

Autoceļu rekonstrukcija un būvniecība

## **Ceļa segas pamatu pastiprināšana ar cementu**

**Rokasgrāmata**



VAS "Latvijas valsts ceļi", Rīga, 2015

Autoceļu rekonstrukcija un būvniecība

# Ceļa segas pamatu pastiprināšana ar cementu

## Rokasgrāmata

*Rokasgrāmatas izstrādes mērķis – nodrošināt apkārtējās vides resursu iespējami saudzīgu un efektīvu izlietojumu, paplašinot materiālu atkārtotu izmantošanu ceļa segu būvniecībā, ko potenciāli var nodrošināt, pastiprinot atgūtus ceļu būvmateriālus ar cementu, kas ļauj būvēt gan saimnieciskāk, gan efektīvāk, paaugstinot šādi uzbūvētu konstrukciju kalpotspēju un noturību ilgtermiņā.*

*Rokasgrāmatā aprakstīta ar cementu pastiprinātu ceļa segas pamatu izejmateriālu novērtēšana, to izvēles principi, maisījumu projektēšanas metodikas, darbu izpildes tehnoloģijas, kā arī sasniedzamie kvalitātes kritēriji.*

*Rokasgrāmatas izstrādē lietota gan iegūstama informācija par ārvalstu pieredzi, gan Latvijā veiktu pētījumu atziņas, gan arī iepriekš iegūtās zināšanas un praktiskā pieredze.*

*Rokasgrāmata paredzēta lietošanai ceļu projektētājiem, būvdarbu izpildītājiem, kā arī citiem ceļu būvniecības procesā iesaistītajiem dalībniekiem.*

**Pasūtītājs:** VAS "Latvijas valsts ceļi" / Satiksmes ministrija

Gogoļa iela 3, Rīga, LV-1050

Tālrunis: 7028169, fakss: 7028171, e-pasts: [lvceli@lvceli.lv](mailto:lvceli@lvceli.lv)

**Izstrādātājs:** SIA "Ceļu eksperts"

Aveņu iela 1, Ikšķile, Ikšķiles novads, LV-5052

Tālrunis: 67255696, e-pasts: [celueksperts@celueksperts.lv](mailto:celueksperts@celueksperts.lv)

**Rokasgrāmatas izstrādes darba grupa:**

Aigars Strežs, Aldis Lejzemnieks, Jānis Kivilands, Aija Tama

## Saturs

<b>1 Ievads.....</b>	<b>4</b>
<b>2 Nosacījumi būvprojektēšanai .....</b>	<b>5</b>
<b>3 Definīcijas.....</b>	<b>8</b>
<b>4 Ieteicamās ceļa segas konstrukcijas.....</b>	<b>10</b>
<b>5 Izejmateriāli, to testēšana un novērtēšana .....</b>	<b>17</b>
<b>6 Ar cementu pastiprināta sastāva projekta izstrāde.....</b>	<b>20</b>
<b>6.1 Granulometriskais sastāvs .....</b>	<b>21</b>
<b>6.2 Saistvielas saturs.....</b>	<b>23</b>
<b>6.3 Paraugu izgatavošana, kondicionēšana, testēšana.....</b>	<b>24</b>
<b>7 Ar cementu saistītu kārtu būvdarbi.....</b>	<b>30</b>
<b>7.1 Vispārīgi .....</b>	<b>31</b>
<b>7.2 Izmantojamā tehnika un iekārtas.....</b>	<b>33</b>
<b>7.3 Būvdarbu izpilde .....</b>	<b>36</b>
<b>8 Darba procesa un pabeigto darbu kvalitātes kontrole .....</b>	<b>50</b>
<b>9 Standarti .....</b>	<b>52</b>
<b>10 Izmantotā literatūra .....</b>	<b>53</b>

# 1 Ievads

Šajā rokasgrāmatā detāli aprakstīta segas pamatu pastiprināšana ar cementu, vai arī lietojot saistvielas uz cementa bāzes. Segas pamatu pastiprināšanai var tikt lietotas arī saistvielas uz bituma bāzes, dažādas ķīmiskas vielas vai polimēri, kā arī ģeosintētiskie materiāli u.c. Katrā konkrētajā gadījumā ir jāizvēlas racionālākais iespējamais risinājums.

Segas pamatu pastiprināšanai ar cementu var tikt lietots gan cements, gan arī saistvielas uz cementa bāzes, kā CHCS (cementa hidrauliskā ceļa saistviela), gan arī papildus var tikt lietotas dažādas piedevas, kas uzlabo galaprodukta īpašības un kalpotspēju.

Segas pamatu pastiprināšanu ar cementu var paredzēt gan ceļa segas pamata nesošajās apakškārtās, gan pamata nesošajās virskārtās ceļiem ar saistītu segumu.

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

Uzbūvētu ar cementu pastiprinātu kārtu nav ieteicams pakļaut transporta slodzēm, bez nosedzošās kārtas (vismaz – vienkāršās virsmas apstrādes).

Ar cementu pastiprināta maisījuma projekta izstrāde ietver sekojošo:

- 1) materiālu paraugu noņemšana;
- 2) paraugu testēšana;
- 3) sākotnējā saistvielas satura noteikšana;
- 4) ar cementu saistītu maisījumu izgatavošana un testēšana;
- 5) ja nepieciešams, papildus ar cementu saistītu maisījumu izgatavošana un testēšana;
- 6) Darba formulas noformēšana vai cita risinājuma izstrāde.

## 2 Nosacījumi būvprojektēšanai

Paredzot pamatu pastiprināšanu ar cementu, jau būvprojekta izstrādes gaitā jāizpēta esošā ceļa segas konstrukcija un, balstoties uz esošās segas konstrukcijas izpēti un testēšanas rezultātiem, jāpieņem lēmums par pastiprinājuma veidu, kā arī jānosaka no jauna pievienojamo materiālu veids un daudzums. Segas pamatu pastiprināšanu var īstenot, paredzot pārstrādāt esošo ceļa segas konstrukciju uz vietas būvobjektā vai būvēt segas konstruktīvās kārtas, izmantojot tajā pašā vai citos būvobjektos atgūtus materiālus, ja paredzēts, pievienojot tiem jaunus minerālos materiālus un saistvielas vai arī izmantojot jaunus materiālus.

Nepieciešamais pievienojamā cementa daudzums jāprojektē, kā arī jāprecizē maisījuma sastāvs un struktūra ne vēlāk kā pirms būvdarbu izpildes – būvdarbu veicējam. Tomēr ieteicams pastiprināmā maisījuma projektēšanu veikt jau būvprojekta izstrādes stadijā, tādējādi dodot jau iespējami precīzu, pamatotu un reālu pastiprinājuma risinājumu, kuru bez liekiem un nepamatotiem riskiem var realizēt būvdarbu veicējs.

Ceļa segas projektam ir jānodrošina, lai uzbūvējot konstruktīvās kārtas atbilstoši "Ceļu specifikācijās" noteiktajām minimālajām prasībām lietotajiem materiāliem un izpildītajiem darbiem, tiktu nodrošināta katras kārtas funkcionalitāte, bez paliekošām deformācijām un priekšlaicīga noguruma izsauktiem defektiem visā paredzētajā kalpošanas laikā. Paredzot ceļa segas konstruktīvās kārtas saistīt ar saistvielām, tiek paaugstināta šādu kārtu spēja izkliedēt uzņemamo slodzi vienmērīgāk un lielākā platībā, līdz ar to iespējams samazināt nepieciešamo ceļa segas konstruktīvo kārtu biezumus.



2-1. attēls. Ar cementu pastiprināts smilts-grants maisījums ar virsmas apstrādi

Būvprojekta izstrādes gaitā, paredzot ar cementu saistītas kārtas, jāveic esošo konstruktīvo kārtu materiālu testēšana un novērtēšana. Jāizvērtē reciklēšanas vai ar cementu saistītas kārtas iespējamība, nepieciešamība un efektivitāte. Ja ir iepriekšēja pieredze, izvērtēšanu drīkst veikt arī tikai teorētiski, vadoties pēc šajā rokasgrāmatā dotajiem kritērijiem un nosacījumiem. Bet ir ieteicams arī būvprojektēšanas ietvaros, izstrādāt maisījuma projektu (īpaši - ja paredzēta esošo ceļa segas konstruktīvo kārtu pārstrāde un atkārtota izmantošana) un veikt laboratorijā izgatavotu paraugu testēšanu, t.sk. testējot arī ar cementu pastiprinātu paraugu elastības moduli saskaņā ar LVS EN 13286-47 (neatkarīgi no laboratorijā iegūtajām paraugu elastības moduļa vērtībām, ceļa segas aprēķinos nedrīkst pieņemt augstākas elastības moduļa vērtības par 2-1 tabula norādītajām), vai arī vismaz izgatavot iecerēto ar cementu saistīta maisījuma kontrolparaugus (ar vienu cementa saturu) un testēt saformētu, kondicionētu paraugu spiedes stiprību.

2-1 tabula. Ar cementu saistītu maisījumu elastības modulis

Ar cementu pastiprināta maisījuma sastāvs	Spiedes stiprība <sup>1)</sup> , MPa	Elastības modulis <sup>1)</sup> , MPa
Maisījums ar reciklētu asfaltu (izejmateriālu LA ≤ 30)	≥ 3	400
	≥ 5	600
Maisījums ar reciklētu asfaltu (izejmateriālu LA > 30)	≥ 3	300
	≥ 5	400
Mīnerālmateriālu maisījums (izejmateriālu LA ≤ 30)	≥ 3	500
	≥ 5	800
Mīnerālmateriālu maisījums (izejmateriālu LA > 30)	≥ 3	400
	≥ 5	600

\* - pēc 28 dienu kondicionēšanas ≥ 95% mitrumā.

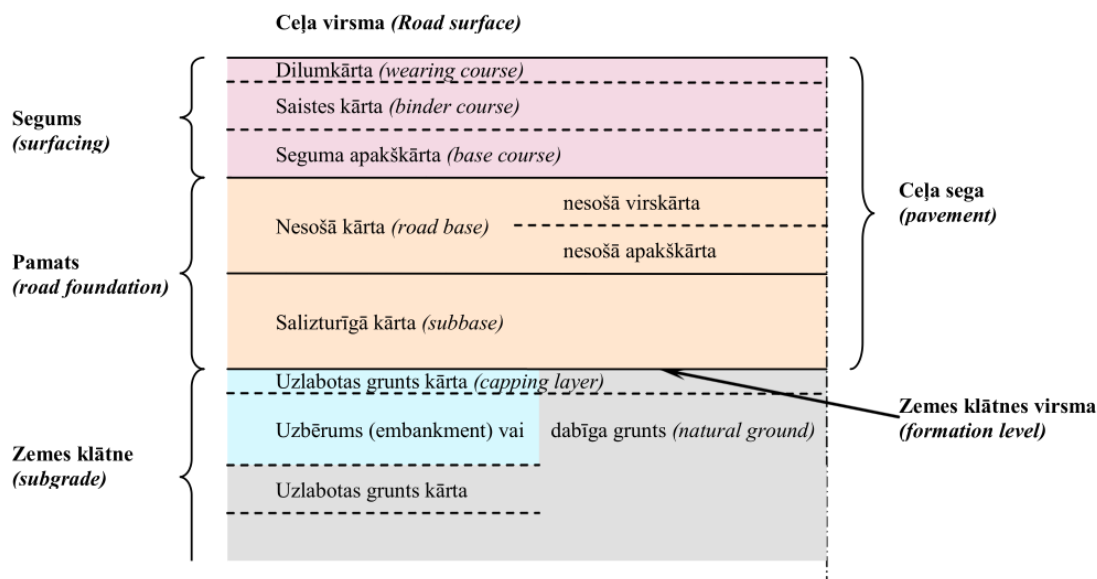


2-2. attēls. Elastības moduļa testēšana



2-3. attēls. Elastības moduļa testēšana

### 3 Definīcijas



3-1. attēls. Ceļa konstruktīvās kārtas

Ar cementu vai CHCS saistīts minerālmateriālu maisījums (CBGM) – hidrauliski saistīts minerālmateriālu maisījums ar kontrolētu granulometrisko sastāvu un ar cementu vai CHCS kā saistvielu, samaisīts ar iekārtām, kas nodrošina viendabīgu maisījumu.

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

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

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

Maisījuma recepte – atsevišķa maisījuma sastāvs, kas izteikts kā plānotais projektētais sastāvs.



PIEZĪME. Plānoto projektēto sastāvu var izteikt divējādi, kā priekšprojektu un kā darba formulu.

Piedevas – sastāvdaļas materiāls, kuru var pievienot mazos daudzumos maisījumam, piemēram, neorganiskas vai organiskas šķiedras vai polimērus, lai uzlabotu maisījuma mehāniskās īpašības, apstrādājamību vai krāsu.

Reciklēts asfalts – asfalts, kas iegūts, frēzējot asfalta ceļa kārtas, drupinot plātnes, kuras izgrieztas no asfalta seguma, vai plātņu gabalus no asfalta plātnēm un ražošanas pārpalikumu asfaltu.

Reciklēts materiāls – materiāls, kas iegūts, pārstrādājot iepriekš būvniecībā izmantotu materiālu.

Reciklēts minerālmateriāls – minerālmateriāls, kas iegūts, pārstrādājot iepriekš būvniecībā izmantotu neorganisku materiālu.

Segas pamats – segas daļa zem seguma.

Testēšana – tehniska darbība produkta, procesa vai pakalpojuma nepieciešamo raksturlielumu noteikšanai saskaņā ar attiecīgu metodiku.

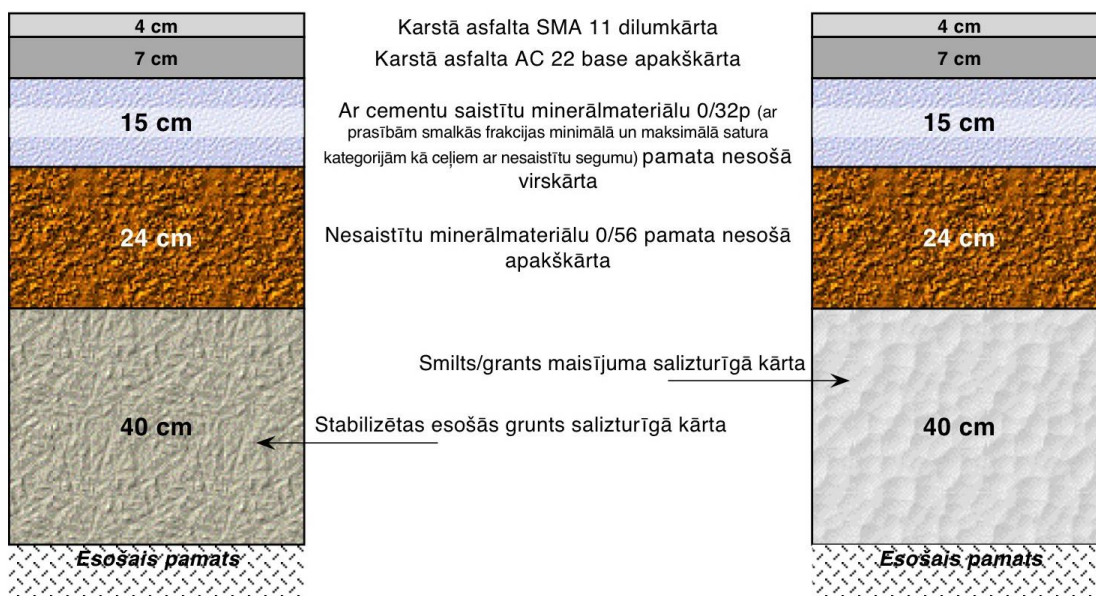
## 4 Ieteicamās ceļa segas konstrukcijas

Projektējot esošās ceļa segas konstrukcijas pārbūvi, konkrētā situācija ir jānovērtē atbilstoši faktiskajiem, specifiskajiem apstākļiem un paredzamajām transporta slodzēm. Jāveic arī nepieciešamie aprēķini un kalkulācijas, lai pārliecinātos, ka galarezultātā tiek izvēlēts racionālākais un efektīvākais jaunās ceļa segas konstrukcijas risinājums.

