
Plānkārtas risinājumu pielietojums Latvijā: ieguvumi un izaicinājumi PĒTĪJUMS

Dr. Sc. Ing. Viktors Haritonovs

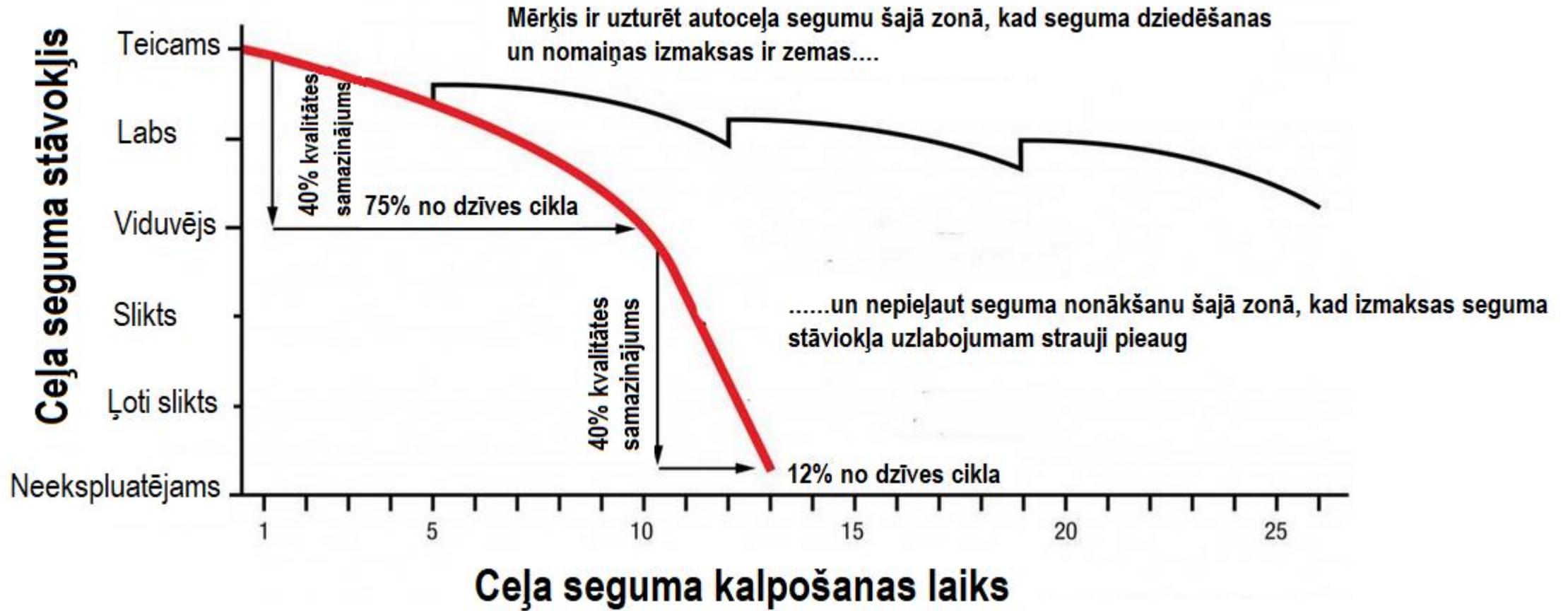
Rīgas Tehniskā universitāte

Ceļu un tiltu katedras vadošais pētnieks

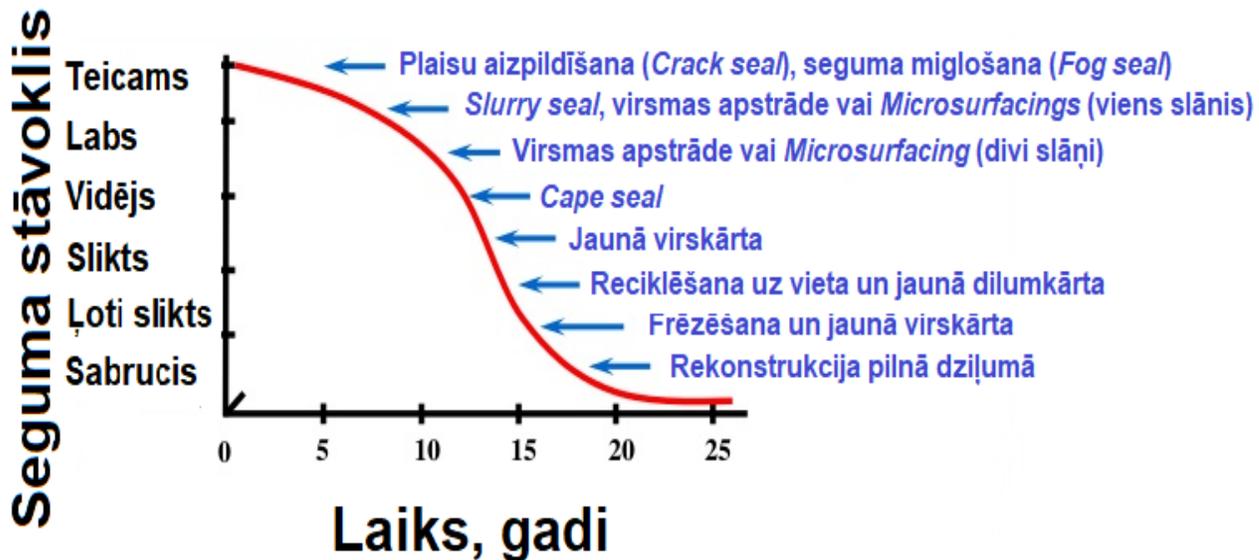
Saturs

1. Ievads
2. *Slurry seal* un *Microsurfacing*
 - 2.1. Izejmateriāli
 - 2.2. Maisījuma projektēšana
 - 2.3. LVS EN 12273 standarta prasības
3. Ārvalstu tehnisko specifikāciju prasības – ASV, Vācija un Lietuva
4. *Microsurfacing* iestrāde reālos ekspluatācijas apstākļos
5. Rekomendācijas
6. Vienkāršota pieeja autoceļu tīkla uzturēšanas izmaksu optimizēšanai, balstītai uz LCCA
7. Secinājumi

Ievads



Autoceļu seguma dzīves cikla laikā veicamās aktivitātes

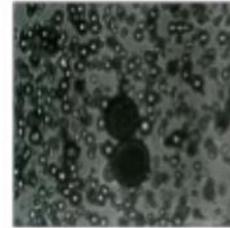


Seguma atjaunošanas tehnoloģija	Tehnoloģijas dzīves cikls atkarībā no esošā seguma stāvokļa		
	Labs (PCI ≥ 80)	Vidējs (PCI ≥ 60)	Slikts (PCI ≥ 40)
Seguma miglošana (<i>Fog seal</i>)	3–5	1–3	1–2
Virsmas apstrāde (<i>Chip seal</i>)	7–10	3–5	1–3
<i>Slurry seal</i>	7–10	3–5	1–3
<i>Microsurfacing</i>	8–12	5–7	2–4
Plānkārta BBTM	≥ 10	5–7	2–4

Slurry seal (SS) un Microsurfacing (MS)

