Pasūtītājs:	**VAS ″Latvijas Valsts ceļi″** Gogoļa iela 3, Rīga, LV-1050 Reģistrācijas Nr. 90000158490
	Būvmateriālu ražotāju asociācija Lielirbes iela 17A-28, Rīga, LV-1046 Reģistrācijas Nr. 40008154854
Izpildītājs:	**SIA ″Ceļu eksperts″** Aveņu iela 1, Daugavmala, Tīnūžu pagasts, Ikšķiles novads, LV-5052 Reģistrācijas Nr. 40003876635
Pamatojums:	06.07.2012. līgums LVC2012/1.10/1/AC 03.09.2012. līgums BRA 2012/07/01

A T S K A I T E
par izpildīto darbu

Pētījums ″″Ceļu specifikācijas 2012″ nodaļas ″4.1. Zemes klātnes būvniecība″ un nodaļas ″6.4. Aukstā pārstrāde (reciklēšana)″ pilnveidošanas projekts. 1. etaps.″

SIA ″Ceļu eksperts″
Valdes priekšsēdētājs Aigars Strežs

2013. gada 31. janvārī

Rīga, 2013. gads

Saturs:

1.Vispārēja informācija 4
2.Grunšu stabilizācijas ar hidrauliskajām saistvielām pieredze....12
2.1.National Lime Association. Technical Brief: Mixture Design and Testing Procedures for Lime Stabilized Soil. October 2006. 12
2.2.РОСДОРНИИ pētījums....15
2.3.SOIL STABILIZATION FOR PAVEMENTS, DEPARTMENT OF THE ARMY, THE NAVY, AND THE AIR FORCE, Technical Manual No. 5-822-14 Air Force Manual No. 32-1019....16
2.4.CONSIDERATION OF LIME-STABILIZED LAYERS IN MECHANISTIC-EMPIRICAL PAVEMENT DESIGN....19
2.5.OHD L-50 SOIL STABILIZATION MIX DESIGN PROCEDURE, Oklahoma D.O.T. , July 28, 2009..20
2.6.Lietuvas pieredze....21
3.Aukstās pārstrādes (reciklēšanas) ar hidrauliskajām saistvielām pieredze....22
3.1.Wirtgen Cold Recycling Manual 22
4.Paraugu sagatavošana un kondicionēšana....23
4.1.Paraugu sagatavošana....23
4.2.Paraugu kondicionēšana....23
5.Smilts-putekļu maisījuma grunts stabilizācijas projektu izstrāde....26
5.1.Smilts-putekļu maisījuma grunts īpašības.....26
5.2.Smilts-putekļu maisījuma grunts nestspējas īpašības lauka apstākļos 28
5.3.Smilts-putekļu maisījuma grunts stabilizācijas ar cementu projekts....29
5.4.Smilts-putekļu maisījuma grunts stabilizācijas ar AFB-20 (cementa putekļi bagātināti ar 20% cementu) projekts 32
5.5.Smilts-putekļu maisījuma grunts stabilizācijas ar CHCS (cementa hidrauliskā ceļu saistviela) projekts35
5.6.Smilts-putekļu maisījuma grunts stabilizācijas ar cementa putekļiem projekts....38
6.Mālainas grunts stabilizācijas projektu izstrāde....41
6.1.Mālainas grunts īpašības. 41
6.2.Mālainas grunts nestspējas īpašības lauka apstākļos....43
6.3.Mālainas grunts stabilizācijas ar kaļķi projekts 43
6.4.Mālainas grunts stabilizācijas ar kaļķi un cementu projekts 46
6.5.Mālainas grunts stabilizācijas ar cementu projekts....49
7.Putekļainas grunts stabilizācijas projekta izstrāde....51
7.1.Putekļainas grunts īpašības. 51
7.2.Putekļainas grunts nestspējas īpašības lauka apstākļos....51
7.3.Putekļainas grunts stabilizācijas projekts....52
8.Smilšainas grunts stabilizācijas projekta izstrāde....53
8.1.Smilšainas grunts īpašības. 53
8.2.Smilšainas grunts nestspējas īpašības lauka apstākļos....54
8.3.Smilšainas grunts stabilizācijas ar cementu projekts....54
9.Aukstās pārstrādes (reciklēšanas) projektu izstrāde....60
9.1.Smilts-grants maisījuma īpašības....60
9.2.Frēzētā asfalta īpašības. 61
9.3.Smilts-grants 50% un frēzētā asfalta 50% maisījuma īpašības. 62
9.4.Šķembu 50% un frēzētā asfalta 50% maisījuma īpašības. 62
9.5.Smilts-grants 50% un frēzētā asfalta 50% stabilizācijas ar cementu projekts 63
9.6.Smilts-grants 50% un frēzētā asfalta 50% stabilizācijas ar CHCS (cementa hidrauliskā ceļu saistviela) projekts 66
9.7.Šķembu 50% un frēzētā asfalta 50% stabilizācijas ar cementu projekts 69
9.8.Frēzētā asfalta stabilizācijas ar cementu projekts....72
10.Datu apkopojumi un analīze....74
10.1.Grunšu stabilizācijas projektēšanas datu apkopojumi un analīze....74
10.2.Materiālu pārstrādes (reciklēšanas) projektēšanas datu apkopojumi un analīze....81
11.Ieteikumi Ceļu specifikāciju pilnveidošanai....86
11.1.Pilnveidojamais specifikāciju nodaļā "4.1. Zemes klātnes būvniecība"....86

11.2.Pilnveidojamais specifikāciju nodaļā "6.4. Aukstā pārstrāde (reciklēšana)".....101
11.3.Ieteikumi tālākai attīstībai un realizējamajām aktivitātēm.....109
12.Pielikumi.....110

1. Vispārēja informācija

SIA ″Ceļu eksperts″, kā izpildītājs 06.07.2012. noslēdza līgumu LVC2012/1.10/1/AC ar VAS ″Latvijas Valsts ceļi″ un 03.09.2012. noslēdza līgumu BRA2012/07/01 ar Būvmateriālu ražotāju asociāciju par to, ka SIA ″Ceļu eksperts″ veic pētījumu *""Ceļu specifikācijas 2012" nodaļas "4.1. Zemes klātnes būvniecība" un nodaļas "6.4. Aukstā pārstrāde (reciklēšana)" pilnveidošanas projekts. 1. etaps."*.

Pētniecības darba izstrādes DARBA UZDEVUMS:

1. Mērķis

Šobrīd autoceļu rekonstrukcijā un būvniecībā Latvijā galvenokārt tiek lietotas tradicionālās būvniecības metodes, t.i. ceļa konstrukciju būvniecībā lietojot no jauna iegūtus materiālus. Nelielā apmērā tiek veikta atkārtota materiālu izmantošana no esošajām ceļa segas konstruktīvajām kārtām, kā arī faktiski netiek paredzēta un veikta esošo grunšu uzlabošana vai stabilizācija. Šāda pieeja nodrošina paredzēto autoceļa tehnisko un kalpotspējas parametru iegūšanu, bet šāda pieeja nav vērsta uz apkārtējās vides resursu iespējami saudzīgu un efektīvu izlietojumu.

Latvijā šobrīd nav arī plašas un vērā ņemamas praktiskās pieredzes grunšu stabilizācijai, kā arī ir ierobežota pieredze esošo ceļa segas konstruktīvo kārtu reciklēšanā, kas iepriekšējos gados aprobežojās ar bitumena emulsijas vai putu bitumena, kā saistvielas izmantošanu, kas nav uzskatāmas par vietējiem materiāliem. Turklāt ceļu būvniecībā kā saistvielas ļoti maz tiek izmantoti tādi vietējie materiāli kā kaļķis un cements un saistvielas uz to bāzes (piemēram: cementa un kaļķa maisījums, cementa putekļu un cementa maisījums), kuru lietošana potenciāli var samazināt būvdarbu izmaksas, kā arī ievērojami samazināt būvdarbu rezultātā radīto kaitējumu videi. Tas ļautu būvēt saimnieciskāk, efektīvāk, turklāt paaugstinot šādi uzbūvētu konstrukciju kalpotspēju un noturību ilgtermiņā. Arī citur pasaulē hidraulisko saistvielu lietošana tiek plaši praktizēta.

Lai paplašinātu un veicinātu hidraulisko saistvielu lietošanu ceļa konstrukciju būvniecībā nepieciešams definēt lietošanas kritērijus, kvalitātes rādītājus un sasniedzamos rezultātus, ko šībrīža ″Ceļu specifikācijas 2012″ redakcija nenodrošina. Lai to izdarītu, ir jāapzina un jāapkopo gan ārvalstu pieredze, gan arī jāveic praktiska maisījumu aprobēšana ar konkrēti Latvijā esošām gruntīm un materiāliem, jo Latvijā gruntis ir arī ļoti dažādas, bieži ar ļoti zemām nestspējas īpašībām. Līdz ar to praktisko darbu galvenais mērķis ir veikt tipisko grunšu un atgūto segas materiālu stabilizācijas un pārstrādes maisījumu projektēšanu laboratorijā, kā arī, ja tas būs iespējams, tad laboratorijas projektēšanas rezultātus pārbaudīt pēc iespējas vairākos ceļu būves objektos reālos apstākļos, lai izvērtētu gan grunšu stabilizācijas un materiālu pārstrādes tehnisko iespējamību, efektivitāti un piemērotību, gan arī novērtētu šādu darbu izpildes iespējamās un salīdzinošās izmaksas.

2. Metodika

"Ceļu specifikācijas 2012" nodaļas "4.1. Zemes klātnes būvniecība" un nodaļas"6.4. Aukstā pārstrāde (reciklēšana)" pilnveidošanas projektu paredzēts realizēt vairākos etapos:

- pirmajā etapā paredzēts izpētīt un apkopot pieejamo un derīgo ārvalstu pieredzi attiecībā uz grunšu stabilizāciju un auksto pārstrādi (reciklēšanu) ar hidrauliskajām saistvielām, kā arī laboratorijā veikt praktisku atsevišķu maisījumu projektēšanu un testēšanu;
- balstoties uz šādi iegūto datu analīzi, tiek noteiktas tālākās konkrētās nepieciešamās aktivitātes nākamajam(iem) etapam(iem):
  - gan laboratorijas darbu izpildei, t.i. turpmāko stabilizācijas un reciklēšanas sastāvu projektēšanai un testēšanai, kā arī konkrētu hidraulisko saistvielu pielietošanai,
  - gan arī iespēju robežās realizēt kādu eksperimentālu posmu izbūvi, kuros aprobēt laboratorijā izstrādātos sastāvu projektus, veicot arī iespējamo un nepieciešamo testēšanu un mērījumus;
- lai pēc iespējas precīzāk identificētu laboratorijas projektēšanas rezultātu un objektā sasniedzamu vērtību kopsakarības, gūtu atziņas par tehnoloģiskajiem procesiem, kā arī objektīvu priekšstatu par uzbūvēto kārtu sasniegto nestspēju un kalpotspēju.

Galarezultātā specifikācijās jānosaka izmērāmi parametri gan grunšu stabilizācijas, gan aukstās pārstrādes (reciklētu) maisījumu projektēšanai, kā arī ar to saistošo būvdarbu izpildei, izpildīto būvdarbu kvalitātes, kā arī uzbūvētu konstruktīvo kārtu sniegtspējas atbilstības novērtēšanai.

3. Specifikāciju nodaļa "4.1. Zemes klātnes būvniecība"

3.1. Pilnveidojamais specifikāciju nodaļā "4.1. Zemes klātnes būvniecība"

Specifikāciju nodaļā "4.1. Zemes klātnes būvniecība" pilnveidojams sekojošais:

- nav atrunāti E_{V2} mērījumu izpildes apstākļi, bet, piemēram, grunts mitrums nestspējas rādītājus ietekmē būtiski:
  - *ir jāatrunā grunts apstākļi kādos jāveic nestspējas mērījumi, vai*
  - *jādefinē vienota un ticama metodika grunts nestspējas novērtēšanai*
- nav kritēriju kā novērtēt stabilizētas grunts nestspēju:
  - *jāizstrādā vai jānosaka testēšanas metodika un kritēriji, lai būtu iespējams konstatēt un novērtēt stabilizētas grunts nestspēju*
- specifikācijās pausts aicinājums paredzēt grunts stabilizāciju ar hidrauliskajām saistvielām, bet nav nekādu kritēriju pēc kuriem vadīties saistvielas izvēlē, grunšu piemērotības stabilizācijai novērtēšanā, kā arī nav kritēriju pēc kuriem būtu iespējams novērtēt veikto stabilizācijas pasākumu efektivitāti vai atbilstību konkrētam prasību līmenim:
  - *jāizstrādā kritēriji un jānosaka konkrētas testēšanas metodes grunšu piemērotības novērtēšanai stabilizācijai*
  - *jāizstrādā kritēriji optimālai saistvielas izvēlei*
  - *jāizstrādā un jānosaka kritēriji un testēšanas metodes:*
    - *stabilizācijas sastāvu projektēšanai*
    - *stabilizētas grunts sasniegtās nestspējas noteikšanai, kā arī*

- *stabilizācijas snieguma un darbu kvalitātes novērtēšanai*

- grunšu raksturojošās tabulas neatbilst aktuālajiem apstiprinātajiem Latvijas standartiem (dažādos standartos grunšu raksturojums gan ir aprakstīts atšķirīgi):
  - *jāpārskata grunšu raksturojuma formāts, tas jāmodificē un jāpiemēro specifikāciju kontekstā atbilstoši nepieciešamajam sasniedzamajam specifikāciju pilnveidošanas mērķim, maksimāli pieturoties pie Latvijas standartos noteiktā grunšu raksturojuma.*

3.2. Veicamās darbības 1. etapā

Attiecībā uz grunts svarīgo īpašību un nestspējas novērtēšanas definēšanu specifikācijās izmantot pētījuma: ″Ģeotehniskās izpētes metožu pielietošana autoceļu segu un zemes klātnes projektēšanai″ atziņas.

Izpētīt un apkopot ārvalstu pieredzi attiecībā uz grunts stabilizāciju ar hidrauliskajām saistvielām (kaļķis vai/un cements vai saistvielas uz to bāzes), gan identificējot grunšu piemērotības novērtēšanai stabilizācijai un konkrētas saistvielas izvēlei, gan apzinot stabilizācijas sastāvu projektēšanas metodikas, gan arī nosakot svarīgās pozīcijas un kontrolparametrus attiecībā uz būvdarbu izpildi, kā arī izpildītā darba un uzbūvēto konstruktīvo kārtu kvalitātes un atbilstības novērtēšanu.

Balstoties uz apzinātās ārvalstu pieredzes atziņām veikt Latvijā sastopamo tipisko grunšu (≈ 5 dažādas gruntis) stabilizācijas projektu izstrādi izmantojot sekojošu grupu gruntis (konkrētie izvēlētie grunšu tipi jāprecizē projekta realizācijas gaitā), gruntis klasificējot saskaņā ar LVS 190-5 ″Zemes klātne″:

- smilšaina grunts (SE, SW vai SI)
- jaukta grunts, mālaina (GT vai ST)
- smalka grunts, putekļaina (UL vai UM)
- smalka grunts, mālaina (TL, TM vai TA)
- jaukta vai smalka grunts, mālaina (GT, ST, TL, TM vai TA)

Grunšu atlasei izmantot pētījuma: ″Ģeotehniskās izpētes metožu pielietošana autoceļu segu un zemes klātnes projektēšanai″ atziņas. Stabilizācijas projektus izstrādāt laboratorijā, novērtējot potenciālo nestspējas pieaugumu, efektivitāti u.c. iespējamos ieguvumus.

Laboratorijā sagatavot sākotnējos grunšu stabilizācijas maisījumu projektus, kā arī veikt to testēšanu, izmantojot cementu un kaļķi, gan kā atsevišķas saistvielas, gan arī to kombinācijā:

- ar **cementu**: veikt divu dažādu grunšu stabilizācijas projektu izstrādi ar 2 dažādu cementa saturu, paredzot šādu īpašību testēšanu:
  - sagatavotajam maisījumam:
    - ūdens saturs
    - tūlītējais nestspējas indekss (TNI)
    - paraugu blīvums
  - stabilizētiem paraugiem pēc to kondicionēšanas testēt:
    - CBR, ja iespējams
    - spiedes stiprība

- stiprība stiepē + elastības modulis, ja iespējams
- ūdens ietekme (lineārā vai tilpuma izplešanās)
- salizturība

- ar **kaļķi**: veikt divu dažādu grunšu stabilizācijas projektu izstrādi ar 2 dažādu cementa saturu, paredzot šādu īpašību testēšanu:
  - sagatavotajam maisījumam:
    - ūdens saturs
    - tūlītējais nestspējas indekss (TNI)
    - paraugu blīvums
  - stabilizētiem paraugiem pēc to kondicionēšanas testēt:
    - CBR
    - spiedes stiprība
    - ūdens ietekme (lineārā vai tilpuma izplešanās)
    - salizturība
- ar **kaļķi un cementu**: veikt vienas grunts stabilizācijas projekta izstrādi ar 2 dažādu kaļķa/cementa saturu, paredzot šādu īpašību testēšanu:
  - sagatavotajam maisījumam:
    - ūdens saturs
    - tūlītējais nestspējas indekss (TNI)
    - paraugu blīvums
  - stabilizētiem paraugiem pēc to kondicionēšanas testēt:
    - CBR, ja iespējams
    - spiedes stiprība
    - stiprība stiepē + elastības modulis, ja iespējams
    - ūdens ietekme (lineārā vai tilpuma izplešanās)
    - salizturība
- ar **cementa putekļiem, kas bagātināti ar cementu (20%) - AFB-20**: veikt vienas grunts stabilizācijas projekta izstrādi ar 2 dažādu AFB-20 saturu, paredzot šādu īpašību testēšanu:
  - sagatavotajam maisījumam:
    - ūdens saturs
    - tūlītējais nestspējas indekss (TNI)
    - paraugu blīvums
  - stabilizētiem paraugiem pēc to kondicionēšanas testēt:
    - CBR, ja iespējams
    - spiedes stiprība
    - stiprība stiepē + elastības modulis, ja iespējams
    - ūdens ietekme (lineārā vai tilpuma izplešanās)
    - salizturība
- ar **CHCS - cementa hidrauliskā ceļu saistviela**: veikt vienas grunts stabilizācijas projekta izstrādi ar 2 dažādu CHCS saturu, paredzot šādu īpašību testēšanu:
  - sagatavotajam maisījumam:
    - ūdens saturs
    - tūlītējais nestspējas indekss (TNI)
    - paraugu blīvums
  - stabilizētiem paraugiem pēc to kondicionēšanas testēt:
    - CBR, ja iespējams

- spiedes stiprība
- stiprība stiepē + elastības modulis, ja iespējams
- ūdens ietekme (lineārā vai tilpuma izplešanās)
- salizturība

- ar **cementa putekļiem**: veikt vienas grunts stabilizācijas projekta izstrādi ar 2 dažādu cementa putekļu saturu, paredzot šādu īpašību testēšanu:
  - sagatavotajam maisījumam:
    - ūdens saturs
    - tūlītējais nestspējas indekss (TNI)
    - paraugu blīvums
  - stabilizētiem paraugiem pēc to kondicionēšanas testēt:
    - CBR, ja iespējams
    - spiedes stiprība
    - ūdens ietekme (lineārā vai tilpuma izplešanās)
    - salizturība

Paredzamās testēšanas apjomu apkopojums tabulā:

Testējamās īpašības	1. grunts		2. grunts		3. grunts		4. grunts		5. grunts		1. vai 2. grunts		1. vai 2. grunts		1. vai 2. grunts	
	1. cem. saturs	2. cem. saturs	1. cem. saturs	2. cem. saturs	1. kaļķa saturs	2. kaļķa saturs	1. kaļķa saturs	2. kaļķa saturs	1. kaļķa un cem. saturs	2. kaļķa un cem. saturs	1. AFB-20 saturs	2. AFB-20 saturs	1. CHCS saturs	2. CHCS saturs	1. cem. putekļu saturs	2. cem. putekļu saturs
Sagatavotam maisījumam:																
- ūdens saturs	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
- tūlītējais nestspējas indekss (TNI)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
- paraugu blīvums	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Stabilizētiem paraugiem pēc to kondicionēšanas testēt:																
- CBR, ja iespējams	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
- spiedes pretestība	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
- stiprība stiepē + elastības modulis, ja iespējams	x	x	x	x	-	-	-	-	x	x	x	x	x	x	-	-
- ūdens ietekme (lineārā vai tilpuma izplešanās)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
- salizturība	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Konkrētās laboratorijā lietojamās paraugu sagatavošanas un testēšanas metodikas noteikt balstoties uz ārvalstu pieredzes izpēti, kā arī darba izpildes laikā gūtajām atziņām, prioritāri lietojot Eiropas normatīvus.

Balstoties uz iegūto datu analīzi, jānosaka tālākās konkrētās nepieciešamās aktivitātes nākamajam(iem) etapam(iem) atbilstoši 2. punktā noteiktajam.

4. Specifikāciju nodaļa "6.4. Aukstā pārstrāde (reciklēšana)"

4.1. Pilnveidojamais specifikāciju nodaļā "6.4. Aukstā pārstrāde (reciklēšana)"

Specifikāciju nodaļā "6.4. Aukstā pārstrāde (reciklēšana)" pilnveidojams sekojošais:

- nepieciešams noteikt izmērāmus kritērijus aukstās pārstrādes (reciklētu) maisījumu projektēšanai un darba novērtēšanai, izmantojot cementu vai saistvielas uz tā bāzes;
- specifikācijā ir iekļauti ieteikumi reciklējamo materiālu maisījumu (saistvielas satura) projektēšanai, bet nav noteiktas šādas projektēšanas rezultātā sasniedzamās vērtības vai kritēriji pēc kādiem būtu jānosaka galīgā darba formula:
  - noteikt vērtības un kritērijus kādi jāsasniedz austās pārstrādes maisījumu projektēšanas rezultātā

- nav korekti atrunāti sablīvējuma un nestspējas mērījumu izpildes apstākļi vai termiņi, kā arī ir apšaubāma nestspējas mērījumu izpildes nepieciešamība:
  - *jāizstrādā vai jānosaka testēšanas metodika un kritēriji, lai būtu iespējams korekti konstatēt un novērtēt uzbūvētas aukstās pārstrādes kārtas sablīvējumu un nestspēju*
  - *izvērtēt nestspējas mērījumu izpildes nepieciešamību un šādas prasības izmantošanu specifikācijās*

4.2. Veicamās darbības 1. etapā

Izpētīt un apkopot ārvalstu pieredzi attiecībā uz aukstās pārstrādes (reciklēto) kārtu ar hidrauliskajām saistvielām (cements vai saistvielas uz to bāzes), apzinot gan šādu reciklētu maisījumu projektēšanas metodikas, gan arī pārvērtējot svarīgās pozīcijas un kontrolparametrus attiecībā uz būvdarbu izpildi, kā arī izpildītā darba un uzbūvēto konstruktīvo kārtu kvalitātes un atbilstības novērtēšanu.

Balstoties uz apzinātās ārvalstu pieredzes atziņām veikt Latvijā reciklēto (atgūto) materiālu un to maisījumu (dažādu materiālu ≈ 2 sastāvi) sākotnējo projektu izstrādi izmantojot sekojoša spektra materiālus (konkrētie izvēlētie materiāli jāprecizē projekta realizācijas gaitā):

- nofrēzēts asfalts;
- smilts-grants vai šķembu maisījums.

Atlasītajiem materiāliem veikt to pamatīpašību testēšanu:

- granulometriskais sastāvs
- māla un putekļu daļiņu saturs

Ar izvēlētajiem materiāliem attiecīgi sastādīt aukstās pārstrādes (reciklēšanas) projekta maisījumus, to proporcijas precizējot darbu izpildes gaitā, kā arī veikt to testēšanu:

- ar **cementu**: veikt divu reciklēšanas projektu izstrādi ar 2 dažādu cementa saturu, paredzot šādu īpašību testēšanu:
  - sagatavotajam maisījumam:
    - ūdens saturs
    - tūlītējais nestspējas indekss (TNI)
    - paraugu blīvums
  - stabilizētiem paraugiem pēc to kondicionēšanas testēt:
    - CBR, ja iespējams
    - spiedes stiprība
    - stiprība stiepē + elastības modulis, ja iespējams
    - ūdens ietekme (lineārā vai tilpuma izplešanās)
    - salizturība
- ar **CHCS - cementa hidrauliskā ceļu saistviela**: veikt viena reciklēšanas projekta izstrādi ar 2 CHCS saturu, paredzot šādu īpašību testēšanu:
  - sagatavotajam maisījumam:
    - ūdens saturs
    - tūlītējais nestspējas indekss (TNI)
    - paraugu blīvums
  - stabilizētiem paraugiem pēc to kondicionēšanas testēt:
    - CBR, ja iespējams
    - spiedes stiprība
    - stiprība stiepē + elastības modulis, ja iespējams

- ūdens ietekme (lineārā vai tilpuma izplešanās)
- salizturība

Paredzamās testēšanas apjomu apkopojums tabulā:

Testējamās īpašības	1. recikl. mais.		2. recikl. mais.		1. vai 2. recikl. mais.	
	1. cem. saturs	2. cem. saturs	1. cem. saturs	2. cem. saturs	1. CHCS saturs	2. CHCS saturs
Sagatavotam maisījumam:						
- ūdens saturs	x	x	x	x	x	x
- tūlītējais nestspējas indekss (TNI)	x	x	x	x	x	x
- paraugu blīvums	x	x	x	x	x	x
Stabilizētiem paraugiem pēc to kondicionēšanas testēt:						
- CBR, ja iespējams	x	x	x	x	x	x
- spiedes pretestība	x	x	x	x	x	x
- stiprība stiepē + elastības modulis, ja iespējams	x	x	x	x	x	x
- ūdens ietekme (lineārā vai tilpuma izplešanās)	x	x	x	x	x	x
- salizturība	x	x	x	x	x	x

Konkrētās laboratorijā lietojamās paraugu sagatavošanas un testēšanas metodikas noteikt balstoties uz ārvalstu pieredzes izpēti, kā arī darba izpildes laikā gūtajām atziņām, prioritāri lietojot Eiropas normatīvus.

Balstoties uz iegūto datu analīzi, jānosaka tālākās konkrētās nepieciešamās aktivitātes nākamajam(iem) etapam(iem) atbilstoši 2. punktā noteiktajam.

5. Nosacījumi izstrādei, finansējums un termiņi

5.1. Izstrāde un finansējums

"Ceļu specifikācijas 2012" nodaļas "4.1. Zemes klātnes būvniecība" un nodaļas "6.4. Aukstā pārstrāde (reciklēšana)" pilnveidošanas projekts tiek izstrādāts AS "Latvijas valsts ceļi" organizētā darba grupā, piesaistot nozares speciālistus un ieinteresētās sabiedriskās organizācijas.

Maisījumu projektu izstrādi veic SIA "Ceļu eksperts" laboratorija, testēšanā piesaistot arī AS "Latvijas valsts ceļi" un Rīgas Tehniskās universitātes ceļu un betona laboratorijas.

Projekta realizāciju, praktiskās izstrādes un darbus, līgumā BRA 2102/07/01 noteiktā apjomā, finansē biedrība "Būvmateriālu ražotāju asociācija" atbilstoši *Projekta darbu tāmei*.

5.2. Izstrādes termiņi

Šo specifikāciju pilnveidošanas projekta 1. etapu paredzēts realizēt līdz 2012. gada 1. novembrim.

Tādā stadijā, lai būtu iespējama specifikāciju pilnveidošana atbilstoši paredzētajam, balstoties vismaz uz veiktās citu valstu pieredzes un laboratorijā veikto izstrāžu bāzes, paredzēts realizēt līdz 2013. gada 31. janvārim.

Balstoties uz pētījuma rezultātiem un gūtajām atziņām tiek noteiktas specifikāciju attīstības tālākās konkrētās detaļas, virzieni un termiņi 2013. gada vai tālākam periodam.

Ceļu stāvoklis ir valsts attīstības spogulis, un valsts virzība un perspektīvā attīstība nesaraujami saistīta arī ar ceļu attīstību. Neapšaubāmi ceļu būvē ienāk jaunas tehnoloģijas un

pieredze, strauji attīstās pielietotā tehnika un iekārtas, kas atvieglo darbu un kvalitātes kontroli, bet uzliek arī jaunus pienākumus, prasa apgūt jaunu pieredzi, veikt analīzi un prognozēt perspektīvu.

Niecīgais finansējums ceļiem Latvijā liek domāt, analizēt un meklēt jaunas pieejas, jaunas tehnoloģijas, lai par atvēlēto finansējumu spētu nodrošināt vismaz minimāli pieņemamus braukšanas apstākļus iespējami plašākā ceļu tīkla daļā. Bet jaunas tehnoloģijas adaptācijas laiks nav īss, kā minimums tas ir vismaz 2 līdz 3 gadi pie vislabvēlīgākajiem nosacījumiem, jo ceļu būves tehnoloģijas ir individuālas un vienreizējas katrā valstī. Tas saistīts, gan ar tradīcijām, pieredzi, attieksmi, gan vietējiem klimatiskajiem un ģeoloģiskajiem apstākļiem, gan pieejamajiem būvmateriāliem (jo pārsvarā tiek izmantoti un ir jāizmanto vietējie materiāli), gan arī transporta slodzēm un kustības režīmiem.

Šobrīd autoceļu rekonstrukcijā un būvniecībā Latvijā galvenokārt tiek lietotas tradicionālās būvniecības metodes, t.i. ceļa konstrukciju būvniecībā lietojot no jauna iegūtus materiālus. Lai paplašinātu un veicinātu hidraulisko saistvielu lietošanu ceļa konstrukciju būvniecībā nepieciešams definēt to lietošanas kritērijus, kvalitātes rādītājus un sasniedzamos rezultātus.

2. Grunšu stabilizācijas ar hidrauliskajām saistvielām pieredze

2.1. National Lime Association. Technical Brief: Mixture Design and Testing Procedures for Lime Stabilized Soil. October 2006.

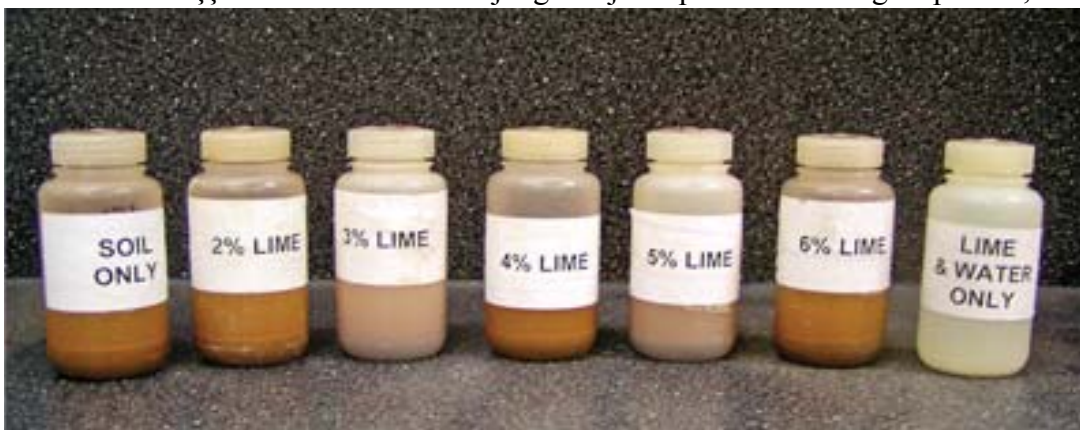
Aprakstā doti ieteikumi ar kaļķi stabilizējamas grunts maisījuma projektēšanai un testēšanai.

Galvenā projektēšanas secība:

1) jāpārbauda vai konkrētā grunts būs piemērota stabilizācijai ar kaļķi;
2) jānosaka grunts stabilizācijai minimāli nepieciešamais kaļķa daudzums;
3) jānosaka ar kaļķi stabilizētas grunts stiprība ilgtermiņa kalpošanas laikam, īpašu uzmanību veltot cikliskai sasaldēšanai un atkausēšanai, un paaugstināta mitruma periodiem;
4) ja stabilizējamai gruntij novērojama uzbriešana, jātestē izmantojot kapilāro piesūcināšanu, uzmērot uzbriešanu.

Grunts stabilizācijas ar kaļķi projektēšanas un testēšanas procedūras:

- sākotnējā grunts novērtēšana:
  - jānosaka grunts daļiņu saturs zem 0,075mm sieta;
  - jānosaka grunts plasticitātes indekss (PI);
    - ja zem 0,075mm ≥ 25% un PI ≥ 10, tad grunts potenciāli var tikt stabilizēta ar kaļķi;
    - ja organikas saturs gruntī ir virs 1-2% var nebūt iespējams sasniegt stabilizētas grunts paredzēto spiedes stiprību;
    - gruntis ar > 3% šķīstošo sulfātu saturu var tikt veiksmīgi stabilizētas ar kaļķi, bet var būt nepieciešama speciāla piesardzība.
- jānosaka aptuvens nepieciešamā kaļķa daudzums:
  - minimālais kaļķa daudzums konkrētajai gruntij būs pie kāda tiks iegūts pH=12,4



- jānosaka ar kaļķi apstrādātas grunts optimālais ūdens saturs un maksimālais sausais blīvums:
  - ja tiek izmantoti neveldzēti kaļķi, maisījums pirms tālākas testēšanas jāuzglabā 20-24h, lai nodrošinātu hidratāciju;
- jāsagatavo paraugi spiedes stiprības testēšanai:
  - jāizgatavo vismaz divi testējamie paraugi, samaisot grunti, kaļķi un ūdeni;
  - ūdens saturam jābūt ± 1% no optimālā ūdens satura;

- maisījums, pirms paraugu saformēšanas, jāuzglabā gaisu un ūdeni necaurlaidīgā iesaiņojumā 1 - 24 h;
- var tikt izgatavoti papildus paraugi arī ar augstāku kaļķa saturu nekā noteikts pēc pH līmeņa.