Projektējot ar cementu saistītu kārtu biezumus, jāņem vērā tehnoloģisko iekārtu tehniskās iespējas. Vai, ja nepieciešamie būvējamo kārtu biezumi ir lielāki nekā, piemēram, reciklera maisītāja darba dziļums vai ieklājēja ieklājamās kārtas biezums, tas jāievērtē projekta risinājumos. Ja ar ieklājēju, piemēram, nebūs īpaši lielu problēmu paredzēto kārtu ieklāt divos vai trijos slāņos, tad reciklēšana uz vietas lielākā biezumā par reciklera tehniskajām iespējām būs visai apgrūtināta, un šādā gadījumā visticamāk jau būvprojektā ir jāparedz esošo kārtu pilnīga vai daļēja novākšana, attiecīgi pa kārtām atvešana atpakaļ un samaisīšana ar cementu, vai arī šādā gadījumā, iespējams, ir lietderīgāk paredzēt ar cementa saistīta maisījuma sagatavošanu aukstās maisīšanas rūpnīcā.

Tālāk doti piemēri un ieteikumi dažādiem ceļa segas pārbūves risinājumiem.

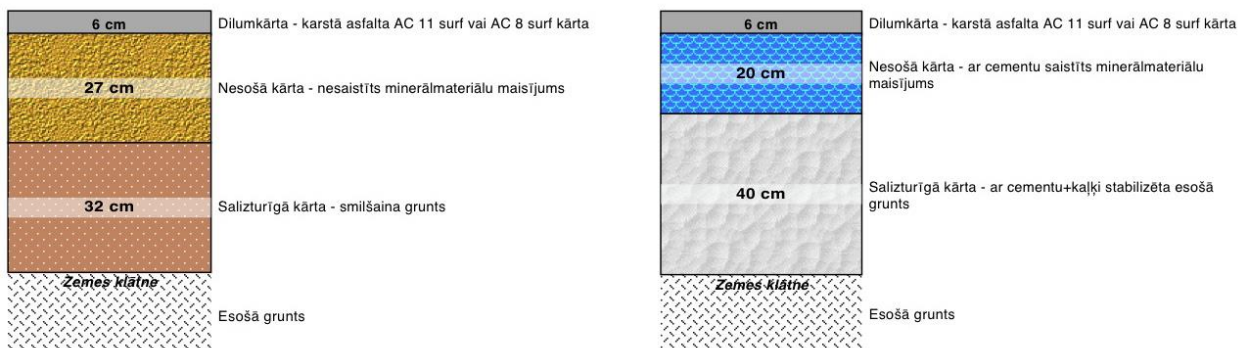
- **Ceļa segas konstrukcijas piemēri ar hidrauliski saistītu esošās grunts salizturīgo kārtu**



4-1. attēls. Ceļa segas konstrukcija ar hidrauliski saistītu vai smilts/grants maisījuma salizturīgo kārtu

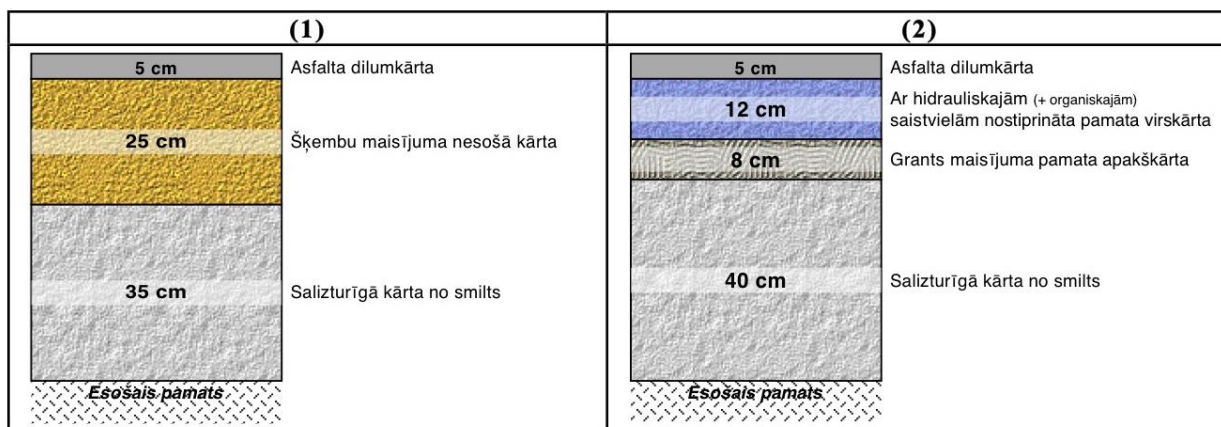
Ja esošās grunts ir smilšainas vai puteklainas, bet neatbilstošas prasībām, tad tās ir jānomaina ar jaunu – derīgu grunti vai materiālu, vai arī šādu grunti var izmantot salizturīgajā kārtā, stabilizējot to ar cementu.

Iespējams, ka nesaistītu minerālmateriālu nesošo kārtu var aizstāt ar lielāka biezuma ar cementu saistītu minerālmateriālu kārtu, ja kopējā ceļa segas salizturība tiks nodrošināta.



4-2. attēls. Ceļa segas konstrukcija ar hidrauliski saistītām vai nesaistītām (salizturīgo un nesošo) kārtām

- Ceļa segas konstrukcijas piemēri nelielas noslodzes ceļiem vai ielām



4-3. attēls. Ceļa segas konstrukcija ar hidrauliski saistītu vai nesaistītu nesošo virskārtu nelielas noslodzes ceļiem

No nestspējas un kalpotspējas viedokļa abas šīs ceļa segas konstrukcijas ir identiskas.

Būvējot vienu vai otru šādu ceļa segas konstrukciju ar jauniem materiāliem, šo konstrukciju izmaksas visticamāk neatšķirsies, bet 2. konstrukcijas gadījumā ir iespējams ceļa segas nesošajā kārtā lietot dabīgas grants materiālu, kas atkarībā no objekta atrašanās vietas var dot izmaksu ietaupījumu.

Lietojot reciklētus materiālus, 1. konstrukcijas kopējās izmaksas būs iespējams samazināt vismaz par 10 - 15%, bet 2. konstrukcijas izmaksas, lietojot reciklētus materiālus, būs iespējams samazināt vismaz par 15 - 20%.

- Ceļa segas konstrukcijas piemēri lielas noslodzes ceļiem vai ielām

(1)	(2)
4 cm Asfalta dilumkārtā	4 cm Asfalta dilumkārtā
7 cm Asfalta saistes kārtā	6 cm Asfalta saistes kārtā
10 cm Asfalta seguma apakškārtā	8 cm Asfalta seguma apakškārtā
30 cm Šķembu maisījuma nesošā kārtā	14 cm Ar hidrauliskajām (+ organiskajām) saistvielām nostiprināta pamata virskārtā
	18 cm Šķembu/grants maisījuma pamata apakškārtā
34 cm Salizturīgā kārtā no smilts	35 cm Salizturīgā kārtā no smilts
Esošais pamats	Esošais pamats

4-4. attēls. Ceļa segas konstrukcija ar hidrauliski saistītu vai nesaistītu nesošo virskārtu lielas noslodzes ceļiem

No nestspējas un kalpotspējas viedokļa abas šīs ceļa segas konstrukcijas ir identiskas.

Būvējot vienu vai otru šādu ceļa segas konstrukciju ar jauniem materiāliem, šo konstrukciju izmaksas visticamāk neatšķirsies.

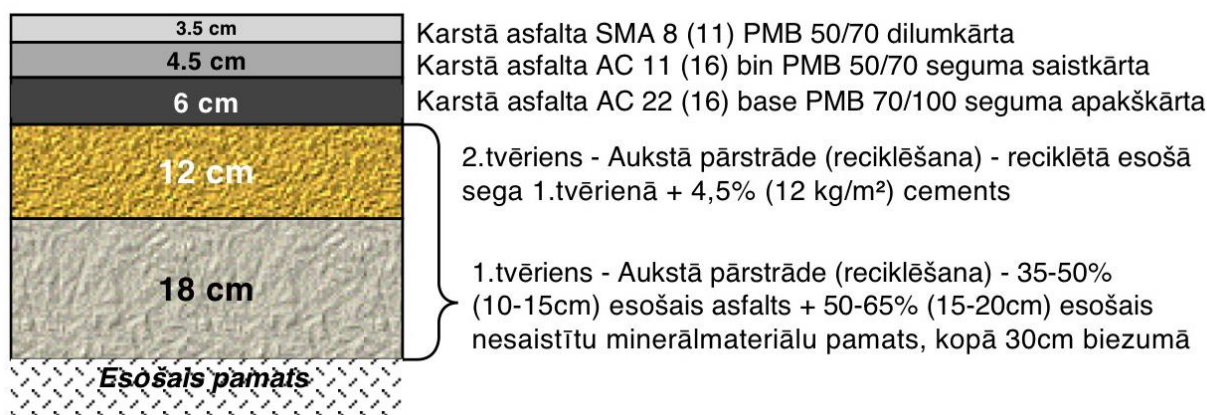
Lietojot reciklētus materiālus, 1. konstrukcijas kopējās izmaksas būs iespējams samazināt vismaz par 5 - 10%, bet 2. konstrukcijas izmaksas, lietojot reciklētus materiālus, būs iespējams samazināt vismaz par 10 - 15%.

- Ceļa segas konstrukcijas piemēri esošās ceļa segas rekonstrukcijai, ja nestspēja nav jāpaaugstina vai ir jāpaaugstina nedaudz

No nestspējas un kalpotspējas viedokļa visas trīs tālāk dotās ceļa segas konstrukcijas ir identiskas.

Gadījumos, ja ceļa sega nav būtiski jāpastiprina, 1. variants visticamāk būs visracionālākais, ekonomiskākais, kā arī videi draudzīgākais risinājums.

1. variants – ar auksto pārstrādi (reciklēšanu) uz vietas objektā:

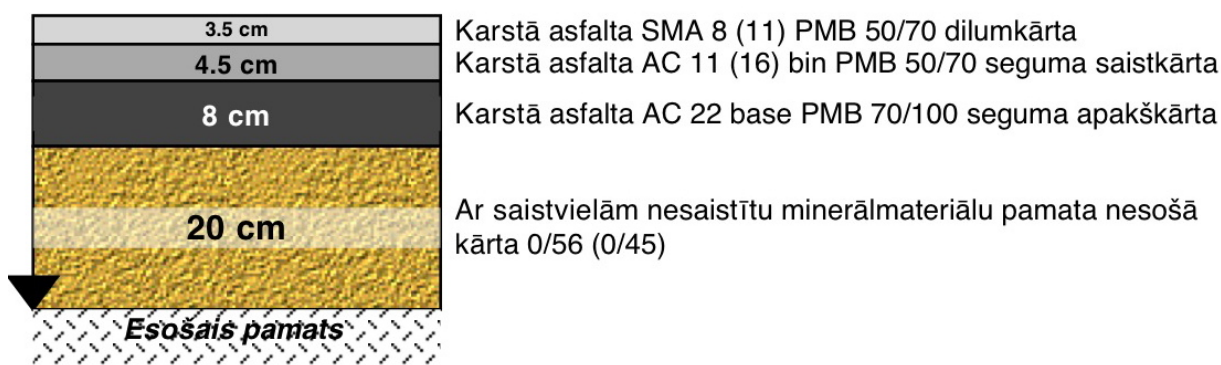


4-5. attēls. *Esošās ceļa segas reciklēšana ar cementu uz vietas objektā bez jaunu minerālmateriālu pievienošanas*

Vispirms tiek samaisīts esošais asfalta segums ar esošo nesaistītu minerālmateriālu pamatu, pēc tam nepieciešamajā biezumā tiek iemaisīta saistviela. Rezultātā, izmantojot esošās ceļa segas materiālus, tiek iegūtas divas jaunās ceļa segas konstrukcijas reciklētās kārtas – apakšējā – reciklētā kārtā bez saistvielas, un augšējā – reciklētā kārtā ar saistvielu.

Ja saistviela tiks iemaisīta tādā pašā biezumā, kādā tiek samaisīti esošās ceļa segas materiāli, tad tiks iegūta viena jaunās ceļa segas konstrukcijas nesošā kārtā – reciklētā kārtā ar saistvielu.

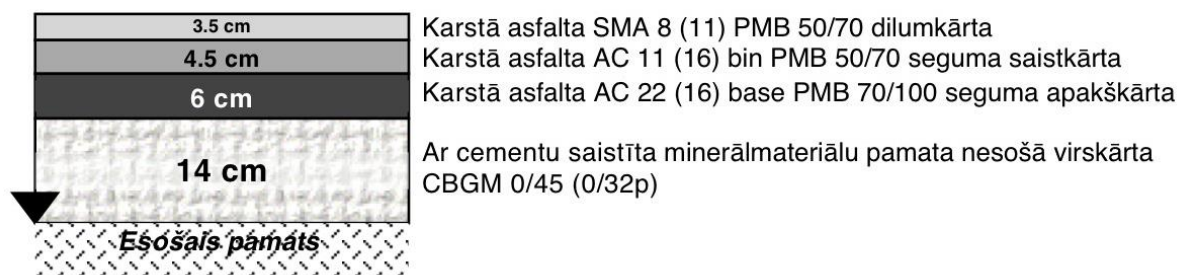
2. variants – ar saistvielām nesaistītu segas pamata nesošo kārtu:



4-6. attēls. *Esošās ceļa segas nojaukšana vai pārstrāde un jaunas ceļa segas sekojoša uzbūvēšana ar nesaistītu nesošo kārtu*

2. variantā vispirms ir jānovāc vismaz esošais asfalta segums, vai tas jāsafrēzē, un jānovāc arī iespējams daļa no esošās ceļa segas pamata. Pēc tam var būtēt jaunās ceļa segas pastiprinājumu un segumu.

3. variants – ar cementu saistītu segas pamata nesošo kārtu:



4-7. attēls. Esošās ceļa segas nojaukšana vai pārstrāde un jaunas ceļa segas sekojoša uzbūvēšana ar hidrauliski saistītu nesošo kārtu

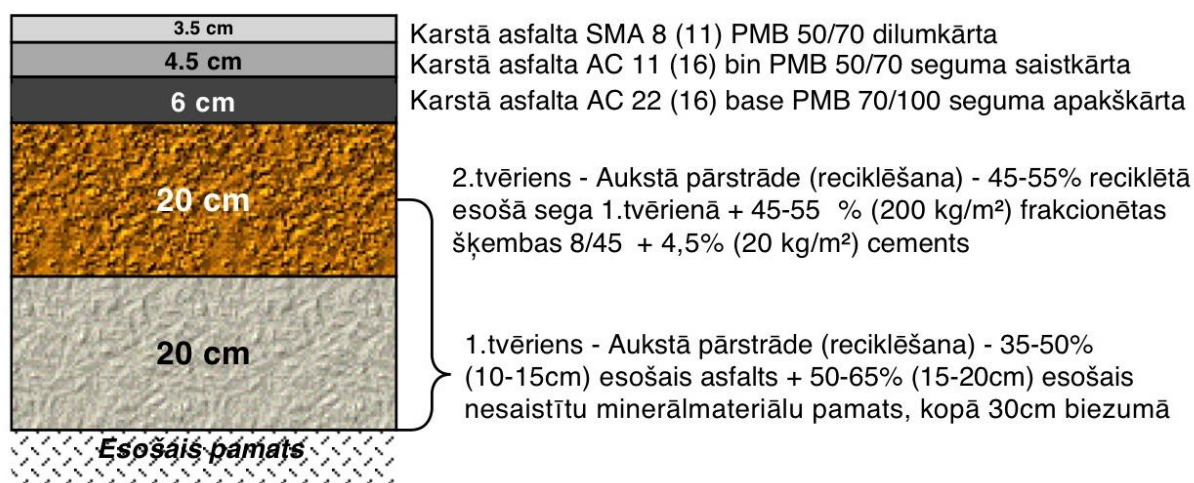
Arī 3. variantā vispirms ir jānovāc vismaz esošais asfalta segums, vai tas jāsafrēzē, un jānovāc arī iespējams daļa no esošās ceļa segas pamata. Pēc tam var būtēt jaunās ceļa segas pastiprinājumu un segumu.