SS un MS ir 5 komponentu sistēma:

1. Pildviela (sīkšķembas);
2. Bitumena emulsija;
3. Ūdens;
4. Cements vai cits aizpildītājs;
5. Piedevas, kuras regulē bitumena emulsijas sadalīšanos (atkarībā no receptes palielina vai samazina).



Prasības SS un MS definētas **LVS EN 12273 standartā** (Asfalta virsmas apstrāde ar emulsiju. Prasības (*Slurry surfacing – Requirements*)).



SS un MS ir piemērots

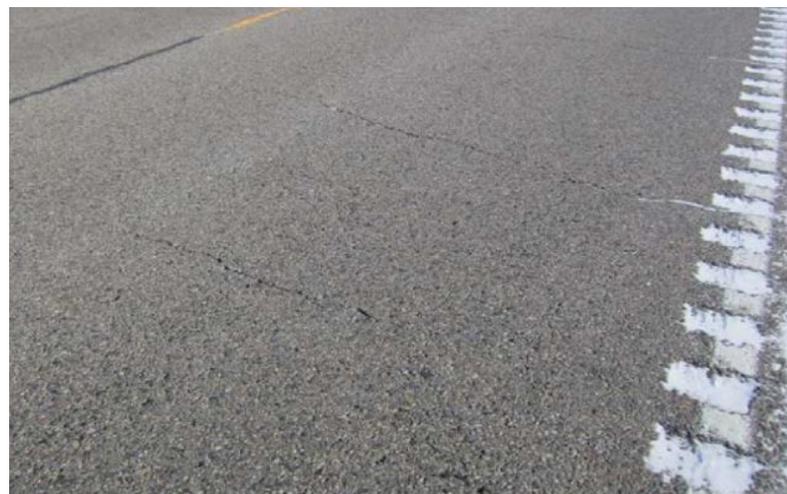
Lobīšanās, novecošanās



Nodiluma rise



Neliela plaisāšana



Izsvīdumi



SS un MS nav piemērots

Strukturālie bojājumi



Nenovērš plaisu atkārtošanos (aligatora plaisu attīstību)



Plaisas $\geq 5\text{mm}$ jāaizpilda



Rises ar noguruma plaisu tīklu



Rises ar izspiedumu



Slurry seal projektēšanas metodika

- Visu valstu izstrādāto specifikāciju pamatā ir **ISSA** (*International Slurry Surfacing Association*) izstrādātā projektēšanas procedūra, kā arī standartā LVS EN 12273 definētās prasības
- Vācijā – **DSK** (*Dünne Asphaltdeckschichten in Kaltbauweise*)
- Lietuvā – **ŠL** (*Šlamo dangos*)
- Prasības SS un MS sastāviem Vācijā un Lietuvā reglamentētas atbilstoši **ZTV BEA-StB 09**

