

Pasūtītājs: **VAS "Latvijas Valsts ceļi"**
Gogoļa iela 3, Rīga, LV-1050
Reģistrācijas Nr. 90000158490

Izpildītājs: **SIA "Ceļu eksperts"**
Aveņu iela 1, Daugavmala, Tīnūžu
pagasts, Ikšķiles novads, LV-5052
Reģistrācijas Nr. 40003876635

Pamatojums: 06.06.2014. līgums
LVC2014/1.10/3/AC

ATSKAITE **par izpildīto darbu**

**Pētījums "Segas pamatu pastiprināšana ar hidrauliskajām
saistvielām, izmantojot pārstrādātus materiālus"**

Gala atskaite

SIA "Ceļu eksperts"
Valdes priekšsēdētājs

Aigars Strežs

2015. gada 10. decembrī

Rīga, 2015. gads

Apstiprinu, SIA "Ceļu eksperts" valdes priekšsēdētājs Aigars Strežs (vārds, uzvārds, paraksts)		
Pētniecības projekta nosaukums		
Segas pamatu pastiprināšana ar hidrauliskajām saistvielām, izmantojot pārstrādātus materiālus		
Līguma numurs	LVC2014/1.10/3/AC	
Līguma slēgšanas datums	2014. gada 6. jūnijā	
Pētniecības projekta stadija	2	
Starpziņojumu kopējais skaits	3 starpziņojumi un 1 gala atskaite	
Ziņojuma nodošanas datums	2015. gada 10. decembris	
Pētniecības projekta stadijas izstrādes periods	2015. gada 25. maijs – 2015. gada 10. decembris	
Lappušu skaits	125 lapas + pielikumi	
Disks vai cits datu nesējs (ir/nav)	ir	
Eksemplāru skaits	1	
Pētniecības programma JAUNU TEHNOLOĢIJU IZPĒTES PROGRAMMA 2014. - 2016. GADAM		
Pētniecības projekta izpildītāji	Vārds, Uzvārds	Paraksts
Pētniecības projekta vadītājs	Aigars Strežs	
Pētnieks	Jānis Kivilands	
Pētnieks	Romāns Pumpass	
Pētnieks	Jānis Logins	
Pētnieks	Andrejs Tiščenko	
Pētnieks	Jānis Baumanis	
Pētnieks	Eva Pakarna	
Projektu finansē	VAS "Latvijas valsts ceļi" / Satiksmes ministrija	
Partneri	SIA "Cemex", bs Lucane Sarl, Rīgas Tehniskā universitāte	
Īss apraksts Latvijā aktualizējušies jautājumi par materiālu atkārtotu izmantošanu ceļu būvniecībā. Nereti ir gadījumi, kad rekonstrukcijas darbu rezultātā vecās ceļa sega tiek nojaukta, bet jaunā tiek uzbūvēta ar jauniem materiāliem, jo materiāli no vecās ceļa segas konstrukcijas nav atbilstoši un piemēroti izmantošanai jaunajā ceļa segas konstrukcijā. Šāda pieeja nenodrošina apkārtējās vides resursu iespējami saudzīgu un efektīvu izlietojumu tādā mērā, kā tas būtu iespējams, tāpēc svarīgi apzināt iespējas paplašināt materiālu atkārtotu izmantošanu ceļa segu būvniecībā, ko potenciāli varētu nodrošināt, pastiprinot šādus atgūtus materiālus ar saistvielām. Tas ļautu būvēt gan saimnieciskāk, gan efektīvāk, turklāt paaugstinot šādi uzbūvētu konstrukciju kalpotspēju un noturību ilgtermiņā.		
Pielietojums/pētījuma sfēra	Segas pamatu pastiprināšana, pārstrādāti materiāli	
Papildus izstrādātie materiāli	Ar hidrauliskajām saistvielām pastiprināti maisījumi	

Saturs

SATURS	3
1 VISPĀRĒJA INFORMĀCIJA	5
2 REALIZĒTĀ LABORATORIJAS UN BŪVOBJEKTU DARBU PROGRAMMA	8
3 IZEJAMTERIĀLU UN MAISĪJUMU ATLASE	12
3.1 FRĒZĒTS ASFALTS	13
3.2 SMILTS	17
3.3 PUTEKĻI	19
3.4 FRAKCIJĒTAS ŠKEMBAS	20
3.5 ŠKEMBU MAISĪJUMS 0/45	21
3.6 VĀJAS STIPRĪBAS (LA > 45) ŠKEMBU MAISĪJUMS 0/22	23
3.7 GRANĪTA ŠKEMBU MAISĪJUMS 0/16	24
3.8 SMILTS-GRANTS MAISĪJUMS 0/16	25
3.9 ŠKEMBU MAISĪJUMS 0/16	26
4 RECIKLĒŠANAS SASTĀVI UN TESTĒŠANA	27
4.1 RECIKLĒTIE SASTĀVI NO 0/16 GRANTS MAISĪJUMA	29
4.1.1 Reciklēšanas maisījums	29
4.1.2 Reciklēšanas sastāvu testēšana	30
4.1.3 Testēšanas rezultātu analīze	31
4.2 RECIKLĒTIE SASTĀVI NO 0/16 ŠKEMBU MAISĪJUMA	32
4.2.1 Reciklēšanas maisījums	32
4.2.2 Reciklēšanas sastāvu testēšana	33
4.2.3 Testēšanas rezultātu analīze	34
4.3 RECIKLĒTIE SASTĀVI 0/16 AR FRĒZĒTU ASFALTU UN ŠKEMBU MAISĪJUMU	36
4.3.1 Reciklēšanas maisījums	36
4.3.2 Reciklēšanas sastāvu testēšana	37
4.3.3 Testēšanas rezultātu analīze	38
4.4 RECIKLĒTIE SASTĀVI 0/16 AR GRANĪTA ŠKEMBĀM	40
4.4.1 Reciklēšanas maisījums	40
4.4.2 Reciklēšanas sastāvu testēšana	41
4.4.3 Testēšanas rezultātu analīze	42
4.5 RECIKLĒTIE SASTĀVI 0/22 AR VĀJU IEŽU (LA > 45) ŠKEMBĀM	43
4.5.1 Reciklēšanas maisījums	43
4.5.2 Reciklēšanas sastāvu testēšana	44
4.5.3 Testēšanas rezultātu analīze	4546
4.6 RECIKLĒTIE SASTĀVI 0/22 AR FRĒZĒTU ASFALTU	47
4.6.1 Reciklēšanas maisījums	47
4.6.2 Reciklēšanas sastāvu testēšana	48
4.6.3 Testēšanas rezultātu analīze	49
4.7 RECIKLĒTIE SASTĀVI (0/22) AR FRĒZĒTU ASFALTU UN VĀJU IEŽU (LA > 45) ŠKEMBĀM	51
4.7.1 Reciklēšanas maisījums	51
4.7.2 Reciklēšanas sastāvu testēšana	52
4.7.3 Testēšanas rezultātu analīze	54
4.8 RECIKLĒTIE SASTĀVI 0/22 AR FRĒZĒTU ASFALTU, ŠKEMBU MAISĪJUMU UN SMILTĪ	55
4.8.1 Reciklēšanas maisījums	55
4.8.2 Reciklēšanas sastāvu testēšana	57
4.8.3 Testēšanas rezultātu analīze	59
4.9 RECIKLĒTIE SASTĀVI 0/22 AR FRĒZĒTU ASFALTU, FRAKCIJĒTĀM ŠKEMBĀM UN SMILTĪ	60
4.9.1 Reciklēšanas maisījums	60
4.9.2 Reciklēšanas sastāvu testēšana	61
4.9.3 Testēšanas rezultātu analīze	62
4.10 RECIKLĒTIE SASTĀVI 0/32 AR FRĒZĒTU ASFALTU UN ŠKEMBĀM 0/45	64
4.10.1 Reciklēšanas maisījums	64
4.10.2 Reciklēšanas sastāvu testēšana	65
4.10.3 Testēšanas rezultātu analīze	66

4.11	RECIKLĒTIE SASTĀVI AR ROADCEM	67
4.11.1	Reciklēšanas maisījumi.....	67
4.11.2	Reciklēšanas sastāvu testēšana	67
5	TESTĒŠANAS REZULTĀTU KOPSKATI.....	69
5.1	MAISĪJUMA OPTIMĀLAIS MITRUMS UN TILPUMSVARS	69
5.2	MAISĪJUMA TNI UN ELASTĪBAS MODULIS – GOST	70
5.3	SPIEDES STIPRĪBA PĒC 7 DIENU UN 28 DIENU CIETĒŠANAS.....	71
5.4	SPIEDES STIPRĪBA PĒC SALIZTURĪBAS 5, 10, 15, 50 CIKLIEM	72
5.5	AR CEMENTU SAISTĪTU PARAUGU TNI UN ELASTĪBAS MODULIS - GOST	73
5.6	TNI UN ELASTĪBAS MODUĻA PĒC GOST KOPSAKARĪBAS AR SPIEDES STIPRĪBU	74
5.7	AR CEMENTU SAISTĪTU PARAUGU ELASTĪBAS MODUĻI.....	75
5.8	PIEDEVAS ROADCEM IETEKME	76
5.9	ELASTĪBAS MODUĻA TESTĒŠANA AR CEMENTU SAISTĪTU PARAUGU SĒRIJĀM (METODIKAS KONTROLE)	77
6	BŪVOBJEKTU APSEKOJUMI	78
6.1	BŪVOBJEKTA A/C A2 RĪGA – SIGULDA – IGAUNIJAS ROBEŽA (VECLAICENE) PIE GARKALNES APSEKOJUMS	79
6.1.1	Būvobjekta vizuāla inspekcija.....	79
6.1.2	Reciklētā maisījuma no objekta testēšana	80
6.1.3	Testēšanas rezultātu analīze.....	82
6.2	BŪVOBJEKTA A/C A8 RĪGA – JELGAVA – LIETUVAS ROBEŽA (MEITENE) 60,00-76,14 KM APSEKOJUMS.....	83
6.2.1	Būvobjekta vizuāla inspekcija.....	83
6.2.2	Reciklētā maisījuma no objekta testēšana.....	84
6.2.3	Reciklēto sastāvu izstrāde būvobjektam laboratorijā.....	85
6.2.4	Testēšanas rezultātu analīze.....	88
6.3	BŪVOBJEKTA A/C A9 RĪGA (SKULTE) – LIEPĀJA 163,28-185,80 KM APSEKOJUMS	90
6.3.1	Būvobjekta vizuāla inspekcija.....	90
6.3.2	Reciklētā maisījuma no objekta testēšana	92
6.3.3	Reciklēto sastāvu izstrāde būvobjektam laboratorijā.....	92
6.3.4	Testēšanas rezultātu analīze.....	96
6.4	BŪVOBJEKTU A/C A12 JĒKABPILS – RĒZEKNE – LUDZA – KRIEVIJAS ROBEŽA (TEREHOVA) 72,78-83,00 KM UN 83,00-96,60 KM APSEKOJUMS.....	97
6.4.1	Būvobjekta vizuāla inspekcija.....	97
6.4.2	Reciklētā maisījuma no objekta testēšana	99
6.4.3	Reciklēto sastāvu izstrāde būvobjektam laboratorijā.....	99
6.4.4	Testēšanas rezultātu analīze.....	102
6.5	BŪVOBJEKTA A/C V57 SALASPILS - DOMERI 1,800-5,226 KM APSEKOJUMS	103
6.5.1	Būvobjekta vizuāla inspekcija.....	103
6.5.2	Reciklētā maisījuma no objekta testēšana	105
6.5.3	Testēšanas rezultātu analīze.....	105
7	MIKROSKOPA ANALĪZES.....	106
8	ELASTĪBAS MODUĻU APRĒĶINI UN TESTĒŠANA BŪVOBJEKTOS.....	109
8.1	ELASTĪBAS MODUĻU TESTĒŠANA A/C A8 60,00-76,14 KM.....	109
8.1.1	Šurfēšana, ģeoloģiskie urbumi, biežumu uzmērījumi	109
8.1.2	Secinājumi	110
8.2	ELASTĪBAS MODUĻU TESTĒŠANA A/C A9 RĪGA (SKULTE) – LIEPĀJA 39,135-60,150 KM.....	111
8.2.1	Šurfēšana, ģeoloģiskie urbumi, biežumu uzmērījumi	111
8.2.2	Aprēķins.....	112
8.2.3	Secinājumi	117
8.3	ELASTĪBAS MODUĻU TESTĒŠANA A/C A9 RĪGA (SKULTE) – LIEPĀJA 163,28-185,80 KM.....	118
8.3.1	Šurfēšana, biežumu uzmērījumi.....	118
8.3.2	Secinājumi	119
8.4	ELASTĪBAS MODUĻU TESTĒŠANA A/C A12 JĒKABPILS – RĒZEKNE – LUDZA – KRIEVIJAS ROBEŽA (TEREHOVA) 72,78-83,00 KM UN 83,00-96,60 KM.....	120
8.4.1	Šurfēšana, biežumu uzmērījumi.....	120
8.4.2	Secinājumi	121
9	SECINĀJUMI UN TURPMĀKIE PĒTĪJUMU VIRZIENI.....	122
10	PIELIKUMI.....	124

1 Vispārēja informācija

SIA "Ceļu eksperts" 06.06.2014. noslēdza līgumu LVC2014/1.10/3/AC ar VAS "Latvijas Valsts ceļi" par pētījumu *"Segas pamatu pastiprināšana ar hidrauliskajām saistvielām, izmantojot pārstrādātus materiālus"*.

Pētījuma DARBA UZDEVUMS:

1. Mērķis

Pēdējos gados Latvijā aktualizējušies jautājumi par materiālu atkārtotu izmantošanu ceļu būvniecībā. Nereti ir gadījumi, kad rekonstrukcijas darbu rezultātā vecās ceļa sega tiek nojaukta, bet jaunā tiek uzbūvēta ar jauniem materiāliem, jo materiāli no vecās ceļa segas konstrukcijas nav atbilstoši un piemēroti izmantošanai jaunajā ceļa segas konstrukcijā.

Šāda pieeja nenodrošina apkārtējās vides resursu iespējami saudzīgu un efektīvu izlietojumu tādā mērā, kā tas būtu iespējams, tāpēc svarīgi apzināt iespējas paplašināt materiālu atkārtotu izmantošanu ceļa segu būvniecībā, ko potenciāli varētu nodrošināt, pastiprinot šādus atgūtus materiālus ar saistvielām. Tas ļautu būvēt gan saimnieciskāk, gan efektīvāk, turklāt paaugstinot šādi uzbūvētu konstrukciju kalpotspēju un noturību ilgtermiņā.

Lai veicinātu segas pamatu pastiprināšanu ar hidrauliskajām saistvielām, izmantojot pārstrādātus materiālus, apkopojot gan šajā pētniecības darbā, gan iepriekš gūtās atziņas, paredzēta arī specifiskā uzlabošana un rokasgrāmatas izstrāde.

2. Laboratorijā izpildāmo darbu saturs

Jāparedz izprojektēt 2 - 3 dažādus maisījumu minerālā karkasa sastāvus, izmantojot Latvijas apstākļos iegūstamus tipiskus atkārtoti izmantojamus materiālus (frēzētais asfalts, smilšaina grants, putekļaina smiltis u.tml.). Veikt visu izejmateriālu tipisko īpašību testēšanu:

- granulometriskais sastāvs;
- formas indekss;
- drupinātu, lauztu, noapaļotu daļiņu procentuālais daudzums;
- losandželas koeficients;
- daļiņu blīvums un ūdens absorbcija;
- salumkusumizturība;
- tūlītējais nestspējas rādītājs.

Veikt sastādīto maisījumu testēšanu:

- granulometriskais sastāvs;
- Proktora tilpumsvars un optimālais ūdens saturs;
- tūlītējais nestspējas rādītājs.

Materiālu testējamās īpašības var papildināt vai modificēt, ja darba izstrādes laikā tiek konstatēta šāda nepieciešamība. Šādā gadījumā konkrētās testējamās īpašības iepriekš jāsaskaņo ar pasūtītāju.

Maisījumu pastiprināšanai galvenokārt paredzēt izmantot hidrauliskās saistvielas un to piedevas. Papildus pētījumā var iekļaut arī cita veida pieejamās saistvielas. Jāparedz izmantot apmēram 4 - 5 dažādas saistvielas vai to kombinācijas.

Veikt šādu ar saistvielām saistītu maisījumu testēšanu:

- Proktora tilpumsvars un optimālais ūdens saturs;
- tūlītējais nestspējas rādītājs (tūlīt pēc samaisīšanas ar saistvielu);

- spiedes stiprība pēc (3), 7, 28 dienu cietēšanas;
- spiedes stiprība pēc (3), 7, 28 dienu cietēšanas un 5, 10, 15 salizturības cikliem;
- CBR vai tūlītējais nestspējas rādītājs (ja iespējams);
- elastības vai deformācijas modulis (ja iespējams).

Paredzēt veikt katra projektētā minerālā karkasa sastāva ar katru saistvielas saturu pilna apjoma testēšanas sērijas. Katru minerālo karkasu projektēt ar vismaz 3 dažādiem katras lietotās saistvielas saturiem.

3. Būvobjektos Latvijā izpildāmo darbu saturs

Jāveic būvdarbos lietoto minerālmateriālu un hidraulisko saistvielu paraugu ņemšana pasūtītāja norādītos 3 - 5 būvobjektos. Jāveic segas pamatu pastiprināšanas ar hidrauliskajām saistvielām maisījumu projektu izstrāde un testēšana analogi kā laboratorijas paraugiem.

Būvobjektā jāapseko būvdarbu izpildes paņēmieni un tehnoloģijas, kā arī jāveic nepieciešamie mērījumi un testēšana gan būvdarbu izpildes laikā būvobjektā vai (un) laboratorijā, gan pēc tam, ja nepieciešams, veicot testēšanu un mērījumus arī 2015. gadā.

Konkrētos būvobjektus norāda, kā arī piekļuvi būvobjektiem organizē pasūtītājs. Pasūtītājs nodrošina arī visas nepieciešamās būvdarbu un tehniskā projekta dokumentācijas, kas saistīta ar pētījuma sfēru, pieejamību.

4. Darba izpildes metodika

Pētījuma "Segas pamatu pastiprināšana ar hidrauliskajām saistvielām, izmantojot pārstrādātus materiālus" realizācijā izmantot iepriekš veiktā pētījuma ""Ceļu specifikācijas 2012" nodaļas "4.1. Zemes klātnes būvniecība" un nodaļas "6.4. Aukstā pārstrāde (reciklēšana)" pilnveidošanas projekts. 1. etaps." atziņas.

Pētījuma ietvaros iesaistīt arī vismaz vienu laboratoriju, kurai ir vērā ņemama pieredze segas pastiprināšanas ar hidrauliskajām saistvielām projektēšanā un testēšanā.

Īpašu uzmanību veltīt projektēto sastāvu salizturībai, paredzot testēšanas metodes, kas iespējami objektīvi to ļautu izvērtēt.

Konkrētā testēšanas programma jāprecizē un jāmodificē atbilstoši konkrēto lietoto materiālu un to kompozīciju īpatnībām. Izstrādātu detaļu laboratorijas darbu programmu, iekļaujot tajā, gan izmantot paredzētos materiālus un saistvielas, to ieguves vietas, kā arī paredzamās testēšanas metodikas, pirms realizācijas jāsaskaņo ar pasūtītāju.

Ja darba izpildes gaitā rodas nepieciešamība veikt kādas modifikācijas vai papildinājumus apstiprinātajā laboratorijas darbu programmā, tad tas iepriekš ir jāsaskaņo ar pasūtītāju.

Galarezultātā jāapkopo testēšanas rezultāti, jāveic to analīze, jāformulē secinājumi un atziņas, kā arī jāizstrādā ieteikumi tālākajai rīcībai.

Jāizstrādā priekšlikumi nepieciešamām izmaiņām vai papildinājumiem *Ceļu specifikāciju 2014 nodaļā Ar saistvielām nesaistītas un hidrauliski saistītas konstruktīvās kārtas p.5.5 Ar cementu saistīta minerālmateriālu pamata nesošās kārtas būvniecība* un nodaļā *Ar saistvielām saistītas konstruktīvās kārtas p. 6.4 Aukstā pārstrāde (reciklēšana)*.

5. Rokasgrāmatas izstrāde

Balstoties uz šajā pētniecības darbā, kā arī iepriekš iegūtajām atziņām, jāizstrādā rokasgrāmata. Rokasgrāmatas mērķis ir veicināt segas pamatu pastiprināšanu ar hidrauliskajām saistvielām, izmantojot pārstrādātus materiālus, īpaši vietējos būvmateriālus - kaļķi un cementu, kā arī, akcentējot atgūto būvmateriālu, atkārtotas izmantošanas iespējas.

Rokasgrāmatai jāapraksta izejmateriālu novērtēšana, to izvēles principi, maisījumu projektēšanas metodika, darbu izpildes tehnoloģijas (tehnoloģiskās kartes), kā arī sasniedzamie kvalitātes kritēriji.

Vispirms jāizstrādā un jāaskaņo ar pasūtītāju rokasgrāmatas detaļa struktūra, tad atbilstoši saskaņotajai struktūrai izstrādājot pašu rokasgrāmatu.

Rokasgrāmatas izstrādē jālieto gan iegūstama informācija par ārvalstu pieredzi, gan šī pētniecības darba atziņas, gan arī iepriekš iegūtas zināšanas. Iespēju robežās jāapseko rokasgrāmatas izstrādei saistošu būvdarbu izpildes vietas Latvijā, ja tādas ir zināmas. Piekļuvi būvobjektā nepieciešamības gadījumā nodrošina pasūtītājs.

Pasūtītājs nodrošina arī informāciju par citos pētījumos iegūtām zināšanām, kas varētu būt noderīgas šīs rokasgrāmatas izstrādē.

6. Darba izpildes termiņi

Detāla laboratorijas un būvobjektu darbu programma jāiesniedz ne vēlāk kā līdz 2014. gada 1. jūlijam.

1. starpziņojums par izpildītiem laboratorijas un būvobjektu darbiem jāiesniedz ne vēlāk kā līdz 2014. gada 14. novembrim (25% izpilde).

2. starpziņojums par izpildītiem laboratorijas un būvobjektu darbiem un rokasgrāmatas detaļa struktūra jāiesniedz ne vēlāk kā līdz 2014. gada 10. decembrim (50% izpilde).

- starpziņojums par izpildītiem laboratorijas un būvobjektu darbiem un rokasgrāmatas izstrāde jāiesniedz ne vēlāk kā līdz 2015. gada 25. maijam (75% izpilde).

Atskaite jeb Darbs par visa pētniecības darba izpildi, t.sk. izstrādāta rokasgrāmata un izstrādāti priekšlikumi nepieciešamām izmaiņām vai papildinājumiem *Ceļu specifikāciju 2014 nodaļā Ar saistvielām nesaistītas un hidrauliski saistītas konstruktīvās kārtas p.5.5 Ar cementu saistīta minerālmateriālu pamata nesošās kārtas būvniecība* un *nodaļā Ar saistvielām saistītas konstruktīvās kārtas p. 6.4 Aukstā pārstrāde (reciklēšana)*, jāiesniedz ne vēlāk kā līdz 2015. gada 10. decembrim (100% izpilde).

7. Darba noformējums

Izpildītājam darba programmas, to izmaiņas un papildinājumi, starpziņojumi un gala ziņojums jāsatavo 1 eksemplārā uz A4 formāta lapām un elektroniski MS Word vai ar to savietojamā formātā, lietojot Times New Roman 12. izmēra fontu.

Iesniegtā dokumentācija jānoformē ar titullapu un satura rādītāju. Aiz titullapas jāpievieno Darba kopsavilkums.

Ja Darbā kāds no literatūras avotiem tiek izmantots būtiskas Darba sastāvdaļas radīšanai, šāda avota kopija vai oriģināls jānodod pasūtītājam.

2 Realizētā laboratorijas un būvobjektu darbu programma

Realizējot paredzēto laboratorijas un būvobjektu darbu programmu, sasniegti pētījuma galvenie mērķi: izpētītas iespējas paplašināt materiālu atkārtotu izmantošanu ceļa segu būvniecībā, paaugstinot šādi uzbūvētu konstrukciju kalpotspēju un noturību ilgtermiņā.

Kā viens no galvenajiem atkārtoti izmantojamajiem materiāliem izvēlēts frēzēts asfalts, kā arī dažādi minerālie materiāli – no augstas stiprības granīta līdz vājā dolomīta šķembām, kas potenciāli var būt gan kā jauni pievienojami materiāli, gan arī kā atgūti minerālie materiāli no nojaucamajām vecajām ceļa segu konstrukcijām.

Reciklētie sastāvi pārsvarā sagatavoti ar trīs dažādiem hidrauliskās saistvielas (cementa) saturiem – 2%, 3% un 4%. Izvēle pamatota ar citu valstu pieredzi, kā arī iepriekš veikto pētījumu atziņām. Pētījuma ietvaros iegūti salīdzināmi dati par saistvielas efektivitāti atkarībā no lietotajiem materiāliem reciklēšanas sastāvā.

Pētījuma realizācijas gaitā izstrādāti sastāvi arī ar atšķirīgu saistvielas saturu, kur tas izrādījās nepieciešams, un tika uzskatīts par lietderīgu. Pētījuma ietvaros izgatavoti arī sastāvi ar cementa piedevu Roadcem, tādējādi novērtējot šādas piedevas potenciālo efektivitāti.

Tika veikta šādu materiālu testēšana laboratorijā un to atlase tālākajai ar hidrauliskajām saistvielām saistītu segas pamata maisījumu projektu izstrādei:

- frēzēts asfalts no a/c A8 Rīga – Jelgava – Lietuvas robeža (Meitene) 60,00-76,14km krautnes;
- frēzēts asfalts no krautnes Rubeņu ceļš 46, Jelgava – netika izmantots maisījumos;
- frēzēts asfalts no a/c A9 Rīga (Skulte) – Liepāja 163,28-185,80 km;
- frēzēts asfalts no karjera "Pērtņieki" krautnes;
- smilts no a/c A8 Rīga – Jelgava – Lietuvas robeža (Meitene) 60,00-76,14km krautnes;
- dabīga smilts no karjera "Pērtņieki" krautnes;
- drupināta smilts no karjera "Pērtņieki" krautnes;
- minerālais pulveris no SIA "Saulkalne S";
- smalkie Pļaviņu dolomīta atmazgātie putekļi no SIA "Pļaviņu DM" krātuves;
- frakcionētas šķembas 22/45 no a/c A9 Rīga (Skulte) – Liepāja 163,28-185,80 km no 166,80 km;
- šķembu maisījums 0/45 no a/c A8 Rīga – Jelgava – Lietuvas robeža (Meitene) 60,00-76,14 km krautnes;
- šķembu maisījums 0/45 no karjera "Pērtņieki" krautnes;
- vājas stiprības (LA > 45) šķembu maisījums 0/22 no karjera "Akmenscūciņas" krautnes;
- granīta šķembu maisījums 0/16 no karjera "Garkalnes grants" krautnes;
- smilts-grants maisījums 0/16 no karjera "Smilgas 3" krautnes;
- šķembu maisījums 0/16 no karjera "Pērtņieki" krautnes;

Tika izmantotas šādas saistvielas un piedevas:

- cements CEM I 42,5N no SIA "Cemex";
- piedeva cementam "Roadcem".

Izgatavoti šādi ar hidrauliskajām saistvielām segas pamata reciklēšanas sastāvi:

- Reciklētie sastāvi no 0/16 grants maisījuma:
 - smilts-grants maisījums 0/16 no karjera "Smilgas 3" - 100% ar cementu 2%;

- smilts-grants maisījums 0/16 no karjera "Smilgas 3" - 100% ar cementu 3%;
- smilts-grants maisījums 0/16 no karjera "Smilgas 3" - 100% ar cementu 3% un Roadcem;
- smilts-grants maisījums 0/16 no karjera "Smilgas 3" - 100% ar cementu 4%;
- smilts-grants maisījums 0/16 no karjera "Smilgas 3" - 100% ar cementu 6% un Roadcem;
- Reciklētie sastāvi no 0/16 šķembu maisījuma:
 - šķembu maisījums 0/16 no karjera "Pērtņieki" - 100% ar cementu 2%;
 - šķembu maisījums 0/16 no karjera "Pērtņieki" - 100% ar cementu 3%;
 - šķembu maisījums 0/16 no karjera "Pērtņieki" - 100% ar cementu 4%;
- Reciklētie sastāvi 0/16 ar frēzētu asfaltu un šķembu maisījumu (frēzēts asfalts no karjera "Pērtņieki" - 50%, šķembu maisījums 0/16 no karjera "Pērtņieki" - 23%, dabīga smilts no karjera "Pērtņieki" - 23%, minerālais pulveris no SIA "Saulkalne S" - 4%) ar:
 - cementu 2%;
 - cementu 3%;
 - cementu 3% un Roadcem;
 - cementu 4%;
 - cementu 6% un Roadcem.
- Reciklētie sastāvi 0/16 ar granīta šķembu maisījumu:
 - šķembu maisījums 0/16 no karjera "Garkalnes grants" - 100% ar cementu 2%;
 - šķembu maisījums 0/16 no karjera "Garkalnes grants" - 100% ar cementu 3%;
 - šķembu maisījums 0/16 no karjera "Garkalnes grants" - 100% ar cementu 4%.
- Reciklētie sastāvi 0/22 ar vāju iežu šķembu maisījumu:
 - dolomīta šķembas 0/22 no karjera "Akmenscūciņas" - 100% ar cementu 2%;
 - dolomīta šķembas 0/22 no karjera "Akmenscūciņas" - 100% ar cementu 3%;
 - dolomīta šķembas 0/22 no karjera "Akmenscūciņas" - 100% ar cementu 4%;
- Reciklētie sastāvi 0/22 ar frēzētu asfaltu:
 - frēzēts asfalts no karjera "Pērtņieki" - 100% ar cementu 2%;
 - frēzēts asfalts no karjera "Pērtņieki" - 100% ar cementu 3%;
 - frēzēts asfalts no karjera "Pērtņieki" - 100% ar cementu 4%;
- Reciklētie sastāvi 0/22 ar frēzētu asfaltu un vāju iežu šķembām (frēzēts asfalts no karjera "Pērtņieki" - 50%, vāju iežu šķembas no karjera "Akmenscūciņas" - 50%) ar:
 - cementu 2%;
 - cementu 3%;
 - cementu 4%.
- Reciklētie sastāvi 0/22 ar frēzētu asfaltu, šķembu maisījumu un smilti (frēzēts asfalts no objekta a/c A8 60,00-76,14 km krautnes - 50%, šķembu maisījums 0/45 no objekta a/c A8 60,00-76,14 km krautnes - 28%, smilts no objekta a/c A8 60,00-76,14 km krautnes - 18%, minerālais pulveris no SIA "Saulkalne S" - 4%) ar:
 - cementu 2%;
 - cementu 3%;

- cementu 4%.
- Reciklētie sastāvi 0/22 ar frēzētu asfaltu, fracionētām šķembām un smilti (frēzēts asfalts no objekta a/c A9 163,28-185,80 km - 50%, fracionētas šķembas 22/45 no objekta a/c A9 163,28-185,80 km - 15%, smiltis no objekta a/c A8 60,00-76,14 km krautnes - 30%, minerālais pulveris no SIA "Saulkalne S" - 5%) ar:
 - cementu 2%;
 - cementu 3%;
 - cementu 4%.
- Reciklētie sastāvi 0/32 ar frēzētu asfaltu un šķembu maisījumu (frēzēts asfalts no karjera "Pērtņieki" - 50%, šķembu maisījums 0/45 no karjera "Pērtņieki" - 40%, dabīga smiltis no karjera "Pērtņieki" - 8%, minerālais pulveris no SIA "Saulkalne S" - 2%) ar:
 - cementu 2%;
 - cementu 3%;
 - cementu 4%.

Veikta būvobjektu apsekošana, paraugu noņemšana būvobjektos un to testēšana, kā arī būvobjektu reciklēšanas maisījumu projektu izstrāde un testēšana:

- a/c A2 Rīga – Sigulda - Igaunijas robeža (Veclaicene) pie Garkalnes:
 - safrēzēts esošais segums + cements 3%;
 - safrēzēts esošais segums + cements 4%.
- a/c A8 Rīga – Jelgava – Lietuvas robeža (Meitene) 60,00-76,14 km:
 - būvobjekta paraugs (frēzēts asfalts 50% + šķembu maisījums 0/45 50% + cements 2%) pēc 1. reciklēšanas gājiena;
 - būvobjekta paraugs (frēzēts asfalts 50% + šķembu maisījums 0/45 50% + cements 2%) pēc 2. reciklēšanas gājiena;
 - laboratorijā sagatavoti sastāvi (frēzēts asfalts 50% + šķembu maisījums 0/45 50%) ar:
 - cementu 2%;
 - cementu 3%;
 - cementu 4%.
- a/c A9 Rīga (Skulte) – Liepāja 163,28-185,80 km:
 - būvobjekta paraugs (frēzēts asfalts 50% + fracionētas šķembas 22/45 50% + cements 2%);
 - laboratorijā sagatavoti sastāvi (frēzēts asfalts 50% + fracionētas šķembas 22/45 50%) ar:
 - cementu 2%;
 - cementu 3%;
 - cementu 4%.
 - laboratorijā sagatavoti sastāvi (frēzēts asfalts 30% + fracionētas šķembas 22/45 70%) ar:
 - cementu 3%.
- a/c A12 Jēkabpils – Rēzekne – Ludza – Krievijas robeža (Terehova) 72,78-83,00 km un 83,00-96,60 km:
 - būvobjekta paraugs (frēzēts asfalts 50% + šķembu maisījums 0/45 50% + cements 2%);
 - laboratorijā sagatavoti sastāvi (frēzēts asfalts 50% + šķembu maisījums 0/45 50%) ar:
 - cementu 2%;
 - cementu 3%;
 - cementu 4%.
- a/c V57 Salaspils - Domeri 1,800-5,226 km:

- būvobjekta paraugs.

Veikta paraugu izurbšana un testēšana pabeigtos objektos, kā arī veikti mērījumi ar FWD un faktiskā elastības moduļa aprēķini:

- a/c A8 Rīga - Jelgava - Lietuvas robeža (Meitene) 60,00-76,14 km:
 - reciklētās kārtas biezums;
 - mērījumi ar FWD;
 - izurbto paraugu spiedes stiprība;
 - izurbto paraugu elastības modulis.
- a/c A9 Rīga (Skulte) – Liepāja 39,135-60,150 km:
 - reciklētās kārtas biezums;
 - mērījumi ar FWD;
 - izurbto paraugu spiedes stiprība;
 - izurbto paraugu elastības modulis;
 - faktiskā elastības moduļa aprēķini.
- a/c A9 Rīga (Skulte) – Liepāja 163,28-185,80 km:
 - reciklētās kārtas biezums;
 - izurbto paraugu spiedes stiprību un elastības moduli nav iespējams notestēt, jo paraugi urbjot sabrūk.
- a/c A12 Jēkabpils – Rēzekne – Ludza – Krievijas robeža (Terehova) 72,78-83,00 km un 83,00-96,60 km:
 - reciklētās kārtas biezums;
 - izurbto paraugu spiedes stiprība;
 - izurbto paraugu elastības modulis.

Veiktas lietoto hidraulisko saistvielu un reciklēto paraugu analīzes ar skenējošo elektronu mikroskopu.

Izstrādāta rokasgrāmata – Ceļa segas pamatu pastiprināšana ar cementu.

Izstrādāti priekšlikumi izmaiņām būvdarbu izpildes specifikācijās:

- p. 6.4 Ar cementu saistīta minerālmateriālu pamata nesošās kārtas būvniecība;
- p. 6.5 Aukstā pārstrāde (reciklēšana).

3 Izejmateriālu un maisījumu atlase

Izejmateriālu un maisījumu atlases mērķis ir aptvert pēc iespējas dažādus Latvijā pieejamus atkārti izmantojamus materiālus, pēc tam ar šiem materiāliem veicot maisījumu sastādīšanu un pastiprināšanu ar hidrauliskajām saistvielām – cementu.

Materiālu testējamās īpašības:

- granulometriskais sastāvs, saskaņā ar LVS EN 933-1;
- formas indekss, saskaņā ar LVS EN 933-4;
- drupināto vai laužto un apaļo virsmu procentuālais daudzums šķembu no grants maisījumiem, saskaņā ar LVS EN 933-5;
- Losandželosas koeficients, saskaņā ar LVS EN 1097-2;
- Daļiņu blīvums un ūdens absorbcija, saskaņā ar LVS EN 1097-4, vai magnija sulfāta rādītājs, saskaņā ar LVS EN 1367-2;
- proktora tilpumsvars un optimālais ūdens saturs, saskaņā ar LVS EN 13286-2;
- tūlītējais nestspējas indekss, saskaņā ar LVS EN 13286-47;
- Elastības modulis, saskaņā ar VSN 46-83;
- ja nepieciešams, arī citu īpašību testēšana.

3.1 Frēzēts asfalts

Tika izmantots frēzēts asfalts, iegūstot to no šādiem būvobjektiem:

- a/c A8 Rīga – Jelgava – Lietuvas robeža (Meitene) 60,00-76,14km;
- a/c A9 Rīga (Skulte) – Liepāja 163,28-185,80 km;
- a/c A12 Jēkabpils – Rēzekne – Ludza – Krievijas robeža (Terehova) 72,78-83,00 km;
- a/c A12 Jēkabpils – Rēzekne – Ludza – Krievijas robeža (Terehova) 83,00-96,60 km.
- krautne Rubeņu ceļš 46, Jelgava

Frēzēta asfalta no būvobjekta a/c A8 Rīga – Jelgava – Lietuvas robeža (Meitene) 60,00-76,14 km krautnes pk 720+300 testēšanas rezultāti (SIA "Ceļu eksperts" 12.11.2014. Testēšanas pārskats Nr.3054/14, 02.02.2015. Testēšanas pārskats Nr. 120/15):

3-1 tabula. Granulometriskais sastāvs (LVS EN 933-1) frēzētam asfaltam no a/c A8

Sietu izmērs, mm	0,063	0,125	0,25	0,5	1,0	2,0	4,0	5,6	8,0	11,2
Cauršijāto daļiņu daudzums, masas %	0,5	1,2	2,8	8,4	20,3	35,1	49,6	58,3	68,4	77,5
Sietu izmērs, mm	16	22,4	31,5	45	56	63	90			
Cauršijāto daļiņu daudzums, masas %	85,3	90,8	95,4	100	100	100	100			

Granulometriskais sastāvs noteikts bez saistvielas atmazgāšanas.

3-2 tabula. Citas fizikāli-mehāniskās īpašības frēzētam asfaltam no a/c A8

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts
Maksimālais sausais blīvums (Proktorblīvums), Mg/m ³	LVS EN 13286-2	1,983
Optimālais mitrums, %	LVS EN 13286-2	5,7
Tūlītējais nestspējas indekss, %	LVS EN 13286-47	8,8
Elastības modulis, MPa	VSN 46-83	105

Frēzēta asfalta no būvobjekta a/c A9 Rīga (Skulte) – Liepāja 163,28-185,80 km no 167,0 km kreisās joslas paņemta parauga testēšanas rezultāti (SIA "Ceļu eksperts" 12.11.2014. Testēšanas pārskats Nr.3061/14, 05.02.2015. Testēšanas pārskats Nr.142/15):

3-3 tabula. Granulometriskais sastāvs (LVS EN 933-1) frēzētam asfaltam no a/c A9

Sietu izmērs, mm	0,063	0,125	0,25	0,5	1,0	2,0	4,0	5,6	8,0	11,2
Cauršijāto daļiņu daudzums, masas %	0,3	0,7	2,3	7,0	16,9	30,5	46,0	54,3	63,8	74,3
Sietu izmērs, mm	16	22,4	31,5	45	56	63	90			
Cauršijāto daļiņu daudzums, masas %	84,2	93,3	98,4	100	100	100	100			

Granulometriskais sastāvs noteikts bez saistvielas atmazgāšanas.