• Ceļa segas konstrukcijas piemēri esošās ceļa segas rekonstrukcijai, ja ievērojami jāpaaugstina nestspēja

No nestspējas un kalpotspējas viedokļa visas trīs tālāk dotās ceļa segas konstrukcijas ir identiskas.

Gadījumos, ja nav jāveic būtiski ceļa plāna vai garenprofila labojumi, tad 1. variants visticamāk būs visracionālākais, ekonomiskākais, kā arī videi draudzīgākais risinājums.

1. variants – ar auksto pārstrādi (reciklēšanu) uz vietas objektā:

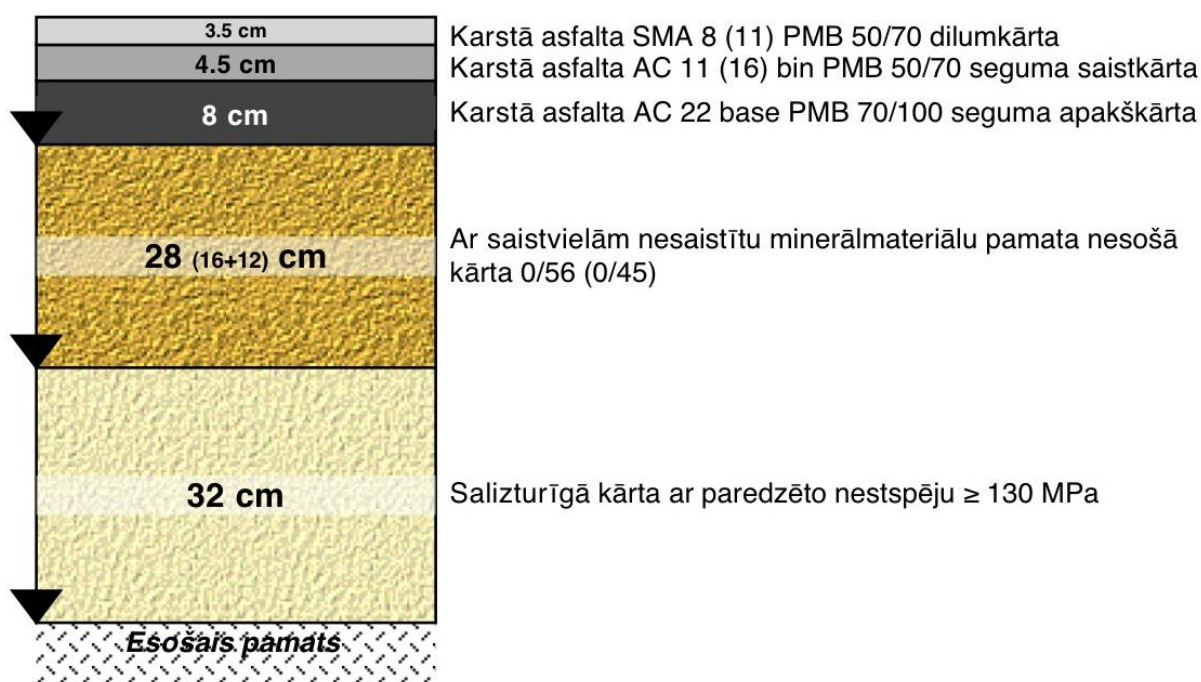


4-8. attēls. Esošās ceļa segas reciklēšana ar cementu uz vietas objektā pievienojot jaunu minerālmateriālu

Vispirms tiek samaisīts esošais asfalta segums ar esošo nesaistītu minerālmateriālu pamatu, pēc tam tiek pievienots jauns materiāls un nepieciešamajā biezumā tiek samaisīti reciklētā esošā sega, jaunais minerālmateriāls un saistviela. Rezultātā, izmantojot esošās ceļa segas materiālus, tiek iegūtas divas jaunās ceļa segas konstrukcijas reciklētās kārtas – apakšējā – esošās ceļa segas materiālu reciklētā kārta bez saistvielas, un augšējā – reciklētā kārta ar jauniem minerālmateriāliem un saistvielu.

Ja esošās ceļa segas materiāli, jaunais minerālmateriāls un saistviela tiks samaisīti ietverot visu iepriekš samaisīto esošās ceļa segas materiāla biezumu, tad tiks iegūta viena jaunās ceļa segas konstrukcijas nesošā kārta – reciklētā kārta ar jaunu minerālmateriālu un saistvielu.

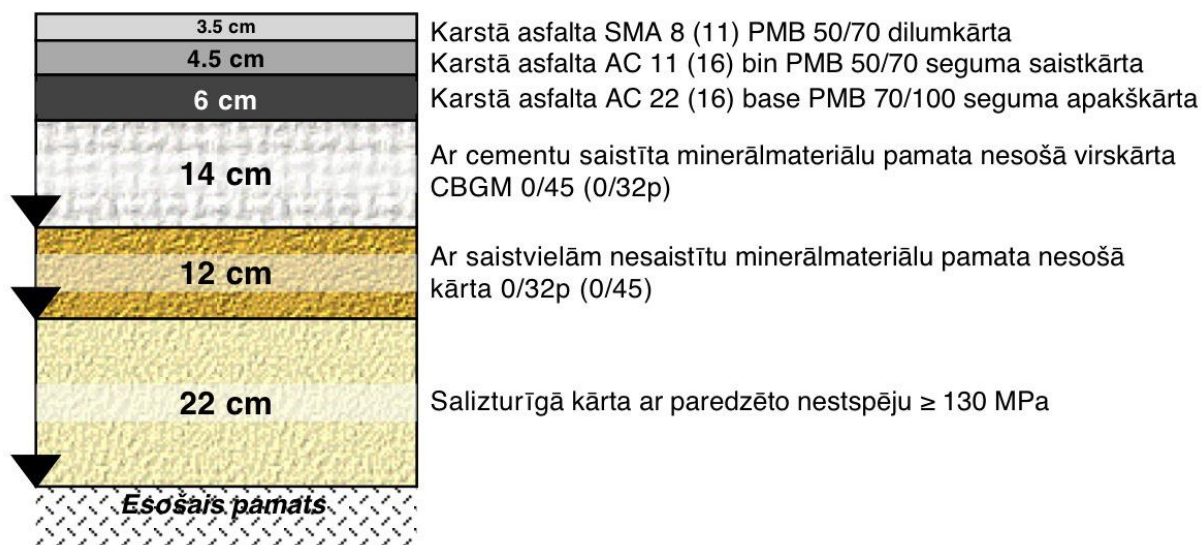
2. variants – ar saistvielām nesaistītu segas pamata nesošo kārtu:



4-9. attēls. Esošās ceļa segas un jaunas ceļa segas sekojoša uzbūvēšana ar nesaistītām pamata kārtām

2. variantā vispirms ir jānovāc vecā ceļa sega. Pēc tam var būt jauno ceļa segas konstrukciju.

3. variants – ar cementu saistītu segas pamata nesošo kārtu:



4-10. attēls. Esošās ceļa segas nojaukšana un jaunas ceļa segas sekojoša uzbūvēšana ar hidrauliski saistītu nesošo virskārtu

Arī 3. variantā vispirms ir jānovāc vecā ceļa sega. Pēc tam var būt jauno ceļa segas konstrukciju.



## 5 Izejmateriāli, to testēšana un novērtēšana

Ceļa segas pamatu pastiprināšanai ar cementu jāizmanto izejmateriāli, kuri atbilst LVS EN 13242. Materiāli var būt gan drupināti, gan nedrupināti, gan atgūti, gan pārstrādāti, gan arī iegūti no jauna. Lietot materiālu un sastāvdaļu proporcijas ir jānosaka līgumā vai jādeklarē, un jānodrošina izmantošana  $\pm 5$  masas % robežās no deklarētajām vērtībām.

Ceļa segas pamatu pastiprināšanai ar cementu, minerālajam karkasam īpaši ieteicams un vēlams izmantot pārstrādātus (reciklētos, atgūtus) materiālus, gan no nojaucamajām ceļu konstrukcijām, gan nojaucamajām ēkām, tiltiem vai citām būvēm.

Pārstrādāti (reciklēti) materiāli (drupināti jaukti betona minerālmateriāli, drupināti mūra minerālmateriāli, drupināti jaukti minerālmateriāli, drupināti ceļa segas materiāli, atkritumu dedzināmās krāsns pelni) jāraksturo atbilstoši LVS EN 13285 A pielikumā izvirzītajām prasībām, kā arī tiem jāatbilst konkrētā būvobjekta specifikāciju prasībām.

Pārstrādātu materiālu sastāvdaļu procentuālais daudzums jānosaka saskaņā ar LVS EN 933-11 un jādeklarē atbilstoši kategorijām LVS EN 13242 17. tabulā:

- Rc – drupināts betons, mūra materiāli;
- Ru – nesaistīti minerālmateriāli, dabīgi akmeņi, hidrauliski saistīti materiāli;
- Rb – drupināti māla un silikātķieģeļi, gāzbetons;
- Rcug = Rc+Ru+Rb;
- Ra – bituminēti materiāli;
- Rg – stikls;
- FL – plūstošu materiālu tilpums;
- X – citi (māls, grunts, metāls, plastmasa, gumija, ģipsis).

Kopējais dažādu piesārņojumu saturs reciklētos materiālos, raksturojot tos atbilstoši LVS EN 13285 A pielikumam, nedrīkst pārsniegt 1 masas %.

5-1 tabula. Ar cementu saistītu maisījumu izejmateriāliem testējamās īpašības un prasības

Īpašība, mērvienība	Testēšanas metode	Atsauce uz LVS EN 13242	Minerālmateriālu stiprības klase		
			N-IV	N-III	N-II
			Kategorija / prasība		
Granulometriskais sastāvs <sup>(7)</sup>	LVS EN 933-1	4.4.p-ts	Atsevišķi izejmateriāli jādeklarē atbilstoši LVS EN 13242. Gatavajam maisījumam jāatbilst paredzētajam CBGM tipam		
Daļiņu blīvums un ūdens absorbcija	LVS EN 1097-6	5.4. un 5.5.p-ts	rezultāti jādeklarē		
Petrogrāfiskais raksturojums	LVS EN 932-3	6.2.p-ts	jātestē, ja paredzēts, rezultāti jādeklarē		
Plākšņainības indekss <sup>(1)</sup>	LVS EN 933-3	4.6.1.p-ts	Fl <sub>50</sub> / ≤ 50	Fl <sub>35</sub> / ≤ 35	
Formas indekss <sup>(1)</sup>	LVS EN 933-4	4.6.1.p-ts	Sl <sub>55</sub> / ≤ 55	Sl <sub>40</sub> / ≤ 40	

Īpašība, mērvienība	Testēšanas metode	Atsauce uz LVS EN 13242	Minerālmateriālu stiprības klase		
			N-IV	N-III	N-II
			Kategorija / prasība		
(2) Drupinātu vai lauztu daļiņu procentuālais daudzums pēc masas, % Pilnīgi noapaļotu daļiņu procentuālais daudzums pēc masas, %	LVS EN 933-5	4.6.2. p-ts	C <sub>NR</sub>  N  N	C <sub>NR/50</sub>  N  0-50	C <sub>50/30</sub>  50-100  0-30
Losandželosas koeficients	LVS EN 1097-2 <sup>(6)</sup>	5.2. p-ts	LA <sub>45</sub> / ≤ 45	LA <sub>40</sub> / ≤ 40	LA <sub>35</sub> / ≤ 35
„Sonnenbrand” bazaltam <sup>(5)</sup> : kategorija - masas zudums pēc vārīšanas, masas % - Losandželosas koeficienta palielināšanās pēc vārīšanas	LVS EN 1367-3 LVS EN 1097-2	7.4. p-ts	SB <sub>LA</sub>  ≤ 1  ≤ 8		
Ūdens uzsūcamība <sup>(3)</sup> , procentuālais daudzums pēc masas, kā pārbaudes tests salumkusumizturībai	LVS EN 1097-6 7.p. vai B piel.	7.3.1. p-ts	WA <sub>241</sub> / ≤ 1 (LVS EN 1097-6 7.p-ts)	WA <sub>240,5</sub> / ≤ 0,5 (LVS EN 1097-6 B pielikums)	
Salumkusumizturība <sup>(4)</sup> , procentuālais masas zudums: Sasaldēšana un atkausēšana  Magnija sulfāta vērtība	LVS EN 1367-1 LVS EN 1367-2	7.3.2. p-ts	F <sub>Deklarēts</sub> / > 4  MS <sub>Deklarēts</sub> / > 35	F <sub>4</sub> / ≤ 4  MS <sub>35</sub> / ≤ 35	

PIEZĪME<sup>(1)</sup> Novērtē pēc viena no šiem kritērijiem.

PIEZĪME<sup>(2)</sup> Testē tikai šķembām, kuras sagatavo no grants.

PIEZĪME<sup>(3)</sup> Testu var veikt, lai novērtētu salumkusumizturību. Tests nav izmantojams domnas un tēraudkausēšanas sārņiem. Ja minerālmateriāla ūdens uzsūcamības vērtība atbilst dotajām kategorijām: WA<sub>241</sub> vai WA<sub>cm0,5</sub>, tad materiāls jāpieņem par salumkusumizturīgu. Ja ūdens uzsūcamības vērtības neatbilst dotajām kategorijām, tad jānovērtē pēc salumkusumizturības.

PIEZĪME<sup>(4)</sup> Novērtē pēc viena no šiem kritērijiem, bet, ja lieto šķembas no grants, dolomīta šķembas vai līdzīgas, ieteicams testēt sasaldēšanu un atkausēšanu. Tests nav jāveic, ja ūdens uzsūcamības vērtība atbilst dotajām kategorijām.

PIEZĪME<sup>(5)</sup> Testē šaubu gadījumā, ja ir konstatētas „Sonnenbrand” (saules apdegums) pazīmes.

PIEZĪME<sup>(6)</sup> Ja nav iespējams testēšanai iegūt LVS EN 1097-2 paredzēto frakciju, tad Losandželosas koeficientu var noteikt frakcijai 35,3 – 45 mm atbilstoši Ceļu specifikāciju 12.5 punktam.

PIEZĪME<sup>(7)</sup> Reciklētajam asfaltam testē tikai sadrupinātā asfalta granulometrisko sastāvu (bez saistvielas atmazgāšanas), citas īpašības nav jātestē.

Atbilstoši minerālmateriālu stiprības klasei, to lietošanas robežas nosaka atkarībā no satiksmes intensitātes.

5-2 tabula. Minerālmateriālu stiprības klases atkarībā satiksmes intensitātes

	AADT <sub>j, smagie</sub>		
	≤ 100	101-500	> 500
Pamata nesošajās virskārtās	N-IV klase	N-III klase	N-II klase
Pamata nesošajās apakškārtās	N-IV klase	N-IV klase	N-III klase

Jauniem un objektā uz vietas atgūstamajiem minerālmateriāliem to novērtējumam izmantošanai ar cementu saistītas kārtas izbūvē ir jātestē visas šeit norādītās īpašības. Atgūstamajam reciklētajam asfaltam jātestē tikai granulometriskais sastāvs, citu īpašību testēšana nav obligāti jāveic. Reciklēta karstā asfalta stiprības klasi var pieņemt – N-II, aukstā vai siltā asfalta stiprības klase jāpieņem ne augstāka par N-III. Ja veic reciklēta asfalta visu īpašību testēšanu, tad to stiprības klase jānovērtē atbilstoši iegūtajiem testēšanas rezultātiem.

