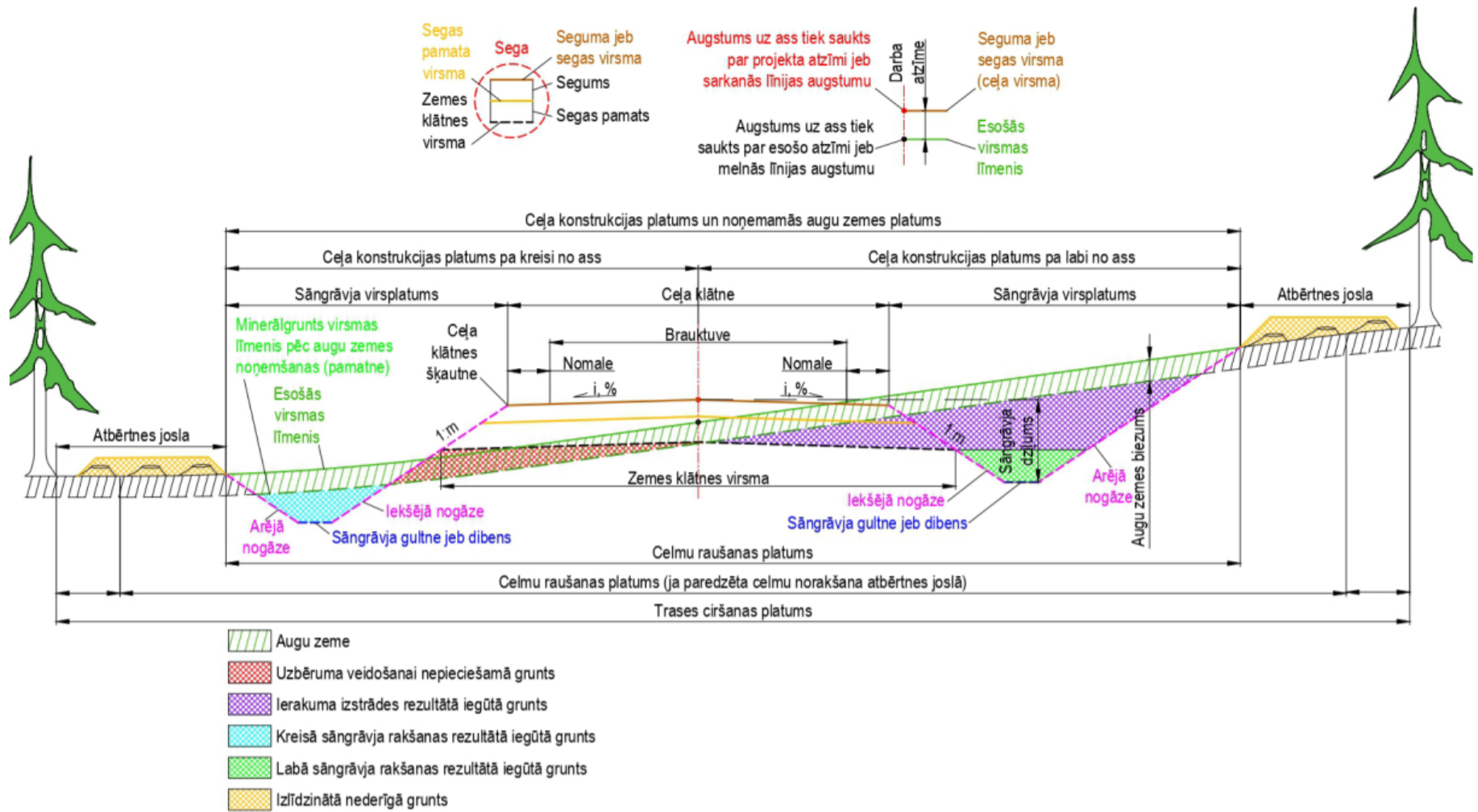
- MEŽA AUTOCEĻU BŪVDARBU SPECIFIKĀCIJAS 2023
- MEŽA INFRASTRUKTŪRAS OBJEKTU PROJEKTĒŠANAS TEHNISKIE NOTEIKUMI 2021
- MEŽA MELIORĀCIJAS SISTĒMU BŪVDARBU SPECIFIKĀCIJAS 2023

1.3. Termini un definīcijas

Šajā dokumentā ir izmantoti termini, kas tiek lietoti meža autoceļu būvniecībā un citos AS "Latvijas valsts meži" izdotajos dokumentos. Šo terminu skaidrojums šajā dokumentā netiek dublēts. Šajā apakšpunktā ir iekļauti tādi termini, kuri nav minēti 1.2.punktā uzskaitītajos normatīvos, vai kuriem ir nepieciešami definīciju papildinājumi.

Ģeokompozīts	Rūpnieciski ražots ģeosintētisks materiāls, kas sastāv vismaz no diviem ģeosintētiskajiem materiāliem – ģeotekstila un ģeorežģa. Ģeokompozītu pieļaujams iebūvēt, atsevišķi izbūvējot ģeotekstilu un ģeorežģi.
Zemas nestspējas gruntis	Gruntis, kuru aprēķina nestspēja uz zemes klātnes virsmas $E_{v2} < 25 \text{MPa}$. Parasti tās ir organiskās gruntis (kūdra, augsne), mīkstas un plūstošas konsistences minerālgruntis. Zemas nestspējas grunšu termina skaidrojums citos dokumentos var būt atšķirīgs.
"Peldošais" ceļš	Ceļa konstrukcijas risinājums uz kūdras. Eksploatācijas laikā paredzama kūdras sablīvēšanās, kas izraisa ceļa virsmas augstuma atzīmju pazemināšanos, taču, neskatoties uz deformācijām, ceļš saglabā savas funkcijas. Termins aizgūts no angļu valodā lietotā "Floating road", kas plaši izmantots Skotijā veiktos pētījumu dokumentos no 2004. līdz 2010. gadam.

Meža autoceļu elementi ir attēloti 1.attēlā.



1. attēls Ceļa konstrukcija ar to veidojošiem elementiem [2]

1.4. Apzīmējumi un saīsinājumi

A/24h	Kravas transportlīdzekļu skaits diennaktī	Kravas transportlīdzekļu gada vidējā diennakts satiksmes intensitāte abos braukšanas virzienos.
A/10g	Kravas transportlīdzekļu skaits 10 gados	Kravas transportlīdzekļu 10 gadu satiksmes intensitāte abos braukšanas virzienos.
C_{fv}	Bīdes pretestība	Bīdes pretestība, kas noteikta ar spārņņgriezies testēšanas metodi pēc LVS EN ISO 22476-9.
CNK	Ceļa noslodzes klase	Ceļa noslogojuma līmenis, kuru nosaka kravas transportlīdzekļu noslogojuma dienas gadā.
Cu	Smilts viendabīguma koeficients (LVS EN ISO 14688-2)	Cu d60/d10. Grunts viendabīguma koeficients. Raksturo granulometriskā sastāva vienmērīgumu (viendabīgumu). Ja Cu <3, smilts uzskatāma par viendabīgu.
DPL	Dinamiskā zondēšana (viegla svara)	Metode, kuru lieto grunšu stiprības raksturošanai saskaņā ar LVS EN ISO 22476-2.
DPL_{N10 vid}	Dinamiskās zondēšanas vidējā vērtība	Vidējā vērtība tiek noteikta, kad sitienu skaits uz 10cm ir mazāks kā viens sitiens uz 10cm visā dziļumā. Skatīt 35. attēlu.
DPL_{N10 0.5N< dziļums}	Dinamiskās zondēšanas dziļums	Dziļums tiek mērīts, kad sitienu skaits uz 10cm ir mazāks par vienu sitienu uz 10cm. Skatīt 35. attēlu.
Ev2	Nestspēja	Kopējais deformācijas modelis uz konstruktīvās kārtas, kas noteikts ar plātnes sloģošanas metodi pēc DIN 18134 MPa.
Evd	Nestspēja	Kopējais deformācijas modelis uz konstruktīvās kārtas, kas noteikts ar krītošā svara deflektometru pēc TP BF – StB Teil B 8.3 MPa.
FVT	Spārņņgriezies tests	Metode, kuru lieto grunšu stiprības raksturošanai saskaņā ar LVS EN ISO 22476-9.
FWD LFWD	Dinamiskās sloģošanas mēriekārtas (deflektometri)	Saīsinājums no angļu valodas Falling Weight Deflectometer (krītošā svara deflektometrs). L – Light (viegls).

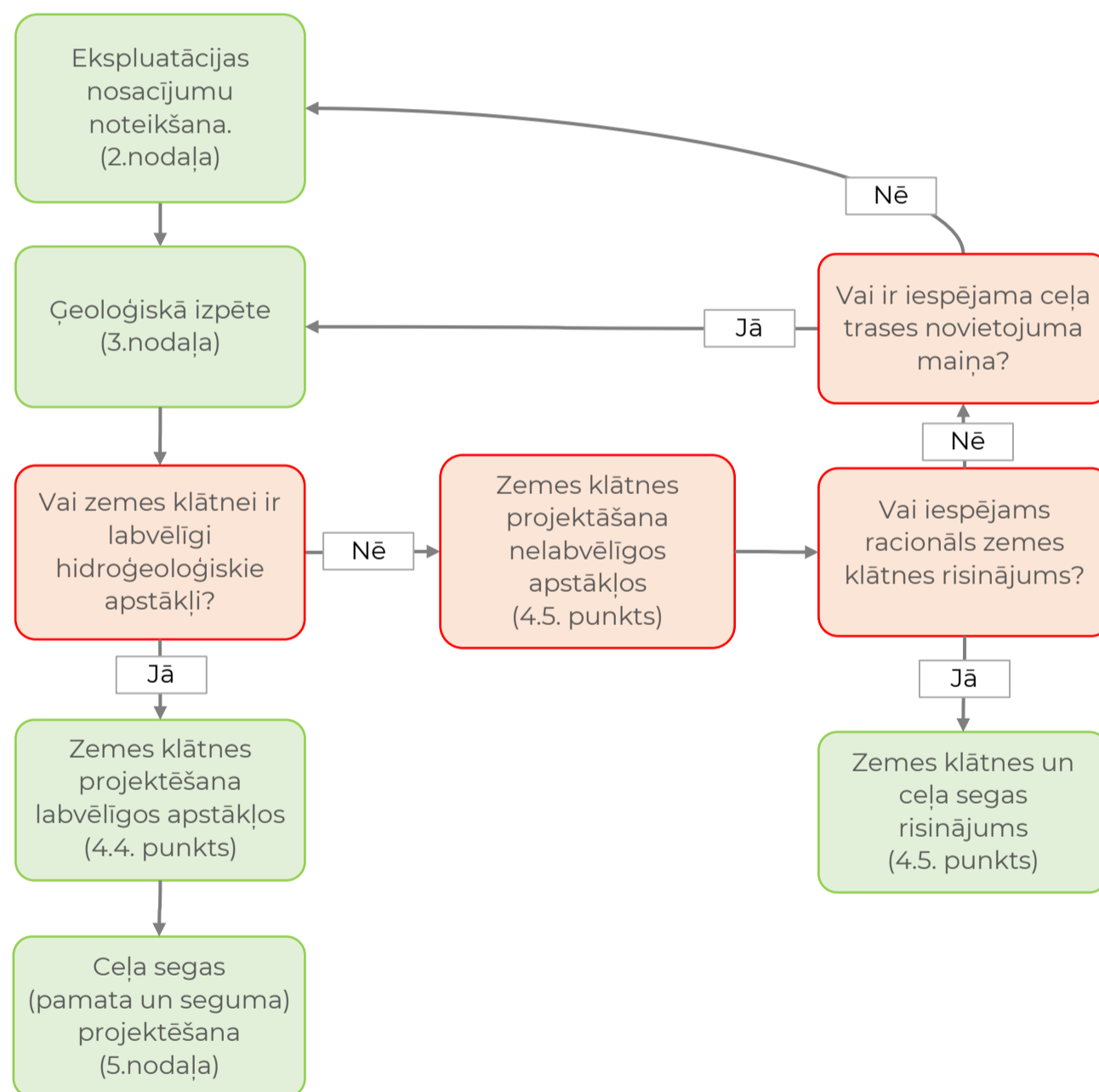
MAC	Meža autoceļš	Atbilstoši tehniskajiem parametriem uzbūvēts komersanta ceļš, kas nodrošina meža apsaimniekošanu un ekspluatējams koksnes izvešanai.
ŪL	Ūdens līmenis	Ūdens līmenis gruntī vai virsmas līmenis ilgstoši (>1 mēnesis) stāvošam ūdenim, kas ietekmē zemes klātnes un ceļa segas nestspēju. Šis ūdens var būt gan atklāts, gan atrasties grunts porās, tās pilnībā piesātinot. Parasti to nosaka vai prognozē, kāds tas ir vēl rudenī, pirms sala iestāšanās.

1.5. Metodikas uzbūve un projektēšanas secība

Metodika satur vispārīgo daļu, projektēšanas sadaļas un pielikumus. Projektēšanas sadaļas ir sakārtotas secīgos soļos, kā jāveic izejas datu ieguve, zemes klātnes projektēšana un ceļa segas aprēķini. Vispārējā secība ir attēlota 2. attēlā.

Metodika aptver ne tikai ceļa segas projektēšanu, bet arī ģeotehnisko izpēti un zemes klātnes projektēšanu, tajā skaitā arī zemes klātnes projektēšanu sarežģītos apstākļos.

3.nodaļā iekļauti nosacījumi ģeotehniskajai izpildei, datu ieguvei, to interpretācijai un noformēšanai.



2. attēls Vispārējā projektēšanas secība

2. Eksploatācijas nosacījumi

2.1. Pasūtītāja nosacījumi, ceļa nozīme, eksploatācijas apstākļi

AS "Latvijas valsts meži" meža autoceļi tiek lietoti meža ugunsdrošības nodrošināšanai, koksnes un zemes dziļu produktu piegādēm klientiem, mežkopības un citu darbu plānošanai, veikšanai, uzraudzībai, tūrismam, rekreācijai, kā arī citām ar meža apsaimniekošanu vai lietošanu saistītām vajadzībām [2].

Meža autoceļu tīklam visu gadu jānodrošina nepārtrauktas koksnes un zemes dziļu produktu piegādes, izņemot 2 nedēļas pavasara šķīdoni, ar autotransportu, kura slodze uz asi ir 10t (100kN) vai arī atbilstoši Ceļu satiksmes noteikumos noteiktajiem masas ierobežojumiem. Meža autoceļiem īpaši aizsargājamās dabas teritorijās, kuri galvenokārt paredzēti ugunsdrošībai, pieejamība jānodrošina astoņus mēnešus gadā.

2.2. Ceļa noslodzes klases noteikšana

Datus par meža autoceļa iedalījumu pēc nozīmes un attiecināmo ceļa noslodzes klasi (CNK) nodrošina pasūtītājs, skatīt 1. tabulu.

1. tabula Meža autoceļu iedalījums pēc nozīmes un iespējamās ceļa noslodzes klases

Meža autoceļu iedalījums pēc nozīmes	Ceļa noslodzes klase
Multifunkcionālie ceļi (M1) – kalpo apmeklētāju plūsmas nodrošināšanai AS "Latvijas valsts meži" tūrisma objektos un tūrisma pakalpojumu sniegšanas vietās (piemēram, Tērvetes stāvlaukums u.tml., t.sk. laukumi);	CNK1 CNK2 CNK3 CNK4
Kokaudzētavu un derīgo izrakteņu ieguves vietu ceļi (M2) – nodrošina piekļuvi stratēģiskajām AS "Latvijas valsts meži" kokaudzētavām un derīgo izrakteņu ieguves vietām;	CNK1 CNK2 CNK3
Maģistrālais ceļš (M3) - AS "Latvijas valsts meži" meža ceļi, kuri apvieno savienojošos ceļus un pievedceļus, pieslēdzas valsts vai pašvaldības autoceļiem un nodrošina 11 mēnešu pieejamību koksnes produktu un citu uzņēmuma produktu transportēšanai klientiem;	CNK1 CNK2
Savienojošais ceļš (M4) - nodrošina meža apsaimniekošanu virs 200 ha lielu meža masīvu (vairāk par 5 meža kvartāliem);	CNK1 CNK2 CNK3
Pievedceļš (M5) - nodrošina meža apsaimniekošanu līdz 200 ha lielu meža masīvu (līdz 5 meža kvartāliem);	CNK3 CNK4
Meža ceļš ar lielu nozīmību publiskai satiksmei (M6) - AS "Latvijas valsts meži" autoceļš, kas savieno apdzīvotu vietu ar valsts nozīmes vai pašvaldības autoceļu, kuru izmanto iedzīvotāji ikdienas vajadzībām;	CNK2 CNK3 CNK4
Ugunsdrošības ceļš (M7) – meža ceļš, kas nodrošina ugunsgrēka dzēšanu meža nogabalā (ne tālāk par 800 m).	CNK5

Ir noteiktas 5 ceļa noslodzes klases CNK, katrai klasei definējot aprēķina nestspēju Ev2 uz ceļa seguma un kravas transportlīdzekļu intensitāti A/24h abos braukšanas virzienos ar aprēķina periodu ceļa segas kalpošanas laikam 10 gadi, skatīt 2.tabulu.

Iespējams vērtēt arī ceļa noslodzes klasi CNK mazākam ceļa segas kalpošanas periodam (< 10 gadi), piemēram, ja aprēķina kravas transporta intensitāte ir 90 A/24h abos braukšanas virzienos 5 gadu aprēķina periodā derīgo izrakteņu ieguves vietas izstrādei, rezultātā 90 A/24h x 350dienas x 5 gadi = 157 500 A/24h 5 gadus (157 500 < 210 000), atbilst CNK1 ceļa noslodzes klasei, skatīt 2.tabulu.

Papildu pasūtītājs nodrošina informāciju par citiem tuvumā esošiem ceļiem, kas var ietekmēt projektējamā ceļa nozīmi un noslodzes klasi. Ja tomēr plānotā kravas transportlīdzekļu intensitāte pārsniedz 210 000 A/10g 10 gadu aprēķina periodā, tad izstrādājams individuāls risinājums.

2. tabula Ceļa noslodzes klases CNK

Ceļa noslodzes klase	A/24h	Noslodzes dienas gadā	A/10g	Ev2, MPa
CNK1	31 – 60	350	210 000	140
CNK2	21 – 30	350	105 000	120
CNK3	16 – 20	350	70 000	105
CNK4	6 – 15	350	52 500	90
CNK5	≤ 5	245	12 250	70

3. Ģeotehniskā izpēte

3.1. Vispārīgie nosacījumi

Ģeotehniskās izpētes mērķis ir nodrošināt projektētāju ar informāciju par zemes klātnē izmantojamām gruntīm – to veidiem un īpašībām konkrētā būvprojektā. Informācijai jābūt pietiekošai, lai varētu izstrādāt racionālu zemes klātnes risinājumu un ceļa segas projektu.

Šajā nodaļā ir aprakstīti nosacījumi MAC ģeotehniskajai izpētei un tālāk zemes klātnes projektēšanai.

Ģeotehniskā izpēte ietver lauka darbus – grunts slāņu biezuma noteikšanu, grunšu identificēšanu un aprakstīšanu, deformatīvo īpašību mērīšanu (ja nepieciešams), mitruma apstākļu, t.sk. ŪL novērtēšanu un, ja nepieciešams, arī laboratoriskos darbus grunts īpašību precizēšanai.

Esošu ceļa segu izpētei papildus tiek novērtēta esošās ceļa segas stiprība.

Grunts identificēšanu un aprakstīšanu veic saskaņā ar LVS EN ISO 14688-1, izmantojot vizuālas un manuālas metodes, kā arī lauka apstākļos lietojamās grunšu stiprības noteikšanas metodes.

Laboratoriskās metodes, piemēram, granulometriskā sastāva un filtrācijas koeficienta noteikšanu lieto, ja esošo smilšaino grunti potenciāli var izmantot projektējamās ceļa segas salturīgā vai drenējošā slāņa būvniecībā. Atsevišķos gadījumos var būt nepieciešams izmantot papildu laboratoriskās metodes, piemēram, organisko vielu saturu, dabiskā mitruma vai plastiskuma noteikšanai.

Gadījumos, ja paredzēts projektēt ceļa segu, kurai par pamatu var izmantot nolietotu esošo ceļa segumu, izpētes nosacījumi ir atšķirīgi. Šādos gadījumos zemes klātnes izpēte nav jāveic. Jānoskaidro tikai esošās ceļa segas kārtu biezumi un nestspēja uz esošā ceļa seguma virsmas, izpētes nosacījumus skatīt 3.5.punktā.

Ja izpētes gaitā tiek konstatētas kūdra, tad jāņem vērā papildu norādījumi, skatīt 3.5 punktu.

3.2. Pielietojamie standarti un normatīvi

LVS EN 1997-2 7. Eirokodekss. Ģeotehniskā projektēšana. 2. daļa Būvpamatnes izpēte un pārbaudes

LVS EN ISO 14688-1 Ģeotehniskā izpēte un testēšana. Grunts identificēšana un klasificēšana. 1. daļa: Identificēšana un aprakstīšana

LVS EN ISO 14688-2 Ģeotehniskā izpēte un testēšana. Grunts identificēšana un klasificēšana. 2. daļa: Klasificēšanas principi

LVS EN ISO 22475-1 Ģeotehniskā izpēte un testēšana. Paraugošanas metodes un gruntsūdens mērījumi. 1. daļa: Grunts, iežu un gruntsūdens paraugošanas tehniskie principi.

LVS EN ISO 22476-2 Ģeotehniskā izpēte un testēšana. Testēšana lauka apstākļos. 2. daļa: Dinamiskā zondēšana

LVS EN ISO 22476-9 Ģeotehniskā izpēte un testēšana. Testēšana lauka apstākļos. 9. daļa: Lauka spārņņgriezies tests (FVT un FVT-F)

MEŽA INFRASTRUKTŪRAS OBJEKTU PROJEKTĒŠANAS TEHNISKIE NOTEIKUMI (AS "Latvijas valsts meži", 2021)

TP BF – StB Teil B 8.3 German standard "Technical Test Code for Soils and Rock Mechanics in Road Construction (Technischer Prüfvorschrift für Boden und Fels im Straßenbau)

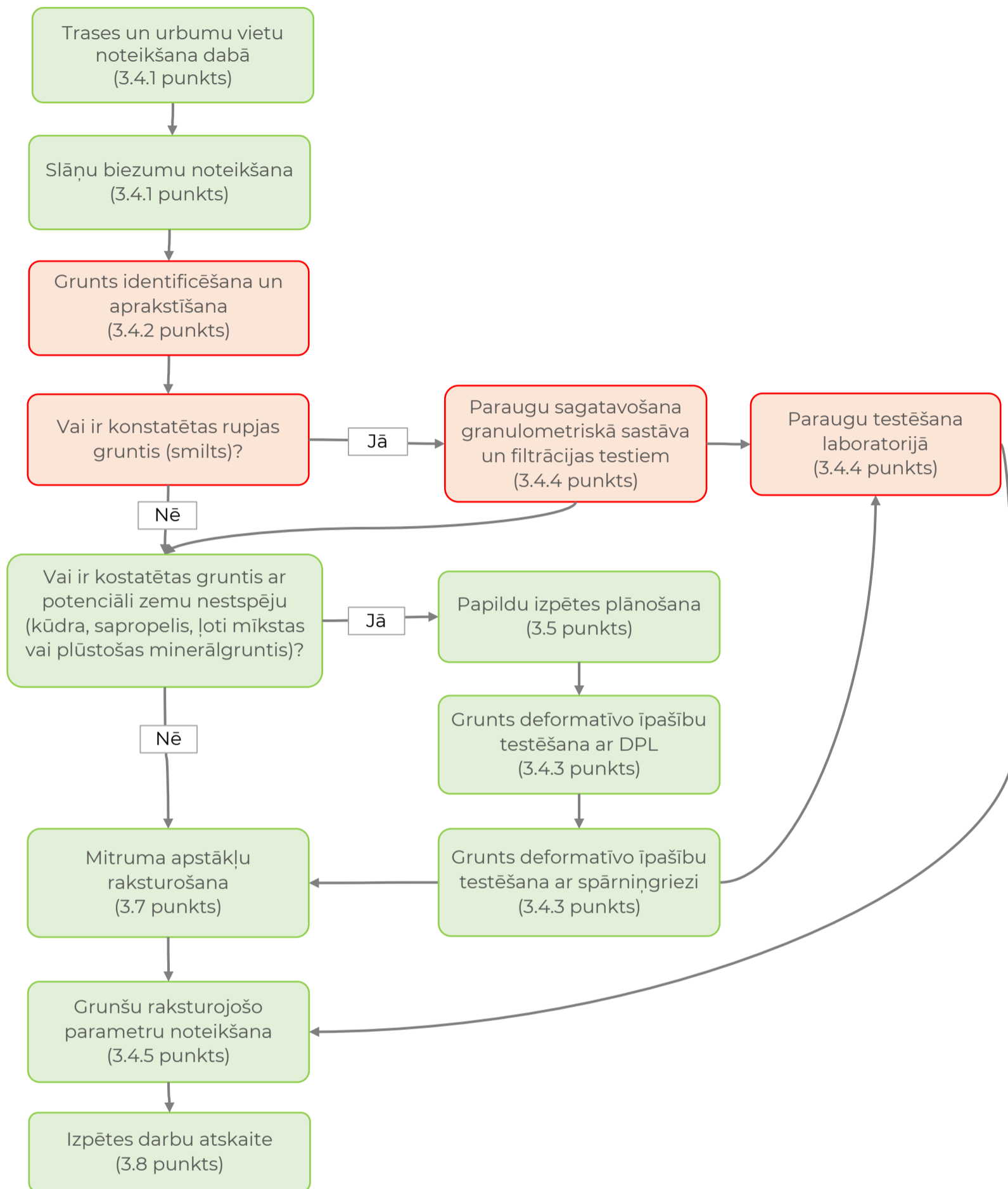
3.3. Izpētes sastāvs un norise (vispārīgi)

MAC ģeotehniskajā izpētē var izdalīt trīs līmeņus, kuru nepieciešamība ir atkarīga no faktiskās situācijas. Parasti detalizētāka izpēte vajadzīga, ja tiek konstatētas zemas stiprības grunts, piemēram, irdenas, ļoti mīkstas vai plūstošas, organiskas.

Izpētes līmeņi ir sekojoši:

1. Grunts slāņu biezumu un ŪL (ja tiek konstatēts) noteikšana. Vienlaicīgi tiek veikta urbumos iegūtās grunts slāņu paraugu identificēšana un aprakstīšana saskaņā ar LVS EN ISO 14688-1 un šī dokumenta norādījumiem.
2. Grunts slāņu mehānisko īpašību mērīšanai lieto DPL zondēšanu (LVS EN ISO 22476-2) vai pārbaudi ar spārņņgriezies (FVT) (LVS EN ISO 22476-9). Šo izpētes līmeni var nelietot, ja slāņu biezumu noteikšanas laikā (urbjot) tiek konstatētas tikai rupjas minerālās grunts vai smalkas grunts ar augstu blīvumu un stiprību.
3. Laboratoriskā izpēte. Šis līmenis nepieciešama divos gadījumos:
 - Ja izpētāmās trases virsējos slāņos tiek konstatēta tīra, smilšaina grunts, kuru potenciāli var izmantot kā materiālu jaunas ceļa segas pamata būvniecībā.
 - Ja iepriekš veiktā izpēte nedod pietiekošu informāciju atbilstoša un racionāla projekta risinājuma izstrādei. Pārsvārā šādas situācijas var rasties konstatējot, grunts ar ļoti zemu stiprību – kūdra vai minerālgrunts ar ļoti mīkstu vai plūstošu konsistenci. Šādi gadījumi ir apskatāmi individuāli. Var būt nepieciešamība noteikt mitruma saturu, konsistenci, plastiskumu, saspiežamību, organisko vielu saturu u.c.

Ģeotehniskās izpētes darbu secība ir attēlota 3.attēlā.



3. attēls. Vispārējā ģeotehnisko darbu izpildes shēma

3.4. Izpētē nosakāmie parametri, metodes, instrumenti

3.4.1. Slāņu biezums

Grunts izpēte jāveic dabā ne retāk par 200m. Biežāk vietās, kur būtiski mainās grunts apstākļi un ierakuma dziļums pārsniedz 2 m. Vietās, kur sastopamas zemas nestspējas gruntis, ieteicams veikt izpēti šķērsgriezumos ik pēc 20–30m [2]. Par būtiskām grunts apstākļu izmaiņām uzskata tādas, kas izmaina grunts aprēķina nestspēju.

Izpētes dziļums ir līdz 2m. Ierakumos ne seklāk, kā projektējamā zemes klātnes virsma. Ja konstatēta kūdra, sapropelis, dūņas u.tml. gruntis, urbuma dziļumam jābūt līdz stabilai minerālgultij [2].

Parasti izmanto urbšanas metodi lietojot nelielus 3-10cm diametra vītņurbjus vai 2-6cm diametra paraugu ņemšanas caurules, kuras iedzen gruntī. Lietojot paraugu ņemšanas cauruli, slāņu robežas nosakāmas precīzāk un iegūtie paraugi ir kvalitatīvāki. Dažādu paraugu ņemšanas rīku piemēri redzami 4. attēlā.



4. attēls Uzgaļi grunts paraugu ņemšanai

Grunts slāņu biezumu nosaka katram atšķirīgam grunts veidam katrā urbumā.

Vienlaicīgi nosaka arī mitruma pakāpi smilšainā vai putekļainā gruntī. Būtiski ir konstatēt ŪL šādos grunts slāņos. To nosaka tiešā veidā izmērot ŪL urbumā, vai nosakot robežu, kurā sākas pārmitrinātas gruntis.

3.4.2. Grunšu identificēšana un aprakstīšana

Grunšu identificēšanu un aprakstīšanu veic saskaņā LVS EN ISO 14688-1 un šī dokumenta 1. pielikumu.

Standarts satur virkni manuālu un vizuālu metožu grunts identificēšanai un aprakstīšanai lauka apstākļos. Darbu izpildē ne visas metodes ir nepieciešamas, lai esošās gruntis raksturotu. Datus ieteicams apkopot, kā norādīts piemērā, skatīt 5.tabulu.

Grunšu nosaukumi jāizvēlas no standartā un šajā dokumentā noteiktajiem. Latvijā biežāk konstatētās gruntis un to apzīmējumi ir iekļauti 2.pielikumā

3.4.3. Deformatīvo īpašību mērīšana

Grunts stiprību jāmēra konstatējot gruntis ar zemu stiprību – kūdra, ļoti mīkstas un plūstošas konsistences minerālgruntis. Pamatā izmanto DPL saskaņā ar LVS EN ISO 22476-2 un FVT saskaņā ar LVS EN ISO 22476-9.

DPL gadījumā pietiek ar viegla svara (10kg) belzni. Novēro konusa iegrimi un pieraksta ar cik sitieniem zonde tiek iedziļināta katrus 10cm.

Spārņgriezis ir efektīvs mērlīdzeklis īpaši zemas nestspējas minerālgruntīs un kūdrā, kas ir labi sadalījusies. Vāji sadalījusies kūdra var neobjektīvi paaugstināt rezultātus.

Detalizētāk par DPL un FVT metožu pielietojumu skatīt 7. pielikumā.

3.4.4. Laboratoriskā izpēte

Ja ģeotehniskās izpētes laikā tiek konstatēta rupja grunts (smilts), tad nepieciešams veikt paraugu ņemšanu un testēšanu, lai pārlicinātos, ka esošā smilts atbilst salturīgā vai drenējošā materiāla prasībām. Paraugu ņemšanas biežumu smilšainās grunts posmā, nosaka projekta autors, saskaņojot ar pasūtītāju. Ieteicams paraugus testēšanai ņemt ik pa 200-400m. Šādos gadījumos nosakāms granulometriskais sastāvs atbilstoši LVS EN 933-1 un/vai filtrācijas koeficients saskaņā ar Autoceļu būvniecības specifikācijās aprakstītajiem metodiskajiem noteikumiem [6].

Gadījumos, kad zemes klātni veido zemas nestspējas gruntis (kūdra vai ļoti mīkstas konsistences smalkās gruntis), var būt nepieciešami papildus laboratoriskie testi, kas raksturotu grunts mehāniskās īpašības, piemēram, dabiskais mitrums (LVS EN ISO 17892-1), organisko vielu saturs (izdedzināšana), saspiežamība (LVS EN ISO 17892-5) u.c.