3-4 tabula. Citas fizikāli-mehāniskās īpašības frēzētam asfaltam no a/c A9

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts
Maksimālais sausais blīvums (Proktorblīvums), Mg/m ³	LVS EN 13286-2	1,762
Optimālais mitrums, %	LVS EN 13286-2	4,3
Tūlītējais nestspējas indekss, %	LVS EN 13286-47	4,3
Elastības modulis, MPa	VSN 46-83	54,6
Proktorblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	1,835
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	4,1
Spiedes stiprība pēc 7 dienām, MPa	LVS EN 13286-47	0,61

Frēzēta asfalta no būvobjekta a/c A12 Jēkabpils – Rēzekne – Ludza – Krievijas robeža (Terehova) 72,78-83,00 km un 83,00-96,60 km karera "Pērtņieki" krautnes testēšanas rezultāti (SIA "Ceļu eksperts" 12.11.2014. Testēšanas pārskats Nr.3056/14, 05.02.2015. Testēšanas pārskats Nr.142/15):

3-5 tabula. Granulometriskais sastāvs (LVS EN 933-1) frēzētam asfaltam no a/c A12

Sietu izmērs, mm	0,063	0,125	0,25	0,5	1,0	2,0	4,0	5,6	8,0	11,2
Caursijāto daļiņu daudzums, masas %	0,4	1,3	11,2	49,6	81,8	96,2	99,4	99,8	99,9	100

Granulometriskais sastāvs noteikts bez saistvielas atmazgāšanas.

3-6 tabula. Citas fizikāli-mehāniskās īpašības frēzētam asfaltam no a/c A12

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts
Maksimālais sausais blīvums (Proktorblīvums), Mg/m ³	LVS EN 13286-2	1,887
Optimālais mitrums, %	LVS EN 13286-2	4,1
Tūlītējais nestspējas indekss, %	LVS EN 13286-47	11
Elastības modulis, MPa	VSN 46-83	114
Proktorblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	1,802
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	4,1
Spiedes stiprība pēc 7 dienām, MPa	LVS EN 13286-47	0,54

Frēzēta asfalta no krautnes Rubēņu ceļš 46, Jelgava testēšanas rezultāti (SIA "Ceļu eksperts" 05.02.2015. Testēšanas pārskats Nr.141/15):

3-7 tabula. Granulometriskais sastāvs (LVS EN 933-1) frēzētam asfaltam no krautnes Rubēņu ceļš 46 (maisi Nr. 1, 2, 3, 4)

Sietu izmērs, mm	0,063	0,125	0,25	0,5	1,0	2,0	4,0	5,6	8,0	11,2
Caursijāto daļiņu daudzums, masas %	0,1	0,2	0,7	1,8	4,0	9,7	21,3	30,4	44,0	61,9
Sietu izmērs, mm	16	22,4	31,5	45	56	63	90			
Caursijāto daļiņu daudzums, masas %	75,7	88,5	99,0	100	100	100	100			

Granulometriskais sastāvs noteikts bez saistvielas atmazgāšanas (žāvēts ventilējamā krāsnī 80°C temperatūrā).

3-8 tabula. Granulometriskais sastāvs (LVS EN 933-1) frēzētam asfaltam no krautnes Rubeņu ceļš 46 (maisi Nr. 5, 6, 7, 8)

Sietu izmērs, mm	0,063	0,125	0,25	0,5	1,0	2,0	4,0	5,6	8,0	11,2
Caursijāto daļiņu daudzums, masas %	0,1	0,5	1,0	2,2	4,7	10,8	22,9	31,7	45,7	63,1
Sietu izmērs, mm	16	22,4	31,5	45	56	63	90			
Caursijāto daļiņu daudzums, masas %	78,2	90,8	94,4	100	100	100	100			

Granulometriskais sastāvs noteikts bez saistvielas atmazgāšanas (žāvēts ventilējamā krāsnī 80°C temperatūrā).

3-9 tabula. Citas fizikāli-mehāniskās īpašības frēzētam asfaltam ar 3% cementu pēc 7 dienām (6 dienas 90% mitrumā + 1 diena ūdenī) no krautnes Rubeņu ceļš 46, Jelgava

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts
Proktorblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	1,686
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	3,9
Spiedes stiprība, paraugs 0/32, MPa	LVS EN 13286-47	0,37
Proktorblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	1,643
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	5,4
Spiedes stiprība, paraugs 0/8, MPa	LVS EN 13286-47	0,36
Proktorblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	1,605
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	6,0
Spiedes stiprība, paraugs 0/5, MPa	LVS EN 13286-47	0,33

Spiedes stiprība frēzētā asfalta maisījumam ar 3% cementu pēc 7 dienu cietēšanas ir niecīga. Samazinot rupjo daļiņu saturu, spiedes stiprība praktiski nemainās, pat nedaudz samazinās.

Lēmums - frēzēto asfaltu no krautnes Rubeņu ceļš 46, Jelgava neizmantojot reciklēto sastāvu izstrādei.

Frēzēta asfalta no būvobjekta a/c A8 Rīga – Jelgava – Lietuvas robeža (Meitene) 60,00-76,14 km krautnes 64. km testēšanas rezultāti (SIA "Ceļu eksperts" 11.05.2015. Testēšanas pārskats Nr.465/15):

3-10 tabula. Granulometriskais sastāvs (LVS EN 933-1) frēzētam asfaltam no a/c A8 - paraugs Nr.1

Sietu izmērs, mm	0,063	0,125	0,25	0,5	1,0	2,0	4,0	5,6	8,0	11,2
Caursijāto daļiņu daudzums, masas %	0,4	1,1	3,4	10,4	21,9	35,1	50,8	59,4	69,5	79,7
Sietu izmērs, mm	16	22,4	31,5	45	56	63	90			
Caursijāto daļiņu daudzums, masas %	87,9	94,6	99,1	100	100	100	100			

Granulometriskais sastāvs noteikts bez saistvielas atmazgāšanas (žāvēts ventilējamā krāsnī 80°C temperatūrā).

3-11 tabula. Granulometriskais sastāvs (LVS EN 933-1) frēzētam asfaltam no a/c A8 - paraugs Nr.2

Sietu izmērs, mm	0,063	0,125	0,25	0,5	1,0	2,0	4,0	5,6	8,0	11,2
Caursijāto daļiņu daudzums, masas %	0,5	1,1	3,8	11,6	22,2	35,3	50,6	59,6	69,7	79,7
Sietu izmērs, mm	16	22,4	31,5	45	56	63	90			
Caursijāto daļiņu daudzums, masas %	89,3	95,7	98,8	100	100	100	100			

Granulometriskais sastāvs noteikts bez saistvielas atmazgāšanas (žāvēts ventilējamā krāsnī 80°C temperatūrā).

3.2 Smilts

Tika izmantota smiltis no šādiem būvobjektiem un karjeriem:

- **smiltis no krautnes a/c A8 Rīga – Jelgava – Lietuvas robeža (Meitene) 60,00-76,14km;**
- **dabīga smiltis no karjera "Pērtņieki";**
- **drupināta smiltis no karjera "Pērtņieki".**

Smiltis no būvobjekta a/c A8 Rīga – Jelgava – Lietuvas robeža (Meitene) 60,00-76,14 km krautnes pk 720+300 testēšanas rezultāti (SIA "Ceļu eksperts" 12.11.2014. Testēšanas pārskats Nr.3053/14, 02.02.2015. Testēšanas pārskats Nr.118/5):

3-12 tabula. Granulometriskais sastāvs (LVS EN 933-1) smiltij no a/c A8

Sietu izmērs, mm	0,063	0,125	0,25	0,5	1,0	2,0	4,0	5,6	8,0	11,2
Caursijāto daļiņu daudzums, masas %	3,0	4,7	8,0	16,7	31,2	58,2	80,2	88,2	96,2	100

3-13 tabula. Citas fizikāli-mehāniskās īpašības smiltij no a/c A8

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts
Maksimālais sausais blīvums (Proktorblīvums), Mg/m ³	LVS EN 13286-2	1,916
Optimālais mitrums, %	LVS EN 13286-2	4,6
Tūlītējais nestspējas indekss, %	LVS EN 13286-47	6,7
Elastības modulis, MPa	VSN 46-83	20,6

Dabīgas smiltis no karjera "Pērtņieki" testēšanas rezultāti (SIA "Ceļu eksperts" 28.10.2014. Testēšanas pārskats Nr.2853/14):

3-14 tabula. Granulometriskais sastāvs (LVS EN 933-1) dabīgai smiltij no karjera "Pērtņieki"

Sietu izmērs, mm	0,063	0,125	0,25	0,5	1,0	2,0	4,0	5,6	8,0	11,2
Caursijāto daļiņu daudzums, masas %	0,4	1,3	11,2	49,6	81,8	96,2	99,4	99,8	99,9	100

3-15 tabula. Citas fizikāli-mehāniskās īpašības dabīgai smiltij no karjera "Pērtņieki"

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts
Granulometriskā sastāva neviendabīguma pakāpe, Cu	LVS EN 437:2002	2,9
Grunts pH līmenis ar cementu	CS-2014, 9.12.p.	12,8
Maksimālais sausais blīvums (Proktorblīvums), Mg/m ³	LVS EN 13286-2	1,704
Optimālais mitrums, %	LVS EN 13286-2	8,2
Tūlītējais nestspējas indekss, %	LVS EN 13286-47	3,0
Kalifornijas nestspējas vērtība (CBR), %	LVS EN 13286-47	12
Elastības modulis, MPa	VSN 46-83	19,1

Drupinātas smiltis no karjera "Pērtņieki" testēšanas rezultāti (SIA "Ceļu eksperts" 28.10.2014. Testēšanas pārskats Nr.2850/14):

3-16 tabula. Granulometriskais sastāvs (LVS EN 933-1) drupinātai smiltij no karjera "Pērtņieki"

Sietu izmērs, mm	0,063	0,125	0,25	0,5	1,0	2,0	4,0	5,6	8,0	11,2
Caursijāto daļiņu daudzums, masas %	4,3	15,7	34,9	47,9	61,9	85,1	99,8	100	100	100

3-17 tabula. Citas fizikāli-mehāniskās īpašības drupinātai smiltij no karjera "Pērtņieki"

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts
Granulometriskā sastāva neviendabīguma pakāpe, Cu	LVS EN 437:2002	10
Maksimālais sausais blīvums (Proktorblīvums), Mg/m ³	LVS EN 13286-2	1,916
Optimālais mitrums, %	LVS EN 13286-2	10,7
Tūlītējais nestspējas indekss, %	LVS EN 13286-47	15
Kalifornijas nestspējas vērtība (CBR), %	LVS EN 13286-47	36
Elastības modulis, MPa	VSN 46-83	167

3.3 Putekļi

Kā putekļi tika izmantoti SIA "Saulkalne S" ražotais minerālaizpildītājs (minerālais pulveris), kā arī smalkie atmazgātie putekļi no SIA "Pļaviņu dolomīts".

Minerālā pulvera testēšanas rezultāti (SIA "Ceļu eksperts" 28.10.2014. Testēšanas pārskats Nr.2855/14):

3-18 tabula. Granulometriskais sastāvs (LVS EN 933-1) minerālajam pulverim

Sietu izmērs, mm	0,063	0,125	0,25	0,5	1,0	2,0	4,0	5,6	8,0	11,2
Caursijāto daļiņu daudzums, masas % faktiski	42,5	46,9	60,1	99,7	99,9	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Caursijāto daļiņu daudzums, masas % vid. pēc deklarācijas	83,0	93,0	95,0	97,0	99,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

3-19 tabula. Citas fizikāli-mehāniskās īpašības minerālajam pulverim

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts
Maksimālais sausais blīvums (Proktorblīvums), Mg/m ³	LVS EN 13286-2	1,866
Optimālais mitrums, %	LVS EN 13286-2	13,7
Tūlītējais nestspējas indekss, %	LVS EN 13286-47	47
Kalifornijas nestspējas vērtība (CBR), %	LVS EN 13286-47	12
Elastības modulis, MPa	VSN 46-83	156
Saņemtā parauga ūdens saturs, w, %	LVS EN 1097-5	---
Plūstamības robeža, LL	ASTM D 4318-05	17,0
Plasticitātes robeža, PL	ASTM D 4318-05	17,9
Plasticitātes indekss, PI	ASTM D 4318-05	-0,9
Plūstamības indekss, LI	ASTM D 4318-05	---

Smalko Pļaviņu dolomīta atmazgāto putekļu testēšanas rezultāti (SIA "Ceļu eksperts" 13.05.2015. Testēšanas pārskats Nr.505/15):

3-20 tabula. Granulometriskais sastāvs (LVS EN 933-1) smalkie Pļaviņu dolomīta atmazgātie putekļi

Sietu izmērs, mm	0,063	0,125	0,25	0,5	1,0	2,0	4,0	5,6	8,0	11,2
Caursijāto daļiņu daudzums, masas %	80,1	97,1	99,9	99,9	100	100	100	100	100	100

3-21 tabula. Citas fizikāli-mehāniskās īpašības māla pulverim

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts
Maksimālais sausais blīvums (Proktorblīvums), Mg/m ³	LVS EN 13286-2	1,673
Optimālais mitrums, %	LVS EN 13286-2	19,2
Tūlītējais nestspējas indekss, %	LVS EN 13286-47	46
Kalifornijas nestspējas vērtība (CBR), %	LVS EN 13286-47	12

3.4 Frakcionētas šķembas

Frakcionētu šķembu 22/45 no objekta a/c A9 Rīga (Skulte) – Liepāja 163,28-185,80 km no 166,80 km kreisās joslas paņemta parauga testēšanas rezultāti (SIA "Ceļu eksperts" 13.11.2014. Testēšanas pārskats Nr.3062/14):

3-22 tabula. Granulometriskais sastāvs (LVS EN 933-1) 22/45 no a/c A9 163,28-185,80 km

Sietu izmērs, mm	0,063	0,125	0,25	0,5	1,0	2,0	4,0	5,6	8,0	11,2
Caursijāto daļiņu daudzums, masas %	1,0	1,3	1,9	2,5	3,3	4,3	5,5	6,5	7,7	10,0
Sietu izmērs, mm	16	22,4	31,5	45	56	63	90			
Caursijāto daļiņu daudzums, masas %	25,5	62,9	88,3	98,3	100	100	100			

3-23 tabula. Citas fizikāli-mehāniskās īpašības 22/45 no a/c A9 163,28-185,80 km

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts
Drupinātas vai lauztas daļiņas, %	LVS EN 933-5	65
Pilnīgi drupinātas vai lauztas daļiņas, %		21
Noapaļotas daļiņas, %		35
Pilnīgi noapaļotas daļiņas, %		16
Formas indekss, %	LVS EN 933-4	4

3.5 Šķembu maisījums 0/45

Šķembu maisījuma 0/45 no objekta a/c A8 Rīga – Jelgava – Lietuvas robeža (Meitene) 60,00-76,14 km krautnes pk 720+300 testēšanas rezultāti (SIA "Ceļu eksperts" 12.11.2014. Testēšanas pārskats Nr.3055/14, 02.02.2015. Testēšanas pārskats Nr.121/15):

3-24 tabula. Granulometriskais sastāvs (LVS EN 933-1) – šķembu maisījums 0/45 no a/c A8 60,00-76,14 km

Sietu izmērs, mm	0,063	0,125	0,25	0,5	1,0	2,0	4,0	5,6	8,0	11,2
Caursijāto daļiņu daudzums, masas %	7,1	11,1	15,0	20,1	28,0	35,8	44,2	49,7	56,9	64,7
Sietu izmērs, mm	16	22,4	31,5	45	56	63	90			
Caursijāto daļiņu daudzums, masas %	72,6	81,2	89,9	96,7	100	100	100			

3-25 tabula. Citas fizikāli-mehāniskās īpašības – šķembu maisījums 0/45 no a/c A8 60,00-76,14 km

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts
Maksimālais sausais blīvums (Proktorblīvums), Mg/m³	LVS EN 13286-2	2,228
Optimālais mitrums, %	LVS EN 13286-2	4,2
Tūlītējais nestspējas indekss, %	LVS EN 13286-47	113
Elastības modulis, MPa	VSN 46-83	341

Parauga papildinājums - šķembu maisījuma 0/45 no objekta a/c A8 Rīga – Jelgava – Lietuvas robeža (Meitene) 60,00-76,14 km testēšanas rezultāti (SIA "Ceļu eksperts" 11.05.2015. Testēšanas pārskats Nr.464/15):

3-26 tabula. Granulometriskais sastāvs (LVS EN 933-1) – šķembu maisījums 0/45 no a/c A8 60,00-76,14 km

Sietu izmērs, mm	0,063	0,125	0,25	0,5	1,0	2,0	4,0	5,6	8,0	11,2
Caursijāto daļiņu daudzums, masas %	6,0	8,8	12,4	18,3	26,0	36,2	45,5	50,8	56,7	62,6
Sietu izmērs, mm	16	22,4	31,5	45	56	63	90			
Caursijāto daļiņu daudzums, masas %	69,4	76,4	86,5	99,0	100	100	100			

Papildus paņemtais šķembu maisījums ir līdzīgs iepriekš ņemtajam paraugam.

Šķembu maisījuma 0/45 no karjera "Pērtņieki" krautnes testēšanas rezultāti (SIA "Ceļu eksperts" 12.11.2014. Testēšanas pārskats Nr.3058/14):

3-27 tabula. Granulometriskais sastāvs (LVS EN 933-1) – šķembu maisījums 0/45 no karjera "Pērtņieki"

Sietu izmērs, mm	0,063	0,125	0,25	0,5	1,0	2,0	4,0	5,6	8,0	11,2
Caursijāto daļiņu daudzums, masas %	2,0	3,6	5,8	7,7	9,5	12,6	16,8	19,8	24,3	28,3
Sietu izmērs, mm	16	22,4	31,5	45	56	63	90			
Caursijāto daļiņu daudzums, masas %	35,2	48,9	66,7	91,0	100	100	100			

3-28 tabula. Citas fizikāli-mehāniskās īpašības – šķembu maisījums 0/45 no karjera "Pērtnieki"

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts
Maksimālais sausais blīvums (Proktorblīvums), Mg/m ³	LVS EN 13286-2	2,131
Optimālais mitrums, %	LVS EN 13286-2	5,1
Formas indekss, %	LVS EN 933-4	14
Tūlītējais nestspējas indekss, %	LVS EN 13286-47	100
Elastības modulis, MPa	VSN 46-83	405

3.6 Vājas stiprības (LA > 45) šķembu maisījums 0/22

Šķembu maisījuma 0/22 no karjera "Akmenscūciņas" krautnes testēšanas rezultāti (SIA "Ceļu eksperts" 02.02.2015. Testēšanas pārskats Nr.115/15):

3-29 tabula. Granulometriskais sastāvs (LVS EN 933-1) – šķembu maisījums 0/22 no karjera "Akmenscūciņas" krautnes

Sietu izmērs, mm	0,063	0,125	0,25	0,5	1,0	2,0	4,0	5,6	8,0	11,2
Cauršijāto daļiņu daudzums, masas %	11,0	13,8	14,3	14,5	15,1	17,6	24,6	32,1	46,1	64,9
Sietu izmērs, mm	16	22,4	31,5	45	56	63	90			
Cauršijāto daļiņu daudzums, masas %	88,3	97,2	100	100	100	100	100			

3-30 tabula. Citas fizikāli-mehāniskās īpašības – šķembu maisījums 0/22 no karjera "Akmenscūciņas" krautnes

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts
Formas indekss, %	LVS EN 933-4	18
Losandželas koeficients	LVS EN 1097	47
Maksimālais sausais blīvums (Proktorblīvums), Mg/m ³	LVS EN 13286-2	1,827
Optimālais mitrums, %	LVS EN 13286-2	7,7
Tūlītējais nestspējas indekss, %	LVS EN 13286-47	27
Elastības modulis, MPa	VSN 46-83	117

3.7 Granīta šķembu maisījums 0/16

Granīta šķembu maisījuma 0/16 no karjera "Garkalnes grants" krautnes testēšanas rezultāti (SIA "Ceļu eksperts" 12.05.2015. Testēšanas pārskats Nr.485/15):

3-31 tabula. Granulometriskais sastāvs (LVS EN 933-1) – granīta šķembu maisījums 0/16 no karjera "Garkalnes grants"

Sietu izmērs, mm	0,063	0,125	0,25	0,5	1,0	2,0	4,0	5,6	8,0	11,2
Cauršijāto daļiņu daudzums, masas %	9,3	12,0	15,3	19,6	25,7	35,6	49,4	58,9	71,6	86,0
Sietu izmērs, mm	16	22,4	31,5	45	56	63	90			
Cauršijāto daļiņu daudzums, masas %	99,2	100	100	100	100	100	100			

3-32 tabula. Citas fizikāli-mehāniskās īpašības – granīta šķembu maisījums 0/16 no karjera "Garkalnes grants"

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts
Formas indekss, %	LVS EN 933-4	29
Losandželas koeficients	LVS EN 1097	20
Magnija sulfāta rādītājs	LVS EN 1367-2	1,1
Maksimālais sausais blīvums (Proktorblīvums), Mg/m ³	LVS EN 13286-2	2,203
Optimālais mitrums, %	LVS EN 13286-2	5,2
Tūlītējais nestspējas indekss, %	LVS EN 13286-47	74
Elastības modulis, MPa	VSN 46-83	171

3.8 Smilts-grants maisījums 0/16

Smilts-grants maisījuma 0/16 no karjera "Smilgas 3" krautnes testēšanas rezultāti (SIA "Ceļu eksperts" 13.05.2015. Testēšanas pārskats Nr.504/15; 17.10.2015. Testēšanas pārskats Nr.248/15):

3-33 tabula. Granulometriskais sastāvs (LVS EN 933-1) – smilts-grants maisījums 0/16 no karjera "Smilgas 3"

Sietu izmērs, mm	0,063	0,125	0,25	0,5	1,0	2,0	4,0	5,6	8,0	11,2
Caursijāto daļiņu daudzums, masas %	10,0	16,1	28,2	43,1	56,6	67,4	75,4	80,2	85,4	90,1
Sietu izmērs, mm	16	22,4	31,5	45	56	63	90			
Caursijāto daļiņu daudzums, masas %	93,8	96,9	100	100	100	100	100			

3-34 tabula. Citas fizikāli-mehāniskās īpašības – smilts-grants maisījums 0/16 no karjera "Smilgas 3"

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts
Drupinātu vai lauztu daļiņu procentuālais daudzums pēc masas, %	LVS EN 933-5	37
Pilnīgi drupinātas vai lauztas daļiņas, masas %		15
Noapaļotas daļiņas, ieskaitot pilnīgi noapaļotas daļiņas, masas%		63
Pilnīgi noapaļotu daļiņu procentuālais daudzums pēc masas, %		32
Formas indekss, %	LVS EN 933-4	8
Losandželas koeficients	LVS EN 1097	34
Maksimālais sausais blīvums (Proktorblīvums), Mg/m³	LVS EN 13286-2	2,109
Optimālais mitrums, %	LVS EN 13286-2	7,6
Tūlītējais nestspējas indekss, %	LVS EN 13286-47	44
Elastības modulis, MPa	VSN 46-83	93

3.9 Šķembu maisījums 0/16

Šķembu maisījuma 0/16 no karjera "Pērtņieki" krautnes testēšanas rezultāti (SIA "Ceļu eksperts" 12.11.2014. Testēšanas pārskats Nr.3059/14):

3-35 tabula. Granulometriskais sastāvs (LVS EN 933-1) – šķembu maisījums 0/16 no karjera "Pērtņieki"

Sietu izmērs, mm	0,063	0,125	0,25	0,5	1,0	2,0	4,0	5,6	8,0	11,2
Caursijāto daļiņu daudzums, masas %	4,2	7,5	14,1	18,6	22,8	29,8	42,7	52,9	67,1	82,5
Sietu izmērs, mm	16	22,4	31,5	45	56	63	90			
Caursijāto daļiņu daudzums, masas %	99,4	100	100	100	100	100	100			

3-36 tabula. Citas fizikāli-mehāniskās īpašības – šķembu maisījums 0/16 no karjera "Pērtņieki"

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts
Maksimālais sausais blīvums (Proktorblīvums), Mg/m ³	LVS EN 13286-2	2,031
Optimālais mitrums, %	LVS EN 13286-2	6,2
Formas indekss, %	LVS EN 933-4	15
Tūlītējais nestspējas indekss, %	LVS EN 13286-47	62
Elastības modulis, MPa	VSN 46-83	549

4 Reciklēšanas sastāvi un testēšana

Segas pamats ir galvenā nesošā ceļa konstrukcija, līdz ar to tas ir pakļauts ievērojamai transporta slodžu iedarbībai. Arī sala ietekme ir vērtējama kā nozīmīga, un zināmos apstākļos var nākties rēķināties arī ar ūdens iedarbību. Līdz ar to pētījuma mērķis ir identificēt un noteikt svarīgos kritērijus reciklēšanas sastāvu izstrādei, vienlaicīgi pievēršot pastiprinātu uzmanību būvmateriālu atkārtotas izmantošanas iespējām, galarezultātā izstrādājot rokasgrāmatu, kura aptvertu gan kritērijus grunšu novērtēšanai, gan vadlīnijas reciklēšanas sastāvu projektēšanai un būvdarbu izpildei, gan arī algoritmus, kas būtu pielietojami ceļa segas aprēķinos.

Paraugu kondicionēšanas apstākļi ir izvēlēti, lai pēc iespējas imitētu reālos pastiprinātu pamata kārtu ekspluatācijas apstākļus.

Reciklēšanas sastāvi izstrādāti, ievērojot šādus kritērijus:

- kā hidrauliskās saistvielas tiek izmantots cements, kas Latvijā ir vietējais būvmateriāls, bez kādām uzlabojošām piedevām vai piemaisījumiem;
- paraugu sagatavošanas pamatprincipi:
 - pēc samaisīšanas ar cementu maisījumu notur 4h aplātu ar mitru audumu;
 - reciklētos paraugus izgatavo mazajās - A Proktora formās - 3 paralēlus paraugus;
 - elastības moduļa testēšanai saskaņā ar EN paraugus izgatavo d=100 x h=200 mm formās - 7 paralēlus paraugus, jo daļu paraugu paredzēts nosūtīt testēšanai ārvalstu laboratorijām;
 - TNI, CBR un elastības moduļa testēšanai pēc VSN paraugus izgatavo lielajās - B Proktora formās, pa vienam paraugam;
- paraugu (ar cementu) kondicionēšanas režīmi:
 - noturības novērtēšanai: 27 dienas 90-100% mitrumā + 1 diena ūdenī;
 - ūdens ietekmes novērtēšanai: 14 dienas 90-100% mitrumā + 14 dienas ūdenī;
 - sala ietekmes novērtēšanai: 27 dienas 90-100% mitrumā + 1 diena ūdenī + 5 / 10 / 15 / 50 sasaldēšanas-atkausēšanas cikli;
- pēc kondicionēšanas visos gadījumos paredzēts testēt spiedes stiprību, kā arī izvēlētos atsevišķos gadījumos – elastības moduli, tūlītējo nestspējas indeksu vai citu, ievērtējot laiku paraugu transportēšanai uz sadarbības partneru laboratorijām;
- papildus iespējama arī kādu piedevu vai alternatīvu saistvielu izmantošana, ja pētniecības projektā izrāda interesi iesaistīties kādas trešās puses ar savu ieguldījumu.

Sagatavotajiem reciklēšanas maisījumiem noteiktas un testētas sekojošas īpašības:

- granulometriskais sastāvs, saskaņā ar LVS EN 933-1;
- Proktora tilpumsvars un optimālais mitrums, saskaņā ar LVS EN 13286-2;
- Tūlītējais nestspējas indekss, saskaņā ar LVS EN 13286-47.

Sagatavotajiem reciklēšanas paraugiem testētas sekojošas īpašības (konkrēto reciklēto paraugu konkrētās īpašības testētas izlases veidā atbilstoši testēšanas plānam):

- spiedes stiprība, saskaņā ar LVS EN 13286-41, LVS CEN/TS 12390-9:
 - pēc 7 dienu cietēšanas;
 - pēc 28 dienu cietēšanas;
 - pēc 28 dienu cietēšanas un 5 salizturības cikliem;
 - pēc 28 dienu cietēšanas un 10 salizturības cikliem;
 - pēc 28 dienu cietēšanas un 15 salizturības cikliem;
 - pēc 28 dienu cietēšanas un 50 salizturības cikliem;

- tūlītējais nestspējas indekss, saskaņā ar LVS EN 13286-47, LVS CEN/TS 12390-9 pēc 28 dienu cietēšanas;
- elastības modulis, saskaņā ar LVS EN 13286-43 LVS CEN/TS 12390-9 pēc 28 dienu cietēšanas;
- elastības modulis, saskaņā ar VSN 46-83 pēc 28 dienu cietēšanas;
- mikroskopa analīzes.

4.1 Reciklētie sastāvi no 0/16 grants maisījuma

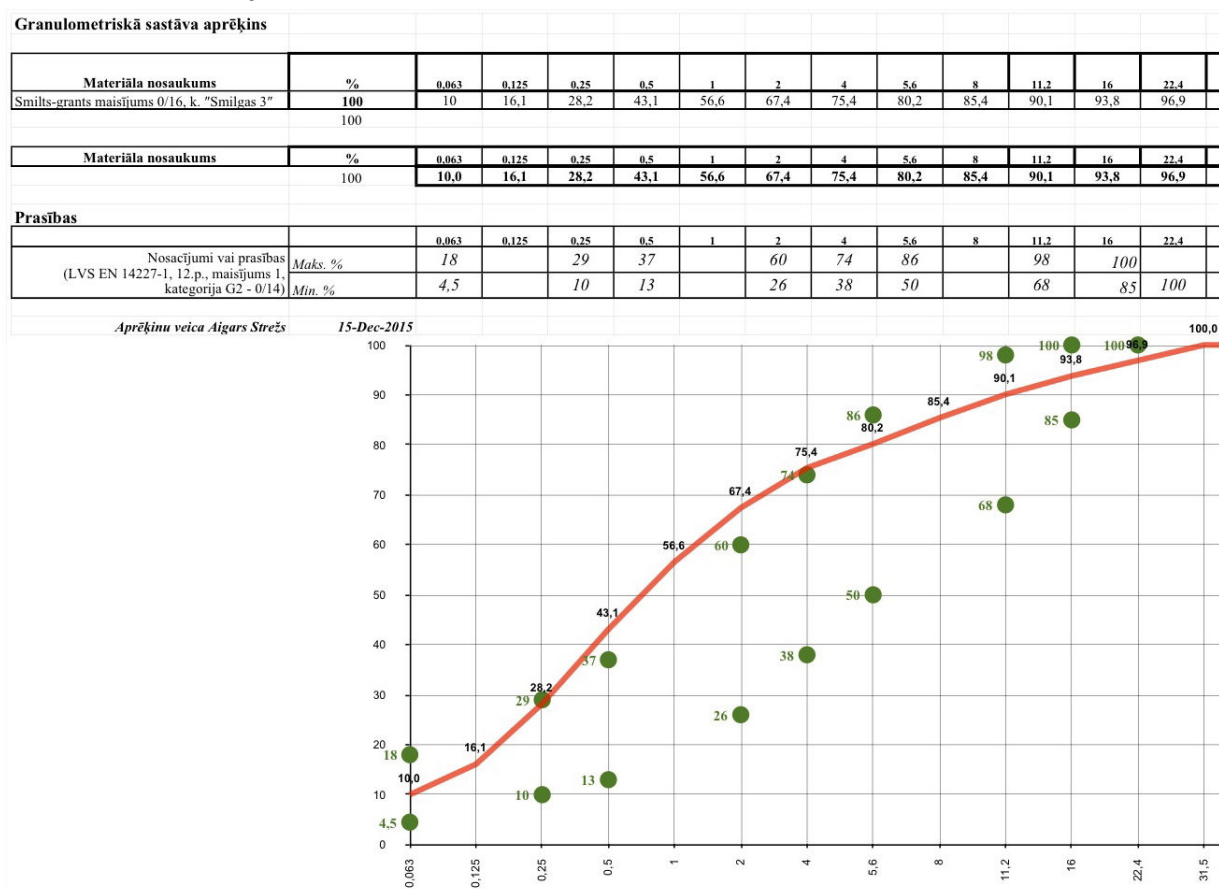
4.1.1 Reciklēšanas maisījums

Reciklētie sastāvi no 0/16 grants maisījuma sastādīti, izmantojot šādus materiālus:

- smilts-grants maisījums 0/16 no karjera "Smilgas 3" - 100%.

Sastādītā reciklēšanas sastāva granulometriskais sastāvs ir tuvs LVS EN 14227-1, 12.p., maisījumam 1, kategorija G2 - 0/14 prasību robežām.

4-1 tabula. Granulometriskais sastāvs (LVS EN 933-1) – reciklētais sastāvs no 0/16 grants maisījuma



Kā saistviela izmantots cements CEM 42,5N:

- 2%;
- 3%;
- 4%.

4.1.2 Reciklēšanas sastāvu testēšana

Sagatavota reciklētā maisījuma no 0/16 grants maisījuma īpašības:

4-2 tabula. Sagatavota reciklētā maisījuma no 0/16 grants maisījuma īpašības (SIA "Ceļu eksperts" 17.10.2015. Testēšanas pārskats Nr.2487/15)

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts			
		bez cem.	ar 2% cem.	ar 3% cem.	ar 4% cem.
Prokora tilpumsvars (maisījumam ar 3% cementu)	LVS EN 13286-2	2,109	---	2,197	---
Optimālais mitrums (maisījumam ar 3% cementu)	LVS EN 13286-3	7,6	---	6,6	---
Tūlītējais nestspējas indekss maisījumam	LVS EN 13286-47	44	75	82	83
Elastības modulis	VSN 46-83	93	---	146	---

4-3 tabula. Reciklētā maisījuma no 0/16 šķembu maisījuma īpašības pēc sagatavoto paraugu kondicionēšanas (SIA "Ceļu eksperts" 12.11.2014. Testēšanas pārskats Nr.3060/14)

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts		
		ar 2% cem.	ar 3% cem.	ar 4% cem.
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	2,195	2,195	2,207
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	6,5	6,6	6,8
Spiedes stiprība pēc 7 dienu (6 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas, MPa	LVS EN 13286-41	1,05	2,04	2,59
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	---	2,192	---
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---	6,6	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas, MPa	LVS EN 13286-41	---	2,62	---
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	---	2,203	---
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---	6,6	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (14 dienas 90-100% mitrumā, 14 dienas ūdenī) cietēšanas, MPa	LVS EN 13286-41	---	2,35	---
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	---	2,175	---
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---	6,6	---
Salizturības pārbaudes rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas un 5 salizturības cikliem: - masas zudumi, g - masas zudumi, kg/m ² - parauga stāvoklis, vizuāls novērtējums (0; 1; 2; 3)	LVS CEN/TS 12390-9	---	7,65 1,0 0-1	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas + 5 salizturības cikli, MPa	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	---	2,12	---
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	2,182	2,182	2,194
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	6,5	6,6	6,8

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts		
		ar 2% cem.	ar 3% cem.	ar 4% cem.
Salizturības pārbaudes rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas un 10 salizturības cikliem: - masas zudumi, g - masas zudumi, kg/m ² - parauga stāvoklis, vizuāls novērtējums (0; 1; 2; 3)	LVS CEN/TS 12390-9	neiz-tur 3	114 14,6 2-3	9,1 1,2 0-1
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas + 10 salizturības cikli, MPa	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	0	1,72	3,73
Parauga sausais tilpumbūvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	---	2,180	---
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---	6,6	---
Salizturības pārbaudes rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas un 15 salizturības cikliem: - masas zudumi, g - masas zudumi, kg/m ² - parauga stāvoklis, vizuāls novērtējums (0; 1; 2; 3)	LVS CEN/TS 12390-9	neiz-tur	neiz-tur 3	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas + 15 salizturības cikli, MPa	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	0	0	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas + 50 salizturības cikli, MPa	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	0	0	---
Tūlītējais nestspējas indekss pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas	LVS EN 13286-47 LVS CEN/TS 12390-9	---	> pārāk liels	---
Elastības modulis pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas, MPa - bs Lucane Sarl tests - CE + LVC laboratoriju tests - RTU tests	LVS EN 13286-43 LVS CEN/TS 12390-9	---	8363	---
		---	12092	---
		---	899	---
Elastības modulis pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas, MPa	VSN 46-83	---	470	---

4.1.3 Testēšanas rezultātu analīze

Smilts-grants maisījuma granulometriskais sastāvs ir tuvs standarta LVS EN 14227-1 maisījuma 1, kategorija G2 - 0/14 robežām.

Smilts-grants maisījuma, pievienojot cementu, TNI un elastības modulis (VSN) pieaug. Pievienojot vairāk cementu, spiedes stiprība pieaug.

Ar 2% cementu nepietiekama paraugu salizturība. Ar 3% cementu spiedes stiprības kritums pēc 10 salizturības cikliem ir 52%, ar 4% cementu spiedes stiprība pēc 10 salizturības cikliem ir 117% lielāka nekā ar 3% cementu. Paraugi ar 3% cementu 15 sasaldēšanas-atkausēšanas ciklus neiztur.

Maisījums ar 4% cementu iztur prasības izmantošanai ceļos ar $AADT_{j,smagie} < 500$.

Iegūtais elastības modulis LVC un bs Lucane Sarl laboratorijās pārāk augsts un nevar būt patiess - testēšanas rezultātu ietekmējuši kādi nepiemēroti blakus apstākļi.

4.2 Reciklētie sastāvi no 0/16 šķembu maisījuma

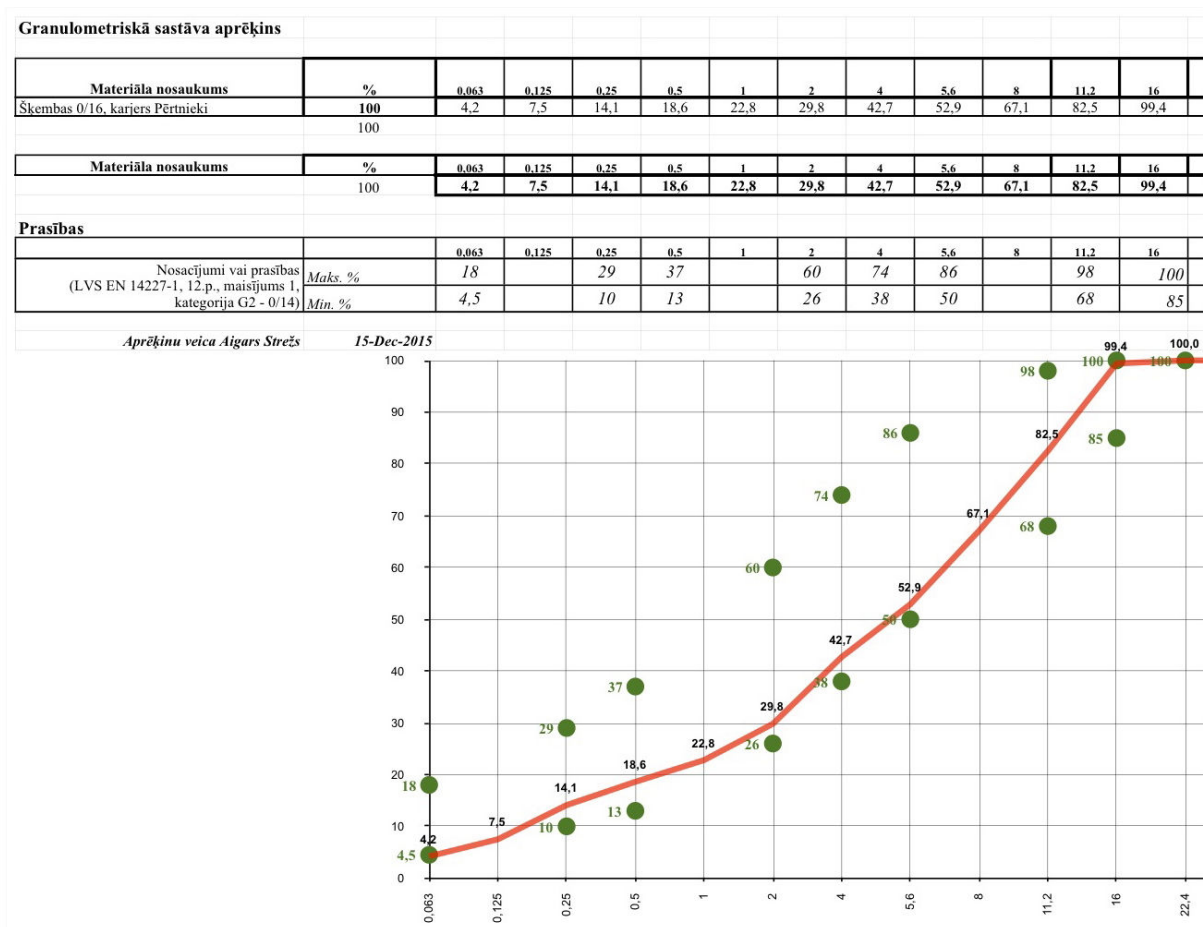
4.2.1 Reciklēšanas maisījums

Reciklētie sastāvi no 0/16 šķembu maisījuma sastādīti, izmantojot šādus materiālus:

- šķembu maisījums 0/16 no karjera "Pērtņieki" - 100%.