Vispirms atlasa, testē un novērtē izejmateriālus – reciklētos (atgūtos vai atgūstamos), kā arī jaunus, izvēlas saistvielas sākotnējo daudzumu, sastāda maisījumu, nosakot katras sastāvdaļas procentuālo daudzumu un nodrošinot maisījuma kopējo granulometriskā sastāva līkni atbilstoši šajā rokasgrāmatā dotajiem maisījumu tipiem.

Nav ieteicams paredzēt izmantot 100% reciklētu asfaltu, bet gan paredzēt pievienot reciklētajam asfaltam minerālmateriālu maisījumu vai pildvielas, kas nodrošina pietiekamu un optimālu smalko daļiņu saturu.

Kā saistviela lietojams cements vai saistvielas uz tā bāzes, kā arī var tikt lietotas dažādas piedevas:

- Cementam jāatbilst LVS EN 197-1 izvirzītajām prasībām, klases: 32,5N; 42,5N vai 52,5N.
- CHCS (cementa hidrauliskā ceļa saistviela) jāatbilst LVS ENV 13282-1 izvirzītajām prasībām, ar stiprības klasi HRB 22,5 E vai HRB 32,5 E.
- Kā piedevas var lietot arī LVS EN 459-1, klasei CL 90 vai CL 80 atbilstošu kaļķi vai dolomīta miltus. Var lietot arī citas piedevas. Piedevu lietošana jāpamato un jādeklarē to veids un īpašības.

## 6 Ar cementu pastiprināta sastāva projekta izstrāde

Lai ar cementu saistītu kārtu pielietošana ceļu segu būvniecībā būtu veiksmīga, ir nepieciešama rūpīga projekta izstrāde, ievērtējot visus svarīgos nosacījumus, testēšanas metodikas, paraugu sagatavošanas un kondicionēšanas procedūras un citu, kas jāņem vērā, lai racionāla un pamatota būtu gan lietojamo izejmateriālu, gan pievienojamās saistvielas daudzuma izvēle.

Ar cementu saistīta maisījuma projekta izstrādes mērķis ir noteikt lietojamās izejmateriālu, to proporcijas, pievienojamās saistvielas daudzumu, kā arī gūt pārlicību, ka ar cementu saistītā kārta vai konstrukcija būs noturīga un spējīga nodrošināt atbilstošu funkcionalitāti visā paredzētajā kalpošanas periodā.

Prasības ar cementu pastiprināta sastāva projekta izstrādei noteiktas saskaņā ar LVS EN 14227-1 un LVS EN 14227-5.

Kā saistviela ir izmantojams cements, vai arī saistvielas uz cementa bāzes (CHCS u.tml.). Ar cementu saistīta maisījuma projektēšanu neapšaubāmi var ietekmēt kādu papildus piedevu pieejamība, un iespēju ir ne mazums. Katrā konkrētajā gadījumā jāizvēlas racionālākais risinājums, kurš spēj apmierināt gan izvirzītās prasības ar cementu saistītai kārtai, gan arī ir pietiekami un arī salīdzinoši ekonomisks pretstatā kādiem alternatīviem risinājumiem. Kādos specifiskos gadījumos, piemēram, ja paredzama kārtas ekspluatācija paaugstināta mitruma apstākļos, papildus piedevu lietošana var kļūt neizbēgama, kā arī, iespējams, ir nepieciešama papildus vai paaugstinātu prasību noteikšana, salīdzinot ar šajā rokasgrāmatā izvirzītajiem nosacījumiem. Lietojot piedevas jāreķinās ar, iespējams, ievērojamu izmaksu pieaugumu, un iepriekš ir ļoti rūpīgi jāizvērtē vai nepastāv alternatīvi un ievērojami lētāki risinājumi.

Pēc tam, kad sastādīts maisījums un noteiktas sastāvdaļu proporcijas, veic sastādītā maisījuma ar cementu sagatavošanu, kondicionēšanu un testēšanu, galarezultātā iegūstot ar cementu saistīta maisījuma Darba formulu.

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

Kā ar cementu saistīta maisījuma projektēšanas gala kritērijs ir noteikta spiedes stiprība. Būvprojekta izstrādes gaitā var testēt arī sagatavoto paraugu elastības moduli, bet elastības modulis kā būvdarbu izpildes atbilstības kritērijs nedrīkst tikt noteikts.

Ar cementu saistītu maisījumu jāgatavo sekojoši. Jāizžāvē izejmateriāli saskaņā ar LVS EN 1097-5 (reciklētā asfalta žāvēšanas temperatūra jānosaka individuāli). Jānosver paredzamais, paraugu izgatavošanai nepieciešamais katras minerālmateriālu un reciklētā asfalta sastāvdaļas daudzums atbilstoši aprēķinātajam. No šī kopējā daudzuma aprēķina pievienojamo plānoto cementa daudzumu. No kopējā materiālu un cementa daudzuma aprēķina pievienojamo ūdens daudzumu.

### Piemērs ar cementu saistīta maisījuma sastāvdaļu daudzumu aprēķinam.

#### Izejas dati:

Nepieciešamais ar cementu saistīta minerālmateriālu un frēzētā asfalta maisījuma kopējais daudzums paraugu izgatavošanai – 21,840 kg

Sastāvdaļu proporcijas:

- frēzētais asfalts - 50%

- jaunie minerālmateriāli - 50%

Maisījuma optimālais mitrums – 6%

Pievienojamās saistvielas daudzums – 5%

#### Aprēķins:

Izzāvētu sausu minerālmateriālu un saistvielas kopējā masa =  $(22,260 \text{ kg} * 100) / (100 + 6) = 21,000 \text{ kg}$

Izzāvētu sausu minerālmateriālu masa =  $(21,000 \text{ kg} * 100) / (100 + 5) = 20,000 \text{ kg}$ , t.i.

- frēzētais asfalts = 10 kg;

- jauni minerālmateriāli = 10 kg

Nepieciešamā cementa masa =  $21,000 \text{ kg} - 20,000 \text{ kg} = 1,000 \text{ kg}$

Pievienojamā ūdens masa =  $22,260 \text{ kg} - 21,000 \text{ kg} = 1,260 \text{ kg}$

Maisījuma sagatavošanas secība:

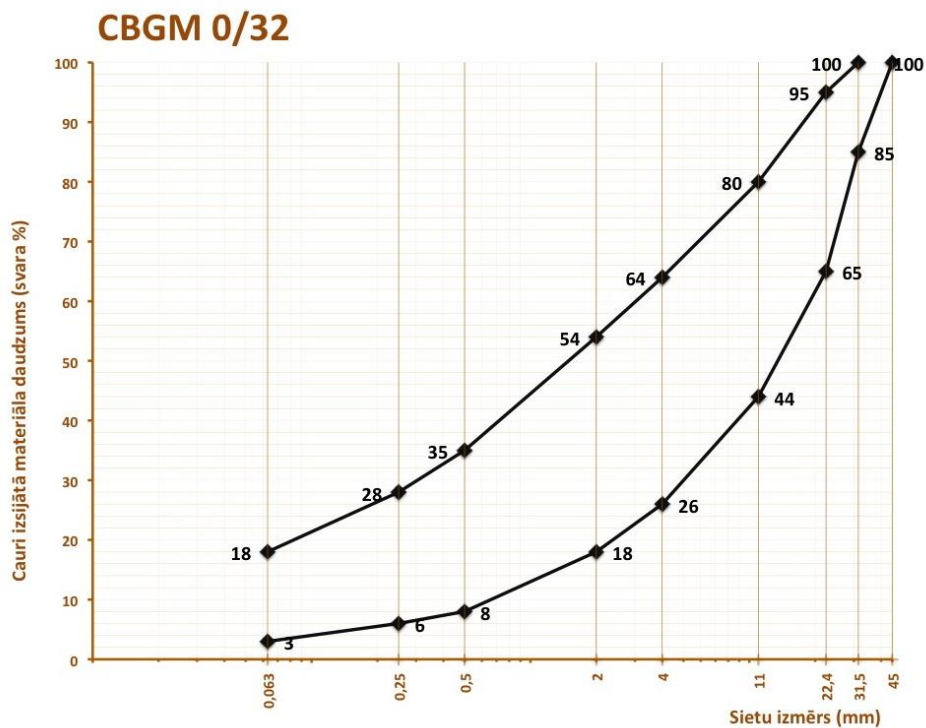
- 1) Izzāvē un nosver nepieciešamo minerālmateriālu un frēzētā asfalta daudzumu;
- 2) Nosver nepieciešamo cementa daudzumu un pievieno materiāliem;
- 3) Samaisa materiālus ar cementu;
- 4) Nosver nepieciešamo ūdens daudzumu un pievieno to maisījumam;
- 5) Samaisa visu līdz viendabīgai konsistencei.

## 6.1 Granulometriskais sastāvs

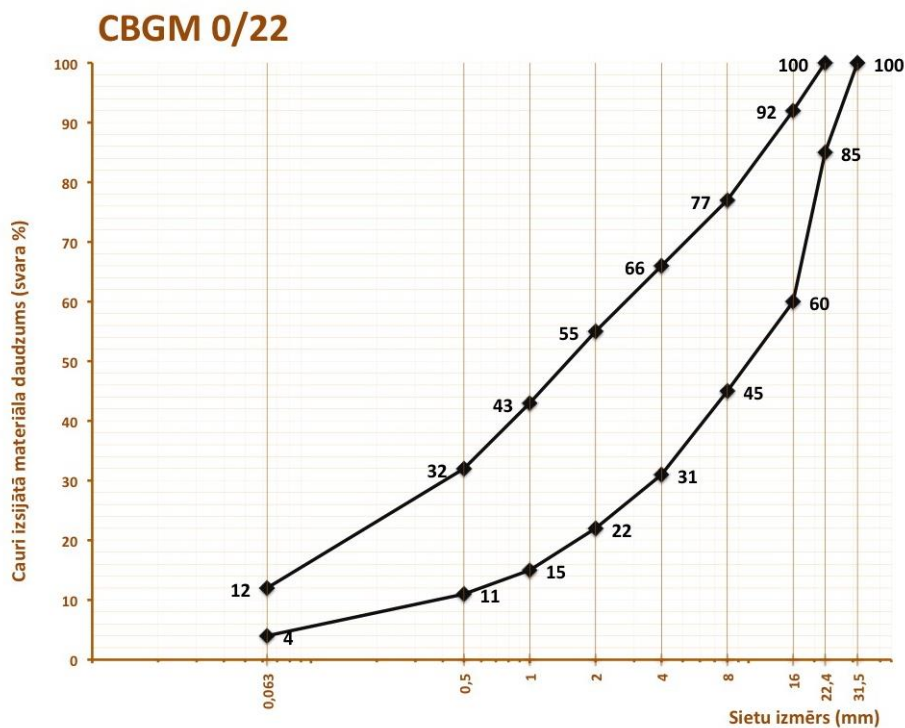
Ar cementu saistītu maisījumu var sastādīt no vairākiem izejmateriāliem vai arī izmantot vienu izejmateriālu. Galarezultātā, atbilstoši konkrētajai situācijai (satiksmes slodzes, kārtas biezums, u.c.), būvprojektā ir jānosaka izmantojamais ar cementu saistītā maisījuma tips - granulometriskais sastāvs.

Projektējamo ar cementu saistīto maisījumu maisījumu tipi - granulometriskā sastāva līknes atbilstoši LVS EN 14227-1 12.p., maisījumi 1, kategorija G2 un LVS EN 14227-5 12.p., maisījums 1 (granulometriskā sastāva līkni var noteikt arī atbilstoši LVS EN 14227-1 12.p. G1 kategorijai vai arī izvēlēties maisījumus 2, vai atbilstoši LVS EN 14227-5 12.p. izvēlēties maisījumus 2), skatīt: 6.1 . zīmējums, 6.2 . zīmējums, 6.3 . zīmējums.

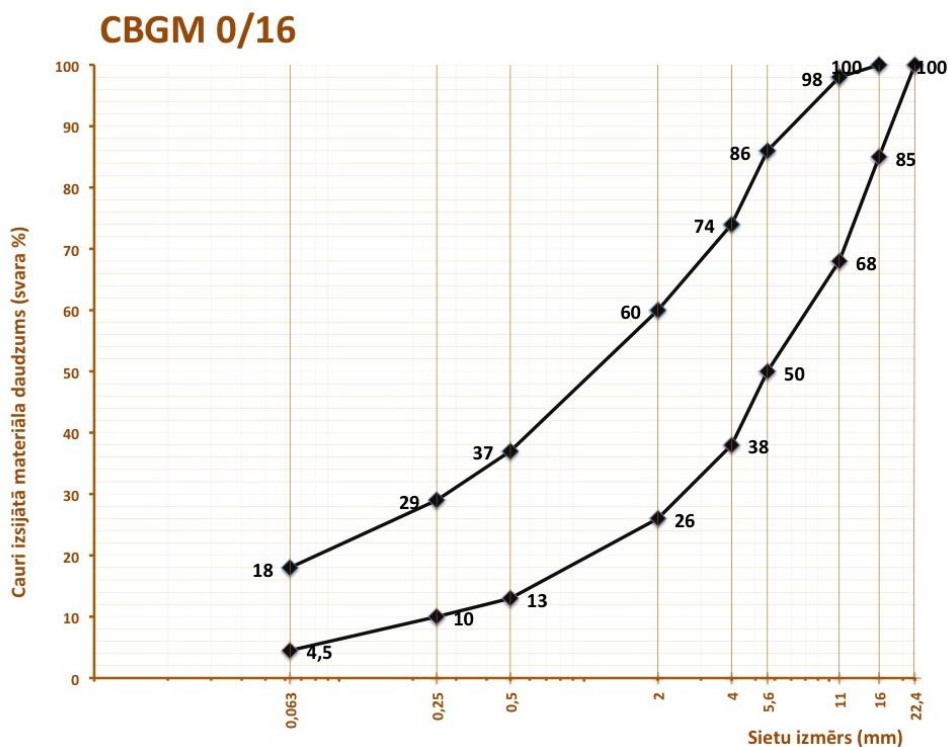
Nepieciešamības gadījumā, būvprojekta izstrādes gaitā var izstrādāt, un ir jāizstrādā, arī atšķirīgas granulometriskā sastāva līknes no šeit norādītajām, ja tas nepieciešams, piemēram, lai padarītu iespējami racionālu esošo ceļa segu pārstrādi, maksimāli izmantojot esošos materiālus, pēc iespējas bez to aizvākšanas vai nomaiņas.



6.1 . zīmējums. Ar cementu saistīta maisījuma tips CBGM 0/32



6.2 . zīmējums. Ar cementu saistīta maisījuma tips CBGM 0/22



6.3 . zīmējums. Ar cementu saistīta maisījuma tips CBGM 0/16

Ja esošajos izejmateriālos ir nepietiekams putekļu daļiņu saturs (< 0,063 mm), tad jāparedz papildus materiālu pievienošana ar pietiekami lielu putekļu saturu, tādējādi ar mazāku saistvielas izlietojumu būs iespējams sasniegt labākus spiedes stiprības rādītājus. Šim mērķim var izmantot, piemēram, arī cementa apvedkanāla putekļus, smalkus dolomīta putekļus, kas radušies mazgājot dolomīta šķembas, vai minerālo aizpildītāju.

## 6.2 Saistvielas saturs

Iespējamais nepieciešamais cementa saturs, pastiprinot ar cementu vai CHCS (6-1 tabula).