Testiem jābūt tādiem, kas dod iespēju novērtēt:

- vai esošā grunts vispār ir piemērota zemes klātnes būvniecībai,
- vai tā ir piemērota ceļa pamata būvniecībai,
- cik liela un ātra paredzama zemes klātnes sēšanās;
- kāds zemes klātnes pastiprināšanas risinājums būtu piemērotākais.

3.4.5. Gruntis raksturojošo parametru un to lielumu noteikšana

Pēc grunts paraugu identificēšanas un aprakstīšanas, kā arī deformatīvo īpašību mērīšanas un laboratoriskiem testiem (ja tādi veikti) nosaka to aprēķina nestspēju Ev2.

- Rupjām gruntīm Ev2 nosaka saskaņā ar 4.2.punktu, atkarībā no granulometrijas un pārmitrinājuma pakāpes;
- Smalkām gruntīm ar ļoti cietu, cietu, sīkstu, mīkstu un ļoti mīkstu konsistenci Ev2 nosaka saskaņā ar 4.2.punktu atkarībā no granulometrijas un konsistences. Konsistenci nosaka tiešā veidā no urbumiem iegūtiem paraugiem, vai pastarpināti no DPL testu rezultātiem saskaņā ar 3.tabulu.
- Kūdrai un smalkām gruntīm ar plūstošu (reizēm arī ar ļoti mīkstu) konsistenci Ev2 nenosaka. Šādas gruntis ir ar īpaši zemu nestspēju, kuru izmantošana ir jāvērtē individuāli un zemes klātnes risinājumi jāizstrādā saskaņā ar 4.5. punktu.

3. tabula Konsistences noteikšana pēc DPL rezultātiem

Smalkas gruntis ¹⁾	
DPL _{N10}	Konsistence
<2	Ļoti mīksta Ev2<10
2-4	Ļoti mīksta
5-8	Mīksta
9-14	Sīksta
15-30	Cieta
>30	Ļoti cieta

PIEZĪME

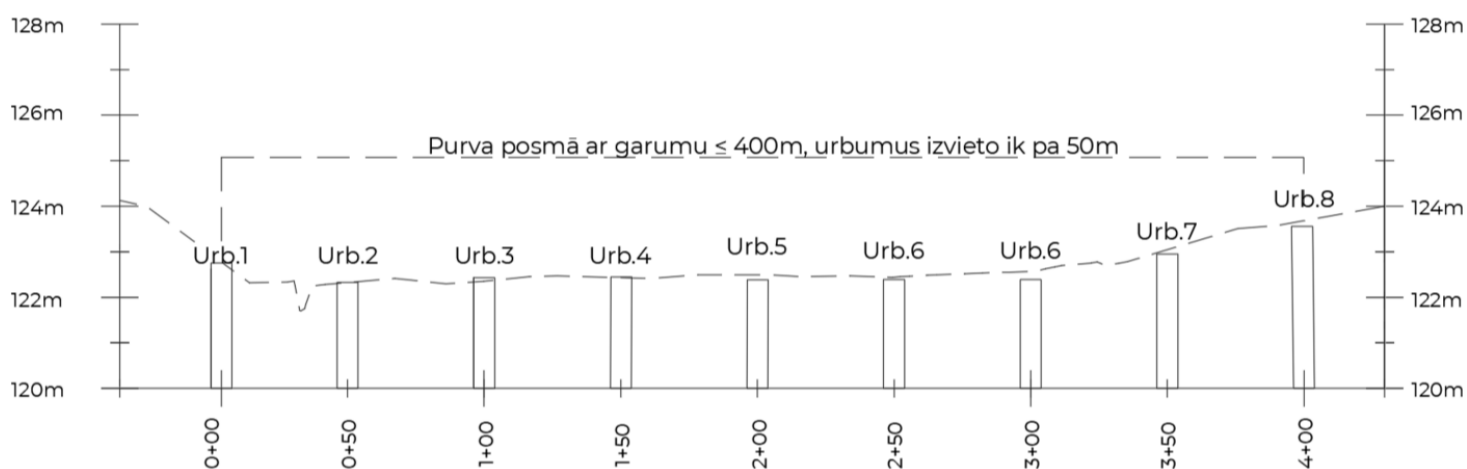
1) Tabulā norādītā sakarība starp DPL un konsistenci, ir noteikta balstoties uz projektētāju pieredzi.

Ja izpētes gaitā tika konstatētas smilšainas gruntis, kuras potenciāli var izmantot ceļa segas pamata būvniecībai, tad novērtē to atbilstību MAC būvniecības specifikāciju [3] prasībām. Ja atbilstība ir sasniegta, tad šādas gruntis var paredzēt jaunās ceļa segas pamata būvniecībai.

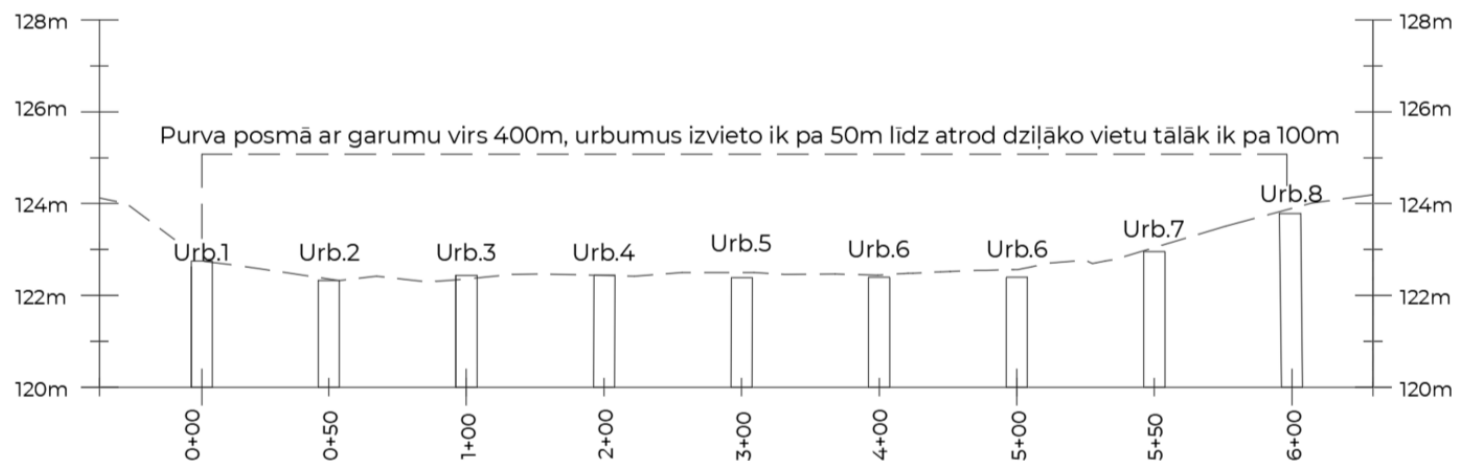
Ja esošo zemes klātni veido rupjas gruntis (smilts), kurās daļiņas <0,063 mm ir 5-15% un smilts viendabības koeficients $C_u < 5$, tad šāda grunts uzskatāma par piemērotu ceļa segas pamata būvniecībai un segas salturība uzskatāma par atbilstošu.

3.5.Papildu norādījumi kūdras posma izpētei

Ja izpētes gaitā tiek konstatētas zemas nestspējas gruntis, kur biezums $\geq 0.5m$ (kūdra, dūņas, organiskas gruntis u.c), ir jāveic padziļināta ģeoloģiskā izpēte. Jānosaka zemas nestspējas posmi, kuru urbemos konstatētas zemas nestspējas gruntis. Zemas nestspējas posmam jānorāda tā sākums un beigas, solis 50m līdz sasniedz dziļāko vietu. Zemas nestspējas posmam $\leq 400m$ urbumus izvieto ik pa 50m, zemas nestspējas posmam lielākam par 400m urbumus izvieto ik pa 100m, skatīt 5. un 6.attēlā.



5. attēls Urbumu izvietojums kūdras posmā $\leq 400m$



6. attēls Urbumu izvietojums kūdras posmā $> 400m$

Veicot ģeoloģiskās izpētes urbumus zemas nestspējas gruntīs, to dziļumam ir jābūt līdz minerālgruntij. Zemas nestspējas organiskām gruntīm ir jānosaka tās sastāvdaļas un sadalīšanās pakāpi atbilstoši LVS EN ISO 14688-1 5.2.punktam "Organiskās gruntis". Skatīt 1.pielikumu 20.tabulu.

Kad ir zināms zemas nestspējas posma garums un dziļums, tiek izvietoti izpētes punkti dinamiskajai zondēšanai (DPL), lai noteiktu grunts pretestību slodzei visā dziļumā. DPL punktus izvieto dziļākajās vietās un vietās kur, veicot urbumus, tika konstatētas potenciāli zemākās nestspējas gruntis. DPL izpētes punktu intervālu jāizvēlas tādu, lai pēc iespējas precīzāk raksturotu visa zemas nestspējas posma slāņu pretestību zondes slogojumam. DPL izpēte jāveic atbilstoši LVS EN ISO 22476-2.

Iegūtos DPL datus pieraksta datu lapā, skatīt 7.pielikumu 33.tabulu.

Pēc DPL datu apstrādes tiek noteiktas vietas, kur tiks veikts spārņņgriezies tests FVT un paraugu noņemšana. Tiek izvērtēts dziļums, kur pēc DPL testa rezultātiem ir visvājākie slāņi (vismazākais sitienu skaits uz 10cm). FVT tests izvēlētajos urbemos parasti tiek veikts 2 līdz 3 dziļumos (līdz 1m, līdz 2m, līdz 3m).

FVT izpēte jāveic atbilstoši LVS EN ISO 22476-9.

Dziļumā, kurā ir veikts spārņgriezies tests, ir jānoņem paraugs dabiskā mitruma noteikšanai atbilstoši LVS EN ISO 17892-1. Skatīt 7.pielikumu 34.attēlu.

Iegūtos FVT datus pieraksta datu lapā, skatīt 7.pielikumu 34.tabulu. Pēc datu apkopošanas tiek aprēķināta bīdes pretestības vērtība c_{fv} (kPa), skatīt $c_{fv} = \frac{6\,000\,000}{7 \times \pi \times D^3} \times T_{max}$ (1. vienādojumu.

$$c_{fv} = \frac{6\,000\,000}{7 \times \pi \times D^3} \times T_{max} \quad (1)$$

D – Spārņgriezies spārņņa diametrs (mm);

T_{max} – Maksimālais griezes moments (Nm);

C_{fv} – Bīdes pretestība (kPa).

Rezultāti jāapkopo datu tabulā, skatīt 4.tabulu.

4. tabula Zemas nestspējas izpētes punkta apkopojuma tabula

Objekta nosaukums							
Urbuma Nr.		Pikets					
Testa sērijas Nr.	Testa veikšanas dziļums, m	ISO 22476-9 Bīdes pretestība c_{fv} kPa	LVS EN ISO 17892-1:2015 Dabiskais mitrums W %	Organiskās grunts dziļums līdz minerālgruntij, m	DPL _{N10} vid	DPL _{N10 0.5N<} dziļums	Sadalīšanās pakāpe
1							

Piezīmes

1) Ieteicams izmantot DPL un FVT instrumentus ar parametriem, kas norādīti 7. pielikumā.

Pēc datu apkopošanas nosaka zemas nestspējas posma kategoriju atbilstoši 4.3 nodaļai.

3.6. Esošo ceļa segu nestspējas izpētes nosacījumi

Ja paredzēts atjaunot esošu ceļa segu, kas tika būvēta atbilstoši tehniskai dokumentācijai, tad jānovērtē esošās ceļa segas aprēķina nestspēja Ev2. Tā noteikšanai var izmantot FWD mērinstrumentus, gan mobilus uz piekabes, gan portatīvus.

Papildus vizuāli jānovērtē, vai nav kādi sabrukuši esošās ceļa segas posmi. Šādiem posmiem jānosaka sabrukuma cēlonis, iespējams, jāveic jaunas ceļa segas projektēšana atbilstoši metodikai.

Nestspējas noteikšanā var lietot AS "Latvijas valsts meži" MI rīcībā esošo deflektometru LFWD lietošana, saskaņā ar TP BF – StB Teil B 8.3.

3.7. Mitruma apstākļu raksturošana

Izpētes laikā jānorāda esošie mitruma avoti un ŪL, kas var ietekmēt ceļa konstrukciju. Smiltis un dažkārt arī kūdrā parasti tas ir ŪL, kas nostājas urbumā. Ir nepieciešams laiks, lai ŪL urbumā nostabilizētos.

Nefiltrējošās gruntis ŪL uzskatāms tur, kur sākas ar ūdeni piesātinātas vai pārsātinātas gruntis, piemēram, mīksta vai plūstošas smalkās gruntis.

Jāfiksē arī atklāta ŪL un izplatība tiešā trases tuvumā, ja tāds tiek konstatēts. Ja iespējams, jānorāda vai šis ūdens ir ilgstoši vai īslaicīgi stāvošs. Par to var liecināt augi – vilkvāļītes, niedres, doņi u.tml.

Papildus jāfiksē arī citi apstākļi, kas var ietekmēt mitruma apstākļu raksturošanu. Piemēram, ŪL noteikšanas laikā iepriekš ir bijis liels nokrišņu daudzums. Dažkārt ŪL var ietekmēt arī lokāli faktori – bebru dambis saistītā meliorācijas sistēmā, aizsērējusi caurteka u.tml.

3.8. Ceļa trases ģeoloģiskā atskaite

Ceļa trases ģeoloģiskā atskaite (šajā punktā vienkārši "atskaite") jānoformē kā pielikums ceļu būvprojektam. Pašas atskaites struktūra nav noteikta, taču tajā pārskatāmi jāiekļauj gan lauku izpētes dati, gan atvasināti secinājumi, kas rodas pēc laboratorijas datu analīzes.

Atskaitei ir jāatspoguļo ģeoloģiskās izpētes gaita un rezultāti pārskatāmā veidā. Lauka pieraksti nav jāpievieno atskaitei, ja informācija tiek iekļauta citā veidā, piemēram, tabulās vai grafikos. Atskaitē iekļautie dati paredzēti grunšu novērtēšanai un tai sekojošai ceļa segas projektēšanai.

Atskaitei jāsaturo:

- Vispārējs trases apvidus raksturojums
- Informācija par darbu izpildītāju, metodēm un aprīkojumu
- Urbumu dati no lauka darbiem (urbumu novietojums; slāņu biezumi; identificēto grunšu nosaukumi; grunšu apraksts; ŪL), datus ieteicams apkopot, kā norādīts piemērā, skatīt 5.tabulu.
- Deformatīvo īpašību mērījumu dati (DPL, FVT, FWD), ja ir veikti
- Laboratorisko testu dati, ja ir veikti.

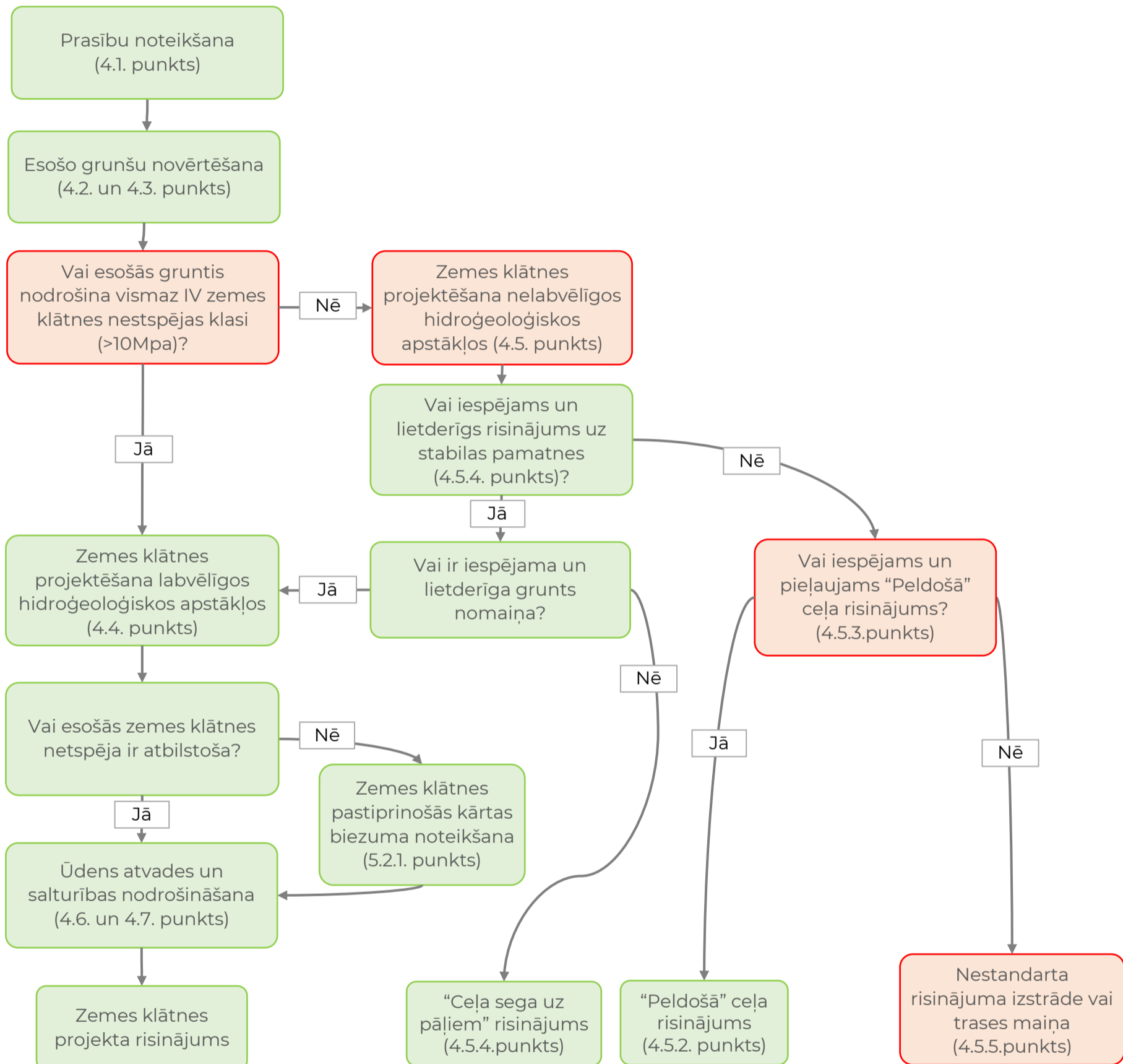
5. tabula Urbumu datu apkopojuma tabula (piemērs)

Pikets	Slāņa pamatnes abs.atz., m	Slāņa pamatnes dziļums, m	Slāņa biezums, m	Ūdens līmenis	Primārā Frakcija	Sekundārā frakcija	Organisko vielu daudzums	Konsistence / Mitrums / Sadalīšanas pakāpe	Grunts nosaukums un apzīmējums
0+00	100.00	0.20	0.20		Smilts	Putekļi	Nav	Mitra	Putekļaina smilts, siSa
1+00									

4. Zemes klātne

Šajā nodaļā aprakstīta zemes klātnes projektēšanas darbu secība sākot ar prasību noteikšanu, un beidzot ar zemes klātnes risinājumu. 7.attēlā norādīta zemes klātnes vispārējā projektēšanas darbu secība.

Zemes klātnes risinājuma pamatā ir ģeoloģiskās izpētes dati, kuru ieguve aprakstīta 3.nodaļā. Tā kā dabā hidroģeoloģiskā situācija var mainīties ļoti plašā amplitūdā, nav iespējams paredzēt visas iespējamās apstākļu kombinācijas. Praksē būs gadījumi, kad būs nepieciešami arī nestandarta risinājumi zemes klātnes funkciju nodrošināšanai.



7. attēls. Vispārīgā zemes klātnes projektēšanas darbu secība

4.1. Prasības

Šajā punktā ir noteiktas prasības, kas jānodrošina ar projekta risinājumu. Zemes klātnei ir izvirzītas prasības nestspējai, ūdens atvadei un salturībai. Salturības pārbaudi zemes klātnei veic kopā ar ceļa segu, kā vienotai konstrukcijai.

4.1.1. Zemes klātnes nestspēja

Katrai ceļa nestspējas kategorijai CNK ir noteikta minimālā zemes klātnes nestspējas klase, skatīt 6.tabulu. CNK nosaka atbilstoši 2. nodaļai atkarībā no nozīmes un transporta slodzes. Nestspējas prasības ir noteiktas uz zemes klātnes virsmas, pēc grunšu pārvietošanas no ierakuma uzbērumā būvobjekta ietvaros. Projektētājam būvprojektā jāparedz grunšu pārvietošana tā, lai visā trases garumā nodrošinātu pēc iespējas vienmērīgu un pēc iespējas augstāku zemes klātnes nestspēju ar būvobjektā pieejamām grūntīm. Ja grūntis ir ar mainīgām nestspējas īpašībām, tad līdzīga zemes klātnes nestspēja jāprojektē pēc iespējas garākos posmos. Šāda pieeja samazinātu projektējamās ceļa segas tipu mainību.

Ja ir pieļaujamas vairākas klases, tad primāri jāizvēlas tā, kura var nodrošināt ar esošajām gruntīm bez papildu pastiprināšanas risinājumiem.

6. tabula Pieļaujamās zemes klātnes nestspējas klases

Zemes klātnes nestspējas klase	Minimālais aprēķina E_{v2} MPa	CNK1	CNK2	CNK3	CNK4	CNK5
I Ļoti augsta	60	x	x	x	x	x
II Augsta	40	-	x	x	x	x
III Vidēja	25	-	-	-	x	x
IV Zema	10	-	-	-	-	x
V Ļoti zema	<10	-	-	-	-	-

APZĪMĒJUMI:

x- piemērots; - nepieciešama pastiprināšana

Ja ar esošajām gruntīm nevar nodrošināt minimālo zemes klātnes nestspēju, tad jāparedz tās pastiprināšana, skatīt 6.tabulu. Vienas līdz divu zemes klātnes stiprības klašu paaugstināšanu, lielākoties, panāk zemes klātnes virsējo daļu būvējot no smilts gruntīm, skatīt 7. tabulu.

Ja nepieciešamās nestspējas nodrošināšana nav tehniski – ekonomiski lietderīga, tad saskaņojot ar pasūtītāju, jāizskata iespējas samazināt CNK vai mainīt trases novietojumu.

4.1.2. Ūdens atvade

Vispārīgi ūdens atvade jāprojektē saskaņā ar MEŽA INFRASTRUKTŪRAS OBJEKTU PROJEKTĒŠANAS TEHNISKIE NOTEIKUMI (AS "Latvijas valsts meži", 2021) [2]. Grāvju vai ievalku minimālais dziļums jānosaka saskaņā ar šo dokumentu.

4.1.3. Salturība

Ceļa konstrukcijas projektam jānodrošina zemes klātnes salturība. Zemes klātnes salturība tiek nodrošināta gan ar ūdens atvadi no zemes klātnes, gan ar ceļa segas risinājumu. Salturība tiešā veidā ietekmē ceļa ekspluatācijas iespējas gada griezumā.

Ja ar esošo grunti var nodrošināt I vai II zemes klātnes nestspējas klasi, var uzskatīt, ka konstrukcija būs pietiekoši salturīga.

Ja zemes klātnes virsējo daļu veido smalkas vai organiskas gruntis un nokrišņu ietekmē ŪL rudens/ziemas periodā var veidoties augstāk par grunts sasaluma dziļumu, ir jāparedz papildu risinājumi salturības nodrošināšanai saskaņā ar 4.7.punktu. Grunts sasaluma dziļums ir pieņemts 80cm no ceļa seguma virsmas.

4.2. Esošo minerālgrunšu novērtēšana

No ģeotehniskās izpētes datiem sākotnēji nosaka, kādu zemes klātnes stiprības klasi var nodrošināt ar esošajām gruntīm projektētajos ekspluatācijas apstākļos. Stiprības klase trases garumā var mainīties. Šādu novērtēšanu veic gruntīm katrā ģeotehniskā urbuma vietā.

Par pamatu stiprības klases noteikšanai ir grunšu veida un mitruma pakāpes raksturojums skatīt 7. un 8.tabulu. Katram grunts tipam ir noteikta aprēķina nestspēja, kura arī nosaka zemes klātnes nestspējas klasi no 9.tabulas.

7. tabula Aprēķina nestspēja E_{v2} zemes klātnei no rupjām gruntīm

Primārā frakcija	Sekundārā frakcija (izmers)	Granulometrija		Ev2 (mitra)	Ev2 (pārmitrināta)
		Siets	%		
Smilts	Rupja	<0,5	0-50	70	70
Smilts	Vidēji rupja	<0,250	0-50	60	60
Smilts	Smalka	<0,063	0-20	60	60
Smilts	Putekļaina ¹⁾	<0,063	20-50	55	40

PIEZĪME:

1) Lai smiltij piešķirtu īpašību "putekļaina", papildus frakcijas noteikšanai, aprakstīšanas laikā jānosaka, vai smalko daļu neveido arī mālu gruntis. Ja tiek konstatēta māla klātbūtne, smilts tiek uzskatīta par viegli mālainu vai mālainu, un tās E_{v2} nosaka no 8.tabulas.

2.pielikumā detalizēti norādītas dažādu smalko grunšu deformatīvās vērtības, atkarībā no to konsistences (samitrinājuma pakāpes). Lai mazinātu grunts identificēšanas un aprakstīšanas kļūdu iespējamo ietekmi uz zemes klātnes risinājumu, aprēķina nestspējas vērtības ir noapaļotas līdz 5 vienībām – 10; 15; 20; 25; 35; 40; 45; 50; 55; 60 MPa.

8. tabula Smalku grunšu aprēķina nestspēja E_{v2} vērtības

Grunts primārā un sekundārā frakcija	Granulometrija		IP	Nestspēja E_{v2} MPa		
	Siets	%		Konsistence ¹⁾		
			Sūksta	Mīksta	Ļoti mīksta	
Vidēji rupja smilts (viegli mālaina)	<0,250	0-50	1-7	45	35	25
Smalka un putekļaina smilts (viegli mālaina)	<0,063	0-50	1-7	40	30	20
Putekļi	<0,063	50-100	<1	35	25	15
Putekļi (viegli mālaini)	<0,063	50-100	1-7	30	25	10
Smilts vai putekļi (mālaini, kam izteiktas mālainās īpašības)	<0,063	>20	>7	30	25	10
Visa veida mālu gruntis	<0,063	>20	>7	30	25	10

PIEZĪME:

1) Detalizētāk par konsistences noteikšanu un ietekmi uz nestspēju skatīt 1.pielikuma 21.tabulu..

Atkarībā no noteiktās grunts aprēķina nestspējas, no 9.tabulas nosaka zemes klātnes faktisko nestspējas klasi. Nestspēja ir norādīta zemes klātnes virsējam slānim. Aprēķina Ev2 ir norādīta uz zemes klātnes virsmas.

Ja izpētes gaitā tika konstatēts, ka virsējā slāņa biezums ir <20 cm, tad aprēķina Ev2 var pieņemt tādu, kāds tas noteikts zemāk esošajam noteicošajam slānim.

9. tabula Zemes klātnes nestspējas klases

Klase	Nosaukums	Aprēķina Ev2	Apraksts
I	Ļoti augsta	60	Zemes klātņi veido dažāda rupjuma smilts dažādā mitruma pakāpē bez māla piejaukuma pazīmēm. Šīs klases zemes klātnes virsējā daļa var tikt uzskatīta par ceļa segas pamatu uz kura projektē ceļa segumu.
II	Augsta	40	Zemes klātņi veido putekļaina smilts vai rupjākas smiltis ar nelielu māla piejaukumu, kuras konsistence dabā ir vismaz sīksta. Atsevišķos gadījumos, šīs klases zemes klātne var tikt uzskatīta par ceļa segas pamatu uz kura projektē ceļa segumu.
III	Vidēja	25	Zemes klātņi veido smalkas gruntis (izņemot smilšainus putekļus) ar mīkstu, sīkstu un cietu konsistenci. Šāda zemes klātnes stiprība lielākoties ir pietiekoša, lai bez būtiska pastiprinājuma sasniegtu nepieciešamo nestspēju, gan uz ceļa segas pamata, gan ceļa segas.
IV	Zema	10	Zemes klātņi veido ļoti mīkstas smalkas gruntis. Šādas nestspējas zemes klātnei noteikti jāparedz pastiprinājums no smilts vai smilts + ģeokompozīta. Pastiprināmā slāņa biezumu nosaka vienlaicīgi ar ceļa segas pamata biezuma aprēķinu.
V	Ļoti zema	<10	Organiskās gruntis, plūstošas smalkas minerālgruntis. Obligāti jāpielieto speciālie pastiprināšanas risinājumi.

Jāņem vērā arī organisko piemaisījumu ietekme uz nestspēju minerālajās gruntīs. Organikas piemaisījuma pakāpi minerālgruntīs nosaka vizuāli saskaņā ar LVS EN ISO 14688-1 ģeotehniskās izpētes laikā. Viegla un vidēja organikas pakāpe būtiski neietekmē nestspēju. Ļoti organiska minerālā grunts pazemina zemes klātnes aprēķina nestspēju par vienu klasi, salīdzinot ar tādu, kura tiktu nodrošināta bez organikas piejaukuma.

Piemēram, izpētes gaitā konstatēta ļoti organiska putekļu grunts ar mīkstu konsistenci. Saskaņā ar 8.tabulu, aprēķina nestspēja ir 25MPa (III stiprības klase no 9.tabulas), taču ņemot vērā būtisko organikas piejaukumu, aprēķina nestspēja tiek samazināta par vienu klasi uz IV (10MPa). Šādā gadījumā liels organikas piejaukums rada nepieciešamību pēc būtiskas zemes klātnes pastiprināšanas.

Esošo grunšu nestspēju novērtē katrā urbumā. Iegūtos rezultātus attēlo garenprofilā, vai citā būvprojekta sadaļā. Situācija visā trases garumā būs vairāk vai mazāk mainīga.

Zemes klātnes projekta risinājumam jānodrošina nestspēja uz ceļa segas pamata – 40MPa vai 60MPa. Nestspējas kritērijs uz ceļa segas pamata ir uzstādīts tādēļ, ka zemes klātnes pastiprinājuma slānis netiek atsevišķi izdalīts no ceļa segas pamata aprēķina.

Zemes klātņi uz organiskām gruntīm (kūdras) paredz tikai gadījumos, ja organisko grunšu aizstāšana ar minerālgruntīm nav tehniski – ekonomiski lietderīgi. Šādos gadījumos organiskās gruntis tiek atstātas zemes klātnes apakšējā daļā un papildus jāparedz zemes klātnes vai/un ceļa segas pastiprināšanas risinājumi.

4.3. Organisko grunšu novērtēšana

No ģeotehniskās izpētes datiem zemas nestspējas posmos sākotnēji nosaka zemas nestspējas posma kategoriju. Kategorija trases garumā var mainīties. Kategorija tiek noteikta pēc zemas nestspējas posma dziļuma, dabīgā mitruma W %, Spārniņgrieztes testa rezultātiem c_{fv} kPa un dinamiskās zondēšanas DPL sitienu skaita uz 10cm. Skatīt 10.tabulu.

Kad noteikta zemas nestspējas posma kategorija jāizvēlas atbilstoša tipveida konstrukcija atbilstoši 4.5.3.punktam.