Sastādītā reciklēšanas sastāva granulometriskā sastāva prasību robežas atbilst LVS EN 14227-1, 12.p., maisījums 1, kategorija G2 - 0/14.

4-4 tabula. Granulometriskais sastāvs (LVS EN 933-1) – reciklētais sastāvs no 0/16 šķembu maisījuma



Kā saistviela izmantots cements CEM 42,5N:

- 2%;
- 3%;
- 4%.

4.2.2 Reciklēšanas sastāvu testēšana

Sagatavota reciklētā maisījuma no 0/16 šķembu maisījuma īpašības:

4-5 tabula. Sagatavota reciklētā maisījuma no 0/16 šķembu maisījuma īpašības (SIA "Ceļu eksperts" 12.11.2014. Testēšanas pārskats Nr.3060/14, 02.02.2015. Testēšanas pārskats Nr.125/15)

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts		
		ar 2% cem.	ar 3% cem.	ar 4% cem.
Proktora tilpumsvars (maisījumam ar 3% cementu)	LVS EN 13286-2	---	2,051	---
Optimālais mitrums (maisījumam ar 3% cementu)	LVS EN 13286-3	---	5,9	---
Tūlītējais nestspējas indekss maisījumam	LVS EN 13286-47	92	89	93

4-6 tabula. Reciklētā maisījuma no 0/16 šķembu maisījuma īpašības pēc sagatavoto paraugu kondicionēšanas (SIA "Ceļu eksperts" 12.11.2014. Testēšanas pārskats Nr.3060/14; 23.11.2015. Testēšanas pārskats Nr.2889/15)

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts		
		ar 2% cem.	ar 3% cem.	ar 4% cem.
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	2,077	2,080	2,102
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	5,3	5,3	5,2
Spiedes stiprība pēc 7 dienu (6 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas, MPa	LVS EN 13286-41	1,81	2,68	4,16
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	---	2,094	---
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---	5,5	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas, MPa	LVS EN 13286-41	---	3,12	---
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	---	2,097	---
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---	5,5	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (14 dienas 90-100% mitrumā, 14 dienas ūdenī) cietēšanas, MPa	LVS EN 13286-41	---	3,37	---
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	---	2,105	---
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---	5,6	---
Salizturības pārbaudes rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas un 5 salizturības cikliem: - masas zudumi, g - masas zudumi, kg/m ² - parauga stāvoklis, vizuāls novērtējums (0; 1; 2; 3)	LVS CEN/TS 12390-9	---	4,5 0,58 0-1	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas + 5 salizturības cikli, MPa	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	---	2,99	---
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	2,072	2,072	2,085
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	5,5	5,5	5,9

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts		
		ar 2% cem.	ar 3% cem.	ar 4% cem.
Salizturības pārbaudes rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas un 10 salizturības cikliem: - masas zudumi, g - masas zudumi, kg/m ² - parauga stāvoklis, vizuāls novērtējums (0; 1; 2; 3)	LVS CEN/TS 12390-9	36,2 4,61 2	37,7 4,81 2	6,6 0,84 1
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas + 10 salizturības cikli, MPa	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	1,38	2,68	3,85
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	---	2,045	---
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---	5,5	---
Salizturības pārbaudes rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas un 15 salizturības cikliem: - masas zudumi, g - masas zudumi, kg/m ² - parauga stāvoklis, vizuāls novērtējums (0; 1; 2; 3)	LVS CEN/TS 12390-9	---	5,6 44,2 2	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas + 15 salizturības cikli, MPa	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	---	2,38	---
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	---	2,115	---
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---	5,6	---
Salizturības pārbaudes rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas un 15 salizturības cikliem: - masas zudumi, g - masas zudumi, kg/m ² - parauga stāvoklis, vizuāls novērtējums (0; 1; 2; 3)	LVS CEN/TS 12390-9	---	71 9,0 1-2	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas + 50 salizturības cikli, MPa	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	---	1,90	---
Elastības modulis pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas, MPa - bs Lucane Sarl tests - RTU laboratorijas tests	LVS EN 13286-43 LVS CEN/TS 12390-9	---	5592	---
		---	1932	---

4.2.3 Testēšanas rezultātu analīze

Smilts-šķembu maisījuma granulometriskais sastāvs atbilst standarta LVS EN 14227-1, 12.p. ieteiktajam maisījuma 1, kategorija G2 - 0/14 robežām.

Ar mazāku cementa daudzumu Tūlītējais nestspējas indekss ir mazāks, ar lielāku cementa daudzumu Tūlītējais nestspējas indekss ir lielāks.

Salīdzinot spiedes stiprības rezultātus ar 2%, 3% un 4% cementu pēc 7 dienu cietēšanas, var konstatēt, ka salīdzinoši labākus spiedes stiprības rādītājus uzrāda paraugi ar 4% cementu. Pēc 7 dienu cietēšanas paraugu ar 4% cementu spiedes stiprība (4,16 MPa) ir 1,6x augstāka par paraugu ar 3% cementu spiedes stiprību (2,68 MPa) un 2,3x augstāka par paraugu ar 2% cementa spiedes stiprību (1,81 MPa).

Reciklētā maisījuma paraugu spiedes stiprība pēc 28 dienu cietēšanas (1 diena ūdenī) ar 3% cementu 3,12 MPa, kas ir par 1,2x augstāka par spiedes stiprību pēc 7 dienu cietēšanas.

Novērtējot ūdens ietekmi uz paraugu cietēšanas procesu, var konstatēt, ka spiedes stiprība, izturot paraugus 14 dienas ūdenī, palielinās (tātad ūdens ietekme uz paraugu cietēšanas procesu nav novērota):

- ar 3% cementu: no 3,12 MPa uz 3,37 MPa, t.i., 1,1x.

Pēc 28 dienu cietēšanas un 10 salizturības cikliem spiedes stiprība nedaudz samazinās:

- ar 2% cementu: 1,38 MPa (masas zudumi 4,61 kg/m²);
- ar 3% cementu: 2,68 MPa (masas zudumi 4,81 kg/m²);
- ar 4% cementu: 3,85 MPa (masas zudumi 0,84 kg/m²).

Pēc 28 dienu cietēšanas un 15 salizturības cikliem spiedes stiprība nedaudz samazinās:

ar 3% cementu: 2,38 MPa (masas zudumi 44,2 kg/m²).

Spiedes stiprība ar 3% cementu pēc 10 salizturības cikliem samazinās par 26%. Spiedes stiprība ar 3% cementu pēc 10 salizturības cikliem, salīdzinot ar 2% cementu, ir par 94% augstāka, ar 4% cementu, salīdzinot ar 3% cementu, spiedes stiprība ir par 44% augstāka.

4.3 Reciklētie sastāvi 0/16 ar frēzētu asfaltu un šķembu maisījumu

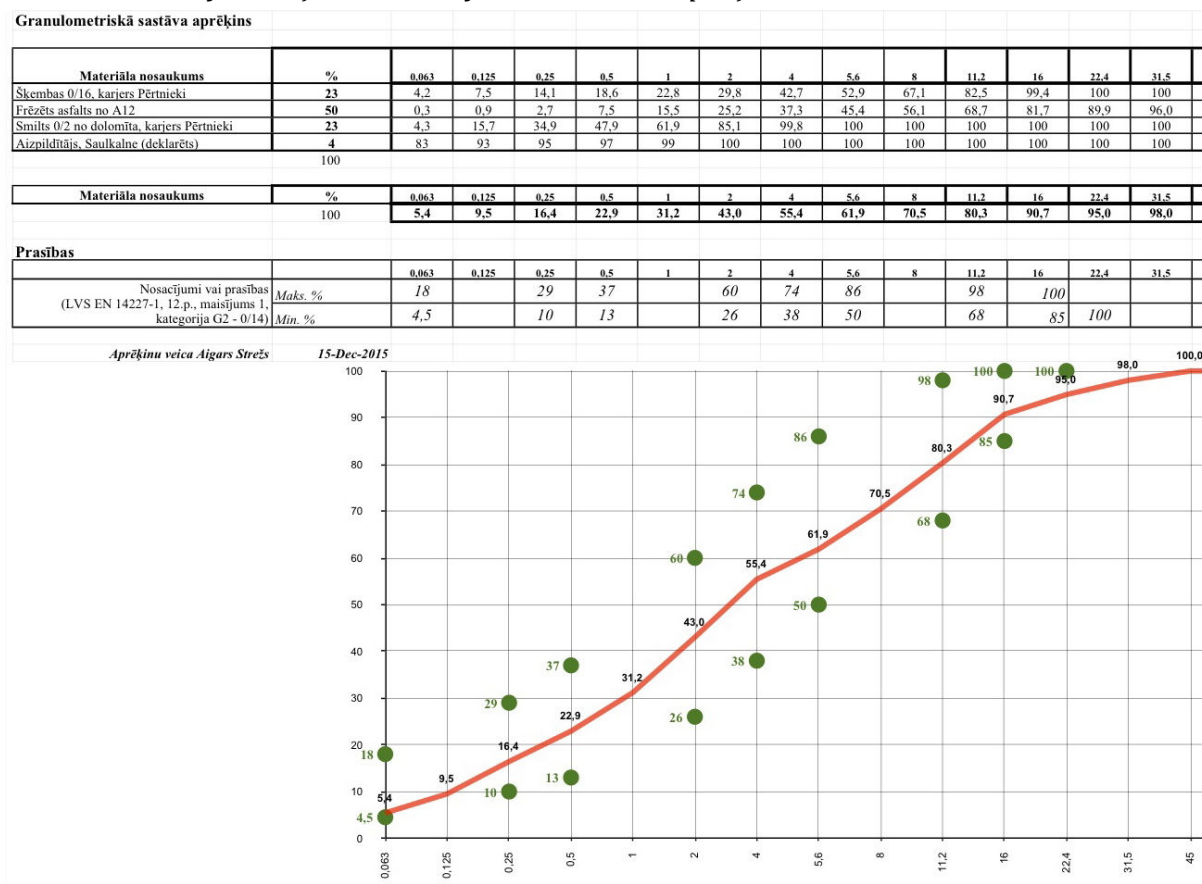
4.3.1 Reciklēšanas maisījums

Reciklētie sastāvi 0/16 ar frēzētu asfaltu un šķembu maisījumu sastādīti, izmantojot šādus materiālus:

- frēzēts asfalts no karjera "Pērtņieki" - 50%;
- šķembu maisījums 0/16 no karjera "Pērtņieki" - 23%;
- dabīga smiltis no karjera "Pērtņieki" - 23%;
- minerālais pulveris no SIA "Saulkalne S" - 4%.

Sastādītā reciklēšanas sastāva granulometriskā sastāva prasību robežas atbilst LVS EN 14227-1, 12.p., maisījums 1, kategorija G2 - 0/14.

4-7 tabula. Granulometriskais sastāvs (LVS EN 933-1) – reciklētais sastāvs 0/16 ar frēzētu asfaltu, šķembu maisījumu un smilti, aprēķins



Kā saistviela izmantots cements CEM 42,5N:

- 2%;
- 3%;
- 4%.

4.3.2 Reciklēšanas sastāvu testēšana

Sagatavota maisījuma 0/16 ar frēzētu asfaltu un šķembu maisījumu īpašības:

4-8 tabula. Sagatavota reciklētā sastāva 0/16 no frēzēta asfalta un šķembām maisījuma īpašības (SIA "Ceļu eksperts" 24.11.2015. Testēšanas pārskats Nr.2903/15)

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts		
		ar 2% cem.	ar 3% cem.	ar 4% cem.
Proktora tilpumsvars, Mg/m ³	LVS EN 13286-2	---	2,095	---
Optimālais mitrums, %	LVS EN 13286-3	---	5,6	---
Tūlītējais nestspējas indekss maisījumam	LVS EN 13286-47	37	44	47

4-9 tabula. Reciklētā sastāva 0/16 no frēzēta asfalta un šķembām īpašības pēc sagatavoto paraugu kondicionēšanas (SIA "Ceļu eksperts" 24.11.2015. Testēšanas pārskats Nr.2903/15)

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts		
		ar 2% cem.	ar 3% cem.	ar 4% cem.
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	2,106	2,081	2,108
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	5,5	5,5	5,5
Spiedes stiprība pēc 7 dienu (6 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas, MPa	LVS EN 13286-41	1,75	2,05	2,86
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	---	2,116	---
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---	5,5	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas, MPa	LVS EN 13286-41	---	3,54	---
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	---	2,092	---
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---	5,5	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (14 dienas 90-100% mitrumā, 14 dienas ūdenī) cietēšanas, MPa	LVS EN 13286-41	---	3,49	---
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	---	2,119	---
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---	5,9	---
Salizturības pārbaudes rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas un 5 salizturības cikliem: - masas zudumi, g - masas zudumi, kg/m ² - parauga stāvoklis, vizuāls novērtējums (0; 1; 2; 3)	LVS CEN/TS 12390-9	---	0,80 0,10 0	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas + 5 salizturības cikli, MPa	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	---	3,23	---
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	2,091	2,116	2,108
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	5,9	5,9	5,9

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts		
		ar 2% cem.	ar 3% cem.	ar 4% cem.
Salizturības pārbaudes rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas un 10 salizturības cikliem: - masas zudumi, g - masas zudumi, kg/m ² - parauga stāvoklis, vizuāls novērtējums (0; 1; 2; 3)	LVS CEN/TS 12390-9	2,25 0,29 0	1,60 0,21 0	0,07 0,09 0
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas + 10 salizturības cikli, MPa	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	1,69	3,06	3,79
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	---	2,114	---
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---	5,9	---
Salizturības pārbaudes rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas un 15 salizturības cikliem: - masas zudumi, g - masas zudumi, kg/m ² - parauga stāvoklis, vizuāls novērtējums (0; 1; 2; 3)	LVS CEN/TS 12390-9	---	1,85 0,24 0	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas + 15 salizturības cikli, MPa	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	---	3,0	---
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	---	2,120	---
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---	5,9	---
Salizturības pārbaudes rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas un 50 salizturības cikliem: - masas zudumi, g - masas zudumi, kg/m ² - parauga stāvoklis, vizuāls novērtējums (0; 1; 2; 3)	LVS CEN/TS 12390-9	---	37,5 4,77 1-2	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas + 50 salizturības cikli, MPa	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	---	2,53	---
Tūlītējais nestspējas indekss pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas	LVS EN 13286-47 LVS CEN/TS 12390-9	---	229	---
Elastības modulis pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas, MPa - bs Lucane Sarl tests - RTU laboratorijas tests	LVS EN 13286-43 LVS CEN/TS 12390-9	---	3520	---
		---	1897	---
Elastības modulis pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas, MPa	VSN 46-83	---	539	---

4.3.3 Testēšanas rezultātu analīze

Sastādītā sastāva ar frēzētu asfaltu granulometriskais sastāvs iekļaujas standarta LVS EN 14227-1 prasību robežās 0/16 maisījumam.

Ar mazāku cementa daudzumu Tūlītējais nestspējas indekss ir mazāks, ar lielāku cementa daudzumu Tūlītējais nestspējas indekss ir lielāks.

Spiedes stiprība ar 3% cementu pēc 10 salizturības cikliem samazinās par 16%. Spiedes stiprība ar 3% cementu pēc 10 salizturības cikliem, salīdzinot ar 2% cementu, ir par 81% augstāka, ar 4% cementu, salīdzinot ar 3% cementu, spiedes stiprība ir par 24% augstāka.

4.4 Reciklētie sastāvi 0/16 ar granīta šķembām

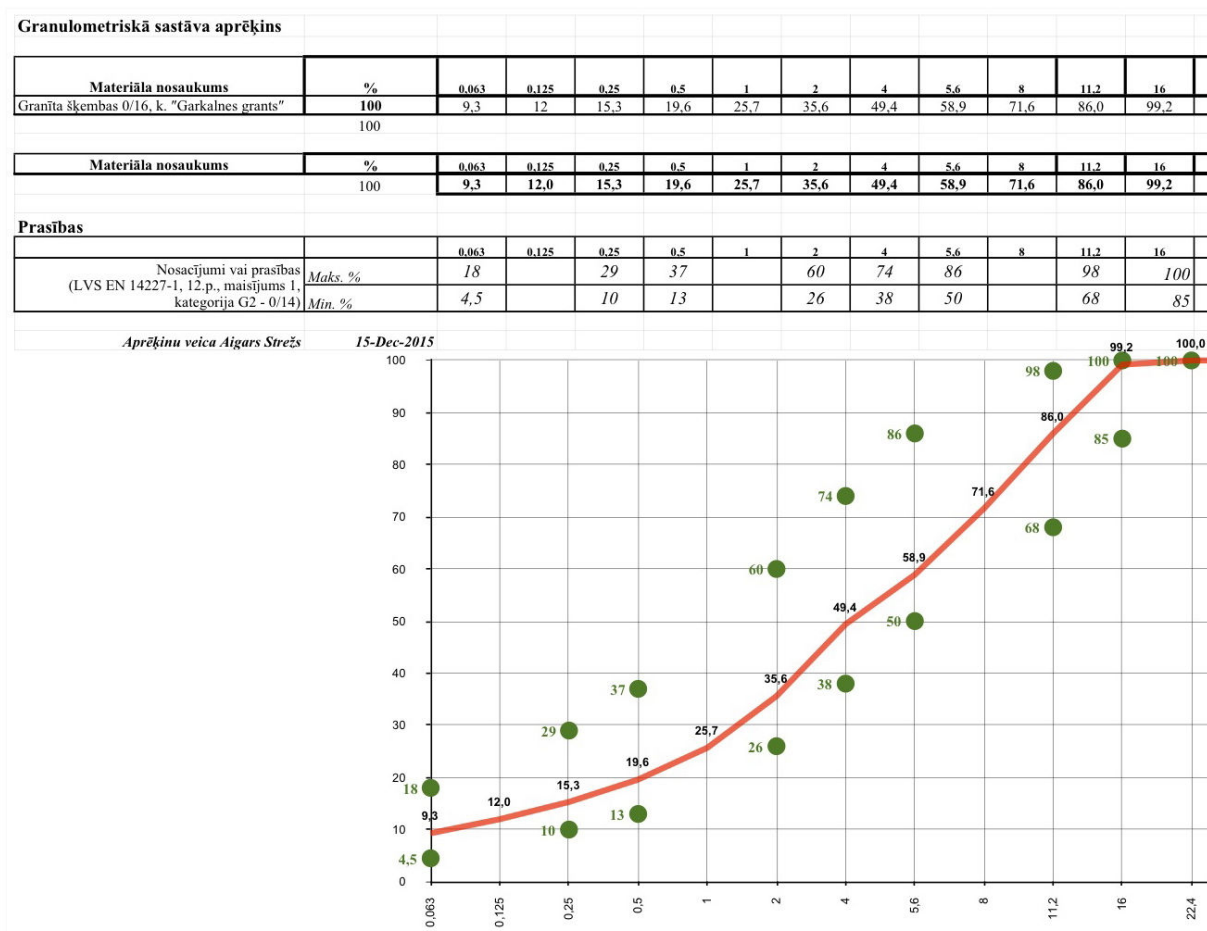
4.4.1 Reciklēšanas maisījums

Reciklētie sastāvi 0/16 ar granīta šķembu maisījumu sastādīti, izmantojot šādus materiālus:

- šķembu maisījums 0/16 no karjera "Garkalnes grants" - 100%.

Lietoto granīta šķembu maisījuma granulometriskais sastāvs atbilst LVS EN 14227-1, 12.p., maisījums 1, kategorija G2 - 0/14 prasību robežām.

4-10 tabula. Granulometriskais sastāvs (LVS EN 933-1) – granīta šķembu maisījums 0/16 no karjera "Garkalnes grants"



Kā saistviela izmantots cements CEM 42,5N:

- 2%;
- 3%;
- 4%.

4.4.2 Reciklēšanas sastāvu testēšana

Sagatavota maisījuma 0/16 no granīta šķembām īpašības:

4-11 tabula. Sagatavota reciklētā sastāva 0/16 nogranīta šķembām maisījuma īpašības (SIA "Ceļu eksperts" 12.05.2015. Testēšanas pārskats Nr.486/15)

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts		
		ar 2% cem.	ar 3% cem.	ar 4% cem.
Proktora tilpumsvars, Mg/m ³	LVS EN 13286-2		2,145	
Optimālais mitrums, %	LVS EN 13286-3		4,9	
Tūlītējais nestspējas indekss maisījumam	LVS EN 13286-47	95	104	105

4-12 tabula. Reciklētā sastāva 0/16 no granīta šķembām īpašības pēc sagatavoto paraugu kondicionēšanas (SIA "Ceļu eksperts" 12.05.2015. Testēšanas pārskats Nr.486/15; 28.10.2015. Testēšanas pārskats Nr.2624/15)

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts		
		ar 2% cem.	ar 3% cem.	ar 4% cem.
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	2,137	2,159	2,240
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	5,0	4,6	4,9
Spiedes stiprība pēc 7 dienu (6 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas, MPa	LVS EN 13286-41	2,11	3,04	3,51
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	---	2,137	---
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---	5,0	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas, MPa	LVS EN 13286-41	---	3,40	---
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	---	2,129	---
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---	5,0	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (14 dienas 90-100% mitrumā, 14 dienas ūdenī) cietēšanas, MPa	LVS EN 13286-41	---	3,68	---
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	---	2,211	---
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---	4,6	---
Salizturības pārbaudes rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas un 5 salizturības cikliem: - masas zudumi, g - masas zudumi, kg/m ² - parauga stāvoklis, vizuāls novērtējums (0; 1; 2; 3)	LVS CEN/TS 12390-9	---	3,5 0,44 0-1	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas + 5 salizturības cikli, MPa	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	---	3,73	---
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	2,215	2,230	2,197
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	4,6	4,6	4,6

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts		
		ar 2% cem.	ar 3% cem.	ar 4% cem.
Salizturības pārbaudes rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas un 10 salizturības cikliem: - masas zudumi, g - masas zudumi, kg/m ² - parauga stāvoklis, vizuāls novērtējums (0; 1; 2; 3)	LVS CEN/TS 12390-9	62 7,9 1-2	7,3 0,92 0-1	1,4 0,18 0
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas + 10 salizturības cikli, MPa	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	2,29	3,16	4,86
Parauga sausais tilpumbūvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	---	2,220	---
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---	4,6	---
Salizturības pārbaudes rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas un 15 salizturības cikliem: - masas zudumi, g - masas zudumi, kg/m ² - parauga stāvoklis, vizuāls novērtējums (0; 1; 2; 3)	LVS CEN/TS 12390-9	---	36 4,6 1-2	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas + 15 salizturības cikli, MPa	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	---	2,64	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas + 50 salizturības cikli, MPa	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	0 neiz-tur	0 neiz-tur	---
Tūlītējais nestspējas indekss pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas	LVS EN 13286-47 LVS CEN/TS 12390-9	---	> pārāk liels	---
Elastības modulis pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas, MPa - bs Lucane Sarl tests - CE + LVC laboratoriju tests	LVS EN 13286-43 LVS CEN/TS 12390-9	---	3140	---
		---	6714	---
Elastības modulis pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas, MPa	VSN 46-83	---	654	---

4.4.3 Testēšanas rezultātu analīze

Ar mazāku cementa daudzumu Tūlītējais nestspējas indekss ir mazāks, ar lielāku cementa daudzumu Tūlītējais nestspējas indekss ir lielāks, bet šīs atšķirības ir nelielas.

Salīdzinot spiedes stiprības rezultātus ar 2%, 3% un 4% cementu pēc 7 dienu cietēšanas, var konstatēt, ka salīdzinoši labākus spiedes stiprības rādītājus uzrāda paraugi ar 4% cementu. Pēc 7 dienu cietēšanas paraugu ar 4% cementu spiedes stiprība (3,51 Mpa) ir 1,2x augstāka par paraugu ar 3% cementu spiedes stiprību (3,04 Mpa) un 1,7x augstāka par paraugu ar 2% cementa spiedes stiprību (2,11 MPa).

Spiedes stiprība ar 3% cementu pēc 10 salizturības cikliem samazinās par 8%. Spiedes stiprība ar 3% cementu pēc 10 salizturības cikliem, salīdzinot ar 2% cementu, ir par 38% augstāka, ar 4% cementu, salīdzinot ar 3% cementu, spiedes stiprība ir par 54% augstāka.

4.5 Reciklētie sastāvi 0/22 ar vāju iežu (LA > 45) šķembām

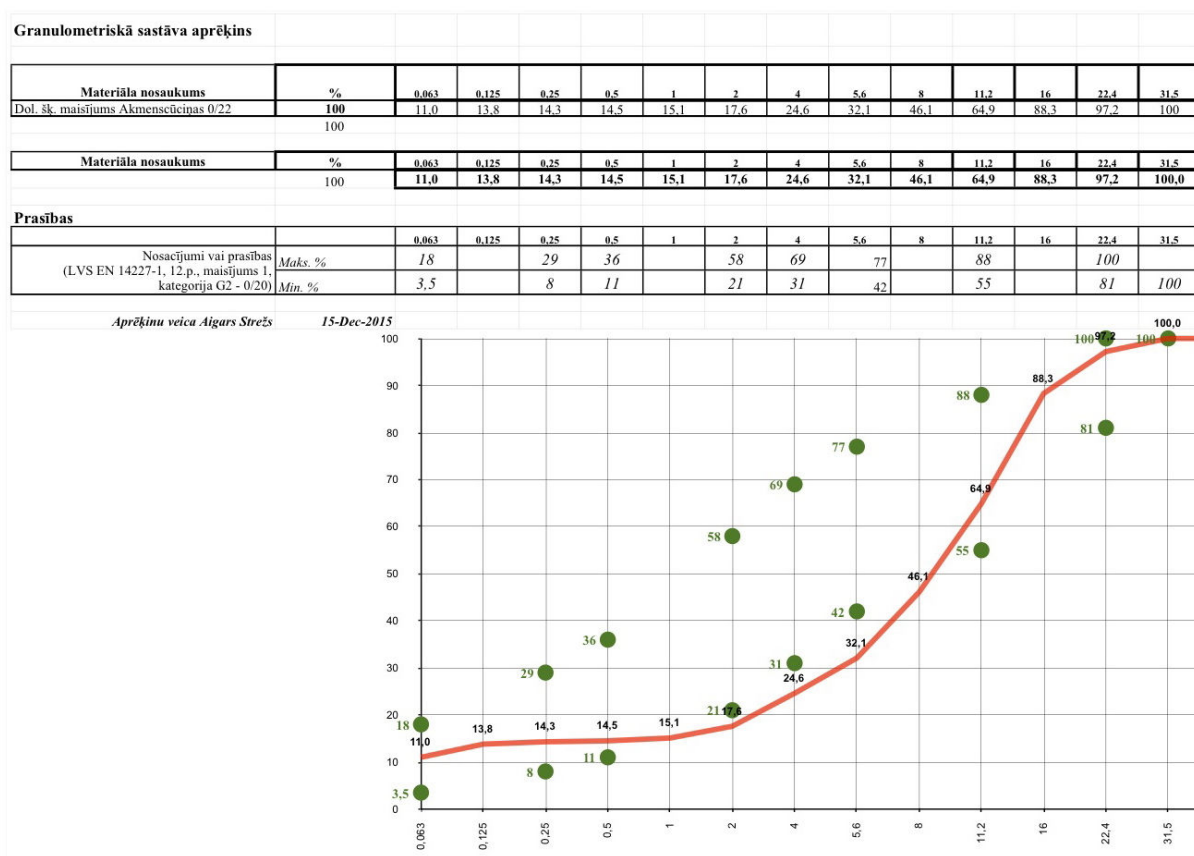
4.5.1 Reciklēšanas maisījums

Reciklētie sastāvi 0/22 ar vāju iežu šķembu maisījumu sastādīti, izmantojot šādus materiālus:

- dolomīta šķembas 0/22 no karjera "Akmenscūciņas" - 100%.

Reciklēšanas maisījuma granulometriskais sastāvs ir tuvs LVS EN 14227-1, 12.p., maisījumam 1, kategorija G2 - 0/20 prasību robežām.

4-13 tabula. Granulometriskais sastāvs (LVS EN 933-1) – reciklētais sastāvs 0/16 ar grants maisījumu



Kā saistviela izmantots cements CEM 42,5N:

- 2%;
- 3%;
- 4%.

4.5.2 Reciklēšanas sastāvu testēšana

Sagatavota reciklētā maisījuma 0/22 no vāju iežu šķembām īpašības:

4-14 tabula. Sagatavota reciklētā sastāva 0/22 no vāju iežu šķembām maisījuma īpašības (SIA "Ceļu eksperts" 11.05.2015. Testēšanas pārskats Nr.467/15)

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts		
		ar 2% cem.	ar 3% cem.	ar 4% cem.
Proktora tilpumsvars, Mg/m ³	LVS EN 13286-2	---	1,948	---
Optimālais mitrums, %	LVS EN 13286-3	---	9,1	---
Tūlītējais nestspējas indekss maisījumam	LVS EN 13286-47	45	52	58

4-15 tabula. Reciklētā sastāva 0/22 no vāju iežu šķembām īpašības pēc sagatavoto paraugu kondicionēšanas (SIA "Ceļu eksperts" 11.05.2015. Testēšanas pārskats Nr.467/15)

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts		
		ar 2% cem.	ar 3% cem.	ar 4% cem.
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	1,899	1,913	1,938
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	8,8	8,5	8,2
Spiedes stiprība pēc 7 dienu (6 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas, MPa	LVS EN 13286-41	0,87	1,54	2,13
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	---	1,958	---
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---	8,5	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas, MPa	LVS EN 13286-41	---	2,90	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas (paraugi 100x200mm), MPa - CE spiedes tests; - bs Lucane Sarl, testējot elastības moduli; - CE + LVC, testējot elastības moduli	LVS EN 13286-41	---	---	---
			2,96 1,60	
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	---	1,918	---
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---	8,5	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (14 dienas 90-100% mitrumā, 14 dienas ūdenī) cietēšanas, MPa	LVS EN 13286-41	---	2,41	---
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	---	1,977	---
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---	8,5	---
Salizturības pārbaudes rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas un 5 salizturības cikliem: - masas zudumi, g - masas zudumi, kg/m ² - parauga stāvoklis, vizuāls novērtējums (0; 1; 2; 3)	LVS CEN/TS 12390-9	---	26,1 3,33 1	---

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts		
		ar 2% cem.	ar 3% cem.	ar 4% cem.
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas + 5 salizturības cikli, MPa	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	---	2,14	---
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	---	1,901	1,924
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---	8,8	8,2
Salizturības pārbaudes rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas un 10 salizturības cikliem: - masas zudumi, g - masas zudumi, kg/m ² - parauga stāvoklis, vizuāls novērtējums (0; 1; 2; 3)	LVS CEN/TS 12390-9	---	1792 228 3	199 25 2-3
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas + 10 salizturības cikli, MPa	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	---	0 izjuka	0,82
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	---	1,972	---
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---	8,5	---
Salizturības pārbaudes rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas un 15 salizturības cikliem: - masas zudumi, g - masas zudumi, kg/m ² - parauga stāvoklis, vizuāls novērtējums (0; 1; 2; 3)	LVS CEN/TS 12390-9	---	1855 236 3	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas + 15 salizturības cikli, MPa	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	---	0 izjuka	---
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	---	1,964	---
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---	8,5	---
Salizturības pārbaudes rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas un 50 salizturības cikliem: - masas zudumi, g - masas zudumi, kg/m ² - parauga stāvoklis, vizuāls novērtējums (0; 1; 2; 3)	LVS CEN/TS 12390-9	---	1842 234 3	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas + 50 salizturības cikli, MPa	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	---	0 izjuka	---
Tūlītējais nestspējas indekss pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas	LVS EN 13286-47 LVS CEN/TS 12390-9	---	202	---
Elastības modulis pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas, MPa - bs Lucane Sarl tests - CE + LVC laboratoriju tests	LVS EN 13286-43 LVS CEN/TS 12390-9	---	3490	---
		---	1654	---
Elastības modulis pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas, MPa	VSN 46-83	---	602	---

4.5.3 Testēšanas rezultātu analīze

Ar mazāku cementa daudzumu Tūlītējais nestspējas indekss ir mazāks, ar lielāku cementa daudzumu Tūlītējais nestspējas indekss ir lielāks.

Salīdzinot spiedes stiprības rezultātus ar 2%, 3% un 4% cementu pēc 7 dienu cietēšanas, var konstatēt, ka salīdzinoši labākus spiedes stiprības rādītājus uzrāda paraugi ar 4% cementu. Pēc 7 dienu cietēšanas paraugu ar 4% cementu spiedes stiprība (2,13 Mpa) ir 1,4x augstāka par paraugu ar 3% cementu spiedes stiprību (1,54 Mpa) un 2,4x augstāka par paraugu ar 2% cementa spiedes stiprību (0,87 MPa).

Reciklētā maisījuma paraugu spiedes stiprība pēc 28 dienu cietēšanas (1 diena ūdenī) ar 3% cementu 2,90 MPa, kas ir par 1,9x augstāka par spiedes stiprību pēc 7 dienu cietēšanas.

Novērtējot ūdens ietekmi uz paraugu cietēšanas procesu, var konstatēt, ka spiedes stiprība, izturot paraugus 14 dienas ūdenī, samazinās:

- ar 3% cementu: no 2,90 MPa uz 2,41 MPa, t.i., 1,2x.

Pēc 28 dienu cietēšanas un 5 salizturības cikliem spiedes stiprība samazinās:

- ar 3% cementu: 2,14 MPa (masas zudumi 3,33 kg/m²).

Pēc 28 dienu cietēšanas un 10 salizturības cikliem spiedes stiprība samazinās:

- ar 4% cementu: 0,82 MPa (masas zudumi 25 kg/m²);
- ar 3% cementu: paraugi salizturības ciklus neiztur - sabrūk (masas zudumi 228 kg/m²).

Pēc 28 dienu cietēšanas paraugi ar 3% cementa saturu 15 salizturības ciklus neiztur – sabrūk (masas zudumi 236 kg/m²).

Pēc 28 dienu cietēšanas 50 salizturības ciklus paraugi neiztur (masas zudumi 234 kg/m²).

Paraugu ar 3% cementa saturu testēšana elastības moduļa izvērtējumam veikta pēc 28 dienu cietēšanas (1 diena ūdenī), testējot Tūlītējo nestspējas indeksu, un Elastības moduli – gan saskaņā ar dažādām metodēm (VSN, EN), gan arī veicot elastības moduļa testēšanu dažādās laboratorijās.

4-16 tabula. 0/22 vāju iežu šķembu maisījuma ar 3% cementu elastības moduļa testēšanas rezultāti

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts	Koeficients pret spiedes stiprību
		ar 3% cementu	
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas, MPa	LVS EN 13286-41	2,90	1,0
Tūlītējais nestspējas indekss pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas	LVS EN 13286-47 LVS CEN/TS 12390-9	201	69
Elastības modulis pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas, MPa	VSN 46-83	602	208
Elastības modulis pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas – bs Lucane Sarl, MPa	LVS EN 13286-43 LVS CEN/TS 12390-9	3490	1203
Elastības modulis pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas – C E + LVC laboratorijas, MPa	LVS EN 13286-43 LVS CEN/TS 12390-9	1654	570

Elastības moduļa testēšanas rezultātu vērtības ir iegūtas dažādās. Elastības moduļa vērtības salīdzinātas ar paraugu spiedes stiprību.

Ar 3% cementu 10 salizturības ciklus paraugs neiztur, ar 4% cementu iztur, bet spiedes stiprības samazinājums pret spiedes stiprību pēc 28 dienu cietēšanas 90-100 % mitrumā ir apmēram 3 - 4 reizes.

4.6 Reciklētie sastāvi 0/22 ar frēzētu asfaltu

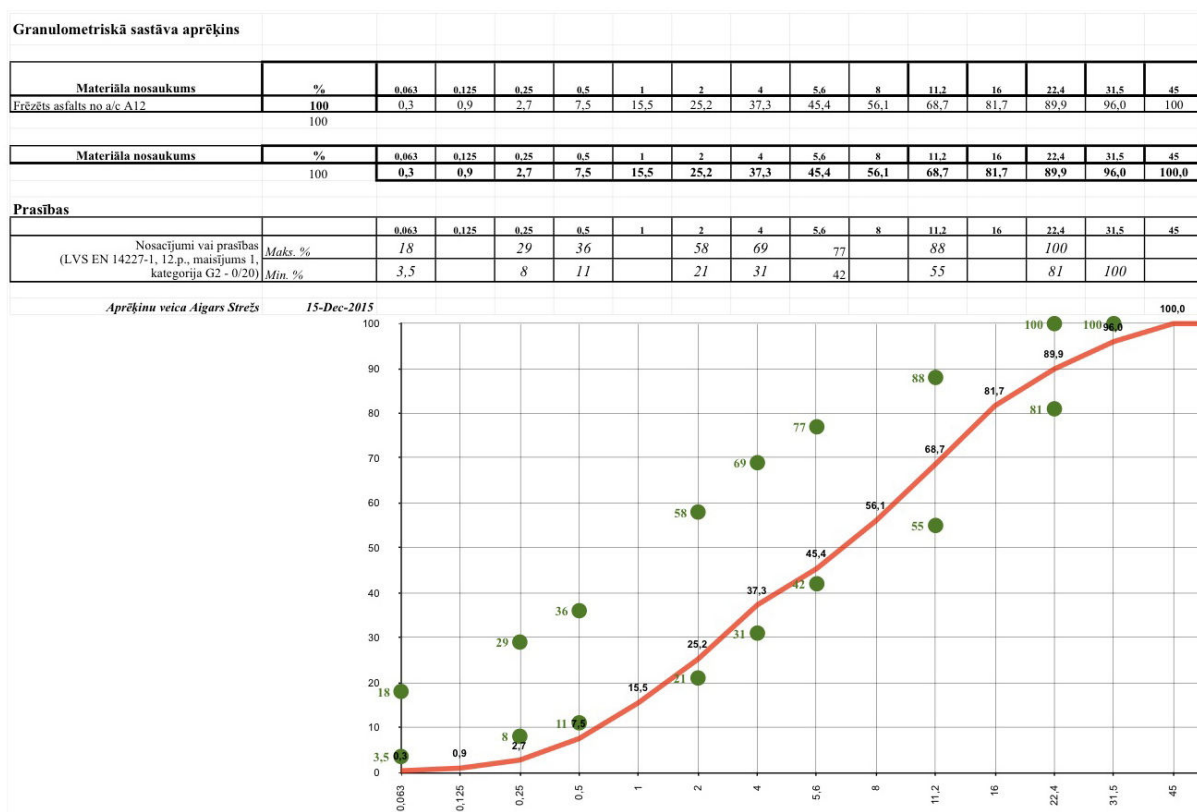
4.6.1 Reciklēšanas maisījums

Reciklētie sastāvi 0/22 ar frēzētu asfaltu sastādīti, izmantojot šādus materiālus:

- frēzēts asfalts no karjera "Pērtnieki" - 100%.