Ceļa seguma stāvokļa raksturojums		Parādīšanās cēlonis	Atjaunošanas tehnoloģija				
			Virsmas apstrāde	SS vai MS (DSK)	BBTM	Pārprofilēšana	Asfaltbetona pamatkārtas maiņa
Līdzenums	Garenprofils	Deformācijas	-	-	-	+	+
		Nestspējas problēmas	-	-	-	-	-
	Šķērsprofils	Deformācijas	-	+	+	+	+
		Nestspējas problēmas	-	-	-	-	-
Raupjums	Slīdes pretestība	Saistvielas uzkrāšanās («Svīšana»)	-	+	+	+	+
		Slīpētās šķembu virsmas (nodilums)	+	+	+	+	+
Seguma bojājumi	Tīklveida, x-veida plaisas (<i>x-pattern cracks</i>)			+	+	+	+
	Novecošanās (<i>Depletion</i>)			+	+	+	+
	Vairākas vietas ar remontētām bedrēm (<i>Patched spots</i>)			+	+	-	+
	Šķembu lobīšanās (<i>grain eruptions</i>)			+	+	+	+
	Individuālās plaisas			-	-	-	+

SS raksturlielumi			Kategorija					
Rādītājs	Standarts	Mērv.	0	1	2	3	4	5
Vizuāls defektu novērtējums								
P ₁ – svišana, pārsātināšanās ar saistvielu un sliežu veidošanās	LST EN 12274-8	%	NPD			≤0,5		
P ₂ – atslāņošanās, nodilums, šķembu lobīšanās, risu veidošanās vai slāņa slīdēšana	LST EN 12274-8	%	NPD			≤0,5		
P ₃ – rievas un izcilņi	LST EN 12274-8	%	NPD			≤0,5		
P _{4(n)} – mazo un atkārtoto defektu grupas, kuru skaits taisnstūrī ir ne vairāk (n)	LST EN 12274-8	%	NPD			≤1 (2)		
L – gareniskās rievas	LST EN 12274-8	m	NPD			< 5		
Virsmas rādītāji								
Makrotekstūra	LST EN 13036-1	mm	NPD		≥0,4			
Trokšņainība un makrotekstūra	LST EN 13036-1	mm	Jādeklarē maksimālo vērtību					
Izejmateriāli								
Saistviela – bitumena emulsija	LST EN 13808, TRA BE 08	J/cm ²	Deklarēti saskaņā ar klasēm, kas norādītas LST EN 13808 un TRA BE 08 4. tabulā					
Šķembu pulējamība	LST EN 13043 TRA MIN 07	Deklarē kategoriju atbilstoši LST EN 13043 un atbilstoši TRA APM 10 1. pielikuma kategorijām						
Drupināšanas pretestība								
Drupinātu vai lauztu daļiņu procentuālais daudzums								
Granulometriskais sastāvs								
Smalkās frakcijas saturs		Deklarē saskaņā ar TRA APM 10 specifikāciju p 40.						
Citi rādītāji								
Saistviela – var izvēlēties citus rādītājus atbilstoši LST EN 13108 un TRA BE 08								
Šķembas – var izvēlēties citus rādītājus atbilstoši LST EN 13043 un TRA MIN 07								

***Microsurfacing* iestrāde reālos ekspluatācijas apstākļos 2020. gads**



Ieklāšana

Šajā posmā tiek ieklāts tipisks dubultais *MS* slānis.

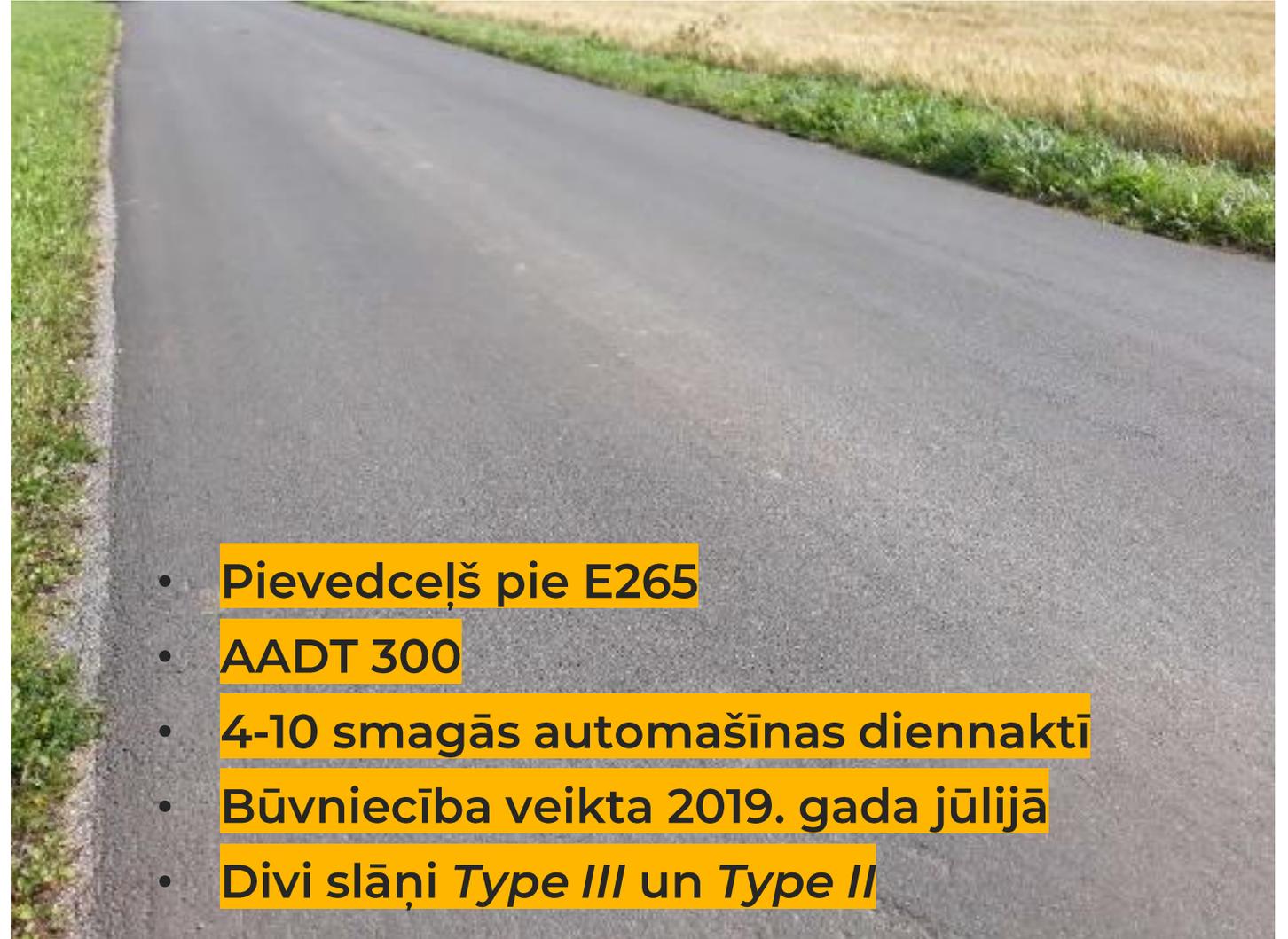
- Apakškārtas izlīdzinošais slānis *Type III*, frakcija 0/8, slāņa biezums ir 1,5D – 1,2 cm (min 1,0 cm un maks. 1,4 cm).
- Virskārtas slānis *Type II*, frakcija 0/4, slāņa biezums ir 0,6 cm
- Abu slāņu biezums maks. 20 mm.