10. tabula Zemas nestspējas posma kategorija

Kategorija	FVT ISO 22476-9 c_{fv} kPa ³⁾	Dabīgais mitrums W, % ³⁾	Organiskās grunts dziļums	DPL _{N10} vid ¹⁾	DPL _{N10 0.5N<} dziļums ²⁾	Piemēri
0 ⁴⁾	$c_{fv} < 20$	$W \geq 800$	0.5-15m			Zemas nestspējas posmi, kas neatbilst kategorijām I-IV. Šajos gadījumos jāpielieto individuāli risinājumi, izvērtējot grunts apmaiņu, koka pāļus vai citu risinājumu.
I	$c_{fv} \geq 20$	400-800	0.5-2.5m	DPL _{N10} vid ≥ 0.38	DPL _{N10 0.5N<} dziļums ≤ 1.2	Piemērs: Zemas nestspējas posms, kur $c_{fv} = 20$ kPa dabiskais mitrums 750%, kūdras dziļums 2m, DPL _{N10} vid ≥ 0.39 DPL _{N10 0.5N<} =1.0m
II	$c_{fv} \geq 20$	400-800	2.5-5.5m	DPL _{N10} vid ≥ 0.38	DPL _{N10 0.5N<} dziļums ≤ 1.2	Piemērs: Zemas nestspējas posms, kur $c_{fv} = 23$ kPa dabiskais mitrums 790%, kūdras dziļums 4m, DPL _{N10} vid ≥ 0.45 DPL _{N10 0.5N<} =1.1m
III	$c_{fv} \geq 22$	400-800	5.5-15m	DPL _{N10} vid ≥ 0.40	DPL _{N10 0.5N<} dziļums ≤ 1.2	Piemērs: Zemas nestspējas posms, kur $c_{fv} = 26$ kPa dabiskais mitrums 650%, kūdras dziļums 6m, DPL _{N10} vid ≥ 0.50 DPL _{N10 0.5N<} =1.2m
IV	2-15	≥ 800	2.5-15m	0.1-0.36	DPL _{N10 0.5N<} dziļums ≥ 1.2	Piemērs: Piemērs: Zemas nestspējas posms, kur $c_{fv} = 15$ kPa dabiskais mitrums 1000%, kūdras dziļums 8m, DPL _{N10} vid ≥ 0.25 DPL _{N10 0.5N<} =3.0m. Pie šādiem apstākļiem jāparedz koku pāļu risinājums, kas jāprojektē atbilstoši LVM "Koka pāļu konstrukcijas izveides rokasgrāmata"

PIEZĪMES:

- 1) $DPLN_{10 \text{ vid}}$ Vidējā vērtība tiek noteikta dziļumā, kur zonde ar vienu sitienu gruntī ieiet dziļāk par 10cm, skatīt 7.pielikuma 35.attēlu.
- 2) $DPLN_{10 \text{ 0.5N} < \text{ dziļums}}$ Dziļums tiek mērīts, kur zonde ar vienu sitienu gruntī ieiet dziļāk par 10cm, skatīt 7.pielikuma 35.attēlu.
- 3) Parametri C_{fv} un W ir galvenie izvēles kritēriji, kūdras dziļums, $DPLN_{10 \text{ vid}}$ un $DPLN_{10 \text{ 0.5N} < \text{ dziļums}}$ ir sekundārie lielumi, kas var mazliet būt ārpus noteiktās robežas, lai izvēlētos atbilstošo kategoriju. Izvēloties kategoriju ir pieļaujamas mazas atkāpes no izvēles kritēju robežām, tās individuāli pamatojot.
- 4) 0 kategorija zemas nestspējas posmi, kuri neatbilst kategorijām I-IV. 3.pielikumā skatīt uzbūvētos ceļus kūdras posmos un kūdras posma raksturlielumus

4.4. Projektēšana labvēlīgos hidroģeoloģiskos apstākļos

Projektēšana labvēlīgos hidroģeoloģiskos apstākļos ir tad, kad esošās grunts un apstākļi var nodrošināt zemes klātnes nestspējas klasi, kāda nepieciešama, izejot no projektējamā ceļa nestspējas kategorijas CNK bez papildu stiprināšanas risinājumiem, skatīt 6.tabulu.

Par labvēlīgiem nosacīti uzskata arī apstākļus, kad ar esošo grunti var nodrošināt vismaz IV zemes klātnes nestspējas klasi, kaut arī tā ir nepietiekoša attiecīgai CNK. Šādos gadījumos vajadzīgo nestspēju var nodrošināt ar vienkāršiem risinājumiem (pastiprinot ar smilšainu grunts kārtu, atsevišķos gadījumos papildinot to ar ģeokompozītu, iekļājot to zem pastiprināmās grunts kārtas).

Pastiprināšanai jāparedz izmantot tādas grunts, ar kurām var panākt projektēto nestspēju uz ceļa segas pamata – 40MPa vai 60MPa. Attiecīgi, ja jānodrošina 60MPa, pastiprināšanā izmantojamas 7.tabulā norādītās grunts. Savukārt, ja jānodrošina 40MPa, tad pieļaujamas arī 8.tabulā norādītās smalkās grunts, kuras ir vismaz ar sīkstu konsistenci.

10MPa aprēķina nestspēja jau uzskatāma par robežsituāciju, kad jāizskata kāds speciālais zemes klātnes pastiprināšanas risinājums, piemēram, "Peldošā" ceļa risinājums, skatīt 4.5.punktu.

Ģeokompozīta lietošana zemes klātnes pastiprināšanā rezultējas ar pastiprināmās grunts kārtas biezuma samazinājumu. Aprēķins tiek veikts vienlaicīgi ar ceļa segas pamata aprēķinu, skatīt 5. nodaļu. Aprēķini parāda, ka ģeokompozīta pielietojums dod būtisku uzlabojumu IV zemes klātnes nestspējas klases gadījumā (Ev2 10 – 25MPa). Nozīme ir arī smilts materiāla pieejamībai būvobjektā.

Mainīgu esošo grunšu gadījumos vispirms jāizskata iespēja paaugstināt vājo grunšu nestspēju ar zemes klātnes pastiprināšanas risinājumu, piemēram, vājākos posmus pastiprinot ar ģeokompozītu. Tādējādi iespējams ar vienādu ceļa segas pamata biezumu nodrošināt nepieciešamo nestspēju uz ceļa segas pamata visā trases garumā.

Ja ar esošajām gruntīm nevar nodrošināt vismaz IV zemes klātnes klasi, tā tiek projektēta nelabvēlīgos apstākļos. Tādos gadījumos skatīt 4.5.punktu.

4.5. Projektēšana nelabvēlīgos hidroģeoloģiskos apstākļos

Zemas nestspējas grunšu nestspēja ir plašās robežās 0 – 10MPa, pielietotie risinājumi var būt atšķirīgi. Šajā nodaļā ir apskatīti tipveida risinājumi pie noteiktiem apstākļiem. Individuālie risinājumi ir jāsaskaņo ar pasūtītāju.

4.5.1. Vispārīgie nosacījumi

Nelabvēlīgi hidroģeoloģiskie apstākļi parasti ir tad, kad zemes klātne jāprojektē uz kūdras, vai stipri pārkūdrostas minerālgrunts, vai ļoti mīkstām un plūstošām minerālgruntīm. Šādas grunts nodrošina tikai IV vai V zemes klātnes stiprības klasi.

Projektēšana nelabvēlīgos apstākļos noteikti ietver sevī kādu no zemes klātnes pastiprināšanas risinājumiem.

Būvprojekta autoram ir jāpiedāvā vismaz divi grunts pastiprināšanas varianti, jānovērtē to izmaksas un ekonomiski izdevīgākais zemes klātnes pastiprināšanas variants jāizmanto, lai pārvarētu šādu ceļa trases posmu.

Zemas nestspējas posmā jāizvērtē zemes klātnes pastiprināšanas veids:

- grunts apmaiņa;
- esošās zemes klātnes pastiprināšana ar celmiem no esošā būvobjekta, atdalot ceļa segu ar ģeotekstilu;
- zemes klātnes pastiprināšana ar ģeosintētiskajiem materiāliem;
- zemes klātnes pastiprināšana ar ciršanas atliekām un objektā augošiem kokiem;
- zemes klātnes pastiprināšana ar sagatavotiem kokmateriāliem.
- zemes klātnes pastiprināšana ar koka pāļiem.

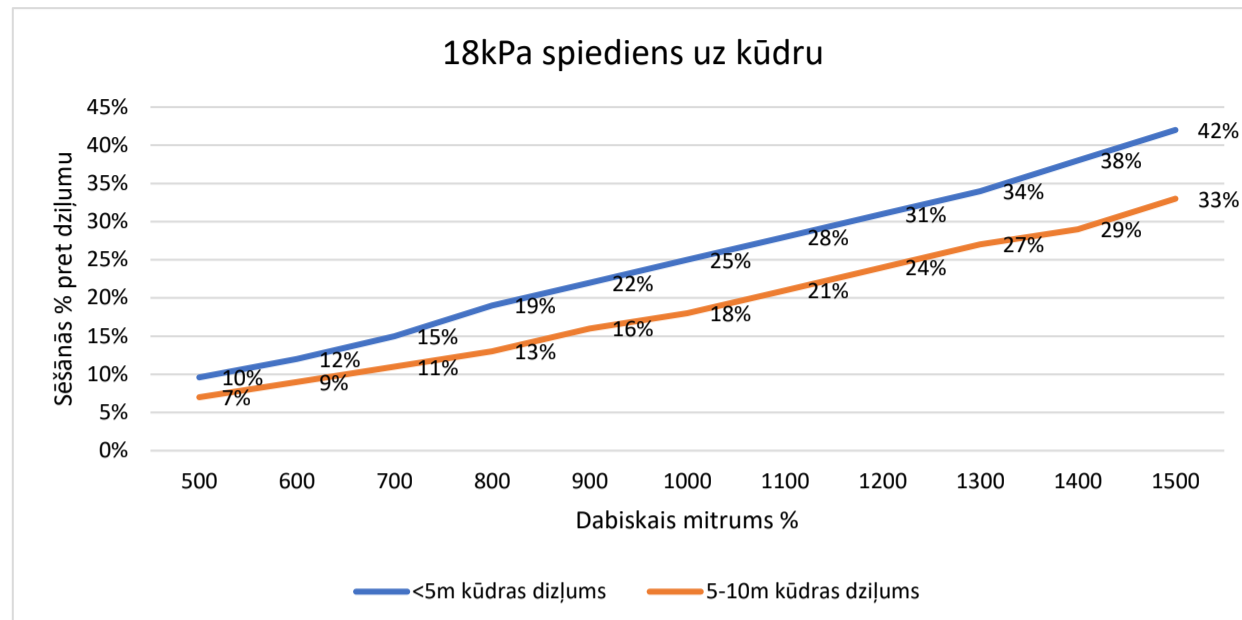
MAC zemes klātnes pastiprināšanā nelabvēlīgos apstākļos pamatā izšķir divas situācijas:

- ir pieļaujamas būtiskas, taču vienmērīgas zemes klātnes deformācijas ("peldošais" ceļš, skatīt 4.5.3.punktu). Šis risinājums nav pieļaujams projektējot CNK1 un CNK2.
- būtiskas deformācijas nav pieļaujamas (zemes klātne uz stabilām gruntīm, skatīt 4.5.4.punktu).

4.5.2. Zemes klātnes sēšanās aprēķins

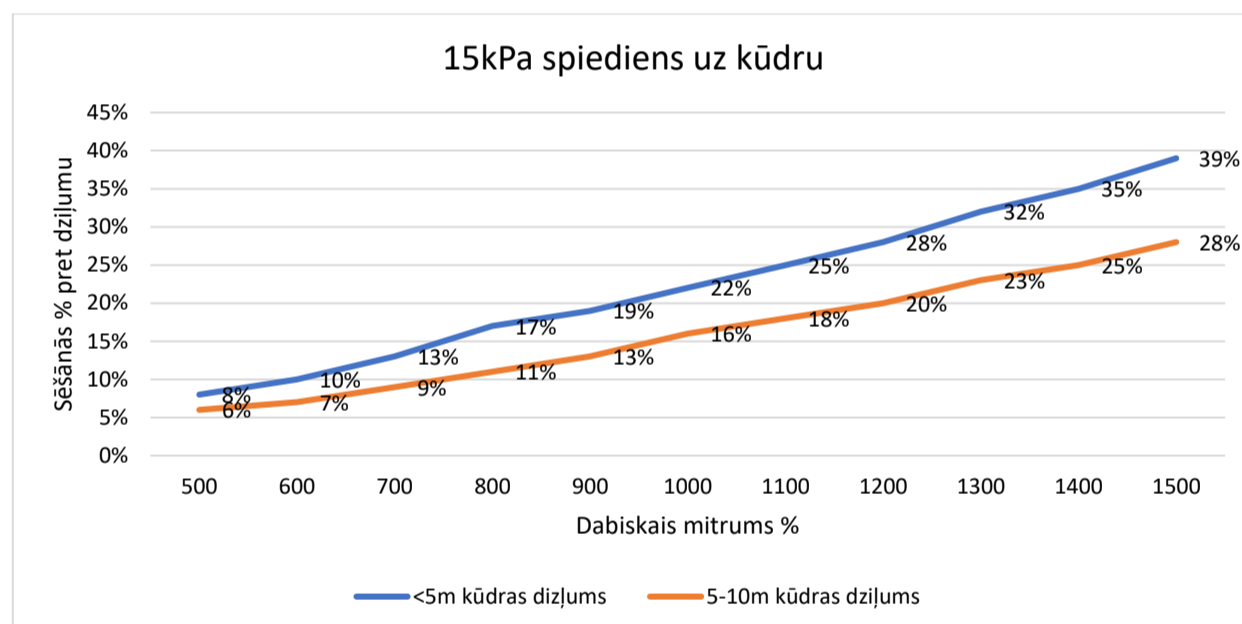
Projektējot nelabvēlīgos hidroģeoloģiskos apstākļos ir jānovērtē zemes klātnes sēšanās. Sēšanas aprēķins balstīts uz LBN 207-15 [8] un TDOK 2013:0668. Skatīt 7.pielikumu 36.attēlu.

Sēšanās aprēķina grafiki doti divām segas konstrukcijām ar biežumu 0.85m, kur grunts spiediens 18kPa un biežums 0.65m, kur grunts spiediens 15kPa. Normālprofils pieņemts NP4.5 un nogāzes slīpums 1:1.5. Sēšanās grafiks izveidots balstoties uz deformējamā grunts slāņa kompresijas moduļa spriegumu, atkarībā no kūdras dabiskā mitruma. (atbilstoši TDOK 2013:0668 Rād v1.0.tabula 2.2-2).



18Kpa NP4.5 ceļa sega h=0.85	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500
<5m kūdras dziļums	10%	12%	15%	19%	22%	25%	28%	31%	34%	38%	42%
5-10m kūdras dziļums	7%	9%	11%	13%	16%	18%	21%	24%	27%	29%	33%

8. attēls. NP4.5 Ceļa segas h=0.85m procentuālais sēšanas dziļums atkarībā no kūdras dabīgā mitruma



15Kpa (NP4.5 ceļa sega h=0.65)	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500
<5m kūdras dziļums	8%	10%	13%	17%	19%	22%	25%	28%	32%	35%	39%
5-10m kūdras dziļums	6%	7%	9%	11%	13%	16%	18%	20%	23%	25%	28%

9. attēls. NP4.5 Ceļa segas h=0.65m procentuālais sēšanas dziļums atkarībā no kūdras dabīgā mitruma

4.5.3. "Peldošā" ceļa risinājumi

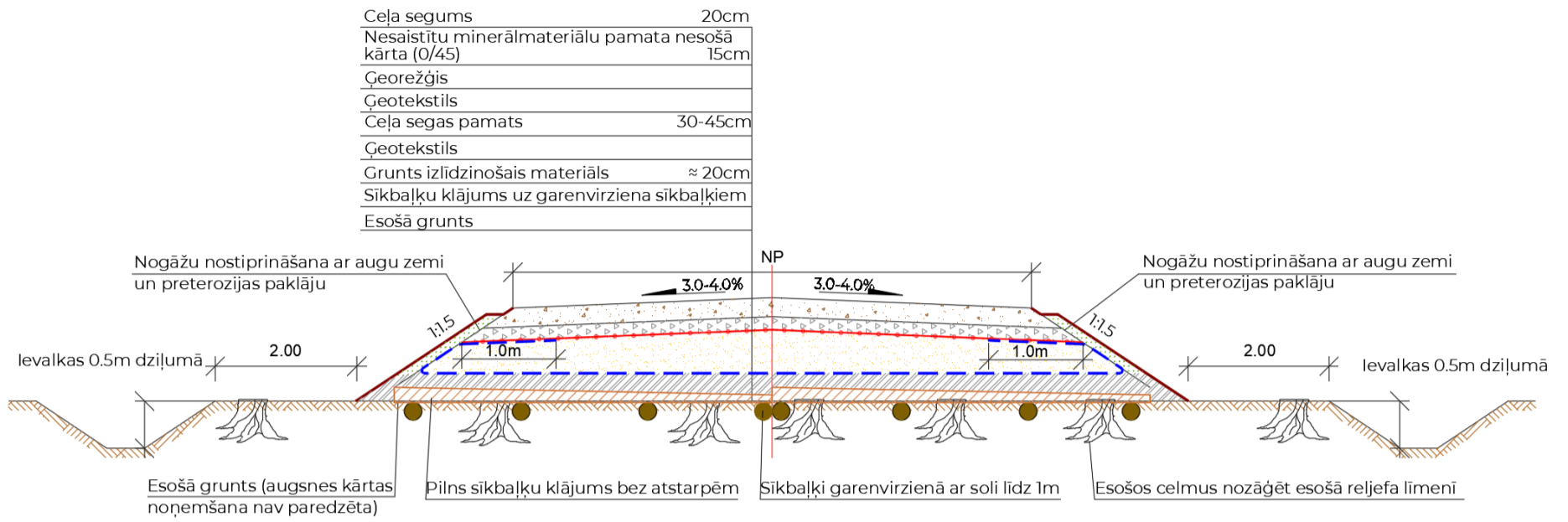
"Peldošais ceļš" – ceļš, kurš būvēts uz elastīgas, deformējamās, taču savstarpēji saistītas pamatnes - "plosta", kura balstīta uz ļoti zemas nestspējas zemes klātnes. Eksploatācijas gaitā paredzamas ceļa konstrukcijas vienmērīgas deformācijas, taču tās nav tik būtiskas, ka ceļa eksploatācija kļūtu neapmierinoša. Šāds risinājums nav piemērots projektējot CNK1 un CNK2. Izbūvējot plosta konstrukcijas, kūdras posmos nav pieļaujama esošo celmu izraušana un kūdras virs kārtas atsegšana zem konstrukcijas. 3.pielikumā skatīt apsekotos kūdras posmus un to raksturlielumus.

"Plostu" var veidot:

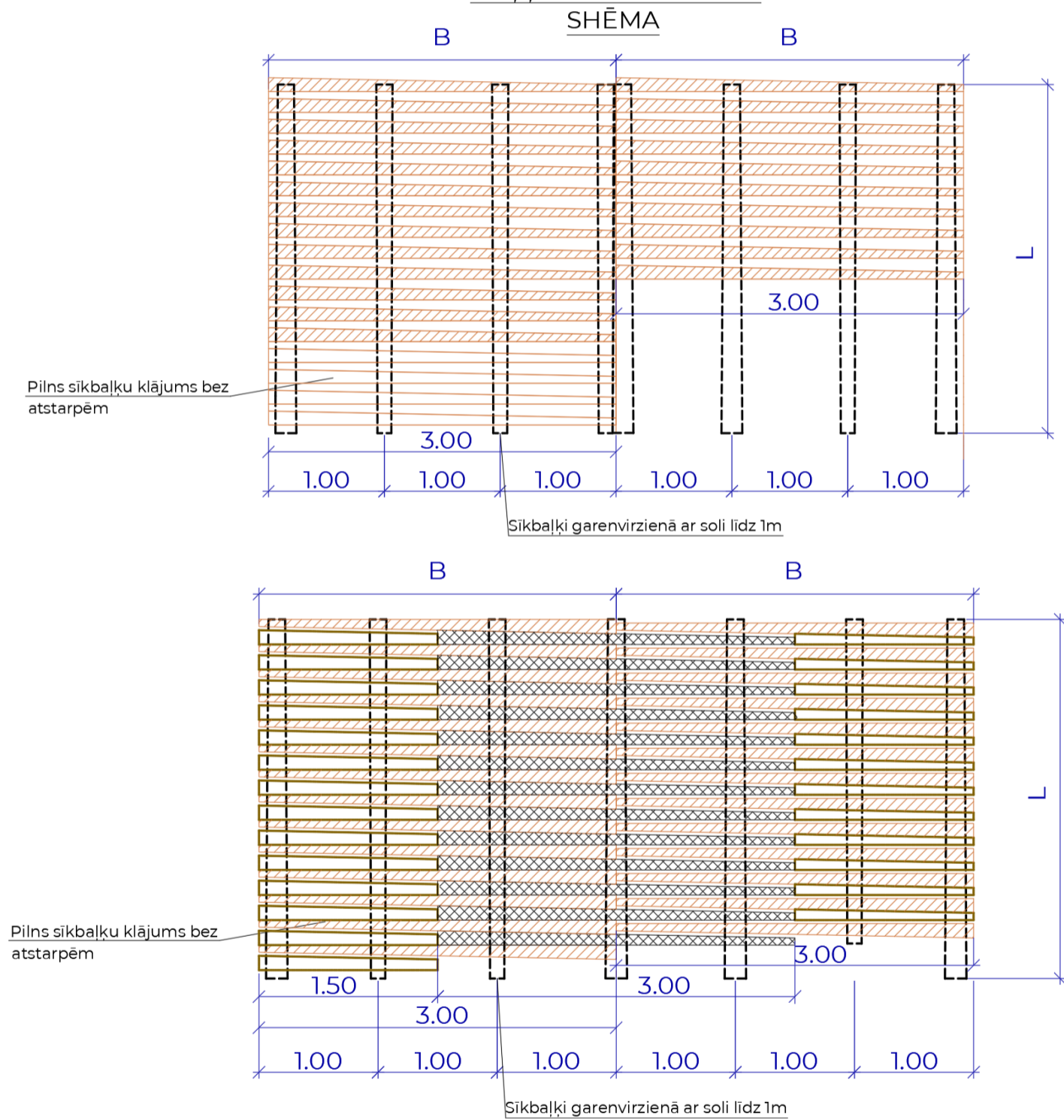
- Celmu klājums, pārklāts ar izlīdzinošu rupjas grunts kārtu un ģeotekstilu
- Sīkbaļķu un zaru klājums
- Tekstils + ģeošūnas ar rupjas grunts kārtas pildījumu.
- Fašīnas.
- Dažādu risinājumu kombinācijas.

Atbilstoši katrai zemas nestspējas posma kategorijai jāizvēlas tipveida konstrukcija, skatīt 11.tabulu un 10., 11., 14.attēlus.

2A. TIPS

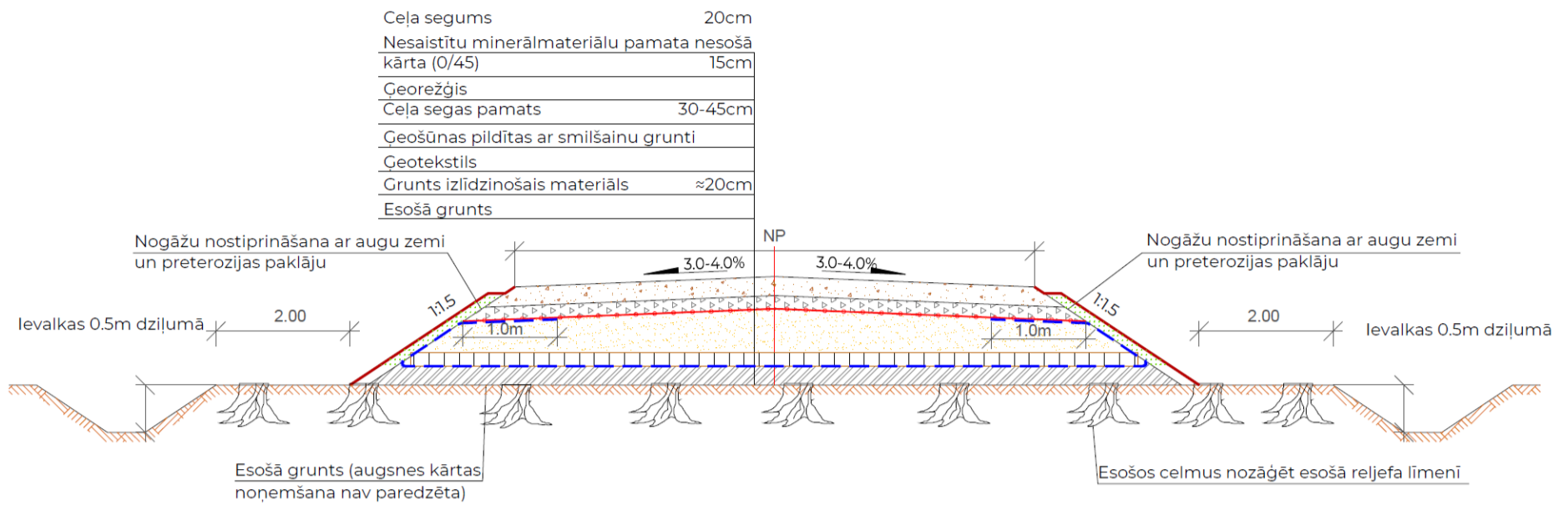


12. attēls 2A. Tipa konstrukcija zemas nestspējas posmā
BAĻĶU KLĀJA IZBŪVES



13. attēls 2A. Tipa baļķu klāja izbūves shēmu piemēri

3. TIPS



14. attēls 3. Tipa konstrukcija zemas nestspējas posmā

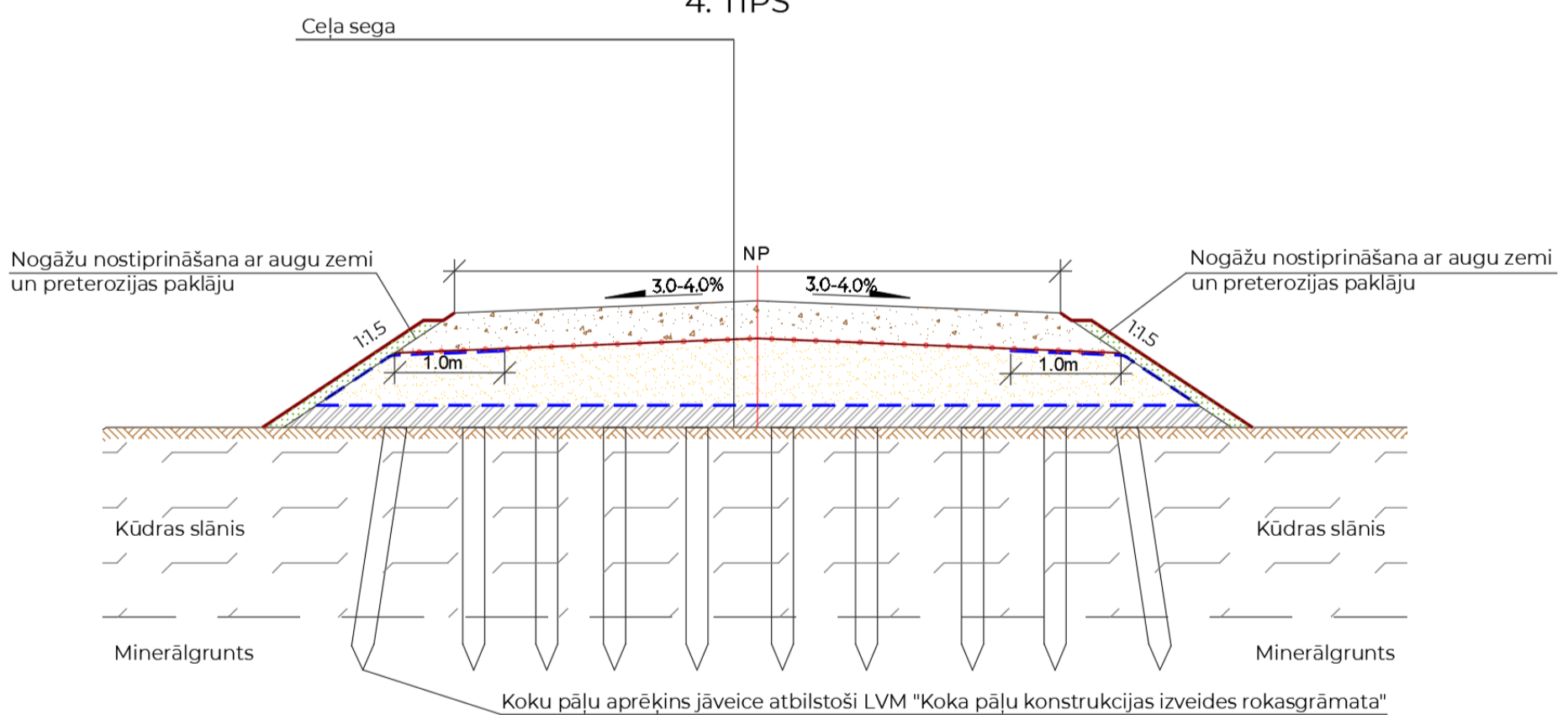
4.5.4. Risinājumi uz stabilas pamatnes

Otra risinājumu grupa ir uz "stabilas pamatnes". Zemes klātnes deformācijas nav vai tās ir nebūtiskas. Projektējot CNK1 un CNK2, nav pieļaujami "peldošā" ceļa risinājumi, ir jāparedz risinājumi no šī metodikas punkta. Citos gadījumos šo risinājumu grupu izvēlas, ja tas ir tehniski – ekonomiski lietderīgi.

Stabilo zemes klātni panāk divos veidos:

- Veicot pilnīgu vai daļēju kūdras nomaiņu ar piemērotu minerālgrunti (grunts apmaiņa). Pilnīgas vai daļējas atkūdrošanas tehnoloģija aprakstīta rokasgrāmatā [5]. Šo risinājumu parasti nav lietderīgi izvēlēties, ka kūdras biezums pārsniedz 3m.
- Balstot ceļa konstrukciju uz koka pāļiem. Koka pāļu risinājumu izstrādā saskaņā ar rokasgrāmatu [5]. Principiālais risinājums attēlots 15.attēlā.

4. TIPS



15. attēls Koku pāļu risinājums zemas nestspējas posmā

4.5.5. Nestandarta risinājumi

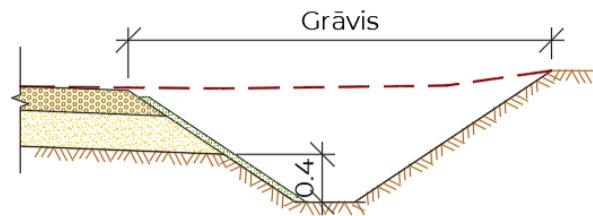
Projektējot zemes klātni nelabvēlīgos apstākļos, pieļaujami arī unikāli, nestandarta risinājumi, piemēram, zemes klātnes ķīmiskā stabilizācija. Šādi risinājumi ir jāpamato tehniski – ekonomiski.

4.6. Ūdens atvades risinājumi

Ūdens atvade no ceļa konstrukcijas jāprojektē saskaņā ar MEŽA INFRASTRUKTŪRAS OBJEKTU PROJEKTĒŠANAS TEHNISKIE NOTEIKUMI [2]. Ūdens atvadei jānodrošina, ka mitrums būtiski neietekmēs ceļa nestspēju. To panāk ar pietiekošu zemes klātnes paaugstinājumu virs ŪL.

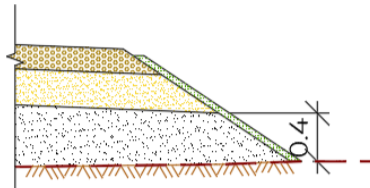
Paaugstinājums uzskatāms par pietiekošu, ja:

- Zemes klātnes šķautnes paaugstinājums virs sāngrāvja dibena augstuma atzīmes $\geq 40\text{cm}$ skatīt 16.attēlu



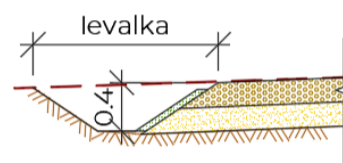
16. attēls Paaugstinājums virs sāngrāvja dibena

- Ja zemes klātnes šķautnes paaugstinājums $\geq 40\text{cm}$ virs apkārtējā reljefa un tiek nodrošināta ūdens notece, kas nepieļauj ūdens uzkrāšanos reljefa pazeminājumos uzbēruma tuvumā, skatīt 17.attēlu.



17. attēls Paaugstinājums virs apkārtējā reljefa.

- ja zemes klātnei veido filtrējoša smiltis, un ŪL nav konstatēts tuvāk par 1,2m no ceļa seguma virsmas. Šādos gadījumos ceļiem paredz 40cm dziļas (no ceļa šķautnes) ievalkas, kas nodrošina virsmas ūdeņu atvadišanu, skatīt 18. attēlu.



18. attēls Ievalkas shēma.

Projektējot zemes klātnei uz kūdras, paaugstinājums būs atkarīgs no konkrētā risinājuma. Pie tam paaugstinājums var mazināties kūdras sablīvēšanās rezultātā. Šādi gadījumi jāvērtē individuāli.