Reciklēšanas maisījuma no frēzēta asfalta granulometriskais sastāvs ir tuvs LVS EN 14227-1, 12.p., maisījums 1, kategorija G2 - 0/20 prasību robežām.

4-17 tabula. Granulometriskais sastāvs (LVS EN 933-1) – reciklētais sastāvs 0/22 ar frēzētu asfaltu



Kā saistviela izmantots cements CEM 42,5N:

- 2%;
- 3%;
- 4%.

4.6.2 Reciklēšanas sastāvu testēšana

4-18 tabula. Sagatavota reciklētā maisījuma īpašības (SIA "Ceļu eksperts" 30.10.2014. Testēšanas pārskats Nr.2881/14)

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts		
		ar 2% cem.	ar 3% cem.	ar 4% cem.
Proktora tilpumsvars (maisījumam ar 3% cementu)	LVS EN 13286-2	---	1,921	---
Optimālais mitrums (maisījumam ar 3% cementu)	LVS EN 13286-3	---	4,7	---
Tūlītējais nestspējas indekss maisījumam	LVS EN 13286-47	8,1	8,1	8,9

4-19 tabula. Reciklētā sastāva 0/22 no frēzēta asfalta īpašības pēc sagatavoto paraugu kondicionēšanas (SIA "Ceļu eksperts" 25.11.2015. Testēšanas pārskats Nr.2908/15)

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts		
		ar 2% cem.	ar 3% cem.	ar 4% cem.
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	1,954	1,956	1,974
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	4,3	4,3	4,3
Spiedes stiprība pēc 7 dienu (6 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas, MPa	LVS EN 13286-41	0,69	1,04	1,38
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	---	1,983	---
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---	4,3	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas, MPa	LVS EN 13286-41	---	1,53	---
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	---	1,962	---
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---	4,3	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (14 dienas 90-100% mitrumā, 14 dienas ūdenī) cietēšanas, MPa	LVS EN 13286-41	---	1,38	---
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	---	1,982	---
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---	4,9	---
Salizturības pārbaudes rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas un 5 salizturības cikliem: - masas zudumi, g - masas zudumi, kg/m ² - parauga stāvoklis, vizuāls novērtējums (0; 1; 2; 3)	LVS CEN/TS 12390-9	---	1,20 0,15 0	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas + 5 salizturības cikli, MPa	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	---	1,48	---
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	1,996	1,976	2,031
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	4,9	4,9	4,9

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts		
		ar 2% cem.	ar 3% cem.	ar 4% cem.
Salizturības pārbaudes rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas un 10 salizturības cikliem: - masas zudumi, g - masas zudumi, kg/m ² - parauga stāvoklis, vizuāls novērtējums (0; 1; 2; 3)	LVS CEN/TS 12390-9	3,95 0,51 0-1	1,90 0,25 0	0,85 0,11 0
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas + 10 salizturības cikli, MPa	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	0,98	1,41	1,98
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	---	1,990	---
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---	4,9	---
Salizturības pārbaudes rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas un 15 salizturības cikliem: - masas zudumi, g - masas zudumi, kg/m ² - parauga stāvoklis, vizuāls novērtējums (0; 1; 2; 3)	LVS CEN/TS 12390-9	---	2,40 0,31 0	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas + 15 salizturības cikli, MPa	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	---	1,32	---
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	---	1,980	---
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---	4,9	---
Salizturības pārbaudes rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas un 50 salizturības cikliem: - masas zudumi, g - masas zudumi, kg/m ² - parauga stāvoklis, vizuāls novērtējums (0; 1; 2; 3)	LVS CEN/TS 12390-9	---	8,90 2,25 0-1	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas + 50 salizturības cikli, MPa	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	---	0,97	---
Tūlītējais nestspējas indekss pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas	LVS EN 13286-47 LVS CEN/TS 12390-9	---	100	---
Elastības modulis pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas, MPa - bs Lucane Sarl tests - RTU laboratorijas tests	LVS EN 13286-43 LVS CEN/TS 12390-9	---	847	---
		---	561	---
Elastības modulis pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas, MPa	VSN 46-83	---	413	---

4.6.3 Testēšanas rezultātu analīze

Ar mazāku cementa daudzumu Tūlītējais nestspējas indekss ir mazāks, ar lielāku cementa daudzumu Tūlītējais nestspējas indekss ir lielāks, bet šīs atšķirības ir nelielas.

Salīdzinot spiedes stiprības rezultātus ar 2%, 3% un 4% cementu pēc 7 dienu cietēšanas, var konstatēt, ka salīdzinoši labākus spiedes stiprības rādītājus uzrāda paraugi ar 4% cementu. Pēc 7 dienu cietēšanas paraugu ar 4% cementu spiedes stiprība (3,51 Mpa) ir 1,2x augstāka par

paraugu ar 3% cementu spiedes stiprību (3,04 Mpa) un 1,7x augstāka par paraugu ar 2% cementa spiedes stiprību (2,11 MPa).

Spiedes stiprība ar 3% cementu pēc 10 salizturības cikliem samazinās par 9%. Spiedes stiprība ar 3% cementu pēc 10 salizturības cikliem, salīdzinot ar 2% cementu, ir par 44% augstāka, ar 4% cementu, salīdzinot ar 3% cementu, spiedes stiprība ir par 40% augstāka.

4.7 Reciklētie sastāvi (0/22) ar frēzētu asfaltu un vāju iežu (LA > 45) šķembām

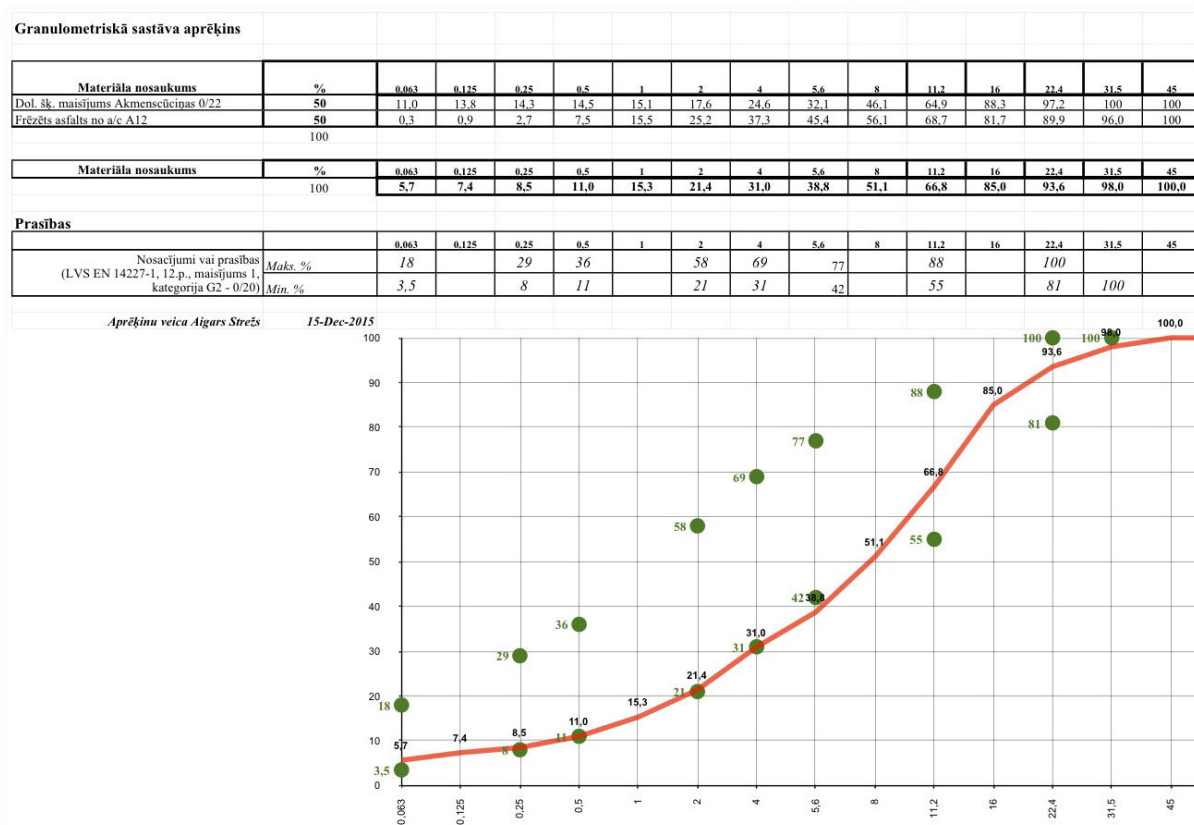
4.7.1 Reciklēšanas maisījums

Reciklētie sastāvi 0/22 ar frēzētu asfaltu un vāju iežu šķembām sastādīti, izmantojot šādus materiālus:

- frēzēts asfalts no karjera "Pērtnieki" - 50%;
- vāju iežu šķembas no karjera "Akmenscūciņas" - 50%

Reciklēšanas maisījuma no frēzēta asfalta un vāju iežu šķembām granulometriskais sastāvs ir ļoti tuvs LVS EN 14227-1, 12.p., maisījums 1, kategorija G2 - 0/20 prasību robežām.

4-20 tabula. Granulometriskais sastāvs (LVS EN 933-1) – reciklētais sastāvs 0/22 ar frēzētu asfaltu, aprēķins



Kā saistviela izmantots cements CEM 42,5N:

- 2%;
- 3%;
- 4%.

4.7.2 Reciklēšanas sastāvu testēšana

Sagatavota reciklētā sastāva 0/22 no frēzēta asfalta un vāju iežu šķembām īpašības:

4-21 tabula. Sagatavota reciklētā sastāva 0/22 frēzēta asfalta un vāju iežu šķembām maisījuma īpašības (SIA "Ceļu eksperts" 11.05.2015. Testēšanas pārskats Nr.467/15)

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts		
		ar 2% cem.	ar 3% cem.	ar 4% cem.
Proktora tilpumsvars, Mg/m ³	LVS EN 13286-2	---	1,846	---
Optimālais mitrums, %	LVS EN 13286-3	---	7,9	---
Tūlītējais nestspējas indekss maisījumam	LVS EN 13286-47	14	19	19

4-22 tabula. Reciklētā sastāva 0/22 no frēzēta asfalta un vāju iežu īpašības pēc sagatavoto paraugu kondicionēšanas (SIA "Ceļu eksperts" 11.05.2015. Testēšanas pārskats Nr.467/15)

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts		
		ar 2% cem.	ar 3% cem.	ar 4% cem.
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	1,789	1,826	1,786
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	7,5	7,5	7,5
Spiedes stiprība pēc 7 dienu (6 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas, MPa	LVS EN 13286-41	0,48	0,98	1,17
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	---	1,848	---
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---	7,5	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas, MPa	LVS EN 13286-41	---	1,18	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas (paraugi 100x200mm), MPa - CE spiedes tests; - bs Lucane Sarl, testējot elastības moduli; - CE + LVC, testējot elastības moduli	LVS EN 13286-41	---	1,22 1,03	---
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	---	1,855	---
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---	7,5	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (14 dienas 90-100% mitrumā, 14 dienas ūdenī) cietēšanas, MPa	LVS EN 13286-41	---	1,12	---
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	---	1,879	---
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---	7,5	---

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts		
		ar 2% cem.	ar 3% cem.	ar 4% cem.
Salizturības pārbaudes rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas un 5 salizturības cikliem: - masas zudumi, g - masas zudumi, kg/m ² - parauga stāvoklis, vizuāls novērtējums (0; 1; 2; 3)	LVS CEN/TS 12390-9	---	2,2 0,28 0	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas + 5 salizturības cikli, MPa	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	---	1,22	---
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	1,817	1,807	1,795
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	7,5	7,5	7,5
Salizturības pārbaudes rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas un 10 salizturības cikliem: - masas zudumi, g - masas zudumi, kg/m ² - parauga stāvoklis, vizuāls novērtējums (0; 1; 2; 3)	LVS CEN/TS 12390-9	55,1 7,05 1-2	15,2 1,93 0-1	3,1 0,39 0
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas + 10 salizturības cikli, MPa	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	0,57	1,31	1,71
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	---	1,846	---
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---	7,5	---
Salizturības pārbaudes rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas un 15 salizturības cikliem: - masas zudumi, g - masas zudumi, kg/m ² - parauga stāvoklis, vizuāls novērtējums (0; 1; 2; 3)	LVS CEN/TS 12390-9	---	119,8 20,3 1-2	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas + 15 salizturības cikli, MPa	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	---	0,55	---
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	---	1,839	---
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---	7,5	---
Salizturības pārbaudes rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas un 50 salizturības cikliem: - masas zudumi, g - masas zudumi, kg/m ² - parauga stāvoklis, vizuāls novērtējums (0; 1; 2; 3)	LVS CEN/TS 12390-9	---	1738 221 3	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas + 50 salizturības cikli, MPa	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	---	0 izjūk	---
Tūlītējais nestspējas indekss pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas	LVS EN 13286-47 LVS CEN/TS 12390-9	---	73	---
Elastības modulis pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas, MPa - bs Lucane Sarl tests - CE + LVC laboratoriju tests	LVS EN 13286-43 LVS CEN/TS 12390-9	---	1621	---
		---	nav	---
Elastības modulis pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas, MPa	VSN 46-83	---	658	---

4.7.3 Testēšanas rezultātu analīze

Ar mazāku cementa daudzumu Tūlītējais nestspējas indekss ir mazāks.

Salīdzinot spiedes stiprības rezultātus ar 2%, 3% un 4% cementu pēc 7 dienu cietēšanas, var konstatēt, ka salīdzinoši labākus spiedes stiprības rādītājus uzrāda paraugi ar 4% cementu. Pēc 7 dienu cietēšanas paraugu ar 4% cementu spiedes stiprība (1,17 MPa) ir 1,2x augstāka par paraugu ar 3% cementu spiedes stiprību (0,98 MPa) un 2,4x augstāka par paraugu ar 2% cementa spiedes stiprību (0,48 MPa).

Reciklētā maisījuma paraugu spiedes stiprība pēc 28 dienu cietēšanas (1 diena ūdenī) ar 3% cementu 1,18 MPa, kas ir par 1,2x augstāka par spiedes stiprību pēc 7 dienu cietēšanas.

Novērtējot ūdens ietekmi uz paraugu cietēšanas procesu, var konstatēt, ka spiedes stiprība, izturot paraugus 14 dienas ūdenī, samazinās:

- ar 3% cementu: no 1,18 MPa uz 1,12 MPa, t.i., 1,1x.

Pēc 28 dienu cietēšanas un 5 salizturības cikliem spiedes stiprība palielinās:

- ar 3% cementu: 1,22 MPa (masas zudumi 0,28 kg/m²).

Pēc 28 dienu cietēšanas un 10 salizturības cikliem spiedes stiprība palielinās:

- ar 2% cementu: 0,57 MPa (masas zudumi 7,05 kg/m²);
- ar 3% cementu: 1,31 MPa (masas zudumi 1,93 kg/m²);
- ar 4% cementu: 1,71 MPa (masas zudumi 0,39 kg/m²).

Pēc 28 dienu cietēšanas un 15 salizturības cikliem spiedes stiprība samazinās:

- ar 3% cementu: 0,55 MPa (masas zudumi 20,3 kg/m²).

Pēc 28 dienu cietēšanas 50 salizturības ciklus paraugi neiztur (masas zudumi 221 kg/m²).

Paraugu ar 3% cementa saturu testēšana elastības moduļa izvērtējumam veikta pēc 28 dienu cietēšanas (1 diena ūdenī), testējot Tūlītējo nestspējas indeksu, un Elastības moduli – gan saskaņā ar dažādām metodēm (VSN, EN), gan arī veicot elastības moduļa testēšanu dažādās laboratorijās.

4-23 tabula. 0/22 frēzēta asfalta un vāju iežu šķembu maisījuma ar 3% cementu elastības moduļa testēšanas rezultāti

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts	Koeficients pret spiedes stiprību
		ar 3% cementu	
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas, MPa	LVS EN 13286-41	1,31	1,0
Tūlītējais nestspējas indekss pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas	LVS EN 13286-47 LVS CEN/TS 12390-9	73	56
Elastības modulis pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas, MPa	VSN 46-83	658	503
Elastības modulis pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas – bs Lucane Sarl, MPa	LVS EN 13286-43 LVS CEN/TS 12390-9	1621	1237

Elastības moduļa testēšanas rezultātu vērtības ir iegūtas dažādas. Elastības moduļu vērtības salīdzinātas ar paraugu spiedes stiprību.

Spiedes stiprība ar 3% cementu pēc 10 salizturības cikliem uzrāda pieaugumu. Spiedes stiprība ar 3% cementu pēc 10 salizturības cikliem, salīdzinot ar 2% cementu, ir par 130% augstāka, ar 4% cementu, salīdzinot ar 3% cementu, spiedes stiprība ir par 31% augstāka.

4.8 Reciklētie sastāvi 0/22 ar frēzētu asfaltu, šķembu maisījumu un smilti

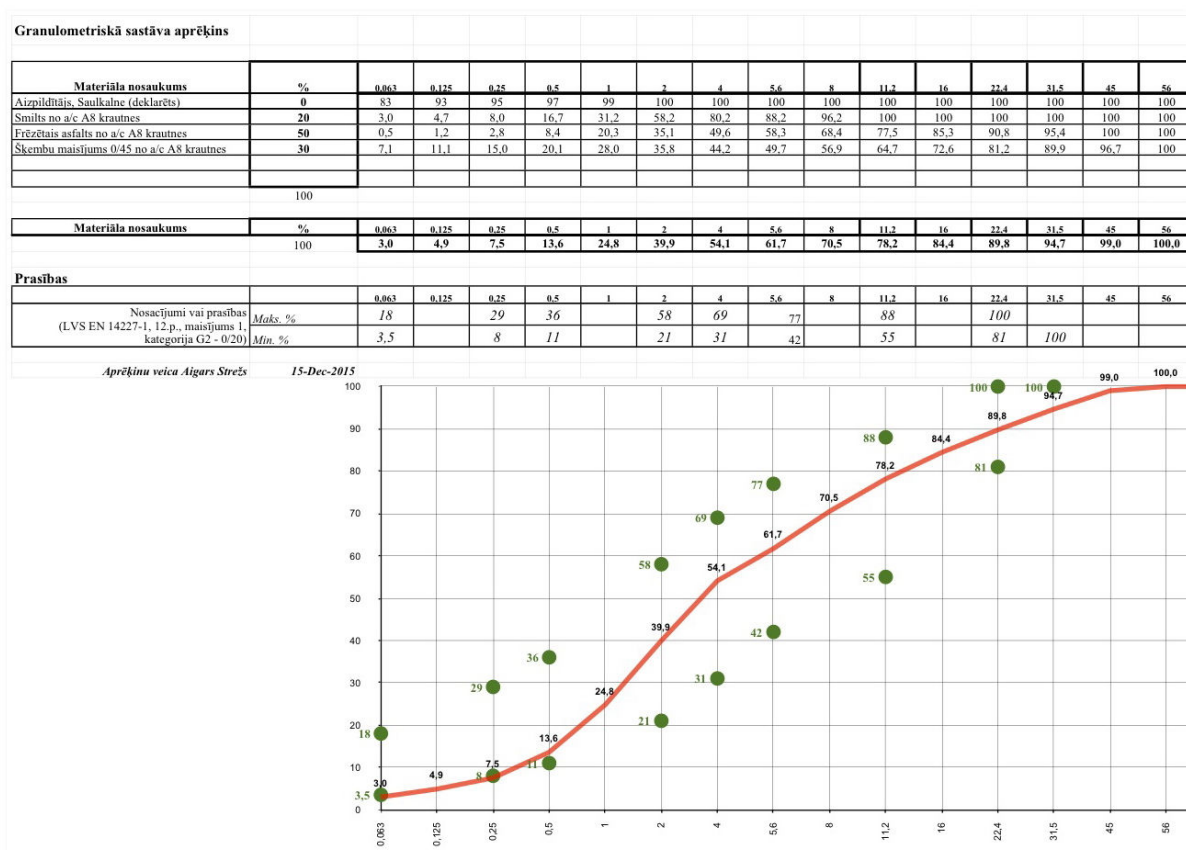
4.8.1 Reciklēšanas maisījums

Reciklētie sastāvi 0/22 ar frēzētu asfaltu, šķembu maisījumu un smilti sastādīti, izmantojot šādus materiālus:

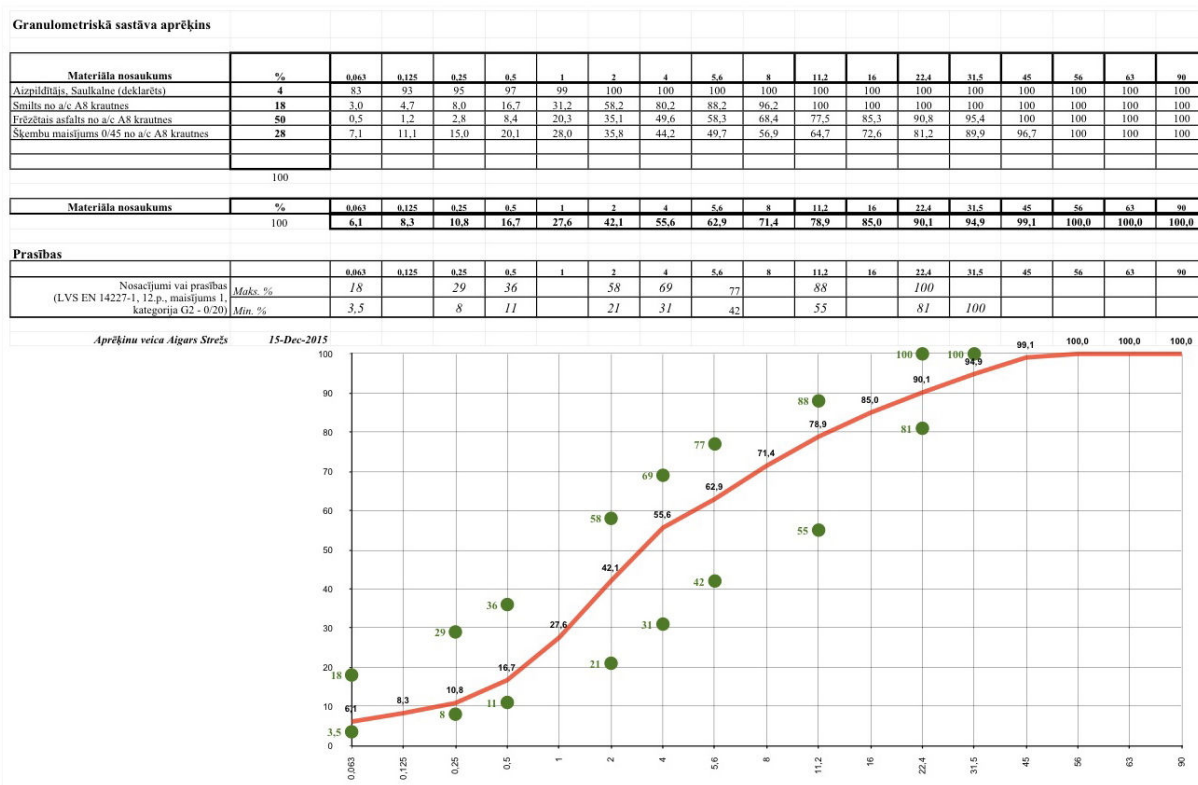
- frēzēts asfalts no objekta a/c A8 60,00-76,14 km krautnes - 50%;
- šķembu maisījums 0/45 no objekta a/c A8 60,00-76,14 km krautnes - 28%;
- smiltis no objekta a/c A8 60,00-76,14 km krautnes - 18%;
- minerālais pulveris no SIA "Saulkalne S" - 4%.

Sastādītā reciklēšanas sastāva granulometriskais sastāvs bez aizpildītāja it tuvs LVS EN 14227-1, 12.2.p., maisījums 1, kategorija G2 - 0/20 prasību robežām. Pievienojot aizpildītāju, granulometriskais sastāvs atbilst prasībām, izņemot nedaudz palielināts paliek virsizmērs.

4-24 tabula. Granulometriskais sastāvs (LVS EN 933-1) – reciklētais sastāvs 0/22 ar frēzētu asfaltu, šķembu maisījumu un smilti (bez aizpildītāja), aprēķins



4-25 tabula. Granulometriskais sastāvs (LVS EN 933-1) – reciklētais sastāvs 0/22 ar frēzētu asfaltu, šķembu maisījumu un smilti (ar aizpildītāju), aprēķins



Kā saistviela izmantots cements CEM 42,5N:

- 2%;
- 3%;
- 4%.

4.8.2 Reciklēšanas sastāvu testēšana

Sagatavota reciklētā sastāva 0/22 no šķembām, frēzēta asfalta un smilts īpašības:

4-26 tabula. Sagatavota reciklētā sastāva 0/16 no šķembām, frēzēta asfalta un smilts maisījuma īpašības (SIA "Ceļu eksperts" 02.02.2015. Testēšanas pārskats Nr.122/15)

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts		
		ar 2% cem.	ar 3% cem.	ar 4% cem.
Proktora tilpumsvars, Mg/m ³	LVS EN 13286-2	---	2,087	---
Optimālais mitrums, %	LVS EN 13286-3	---	5,0	---
Tūlītējais nestspējas indekss maisījumam	LVS EN 13286-47	---	27	---

4-27 tabula. Reciklētā sastāva 0/22 no šķembām, frēzēta asfalta un smilts īpašības pēc sagatavoto paraugu kondicionēšanas (SIA "Ceļu eksperts" 02.02.2015. Testēšanas pārskats Nr.122/15, 18.05.2015. Testēšanas pārskats Nr.466/15; 24.11.2015. Testēšanas pārskats Nr.2891/15)

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts		
		ar 2% cem.	ar 3% cem.	ar 4% cem.
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	2,000	2,045	2,067
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	4,8	4,9	5,3
Spiedes stiprība pēc 7 dienu (6 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas, MPa	LVS EN 13286-41	1,11	1,84	2,60
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	---	2,106	---
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---	5,1	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas, MPa	LVS EN 13286-41	---	3,11	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas (paraugi 100x200mm), MPa - CE spiedes tests; - bs Lucane Sarl, testējot elastības moduli; - CE + LVC, testējot elastības moduli	LVS EN 13286-41	---	2,39 --- 1,41	---
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	---	2,117	---
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---	5,1	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (14 dienas 90-100% mitrumā, 14 dienas ūdenī) cietēšanas, MPa	LVS EN 13286-41	---	2,68	---
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	---	2,055	---
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---	5,1	---

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts		
		ar 2% cem.	ar 3% cem.	ar 4% cem.
Salizturības pārbaudes rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas un 5 salizturības cikliem: - masas zudumi, g - masas zudumi, kg/m ² - parauga stāvoklis, vizuāls novērtējums (0; 1; 2; 3)	LVS CEN/TS 12390-9	---	6,63 0,38 0	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas + 5 salizturības cikli, MPa	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	---	2,07	---
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	2,046	2,076	2,084
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	5,0	5,1	5,0
Salizturības pārbaudes rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas un 10 salizturības cikliem: - masas zudumi, g - masas zudumi, kg/m ² - parauga stāvoklis, vizuāls novērtējums (0; 1; 2; 3)	LVS CEN/TS 12390-9	32,6 1,84 1	8,9 0,50 0-1	4,8 0,28 0-1
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas + 10 salizturības cikli, MPa	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	0,99	1,90	2,77
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	---	2,062	---
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---	5,1	---
Salizturības pārbaudes rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas un 15 salizturības cikliem: - masas zudumi, g - masas zudumi, kg/m ² - parauga stāvoklis, vizuāls novērtējums (0; 1; 2; 3)	LVS CEN/TS 12390-9	---	24,8 1,40 0-1	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas + 15 salizturības cikli, MPa	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	---	1,91	---
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	---	2,075	---
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---	5,1	---
Salizturības pārbaudes rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas un 15 salizturības cikliem: - masas zudumi, g - masas zudumi, kg/m ² - parauga stāvoklis, vizuāls novērtējums (0; 1; 2; 3)	LVS CEN/TS 12390-9	---	298 16,9 2-3	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas + 50 salizturības cikli, MPa	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	---	1,12	---
Tūlītējais nestspējas indekss pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas	LVS EN 13286-47 LVS CEN/TS 12390-9	---	125	---
Elastības modulis pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas, MPa - bs Lucane Sarl tests - CE + LVC laboratoriju tests	LVS EN 13286-43 LVS CEN/TS 12390-9	---	2412	---
		---	9846	---
Elastības modulis pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas, MPa	VSN 46-83	---	270	---

4.8.3 Testēšanas rezultātu analīze

Salīdzinot spiedes stiprības rezultātus ar 2%, 3% un 4% cementu pēc 7 dienu cietēšanas, var konstatēt, ka salīdzinoši labākus spiedes stiprības rādītājus uzrāda paraugi ar 4% cementu. Pēc 7 dienu cietēšanas paraugu ar 4% cementu spiedes stiprība (2,60 MPa) ir 1,4x augstāka par paraugu ar 3% cementu spiedes stiprību (1,84 MPa) un 2,3x augstāka par paraugu ar 2% cementa spiedes stiprību (1,11 MPa).

Reciklētā maisījuma paraugu spiedes stiprība pēc 28 dienu cietēšanas (1 diena ūdenī) ar 3% cementu 3,11 MPa, kas ir par 1,7x augstāka par spiedes stiprību pēc 7 dienu cietēšanas.

Novērtējot ūdens ietekmi uz paraugu cietēšanas procesu, var konstatēt, ka spiedes stiprība, izturot paraugus 14 dienas ūdenī, samazinās:

- ar 3% cementu: no 3,11 MPa uz 2,68 MPa, t.i., 1,2x.

Pēc 28 dienu cietēšanas un 10 salizturības cikliem spiedes stiprība praktiski nemainās:

- ar 2% cementu: 0,99 MPa (masas zudumi 1,84 kg/m²);
- ar 4% cementu: 2,77 MPa (masas zudumi 0,28 kg/m²);

Paraugu ar 3% cementa saturu testēšana elastības moduļa izvērtējumam veikta pēc 28 dienu cietēšanas (1 diena ūdenī), testējot Tūlītējo nestspējas indeksu, un Elastības moduli – gan saskaņā ar dažādām metodēm (VSN, EN), gan arī veicot elastības moduļa testēšanu dažādās laboratorijās.

4-28 tabula. 0/16 frēzēta asfalta un šķembu maisījuma ar 3% cementu elastības moduļa testēšanas rezultāti

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts	Koeficients pret spiedes stiprību
		ar 3% cementu	
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas, MPa	LVS EN 13286-41	3,11	1,0
Tūlītējais nestspējas indekss pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas	LVS EN 13286-47 LVS CEN/TS 12390-9	125	40
Elastības modulis pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas, MPa	VSN 46-83	270	87
Elastības modulis pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas – bs Lucane Sarl, MPa	LVS EN 13286-43 LVS CEN/TS 12390-9	2412	776
Elastības modulis pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas – C E + LVC laboratorijas, MPa	LVS EN 13286-43 LVS CEN/TS 12390-9	9846	3166

Elastības moduļa testēšanas rezultātu vērtības ir iegūtas dažādas. Elastības moduļa vērtības salīdzinātas ar paraugu spiedes stiprību.

Spiedes stiprība ar 3% cementu pēc 10 salizturības cikliem samazinās par 64%. Spiedes stiprība ar 3% cementu pēc 10 salizturības cikliem, salīdzinot ar 2% cementu, ir par 92% augstāka, ar 4% cementu, salīdzinot ar 3% cementu, spiedes stiprība ir par 46% augstāka.

4.9 Reciklētie sastāvi 0/22 ar frēzētu asfaltu, frakcionētām šķembām un smilti

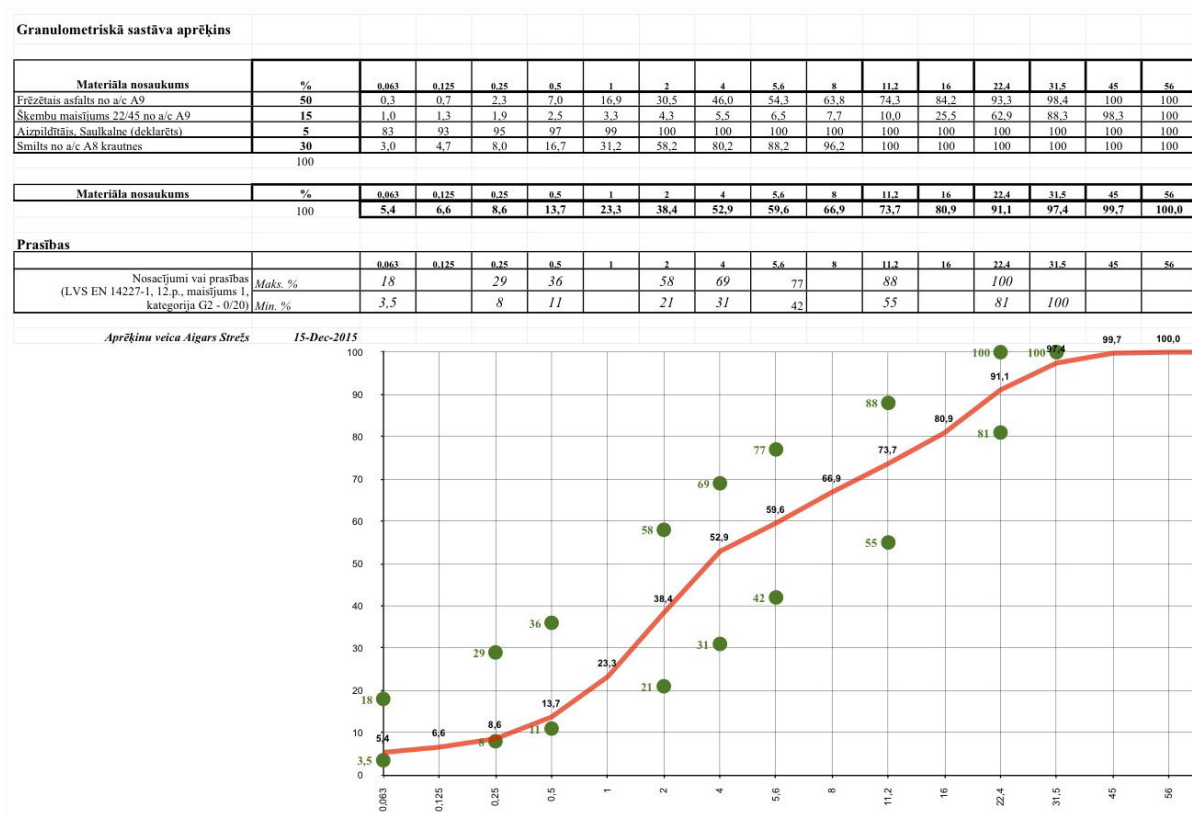
4.9.1 Reciklēšanas maisījums

Reciklētie sastāvi 0/22 ar frēzētu asfaltu, frakcionētām šķembām un smilti sastādīti, izmantojot šādus materiālus:

- frēzēts asfalts no objekta a/c A9 163,28-185,80 km - 50%;
- frakcionētas šķembas 22/45 no objekta a/c A9 163,28-185,80 km - 15%;
- smiltis no objekta a/c A8 60,00-76,14 km krautnes - 30%;
- minerālais pulveris no SIA "Saulkalne S" - 5%.

Sastādītā reciklēšanas sastāva granulometriskais sastāvs atbilst LVS EN 14227-1, 12.p., maisījums 1, kategorija G2 - 0/20 prasību robežām, izņemot nedaudz palielināts ir virsizmēra daudzums.

4-29 tabula. Granulometriskais sastāvs (LVS EN 933-1) – reciklētais sastāvs 0/22 ar frēzētu asfaltu, frakcionētām šķembām un smilti (A9), aprēķins



Kā saistviela izmantots cements CEM 42,5N:

- 2%;
- 3%;
- 4%.

4.9.2 Reciklēšanas sastāvu testēšana

Sagatavota reciklētā sastāva 0/22 no šķembām, frēzēta asfalta un smilts īpašības:

4-30 tabula. Sagatavota reciklētā sastāva 0/22 no šķembām, frēzēta asfalta un smilts maisījuma īpašības (SIA "Ceļu eksperts" 02.02.2015. Testēšanas pārskats Nr.119/15)

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts		
		ar 2% cem.	ar 3% cem.	ar 4% cem.
Proktora tilpumsvars, Mg/m ³	LVS EN 13286-2	---	2,064	---
Optimālais mitrums, %	LVS EN 13286-3	---	4,7	---
Tūlītējais nestspējas indekss maisījumam	LVS EN 13286-47	22	28	30

4-31 tabula. Reciklētā sastāva 0/22 no šķembām, frēzēta asfalta un smilts īpašības pēc sagatavoto paraugu kondicionēšanas (SIA "Ceļu eksperts" 02.02.2015. Testēšanas pārskats Nr.119/15; 08.12.2015. Testēšanas pārskats Nr.3012/15)

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts		
		ar 2% cem.	ar 3% cem.	ar 4% cem.
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	2,060	2,064	2,050
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	4,7	4,7	4,8
Spiedes stiprība pēc 7 dienu (6 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas, MPa	LVS EN 13286-41	1,40	1,93	2,59
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	---	2,152	---
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---	4,4	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas, MPa	LVS EN 13286-41	---	4,85	---
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	---	2,153	---
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---	4,4	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (14 dienas 90-100% mitrumā, 14 dienas ūdenī) cietēšanas, MPa	LVS EN 13286-41	---	4,37	---
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	---	2,122	---
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---	4,4	---
Salizturības pārbaudes rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas un 5 salizturības cikliem: - masas zudumi, g - masas zudumi, kg/m ² - parauga stāvoklis, vizuāls novērtējums (0; 1; 2; 3)	LVS CEN/TS 12390-9	---	2,0 0,12 0	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas + 5 salizturības cikli, MPa	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	---	4,18	---
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	2,158	2,140	2,150

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts		
		ar 2% cem.	ar 3% cem.	ar 4% cem.
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	4,4	4,4	4,4
Salizturības pārbaudes rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas un 10 salizturības cikliem: - masas zudumi, g - masas zudumi, kg/m ² - parauga stāvoklis, vizuāls novērtējums (0; 1; 2; 3)	LVS CEN/TS 12390-9	2,2 0,13 0	1,45 0,09 0	0,95 0,05 0
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas + 10 salizturības cikli, MPa	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	2,95	3,84	5,14
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	---	2,152	---
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---	4,4	---
Salizturības pārbaudes rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas un 15 salizturības cikliem: - masas zudumi, g - masas zudumi, kg/m ² - parauga stāvoklis, vizuāls novērtējums (0; 1; 2; 3)	LVS CEN/TS 12390-9	---	2,10 0,12 0	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas + 15 salizturības cikli, MPa	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	---	3,83	---
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	---	2,140	---
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---	4,4	---
Salizturības pārbaudes rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas un 50 salizturības cikliem: - masas zudumi, g - masas zudumi, kg/m ² - parauga stāvoklis, vizuāls novērtējums (0; 1; 2; 3)	LVS CEN/TS 12390-9	---	61,3 3,47 0-1	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas + 50 salizturības cikli, MPa	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	---	2,62	---
Tūlītējais nestspējas indekss pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas	LVS EN 13286-47 LVS CEN/TS 12390-9		217	
Elastības modulis pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas, MPa - bs Lucane Sarl tests - CE + LVC laboratoriju tests	LVS EN 13286-43 LVS CEN/TS 12390-9		1486	
			8126	
Elastības modulis pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas, MPa	VSN 46-83	---	413	---

4.9.3 Testēšanas rezultātu analīze

Ar lielāku cementa daudzumu Tūlītējais nestspējas indekss ir lielāks, ar mazāku cementa daudzumu Tūlītējais nestspējas indekss ir mazāks.