Virskārtas slāņa Type II ieklāšana



Uz seguma nav novēroti būtiski bojājumi pēc viena ekspluatācijas gada
Prognozējamais kalpošanas laiks ir vismaz 5 gadi



- Pievedceļš pie E265
- AADT 300
- 4-10 smagās automašīnas diennaktī
- Būvniecība veikta 2019. gada jūlijā
- Divi slāņi *Type III* un *Type II*

Uz seguma nav novēroti būtiski bojājumi pēc viena ekspluatācijas gada. Prognozējamais kalpošanas laiks ir vismaz 7 gadi.



- Šī ir iela (Mooni iela) starp privātmājām.
- Ceļš bija ļoti sliktā stāvoklī.
- Būvniecība veikta 2019. gada jūlijā.
- Ieklāti divi slāņi *Type III* un *Type II*

- Autoceļš savienojas ar E67
- AADT 6000
- Būvniecība veikta 2019. gada septembrī
- Rīsu aizpildīšana ar *Type III*
- *Type III* virskārta
- Ieklāšana bija aizliegta
 - no 9.00 līdz 11.00
 - no 14.00 līdz 16.00
- Būvdarbi veikti pēc 16.00



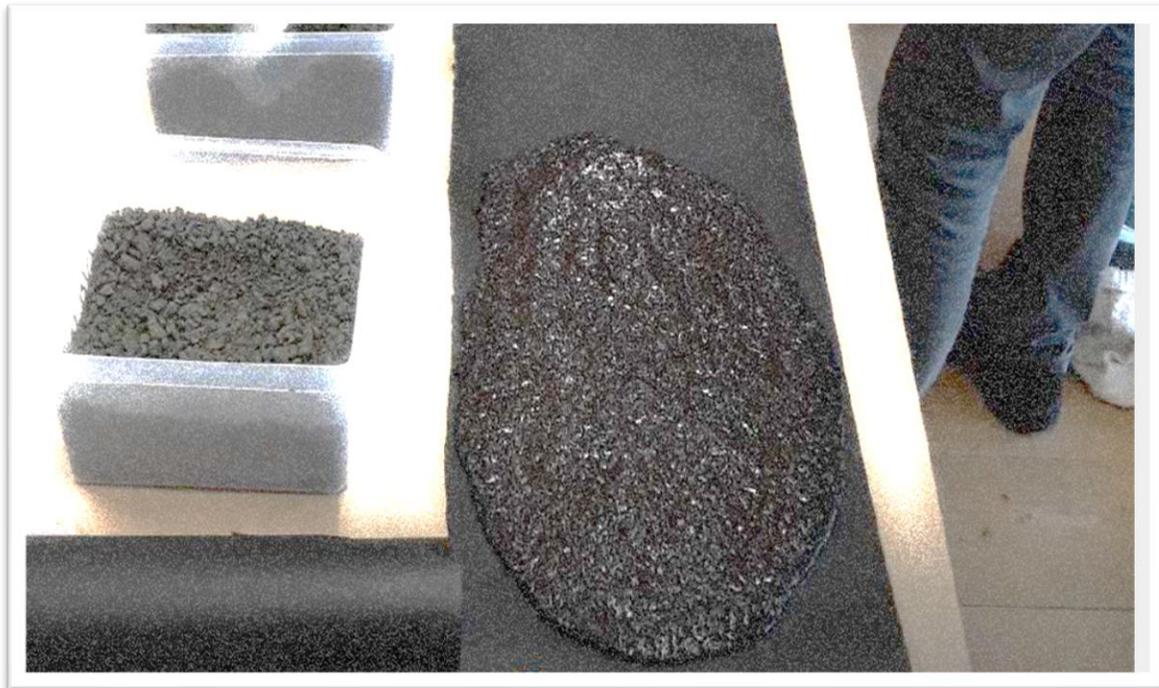
Rekomendācijas

- **Lai samazinātu garenšuvju skaitu, tiek rekomendēts divjoslu ceļu ieklāt divos ieklāšanas gājienos**, jo mūsdienīgo ieklājēju izkliešanas kastes platums ir līdz 4,4 m.
- **Lielas rises (virs 1 cm) un nelīdzenumus ieteicams frēzēt, pēc tam notīrot segumu ar speciālu vakuuma sūkni**, jo smalks materiāls var negatīvi ietekmēt bitumena emulsijas īpašības. Risu aizpildīšanu veic ar šaurāku izkliešanas kasti (*wheel track box*).