6-1 tabula. Iespējamais nepieciešamais cementa saturs atkarībā no materiālu maisījuma struktūras

Materiālu maisījuma struktūra	Aptuvenš cementa* daudzums
<b>Sasniedzamā spiedes stiprība pēc 28 dienu cietēšanas <math>\geq 3,0</math> MPa</b>	
Maisījums tuvāk granulometriskā sastāva augšējai līknei	2 – 5 %
Maisījums tuvāk granulometriskā sastāva apakšējai līknei	4 – 6 %
<b>Sasniedzamā spiedes stiprība pēc 28 dienu cietēšanas <math>\geq 5,0</math> MPa</b>	
Maisījums tuvāk granulometriskā sastāva augšējai līknei	4 – 6 %
Maisījums tuvāk granulometriskā sastāva apakšējai līknei	5 – 8 %

\* - cementa vietā var lietot arī CHCS vai ar cementu bagātinātas saistvielas, šādā gadījumā pievienojamās saistvielas daudzums būs lielāks par šeit norādīto.

Neatkarīgi no testēšanas rezultātiem ieteicamais pievienojamais minimālais cementa daudzums ir 3 masas %.

### 6.3 Paraugu izgatavošana, kondicionēšana, testēšana



6-1. attēls. Maisījuma sastāvdaļas un samaisīts maisījums

Vispirms sagatavo maisījumu ar izvēlēto vidējo cementa daudzumu un testē materiālu un cementa vai CHCS maisījuma optimālo ūdens saturu un tilpumsvaru saskaņā ar LVS EN 13286-2. Sagatavojot šī materiāla paraugus ar nedaudz atšķirīgu cementa saturu, ir pieļaujams lietot ar vidējo cementa saturu iegūto pievienojamo optimālo ūdens saturu. Ja plānots ļoti atšķirīgs pievienojamās cementa daudzums, tad Proktora īpašības jātestē materiālu maisījumam ar katru izvēlēto saistvielas daudzumu.

Tālākajā ar cementu saistīta maisījuma projekta etapā sagatavo visus nepieciešamos paraugus testēšanai saskaņā ar LVS EN 13286-50 un LVS EN 13286-2. Paraugi no maisījumiem, kuru rupjās daļiņas  $D \leq 22,4$  mm sagatavojami Proktora A veidnē, paraugi no maisījumiem, kuru rupjās daļiņas  $D > 22,4$  mm sagatavojami Proktora B veidnē.

Ar cementu vai CHCS sagatavotais maisījums pēc samaisīšanas jāuzglabā 4 h laboratorijas telpā slēgtā traukā vai pārklāts ar mitru audumu (ja tiek lietoti kādi cietēšanas paātrinātāji vai palēlinātāji šis uzglabāšanas laiks var tikt noteikts atšķirīgs - tas jādeklarē un jāpamato). Pēc tam sagatavo paraugus tūlītējās nestspējas indeksa (TNI) testēšanai un veic TNI testēšanu saskaņā ar LVS EN 13286-47. Ja TNI neatbilst prasībām – tālāko projektēšanu ar šo saistvielas saturu vai maisījuma struktūru neveic (ir vai nu jāpalielina saistvielas saturs, vai



jāizvēlas cita izejmateriālu struktūra, vai jāveic citi pasākumi atbilstoša TNI nodrošināšanai). Ja TNI atbilst prasībām, attiecīgi veic paraugu izgatavošanu pēc Proktora saskaņā ar LVS EN 13286-50 tālākajai testēšanai.



6-2. attēls. Samaisīts maisījums novietots uz 4h pirms paraugu izgatavošanas

Katrai testējamajai īpašībai, t.sk. salizturības testam, izgatavojami vismaz 3 paralēli paraugi. Testēšanas galarezultāts jāizsaka, aprēķinot visu trīs paralēlo paraugu vidējo vērtību. Atsevišķo rezultātu vērtības savstarpēji nedrīkst atšķirties vairāk par 20%. Ja kāda parauga rezultāts atšķiras vairāk par 20%, aprēķina divu paraugu vidējo vērtību. Ja visu paraugu vērtību izkliede savstarpēji pārsniedz 20%, tad izanalizē cēloņus, pārskata paņēmienus un procedūras, nomaina vai papildus apmāca laboratorijas personālu un veic atkārtotu paraugu izgatavošanu.



6-3. attēls. Izgatavoti paraugi formā



6-4. attēls. Dažādu materiālu paraugi

(no kreisās: smilšains; RA un šķembu maisījums - 50/50; RA)

Ar Proktora iekārtu izgatavotajiem paraugiem pirms to testēšanas jāļauj sacietēt, nodrošinot piemērotus cietēšanas (kondicionēšanas) apstākļus. Paraugu kopējais kondicionēšanas periods ir 28 dienas (neskaitot salizturības testiem nepieciešamo laiku). Nepieciešamības gadījumā ir pieļaujams kopējo kondicionēšanas periodu (neskaitot salizturības testiem nepieciešamo laiku) noteikt 7 dienas. Strīdu vai neskaidrību gadījumā kā atsauces cietēšanas periods pēc paraugu izgatavošanas pirms to testēšanas ir jālieto 28 dienas.

Ar cementu vai CHCS izgatavotie paraugi jākondicionē formā  $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$  1 dienu (paraugu izņemšanu no veidnes var veikt arī tūlīt pēc izgatavošanas, ja paraugi ir pietiekami noturīgi un atveidojot netiek bojāti), tad 90 – 100 % mitrumā  $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$  27 dienas (90 – 100 % mitruma apstākļi būs nodrošināti paraugu cieši ietinot plastikāta iesaiņojumā un iegremdējot

zem ūdens) pēc tam paraugi jāizsaiņo un pilnībā jāiegremdē ūdenī ( $20 \pm 2$ ) °C 1 dienu. Kopumā pēc 28 dienu cietēšanas testē spiedes stiprību un novērtē vai tā ir atbilstoša prasībām.



6-5. attēls. Plastikāta plēvē iesaiņoti un ūdenī iegremdēti paraugi

Ja spiedes stiprība pēc 28 dienu cietēšanas ir atbilstoša prasībām, tad atlikušajiem paraugiem pēc 28 dienu cietēšanas papildus veic 10 sasaldēšanas/atkausēšanas ciklus saskaņā ar LVS CEN/TS 12390-9 noteikto procedūru, lietojot 12 h sasaldēšanas/atkausēšanas grafiku (standarta LVS CEN/TS 12390-9 10. attēls), testē spiedes stiprību, un novērtē tās samazinājumu pret spiedes stiprību pēc 28 dienu cietēšanas bez sasaldēšanas/atkausēšanas cikliem. Ja samazinājums ir lielāks vai vienāds ar 0,7, tad sastāva projekts var tikt uzskatīts par veiksmīgu, un var pievērsties laboratorijā gūtā apstiprinājuma ieviešanai ražošanā.



6-6. attēls. Paraugu piesūcināšana ar ūdeni pirms sasaldēšanas/atkausēšanas cikliem



6-7. attēls. Paraugi pēc 28 d. un sasaldēšanas/atkausēšanas cikliem

6-2 tabula. Prasības ar cementu vai CHCS saistītam maisījumam

Īpašība, mērvienība	Testēšanas metode	Atsauce uz LVS EN 14227-1 14227-5	Kategorija	Prasība
Reciklēto materiālu maisījuma granulometriskais sastāvs (bez saistvielas)	LVS EN 933-1	6.1.2. punkts 6.1.1. punkts	-	<b>deklarē atbilstoši tipiem šajā rokasgrāmatā</b>
Sastāvdaļu proporcijas	LVS EN 933-1	6.3. punkts 6.3. punkts	-	-
Optimālais ūdens saturs un tilpumsvars	LVS EN 13286-2	6.2. punkts 6.2. punkts	-	<b>deklarē</b>
Paraugu sagatavošana	LVS EN 13286-50	7.2. punkts 7.2. punkts	-	<b>deklarē</b>
Sagatavota maisījuma Tūlītējais nestspējas rādītājs	LVS EN 13286-41	6.4.2. punkts 6.4.2. punkts	<b>IPI<sub>25</sub></b>	<b>≥ 25 %</b>
Minimālā spiedes stiprība pēc 28 dienu <sup>(1)</sup> cietēšanas: - ja $AADT_{i,smagie} \leq 500$ - ja $AADT_{i,smagie} > 500$	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	7.2. punkts, tabula 5 7.2. punkts, tabula 4	<b>C<sub>3</sub></b> <b>C<sub>5</sub></b>	<b>3,0 MPa<sup>(1)</sup></b> <b>5,0 MPa<sup>(1)</sup></b>
Spiedes stiprības samazinājuma koeficients pēc 28 dienu <sup>(1)</sup> cietēšanas un 10 salizturības cikliem pret spiedes stiprību pēc 28 dienu <sup>(1)</sup> cietēšanas	LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	8.1. punkts, tabula 6 8.1. punkts, tabula 5	<b>I<sub>0,7</sub></b>	<b>≥ 0,7</b>

PIEZĪME <sup>(1)</sup> Drīkst testēt spiedes stiprību arī pēc 7 dienu cietēšanas, šādā gadījumā tabulā norādītā spiedes stiprības prasība jāpazemina par 30 %.

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

## 7 Ar cementu saistītu kārtu būvdarbi

Pamatu pastiprināšanas (reciklēšanu) tehnoloģisko metodi ar hidrauliskajām saistvielām (cements vai CHCS) izmanto, lai paaugstinātu nesaistīto ceļa segas pamata izturību pret augošo transporta slodzi un klimatisko apstākļu negatīvo iedarbību. Šo tehnoloģisko procesu var veikt gan uz vietas, gan izmantojot stacionāro maisītāju - aukstās maisīšanas rūpnīcu, kuru iespējams novietot netālu no objekta. Piemēram, nofrēzēto asfaltbetona seguma materiālu aizved uz pārstrādi stacionārā maisītājā, kur tas tiek bagātināts ar jaunu materiālu un hidraulisko saistvielu, bet segas konstrukcijas pamati tiek reciklēti uz vietas. Kā galvenā šīs tehnoloģijas būtība ir maksimāli izmantot esošā ceļa segas konstrukciju materiālu, tā iekonomējot resursus un finanses. Atkarībā no izstrādātā projekta prasībām var izmantot vienu vai otru tehnoloģisko metodi, vai arī kombinējot tās kopā. Ja izvirza paaugstinātas prasības reciklēta maisījumam granulometriskam sastāvam, tad labāka izvēle būs stacionārais maisītājs, kur precīzi var nodozēt visas komponentes. Pirms darbu sākuma ir jāpārlicinās, vai izvēlēta tehnika ir piemērota paredzēto darbu izpildei. Pirms darbu sākuma ir jāsaprot vai reciklēšana ir jāveic pilnā dziļumā (visbiežāk > 15 cm) vai mazā dziļumā (8 - 15 cm), no tā ir atkarīga metodes un tehnikas izvēle. Vēl jāpievērš uzmanība tam, cik jaudīga ir pieejamā tehnika:

- reciklieris, tā ražība,
- ar vai bez hidraulisko saistvielu un ūdens dozēšanas;
- reciklera darba platums;
- iespējamais reciklēšanas biezums;
- aukstās maisīšanas rūpnīcas ražība;
- rūpnīcas novietošanas iespējas;
- transports, transporta nepieciešamā ražība, optimālā noslodze;
- u.tml.

## 7.1 Vispārīgi

Ar cementu saistītas kārtas izbūves uzdevums ir, cik vien iespējams precīzi realizēt laboratorijā projektēto Darba formulu, lai tādējādi garantētu plānoto uzbūvētās kārtas funkcionalitāti un kalpotspēju.

Ar cementu saistītu kārtu var būvēt izmantojot recikleru, pārstrādājot esošās ceļa segas kārtas, pievienojot vai nepievienojot jaunus materiālus un samaisot ar cementu. Iespējams arī būvēt, ar recikleru samaisot tikai no jauna pievestu materiālu ar cementu uz vietas būvobjektā.

Ar cementu saistītu kārtu var būvēt, izmantojot aukstā maisījuma rūpnīcu, tāpat kā iepriekš vai nu izmantojot jaunus materiālus, vai pārstrādātus materiālus, kuri var būt atgūti gan no esošā objekta, gan arī citiem objektiem, gan var izmantot arī jaunu un pārstrādātu materiālu kombināciju.

### **Galvenie tehnoloģiskā procesa posmi, ja reciklē ar cementu uz vietas būvobjektā:**

- Esošā seguma uzirdināšana un safrēzēšana, ja nepieciešams;
- Uzirdinātā materiāla profilēšana, sablīvēšana;
- Jauna materiāla, ja nepieciešams, pievešana, izlīdzināšana, sablīvēšana;
- Cementa iestrāde (sausā veidā, vai arī šķīdumā);
- Ūdens pievienošana, samaisīšana ar recikleru (ūdeni ieteicams pievienot tieši reciklera maisītājā);
- Sablīvēšana;
- Uzbūvētās kārtas virsmas kopšana vai aizsardzība;
- Nosedzošās kārtas izbūve;
- Visaptveroša un pastāvīga kvalitātes kontrole.

### **Galvenie tehnoloģiskā procesa posmi, ja maisījumu ar cementu sagatavo rūpnīcā:**

- Pamatnes sagatavošana vai ceļa konstruktīvo kārtu izbūve;
- Maisījuma ar cementu sagatavošana rūpnīcā;
- Sagatavotā maisījuma transportēšana uz objektu;
- Maisījuma ieklāšana ar pašgājējiekļājēju vai izlīdzinot ar autogreideru vai buldozeru;
- Sablīvēšana;

- Uzbūvētās kārtas virsmas kopšana vai aizsardzība;
- Nosedzošās kārtas izbūve;
- Visaptveroša un pastāvīga kvalitātes kontrole

Veiksmīgai ar cementu saistītu kārtu tehnoloģiskā procesa realizācijai jāpievērš uzmanība sekojošiem faktoriem:

- Meteoroloģiskie apstākļi darbu veikšanas laikā – laika apstākļiem jābūt bez nokrišņiem, bet diennakts gaisa temperatūra nedrīkst būt zemāka par  $0^{\circ}\text{C}$  (ieteicams  $\geq +5^{\circ}\text{C}$ ).
- Darbu izpildi nedrīkst veikt stipru lietusgāžu laikā, bet, ja samaisīšana ar cementu un blīvēšana jau ir veikta, tad neliels nokrišņu daudzums tūlīt pēc tam neietekmēs rezultātu, tas kompensēs no kārtas virsmas iztvaikojošo mitrumu, līdz ar to nebūs nepieciešama kārtas virsmas mitrināšana profilēšanas un blīvēšanas laikā vai arī kopšanas periodā, kā rezultātā bez materiāliem ieguldījumiem un darba samazināsies risks rasties rukuma plaisām stabilizētajā kārtā.
- Vieni no galvenajiem faktoriem ar cementu saistītu kārtu būvniecības laikā ir precīza saistvielas dozācija un stabilizētā maisījuma optimālā ūdens satura nodrošināšana.

Lai darbu veiktu kvalitatīvi, ar saprātīgām izmaksām, svarīgi ir izvēlēties atbilstošu un konkrētajiem apstākļiem piemērotu tehniku un iekārtas. Lai sasniegtu teicamus izpildītā darba rezultātus, vēlams izmantot reciklerus vai aukstā maisījuma rūpnīcas, kas ir konstruēti tieši šādam mērķim. Visi materiāli ir rūpīgi jāsamaisa, tāpēc reciklera samaisīšanas cilindri atšķiras, piemēram, no asfalta frēzes cilindriem, jo zobu skaits, tips un to izvietojums ir atšķirīgs. Lai par to pārliecinātos, var vizuāli novērtēt un salīdzināt samaisīto materiālu daļiņu izmēru un krāsu. Pasaulē ir pieejama dažāda reciklēšanas tehnika, gan uzkarināmi reciklēšanas agregāti, gan speciāli recikleri ar visām nepieciešamajām dozācijas ierīcēm, bet katrā konkrētajā gadījumā ir jāizvērtē pieejamās iespējas un jāsalāgo tās ar vēlmēm vislabākajā iespējamajā racionālajā risinājumā. Tehnikas izvēlē galvenā vērība ir jāpievērš sekojošajam:

- Ja reciklers - kādā dziļumā tas var veikt reciklēšanu, kāda ir iekārtas ražība;
- Ja rūpnīca - kāda ir rūpnīcas jaudas, dažādu materiālu dozācijas iespējas, procesu automatizācijas pakāpe;
- Vai ar konkrēto tehniku reciklēšanu iespējams veikt vienā pārgājienā, ja to pieļauj darbu izpildes vieta un būvprojekta nosacījumi darba procesam;
- Vai un kādu piedevu, arī ūdens, dozācija ir iespējama, dozācijas precizitāte, automatizācija utml.;
- Vai tehnika un iekārtas ir aprīkotas, vai ir iespējams aprīkot ar datorizētu darba orgānu vai procesu vadību un automātiskās kontroles un uzskaites sistēmām.