Salīdzinot spiedes stiprības rezultātus ar 2%, 3% un 4% cementu pēc 7 dienu cietēšanas, var konstatēt, ka salīdzinoši labākus spiedes stiprības rādītājus uzrāda paraugi ar 4% cementu. Pēc 7 dienu cietēšanas paraugu ar 4% cementu spiedes stiprība (2,59 Mpa) ir 1,3x augstāka par paraugu ar 3% cementu spiedes stiprību (1,93 Mpa) un 1,9x augstāka par paraugu ar 2% cementa spiedes stiprību (1,40 MPa).

Spiedes stiprība ar 3% cementu pēc 10 salizturības cikliem samazinās par 26%. Spiedes stiprība ar 3% cementu pēc 10 salizturības cikliem, salīdzinot ar 2% cementu, ir par 30% augstāka, ar 4% cementu, salīdzinot ar 3% cementu, spiedes stiprība ir par 34% augstāka.

4.10 Reciklētie sastāvi 0/32 ar frēzētu asfaltu un šķembām 0/45

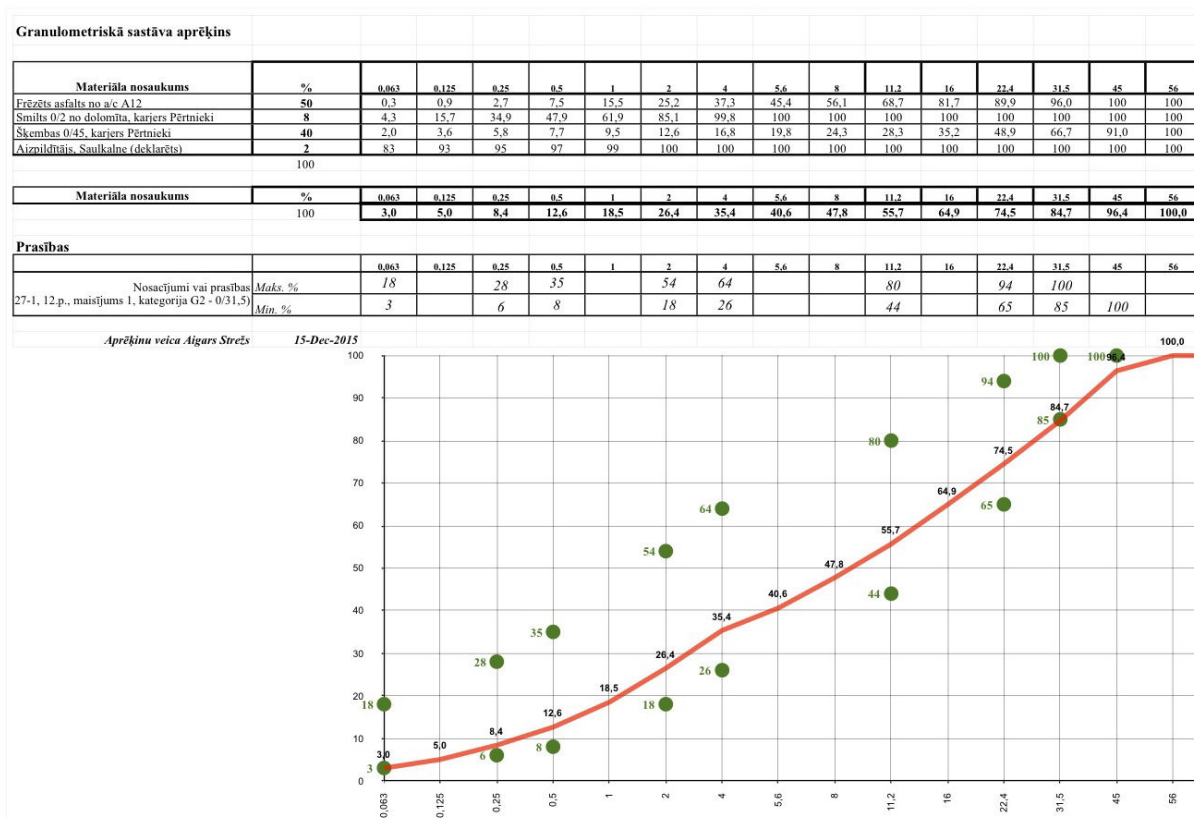
4.10.1 Reciklēšanas maisījums

Reciklētie sastāvi 0/45 ar frēzētu asfaltu un šķembu maisījumu sastādīti, izmantojot šādus materiālus:

- frēzēts asfalts no karjera "Pērtņieki" - 50%;
- šķembu maisījums 0/45 no karjera "Pērtņieki" - 40%;
- dabīga smiltis no karjera "Pērtņieki" - 8%;
- minerālais pulveris no SIA "Saulkalne S" - 2%.

Sastādītā reciklēšanas sastāva granulometriskais sastāvs atbilst LVS EN 14227-1, 12.p., maisījums 1, kategorija G2 - 0/31,5 prasību robežām, izņemot nedaudz palielināts ir virsizmēra daudzums.

4-32 tabula. Granulometriskais sastāvs (LVS EN 933-1) – reciklētais sastāvs 0/45 ar frēzētu asfaltu un šķembu maisījumu, aprēķins



Kā saistviela izmantots cements CEM 42,5N:

- 2%;
- 3%;
- 4%.

4.10.2 Reciklēšanas sastāvu testēšana

Sagatavota reciklētā sastāva 0/45 no šķembām, frēzēta asfalta un smilts īpašības:

4-33 tabula. Sagatavota reciklētā sastāva 0/45 no šķembām, frēzēta asfalta un smilts maisījuma īpašības (SIA "Ceļu eksperts" 02.02.2015. Testēšanas pārskats Nr.124/15)

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts		
		ar 2% cem.	ar 3% cem.	ar 4% cem.
Proktora tilpumsvars, Mg/m ³	LVS EN 13286-2	---	2,094	---
Optimālais mitrums, %	LVS EN 13286-3	---	4,7	---
Tūlītējais nestspējas indekss maisījumam	LVS EN 13286-47	35	40	39

4-34 tabula. Reciklētā sastāva 0/45 no šķembām, frēzēta asfalta un smilts īpašības pēc sagatavoto paraugu kondicionēšanas (SIA "Ceļu eksperts" 02.02.2015. Testēšanas pārskats Nr.124/15; 24.11.2015. Testēšanas pārskats Nr.2902/15)

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts		
		ar 2% cem.	ar 3% cem.	ar 4% cem.
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	2,077	2,081	2,060
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	4,3	4,7	4,7
Spiedes stiprība pēc 7 dienu (6 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas, MPa	LVS EN 13286-41	1,44	2,20	2,73
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	---	2,137	---
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---	4,7	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas, MPa	LVS EN 13286-41	---	3,79	---
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	---	2,121	---
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---	4,7	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (14 dienas 90-100% mitrumā, 14 dienas ūdenī) cietēšanas, MPa	LVS EN 13286-41	---	3,56	---
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	---	2,123	---
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---	4,7	---
Salizturības pārbaudes rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas un 5 salizturības cikliem: - masas zudumi, g - masas zudumi, kg/m ² - parauga stāvoklis, vizuāls novērtējums (0; 1; 2; 3)	LVS CEN/TS 12390-9	---	1,05 0,06 0	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas + 5 salizturības cikli, MPa	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	---	3,41	---
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	2,096	2,143	2,122

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts		
		ar 2% cem.	ar 3% cem.	ar 4% cem.
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	4,7	4,7	4,7
Salizturības pārbaudes rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas un 10 salizturības cikliem: - masas zudumi, g - masas zudumi, kg/m ² - parauga stāvoklis, vizuāls novērtējums (0; 1; 2; 3)	LVS CEN/TS 12390-9	8,45 0,33 0	1,50 0,09 0	1,60 0,09 0
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas + 10 salizturības cikli, MPa	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	2,66	3,23	5,14
Parauga sausais tilpumbūvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	---	2,131	---
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---	4,7	---
Salizturības pārbaudes rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas un 15 salizturības cikliem: - masas zudumi, g - masas zudumi, kg/m ² - parauga stāvoklis, vizuāls novērtējums (0; 1; 2; 3)	LVS CEN/TS 12390-9	---	1,70 0,10 0-1	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas + 15 salizturības cikli, MPa	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	---	3,10	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas + 50 salizturības cikli, MPa	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	---	2,99	---
Tūlītējais nestspējas indekss pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas	LVS EN 13286-47 LVS CEN/TS 12390-9	---	176	---
Elastības modulis pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas, MPa - bs Lucane Sarl tests - CE + LVC laboratoriju tests	LVS EN 13286-43 LVS CEN/TS 12390-9	---	3370	---
		---	7691	---
Elastības modulis pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas, MPa	VSN 46-83	---	353	---

4.10.3 Testēšanas rezultātu analīze

Tūlītējais nestspējas indekss atkarībā no cementa daudzuma mainās nedaudz, ar pieaugošu tendenci pie lielāka cementa daudzuma.

Salīdzinot spiedes stiprības rezultātus ar 2%, 3% un 4% cementu pēc 7 dienu cietēšanas, var konstatēt, ka salīdzinoši labākus spiedes stiprības rādītājus uzrāda paraugi ar 4% cementu. Pēc 7 dienu cietēšanas paraugu ar 4% cementu spiedes stiprība (2,73 Mpa) ir 1,2x augstāka par paraugu ar 3% cementu spiedes stiprību (2,20 Mpa) un 1,9x augstāka par paraugu ar 2% cementa spiedes stiprību (1,44 MPa).

Spiedes stiprība ar 3% cementu pēc 10 salizturības cikliem samazinās par 17%. Spiedes stiprība ar 3% cementu pēc 10 salizturības cikliem, salīdzinot ar 2% cementu, ir par 21% augstāka, ar 4% cementu, salīdzinot ar 3% cementu, spiedes stiprība ir par 59% augstāka.

4.11 Reciklētie sastāvi ar Roadcem

4.11.1 Reciklēšanas maisījumi

Reciklēšanas sastāvu izstrādei, izmantojot cementa piedevu Roadcem izmantoti:

- Reciklētais sastāvs 0/16 no grants maisījuma (no karjera "Smilgas 3");
- Reciklētais sastāvs 0/16 no šķembu maisījuma (no karjera "Pērtņieki").

Roadcem pievienots 1 % no cementa masas.

Izgatavoti šādi reciklēšanas sastāvi:

- Reciklētais sastāvs 0/16 no grants maisījuma 100% + cements 3% + Roadcem;
- Reciklētais sastāvs 0/16 no grants maisījuma 100% + cements 6% + Roadcem;
- Reciklētais sastāvs 0/16 no šķembu maisījuma 100% + cements 3% + Roadcem;
- Reciklētais sastāvs 0/16 no šķembu maisījuma 100% + cements 6% + Roadcem.

4.11.2 Reciklēšanas sastāvu testēšana

4-35 tabula. Reciklētā sastāva īpašības izmantojot Roadcem (SIA "Ceļu eksperts" 17.10.2015.
Testēšanas pārskats Nr.2488/15; 04.11.2015. Testēšanas pārskats Nr.2711/15)

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts			
		0/16 grants + 3%	0/16 grants + 6%	0/16 šķembas + 3%	0/16 šķembas + 6%
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	2,169	2,154	2,046	2,079
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	6,6	6,6	4,8	4,8
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 24h kapilāri piesūcinot) cietēšanas, MPa	LVS EN 13286-41	4,18	7,25	2,51	4,43
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	2,181	2,168	2,055	2,085
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	6,6	6,6	4,8	4,8
Salizturības pārbaudes rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas un 10 salizturības cikliem: - masas zudumi, g - masas zudumi, kg/m ² - parauga stāvoklis, vizuāls novērtējums (0; 1; 2; 3)	LVS CEN/TS 12390-9	4 0,5 0	0,6 0,07 0	4,5 0,57 0	1,5 0,19 0
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas + 10 salizturības cikli, MPa	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	3,83	6,92	2,41	4,12
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	2,154	2,144	2,069	2,078
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	6,6	6,6	4,8	4,8

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts			
		0/16 grants + 3%	0/16 grants + 6%	0/16 šķembas + 3%	0/16 šķembas + 6%
Salizturības pārbaudes rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas un 15 salizturības cikliem: - masas zudumi, g - masas zudumi, kg/m ² - parauga stāvoklis, vizuāls novērtējums (0; 1; 2; 3)	LVS CEN/TS 12390-9	17,3 2,2 0-1	1,5 0,2 0	5,9 0,75 0	2,2 0,28 0
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas + 15 salizturības cikli, MPa	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	3,18	6,52	2,15	3,75
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	2,166	2,151	2,030	2,075
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	6,6	6,6	4,8	4,8
Salizturības pārbaudes rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas un 50 salizturības cikliem: - masas zudumi, g - masas zudumi, kg/m ² - parauga stāvoklis, vizuāls novērtējums (0; 1; 2; 3)	LVS CEN/TS 12390-9	72 9,2 2-3	23,5 3,0 1-2	58 7,4 1-2	45 5,7 1-2
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas + 50 salizturības cikli, MPa	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	1,70	5,86	0,78	1,53

Rezultātu analīze

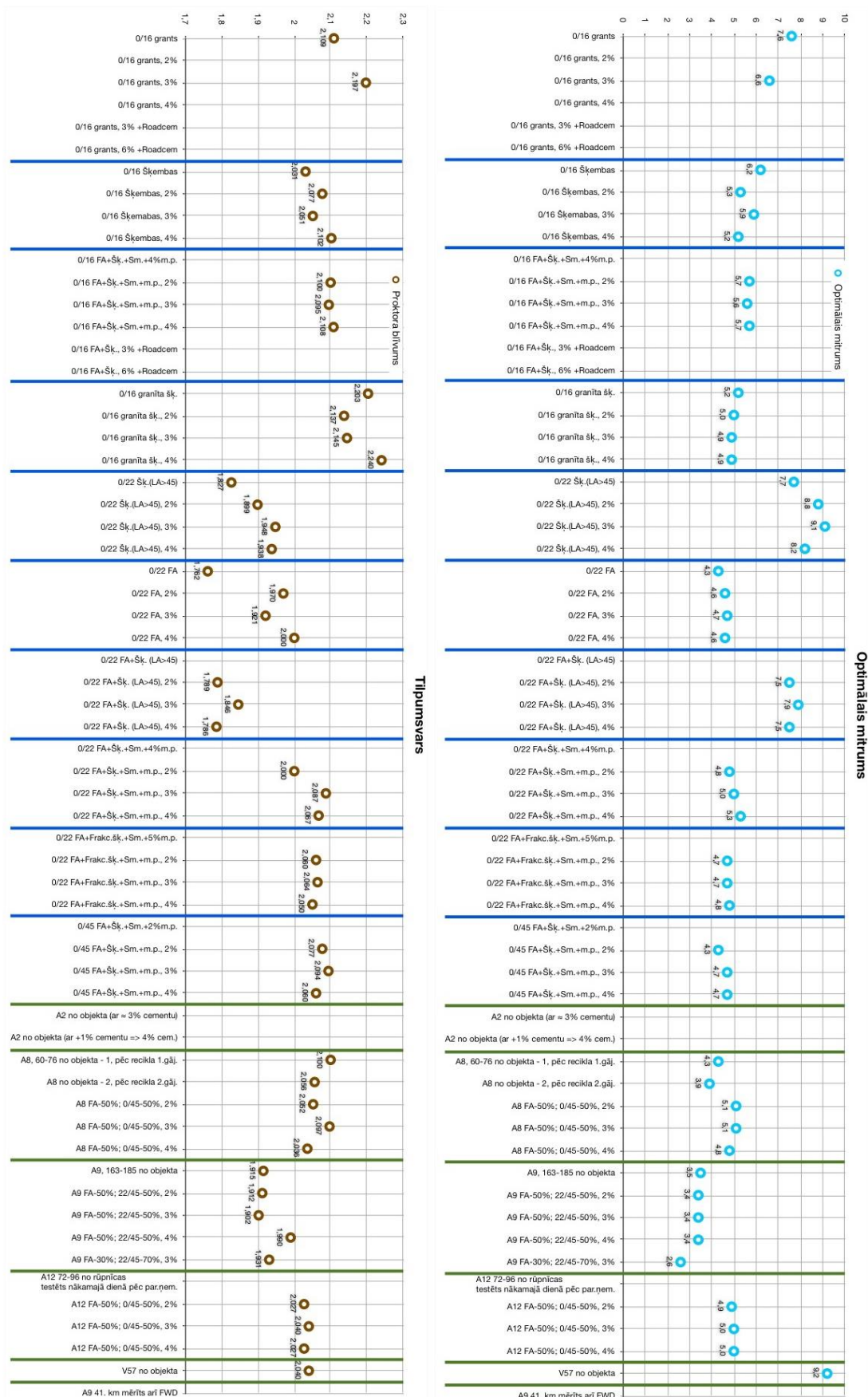
Grants maisījumam ar 3% cementu, pievienojot Roadcem, paaugstinās spiedes stiprība, kā arī ievērojami palielinās paraugu pretestība sasaldēšanas-atkausēšanas cikliem.

Salīdzinot ar maisījumiem bez piedevas, sastāvi ar Roadcem uzrāda ievērojami labākus salizturības rādītājus. Spiedes stiprības samazinājums pēc 10 salizturības cikliem ar 3% cementu ir attiecīgi 9% un 4%, savukārt ar 6% cementu spiedes stiprības samazinājums pēc 10 salizturības cikliem ir 11% un 18%.

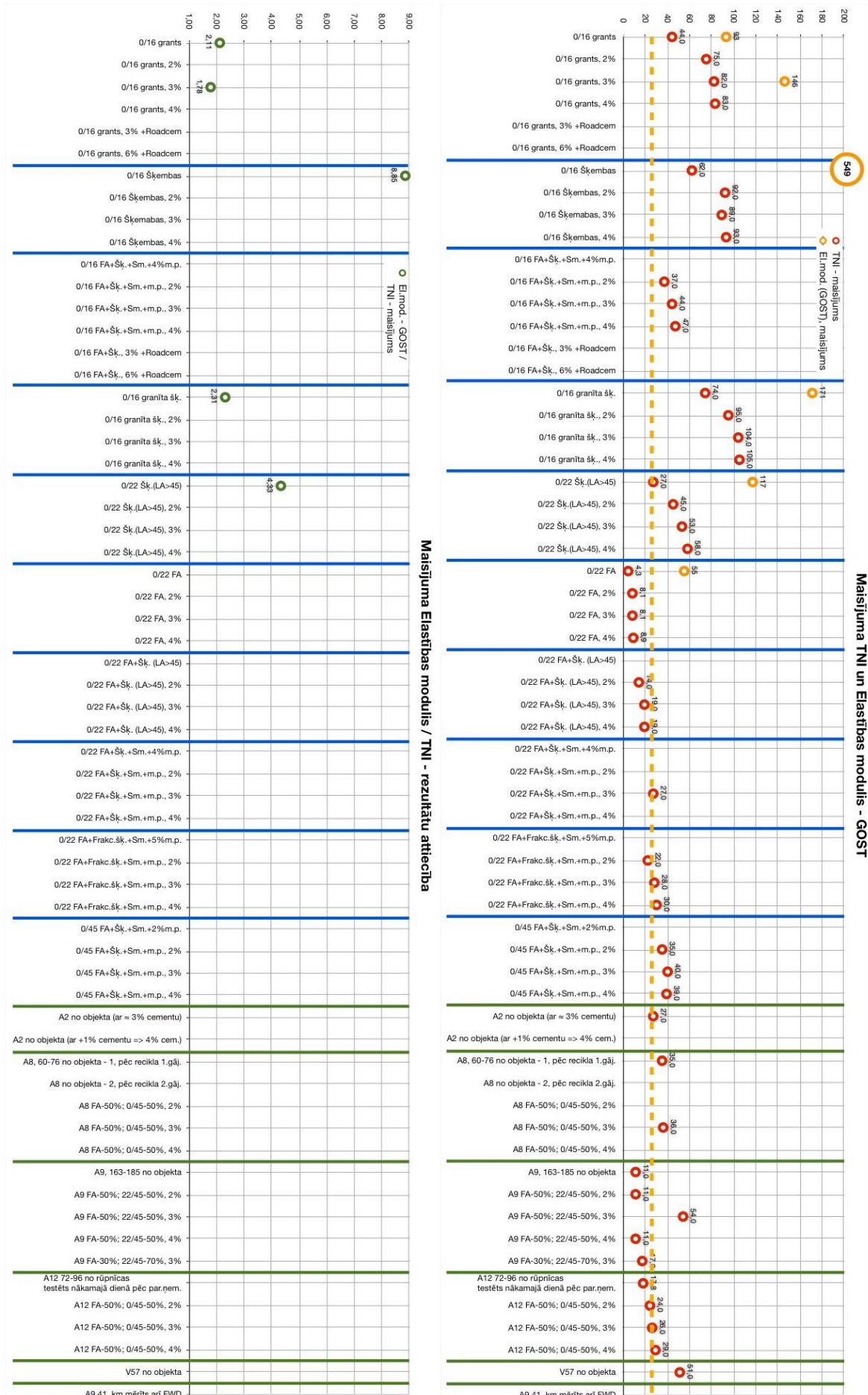
Visi paraugi samērā labi iztur arī 50 salizturības ciklus.

5 Testēšanas rezultātu kopskati

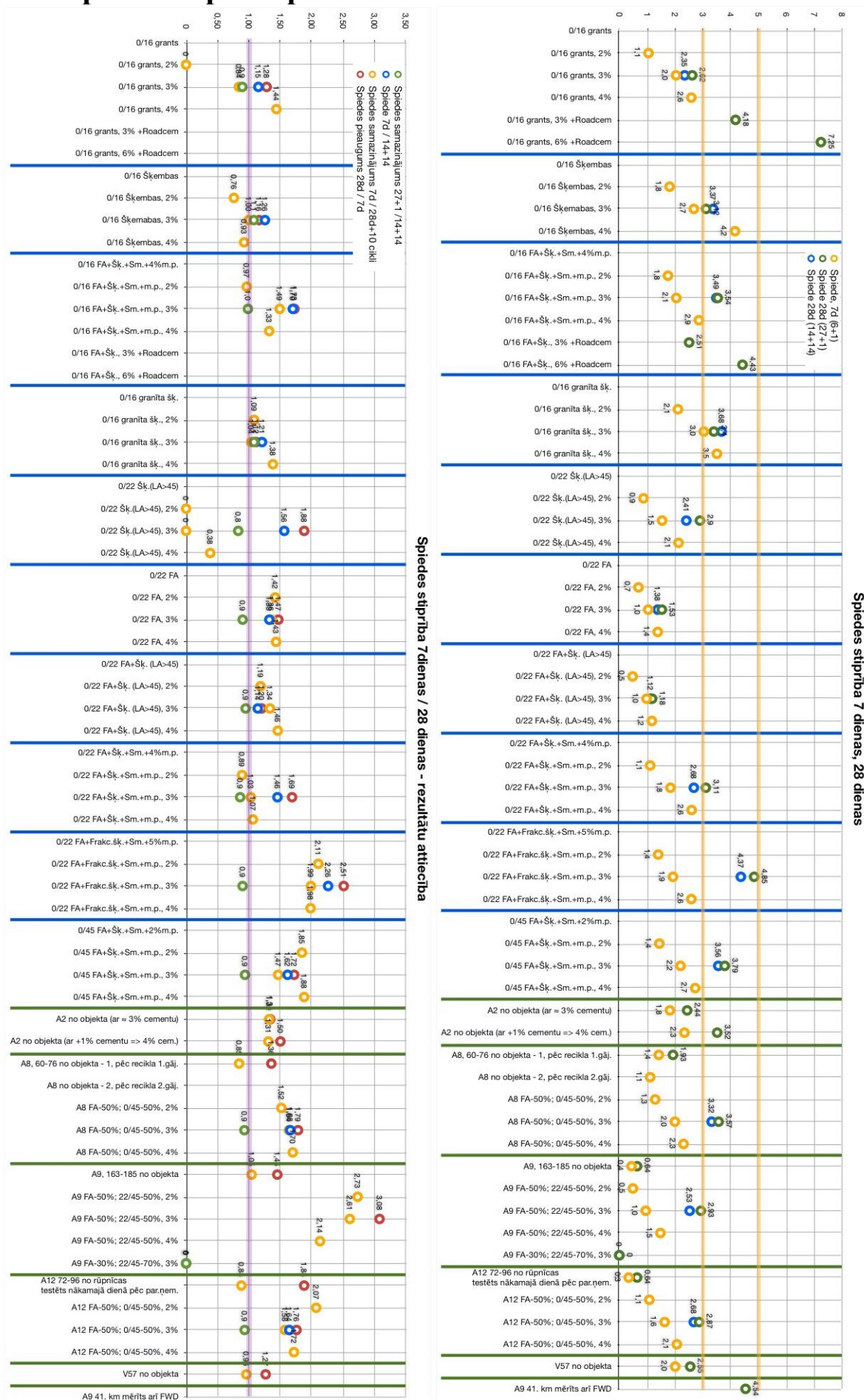
5.1 Maisījuma optimālais mitrums un tilpumsvars



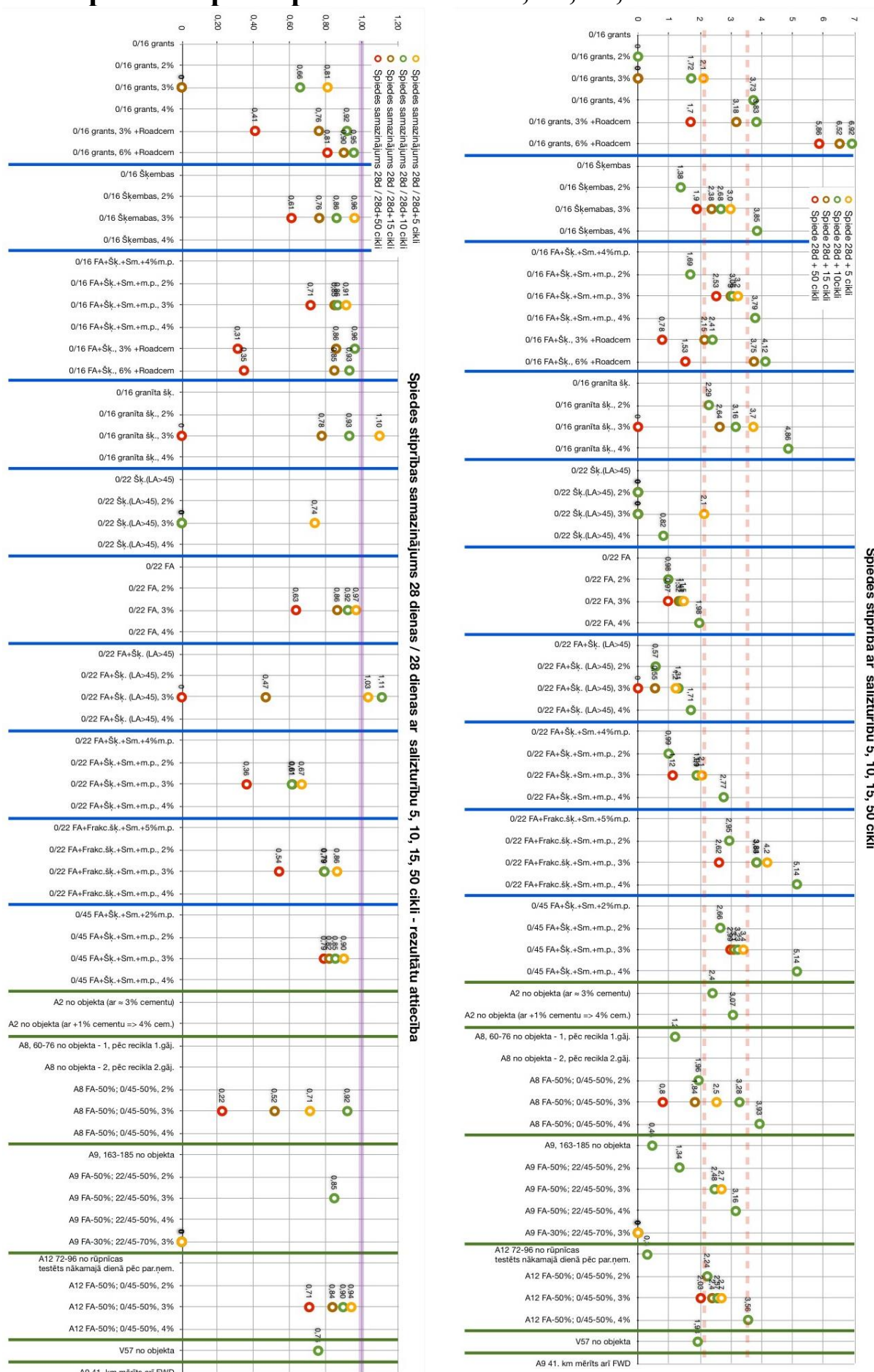
5.2 Maisījuma TNI un Elastības modulis – GOST



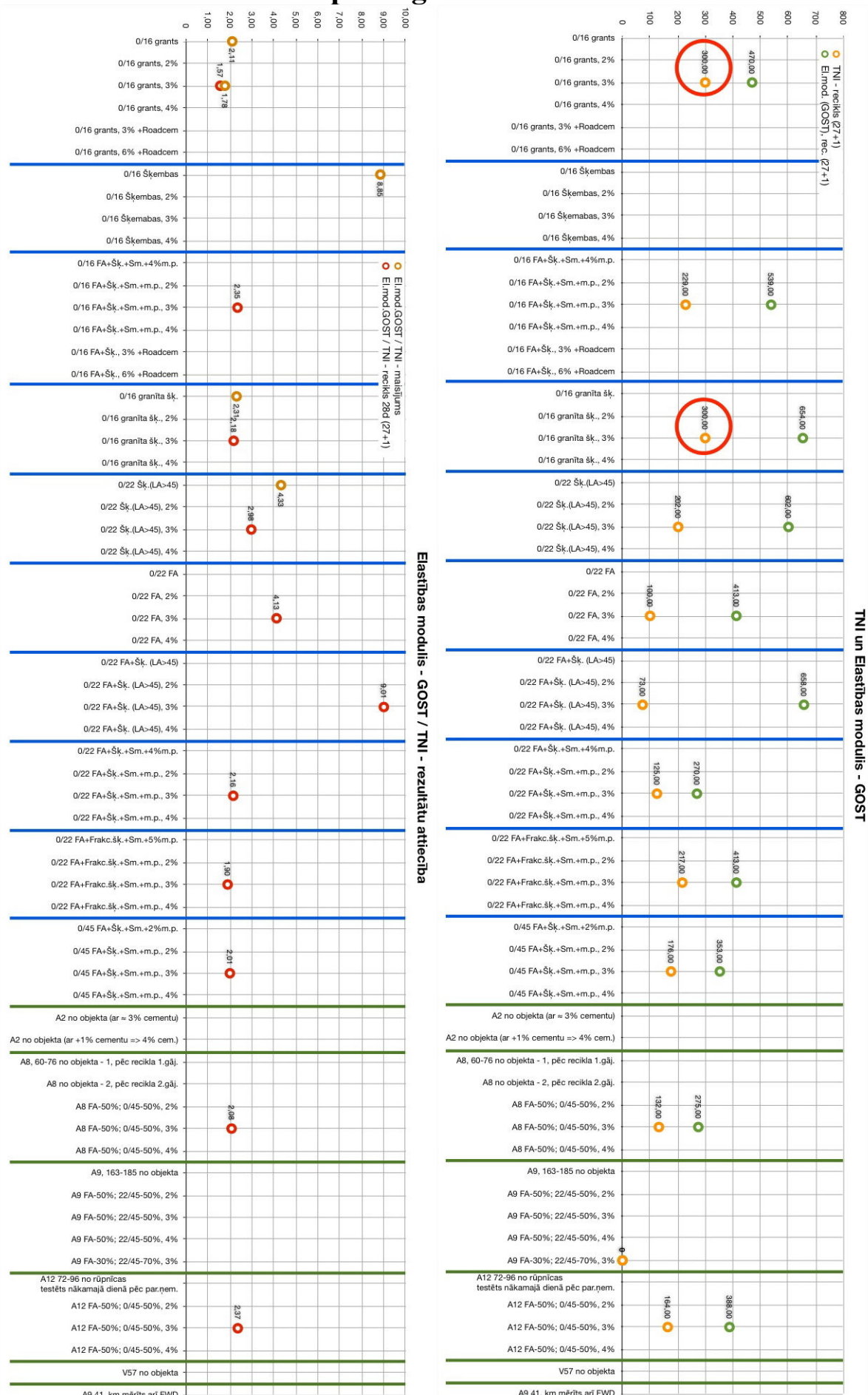
5.3 Spiedes stiprība pēc 7 dienu un 28 dienu cietēšanas



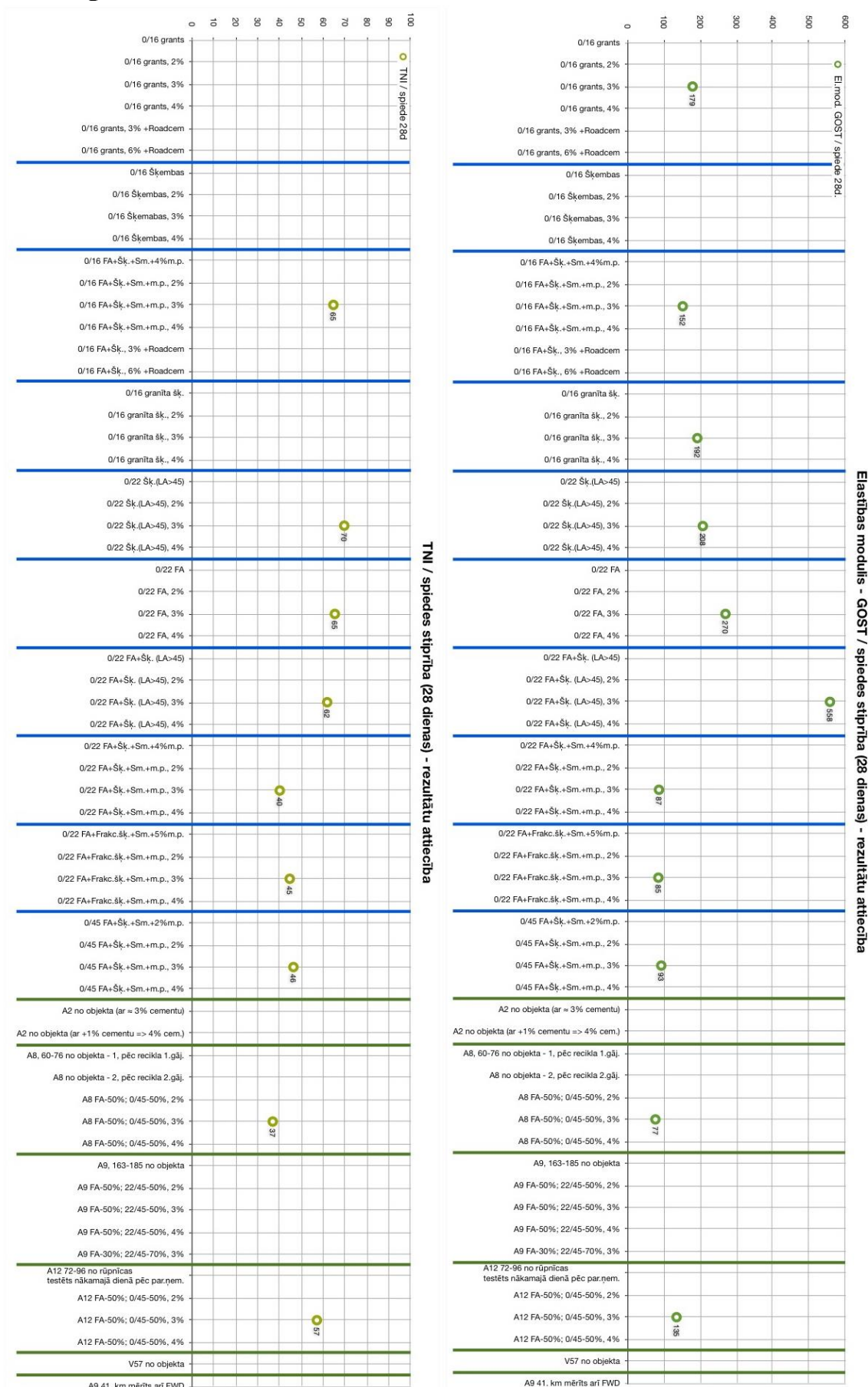
5.4 Spiedes stiprība pēc salizturības 5, 10, 15, 50 cikliem



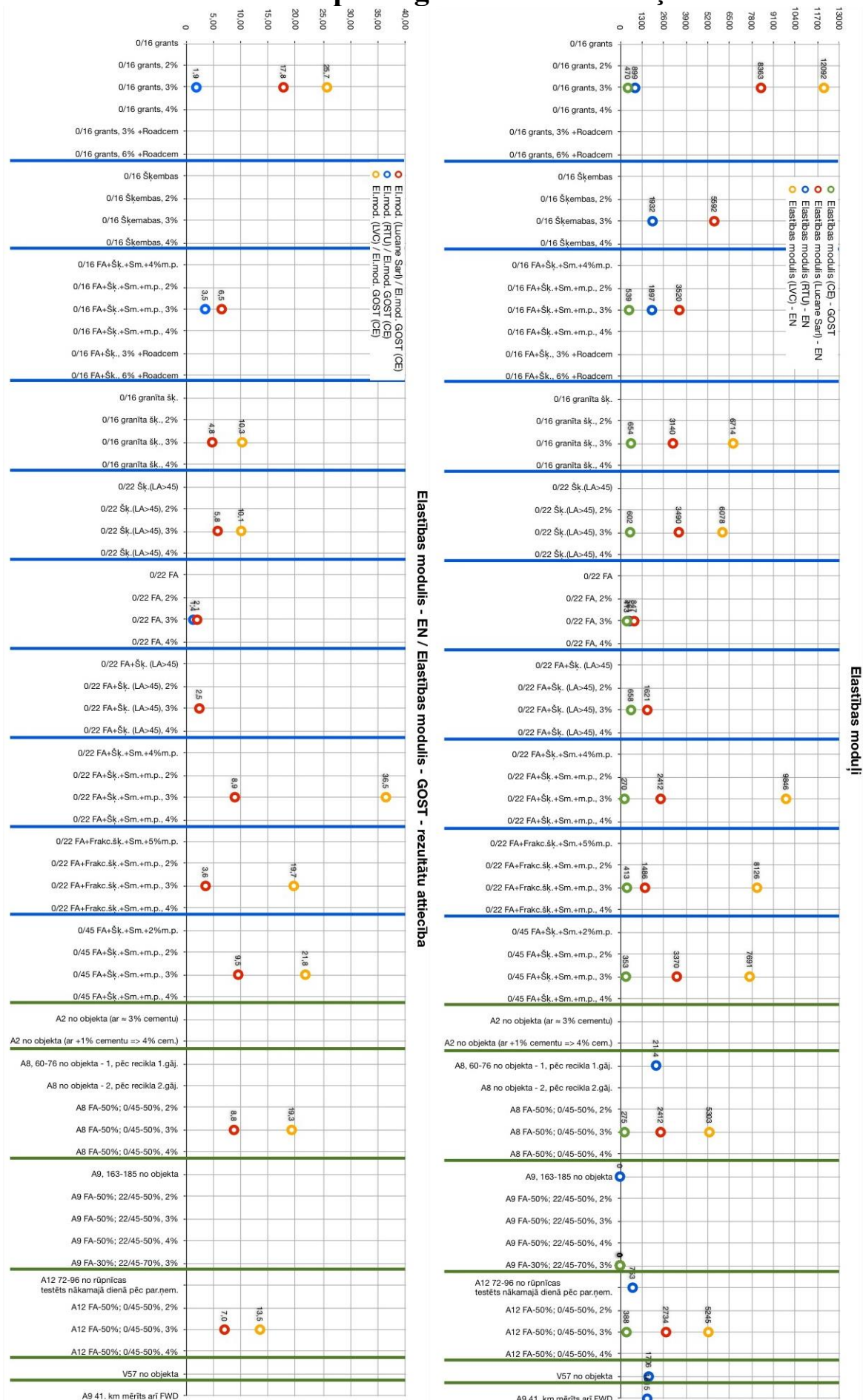
5.5 Ar cementu saistītu paraugu TNI un Elastības modulis - GOST