- spiedes stiprības testēšanas paraugu kondicionēšanas apstākļi:
  - mērķis ir radīt lauka apstākļiem līdzīgus cietēšanas apstākļus;
  - tūlīt pēc izgatavošanas paraugus iesaiņo ūdens un gaisa necaurlaidīgā plastikāta iesaiņojumā;
  - šādi iesaiņotus paraugus uzglabā 7 dienas 40 °C;
  - pirms testēšanas paraugus 24 h kapilāri piesūcina ar ūdeni, pirms tam izņemot paraugus no blīvā iesaiņojuma, tad ietinot mitrā audumā un novietojot uz poraina akmens. Ūdens līmenim ir jābūt līdz akmens virsmai un kontaktā ar iesaiņojumu, bet ūdens nedrīkst būt tiešā kontaktā ar paraugu;

Soaking specimens

- spiedes stiprības testēšana:
  - lai noteiktu ar kaļķi stabilizētas grunts adekvātu izpildījumu lauka apstākļos, testē spiedes stiprību pēc sasaldēšanas-atkausēšanas cikliem un paraugu piesūcināšanas;
  - kā testēšanas rezultāts ir vidējais no divu paraugu testēšanas rezultātiem;
  - minimālā spiedes stiprība ir atkarīga no paredzētā pielietojuma, ievērtējot mitruma apstākļus, kā arī paredzamo saslšanas-atkušanas ciklu skaitu pirmajā ekspluatācijas ziemā;
  - minimālā ieteicamā spiedes stiprība:

Soil-Lime Mixture Unconfined Compressive Strength Recommendations [18]				
Anticipated Use	*UCS Recommendations for Various Anticipated Service Conditions*			
	Extended Soaking for 8 Days (psi)	*Cyclic Freeze-Thaw[a]*		
		3 Cycles (psi)	*7 Cycles (psi)*	*10 Cycles (psi)*
Subbase				
Rigid Pavement/ Floor Slabs/ Foundations	*50*	*50*	*90*	*120*
Flexible Pavement (> 10 in.)[b]	*60*	*60*	*100*	*130*
Flexible Pavement (8 in -10 in.)[b]	*70*	*70*	*100*	*140*
Flexible Pavement (5 in. – 8 in.)[b]	*90*	*90*	*130*	*160*
Base				
	130	*130*	*170*	*200*
Notes: *a – Number of freeze-thaw cycles expected in soil-lime layer during the 1st winter of exposure.* *b – Total pavement thickness overlying the subbase.*				

100 psi = 0,69 MPa

- kūkumojošu grunšu izplešanās noteikšana:
  - pirms paraugu kapilārās piesūcināšanas izmēra to ģeometriskos parametrus;
  - pēc piesūcināšanas atkal izmēra paraugu ģeometriskos parametrus;
  - aprēķina parauga tilpuma izmaiņas;
  - tilpuma izplešanās starp 1% un 2% pārsvarā ir akceptējama;
  - ja tilpuma izplešanās ir lielāka, tad izgatavo paraugus ar lielāku kaļķa saturu par 1% un 2%, un procedūru atkārto (šī procedūra lietojama tikai ekspansīvām gruntīm.
- procedūra paredzēta, lai noteiktu minimāli nepieciešamo kaļķa daudzumu, kas stabilizētu grunti atbilstoši paredzētajiem mērķiem, objektā parasti jāpievieno par 0,5 - 1,0 % lielāks kaļķa daudzums.

2.2. РОСДОРНИИ pētījums

Stabilizācijai pielietotās saistvielas izvēle atkarībā no esošās grunts:

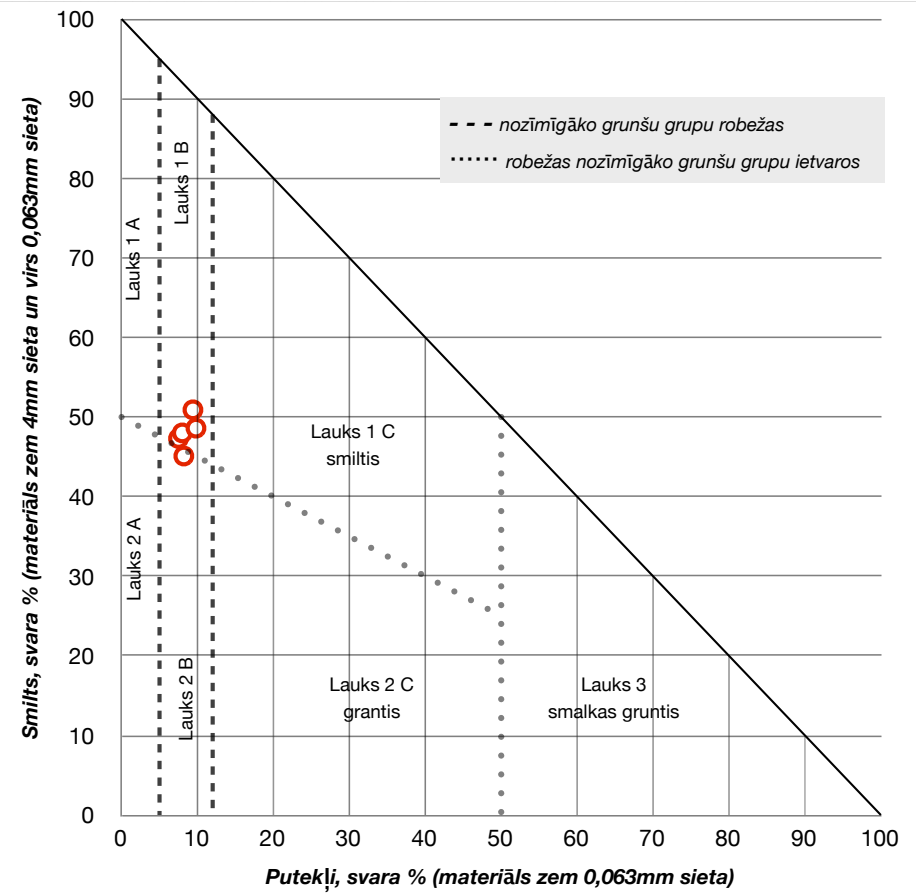
Grunts	Plasticitātes indekss (Plasticitātes skaitlis)	Kaļķis	Cements
Rupjas vai vidēji rupjas grantis un smiltis	-	-	++
Smalkgraudaina un putekļaina smilts; Viegla mālsmilts	> 3	-	++
Granašaina mālspilts ar granulometrisko sastāvu, kurši ir tuvu optimālajam; putekļaina mālsmilts; smaga mālsmilts	3 - 7	+	+
Viegls, putekļains smilšmāls	7 - 12	+	+
Smags, putekļains smilšmāls	12 - 17	+	+
Māls (smilšains un putekļains)	17 - 22	++	-/+
Māls (smilšains un putekļains)	22 - 27	++	-

Atziņas:

1. Stabilizācijas saistviela (cements, kaļķis) parasti jāpievieno no 100 līdz 250 kg/m^3.
2. Lai panāktu viendabīgu stabilizējamo maisījumu tam pievieno tīru smilti 100 līdz 150 kg/m^3. Smilti uzved un izlīdzina pirms stabilizācijas.
3. stabilizācijā izmantojamo saistvielu izvēlas sekojoši:
   - ✓ ja grunts ir ar augstu smilts, grants saturu - izvēlas cementu;
   - ✓ ja grunts ir ar augstu mālu saturu – izvēlas kaļķi;
   - ✓ ja grunts ir jaukta - smilts/māls - tad izmanto kompleksu stabilizācijas materiālu (kaļķis + cements).
4. Stabilizācijas būvdarbus var veikt, ja apkārtējā gaisa temperatūra ir ne zemāka par +5 ^{0}C un grunts mitrumam jābūt ≈ 15%.

2.3. SOIL STABILIZATION FOR PAVEMENTS, DEPARTMENT OF THE ARMY, THE NAVY, AND THE AIR FORCE, Technical Manual No. 5-822-14 Air Force Manual No. 32-1019

Ieteikumi saistvielas izvēlei atkarībā no grunts tipa un īpašībām:



Lauks	Grunts pēc ASTM D 2487	Rekomendētā stabilizācijas saistviela	LL un PI robežas	< 0,063mm	Piezīmes
1A	SW vai SP	1) bitumens 2) portlandcements 3) kaļķis-cements-izmešu pelni	 PI ≤ 25		
1B	SW-SP vai SP-SM vai SW-SC vai SP-SC	1) bitumens 2) portlandcements 3) kaļķis 4) kaļķis-cements-izmešu pelni	PI ≤ 10 PI ≤ 30 PI ≤ 12 PI ≤ 25		
1C	SM vai SC vai SM-SC	1) bitumens 2) portlandcements 3) kaļķis 4) kaļķis-cements-izmešu pelni	PI ≤ 10 PI ≤ 20+(50-%zem0,063)/4 PI ≤ 12 PI ≤ 25	≤ 30 masas %	
2A	GW vai GP	1) bitumens 2) portlandcements 3) kaļķis-cements-izmešu pelni	 PI ≤ 25		Tikai labi gradēts materiāls. Materiālam jāsatur vismaz 45% zem 4mm sieta
2B	GW-GM vai GP-GM vai GW-GC vai GP-GC	1) bitumens 2) portlandcements 3) kaļķis 4) kaļķis-cements-izmešu pelni	PI ≤ 10 PI ≤ 30 PI ≤ 12 PI ≤ 25		Tikai labi gradēts materiāls. Materiālam jāsatur vismaz 45% zem 4mm sieta
2C	GM vai GC vai GM-GC	1) bitumens 2) portlandcements 3) kaļķis 4) kaļķis-cements-izmešu pelni	PI ≤ 10 PI ≤ 20+(50-%zem0,063)/4 PI ≥ 12 PI ≤ 25	≤ 30 masas %	Tikai labi gradēts materiāls. Materiālam jāsatur vismaz 45% zem 4mm sieta
3	CH vai CL vai MH vai ML vai OH vai OL vai ML-CL	1) portlandcements 2) kaļķis	LL < 40 un PI < 20 PI ≥ 12		gruntis ar organisku un ļoti skābas gruntis, kuras atbilst šai klasei nav piemērotas stabilizācijai

Orientējošais nepieciešamais cementa daudzums atkarībā no grunts tipa:

Soil *Classification*	*Initial Estimated Cement Content percent dry weight*
GW, SW	5
GP, GW-GC, GW-GM, SW-SC, SW-SM	6
GC, GM, GP-GC, GP-GM, GM-GC, SC, SM, SP-SC, SP-SM, SM-SC, SP	7
CL. ML, MH	9
CH	11

Granulometriskā sastāva prasības gruntīm stabilizācijai ar cementu:

Table 3-1. Gradation requirements for cement stabilized base and subbase courses

Type Course	*Sieve Size*	*Percent Passing*
Base	1½ in.	100
	¾ in.	70-100
	No. 4	45-70
	No. 40	10-40
	No. 200	0-20
Subbase	1½ in.	100
	No. 4	45-100
	No. 40	10-50
	No. 200	0-20

Granulometriskā sastāva prasības gruntīm stabilizācijai ar kaļķi:

Type Course	*Sieve Size*	*Percent Passing*
Base	1½ in.	100
	¾ in.	70-100
	No. 4	45-70
	No. 40	10-40
	No. 200	0-20
Subbase	1½ in.	100
	No. 4	45-100
	No. 40	10-50
	No. 200	0-20

11/2 in. = 38,1 mm
3/4 in. = 19 mm
No.4 = 4,76 mm
No. 40 = 0,42 mm
No. 200 = 0,074 mm

Minimālās prasības spiedes stiprībai:

Table 2-2. Minimum unconfined compressive strength for cement, lime, lime-cement, and lime-cement-fly ash stabilized soils

	Minimum Unconfined Compressive strength, psi[a]	
Stabilized Soil Layer	*Flexible pavement*	*Rigid pavement*
Base course	750	500
Subbase course, select material or subgrade	250	200

[a] Unconfined compressive strength determined at 7 days for cement stabilization and 28 days for lime, lime fly ash, or lime-cement-fly ash stabilization.

Table 2-3. Durability requirements

Type of Soil Stabilized	*Maximum Allowable Weight Loss After 12 Wet-Dry or Freeze-Thaw Cycles Percent of Initial Specimen Weight*
Granular, PI < 10	11
Granular, PI > 210	8
Silt	8
Clays	6

100 psi = 0,69 MPa

2.4. CONSIDERATION OF LIME-STABILIZED LAYERS IN MECHANISTIC-EMPIRICAL PAVEMENT DESIGN

Submitted to: The National Lime Association 200 North Glebe Road Suite 800 Arlington, Virginia 22203, June 2004

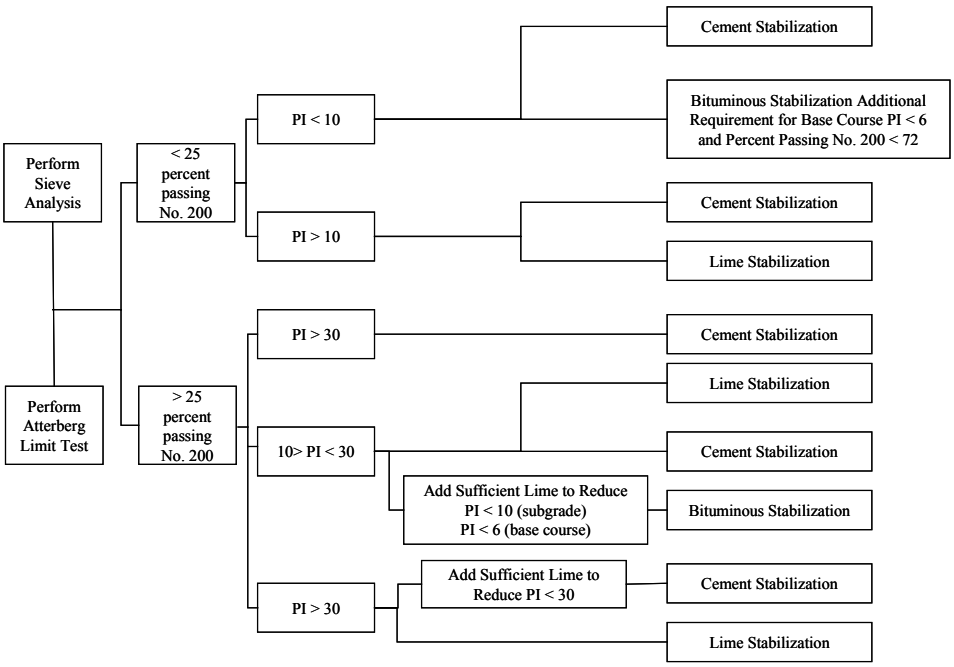
CBR vērtības atkarībā no grunts un grunts-kaļķa maisījuma:

Table 3. CBR values for selected soils and soil–lime mixtures (TRB, 1987).

Soil	Natural Soil		Percentage of Lime	Soil–Lime Mixtures			
				No Curing [a]		48-hr Curing @ 120°F	
	CBR, %	Swell, %		CBR, %	Swell, %	CBR, %	Swell, %
Reactive Soils							
Accretion Gley 2	2.6	2.1	5	15.1	0.1	351.0	0.0
Accretion Gley 3	3.1	1.4	5	88.1	0.0	370.0	0.1
Bryce B	1.4	5.6	3	20.3	0.2	197.0	0.0
Champaign Co. till	6.8	0.2	3	10.4	0.5	85.0	0.1
Cisne B	2.1	0.1	5	14.5	0.1	150.0	0.1
Cowden B	7.2	1.4	3	–	–	98.5	0.0
Cowden B	4.0	2.9	5	13.9	0.1	116.0	0.1
Cowden C	4.5	0.8	3	27.4	0.0	243.0	0.0
Darwin B	1.1	8.8	5	7.7	1.9	13.6	0.1
East St. Louis clay	1.3	7.4	5	5.6	2.0	17.3	0.1
Fayette C	1.3	0.0	5	32.4	0.0	295.0	0.1
Illinoian B	1.5	1.8	3	29.0	0.0	274.0	0.0
Illinoian till	11.8	0.3	3	24.2	0.1	193.0	0.0
Illinoian till	5.9	0.3	3	18.0	0.9	213.0	0.1
Sable B	1.8	4.2	3	15.9	0.2	127.0	0.0
Nonreactive Soils							
Fayette B	4.3	1.1	3	10.5	0.0	39.0	0.0
Miami B	2.9	0.8	3	12.7	0.0	14.5	0.0
Tama B	2.6	2.0	3	4.5	0.2	9.9	0.1

[a] Specimens were placed in 96-hr soak immediately after compaction.

Saistvielas tipa noteikšana balstoties uz daļiņu saturu, kas iziet caur 0,075mm sietu un plasticitātes indeksu:



2.5. OHD L-50 SOIL STABILIZATION MIX DESIGN PROCEDURE, Oklahoma D.O.T. , July 28, 2009

Grunts stabilizācijas projektam jāsatur sekojoša informācija:

- grunts grupas klasifikācija saskaņā ar AASHTO;
- šķīstoso sulfātu saturs gruntī;
- ar kaļķi apstrādātas grunts klasifikācija pēc AASHTO (ja nepieciešams);
- praugu spiedes stiprība (ja nepieciešams);
- ar ūdeni piesūcinātu paraugu spiedes stiprība un ūdens absorbcija (ja nepieciešams;
- ieteicamais stabilizācijas saistvielas procentuālais daudzums un ieguves vieta;
- grunts optimālais mitrums un tilpumsvars;
- ar paredzēto ieteikto saistvielas daudzumu stabilizētas grunts optimālais mitrums un tilpumsvars.

Ieteicamais stabilizācijas saistvielas saturs:

SOIL STABILIZATION TABLE												
ADDITIVE (Expressed as a percentage added on oven dry basis)	**SOIL GROUP CLASSIFICATION - AASHTO M145**											
	A-1		A-2				A-3	A-4	A-5	A-6	A-7	
	A-1-a	A-1-b	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7					A-7-5	A-7-6
PORTLAND CEMENT	4	4	4	4	4	4	5	√	√	√		
FLY ASH					12	12	13	14	14	14		
CEMENT KILN DUST (Pre-Calciner Plants)	5	5	5	5	5	5	6	√	√			
CEMENT KILN DUST (Other Type Plants)	10	10	10	11	11	11	12	12	12			
HYDRATED LIME*										4	5**	5**

A blank in the table indicates the additive is not recommended for that soil group. Recommended amounts include a safety factor for loss due to wind, grading, and/or mixing. Pre-Calciner plants are identified on the Materials Division approved list for cement kiln dust.

√ = Mix Design Required

* = Reduce quantity by 20% when quick lime is used, i.e. 4% x 0.8 = 3.2%, 5% x 0.8 = 4.0%, 6% x 0.8 = 4.8%

** = Use 6% when the liquid limit is greater than 50.

2.6. Lietuvas pieredze

2 priedas (informacinis)

Kalkių ir cemento tinkamumas gruntų pagerinimui ar stabilizavimui

	Pagrindinė grupė	Apibrėžimas ir pavadinimas					Grupės simbolis	Atpažinimo požymis	Jautrio šalčiui klasė	Gruntų		
		Dalelių matmenys mm ir kiekis (masės %)		Padėtis linijos A atžvilgiu (žr. LST 1331:2002 [13.19]	Grunto grupė pagal LST 1331:2002 [13.19]					pagerinimas	stabilizavimas	
		Dalelių skersmuo ≤ 0,06 mm	Dalelių skersmuo ≤ 2 mm							kalkės (gesintos, negesintos)[1] pagal LST EN 459-1+ AC:2003 [13.30]	kalkės (gesintos, negesintos) pagal LST EN 459-1 +AC:2003 [13.30]	cementas pagal LST EN 197-1 2001 [13.29]
7	Įvairiagrūdis gruntas	<5 %–30 %	≤ 60 %	–	Dulkingasis žvyras	5 %–15 % ≤ 0,063 mm	ŽD (GU)[3]	Geros arba periodinės sanklodos medžiagos granuliometrinė kreivė	F2[2]	(x)	(x)	x
8						> 15 % iki 30 % ≤ 0,063 mm	$ŽD_0(GU_0)$[3]	Smulkiosiose dalelėse vyrauja dulkio dalelės	F3	x	(x)	x
9					Molingasis žvyras	5 %–15 % ≤ 0,063 mm	ŽM (GT)[3]	Geros arba periodinės sanklodos medžiagos granuliometrinė kreivė	F2[2]	(x)	(x)	x
10						> 15 % iki 30 % ≤ 0,063 mm	$ŽM_0$ (GT)[3]	Smulkiosiose dalelėse vyrauja molio dalelės	F3	x	(x)	x
11			> 60 %	–	Dulkingasis smėlis	5 %–15 % ≤ 0,063 mm	SD (SU)[3]	Geros arba periodinės sanklodos medžiagos granuliometrinė kreivė	F2[2]	(x)	(x)	x
12						> 15 % iki 30 % ≤ 0,063 mm	SD_0 (SU)[3]	Smulkiosiose dalelėse vyrauja dulkio dalelės	F3	x	(x)	x
13					Molingasis smėlis	5 %–15 % ≤ 0,063 mm	SM (ST)[3]	Geros arba periodinės sanklodos medžiagos granuliometrinė kreivė	F2[2]	(x)	(x)	x
14						> 15 % iki 30 % ≤ 0,063 mm	SM_0 (ST)[3]	Smulkiosiose dalelėse vyrauja molio dalelės	F3	x	(x)	x
15	Smulkiagrūdis gruntas	> 30 %	–	*Ip*≤4 % arba žemiau A linijos	Dulkis	Mažo plastiškumo dulkis W_L< 35 %	DL (UL)[3]	Atpažįstama pagal plastiškumo diagramą (1 paveikslas, LST 1331:2002 [13.19])	F3	x	x	x
16						Vidutinio plastiškumo dulkis 35 % ≤ W_L≤ 50 %	DV (UM)[3]		F3	x	x	(x)
17						Didelio plastiškumo dulkis W_L> 50 %	DR (UA)[3]		F3	x	x	–
18				*Ip*≥7 % arba virš A linijos	Molis	Mažo plastiškumo molis W_L< 35 %	ML (TL)[3]		F3	x	x	(x)
19						Vidutinio plastiškumo molis 35 % ≤ W_L≤ 50 %	MV (TM)[3]		F2	x	x	–
20						Didelio plastiškumo molis W_L> 50 %	MR (TA)[3]		F2	x	x	–
21	Organinis gruntas ir gruntas su organinėmis priemaišomis	> 30 %	–	*Ip*≥4 % arba žemiau A linijos	Nedegantis arba nesmilkstantis	Dulkis su organinėmis priemaišomis 35 % ≤ W_L≤ 50 %	OD (OU)[3]	Atpažįstama pagal plastiškumo diagramą (1 paveikslas, LST 1331:2002:[13.19])	F3	x	x	(x)
22						Molis su organinėmis priemaišomis W_L >50 %	OM (OT)[3]		F2	x	x	(x)
23		< 30 %–		–		Gruntas nuo stambiagrūdžio iki įvairiagrūdžio su kalkingais, žvyringais dariniais	OK (OK)[3]	Neorganinės priemaišos, dažniausiai šviesos spalvos, lengvos, labai akytos	F2	–	–	x

[1] negesintos kalkės vartojamos, kai viršijamos optimaliojo drėgnio ribos,
[2] iš F2 klasės grupių gruntų F1 klasei priskiriami gruntai, kuriuose dalelių, mažesnių už 0,063 mm, masė neviršija 5 %, kai C_U ≥15, arba – 15 %, kai C_U ≤ 6,0,
[3] grunto žymuo pagal DIN.

x – tinka
(x) – tinka sąlyginai
– – netinka

x - piemērots
(x) - daļēji piemērots
- - nav piemērots

3. Aukstās pārstrādes (reciklēšanas) ar hidrauliskajām saistvielām pieredze

3.1. Wirtgen Cold Recycling Manual

Cements pārsvarā tiek lietots kopā ar citām saistvielām, jo ar cementu apstrādātām kārtām, t.sk. betona kārtām, ir tendence plaisāt. Līdz ar to izmantojot cementu ir jābūt uzmanīgiem, lai šos plaisu veidošanās procesus padarītu kontrolējamus.

Jo lielāks cementa daudzums tiks pievienots, jo vairāk iespējama plaisu veidošanās. Līdz ar to projektēšanas process jāvērš uz pēc iespējas mazāka cementa daudzuma izmantošanu. Materiāliem, kuru PI > 10, lai pazeminātu plasticitāti labāk lietot kaļķus vai kaļķi+cementu.

Tā kā plaisāšanas intensitāte ir atkarīga no mitruma zuduma daudzuma materiālam izžūstot, tad gan sablīvēšanas laikā ir svarīgi nodrošināt vismaz 75% no nepieciešamā mitruma daudzuma, gan arī kārtas formēšanās periodā tā ir jāpasargā no strauja mitruma zuduma. Šīs plaisas veidojas no augšas.

Otrs ar cementu apstrādātu kārtu plaisi veids ir noguruma plaisas, kuras izveidojas satiksmes sodzes iespaidā, kad ir sasniegts zināms atkārtoto slodžu skaits pie kura kārta zaudē savu stiprība deformācijām. Šīs plaisas veidojas no apakšas.

Parasti kā ar cementu stabilizētas kārtas projektēšanas kritēriju izvēlas spiedes stiprību, jo CBR nav pietiekami jūtīgs, lai testētu augstas stiprības materiālus. Spiedes stiprību visbiežāk testē pēc paraugu kondicionēšanas 22 °C mitrumā, kas lielāks par 95%. Dažas testēšanas metodes pieļauj paātrinātu testēšanu paraugus ievietojot krāsnī 75 °C uz 24 h.

Normāli mērķa spiedes stiprība ar cementu stabilizētiem maisījumiem ir no 1,5 MPa līdz 3,0 MPa ceļa segas konstruktīvajām kārtām.

Tipiskais cementa izlietojuma daudzums:

- frēzēts asflats / šķembas (50/50 maisījums) - 2,0 - 2,5 %;
- šķembas - 2,0 - 3,0 %;
- dabīga grants - 3,0 - 4,0 %.

Cementa iestrāde jāveic 4 h laikā, t.i. no brīža, kad cements nonāca kontaktā ar minerālo materiālu līdz sablīvēšanas pabeigšanai.

Minimālais (vidējais) sablīvējums parasti tiek noteikts 97% no modificēta AASHTO sablīvējuma. Dažkārt sablīvējums tiek definēts kā ″vidējais″ sablīvējums. Tas nozīmē, ka sablīvējums kārtas augšējā daļā var būt augstāks nekā apakšējā daļā. Ja tas tā tiek specificēts, tad normāli ir iekļaut arī pieļaujamo sablīvējuma atšķirību, kurš nomērīts kārtas augšējā daļā un apakšējā trešdaļā. Tātad, ja vidējais sablīvējums ir noteikts 97%, tad sablīvējumam kārtas apakšējā daļā jābūt lielākam par 95 %.

4. Paraugu sagatavošana un kondicionēšana

4.1. Paraugu sagatavošana

Ar cementu, CHCS, AFB-20 un cementa putekļiem sagatavoti maisījumi, pēc to samaisīšanas ar saistvielu uzglabāti 4 h laboratorijas telpā slēgtā traukā, pēc tam attiecīgi veicot paraugu izgatavošanu pēc Proktora saskaņā ar LVS EN 13286-50.

Ar kaļķi sagatavoti maisījumi, pēc to samaisīšanas ar saistvielu uzglabāti 24 h laboratorijas telpā slēgtā traukā, pēc tam attiecīgi veicot paraugu izgatavošanu pēc Proktora saskaņā ar LVS EN 13286-50.

Ar kaļķi un cementu maisījumi sagatavoti sekojoši: grunts paraugs samaisīts ar kaļķi un uzglabāts 24 h laboratorijas telpā slēgtā traukā, tad samaisīts ar cementu un uzglabāts 4 h laboratorijas telpā slēgtā traukā, pēc tam attiecīgi veicot paraugu izgatavošanu pēc Proktora saskaņā ar LVS EN 13286-50.

Spiedes stiprības testēšanai paraugi izgatavoti A formā (3 paralēlu paraugu sērija). TNI, CBR un elastības moduļa testēšanai - B formā (1 parags).

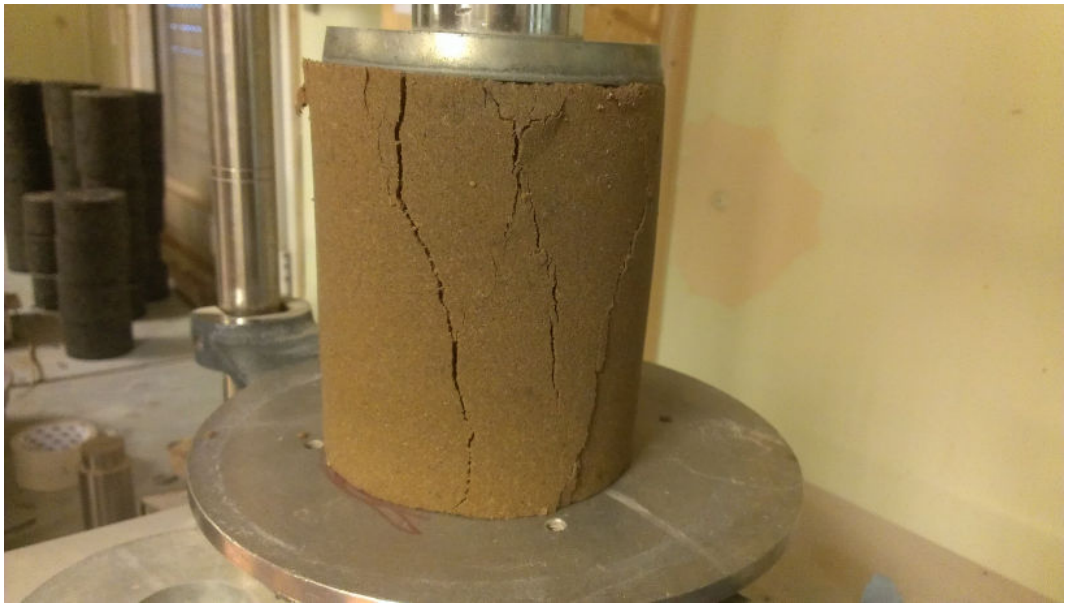
4.2. Paraugu kondicionēšana

Ar cementu, CHCS, AFB-20, cementa putekļiem un kaļķi+cementu izgatavotie paraugi kondicionēti formā (20 ± 2) °C 1 dienu, tad 90%-100% mitrumā (20 ± 2) °C 6 dienas vai 27 dienas.

Ar kaļķi izgatavoti paraugi kondicionēti plastikāta maisā 40 °C 7 dienas, tad 24 h kapilāri piesūcinot ar ūdeni.

CBR testa veikšanai pēc iepriekš minētās kondicionēšanas veikta testējamo paraugu mērcēšana 96 h.

UNIFRAME
TRESTON



5. Smilts-putekļu maisījuma grunts stabilizācijas projektu izstrāde

5.1. Smilts-putekļu maisījuma grunts īpašības.

Pētniecībai grunts stabilizācijai ar cementu, AFB-20 (cementa putekļi bagātināti ar 20% cementu), CHCS (cementa hidrauliskā ceļu saistviela) un cementa putekļiem izvēlēta smilts-putekļu maisījuma grunts. Grunts ieguves vieta - Ikšķile, perspektīvā Aveņu iela.

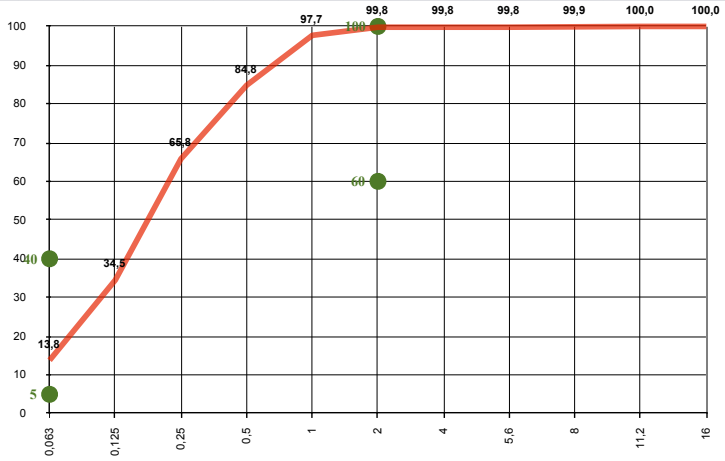
Granulometriskais sastāvs un māla un putekļu daļiņu saturs (SIA "Ceļu eksperts" 22.10.2012. Testēšanas pārskats Nr. 2436/12):

Materiāla nosaukums	%	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	5,6	8	11,2	16
Smilts-putekļu maisījuma grunts (perspektīvā Aveņu iela Ikšķilē)	100	13,8	34,5	65,8	84,8	97,7	99,8	99,8	99,8	99,9	100	100
	100											

Materiāla nosaukums	%	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	5,6	8	11,2	16
	100	**13,8**	**34,5**	**65,8**	**84,8**	**97,7**	**99,8**	**99,8**	**99,8**	**99,9**	**100,0**	**100,0**

Klasifikācija

		0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	5,6	8	11,2	16
LVS 190-5:2001 (DIN 18196), grunts apzīmējums - SU	*Maks. %*	*40*					*100*					
	Min. %	*5*					*60*					



Smilts-putekļu maisījuma grunts Proktora blīvuma izmaiņas, mainoties ūdens saturam (SIA "Ceļu eksperts" 22.10.2012. Testēšanas pārskats Nr. 2430/12):

Ūdens saturs %	Proktora blīvums Mg/m³	Piezīmes
6,5	1,819	
8,0	1,828	
9,4	**1,861**	**optimālais ūdens saturs**
10,8	1,849	
12,4	1,826	

Smilts-putekļu maisījuma grunts Tūlītējā nestspējas indeksa izmaiņas mainoties ūdens saturam (SIA "Ceļu eksperts" 22.10.2012. Testēšanas pārskats Nr. 2431/12, Nr. 2432/12, Nr. 2433/12, Nr. 2434/12, Nr. 2435/12):

Ūdens saturs %	Tūlūtējais nestspējas indekss - TNI %	Piezīmes
6,5	32	
8,0	35	
9,4	**34**	**optimālais ūdens saturs**
10,0	35	
12,4	21	

Smilts-putekļu maisījuma grunts Elastības modulis (saskaņā ar VSN 46-83) mainoties ūdens saturam (SIA "Ceļu eksperts" 13.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 154/13):

Ūdens saturs %	Elastības modulis (VSN) MPa	Piezīmes
6,5	85	
8,0	115	
9,4	**142**	**optimālais ūdens saturs**
10,0	67	
12,4	43	

Smilts-putekļu maisījuma grunts ar 10% cementa pH līmenis (SIA "Ceļu eksperts" 22.10.2012. Testēšanas pārskats Nr. 2429/12):

Cementa saturs gruntī %	pH	Piezīmes
0	7,71	
10	**12,12**	**pH ≥ 12,1** **=> gruntī esošā organikas daļa neietekmēs cementa stabilizācijas mehānismu**
100	12,69	

5.2. Smilts-putekļu maisījuma grunts nestspējas īpašības lauka apstākļos

Rezultātus skatīt SIA "Ceļu eksperts" 13.02.2013. Testēšanas pārskatā Nr. 159/13.

Mērījumu vieta Nr.1. Perspektīvā Aveņu iela, 50m no Līvciema ielas, Ikšķilē.

Mērījumu shēma vietā Nr.1:

Mērījuma Nr.	E_{v1}	E_{v2}	E_{v1}/E_{v2}
1-2 (2. mērījums)	45,0	67,7	1,51
	E	**Piezīmes**	
1-1 (1. mērījums)	**48** / (39) krītoša līkne	2. punktā vispirms tika nomērīts E_{v2}, pēc tam tajā pašā vietā E.	
1-2 (3. mērījums)	**40** / (31) augoša līkne		
1-3 (4. mērījums)	**54** / (36) krītoša līkne		

Mērījumu vieta Nr.2. Perspektīvā Aveņu iela, 30m no dambja, Ikšķilē.