4.7. Salturības nodrošināšana

Ja ziemas laikā sasalums nonāk ar ūdeni piesātinātos zemes klātnes grunts slāņos, ūdens sasalst. Sasalstot ūdenim veidojas ledus, kam ir palielināts tilpums salīdzinot ar tādas pašas masas ūdens daudzumu. Tilpuma izmaiņas rada sala pacēlumu un grunts blīvuma samazināšanos. Šādai "izcilātai", ar ūdeni piesātinātai gruntij atkūstot, tās nestspēja var būt kritiski zema. Nestspēja atjaunojas gruntij atdodot lieko mitrumu un sablīvējoties.

Zemes klātne tiek uzskatīta par salturīgu, ja sala ietekme ir nebūtiska. T.i. zemes klātnes nestspēja atkusuma periodā saglabājas pietiekoša, ka pa to var pārvietoties kravas transportlīdzekļi neveidojot būtiskas paliekošas deformācijas. Ir pieļaujama īslaicīga (līdz 2 nedēļām) zemes klātnes nestspējas samazināšanās.

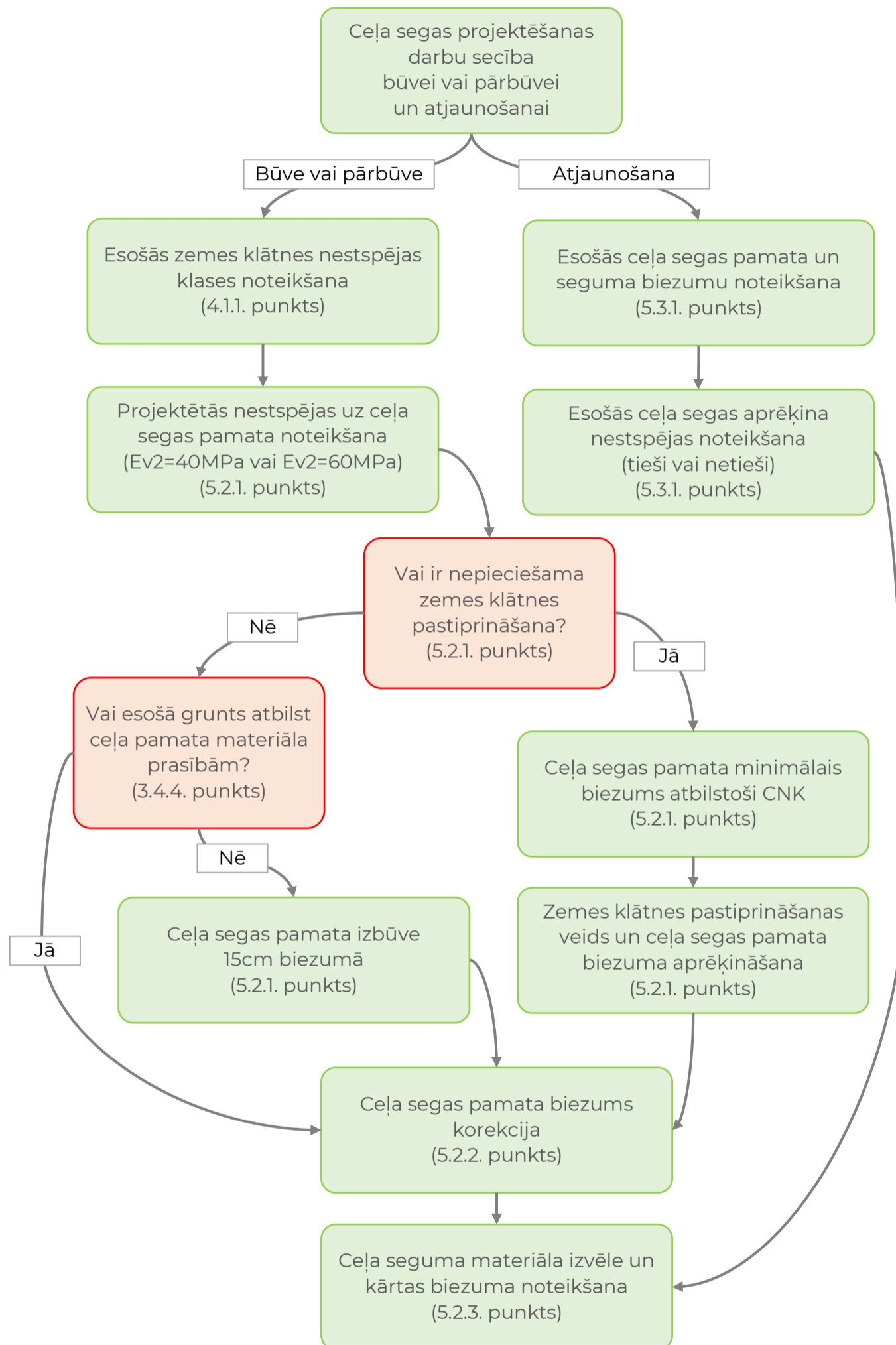
Ir jānodrošina gan zemes klātnes salturība, gan visas konstrukcijas salturība. Zemes klātnes salturība jānodrošina projektējot zemes klātnes paaugstinājumu virs ŪL, atbilstoši 4.6 punktam. Pēc ceļa segas projektēšanas jāveic visas ceļa konstrukcijas salturības pārbaude.

Zemes klātnes salturība uzskatāma par pietiekošu, ja ūdens atvade ir projektēta atbilstoši 4.1.2 un 4.6 punktiem.

Nepietiekošas salturības gadījumā jāparedz satiksmes ierobežojumi ceļa segas atkusuma periodos. Šādu iespējamību nosaka pasūtītājs.

5. Ceļa sega

Šajā nodaļā aprakstīta ceļa segas projektēšanas darbu secība būvei vai pārbūvei un atjaunošanai, sākot ar projektējamās nestspējas noteikšanu, zemes klātnes pastiprināšanu, ceļa segas pamata biezuma noteikšanu un beidzot ar ceļa seguma biezuma noteikšanu atbilstoši izvēlētajam materiālam. 19. attēlā norādīta ceļa segas vispārējā projektēšanas darbu secība.

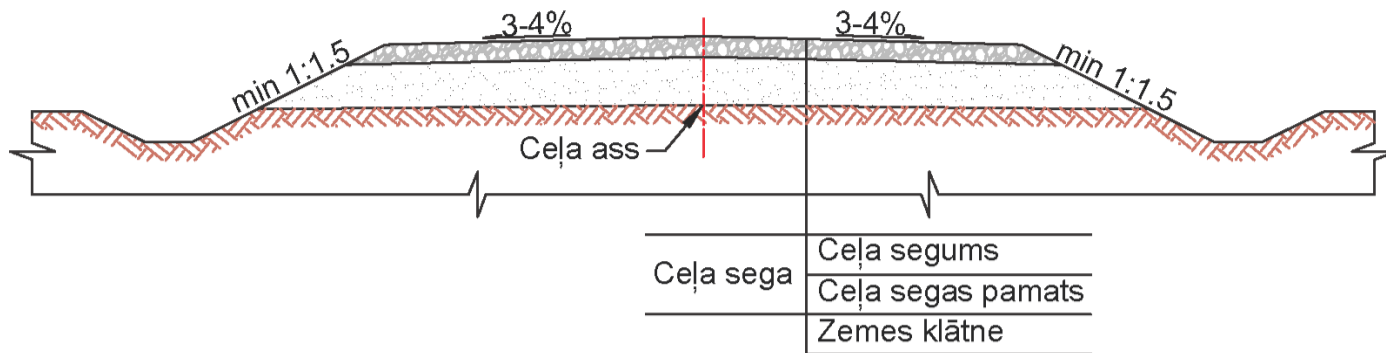


19. attēls Vispārīgā ceļa segas projektēšanas darbu secība

Ceļa segas aprēķini tiek veikti, balstoties uz virsmas deformācijas moduļa (Ev2 kā definēts DIN 18134 un ZTV SoB-StB "Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau") paaugstināšanu uz ceļa segas pamata un ceļa seguma kārtām. Aprēķini tiek veikti, nosakot nepieciešamos ceļa segas pamata un ceļa seguma kārtu biezumus projektētajai nestspējai Ev2 atbilstoši ceļa noslodzes klasei CNK. Ceļa segas pamata un ceļa seguma kārtu biezumu aprēķinu rezultāti attēloti grafiski un integrēti ceļa segas aprēķina modulī (Excel formātā).

5.1. Ceļa segas uzbūve

Ceļa segu veido ceļa segas pamata un ceļa seguma kārtas, nepieciešamā biezumā, lai nodrošinātu paredzētajai ceļa noslodzes klasei CNK atbilstošo nestspēju, skatīt 20. attēlu. Atkarībā no ceļa nozīmes (M1 – M7) atbilstoši 1.tabulai un ceļa noslodzes klases CNK tiek noteikta Ev2 MPa uz zemes klātnes, ceļa segas pamata un ceļa seguma, atbilstoši 2.tabulai.



20. attēls Tipveida ceļa sega

5.2. Ceļa segas būve vai pārbūve

Šajā sadaļā aprakstīta metode, kā projektēt ceļa segu būves vai pārbūves gadījumos, kad nepieciešams noteikt gan ceļa segas pamata, gan ceļa seguma kārtu materiālu veidu un to biezumus.

5.2.1. Ceļa segas pamata projektēšana

Ceļa segas pamats tiek projektēts atkarībā no ceļa noslodzes klases CNK, atbilstoši 12. tabulai. Ceļa segas pamatam ir jānodrošina Ev2=40MPa vai Ev2=60MPa.

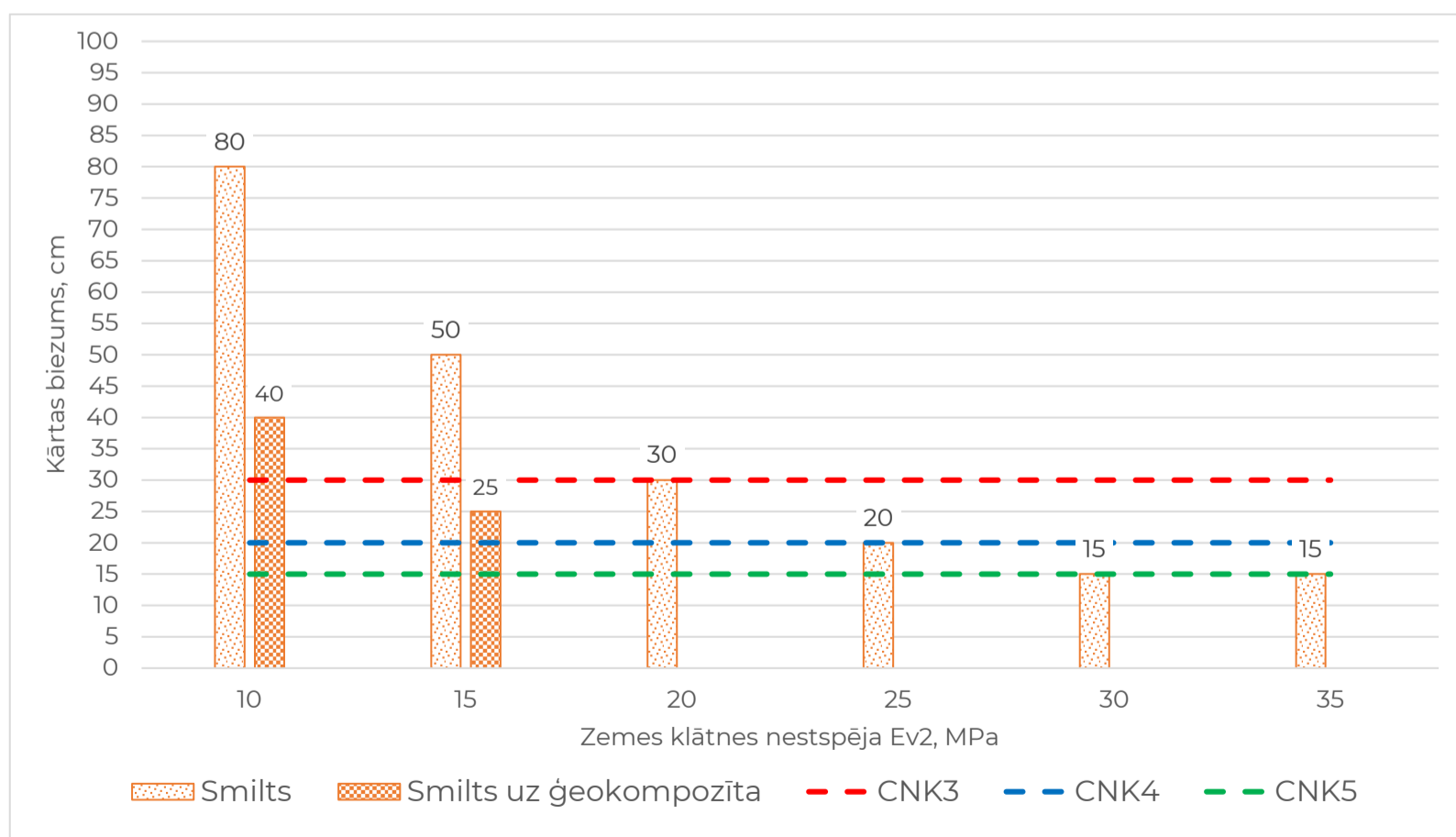
12. tabula Pieļaujamās ceļa segas pamata nestspējas Ev2

Pieļaujamās ceļa segas pamata nestspējas Ev2 MPa	CNK 1	CNK2	CNK3	CNK4	CNK5
60	x	x	x	x	x
40	-	-	x	x	x

APZĪMĒJUMI: x - piemērots; - nav piemērots.

Veicot ceļa segas pamata projektēšanu, ar vienu konstruktīvo kārtu tiek veikta arī zemes klātnes pastiprināšana nepieciešamajos gadījumos, skatīt 6. tabulu.

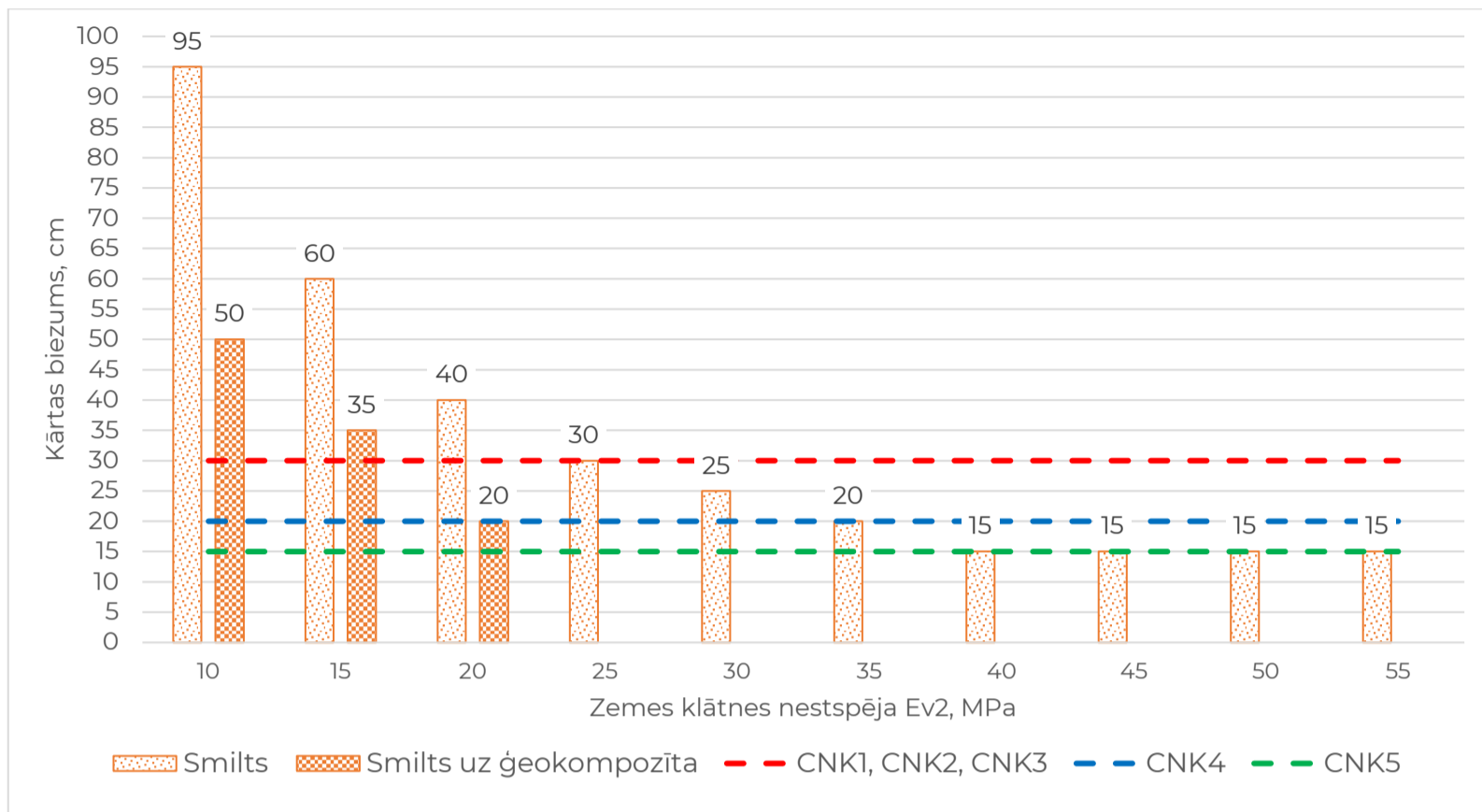
Ja esošā zemes klātnes nestspēja Ev2 ir 10–25MPa, tad ir jāveic zemes klātnes pastiprināšana ar smilts vai smilts uz ģeokompozīta, ko aprēķina kopā ar segas pamatu šīs sadaļas ietvaros, skatīt 21. un 22. attēlu.



21. attēls Ceļa segas pamata projektēšana (Ev2=40MPa)

Papildu nosacījumi projektējot ceļa segas pamatu (Ev2=40MPa):

- 1) ja zemes klātņi veido smalkās gruntis un smilšainas gruntis ar māla piejaukumu, ceļa segas pamata biezumam jābūt vismaz 30cm (CNK3), 20cm (CNK4) un 15cm (CNK5);
- 2) nav pieļaujams projektēt CNK1 un CNK2.



22. attēls Ceļa segas pamata projektēšana (Ev2=60MPa)

Papildu nosacījumi projektējot ceļa segas pamatu (Ev2=60MPa):

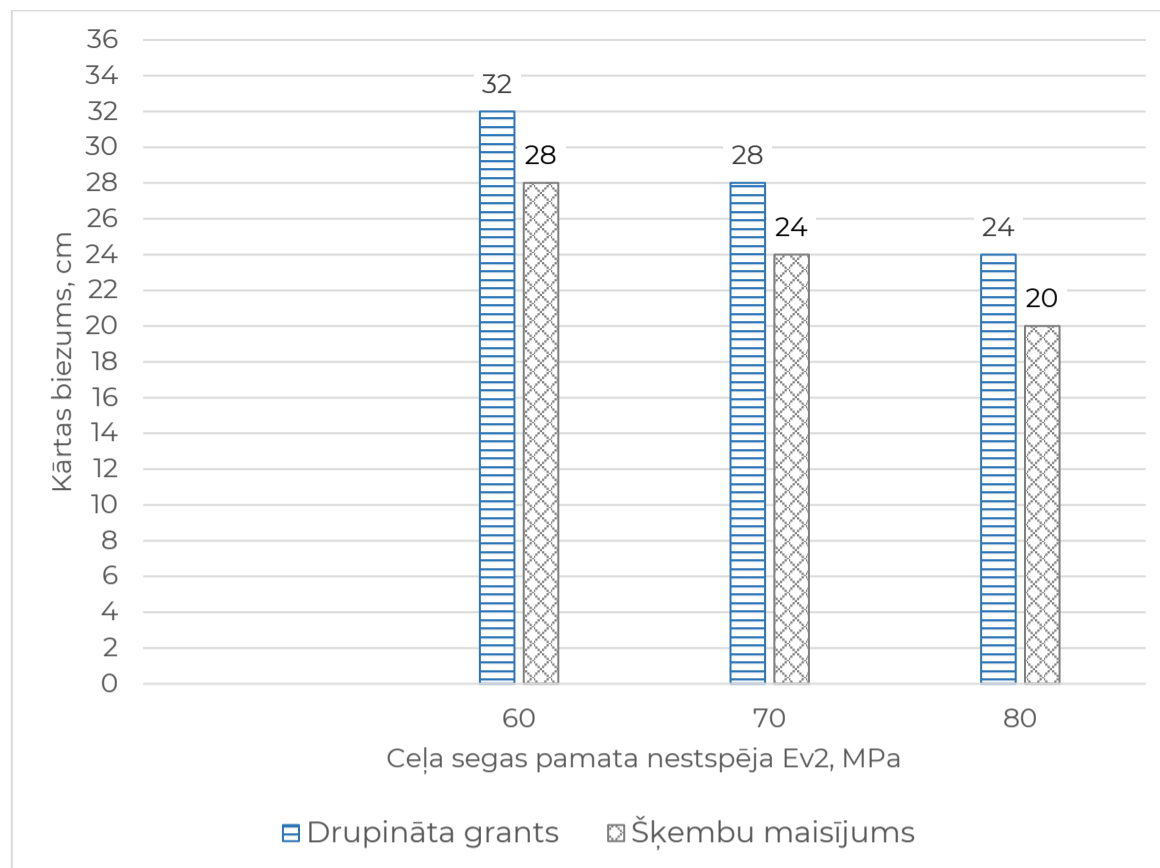
- 1) ja zemes klātņi veido smalkas gruntis un smilšainas gruntis ar māla piejaukumu, ceļa segas pamata biezumam jābūt vismaz 30cm (CNK1, CNK2, CNK3), 20cm (CNK4) un 15cm (CNK5);
- 2) ja klātņi veido rupja grunts (smilts), kas atbilst I zemes klātnes nestspējas klases gadījumā (Ev2≥60MPa), tad nepieciešams veikt paraugu ņemšanu un testēšanu, lai pārliecinātos, ka esošā smilts atbilst salturīgā vai drenējošā materiāla prasībām, atbilstoši 3.4.4.punktam. Ja esošā smilts neatbilst salturīgā vai drenējošā materiāla prasībām, ceļa segas pamata biezumam jābūt 15cm biezumā neatkarīgi no CNK. Ja esošā smilts atbilst salturīgā vai drenējošā materiāla prasībām, ceļa segas pamatu neparedz.

5.2.2. Ceļa segas pamatu projektēšana nestandarta apstākļos

Projektējot ceļa segas pamatu nestandarta apstākļos, nepieciešama ceļa segas pamata biezuma korekcija (palielināšana) 5, 10 vai 15 cm atkarībā no apvidus apstākļiem, piemēram, nenodrošināta ūdens atvade, netiek nodrošināts zemes klātnes šķautnes paaugstinājums virs sāngrāvja dibena ≥ 40 cm, nepietiekošs projektētās sarkanās līnijas pacēlums virs esošā reljefa u.c.

5.2.3. Ceļa seguma projektēšana

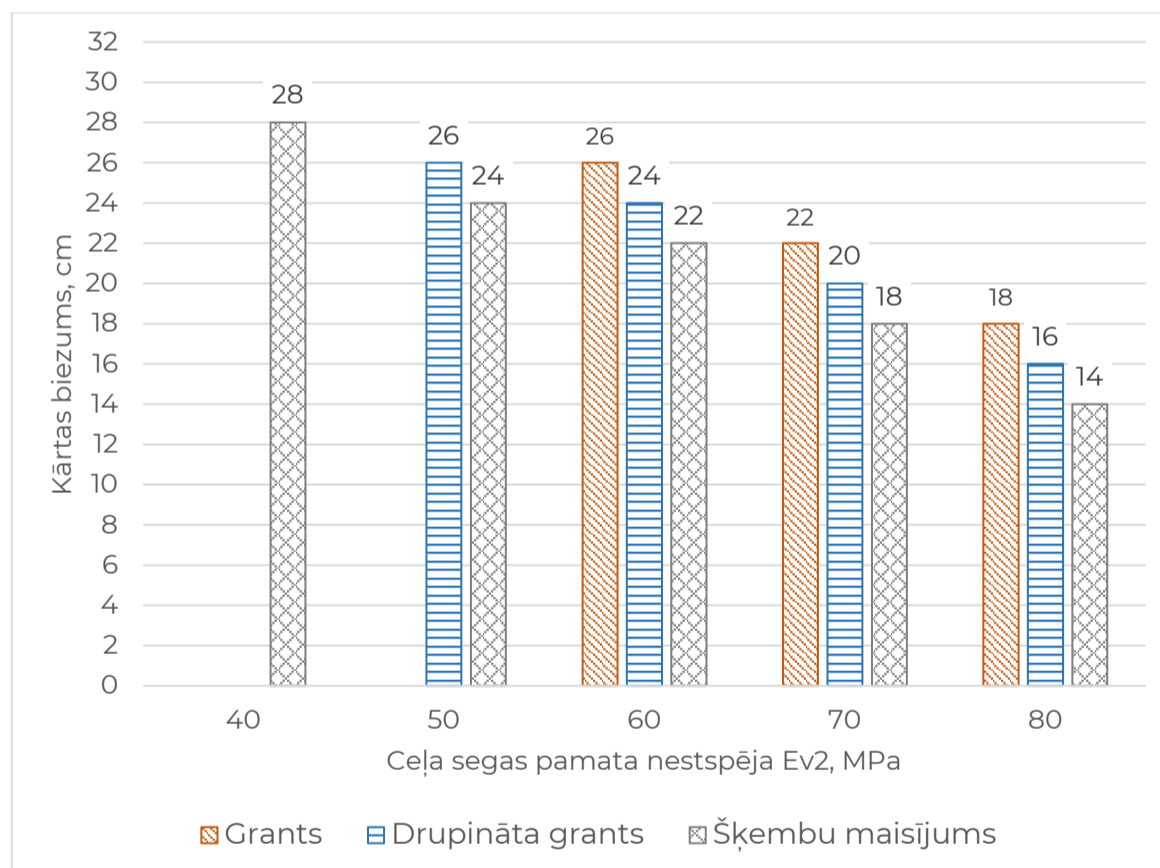
Ceļa seguma projektēšanas rezultātā nosaka ceļa seguma kārtu biezumu un materiālu veidu. To nosaka atbilstoši pieņemtajai ceļa noslodzes klasei CNK un Ev2 uz ceļa segas pamata, skatīt 24., 25., 26., 27., 27. attēlus.



23. attēls Ceļa seguma kārtas biezumi CNK1 (Ev2=140MPa)

Papildu nosacījumi projektējot CNK1:

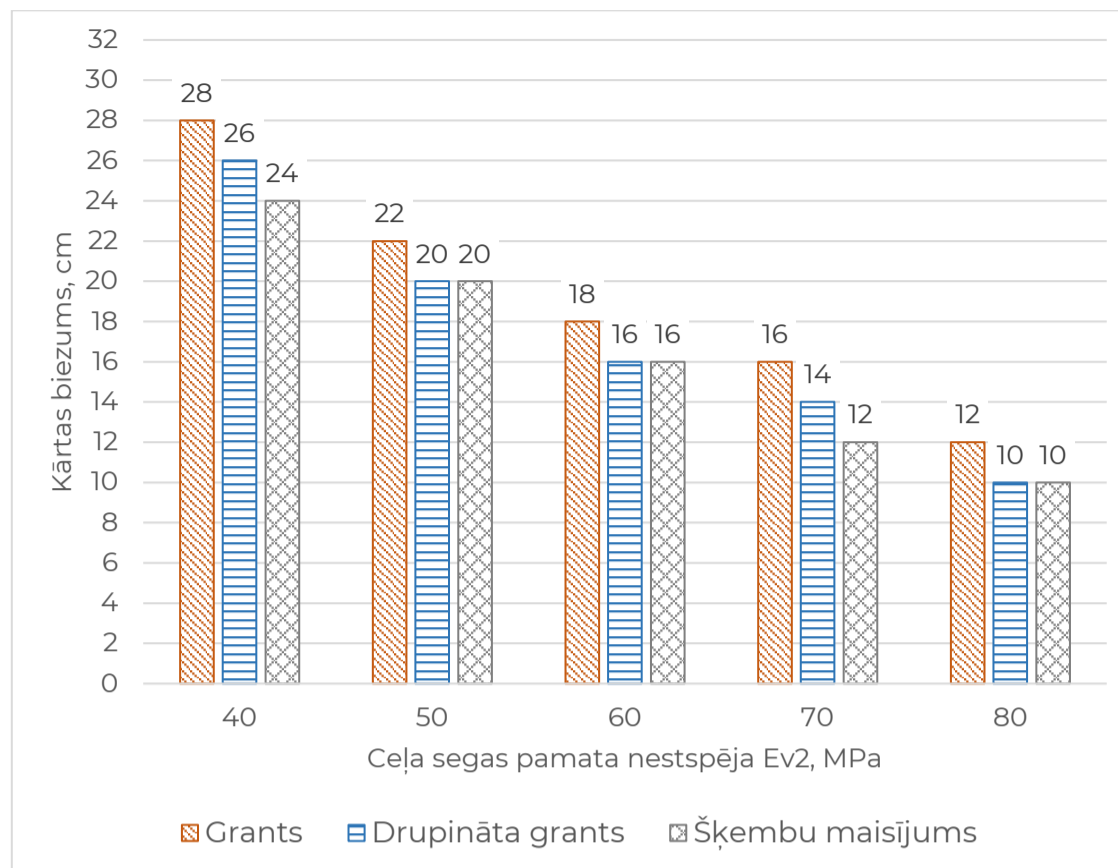
- 1) nav pieļaujams projektēt uz ceļa segas pamata, kura nestspēja $Ev2 < 60$ MPa;
- 2) ceļa segas būves vai pārbūves gadījumos, nav atļauts projektēt grants segumu.



24. attēls Ceļa seguma kārtas biezumi CNK2 (Ev2=120MPa)

Papildu nosacījumi projektējot CNK2:

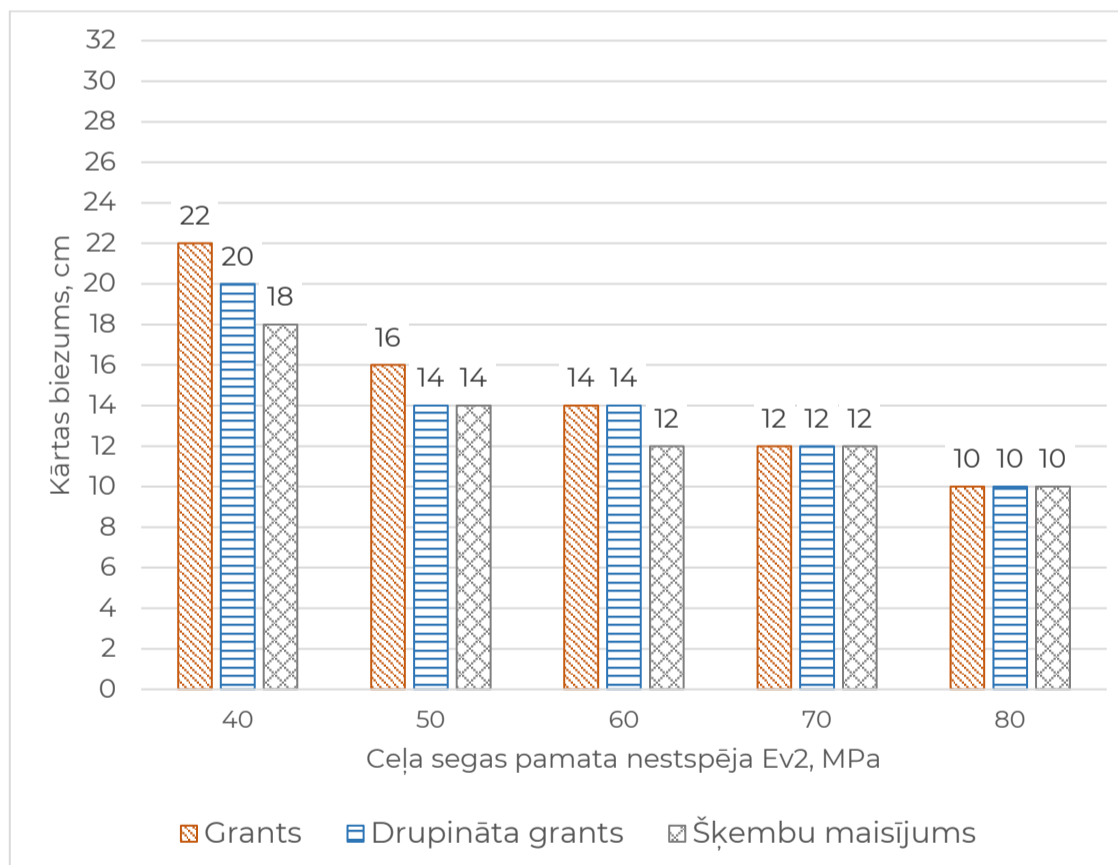
- 1) uz ceļa segas pamata $Ev2 < 60$ MPa pieļaujams projektēt ceļa segumu, ja ceļa segas pamatu veido esoša ceļa segas konstrukcija, ceļa seguma atjaunošanas gadījumos.
- 2) ceļa segas būves vai pārbūves gadījumos, grants segumu atļauts projektēt, ja ceļa segas pamata nestspēja ir $Ev2 \geq 60$ MPa.