- **SS un MS maisījumus ieklāj divos slāņos**. Pirmais ir izlīdzinošais slānis, bet otrais pamata virskārtas slānis. **Laiks starp 1. un 2. slāņa ieklāšanu ir 1–7 dienas un ir atkarīgs no MS un SS ciettapšanas un pilnīgas ūdens iztvaikošanas**.
- SS un MS maisījumus var ieklāt bez sablīvēšanas, tomēr ātrākai ūdens izspiešanai un turpmākai ciettapšanai **ieteicams veikt sablīvēšanu ar pneimatiskajiem veltniem**. Pēc ieklāšanas SS un MS maisījuma sablīvēšana turpinās transporta slodzes ietekmē.

Rekomendācijas

- **Rekomendējamā SS un MS ieklāšanas temperatūra pavasarī ir $\geq + 5^{\circ}\text{C}$, bet rudenī $\geq + 10^{\circ}\text{C}$** (saistīts ar bitumena emulsijas sadalīšanos un SS un MS ciettapšanu).
- **Rekomendējamais SS un MS ieklāšanas periods ir maijs – augusta vidus.**
- **Rekomendējams SS un MS ieklāt sausā laikā (mitrums $< 60\%$). Nedrīkst ieklāt lietū. Nerekomendē SS un MS maisījumus ieklāt naktī.**
- **Pēc SS vai MS ieklāšanas satiksmi vēlams atklāt ne ātrāk kā pēc 2 stundām** (satiksmes palaišana ir ātrāka, nekā veicot virsmas apstrādi).
- **Kā aizpildītāju rekomendē izmantot portlandcementu.**

MS maisījuma projektēšana



MS maisījuma viegliestrādājamības novērtēšana – **atbilstoša**



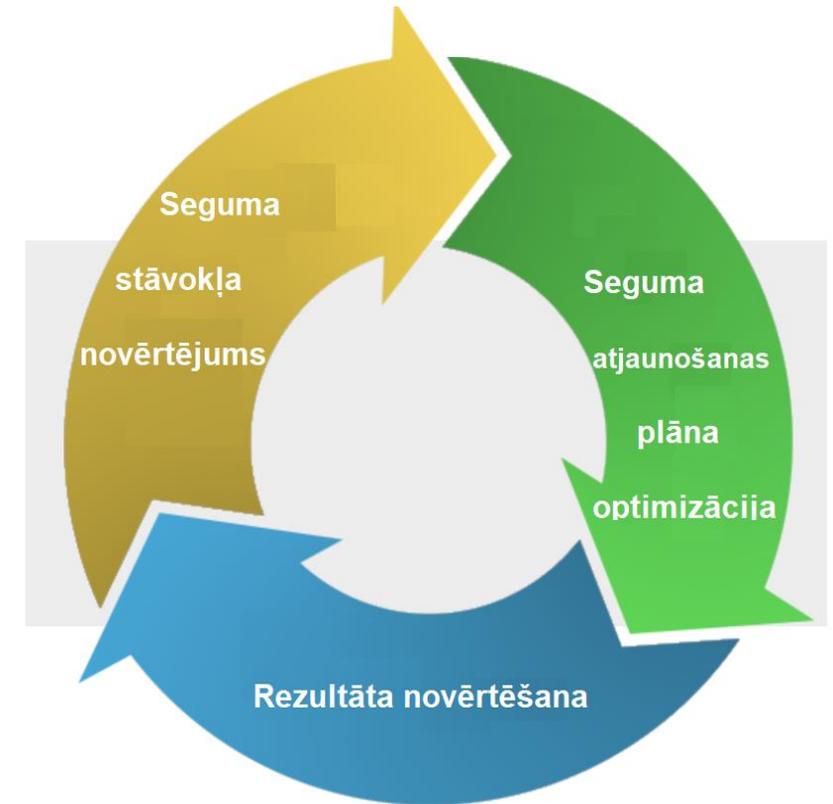
MS maisījuma viegliestrādājamības novērtēšana – **neatbilstoša**

Vienkāršota pieeja autoceļu tīkla uzturēšanas izmaksu optimizēšanai balstītai uz LCCA