Domātā mērījumu shēma vietā Nr.2:

Mērījuma Nr.	E	Piezīmes
2-1 (1. mērījums)	**86** / (16) krītoša līkne	

Mērījumu izpilde 2. un 3. punktā nebija iespējama, jo esošās grunts blīvums bija ļoti niecīgs, līdz ar to nestpējas izmērīšana saskaņā ar paredzētajām metodikām nebija iespējama.

Tika testēts arī grunts esošais mituma saturs, tas bija 5,8 % (SIA "Ceļu eksperts" 13.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 159/13).

5.3. Smilts-putekļu maisījuma grunts stabilizācijas ar cementu projekts

Smilts-putekļu maisījuma grunts ar 6% cementu Proktora blīvuma izmaiņas, mainoties ūdens saturam (SIA "Ceļu eksperts" 22.10.2012. Testēšanas pārskats Nr. 2438/12):

Ūdens saturs %	Proktora blīvums Mg/m³	Piezīmes
8,4	1,935	
9,3	1,942	
10,0	**1,947**	**optimālais ūdens saturs**
10,8	1,942	

Projekta maisījumi sagatavoti ar 4% un 6% CEM I 42,5 N cementu (ražotājs SIA "Cemex").

Projekta maisījuma ar 4% cementu testēšanas rezultāti (SIA "Ceļu eksperts" 13.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 155/13):

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
Ūdens saturs, %	10,0	optimālais ūdens saturs
Tūlītējais nestspējas indekss, TNI, %	48	
Elastības modulis (pēc GOST), MPa	132	VSN 46-83
Parauga blīvums, Mg/m³	1,947	

Sagatavoto paraugu ar 4% cementu testēšanas rezultāti pēc 7 dienu cietēšanas (SIA "Ceļu eksperts" 13.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 155/13; Rīgas Tehniskās universitātes Betona laboratorijas 22.11.2012. Testēšanas pārskats Nr. T12-26):

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
CBR, %	284	+ mērcēšana 96 h
Elastības modulis (pēc GOST), MPa	557	VSN 46-83
Lineārā deformācija, mm	-0,13	
Spiedes stiprība, MPa	1,59	
Spiedes stiprība pēc 5 salizturības cikliem, MPa	1,65	

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
Masas zudumi pēc 5 cikliem, kg/m²	0,73	
Paraugu vidējais vizuālais novērtējums pēc 5 cikliem	1,0	
Spiedes stiprība pēc 10 salizturības cikliem, MPa	1,03	
Masas zudumi pēc 10 cikliem, kg/m²	1,63	
Paraugu vidējais vizuālais novērtējums pēc 10 cikliem	1,7	

Projekta maisījuma ar 6% cementu testēšanas rezultāti (SIA "Ceļu eksperts" 13.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 155/13):

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
Ūdens saturs, %	10,0	
Tūlītējais nestspējas indekss, TNI, %	59	
Elastības modulis (pēc GOST), MPa	150	VSN 46-83
Parauga blīvums, Mg/m³	1,947	

Sagatavoto paraugu ar 6% cementu testēšanas rezultāti pēc 7 dienu cietēšanas (SIA "Ceļu eksperts" 13.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 155/13; Rīgas Tehniskās universitātes Betona laboratorijas 22.11.2012. Testēšanas pārskats Nr. T12-26/12):

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
CBR, %	322	+ mērcēšana 96 h
Elastības modulis (pēc GOST), MPa	1512	VSN 46-83
Lineārā deformācija, mm	-0,11	
Spiedes stiprība, MPa	1,83	
Spiedes stiprība pēc 5 salizturības cikliem, MPa	1,77	
Masas zudumi pēc 5 cikliem, kg/m²	0,10	
Paraugu vidējais vizuālais novērtējums pēc 5 cikliem	1,0	
Spiedes stiprība pēc 10 salizturības cikliem, MPa	1,92	

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
Masas zudumi pēc 10 cikliem, kg/m²	0,05	
Paraugu vidējais vizuālais novērtējums pēc 10 cikliem	1,0	

Sagatavoto paraugu ar 4% un 6% cementu testēšanas rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas (SIA ″Ceļu eksperts″ 13.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 155/13; Rīgas Tehniskās universitātes Betona laboratorijas 07.022013. Testēšanas pārskats Nr. T13-11):

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
Spiedes stiprība, MPa	2,72	ar 6% cementu
Spiedes stiprība pēc 5 salizturības cikliem, MPa	1,98	ar 6% cementu

5.4. Smilts-putekļu maisījuma grunts stabilizācijas ar AFB-20 (cementa putekļi bagātināti ar 20% cementu) projekts

Smilts-putekļu maisījuma grunts ar 8% AFB-20 Proktora blīvuma izmaiņas, mainoties ūdens saturam (SIA "Ceļu eksperts" 26.10.2012. Testēšanas pārskats Nr. 2467/12):

Ūdens saturs %	Proktora blīvums Mg/m³	Piezīmes
8,7	1,915	
9,6	**1,920**	**optimālais ūdens saturs**
10,5	1,919	
11,4	1,907	

Projekta maisījumi sagatavoti ar 5% un 8% AFB-20 (izejvielas no SIA "Cemex").

Projekta maisījuma ar 5% AFB-20 testēšanas rezultāti (SIA "Ceļu eksperts" 13.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 160/13):

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
Ūdens saturs, %	9,6	
Tūlītējais nestspējas indekss, TNI, %	46	
Elastības modulis (pēc GOST), MPa	111	VSN 46-83
Parauga blīvums, Mg/m³	1,920	

Sagatavoto paraugu ar 5% AFB-20 testēšanas rezultāti pēc 7 dienu cietēšanas (SIA "Ceļu eksperts" 13.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 160/13; Rīgas Tehniskās universitātes Betona laboratorijas 17.12.2012. Testēšanas pārskats Nr. T12-28):

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
CBR, %	210	+ mērcēšana 96 h
Elastības modulis (pēc GOST), MPa	548	VSN 46-83
Lineārā deformācija, mm	-0,19	
Spiedes stiprība, MPa	0,39	
Spiedes stiprība pēc 5 salizturības cikliem, MPa	0,19	

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
Masas zudumi pēc 5 cikliem, kg/m²	5,13	
Paraugu vidējais vizuālais novērtējums pēc 5 cikliem	2,3	
Spiedes stiprība pēc 10 salizturības cikliem, MPa	0,10	
Masas zudumi pēc 10 cikliem, kg/m²	6,80	
Paraugu vidējais vizuālais novērtējums pēc 10 cikliem	2,7	

Projekta maisījuma ar 8% AFB-20 testēšanas rezultāti (SIA "Ceļu eksperts" 13.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 160/13):

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
Ūdens saturs, %	9,6	optimālais ūdens saturs
Tūlītējais nestspējas indekss, TNI, %	47	
Parauga blīvums, Mg/m³	1,920	

Sagatavoto paraugu ar 8% AFB-20 testēšanas rezultāti pēc 7 dienu cietēšanas (SIA "Ceļu eksperts" 13.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 160/13; Rīgas Tehniskās universitātes Betona laboratorijas 22.11.2012. Testēšanas pārskats Nr. T12-26):

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
CBR, %	159	+ mērcēšana 96 h
Elastības modulis (pēc GOST), MPa	472	VSN 46-83
Lineārā deformācija, mm	-0,21	
Spiedes stiprība, MPa	0,81	
Spiedes stiprība pēc 5 salizturības cikliem, MPa	0,45	
Masas zudumi pēc 5 cikliem, kg/m²	7,05	
Paraugu vidējais vizuālais novērtējums pēc 5 cikliem	3,0	
Spiedes stiprība pēc 10 salizturības cikliem, MPa	0,20	
Masas zudumi pēc 10 cikliem, kg/m²	12,00	

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
Paraugu vidējais vizuālais novērtējums pēc 10 cikliem	4,0	

Sagatavoto paraugu ar 5% un 8% AFB-20 testēšanas rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas (SIA ″Ceļu eksperts″ 13.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 160/13; Rīgas Tehniskās universitātes Betona laboratorijas 07.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. T113-11):

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
Spiedes stiprība, MPa	0,65	ar 5% AFB-20
Spiedes stiprība pēc 5 salizturības cikliem, MPa	0,71	ar 8% AFB-20

5.5. Smilts-putekļu maisījuma grunts stabilizācijas ar CHCS (cementa hidrauliskā ceļu saistviela) projekts

Smilts-putekļu maisījuma grunts ar 8% CHCS Proktora blīvuma izmaiņas, mainoties ūdens saturam (SIA "Ceļu eksperts" 29.10.2012. Testēšanas pārskats Nr. 2479/12):

Ūdens saturs %	Proktora blīvums Mg/m³	Piezīmes
9,2	1,931	
9,9	**1,936**	**optimālais ūdens saturs**
10,8	1,933	

Projekta maisījumi sagatavoti ar 5% un 8% CHCS (ražotājs SIA "Cemex").

Projekta maisījuma ar 5% CHCS testēšanas rezultāti (SIA "Ceļu eksperts" 13.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 161/13):

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
Ūdens saturs, %	9,9	
Tūlītējais nestspējas indekss, TNI, %	46	
Elastības modulis (pēc GOST), MPa	117	VSN 46-83
Parauga blīvums, Mg/m³	1,936	

Sagatavoto paraugu ar 5% CHCS testēšanas rezultāti pēc 7 dienu cietēšanas (SIA "Ceļu eksperts" 13.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 161/13; Rīgas Tehniskās universitātes Betona laboratorijas 17.12.2012. Testēšanas pārskats Nr. T12-28):

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
CBR, %	215	+ mērcēšana 96 h
Elastības modulis (pēc GOST), MPa	488	VSN 46-83
Lineārā deformācija, mm	-0,15	
Spiedes stiprība, MPa	1,09	
Spiedes stiprība pēc 5 salizturības cikliem, MPa	0,98	
Masas zudumi pēc 5 cikliem, kg/m²	0,36	

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
Paraugu vidējais vizuālais novērtējums pēc 5 cikliem	1,2	
Spiedes stiprība pēc 10 salizturības cikliem, MPa	0,83	
Masas zudumi pēc 10 cikliem, kg/m²	0,39	
Paraugu vidējais vizuālais novērtējums pēc 10 cikliem	1,2	

Projekta maisījuma ar 8% CHCS testēšanas rezultāti (SIA "Ceļu eksperts" 13.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 161/13):

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
Ūdens saturs, %	9,9	optimālais ūdens saturs
Tūlītējais nestspējas indekss, TNI, %	57	
Parauga blīvums, Mg/m³	1,936	

Sagatavoto paraugu ar 8% CHCS testēšanas rezultāti pēc 7 dienu cietēšanas (SIA "Ceļu eksperts" 13.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 161/13; Rīgas Tehniskās universitātes Betona laboratorijas 22.11.2012. Testēšanas pārskats Nr. T12-26):

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
CBR, %	303	+ mērcēšana 96 h
Elastības modulis (pēc GOST), MPa	828	VSN 46-83
Lineārā deformācija, mm	-0,09	
Spiedes stiprība, MPa	1,87	
Spiedes stiprība pēc 5 salizturības cikliem, MPa	1,58	
Masas zudumi pēc 5 cikliem, kg/m²	0,09	
Paraugu vidējais vizuālais novērtējums pēc 5 cikliem	1,0	
Spiedes stiprība pēc 10 salizturības cikliem, MPa	1,12	
Masas zudumi pēc 10 cikliem, kg/m²	1,71	
Paraugu vidējais vizuālais novērtējums pēc 10 cikliem	2,3	

Sagatavoto paraugu ar 5% un 8% CHCS testēšanas rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas (SIA "Ceļu eksperts" 13.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 161/13; Rīgas Tehniskās universitātes Betona laboratorijas 07.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. T13-11):

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
Spiedes stiprība, MPa	1,44	ar 5% CHCS
Spiedes stiprība pēc 5 salizturības cikliem, MPa	1,92	ar 8% CHCS

5.6. Smilts-putekļu maisījuma grunts stabilizācijas ar cementa putekļiem projekts

Smilts-putekļu maisījuma grunts ar 15% cementa putekļiem Proktora blīvuma izmaiņas, mainoties ūdens saturam (SIA "Ceļu eksperts" 22.10.2012. Testēšanas pārskats Nr. 2437/12):

Ūdens saturs %	Proktora blīvums Mg/m³	Piezīmes
8,0	1,923	
9,1	1,953	
9,9	**1,970**	**optimālais ūdens saturs**
10,9	1,940	

Projekta maisījumi sagatavoti ar 8% un 15% cementa putekļiem (no SIA "Cemex").

Projekta maisījuma ar 8% cementa putekļiem testēšanas rezultāti (SIA "Ceļu eksperts" 14.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 162/13):

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
Ūdens saturs, %	9,9	
Tūlītējais nestspējas indekss, TNI, %	37	
Parauga blīvums, Mg/m³	1,970	

Sagatavoto paraugu ar 8% cementa putekļiem testēšanas rezultāti pēc 7 dienu cietēšanas (SIA "Ceļu eksperts" 14.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 162/13; Rīgas Tehniskās universitātes Betona laboratorijas 22.11.2012. Testēšanas pārskats Nr. T12-26):

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
CBR, %	114	+ mērcēšana 96 h
Elastības modulis (pēc GOST), MPa	349	VSN 46-83
Lineārā deformācija, mm	-0,31	
Spiedes stiprība, MPa	0,39	
Spiedes stiprība pēc 5 salizturības cikliem, MPa	0,30	
Masas zudumi pēc 5 cikliem, kg/m²	4,69	
Paraugu vidējais vizuālais novērtējums pēc 5 cikliem	3,0	

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
Spiedes stiprība pēc 10 salizturības cikliem, MPa	0,17	
Masas zudumi pēc 10 cikliem, kg/m²	10,00	
Paraugu vidējais vizuālais novērtējums pēc 10 cikliem	4,0	

Projekta maisījuma ar 15% cementa putekļiem testēšanas rezultāti (SIA "Ceļu eksperts" 14.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 162/13):

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
Ūdens saturs, %	9,9	
Tūlītējais nestspējas indekss, TNI, %	44	
Parauga blīvums, Mg/m³	1,970	

Sagatavoto paraugu ar 15% cementa putekļiem testēšanas rezultāti pēc 7 dienu cietēšanas (SIA "Ceļu eksperts" 14.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 162/13; Rīgas Tehniskās universitātes Betona laboratorijas 22.11.2012. Testēšanas pārskats Nr. T12-26):

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
CBR, %	59	+ mērcēšana 96 h
Elastības modulis (pēc GOST), MPa	198	VSN 46-83
Lineārā deformācija, mm	-0,22	
Spiedes stiprība, MPa	0,28	
Spiedes stiprība pēc 5 salizturības cikliem, MPa	0,08	
Masas zudumi pēc 5 cikliem, kg/m²	9,00	
Paraugu vidējais vizuālais novērtējums pēc 5 cikliem	3,0	
Spiedes stiprība pēc 10 salizturības cikliem, MPa	0,03	
Masas zudumi pēc 10 cikliem, kg/m²	12,00	
Paraugu vidējais vizuālais novērtējums pēc 10 cikliem	4,0	

Sagatavoto paraugu ar 8% un 15% cementa putekļiem testēšanas rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas (SIA "Ceļu eksperts" 14.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 162/13; Rīgas Tehniskās universitātes Betona laboratorijas 07.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. T13-11):

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
Spiedes stiprība, MPa	1,51	ar 8% cementa putekļiem
Spiedes stiprība pēc 5 salizturības cikliem, MPa	1,14	ar 15% cementa putekļiem

6. Mālainas grunts stabilizācijas projektu izstrāde

6.1. Mālainas grunts īpašības.

Mālainai gruntij pētniecības ietvaros izstrādāti projekti grunts stabilizācijai ar kaļķi, cementu, un kaļķi + cementu. Grunts ieguves vieta - Kalnāji, perspektīvās Bērzu ielas un Ziemeļu ielas krustojums.

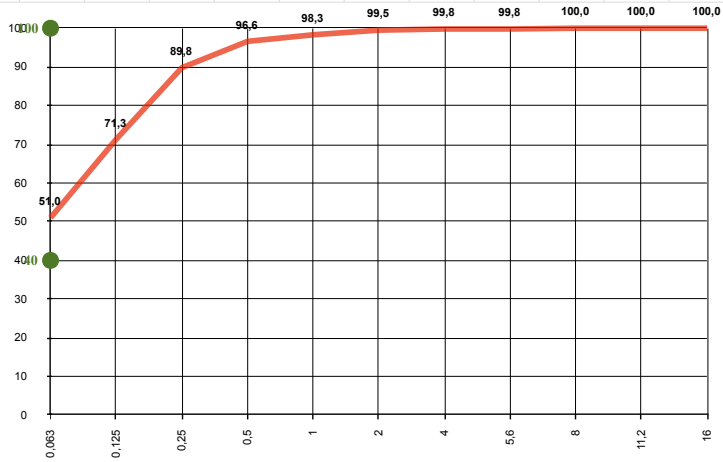
Granulometriskais sastāvs un māla un putekļu daļiņu saturs (SIA "Ceļu eksperts" 14.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 164/13):

Materiāla nosaukums	%	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	5,6	8	11,2	16
Mālaina grunts (Ziemeļu ielas un perspektīvās Bērzu ielas krustojums Kalnājos)	100	51,0	71,3	89,8	96,6	98,3	99,5	99,8	99,8	100	100	100
	100											

Materiāla nosaukums	%	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	5,6	8	11,2	16
	100	51,0	71,3	89,8	96,6	98,3	99,5	99,8	99,8	100,0	100,0	100,0

Klasifikācija

		0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	5,6	8	11,2	16
LVS 190-5:2001 (DIN 18196), grunts apzīmējums - TL	*Maks. %*	*100*										
	Min. %	*40*										



Mālainas grunts plasticitātes rādītāji (SIA "Ceļu eksperts" 14.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 165/13):

Īpašība	Vērtība	Piezīmes
Paņemtās grunts mitruma saturs, w	16,5%	
Plūstamības robeža, LL (W_L)	19,8	
Plasticitātes robeža, PL	13	
Plasticitātes indekss, PI (I_P)	7	
Plūstamības indekss, LI	0,517	(pie w = 16,5%)

Mālainas grunts Proktora blīvuma izmaiņas, mainoties ūdens saturam (SIA "Ceļu eksperts" 14.02.2012. Testēšanas pārskats Nr. 163/13):

Ūdens saturs %	Proktora blīvums Mg/m³	Piezīmes
9,4	1,904	
10,4	1,943	
12,2	**1,968**	**optimālais ūdens saturs**
13,1	1,945	

Mālainas grunts **modificēta Proktora** blīvuma izmaiņas, mainoties ūdens saturam (SIA "Ceļu eksperts" 14.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 163/13):

Ūdens saturs %	Proktora blīvums Mg/m³	Piezīmes
9,4	2,029	
10,5	**2,058**	**optimālais ūdens saturs**
11,3	2,033	
12,0	1,986	
13,0	1,946	

Mālainas grunts Tūlītējā nestspējas indeksa izmaiņas mainoties ūdens saturam (SIA "Ceļu eksperts" 14.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 163/13) **[modificētā Proktora paraugi]**:

Ūdens saturs %	Tūlūtējais nestspējas indekss - TNI %	Piezīmes
9,4	95	
10,5	**46**	**optimālais ūdens saturs**
11,3	16	
12,0	6,0	
13,0	3,7	- šis rezultāts izmantots datu analīzei

Mālainas grunts Elastības moduļa (pēc GOST) izmaiņas mainoties ūdens saturam (SIA "Ceļu eksperts" 14.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 163/13) **[modificētā Proktora paraugi]**:

Ūdens saturs %	Elastības modulis (pēc GOST) MPa	Piezīmes
9,4	289	

Ūdens saturs %	Elastības modulis (pēc GOST) MPa	Piezīmes
10,5	**197**	**optimālais ūdens saturs**
11,3	63	
12,0	25	
13,0	20	- šis rezultāts izmantots datu analīzei

Mālainas grunts ar kaļķi pH līmenis (SIA "Ceļu eksperts" 29.10.2012. Testēšanas pārskats Nr. 2429/12):

Kaļķa saturs gruntī %	pH	Piezīmes
0	8,36	
2	10,96	
3	11,57	
4	11,86	
5	12,05	
6	12,15	
8	12,33	
10	**12,42**	**pH = 12,4 => grunts stabilizēšanai minimālais pievienojamais kaļķa daudzums**

6.2. Mālainas grunts nestspējas īpašības lauka apstākļos

Pie esošā grunts mitruma w = 16,5%, ar statisko plātni, saskaņā ar DIN 18134, mērījumu izpilde nebija iespējama, jo grunts nestspēja bija pārāk zema, lai būtu iespējams to izmērīt.

6.3. Mālainas grunts stabilizācijas ar kaļķi projekts

Mālainas grunts ar 10% kaļķi Proktora blīvuma izmaiņas, mainoties ūdens saturam (SIA "Ceļu eksperts" 29.10.2012. Testēšanas pārskats Nr. 2480/12):

Ūdens saturs %	Proktora blīvums Mg/m^3	Piezīmes
10,4	1,787	

Ūdens saturs %	Proktora blīvums Mg/m³	Piezīmes
11,3	**1,793**	**optimālais ūdens saturs**
12,2	1,763	
13,1	1,756	

Projekta maisījumi sagatavoti ar 10% un 15% neveldzētiem kaļķiem (no SIA "Saulkalne S").

Projekta maisījuma ar 10% kaļķi testēšanas rezultāti (SIA "Ceļu eksperts" 14.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 168/13):

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
Ūdens saturs, %	11,3	
Tūlītējais nestspējas indekss, TNI, %	41	
Parauga blīvums, Mg/m³	1,793	

Sagatavoto paraugu ar 10% kaļķi testēšanas rezultāti pēc 7 dienu cietēšanas (SIA "Ceļu eksperts" 14.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 168/13; Rīgas Tehniskās universitātes Betona laboratorijas 17.12.2012. Testēšanas pārskats Nr. T12-28):

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
CBR, %	nav testēts	+ mērcēšana 96 h
Elastības modulis (pēc GOST), MPa	286	VSN 46-83
Spiedes stiprība, MPa	0,59	
Spiedes stiprība pēc 5 salizturības cikliem, MPa	0,34	
Masas zudumi pēc 5 cikliem, kg/m²	4,66	
Paraugu vidējais vizuālais novērtējums pēc 5 cikliem	2,7	
Spiedes stiprība pēc 10 salizturības cikliem, MPa	0,29	
Masas zudumi pēc 5 cikliem, kg/m²	16,88	
Paraugu vidējais vizuālais novērtējums pēc 5 cikliem	3,7	

Projekta maisījuma ar 15% kaļķi testēšanas rezultāti (SIA "Ceļu eksperts" 14.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 168/13):

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
Ūdens saturs, %	11,3	
Tūlītējais nestspējas indekss, TNI, %	59	
Parauga blīvums, Mg/m³	1,793	

Sagatavoto paraugu ar 15% kaļķi testēšanas rezultāti pēc 7 dienu cietēšanas (SIA "Ceļu eksperts" 14.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 168/13; Rīgas Tehniskās universitātes Betona laboratorijas 18.12.2012. Testēšanas pārskats Nr. T12-29):

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
CBR, %	119	+ mērcēšana 96 h
Elastības modulis (pēc GOST), MPa	369	VSN 46-83
Lineārā deformācija, mm	-0,23	
Spiedes stiprība, MPa	0,77	
Spiedes stiprība pēc 5 salizturības cikliem, MPa	0,33	
Masas zudumi pēc 5 cikliem, kg/m²	1,78	
Paraugu vidējais vizuālais novērtējums pēc 5 cikliem	1,3	
Spiedes stiprība pēc 10 salizturības cikliem, MPa	0,21	
Masas zudumi pēc 10 cikliem, kg/m²	6,45	
Paraugu vidējais vizuālais novērtējums pēc 10 cikliem	2,3	

Sagatavoto paraugu ar 10% un 15% kaļķi testēšanas rezultāti pēc 28 dienu (7 dienas 40 °C + 21 dienu laboratorijas telpā) cietēšanas (SIA "Ceļu eksperts" 14.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 168/13; Rīgas Tehniskās universitātes Betona laboratorijas 07.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. T13-11):

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
Spiedes stiprība, MPa	0,88	ar 10% kaļķi
Spiedes stiprība pēc 5 salizturības cikliem, MPa	0,40	ar 15% kaļķi

6.4. Mālainas grunts stabilizācijas ar kaļķi un cementu projekts

Mālainas grunts ar 3% kaļķi un 3% cementu Proktora blīvuma izmaiņas, mainoties ūdens saturam (SIA ″Ceļu eksperts″ 12.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 144/13):

Ūdens saturs %	Proktora blīvums Mg/m³	Piezīmes
15,1	1,754	
16,2	**1,762**	**optimālais ūdens saturs**
17,6	1,761	
18,8	1,753	

Mālainas grunts ar 6% kaļķi un 3% cementu Proktora blīvuma izmaiņas, mainoties ūdens saturam (SIA ″Ceļu eksperts″ 12.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 144/13):

Ūdens saturs %	Proktora blīvums Mg/m³	Piezīmes
14,6	1,721	
15,9	1,725	
17,0	**1,737**	**optimālais ūdens saturs**
18,0	1,730	

Projekta maisījumi sagatavoti ar 3% neveldzētiem kaļķiem un 3% cementu CEM I 42,5 N, un 6% neveldzētiem kaļķiem un 3% cementu CEM I 42,5 N. Kaļķi no SIA ″Saulkalne S″, cements no SIA ″Cemex″.

Projekta maisījuma ar 3% kaļķi un 3% cementu testēšanas rezultāti (SIA ″Ceļu eksperts ″ 12.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 144/12):

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
Ūdens saturs, %	14,9	
Parauga blīvums, Mg/m³	1,790	
Tūlītējais nestspējas indekss, TNI, %	25	

Sagatavoto paraugu ar 3% kaļķi un 3% cementu testēšanas rezultāti pēc 7 dienu cietēšanas (SIA ″Ceļu eksperts″ 12.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 144/13; Rīgas Tehniskās universitātes Betona laboratorijas 09.01.2013. Testēšanas pārskats Nr. T13-01):

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
CBR, %	104	+ mērcēšana 96 h
Elastības modulis (pēc GOST), MPa	326	VSN 46-83
Lineārā deformācija, mm	-0,06	
Spiedes stiprība, MPa	1,53	
Spiedes stiprība pēc 5 salizturības cikliem, MPa	0,88	
Masas zudumi pēc 5 cikliem, kg/m²	0,68	
Paraugu vidējais vizuālais novērtējums pēc 5 cikliem	1,0	
Spiedes stiprība pēc 10 salizturības cikliem, MPa	0,29	
Masas zudumi pēc 10 cikliem, kg/m²	6,55	
Paraugu vidējais vizuālais novērtējums pēc 10 cikliem	2,0	

Projekta maisījuma ar 6% kaļķi un 3% cementu testēšanas rezultāti (SIA ″Ceļu eksperts ″ 12.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 144/13):

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
Ūdens saturs, %	15,5	
Tūlītējais nestspējas indekss, TNI, %	29	
Parauga blīvums, Mg/m³	1,764	

Sagatavoto paraugu ar 6% kaļķi un 3% cementu testēšanas rezultāti pēc 7 dienu cietēšanas (SIA ″Ceļu eksperts″ 12.02.2012. Testēšanas pārskats Nr. 144/13; Rīgas Tehniskās universitātes Betona laboratorijas 09.01.2013. Testēšanas pārskats Nr. T13-01):

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
CBR, %	110	+ mērcēšana 96 h
Elastības modulis (pēc GOST), MPa	310	VSN 46-83
Lineārā deformācija, mm	-0,06	
Spiedes stiprība, MPa	1,26	

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
Spiedes stiprība pēc 5 salizturības cikliem, MPa	0,79	
Masas zudumi pēc 5 cikliem, kg/m²	0,53	
Paraugu vidējais vizuālais novērtējums pēc 5 cikliem	1,0	
Spiedes stiprība pēc 10 salizturības cikliem, MPa	0,36	
Masas zudumi pēc 10 cikliem, kg/m²	3,35	
Paraugu vidējais vizuālais novērtējums pēc 10 cikliem	1,3	

Sagatavoto paraugu ar 3% kaļķi un 3% cementu, un 6% kaļķi un 3% cementu testēšanas rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas (SIA ″Ceļu eksperts″ 12.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 144/13; Rīgas Tehniskās universitātes Betona laboratorijas 07.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. T13-01):

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
Spiedes stiprība, MPa	1,89	ar 3% kaļķi un 3% cementu
Spiedes stiprība pēc 5 salizturības cikliem, MPa	0,60	ar 6% kaļķi un 3% cementu

6.5. Mālainas grunts stabilizācijas ar cementu projekts

Projekta maisījumi sagatavoti ar 5% un 8% cementu CEM I 42,5 N (no SIA "Cemex").

Projekta maisījuma ar 5% cementu testēšanas rezultāti (SIA "Ceļu eksperts" 14.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 171/13):

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
Ūdens saturs, %	11,3	
Tūlītējais nestspējas indekss, TNI, %	19	
Elastības modulis (pēc GOST), MPa	90	VSN 46-83
Parauga blīvums, Mg/m³	1,793	

Sagatavoto paraugu ar 5% cementu testēšanas rezultāti pēc 7 dienu cietēšanas (SIA "Ceļu eksperts" 14.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 171/13; SIA "Rīgas Betona pētījumu centrs" Testēšanas pārskats):

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
Lineārā deformācija, mm	-0,06	
Spiedes stiprība, MPa	2,00	
Spiedes stiprība pēc 5 salizturības cikliem, MPa	1,27	

Projekta maisījuma ar 8% cementu testēšanas rezultāti (SIA "Ceļu eksperts" 14.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 171/13):

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
Ūdens saturs, %	11,3	
Tūlītējais nestspējas indekss, TNI, %	29	
Elastības modulis (pēc GOST), MPa	96	VSN 46-83
Parauga blīvums, Mg/m³	1,793	

Sagatavoto paraugu ar 8% cementu testēšanas rezultāti pēc 7 dienu cietēšanas (SIA "Ceļu eksperts" 14.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 171/13; SIA "Rīgas Betona pētījumu centrs" Testēšanas pārskats):

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
Lineārā deformācija, mm	-0,11	
Spiedes stiprība, MPa	2,00	
Spiedes stiprība pēc 5 salizturības cikliem, MPa	1,44	

7. Putekļainas grunts stabilizācijas projekta izstrāde

7.1. Putekļainas grunts īpašības.

Smilts-putekļu maisījuma grunts - 30% (no Aveņu ielas Ikšķilē) un mālainas grunts 70% (no perspektīvās Bērzu ielas un Ziemeļu ielas krustojuma Kalnājos) maisījums.

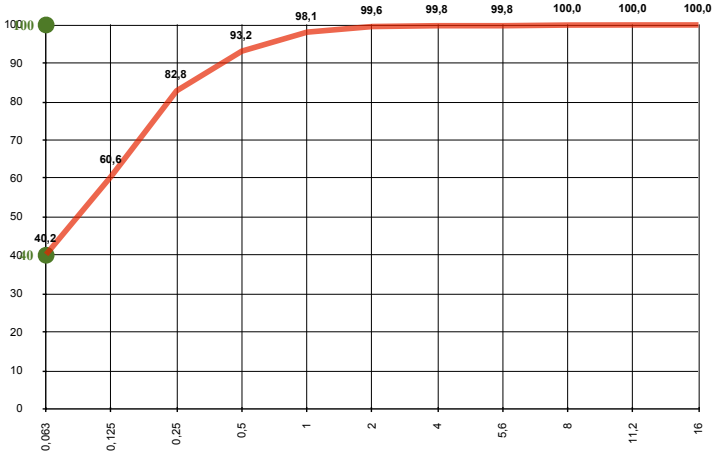
Granulometriskais sastāvs un māla un putekļu daļiņu saturs (aprēķināts):

Materiāla nosaukums	%	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	5,6	8	11,2	16
Smilts-putekļu maisījuma grunts (perspektīvā Aveņu iela Ikšķilē)	29	13,8	34,5	65,8	84,8	97,7	99,8	99,8	99,8	99,9	100	100
Mālaina grunts (Ziemeļu ielas un perspektīvās Bērzu ielas krustojums Kalnājos)	71	51,0	71,3	89,8	96,6	98,3	99,5	99,8	99,8	100	100	100
	100											

Materiāla nosaukums	%	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	5,6	8	11,2	16
	100	40,2	60,6	82,8	93,2	98,1	99,6	99,8	99,8	100,0	100,0	100,0

Klasifikācija

		0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	5,6	8	11,2	16
LVS 190-5:2001 (DIN 18196), grunts apzīmējums - UL	*Maks. %*	*100*										
	Min. %	*40*										



Putekļainas grunts plasticitātes rādītāji (SIA "Ceļu eksperts" 14.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 172/13):

Īpašība	Vērtība	Piezīmes
Paņemtās grunts mitruma saturs, w	-	
Plūstamības robeža, LL (W_L)	18,1	
Plasticitātes robeža, PL	14	
Plasticitātes indekss, PI (I_P)	4	
Plūstamības indekss, LI	-	

=> putekļainas grunts apzīmējums - UL

7.2. Putekļainas grunts nestspējas īpašības lauka apstākļos

Putekļainas grunts nestspējas īpašības lauka apstākļos netika testētas.

7.3. Putekļainas grunts stabilizācijas projekts

Tika pieņemts lēmums šo konkrēto grunšu maisījuma stabilizācijas projektēšanu neturpināt, bet papildus veikt smilšainas grunts un dažādu cita veida grunšu maisījumu projektu izstrādi.

Rezultātus skatīt attiecīgajās šī darba sadaļās.

8. Smilšainas grunts stabilizācijas projekta izstrāde

8.1. Smilšainas grunts īpašības.

Smilšainai gruntij pētniecības ietvaros izstrādāts projekts grunts stabilizācijai ar cementu. Grunts ieguves vieta - smilšainas grunts paraugi no SIA "Ceļu eksperts" laboratorijas.

Papildus veikta smilšainas grunts stabilizācijas projektu izstrāde pievienojot dažādas citas gruntis un saistvielas, stabilizējot ar 4% cementu:

- smilšainas grunts un putekļainas grunts maisījums 50/50;
- smilšainas grunts un mālainas grunts maisījums 90/10;
- smilšainas grunts un cementa putekļu maisījums 95/5.