25. Ceļa seguma kārtas biezumi CNK3 (Ev2=105MPa)

Papildu nosacījumi projektējot CNK3:

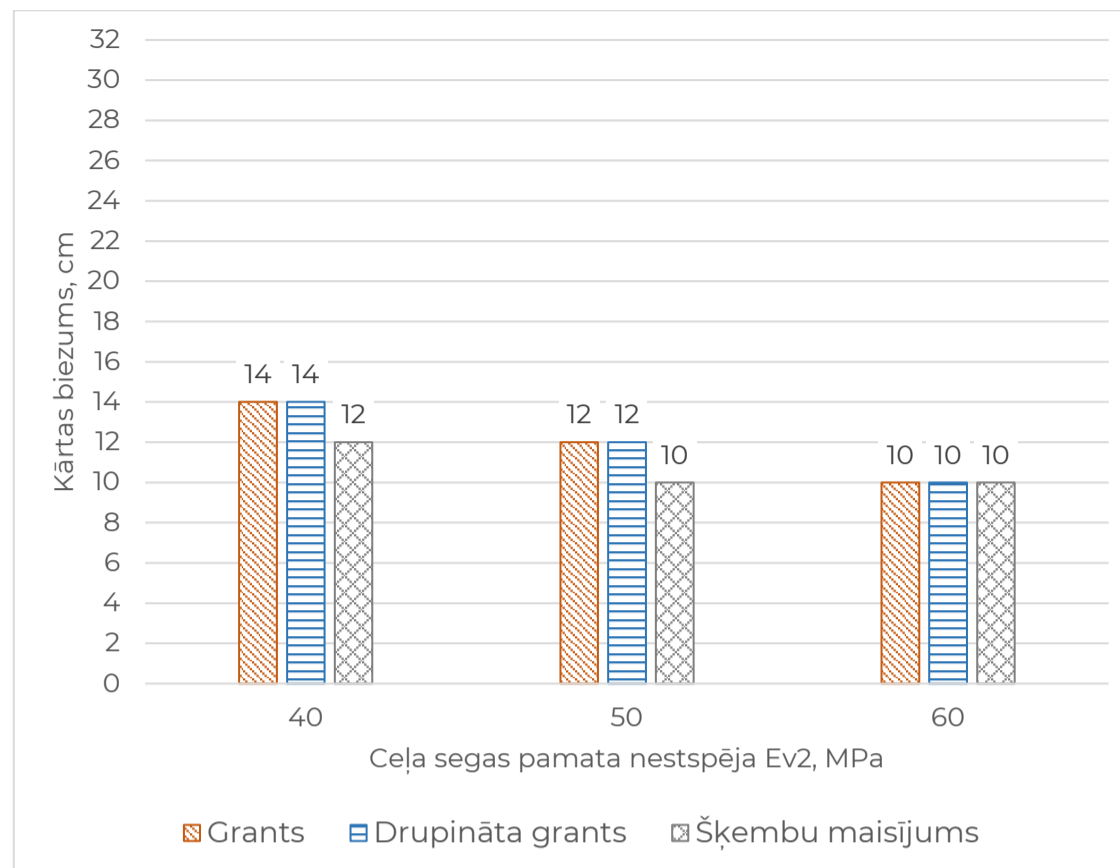
- 1) projektējot ceļa segumu uz ceļa segas pamata ar nestspēju $Ev2 \leq 50 \text{ MPa}$, ceļa seguma biezumam jābūt $h \geq 20 \text{ cm}$.



26. Ceļa seguma kārtas biezumi CNK4 (Ev2=90MPa)

Papildu nosacījumi projektējot CNK4:

- 1) projektējot ceļa segumu uz ceļa segas pamata ar nestspēju $Ev2 \geq 70 \text{ MPa}$, ceļa seguma materiāla veidam nav būtiska ietekme uz ceļa segas nestspēju.



27. Ceļa seguma kārtas biezumi CNK5 (Ev2=70MPa)

Papildu nosacījumi projektējot CNK5:

- 1) projektējot ceļa segumu uz ceļa segas pamata ar nestspēju $Ev2 \geq 60$ MPa, ceļa seguma materiāla veidam nav būtiska ietekme uz ceļa segas nestspēju.

Ir izstrādāts ceļa segas aprēķina modulis (Excel formātā), ar kuru var ātri veikt ceļa segas konstrukcijas aprēķinu būvei vai pārbūvei. Aprēķina moduļi dati ievadāmi secīgi, kā tas ir aprakstīts šajā ceļa segas aprēķina metodikā, skatīt 5.pielikumu.

5.2.4. Iespējamo risinājumu novērtēšana

Atsevišķos gadījumos var būt nepieciešamība salīdzināt dažādus ceļa konstrukciju risinājumus. Jāveic tehniski – ekonomisks salīdzinājums. Šāds salīdzinājums nepieciešams, piemēram, ja jāsalīdzina dažādi risinājumi:

- Kūdras posmi – dažādi zemes klātnes pastiprināšanas veidi, grunts nomaiņa, trases maiņa
- Ceļa segas atjaunošanas risinājumi

Šādos gadījumos projektētājam jāizstrādā vismaz divi ceļa segas risinājumi. Katram piedāvātajam risinājumam jābūt ieguvumu un risku sarakstam. Piemēram, skatīt 13.tabulu.

13. tabula. Ceļa segas risinājumu salīdzināšanas piemērs

Raksturojums, riski	1.konstrukcija	2.konstrukcija
Cena eur/t.m	500	420
Zemes klātnes sēšanās risks	Minimāls	Vidējs
Ūdens atvade	Teicama	Vidēja
Nestspēja Ev2 MPa	120	105
Pieejamība	A	B

Šādos gadījumos izvēlē iesaistās arī pasūtītājs.

5.3.Ceļa segas atjaunošana

Šajā sadaļā aprakstīta metode, kā projektēt ceļa segu gadījumos, kad par ceļa segas pamatu izmanto jau esošu ceļa segu un nepieciešams noteikt tikai jaunas ceļa seguma kārtas materiāla veidu un tā biezumu.

5.3.1.Esošās ceļa segas nestspējas novērtēšana

Ģeotehniskās izpētes laikā nosaka esošās ceļa segas pamata biezumu, ceļa seguma biezumu un ceļa segas nestspēju. Posmos vai lokālās vietās, kur konstatēts ceļa segas sabrukums, izpēti un projektēšanu veic līdzīgi kā jaunbūvējamai ceļa segai.

Esošās ceļa segas nestspēju var novērtēt:

- Tieši, novērtējot nestspējas mērījumu datus.
- Netieši, novērtējot esošās ceļa segas pamata un ceļa seguma biezumus.

Objektīvākā ir esošās ceļa segas tiešā novērtēšanas metode - nestspējas mērīšana un novērtēšana. Diemžēl metodes pielietojumam ir ierobežojumi. Tās datus var novērtēt, ja mērījumi ir iegūti nelabvēlīgos klimatiskos apstākļos - pavasarī, neilgi pēc ceļa segas atkusuma, vai arī rudenī pēc ilgstoša nokrišņu perioda, kad ceļa sega ir ar pazeminātu nestspēju.

Novērtē katru mērījumu un rezultātus attēlo grafiski.

Netiešā nestspējas novērtēšana metode ietver ceļa seguma biezuma un kopējā ceļa segas (ceļa segums + ceļa segas pamats) biezuma noteikšanu un nestspējas prognozēšanu atbilstoši 14.tabulai. Aprēķina nestspēju nosaka katrā punktā (skatrakuma vietā).

14. tabula. Aprēķina nestspējas Ev2 noteikšana

Kopējais esošās ceļa segas biezums cm	Ceļa seguma biezums cm	Aprēķina (prognozētais) Ev2 MPa ²⁾
≥40	≥15	80
	11-14	80
	5-10	70
	<5	60
30-39	≥15	80
	8-14	70
	<8	60
20-29	≥10	70
	<10	60
<20 ¹⁾	≥10	60
	<10	50

PIEZĪME:

- 1) Ja kopējais ceļa segas biezums <20cm, tad tabulā norādītās vērtības lietojamas, ja vizuāli nav konstatējamas ceļa segas sabrukums.
- 2) Ja skatrakumu veikšanas laikā konstatē, ka ceļa segas pamata materiāls ir sajaucies ar smalko materiālu un ceļa seguma materiāls ir būtiski nolietojies, aprēķina nestspēju var samazināt par 10.

Ceļu sadala posmos, kura ietvaros vismaz 90% mērījumu (vai vērtējumu) atbilst kādai kategorijai ≥50MPa; ≥60MPa; ≥70MPa vai ≥80MPa. Katram posmam ir noteikts sākums un beigas un novērtētā nestspēja.

Ja viendabīgas nestspējas posmā tiek identificēts īss (<200m) zemākas nestspējas posms, var izskatīt iespēju šo posmu pastiprināt ar ģeorežģi, tādējādi saglabājot nemainīgu ceļa seguma biezumu.

5.3.2. Ceļa seguma aprēķins

Ceļa segas atjaunošana faktiski ir jaunas ceļa seguma kārtas būvniecība.

Pēc esošās ceļa segas nestspējas novērtējuma katram posmam ar vienādu aprēķina nestspēju nosaka jaunās ceļa seguma kārtas biezumu. Biezums ir atkarīgs no esošās ceļa segas posma aprēķina nestspējas, projektējamās CNK un pielietojamā materiāla. To nosaka saskaņā ar 5.2.3 punktu. Esošā ceļa sega tiek uzskatīta par jaunās ceļa segas pamatu.

5.4. Ceļa segas salturības pārbaude

Projekta risinājumam jānodrošina ceļa segas salturība kopumā. Tā ietver zemes klātnes salturību un ceļa segas salturību.

Zemes klātnes salturības nodrošināšana noteikta 4.7 punktā.

Ceļa segas salturība uzskatāma par pietiekamu, ja tiek ievēroti sekojoši nosacījumi:

- ceļa segas slāņu biezums ir noteikts atbilstoši 5.2 punktam.
- ceļa segā tiek lietoti specifikācijām [3] atbilstoši materiāli.
- tiek nodrošināta ūdens atvade atbilstoši 4.6 punktam.

5.5. Ceļa segas aprēķina noformējums

Ceļa segas aprēķinam jāsaturs rezultātu kopsavilkums, kurā attēloti izejas lielumi, aprēķina rezultāti un grafisks ceļa segas griezumš. Šāds kopsavilkums ir jāsaturs katram ceļa segas tipam, izmantojot elektronisko aprēķina formu. Kopsavilkumā jābūt atsaucēm uz aprēķiniem un izejas datu iegūšanas avotiem.

Ceļa segas aprēķina piemēri ir 5.pielikumā.

1. Pielikums Papildus nosacījumi grunšu identificēšanai un aprakstīšanai

Grunts identificēšana un aprakstīšana tiek veikta, lai noteiktu grunts vispārējos raksturlielumus. Šī informācija nepieciešama zemes klātnes projektēšanā.

Identificēšanu un aprakstīšanu veic lauku darbu laikā izmantojot vizuālas un manuālas metodes. Par pamatu tiek izmantots LVS EN ISO 14688-1. Vispārīgi identifikāciju un aprakstīšanu veic saskaņā ar blokshēmu (skatīt LVS EN ISO 14688-1). Jāizmanto blokshēmas daļa, kas attiecas uz smilti, putekļiem, mālu un organiskām gruntīm. Jāidentificē un jāapraksta tikai nepieciešamie grunšu parametri, piemēram, nav jāidentificē noguluma izcelsme vai jāapraksta grunts krāsa, sulfītu un karbonātu saturs. Šiem rādītājiem nav ietekmes uz zemes klātnes projektēšanu.

Papildus identifikācijai un aprakstīšanai smilšainām un putekļainām gruntīm jānosaka dabiskā mitruma pakāpe. Grunts var būt mitra vai pārmitrināta. Pārmitrinātas smilšainas grunts paraugu novietojot uz līdzenas virsmas, no tā notek ūdens. Pārmitrinājuma ietekme jāņem vērā nosakot grunts aprēķina Ev2.

Identifikācijas laikā minerālām gruntīm tiek noteikts grunts veids, grupa, primārā frakcija. Ja ir konstatējami citu frakciju piemaisījumi, tad norāda arī sekundāro frakciju. Ja konstatē, tad norāda arī organisko vielu klātbūtni. Minerālo grunšu identifikācijas pazīmes skatīt 15.tabulu. Rupjo grunšu primāro, arī dažreiz sekundāro frakciju var noteikt vizuāli.

Smalku grunšu precīzai identificēšanai skatīt 16.tabulu. Dabā smalkās gruntis bieži sastāv no māla un putekļu maisījuma. Primārā frakcija vairāk ietekmēs grunts īpašības. Taču, ja sekundārās frakcijas ietekme testos ir jūtama, tad tā ir jāpiemin kā, piemēram, mālaini putekļi, putekļains māls, smilšains māls vai smilšaini putekļi. Identificējot smalkās gruntis, nevar precīzi novilkt robežu pie kādas pazīmju un to intensitātes kombinācijas smalkā grunts nosaucama par māliem vai putekļiem. Drīzāk var noteikt vai gruntij ir izteiktākas māla vai putekļu īpašības.

15. tabula. Dabīgu minerālo grunšu identificēšana

Grunts grupa	Primārā frakcija (p.5.1.2.2; 5.1.3; A pielikums)	Sekundārā frakcija ²⁾ (p.5.1.2.3; 5.1.2.4)	Organikas saturs (p.5.1.4)
Ļoti rupja ¹⁾	Akmeņi (>200mm)	n/a	n/a
	Oļi (63-200)	n/a	n/a
Rupja	Grants (2-63mm)	n/a	n/a
	Smilts (<2mm)	Grantaina	lr/nav
		Putekļaina	lr/nav
		Mālaina	lr/nav
Smalka	Putekļi	Smilšaini	lr/nav
		Mālaini	lr/nav
	Māls	Smilšains	lr/nav
		Putekļains	lr/nav

PIEZĪMES:

- 1) Ļoti rupjas grunts detalizēta identifikācija un aprakstīšana netiek apskatīta, jo šādu grunšu sastopamība Latvijā ir ārkārtīgi reta.
- 2) Sekundārā frakcija jāpiemin, ja tās proporcija ir būtiska, un tā ietekmē grunts būvtehniskās īpašības.
- 3) Tādos gadījumos grunti identificē, piemēram, "mālaini putekļi", "putekļaina smilts".

16. tabula Māla un putekļu atpazīšanas pazīmes

Parametrs	ISO 14688-1	Raksturojums	Māls		Putekļi	
Diletance	A.3.2	Ūdens parādīšanās	Nav	Lēna	Strauja	
Stingrība	A.3.3	Pikas stingrība saspiežot	Augsta	Vidēja		Zema
Plastiskums	A.3.4	Pavediena uzvedība rullējot	Augsts	Vidējs	Zems	Neplastisks
Sausā stiprība	A.3.5	Apžuvušas bumbiņas stiprība saspiežot	Ļoti augsta	Augsta	Vidēja	Zema Nav
Tauste	A.3.6	Sajūta pēc taustes	Gludi, lipīgi un spodri		Zidaini, graudaini un nespodri	
Uzvedība gaisā	A.3.7	Uzvedība žūstot	Žūs lēni ar rukumu		Žūst ātri, viegli noslaukāmi	
Uzvedība ūdenī	A.3.7	Bumbiņas sadalīšanās ūdenī	Nesadalās		Sadalās (izjūk) dažās minūtēs	
Saiste	A.3.8	Bumbiņas plaisāšana saspiežot	Saspiežas bez plīsumiem, saglabā mitrumu		Saspiežot drūp, zaudē mitrumu	

Organiskām gruntīm identificē grunts grupu un, ja būtiski, sekundārās grunts frakciju. Skatīt 17.tabulu

17. tabula Organisko grunšu identifikācijas pazīmes

Grunts grupa	Sekundārā frakcija (p.5.1.2.3)
Kūdra	n/a
Augsne (humuss)	smilšaina
	mālaina vai putekļaina
Sapropelis, kūdrainais sapropelis, dūņas	n/a

Konstatējot sapropeli vai dūņas, ir vispārīgi jānovērtē zemes klātnes projektēšanas iespējas. Jāizskata ceļa trases novietojuma maiņa.

Identifikācijas laikā konstatē organisko vielu klātbūtni minerālgruntīs un vienlaicīgi apraksta arī daudzumu saskaņā ar 18.tabulu.

18. tabula Organisko vielu daudzuma vizuālā noteikšana

Termins	Tipiskā krāsa
Viegli organiska	Pelēka
Organiska	Tumši pelēka
Ļoti organiska	Melna

Savukārt aprakstīšanas laikā smalkām minerālām gruntīm tiek noteiktas grunšu raksturīgās īpašības (skat. 19.tabulu), piemēram, daļiņu izmēru sadalījums, konsistence, organisko vielu saturs u.c.

19. tabula Aprakstāmie grunšu parametri

Primārā frakcija	Aprakstāmā īpašība (LVS EN ISO 14688-1)
Smilts, grants	Daļiņu izmēra sadalījums (p.6.1.1)
	Smalko daļiņu saturs (p.6.1.5)
	Organisko vielu saturs (p.6.1.8)
	Slāņojums (p.7)
	Grunts samitrinājuma pakāpe
Putekļi un māls	Daļiņu izmēra sadalījums (p.6.1.1)
	Konsistence (p.6.1.6) ¹⁾
	Organisko vielu saturs (p.6.1.8)
	Slāņojums (p.7)

PIEZĪME:

1) Konsistence liecina par smalko grunšu mitruma pakāpi, un tai ir ļoti liela ietekme uz grunts būvtehniskajām īpašībām.

Kūdrai apraksta sadalīšanās pakāpi saskaņā ar 20.tabulu.

20. tabula Kūdras sadalīšanās pakāpes noteikšana

Termins	Sadalīšanās	Atliekas	Izspiestā viela
Šķiedraina	Vāji sadalījusies	Skaidri atpazīstamas	Tikai ūdens, nav cieto vielu
Pseido-šķiedraina	Vidēji sadalījusies	Šķiedru un amorfas pastas maisījums	Duļķains ūdens <50% cieto daļiņu
Amorfa	Labi sadalījusies	Nav atpazīstamas	Pasta >50% cieto daļiņu

Konsistences aprakstīšana jāveic lauka apstākļos. Iegūtajiem paraugiem jābūt tādā stāvoklī, kādi tie ir parauga ņemšanas vietā. Konsistences noteikšanai izmanto manuālu testu, kā aprakstīts 21.tabulā.

21. tabula Termini konsistences aprakstīšanai

Termins ¹⁾	Konsistences apraksts ²⁾
Ļoti mīksta	Pirkstu var viegli iespiest līdz 25mm Grunts izspiežas starp pirkstiem, kad to saspiež plaukstā
Mīksta	Pirkstu var iespiest līdz 10mm Grunti var plastiski veidot ar vieglu pirkstu spiedienu
Sīksta	Ar īkšķi viegli var izveidot nospiedumu. Grunti nevar plastiski veidot ar pirkstiem, bet var izrullēt plaukstā līdz 3mm resniem pavedieniem, tai nelūstot vai nedrūpot.
Cieta	Gruntī var izveidot nelielu iedobumu ar īkšķi. Grunts drūp un lūst, kad to rullē līdz 3mm resniem pavedieniem, bet tā vēl joprojām ir pietiekoši mitra, lai to varētu veidot atpakaļ vienā pikā.
Ļoti cieta	Gruntī var izveidot robu ar īkšķa nagu. Grunti nevar veidot, tā vietā grunts sadrūp spiediena iedarbībā. Daudzas izžuvušās gruntis ietilpst šajā klasē.

PIEZĪME:

1) Šis iedalījums var būt aptuvenš, īpaši materiāliem ar zemu plastiskumu.

2) Konsistences noteikšanu var ietekmēt paraugu ņemšanas kvalitāte.

2. Pielikums Dabīgo grunšu raksturlielumi (detalizēti)

Šajā pielikumā ir iekļauta plašāka informācija par dabīgo grunšu stiprības rādītājiem un to, kā šie rādītāji ir noteikti. Šis pielikums ir informatīvs. Aprēķina lielumus, kurus jāizmanto ceļa segas projektēšanā, ir noteikti 3.nodaļā.

Vēsturiski, Latvijā grunšu nosaukumi ceļu būvniecībā ir balstīti uz GOST standartiem. Arī šajā pielikumā tie tiek uzrādīti, jo praksē tiek lietoti arī valsts autoceļu segu projektēšanā. Identificējot un aprakstot grunti jālieto spēkā esošais LVS EN ISO 14688-1.

Rupjo un smalko grunšu nosaukumi norādīti attiecīgi 22. tabulā un 23. tabulā. Grunts frakcija un sekundārā frakcija ir nosaukta saskaņā ar LVS EN ISO 14688-1, kā arī aptuveni ir salīdzināti ar GOST 25100 klasifikāciju.

Identificējot grunti lauka apstākļos, frakcijas noteikšana ir ierobežota. Ja ir pieejami laboratoriski granulometrijas testu rezultāti, tad šis pielikums ļauj precīzi identificēt frakciju un līdz ar to grunts aprēķina nestspēju Ev2. Ja testu rezultāti nav pieejami, tad jāpieņem zemākais ticamais nestspējas rādītājs.

22. tabula Aptuvenis rupjo grunšu nosaukumu salīdzinājums pēc LVS EN ISO 14688-1 un GOST 25100

Primārā frakcija	Sekundārā frakcija (izmērs)	Apzīmējums (LVS EN ISO 14688-2)	Granulometrija		Vēsturiskā terminoloģija	Ev2 (mitra)	Ev2 (pārmitrināta)
			Siets	%			
Smilts	Rupja	CSa	<2,0	50-75	Grantaina smilts	70	70
Smilts	Rupja	CSa	<0,5	0-50	Rupja smilts	70	70
Smilts	Vidēji rupja	MSa	<0,250	0-50	Vidēji rupja smilts	60	60
Smilts	Smalka	FSa	<0,063	0-20	Smalka smilts	60	60
Smilts	Putekļaina ¹⁾	siSa	<0,063	20-50	Putekļaina smilts	65	25-40 ²⁾

PIEZĪME:

- 1) Lai smiltij piešķirtu frakciju "putekļaina" bez granulometrijas testa, aprakstīšanas laikā jānosaka, vai smalko daļu neveido arī mālu gruntis. Ja tiek konstatēta māla klātbūtne, smilts tiek uzskatīta par viegli mālainu vai mālainu, un tās Ev2 nosaka, izmantojot 23.tabulu.
- 2) Pārmitrinātas putekļainas smilts Ev2 aprēķina vērtības ir autora pieņēmums

23. tabula Aptuvenis jaukto un smalko grunšu nosaukumu salīdzinājums pēc LVS EN ISO 14688-1 un GOST 25100

Primārā un sekundārā frakcija (izmērs)	Apzīmējums (LVS EN ISO 14688-2)	Granulometrija		IP	Vēsturiskā terminoloģija Pēc GOST 25100	Aprēķina Ev2 MPa				
		Siets	%			Konsistence ¹⁾				
						Ļoti cieta	Cieta	Sīksta	Mīksta	Ļoti mīksta ²⁾
Putekļi	Si	<0,063	50-100	<1	Putekļaina smilts	84	72	60	48	25
Vidēji rupja smilts (viegli mālaina)	clMSa	<0,250	0-50	1-7	Vieglā rupjā mālsmilts	65	65	65	65	40
Putekļaina smilts (viegli mālaina)	clsiSa	<0,063	0-50	1-7	Vieglā mālsmilts	56	49	43	41	25
Smilšaini putekļi (viegli mālaini)	clsaSi	<0,063	50-80	1-7	Putekļaina mālsmilts	72	46	32	26	10
Putekļi (viegli mālaini)	clSi	<0,063	>80	1-7	Smagā putekļainā mālsmilts	72	46	32	26	10
Smilts vai putekļi (mālaini)	clSa; clSi	<0,063	<60	7-12	Viegls smilšmāls	72	41	29	24	10
Smilts vai putekļi (mālaini)	clSa; clSi	<0,063	<60	12-17	Smags smilšmāls	72	41	29	24	10
Māls	Cl			>17	Māls	72	41	29	24	10
Putekļi mālaini	clSi	<0,063	>60	7-12	Viegls putekļains smilšmāls	72	46	32	26	10
Māls putekļains	siCl	<0,063	>60	12-17	Smags putekļains smilšmāls	72	46	32	26	10

PIEZĪME:

- 1) Grunšu deformatīvās īpašības ir ņemtas no ICP Ceļa sega un pielīdzinātas dažādām smalko grunšu konsistences stāvokļiem.
- 2) Kolonnā "konsistence ļoti mīksta" norādītās Ev2 vērtības ir autora pieņēmums.

Būvniecības gaitā, visdrīzāk, zemes klātnes virsējā daļa tiks samitrināta. Praksē nevar vienmēr nodrošināt zemes klātnes būvniecību tikai beznokrišņu apstākļos. Ja arī dabā esošās smalkās grunts konsistence ir ļoti cieta vai cieta vai (zems mitruma saturs), jāpieņem, ka uzbūvētas klātnes virsējās daļas grunts konsistence kļūs sīksta (vidējs mitruma saturs).

Neskatoties uz atšķirīgiem grunšu veidiem, to Ev2 teorētiskās vērtības ir vienādas vai līdzīgas, līdz ar to ir vairāki grunšu veidi un paveidi, kuru precīza aprakstīšana nedod praktisku jēgu. Šādas gruntis ir apkopotas 24. tabulā un 22. tabulas saīsinātā versija, savukārt 25. tabulā ir 23. tabulas saīsinātā versija. Zemāk esošās abas tabulas ir identiskas tām, kuras ir ievietotas pamatdokumentā un tiek izmantotas projektēšanā.

24. tabulā un 25. tabulā ir samazinātas putekļainas smilts, putekļu, un vidēji rupjas smilts (viegli mālainas) aprēķina vērtības.

24. tabula Rupjo grunšu Ev2 aprēķina vērtību noteikšanai

Primārā frakcija	Sekundārā frakcija (izmērs)	Apzīmējums (LVS EN ISO 14688-2)	Granulometrija		Ev2 (mitra)	Ev2 (pārmitrināta)
			Siets	%		
Smilts	Rupja	CSa	<0,5	0-50	70	70
Smilts	Smalka vai vidēji rupja	FSa vai MSa	<0,063	0-20	60	60
Smilts	Putekļaina ¹⁾	siSa	<0,063	20-50	55	40

PIEZĪME:



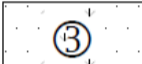

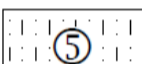
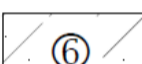
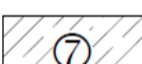
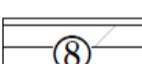
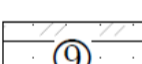
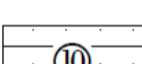
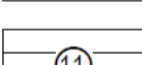
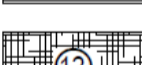


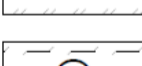
- 1) Lai smiltij varētu noteikt sekundāro frakciju "putekļaina", papildus, aprakstīšanas laikā jānosaka, vai smalko daļu neveido arī mālu gruntis. Ja tiek konstatēta māla klātbūtne, smilts tiek uzskatīta par viegli mālainu vai mālainu, un tās Ev2 nosaka, izmantojot 25.tabulu.

25. tabula Smalku grunšu aprēķina vērtības

Primārā un sekundārā frakcija (izmērs)	Apzīmējums (LVS EN ISO 14688-2)	Granulometrija		IP	Konsistence		
		Siets	%		Sūksta	Mīksta	Ļoti mīksta
Vidēji rupja smilts (viegli mālaina)	clMSa	<0,250	0-50	1-7	45	35	25
Smalka un putekļaina smilts (viegli mālaina)	slFSa; clsiSa	<0,063	0-50	1-7	40	30	20
Putekļi	Si	<0,063	50-100	<1	35	25	15
Putekļi (viegli mālaini)	clSi	<0,063	50-100	1-7	30	25	10
Smilts vai putekļi (mālaini, kam izteiktas mālainās īpašības) Visa veida mālu gruntis	clSa; clSi saCl; siCl; Cl	<0,063	<20	>7	30	25	10

Būvprojekta grafiskajos attēlojumos (urbumu griezumos, garenprofilā) ieteicams lietot 28.attēlā norādītos paraugus.

Ģeoloģisko elementu slāņi

-  – Asfalta kārtā
-  – Nesaistītu minerālmateriālu kārtā
-  – Smilts rupja
-  – Smilts smalka, vai vidēji rupja
-  – Smilts putekļaina
-  – Vidēji rupja smilts (viegli mālaina)
-  – Smalka un putekļaina smilts (viegli mālaina)
-  – Putekļi
-  – Putekļi (viegli mālaini)
-  – Smilts vai putekļi (mālaini, kam izteiktas mālainās īpašības)
-  – Mālu gruntis
-  – Augsne
-  – Kūdra
-  – Sapropelis
-  – Dūņas

28. attēls Ģeotehnisko elementu slāņu apzīmējumi

3. Pielikums Praksē realizētie projekti kūdrainos posmos un to parametri

Šajā pielikumā pievienoti apsektie objekti to konstrukcijas un raksturojošās vērtības. Kopā tika apsekoti 14 ceļi, kuros uzbūvētas konstrukcijas uz kūdras. Šajos objektos tika veikti urbumi līdz minerālgruntij, kūdras blīvums noteikts ar DPL un bīdes pretestība noteikta ar spāņgriezī. Vietās, kur tikai veikts spāņgriezī tests tika paņemti kūdras paraugi dabiskā mitruma noteikšanai. Iegūtie dati apkopoti 26. tabulā. Šajā pielikumā apsektos kūdras posmus un to raksturojošos parametrus var izmantot, lai pieņemtu lēmumu, kad ir IV zemas nestspējas posma kategorija un ir jāparedz individuāli risinājumi.