Pavement Preservation and Recycling Alliance (PPRA) optimizācijas rīks, izmantots, lai veiktu visefektīvāko un viedāko ceļa seguma atjaunošanas (uzturēšanas) izvēli gan īstermiņa, gan ilgtermiņa ietekmei

Ekvivalentā viena gada izmaksas (EAC) ļauj salīdzināt dažādu atjaunošanas tehnoloģiju izmaksas laikā

$$EAC = \frac{\textit{Tehnoloģijas izmaksa}}{\textit{Dzīves cikla pagarinājums}} = \frac{\textit{EUR}}{\textit{gadi}}$$



1. scenārijs

Aktivitāte	Kategorija	Seguma dzīves cikla pagar., gadi	Posma garums, km	Joslas platums, m	Kopā (posma kilometrs vienā gadā)	Vienības cena	Kopējā cena, EUR
Seguma miglošana (<i>Fog seal</i>)	Uzturēšana	2	40	3,5	80	1,00	140000
Plaisu aizpildīšana (<i>Crack seal</i>)	Uzturēšana	3	20	3,5	60	1,00	70000
Microsurfacing	Uzturēšana	7	10	3,5	70	6,00	210000
Izlīdzinošā frēzēšana + 3,5cm asfaltbetons	Rehabilitācija	10	5	3,5	50	10,24	179200
Pilnā dziļuma rekonstrukcija	Rekonstrukcija	25	2	3,5	75	45,48	318360
			77		335		917560

Joslu kilometri – 200 km un budžets 1 milj. eiro
 Pakļauti bojāšanai joslu kilometri gadā – 200 km
 Atbilstoši izvēlētai stratēģijai iegūti 335 km posma kilometri gadā
Autoceļa tīkla ieguvums – 135 km gadā
 Ietaupījums – 82440,00 eiro

2. scenārijs

Aktivitāte	Kategorija	Seguma dzīves cikla pagār., gadi	Posma garums, km	Joslas platums, m	Kopā (posma kilometrs vienā gadā)	Vienības cena	Kopējā cena, EUR
Izlīdzinošā frēzēšana + 3,5cm asfaltbetons	Rehabilitācija	10	15	3,5	150	10,24	153600
Pilnā dziļuma rekonstrukcija	Rekonstrukcija	25	5	3,5	125	45,48	795900
			20		275		949500
<p>Joslu kilometri – 200 km Pakļauti bojāšanai joslu kilometri gadā – 200 km Atbilstoši izvēlētai stratēģijai iegūti 275 km posma kilometri gadā <u>Autocēla tīkla ieguvums – 75 km gadā</u> Ietaupījums – 50500,00 eiro</p>							

Izmaksu un ieguvumu vērtība – *Cost-Benefit Value* (CBV)

CBV vērtība ļauj noteikt prioritārus projektus, ņemot vērā satiksmes intensitāti, izmaksas un dzīves ciklu (dzīves cikla pagarinājumu)

$$CBV = \frac{\frac{\text{Satiksmes intensitāte} \times \text{Dzīves cikla pagarinājums}}{\text{Satiksmi ierobežojošs faktors}}}{\text{Vienības cena} \times PCI}$$