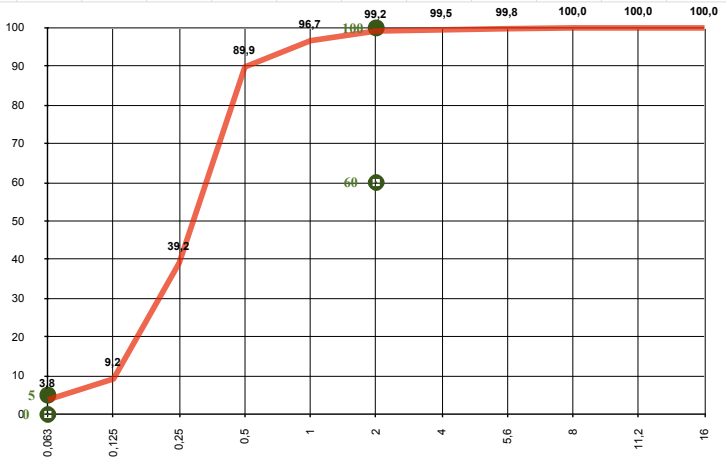
Granulometriskais sastāvs un māla un putekļu daļiņu saturs (SIA "Ceļu eksperts" 14.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 173/13):

Materiāla nosaukums	%	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	5,6	8	11,2	16
Smilts	**100**	3,8	9,2	39,2	89,9	96,7	99,2	99,5	99,8	100	100	100
	100											

Materiāla nosaukums	%	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	5,6	8	11,2	16
Smilts	**100**	3,8	9,2	39,2	89,9	96,7	99,2	99,5	99,8	100,0	100,0	100,0
	100	**3,8**	**9,2**	**39,2**	**89,9**	**96,7**	**99,2**	**99,5**	**99,8**	**100,0**	**100,0**	**100,0**

Klasifikācija

		0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	5,6	8	11,2	16
	Augstākais maks. %											
LVS 190-5:2001 (DIN 18196), grunts apzīmējums - SW, SI (smilts)	*Maks. %*	*5*					*100*					
	Min. %	*0*					*60*					
	Zemākais min. %											



Smilšainas grunts Proktora blīvuma izmaiņas, mainoties ūdens saturam (SIA "Ceļu eksperts" 14.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 174/13):

Ūdens saturs %	Proktora blīvums Mg/m³	Piezīmes
10,4	1,704	
11,4	1,714	
12,3	**1,722**	**optimālais ūdens saturs**
13,3	1,716	

Smilšainas grunts Tūlītējā nestspējas indeksa izmaiņas mainoties ūdens saturam (SIA "Ceļu eksperts" 14.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 174/13):

Ūdens saturs %	Tūlūtējais nestspējas indekss - TNI %	Piezīmes
15,3	7,5	
13,8	12	
12,3	**18**	**optimālais ūdens saturs**
10,8	16	
9,3	15	

Smilšainas grunts Elastības moduļa izmaiņas mainoties ūdens saturam (SIA "Ceļu eksperts" 14.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 174/13):

Ūdens saturs %	Elastības modulis (pēc GOST) MPa	Piezīmes
15,3	79	
13,8	87	
12,3	**77**	**optimālais ūdens saturs**
10,8	68	
9,3	54	

8.2. Smilšainas grunts nestspējas īpašības lauka apstākļos

Smilšainas grunts nestspējas īpašības lauka apstākļos netika testētas.

8.3. Smilšainas grunts stabilizācijas ar cementu projekts

Projekta maisījumi sagatavoti ar 4% un 6% CEM I 42,5 N cementu (ražotājs SIA "Cemex").

Smilšainas grunts ar 6% cementu Proktora blīvuma izmaiņas, mainoties ūdens saturam (SIA "Ceļu eksperts" 14.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 175/13):

Ūdens saturs %	Proktora blīvums Mg/m³	Piezīmes
8,4	1,866	
9,5	1,871	

Ūdens saturs %	Proktora blīvums Mg/m³	Piezīmes
10,5	**1,878**	**optimālais ūdens saturs**
11,6	1,867	

Projekta maisījuma ar 4% cementu testēšanas rezultāti (SIA "Ceļu eksperts" 14.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 175/13):

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
Ūdens saturs, %	10,5	
Tūlītējais nestspējas indekss, TNI, %	22	
Elastības modulis (pēc GOST), MPa	67	VSN 46-83
Parauga blīvums, Mg/m³	1,878	

Sagatavoto paraugu ar 4% cementu testēšanas rezultāti pēc 7 dienu cietēšanas (SIA "Ceļu eksperts" 14.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 175/13; Rīgas Tehniskās universitātes Betona laboratorijas 09.01.2013. Testēšanas pārskats Nr. T13-01):

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
CBR, %	46	+ mērcēšana 96 h
Elastības modulis (pēc GOST), MPa	113	VSN 46-83
Lineārā deformācija, mm	-0,49	
Spiedes stiprība, MPa	0,09	
Spiedes stiprība pēc 5 salizturības cikliem, MPa	0,04	
Masas zudumi pēc 5 cikliem, kg/m²	12,32	
Paraugu vidējais vizuālais novērtējums pēc 5 cikliem	3,0	
Spiedes stiprība pēc 10 salizturības cikliem, MPa	0,03	
Masas zudumi pēc 10 cikliem, kg/m²	16,88	
Paraugu vidējais vizuālais novērtējums pēc 10 cikliem	3,7	

Projekta maisījuma ar 6% cementu testēšanas rezultāti (SIA "Ceļu eksperts" 14.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 175/13):

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
Ūdens saturs, %	10,5	
Tūlītējais nestspējas indekss, TNI, %	28	
Elastības modulis (pēc GOST), MPa	79	VSN 46-83
Parauga blīvums, Mg/m^3	1,878	

Sagatavoto paraugu ar 6% cementu testēšanas rezultāti pēc 7 dienu cietēšanas (SIA "Ceļu eksperts" 14.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 175/13; Rīgas Tehniskās universitātes Betona laboratorijas 09.01.2013. Testēšanas pārskats Nr. T13-01):

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
CBR, %	52	+ mērcēšana 96 h
Elastības modulis (pēc GOST), MPa	208	VSN 46-83
Lineārā deformācija, mm	-0,34	
Spiedes stiprība, MPa	0,11	
Spiedes stiprība pēc 5 salizturības cikliem, MPa	0,07	
Masas zudumi pēc 5 cikliem, kg/m^2	5,03	
Paraugu vidējais vizuālais novērtējums pēc 5 cikliem	2,0	
Spiedes stiprība pēc 10 salizturības cikliem, MPa	0,04	
Masas zudumi pēc 10 cikliem, kg/m^2	12,28	
Paraugu vidējais vizuālais novērtējums pēc 10 cikliem	3,0	

Sagatavoto paraugu ar 4% un 6% cementu testēšanas rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas (SIA "Ceļu eksperts" 14.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 174/13; Rīgas Tehniskās universitātes Betona laboratorijas 07.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. T13-11):

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
Spiedes stiprība, MPa	0,08	ar 4% cementu

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
Spiedes stiprība pēc 5 salizturības cikliem, MPa	0,17	ar 6% cementu

Tā kā smilšainas grunts stabilizācija gan ar 4%, gan 6% cementu uzrādīja salīdzinoši vājus rezultātus, tad tika sagatavoti smilšainas grunts (izmantota cita - smilts-putekļu maisījuma grunts no SIA "Ceļu eksperts laboratorijas") un dažādu citu grunšu paraugi, visi ar 4% cementu, ar mērķi noskaidrot iespējas stabilizācijas efektivitātes paaugstināšanai. Tika sagatavoti šādi paraugi ar 4% cementu:

- smilšaina grunts - 100%
- smilšainas grunts un smilts-putekļu maisījuma grunts maisījums 50/50;
- smilšainas grunts un mālainas grunts maisījums 90/10;
- smilšainas grunts un cementa putekļu maisījums 95/5.

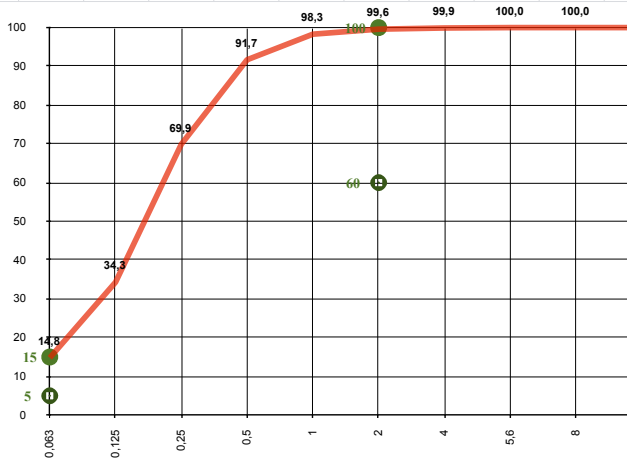
Smilšainas grunts granulometriskais sastāvs un māla un putekļu daļiņu saturs (SIA "Ceļu eksperts" 14.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 176/13):

Materiāla nosaukums	%	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	5,6	8	
Smilts - 2	**100**	14,8	34,3	69,9	91,7	98,3	99,6	99,9	100	100	
	100										

Materiāla nosaukums	%	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	5,6	8	
Smilts - 2	**100**	14,8	34,3	69,9	91,7	98,3	99,6	99,9	100,0	100,0	1
	100	**14,8**	**34,3**	**69,9**	**91,7**	**98,3**	**99,6**	**99,9**	**100,0**	**100,0**	**1**

Klasifikācija

		0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	5,6	8	
	Augstākais maks. %										
LVS 190-5:2001 (DIN 18196), grunts apzīmējums - SU (smilts putekļu maisījums)	*Maks. %*	*15*					*100*				
	Min. %	*5*					*60*				
	Zemākais min. %										



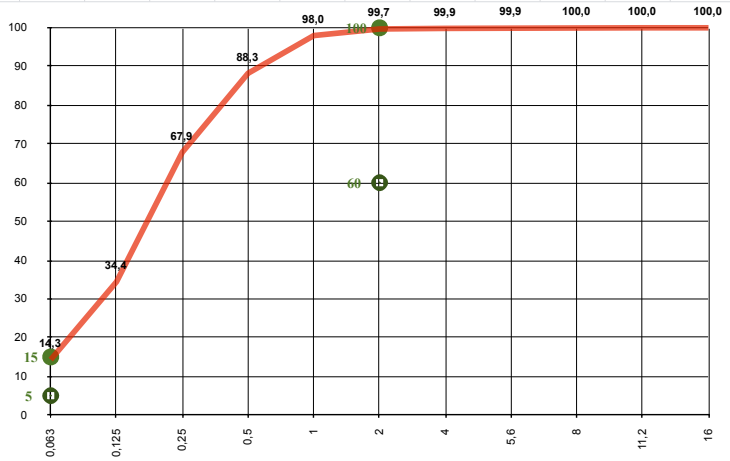
Smilšainas grunts un smilts-putekļu maisījuma grunts maisījuma granulometriskais sastāvs un māla un putekļu daļiņu saturs (aprēķins):

Materiāla nosaukums	%	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	5,6	8	11,2	16
Smilts - 2	**50**	14,8	34,3	69,9	91,7	98,3	99,6	99,9	100	100	100	100
Smilts-putekļu maisījuma grunts (perspektīvā Aveņu iela Ikšķilē)	**50**	13,8	34,5	65,8	84,8	97,7	99,8	99,8	99,8	99,9	100	100
	100											

Materiāla nosaukums	%	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	5,6	8	11,2	16
Smilts - 2	**50**	7,4	17,2	35,0	45,9	49,2	49,8	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0
Smilts-putekļu maisījuma grunts (perspektīvā Aveņu iela Ikšķilē)	**50**	6,9	17,3	32,9	42,4	48,9	49,9	49,9	49,9	50,0	50,0	50,0
	100	**14,3**	**34,4**	**67,9**	**88,3**	**98,0**	**99,7**	**99,9**	**99,9**	**100,0**	**100,0**	**100,0**

Klasifikācija

		0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	5,6	8	11,2	16
	Augstākais maks. %											
LVS 190-5:2001 (DIN 18196), grunts apzīmējums - SU (smilts putekļu maisījums)	*Maks. %*	*15*					*100*					
	Min. %	*5*					*60*					
	Zemākais min. %											



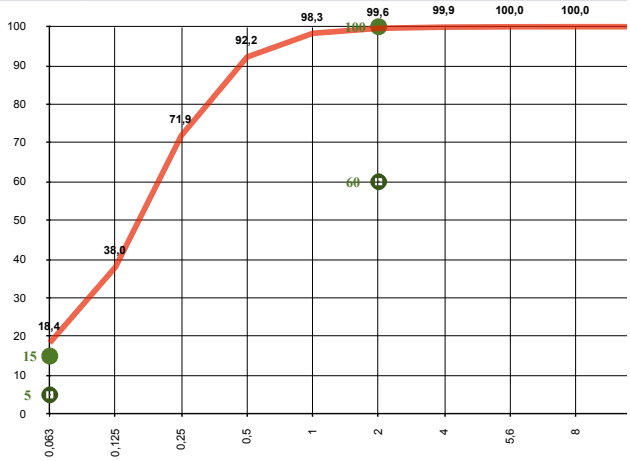
Smilšainas grunts un mālainas grunts granulometriskais sastāvs un māla un putekļu daļiņu saturs (aprēķins):

Materiāla nosaukums	%	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	5,6	8
Smilts - 2	**90**	14,8	34,3	69,9	91,7	98,3	99,6	99,9	100	100
Mālaina grunts (Ziemeļu ielas un perspektīvās Bērzu ielas	**10**	51,0	71,3	89,8	96,6	98,3	99,5	99,8	99,8	100
	100									

Materiāla nosaukums	%	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	5,6	8
Smilts - 2	**90**	13,3	30,9	62,9	82,5	88,5	89,6	89,9	90,0	90,0
Mālaina grunts (Ziemeļu ielas un perspektīvās Bērzu ielas	**10**	5,1	7,1	9,0	9,7	9,8	10,0	10,0	10,0	10,0
	100	**18,4**	**38,0**	**71,9**	**92,2**	**98,3**	**99,6**	**99,9**	**100,0**	**100,0**

Klasifikācija

		0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	5,6	8
	Augstākais maks. %									
LVS 190-5:2001 (DIN 18196), grunts apzīmējums - SU (smilts putekļu maisījums)	*Maks. %*	*15*					*100*			
	Min. %	*5*					*60*			
	Zemākais min. %									



Sagatavoto paraugu ar 4% cementu testēšanas rezultāti pēc 7 dienu cietēšanas (SIA "Ceļu eksperts" 14.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 177/13):

Maisījums	Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
Smilšaina grunts 100%	Ūdens saturs, %	11,3	
	Parauga blīvums, Mg/m^3	1,838	
	Spiedes stiprība, MPa	0,59	
Smilšaina grunts / smilts-putekļu maisījuma grunts 50/50	Ūdens saturs, %	9,9	
	Parauga blīvums, Mg/m^3	1,897	
	Spiedes stiprība, MPa	1,11	
Smilšaina grunts / mālaina grunts 90/10	Ūdens saturs, %	11,2	
	Parauga blīvums, Mg/m^3	1,841	
	Spiedes stiprība, MPa	0,71	
Smilšaina grunts / cementa putekļi 95/5	Ūdens saturs, %	10,3	
	Parauga blīvums, Mg/m^3	1,888	
	Spiedes stiprība, MPa	1,04	

9. Aukstās pārstrādes (reciklēšanas) projektu izstrāde

Aukstās pārstrādes (reciklēšanas) projekti pētniecības ietvaros izstrādāti ar cementu un CHCS. Kā pārstrādājamie (reciklējamie) materiāli izvēlēti: frēzētais asfalts (iegūts no krautnes Ķegumā), smilts-grants maisījums (iegūts no krautnes Ķekavā), un šķembas (iegūtas no krautnes Ķekavā).

Sastāvu projektēšanai sagatavoti šādi maisījumi:

- smilts-grants maisījums 50% + frēzētais asfalts 50%:
  - ar 2% cementu;
  - ar 4% cementu;
  - ar 3% CHCS;
  - ar 6% CHCS.
- šķembu maisījums 50% + frēzētais asfalts 50%:
  - ar 2% cementu,
  - ar 4% cementu.
- frēzētais asfalts 100%:
  - ar 2% cementu,
  - ar 4% cementu.

9.1. Smilts-grants maisījuma īpašības.

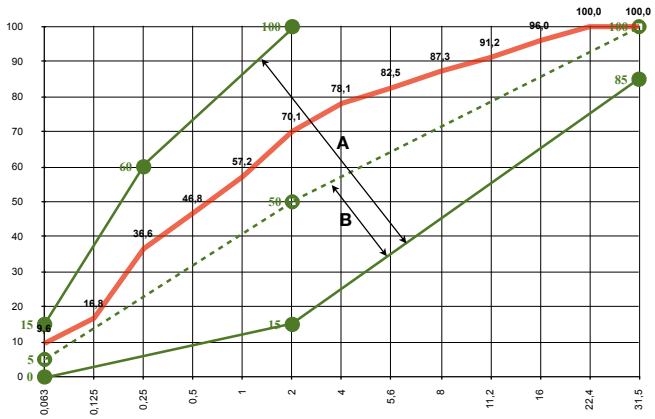
Smilts-grants maisījuma granulometriskais sastāvs un māla un putekļu daļiņu saturs (SIA "Ceļu eksperts" 14.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 178/13):

Materiāla nosaukums	%	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	5,6	8	11,2	16	22,4	31,5
Smilts-grants maisījums reciklēšanas projektam (krautne Asfaltniekos)	**100**	9,6	16,8	36,6	46,8	57,2	70,1	78,1	82,5	87,3	91,2	96,0	100	100
	100													

Materiāla nosaukums	%	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	5,6	8	11,2	16	22,4	31,5
Smilts-grants maisījums reciklēšanas projektam (krautne	**100**	9,6	16,8	36,6	46,8	57,2	70,1	78,1	82,5	87,3	91,2	96,0	100,0	100,0
	100	**9,6**	**16,8**	**36,6**	**46,8**	**57,2**	**70,1**	**78,1**	**82,5**	**87,3**	**91,2**	**96,0**	**100,0**	**100,0**

Klasifikācija

		0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	5,6	8	11,2	16	22,4	31,5
	Augstākais maks. %													
LVS EN 14227-1, 1. zīmējums	*Maks. %*	*15*		*60*			*100*							
A - visa spektra granulometriskie sastāvi B - labas gradācijas rupji materiāli	*Min. %*	*5*					*50*							*100*
	Zemākais min. %	*0*					*15*							*85*



9.2. Frēzētā asfalta īpašības.

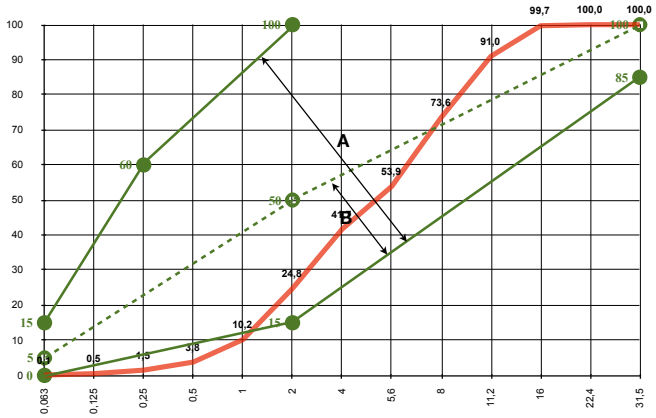
Frēzētā asfalta granulometriskais sastāvs un māla un putekļu daļiņu saturs (SIA "Ceļu eksperts" 12.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 145/13) [bez saistvielas atmazgāšanas]:

Materiāla nosaukums	%	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	5,6	8	11,2	16	22,4	31,5
Frēzētais asfalts (bez saistvielas atmazgāšanas)	**100**	0,1	0,5	1,5	3,8	10,2	24,8	41,7	53,9	73,6	91,0	99,7	100	100
	100													

Materiāla nosaukums	%	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	5,6	8	11,2	16	22,4	31,5
Frēzētais asfalts (bez saistvielas atmazgāšanas)	**100**	0,1	0,5	1,5	3,8	10,2	24,8	41,7	53,9	73,6	91,0	99,7	100,0	100,0
	100	**0,1**	**0,5**	**1,5**	**3,8**	**10,2**	**24,8**	**41,7**	**53,9**	**73,6**	**91,0**	**99,7**	**100,0**	**100,0**

Klasifikācija

		0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	5,6	8	11,2	16	22,4	31,5
	Augstākais maks. %													
LVS EN 14227-1, 1. zīmējums	*Maks. %*	*15*		*60*			*100*							
A - visa spektra granulometriskie sastāvi B - labas gradācijas rupji materiāli	*Min. %*	*5*					*50*							*100*
	Zemākais min. %	*0*					*15*							*85*



Frēzēta asfalta Proktora blīvuma izmaiņas, mainoties ūdens saturam (SIA "Ceļu eksperts " 12.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 145/13):

Ūdens saturs %	Proktora blīvums Mg/m³	Piezīmes
1,0	1,614	
2,0	1,638	
2,8	**1,649**	**optimālais ūdens saturs**
4,0	1,641	
4,4	1,640	

Frēzētā asfalta īpašības pie optimālā ūdens satura (SIA "Ceļu eksperts" 12.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 145/13):

Īpašība	Vērtība	Piezīmes
CBR	5,3	
TNI	4,7	
Elastības modulis (pēc GOST), MPa	106	

9.3. Smilts-grants 50% un frēzētā asfalta 50% maisījuma īpašības.

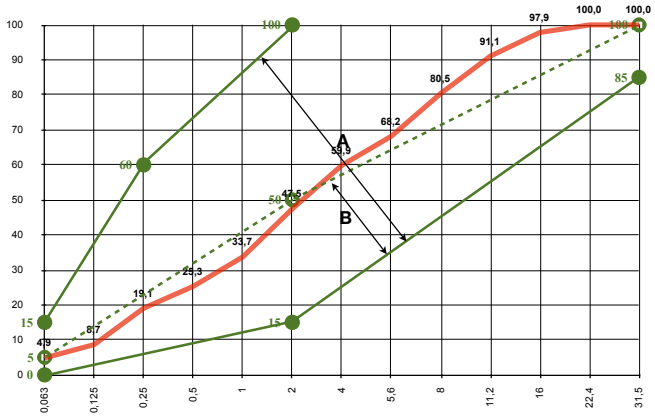
Smilts-grants 50% un frēzētā asfalta 50% granulometriskais sastāvs un māla un putekļu daļiņu saturs (aprēķins):

Materiāla nosaukums	%	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	5,6	8	11,2	16	22,4	31,5
Frēzētais asfalts (bez saistvielas atmazgāšanas)	**50**	0,1	0,5	1,5	3,8	10,2	24,8	41,7	53,9	73,6	91,0	99,7	100	100
Smilts-grants maisījums reciklēšanas projektam (krautne Asfaltniekos)	**50**	9,6	16,8	36,6	46,8	57,2	70,1	78,1	82,5	87,3	91,2	96,0	100	100
	100													

Materiāla nosaukums	%	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	5,6	8	11,2	16	22,4	31,5
Frēzētais asfalts (bez saistvielas atmazgāšanas)	**50**	0,1	0,3	0,8	1,9	5,1	12,4	20,9	27,0	36,8	45,5	49,9	50,0	50,0
Smilts-grants maisījums reciklēšanas projektam (krautne	**50**	4,8	8,4	18,3	23,4	28,6	35,1	39,1	41,3	43,7	45,6	48,0	50,0	50,0
	100	**4,9**	**8,7**	**19,1**	**25,3**	**33,7**	**47,5**	**59,9**	**68,2**	**80,5**	**91,1**	**97,9**	**100,0**	**100,0**

Klasifikācija

		0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	5,6	8	11,2	16	22,4	31,5
	Augstākais maks. %													
LVS EN 14227-1, 1. zīmējums	*Maks. %*	*15*		*60*			*100*							
A - visa spektra granulometriskie sastāvi B - labas gradācijas rupji materiāli	*Min. %*	*5*					*50*							*100*
	Zemākais min. %	*0*					*15*							*85*



9.4. Šķembu 50% un frēzētā asfalta 50% maisījuma īpašības.

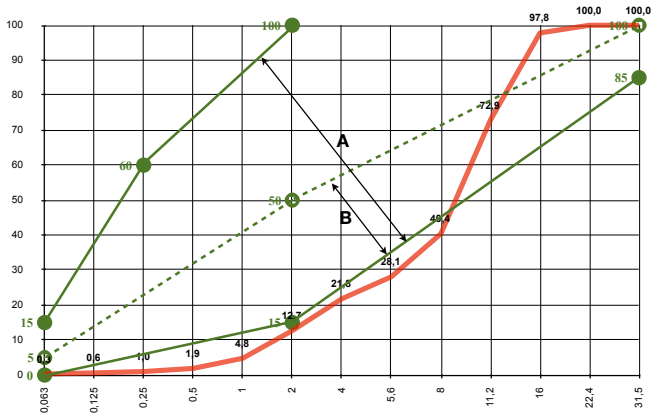
Šķembu 50% un frēzētā asfalta 50% granulometriskais sastāvs un māla un putekļu daļiņu saturs (SIA "Ceļu eksperts" 12.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 146/13):

Materiāla nosaukums	%	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	5,6	8	11,2	16	22,4	31,5
Frēze - 50%, šķembas 8/11 - 25%, šķembas 11/16 - 25%	**100**	0,3	0,6	1,0	1,9	4,8	12,7	21,8	28,1	40,4	72,9	97,8	100	100
	100													

Materiāla nosaukums	%	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	5,6	8	11,2	16	22,4	31,5
Frēze - 50%, šķembas 8/11 - 25%, šķembas 11/16 - 25%	**100**	0,3	0,6	1,0	1,9	4,8	12,7	21,8	28,1	40,4	72,9	97,8	100,0	100,0
	100	**0,3**	**0,6**	**1,0**	**1,9**	**4,8**	**12,7**	**21,8**	**28,1**	**40,4**	**72,9**	**97,8**	**100,0**	**100,0**

Klasifikācija

		0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	5,6	8	11,2	16	22,4	31,5
	Augstākais maks. %													
LVS EN 14227-1, 1. zīmējums	*Maks. %*	*15*		*60*			*100*							
A - visa spektra granulometriskie sastāvi B - labas gradācijas rupji materiāli	*Min. %*	*5*					*50*							*100*
	Zemākais min. %	*0*					*15*							*85*



9.5. Smilts-grants 50% un frēzētā asfalta 50% stabilizācijas ar cementu projekts

Projekta maisījumi sagatavoti ar 2% un 4% CEM I 42,5 N cementu (ražotājs SIA "Cemex").

Smilts-grants 50% un frēzētā asfalta 50% ar 4% cementu Proktora blīvuma izmaiņas, mainoties ūdens saturam (SIA "Ceļu eksperts" 15.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 179/13):

Ūdens saturs %	Proktora blīvums Mg/m³	Piezīmes
4,3	2,012	
5,2	**2,044**	**optimālais ūdens saturs**
6,5	2,035	

Projekta maisījuma ar 2% cementu testēšanas rezultāti (SIA "Ceļu eksperts" 15.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 179/13):

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
Ūdens saturs, %	5,2	
Tūlītējais nestspējas indekss, TNI, %	24	
Elastības modulis (pēc GOST), MPa	146	VSN 46-83
Parauga blīvums, Mg/m³	2,044	

Sagatavoto paraugu ar 2% cementu testēšanas rezultāti pēc 7 dienu cietēšanas (SIA "Ceļu eksperts" 15.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 179/13; Rīgas Tehniskās universitātes Betona laboratorijas 17.12.2012. Testēšanas pārskats Nr. T12-28):

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
CBR, %	134	+ mērcēšana 96 h
Elastības modulis (pēc GOST), MPa	590	VSN 46-83
Lineārā deformācija, mm	-0,14	
Spiedes stiprība, MPa	0,77	
Spiedes stiprība pēc 5 salizturības cikliem, MPa	0,55	
Masas zudumi pēc 5 cikliem, kg/m²	1,05	

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
Paraugu vidējais vizuālais novērtējums pēc 5 cikliem	1,3	
Spiedes stiprība pēc 10 salizturības cikliem, MPa	0,40	
Masas zudumi pēc 10 cikliem, kg/m²	5,02	
Paraugu vidējais vizuālais novērtējums pēc 10 cikliem	2,7	

Projekta maisījuma ar 4% cementu testēšanas rezultāti (SIA "Ceļu eksperts" 15.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 179/13):

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
Ūdens saturs, %	5,2	
Tūlītējais nestspējas indekss, TNI, %	27	
Elastības modulis (pēc GOST), MPa	195	VSN 46-83
Parauga blīvums, Mg/m³	2,044	

Sagatavoto paraugu ar 4% cementu testēšanas rezultāti pēc 7 dienu cietēšanas (SIA "Ceļu eksperts" 15.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 179/13; Rīgas Tehniskās universitātes Betona laboratorijas 17.12.2012. Testēšanas pārskats Nr. T12-28):

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
CBR, %	260	+ mērcēšana 96 h
Elastības modulis (pēc GOST), MPa	1075	VSN 46-83
Lineārā deformācija, mm	-0,20	
Spiedes stiprība, MPa	1,62	
Spiedes stiprība pēc 5 salizturības cikliem, MPa	1,50	
Masas zudumi pēc 5 cikliem, kg/m²	0,33	
Paraugu vidējais vizuālais novērtējums pēc 5 cikliem	1,0	
Spiedes stiprība pēc 10 salizturības cikliem, MPa	1,43	
Masas zudumi pēc 10 cikliem, kg/m²	0,97	

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
Paraugu vidējais vizuālais novērtējums pēc 10 cikliem	2,3	

Sagatavoto paraugu ar 2% un 4% cementu testēšanas rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas (SIA ″Ceļu eksperts″ 15.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 179/13; Rīgas Tehniskās universitātes Betona laboratorijas 07.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. T13-11):

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
Spiedes stiprība, MPa	0,87	ar 2% cementu
Spiedes stiprība pēc 5 salizturības cikliem, MPa	2,20	ar 4% cementu

9.6. Smilts-grants 50% un frēzētā asfalta 50% stabilizācijas ar CHCS (cementa hidrauliskā ceļu saistviela) projekts

Projekta maisījumi sagatavoti ar 3% un 6% CHCS (ražotājs SIA "Cemex").

Smilts-grants 50% un frēzētā asfalta 50% ar 6% CHCS Proktora blīvuma izmaiņas, mainoties ūdens saturam (SIA "Ceļu eksperts" 15.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 180/13):

Ūdens saturs %	Proktora blīvums Mg/m³	Piezīmes
4,5	2,029	
5,4	**2,044**	**optimālais ūdens saturs**
6,5	2,040	

Projekta maisījuma ar 3% CHCS testēšanas rezultāti (SIA "Ceļu eksperts" 15.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 180/13):

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
Ūdens saturs, %	5,4	
Tūlītējais nestspējas indekss, TNI, %	27	
Elastības modulis (pēc GOST), MPa	140	VSN 46-83
Parauga blīvums, Mg/m³	2,044	

Sagatavoto paraugu ar 3% CHCS testēšanas rezultāti pēc 7 dienu cietēšanas (SIA "Ceļu eksperts" 15.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 180/13; Rīgas Tehniskās universitātes Betona laboratorijas 18.12.2012. Testēšanas pārskats Nr. T12-29):

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
CBR, %	116	+ mērcēšana 96 h
Elastības modulis, MPa	480	VSN 46-83
Lineārā deformācija, mm	-0,06	
Spiedes stiprība, MPa	0,52	
Spiedes stiprība pēc 5 salizturības cikliem, MPa	0,20	
Masas zudumi pēc 5 cikliem, kg/m²	4,8	
Paraugu vidējais vizuālais novērtējums pēc 5 cikliem	2,7	

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
Spiedes stiprība pēc 10 salizturības cikliem, MPa	0,12	
Masas zudumi pēc 10 cikliem, kg/m²	16,24	
Paraugu vidējais vizuālais novērtējums pēc 10 cikliem	3,3	

Projekta maisījuma ar 6% CHCS testēšanas rezultāti (SIA "Ceļu eksperts" 15.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 180/13):

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
Ūdens saturs, %	5,4	
Tūlītējais nestspējas indekss, TNI, %	23	
Elastības modulis (pēc GOST), MPa	160	VSN 46-83
Parauga blīvums, Mg/m³	2,044	

Sagatavoto paraugu ar 6% CHCS testēšanas rezultāti pēc 7 dienu cietēšanas (SIA "Ceļu eksperts" 15.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 180/13; Rīgas Tehniskās universitātes Betona laboratorijas 18.12.2012. Testēšanas pārskats Nr. T12-29):

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
CBR, %	178	+ mērcēšana 96 h
Elastības modulis (pēc GOST), MPa	817	VSN 46-83
Lineārā deformācija	-0,01	
Spiedes stiprība, MPa	0,96	
Spiedes stiprība pēc 5 salizturības cikliem, MPa	0,75	
Masas zudumi pēc 5 cikliem, kg/m²	1,72	
Paraugu vidējais vizuālais novērtējums pēc 5 cikliem	1,3	
Spiedes stiprība pēc 10 salizturības cikliem, MPa	0,38	
Masas zudumi pēc 10 cikliem, kg/m²	6,08	
Paraugu vidējais vizuālais novērtējums pēc 10 cikliem	2,7	

Sagatavoto paraugu ar 3% un 6% CHCS testēšanas rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas (SIA ″Ceļu eksperts″ 15.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 180/13; Rīgas Tehniskās universitātes Betona laboratorijas 07.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. T13-11):

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
Spiedes stiprība, MPa	0,78	ar 3% CHCS
Spiedes stiprība pēc 5 salizturības cikliem, MPa	1,08	ar 6% CHCS

9.7. Šķembu 50% un frēzētā asfalta 50% stabilizācijas ar cementu projekts

Projekta maisījumi sagatavoti ar 2% un 4% CEM I 42,5 N cementu (ražotājs SIA "Cemex").

Šķembu 50% un frēzētā asfalta 50% ar 4% cementu Proktora blīvuma izmaiņas, mainoties ūdens saturam (SIA "Ceļu eksperts" 12.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 146/13):

Ūdens saturs %	Proktora blīvums Mg/m³	Piezīmes
1,0	1,790	
2,1	1,807	
2,8	**1,827**	**optimālais ūdens saturs**
3,6	1,775	

Projekta maisījuma ar 2% cementu testēšanas rezultāti (SIA "Ceļu eksperts" 12.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 146/13):

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
Ūdens saturs, %	2,8	
Tūlītējais nestspējas indekss, TNI, %	9,5	
Parauga blīvums, Mg/m³	1,830	

Sagatavoto paraugu ar 2% cementu testēšanas rezultāti pēc 7 dienu cietēšanas (SIA "Ceļu eksperts" 12.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 146/13; Rīgas Tehniskās universitātes Betona laboratorijas 09.01.2013. Testēšanas pārskats Nr. T13/01):

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
Spiedes stiprība, MPa	0,28	
Spiedes stiprība pēc 5 salizturības cikliem, MPa	0,30	
Masas zudumi pēc 5 cikliem, kg/m²	0,26	
Paraugu vidējais vizuālais novērtējums pēc 5 cikliem	1,0	
Spiedes stiprība pēc 10 salizturības cikliem, MPa	0,21	
Masas zudumi pēc 10 cikliem, kg/m²	0,78	

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
Paraugu vidējais vizuālais novērtējums pēc 10 cikliem	1,0	

Projekta maisījuma ar 4% cementu testēšanas rezultāti (SIA "Ceļu eksperts" 12.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 146/13):

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
Ūdens saturs, %	2,7	
Tūlītējais nestspējas indekss, TNI, %	10,5	
Parauga blīvums, Mg/m^3	1,834	

Sagatavoto paraugu ar 4% cementu testēšanas rezultāti pēc 7 dienu cietēšanas (SIA "Ceļu eksperts" 12.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 146/13; Rīgas Tehniskās universitātes Betona laboratorijas 09.01.2013. Testēšanas pārskats Nr. T13-01):

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
CBR, %	64	+ mērcēšana 96 h
Elastības modulis (pēc GOST), MPa	773	VSN 46-83
Lineārā deformācija, mm	-0,33	
Spiedes stiprība, MPa	0,54	
Spiedes stiprība pēc 5 salizturības cikliem, MPa	0,45	
Masas zudumi pēc 5 cikliem, kg/m^2	0,67	
Paraugu vidējais vizuālais novērtējums pēc 5 cikliem	1,2	
Spiedes stiprība pēc 10 salizturības cikliem, MPa	0,41	
Masas zudumi pēc 10 cikliem, kg/m^2	1,49	
Paraugu vidējais vizuālais novērtējums pēc 10 cikliem	1,3	

Sagatavoto paraugu ar 2% un 4% cementu testēšanas rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas (SIA "Ceļu eksperts" 12.02.2012. Testēšanas pārskats Nr. 146/13; Rīgas Tehniskās universitātes Betona laboratorijas 07.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. T13-01):

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
Spiedes stiprība, MPa	0,35	ar 2% cementu

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
Spiedes stiprība pēc 5 salizturības cikliem, MPa	0,58	ar 4% cementu

9.8. Frēzētā asfalta stabilizācijas ar cementu projekts

Projekta maisījumi sagatavoti ar 2% un 4% CEM I 42,5 N cementu (ražotājs SIA "Cemex").