Īpaša vērība jāvelta arī darbinieku apmācībai – gan tehniski pareizi rīkoties ar tehniku, gan arī orientēties darba izpildes kopējos tehnoloģiskajos procesos, apzināties būtiskos faktoros un to nozīmīgumu galarezultāta augstas kvalitātes nodrošināšanā.



## 7.2 Izmantojamā tehnika un iekārtas

### Ja ar cementu saistītu kārtu būvē ar recikleru

Reciklers. Speciāla mobila iekārta vai iekārtu komplekss, kurā funkcionāli apvienota seguma frēzēšana, uzirdināšana un samaisīšana. Recikleram jānodrošina vismaz minimālais frēzēšanas dziļums – vismaz projektā noteiktajā dziļumā un iestādītā frēzēšanas dziļuma automātiska uzturēšana darba laikā. Recikleram jābūt aprīkotam ar iespēju pievienot un dozēt maisījumam nepieciešamo ūdeni tieši reciklera maisītājā. Ja ir rocība un vēlēšanās, iespējams reciklera aprīkojumu papildināt arī ar cementa un/vai piedevu dozāciju. Ja iegādājas recikleru, kurš aprīkots ar izlīdzinošo plātni (ieklājēju), kura apvienota vienā tehnoloģiskajā iekārtā ar recikleru, tad pastāv potenciāla iespēja iegūt vēl labāku un vienmērīgāku maisījumu, augstāka līmeņa līdzenumu, un, iespējams, pat ar mazāku nosacītās enerģijas patēriņu. Šeit gan var rasties kādi citi tehniski ierobežojumi, kā kārtas biezumam vai minimālajam būvobjekta izmēram, vai potenciālajai iekārtas nepieciešamajai kopējai noslodzei u.tml.



7-1. attēls. Reciklers

Ceļa frēze – ar darba platumu vismaz 2 m. Var lietot reciklera vietā esošo ceļa segas materiālu sadrupināšanai.

Cementa saistvielas (un piedevu) izklieģētājs - saistvielas izbēŗšanai piemērota iekārta, ar maināmu izbēŗšanas platumu, kura aprīkota ar izberamās saistvielas dozācijas automātisku vadību. Ja cementa dozācija ir reciklera aprīkojumā, tad atsevišķs izklieģētājs kā tehnoloģiska vienība nav nepieciešams.

Laistāmās mašīnas. Laistāmajām mašīnām jāspēŗ operatīvi un efektīvi izliet un/vai piegādāt reciklera dozācijas vajadzībām nepieciešamā apjomā ūdeni, neaizkavēŗjot kopēŗo tehnoloģisko procesu un sablīvēŗšanu. Ja laistāmās mašīnas lieto virsmas mitrināŗšanai ar ūdeni, laistāmajām mašīnām jābūt aprīkotām ar ūdens izsmidzināŗšanas siju. Ieteicams tās lietot nelielai

ūdens izsmidzināšanai sablīvēšanas procesa laikā, kā arī ja nav veikta uzbūvētās kārtas izolācija vai uzbūvēta nosedzošā kārtā, tās virsma jāuztur mitra pēc uzbūvēšanas, izsmidzinot ūdeni.

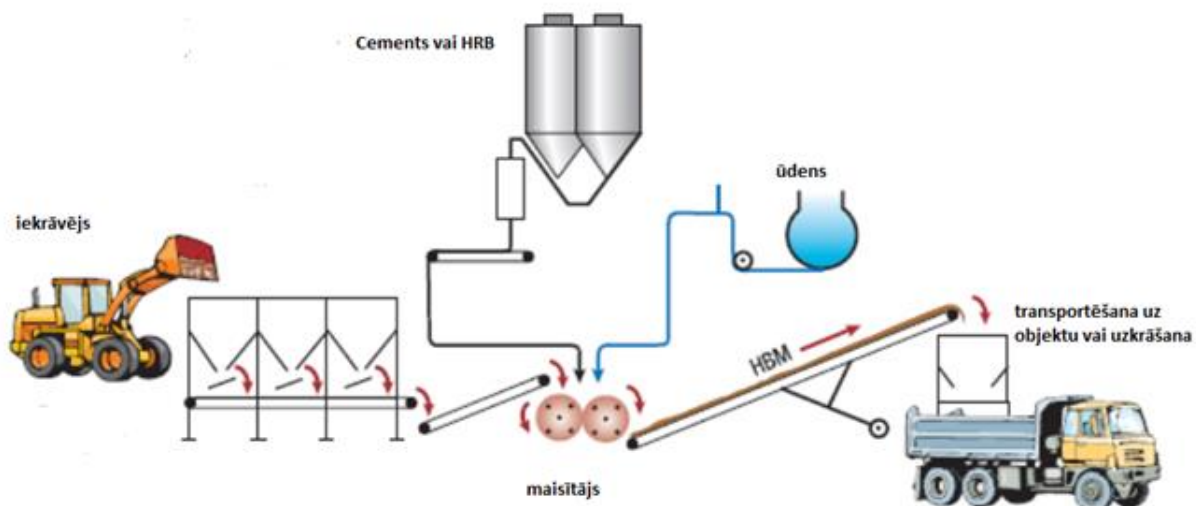
Veltņi. Kombinētie vai valču vibroveltņi, kā arī pneimoriteņu veltņi (ieteicams lietot vienu valču vibroveltņi un vienu pneimatisko riteņu veltņi). Veltņu tipu, statisko lineāro slodzi, vibrācijas frekvenci un centrifugālo trieciena spēku izvēlas atkarībā no sablīvējamā materiāla kārtas biezuma. Kā noslēdzošo ieteicam lietot pneimoriteņu veltņi.

Autogreiders. Izmanto reciklētās kārtas profilēšanai. Svārs vismaz 14 t, dzinēja jauda vismaz 100 kW, vārstuvi vēlams aprīkot ar zobu nažiem, vēlama automātiska šķērskrituma nodrošināšanai. Ja reciklers ir aprīkots ar ieklājēja izlīdzinošo plātņi, tad autogreiders, iespējams, nav nepieciešams, vai tā izmantošana ir nepieciešama mazākā apmērā.

Veltņi. Kombinētie vai valču vibroveltņi, kā arī pneimoriteņu veltņi (ieteicams lietot vienu valču vibroveltņi un vienu pneimatisko riteņu veltņi). Veltņu tipu, statisko lineāro slodzi, vibrācijas frekvenci un centrifugālo trieciena spēku izvēlas atkarībā no sablīvējamā materiāla kārtas biezuma.

### Ja ar cementu saistītu kārtu būvē ar aukstās maisīšanas rūpnīcu

Aukstās maisīšanas rūpnīca. Ja ar cementu saistītu maisījumu sagatavo rūpnīcā, tai jābūt apgādātai ar datorizētu komponentu dozācijas sistēmu, kā arī ar iespēju nepārtraukti kontrolēt dozācijas procesu ražošanas laikā.



7.1 . zīmējums. Aukstās maisīšanas rūpnīcas iespējamā tehnoloģiskās shēma

Transportēšanas iekārtas. Jālieto transportēšanas iekārtas ar stingrām, līdzienām un tīrām kravas tilpnēm, kuras nepieļauj pārvedamā materiāla zudumus un ierobežo tā segregāciju (ieteikums – lietot kravas tilpnes ar noapaļotiem stūriem), kā arī kravas tilpnes aizmugurējās daļas konstrukcijai jābūt tādai, kas nodrošinātu pakāpenisku maisījuma izkraušanu ieklājēja bunkurā. Ieteicams lietot kravas telpu nosedzošus pārsegus.

Ieklājējs. Ar cementu saistītas kārtas augšējais slānis jāieklāj ar pašgājējieklājēju, kurš aprīkots ar automātisku sijas augstuma un šķērsslīpuma vadību, automātisku masas padeves vadības un kontroles sistēmu un kurš spēj nodrošināt sagatavotā maisījuma ieklāšanu visā brauktuves joslas platumā. Nelielas platības ar nelielu satiksmes intensitāti, kā arī ieklājējam ierobežotās vietas var ieklāt ar rokas darbarīkiem. Apakšējos ar cementu saistītas kārtas slāņus var ieklāt, piemēram, ar autogreideru vai buldozeru, bet to, protams, drīkst paveikt arī ar ieklājēju.

Veltņi. Kombinētie vai valču vibroveltņi, kā arī pneimoriteņu veltņi (ieteicams lietot vienu valču vibroveltņi un vienu pneimatisko riteņu veltņi). Veltņu tipu, statisko lineāro slodzi, vibrācijas frekvenci un centrifugālo trieciena spēku izvēlas atkarībā no sablīvējamā materiāla kārtas biezuma. Kā noslēdzošo ieteicam lietot pneimoriteņu veltņi.

Laistāmās mašīnas. Laistāmajām mašīnām jābūt aprīkotām ar ūdens izsmidzināšanas siju. Ieteicams tās lietot nelielai ūdens izsmidzināšanai sablīvēšanas procesa laikā, kā arī ja nav veikta uzbūvētās kārtas izolācija vai uzbūvēta nosedzošā kārtā, tās virsma jāuztur mitra pēc uzbūvēšanas, izsmidzinot ūdeni.

### 7.3 Būvdarbu izpilde

Ar cementu saistītu kārtu būvniecību var veikt, ja gaisa temperatūra ir virs  $+5^{\circ}\text{C}$  un pamatne nav sasalusi, kā arī, ja netiek lietotas kādas pretsala piedevas, ieteicams, lai vēl vismaz 28 dienas pēc reciklēšanas darbu izpildes uzbūvētā kārtā tiktu pasargāta no sasalšanas. Nav ieteicams ar cementu saistītas kārtas būvēt rudenī, kad uzbūvēt nosedzošo kārtu var būt apgrūtināti vai pat neiespējami, kā arī, ja zemes klātne vai ceļa sega ir pārmitrināta.

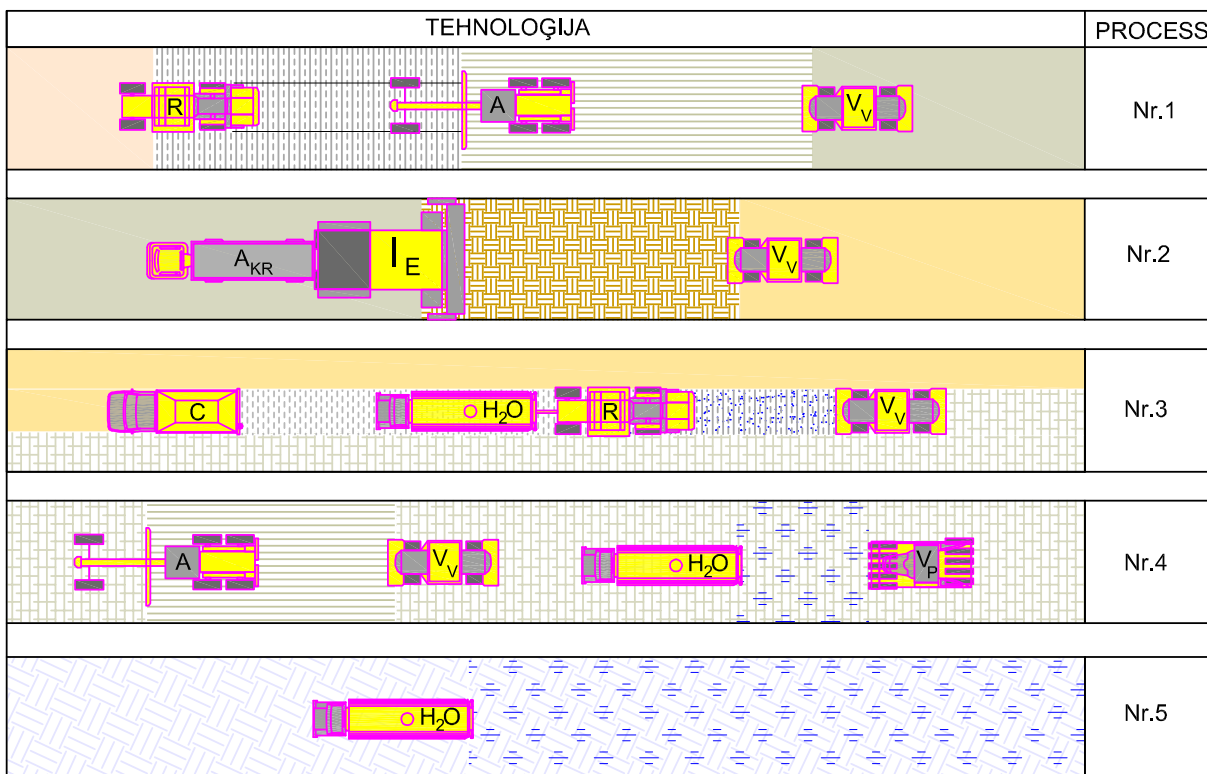
Nav ieteicams plānot veikt būvdarbus, ja to izpildes laikā un 24 stundu laikā pēc tam paredzams stiprs lietus. Nelieli nokrišņi darbu izpildes norisei nebūs traucējoši, bet, ir jābūt uzmanīgiem ar apstākļu izvērtēšanu, un, ja tomēr nokrišņi ir intensīvi vai ilglaicīgi, tad būvdarbu izpilde tomēr būtu jāpārtrauc, respektīvi - ilgstoša vai stipra lietus laikā darba izpildi ieteicams pārtraukt un arī neplānot.

Pirms darbu sākuma segums jānotīra no dažādiem svešķermeņiem, ja nepieciešams – jāveic pamatnes profilēšana un blīvēšana, no nomalēm jānovāc liekā grunts, kā arī tās jānoprofilē, lai nodrošinātu ūdens novadi no ceļa virsmas.

Jāizpilda arī citi nepieciešamie būvdarbi vai sagatavošanas darbi pirms ar cementu saistītas kārtas būvēšanas, atkarībā no nepieciešamības:

- jānojauc paredzētās ceļa konstrukcijas, jānoprofilē un jāsablvē pamatne;
- jāsafrēzē un jāsablvē esošais segums;
- jāpieved un jāsablvē jaunie materiāli;
- u.tml.

Tehnoloģiskais process ar recikleru organizējams atbilstoši paredzētajam aukstās pārstrādes risinājumam. Ja paredzēta ceļa segas aukstā pārstrāde uz vietas būvobjektā, tad jāveic vismaz divi darba gājieni. Pirmajā – safrēzējot (sadrupinot) esošo segumu pilnā biezumā (ja nepieciešams, vairākos gājienos), arī samaisot ar apakšējām kārtām, ja paredzēts. Otrajā – pievienojot un samaisot ar minerālmateriālu, un cementu atbilstoši paredzētajam. Cementa iestrāde jāveic vienā tvērienā. Jānodrošina vienmērīga pārstrādājamā konstruktīvā slāņa, pievienojamo jauno materiālu un saistvielas pārmaisīšana.