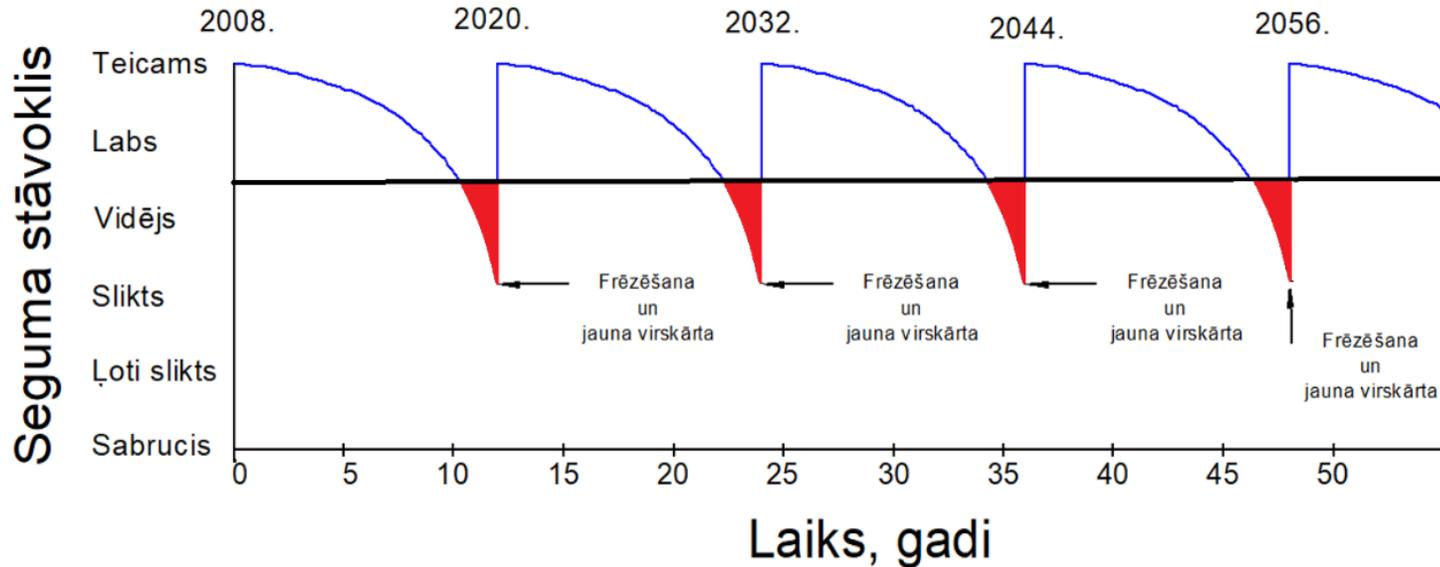
Ceļš	Posms	PCI	AADT	Ceļa platums (m)	Joslu skaits	Posma garums (m)	Seguma atjaunošanas veids	Seguma dzīves cikla pagarinājums	Vienības cena, EUR	Atjaunošanas veida izmaksas, milj. EUR	Summārās izmaksas, milj. EUR	CBV
Nr. 1	A	70	6000	8	2	35000	Plaisu aizpildīšana (<i>Crack seal</i>)	3	1,00	0,28	0,28	36,73
Nr. 2	B	65	10000	15	4	35000	<i>Microsurfacing</i> – viena kārtā	6	4,00	2,10	2,38	32,97
Nr. 3	C	60	7000	8	2	15000	Dubulta virsmas apstrāde	6	3,81	4,57	2,84	26,25
Nr. 4	D	55	7000	8	2	20000	Plānkārtas asfaltbetons <i>BBTM</i>	10	9,00	1,44	4,28	20,20
Nr. 5	E	85	6000	8	2	65000	Seguma miglošana (<i>Fog seal</i>)	2	1,00	5,20	4,80	20,17
Nr. 6	F	43	6000	8	2	15000	Izlīdzinošā frēzēšana + 3,5 cm asfaltbetons	10	10,24	1,23	6,03	19,47
Nr. 7	G	25	6000	8	2	15000	Pilnā dziļuma rekonstrukcija	25	45,48	5,46	11,48	18,85
Nr. 8	H	35	9000	8	2	15000	Pamatnes stabilizācija + 10 cm asfaltbetons	15	30,01	3,60	15,08	18,36
Nr. 9	J	55	6000	8	2	25000	<i>Microsurfacing</i> – divas kārtas	7	6,00	1,20	16,28	18,18
Stāvokļa uzlabojums tiks nodrošināts <u>88% autoceļu tīklam</u>												

Budžeta robeža

Ceļš	Posms	PCI	AADT	Ceļa platums (m)	Joslu skaits	Posma garums (m)	Seguma atjaunošanas veids	Seguma dzīves cikla pagarinājums	Vienības cena, EUR	Atjaunošanas veida izmaksas, milj. EUR	Summārās izmaksas, milj. EUR	CBV
Nr. 7	G	25	6000	8	2	15000	Pilnā dziļuma rekonstrukcija	25	45,48	5,46	11,48	18,85
Nr. 8	H	35	9000	8	2	15000	Pamatnes stabilizācija + 10 cm asfaltbetons	15	30,01	3,60	15,08	18,36
Nr. 6	F	43	6000	8	2	15000	Izlīdzinošā frēzēšana + 3,5 cm asfaltbetons	10	10,24	1,23	6,03	19,47
Nr. 4	D	55	7000	8	2	20000	Plānkārtas asfaltbetons BBTM	10	9,00	1,44	4,28	20,20
Nr. 9	J	55	6000	8	2	25000	Microsurfacing – divas kārtas	7	6,00	1,20	16,28	18,18
Nr. 2	B	65	10000	15	4	35000	Microsurfacing – viena kārtā	6	4,00	2,10	2,38	32,97
Nr. 3	C	60	7000	8	2	15000	Dubulta virsmas apstrāde	6	3,81	4,57	2,84	26,25
Nr. 1	A	70	6000	8	2	35000	Plaisu aizpildīšana (Crack seal)	3	1,00	0,28	0,28	36,73
Nr. 5	E	85	6000	8	2	65000	Seguma miglošana (Fog seal)	2	1,00	5,20	4,80	20,17
Stāvokļa uzlabojums tiks nodrošināts <u>12% autoceļu tīklam</u>												