Frēzētā asfalta ar 4% cementu Proktora blīvuma izmaiņas, mainoties ūdens saturam (SIA "Ceļu eksperts" 12.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 145/13):

Ūdens saturs %	Proktora blīvums Mg/m³	Piezīmes
1,3	1,648	
2,3	1,658	
3,3	**1,666**	**optimālais ūdens saturs**
4,1	1,661	

Projekta maisījuma ar 2% cementu testēšanas rezultāti (SIA "Ceļu eksperts" 12.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 145/13):

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
Ūdens saturs, %	3,3	
Tūlītējais nestspējas indekss, TNI, %	4,2	
Parauga blīvums, Mg/m³	1,667	

Sagatavoto paraugu ar 2% cementu testēšanas rezultāti pēc 7 dienu cietēšanas (SIA "Ceļu eksperts" 12.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 145/12; Rīgas Tehniskās universitātes Betona laboratorijas 18.12.2012. Testēšanas pārskats Nr. T12-29):

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
CBR, %	21	+ mērcēšana 96 h
Elastības modulis (pēc GOST), MPa	218	VSN 46-83
Lineārā vai tilpuma izplešanās, %	-0,12	
Spiedes stiprība, MPa	0,30	
Spiedes stiprība pēc 5 salizturības cikliem, MPa	0,33	
Masas zudumi pēc 5 cikliem, kg/m²	0,24	
Paraugu vidējais vizuālais novērtējums pēc 5 cikliem	1,0	

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
Spiedes stiprība pēc 10 salizturības cikliem, MPa	0,31	
Masas zudumi pēc 10 cikliem, kg/m²	0,72	
Paraugu vidējais vizuālais novērtējums pēc 10 cikliem	1,3	

Projekta maisījuma ar 4% cementu testēšanas rezultāti (SIA "Ceļu eksperts" 12.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 145/13):

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
Ūdens saturs, %	3,3	
Tūlītējais nestspējas indekss, TNI, %	6,2	
Parauga blīvums, Mg/m³	1,698	

Sagatavoto paraugu ar 4% cementu testēšanas rezultāti pēc 7 dienu cietēšanas (SIA "Ceļu eksperts" 12.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 145/13; Rīgas Tehniskās universitātes Betona laboratorijas 18.12.2012. Testēšanas pārskats Nr. T12-29):

Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
CBR, %	26	+ mērcēšana 96 h
Elastības modulis (pēc GOST), MPa	452	VSN 46-83
Lineārā deformācija, mm	-0,06	
Spiedes stiprība, MPa	0,62	
Spiedes stiprība pēc 5 salizturības cikliem, MPa	0,62	
Masas zudumi pēc 5 cikliem, kg/m²	0,06	
Paraugu vidējais vizuālais novērtējums pēc 5 cikliem	0,3	
Spiedes stiprība pēc 10 salizturības cikliem, MPa	0,61	
Masas zudumi pēc 10 cikliem, kg/m²	0,23	
Paraugu vidējais vizuālais novērtējums pēc 10 cikliem	1,0	

Sagatavoto paraugu ar 2% un 4% cementu testēšanas rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas (SIA "Ceļu eksperts" 12.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. 145/13; Rīgas Tehniskās universitātes Betona laboratorijas 07.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. T13-11):

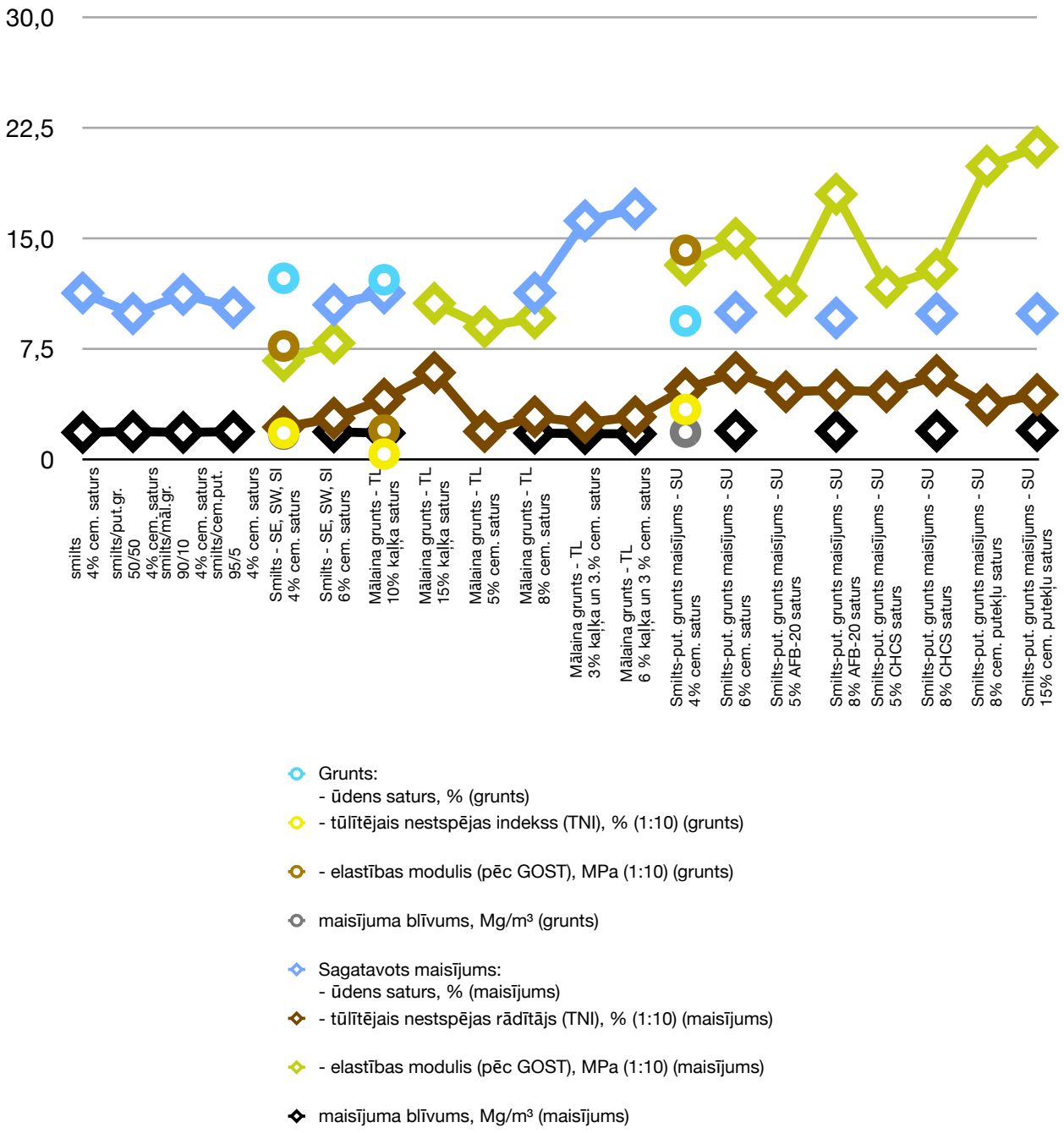
Īpašība	Rezultāts	Piezīmes
Spiedes stiprība, MPa	0,35	ar 2% cementu
Spiedes stiprība pēc 5 salizturības cikliem, MPa	0,75	ar 4% cementu

10.Datu apkopojumi un analīze

10.1. Grunšu stabilizācijas projektēšanas datu apkopojumi un analīze

Veiktās projektēšanas datu analīze veikta salīdzinot iegūtos testēšanas rezultātus, izvērtējot kopsakarības, kā arī identificējot rezultātu izmaiņu ietekmējošos faktorus vai to kombinācijas.

Grunts un sagatavoto grunts stabilizācijas projekta maisījumu testēto īpašību grafisks attēlojums:



Datu attēlošanas ērtībām grunts un sagatavotā maisījuma Tūlītējās nestspējas un Elastības moduļa testēšanas rezultāti grafikā attēloti mērogā 1:10.

Testēšanas rezultāti uzrāda sekojošas tendences:

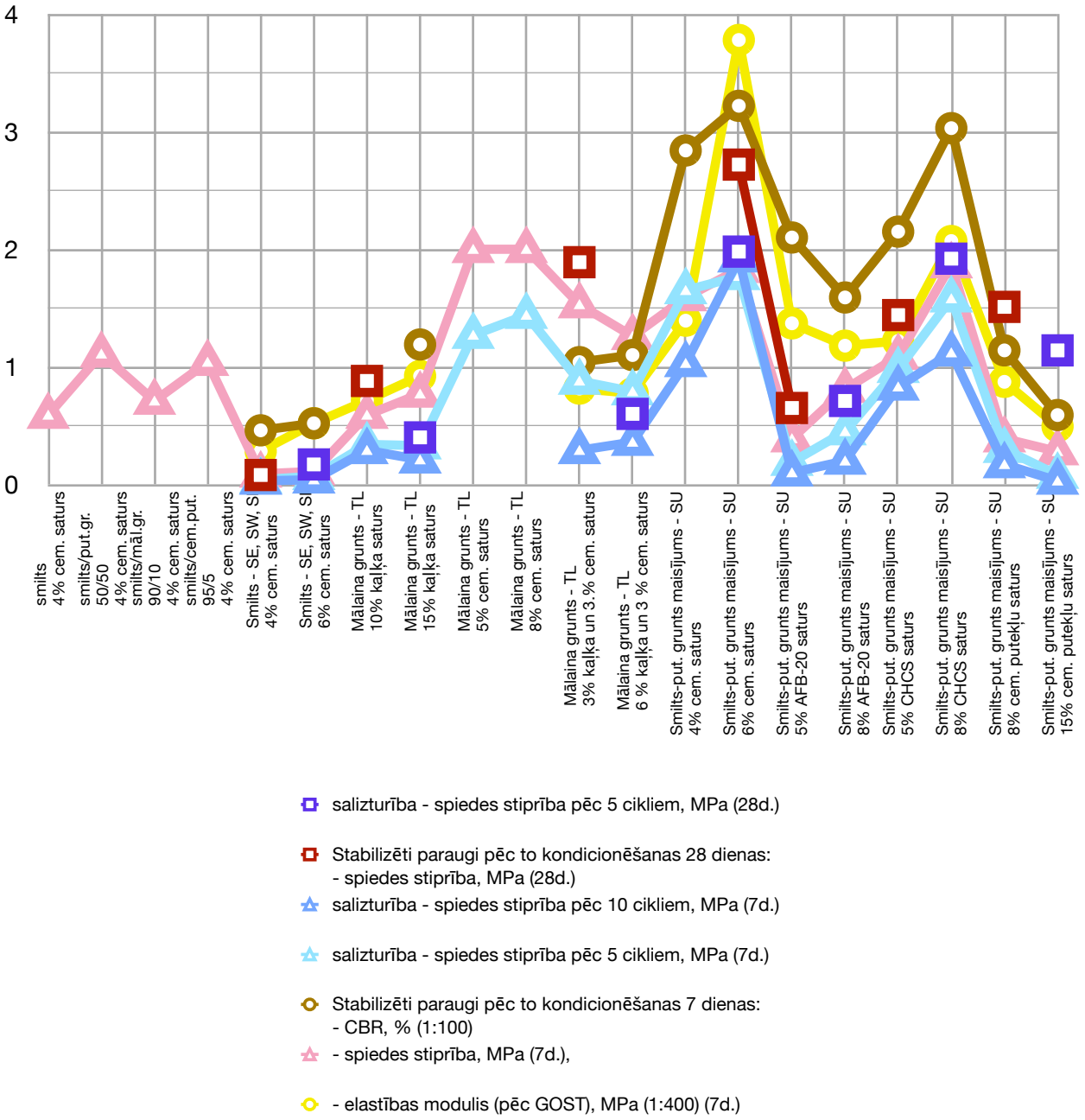
- optimālais ūdens saturs un tilpumsvars ir atkarīgs no konkrētās grunts īpašībām;
- pievienojot saistvielas optimālais ūdens saturs un tilpumsvars izmainās;
- TNI un elastības moduļa vērtības ir augstākas gruntīm ar optimālu vai nedaudz zemāku ūdens saturu;
- mālainām gruntīm šīs optimālā ūdens satura un tilpumsvara izmaiņas atkarībā no pievienojamo saistvielu vaida un daudzuma novērojamas plašākā diapazonā nekā smilšainām un putekļainām gruntīm;

- sagatavotā maisījuma tūlītējās nestspējas vērtības un elastības moduļa testēšanas rezultāti praktiski visos gadījumos uzrāda savstarpēju korelāciju, to rezultātu vidējā atšķirība (TNI vērtība no elastības moduļa vērtības) ir 34% (robežās no 18,6% līdz 55,7%);
- pēc saistvielas pievienošanas vairumā gadījumu novērojams TNI un elastības moduļa pieaugums grunts maisījumam ar saistvielu pret tīru grunti.

Secinājumi:

- rīkojoties ar gruntīm jānodrošina, lai ūdens daudzums būtu tuvs optimālajam ūdens saturam vai nedaudz zemāks, bet nepārsniegtu to, jo ar palielinātu ūdens saturu grunts nestspējas un sablīvējuma rādītāji būs pazemināti un, iespējams, pat nesasniedzami;
- TNI lietderīgi noteikt ka prasības kriteriju ar saistvielu samaisītas grunts maisījumam, jo tas jau sākotnēji pietuvināti ļauj spriest par stabilizācijas sastāva izvēles pareizību.

Sagatavoto grunts stabilizācijas paraugu testēto īpašību grafisks attēlojums:



Datu attēlošanas ērtībām sagatavoto grunts stabilizācijas paraugu CBR testēšanas rezultāti grafikā attēloti mērogā 1:100 un Elastības moduļa testēšanas rezultāti grafikā attēloti mērogā 1:400.

Testēšanas rezultāti uzrāda sekojošas tendences:

- grunts stabilizācijas paraugu CBR un elastības moduļa testēšanas rezultāti pēc 7 dienu cietēšanas praktiski visos gadījumos uzrāda savstarpēju korelāciju (izņemot vienā gadījumā - ar kaļķa/cementa saistvielu), to rezultātu vidējā atšķirība (CBR vērtība no elastības moduļa vērtības) ir 35,2% (robežās no 21,3% līdz 51,0%);

- novērojama arī CBR, elastības moduļa un spiedes stiprības rezultātu savstarpēja korelācija, spiedes stiprības un CBR rezultātu vidējā atšķirība (spiedes stiprības vērtība no CBR vērtības) ir 0,57% (no 0,05 līdz 1,47%);

- spiedes stiprības samazināšanās pēc 5 salizturības cikliem pēc 7 dienu cietēšanas konstatēta vidēji -34% (no +4% līdz -71%);

- spiedes stiprības samazināšanās pēc 10 salizturības cikliem pēc 7 dienu cietēšanas konstatēta vidēji -57% (no +5% līdz -89%);

- spiedes stiprības samazināšanās starp pēc 5 un pēc 10 salizturības cikliem pēc 7 dienu cietēšanas konstatēta vidēji -37% (no +8% līdz -67%);

- spiedes stiprības palielināšanās starp pēc 7 dienu un pēc 28 dienu cietēšanas konstatēta vidēji 9% (no -11% līdz 49%);

- spiedes stiprības palielināšanās pēc 5 salizturības cikliem pēc 7 un 28 dienu cietēšanas konstatēta vidēji -39% (no -24% līdz +143%). Ievērojami pieaugusi (no 0,08 MPa līdz 1,14 MPa) spiedes stiprība grunts maisījumam ar cementa putekļiem;

- konstatēts, ka ļoti slikti elastības moduļa un spiedes stiprības rezultāti ir ar cementu stabilizētai smilšainai gruntij ar salīdzinoši nelielu putekļu saturu, šeit konstatēts arī spiedes stiprības kritums virs vidējiem rādītājiem pēc salizturības cikliem;

- lai pārbaudītu kā spiedes stiprības rezultātus ietekmē putekļu daudzums grunts maisījumā, tika izgatavoti 4 paraugu sērijas ar 4% cementa saturu. Saskaņā ar testēšanas rezultātiem var konstatēt, ka putekļu daudzuma palielināšna maisījumā nodrošina arī spiedes stiprības paaugstināšanos. Saskaņā ar veiktajiem testēšanas rezultātiem var secināt, ka vislabāko efektu dod vai nu putekļainas grunts pievienošana (konkrētajā gadījumā tika izveidots smilts - 50% / smilts-putekļu maisījuma grunts - 50% maisījums, t.i. 50/50), vai arī šādam mērķim līdzvērtīgi var noderēt arī cementa putekļu pievienošana (konkrētajā gadījumā tika izveidots smilts - 95% / cementa putekļu - 5% maisījums, t.i. 95/5). Mālainas grunts pielietošana šādam mērķim nav tik efektīva, turklāt jāņem vērā, ka ar cementu stabilizētas mālainas grunts spiedes stiprība pēc salizturības cikliem var samazināties samērā daudz;

- mālainas grunts stabilizētas ar kaļķi 10% un 15% spiedes stiprība pēc 7 dienu cietēšanas 40 °C attiecīgi ir 0,59 MPa un 0,77 MPa, un pēc 5 salizturības cikliem - 0,34 MPa un 0,33 MPa, savukārt pēc 10 salizturības cikliem - 0,29 un 0,21 MPa. Sekojoši tas norāda uz to, ka lielāks kaļķa daudzums šajā gadījumā nav efektīvs, ja konstruktīvā kārta atradīsies iespējamā sasaluma zonā;

- mālainas grunts stabilizētas ar 3% kaļķi un 3% cementu, un 6% kaļķi un 3% cementu spiedes stiprība pēc 7 dienu cietēšanas 40 °C attiecīgi ir 1,53 MPa un 1,26 MPa - ievērojami vairāk nekā stabilizējot tikai ar kaļķi, pēc 5 salizturības cikliem - 0,88 MPa un 0,79 MPa, un attiecīgi pēc 10 salizturības cikliem - 0,29 un 0,36 MPa. Redzams, ka jo mazāks ir kaļķa daudzums, jo sliktāka ir spiedes stiprība pēc salizturības cikliem, kā arī spiedes stiprības samazinājums pēc salizturības cikliem ir ievērojami lielāks nekā gadījumā, kad stabilizācija veikta ar kaļķi (bet ir arī jāievērtē, ka ar kaļķi stabilizētie paraugi tika kondicionēti 7 dienas 40 °C - kas ir alternatīvi 28 dienām 20 °C, bet ar kaļķi+cementu stabilizētie paraugi - 7 dienas 20 °C). Līdz ar to šāda tipa gruntīm, ja konstruktīvā kārta atradīsies iespējamā sasaluma zonā, daļēji kaļķi aizvietojot ar cementu, ir iespējams paaugstināt spiedes stiprību pēc salizturības cikliem;

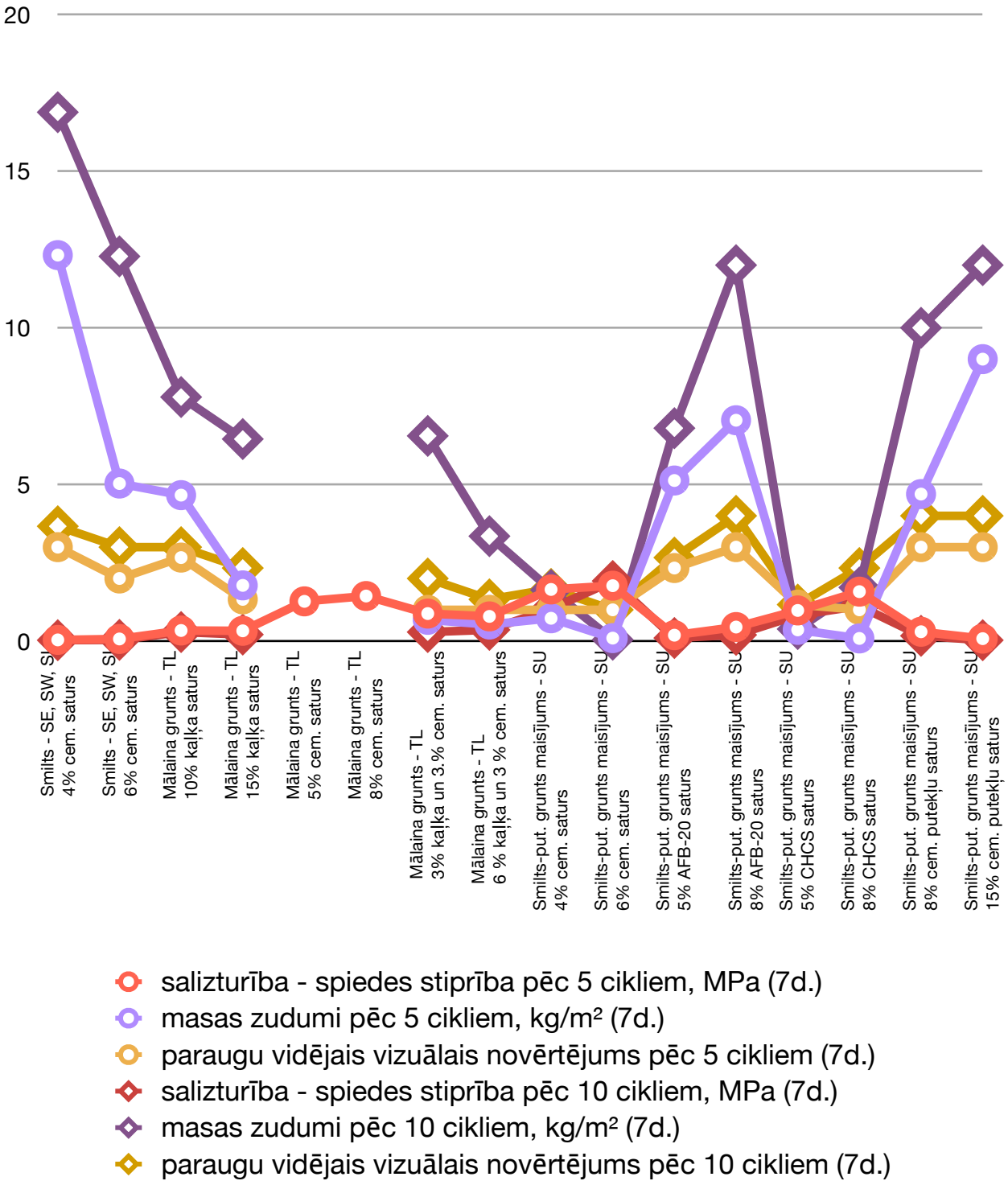
- smilts putekļu maisījuma grunts tika stabilizēta ar cementu, AFB-20, CHCS un cementa putekļiem. Salīdzinoši vislabākie spiedes stiprības rezultāti tika iegūti ar cementu un CHCS stabilizētām gruntīm, arī spiedes stiprības samazināšanās pēc salizturības cikliem novērojama samērā neliela - no +5% līdz -40% pēc 10 salizturības cikliem. Daudz vājāki spiedes stiprības rezultāti iegūti stabilizējot ar AFB-20 un cementa putekļiem, kā arī

novērojams ļoti liels spiedes stiprības kritums pēc 10 salizturības cikliem, attiecīgi no 56% līdz 89%, turklāt jāatzīmē, ka lietojot lielāku cementa putekļu daudzumu (15%), tika iegūtas zemākas CBR, elastības moduļa un spiedes stiprības vērtības, nekā lietojot mazāku cementa putekļu daudzumu (8%).

Secinājumi:

- smilšainām un putekļainām gruntīm piemērotāka saistviela ir cements;
- mālainām plastiskām gruntīm piemērotāka saistviela ir kaļķis;
- cements salīdzinot ar citām uz cementu bāzētajām saistvielām ar līdzīgu saistvielas saturu uzrāda vislabākos rezultātus, nedaudz zemāki rezultāti ir ar CHCS saistvielu, bet ar AFB-20 tie jau ir ievērojami zemāki, bet atkarībā no konkrētiem apstākļiem vai nosacījumiem potenciāli visas šīs saistvielas līdzvērtīgi var tikt lietotas grunšu stabilizācijai un uzlabošanai. Cementa putekļi pēc 7 dienu cietēšanas uzrādīja salīdzinoši vienus no sliktākajiem rezultātus un līdz ar to šobrīd nav ieteicama cementa putekļu izmantošana grunšu stabilizācijai, bet grunts uzlabošanai, kad nav jānodrošina kādas konkrētas grunts stiprības prasības cementa putekļi var tikt lietoti, bet jāņem vērā, ka pēc 28 dienu cietēšanas tika iegūti salīdzinoši ievērojami augstāki stiprības rādītāji un pat labāki kā ar citām saistvielām, kas nozīmē, ka būtu nepieciešama papildus izpēte, lai iegūtu vairāk datus un varētu izdarīt kādus precīzākus secinājumus par cementa putekļu iespējamo pielietošanu;
- kā samērā veiksmīgs risinājums varētu būt arī cementa vai kaļķa+cementa lietošana vidēji plastiskām gruntīm;
- kā prasības kritēriju stabilizētām gruntīm lietderīgi noteikt spiedes stiprību pēc 7 dienu cietēšanas, jo tas atvieglo un pātrina stabilizētā sastāva projektēšanas procesu, kā arī izvērtējot pētījuma gaitā iegūtos rezultātus pilnīgi skaidri raksturo paraugu stiprību (kā redzams no iepriekšējām atziņām, tad iespējams atšķirīga pieeja varētu būt nepieciešama attiecībā uz cementa putekļu pielietojuma raksturošanu);
- kā prasība jānosaka arī salizturības testēšana, ja kārtu stabilizācija tiek veikta potenciāla sasaluma zonā. Zemes klātnei tiek piedāvāts kā prasību noteikt veikt piecus salizturības ciklus, kas arī pietiekami raksturotu paraugu sala izturību;
- prasību līmeņus atkarībā no transporta slodzēm lietderīgi noteikt atšķirīgus - pie lielākām slodzēm augstākas prasības spiedes pretestības vērtībām, pie mazākām slodzēm zemākas prasības spiedes pretestības vērtībām.

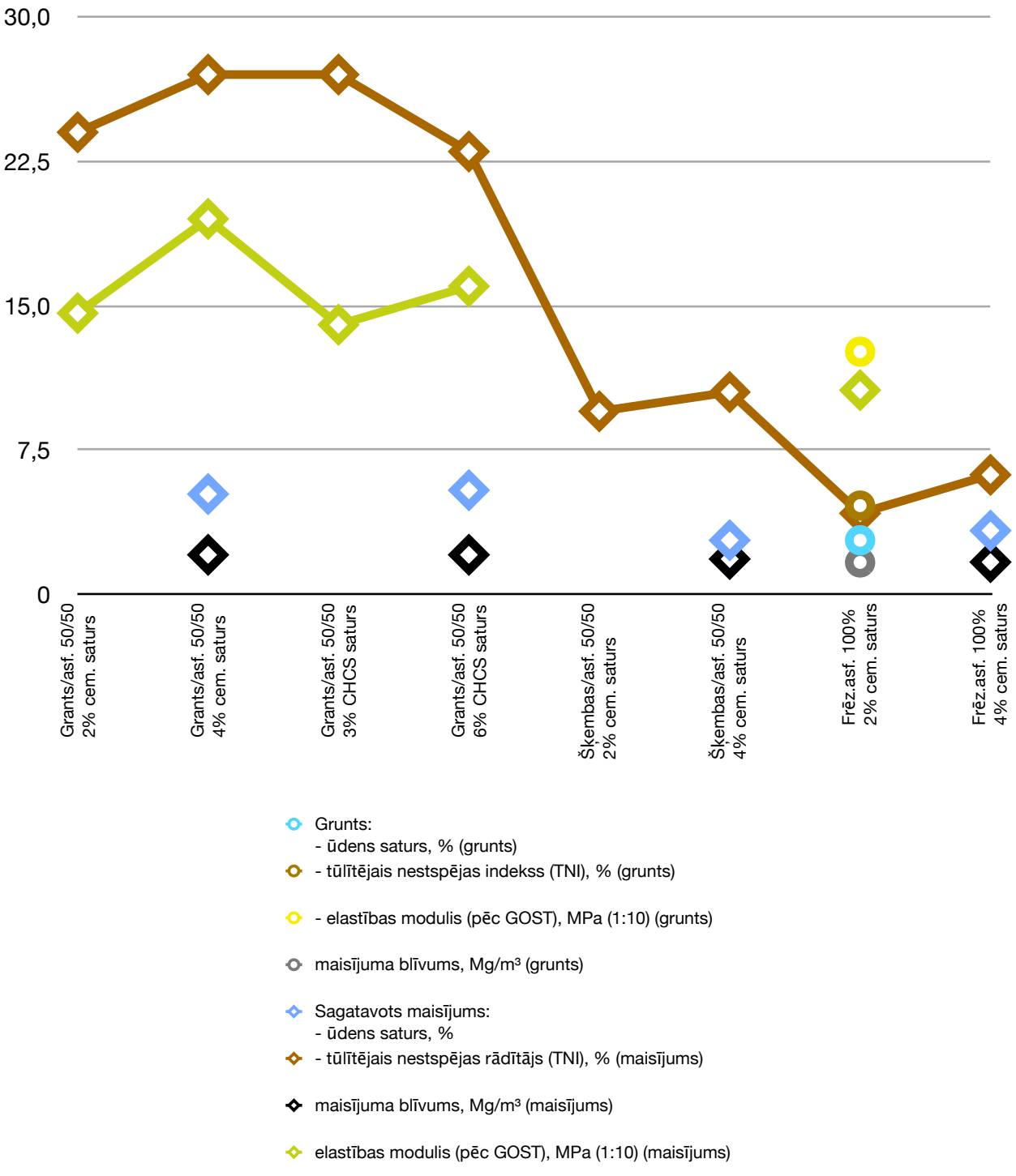
Salizturības pēc 7 dienu cietēšanas testēšanas rezultātu un testēto paraugu izmērītā un novērtētā stāvokļa grafisks attēlojums:



10.2. Materiālu pārstrādes (reciklēšanas) projektēšanas datu apkopojumi un analīze

Veiktās projektēšanas datu analīze veikta salīdzinot iegūtos testēšanas rezultātus, izvērtējot kopsakarības, kā arī identificējot rezultātu izmaiņu ietekmējošos faktorus vai to kombinācijas.

Sagatavoto reciklēšanas projekta maisījumu testēto īpašību grafisks attēlojums:

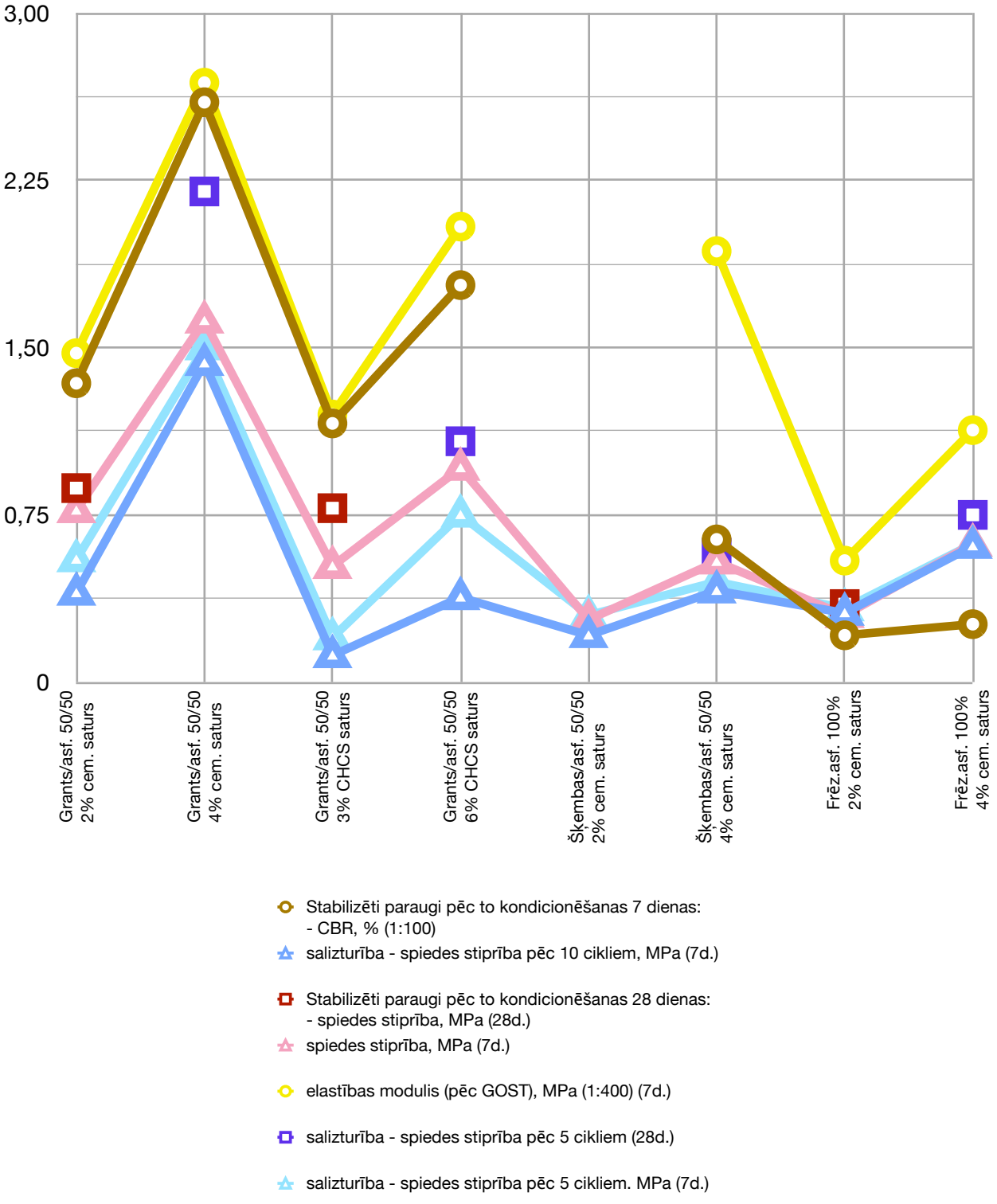


Datu attēlošanas ērtībām izejmateriālu un sagatavotā reciklēšanas maisījuma elastības moduļa testēšanas rezultāti grafikā attēloti mērogā 1:10.