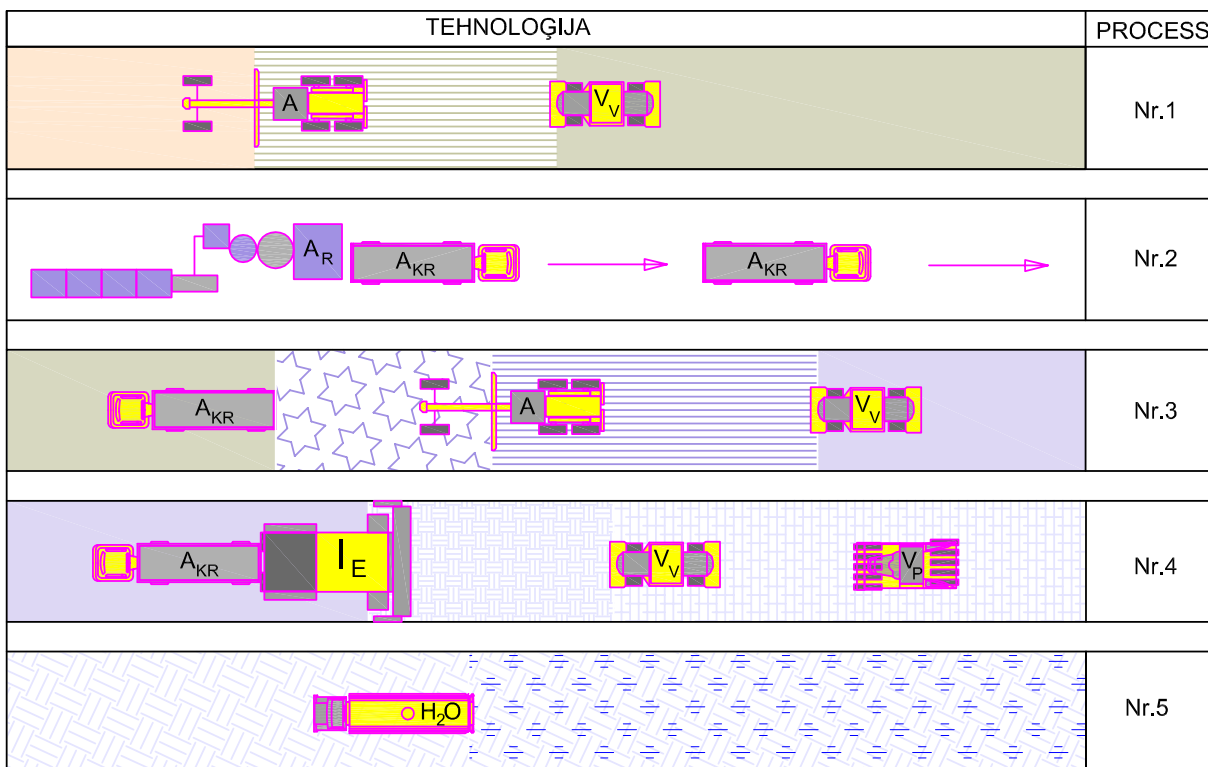
Nr.	PROCESS
1	Esošā seguma uzirdināšana, safrēzēšana Profilēšana, pieblīvēšana
2	Jauna (papildus) materiāla iestrāde, pieblīvēšana
3	Cementa izbēršana Ūdens pievienošana, samaisīšana vajadzīgajā dziļumā, pieblīvēšana
4	Profilēšana, mitrināšana, sablīvēšana
5	Kopšana, laistot virsmu ar ūdeni

TEHNIKA	TEHNIKAS APZĪMĒJUMS
	Reciklers R
	Cementa/ kaļķa izklieģētājs C
	Autogreiders A
	Valču veltnis V <sub>V</sub>
	Pneimo veltnis V <sub>P</sub>
	Ūdens cisterna H <sub>2</sub> O
	Asfalta rūpnīca A <sub>R</sub>
	Ieklājējs I <sub>E</sub>
	Kravas automašīna A <sub>KR</sub>

7.1 . zīmējums. Tehnoloģiskais process, būvējot ar recikleru

Ja ar cementu saistīts maisījums tiek sagatavots rūpnīcā, rūpīgi jāsalāgo rūpnīcas ražošanas jaudas ar transportēšanas iespējām un potenciālo darbu izpildes ātrumu (ieklāšana vai izlīdzināšana, sablīvēšana) būvobjektā. Ja ar cementu saistītu kārtu paredzēts izbūvēt vairākos slāņos, tad šos slāņus var būvēt gan vienā tehnoloģiskajā tvērienā, gan arī būvēt katru kārtu

atsevišķi. Ja būs katru kārtu atsevišķi, tad ar cementu saistītas kārtas nosedzošo kārtu ieteicams paredzēt izbūvēt vai nu nākamajā dienā, vai arī ne ātrāk kā pēc 7 dienām, šīs septiņas dienas veicot kārtas virsmas kopšanu - mitrināšanu ar ūdeni, vai izolējot. Kā arī šo vismaz 7 dienu laikā uzbūvētā ar cementu saistītā kārtā būtu pēc iespējas jāpasargā no pārmērīgi intensīvām smagā transporta slodzēm, kā arī nebūtu vēlams organizēt publisko satiksmi.



Nr.	PROCESS
1	Esošā seguma virsmas sagatavošana
2	Reciklētā maisījuma sagatavošana rūpnīcā, transportēšana uz objektu
3	Reciklētā maisījuma apakškārtas ieklāšana ar autogreideru, sablīvēšana
4	Reciklētā maisījuma virskārtas ieklāšana ar ieklājēju, sablīvēšana
5	Kopšana, laistot virsmu ar ūdeni

TEHNIKA		TEHNIKAS APZĪMĒJUMS
	Reciklers	R
	Cementa/kaļķa izklieģētājs	C
	Autogreiders	A
	Valču veltnis	V <sub>V</sub>
	Pneimo veltnis	V <sub>P</sub>
	Ūdens cisterna	H <sub>2</sub> O
	Asfalta rūpnīca	A <sub>R</sub>
	Ieklājējs	I <sub>E</sub>
	Kravas automašīna	A <sub>KR</sub>

7.2 . zīmējums. Tehnoloģiskais process maisījumu sagatavojot rūpnīcā

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

Pievienojamā vai maisījumā esošā ūdens daudzumam jānodrošina efektīva maisījuma formēšana, bet nepieļaujot risu veidošanos no transporta slodzēm. Ja maisījums kļūst plastisks un būvējamā kārtā zaudē stabilitāti, darbi jāpārtrauc. Ja nepieciešams, jānosaka maisījuma ūdens saturs pēc LVS EN 1097-5.

Ar cementu saistīta maisījuma izlīdzināšanas un sablīvēšanas procesam jānodrošina iegūt paredzēto līdzenumu un šķērsprofilu. Sablīvēšanai jānodrošina vienmērīgs kārtas sablīvējums visā tās biezumā. Nepieciešamais veltnu pārgājienu skaits jānosaka izmēģinājuma posmā. Kā noslēdzošo ieteicams lietot pneimoriteņu veltni.

Sablīvēšanas procesu ieteicams pabeigt, izsmidzinot uz aukstās pārstrādes kārtas virsmas nelielu ūdens daudzumu un blīvējot ar pneimoriteņu veltni.

Ar cementu vai CHCS saistītas kārtas pēc to sablīvēšanas jāpasargā no strauja mitruma zuduma. Ja nepieciešams, jāveic regulāra uzbūvētās kārtas virsmas laistīšana ar ūdeni, lai to uzturētu mitru. Ja laika apstākļi ir tik lietaini, ka uzbūvētā kārtā jau ir mitra no lietus iedarbības, tad vēl papildus virsmas laistīšana ar ūdeni nav nepieciešama.

Nenosegtu reciklēto kārtu nedrīkst ilgstoši ekspluatēt bez nosedzošās vai izolējošās kārtas. Nosedzošo kārtu ieteicams izbūvēt vai nu nākamajā dienā, vai arī ne ātrāk kā pēc 7 dienām pēc ar cementu saistītas kārtas uzbūvēšanas.

## **Tehnoloģiskie posmi, izmantojot recikleru**

Atkarībā no izvēlētā projekta un tehnikas pieejamības var izšķirt galvenos tehnoloģiskā procesa posmus (atsevišķi posmi vai darbu veidi var arī tikt apvienoti).

### **I. Posms:**

- Esošā asfaltbetona segas safrēzēšana atstājot materiālu uz ceļa.
- Uzirdinātā materiāla profilēšana, pieblīvēšana, ja nepieciešams, arī jauna materiāla pievienošana.

### **II. posms**

#### **pirmais variants**

- Cementa izkļiedēšana sausā veidā pirms reciklera.
- Samaisīšana ar recikleru, ieskaitot vienlaicīgu ūdens pievienošanu.

#### **otrais variants**

- Samaisīšana ar reciklieri ar vienlaicīgu cementa iestrādi suspensijas veidā (ūdens/cements).

#### **trešais variants**

- Samaisīšana ar reciklieri ar vienlaicīgu cementa iestrādi sausā veidā un vienlaicīgu ūdens pievienošanu.

#### **ceturtais variants**

- Esošās ceļa segas konstrukcijas materiāla pārmaisīšana noteiktajā dziļumā (var būt esošā asfalta kārtas + esošā pamata materiāls + papildus pievienots jaunais materiāls (ja tāds ir paredzēts)).
- Samaisīšana ar cementu un ūdeni izmantojot reciklieri (kāds no iepriekš minētajiem variantiem).

### **III. posms**

- Pēc reciklera pārgājieniem paredzētās joslas platumā (parasti 2 - 3 reciklera gājieni) jāveic profilēšana ar autogreideru.
- Sablīvēšana.
- Sablīvētās kārtas virsmas kopšana vai izolācija.

### **IV. posms**

- Nosedzošās kārtas izbūve.

#### **Paskaidrojumi darbu veikšanai posmos.**

Pirmā posma darbus var veikt izmantojot ceļa frēzes un autogreiderus (ieteicams lietot pietiekošas jaudas autogreiderus un vērstuvi vēlams aprīkot ar zobu nažiem, vēlama automātiska šķērskrituma nodrošināšana). Speciāli nosacījumi laika apstākļiem nav noteikti. Šo posmu var izslēgt, ja tiek veikta segas pastiprināšana lielā dziļumā, izmantojot reciklierus/stabilizatorus. Šajā posmā jāietver visi sagatavošanas darbi (ja nepieciešams):

- Nomaļu norakšana, planēšana, caurteku nomaina utt.
- Nivelējošā frēzēšana vai frēzēšana, lai pēc būvniecības saglabātu esošās ceļa atzīmes.



- Asfaltbetona frēzēšana, atstājot safrēzēto materiālu uz ceļa, profilēšana. Tas ir nepieciešams gadījumos, ja reciklēja jauda ir par mazu vai reciklēšanas procesa tempa palielināšanai.
- Jauna papildus materiāla pievešana, vienmērīga izlīdzināšana un profilēšana. Pievestam materiālam jāatbilst laboratorijā projektētā sastāva prasībām.

Otrā posma darbus var veikt ar reciklieri un cementa izkliešanas iekārtu, kura ir aprīkota ar cementa dozatoru, kas precīzi uzskaita izkliešamo cementa daudzumu. Šī iekārta var būt apvienota ar reciklieri vai kā atsevišķa tehnikas vienība. Ja tiek pievienots jauns pievestais materiāls, tad tas iepriekš vienmērīgi jāizlīdzina un jāsablvē pa visu reciklējamā kārta vienmērīgā biezumā. Šajā situācijā ir lietderīgi veikt kārtas sākotnējo reciklēšanu (atkarībā no apstākļiem un pielietotās tehnikas to var veikt atkārtoti, lai sasniegtu materiālu augstu homogenitāti) bez saistvielas pievienošanas, tas pats jā dara, ja reciklēšana ir lielākā dziļumā, bet cementa pievienošana paredzēta nepilnā biezumā.

Cementa iestrāde, ūdens pievienošana un samaisīšana jāveic vienā tvērienā. Cementa iestrādes laiks no brīža, kad cements ir saskāries ar ūdeni, līdz kārtas sablvēšanas beigām ieteicams ne garāks kā 2,0 h, ja gaisa temperatūras līdz 20 °C un ne garāks kā 1,5 h, ja gaisa temperatūra ir virs 20 °C, bet nepieciešamības gadījumā šo laiku var pagarināt, bet nepārsniedzot 4 h.

Darba procesā ir nepārtraukti jākontrolē izlietotās saistvielas daudzums, tas ir jāsalīdzina faktiskais patēriņš ar nepieciešamo patēriņu. Jākontrolē pievienojamais ūdens daudzums, lai nodrošinātu maisījuma optimālo mitrumu. Vēlams mitruma saturu nodrošināt nepārsniedzot optimālo mitrumu vai līdz 2% mazāku mitrumu no optimālā.

Trešajā posmā ir jāveic reciklētās segas blīvēšana, kurai jā sākas nekavējoties pēc samaisīšanas procesa. Sablvēšanas process ir viens no galvenajiem, jo tas zināmā mērā ietekmē tālākās segas konstrukcijas ekspluatācijas īpašības. Labs un pietiekams kārtas sablvējums nodrošinās, ka:

- Neveidosies rukuma plaisas.
- Nebūs ceļa segas konstrukcijas deformācijas.
- Tiks sasniegti nepieciešamie kārtas stiprības rādītāji.

Kā jau minēts, sablvēšana ir ļoti svarīgs etaps, lai uzbūvētā konstrukcija labi noformētos, tāpēc ļoti svarīga ir veltņu izvēle. Veltņi jāizvēlas atkarībā no sablvējamās kārtas biezuma. Ja kārtas biezums ir liels, tad izmanto smagos grunts veltņus ar lielu vibrācijas amplitūdu. Ja kārtas biezums ir mazs, tad var izmantot kombinētos vai valču vibroveltņus, kā arī pneimoriteņu veltņus (ieteicams lietot vienu valču vibroveltni un vienu pneimatisko riteņu veltni). Sablvēšanas procesu, lai sasniegtu vienmērīgu tekstūru, ieteicams pabeigt, izsmidzinot uz blīvējamās kārtas virsmas nelielu ūdens daudzumu un noslēdzot sablvēšanu ar pneimoriteņu veltni. Darba gaitā ieteicama lietot iekārtas, kuras tieši vai netieši kontrolē sablvējuma pakāpi vai tā pieaugumu blīvēšanas procesā. Tie var būt:

- Elastības moduļa noteikšana atbilstoši TP BF-StB daļa B 8.3; ASTM E2835-11 prasībām. Ar šo iekārtu darba gaitā var kontrolēt elastības moduļa pieaugumu, tā noregulējot nepieciešamo veltņa pārgājienu skaitu.

- Tiešo proktora blīvuma noteikšanu izmantojot operatīvo mērierīci, piemēram, SDG 200.

Pēc darbu pabeigšanas ir jāveic virkne pasākumu, lai cietēšanas process netiktu traumēts, lai neveidots rukuma plaisas ceļa konstrukcijā, jo sākotnējo stiprību (vismaz 50-70 %) uzbūvētā ar cementu saistītā kārtā iegūst pirmo 7 dienu laikā. Ir dažādas iespējas šī procesa nodrošināšanai:

- 3-7 dienas izmantot autocisternu uzbūvētās kārtas virsmas vieglai mitrināšanai.
- Uzbūvētās kārtas apstrāde ar bitumena emulsiju un sīkšķembām, šajā situācijā var organizēt saprātīgas intensitātes transporta kustību pa šo kārtu. Ja prognozējams, ka satiksmes kustība pa šādi izolētu kārtu būs jāorganizē ilgstoši, tad ieteicams izolācijai izmantot rupjākas šķembas, piemēram - 11/16, izberot ap 12 l/m<sup>2</sup>, un izliet lielāku bitumena emulsijas daudzumu, piemēram - ap 2-3 l/m<sup>2</sup>. Šāda izolācija pie saprātīgas ekspluatācijas un savlaicīgas uzturēšanas spēš nokalpot pat vairākus gadus.