26. tabula Apsektoto kūdras posmu raksturlielumi

Apsektie objekti:	Esošais stāvoklis	Konstrukcija	Izpildmērījumi salīdzināšana	Kūdras dziļums m	Paredzamā sēšanās m	Plūstoša mālsmits	Organikas daudzums	Dabiskais mitrums	Sadalīšanās pakāpe	Spāņgriezī rezultāti cfv	DPL _{N10}	DPL _{N10 0.5N<} uz 10cm dziļums
1. Polšu ceļš	Labs	Gr=20, Šķ=15 Sm=30, Tekstila maiss, izlīdzinošs slānis, celmi otrādi	09.2017 līdz 11.2023 -0.07m	1.8	0.162		84 %	509 %	Vidēja	20 kPa	0.31	1
2. Polšu ceļš	Labs	Gr=20, Šķ=15 Sm=30, Tekstila maiss, izlīdzinošs slānis, sīkbaļķu klājs	10.2017 līdz 11.2023 -0.25m	4	0.68		90 %	767 %	Vidēja	17 kPa	0.49	1.7
3. Zirgu ceļš	Nogrimis		12.2015 līdz 11.2023 -0.6m	7.1	1.633		93 %	913 %	Vidēja	15 kPa	0.36	1.6
4. Bērzpurva ceļš	Nogrimis jo grāvji	Gr=20, Sm=30, Tekstils izklāts		10	1.1		93 %	704 %	Vidēja	21 kPa	0.33	0.4
5. Ūbēra ceļš	Labs	Gr=20, Sm=30, Tekstils, izlīdzinošs slānis=15, kūdras slānis=10, Koka klājs	-0.2m??	4.8	0.4608		93 %	550 %	Vidēja	23 kPa	0.2	0.5
6. Alidādes	Labs	Gr=20, Sm=30, Tekstila maiss, uzbērums celmi		5.6	0.952		95 %	923 %	Vidēja	22 kPa	0.38	1.4
7. Rudenāju	Vidējs, ceļš nosēdies līdz reljefam	Gr=20, Sm=30, Koka baļķu klājs 3 kārtas	12.2016 līdz 11.2023 -0.36m	5.1	0.765		96 %	836 %	Vāja	23 kPa	0.41	2.2
8. Piksteres likuma cels	Labs	Gr=20, Sm=30, Tekstila maiss, izlīdzinošs slānis, koka klājs uz balstiem		7.1	0.852		92 %	741 %	Vidēja	21 kPa	0.42	0.7
9. Konovaišķu ceļš	Labs	Gr=20, Sm=30, Tekstila maiss, izlīdzinošs slānis, Fašīnas, Tekstils		6.5	0.52		93 %	544 %	Vāja	23 kPa	0.95	1.1
10. Rūjas purva otrais ceļš	Labs	Gr=20, Sm=30, Tekstila maiss, izlīdzinošs slānis, koka klājs	-0.2m	5.2	0.416		78 %	514 %	Vāja	21 kPa	0.41	1.5
11. Tēvgāršas ceļš 1 Tēvgāršas ceļš 2	Nogrima, ar paļiem turas	Gr=20, Sm=30, Uzb 0.50, Koka pāļi		3	0.3	1.5	92 %	560 %	Vidēja	14 kPa	0.46	1.3
	Labs	Gr=20, Sm=30, ģeotekstils, Koka klājs		3			78 %	592 %	Vidēja	19 kPa	0.46	0.7
12. Kraujēnu ceļš	Bija nogrimis 5 baļķu kārtām turas	Gr=20, Sm=30 ar Tekstila maiss 5 koka klājs	2013 -0.6m	4.4	0.66		94 %	685 %	Vidēja	15 kPa	0.38	1.1
13. Priežkalnu ceļš	Nogrimis	Gr=20, Šķ=15 Sm=30, Tekstila maiss, izlīdzinošs slānis=20	-1m	7.5	1.35		99 %	1006 %	Vāja	11 kPa	0.26	3.4
14. Pētervaldes Ūsiņu purva ceļš	Nogrimis	Gr=20, Sm=30, izklāts tekstils		7.8	1.092		91 %	825 %	Vāja	20 kPa	0.5	0.2



29. Attēlā 1. Tips daļēji izbūvēts ģeotekstila maiss uz kūdras



30. Attēlā 2. Tips baļķu un zaru klājums



31. Attēlā 2A Tips baļķu klājums uz garenvirziena baļķiem



32. Attēlā kūdrainas gitijas piemērs



33. Attēlā Sadalīšanas pakāpes. No kreisās - labi, vidēji un nesadalījusies kūdra

4. Pielikums Metodikas pilnveidošana (monitorings)

Šis ir informatīvs pielikums.

Metodikas izstrādes gaitā, uz visiem jautājumiem netika rastas drošas un pamatotas atbildes. Tas saistīts ar prakses, novērojumu, pētījumu u.c. informācijas trūkumu. Precizējot šos jautājumus metodikas lietošanas laikā, būs iespējams pilnveidot šo dokumentu nākamajās redakcijās.

Izstrādājot metodiku, tika indetificēti vairāki jautājumi, kuriem būtu vēlama precizēšana:

1. Grunšu Ev2 aprēķina vērtību tabula ir vienkāršota ICP ceļa sega Ev2 aprēķina vērtību tabula. Tika pieņemts, ka būvniecības gaitā, smalkā grunts visdrīzāk samitrināsies, un to aprēķina vērtības ir pieņemtas vidējas un zemas. Jāprecizē, vai ar ūdens atvades risinājumiem smalkās gruntis tiek/netiek nosusinātas, tādejādi paaugstinot Ev2 vērtību pēc būvniecības.
2. Esošas ceļa segas nestspējas novērtēšanai tika izmantota FWD (Dynatest) un LFWD iekārtas. Mērījumu rezultāti bija ļoti augsti, jo ceļa segums atradās ļoti labos ekspluatācijas apstākļos. Neizdevās novērtēt metodi. Šī metode ir perspektīva esošu segu novērtēšanā, taču nepieciešama aprobācija.
3. Ģeošūnas pielietošana uz kūdras posmiem Latvijā nav praktizēta, līdz ar to nav praktisku piemēru ko varam analizēt. Izbūvējot pirmos posmus, analizēsīm ceļa sēšanos. Nākamajās redakcijās būs iespēja papildināt ģeošūnu pielietojumu.

5. Pielikums Ceļa segas aprēķina piemēri

Ir izstrādāts ceļa segas aprēķina modulis (Excel formātā), ar kuru var ātri veikt ceļa segas konstrukcijas aprēķinu būvei vai pārbūvei. Aprēķina modulī dati ievadāmi secīgi, kā tas ir aprakstīts metodikā un detalizēti pa soļiem zemāk ceļa segas aprēķinu piemēros.

5.1. Ceļa segas aprēķina piemērs Nr.1

Izejas dati ceļa segas aprēķinam no projektēšanas uzdevuma :

1. Objekta nosaukums: Meža autoceļa "Upes ceļš" būve
2. Meža autoceļa iedalījums pēc nozīmes: Multifunkcionālie ceļi, skatīt 2.2 punktu.
3. Ceļa noslodzes klase: CNK1, skatīt 2.2 punktu.
4. Ceļa seguma materiāls: Šķembu maisījums, skatīt 5.2.3 punktu.

1. Solis: Objekta nosaukums un posma noteikšana.

IZEJAS DATI	DATU IEVADE	DATU VĒRTĪBAS
OBJEKTA NOSAUKUMS (1)	Meža autoceļa "Upes ceļš" būve	PK 0+00 - PK 5+00

(1) Ievada meža autoceļa nosaukumu un aprēķina posmu (PK no - PK līdz). Apraksta posma izvēles kritērijus.

2. Solis: Meža autoceļa nozīme.

MEŽA AUTOCEĻA IEDALĪJUMS PĒC NOZĪMES (2)	Multifunkcionālie ceļi ▼	M1
---IZVĒLNE--- Multifunkcionālie ceļi Kokaudzētavu un derīgo izrakteņu ieguves vietu ceļi Maģistrālais ceļš Savienojošais ceļš Pievedceļš Meža ceļš ar lielu nozīmību publiskai satiksmei Ugunsdrošības ceļš		--- M1 M2 M3 M4 M5 M6 M7

(2) Definē meža autoceļa nozīmi atbilstoši Pasūtītāja norādījumiem. Atbilstoši projektēšanas uzdevumam meža autoceļa iedalījums ir noteikts Multifunkcionālie ceļi.

3. Solis: Ceļa noslodzes klases CNK noteikšana.

CEĻA NOSLODZES KLAŠE (3)	CNK1 ▼	Ev2	140	MPa
---IZVĒLNE--- CNK1 CNK2 CNK3 CNK4 CNK5		--- 140 120 105 90 70		

(3) Definē meža autoceļa noslodzes klasi CNK atbilstoši Pasūtītāja norādījumiem. Atbilstoši projektēšanas uzdevumam meža autoceļa ceļa noslodzes klase ir noteikta CNK1.

4. Solis: Zemes klātnes grunts grupas noteikšana.

ZEMES KLĀTNES GRUNTS GRUPA (4)	Smilts ▼	Sa
---IZVĒLNE--- Smilts Putekļi Māli Organiskās gruntis		--- Sa Si Cl Pt, Gy, Dy, Hu

(4) Definē zemes klātnes grunts grupu atbilstoši ģeotehniskās izpētes datiem. Ja zemes klātni veido Organiskās grunts, ceļa segas aprēķins tālāk nav veicams, jāizstrādā individuāls risinājums. Dotajā aprēķinā pieņemts, ka esošā zemes klātnes grunts grupa ir Smilts.

5. Solis: Zemes klātnes grunts noteikšana.

ZEMES KLĀTNES GRUNTS (5)	SMILTS smalka vai putekļaina viegli mālaina ļoti mīksta - 20MPa ▼	Ev2	20	MPa
---IZVĒLNE---			---	
	SMILTS rupja - 70MPa		70	
	SMILTS vidēji rupja - 60MPa		60	
	SMILTS smalka - 60MPa		60	
	SMILTS putekļaina mitra - 55MPa		55	
	SMILTS vidēji rupja viegli mālaina sīksta - 45MPa		45	
	SMILTS vidēji rupja viegli mālaina mīksta - 40MPa		40	
	SMILTS putekļaina pārmitrināta - 40MPa		40	
	SMILTS smalka vai putekļaina viegli mālaina sīksta - 40MPa		40	
	SMILTS smalka vai putekļaina viegli mālaina mīksta - 30MPa		30	
	SMILTS mālaina, kam izteiktas mālainas īpašības sīksta - 30MPa		30	
	SMILTS mālaina, kam izteiktas mālainas īpašības mīksta - 25MPa		25	
	SMILTS smalka vai putekļaina viegli mālaina ļoti mīksta - 20MPa		20	
	SMILTS mālaina, kam izteiktas mālainas īpašības ļoti mīksta - 10MPa		10	

(5) Definē zemes klātnes grunts parametrus atbilstoši zemes klātnes grunts grupai. Dotajā aprēķinā pieņemts, ka zemes klātnes grunts ir SMILTS smalka vai putekļaina viegli mālaina ļoti mīksta – 20MPa, jo esošajā situācijā nav atrisināma ūdens atvade ierobežotu apstākļu dēļ, nepieciešams nestandarta risinājums, skatīt 4.1.1 punktu.

6. Solis: Definē, vai ir būtisks organikas piejaukums.

VAI IR BŪTISKS ORGANIKAS PIEJAUKUMS (6)	Nav ▼	---
	Ir	Nestspēja samazināta par vienu klasi
	Nav	---

(6) Definē, vai ir būtisks organikas piejaukums. Ja ir būtisks organikas piejaukums, tad zemes klātnes nestspēja tiek samazināta par vienu klasi. Dotajā aprēķinā piemērā pieņemts, ka Nav būtisks organikas piejaukums, skatīt 4.2 punktu.

7. Solis: Esošā zemes klātnes nestspējas klases aprēķināšana.

ESOŠĀ ZEMES KLĀTNES NESTPĒJAS KLASĒS (7)	IV Zema	Ev2	10	MPa
---	---------	-----	----	-----

(7) Aprēķina esošās zemes klātnes nestspējas klase atbilstoši ievadītajiem datiem **(5)** un **(6)**. Ja nestspējas klase ir V Ļoti Zema, ceļa segas aprēķins tālāk nav veicams, jāizstrādā individuāls risinājums. Dotajā piemērā aprēķinātā esošā zemes klātnes nestspējas klase ir IV Zema, skatīt 4.1.1 punktu.

8. Solis: Projektētās nestspējas uz ceļa segas pamata noteikšana.

PROJEKTĒTĀ NESTSPĒJA UZ CEĻA SEGAS PAMATA (8)	Projektētā nestspēja uz ceļa segas pamata Ev2=60MPa ▼	Ev2	60	MPa
---IZVĒLNE---			---	
	Projektētā nestspēja uz ceļa segas pamata Ev2 = 60 MPa		60	

(8) Definē projektēto nestspēju uz ceļa segas pamata. Dotajā piemērā ceļa noslodzes klase ir CNK1, nestspēja uz ceļa segas pamata min Ev2 = 60MPa, skatīt 12. tabulu.

9. Solis: Nosaka vai ir nepieciešama zemes klātnes pastiprināšana.

ZEMES KLĀTNES PASTIPRINĀŠANA (9)	Ir nepieciešama	Zemes klātnes pastiprināšana
---	-----------------	-------------------------------------

(9) Nosaka, vai ir nepieciešama zemes klātnes pastiprināšana atbilstoši ievadītajiem datiem **(7)** un **(8)**. Dotajā piemērā noteikts, ka Ir nepieciešama zemes klātnes pastiprināšana. Veicot ceļa segas pamata projektēšanu, ar vienu konstruktīvo kārtu tiek veikta arī zemes klātnes pastiprināšana, skatīt 6. tabulu un 5.2.1 punktu.

10. Solis: Nosaka, vai esošā grunts atbilst ceļa pamata materiāla prasībām.

VAI ESOŠĀ GRUNTS ATBILST CEĻA PAMATA MATERIĀLA PRASĪBĀM (10)	---IZVĒLNE--- ▼	H	---	CM
---	-----------------	---	-----	----

(10) Dotā izvēlne ir aktīva tikai pie nosacījuma, ja esošā zemes klātne **(7)** ir I Ļoti augsta. Dotajā piemērā esošā zemes klātne ir IV Zema, līdz ar to izvēlne nav aktīva, skatīt 3.4.4 punktu.

11. Solis: Zemes klātnes pastiprināšanas veids un ceļa segas pamata kārtas biezuma aprēķināšana.

ZEMES KLĀTNES PASTIPRINĀŠANAS VEIDS UN CEĻA SEGAS PAMATA BIEZUMS (11)	Smilts kārtas izbūve ▼	H	95	CM
--	------------------------	---	----	----

---IZVĒLNE---
Smilts kārtas izbūve
Smilts kārtas izbūve uz ģeokompozīta

Vai

ZEMES KLĀTNES PASTIPRINĀŠANAS VEIDS UN CEĻA SEGAS PAMATA BIEZUMS (11)	Smilts kārtas izbūve uz ģeokompozīta ▼	H	50	CM
--	--	---	----	----

---IZVĒLNE---
Smilts kārtas izbūve
Smilts kārtas izbūve uz ģeokompozīta

(11) Dotā izvēlne ir aktīva tikai pie nosacījuma, ja ir nepieciešama zemes klātnes pastiprināšana **(9)**. Netiek atsevišķi izdalīta zemes klātnes pastiprināšana no ceļa segas pamata biezuma aprēķināšanas, bet gan kopā. Ceļa segas pamata biezuma aprēķināšana jau ietver zemes klātnes pastiprināšanu. Dotajā piemērā ir nepieciešama zemes klātnes pastiprināšana, rezultātā ir nepieciešams definēt Smilts kārtas izbūve (kārtas biezums 95cm) vai Smilts kārtas izbūve uz ģeokompozīta (kārtas biezums 50cm). Kuru no pastiprināšanas veidiem izvēlēties ir atkarīgs no smilts un vai ģeokompozīta pieejamības. Noteikti jāveic būvdarbu izmaksu salīdzinājums, lai noteiktu ekonomiskāko risinājumu un jāsaskaņo ar Pasūtītāju, skatīt 5.2.1 punktu.

12. Solis: Ceļa segas pamata minimālā biezuma noteikšana atbilstoši ceļa noslodzes klasei CNK.

CEĻA SEGAS PAMATA MINIMĀLAIS BIEZUMS ATBILSTOŠI CNK (12)	CNK1	H	30	CM
---	------	---	----	----

(12) Nosaka ceļa segas pamata minimālo biezumu atbilstoši ceļa noslodzes klasei CNK **(3)** un **(7)**, skatīt 22. attēlu.

13. Solis: Ceļa segas pamata biezuma korekcija.

CEĻA SEGAS PAMATA BIEZUMA KOREKCIJA (13)	---IZVĒLNE--- ▼	H	---	CM
---	-----------------	---	-----	----

(13) Ceļa segas pamata biezuma korekcija. Ir iespējami individuāli risinājumi, kad nepieciešams palielināt ceļa segas pamata biezumu, skatīt 5.2.2 punktu.

14. Solis: Ceļa segas pamata biezuma aprēķināšana.

CEĻA SEGAS PAMATA BIEZUMS (14)	Ceļa segas pamata izbūves biezums	H	95	CM
---------------------------------------	-----------------------------------	---	----	----

Vai

CEĻA SEGAS PAMATA BIEZUMS (14)	Ceļa segas pamata uz ģeokompozīta izbūves biezums	H	50	CM
---------------------------------------	---	---	----	----

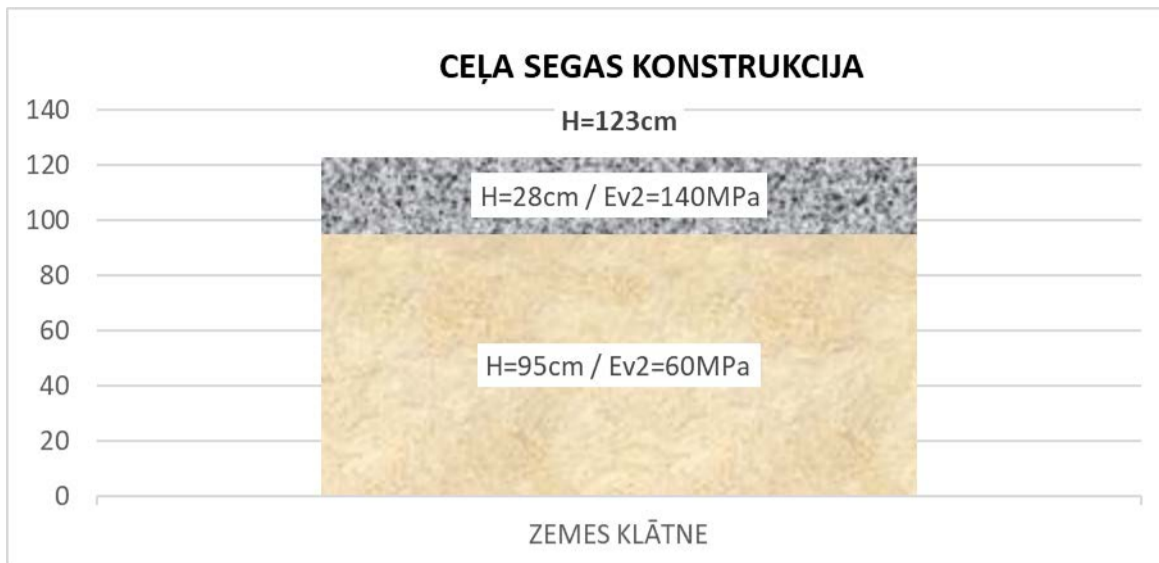
(14) Aprēķinātais ceļa segas pamata biezums atbilstoši ievadītajiem datiem **(10)**, **(11)**, **(12)** un **(13)**, skatīt 5.2.1 punktu.

15. Solis: Ceļa seguma materiāla definēšana un kārtas biezuma aprēķināšana.

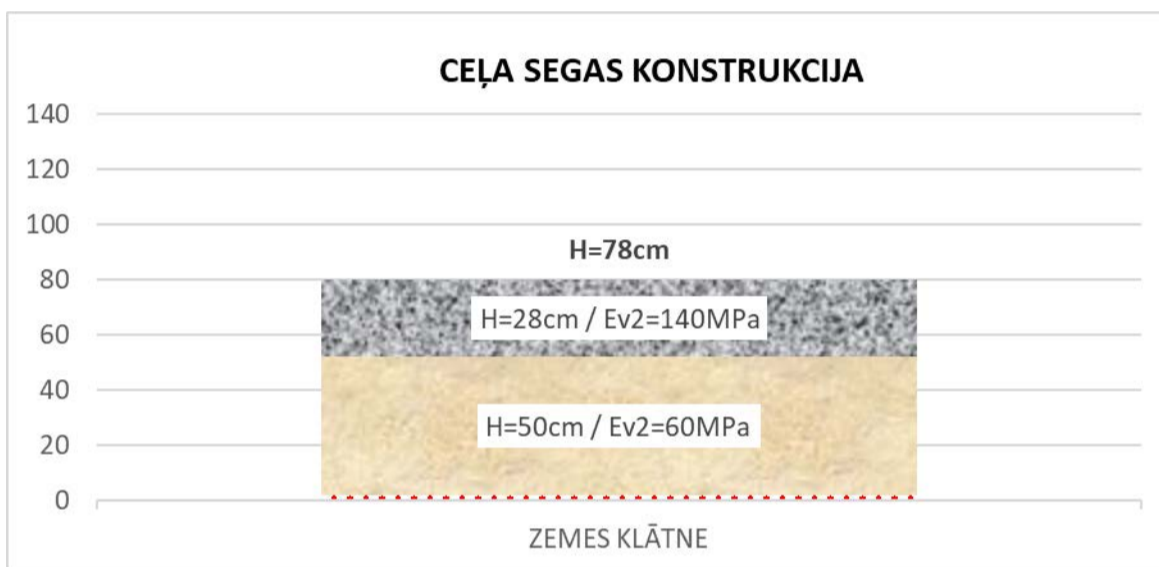
CEĻA SEGUMA MATERIĀLS UN BIEZUMS (15)	Šķembu masījums ▼	H	28	CM
--	-------------------	---	----	----

---IZVĒLNE---
Drupināta grants
Šķembu masījums

Ceļa segas pamata izbūve bez ģeokompozīta pielietošanas



Vai ceļa segas pamata izbūve uz ģeokompozīta



(15) Atbilstoši projektēšanas uzdevumā norādītajam ceļa seguma materiālam aprēķina tā biezumu atbilstoši ievadītajiem datiem **(3)** un **(8)**, skatīt 5.2.3 punktu.

5.2. Ceļa segas aprēķina piemērs Nr.2

Izejas dati ceļa segas aprēķinam no projektēšanas uzdevuma :

1. Objekta nosaukums: Meža autoceļa "Strauta ceļš" būve
2. Meža autoceļa iedalījums pēc nozīmes: Savienojošais ceļš, skatīt 2.2 punktu.
3. Ceļa noslodzes klase: CNK3, skatīt 2.2 punktu.
4. Ceļa seguma materiāls: Drupināta grants, skatīt 5.2.3 punktu.

1. Solis: Objekta nosaukums un posma noteikšana.

IZEJAS DATI	DATU IEVADE	DATU VĒRTĪBAS
OBJEKTA NOSAUKUMS (1)	Meža autoceļa "Strauta ceļš" būve	PK 0+00 - PK 3+00

(1) Ievada meža autoceļa nosaukumu un aprēķina posmu (PK no - PK līdz). Apraksta posma izvēles kritēriji.

2. Solis: Meža autoceļa nozīme.

MEŽA AUTOCEĻA IEDALĪJUMS PĒC NOZĪMES (2)	Savienojošais ceļš ▼	M4
---IZVĒLNE--- Multifunkcionālie ceļi Kokaudzētavu un derīgo izrakteņu ieguves vietu ceļi Maģistrālais ceļš Savienojošais ceļš Pievedceļš Meža ceļš ar lielu nozīmību publiskai satiksmei Ugunsdrošības ceļš		--- M1 M2 M3 M4 M5 M6 M7

(2) Definē meža autoceļa nozīmi atbilstoši Pasūtītāja norādījumiem. Atbilstoši projektēšanas uzdevumam meža autoceļa iedalījums ir noteikts Savienojošais ceļš.

3. Solis: Ceļa noslodzes klases CNK noteikšana.

CEĻA NOSLODZES KLAŠE (3)	CNK3 ▼	Ev2	105	MPa
---IZVĒLNE--- CNK1 CNK2 CNK3 CNK4 CNK5		--- 140 120 105 90 70		

(3) Definē meža autoceļa noslodzes klasi CNK atbilstoši Pasūtītāja norādījumiem. Atbilstoši projektēšanas uzdevumam meža autoceļa ceļa noslodzes klase ir noteikta CNK3.

4. Solis: Zemes klātnes grunts grupas noteikšana.

ZEMES KLĀTNES GRUNTS GRUPA (4)	Smilts ▼	Sa
---IZVĒLNE--- Smilts Putekļi Māli Organiskās grunts		--- Sa Si Cl Pt, Gy, Dy, Hu

(4) Definē zemes klātnes grunts grupu atbilstoši ģeotehniskās izpētes datiem. Ja zemes klātni veido Organiskās grunts, ceļa segas aprēķins tālāk nav veicams, jāizstrādā individuāls risinājums. Dotajā aprēķinā pieņemts, ka esošā zemes klātnes grunts grupa ir Smilts.

5. Solis: Zemes klātnes grunts noteikšana.

ZEMES KLĀTNES GRUNTS (5)	SMILTS vidēji rupja - 60MPa ▼	Ev2	60	MPa
---IZVĒLNE---		---		
SMILTS rupja - 70MPa		70		
SMILTS vidēji rupja - 60MPa		60		
SMILTS smalka - 60MPa		60		
SMILTS putekļaina mitra - 55MPa		55		
SMILTS vidēji rupja viegli mālaina sīksta - 45MPa		45		
SMILTS vidēji rupja viegli mālaina mīksta - 40MPa		40		
SMILTS putekļaina pārmitrināta - 40MPa		40		
SMILTS smalka vai putekļaina viegli mālaina sīksta - 40MPa		40		
SMILTS smalka vai putekļaina viegli mālaina mīksta - 30MPa		30		
SMILTS mālaina, kam izteiktas mālainas īpašības sīksta - 30MPa		30		
SMILTS mālaina, kam izteiktas mālainas īpašības mīksta - 25MPa		25		
SMILTS smalka vai putekļaina viegli mālaina ļoti mīksta - 20MPa		20		
SMILTS mālaina, kam izteiktas mālainas īpašības ļoti mīksta - 10MPa		10		

(5) Definē zemes klātnes grunts parametrus atbilstoši zemes klātnes grunts grupai. Dotajā aprēķinā pieņemts, ka zemes klātnes grunts ir SMILTS vidēji rupja – 60MPa.

6. Solis: Definē, vai ir būtisks organikas piejaukums.

VAI IR BŪTISKS ORGANIKAS PIEJAUKUMS (6)	Nav ▼	---
Ir	Nestspēja samazināta par vienu klasi	
Nav	---	

(6) Definē, vai ir būtisks organikas piejaukums. Ja ir būtisks organikas piejaukums, tad zemes klātnes nestspēja tiek samazināta par vienu klasi. Dotajā aprēķinā piemērā pieņemts, ka Nav būtisks organikas piejaukums, skatīt 4.2 punktu.

7. Solis: Esošā zemes klātnes nestspējas klases aprēķināšana.

ESOŠĀ ZEMES KLĀTNES NESTSPĒJAS KLASES (7)	I ļoti augsta	Ev2	60	MPa
--	---------------	-----	----	-----

(7) Aprēķina esošās zemes klātnes nestspējas klase atbilstoši ievadītajiem datiem **(5)** un **(6)**. Ja nestspējas klase ir V ļoti Zema, ceļa segas aprēķins tālāk nav veikams, jāizstrādā individuāls risinājums. Dotajā piemērā aprēķinātā esošā zemes klātnes nestspējas klase ir I ļoti augsta, skatīt 4.1.1 punktu.

8. Solis: Projektētās nestspējas uz ceļa segas pamata noteikšana.

PROJEKTĒTĀ NESTSPĒJA UZ CEĻA SEGAS PAMATA (8)	Projektētā nestspēja uz ceļa segas pamata Ev2=60MPa ▼	Ev2	60	MPa
---IZVĒLNE---		---		
Projektētā nestspēja uz ceļa segas pamata Ev2 = 60 MPa		60		

(8) Definē projektēto nestspēju uz ceļa segas pamata. Dotajā piemērā ceļa noslodzes klase ir CNK3, nestspēja uz ceļa segas pamata min Ev2=40MPa. Tā kā esošā zemes klātnes nestspēja ir I ļoti augsta (Ev2=60MPa), tad projektētā nestspēja uz ceļa segas pamata tiek projektēta Ev2=60MPa, skatīt 12. tabulu.

9. Solis: Aprēķina vai ir nepieciešama zemes klātnes pastiprināšana.

ZEMES KLĀTNES PASTIPRINĀŠANA (9)	Nav nepieciešama	Pārbaudīt atbilstību ceļa pamata materiāla prasībām
---	------------------	--

(9) Aprēķina, vai ir nepieciešama zemes klātnes pastiprināšana atbilstoši ievadītajiem datiem **(7)** un **(8)**. Dotajā piemērā aprēķināts, ka Nav nepieciešama zemes klātnes pastiprināšana. Nepieciešams pārbaudīt atbilstību ceļa pamata materiālu prasībām, skatīt 3.4.4 punktu.

10. Solis: Definē, vai esošā grunts atbilst ceļa pamata materiāla prasībām.

VAI ESOŠĀ GRUNTS ATBILST CEĻA PAMATA MATERIĀLA PRASĪBĀM (10)	Atbilst ▼	H	0	CM
---	-----------	---	---	----

---IZVĒLNE---	---
Atbilst	0
Neatbilst	15

(10) Dotā izvēlne ir aktīva tikai pie nosacījuma, ja esošā zemes klātne **(7)** ir I Ļoti augsta. Dotajā piemērā esošā zemes klātne ir I Ļoti augsta, un esošā grunts atbilst ceļa pamata materiāla prasībām, skatīt 3.4.4 punktu.

11. Solis: Zemes klātnes pastiprināšanas veids un ceļa segas pamata kārtas biezuma aprēķināšana.

ZEMES KLĀTNES PASTIPRINĀŠANAS VEIDS UN CEĻA SEGAS PAMATA BIEZUMS (11)	---IZVĒLNE--- ▼	H	---	CM
--	-----------------	---	-----	----

(11) Dotā izvēlne ir aktīva tikai pie nosacījuma, ja ir nepieciešama zemes klātnes pastiprināšana **(9)**. Dotajā piemērā nav nepieciešama zemes klātnes pastiprināšana, jo esošā zemes klātnes nestspējas klases ir I Ļoti augsta **(7)**.

12. Solis: Ceļa segas pamata minimālā biezuma aprēķināšana atbilstoši ceļa noslodzes klasei CNK.

CEĻA SEGAS PAMATA MINIMĀLAIS BIEZUMS ATBILSTOŠI CNK (12)	CNK3	H	0
---	------	---	---

(12) Aprēķina ceļa segas pamata minimālo biezumu atbilstoši ceļa noslodzes klasei CNK **(3)** un **(7)**, skatīt 22. attēlu. Tā kā esošās zemes klātnes nestspējas klases ir I Ļoti augsta **(7)**, tad ceļa segas pamata minimālā biezuma aprēķins atbilstoši CNK netiek veikts, skatīt 22. attēlu.

13. Solis: Ceļa segas pamata biezuma korekcija.

CEĻA SEGAS PAMATA BIEZUMA KOREKCIJA (13)	---IZVĒLNE--- ▼	H	---	CM
---	-----------------	---	-----	----

(13) Ceļa segas pamata biezuma korekcija. Ir iespējami individuāli risinājumi, kad nepieciešams palielināt ceļa segas pamata biezumu, skatīt 5.2.2. punktu.

14. Solis: Ceļa segas pamata biezuma aprēķināšana.

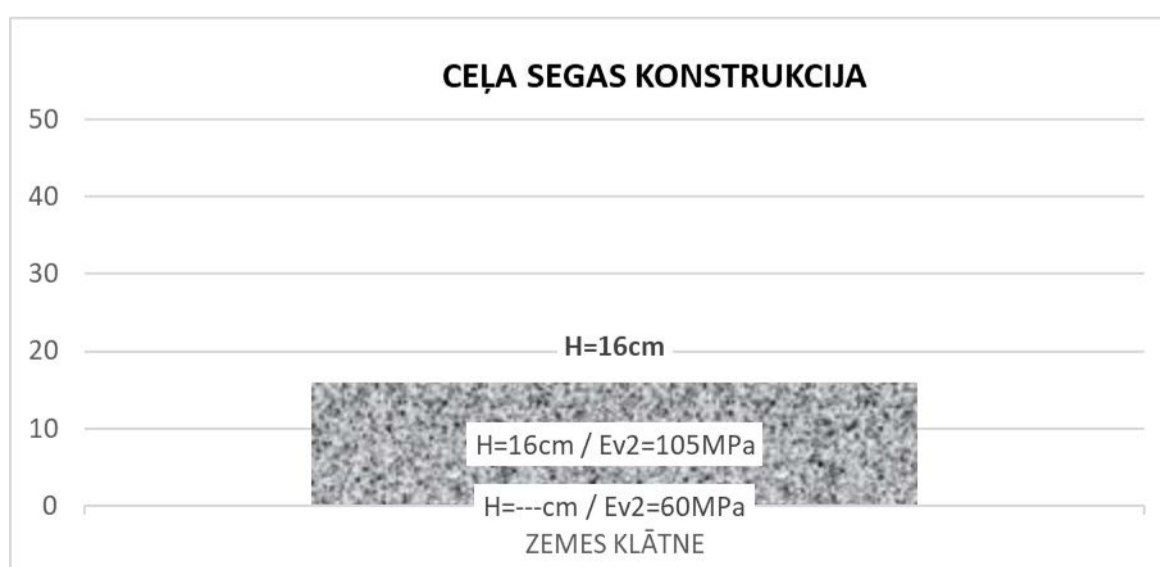
CEĻA SEGAS PAMATA BIEZUMS (14)	-----	H	---	CM
---------------------------------------	-------	---	-----	----

(14) Aprēķinātais ceļa segas pamata biezums atbilstoši ievadītajiem datiem **(10)**, **(11)**, **(12)** un **(13)**, skatīt 5.2.1 punktu. Dotajā piemērā ceļa segas pamata biezuma aprēķināšana netiek veikta.