Testēšanas rezultāti uzrāda sekojošas tendences:

- optimālais ūdens saturs un tilpumsvars ir atkarīgs no konkrēto materiālu īpašībām;
- pievienojot saistvielas optimālais ūdens saturs un tilpumsvars izmainās;
- TNI un elastības moduļa vērtības tika testētas frēzētam asfaltam. Īpašas atšķirības starp frēzētu asfaltu bez un ar saistvielām netika konstatētas;
- TNI un elastības moduļa vērtības uzrāda zināmu korelāciju.

Sagatavoto reciklēšanas paraugu testēto īpašību grafisks attēlojums:



Datu attēlošanas ērtībām reciklēšanas paraugu CBR testēšanas rezultāti grafikā attēloti mērogā 1:100 un elastības moduļa testēšanas rezultāti grafikā attēloti mērogā 1:400.

Testēšanas rezultāti uzrāda sekojošas tendences:

- abas saistvielas, gan cements, gan CHCS uzrāda akceptējamus rezultātus, labāki rezultāti, pat pie mazāka saistvielas patēriņa ir ar cementu;

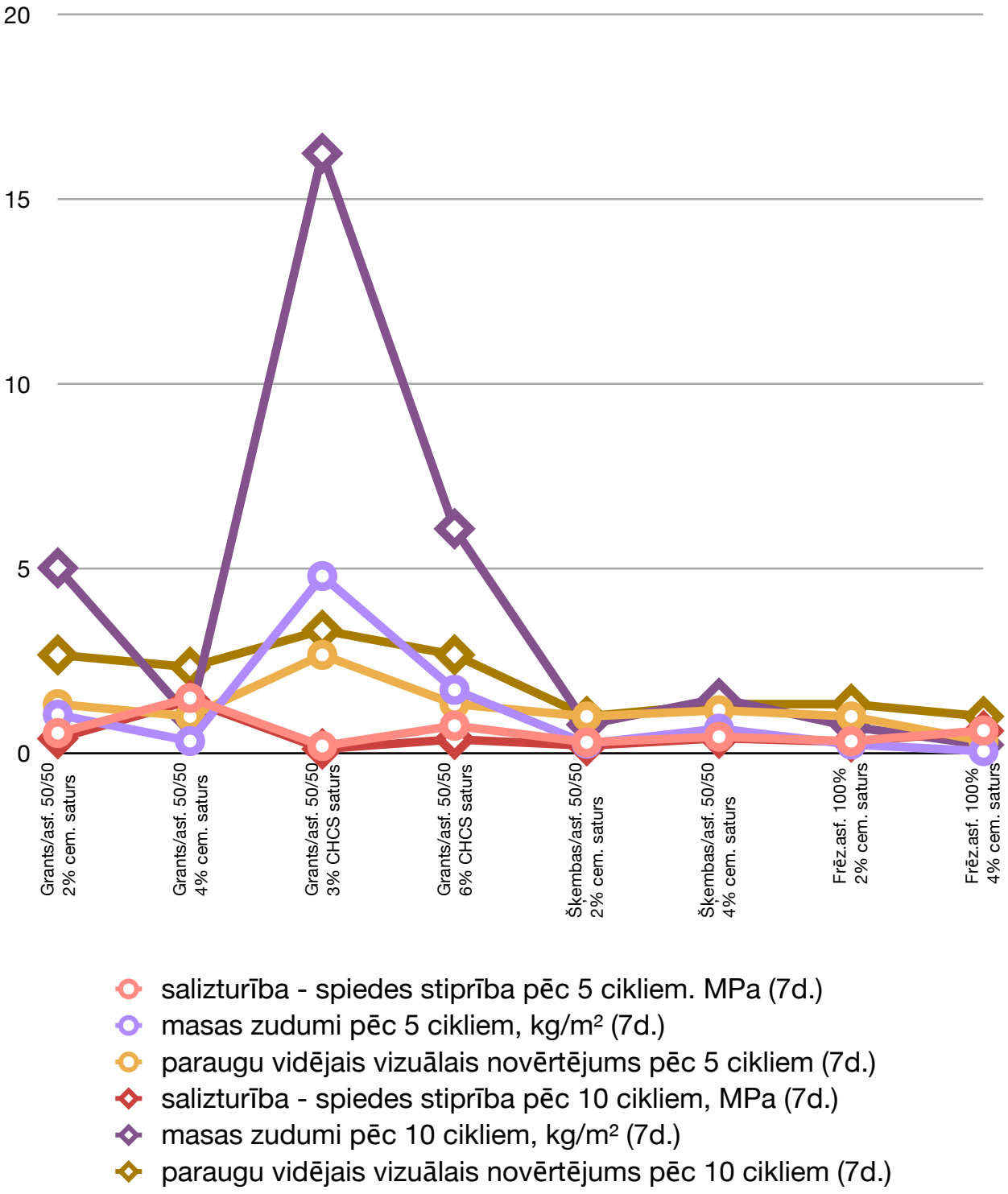
spiedes stiprības samazināšanās pēc 5 salizturības cikliem pēc 7 dienu cietēšanas konstatēta vidēji -14% (no +7% līdz -62%);

- spiedes stiprības samazināšanās pēc 10 salizturības cikliem pēc 7 dienu cietēšanas konstatēta vidēji -31% (no +3% līdz -77%);
- spiedes stiprības samazināšanās starp pēc 5 un pēc 10 salizturības cikliem pēc 7 dienu cietēšanas konstatēta vidēji -23% (no -2% līdz -49%);
- spiedes stiprības palielināšanās starp pēc 7 dienu un pēc 28 dienu cietēšanas konstatēta vidēji 27% (no +13% līdz 50%);
- spiedes stiprības palielināšanās pēc 5 salizturības cikliem pēc 7 dienu un 28 dienu cietēšanas konstatēta vidēji -35% (no 21% līdz 47%);
- labāki testēšanas rezultāti novērojami frēzētā asfalta un grants maisījumam. Šī maisījuma struktūra ir labāka ar to, ka maisījumā ar granti ir vairāk putekļu daļiņu, bet frēzētajā asfaltā un šķembās šādu putekļu daļiņu nav, līdz ar to pietiekams putekļu daļiņu saturs maisījumā un optimāla maisījuma struktūra nodrošina ievērojami labākus stiprības rādītājus ar mazāku saistvielas patēriņu;
- savukārt tīra frēzētā asfalta un frēzētā asfalta un šķembu maisījuma testēšanas rezultāti ar izvēlēto cementa saturu salīdzinoši ir ļoti zemi, jo šo materiālu struktūra ir rupjgraudaināka, ar nelielu putekļu daļiņu saturu.

Secinājumi:

- cements un CHCS ir piemērotas saistvielas izmantošanai akstajā pārstrādē;
- cements salīdzinot ar CHCS uzrāda labākus rezultātus, bet atkarībā no konkrētiem apstākļiem vai nosacījumiem potenciāli abas šīs saistvielas līdzvērtīgi var tikt lietotas aukstajā pārstrādē;
- kā prasības kritēriju stabilizētām kārtām lietderīgi noteikt spiedes stiprību pēc 7 dienu cietēšanas, jo tas atvieglo un pātrina sastāva projektēšanas procesu, kā arī izvērtējot pētījuma gaitā iegūtos rezultātus pilnīgi skaidri raksturo paraugu stiprību;
- kā prasība jānosaka arī salizturības testēšana, jo aukstās pārstrādes kārtas atrodas potenciāla sasaluma zonā. Tiek piedāvāts kā prasību noteikt veikt desmit salizturības ciklus, kas arī pietiekami raksturotu paraugu sala izturību;
- prasību līmeņus atkarībā no transporta slodzēm lietderīgi noteikt atšķirīgus - pie lielākām slodzēm augstākas prasības spiedes pretestības vērtībām, pie mazākām slodzēm zemākas prasības spiedes pretestības vērtībām.

Salizturības pēc 7 dienu cietēšanas testēšanas rezultātu un testēto paraugu izmērītā un novērtētā stāvokļa grafisks attēlojums:



11.Ieteikumi Ceļu specifikāciju pilnveidošanai

11.1. Pilnveidojamais specifikāciju nodaļā "4.1. Zemes klātnes būvniecība"

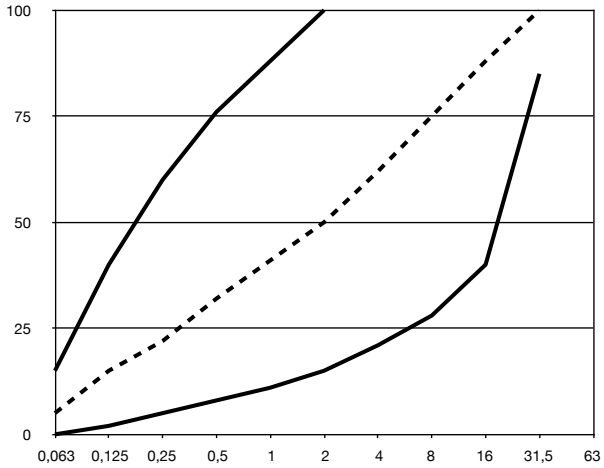
Specifikāciju nodaļā "4.1. Zemes klātnes būvniecība" pilnveidojams sekojošais:

- nav atrunāti E_{V2} mērījumu izpildes apstākļi, bet, piemēram, grunts mitrums nestspējas rādītājus ietekmē būtiski:
  - *ir jāatrunā grunts apstākļi kādos jāveic nestspējas mērījumi, vai*
  - *jādefinē vienota un ticama metodika grunts nestspējas novērtēšanai*
- nav kritēriju kā novērtēt stabilizētas grunts nestspēju:
  - *jāizstrādā vai jānosaka testēšanas metodika un kritēriji, lai būtu iespējams konstatēt un novērtēt stabilizētas grunts nestspēju*
- specifikācijās pausts aicinājums paredzēt grunts stabilizāciju ar hidrauliskajām saistvielām, bet nav nekādu kritēriju pēc kuriem vadīties saistvielas izvēlē, grunšu piemērotības stabilizācijai novērtēšanā, kā arī nav kritēriju pēc kuriem būtu iespējams novērtēt veikto stabilizācijas pasākumu efektivitāti vai atbilstību konkrētam prasību līmenim:
  - *jāizstrādā kritēriji un jānosaka konkrētas testēšanas metodes grunšu piemērotības novērtēšanai stabilizācijai*
  - *jāizstrādā kritēriji optimālai saistvielas izvēlei*
  - *jāizstrādā un jānosaka kritēriji un testēšanas metodes:*
    - *stabilizācijas sastāvu projektēšanai*
    - *stabilizētas grunts sasniegtās nestspējas noteikšanai, kā arī*
    - *stabilizācijas snieguma un darbu kvalitātes novērtēšanai*
- grunšu raksturojošās tabulas neatbilst aktuālajiem apstiprinātajiem Latvijas standartiem (dažādos standartos grunšu raksturojums gan ir aprakstīts atšķirīgi):
  - *jāpārskata grunšu raksturojuma formāts, tas jāmodificē un jāpiemēro specifikāciju kontekstā atbilstoši nepieciešamajam sasniedzamajam specifikāciju pilnveidošanas mērķim, maksimāli pieturoties pie Latvijas standartos noteiktā grunšu raksturojuma.*

Ir jānovērtē vai jāprojektē ar cementu stabilizējamās kārtas granulometriskais sastāvs. Granulometriskā sastāva noteikšanai jāievērtē konkrētās kārtas loma un nozīme kopējā ceļa konstrukcijā, kā arī transporta slodzes un citi konkrētie ceļa posma ekspluatāciju ietekmējoši faktori. Kopējā granulometriskā sastāva kopējais diapazons saskaņā ar LVS EN 14227-1 ir šāds:

LVS EN 14227-1 Hidrauliski saistītie maisījumi būvniecībai un ceļu konstrukcijām. Ar cementu saistīti maisījumi ceļa pamata virskārtām un apakškārtām

	0,063	0,125	0,25	0,5	1	2	4	8	16	31,5
Augstākais maks. %	15	40	60	76	88	100				
Smilts robeža %	5	15	22	32	41	50	62	75	88	100
Zemākais min. %	*0*	2	5	8	*11*	*15*	*21*	28	*40*	85



Bet katrā konkrētājā gadījumā ir jānoska konkrētas granulometriskā sastāva robežas šajā dotajā kopējā diapazonā, vai nu izmantojot LVS EN 14227-1 ieteikumus šādu maisījumu granulometriskajam sastāvam vai arī *Ceļu specifikācijas 2012*.

Ja ir vēlme vai nepieciešamība pazemināt stabilizējamās grunts plasticitātes indeksu (PI), tad jāsagatavo zem 0,5mm atsijātas grunts daļas maisījumi ar dažādu cementa saturu un jānosaka šo grunts-cementa maisījumu plasticitātes indekss - PI. Tiek atrasts mazākais cementa daudzums ar kuru tiek sasniegta plānotā PI vērtība, pēc tam aprēķinot projektēto cementa daudzumu visam maisījumam:

A = 100 x B x C, kur

A - projektētais cementa daudzums, masas %;

B - procentuālais grunts daudzums zem 0,5 mm sieta, izteikts kā decimālskaitlis;

C - nepieciešamais minimālais cementa procentuālais daudzums, lai sasniegtu plānoto PI, izteikts kā decimālskaitlis.

Dažkārt cements var ierobežot arī grunšu uzbriestamību, ja grunts gadījumā ir kūkumojoša. Tomēr šādiem mērķiem cements nav tik efektīvs kā kaļķis un cementa lietošana var izrādīties pārāk dārga. Šeit testēšanas procedūra ietvertu stabilizējamās grunts un cementa paraugu izgatavošanu ar dažādu cementa saturu un šo paraugu piesūcināšanu ar ūdeni 4 dienas, novērtējot kāds ir minimāli nepieciešamais cementa saturs, lai grunts uzbriešana nebūtu novērojama, vai arī tiktu samazināta. Kā testēšanas metodika grunts uzbriestamības noteikšanai var tikt lietota LVS EN 13286-47.

Lai noteiktu minerālmateriāla stabilizācijai nepieciešamo cementa saturu novērtē konkrēto stabilizējamo minerālo materiālu un potenciāli nepieciešamo aptuveno cementa daudzumu. Atkarībā no grunts veida tās stabilizācijai nepieciešamais cementa daudzums var būt orientējoši šāds (% no sausa minerālmateriāla masas):

- smilšainām un granšainām gruntīm - 4 - 5 %;
- smilšainām un granšainām gruntīm ar māla daļiņu piejaukumu - 5 - 6 % ;
- mālsmilts gruntīm - 6 - 7 %;
- vidēji plastiskām mālainām gruntīm - 8 - 10 %;
- augsti plastiskām mālainām gruntīm - 10 - 12 %.

Izstrādātā specifikācijas "4.1. Zemes klātnes būvniecība" ieteicamā redakcija:

4.1. Zemes klātnes būvniecība

Kopējam deformācijas modulim E_{V2} uz zemes klātnes virsmas jābūt vismaz 45 Mpa, bet deformācijas modulim uz uzbūvētajām zemes klātnes zemākajām kārtām – vismaz 25 Mpa.

Esošo grunšu nestspējas novērtēšanai būvprojekta izstrādes gaitā deformācijas moduļa uzmērījumi ir jāveic grunts optimālajā mitrumā vai ne vairāk kā +/- 2% no optimālā mitruma. Ja tas nav iespējams, tad var tikt testēts grunts CBR - Kalifornijas nestspējas vērtība, saskaņā ar LVS EN 13286-47, grunts optimālajā mitrumā. Zemes klātnes būvniecībai zemes klātnes augšējā daļā (līdz 2m no zemes klātnes virsmas) bez papildus pasākumu veikšanas kā piemērotas var tikt atzītas gruntis, kuru CBR ≥ 20 %, bet apakšējā daļā (vairāk kā 2m no zemes klātnes virsmas) gruntis, kuru CBR ≥ 8 %.

Ja zemes klātnes būvniecībai paredzēts izmantot esošās gruntis, tad būvprojekta izstrādes gaitā jānoskaidro vai tās izmantojot tiks nodrošināts vismaz prasītais deformācijas modulis. Ja to nevarēs sasniegt ar lietošanai paredzētajām gruntīm vai materiāliem, vai nepieciešams augstāks deformācijas modulis, tad būvprojektā kā atsevišķs papildu darbs jāparedz pastiprināšana, piemēram, nomainot grunti, būvējot papildu kārtas vai stiegrojot ar ģeosintētiskajiem materiāliem. Vāju grunšu nestspējas palielināšanai (stabilizācijai) būvprojektā ieteicams paredzēt lietot kaļķi, degakmens pelnus vai cementu, būvprojekta izstrādes gaitā izvēloties racionālāko stabilizācijas metodi, kā arī pārliecinoties par izvēlētās metodes piemērotību un iespējamību.

Būvprojektā, ja nepieciešams, ir jāparedz konkrēti zemes klātnes būvniecības tehniskie risinājumi, piemēram, salizturīgās vai atdalošās starpkārtas, uzbēruma slogošanas laiks pirms ceļa segas būvniecības, nogāžu pastiprināšana.

Nogāžu slīpumu būvprojektā ieteicams paredzēt atbilstoši LVS 190-2 un LVS 190-5. Uzbērumos līdz 2m, ja AADT ≥ 1000, ieteicamais nogāžu slīpums ir 1:3. Ja būvprojektā kādu ierobežojošu apstākļu dēļ paredz zemes klātnes nogāzes ar slīpumu, kas stāvāks par izmantotā materiāla dabīgā nobiruma leņķi, vai ierakumus un uzbērumus, kas ir augstāki par 6 m, tad ieteicams ar aprēķinu pārbaudīt zemes klātnes stabilitāti un nogāžu nostiprināšanai jāizstrādā ar aprēķinu pamatots risinājums.

4.1.1. Definīcijas

Stabilizēta grunts - maisījums ko iegūst ar hidraulisku saistvielu apstrādājot grunti, un kas ievērojami uzlabo grunts mehāniskās īpašības un stabilitāti kopumā īslaicīgi vai ilgtermiņā, īpaši attiecībā uz ūdens un sala iedarbību.

Uzlabota grunts - maisījums, kuru iegūst apstrādājot grunti ar hidraulisku saistvielu, kas tūlītēji uzlabo īpašības, piemēram, vai nu samazinot ūdens saturu, un/vai uzlabojot nestspēju, un/vai samazinotplastiskumu, nodrošinot, lai:

- ar grunti varētu rīkoties lietojot tradicionālu zemes darbu veikšanas aprīkojumu;
- grunti varētu apmierinoši sablīvēt kārtās;
- nodrošinātu transporta kustību un pārvietošanos pa izbūvētajām kārtām;
- grunti sagatavotu sekojošai apstrādei ar izdedžiem, izmešu pelniem, cementu, hidraulisko ceļa saistvielu vai citiem izstrādājumiem.

Vājas nestspējas grunts – grunts, kuras kopējais deformācijas modulis E_{V2} ir mazāks par 25 MPa (kūdra un kūdrainas gruntis, māls, pārmitrinātas mālainas vai putekļainas gruntis).

Zemes klātnes uzbēruma būvniecība – grunts vai cita materiāla pārvietošana, pievešana un iestrāde, lai nodrošinātu paredzētās ceļa konstrukcijas uzbūvēšanu.
Zemes klātnes ierakuma būvniecība – grunts vai cita materiāla pārvietošana, rakšana un aizvešana, lai nodrošinātu paredzētās ceļa konstrukcijas uzbūvēšanu.
Zemes klātnes grunts stabilizēšana – grunts uzlabošana, pievienojot citus materiālus, īpaši saistvielas, tādējādi padarot to noturīgu pret ūdens un sala iedarbību, paaugstinot stiprību, ko var mērīt ar tradicionālajām mehānisko īpašību noteikšanas metodēm.

4.1.2. Darba apraksts

Zemes klātnes būvniecība ierakumā un uzbērumā ietver rakšanas, pārvietošanas un iestrādes darbus, kā arī pamatnes vai virsmu sagatavošanu (profilēšana, planēšana), pakāpju veidošanu.

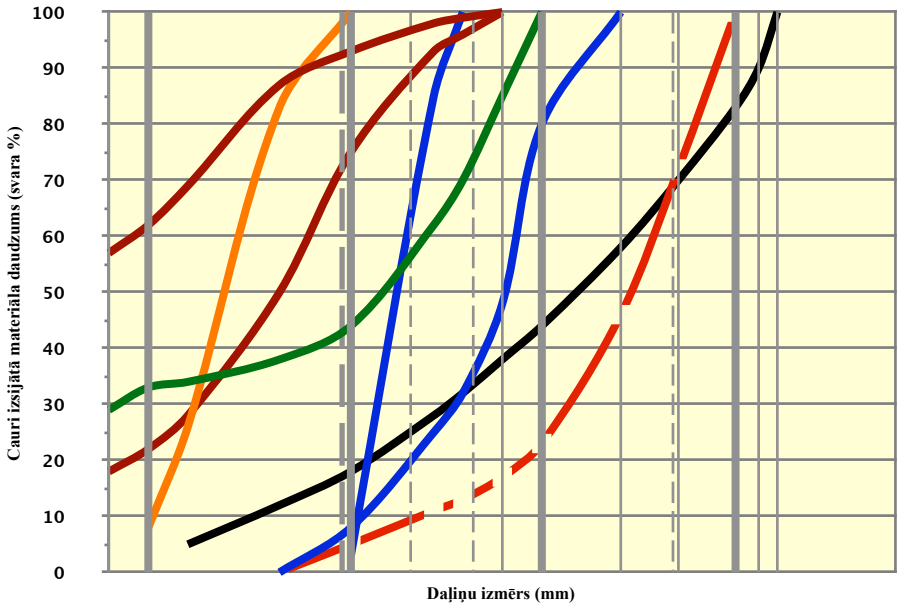
Zemes klātnes stabilizācija ietver nepieciešamo izejmateriālu sagatavošanu un piegādi, saistvielas daudzuma projektēšanu, ja nepieciešams - esošās pamatnes sagatavošanu - profilēšanu un blīvēšanu, materiālu samaisīšanu un saistvielas iemasīšanu, kārtas sablīvēšanu un nepieciešamo uzbūvētas kārtas ģeometrisko parametru nodrošināšanu, kā arī uzbūvētas kārtas kopšanu līdz nosedzošās kārtas būvniecības uzsākšanai.

Ja nepieciešams, tad pirms darba izpildes jāveic ģeodēziskie mērījumi, projektēšana un darba daudzuma aprēķini.

4.1.3. Materiāli

Zemes klātnes uzbēruma būvniecībai – minerālas izcelsmes materiāls, piemēram, grunts, akmeņi, laukakmeņi u.tml. Materiālā nedrīkst būt tādas ārējas izcelsmes vielas kā koks, stikls un plastmasa, kas var radīt bīstamību, lietojot izstrādājumu.

8. tabula. Grunšu granulometriskais sastāvs (informatīvi – grunšu raksturošanai)



0,002 mm		0,063 mm	2,0 mm	63 mm
Māls	**Putekļi**	**Smilts**	**Grants**	**Akmeņi**
Smalkas daļiņas. Daļiņu izmēru vizuāli noteikt nevar. Novērtē, veicot hidrometrisko analīzi vai citas speciālas pārbaudes		*Rupjas daļiņas.* Daļiņu izmēru var noteikt vizuāli, bet, lai noteiktu precīzi, testē granulometrisko sastāvu		

9. tabula. NAV

10. tabula. Grunšu būvtehniskā klasifikācija (informatīvi – grunšu raksturošanai, saskaņā ar LVS 190-5 B pielikumu)

Nr	1	2	3	4	5	6	7	8	
Rindas	Grunšu grupas	Izmērs, ≤0,063 mm	Izmērs, ≤2 mm	Grunšu apakšgrupu definīcijas, nosaukumi un apzīmējumi				Raksturīgās pazīmes	
1	Rupja grunts	mazāk par 5%	līdz 60%		Grants	šauri gradēta grants	GE	stāva gradācijas līkne	
2						plaši gradēts grants-smilts maisījums	GW	nepārtraukta gradācijas līkne	
3						pārtraukti gradēts grants-smilts maisījums	GI	bieži kāpņveida gradācijas līkne	
4			virs 60%		Smilts	šauri gradēta smilts	SE	stāva gradācijas līkne	
5						plaši gradēts smilts-grants maisījums	SW	nepārtraukta gradācijas līkne	
6						pārtraukti gradēts smilts-grants maisījums	SI	bieži kāpņveida gradācijas līkne	
7	Jaukta grunts	līdz 40%	līdz 60%		grants putekļu maisījums	5 līdz 15% ≤ 0,063 mm	GU	plaša vai pārtraukta gradācija, smalkni veido putekļi	
8						virs 15 līdz 40% ≤ 0,063 mm	GU		
9					grants-māla maisījums	5 līdz 15% ≤ 0,063 mm	GT	plaša vai pārtraukta gradācija, smalkni veido māls	
10						virs 15 līdz 40% ≤ 0,063 mm	GT		
11			virs 60%		smilts putekļu maisījums	5 līdz 15% ≤ 0,063 mm	SU	plaša vai pārtraukta gradācija, smalkni veido putekļi	
12						virs 15 līdz 40% ≤ 0,063 mm	SU		
13					smilts-māla maisījums	5 līdz 15% ≤ 0,063 mm	ST	plaša vai pārtraukta gradācija, smalkni veido māls	
14						virs 15 līdz 40% ≤ 0,063 mm	ST		
								Stabilitāte	Plasticitāte
15	Smalka grunts	virs 40%	–	$I_p \le 4\%$ vai zem A līnijas[1)]	Putekļu grunts	Cieti, plastiski putekļi $w_L < 35\%$	UL	maza	nav vai maza
16						mīksti, plastiski putekļi $35\% \le w_L \le 50\%$	UM	maza, vidēja	maza līdz vidēja
17				$I_p \ge 7\%$ un virs A līnijas[1)]	Māls	cieti plastisks māls $w_L < 35\%$	TL	vidēja, liela	maza
18						mīksti plastisks māls $35\% \le w_L \le 50\%$	TM	liela	vidēja
19						plūstoši plastisks māls $w_L > 50\%$	TA	ļoti liela	liela
20	Organogēna grunts vai grunts ar organiskiem piejaukumiem	virs 40%	–	$I_p \ge 7\%$ un zem A līnijas[1)]	Nedegoša un negruzdoša	Putekļi ar organiskiem piejaukumiem un organogēni putekļi $35\% \le w_L \le 50\%$	OU	vidē-ja	vidēja
21						māls ar organiskiem piejaukumiem un organogēns māls $w_L > 50\%$	OT	liela	liela
22		līdz 40%		–		Rupja vai jaukta grunts ar humusa piejaukumu	OH	augu piejaukums, visbiežāk tumšs, karsējot svara zudums līdz 20% no pamata grunts	

23						rupja vai jaukta grunts ar kaļķa un grants formācijām	OK	piejaukumi (ne augu), parasti gaiši, mazs svars liela porozitāte	
24	organiskā grunts	–	–		Degoša vai gruzdoša	Nesadalījusies vai daļēji sadalījusies kūdra (humuss)	HN	uz vietas izvei dojies humu ss	Sadalīšanās pakāpe no 1 līdz 5, šķiedraina, gaiši brūna līdz brūnai
25						Sadalījusies kūdra	HZ		pakāpe 6 līdz 10, melnbrūna līdz melna
26						Dūņas (kopējs jēdziens pūšanas dūņu, dubļu, gitjas un sapropeļa apzīmēšanai)	F	zem ūdens izgulsnējušās augu atlikumu dūņas, bieži ar smilts, māla vai kaļķa piejaukumu, zili melnas vai zaļganas līdz dzel-tenbrūnas, var būt arī tumši brūnas līdz zili melnas, elastīgas	
27	sabērta grunts	–	–		dabīgo grunšu sabērums, ikreiz grupas simbols [ ] iekavās		[ ]	–	
28					mākslīgu vielu sabērums		A		

Organisko piemaisījumu daudzums gruntī līdz 1 m dziļumā no zemes klātnes virsmas nedrīkst pārsniegt 2 masas %. Organisko piemaisījumu daudzumu gruntī nosaka atbilstoši šo specifikāciju 9.6. punktam ″Metodiskie norādījumi organisko savienojumu satura noteikšanai gruntīs ar izdedzināšanas metodi″.

Ja paredzēts, var lietot arī reciklētus materiālus.

Jālieto grunšu stabilizācijai (pastiprināšanai) būvprojektā paredzētie materiāli, piemēram, kaļķi, degakmens pelni, cements, ģeosintētiskie materiāli vai citi materiāli, kuriem ir jāatbilst attiecīgi izvirzītajām prasībām.

Cementam jāatbilst LVS EN 197-1 izvirzītajām prasībām, klases: 32,5N; 42,5N vai 52,5 N, vai EN 197-4.

CHCS (cementa hidrauliskā ceļa saistviela) jāatbilst LVS ENV 13282 izvirzītajām prasībām, ar stiprības klasi HRB 22,5 E vai HRB 32,5 E.

Dzēstajam vai nedzēstajam kaļķim jāatbilst LVS EN 459-1, klasei CL 90 vai CL 80.

Stabilizācijai paredzētajai gruntij vismaz 95% jāiziet caur 63mm sietu, testējot saskaņā ar LVS EN 933-1.

Papildus vai autonomi var tikt lietotas arī cita veida hidrauliskās saistvielas vai kādas piedevas. Šādā gadījumā jādeklarē saisvielu vai piedevu veids un īpašības.

Stabilizējamajam maisījumam pievienojamajam ūdenim jāatbilst LVS EN 1008.

4.1.3.1. Nosacījumi grunšu stabilizācijai un uzlabošanai ar hidrauliskajām saistvielām.

Grunšu stabilizācija (stabilizēta grunts) ar hidrauliskajām saistvielām jāparedz, ja ir nepieciešams paaugstināt vai sasniegt konkrētus grunts nestspējas rādītājus. Var paredzēt arī grunts uzlabošanu (uzlabota grunts), lai uzlabotu grunts īpašības galvenokārt tās iestrādes procesā (piemēram, lai samazinātu ūdens saturu, samazinātu plastiskumu, sagatavotu grunti tālākai apstrādei ar cementu, u.tml.). Sastāvu projektēšana un testēšana kā aprakstīts tālāk jāveic, ja paredzēta grunts stabilizācija. Ja paredzēta grunts uzlabošana, tad tālāk aprakstītā projektēšana nav jāveic, bet ir pietiekami deklarēt pievienojamās saistvielas veidu un daudzumu, kā arī pamatot grunts uzlabošanas nepieciešamību.

Jātestē sekojošas stabilizējamās grunts īpašības:

- deformācijas modulis - grunts optimālajā mitrumā vai ne vairāk kā +/- 2% no optimālā mitruma saskaņā ar DIN 18134, vai, ja tas nav iespējams, tad CBR saskaņā ar LVS EN 13286-47;
- granulometriskais sastāvs saskaņā ar LVS EN 933-1;

- plasticitātes indekss, plūstamības un plasticitātes robeža sakaņā ar LVS EN ISO/TS 17892-12 vai ASTM D 4318-05 (jātestē, ja konkrētajai gruntij šo testēšanu ir iespējams veikt);
- esošais mitrums saskņā ar LVS EN 1097-5, un optimālais mitrums un tilpumsvars saskaņā ar LVS EN 13286-2;
- organisko piemaisījumu daudzums saskaņā ar šo specifikāciju 9.6. punktu (testē, ja ir novērojami organiskie piemaisījumi);
- ūdenī šķīstošo sulfātu saturs saskaņā ar LVS EN 1744-1 (jātestē, ja gruntij novērojama tendence izplešoties sairt).

Balstoties uz grunts testēšanas rezultātiem jānosaka grunts apzīmējums saskaņā ar LVS 190-5 B pielikumu.

Stabilizācijas saistvielas izvēle:

- kā grunts stabilizācijas saistvielas var būt kaļķis, cements, CHCS, ar cementu bagātinātas saistvielas, cementa ražošanas apvedkanāla putekļi;
- stabilizācijas saistvielas jāizvēlas balstoties uz grunts testēšanas rezultātiem, lai izpildītu norādījumus konkrētās saistvielas izvēlei atkarībā no grunts tipa, īpašībām, kā arī izpildītu tālāk noteiktās prasības gan maisījumam, gan stabilizētajiem paraugiem:

Grunts apzīmējums	Lietojamā saistviela grunts stabilizācijai	Piezīmes
SE, SW, SI, GU, GT, SU, ST, OK	1. izvēle: cements, Iespējamā izvēle: kaļķis+cements	cementa vietā var lietot arī CHCS, cementa putekļus, ar cementu bagātinātas saistvielas
UL, UM, OU, OT	1. izvēle: kaļķis, 2. izvēle: kaļķis+cements Iespējamā izvēle: cements	cementa vietā var lietot arī CHCS, cementa putekļus, ar cementu bagātinātas saistvielas
TM, TA	kaļķis	

- grunts piemērotība vai tās konkrētā saderība ar saistvielu jānovērtē arī testējot grunts pH līmeni atbilstoši metodikai šo specifikāciju 9.11. vai 9.12. puntā;
- smilšainām un putekļainām gruntīm kā stabilizācijas saistvielu ieteicams izvēlēties cementu vai saistvielas uz cementa bāzes, savukārt plastiskām mālainām gruntīm kā stabilizācijas saistvielu ieteicams izvēlēties kaļķi;
- vidēji plastiskām gruntīm ieteicams izvērtēt arī kaļķa+cementa izvēles iespēju, tādējādi iespējams ar mazāku kopējo saistvielu patēriņu izpildīt izvirzītās prasības;
- smilšainām un akmeņainām gruntīm ar nelielu putekļu daļiņu saturu (< 0,63mm ≤ 5%), lai nodrošinātu augstākus un prasībām atbilstošus spiedes stiprības rādītājus ar mazāku cementa saistvielas izlietojumu, ieteicams paredzēt piemaisīt putekļainu grunti (ja tāda grunts ir pieejama un tas ir tehniski un ekonomiski pamatoti) vai arī cementa apvedkanāla putekļus.

4.1.3.2. Ar cementu, CHCS un kaļķi+cementu stabilizētas grunts projektēšana

Jātestē grunts un cementa 10:1 maisījuma pH līmenis saskaņā ar šo specifikāciju 9.11. punktu. Ja pH ≥ 12,1, tad gruntī esošā organikas daļa neietekmēs cementa stabilizācijas mehānismu un grunts ir piemērota tālākai projektēšanai.