5.6 TNI un Elastības moduļa pēc GOST kopsakarības ar spiedes stiprību

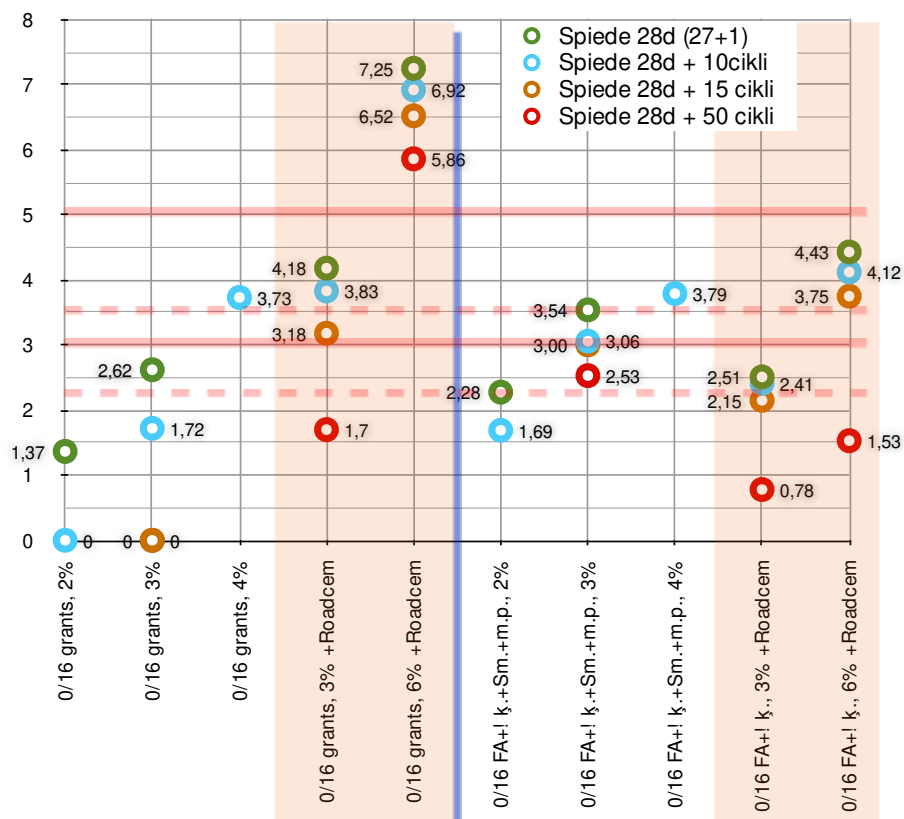


5.7 Ar cementu saistītu paraugu elastības moduli

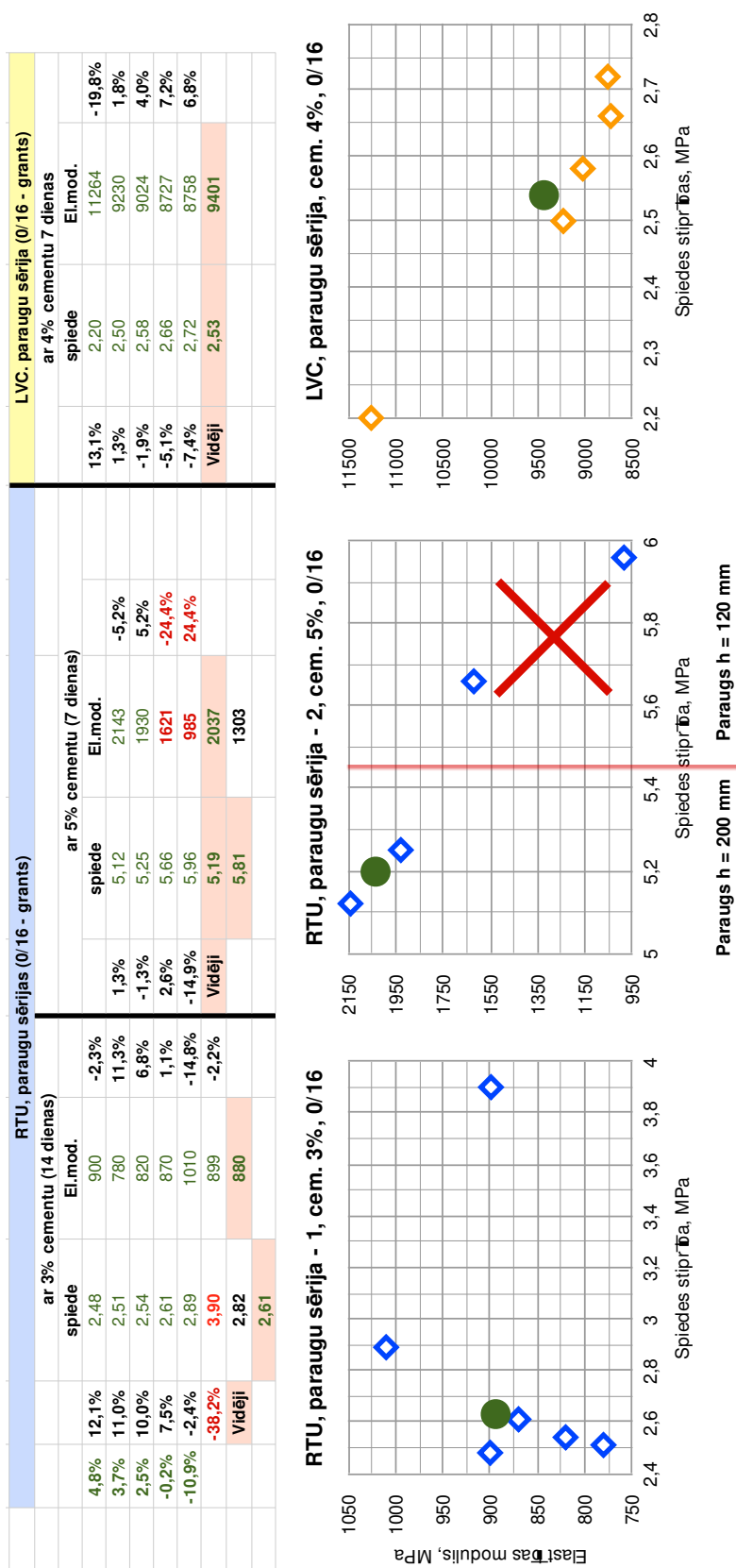


5.8 Piedevas Roadcem ietekme

Spiedes stiprība bez un ar salizturību 10, 15, 50 cikli (salīdzinājums ar Roadcem)



5.9 Elastības moduļa testēšana ar cementu saistītu paraugu sērijām (metodikas kontrole)



6 Būvobjektu apsekojumi

Pētījuma ietvaros veikta būvobjektu apsekošana reciklēšanas darbu izpildes laikā. Apsekojuma ietvaros novērots tehnoloģiskais process, iegūta būvobjekta dokumentācija attiecībā uz reciklēšanas procesu, kā arī veikta reciklēšanā lietoto materiālu paraugu ņemšana. Izmantojot paņemtos paraugus, veikta reciklēšanas sastāvu sagatavošana gan ar būvobjektā lietoto hidrauliskās saistvielas (cementa) saturu (2%), gan arī ar citu saistvielas saturu (3%, 4% un arī 5%).

2014. gadā apsekoto būvobjektu apsekošana turpināta arī 2015. gadā, izurbjot paraugus no reciklētās kārtas, veicot izurbto paraugu spiedes stiprības un elastības moduļa testēšanu un iegūto rezultātu analīzi.

6.1 Būvobjekta a/c A2 Rīga – Sigulda - Igaunijas robeža (Veclaicene) pie Garkalnes apsekojums

6.1.1 Būvobjekta vizuāla inspekcija

Būvobjekta a/c A2 Rīga – Sigulda – Igaunijas robeža (Veclaicene) pie Garkalnes apsekojums veikts 2015. gada septembrī.

Būvobjektā tiek realizēta sekojoša reciklēšanas tehnoloģija:

- Izlīdzinošā asfalta frēzēšana 7 cm biezumā, materiālu aizvedot uz atbērtni;
- Asfalta safrēzēšana (materiāls paliek uz ceļa) vidēji 15 cm biezumā;
- Profilēšana un blīvēšana;
- Reciklēšana, izmantojot frēzi (safrēzētais esošais asfalts + esošais nesaistītais ceļa segas pamats, kopā 30 cm biezumā);
- Profilēšana un blīvēšana;
- Cementa izbēršana – 3 masas %;
- Reciklēšana, izmantojot Wirtgen 2500s recikleri, 10 cm biezumā;
- Profilēšana un blīvēšana.



6-1 attēls. Sagatavota reciklējamās kārtas virsma.



6-2 attēls. Cementa izbēršana.



6-3 attēls. Reciklera gājiens (iemašot cementu, ar ūdens pievienošanu).



6-4 attēls. Reciklētā maisījuma pieblīvēšana.

6.1.2 Reciklētā maisījuma no objekta testēšana

Būvobjektā a/c A2 pie Garkalnes tiek lietots šāds reciklēšanas sastāvs:

- safrēzēts esošais segums + cements 3%.

Viena daļa reciklētā maisījuma parauga sagatavota testēšanai bez izmaiņām, otrai daļai reciklētā maisījuma parauga papildus piemaisīts 1 % cementa, t.i., iegūts reciklētais maisījums ar 4% cementu.

Objektā a/c A2 15,40-25,50 km aiz Grkalnes kreisās brauktuves, kreisās joslas paņemta reciklētā maisījuma parauga īpašības (paraugs paņemts un sagatavots testēšanai 19.08.2015.):

6-1 tabula. Sagatavota reciklētā maisījuma īpašības (SIA "Ceļu eksperts" 17.10.2015.
Testēšanas pārskats Nr.2489/15)

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts
Tūlītējais nestspējas indekss maisījumam	LVS EN 13286-47	27

6-2 tabula. Reciklētā maisījuma (cements 3%) īpašības pēc sagatavoto paraugu kondicionēšanas (SIA "Ceļu eksperts" 17.10.2015. Testēšanas pārskats Nr.2489/15)

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	2,182
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---
Spiedes stiprība pēc 7 dienu (7 dienas 90-100% mitrumā) cietēšanas, MPa	LVS EN 13286-41	1,82
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	2,183
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas, MPa	LVS EN 13286-41	2,44
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	2,174
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---
Salizturības pārbaudes rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas un 10 salizturības cikliem: - masas zudumi, g - masas zudumi, kg/m ² - parauga stāvoklis, vizuāls novērtējums (0; 1; 2; 3)	LVS CEN/TS 12390-9	1,0 0,13 0
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas + 10 salizturības cikli, MPa	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	2,41

6-3 tabula. Reciklētā maisījuma īpašības papildus pievienojot 1% cementu (kopā cements 4%) (SIA "Ceļu eksperts" 17.10.2015. Testēšanas pārskats Nr.2489/15)

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	2,199
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---
Spiedes stiprība pēc 7 dienu (7 dienas 90-100% mitrumā) cietēšanas, MPa	LVS EN 13286-41	2,34
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	2,162
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas, MPa	LVS EN 13286-41	3,52
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	2,191
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---
Salizturības pārbaudes rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas un 10 salizturības cikliem: - masas zudumi, g - masas zudumi, kg/m ² - parauga stāvoklis, vizuāls novērtējums (0; 1; 2; 3)	LVS CEN/TS 12390-9	1,0 0,13 0
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas + 10 salizturības cikli, MPa	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	3,07

6.1.3 Testēšanas rezultātu analīze

Testētais paraugs no objekta uzrāda labus spiedes stiprības, kā arī salizturības rādītājus gan ar 3% cementu, gan arī 4% cementu. Galarezultātā saskaņā ar Ceļu specifikāciju šī brīža jaunāko redakciju šis reciklētais maisījums ar 3% cementu ir izmantojams ceļos ar $AADT_{j,smagie} \leq 500$. Lai šo reciklēto maisījumu lietotu ceļos ar $AADT_{j,smagie} > 500$, nepieciešamais pievienojamā cementa daudzums ir 5 - 6 %.

6.2 Būvobjekta a/c A8 Rīga – Jelgava – Lietuvas robeža (Meitene) 60,00-76,14 km apsekojums

6.2.1 Būvobjekta vizuāla inspekcija

Būvobjekta a/c A8 Rīga – Jelgava – Lietuvas robeža (Meitene) 60,00-76,14 km apsekojums veikts 2014. gada 11. septembrī.

Reciklējamā kārtā tiek sagatavota, iepriekš safrēzējot esošo veco asfaltu (kārtas biezums ≈ 13 cm). Pēc tam tiek iestrādāta jauna šķembu maisījuma 0/45 kārtā. Saistvielas iemaisīšana un materiālu samaisīšana tiek realizēta vispirms ar cementa kaisītāju, izberot paredzētā daudzuma saistvielu, pēc tam to nekavējoši iemaisot ar WIRTGEN recikleru paredzētajā 28cm biezumā, vienlaicīgi arī samaisot frēzētā asfalta un šķembu maisījuma 0/45 kārtas. Ūdens padeve organizēta no atsevišķas ūdens cisternas, padodot nepieciešamo ūdens daudzumu uz reciklera darba iekārtu. Pēc reciklera gājiena nekavējoši tiek veikta kārtas pieblīvēšana ar kombinēto veltni (≈ 6 gājieni pa vienu vietu). Kad pabeigta saistvielas iemaisīšana visā joslas platumā ar recikleri, tiek veikta reciklētās kārtas profilēšana ar autogreideri.



6-5 attēls. Materiāla kārtu samaisīšana un cementa iemaisīšana ar recikleru



6-6 attēls. Samaisītās kārtas nekavējoša pieblīvēšana ar veltni

6.2.2 Reciklētā maisījuma no objekta testēšana

Būvobjektā a/c A8 60,00-76,14 km tiek lietots šāds reciklēšanas sastāvs:

- **frēzēts asfalts 50% + šķembu maisījums 0/45 50% + cements 2%.**

Objektā a/c A8 60,00-76,14 km no pk 720+330 labās joslas paņemta reciklētā maisījuma parauga īpašības (paraugs paņemts un sagatavots testēšanai 11.09.2014.):

6-4 tabula. Sagatavota reciklētā maisījuma īpašības (SIA "Ceļu eksperts" 30.10.2014. Testēšanas pārskats Nr.2881/14)

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts
Tūlītējais nestspējas indekss maisījumam	LVS EN 13286-47	35

6-5 tabula. Reciklētā maisījuma īpašības pēc sagatavoto paraugu kondicionēšanas (SIA "Ceļu eksperts" 30.10.2014. Testēšanas pārskats Nr.2881/14)

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	2,104
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	4,3
Spiedes stiprība pēc 7 dienu (7 dienas 90-100% mitrumā) cietēšanas, MPa	LVS EN 13286-41	1,42
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	2,099
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	4,3
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas, MPa	LVS EN 13286-41	1,93
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	2,091
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	4,3
Salizturības pārbaudes rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas un 10 salizturības cikliem: - masas zudumi, g - masas zudumi, kg/m ² - parauga stāvoklis, vizuāls novērtējums (0; 1; 2; 3)	LVS CEN/TS 12390-9	23,70 3,02 1
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas + 10 salizturības cikli, MPa	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	1,20

Objektā a/c A8 60,00-76,14 km pēc reciklera otrā gājiena no pk 720+350 labās joslas paņemta reciklētā maisījuma parauga īpašības (paraugs paņemts un sagatavots testēšanai 11.09.2014.):

6-6 tabula. Reciklētā maisījuma īpašības pēc sagatavoto paraugu kondicionēšanas (SIA "Ceļu eksperts" 15.10.2014. Testēšanas pārskats Nr.2721/14)

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	2,056
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	3,9

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts
Spiedes stiprība pēc 7 dienu (7 dienas 90-100% mitrumā) cietēšanas	LVS EN 13286-41	1,11

Kā redzams no testēšanas rezultātiem, tad objektā paņemtā parauga spiedes stiprība pēc 10 salizturības cikliem nav pietiekama, lai izpildītu Ceļu specifikāciju jaunākajā redakcijā noteiktos kritērijus.

2015. gada 16. oktobrī tika izurbti paraugi no 2014. gadā reciklētās kārtas. Urbumu paraugu testētā vidējā spiedes stiprība ir 3,75 MPa, kas ir vērtējama kā Ceļu specifikāciju prasībām atbilstoša autoceļu posmos ar $AADT_{j,smagie} \leq 500$. Skatīt 8.1 punktu.

6.2.3 Reciklēto sastāvu izstrāde būvobjektam laboratorijā

Reciklētie sastāvi ar frēzētu asfaltu un šķembu 0/45 maisījumu sastādīti tādi paši kā lietotais būvobjektā, izmantojot šādus materiālus:

- **frēzēts asfalts no objekta a/c A8 60,00-76,14 km krautnes - 50%;**
- **šķembu maisījums no objekta a/c A8 60,00-76,14 km krautnes – 50%.**

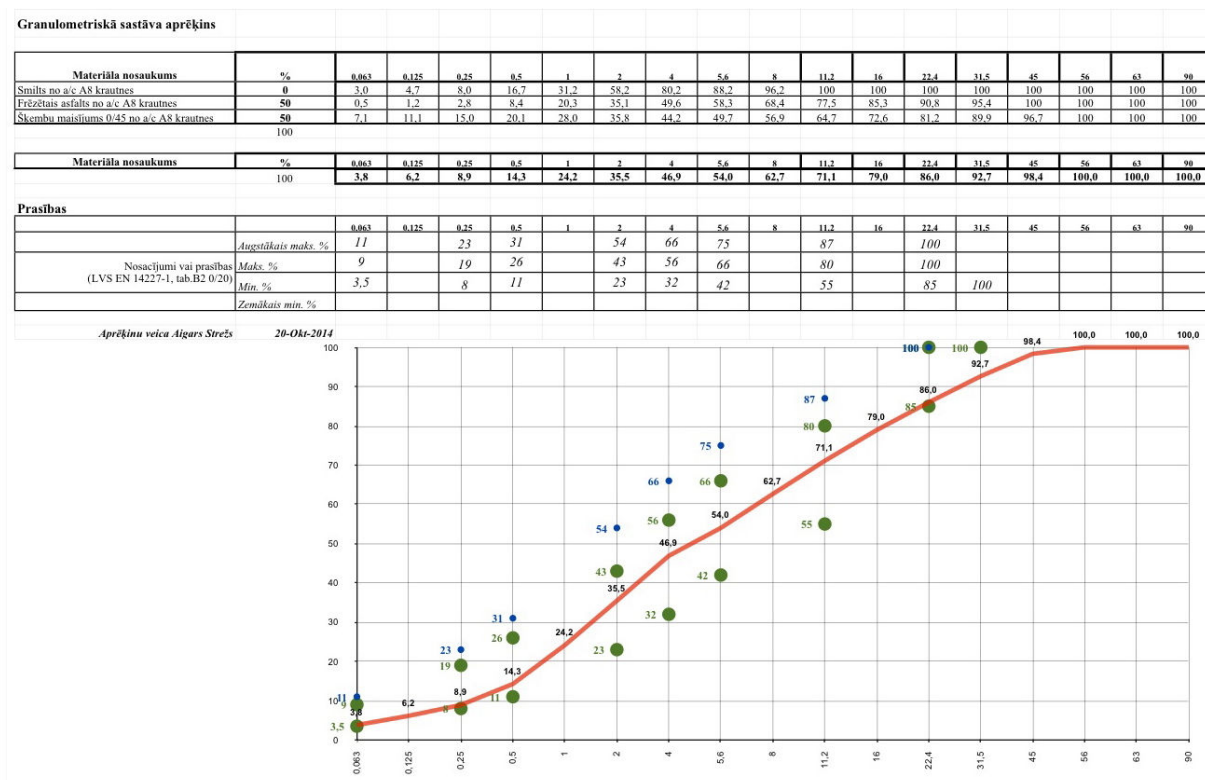
Frēzēta asfalta un šķembu maisījuma 0/45 no objekta a/c A8 60,00-76,14 km krautnes testēšanas rezultātus skatīt šīs atskaites 3.5. un 3.6. punktā.

Būvobjekta reciklēšanas sastāva granulometriskā sastāva prasību robežas atbilst LVS EN 14227-1, tab.B2, t.i., maisījums 0/20.

Kā saistviela izmantots cements CEM 42,5N:

- **2%;**
- **3%;**
- **4%.**

6-7 tabula. Granulometriskais sastāvs (LVS EN 933-1) – reciklētais sastāvs ar frēzētu asfaltu un šķembu maisījumu 0/22, aprēķins



Sagatavota reciklētā maisījuma 0/22 no frēzēta asfalta un šķembām īpašības:

6-8 tabula. Sagatavota reciklētā maisījuma 0/22 no frēzēta asfalta un šķembām maisījuma īpašības (SIA "Ceļu eksperts" 02.02.2015. Testēšanas pārskaits Nr.122/15)

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts		
		ar 2% cem.	ar 3% cem.	ar 4% cem.
Proktora tilpumsvars, Mg,m³	LVS EN 13286-2	---	2,097	---
Optimālais mitrums, %	LVS EN 13286-3	---	5,1	---
Tūlītējais nestspējas indekss maisījumam	LVS EN 13286-47	---	36	---

6-9 tabula. Reciklētā maisījuma 0/22 no frēzēta asfalta un šķembām īpašības pēc sagatavoto paraugu kondicionēšanas (SIA "Ceļu eksperts" 02.02.2015. Testēšanas pārskats Nr.122/15, 18.05.2015. Testēšanas pārskats Nr.466/15; 24.11.2015. Testēšanas pārskats Nr.2894/15)

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts		
		ar 2% cem.	ar 3% cem.	ar 4% cem.
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	2,052	2,083	2,036
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	5,1	4,8	4,8
Spiedes stiprība pēc 7 dienu (6 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas, MPa	LVS EN 13286-41	1,29	2,10	2,31
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	---	2,127	---
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---	4,7	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas, MPa	LVS EN 13286-41	---	3,57	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas (paraugi 100x200mm), MPa - CE spiedes tests; - bs Lucane Sarl, testējot elastības moduli; - CE + LVC, testējot elastības moduli	LVS EN 13286-41	---	2,81 2,03 1,61	---
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	---	2,129	---
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---	4,7	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (14 dienas 90-100% mitrumā, 14 dienas ūdenī) cietēšanas, MPa	LVS EN 13286-41	---	3,32	---
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	---	2,104	---
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---	4,9	---
Salizturības pārbaudes rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas un 5 salizturības cikliem: - masas zudumi, g - masas zudumi, kg/m ² - parauga stāvoklis, vizuāls novērtējums (0; 1; 2; 3)	LVS CEN/TS 12390-9	---	1,1 0,07 0-1	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas + 5 salizturības cikli, MPa	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	---	2,54	---
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	2,108	2,115	2,129
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	5,0	4,7	4,9
Salizturības pārbaudes rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas un 10 salizturības cikliem: - masas zudumi, g - masas zudumi, kg/m ² - parauga stāvoklis, vizuāls novērtējums (0; 1; 2; 3)	LVS CEN/TS 12390-9	7,85 0,45 0-1	3,05 0,18 0-1	1,5 0,09 0-1
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas + 10 salizturības cikli, MPa	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	1,96	3,28	3,93
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	---	2,100	---
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---	4,9	---

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts		
		ar 2% cem.	ar 3% cem.	ar 4% cem.
Salizturības pārbaudes rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas un 15 salizturības cikliem: - masas zudumi, g - masas zudumi, kg/m ² - parauga stāvoklis, vizuāls novērtējums (0; 1; 2; 3)	LVS CEN/TS 12390-9	---	29,9 1,69 1	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas + 15 salizturības cikli, MPa	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	---	1,84	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas + 50 salizturības cikli, MPa	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	---	0,80	---
Tūlītējais nestspējas indekss pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas (+ 10 salizturības cikli)	LVS EN 13286-47 LVS CEN/TS 12390-9	---	132	---
Elastības modulis pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas (+ 10 salizturības cikli), MPa - bs Lucane Sarl tests - CE + LVC laboratoriju tests	LVS EN 13286-43 LVS CEN/TS 12390-9	---	2410	---
		---	5303	---
Elastības modulis pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas (+ 10 salizturības cikli), MPa	VSN 46-83	---	275	---

6.2.4 Testēšanas rezultātu analīze

Tika testēti no būvobjekta ņemti paraugi, kā arī sagatavoti un testēti paraugi laboratorijā. Tūlītējais nestspējas indekss paraugam, kurš ņemts no ceļa, un paraugam, kurš sagatavots laboratorijā, praktiski neatšķiras.

Salīdzinot spiedes stiprības rezultātus (paraugi no ceļa) pēc 7 dienu cietēšanas un 28 dienu cietēšanas, var konstatēt, ka salīdzinoši labākus spiedes stiprības rādītājus uzrāda paraugi pēc 28 dienu cietēšanas 1,93 MPa, t.i., par 1,4x vairāk nekā pēc 7 dienu cietēšanas (1,42 MPa). Pēc 28 dienu cietēšanas un 10 salizturības cikliem paraugu spiedes stiprība samazinās – 1,20 MPa (masas zudumi 3,02 kg/m²).

Salīdzinot spiedes stiprības rezultātus ar 2%, 3% un 4% cementu pēc 7 dienu cietēšanas, var konstatēt, ka salīdzinoši labākus spiedes stiprības rādītājus uzrāda paraugi ar 4% cementu. Pēc 7 dienu cietēšanas paraugu ar 4% cementu spiedes stiprība (2,31 Mpa) ir 1,1x augstāka par paraugu ar 3% cementu spiedes stiprību (2,10 Mpa) un 1,8x augstāka par paraugu ar 2% cementa spiedes stiprību (1,29 MPa).

Reciklēto paraugu spiedes stiprība pēc 28 dienu cietēšanas (1 diena ūdenī) ar 3% cementu ir 3,57 MPa, kas ir par 1,7x augstāka par spiedes stiprību pēc 7 dienu cietēšanas.

Novērtējot ūdens ietekmi uz paraugu cietēšanas procesu, var konstatēt, ka spiedes stiprība, izturot paraugus 14 dienas ūdenī, samazinās:

- ar 3% cementu: no 3,57 MPa uz 3,32 MPa, t.i., 1,1x.

Pēc 28 dienu cietēšanas un 5 salizturības cikliem spiedes stiprība samazinās:

- ar 3% cementu: 2,54 MPa (masas zudumi 0,07 kg/m²).

Pēc 28 dienu cietēšanas un 10 salizturības cikliem spiedes stiprība samazinās (bet var atzīt, ka 10 salizturības cikli cietēšanas procesu īpaši neietekmē):

- ar 2% cementu: 1,96 MPa (masas zudumi 0,45 kg/m²);
- ar 3% cementu: 3,28 MPa (masas zudumi 0,18 kg/m²);
- ar 4% cementu: 3,93 MPa (masas zudumi 0,09 kg/m²).

Pēc 28 dienu cietēšanas un 15 salizturības cikliem spiedes stiprība samazinās:

- ar 3% cementu: 1,84 MPa (masas zudumi 1,69 kg/m²).

Paraugu ar 3% cementa saturu testēšana elastības moduļa izvērtējumam veikta pēc 28 dienu cietēšanas (1 diena ūdenī), testējot Tūlītējo nestspējas indeksu, un Elastības moduli – gan saskaņā ar dažādām metodēm (VSN, EN), gan arī veicot elastības moduļa testēšanu dažādās laboratorijās.

6-10 tabula. Objekta A8 maisījuma ar 3% cementu elastības moduļa testēšanas rezultāti

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts	Koeficients pret spiedes stiprību
		ar 3% cementu	
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas, MPa	LVS EN 13286-41	3,57	1,0
Tūlītējais nestspējas indekss pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas	LVS EN 13286-47 LVS CEN/TS 12390-9	132	69
Elastības modulis pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas, MPa	VSN 46-83	275	37
Elastības modulis pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas – bs Lucane Sarl, MPa	LVS EN 13286-43 LVS CEN/TS 12390-9	2410	675
Elastības modulis pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas – C E + LVC laboratorijas, MPa	LVS EN 13286-43 LVS CEN/TS 12390-9	5303	1485

Elastības moduļa testēšanas rezultātu vērtības ir iegūtas dažādas. Elastības moduļu vērtības salīdzinātas ar paraugu spiedes stiprību.

No objekta paņemto paraugu un laboratorijā sagatavoto paraugu spiedes stiprība pēc 7 dienu cietēšanas ir līdzīga.

Spiedes stiprība ar 3% cementu pēc 10 salizturības cikliem samazinās par 9%. Spiedes stiprība ar 3% cementu pēc 10 salizturības cikliem, salīdzinot ar 2% cementu, ir par 67% augstāka, ar 4% cementu, salīdzinot ar 3% cementu, spiedes stiprība ir par 20% augstāka.

6.3 Būvobjekta a/c A9 Rīga (Skulte) – Liepāja 163,28-185,80 km apsekojums

6.3.1 Būvobjekta vizuāla inspekcija

Būvobjekta a/c A9 Rīga (Skulte) – Liepāja 163,28-185,80 km apsekojums veikts 2014. gada 26. septembrī.

Reciklējamā kārtā tiek sagatavota, iepriekš safrēzējot esošo veco asfaltu. Pēc tam tiek iestrādāta jauna frakcionētu šķembu 22/45 kārtā. Saistvielas iemaisīšana un materiālu samaisīšana tiek realizēta vispirms ar cementa kaisītāju, izberot paredzētā daudzuma saistvielu, pēc tam to nekavējoši iemaisot ar HAMM recikleru paredzētajā biezumā (vai nu 15 cm, vai 22 cm biezumā atkarībā no projekta risinājuma), vienlaicīgi arī samaisot frēzētā asfalta un frakcionētu šķembu 22/45 kārtas. Ūdens padeve organizēta, izlejot ūdeni no cisternas uz kārtas virsmas vai nu pirms, vai pēc reciklera gājiena. Kad pabeigta saistvielas iemaisīšana visā joslas platumā ar recikleru, tiek veikta reciklētās kārtas profilēšana ar autogreideri, nolaistīšana ar ūdeni un blīvēšana ar kombinēto veltni.



6-7 attēls. Cementa izbērsana ar cementa kaisītāju



6-8 attēls. Izbērtā cementa daudzuma kontrole



6-9 attēls. Materiāla kārtu samaisīšana un cementa iemaisīšana ar recikleru



6-10 attēls. Reciklētās kārtas profilēšana ar autogreideri



6-11 attēls. Reciklētās kārtas blīvēšana

6.3.2 Reciklētā maisījuma no objekta testēšana

Objektā a/c A9 163,28-185,80 km no 167,1 km kreisās joslas paņemta reciklētā maisījuma parauga (analogi otrajam sastāvam) īpašības (paraugs paņemts un sagatavots testēšanai 26.09.2014.):

6-11 tabula. Sagatavota reciklētā maisījuma īpašības (SIA "Ceļu eksperts" 30.10.2014. Testēšanas pārskats Nr.2881/14)

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts
Tūlītējais nestspējas indekss maisījumam	LVS EN 13286-47	11

6-12 tabula. Reciklētā maisījuma īpašības pēc sagatavoto paraugu kondicionēšanas (SIA "Ceļu eksperts" 30.10.2014. Testēšanas pārskats Nr.2881/14)

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	1,911
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	3,5
Spiedes stiprība pēc 7 dienu (6 dienas 90-100% mitrumā, 4h ūdenī) cietēšanas, MPa	LVS EN 13286-41	0,44
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	1,911
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	3,5
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas, MPa	LVS EN 13286-41	0,64
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	1,924
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	3,5
Salizturības pārbaudes rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas un 10 salizturības cikliem: - masas zudumi, g - masas zudumi, kg/m ² - parauga stāvoklis, vizuāls novērtējums (0; 1; 2; 3)	LVS CEN/TS 12390-9	7,45 0,95 1
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas + 10 salizturības cikli, MPa	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	0,46

Kā redzams no testēšanas rezultātiem, tad no objekta paņemto paraugu spiedes stiprība ir ļoti zema.

6.3.3 Reciklēto sastāvu izstrāde būvobjektam laboratorijā

Būvobjektā a/c A9 163,28-185,80 km tiek lietoti šādi reciklēšanas sastāvi:

- frēzēts asfalts 30% + frakcionētas šķembas 22/45 70% + cements 2%;
- frēzēts asfalts 50% + frakcionētas šķembas 22/45 50% + cements 2%.

Reciklētie sastāvi ar frēzētu asfaltu un frakcionētām šķembām 0/32 maisījumi sastādīti tādi paši kā lietotie būvobjektā, izmantojot šādus materiālus:

Pirmais sastāvs:

- frēzēts asfalts no objekta a/c A9 163,28-185,80 km – 30%;

- šķembas 22/45 no objekta a/c A9 163,28-185,80 km – 70%.

Otrais sastāvs:

- frēzēts asfalts no objekta a/c A9 163,28-185,80 km – 50%;
- frakcionētas šķembas 22/45 no objekta a/c A9 163,28-185,80 km – 50%.

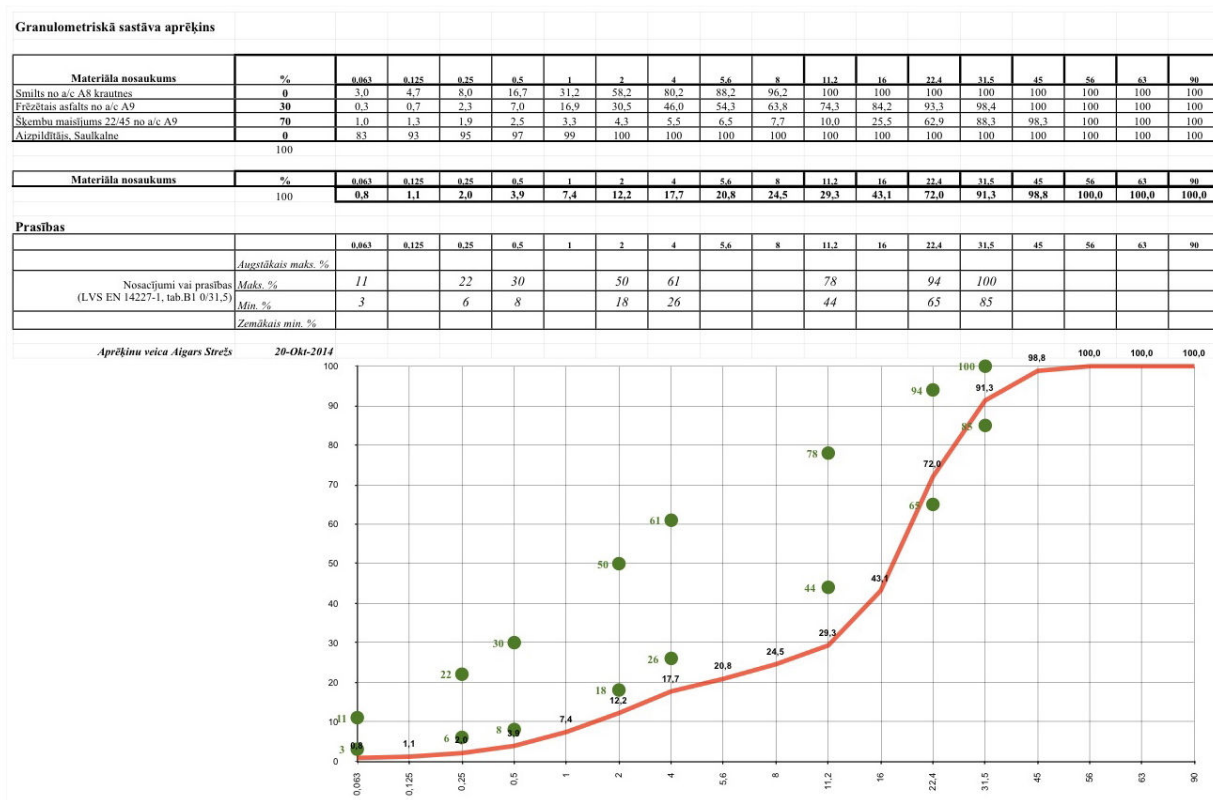
Frēzēta asfalta un frakcionētu šķembu 22/45 no objekta a/c A9 163,28-185,80 km testēšanas rezultātus skatīt šīs atskaites 3.5. un 3.6. punktā.

Būvobjekta reciklēšanas sastāvu granulometriskā sastāva prasību robežas ir tuvas, bet neatbilst, LVS EN 14227-1, tab.B1, t.i., maisījums 0/31,5.

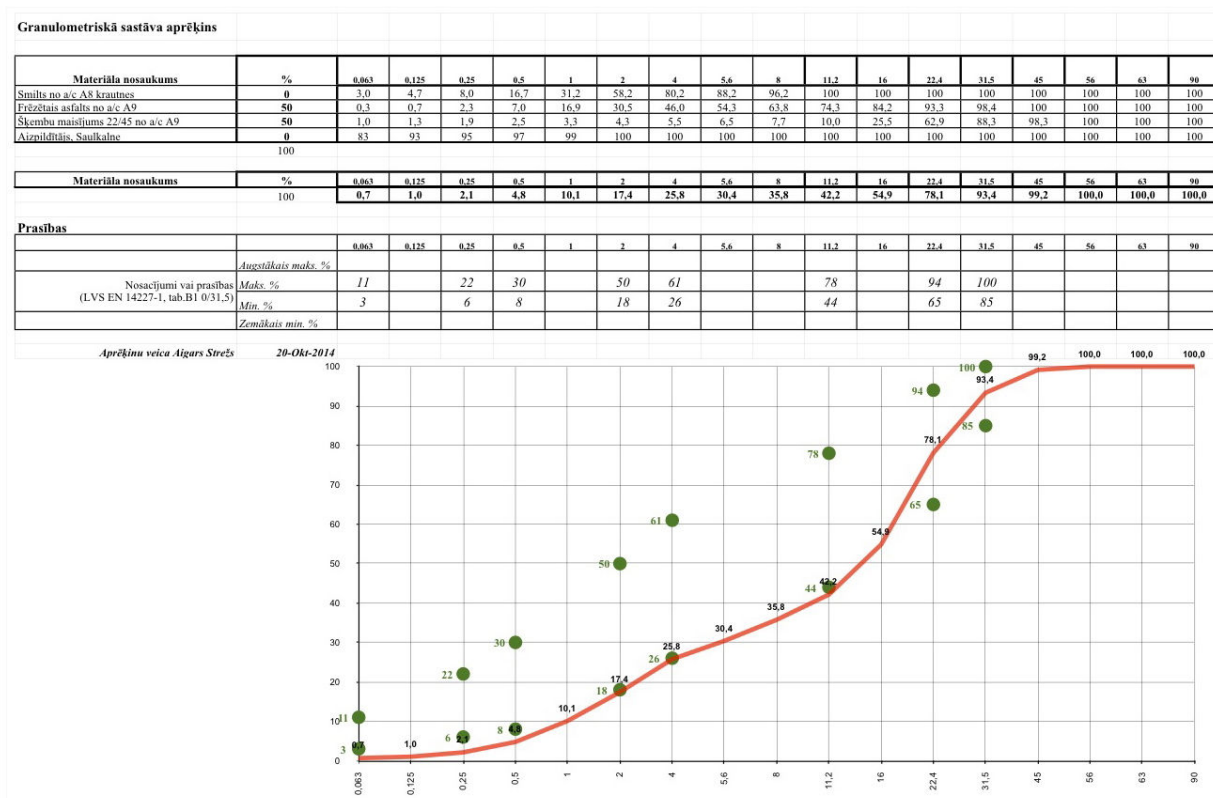
Kā saistviela abos reciklēšanas satāvos izmantots cements CEM 42,5N:

- 2%;
- 3%;
- 4%.