15. Solis: Ceļa seguma materiāla definēšana un kārtas biezuma aprēķināšana.

CEĻA SEGUMA MATERIĀLS UN BIEZUMS (15)	Drupināta grants ▼	H	16	CM
--	--------------------	---	----	----

---IZVĒLNE---
Grants
Drupināta grants
Šķembu masījums



(15) Atbilstoši projektēšanas uzdevumā norādītajam ceļa seguma materiālam aprēķina tā biezumu atbilstoši ievadītajiem datiem **(3)** un **(8)**, skatīt 5.2.3 punktu.

5.3. Ceļa segas aprēķina piemērs Nr.3

Izejas dati ceļa segas aprēķinam no projektēšanas uzdevuma :

1. Objekta nosaukums: Meža autoceļa "Avota ceļš" būve
2. Meža autoceļa iedalījums pēc nozīmes: Pievedceļš, skatīt 2.2 punktu.
3. Ceļa noslodzes klase: CNK4, skatīt 2.2 punktu.
4. Ceļa seguma materiāls: Drupināta grants, skatīt 5.2.3 punktu.

1. Solis: Objekta nosaukums un posma noteikšana.

IZEJAS DATI	DATU IEVADE	DATU VĒRTĪBAS
OBJEKTA NOSAUKUMS (1)	Meža autoceļa "Avota ceļš" būve	PK 5+00 - PK 10+00

(1) Ievada meža autoceļa nosaukumu un aprēķina posmu (PK no - PK līdz). Apraksta posma izvēles kritērijus.

2. Solis: Meža autoceļa nozīme.

MEŽA AUTOCEĻA IEDALĪJUMS PĒC NOZĪMES (2)		M5
Pievedceļš ▼		
---IZVĒLNE---		
Multifunkcionālie ceļi		M1
Kokaudzētavu un derīgo izrakteņu ieguves vietu ceļi		M2
Maģistrālais ceļš		M3
Savienojošais ceļš		M4
Pievedceļš		M5
Meža ceļš ar lielu nozīmību publiskai satiksmei		M6
Ugunsdrošības ceļš		M7

(2) Definē meža autoceļa nozīmi atbilstoši Pasūtītāja norādījumiem. Atbilstoši projektēšanas uzdevumam meža autoceļa iedalījums ir noteikts Pievedceļš.

3. Solis: Ceļa noslodzes klases CNK noteikšana.

CEĻA NOSLODZES KLAŠE (3)	CNK4 ▼	Ev2	90	MPa
---IZVĒLNE---				
CNK1			140	
CNK2			120	
CNK3			105	
CNK4			90	
CNK5			70	

(3) Definē meža autoceļa noslodzes klasi CNK atbilstoši Pasūtītāja norādījumiem. Atbilstoši projektēšanas uzdevumam meža autoceļa ceļa noslodzes klase ir noteikta CNK4.

4. Solis: Zemes klātnes grunts grupas noteikšana.

ZEMES KLĀTNES GRUNTS GRUPA (4)	Māli ▼	Cl
---IZVĒLNE---		
Smilts		Sa
Putekļi		Si
Māli		Cl
Organiskās grunts		Pt, Gy, Dy, Hu

(4) Definē zemes klātnes grunts grupu atbilstoši ģeotehniskās izpētes datiem. Ja zemes klātni veido Organiskās grunts, ceļa segas aprēķins tālāk nav veicams, jāizstrādā individuāls risinājums. Dotajā aprēķinā pieņemts, ka esošā zemes klātnes grunts grupa ir Māli.

5. Solis: Zemes klātnes grunts noteikšana.

ZEMES KLĀTNES GRUNTS (5)	MĀLAINA grunts mīksta - 25MPa ▼	Ev2	25	MPa
---IZVĒLNE---			---	
MĀLAINA grunts sīksta - 30MPa			30	
MĀLAINA grunts mīksta - 25MPa			25	
MĀLAINA grunts ļoti mīksta - 10MPa			10	

(5) Definē zemes klātnes grunts parametrus atbilstoši zemes klātnes grunts grupai. Dotajā aprēķinā pieņemts, ka zemes klātnes grunts ir Mālaina grunts mīksta – 25MPa.

6. Solis: Definē, vai ir būtisks organikas piejaukums.

VAI IR BŪTISKS ORGANIKAS PIEJAUKUMS (6)	Ir ▼	Nestspēja samazināta par vienu klasi
	Ir	Nestspēja samazināta par vienu klasi
	Nav	---

(6) Definē, vai ir būtisks organikas piejaukums. Ja ir būtisks organikas piejaukums, tad zemes klātnes nestspēja tiek samazināta par vienu klasi. Dotajā aprēķinā piemērā pieņemts, ka Ir būtisks organikas piejaukums, nestspēja tiek samazināta par vienu klasi, skatīt 4.2 punktu.

7. Solis: Esošā zemes klātnes nestspējas klases aprēķināšana.

ESOŠĀ ZEMES KLĀTNES NESTPĒJAS KLASĒS (7)	IV Zema	Ev2	10	MPa
---	---------	-----	----	-----

(7) Aprēķina esošās zemes klātnes nestspējas klase atbilstoši ievadītajiem datiem **(5)** un **(6)**. Ja nestspējas klase ir V Ļoti Zema, ceļa segas aprēķins tālāk nav veicams, jāizstrādā individuāls risinājums. Dotajā piemērā aprēķinātā esošā zemes klātnes nestspējas klase ir IV Zema, skatīt 4.1.1 punktu.

8. Solis: Projektētās nestspējas uz ceļa segas pamata noteikšana.

PROJEKTĒTĀ NESTSPĒJA UZ CEĻA SEGAS PAMATA (8)	Projektētā nestspēja uz ceļa segas pamata Ev2=40Mpa ▼	Ev2	40	MPa
---IZVĒLNE---			---	
Projektētā nestspēja uz ceļa segas pamata Ev2=60Mpa			60	
Projektētā nestspēja uz ceļa segas pamata Ev2=40Mpa			40	

(8) Definē projektēto nestspēju uz ceļa segas pamata. Dotajā piemērā ceļa noslodzes klase ir CNK4, nestspēja uz ceļa segas pamata min Ev2=40MPa. Tā kā esošā zemes klātnes nestspēja ir IV Zema (Ev2=10MPa), tad projektētā nestspēja uz ceļa segas pamata tiek projektēta Ev2=40MPa, skatīt 12. tabulu.

9. Solis: Aprēķina vai ir nepieciešama zemes klātnes pastiprināšana.

ZEMES KLĀTNES PASTIPRINĀŠANA (9)	Ir nepieciešama	Zemes klātnes pastiprināšana
---	-----------------	------------------------------

(9) Aprēķina, vai ir nepieciešama zemes klātnes pastiprināšana atbilstoši ievadītajiem datiem **(7)** un **(8)**. Dotajā piemērā aprēķināts, ka Ir nepieciešama zemes klātnes pastiprināšana. Veicot ceļa segas pamata projektēšanu, ar vienu konstruktīvo kārtu tiek veikta arī zemes klātnes pastiprināšana, skatīt 6. tabulu un 5.2.1 punktu.

10. Solis: Definē, vai esošā grunts atbilst ceļa pamata materiāla prasībām.

VAI ESOŠĀ GRUNTS ATBILST CEĻA PAMATA MATERIĀLA PRASĪBĀM (10)	---IZVĒLNE--- ▼	H	---	CM
---	-----------------	---	-----	----

(10) Dotā izvēlne ir aktīva tikai pie nosacījuma, ja esošā zemes klātne **(7)** ir I Ļoti augsta. Dotajā piemērā esošā zemes klātne ir IV Zema, līdz ar to izvēlne nav aktīva, skatīt 3.4.4 punktu.

11. Solis: Zemes klātnes pastiprināšanas veids un ceļa segas pamata kārtas biezuma aprēķināšana.

ZEMES KLĀTNES PASTIPRINĀŠANAS VEIDS UN CEĻA SEGAS PAMATA BIEZUMS (11)	Smilts kārtas izbūve ▼	H	80	CM
--	------------------------	---	----	----

---IZVĒLNE---
Smilts kārtas izbūve
 Smilts kārtas izbūve uz ģeokompozīta

Vai

ZEMES KLĀTNES PASTIPRINĀŠANAS VEIDS UN CEĻA SEGAS PAMATA BIEZUMS (11)	Smilts kārtas izbūve uz ģeokompozīta ▼	H	40	CM
--	--	----------	-----------	-----------

---IZVĒLNE---
 Smilts kārtas izbūve
Smilts kārtas izbūve uz ģeokompozīta

(11) Dotā izvēlne ir aktīva tikai pie nosacījuma, ja ir nepieciešama zemes klātnes pastiprināšana **(9)**. Netiek atsevišķi izdalīta zemes klātnes pastiprināšana no ceļa segas pamata biezuma aprēķināšanas, bet gan kopā. Ceļa segas pamata biezuma aprēķināšana jau ietver zemes klātnes pastiprināšanu. Dotajā piemērā ir nepieciešama zemes klātnes pastiprināšana, rezultātā ir nepieciešams definēt Smilts kārtas izbūve (kārtas biezums 80cm) vai Smilts kārtas izbūve uz ģeokompozīta (kārtas biezums 40cm). Kuru no pastiprināšanas veidiem izvēlēties ir atkarīgs no smilts un vai ģeokompozīta pieejamības. Noteikti jāveic būvdarbu izmaksu salīdzinājums, lai noteiktu ekonomiskāko risinājumu un jāsaskaņo ar Pasūtītāju, skatīt 5.2.1 punktu.

12. Solis: Ceļa segas pamata minimālā biezuma aprēķināšana atbilstoši ceļa noslodzes klasei CNK.

CEĻA SEGAS PAMATA MINIMĀLAIS BIEZUMS ATBILSTOŠI CNK (12)	CNK4	H	20	CM
---	------	----------	-----------	-----------

(12) Aprēķina ceļa segas pamata minimālo biezumu atbilstoši ceļa noslodzes klasei CNK **(3)** un **(7)**, skatīt 22. attēlu.

13. Solis: Ceļa segas pamata biezuma korekcija.

CEĻA SEGAS PAMATA BIEZUMA KOREKCIJA (13)	---IZVĒLNE--- ▼	H	---	CM
---	-----------------	----------	------------	-----------

(13) Ceļa segas pamata biezuma korekcija. Ir iespējami individuāli risinājumi, kad nepieciešams palielināt ceļa segas pamata biezumu, skatīt 5.2.2 punktu.

14. Solis: Ceļa segas pamata biezuma aprēķināšana.

CEĻA SEGAS PAMATA BIEZUMS (14)	Ceļa segas pamata izbūves biezums	H	80	CM
---------------------------------------	-----------------------------------	----------	-----------	-----------

Vai

CEĻA SEGAS PAMATA BIEZUMS (14)	Ceļa segas pamata uz ģeokompozīta izbūves biezums	H	40	CM
---------------------------------------	---	----------	-----------	-----------

(14) Aprēķinātais ceļa segas pamata biezums atbilstoši ievadītajiem datiem **(10)**, **(11)**, **(12)** un **(13)**, skatīt 5.2.1 punktu.

15. Solis: Ceļa seguma materiāla definēšana un kārtas biezuma aprēķināšana.

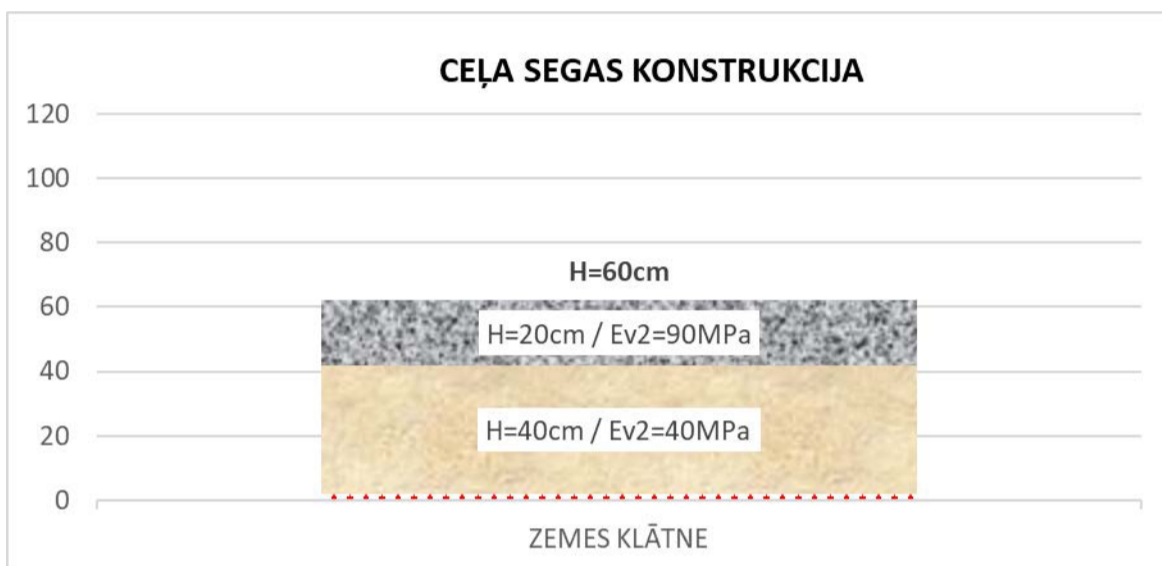
CEĻA SEGUMA MATERIĀLS UN BIEZUMS (15)	Drupināta grants ▼	H	20	CM
--	--------------------	----------	-----------	-----------

---IZVĒLNE---
 Grants
Drupināta grants
 Šķembu masījums

Ceļa segas pamata izbūve bez ģeokompozīta pielietošanas



Vai ceļa segas pamata izbūve uz ģeokompozīta



(15) Atbilstoši projektēšanas uzdevumā norādītajam ceļa seguma materiālam aprēķina tā biezumu atbilstoši ievadītajiem datiem (3) un (8), skatīt 5.2.3 punktu.

6. Pielikums Prasības ģeosintētiskajiem materiāliem

Šajā pielikumā iekļauta informācija par pielietojamajiem ģeosintētiskajiem materiāliem un to īpašību robežvērtības apkopotas tabulās zemāk.

27. tabula Neaustā ģeotekstila īpašības un prasības

Nr. p. k	Īpašība	Testa metode	Mērvienība	Prasība ¹⁾
1	Stiepes izturība (garenvirziens / šķērsvirziens)	EN ISO 10319	kN/m	≥15/15
2	Pagarinājums pie maksimālās slodzes	EN ISO 10319	%	≥30
3	Dinamiskā perforācija (krītošā konusa tests)	EN ISO 13433	mm	≤27
4	CBR Tests	EN ISO 12236	N	≥2500
5	Ūdens caurlaidība normālai plaknei	EN ISO 11058	m/s	≥30

PIEZĪME:

1) Prasībām jāizpildās ņemot vērā deklarētās vērtības. Pieļaujamas atkāpes no prasībām, saskaņojot ar Pasūtītāju;

28. tabula Divasu ekstrudēta ģeorežģa īpašības un prasības

Nr. p. k	Īpašība	Testa metode	Mērvienība	Prasība ¹⁾
1	Stiepes izturība (garenvirziens / šķērsvirziens)	EN ISO 10319	kN/m	≥30/30
2	Pagarinājums pie maksimālās slodzes	EN ISO 10319	%	≤15

PIEZĪME:

1) Prasībām jāizpildās ņemot vērā deklarētās vērtības. Pieļaujamas atkāpes no prasībām, saskaņojot ar Pasūtītāju;

29. tabula Sešstūra ekstrudēta ģeorežģa īpašības un prasības

Nr. p. k	Īpašība	Testa metode	Mērvienība	Prasība ¹⁾
1	Radiālais sekantes stingums pie 0,5% pagarinājuma	TR041 B.1	kN/m	≥155
2	Radiālās sekantes stinguma attiecība	TR041 B.1		≥0.6
3	Savienojuma efektivitāte	TR 041 B.2	%	≥90

PIEZĪME:

1) Prasībām jāizpildās ņemot vērā deklarētās vērtības. Pieļaujamas atkāpes no prasībām, saskaņojot ar Pasūtītāju;

30. tabula Ģeokompozīts – divasu ekstrudēta ģeorežģa un neausta ģeotekstila kompozīts

Nr. p. k	Īpašība	Testa metode	Mērvienība	Prasība ¹⁾
1	Stiepes izturība (garenvirziens / šķērsvirziens) ²⁾	EN ISO 10319	kN/m	≥30/30
2	Pagarinājums pie maksimālās slodzes ²⁾	EN ISO 10319	%	≤15
3	Dinamiskā perforācija (krītošā konusa tests) ³⁾	EN ISO 13433	mm	≤35
4	CBR Tests ³⁾	EN ISO 12236	N	≥1300
5	Ūdens caurlaidība normālai plaknei ³⁾	EN ISO 11058	m/s	≥30

PIEZĪME:

1) Prasībām jāizpildās ņemot vērā deklarētās vērtības. Pieļaujamas atkāpes no prasībām, saskaņojot ar Pasūtītāju;

2) Materiāla īpašība ir piemērojama tikai ģeokompozīta ģeorežģa elementam;

3) Materiāla īpašība ir piemērojama tikai ģeokompozīta neausta ģeotekstila elementam;

31. tabula Ģeokompozīts – sešstūra ekstrudēta ģeorežģa un neausta ģeotekstila kompozīts

Nr. p. k	Īpašība	Testa metode	Mērvienība	Prasība ¹⁾
1	Radiālais sekantes stingums pie 0,5% pagarinājuma ²⁾	TR041 B.1	kN/m	≥155

2	Radiālās sekantes stinguma attiecība ²⁾	TR041 B.1		≥0.6
3	Savienojuma efektivitāte ²⁾	TR 041 B.2	%	≥90
4	Dinamiskā perforācija (krītošā konusa tests) ³⁾	EN ISO 13433	mm	≤35
5	CBR Tests ³⁾	EN ISO 12236	N	≥1300
6	Ūdens caurlaidība normālai plaknei ³⁾	EN ISO 11058	m/s	≥30

PIEZĪME:

- 1) Prasībām jāizpildās ņemot vērā deklarētās vērtības. Pieļaujamas atkāpes no prasībām, saskaņojot ar Pasūtītāju;
- 2) Materiāla īpašība ir piemērojama tikai ģeokompozīta ģeorežģa elementam;
- 3) Materiāla īpašība ir piemērojama tikai ģeokompozīta neausta ģeotekstila elementam;

32. tabula Ģeošūnas

Nr. p. k	Īpašība	Testa metode	Mērvienība	Prasība ¹⁾
1	Ģeošūnas augstums	Mērīts	cm	≥20
2	Perforēta	Mērīts	mm	10-25
3	Acs izmērs	Mērīts	cm	≤27x23
4	Stiepes stiprība loksnei (neperforēta)	EN ISO 1031	kN/m	≥15
5	Stiepes stiprība metinājuma vietai	EN ISO 13426-11 daļa Metode B	kN/m	≥8

PIEZĪME:

- 1) Prasībām jāizpildās ņemot vērā deklarētās vērtības. Pieļaujamas atkāpes no prasībām, saskaņojot ar Pasūtītāju;

7. Pielikums Kūdras posmu izpētes materiāli un sagataves

Šajā pielikumā ir iekļauta plašāka informācija par zemas nestspējas posmu izpēti, lauku izpētes sagatavēm un izpētīto posmu īpašībām.

7.1. Dinamiskās zondēšanas lauku izpētes sagatave

33. tabula Dinamiskās zondēšanas DPL lauku izpētes sagatave

Datums		Urbuma Nr.		Pikets			
X (N)		Z m (LAS-2000,5)		Objekts			
Y (E)		GŪL (m)		Izpildītājs			
<i>Dziļums</i>	<i>Sitieni</i>	<i>Dziļums</i>	<i>Sitieni</i>	<i>Dziļums</i>	<i>Sitieni</i>	<i>Dziļums</i>	<i>Sitieni</i>
0.10		3.10		6.10		9.10	
0.20		3.20		6.20		9.20	
0.30		3.30		6.30		9.30	
0.40		3.40		6.40		9.40	
0.50		3.50		6.50		9.50	
0.60		3.60		6.60		9.60	
0.70		3.70		6.70		9.70	
0.80		3.80		6.80		9.80	
0.90		3.90		6.90		9.90	
1.00		4.00		7.00		10.00	
1.10		4.10		7.10		10.10	
1.20		4.20		7.20		10.20	
1.30		4.30		7.30		10.30	
1.40		4.40		7.40		10.40	
1.50		4.50		7.50		10.50	
1.60		4.60		7.60		10.60	
1.70		4.70		7.70		10.70	
1.80		4.80		7.80		10.80	
1.90		4.90		7.90		10.90	
2.00		5.00		8.00		11.00	
2.10		5.10		8.10		11.10	
2.20		5.20		8.20		11.20	
2.30		5.30		8.30		11.30	
2.40		5.40		8.40		11.40	
2.50		5.50		8.50		11.50	
2.60		5.60		8.60		11.60	
2.70		5.70		8.70		11.70	
2.80		5.80		8.80		11.80	
2.90		5.90		8.90		11.90	
3.00		6.00		9.00		12.00	

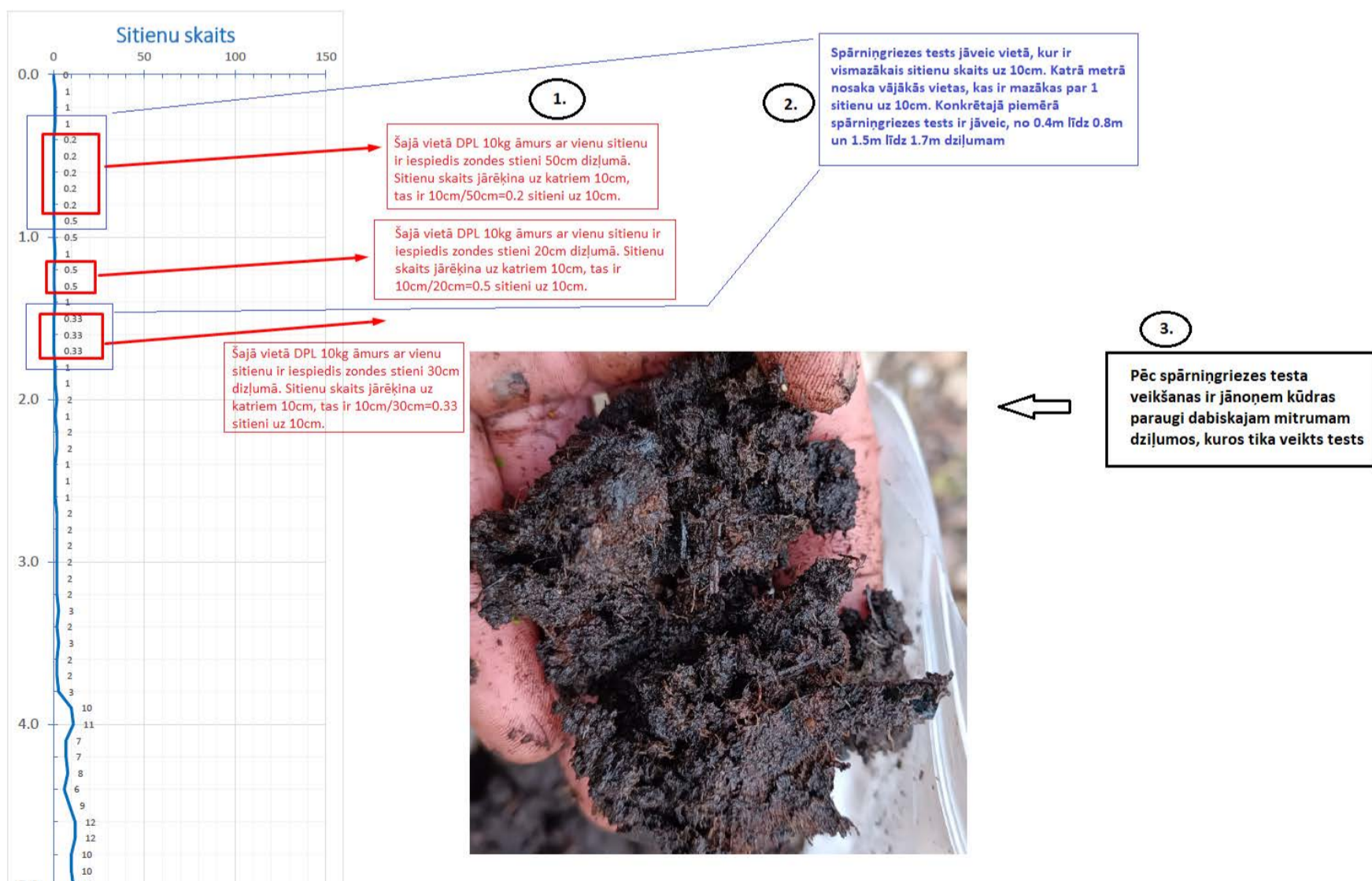
7.2. Spārņņgriezies FVT lauku izpētes sagatave

34. tabula Spārņņgriezies FVT lauku izpētes sagatave

Objekts:																					
Datums		Urbuma Nr.	Izpildātājs																		
X (N)		Z m (LAS-2000,5)																			
Y (E)		GŪL (m)																			
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Testa sērijas Nr.</th> <th>Testa dziļums</th> <th>Max N.m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>1,20-1,30</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2,10-2,20</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>1,20-1,31</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>2,10-2,21</td> <td></td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>1,20-1,32</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Testa sērijas Nr.	Testa dziļums	Max N.m	1	1,20-1,30		2	2,10-2,20		3	1,20-1,31		4	2,10-2,21		5	1,20-1,32	
Testa sērijas Nr.	Testa dziļums	Max N.m																			
1	1,20-1,30																				
2	2,10-2,20																				
3	1,20-1,31																				
4	2,10-2,21																				
5	1,20-1,32																				
Spārņņgriezies spārņņņu izmēri																					
Spārņņgriezies FVT parametri	FVT 60	FVT 75	FVT xx																		
Platums mm	60	75																			
Augstums mm	120	150																			
Piezīmes Tabulās vērtības norādītas kā piemērs.																					

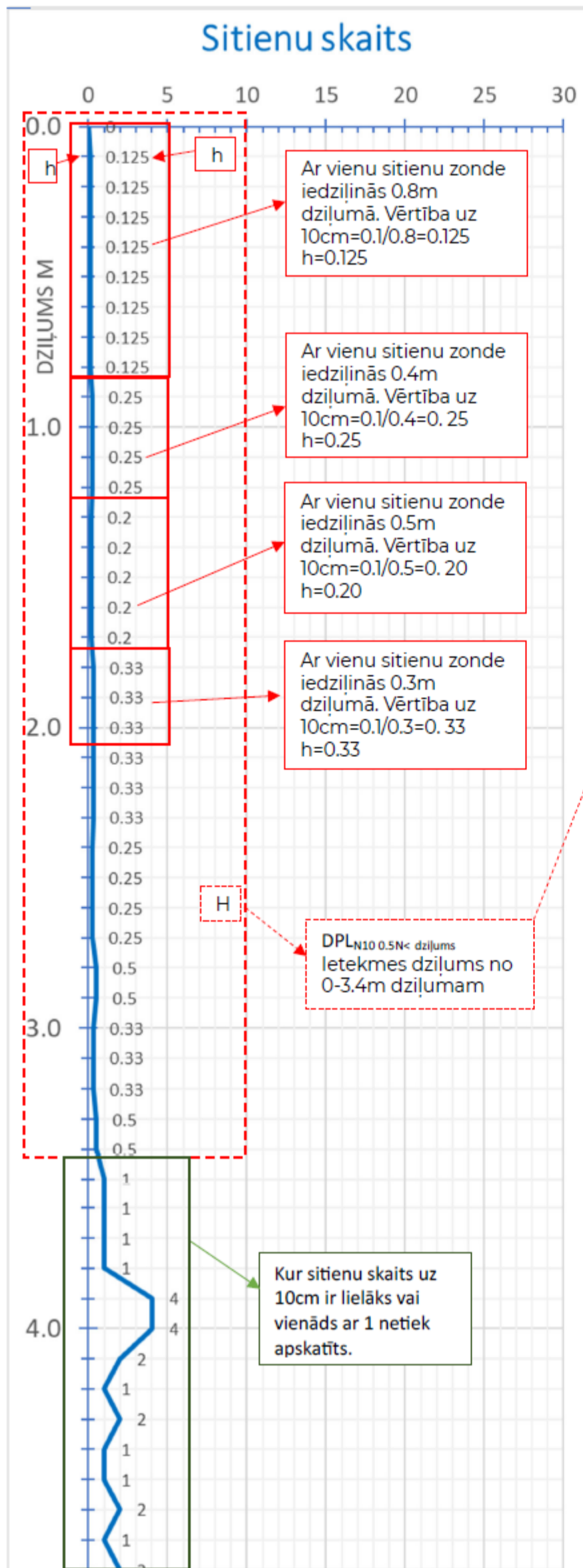
7.3. Dinamiskās zondēšanas (DPL) rezultātu apkopošana

Dinamiskās zondēšanas rezultātu apkopošana un dziļuma noteikšana spārņņgriezies testam un parauga noņemšana dabiskajam mitrumam.



34. attēls DPL rezultātu apkopošana, FVT testa un dabiskā mitruma dziļuma noteikšana

7.4. Dinamiskās zondēšanas vidējās vērtības $DPL_{N10 \text{ vid}}$ noteikšana ietekmes dziļumā $DPL_{N10 0.5N < \text{dziļums}}$



1

DPL testa veikšanas laikā tiek atlaists āmurs, kurš krīt uz lates. Mērījumā tiek noteikts cik sitienu nepieciešami, lai zonde iedziļinātos katrus 10cm. Ja ar vienu sitienu zonde iedziļinās vairāk par 10cm, piem. 20cm, tad $0.1/0.2m=0.5$ sitienu uz 10cm. Ja ar vienu sitienu zonde iedziļinās 50cm, tad $0.1/0.5m=0.20$ sitienu uz 10cm.

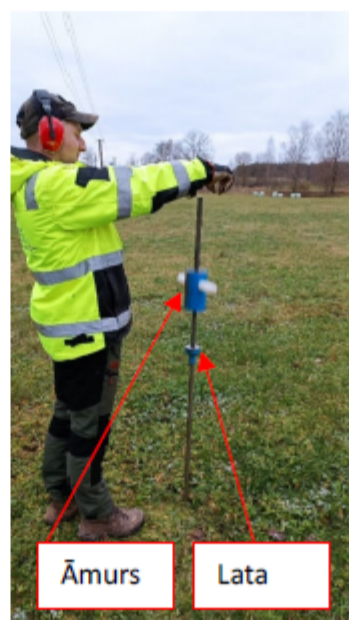
2

$DPL_{N10 \text{ vid}}$ ir vidējā vērtība sitienu skaitam uz 10cm. Tā tiek noteikta intervālā H, kur sitienu skaits uz 10cm ir mazāks par vienu. Vidējā vērtība tiek skaitīta, kad atsegta kūdras virskārta līdz dziļumam, kad uz 10cm ir vismaz viens sitiens. Piemērā vidējā vērtība ir 0.26 sitienu uz 10cm līdz 3.4m dziļumam.

$DPL_{N10 \text{ vid}}=0.26$ sitienu uz 10cm
 $DPL_{N10 0.5N < \text{dziļums}}=3.4m$

$$DPL_{N10 \text{ vid}} = \frac{h_1 + h_2 + \dots + h_n}{n} = \frac{(8 \times 0.125) + (4 \times 0.25) + (5 \times 0.20) + (3 \times 0.33) + (3 \times 0.33) + (4 \times 0.25) + (2 \times 0.5) + (3 \times 0.33) + (2 \times 0.5)}{34} = 0.26$$

h- vērtība uz 10cm
n- h Izpētes skaits.