Pēdējā (ceturtajā) etapā ir jāizbūvē nosedzošā kārtā. Tā var būt gan grants sega, gan asfaltbetona sega. Bet jāņem vērā, ka jāizbūvē ir būvprojektā paredzētā kārtā. Vispārīgi to jācenšas izbūvēt cik ātri iespējams, it īpaši, ja gaisa temperatūra ir virs + 25<sup>0</sup> C vai gaidāmas ilgstošas lietusegāzes, vai arī tuvojas būvobjekta nodošanas ekspluatācijā datums. Jāņem vērā, ka, ja nosedzošās kārtas būvniecība aizkavēsies ilgāku periodu un nebūs veikta ar cementu saistītās kārtas pastiprinoša izolācija, tad uzbūvētajā ar cementu saistītajā kārtā var sākt veidoties defekti, kuri būs papildus jānovērš pirms aizkavētās nosedzošās kārtas būvēšanas.



7-2. attēls. Reciklēšanai ar jauna materiāla piedevu sagatavota josla (pa labi)



7-3. attēls. Cementa izbēršana



7-4. attēls. Izbērtā cementa daudzuma kontrole



7-5. attēls. Maisījuma samaisīšana ar recikleru, vienlaikus pievienojot arī ūdeni



7-6. attēls. Ar recikleru samaisītās kārtas pieblīvēšana



7-7. attēls. Sablīvētās kārtas biezuma uzmērīšana



7-8. attēls. Ar recikleru samaisītās joslas profilēšana ar autogreideru

## **Tehnoloģiskie posmi, izmantojot rūpnīcu**

Parasti rūpnīcu izmanto, ja nepieciešama segas pastiprināšana ceļa konstrukciju augšējās slāņos, tas ir, nojaucot un aizvedot esošās asfaltbetona kārtas, bet nesaistītās kārtas var palikt neskartas, vai var tikt paredzēta to reciklēšana uz vietas, vai arī tās var tikt aizvāktas un visa jaunā ceļa segas konstrukcija var tikt būvēta no jauna.

### **I. Posms:**

- Esošā asfaltbetona segas nofrēzēšana un transportēšana uz aukstās maisīšanas rūpnīcas krautni.
- Ja nepieciešams, notiek frēzētā materiāla šķirošana (to dara, ja izvirzītas speciālas prasības reciklētā materiāla sastāvam).
- Visu papildus izejvielu sagāde un transportēšana uz aukstās pārstrādes rūpnīcas krautni.

### **II. Posms**

- Maisījuma sagatavošana rūpnīcā.
- Maisījuma transportēšana uz būvobjektu.
- Maisījuma ieklāšana izmantojot ieklājēju vai autogreideru.

### **III. posms**

- Sablīvēšana.
- Sablīvētās kārtas virsmas kopšana vai izolācija.

### **IV. posms**

- Nosedzošās kārtas izbūve.

### **Paskaidrojumi darbu veikšanai posmos.**

Rūpnīcai jābūt nepārtrauktās darbības un aprīkotai ar automatizētu vadības sistēmu, lai varētu precīzi kontrolēt precīzu komponentu dozāciju un maisīšanas procesam. Aukstās pārstrādes rūpnīcai jābūt šādam aprīkojumam:

- Ūdens cisternai;

- Cementa silosam;
- Vismaz diviem materiālu dozācijas bunkuriem.

Pirmajā etapā esošās asfaltbetona sega tiek nofrēzēta un aizgādāta uz rūpnīcas krautni, kur tai tiek noņemti paraugi un testēts granulometriskais sastāvs. Vēlams asfaltbetona kārtas nofrēzēt katru atsevišķi un atsevišķi arī novietot krautnēs. Tālākā procesā tiek projektēts sastāvs un noteiks no jauna pievienojamais materiāls, nepieciešamības gadījumā nofrēzētais asfalts papildus var tikt drupināts un šķirots, lai sasniegtu nepieciešamo granulometrisko sastāvu. Paralēli uz ceļa tiek profilēts, sablīvēts materiāls uz kura tiks izbūvēta ar cementu saistītā maisījuma kārtā.

Otrajā etapā, atbilstoši izstrādātam sastāvam laboratorijā rūpnīcā tiek ievadīti parametri, lai varētu sagatavot nepieciešamo maisījumu. Transportēšanas iekārtas ieteicams lietot ar stingrām, līdzenām un tīrām kravas tilpnēm, kuras nepieļauj pārvedamā materiāla zudumus un ierobežo tā segregāciju (ieteikums – lietot kravas tilpnes ar noapaļotiem stūriem), kā arī kravas tilpnes aizmugurējās daļas konstrukcijai jābūt tādai, kas nodrošinātu pakāpenisku maisījuma izkraušanu iekļājēja bunkurā. Ieteicams lietot kravas telpu nosedzošus pārsegus, lai samazinātu mitruma iztvaikošanu no gatavā maisījuma. Transportēšanas laikam no rūpnīcas līdz iekļāšanas procesam nevajadzētu būt pārāk ilgstošam, īpaši karstos laika apstākļos, tāpēc ieteicams rūpnīcu novietot tiešā objekta tuvumā.

Tālākā procesā notiek maisījuma iestrāde, parasti augšējās kārtas, izmantojot tāda paša tipa iekļājēju, kādu izmanto asfaltbetona kārtu iekļāšanai, kurš aprīkots ar automātisku sijas augstuma un šķērsslīpuma vadību, automātisku masas padeves vadības un kontroles sistēmu un kurš spēj nodrošināt sagatavotā maisījuma iekļāšanu visā brauktuves joslas platumā. Nelielas platības ar nelielu satiksmes intensitāti, kā arī iekļājējam ierobežotās vietas var iekļāt ar rokas darbarīkiem. Apakškārtas var iekļāt, piemēram, ar autogreideru vai buldozeru.

Blīvēšanas procesu, laika apstākļu ietekmi, kā arī nosacījumus uzbūvētās kārtas kopšanai skatīt aprakstos šajā rokasgrāmatā iepriekš.



7-9. attēls. Ar cementu saistītās apakšējās kārtas ieklāšana ar autogreideru



7-10. attēls. Ieklātās apakšējās kārtas sablīvēšana





7-11. attēls. Rūpnīcā sagatavota ar cementu saistīta maisījuma augšējās kārtas ieklāšana ar ieklājēju



7-12. attēls. Ieklātās augšējās kārtas sablīvēšana

## 8 Darba procesa un pabeigto darbu kvalitātes kontrole

Materiāls nedrīkst saturēt ieslēgumus, kas lielāki par 100 mm, ja tādi ir – tie jānovāc ne vēlāk kā pirms maisījuma sablīvēšanas vai jāsadrupina, vai jāatsijā – pirms materiāla iestrādes.

Darba izpildes laikā nepārtraukti vizuāli jākontrolē maisījuma un virsmas viendabīgums, un kondīcija, vismaz 1 reizi dienā jāveic izlietotās saistvielas daudzuma uzmērījums (tas drīkst atšķirties ne vairāk kā  $\pm 10\%$  no paredzētā daudzuma) – uzmērīšanas metodika jānosaka piemērota saistvielas iestrādes tehnoloģijai, kā arī jāuzskaita un jāaprēķina kopējais izlietotais saistvielas daudzums (tas drīkst atšķirties ne vairāk kā  $\pm 5\%$  no kopējā paredzētā daudzuma).

Darba izpildes laikā vismaz no katriem 5000 m<sup>2</sup> jānoņem ar saistvielu samaisīta materiāla paraugi un jātestē spiedes stiprība pēc 7 dienu kondicionēšanas, un testēšanas rezultātiem jāatbilst paredzētajam. Spiedes stiprību testēt pēc 28 dienu kondicionēšanas darba izpildes laikā nav obligāti, bet, ja to veic, tai jāatbilst izvirzītajām prasībām.

Darba izpildes laikā jāveic kontrolēt paredzēto parametru uzmērījumi (8-1 tabula).

8-1 tabula. Kvalitātes kontrole darba izpildes laikā

Kontrolejamais parametrs	Izpildes apjoms
Kārtas biezums (gan uzirdinātās, gan pārstrādātās)	Visā būvobjektā katrā darba gājienā vismaz 1× maiņā
Šķērsprofils	Pastāvīgi
Līdzenums	Pastāvīgi
Pievienojamie materiāli	Pievēstā un iestrādātā materiāla uzskaitē katrā automašīnā, veicot kravu izlases kontroļsvēršanu
Sablīvējums	Pastāvīgi jāuzrauga un jākontrolē veltņu pārgājienu skaits, kā arī jālieto operatīvas testēšanas iekārtas

Uzbūvētajai ar cementu vai CHCS saistītu minerālmateriālu pamata nesošajai kārtai jābūt viendabīgai un līdzenei, nodrošinot pilnīgu ūdens noteci no kārtas virsmas. Uzbūvētā pamata nesošās kārtas kvalitātei jāatbilst izvirzītajām prasībām (8-2 tabula). Mērījumi, pārbaudes un testēšana jāveic pirms nosedzošās kārtas būvniecības. Ja ar cementu vai CHCS saistītu minerālmateriālu pamata nesošo kārtu būvē vairākos slāņos, tad pārbaudes, izņemot sablīvējumu, jāveic pēc pēdējā slāņa izbūves.

8-2 tabula. Ar cementu vai CHCS saistīta minerālmateriālu pamata nesošās kārtas kvalitātes parametri, prasības un nosacījumi testēšanai un mērījumiem

Parametrs	Prasība	Metode	Izpildes laiks vai apjoms
Virsmas augstuma atzīmes	$\leq \pm 3$ cm no paredzētā	LBN 305-1 Veicot ģeodēziskos uzmērījumus	Visā būvobjektā vismaz trīs vietās šķērsprofilā ik pēc 50 m. Piemēram, uz ceļa ass un malās
Šķērsprofils	$\leq \pm 1,0\%$ no paredzētā	Ar 3 m mērlatu un līmeņrādi	Visā būvobjektā katrā joslā ik pēc 50 m

Parametrs	Prasība	Metode	Izpildes laiks vai apjoms
Platums	$\leq -5/+10$ cm no paredzētā uz katru pusi no ceļa ass	Ar mērlenti	
Kārtas biezums	$\leq -2/+5$ cm no paredzētā	Šurfējot (atrokot) un uzmērot ar lineālu. Šurfēt nedrīkst tuvāk par 1,0 m no kārtas malas	Visā būvobjektā vismaz trīs vietās šķērsprofilā ik pēc 500 m. Piemēram, uz ceļa ass un malās
Novietojums plānā	$\leq \pm 7$ cm no paredzētā	LBN 305-1 Veicot ģeodēziskos uzmērījumus	Visā būvobjektā raksturīgos punktos
Sablīvējums katram slānim (testējot darba izpildes laikā tūlīt pēc slāņa sablīvēšanas)	$\geq 102$ % no Proktora blīvuma <sup>(1)</sup> vai veicot dubulto sloģošanu ar statisko plātni $E_{v2}/E_{v1} \leq 2,3$	LVS EN 13286-1 LVS EN 13286-2 AASHTO T205 ASTM D2167-08 ASTM D1556-07 BS 1377-9 DIN 18134	Visā būvobjektā katrā joslā ik pēc 1000 m, testēšanu veicot tajā pašā dienā, kad veikta maisījuma iestrāde, tūlīt pēc sablīvēšanas
Izurbtu paraugu spiedes stiprība, stabilizētām kārtām	Jāatbilst noteiktajām prasībām (6-2 tabula)	LVS EN 13286-50 LVS EN 13286-41 LVS CEN/TS 12390-9	Izurbjot paraugus ne ātrāk kā 28 dienas pēc kārtas pastiprināšanas darbu pabeigšanas

PIEZĪME <sup>(1)</sup> Jānosaka uzbūvētās kārtas tilpuma blīvums, kurš jāattiecina pret no kārtas noņemta parauga Proktora tilpuma blīvumu.

Neatbilstību gadījumā jāizstrādā neatbilstību novēršanas plāns un jāveic nepieciešamie pasākumi prasību nodrošināšanai.

## 9 Standarti

1. LVS EN 14227-1 Hidrauliski saistītie maisījumi. Specifikācijas. 1. daļa: Ar cementu saistītie graudainie maisījumi.
2. LVS EN 14227-5 Hidrauliski saistītie maisījumi. Specifikācijas. 5. daļa: Ar hidraulisko ceļa saistvielu saistītie graudainie maisījumi.
3. LVS EN 197-1 Cements. 1. daļa.
4. LVS EN 197-4 Cements. 4. daļa.
5. LVS EN 932-1 Minerālo materiālu vispārējo īpašību testēšana. 1. daļa. Paraugu ņemšanas metodes
6. LVS EN 932-2 Minerālo materiālu vispārējo īpašību testēšana. 2. daļa. Laboratorijas paraugu samazināšanas metodes.
7. LVS EN 933-1 Minerālo materiālu ģeometrisko īpašību testēšana. 1. daļa. Daļiņu izmēra sadalījuma noteikšana. Sijāšanas metode.
8. LVS EN 1008 Betona maisījuma ūdens - Ūdens paraugu ņemšanas, pārbaudes un derīguma noteikšanas tehniskie noteikumi, ieskaitot arī no betona ražošanas atgūto ūdeni.
9. LVS EN 13286-1 Nesaistītie un hidrauliski saistītie maisījumi. 1. daļa. Laboratorijas atsaucis blīvuma un ūdens satura testēšanas metodes. Ievads. Vispārējā prasības un paraugu ņemšana.
10. LVS EN 13286-2 Nesaistītie un hidrauliski saistītie maisījumi. 2. daļa. Laboratorijas atsaucis blīvuma un ūdens satura testēšanas metodes. Proktora sablīvēšana.
11. LVS EN 13286-41 Nesaistītie un hidrauliski saistītie maisījumi. 41. daļa. Hidrauliski saistītu maisījumu elastības moduļa testēšanas metode.
12. LVS EN 13286-43 Nesaistītie un hidrauliski saistītie maisījumi. 43. daļa. Hidrauliski saistītu maisījumu spiedes pretestības testēšanas metode.
13. LVS EN 13286-47 Nesaistītie un hidrauliski saistītie maisījumi. 47. daļa. Hidrauliski saistītu maisījumu Kalifornijas nestspējas vērtības, tūlītējā nestspējas indeksa un uzbriestamības testēšanas metodes.
14. LVS EN 13286-50 Nesaistītie un hidrauliski saistītie maisījumi. 50. daļa. Hidrauliski saistītu maisījumu paraugu sagatavošanas metodes sablīvējot ar Proktora iekārtu vai vibrogaldū.

## 10 Izmantotā literatūra

1. 1ST INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SUBGRADE STABILISATION AND INSITU PAVEMENT RECYCLING USING CEMENT (1 TO 4 OCTOBER 2001 SALAMANCA (ESPAÑA))
2. <http://www.britpave.org.uk/> mājas lapas publikācijas.
3. ZTV E-StB 09:2009 "Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau"
4. Bodenbehandlung Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln (Eine Publikation der Holcim (Süddeutschland) GmbH)
5. <https://www.vdz-online.de/> mājas lapas publikācijas.
6. Soil treatment base layers with hydraulic binders (Wirtgen)
7. Wirtgen холодный ресайклинг Руководство по применению (2-е издание, апрель 2006 г.)
8. Wirtgen Cold RecyclingTechnology (3rd edition 2010)
9. [http://www.britishlime.org/documents/BLA\\_Seminar\\_2013/BLA\\_Seminar\\_2013\\_Paul\\_Edwards.pdf](http://www.britishlime.org/documents/BLA_Seminar_2013/BLA_Seminar_2013_Paul_Edwards.pdf)
10. Wirtgen Cold RecyclingTechnology (1st edition 2012). Wirtgen GmbH