6-13 tabula. Granulometriskais sastāvs (LVS EN 933-1) – reciklētais sastāvs ar frēzētu asfaltu 30% un frakcionētām šķembām 70% 0/32, aprēķins



6-14 tabula. Granulometriskais sastāvs (LVS EN 933-1) – reciklētais sastāvs ar frēzētu asfaltu 50% un frakcionētām šķembām 50% 0/32, aprēķins



Sagatavota reciklētā maisījuma 0/45 no 30% frēzēta asfalta un 70% frakcionētām šķembām īpašības:

6-15 tabula. Sagatavota reciklētā maisījuma 0/45 no 30% frēzēta asfalta un 70% frakcionētām šķembām īpašības (SIA "Ceļu eksperts" 13.11.2014. Testēšanas pārskats Nr.3063/14)

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts			
		ar 2% cem.	ar 3% cem.	ar 4% cem.	ar 5% cem.
Proktora tilpumsvars (maisījumam ar 3% cementu)	LVS EN 13286-2	---	1,931	---	---
Optimālais mitrums (maisījumam ar 3% cementu)	LVS EN 13286-3	---	2,6	---	---
Tūlītējais nestspējas indekss maisījumam	LVS EN 13286-47	---	17	---	---

Paraugu izgatavošana spiedes stiprības noteikšanai laboratorijas apstākļos normāli nav iespējama, jo sagatavotie paraugi, tos spiežot ārā no formas izjūk.

Tālāka reciklētā maisījuma 0/45 no 30% frēzēta asfalta un 70% frakcionētām šķembām testēšana šīs pētniecības ietvaros netiek veikta.

Sagatavota reciklētā maisījuma 0/45 no 50% frēzēta asfalta un 50% frakcionētām šķembām īpašības:

6-16 tabula. Sagatavota reciklētā maisījuma 0/45 no 50% frēzēta asfalta un 50% frakcionētām šķembām īpašības (SIA "Ceļu eksperts" 13.11.2014. Testēšanas pārskats Nr.3063/14, 02.02.2015. Testēšanas pārskats Nr.117/15)

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts		
		ar 2% cem.	ar 3% cem.	ar 4% cem.
Proktora tilpumsvars (maisījumam ar 3% cementu)	LVS EN 13286-2	---	1,902	---
Optimālais mitrums (maisījumam ar 3% cementu)	LVS EN 13286-3	---	3,4	---
Tūlītējais nestspējas indekss maisījumam	LVS EN 13286-47	11	54	11

6-17 tabula. Reciklētā maisījuma 0/45 no 50% frēzēta asfalta un 50% frakcionētām šķembām īpašības pēc sagatavoto paraugu kondicionēšanas (SIA "Ceļu eksperts" 13.11.2014. Testēšanas pārskats Nr.3063/14; 03.12.2015. Testēšanas pārskats Nr.2985/15)

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts		
		ar 2% cem.	ar 3% cem.	ar 4% cem.
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	1,912	1,923	1,990
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	3,4	3,4	3,4
Spiedes stiprība pēc 7 dienu (6 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas, MPa	LVS EN 13286-41	0,49	0,95	1,48
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	---	2,071	---
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---	3,6	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas, MPa	LVS EN 13286-41	---	2,93	---
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	---	2,077	---
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---	3,6	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (14 dienas 90-100% mitrumā, 14 dienas ūdenī) cietēšanas, MPa	LVS EN 13286-41	---	2,53	---
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	---	2,065	---
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---	3,6	---
Salizturības pārbaudes rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas un 5 salizturības cikliem: - masas zudumi, g - masas zudumi, kg/m ² - parauga stāvoklis, vizuāls novērtējums (0; 1; 2; 3)	LVS CEN/TS 12390-9	---	1,00 0,05 0	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas + 5 salizturības cikli, MPa	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	---	2,70	---
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	2,051	2,057	2,081
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	3,6	3,6	3,6

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts		
		ar 2% cem.	ar 3% cem.	ar 4% cem.
Salizturības pārbaudes rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas un 10 salizturības cikliem: - masas zudumi, g - masas zudumi, kg/m ² - parauga stāvoklis, vizuāls novērtējums (0; 1; 2; 3)	LVS CEN/TS 12390-9	2,45 0,14 0-1	1,80 0,11 0	0,65 0,04 0
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas + 10 salizturības cikli	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	1,34	2,48	3,16

6.3.4 Testēšanas rezultātu analīze

Tika testēti no būvobjekta ņemti paraugi, kā arī sagatavoti un testēti paraugi laboratorijā ar 30% frēzētu asfaltu un 70% šķembām, un 50% frēzētu asfaltu un 50% šķembām.

Paraugiem ar 30% frēzētu asfaltu un 70% šķembām nav iespējams veikt spiedes stiprības testēšanu, jo tie sabrūk izformējot.

Tūlītējais nestspējas indekss paraugam, kurš ņemts no ceļa, ir tāds pats kā paraugam, kurš sagatavots laboratorijā. Pie lielāka cementa daudzuma Tūlītējais nestspējas indekss ir lielāks.

Salīdzinot spiedes stiprības rezultātus (50/50 – paraugi no ceļa) pēc 7 dienu cietēšanas un 28 dienu cietēšanas, var konstatēt, ka salīdzinoši labākus spiedes stiprības rādītājus uzrāda paraugi pēc 28 dienu cietēšanas 0,64 MPa, t.i., par 1,5x vairāk nekā pēc 7 dienu cietēšanas (0,44 MPa). Pēc 28 dienu cietēšanas un 10 salizturības cikliem paraugu spiedes stiprība samazinās – 0,46 MPa (masas zudumi 0,95 kg/m²).

Salīdzinot spiedes stiprības rezultātus (50/50 – laboratorijas paraugi) ar 2%, 3% un 4% cementu pēc 7 dienu cietēšanas, var konstatēt, ka salīdzinoši labākus spiedes stiprības rādītājus uzrāda paraugi ar 4% cementu. Pēc 7 dienu cietēšanas paraugu ar 4% cementu spiedes stiprība (1,48 Mpa) ir 1,6x augstāka par paraugu ar 3% cementu spiedes stiprību (0,95 Mpa) un 3,0x augstāka par paraugu ar 2% cementa spiedes stiprību (0,49 MPa).

No objekta ņemto paraugu un laboratorijā sagatavoto paraugu spiedes stiprība pēc 7 dienu cietēšanas ir līdzīga.

Spiedes stiprība ar 3% cementu pēc 10 salizturības cikliem samazinās par 18%. Spiedes stiprība ar 3% cementu pēc 10 salizturības cikliem, salīdzinot ar 2% cementu, ir par 85% augstāka, ar 4% cementu, salīdzinot ar 3% cementu, spiedes stiprība ir par 27% augstāka.

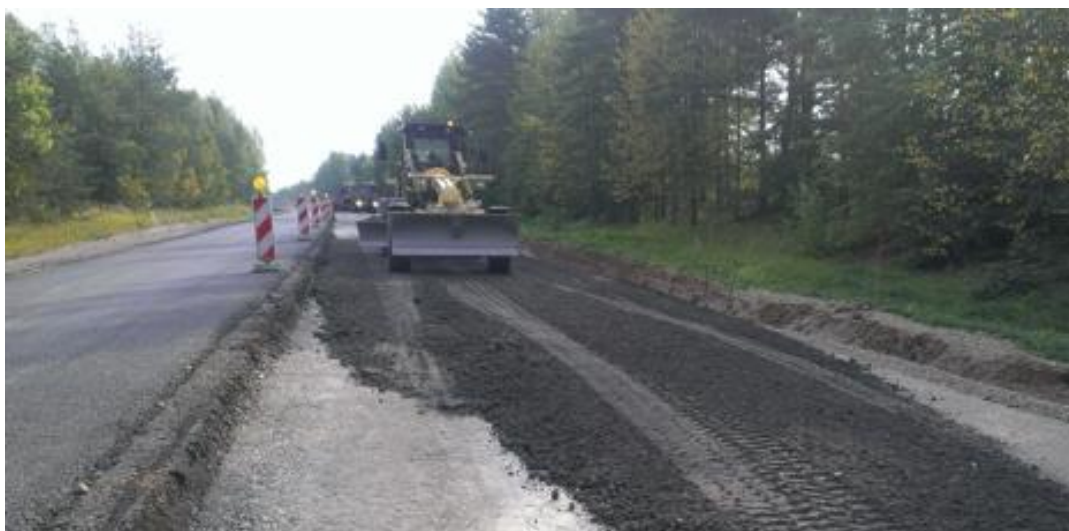
6.4 Būvobjektu a/c A12 Jēkabpils – Rēzekne – Ludza – Krievijas robeža (Terehova) 72,78-83,00 km un 83,00-96,60 km apsekojums

6.4.1 Būvobjekta vizuāla inspekcija

Būvobjektu a/c A12 Jēkabpils – Rēzekne – Ludza – Krievijas robeža (Terehova) 72,78-83,00 km un 83,00-96,60 km apsekojums veikts 2014. gada 9. septembrī.

Abiem objektiem tiek sagatavots viens un tas pats reciklētais maisījums rūpnīcā, kura atrodas būvobjektu tuvumā karjerā "Pērtnieki". Maisījuma sagatavošanai tiek izmantots būvobjektā no esošās segas nofrēzētais asfalts un jaunu šķembu maisījums 0/45. Maisījumam pievienojamā cementa daudzums ir 2%. Maisīšanas procesā rūpnīcā tiek pievienots arī nepieciešamais ūdens daudzums.

No rūpnīcas sagatavotais maisījums uz būvobjektiem tiek transportēts ar autotransportu. Maisījuma ieklāšanas process organizēts divos tvērienos: pirmajā – reciklētais maisījums tiek izlīdzināts ar autogreideri un sablīvēts ar divvalču veltni – kārtas biezums 10 cm; otrajā – reciklētais maisījums tiek ieklāts ar ieklājēju un sablīvēts ar kombinēto veltni – kārtas biezums 10 cm.



6-12 attēls. Apakšējās kārtas ieklāšana ar autogreideri



6-13 attēls. *Apakšējās kārtas sablīvēšana*



6-14 attēls. *Augšējās kārtas ieklāšana ar ieklājēju*



6-15 attēls. *Augšējās kārtas sablīvēšana*

6.4.2 Reciklētā maisījuma no objekta testēšana

6.4.3 Reciklēto sastāvu izstrāde būvobjektam laboratorijā

Būvobjektos a/c A12 72,780-83,00 km un 83,00-96,60 km tiek lietots šāds reciklēšanas sastāvs (maisījums tiek sagatavots rūpnīcā karjerā "Pērtņieki"):

- frēzēts asfalts 50% + šķembu maisījums 0/45 50% + cements 2%.

Reciklētie sastāvi ar frēzētu asfaltu un šķembu maisījumu 0/45 sastādīti tādi paši kā lietotais būvobjektos, izmantojot šādus materiālus:

- frēzēts asfalts no karjera "Pērtņieki" krautnes - 50%;
- šķembu maisījums no karjera "Pērtņieki" krautnes – 50%.

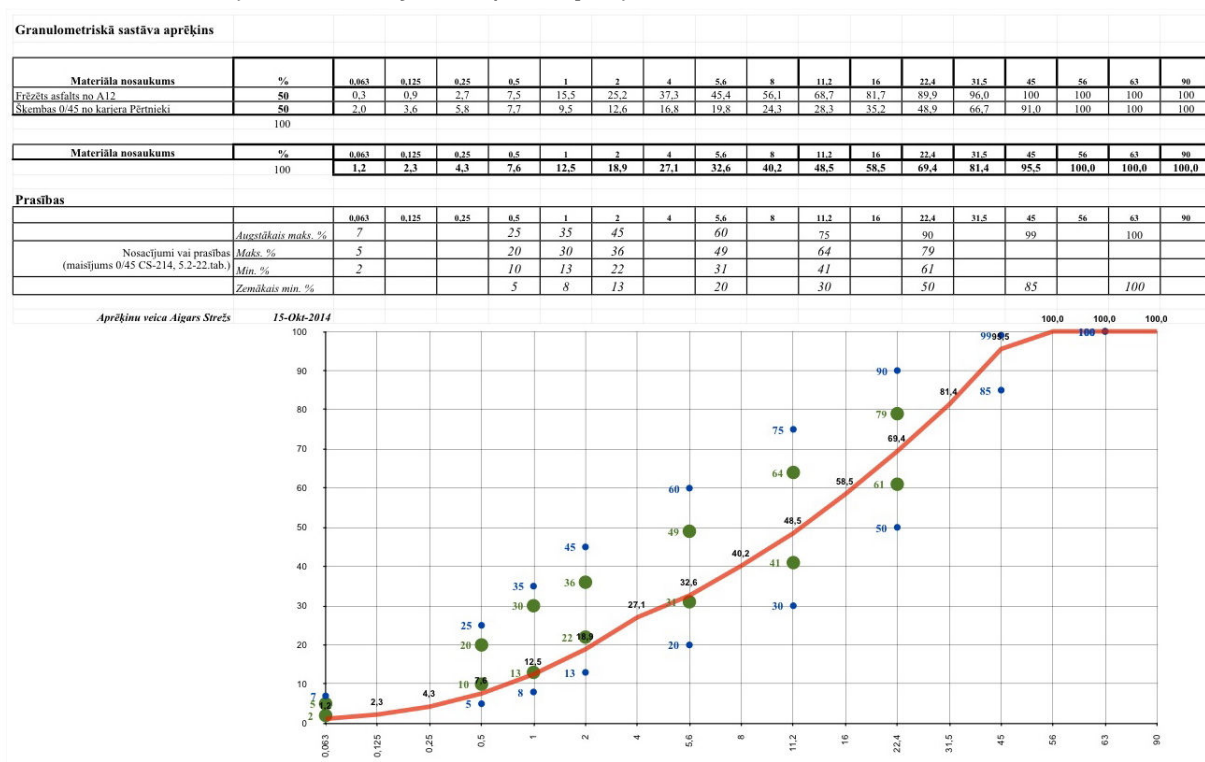
Frēzēta asfalta un šķembu maisījuma 0/45 no karjera "Pērtņieki" krautnes testēšanas rezultātus skatīt šīs atskaites 3.5. un 3.6. punktā.

Būvobjekta reciklēšanas sastāva granulometriskā sastāva prasību robežas atbilst Ceļu specifikācijas 2014, tab.5.2-22, t.i., maisījums 0/45.

Kā saistviela izmantots cements CEM 42,5N:

- 2%;
- 3%;
- 4%.

6-18 tabula. Granulometriskais sastāvs (LVS EN 933-1) – reciklētais sastāvs ar frēzētu asfaltu un šķembu maisījumu 0/45, aprēķins



Objektam a/c A12 72,78-83,0 km rūpnīcā sagatavota reciklētā maisījuma 04.09.2014. paņemta parauga (piegādāts un sagatavots testēšanai laboratorijā 05.09.2014.) īpašības:

6-19 tabula. Sagatavota reciklētā maisījuma īpašības (SIA "Ceļu eksperts" 13.10.2014. Testēšanas pārskats Nr.2692/14)

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts
Tūlītējais nestspējas indekss maisījumam	LVS EN 13286-47	18

6-20 tabula. Reciklētā maisījuma īpašības pēc sagatavoto paraugu kondicionēšanas (SIA "Ceļu eksperts" 13.10.2014. Testēšanas pārskats Nr.2692/14)

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	1,886
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	7,3
Spiedes stiprība pēc 7 dienu (7 dienas 90-100% mitrumā) cietēšanas	LVS EN 13286-41	0,34
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	1,883
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	7,3
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas	LVS EN 13286-41	0,64
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	1,898
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	7,3
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas + 10 salizturības cikli	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	0,30 (1 parauga rezultāts, 2 paraugi sagruva)
Salizturības pārbaudes rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas un 10 salizturības cikliem: - masas zudumi, g - masas zudumi, kg/m ² - parauga stāvoklis, vizuāls novērtējums (0; 1; 2; 3)	LVS CEN/TS 12390-9	(no 3 paraugiem 2 pilnībā sagruva) 103,7 13,20 3

Sagatavota reciklētā maisījuma 0/45 no 50% frēzēta asfalta un 50% šķembu maisījuma īpašības:

6-21 tabula. Sagatavota reciklētā maisījuma 0/45 no 50% frēzēta asfalta un 50% šķembu maisījuma īpašības (SIA "Ceļu eksperts" 02.02.2015. Testēšanas pārskats Nr.123/15)

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts		
		ar 2% cem.	ar 3% cem.	ar 4% cem.
Proktora tilpumsvars, Mg/m ³	LVS EN 13286-2	---	2,040	---
Optimālais mitrums, %	LVS EN 13286-3	---	5,0	---
Tūlītējais nestspējas indekss maisījumam	LVS EN 13286-47	23	26	29

6-22 tabula. Reciklētā maisījuma 0/45 no no 50% frēzēta asfalta un 50% frakcionētām šķembām īpašības pēc sagatavoto paraugu kondicionēšanas (SIA "Ceļu eksperts" 13.11.2014. Testēšanas pārskats Nr.3063/14; 24.11.2015. Testēšanas pārskats Nr.2901/15)

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts		
		ar 2% cem.	ar 3% cem.	ar 4% cem.
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	2,027	2,036	2,027
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	4,9	5,0	5,0
Spiedes stiprība pēc 7 dienu (6 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas, MPa	LVS EN 13286-41	1,08	1,63	2,07
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	---	2,073	---
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---	4,7	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas, MPa	LVS EN 13286-41	---	2,87	--
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	---	2,108	---
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---	4,7	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (14 dienas 90-100% mitrumā, 14 dienas ūdenī) cietēšanas, MPa	LVS EN 13286-41	---	2,68	---
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	---	2,073	---
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---	4,7	---
Salizturības pārbaudes rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas un 5 salizturības cikliem: - masas zudumi, g - masas zudumi, kg/m ² - parauga stāvoklis, vizuāls novērtējums (0; 1; 2; 3)	LVS CEN/TS 12390-9	---	2,15 0,12 0	---
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas + 5 salizturības cikli, MPa	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	---	2,70	---
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	2,063	2,074	2,089
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	4,7	4,7	4,7
Salizturības pārbaudes rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas un 10 salizturības cikliem: - masas zudumi, g - masas zudumi, kg/m ² - parauga stāvoklis, vizuāls novērtējums (0; 1; 2; 3)	LVS CEN/TS 12390-9	11,3 0,64 0-1	5,45 0,32 0	3,85 0,22 0
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas + 10 salizturības cikli	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	2,24	2,57	3,56
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	---	2,137	---
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	---	4,7	---
Salizturības pārbaudes rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas un 15 salizturības cikliem: - masas zudumi, g - masas zudumi, kg/m ² - parauga stāvoklis, vizuāls novērtējums (0; 1; 2; 3)	LVS CEN/TS 12390-9	---	15,6 0,88 0-1	---

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts		
		ar 2% cem.	ar 3% cem.	ar 4% cem.
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas + 15 salizturības cikli, MPa	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9		2,40	
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas + 50 salizturības cikli	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	---	2,03	---
Tūlītējais nestspējas indekss pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas (+ 10 salizturības cikli)	LVS EN 13286-47 LVS CEN/TS 12390-9	---	164	---
Elastības modulis pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas, MPa - bc Lucane Sarl laboratorija - CE + LVC laboratorijas	LVS EN 13286-43 LVS CEN/TS 12390-9	---	2734	---
		---	5245	---
Elastības modulis pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas (+ 10 salizturības cikli), MPa	VSN 46-83	---	388	---

6.4.4 Testēšanas rezultātu analīze

Tika testēti no būvobjekta ņemti paraugi, kā arī sagatavoti un testēti paraugi laboratorijā.

Tūlītējais nestspējas indekss paraugam, kurš ņemts no ceļa, ir mazāks nekā paraugam, kurš sagatavots laboratorijā. Pie lielāka cementa daudzuma Tūlītējais nestspējas indekss ir lielāks.

Salīdzinot spiedes stiprības rezultātus (paraugi no ceļa) pēc 7 dienu cietēšanas un 28 dienu cietēšanas, var konstatēt, ka salīdzinoši labākus spiedes stiprības rādītājus uzrāda paraugi pēc 28 dienu cietēšanas 0,64 MPa, t.i., par 1,9x vairāk nekā pēc 7 dienu cietēšanas (0,34 MPa). Pēc 28 dienu cietēšanas un 10 salizturības cikliem paraugu spiedes stiprība samazinās – 0,30 MPa (masas zudumi 13,2 kg/m²).

Salīdzinot spiedes stiprības rezultātus (laboratorijas paraugi) ar 2%, 3% un 4% cementu pēc 7 dienu cietēšanas, var konstatēt, ka salīdzinoši labākus spiedes stiprības rādītājus uzrāda paraugi ar 4% cementu. Pēc 7 dienu cietēšanas paraugu ar 4% cementu spiedes stiprība (2,07 Mpa) ir 1,3x augstāka par paraugu ar 3% cementu spiedes stiprību (1,63 Mpa) un 1,9x augstāka par paraugu ar 2% cementa spiedes stiprību (1,08 MPa).

No objekta ņemto paraugu spiedes stiprība pēc 7 dienu cietēšanas ir ievērojami zemāka par laboratorijā sagatavoto paraugu spiedes stiprību, bet šajā gadījumā iemesls šādai atšķirībai ir tas, ka no objekta ņemtie paraugi tika piegādāti laboratorijā un paraugi tika sagatavoti tikai nākamajā dienā, t.i., vismaz 24h pēc paraugu ņemšanas.

Spiedes stiprība ar 3% cementu pēc 10 salizturības cikliem samazinās par 12%. Spiedes stiprība ar 3% cementu pēc 10 salizturības cikliem, salīdzinot ar 2% cementu, ir par 15% augstāka, ar 4% cementu, salīdzinot ar 3% cementu, spiedes stiprība ir par 39% augstāka.

6.5 Būvobjekta a/c V57 Salaspils - Domeri 1,800-5,226 km apsekojums

6.5.1 Būvobjekta vizuāla inspekcija

Būvobjekta a/c V57 Salaspils - Domeri 1,800-5,226 km apsekojums veikts 2015. gada 16. oktobrī.

Būvobjektā tiek realizēta sekojoša reciklēšanas tehnoloģija:

- Reciklēšana, izmantojot frēzi (esošais asfaltbetons + esošais nesaistītais ceļa segas pamats, kopā 25cm biezumā);
- Profilēšana un blīvēšana;
- 0/45 šķembu ieklāšana, vidēji 8 cm biezumā;
- Profilēšana un blīvēšana;
- Cementa izbēršana – 3 masas %;
- Reciklēšana, izmantojot wirtgen 2500s recikleri, 25 cm biezumā;
- Profilēšana un blīvēšana.



6-16 attēls. Cementa izbēršana



6-17 attēls. Reciklēšana ar ūdens pievienošanu un pieblīvēšana



6-18 attēls. Šurfēšana un reciklētās kārtas biezuma uzmērīšana

6.5.2 Reciklētā maisījuma no objekta testēšana

No objekta a/c V57 1,800-5,226 km reciklētā maisījuma 16.10.2015. no 4,7. km paņemta parauga (piegādāts un sagatavots testēšanai laboratorijā 16.10.2015.) īpašības:

6-23 tabula. Sagatavota reciklētā maisījuma īpašības (SIA "Ceļu eksperts" 19.11.2015. Testēšanas pārskats Nr.2855/15)

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts
Tūlītējais nestspējas indekss maisījumam	LVS EN 13286-47	51

6-24 tabula. Reciklētā maisījuma īpašības pēc sagatavoto paraugu kondicionēšanas (SIA "Ceļu eksperts" 19.11.2015. Testēšanas pārskats Nr.2855/15)

Testētā īpašība, mērvienība	Metode	Rezultāts
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	2,045
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	9,2
Spiedes stiprība pēc 7 dienu (7 dienas 90-100% mitrumā) cietēšanas	LVS EN 13286-41	2,01
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	2,049
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	9,2
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas	LVS EN 13286-41	2,55
Parauga sausais tilpumblīvums, Mg/m ³	LVS EN 13286-50	2,035
Ūdens saturs, %	LVS EN 1097-5	9,2
Spiedes stiprība pēc 28 dienu (27 dienas 90-100% mitrumā, 1 diena ūdenī) cietēšanas + 10 salizturības cikli	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	1,93
Salizturības pārbaudes rezultāti pēc 28 dienu cietēšanas un 10 salizturības cikliem: - masas zudumi, g - masas zudumi, kg/m ² - parauga stāvoklis, vizuāls novērtējums (0; 1; 2; 3)	LVS CEN/TS 12390-9	5,05 0,64 0

6.5.3 Testēšanas rezultātu analīze

Testētais paraugs no objekta uzrāda pietiekamu spiedes stiprību pēc 10 salizturības cikliem izmantošanai ceļos ar $AADT_{j,smagie} \leq 500$, saskaņā ar *Ceļu specifikācijām 2015.*

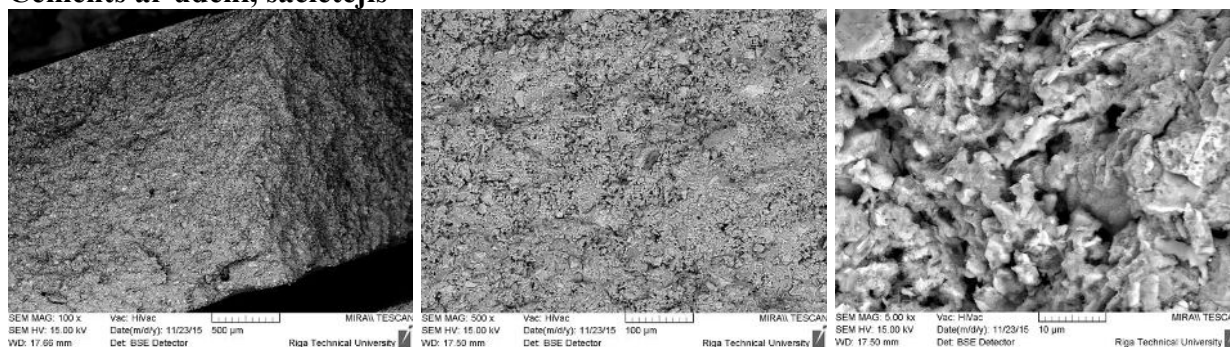
7 Mikroskopa analīzes

Mikroskopa analīzes veiktas reciklētajiem paraugiem, lai veiktu novērojumus par saistvielu darbības salīdzinošo ietekmi uz reciklēto sastāvu struktūru. Veikta arī ar ūdeni samaisītu un sacietējušu tīru saistvielu mikroskopa analīzes. Izmantots skenējošais elektronu mikroskops Tescan Mira/LMU.

Atkarībā no izvēlētās raksturošanas vietas (virsmas vai lūzuma virsmas), veikta parauga iepriekšēja sagatavošana. Visi paraugi nostiprināti uz standarta SEM pamatnēm ar elektrovadošas oglekļa līmītes un sudraba līmes palīdzību. Pirms morfoloģijas raksturošanas ar SEM, uz paraugu virsmas ar uzputināšanas metodi uzness ≈ 20 nm biezs zelta slānītis.

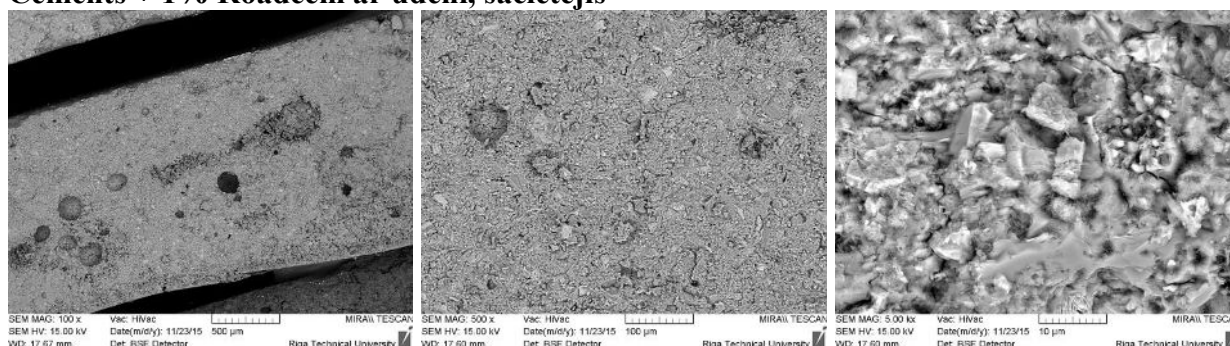
Katram paraugam uzņemti vismaz viens virsmu vai lūzumu virsmu raksturojošs digitāls attēls, trīs dažādos palielinājumos: 100x; 500x un 5000x. Atsevišķos gadījumos lietoti vairāk palielinājumi. Paraugu virsmas un lūzumu virsmas morfoloģija raksturota pie elektronu paātrināšanas sprieguma 15 kV. Atkarībā no parauga virsmas īpatnībām, morfoloģijas attēlu iegūšanai izmantots sekundāro elektronu vai atpakaļ atstaroto elektronu detektors.

Cements ar ūdeni, sacietējis

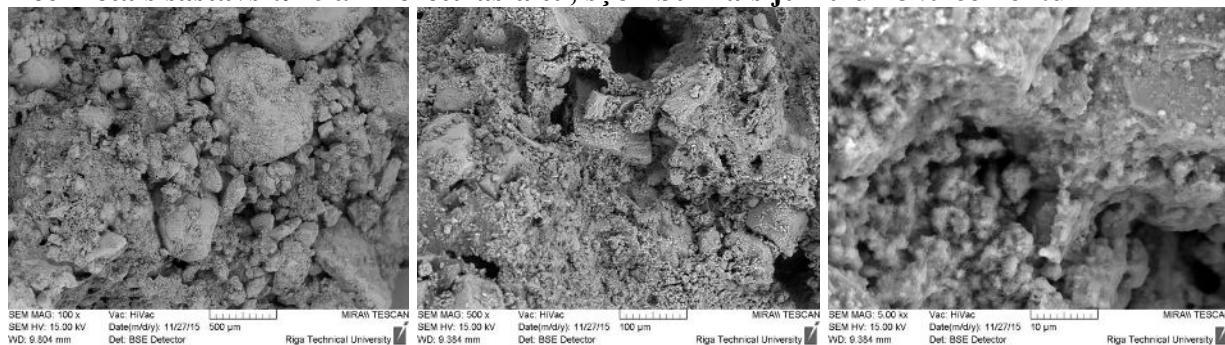


Cementa paraugs sastāv no neregulāras formas daļiņām, kuru izmērs pārsniedz $100 \mu\text{m}$ un neregulāras formas veidojumiem ar izmēru $< 50 \mu\text{m}$, kuri izvietojušies starp lielākajām daļiņām. Starp daļiņām izvietojušās poras.

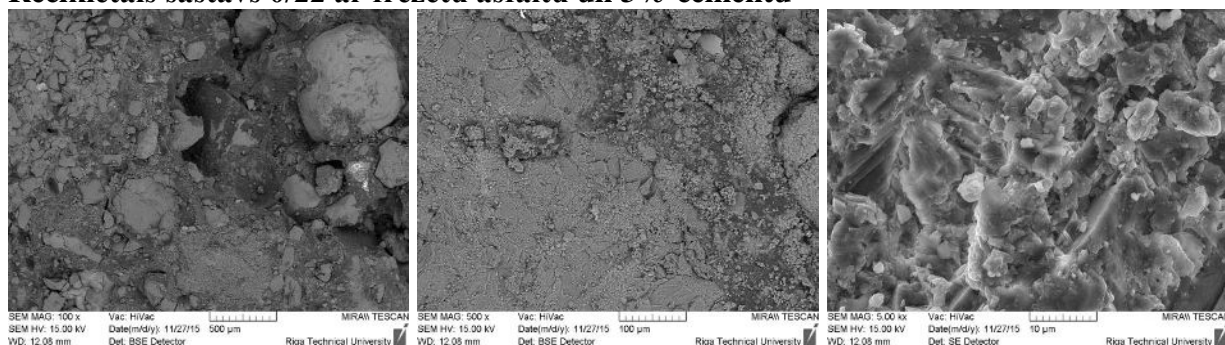
Cements + 1% Roadcem ar ūdeni, sacietējis



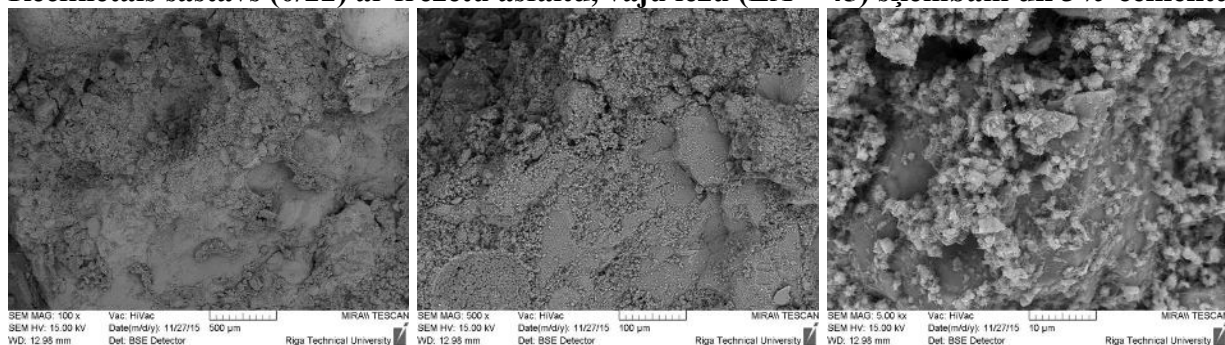
Cementa + 1% Roadcem paraugs sastāv galvenokārt no neregulāras formas "veidojumiem". Atsevišķos parauga lūzuma virsmas reģionos novērojamas plaisas un poras.

Reciklētais sastāvs 0/16 ar frēzētu asfaltu, šķembu maisījumu un 3% cementu

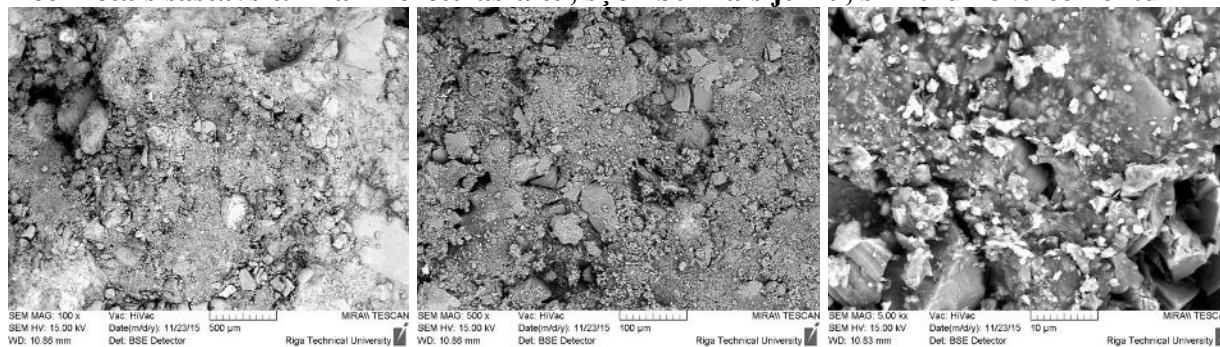
Reciklētais sastāvs 0/16 ar frēzētu asfaltu, šķembu maisījumu un 3% cementu paraugs sastāv no neregulāras formas lielām daļiņām plašā izmēru diapazonā, 200 μm – 1 mm robežās. Lielās daļiņas ir aplīpuši ar sīkām daļiņām ($< 5 \mu\text{m}$), tās vietām atrodas arī starp lielajām daļiņām un, iespējams, notur kopā. Starp kompozītu veidojošajiem materiāliem novērojama izteikta porainība un plaisas.

Reciklētais sastāvs 0/22 ar frēzētu asfaltu un 3% cementu

Reciklētais sastāvs 0/22 ar frēzētu asfaltu un 3% cementu paraugs sastāv no neregulāras formas "veidojumiem" un dažādas uzbūves daļiņām plašā izmēru diapazonā. Kopumā parauga struktūra ir blīva un viendabīga. Atsevišķos reģionos starp kompozītu veidojošajiem materiāliem novērojamas poras un plaisas.

Reciklētais sastāvs (0/22) ar frēzētu asfaltu, vāju iežu ($LA > 45$) šķembām un 3% cementu

Reciklētais sastāvs (0/22) ar frēzētu asfaltu, vāju iežu ($LA > 45$) šķembām un 3% cementu paraugam raksturīga relatīvi blīva mikrostruktūra. Tas sastāv no lielām, neregulāras formas daļiņām ar izmēru virs 1 mm un salīdzinoši mazām, neregulāras formas daļiņām ar izmēru zem 10 μm , kuras izvietojušās starp un uz lielajām daļiņām. Vēl redzami smalki adatveida kristāli, garums $< 5 \mu\text{m}$ un biezums $< 0.2 \mu\text{m}$ (skat. att. ar palielinājumu 5kx). Smalkās daļiņas un kristāli daļēji pārklāj lielo daļiņu virsmu un aizpilda telpu starp tām. Starp daļiņām novērojamas poras un tukšumi.

Reciklētais sastāvs 0/22 ar frēzētu asfaltu, šķembu maisījumu, smilti un 3% cementu

Reciklētā sastāva 0/22 ar frēzētu asfaltu, šķembu maisījumu, smilti un 3% cementu paraugs sastāv no neregulāras formas "veidojumiem" un dažādas uzbūves daļiņām plašā izmēru diapazonā, galvenokārt, no 1 līdz 500 μm . Starp kompozītu veidojošajiem materiāliem novērojama izteikta porainība un plaisas.

8 Elastības moduļu aprēķini un testēšana būvobjektos

8.1 Elastības moduļu testēšana a/c A8 60,00-76,14 km

8.1.1 Šurfēšana, ģeoloģiskie urbumi, biezumu uzmērījumi

Būvobjektā a/c A8 Rīga - Jelgava - Lietuvas robeža (Meitene) 60,00-76,14 km tika veikti mērījumi ar krītošā svara defletometru (FWD). Trijās no vietām, kur tika veikti FWD mērījumi, tika veikta ceļa segas šurfēšana un ģeoloģiskais urbums, uzmērot uzbūvēto ceļa segas konstruktīvo kārtu un zemes klātnes grunšu biezumus līdz 1,5 m dziļumam. Mērījumu un šurfu vietas: 71,5 km – labā joslā, 71,9 km, 72,5 km (SIA "Ceļu eksperts" 23.10.2015. Ceļu konstrukciju mērīšanas protokols Nr.2541/15).