Orientējošais efektīvais un pietiekamais gruntij pievienojamais saistvielas daudzums ir no 3% līdz 8%. Atkarībā no grunts īpašībām un konkrētās saistvielas, pievienojamās saistvielas daudzums var būt lielāks.

Jātestē grunts un cementa, CHCS vai kaļķa+cementa maisījuma optimālais ūdens saturs un tilpumsvars saskaņā ar LVS EN 13286-2, kā arī citas īpašības atbilstoši šajās specifikācijās tālāk izvirzītajām prasībām.

Ar cementu vai CHCS sagatavotais grunts maisījums pēc samaisīšanas jāuzglabā 4 h laboratorijas telpā slēgtā traukā vai pārklāts ar mitru audumu (ja tiek lietoti kādi cietēšanas paātrinātāji vai palēlinātāji šis uzglabāšanas laiks var būt atšķirīgs), pēc tam attiecīgi veicot paraugu izgatavošanu pēc Proktora saskaņā ar LVS EN 13286-50. Katrai testējamajai īpašībai, t.sk. salizturības testam, izgatavojami vismaz 3 paralēli paraugi, izņemot tūlītējā nestspējas indeksa testēšanai var izgatavot vienu paraugu.

Kaļķis var tikt izmantots kā sākotnējā piedeva, lai uzlabotu grunts iestrādājamību, samazinot tās plasticitāti. Šādā gadījumā projektēšanas mērķis ir atrast minimālo kaļķa saturu, kas to nodrošina. Lai to atrastu, ieteicams testēt grunts un kaļķa maisījuma plasticitātes rādītājus.

Ar kaļķi un cementu maisījums jāsagatavo sekojoši: grunts paraugs jāsamaisa ar kaļķi un jāuzglabā 24 h (ja izmanto dzēstu kaļķi, uzglabāšanas laiks var būt 4 h) laboratorijas telpā slēgtā traukā vai pārklāts ar mitru audumu, tad jāsamaisa ar cementu un jāuzglabā 4 h laboratorijas telpā slēgtā traukā vai pārklāts ar mitru audumu, pēc tam attiecīgi veicot paraugu izgatavošanu pēc Proktora saskaņā ar LVS EN 13286-50. Katrai testējamajai īpašībai, t.sk. salizturības testam, izgatavojami vismaz 3 paralēli paraugi. Cementa vietā var lietot arī CHCS.

Ar cementu un kaļķi+cementu izgatavotie paraugi jākondicionē formā (20 ± 2) °C 1 dienu, tad 90%-100% mitrumā (20 ± 2) °C 6 dienas vai 27 dienas (90%-100% mitruma apstākļi būs nodrošināti paraugu cieši ietinot plastikāta iesaiņojumā un iegremdējot zem ūdens).

Pēc stabilizēto paraugu kondicionēšanas jātestē to īpašības atbilstoši šajās specifikācijās tālāk izvirzītajām prasībām, un tām jāatbilst 4.1.3.4. vai 4.1.3.6. punktā noteiktajām prasībām.

Nosakot projektētā maisījuma sastāvdaļu proporcijas, objektā pievienojamās saistvielas daudzumu ieteicams paredzēt par 0,5 - 1,0% lielāku nekā projektētais, lai kompensētu kādas iestrādes tehnoloģijas iespējamās novirzes.

4.1.3.3. Ar kaļķi stabilizētas grunts projektēšana:

Jātestē grunts un kaļķa maisījumu pH līmenis saskaņā ar šo specifikāciju 9.12. punktu. Kur gruntij ar konkrēto kaļķa saturu pH = 12,4, tas ir grunts stabilizēšanai minimālais pievienojamais kaļķa daudzums.

Jātestē grunts un kaļķa maisījuma optimālais ūdens saturs un tilpumsvars saskaņā ar LVS EN 13286-2, kā arī citas īpašības atbilstoši izvirzītajām prasībām tālāk šajās specifikācijās.

Ar kaļķi sagatavotais grunts maisījums pēc samaisīšanas jāuzglabā 24 h laboratorijas telpā slēgtā traukā vai pārklāts ar mitru audumu, pēc tam attiecīgi veicot paraugu izgatavošanu pēc Proktora saskaņā ar LVS EN 13286-50. Katrai testējamajai īpašībai, t.sk. salizturības testam, izgatavojami vismaz 3 paralēli paraugi, izņemot tūlītējā nestspējas indeksa testēšanai var izgatavot vienu paraugu.

Ar kaļķi izgatavoti paraugi jākondicionē blīvā plastikāta iesaiņojumā 40 °C 7 dienas, tad 24 h kapilāri piesūcinot ar ūdeni (pirms tam izņemot paraugus no blīvā iesaiņojuma, tad ietinot mitrā audumā un novietojot uz poraina akmens. Ūdens līmenim ir jābūt līdz akmens virsmai un kontaktā ar iesaiņojumu, bet ūdens nedrīkst būt tiešā kontaktā ar paraugu).

Pēc stabilizēto paraugu kondicionēšanas jātestē to īpašības atbilstoši izvirzītajām prasībām tālāk šajās specifikācijās, un tām jāatbilst 4.1.3.5. punktā noteiktajām prasībām.

Nosakot projektētā maisījuma sastāvdaļu proporcijas, objektā pievienojamās saistvielas daudzumu ieteicams paredzēt par 0,5 - 1,0% lielāku nekā projektētais, lai kompensētu kādas iestrādes tehnoloģijas iespējamās novirzes. Ja projektējot izmantoti dzēsti kaļķi, bet objektā paredzēts izmantot nedzēstus kaļķus, tad izmantojamais kaļķa daudzums objektā jāpalielina par 1% attiecībā pret projektēto.

4.1.3.4. Prasības ar cementu un kaļķi+cementu samaisītai un stabilizētai gruntij:

Īpašība, mērvienība	Testēšanas metode	Atsauce uz LVS EN 14227-10	Kategorija	Prasība
Maisījums:				
Granulometriskais sastāvs	LVS EN 933-1	6.2. punkts	-	deklarē
Sastāvdaļu proporcijas	-		-	deklarē
Optimālais ūdens saturs un tilpumsvars	LVS EN 13286-2		-	deklarē
Minimālais ūdens saturs	LVS EN 1097-5	7.1. punkts	$W_{0,90}$	ne mazāk kā 0,9 no optimālā ūdens satura
Tūlītējais nestspējas rādītājs (ja stabilizētā kārta atrodas dziļāk kā 2m no zemes klātnes virsmas)	LVS EN 13286-47	7.3. punkts	IPI_{10}	≥ 10
Tūlītējais nestspējas rādītājs (ja stabilizētā kārta atrodas līdz 2m no zemes klātnes virsmas)	LVS EN 13286-47	7.3. punkts	IPI_{20}	≥ 20
Stabilizēta grunts:				
Paraugu sagatavošana	LVS EN 13286-50	8.3.2. punkts	-	deklarē
Minimālā spiedes stiprība pēc 7 dienu cietēšanas Spiedes stiprība pēc 7 dienu cietēšanas un paraugu mērcēšanas ūdenī 21 dienu (ja stabilizētā kārta atrodas dziļāk kā 2m no zemes klātnes virsmas)	LVS EN 13286-41	8.3.2. punkts A.2 tabula 9.2. punkts A.3 tabula	$C_{0,5}$ I_{DV}	0,5 MPa deklarē
Minimālā spiedes stiprība pēc 7 dienu cietēšanas pēc 5 salizturības cikliem (ja stabilizētā kārta atrodas līdz 2m no zemes klātnes virsmas, un $AADT_{j,smagie} \leq 500$)	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	8.3.2. punkts A.2 tabula	$C_{0,5}$	0,5 MPa
Minimālā spiedes stiprība pēc 7 dienu cietēšanas pēc 5 salizturības cikliem (ja stabilizētā kārta atrodas līdz 2m no zemes klātnes virsmas, un $AADT_{j,smagie} > 500$))	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	8.3.2. punkts A.2 tabula	C_1	1,0 MPa

4.1.3.5. Prasības ar kaļķi samaisītai un stabilizētai gruntij:

Īpašība, mērvienība	Testēšanas metode	Atsauce uz LVS EN 14227-11	Kategorija	Prasība
Maisījums:				
Granulometriskais sastāvs	LVS EN 933-1	-	-	deklarē
Sastāvdaļu proporcijas	-	-	-	deklarē
Optimālais ūdens saturs un tilpumsvars	LVS EN 13286-2	-	-	deklarē
Minimālais ūdens saturs	LVS EN 1097-5	6.2. punkts	$W_{0,90}$	ne mazāk kā 0,9 no optimālā ūdens satura
Tūlītējais nestspējas rādītājs (ja stabilizētā kārta atrodas dziļāk kā 2m no zemes klātnes virsmas)	LVS EN 13286-47	7.3. punkts	IPI_{10}	≥ 10
Tūlītējais nestspējas rādītājs (ja stabilizētā kārta atrodas līdz 2m no zemes klātnes virsmas)	LVS EN 13286-47	7.3. punkts	IPI_{20}	≥ 20

Īpašība, mērvienība	Testēšanas metode	Atsauce uz LVS EN 14227-11	Kategorija	Prasība
Stabilizēta grunts:				
Paraugu sagatavošana	LVS EN 13286-50	6.5.3. punkts	-	deklarē
Spiedes stiprība pēc 7 dienu cietēšanas 40 °C (ja stabilizētā kārta atrodas dziļāk kā 2m no zemes klātnes virsmas)	LVS EN 13286-41	6.5.3. punkts	$R_C0,2$	≥ 0,2 MPa
Minimālā spiedes stiprība pēc 7 dienu cietēšanas 40 °C pēc 5 salizturības cikliem (ja stabilizētā kārta atrodas līdz 2m no zemes klātnes virsmas, un $AADT_{j,smagie} \leq 500$)	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	6.5.3. punkts	$R_C0,2$	≥ 0,2 MPa
Minimālā spiedes stiprība pēc 7 dienu cietēšanas 40 °C pēc 5 salizturības cikliem (ja stabilizētā kārta atrodas līdz 2m no zemes klātnes virsmas, un $AADT_{j,smagie} > 500$))	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	6.5.3. punkts	$R_C0,5$	≥ 0,5 MPa

4.1.3.6. Prasības ar CHCS (arī cementa putekļiem, ar cementu bagātinātas saistvielas, u.tml.) samaisītai un stabilizētai gruntij:

Īpašība, mērvienība	Testēšanas metode	Atsauce uz LVS EN 14227-13	Kategorija	Prasība
Maisījums:				
Granulometriskais sastāvs	LVS EN 933-1	-	-	deklarē
Sastāvdaļu proporcijas	-	-	-	deklarē
Optimālais ūdens saturs un tilpumsvars	LVS EN 13286-2	-	-	deklarē
Minimālais ūdens saturs	LVS EN 1097-5	7.1. punkts	$W_{0,90}$	ne mazāk kā 0,9 no optimālā ūdens satura
Tūlītējais nestspējas rādītājs (ja stabilizētā kārta atrodas dziļāk kā 2m no zemes klātnes virsmas)	LVS EN 13286-47	7.3. punkts	IPI_{10}	≥ 10
Tūlītējais nestspējas rādītājs (ja stabilizētā kārta atrodas līdz 2m no zemes klātnes virsmas)	LVS EN 13286-47	7.3. punkts	IPI_{20}	≥ 20
Stabilizēta grunts:				
Paraugu sagatavošana	LVS EN 13286-50	8.3. punkts	-	deklarē
Minimālā spiedes stiprība pēc 7 dienu cietēšanas Spiedes stiprības pēc 7 dienu cietēšanas un paraugu mērcēšanas ūdenī 21 dienu (ja stabilizētā kārta atrodas dziļāk kā 2m no zemes klātnes virsmas)	LVS EN 13286-41	8.3. punkts 9.1.2. punkts	$C_{0,5}$ I_{DV}	0,5 MPa deklarē
Minimālā spiedes stiprība pēc 7 dienu cietēšanas pēc 5 salizturības cikliem (ja stabilizētā kārta atrodas līdz 2m no zemes klātnes virsmas, un $AADT_{j,smagie} \leq 500$)	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	8.3. punkts	$C_{0,5}$	0,5 MPa
Minimālā spiedes stiprība pēc 7 dienu cietēšanas pēc 5 salizturības cikliem (ja stabilizētā kārta atrodas līdz 2m no zemes klātnes virsmas, un $AADT_{j,smagie} > 500$))	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	8.3.2. punkts	C_1	1,0 MPa

4.1.4. Iekārtas

Veltņi. Grunts vibroveltņi ar gludiem vai dūru valčiem, pneimoveltņi. Sablīvējamās kārtas biezumu, veltņu tipu, statisko lineāro slodzi, vibrācijas frekvenci un centrifugālo trieciena spēku ieteicams izvēlēties saskaņā ar 11. tabulu.

Laistāmās mašīnas. Laistāmajām mašīnām jāspēj operatīvi un efektīvi izliet nepieciešamā apjomā ūdeni, neaizkavējot sablīvēšanu.

Reciklers - speciāla mobila iekārta vai iekārtu komplekss ar kuru iespējams samaisīt konkrēto grunti ar paredzēto saistvielu(ām), lai tālāk nodrošinātu izvirzītās prasības galproduktam. Reciklera minimālais frēzēšanas dziļums - vismaz projektā noteiktajā dziļumā.

Saistvielas izkliedētājs - saistvielas izbēršanai piemērota iekārta, ar maināmu izbēršanas platumu, kura aprīkota ar izberamās saistvielas dozācijas vadību.

4.1.5. Darba izpilde

Zemes klātnes uzbērumu var būvēt, ja gaisa temperatūra ir virs 0 °C un pamatne nav sasalusi.

Grunts stabilizāciju ar hidraukiskajām saistvielām var veikt, ja gaisa temperatūra ir virs 5 °C, kā arī jānodrošina, lai vēl vismaz 28 dienas pēc stabilizācijas darbu izpildes stabilizētā kārta tiktu pasargāta no sasalšanas.

Darbu var veikt arī tad, ja gaisa temperatūra ir zemāka par 0 °C, kā arī uz sasalušas pamatnes, bet šajā gadījumā jāsablīvē iespējami ātri, to pabeidzot pirms materiāla sasalšanas. Ieteicams lietot smagākus veltņus par 11. tabulā norādītajiem. Jāizvairās lietot gruntis ar lielu mitrumu. Pirms segas būvniecības jānosaka uzbēruma slogošanas laiks (tehnoloģiskais pārtraukums) līdz zemes klātnes pilnīgai atkušanai. Tālākās kārtas drīkst būvēt tikai pēc tam, kad ir pārbaudīta un ir atbilstoša uzbūvētās zemes klātnes kvalitāte.

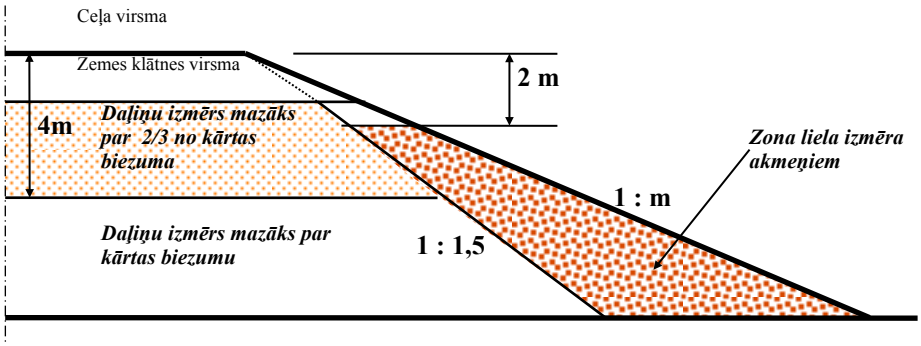
Zemes klātnes uzbēruma būvniecībai nedrīkst lietot sasalušu materiālu.

Zemes klātnes ierakuma izstrādei temperatūras vai citu klimata ierobežojumu nav, bet, ja ierakums izstrādāts sasalušās gruntīs vai ziemas periodā, tad segu drīkst būvēt tikai pēc tam, kad ierakuma pamatne pilnībā atkususi, kā arī pārbaudīta un ir atbilstoša tās kvalitāte.

Augu zeme un grunts ar vairāk nekā 6 masas % organisko piemaisījumu jānovāc, nesajaucot ar citiem materiāliem, pirms zemes klātnes būvniecības sākšanas.

Noraktā grunts jāaizved uz atbērtni vai arī, ja paredzēts, ierakuma grunts jāiestrādā uzbērumā.

Uzbēruma augšējā daļā – līdz 4 m no ceļa virsmas – akmeņu (vai citu ķermeņu) lielākais izmērs nedrīkst pārsniegt 2/3 no 11. tabulā norādītā būvējamās kārtas biezuma. Uzbēruma apakšējā daļā – zemāk par 4 m no ceļa virsmas – lielākie akmeņi nedrīkst pārsniegt 11.tabulā norādīto būvējamās kārtas biezumu. Akmeņus, kas pārsniedz noteiktos izmērus, var novietot uzbēruma ārējā malā – zemāk par 2 m no ceļa virsmas –, kā norādīts 3.attēlā. Šajā zonā 11. tabulā norādīto kārtas biezumu drīkst dubultot, savukārt akmeņi nedrīkst pārsniegt kārtas biezumu. Būvniecības darbi jāveic vienlaikus, gan būvējot zemes klātnes kārtas, gan kārtas nogāzes zonā.



1. attēls

Uzbērums būvējams horizontālās kārtās. Vienā kārtā nav pieļaujams izmantot dažāda tipa gruntis; gruntis ar augstāku nestspēju izmantojamas virsējā kārtā, izņemot gadījumu, ja paredzēts

nostiprināt vājas nestspējas (dabīgo) grunti, piemēram, būvējot starpkārtu no akmens materiāla, kas stiegrots ar ģeorežģiem. Sablīvēšana veicama, ievērojot optimālo grunts mitrumu un pieļaujamās novirzes, nepieciešamības gadījumā laistot vai žāvējot. Pirms darba izpildes jānosaka katra izmantojamās grunts tipa Proktora blīvuma un ūdens satura attiecību izmaiņu grafiks, norādot tilpuma blīvumu, kad ir optimāls ūdens saturs, kā arī norādot ūdens satura pieļaujamās novirzes no optimālā. Putekļainu vai mālainu grunti, ja paredzams lietus, jāblīvē ar gludo valču veltni. Lietus laikā darbs jāpārtrauc. Ja paredzams sals, jāsablīvē nekavējoties pēc materiāla izlīdzināšanas, ieteicams izvēlēties efektīvākas blīvēšanas iekārtas un lietot materiālu, kura optimālais ūdens saturs ir iespējami zemāks.

Būvējot zemes klātni, laikus jāplanē darba virsmas, izveidojot šķērskritumu, kas nodrošina ūdens atvadi ārpus ceļa konstrukcijas. Ieplakas un citi lokālie iesēdumi, kuros var uzkrāties ūdens, pieberami ar nedrenējošu grunti un sablīvējami.

Katras kārtas sablīvēšana jāpabeidz pirms nākamās kārtas vai konstruktīvā slāņa būvniecības. Uzbērums zonā 4 metrus zemāk par zemes klātnes virsmu jāblīvē ar vismaz 4 veltņa pārbraucieniem pa vienu vietu, savukārt zonā līdz 4 metriem no zemes klātnes virsmas jāblīvē ar vismaz 6 veltņa pārbraucieniem pa vienu vietu. Sablīvējamās kārtas biezumu ieteicams noteikt atbilstoši norādēm 11. tabulā.

11. tabula. Maksimāli pieļaujamais sablīvēta slāņa biezums (m) dažādiem materiāliem un blīvēšanas iekārtām (informatīvi – blīvēšanas iekārtu tipa un blīvēšanas režīma noteikšanai)

Blīvēšanas iekārta	**Grunts**			
	Akmeņi, laukakmeņi, grants	**Smilts**	**Putekļaina vai mālaina smilts vai grants un mālaina grunts**	**Dažāda izmēra daļiņu grunts ar lielu putekļu daļiņu saturu**
Vibroveltnis ar vienu valci(1), **statiskā lineārā slodze:**				
min. 15 kN/m² (apmēram 2 t svars)		0,30	0,25	0,20
min. 30 kN/m² (apmēram 6 t svars)	1,00	0,60	0,50	0,30
min. 45 kN/m² (apmēram 10 t svars)	2,00	0,80	0,60	0,40
min. 65 kN/m² (apmēram 15 t svars)	3,00	1,20	0,80	0,60
Vibrācijas divvalču veltnis(2), **statiskā lineārā slodze:**				
min. 5 kN/m² (apmēram 1 t svars)		0,15	0,10	
min. 10 kN/m² (apmēram 2 t svars)		0,25	0,20	0,15
min. 20 kN/m² (apmēram 6 t svars)		0,40	0,35	0,20
min. 30 kN/m² (apmēram 10 t svars)		0,60	0,50	0,30
Statisks trīsvalču veltnis, lineārā slodze:				
min. 50 kN/m² (apmēram 10 t svars)		0,25	0,20	0,20
Statisks dūrvalču veltnis:				
min. 45 kN/m² (apmēram 20 t svars)		0,25	0,25	0,25
Pneimoveltnis, slodze/ritenis:				
min. 15 kN/m²		0,20	0,20	0,20
min. 25 kN/m²		0,25	0,25	0,25

PIEZĪME (1) Attiecas uz piekabināmo veltni ar vienu valci. Pašgājēju veltņiem slodze attiecas uz valci.
PIEZĪME (2) Ja blīvē ar aktīvām vibrācijas iekārtām abos valčos, tad noteikto pārbraucienu skaitu var samazināt divas reizes.

Būvējot uzbērumu uz vājas nestspējas gruntīm vai no vājas nestspējas gruntīm, vai no putekļainām vai mālainām gruntīm, pirms ceļa segas pamata būvniecības uzsākšanas ieteicams paredzēt tehnoloģisko pārtraukumu.

Uzbērums jābūvē visā platumā un vienlaikus ar nogāzēm, turklāt ar tādu aprēķinu, lai vēlāk pēc iespējas nevajadzētu papildus piebērt nogāzes. Ja nepieciešams nogāzes papildus piebērt, tas veicams, esošajā zemes klātnē izveidojot 1 – 3 m platus un 0,3 – 0,6 m augstus pakāpienus.

Pirms stabilizācijas darbu uzsākšanas jāizlīdzina stabilizējamās grunts virsma. Ja nepieciešams, jāpieved un jāiestrādā papildus paredzētie materiāli.

Stabilizējot grunti ar cementu saistvielas iestrāde jāveic vienā tvērienā. Cementa iestrādes laiks no brīža, kad cements ir saskāries ar stabilizējamo grunti, līdz kārtas sablīvēšanas beigām nedrīkst pārsniegt 4 h, izņēmuma gadījumos iestrādes laiks var tikt palielināts, bet nedrīkst pārsniegt 8 h (ja tiek lietoti kādi cietēšanas paātrinātāji vai palēlinātāji iestrādes laiks attiecīgi var tikt noteikts atšķirīgs). Pārsniedzot šo laiku jāveic atkārtota cementa pievienošana - ja 24 h laikā, tad no jauna pievienojamā cementa daudzums 50% no projektētā, ja vēlāk, tad no jauna jāpievieno viss projektētais cementa daudzums). Līdz ar to ļoti rūpīgi un detāli jāizstrādā stabilizācijas darbu norises tehnoloģiskais process.

Stabilizējot grunti ar kaļķi un cementu saistvielu iestrāde jāveic 2 tvērienos - pirmajā tvērienā jāiestrādā kaļķis - iestrādes laiks līdz 24 h, otrajā tvērienā (ne vēlāk kā 7 dienu laikā pēc kaļķa iestrādes) - cements.

Stabilizējot grunti ar kaļķi, kaļķa iestrāde var tikt realizēta vienā vai divos tvērienos. Divos tvērienos iestrāde var būt nepieciešama gruntīs, kuras ir ļoti smagi safrēzēt (pārmaisīt). Šādā gadījumā otrs tvēriens izpildāms 2 - 3 dienas pēc pirmā tvēriena.

Stabilizējot ar hidrauliskajām saistvielām jānodrošina pietiekama ūdens daudzuma pievienošana, lai nodrošinātu maisījuma ūdens saturu tuvu optimālajam. Nepieciešamais ūdens daudzums jāpievieno pirms samaisīšanas vai samaisīšanas laikā. Ja pēc samaisīšanas tiek konstatēts, ka ūdens daudzums ir nepietiekams, tad jāveic atkārtota pārmaisīšana pievienojot vai ar pievienotu ūdeni, ievērojot saistvielu iestrādei gruntī šajās specifikācijās noteiktos laika limitus.

Stabilizētās kārtas būvniecības laikā nepārtraukti vizuāli jākontrolē maisījuma un virsmas viendabīgums un kondīcija, vismaz 1 reizi dienā jāveic izlietotās saistvielas daudzuma uzmērījums (tas nedrīkst atšķirties vairāk kā ± 15% no paredzētā daudzuma uz 1 m²) - uzmērīšanas metodika jānosaka piemērota saistvielas iestrādes tehnoloģijai, kā arī jāuzskaita un jāaprēķina kopējais izlietotais saistvielas daudzums (tas nedrīkst atšķirties vairāk kā ± 5% no kopējā paredzētā daudzuma), kā arī vismaz no katriem 5000 m² jānoņem ar saistvielu samaisītās grunts paraugi un jātestē 4.1.3.4; 4.1.3.5. vai 4.1.3.6. punktā noteiktās īpašības (izņemot granulometrisko sastāvu - tas nav jātestē), un tā jāatbilt 4.1.3.4; 4.1.3.5. vai 4.1.3.6. punktā noteiktajām prasībām.

Stabilizētās kārtas sablīvēšanas procesu ieteicams pabeigt izsmidzinot uz stabilizētās kārtas virsmas nelielu ūdens daudzumu un blīvējot ar pneimoriteņu veltni.

Pēc kārtas stabilizācijas darbu pabeigšanas tā jāpasargā no strauja mitruma zuduma. Ja nepieciešams, jāveic regulāra stabilizētās kārtas virsmas laistīšana ar ūdeni, lai to uzturētu mitru.

Pēc stabilizācijas darbu pabeigšanas jānodrošina stabilizētās kārtas vismaz 7 dienu ″miera ″ periods, kura laikā stabilizētā kārta netiek pakļauta transporta slodzēm. ″Miera″ periods nav nepieciešams, ja nākamās diennakts laikā pēc stabilizācijas darbu pabeigšanas tiek uzbūvēta nosedzošā kārta, kuras biezums nav mazāks par 30 cm.

Jāņem vērā, ka ar hidrauliskajām saistvielām (īpaši ar kaļķi) stabilizētas kārtas noformējas ilgā laika periodā, kas var aizņemt no 1 līdz pat 3 mēnešiem. Tāpēc stabilizētā kārta savas īpašības un konstruktīvo nestspēju neiegūs uzreiz, līdz ar to arī šāda veida kādu mērījumu izdarīšana neilgi pēc stabilizācijas darbu pabeigšanas neatspoguļos faktiskos paredzamos stabilizētās kārtas ekspluatācijas rādītājus, kas tiks sasniegti kad stabilizētā kārta būs pilnībā noformējusies.

Jākontrolē būvobjektā pievestā, pārvietotā vai iestrādātā materiāla un saistvielas daudzums, izmantojot kravu kontrolsvēršanu un laboratoriski noteiktu bērto tilpumsvaru vai kontrolējot ar ģeodēziskiem mērījumiem, vai izmantojot citas efektīvas uzmērīšanas metodes.

4.1.6. Kvalitātes novērtējums

Uzbūvētajam zemes klātnes ierakumam vai uzbērumam, kā arī katrai uzbūvētajai kārtai jābūt līdzenai, jābūt nodrošinātai pilnīgai ūdens notecei. Izpildīto darbu kvalitātei jāatbilst 12. tabulā izvirzītajām prasībām. Mērījumi, pārbaudes un testēšana jāveic pirms nosedzošās kārtas būvniecības, izņemot stabilizētu kārtu izurbto paraugu spiedes stiprību.

12. tabula. Zemes klātnes kvalitātes prasības un nosacījumi testēšanai un mērījumiem

Parametrs	Prasība	Metode	Izpildes laiks vai apjoms
Virsmas augstuma atzīmes	≤ ± 5 cm no paredzētā	LBN 305-1 Veicot ģeodēziskos uzmērījumus	Visā būvobjektā vismaz trīs vietās šķērsprofilā (piem., uz ceļa ass un malās) ik pēc 100 m
Nogāžu slīpums	Ne stāvākas par paredzēto	Ar šabloniem	Testējot aizdomu gadījumos par neatbilstību
Šķērsprofils	≤ ± 1,5 % no paredzētā	Ar 3 m mērlatu un līmeņrādi	Visā būvobjektā katrā joslā ik pēc 100 m pirms nosedzošās kārtas būvniecības
Platums	≤ ± 10 cm no paredzētā uz katru pusi no ceļa ass	Ar mērlenti	
Novietojums plānā	≤ ± 10 cm no paredzētā	LBN 305 – 1 Veicot ģeodēziskos uzmērījumus	Visā būvobjektā raksturīgos punktos
Kārtas biezums, stabilizētām kārtām	≤ ± 5 cm no paredzētā	Šurfējot (atrokot, vai izurbjot - tad pēc LVS EN 12697-36) un uzmērot ar lineālu. Šurfēt nedrīst tuvāk par 1,0 m no skārtas malas	Visā būvobjektā vismaz trīs vietās šķērsprofilā (piem., uz ceļa ass un malās) ik pēc 500 m
Grunts sablīvējums katrai kārtai vai pamatnei(1) (2)	≥ 98 % no Proktora blīvuma (1) vai veicot dubulto slogošanu ar statisko plātni $E_{v2}/E_{v1} \leq 3,5$	LVS EN 13286-1 LVS EN 13286-2 AASHTO T205 ASTM D2167-08 ASTM D1556-07 BS 1377-9 DIN 18134	Visā būvobjektā katrā joslā ik pēc 1000 m pirms nosedzošās kārtas būvniecības
Deformācijas modulis, ar saistvielām nesaistītām kārtām	Kopējais deformācijas modulis E_{V2} nedrīkst būt zemāks par 45 MPa vai ne zemāks par 25 MPa katrai zemākajai kārtai, ja nav paredzēts citādi, papildus jānosaka grunts mitrums mērījuma izpildes vietā, kā arī, ja iepriekš nav noteikts, tad jānoska grunts Proktora blīvums un optimālais mitrums	DIN 18134 (3) LVS EN 1097-5 LVS EN 13286-2	Visā būvobjektā katrā joslā ik pēc 1000 m vai vismaz 1 mērījums katrai zemākajai kārtai, ja nav paredzēts citādi
Izurbtu paraugu spiedes stiprība, stabilizētām kārtām	Jāatbilst šo specifikāciju 4.1.3.4., 4.1.3.5. vai 4.1.3.6. punktā noteiktajām prasībām	LVS EN 13286-50 LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	Izurbjot paraugus ne ātrāk kā 28 dienas pēc kārtas stabilizācijas darbu pabeigšanas. Paraugus noņem un testē pasūtītājs pēc saviem ieskatiem

PIEZĪME(1) Jānosaka no grunts uzbūvētās kārtas tilpuma blīvums, kas jāattiecina pret no kārtas noņemta parauga Proktora blīvumu.
PIEZĪME(2) Grunts sablīvējums ar cementu stabilizētām vai uzlabotām kārtām jānosaka ne vēlāk kā tās pašas dienas laikā, kad veikta cementa iestrāde. Ar kaļķi stabilizētas vai uzlabotas kārtas sablīvējums jānosaka ne vēlāk kā nākamajā dienā pēc kaļķa iestrādes.
PIEZĪME(3) Deformācijas modulis jāuzmēra gruntij tās optimālajā mitrumā, vai ne vairāk kā +/- 2% no optimālā mitruma.

Neatbilstību gadījumā jāveic nepieciešamie pasākumi prasību nodrošināšanai.

4.1.7. Darba daudzuma uzmērīšana

Uzbūvētās zemes klātnes darbu daudzums jāuzmēra, kā norādīts *Ceļu specifikāciju* 2.6.4.2. punktā, aprēķinot piebērto vai norakto grunts apjomu blīvā veidā.

11.2. Pilnveidojamais specifikāciju nodaļā "6.4. Aukstā pārstrāde (reciklēšana)"

Specifikāciju nodaļā "6.4. Aukstā pārstrāde (reciklēšana)" pilnveidojams sekojošais:

- nepieciešams noteikt izmērāmus kritērijus aukstās pārstrādes (reciklētu) maisījumu projektēšanai un darba novērtēšanai, izmantojot cementu vai saistvielas uz tā bāzes;
- specifikācijā ir iekļauti ieteikumi reciklējamo materiālu maisījumu (saistvielas satura) projektēšanai, bet nav noteiktas šādas projektēšanas rezultātā sasniedzamās vērtības vai kritēriji pēc kādiem būtu jānosaka galīgā darba formula:
    - noteikt vērtības un kritērijus kādi jāsasniedz austās pārstrādes maisījumu projektēšanas rezultātā
- nav korekti atrunāti sablīvējuma un nestspējas mērījumu izpildes apstākļi vai termiņi, kā arī ir apšaubāma nestspējas mērījumu izpildes nepieciešamība:
    - *jāizstrādā vai jānosaka testēšanas metodika un kritēriji, lai būtu iespējams korekti konstatēt un novērtēt uzbūvētas aukstās pārstrādes kārtas sablīvējumu un nestspēju*
    - *izvērtēt nestspējas mērījumu izpildes nepieciešamību un šādas prasības izmantošanu specifikācijās*

Izstrādātā specifikācijas "6.4. Aukstā pārstrāde (reciklēšana)" ieteicamā redakcija:

6.4. Aukstā pārstrāde (reciklēšana)

Būvprojekta izstrādes gaitā jāizpēta esošā segas konstrukcija un, balstoties uz esošās segas konstrukcijas izpētes un testēšanas rezultātiem, jāpieņem lēmums par aukstās pārstrādes veidu, kā arī jānosaka no jauna pievienojamo materiālu veids un daudzums. Auksto pārstrādi var īstenot, paredzot pārstrādāt esošo ceļa segas konstrukciju uz vietas būvobjektā vai būvēt segas konstruktīvās kārtas, izmantojot tajā pašā vai citos būvobjektos atgūtus (reciklētus) materiālus, ja paredzēts, pievienojot tiem jaunus minerālos materiālus un saistvielas.

Esošā seguma auksto pārstrādi uz vietas ieteicams paredzēt autoceļu posmos, kuru segums ir ievērojami nolietojies, satiksmes intensitāte ir neliela vai vidēja, kā arī nav nepieciešams ievērojami pastiprināt segas konstrukciju.