35. attēls $DPL_{N10 \text{ vid}}$ un $DPL_{N10 0.5N < \text{dziļums}}$ noteikšana

7.5. Kūdras posma izpētes piemērs

- **1. solis** Urbuma veikšana, tiek noteikts ūdens līmenis, kūdras sadalīšanās pakāpe, biezums un sastāvs.



Ģeoloģiskais indekss	Slāņa						Grunts kods pēc ISO 14688	Grunts apraksts
	virsmas dziļums, m	pamatnes dziļums, m	biezums, m	virsmas dziļuma, abs.atz. m (LAS -2000,5)	pamatnes dziļuma, abs.atz. m (LAS -2000,5)	IĢE		
bQ ₄	0.00	5.10	5.10	15.44	10.34	3	Or	Kūdra; tumši brūna, no 0,80 m brūna; mazmitra no 0,50 m ūdenspiesātināta; šķiedraina vāji sadalījusies ar organikas un koku atliekām
gQ ₃	5.10	6.00	0.90	10.34	9.44	18 ^{MP}	CIL	Morēnas mālsmits; pelēka; mīksti plastiska; ar smiltis starpkārtām un oļu ieslēgumiem līdz 7%

- **2. solis** Pēc urbumu izpētes tiek salikti punkti DPL veikšanai. Posmi ir izvēlēti vietās, kur ir visdziļākā kūdra, un vietās, kur, veicot urbšanu urbis ļoti viegli uzspiežot dziļi iekrīt kūdrā. DPL testu veicam ik pa 100m un vietās, kur ir visvājākā kūdra. DPL dziļums līdz iedziļinās minerālgruntī. Izpildot DPL paceļam āmuru 50cm augstumā un tad atlaižam. Pēc katra sitienu nosaka stieņa iegrimis dziļumu un aprēķina sitienu skaitu uz katriem iegrimis 10cm. Uz DPL stieņiem ir atzīmes ar intervālu katriem 10cm.



Attēlā attēlota DPL veikšana, tā ir tikai ilustratīva.

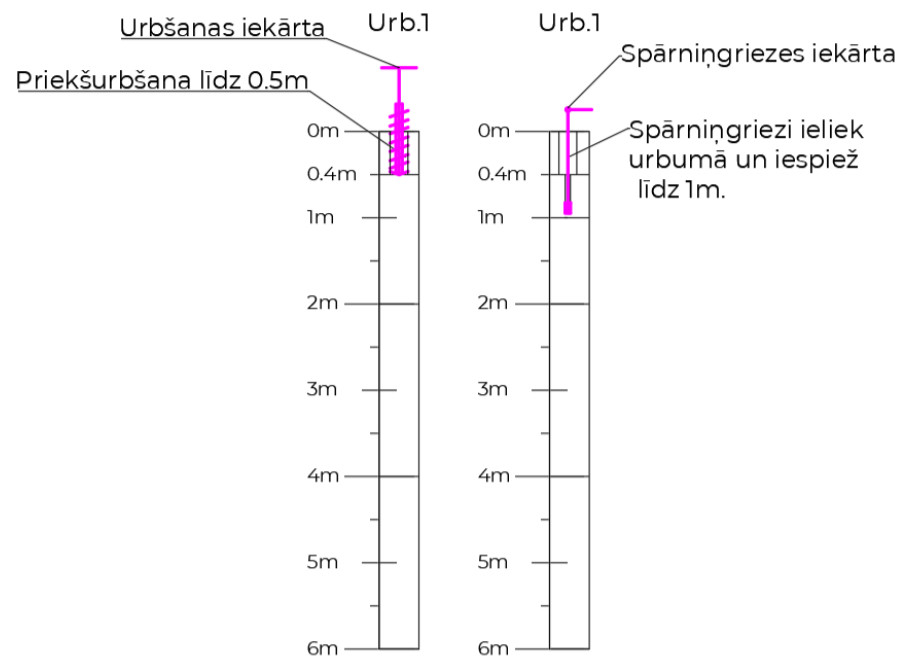
DPL dati pierakstīti datu lapā, tālāk tiek izvēlētas vietas, kur tiks veikti spārņingriezes testi. Viss vājākā kūdra ir no 0.5-1m dziļumam un no 1.8 līdz 2m. Spārņingriezes vietu izvēlos 0.9m un 2.0m.

Datums	24.10.23	Urbuma Nr.	1	Pikets	0+50		
X (N)		Z m (LAS-2000,5)		Objekts	Rudokāju ceļš		
Y (E)		GŪL (m)		Izpildītājs			
Dziļums	Sitieni	Dziļums	Sitieni	Dziļums	Sitieni	Dziļums	Sitieni
0.1	0,5	3.1	1	6.1		9.1	
0.2	0,5	3.2	1	6.2		9.2	
0.3	0,5	3.3	2	6.3		9.3	
0.4	0,5	3.4	1	6.4		9.4	
0.5	0,33	3.5	1	6.5		9.5	
0.6	0,33	3.6	2	6.6		9.6	
0.7	0,33	3.7	1	6.7		9.7	
0.8	0,33	3.8	2	6.8		9.8	
0.9	0,33	3.9	2	6.9		9.9	
1	0,33	4	1	7		10	
1.1	1	4.1	2	7.1		10.1	
1.2	0,5	4.2	2	7.2		10.2	
1.3	0,5	4.3	2	7.3		10.3	
1.4	1	4.4	3	7.4		10.4	
1.5	1	4.5	2	7.5		10.5	
1.6	0,5	4.6	3	7.6		10.6	
1.7	0,5	4.7	3	7.7		10.7	
1.8	0,33	4.8	3	7.8		10.8	
1.9	0,33	4.9	4	7.9		10.9	
2	0,33	5	10	8		11	
2.1	0,5	5.1	7	8.1		11.1	
2.2	0,5	5.2	7	8.2		11.2	
2.3	1	5.3	7	8.3		11.3	
2.4	1	5.4	8	8.4		11.4	
2.5	1	5.5	9	8.5		11.5	
2.6	1	5.6	9	8.6		11.6	
2.7	1	5.7	9	8.7		11.7	
2.8	1	5.8	10	8.8		11.8	
2.9	1	5.9	11	8.9		11.9	
3	2	6	11	9		12	

DPL testā izmantotās iekārtas tehniskie rādītāji

EN ISO 22476-2: DPL izmantotā iekārta ar šādiem parametriem					
Metode:	DPL				
Rezultāti izpētei:	N ₁₀				
Izmēri un svars gala konusam:	10.0	cm ²	0.55	kg	
Garums un svars stieņiem:	1.0	m	2.90	kg	
Āmura svars / Āmura laktas svars:	10.0	kg	2.67	kg	
Krišanas augstums:	0.5	m			
Sitienu mērišana:	0.1	m			

- 3. Solis** Pēc DPL veikšanas un vājāko kūdras slāņu noteikšanas tiek veikts spārņgriezies tests. Blakus veiktajam urbumam tiek sagatavota spārņgriezies testa vieta. Vieta tiek izvēlēta līdz 2m attālumā no iepriekš veiktajām izpētēm, bet tā lai šajā vietā kūdra ir dabiska un netraucēta. Veicam urbšanu līdz dziļumam, kas ir līdz 40cm pirms nepieciešamā testēšanas dziļuma. Pirmais testa dziļums ir 0.9m, tātad iurbjam līdz 40cm, tālāk ieliekam spārņgriezi urbumā un iespiež 50cm līdz nepieciešamajam dziļumam pēc iespējas netraucētā gruntī.

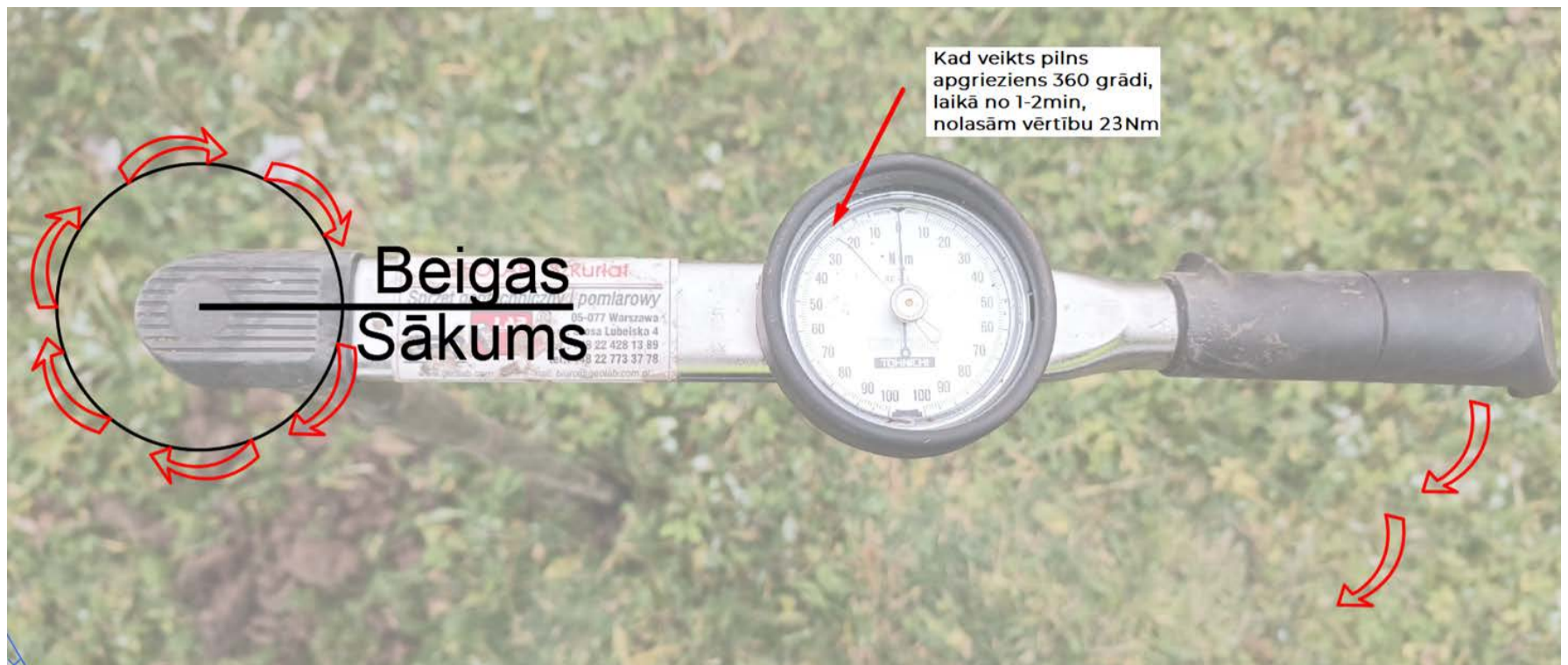


Tests tiek uzsākts netraucētā gruntī, pieliekot lēnu konstantu spēku, lai pagrieztu spārņgriezi. Griešanās ātrums ir 360 grādi/1-2minūtēs. Ļoti svarīgi līdz 180 grādiem griezt spārņgriezi vienmērīgi lēni, jo šajā posmā būs maksimālā bīdes pretestība. Ja tiek griezts pārāk ātri, tad tiks uzrādīti nepamatoti augsta bīdes pretestība.



Spārņgriezies iekārtu sagatavo mērījuma veikšanai, nodzēš iepriekšējos rādījumus.





Attēlā attēlota FVT veikšana, tā ir tikai ilustratīva.

Testā tika izmantots spārniņš ar diametru 60mm un augstumu 120mm. Bīdes pretestības aprēķināšana, zemāk.

- **4.Solis** Bīdes pretestības cfv vērtības aprēķināšana

$$c_{fv} = \frac{6\,000\,000}{7 \times \pi \times D^3} \times T_{max} = \frac{6\,000\,000}{7 \times 3.14 \times 60^3} \times 23 = 29.07 \text{ kPa} \text{ (vērtība iegūta 1m dziļumā)}$$

- **5. Solis** iegūto datu apkopošana tabulā.

Objekta nosaukums Rudenāju ceļš							
Urbuma Nr. 12		Pikets 15+00					
Testa sērijas Nr.	Testa veikšanas dziļums, m	ISO 22476-9 Bīdes pretestība cfv kPa	LVS EN ISO 17892-1:2015 Dabiskais mitrums W %	Organiskās grunts dziļums līdz minerālgruntij, m	DPL _{N10} vid	DPL _{N10} 0.5N< dziļums	Sadalīšanās pakāpe
1	0.9	29.07	835	5.1	0.49	2.2	Šķiedraina Vidēji sadalījusies
2	2.0	23.38	743				Šķiedraina Vidēji sadalījusies
3	3.0	25.28	690				Amorfa Labi sadalījusies
Urbuma Nr. 13		Pikets 16+50					
1	1.0	28.17	795	4.1	0.46	1.8	Šķiedraina Vidēji sadalījusies
2	2.0	23.32	715				Šķiedraina Vidēji sadalījusies
3	3.0	24.65	705				Amorfa Labi sadalījusies

• **6. solis** Tipveida konstrukcijas izvēle Rudenāju ceļam:

4. Tabula Zemas nestspējas izpētes punkta apkopojuma tabula

Objekta nosaukums							
Urbuma Nr.	Pikets						
Testa sērijas Nr.	Testa veikšanas dziļums, m	ISO 22476-9 Bīdes pretestība c_{fv} kPa	LVS EN ISO 17892-1:2015 Dabiskais mitrums W %	Organiskās grunts dziļums līdz minerālgruntij, m	$DPL_{N10\ vid}$	$DPL_{N10\ 0.5N<}$ dziļums	Sadalīšanās pakāpe
1	1.0	29.07	835	3.	4.	5.	Šķiedraini vidēji sadalījusies
2	2.0	1. 23.38	2. 743	5.1	0.49	2.2	Šķiedraini vidēji sadalījusies
3	3.0	25.28	690				Šķiedraini vidēji sadalījusies

9. Tabula Zemas nestspējas posma kategorija

Kategorija	FVT ISO 22476-9 c_{fv} kPa ⁴⁾	Dabīgais mitrums W, % ⁴⁾	Organiskās grunts dziļums	$DPL_{N10\ vid}$ ¹⁾	$DPL_{N10\ 0.5N<}$ dziļums ²⁾	Piemēri
0 ⁵⁾	$c_{fv} < 20$	$W \geq 800$	0.5-15m			Zemas nestspējas posmi, kas neatbilst kategorijām no I-IV. Šajos gadījumos jāpielieto individuāli risinājumi, izvērtējot grunts apmaiņu vai pielietojot kādu plosta konstrukciju, vai cits risinājums.
I	$c_{fv} \geq 20$	400-800	0.5-2.5m	$DPL_{N10\ vid} \geq 0.38$	$DPL_{N10\ 0.5N<} \leq 1.2$	Piemērs: Zemas nestspējas posms, kur $c_{fv} = 20$ kPa dabiskais mitrums 750%, kūdras dziļums 2m, $DPL_{N10\ vid} \geq 0.39$ $DPL_{N10\ 0.5N<} = 1.0$ m
II	$c_{fv} \geq 20$	400-800	2.5-5.5m	$DPL_{N10\ vid} \geq 0.38$	$DPL_{N10\ 0.5N<} \leq 1.2$	Piemērs: Zemas nestspējas posms, kur $c_{fv} = 23$ kPa dabiskais mitrums 790%, kūdras dziļums 4m, $DPL_{N10\ vid} \geq 0.45$ $DPL_{N10\ 0.5N<} = 1.1$ m
III	$c_{fv} \geq 22$	400-800	5.5-15m	$DPL_{N10\ vid} \geq 0.40$	$DPL_{N10\ 0.5N<} \leq 1.2$	Piemērs: Zemas nestspējas posms, kur $c_{fv} = 26$ kPa dabiskais mitrums 650%, kūdras dziļums 6m, $DPL_{N10\ vid} \geq 0.50$ $DPL_{N10\ 0.5N<} = 1.2$ m
IV	2-19	≥ 800	2.5-15m	0.1-0.36	$DPL_{N10\ 0.5N<} \geq 1.2$	Piemērs: Zemas nestspējas posms, kur $c_{fv} = 15$ kPa dabiskais mitrums 1000%, kūdras dziļums 8m, $DPL_{N10\ vid} \geq 0.25$ $DPL_{N10\ 0.5N<} = 3.0$ m. Pie šādiem apstākļiem jāparedz koku pāju risinājums, kas jāprojektē atbilstoši LVM koku pāju metodikai.

- o 1. punkts no 3 dziļumiem, kur veikts tests, tiek pieņemta raksturojošā vērtība $c_{fv} = 23.38$ kPa;
- o 2. punkts atbilst daļēji, līdz 1.0m dziļumam $W = 835\%$ pārsniedz II kategorijas vērtību, bet zemākie slāņi $W = 743\%$ un $W = 690\%$ atbilst, šajā posmā izvēlamies vērtību 743%;
- o 3. punkts kūdras dziļums līdz 5.1m;
- o 4. punkts $DPL_{N10\ vid} = 0.349$ atbilst II kategorijai;
- o 5. punktā $DPL_{N10\ 0.5N<} = 2.2$ atbilst IV kategorijai.

Secinājumi

Apskatītajam zemas nestspējas posmam daļēji atbilst II kategorija, vienīgā vērtība, kas ir ārpus normām $DPL_{N10\ 0.5N<} = 2.2$. $DPL_{N10\ vid}$ un $DPL_{N10\ 0.5N<}$ dziļums ir sekundārie parametri, tie var arī neiekļauties robežās, bet jāņem vērā, ka $DPL_{N10\ 0.5N<}$ dziļums parametrs norāda, to ka līdz 2.2m kūdra ir vāji sablīvējusies līdz ar to ceļam ir risks nosēsties līdz esošajam reljefam. Izvēloties kategoriju, ja kāda vērtība ir ārpus tabulā norādītām robežām, ir jāpamato izvēle. Pielietojam 2. Tipa plosta konstrukciju. (vietās, kur nav celmu, ko novietot "plosta" veidošanai jāizvēlas 2A., vai 3 tips, to tehniski ekonomiski pamatojot).

11. Tabula Tipveida zemes klātnes un ceļa segas konstrukcijas

Zemas nestspējas posma kategorija	Tipveida konstrukcijas ²⁾	Apraksts
I	1. Tips	1. Tipa konstrukciju, pielieto, kad kūdras dziļums ir līdz 2.5m un ir pietiekami daudz celmu, ko iestrādāt zemes klātnē, skatīt 10.attēlā. Ja nav pietiekami daudz celmu, ko iestrādāt zemes klātnē, ir jāveic tehniski ekonomisko salīdzinājumu un jāizvēlas 2., 2A., vai 3. Tips.
II	2. Tips	2. Tipa konstrukciju, pielieto, kad kūdras dziļums ir lielāks par 2.5m un ir pieejams pietiekami liels daudzums celmu, ko iestrādāt zemes klātnē, skatīt 11.attēlā.
	2A. Tips ¹⁾	2A. Tipa konstrukciju pielieto, kad nav pieejams pietiekami liels daudzums celmu, ko iestrādāt zemes klātnē. Šajos gadījumos tiek paredzēts šķībalku klājums uz garenvirziena balķiem, skatīt 12., 12.attēlus.
	3. Tips	3. Tipa konstrukciju (pildītas <u>geošūnas</u>) pielieto, 2. vai 2A tipa vietā, veicot tehniski ekonomisko salīdzinājumu, kura saskaņo ar pasūtītāju, skatīt 14.attēlā.
III	2. Tips	2. Tipa konstrukciju pielieto, kad ir pieejams pietiekami liels daudzums celmu, ko iestrādāt zemes klātnē, skatīt 11.attēlā.
	2A. Tips	2A. Tipa konstrukciju pielieto, kad nav pieejams pietiekami liels daudzums celmu, ko iestrādāt zemes klātnē. Šajos gadījumos tiek paredzēts šķībalku klājums uz garenvirziena balķiem, skatīt 12., 12.attēlus.
	3. Tips	3. Tipa konstrukciju (pildītas <u>geošūnas</u>) pielieto, 2. vai 2A tipa vietā, veicot tehniski ekonomisko salīdzinājumu, kura saskaņo ar pasūtītāju, skatīt 14.attēlā.
IV	--	IV kategorijas posmos jāparedz koka pāļi, kas jāprojektē atbilstoši LVM koku pāju metodikai, skatīt 4.5.4.punktu un 15.attēlu.

7.6. Zemes klātnes sēšanas aprēķins

$$S = \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{zp(v)} * h_i}{E_{eod}} \quad \text{vai} \quad S = \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{zp(v)} * h_i}{(M_L)^*}$$

36. attēls Pamatnes sēšanas aprēķina formula

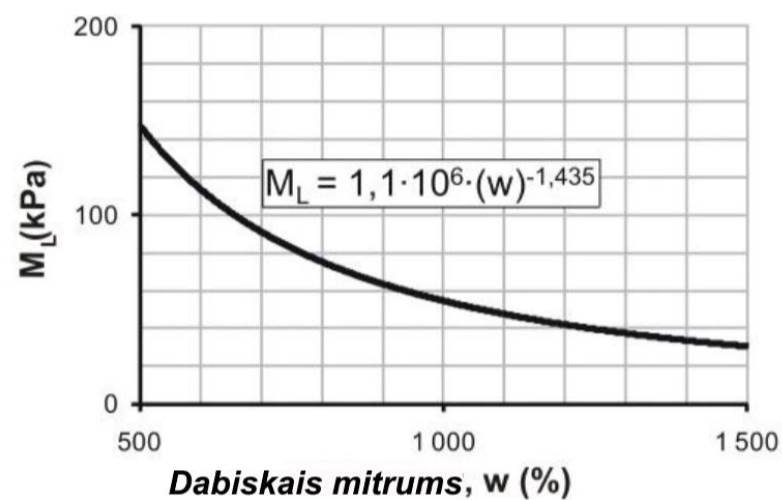
* - Formulā E_{eod} vietā var aizstāt ar parametru M_L , rēķinot sēšanas kūdrā.

$\sigma'_{zp,v}$ – papildu vertikālā efektīvā normālsprieguma vidējā vērtība, kas ir vienāda ar norādīto efektīvo spriegumu pussummu uz augšējās zi-1 un apakšējās zi slāņa robežas vertikāles, kura iet caur pamata pēdas centru un noteikta atbilstoši LBN 207-15 18., 19. un 20. punktam;

h_i un $E_{eod,i}$ – attiecīgi pamatnes i-tā deformējamā grunts slāņa biezums un odoetra pārbaudē noteikts deformācijas modulis;

M_L - deformējamā grunts slāņa kompresijas moduļa spriegums, atkarībā no kūdras dabiskā mitruma. (atbilstoši TDOK 2013:0668 Rād v1.0 tabula 2.2-2)

n – atsevišķo kārtu skaits, kādā sadalīts viss saspiežamais slānis.



37. Kompresijas moduļa M_L sprieguma atkarība no dabiskā mitruma

1. Solis Dabīgo grunts spiedienu σ_{zg} nosaka izmantojot šādas formulas:

$$\sigma_{zg0} = \gamma * d$$

d – pamata pēdas dziļums (m)

γ – grunts kārtas tilpummasa *kN/m³

2. Solis Papildu vertikālo efektīvo spriegumu σ'_{zp} dziļumā z (skaitot no pamata pēdas) nosaka, izmantojot šādas formulas:

$$\sigma'_{zp} = \alpha p_0$$

α – koeficientu nosaka izmantojot šādas formulas

$p_0 = \sigma'_{zp,0}$ – papildu vertikālais efektīvais spiediens uz pamatni kPa. Ceļa konstrukcijas pašsvars un transporta slodze

$$\alpha = I_c = \frac{2}{\pi} \left[\frac{m_1 n_1}{\sqrt{1 + m_1^2 + n_1^2}} \frac{1 + m_1^2 + 2n_1^2}{(1 + n_1^2)(m_1^2 + n_1^2)} + \sin^{-1} \frac{m_1}{\sqrt{m_1^2 + n_1^2} \sqrt{1 + n_1^2}} \right] \quad (6.15)$$

$$m_1 = \frac{L}{B} \quad (6.16)$$

$$n_1 = \frac{z}{\left(\frac{B}{2}\right)} \quad (6.17)$$

The variation of I_c with m_1 and n_1 is given in Table 6.5.

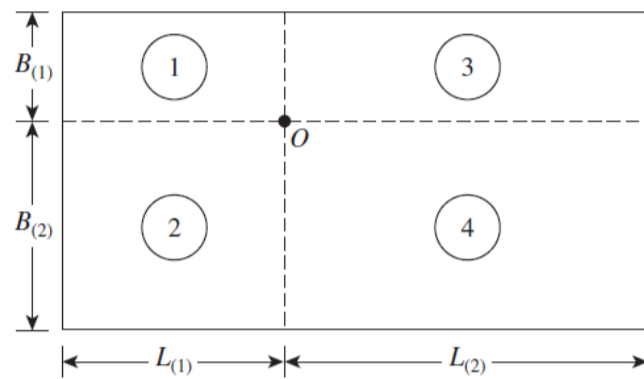
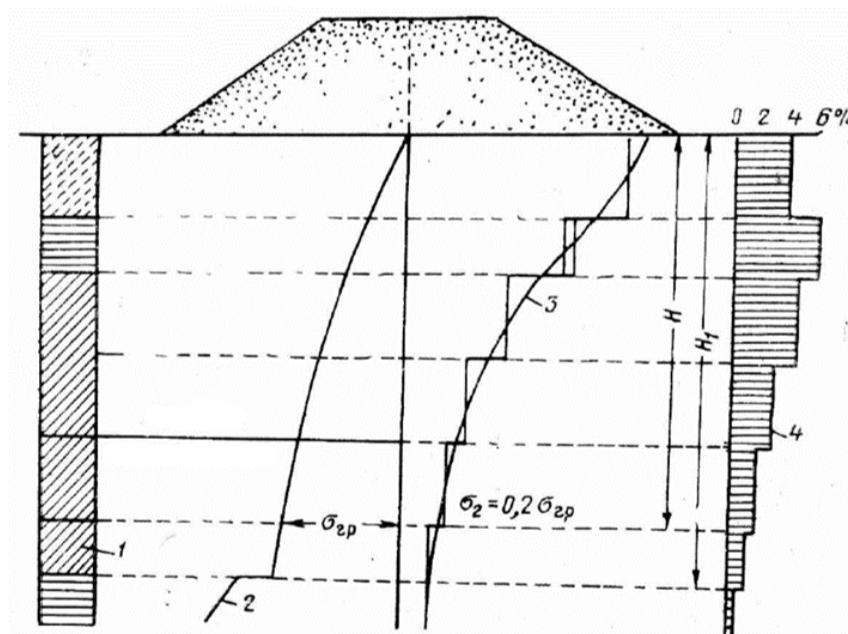


Figure 6.6 Stress below any point of a loaded flexible rectangular area

38. α – koeficients pēc Braja M.Das Principles of Foundation Engineering metodes 6.15 vienādojuma

3. Solis $E_{eod}(M_L) < 5 \text{ MPa}$ Saspiežamā slāņa apakšējā robeža dziļumā $z = H_c$, kur $\sigma'_{zp} = 0,1 \sigma'_{zg}$, vai $E_{eod}(M_L) > 5 \text{ MPa}$ tad $\sigma'_{zp} = 0,2 \sigma'_{zg}$
 H_c - Saspiežamā slāņa apakšējā robeža dziļumā (Aktīvā zona)



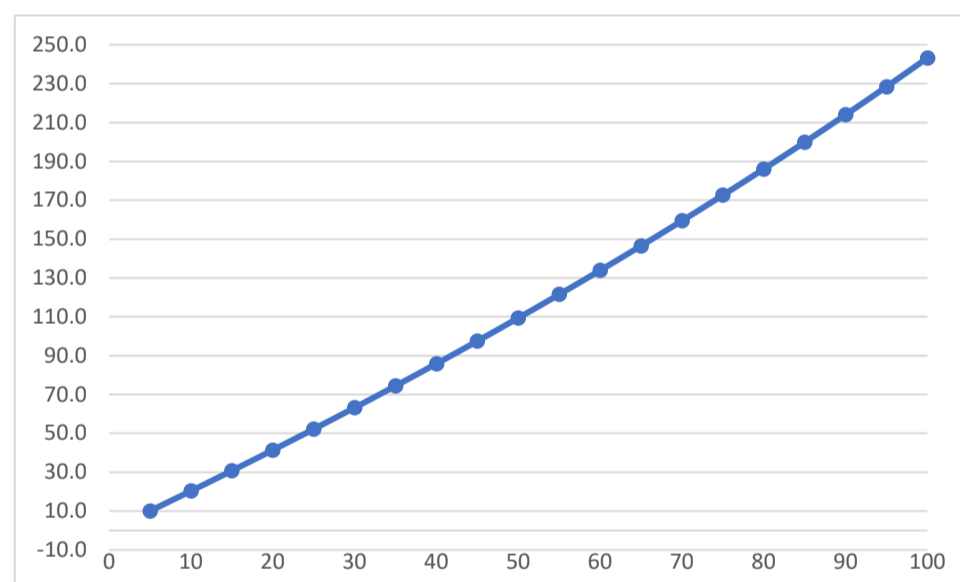
8. Pielikums Ev2 un Evd pārejas koeficienti

Nestspējas noteikšanai praksē tiek lietotas dažādas metodes un iekārtas. Tā kā metodikas pamatā nestspējas raksturošanai tiek lietots Ev2 rādītājs, ir nepieciešama ar citām metodēm iegūto rezultātu pārrēķināšana, Šī pielikuma 35.tabulā un 39.attēlā ir likumsakarība Evd pārrēķinam uz Ev2. Šī ir viena no vairākām līdzīgām likumsakarībām un ir informatīva.

Pārrēķina pamatā ir likumsakarība no pētījuma ANALYSIS OF STATIC AND DYNAMIC DEFORMATION MODULUS Mindaugas MIKOLAINISA , Marijus USTINOVIČIUSb, Danutė SLIŽYTĒc , Tatyana ZHILKIN ; 1.tabula; Zorn instruments 2004.

35. tabula Aptuvenis rupjo grunšu nosaukumu salīdzinājums pēc LVS EN ISO 14688-1 un GOST 25100

Evd	Ev2	Ev2/Evd
5	10.1	2.02
10	20.3	2.03
15	30.8	2.05
20	41.4	2.07
25	52.2	2.09
30	63.2	2.11
35	74.4	2.13
40	85.9	2.15
45	97.5	2.17
50	109.4	2.19
55	121.5	2.21
60	133.9	2.23
65	146.5	2.25
70	159.4	2.28
75	172.6	2.30
80	186.1	2.33
85	199.9	2.35
90	214.0	2.38
95	228.5	2.40
100	243.3	2.43



Uz horizontālās ass attēlots Evd MPa, uz vertikālās - Ev2 MPa.

39. attēls Grafiks Evd un Ev2 pārrēķinam

Literatūras saraksts

1. "MAC ceļu tīkla attīstības plānošanas vadlīnijas" (AS "Latvijas valsts meži", 2020)
2. MEŽA INFRASTRUKTŪRAS OBJEKTU PROJEKTĒŠANAS TEHNISKIE NOTEIKUMI (AS "Latvijas valsts meži", 2021)
3. MEŽA AUTOCEĻU BŪVDARBU SPECIFIKĀCIJAS 2023 (AS "Latvijas valsts meži")
4. Ieteikumi ceļu projektēšanai. Ceļa sega (LVC, 2020)
5. Rokasgrāmata "Ceļa zemes klātnes grunts nestspējas nodrošināšanas risinājumu izstrāde" (LVC, 2019)
6. Autoceļu būvniecības specifikācijas 2023 (LVC)
7. Ģeotehniskā izpēte un testēšana. Testēšana lauka apstākļos. 9. daļa: Lauka spārņgriezies tests (FVT un FVT-F) (ISO 22476 9:2020)
8. Noteikumi par Latvijas būvnormatīvu LBN 207-15 "Ģeotehniskā projektēšana"
9. Trafikverkets tekniska råd för geokonstruktioner-TK Geo 13 TDOK 2013:0668.
10. Principles of foundation engineering Eight edition Braja M. Das.
11. Geotextiles and Geomembranes 46 (2018) 190–205
12. Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Schichten ohne Bindemittel im Straßenbau ZTV SoB-StB 20.