8-1 attēls. Ģeoloģiskā urbuma izpilde



8-2 attēls. Ģeoloģiskā urbuma izpilde



8-3 attēls. Ceļa segas konstruktīvo kārtu un zemes klātnes grunts kārtu biezumu uzmērīšana

Reciklētās kārtas biezums, izurbto paraugu laboratorijā testētā spiedes stiprība un elastības modulis ir sekojoši:

8-1 tabula. Reciklētās kārtas izurbto paraugu biezums, spiedes stiprība un elastības modulis

Vieta	Reciklētās kārtas biezums, cm	Spiedes stiprība, MPa	Elastības modulis, MPa	Piezīmes
A8 71,5 km	23	3,57	613	vidējā rezultāta aprēķinā nav iekļauts
A8 71,9 km - 1	33	4,82	2380	
A8 71,9 km - 2		3,95	2396	
A8 72,5 km	18	2,47	1656	
Vidēji:		3,75	2144	

8.1.2 Secinājumi

Nākamajā gadā pēc reciklētās kārtas uzbūvēšanas (ar 2% cementu) izurbto paraugu spiedes stiprība (3,75 MPa) ir augstāka par no ceļa paņemtā reciklētā maisījuma testēto spiedes stiprību pēc 10 salizturības cikliem (1,20 MPa).

8.2 Elastības moduļu testēšana a/c A9 Rīga (Skulte) – Liepāja 39,135-60,150 km

8.2.1 Šurfēšana, ģeoloģiskie urbumi, biezumu uzmērījumi

Būvobjektā a/c A9 Rīga (Skulte) – Liepāja 39,135-60,150 km tika veikti mērījumi ar krītošā svara defletometru (FWD). Trijās no vietām, kur tika veikti FWD mērījumi, tika veikta ceļa segas šurfēšana un ģeoloģiskais urbums, uzmērot uzbūvēto ceļa segas konstruktīvo kārtu un zemes klātnes grunšu biezumus līdz 1,5 m dziļumam. Mērījumu un šurfu vietas: 40,1 km – kreisajā joslā, 40,5 km – labajā joslā, 40,9 km – kreisajā joslā (SIA "Ceļu eksperts" 23.10.2015. Ceļu konstrukciju mērīšanas protokols Nr.2541/15).



8-4 attēls. Ģeoloģiskā urbuma izpilde



8-5 attēls. No urbuma iegūtais reciklētās kārtas un asfalta paraugs

Izmantojot iegūtos datus, tika veikti ceļa segas konstruktīvo kārtu elastības moduļu aprēķini, kā arī izurbtajiem reciklētās kārtas paraugiem laboratorijā tika testēta spiedes stiprība un elastības modulis saskaņā ar LVS EN 13286-43.

Reciklētās kārtas biezums, izurbto paraugu laboratorijā testētā spiedes stiprība un elastības modulis ir sekojoši:

8-2 tabula. Reciklētās kārtas izurbto paraugu biezums, spiedes stiprība un elastības modulis

Vieta	Reciklētās kārtas biezums, cm	Spiedes stiprība, MPa	Elastības modulis, MPa
A9 40,1 km - kreisā josla	18	5,23	1737
A9 40,5 km - labā josla	13	5,23	1886
A9 40,9 km - kreisā josla	13	4,08	1221
Vidēji:		4,54	1615

8.2.2 Aprēķins

Aprēķinu veica būvinženieris Ilmārs Gorda.

APRĒĶINS

Dotie lielumi:

Segas bituminēto kārtu kopējais biezums: h=14cm

Nestspējas kontrolpārbaudes ceļa raksturīgā posma A9 km 40,0 līdz km 41,0 kontrolpunktos tika veiktas 2015. gada 22. septembrī (*nekritiskajā periodā*):

Tabula P.1

Kontrolpunkts (Nr.) / Piesaiste (km)	Josla	Datums	Laiks	Slodze (Kpa)	Ieliece plātnes centrā D1 (μ)	Seguma temperatūra (°C)
1 (km 40,119)	KJ	22.09.2015	8:37:31	703	216,5	12,6
	KJ	22.09.2015	10:27:02	706	234,4	19,0
	KJ	22.09.2015	12:16:38	713	251,6	25,3
	KJ	22.09.2015	14:18:46	702	264,1	27,3
	KJ	22.09.2015	16:05:21	704	266,0	26,7
	KJ	22.09.2015	17:27:23	707	260,7	22,8
2 (km 40,520)	LJ	22.09.2015	8:29:31	710	259,3	13,1
	LJ	22.09.2015	10:22:22	703	273,8	17,2
	LJ	22.09.2015	12:07:49	699	282,2	25,0
	LJ	22.09.2015	14:13:15	710	298,2	26,7
	LJ	22.09.2015	15:40:19	704	317,9	26,8
	LJ	22.09.2015	17:22:32	705	297,8	23,5
3 (km 40,920)	KJ	22.09.2015	8:34:33	720	233,9	12,8
	KJ	22.09.2015	10:24:59	708	242,0	18,5
	KJ	22.09.2015	12:14:15	701	253,2	24,4
	KJ	22.09.2015	14:16:43	707	271,7	26,9
	KJ	22.09.2015	15:54:00	707	277,2	26,3
	KJ	22.09.2015	17:25:01	706	266,3	23,0

Posma nestspējas pārbaudes veiktas 2015. gada 22. septembrī laikā no *plkst. 15:33 – 16:06*:

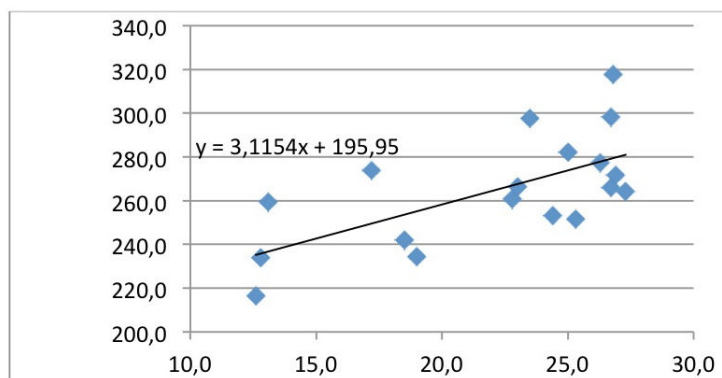
Tabula P.2

Ielieces Nr.	Josla	Datums	Laiks	Slodze (Kpa)	Ieliece plātnes centrā D1 (μ)	Seguma temperatūra (°C)
1.	LJ	22.09.2015	15:33:39	700	266,1	25,0
2.	LJ	22.09.2015	15:34:37	707	250,4	26,1
3.	LJ	22.09.2015	15:35:28	707	285,0	25,3
4.	LJ	22.09.2015	15:36:26	709	277,9	25,7
5.	LJ	22.09.2015	15:37:18	709	210,2	26,1
6.	LJ	22.09.2015	15:38:13	707	227,1	26,1
7.	LJ	22.09.2015	15:39:06	704	226,5	26,8
8.	LJ	22.09.2015	15:40:19	704	317,9	26,8
9.	LJ	22.09.2015	15:41:52	702	232,4	26,0
10.	LJ	22.09.2015	15:42:49	709	259,3	26,3
11.	LJ	22.09.2015	15:43:39	704	256,3	26,1
12.	LJ	22.09.2015	15:44:49	708	226,8	25,2
13.	LJ	22.09.2015	15:45:41	705	227,8	26,4
14.	LJ	22.09.2015	15:46:39	709	281,0	26,5
15.	LJ	22.09.2015	15:47:36	706	238,8	26,1
16.	KJ	22.09.2015	15:52:38	707	281,5	27,6
17.	KJ	22.09.2015	15:54:00	707	277,2	26,3

18.	KJ	22.09.2015	15:55:22	705	224,8	26,8
19.	KJ	22.09.2015	15:56:09	703	256,9	26,9
20.	KJ	22.09.2015	15:57:03	703	224,5	26,6
21.	KJ	22.09.2015	15:58:03	706	253,7	26,8
22.	KJ	22.09.2015	15:59:11	708	228,0	26,5
23.	KJ	22.09.2015	15:59:57	708	263,5	26,3
24.	KJ	22.09.2015	16:00:58	708	258,4	25,9
25.	KJ	22.09.2015	16:01:52	703	246,3	25,9
26.	KJ	22.09.2015	16:02:47	707	245,8	26,5
27.	KJ	22.09.2015	16:03:48	704	252,7	26,7
28.	KJ	22.09.2015	16:05:21	704	266,0	26,7
29.	KJ	22.09.2015	16:06:16	706	274,1	25,3
VIDĒJI:				706	253,0	26,3

Aprēķins:

Lai atbilstoši *f.3.2.1* noteiktu faktisko elastības moduli, jāapstrādā *tab. P.1* un *P.2* dotie dati un jānosaka aprēķina (ℓ_{apr}) un faktiskās (ℓ_F) ielieces. Atbilstoši metodikas *p.3.2.3*, tiek konstruēts grafiks *zīm. P.1*.



Zīm. P.1 Grafiks „seguma temperatūra – ieliece”

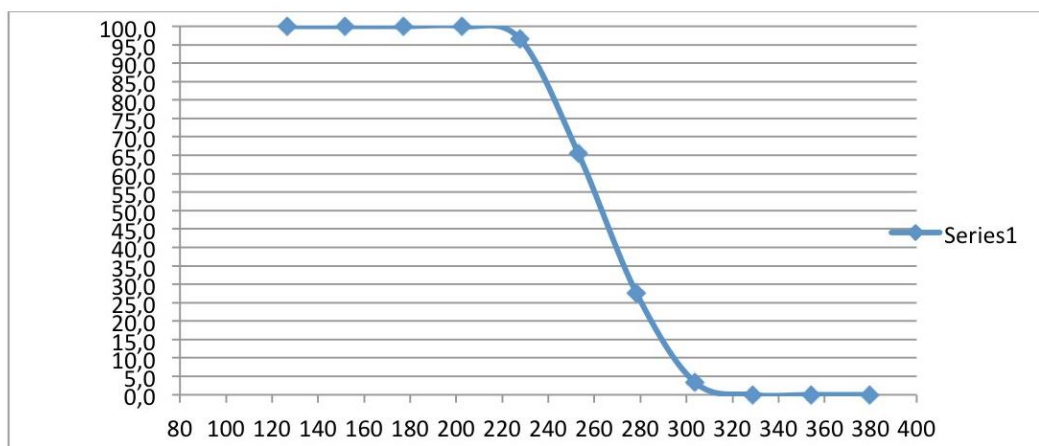
Saskaņā ar grafiku seguma aprēķina temperatūrai $t_{apr}^S = 20^{\circ}\text{C}$ atbilstošā aprēķina ieliece ir $\ell_{apr} = 258\mu$.

Segas raksturīgā posma faktisko ielieci (ℓ_F) nosaka atbilstoši metodikas *Pielikumam 3*. Kumulatīvā līkne faktiskās ielieces noteikšanai (*zīm.P.2*) konstruēta atbilstoši statistiski apstrādātajiem ielieču datiem *tab.P.3*.

Tabula P.3.

Parametri	Vērtības											
$\Delta\ell$, %	-50	-40	-30	-20	-10	$\bar{I}$	10	20	30	40	50	
Ieliece intervāla viduspunktā δ , μ	126,5	151,8	177,1	202,4	227,7	253,0	278,3	303,6	328,9	354,2	379,5	
Ielieču intervāla robežas, μ	-	139,2 164,5	164,5 189,8	189,8 215,1	215,1 240,4	241,5 265,7	265,7 291,0	291,0 341,6	341,6 366,9	366,9	-	
Ielieču izkārtojums pa intervāliem				210,2	227,1 226,5 232,4 226,8 227,8 238,8 224,8 224,5 228,0	266,1 250,4 259,3 256,3 256,9 253,7 263,5 258,4 246,3 245,8 252,7	285,0 277,9 281,0 281,5 277,2 266,0 274,1	317,9				
Ielieču skaits intervālā	-	-	-	1	9	11	7	1	-	-	-	
Ielieču biežums, %	-	-	-	3,5	31,0	37,9	24,1	3,5	-	-	-	
Ielieču biežuma progresija λ , %	100	100	100	100	96,5	65,5	27,6	3,5	0,0	0,0	0,0	

Saskaņā ar zīm.P.2, ceļa kategorijai atbilstošo drošības koeficientu (K_{dr}) (skatīt metodikā tab. 1.1 un 4.1) un pieļaujamo bojājuma pakāpi $r_{piel.} = 0,05$ (5,0%), raksturīgā ceļa posma faktiskā ieliece $\ell_F = 302\mu$



Zīm. P.2 Kumulatīvā līkne faktiskās ielieces noteikšanai

Faktisko elastības moduli nosaka pēc metodikas f.3.2.1:

$$E_F = 207 \cdot Q / \ell_{apr} \cdot \ell_F / \ell_{apr} = 207 \cdot (706 / 258) \cdot (302 / 258) = \mathbf{663 \text{ MPa}}$$

Reducētais seguma elastības modulis atbilstoši f.P.4.1 un II seguma tipam:

$$E_{red} = C \times (E_F / K_H)^e \times T^f \times M_i \times H_j = 18,484 \times (663/1,56)^{0,414} \times 26,3^{0,052} \times 0,974 \times 1,077 = \mathbf{281,6 \text{ MPa}}$$

Atbilstoši 2010. gadā izstrādātā projekta datiem, segas bituminēto kārtu materiāliem tiek noteiktas elastības moduļu vērtības pie temperatūras 10⁰C, turklāt, saskaņā ar „NCSPM” pielikumos dotām materiālu elastības moduļu vērtībām pie dažādām temperatūrām, interpolācijas ceļā var noteikt bituminēto materiālu elastības moduļu vērtības pie reālajām to temperatūrām (skatīt tab. P.4) un veikt E_F moduļa vērtības pārbaudi pēc metodikas p.3.2 kritērijiem.

Tabula P.4

Slāņa nr.	Segas pamata nesošās un bituminētās kārtas	Slāņa biezums (cm)	Materiāla elastības modulis E pie $t^0=10^0C$	Materiāla reālā temperatūra (t^0C) ielieču mērīšanas brīdī	Materiāla elastības modulis E pie reālās t^0C mērījumu brīdī
4	Reciklēta pamata nesošā kārtā ar cementu	20	Neietekmē nestspēju		
3	Seguma apakškārta no AC _{base} 22 PMB	6	2875	18 ⁰	1955
2	Seguma saistes kārtā no AC _{bin} 16 PMB	4,5	2875		1955
1	Seguma dilumkārtā no SMA 11 PMB	3,5	4508	26 ⁰	1490

Konstrukcijas ekvivalentā elastības moduļa aprēķins pie reālajām asfaltu temperatūrām redzams tabulā P.5 zemāk:

Tabula P.5

Slānis	E, (MPa)	h, (cm)	h/Dd	E1/E2	E _{ekv} /E1	E _{ekv} (MPa)
4	157	- segas reciklētās pamata nesošās kārtas ekvivalents elastības modulis pēc projekta				
3	1955	6	0,1622	0,0803	0,100	195,500
2	1955	4,5	0,1216	0,1000	0,115	224,825
1	1490	3,5	0,0946	0,1509	0,162	241,380

$$E_{ekv} \text{ pie reālām } t = 241,38 \text{ MPa}$$

Konstrukcijas ekvivalentā elastības moduļa aprēķins pie asfalta temperatūras $t = 10^0C$ redzams tabulā P.6 zemāk:

Tabula P.6

Slānis	E, (MPa)	h, (cm)	h/Dd	E1/E2	E _{ekv} /E1	E _{ekv} (MPa)
4	157	- segas reciklētās pamata nesošās kārtas ekvivalents elastības modulis pēc projekta				
3	2875	6	0,1622	0,0546	0,070	201,250
2	2875	4,5	0,1216	0,0700	0,081	232,875
1	4508	3,5	0,0946	0,0517	0,056	252,448

$$E_{ekv} \text{ pie } t=10 = 252,45 \text{ MPa}$$

Zinot konstrukcijas ekvivalento elastības modulius $E_{ekv} \text{ pie } t=10C$ un $E_{ekv} \text{ pie reālām } t$, pēc metodikas sakarībām f.3.2.1 un f.3.2.4 iespējams pārbaudīt aprēķināto faktisko elastības moduli:

$$E_F = 207 \cdot (Q / \ell_{apr}) \cdot (E_{ekv \text{ pie } t=10} / E_{ekv}) = 207 \cdot (706 / 258) \cdot (247 / 225) = 624 \text{ MPa} \approx 663 \text{ MPa}$$

Noteiktais reducētais elastības modulis uz ceļa segas ir lielāks par teorētiski aprēķināto ekvivalento elastības moduli, kā rezultātā var secināt, ka izbūvētās segas stiprības rezerve ir 11%.

$$E_{red} = 281,6 \text{ MPa} > E_{ekv} = 252,45 \text{ MPa}$$

Turklāt, zinot reducēto moduli uz segas virskārtas, teorētiski ir iespējams noteikt reālo nestspēju uz segas pamata reciklētās kārtas. Pēc projekta datiem - $E_{ekv \text{ recikl.}} = 157 \text{ MPa}$. Tabulā P.7 redzams, ka a/c A9 raksturīgā posma nestspēja uz segas pamata reciklētās kārtas ir ne mazāka par 190 MPa.

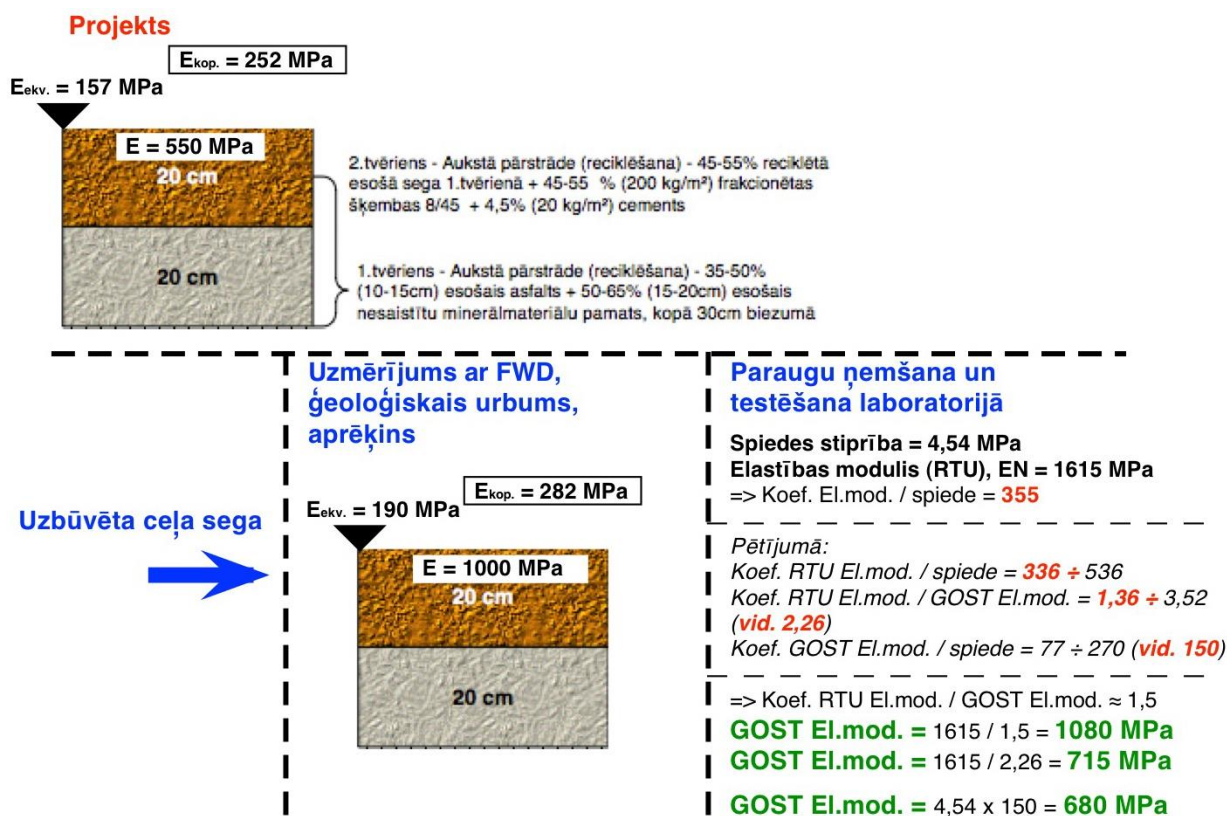
Tabula P.7

Slānis	E, (MPa)	h, (cm)	h/Dd	E1/E2	E _{ekv} /E1	E _{ekv} (MPa)
4	Reālais segas reciklētās pamata nesošās kārtas ekvivalents elastības modulis - $E_{ekv \text{ recikl.}}$					190,00
3	1955	6	0,1622	0,0972	0,1200	234,600
2	1955	4,5	0,1216	0,1200	0,1360	265,880
1	1490	3,5	0,0946	0,1784	0,1890	281,610

$$E_{red} = 281,6 \text{ MPa} = E_{ekv} = 281,6$$

8.2.3 Secinājumi

Konstatēts, ka uzmērītie reciklētās kārtas biezumi ir ievērojami atšķirīgi no projektētā. Šajā posmā ar cementu samaisītam maisījumam bija jābūt 20 cm, taču dabā šurfos uzmērīti 13cm, 13cm un 18cm. Tomēr uz nestspēju šī atšķirība lielu ietekmi neatstāj. Ielieces uz segas virsmas nav krasi atšķirīgas, kā to varēja novērot, piemēram, cita pētījuma ietvaros, veicot mērījumus uz Rīgas apvedceļa 2014. gadā, kur atšķirības mērījumu rezultātiem bija pat 2 reizes 150 m posmā. Jebkurā gadījumā temperatūras izmaiņas reciklētās kārtas nestspēju neietekmē, jo tas nav bituminēts maisījums, kura nestspēja ir atšķirīga atkarībā no temperatūru izmaiņām. Atbilstoši būvprojekta segas aprēķinam E_{ekv} uz reciklētās kārtas ir 157 MPa. Saskaņā ar FWD mērījumiem aprēķinātais elastības modulis uz reciklētās kārtas ir 190 MPa. Variējot ar asfalta temperatūrām un ieliecēm, ir aprēķināts kopējais ceļa segas ekvivalentais elastības modulis. Aprēķinā materiālu elastības moduļu vērtības ir izvēlētas atšķirīgas no būvprojekta aprēķinā lietotajām 2010. gadā, jo šobrīd ir izstrādāta jauna ceļa segas aprēķina metodikas redakcija, kurā norādītie materiālu elastības moduļi ir lietoti šajā aprēķinā. Aprēķinātais faktiskais reducētais elastības modulis ir 281,6 MPa, kas ir lielāks par teorētiski aprēķināto ekvivalento elastības moduli – 252,45 MPa, kas ļauj secināt, ka ceļa segas stiprības rezerve ir apmēram 11 %.



8-6 attēls.

A/c A9 km 39,135-60,150 ceļa segas elastības moduļu aprēķinu un uzmērījumu kopsavilkums

8.3 Elastības moduļu testēšana a/c A9 Rīga (Skulte) – Liepāja 163,28-185,80 km

8.3.1 Šurfēšana, biezumu uzmērījumi

Būvobjektā a/c A9 Rīga (Skulte) – Liepāja 163,28-185,80 km tika veikti urbumi no ceļa segas reciklētās kārtas, uzmērot izurbto kārtu biezumus. Mērījumu un urbumu vietas: 167,1 km – kreisajā joslā, 166,8 km – labajā joslā. (SIA "Ceļu eksperts" 23.10.2015. Ceļu konstrukciju mērīšanas protokols Nr.2541/15).



8-7 attēls. Izurbtais asfalta un reciklētās kārtas paraugs 167,1 km



8-8 attēls. Izurbtais asfalta un reciklētās kārtas paraugs 166,8 km

Paraugu izurbšana no reciklētās kārtas nav iespējama, jo paraugi, dziļāk urbnot, sabrūk, līdz ar to arī nav iespējams notestēt paraugu spiedes stiprību un elastības moduli, kā arī nav iespējams izmērīt reciklētās kārtas biezumu. Tika uzmērīts, urbnot vēl pilnīgi nesagruvušā reciklētās kārtas, parauga iegūtais augšējās daļas biezums.

8-3 tabula. Reciklētās kārtas izurbto paraugu biezums

Vieta	Reciklētās kārtas biezums, cm	Piezīmes
A9 167,1 km - kreisā josla	> 6	Reciklētais maisījums dziļāk urbnot pilnībā sabrūk
A9 166,8 km labā josla	> 9	

8.3.2 Secinājumi

Būvobjektā reciklētais maisījums tika sagatavots, safrēzēto esošo asfaltu samaisot ar ļoti rupjām fracionētām šķembām un pievienojot 2% cementu. Kā redzams no veiktajiem urbumiem, tad rezultātā ir iegūta ļoti vāji saistīta reciklētā kārta, kas nav sasniegusi pietiekamu stiprību, lai to varētu uzskatīt par ar cementu saistītu kārtu.

Neveiksmīgi ir izvēlēts no jauna pievienojamais materiāls - rupjas fracionētas šķembas. Labāka izvēle būtu šķembru maisījums, kā arī acīmredzami nepietiekams ir pievienotais cementa daudzums - tikai 2 %, kas ir vērtējams kā nepietiekams arī labas struktūras materiālu maisījumiem, bet tik ļoti atvērtas struktūras maisījumam kā safrēzētajam asfaltam ar rupjām fracionētām šķembām, šāds niecīgs cementa daudzums ir absolūti nepietiekams.

8.4 Elastības moduļu testēšana a/c A12 Jēkabpils – Rēzekne – Ludza – Krievijas robeža (Terehova) 72,78-83,00 km un 83,00-96,60 km

8.4.1 Šurfēšana, biezumu uzmērījumi

Būvobjektā a/c A12 Jēkabpils – Rēzekne – Ludza – Krievijas robeža (Terehova) 72,78-83,00 km un 83,00-96,60 km tika veikti urbumi no ceļa segas reciklētās kārtas, uzmērot izurbto kārtu biezumus. Mērījumu un urbumu vietas: 93,4 km – labajā joslā, 93,7 – kreisajā joslā. (SIA "Ceļu eksperts" 23.10.2015. Ceļu konstrukciju mērīšanas protokols Nr.2541/15).



8-9 attēls. Izurbtais asfalta un reciklētās kārtas paraugs 93,4 km



8-10 attēls. Izurbtais asfalta un reciklētās kārtas paraugs 93,7 km

Reciklētās kārtas biezums, izurbto paraugu laboratorijā testētā spiedes stiprība un elastības modulis ir sekojoši:

8-4 tabula. Reciklētās kārtas izurbto paraugu biezumi, spiedes stiprība un elastības modulis

Vieta	Reciklētās kārtas biezums, cm	Spiedes stiprība, MPa	Elastības modulis, MPa	Piezīmes
A12 93,4 km - labā josla - 1	> 12	4,02	722	Reciklētais paraugs urbjot nolūza
A12 93,4 km - labā josla - 2		3,74	794	
A12 93,7 km - kreisā josla	15	3,03	743	
Vidēji:		3,60	753	

8.4.2 Secinājumi

Kā redzams, tad, izurbjot paraugus nākamajā gadā, ir konstatēta paraugu spiedes stiprība, kas ir atbilstoša slodzei $AADT_{j,smagie} < 500$, kā arī iegūtie testēšanas rezultāti ir vienmērīgi un viendabīgi.

9 Secinājumi un turpmākie iespējamie pētījumu virzieni

Pētījuma "Segas pamatu pastiprināšana ar hidrauliskajām saistvielām, izmantojot pārstrādātus materiālus" ietvaros gūtas svarīgas atziņas un pieredze segas pamatu pastiprināšanā ar hidrauliskajām saistvielām procesu izpratnē un definēšanā. Pētījuma ietvaros izstrādāti ieteikumi "Ceļu specifikāciju" pilnveidošanai, kā arī izstrādāta rokasgrāmata "Ceļa segas pamatu pastiprināšana ar cementu".

Autoceļu rekonstrukcijas rezultātā ļoti svarīgi ir pēc iespējas atkārtoti izmantot esošās ceļa konstrukcijas materiālus jaunas ceļa segas būvniecībā. Hidraulisko saistvielu lietošana ceļa segas pamata kārtu pastiprināšanā ir lielisks risinājums. Tāpēc ir ļoti svarīgi jau autoceļa būvprojekta izstrādes stadijā pēc iespējas precīzāk identificēt esošos ceļa segas konstrukcijas materiālus un paredzēt adekvātu un pēc iespējas efektīvāku tālāko rīcību – esošo ceļa segas materiālu izmantošanu, pastiprināšanu ar cementu vai nomaiņu.

Pētījuma atziņas ļauj precīzāk apzināt iespējas ceļa segas materiālu atkārtotai izmantošanai jaunu vai rekonstruējamu ceļa segu būvniecībā, ko daudz plašāk var nodrošināt, pastiprinot šādus atgūtus materiālus ar saistvielām.

Pētījuma rezultāti ļauj veikt objektīvu esošo ceļa segas materiālu novērtēšanu, kā arī saprātīgi un paredzami realizēt ar cementu pastiprinātu sastāvu projektēšanu un būvdarbus, tādējādi saudzīgi un efektīvi izlietojot vides resursus un ievērojami samazinot būvdarbu rezultātā radīto kaitējumu videi, vienlaicīgi arī paaugstinot šādi uzbūvētu konstrukciju kalpotspēju un noturību ilgtermiņā.

Ieteicamie turpmākie saistošie pētījumi, kas ir nepieciešmi un ir saistīti ar cementu pastiprinātu ceļa segas pamatu iespēju izpēti varētu būt sekojoši:

- **Ar cementu saistītu segas kārtu faktisko elastības moduļu mērījumi un aprēķini uzbūvētos autoceļu posmos**

Iepriekšējos gados uzbūvētajos autoceļu posmos, kur veikta ceļa segas pamata kārtu pastiprināšana ar cementu, veikt:

- FWD mērījumus;
- ar cementu saistīto kārtu spiedes stiprības un elastības moduļu testēšanu;
- aprēķināt faktiskos elastības modulius;
- salīdzinājumu ar būvprojekta segas aprēķiniem.

Pētījuma mērķis: iegūt pārskatāmus un salīdzināmus datus par iepriekšējos gados uzbūvēto un rekonstruēto ceļa segas konstrukciju un ar cementu pastiprināto kārtu faktisko nestspēju, kā arī salīdzinājumu ar teorētiskajiem aprēķiniem būvprojektos.

- **Detāla un paplašināta līdzsekošana ar cementu pastiprinātas ceļa segas pamata kārtas būvdarbiem (iepriekš veiktajā pētījuma teorētisko atziņu ieviešana būvniecībā)**

Būvobjektā vai posmā, kur tiek realizēta ar cementu pastiprinātas ceļa segas pamata kārtas būvniecība, paralēli realizēt pētījumu ar mērķi precizēt un pārbaudīt šajā pētījumā generētās atziņas. Pētījuma ietvaros veikt:

- reciklēšanas sastāvu projektēšanu;
- nestspējas mērījumus pirms un pēc reciklēšanas;
- reciklētā maisījuma paraugu ņemšanu un testēšanu būvdarbu izpildes laikā;
- paraugu ņemšanu un testēšanu pēc būvdarbu izpildes;
- FWD mērījumus, urbumus un elastības moduļu testēšanu laboratorijā, ceļa segas aprēķinus un salīdzinājumu ar teorētisko ceļa segas aprēķinu.
- pētījuma ietvaros akcentēt elastības moduļa aprēķināšanas un testēšanas jautājumus.

- **Reciklēšanas ar cementu dažādu piedevu efektivitātes analīze**

1 vai 2 reciklēšanas sastāviem veikt reciklēšanas projektēšanu, lai sasniegtu šobrīd specifikācijās noteiktos kritērijus (piemēram, projektēt, lai sasniegtu spiedes stiprību 5,0 MPa pēc 28d un 10 salizturības ciklus), lietojot cementu un cementu ar dažādām piedevām.

Pētījuma mērķis: novērtēt potenciālās izmaksu atšķirības, izmantojot dažādas cementa piedevas.

- **Ar cementu saistītu kārtu plaisāšana sala iedarbībā**

Dažādiem materiāliem ar dažādu cementa saturu mērīt pārvietojumus sala iedarbībā. Pētījuma ietvaros veikt uzbūvēto būvobjektu apsekošanu, kur uzbūvētas ar cementu saistītas kārtas.

Pētījuma mērķis: apzināt un novērtēt plaisu veidošanās riskus ar cementu saistītās ceļa segas pamatu kārtās un plaisāšanas ietekmi uz ceļa segas konstrukcijas kalpotspēji.

10 Pielikumi

SIA "Ceļu eksperts" 13.10.2014. Testēšanas pārskats Nr.2692/14 - 4 lapas
 SIA "Ceļu eksperts" 15.10.2014. Testēšanas pārskats Nr.2720/14 - 5 lapas
 SIA "Ceļu eksperts" 15.10.2014. Testēšanas pārskats Nr.2721/14 - 2 lapas
 SIA "Ceļu eksperts" 30.10.2014. Testēšanas pārskats Nr.2881/14 - 5 lapas
 SIA "Ceļu eksperts" 12.11.2014. Testēšanas pārskats Nr.3053/14 - 1 lapa
 SIA "Ceļu eksperts" 12.11.2014. Testēšanas pārskats Nr.3054/14 - 1 lapa
 SIA "Ceļu eksperts" 12.11.2014. Testēšanas pārskats Nr.3055/14 - 1 lapa
 SIA "Ceļu eksperts" 12.11.2014. Testēšanas pārskats Nr.3056/14 - 2 lapas
 SIA "Ceļu eksperts" 12.11.2014. Testēšanas pārskats Nr.3057/14 - 1 lapa
 SIA "Ceļu eksperts" 12.11.2014. Testēšanas pārskats Nr.3058/14 - 2 lapas
 SIA "Ceļu eksperts" 12.11.2014. Testēšanas pārskats Nr.3059/14 - 2 lapas
 SIA "Ceļu eksperts" 12.11.2014. Testēšanas pārskats Nr.3060/14 - 3 lapas
 SIA "Ceļu eksperts" 13.11.2014. Testēšanas pārskats Nr.3061/14 - 1 lapa
 SIA "Ceļu eksperts" 13.11.2014. Testēšanas pārskats Nr.3062/14 - 1 lapa
 SIA "Ceļu eksperts" 13.11.2014. Testēšanas pārskats Nr.3063/14 - 3 lapas
 SIA "Ceļu eksperts" 02.02.2015. Testēšanas pārskats Nr.115/15 - 1 lapa
 SIA "Ceļu eksperts" 02.02.2015. Testēšanas pārskats Nr.117/15 - 3 lapas
 SIA "Ceļu eksperts" 02.02.2015. Testēšanas pārskats Nr.118/15 - 1 lapa
 SIA "Ceļu eksperts" 02.02.2015. Testēšanas pārskats Nr.119/15 - 4 lapas
 SIA "Ceļu eksperts" 02.02.2015. Testēšanas pārskats Nr.120/15 - 1 lapa
 SIA "Ceļu eksperts" 02.02.2015. Testēšanas pārskats Nr.121/15 - 1 lapa
 SIA "Ceļu eksperts" 02.02.2015. Testēšanas pārskats Nr.122/15 - 5 lapas
 SIA "Ceļu eksperts" 02.02.2015. Testēšanas pārskats Nr.123/15 - 4 lapas
 SIA "Ceļu eksperts" 02.02.2015. Testēšanas pārskats Nr.124/15 - 4 lapas
 SIA "Ceļu eksperts" 02.02.2015. Testēšanas pārskats Nr.125/15 - 7 lapas
 SIA "Ceļu eksperts" 05.02.2015. Testēšanas pārskats Nr.141/15 - 2 lapas
 SIA "Ceļu eksperts" 05.02.2015. Testēšanas pārskats Nr.142/15 - 3 lapas
 SIA "Ceļu eksperts" 18.05.2015. Testēšanas pārskats Nr.466/15 - 8 lapas
 SIA "Ceļu eksperts" 11.05.2015. Testēšanas pārskats Nr.467/15 - 13 lapas
 SIA "Ceļu eksperts" 12.05.2015. Testēšanas pārskats Nr.485/15 - 1 lapa
 SIA "Ceļu eksperts" 12.05.2015. Testēšanas pārskats Nr.486/15 - 3 lapas
 SIA "Ceļu eksperts" 13.05.2015. Testēšanas pārskats Nr.504/15 - 1 lapa
 bs Lucane Sarl 17.04.2015. Testēšanas pārskats 2248-BP-013 – 2 lapas
 bs Lucane Sarl 17.04.2015. Testēšanas pārskats 2249-BP-013 – 2 lapas
 bs Lucane Sarl 17.04.2015. Testēšanas pārskats 2250-BP-013 – 2 lapas
 bs Lucane Sarl 28.04.2015. Testēšanas pārskats 2252-BP-013 – 2 lapas
 RTU Ceļu būvmateriālu laboratorijas 09.04.2015. Testēšanas pārskats Nr.33/2015 – 3 lapas
 SIA "Ceļu eksperts" 11.05.2015. Testēšanas pārskats Nr.464/15 - 1 lapa
 SIA "Ceļu eksperts" 11.05.2015. Testēšanas pārskats Nr.465/15 - 1 lapa
 SIA "Ceļu eksperts" 17.10.2015. Testēšanas pārskats Nr.2487/15 - 7 lapas
 SIA "Ceļu eksperts" 17.10.2015. Testēšanas pārskats Nr.2488/15 - 6 lapas
 SIA "Ceļu eksperts" 17.10.2015. Testēšanas pārskats Nr.2489/15 - 5 lapas
 SIA "Ceļu eksperts" 23.10.2015. Ceļu konstrukciju mērīšanas protokols Nr.2541/15 - 12 lapas
 SIA "Ceļu eksperts" 28.10.2015. Testēšanas pārskats Nr.2624/15 - 6 lapas
 SIA "Ceļu eksperts" 04.11.2015. Testēšanas pārskats Nr.2711/15 - 6 lapas
 SIA "Ceļu eksperts" 19.11.2015. Testēšanas pārskats Nr.2855/15 - 3 lapas
 SIA "Ceļu eksperts" 23.11.2015. Testēšanas pārskats Nr.2889/15 - 3 lapas
 SIA "Ceļu eksperts" 24.11.2015. Testēšanas pārskats Nr.2891/15 - 4 lapas

SIA "Ceļu eksperts" 24.11.2015. Testēšanas pārskats Nr.2894/15 - 4 lapas
SIA "Ceļu eksperts" 24.11.2015. Testēšanas pārskats Nr.2901/15 - 9 lapas
SIA "Ceļu eksperts" 24.11.2015. Testēšanas pārskats Nr.2902/15 - 9 lapas
SIA "Ceļu eksperts" 24.11.2015. Testēšanas pārskats Nr.2903/15 - 8 lapas
SIA "Ceļu eksperts" 25.11.2015. Testēšanas pārskats Nr.2908/15 - 8 lapas
SIA "Ceļu eksperts" 03.12.2015. Testēšanas pārskats Nr.2985/15 - 5 lapas
SIA "Ceļu eksperts" 08.12.2015. Testēšanas pārskats Nr.3012/15 - 7 lapas
bs Lucane Sarl 16.08.2015. Testēšanas pārskats 2401-BP-013 – 2 lapas
bs Lucane Sarl 31.08.2015. Testēšanas pārskats 2425-BP-013 – 2 lapas
bs Lucane Sarl 31.08.2015. Testēšanas pārskats 2503-BP-013 – 3 lapas
RTU 27.11.2015. Testa atskaite – 4 lapas
RTU 30.11.2015. Paraugu virsmas un lūzumu virsmas morfoloģijas raksturošana ar skenējošo elektronu mikroskopu – 17 lapas

Rokasgrāmata – Segas pamatu pastiprināšana ar cementu

Priekšlikumi izmaiņām un papildinājumiem *Ceļu specifikācijas 2015* 6. nodaļā Ar saistvielām saistītas konstruktīvās kārtas:

- **6.4. punkts.** Ar cementu saistīta minerālmateriālu pamata nesošās kārtas būvniecība
- **6.5. punkts.** Aukstā pārstrāde (reciklēšana)