Ja paredzēta aukstā pārstrāde ar saistvielu pievienošanu, tadbūvuzņēmējam jāprojektē pievienojamās saistvielas daudzums, kā arī jāprecizē maisījuma satāvs un struktūra. Ieteicams reciklētā maisījuma projektēšanu veikt jau būvprojekta izstrādes gaitā, lai tādējādi dotu jau iespējami precīzu, pamatotu un reālu aukstās pārstrādes risinājumu, kuru bez liekiem un nepamatotiem riskiem var realizēt būvuzņēmējs.

Nofrēzēta asfalta izmantošana bitumenētas segas kārtas būvēšanai uz esošajiem ceļiem ar nesaistītu segumu ieteicama autoceļu posmos ar satiksmes intensitāti AADT ≤ 1500 un smagā autotransporta īpatsvaru ne lielāku par 5%. Ja nepieciešams, ir jāaprēķina segas konstrukcija, lai noteiktu tādus konstruktīvo kārtu biezumus, kuri atbildīs prognozētajai satiksmes intensitātei. Projektējot jāievērtē, ka būvējamo kārtu biezums mainīs (paaugstinās) seguma virsmas augstuma atzīmes. Jāparedz pasākumi efektīvai ūdens atvades sistēmas darbības nodrošināšanai.

Pirms jaunās segas būvēšanas jāparedz esošās segas profilēšana un sablīvēšana.

Bituminētas segas kārtas būvēšanu, izmantojot nofrēzēto asfaltu, ieteicams paredzēt sekojošos veidos:

- nepievienojot papildu minerālo materiālu un saistvielu. Šī metode ieteicama grants ceļiem ar satiksmes intensitāti AADT ≤ 100. Šajā gadījumā nofrēzētais asfalta materiāls vienmērīgi ieklājams paredzētajā platumā 10-15 cm biezumā un sablīvējams.
- pievienojot papildus minerālo materiālu un saistvielu. Šī metode ieteicama grants ceļiem ar satiksmes intensitāti 1500 ≥ AADT > 100. Šajā gadījumā nofrēzētais asfalta materiāls vienmērīgi ieklājams paredzētajā platumā 10-15 cm biezumā, tam atkarībā no projektētā sastāva pievienojamas, piemēram, 16/22 mm frakcijas šķembas 100-150 kg/m^2 un, ja paredzēts, saistviela, tad visu samaisot un sablīvējot.

Uzbūvētu aukstās pārstrādes kārtu nav ieteicams ekspluatēt bez virsmas apstrādes vai nosedzošas asfalta kārtas ilgāk par 2 nedēļām lietainā laikā vai 4 nedēļām sausā laikā. Ieteicams paredzēt vienkārtas virsmas apstrādi divas reizes (1. reizi pēc aukstās pārstrādes kārtas uzbūvēšanas, 2. reizi – nākamajā gadā, pirms tam, ja nepieciešams, novēršot defektus).

6.4.1. Definīcijas

Aukstā pārstrāde (reciklēšana) – tehnoloģija ceļa segas rekonstrukcijai vai būvniecībai aukstā veidā, t.i. bez minerālmateriālu sildīšanas. Auksto pārstrādi var veikt uz vietas būvobjektā, uzirdinot esošo segumu vai segas pamatu (var nofrēzēt esošo segumu un uzirdināt segas pamatu vai arī uzirdināt gan esošo segumu, gan pamatu), pēc tam, ja nepieciešams, pievienojot jaunus minerālos materiālus un saistvielu un tad samaisot, izlīdzinot un sablīvējot. Auksto pārstrādi var veikt izmantojot arī pievestu nofrēzētu un/vai drupinātu un/vai šķirotu asfaltu vai citus atgūtus materiālus, kuri iegūti tajā pašā vai citā būvobjektā.

Aukstā pārstrāde bez jaunu materiālu pievienošanas – esošās segas uzirdināšana un pārmaisīšana vai pievesta nofrēzēta asfalta vai citu atgūtu materiālu iestrāde, iegūstot pārstrādāto kārtu paredzētajā biezumā, jaunus materiālus nepievienojot.

Aukstā pārstrāde ar jaunu materiālu (bitumena, cementa, minerālmateriālu) pievienošanu – esošās segas uzirdināšana un pārmaisīšana vai pievesta nofrēzēta asfalta vai citu atgūtu materiālu iestrāde, kā arī samaisīšana ar paredzētajiem jaunajiem materiāliem, iegūstot pārstrādāto kārtu paredzētajā biezumā.

6.4.2. Darba apraksts

Aukstā pārstrāde ietver nepieciešamo izejmateriālu, ja nepieciešams – arī reciklētu materiālu, sagatavošanu un piegādi, saistvielas daudzuma (arī maisījuma) projektēšanu nepieciešamājā apjomā, ja nepieciešams – esošā seguma uzirdināšanu un samaisīšanu, no jauna pievienojamo materiālu iemaisīšanu, kārtas sablīvēšanu, kā arī uzbūvētas kārtas kopšanu līdz nosedzošās kārtas būvniecības uzsākšanai. Ja nepieciešams, tad pirms darba izpildes jāveic pamatnes profilēšana un blīvēšana, ģeodēziskie mērījumi, šķērsprofila un garenprofila projektēšana un darba daudzuma aprēķini.

6.4.3. Materiāli

No jauna pievienojamo minerālmateriālu īpašībām jāatbilst 5.2.3.punktā izvirzītajām prasībām, un rupjo minerālmateriālu stiprības klasei jāatbilst šādām prasībām.

	AADT $_{j,\ smagie}$		
	≤ 100	**101-500**	**> 500**
Pamata nesošajās virskārtās	N-IV klase	N-III klase	N-II klase
Pamata nesošajās apakškārtās	N-IV klase	N-IV klase	N-III klase

Aukstās pārstrādes sastāvs jāprojektē, lai iegūtu maisījumu, kura struktūra atbilst specifikācijā ″5.2. Nesaistītu minerālmateriālu pamata nesošās kārtas vai seguma būvniecība″ izvirzītajām prasībām vai LVS EN 14227-1 noteiktajam. Aprēķinā jālieto sagatavotā nofrēzētā asfalta faktiskais granulometriskais sastāvs (bez saistvielas atmazgāšanas).

Kā saistviela lietojams LVS EN 12591 atbilstošs (putu) bitumens, kura penetrācija +25^0 C temperatūrā nav mazāka par 160×0,1 mm, kas testēta pēc EN 1426, vai mīkstais bitumens, vai bitumena emulsija (ar ″F″ tipa uz emulsijas bāzētas šķīdinātas saistvielas piedevu), kas atbilst 137. tabulai. Putu bitumenu ieteicams lietot, ja aukstās pārstrādes maisījuma minerālo daļiņu saturs zem 0,063 mm sieta ir 5 – 15 masas %, bet bitumena emulsiju, ja ir 1 – 7 masas %. Lietojot bitumena emulsiju, tā jāsalāgo ar minerālajiem materiāliem un konkrēto aukstās pārstrādes tehnoloģisko risinājumu attiecībā uz viskozitāti, adhēziju un sadalīšanās ātrumu. Ja saistvielai izmanto bitumenu, tad jāpievieno adhēzijas piedevas vai virsmas aktīvās vielas, vai polimēri, vai citas piedevas, kas nodrošina saistvielas, jauno minerālmateiālu un reciklētu materiālu adhēziju.

Cementam jāatbilst LVS EN 197-1 izvirzītajām prasībām, klases: 32,5N; 42,5N vai 52,5 N.

CHCS (cementa hidrauliskā ceļa saistviela) jāatbilst LVS ENV 13282 izvirzītajām prasībām, ar stiprības klasi HRB 22,5 E vai HRB 32,5 E

Kā piedevas var lietot arī LVS EN 459-1, klasei CL 90 vai CL 80 atbilstošu kaļķi vai dolomīta miltus. Var lietot arī citas piedevas. Piedevu lietošana jāpamato un jādeklarē to veids un īpašības.

Ieteicamais paredzamais saistvielu saturs:

- ja stabilizē ar cementu vai CHCS: cements – 3,0 – 5,0 masas %;
- ja stabilizē ar putu bitumenu: bitumens (putu) – 1,5 – 3,0 masas % plus cements – 1,0 masas %;
- ja stabilizē ar bitumena emulsiju: bitumena emulsija – 3,5 – 7,0 masas % plus cements – 1,0 – 1,5 masas %.

Pārstrādātā (reciklētā) maisījuma saistvielas daudzuma projektēšanu (nepieciešamības gadījumā – arī maisījuma projektēšanu) nodrošina būvuzņēmējs. Metodi maisījuma saistvielas daudzuma izvēlei un kvalitātes pārbaudei izvēlas un nodrošina būvuzņēmējs.

Maisījuma saistvielu saturs un ūdens saturs ir definēts attiecībā pret sausa materiāla kopējo masu, t.i., minerālmateriāli + cements + piedevas = 100%.

Ūdens saturs maisījumā ir jāprojektē, nosakot optimālo ūdens saturu pēc LVS EN 13286-1 un LVS EN 13286-2.

Lietotajam ūdenim jāatbilst LVS EN 1008.

Lietotajām piedevām jāatbilst LVS EN 934-2. Ja tiek lietoti cietēšanas paātrinātāji vai palēlinātāji

6.4.3.1. Maisījuma projektēšana kā saistvielu izmantojot putu bitumenu vai bitumena emulsiju.

Konkrētais putu bitumena vai bitumena emulsijas (abos gadījumos – arī plus cements, ja tas paredzēts) saturs maisījumā jāprojektē pēc LVS EN 12697-30 (Maršala sablīvēšana, 2x75 triecieni, +25^0 C temperatūrā).

Atlasa, testē un novērtē izejmateriālus – reciklētos (atgūtos vai atgūstamos), kā arī jaunos, izvēlas saistvielu, sastāda reciklēto maisījumu., nosakot katras sastāvdaļas procentuālo daudzumu, kā arī, lai nodrošinātu reciklētā maisījuma granulometriskā sastāva līkni atbilstoši šajās specifikācijās noteiktajām prasībām.

Nosaka sastādītā reciklētā maisījuma samaisīta ar saistvielu un piedevām, ja paredzētas, optimālo ūdens saturu – sagatavojot Proktora paraugus u.c. atbilstoši LVS EN 13286-2.

Izgatavo paraugus netiešās stiepes stiprības testēšanai ar, piemēram, 2%, 4% un 6% attiecīgo saistvielu, kā arī piedevas, ja paredzēts, izgatavojot vismaz 3 paraugus ar katru saistvielas saturu. Tad samaisa, kondicionē, sagatavo attiecīgi Maršala paraugus u.c. atbilstoši LVS EN 12697-30.

Testē sagatavoto Maršala paraugu netiešās stiepes stiprību pēc LVS EN 12697-12.

Aprēķina ar katru saistvielas saturu iegūtos vidējos testēšanas rezultātus, atmetot acīmredzami kļūdainus rezultātus.

Nepieciešamības gadījumā, ja nav iegūts maisījums ar pieņemamām īpašībām, atkārtoti vai papildus sagatavo un testē maisījumus.

Galīgo saistvielas saturu nosaka, izvērtējot iegūtos testēšanas rezultātus, izvēloties racionālāko un efektīvāko risinājumu.

Definē darba formulu aukstās pārstrādes maisījumam, kā arī konkrēto aukstās pārstrādes tehnoloģisko risinājumu.

6.4.3.2. Maisījuma projektēšana kā saistvielu izmantojot cementu vai CHCS:

Atlasa, testē un novērtē izejmateriālus – reciklētos (atgūtos vai atgūstamos), kā arī jaunos, izvēlas saistvielu, sastāda reciklēto maisījumu, nosakot katras sastāvdaļas procentuālo daudzumu, kā arī, lai nodrošinātu reciklētā maisījuma granulometriskā sastāva līkni atbilstoši šajās specifikācijās noteiktajām prasībām.

Ja esošajos izejmateriaļos ir nepietiekams putekļu daļiņu saturs (< 0,63mm ≤ 5%), tad jāparedz papildus materiālu pievienošana ar pietiekami lielu putekļu saturu, tādējādi ar mazāku saistvielas izlietojumu būs iespējams sasniegt labākus spiedes stiprības rādītājus. Šim mērķim ieteicams izmantot arī cementa apvedkanāla putekļus.

Jātestē materiālu un cementa vai CHCS maisījuma optimālais ūdens saturs un tilpumsvars saskaņā ar LVS EN 13286-2, kā arī citas īpašības atbilstoši šajās specifikācijās tālāk izvirzītajām prasībām.

Ar cementu vai CHCS sagatavotais maisījums pēc samaisīšanas jāuzglabā 4 h laboratorijas telpā slēgtā traukā vai pārklāts ar mitru audumu (ja tiek lietoti kādi cietēšanas paātrinātāji vai palēlinātāji šis uzglabāšanas laiks var būt atšķirīgs), pēc tam attiecīgi veicot paraugu izgatavošanu pēc Proktora saskaņā ar LVS EN 13286-50. Katrai testējamajai īpašībai, t.sk. salizturības testam, izgatavojami vismaz 3 paralēli paraugi.

Ar cementu vai CHCS izgatavotie paraugi jākondicionē formā (20 ± 2) °C 1 dienu, tad 90%-100% mitrumā (20 ± 2) °C 6 dienas vai 27 dienas (90%-100% mitruma apstākļi būs nodrošināti paraugu cieši ietinot plastikāta iesaiņojumā un iegremdējot zem ūdens).

Pēc stabilizēto paraugu kondicionēšanas jātestē to īpašības atbilstoši šajās specifikācijās tālāk izvirzītajām prasībām, un tām jāatbilst 4.1.3.4. vai 4.1.3.6. punktā noteiktajām prasībām.

Nosakot projektētā maisījuma sastāvdaļu proporcijas, objektā pievienojamās saistvielas daudzumu ieteicams paredzēt par 0,5 - 1,0% lielāku nekā projektētais, lai kompensētu kādas iestrādes tehnoloģijas iespējamās novirzes.

6.4.3.3. Prasības ar cementu vai CHCS saistītam maisījumam:

Īpašība, mērvienība	Testēšanas metode	Atsauce uz LVS EN 14227-1	Kategorija	Prasība
Reciklēto materiālu maisījuma granulometriskais sastāvs (bez saistvielas)	LVS EN 933-1	5.3.2. punkts	-	deklarē atbilstoši šo spec.5.2.p. vai LVS EN 14227-1
Sastāvdaļu proporcijas un granulometriskais sastāvs (ar saistvielu)	-LVS EN 933-1	6.4. punkts	-	
Optimālais ūdens saturs un tilpumsvars	LVS EN 13286-2	6.3. punkts	-	deklarē
Paraugu sagatavošana	LVS EN 13286-50	6.5.1. punkts	-	deklarē
Minimālā spiedes stiprība pēc 28 dienu[(1)] cietēšanas pēc 10 salizturības cikliem (ja $AADT_{j,smagie} \leq 500$)	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	8.3.2. punkts A.2 tabula	C_2	2,0 MPa [(1)(2)]
Minimālā spiedes stiprība pēc 28 dienu [(1)] cietēšanas pēc 10 salizturības cikliem (ja $AADT_{j,smagie} > 500$)	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	8.3.2. punkts A.2 tabula	C_4	4,0 MPa [(1)(2)]

PIEZĪME [(1)] Drīkst testēt spiedes stiprību arī pēc 7 dienu cietēšanas pēc 10 salizturības cikliem, šādā gadījumā tabulā norādītā spiedes stiprības prasība jāpazemina par 30% (LVS EN 14227-1 6.5.2. punkts).

PIEZĪME [(2)] Prasības noteiktas pie H/D = no 0,8 līsdz 0,21 (H/D - parauga augstuma un diametra attiecība, pie H/D = 2,0 spiedes stiprības prasība jāpazemina par 25% (LVS EN 14227-1, 2. tabula).

6.4.4. Iekārtas

Reciklers. Speciāla mobila iekārta vai iekārtu komplekss, kurā funkcionāli apvienota seguma frēzēšana, uzirdināšana un samaisīšana, dozējot un pievienojot saistvielu un piedevas. Prasības recikleram. Minimālais frēzēšanas dziļums – vismaz projektā noteiktajā dziļumā; frēzēšanas dziļuma kontrole darba laikā; pievienojamās saistvielas dozācijas un temperatūras kontrole; pievienojamo piedevu dozācijas kontrole; ūdens padeves kontrole, ja to lieto.

Ceļa frēze – ar darba platumu vismaz 2 m. Var lietot reciklera vietā, ja saistvielas pievienot nav paredzēts.

Autogreiders. Izmanto aukstās pārstrādes kārtas galīgai noformēšanai, veicot maisīšanu uz ceļa, kā arī rūpnīcas maisījuma iestrādei, ja nav ieklājēja. Svars vismaz 14 t, dzinēja jauda vismaz 100 kW, vērstuvi vēlams aprīkot ar zobu nažiem, vēlama automātika šķērskrituma nodrošināšanai.

Veltņi. Kombinētie vai valču vibroveltņi. Veltņu tipu, statisko lineāro slodzi, vibrācijas frekvenci un centrifugālo trieciena spēku izvēlas atkarībā no sablīvējamā materiāla kārtas biezuma.

Asfalta rūpnīca. Aukstās pārstrādes maisījums var tikt sagatavots arī rūpnīcā, kurai jābūt apgādātai ar datorizētu komponentu dozācijas sistēmu, kā arī ar iespēju nepārtraukti kontrolēt dozācijas procesu ražošanas laikā.

Ieklājējs – ja aukstās pārstrādes maisījumu paredzēts sagatavot asfalta rūpnīcā un tad pievest iestrādei. Ieklājēju var lietot arī vienotā tehnoloģiskā ķēdē ar recikleru.

Laistāmajām mašīnām operatīvi un efektīvi jāizlej nepieciešamā apjomā ūdens, neaizkavējot sablīvēšanu.

6.4.5. Darba izpilde

Auksto pārstrādi var veikt, ja gaisa temperatūra ir virs $+5^0$ C un pamatne nav sasalusi, kā arī jānodrošina, lai vēl vismaz 28 dienas pēc aukstās pārstrādes darbu izpildes uzbūvētā kārta tiktu pasargāta no sasalšanas. Nav ieteicams auksto pārstrādi veikt rudenī, kad uzbūvēt nosedzošo kārtu var būt apgrūtināti vai pat neiespējami, kā arī, ja zemes klātne vai ceļa sega ir pārmitrināta. Pirms darbu sākuma segums jānotīra no dažādiem svešķermeņiem, ja nepieciešams

– jāveic pamatnes profilēšana un blīvēšana, no nomalēm jānovāc liekā grunts, kā arī tās jānoprofilē, lai nodrošinātu ūdens atvadi no ceļa virsmas.

Tehnoloģiskais process ar recikleru organizējams atbilstoši paredzētajam aukstās pārstrādes risinājumam. Ja paredzēta ceļa segas aukstā pārstrāde uz vietas būvobjektā tad, jāveic vismaz divi darba gājieni. Pirmajā – safrēzējot (sadrupinot) esošo segumu pilnā biezumā (ja nepieciešams, vairākos gājienos), arī samaisot ar apakšējām kārtām, ja paredzēts. Otrajā – pievienojot un samaisot ar minerālmateriālu, saistvielu un cementu, ja paredzēts.

Safrēzētais esošās ceļa segas materiāls nedrīkst saturēt ieslēgumus, kas lielāki par 100 mm, – tie jānovāc pirms maisījuma sablīvēšanas, vai, ja materiālus pieved, – ieslēgumi, kas lielāki par 100 mm, jāsadrupina pirms materiāla iestrādes vai jāatsijā.

Papildus iestrādājamais minerālmateriāls pievedams pakāpeniski un atbilstoši aukstās pārstrādes tehnoloģiskā procesa norisei. Jānodrošina vienmērīga pārstrādājamā konstruktīvā slāņa un pievienojamo jauno materiālu pārmaisīšana. Papildus pievienojamās saistvielas darba temperatūrai jāatbilst lietojamajai saistvielai, nepārsniedzot tehniski pieļaujamo robežu, kā arī nodrošinot optimālu saistvielas viskozitāti, putu veidošanos un stabilitāti.

Veicot auksto pārstrādi ar cementu saistvielas iestrāde jāveic vienā tvērienā. Cementa iestrādes laiks no brīža, kad cements ir saskāries ar reciklējamajiem materiāliem, līdz kārtas sablīvēšanas beigām nedrīkst pārsniegt 4 h, izņēmuma gadījumos iestrādes laiks var tikt palielināts, bet nedrīkst pārsniegt 8 h (ja tiek lietoti kādi cietēšanas paātrinātāji vai palēlinātāji iestrādes laiks attiecīgi var tikt noteikts atšķirīgs). Pārsniedzot šo laiku jāveic atkārtota cementa pievienošana - ja 24 h laikā, tad no jauna pievienojamā cementa daudzums 50% no projektētā, ja vēlāk, tad no jauna jāpievieno viss projektētais cementa daudzums). Līdz ar to ļoti rūpīgi un detāli jāizstrādā aukstās pārstrādes darbu norises tehnoloģiskais process.

Pievienojamā vai maisījumā esošā ūdens daudzumam jānodrošina efektīva maisījuma formēšana, bet nepieļaujot risu veidošanos no transporta slodzēm. Ja maisījums kļūst plastisks un būvējamā kārta zaudē stabilitāti, darbi jāpārtrauc. Ilgstoša vai stipra lietus laikā darba izpildi ieteicams pārtraukt. Ja nepieciešams, jānosaka maisījuma ūdens saturs pēc LVS EN 1097-5.

Aukstās pārstrādes maisījuma izlīdzināšanas un sablīvēšanas procesam jānodrošina iegūt paredzēto līdzenumu un šķērsprofilu. Sablīvēšanai jānodrošina vienmērīgs kārtas sablīvējums visā tās biezumā. Nepieciešamais veltņu pārgājienu skaits jānosaka izmēģinājuma posmā.

Aukstās pārstrādes kārtas, kur kā saistviela izmantots cements vai CHCS, sablīvēšanas procesu, ieteicams pabeigt izsmidzinot uz aukstās pārstrādes kārtas virsmas nelielu ūdens daudzumu un blīvējot ar pneimoriteņu veltni.

Aukstās pārstrādes laikā nepārtraukti vizuāli jākontrolē maisījuma un virsmas viendabīgums un kondīcija, vismaz 1 reizi dienā jāveic izlietotās saistvielas daudzuma uzmērījums (tas nedrīkst atšķirties vairāk kā ± 15% no paredzētā daudzuma uz 1 m²) - uzmērīšanas metodika jānosaka piemērota saistvielas iestrādes tehnoloģijai, kā arī jāuzskaita un jāaprēķina kopējais izlietotais saistvielas daudzums (tas nedrīkst atšķirties vairāk kā ± 5% no kopējā paredzētā daudzuma), kā arī vismaz no katriem 5000 m² jānoņem ar saistvielu samaisīta materiāla paraugi un jātestē spiedes stiprība pēc 7 dienu cietēšanas un 10 salizturības cikliem, un tai jāatbilst 6.4.3.3. punktā noteiktajām prasībām.

Darba izpildes laikā jāveic arī 133. tabulā norādīto parametru mērījumi un kontrole.

133. tabula. Kvalitātes kontrole aukstās pārstrādes veikšanas laikā

Kontrolējamais parametrs	Izpildes apjoms
Kārtas biezums (gan uzirdinātās, gan pārstrādātās)	Visā būvobjektā katrā darba gājienā vismaz 1× maiņā
Šķērsprofils	Pastāvīgi

Kontrolējamais parametrs	Izpildes apjoms
Līdzenums	Pastāvīgi
Pievienojamie materiāli	Pievestā un iestrādātā materiāla uzskaite katrā automašīnā, veicot kravu kontrolsvēršanu
Sablīvējums	Pastāvīgi jāuzrauga un jākontrolē veltņu pārgājienu skaits, kā arī jālieto operatīvas testēšanas iekārtas

Ar cementu vai CHCS pārstrādāta kārta jāpasargā no strauja mitruma zuduma. Ja nepieciešams, jāveic regulāra pārstrādātās kārtas virsmas laistīšana ar ūdeni, lai to uzturētu mitru.

Nenosegtu aukstās pārstrādes kārtu nedrīkst ilgstoši ekspluatēt bez nosedzošās vai izolējošās kārtas tālākas izbūves. Šādu kārtu nav ieteicams ekspluatēt bez virsmas apstrādes vai nosedzošas asfalta kārtas ilgāk par 2 nedēļām lietainā laikā vai 4 nedēļām sausā laikā.

6.4.6. Kvalitātes novērtējums

Aukstās pārstrādes kārtai jābūt ar vienmērīgu virsmas tekstūru, bez izsvīdumiem vai citiem vizuāli konstatējamiem defektiem, no transporta slodzēm nedrīkst veidoties paliekošas deformācijas (risas, riteņu nospiedumi pēc apstāšanās). Jābūt nodrošinātai pilnīgai ūdens notecei no kārtas virsmas. Uzbūvētās kārtas kvalitātei jāatbilst 134. tabulā izvirzītajām prasībām.

134. tabula. Aukstās pārstrādes kārtu kvalitātes prasības un nosacījumi testēšanai un mērījumiem

Parametrs	Prasība	Metode	Izpildes laiks vai apjoms
Virsmas augstuma atzīmes, ja paredzēts uzmērīt	≤ ± 3cm no paredzētā	LBN 305-1 Veicot ģeodēziskos uzmērījumus	Visā būvobjektā vismaz trīs vietās šķērsprofilā ik pēc 50 m. Piemēram, uz ceļa ass un malās
Šķērsprofils	≤ ± 1,0 % no paredzētā	Ar 3 m mērlatu un līmeņrādi	Visā būvobjektā katrā joslā ik pēc 50 m
Platums	≤ -5/+10 cm no paredzētā uz katru pusi no ceļa ass	Ar mērlenti	
Novietojums plānā	≤ ± 7 cm no paredzētā	LBN 305 – 1 Veicot ģeodēziskos uzmērījumus	Visā būvobjektā raksturīgos punktos
Kārtas biezums(1)	Kārtām ar saistvielām: ≤ -2/+5 cm no paredzētā; Kārtām bez saistvielām: Nedrīkst būt mazāks par paredzēto	LVS EN 12697-36	Visā būvobjektā katrā joslā ik pēc 500 m. Izurbjot katrā vietā pa vienam paraugam 10 cm diametrā, mainot dislokāciju (joslas mala, vidus, garenšuve)
Garenlīdzenums un šķērlīdzenums, ja nosedzošajā kārtā paredzēta virsmas apstrāde un ja neuzmēra ar lāzera profilogrāfu	Attālums no kārtas virsmas līdz mērmalas plaknei nedrīkst pārsniegt 6 mm	LVS EN 13036-7 Katrā vietā ar ķīli veicot 5 mērījumus ik pēc 0,5 m, sākot mērīt 0,5 m no latas gala. Mērlata garenvirzienā un šķērsvirzienā liekama ne tuvāk kā 0,25 m no joslas malas	Visā būvobjektā katrā joslā ik pēc 50 m
Līdzenums, IRI, ja nosedzošajā kārtā paredzēta virsmas apstrāde un ja uzmēra ar lāzera profilogrāfu	Vidējā vērtība 20m posmos ≤ 2,9 mm/m	Ar lāzera profilogrāfu	Visā būvobjektā katrā joslā
Sablīvējums katram slānim (testējot darba izpildes laikā tūlīt pēc slāņa sablīvēšanas)	≥ 102 % no Proktora blīvuma (2) vai veicot dubulto slogošanu ar statisko plātni $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,3$	LVS EN 13286-1 LVS EN 13286-2 AASHTO T205 ASTM D2167-08 ASTM D1556-07 BS 1377-9 DIN 18134	Visā būvobjektā katrā joslā ik pēc 1000 m, testēšanu veicot tajā pašā dienā, kad veikta aukstā pārstrāde, tūlīt pēc sablīvēšanas

Parametrs	Prasība	Metode	Izpildes laiks vai apjoms
Deformācijas modulis, ja nav lietotas saistvielas	Kopējais deformācijas modulis E_{V2} nedrīkst būt zemāks par paredzēto	DIN 18134	Visā būvobjektā katrā joslā ik pēc 1000 m
Izurbtu paraugu spiedes stiprība, ar cementu vai CHCS pārstrādātām kārtām	Jāatbilst šo specifikāciju 6.4.3.3. punktā noteiktajām prasībām	LVS EN 13286-50 LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	Izurbjot paraugus ne ātrāk kā 28 dienas pēc kārtas pārstrādes darbu pabeigšanas. Paraugus noņem un testē pasūtītājs pēc saviem ieskatiem

PIEZĪME(1) Urbtos paraugus nedrīkst ņemt tuvāk kā 0,5 m no kārtas malas un 0,2 m no komunikāciju pieslēgumiem.
PIEZĪME (2) Jānosaka uzbūvētās kārtas tilpuma blīvums, kurš jāattiecina pret no kārtas noņemta parauga Proktora tilpuma blīvumu vai veicot dubultīgi jāslogo ar statisko plātni (E_{v2}/E_{v1}).
PIEZĪME(3) Sablīvējums ar saistvielām saistītām kārtām jānosaka ne vēlāk kā tās pašas dienas laikā, kad veikta saistvielas iestrāde.

6.4.7. Darba daudzuma uzmērīšana

Jāuzmēra atbilstoši projektam veiktās aukstās pārstrādes laukums, papildus pievienojamie materiāli jāuzskaita kravās atbilstoši *Ceļu specifikāciju* 2.6.4.3. punkta prasībām.

11.3. Ieteikumi tālākai attīstībai un realizējamajām aktivitātēm

Specifikāciju "Zemes klātnes būvniecība" un "Aukstā pārstrāde (reciklēšana)" attīstība:

- ieviest pētījuma rezultātā izstrādātās specifikāciju redakcijas;
- nodrošināt specifikāciju attīstību nākotnē, balstoties uz turpmākiem pētījumiem un reālo datu apkopojumiem.

Eksperimentālu posmu izbūve:

- ja iespējams;
- ja nav iespējams - pētījumi un līdzsekošana būvobjektos.

Grunšu stabilizācijas tehnoloģiju ieviešana un monitorings, un reciklēšanas ar hidrauliskajām saistvielām attīstība:

- projektētāju apmācība;
- projektēšanas darba uzdevumu pilnveidošana.

Pētījumi būvobjektos (līdzsekošana):

- stabilizācijas un reciklēto maisījumu testēšana;
- stabilizēto un reciklēto kārtu testēšana;
- līdzsekošana tehnoloģijām būvobjektos, to analīze;
- faktisko datu apkopošana un analīze;
- specifikāciju tālāka pilnveidošana.

12.Pielikumi

Pētījuma prezentācija (elektroniskā formātā)
SIA ″Ceļu eksperts″ 22.10.2012. Testēšanas pārskats Nr.2429/12
SIA ″Ceļu eksperts″ 22.10.2012. Testēšanas pārskats Nr.2430/12
SIA ″Ceļu eksperts″ 22.10.2012. Testēšanas pārskats Nr.2431/12
SIA ″Ceļu eksperts″ 22.10.2012. Testēšanas pārskats Nr.2432/12
SIA ″Ceļu eksperts″ 22.10.2012. Testēšanas pārskats Nr.2433/12
SIA ″Ceļu eksperts″ 22.10.2012. Testēšanas pārskats Nr.2434/12
SIA ″Ceļu eksperts″ 22.10.2012. Testēšanas pārskats Nr.2435/12
SIA ″Ceļu eksperts″ 22.10.2012. Testēšanas pārskats Nr.2436/12
SIA ″Ceļu eksperts″ 22.10.2012. Testēšanas pārskats Nr.2437/12
SIA ″Ceļu eksperts″ 22.10.2012. Testēšanas pārskats Nr.2438/12
SIA ″Ceļu eksperts″ 29.10.2012. Testēšanas pārskats Nr.2465/12
SIA ″Ceļu eksperts″ 26.10.2012. Testēšanas pārskats Nr.2467/12
SIA ″Ceļu eksperts″ 29.10.2012. Testēšanas pārskats Nr.2479/12
SIA ″Ceļu eksperts″ 29.10.2012. Testēšanas pārskats Nr.2480/12
RTU Būvmateriālu un būvizstrādājumu profesora grupas laboratorijas 22.11.2012. Testēšanas pārskats Nr. T12-26
RTU Būvmateriālu un būvizstrādājumu profesora grupas laboratorijas 17.12.2012. Testēšanas pārskats Nr. T12-28
RTU Būvmateriālu un būvizstrādājumu profesora grupas laboratorijas 18.12.2012. Testēšanas pārskats Nr. T12-29
RTU Būvmateriālu un būvizstrādājumu profesora grupas laboratorijas 09.01.2013. Testēšanas pārskats Nr. T13-01
RTU Būvmateriālu un būvizstrādājumu profesora grupas laboratorijas 07.02.2013. Testēšanas pārskats Nr. T13-11
SIA ″Betona pētījumu centrs″ Testēšanas pārskats
SIA ″Ceļu eksperts″ 12.02.2013. Testēšanas pārskats Nr.144/13
SIA ″Ceļu eksperts″ 12.02.2013. Testēšanas pārskats Nr.145/13
SIA ″Ceļu eksperts″ 12.02.2013. Testēšanas pārskats Nr.146/13
SIA ″Ceļu eksperts″ 13.02.2013. Testēšanas pārskats Nr.154/13
SIA ″Ceļu eksperts″ 13.02.2013. Testēšanas pārskats Nr.155/13
SIA ″Ceļu eksperts″ 13.02.2013. Testēšanas pārskats Nr.159/13
SIA ″Ceļu eksperts″ 14.02.2013. Testēšanas pārskats Nr.160/13
SIA ″Ceļu eksperts″ 14.02.2013. Testēšanas pārskats Nr.161/13
SIA ″Ceļu eksperts″ 14.02.2013. Testēšanas pārskats Nr.162/13
SIA ″Ceļu eksperts″ 14.02.2013. Testēšanas pārskats Nr.163/13
SIA ″Ceļu eksperts″ 14.02.2013. Testēšanas pārskats Nr.164/13
SIA ″Ceļu eksperts″ 14.02.2013. Testēšanas pārskats Nr.165/13
SIA ″Ceļu eksperts″ 14.02.2013. Testēšanas pārskats Nr.168/13
SIA ″Ceļu eksperts″ 14.02.2013. Testēšanas pārskats Nr.171/13
SIA ″Ceļu eksperts″ 14.02.2013. Testēšanas pārskats Nr.172/13
SIA ″Ceļu eksperts″ 14.02.2013. Testēšanas pārskats Nr.173/13
SIA ″Ceļu eksperts″ 14.02.2013. Testēšanas pārskats Nr.174/13
SIA ″Ceļu eksperts″ 14.02.2013. Testēšanas pārskats Nr.175/13
SIA ″Ceļu eksperts″ 14.02.2013. Testēšanas pārskats Nr.176/13

SIA ″Ceļu eksperts″ 14.02.2013. Testēšanas pārskats Nr.177/13
SIA ″Ceļu eksperts″ 15.02.2013. Testēšanas pārskats Nr.178/13
SIA ″Ceļu eksperts″ 15.02.2013. Testēšanas pārskats Nr.179/13
SIA ″Ceļu eksperts″ 15.02.2013. Testēšanas pārskats Nr.180/13