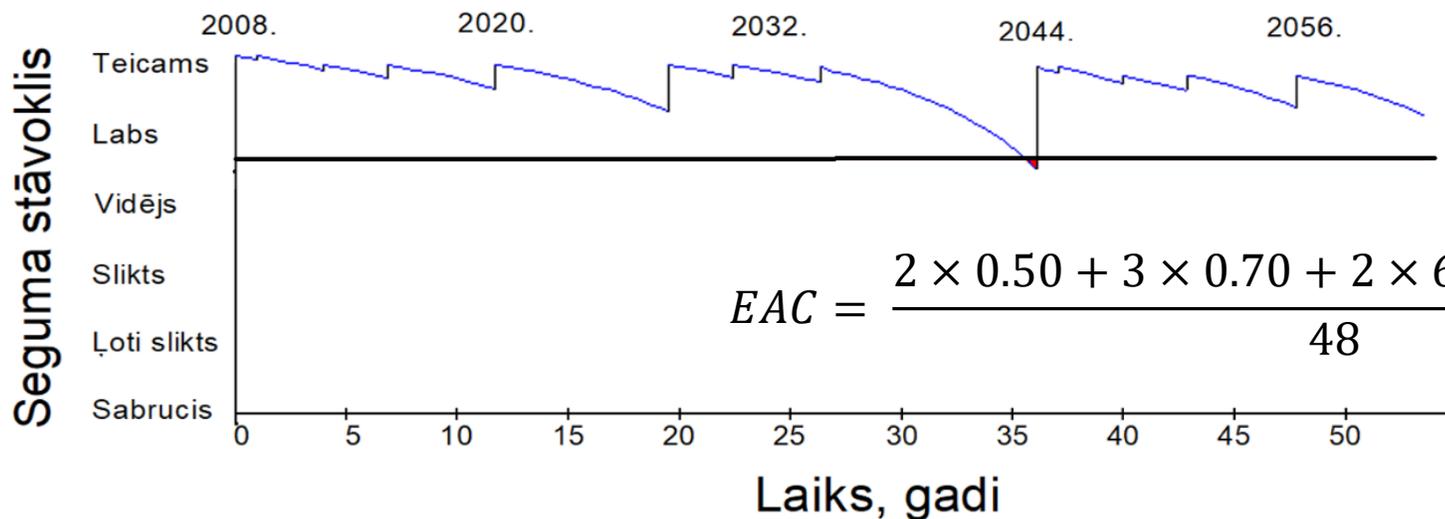
Budžeta robeža

Autoceļa seguma stāvoklis aprites ciklā



$$EAC = \frac{(4.00 + 0.80 + 8.00) * 4}{48}$$

$$= 1.067 \frac{EUR}{gads}$$



$$EAC = \frac{2 \times 0.50 + 3 \times 0.70 + 2 \times 6.00 + 2 \times 12.80}{48} = \frac{40.7}{48} = 0.85 \frac{EUR}{gads}$$

Secinājumi (1)

- No ekvivalento viena gada izmaksu (EAC) rādītājiem var secināt, ka **SS un MS ir virsmas atjaunošanas tehnoloģijas, kas ir konkurētspējīgas ar tradicionālajiem risinājumiem.**
- SS un MS tehnoloģijas ir specificētas un praksē veiksmīgi izmantotas vairākās pasaules valstīs, piemēram, Vācijā, Francijā, ASV u.c. **Specifikāciju pamatā ir ISSA (*Intrernational Slurry Surfacing Association*) izstrādātā projektēšanas procedūra,** kā arī standartā LVS EN 12273 definētās prasības.
- **SS un MS sastāvu sertificēšanai atbilstoši LVS EN 12273, līdzīgi kā tradicionālās virsmas apstrādes gadījumā atbilstoši LVS EN 12271, jāveic vizuālais defektu novērtējums,** balstoties uz kvalitatīvām un kvantitatīvām metodēm.

Secinājumi (2)

- **SS un MS segumi ir 2 reizes dārgāki par tradicionālo dubulto virsmas apstrādi, tomēr salīdzinājumā ar to MS un SS segumiem ir vairākas priekšrocības – zemāka trokšņainība, īsāks cietēšanas laiks, tie ir piemēroti seguma profila labošanai un rišu aizpildīšanai, nerada šķembu lobīšanos (piemēroti izmantošanai privātmāju tuvumā), kā arī izturīgāki vietās, kur pieslēgti mazākas nozīmes ceļi ar intensīvu smago automobiļu satiksmi, kas izgriežas uz galvenā ceļa (izbraucot no rūpnieciskās zonas vai meža ceļa).**
- 2019. gadā izbūvēto MS sastāvu apsekošana apstiprina, ka **ieklāšanu nav vēlams veikt rudenī, kad ir augsts mitrums (>70%) un naktīs ir zema temperatūra (<10°).** Šādi apstākļi veicina MS seguma turpmāko **lobīšanos (*raveling*)**, jo netiek izveidotas stipras adhēzijas saites.

Secinājumi (3)

- **Izmantojot** Latvijas apstākļiem netradicionālas autoceļu periodiskās uzturēšanas tehnoloģijas, piemēram, ***Fog seal un Microsurfacing***, atbilstoši principam “*Right road, right treatment, right time*”, **autoceļa ieguvums (joslu kilometri gadā) var sasniegt 30% jeb iespējams palielināt vienā gadā atjaunoto autoceļu posmu (joslu kilometru) daudzumu pat par 30%.**
- **Analizējot efektīvu un neefektīvu resursu pārvaldīšanu 500 km garam autoceļu tīklam ar dažādu satiksmes intensitāti (AADT) un dažādu seguma stāvokli (PCI) un izmantojot dažādas atjaunošanas tehnoloģijas (t.sk. *Microsurfacing*, BBTM, *Fog seal*), aprēķināts, ka pietiekama finansējuma gadījumā (aplūkotojā piemērā – 17 milj. eiro), gan efektīvs, gan neefektīvs scenārijs autoceļu tīklam nodrošina uzlabojumu par 110%, tomēr, veicot šos darbus ierobežota finansējuma apstākļos, kad budžets ir tikai 10 milj. eiro, efektīvs scenārijs dod iespēju uzlabot 88% no autoceļu tīkla, bet neefektīvs – tikai 12%.**

Paldies par uzmanību!