



Hrvatsko asfaltno društvo

Asfalt s gumom modificiranim bitumenom – iskustva s nekoliko dionica u Hrvatskoj

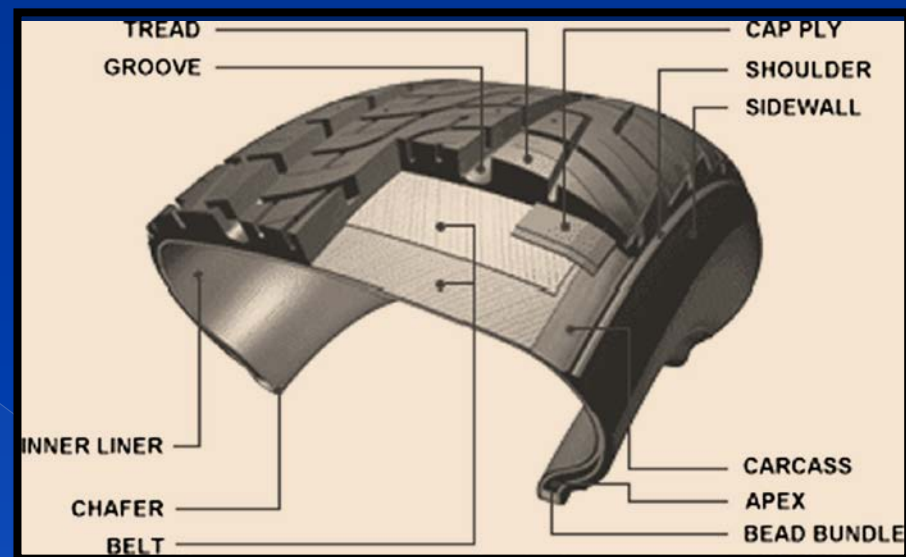
Asphalt with crumb rubber modified bitumen – experience from several sections in Croatia

Doc.dr.sc. **Miroslav Šimun**, dipl.ing.grad.
Tehničko veleučilište u Zagrebu
Tomislav Šafran, dipl.ing.grad.
Ramtech d.o.o.

Seminar ASFALTNI KOLNICI 2018
Opatija, 12. – 13. 04. 2018.

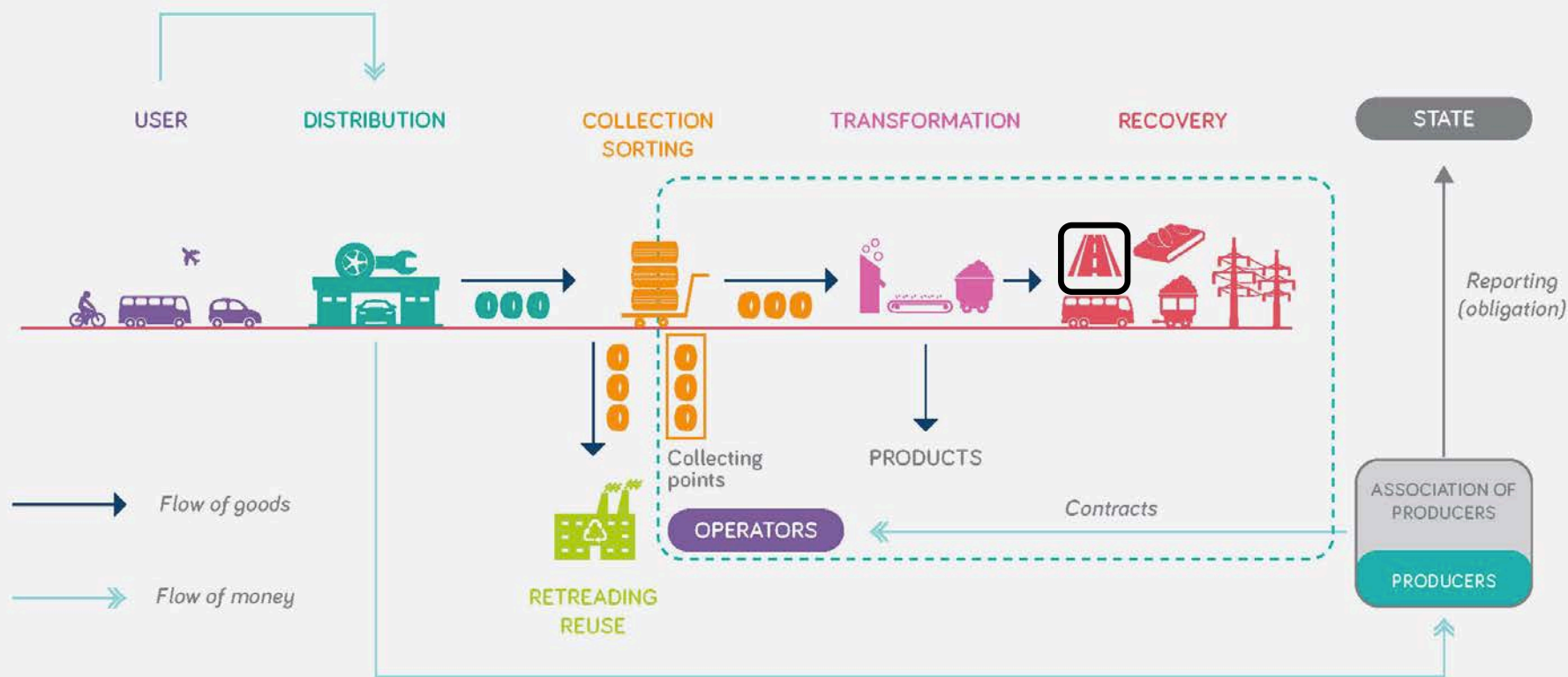
Sadržaj

- A. Općenito
- B. I dionica (ulica I. Lučića)
- C. II dionica (Obilaznica ZG)
- D. III dionica (A3)
- E. Provedena ispitivanja 2017.g.
- F. Rezultati ispitivanja 2017./ (2006.g.)
- G. Zaključak



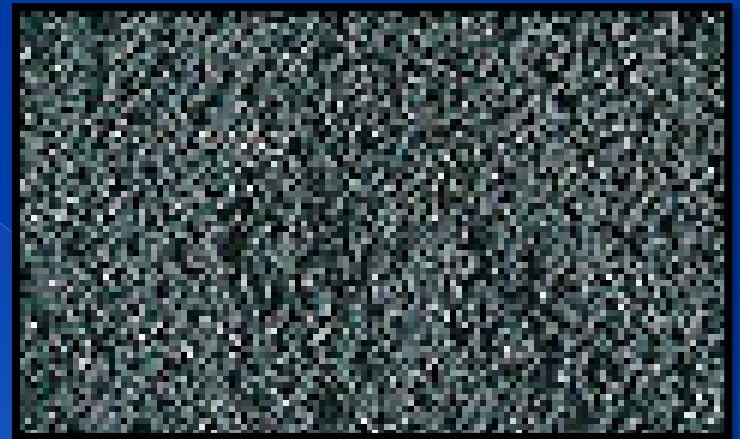
Općenito – gospodarenje gumom

PRODUCER RESPONSIBILITY SCHEME



Općenito

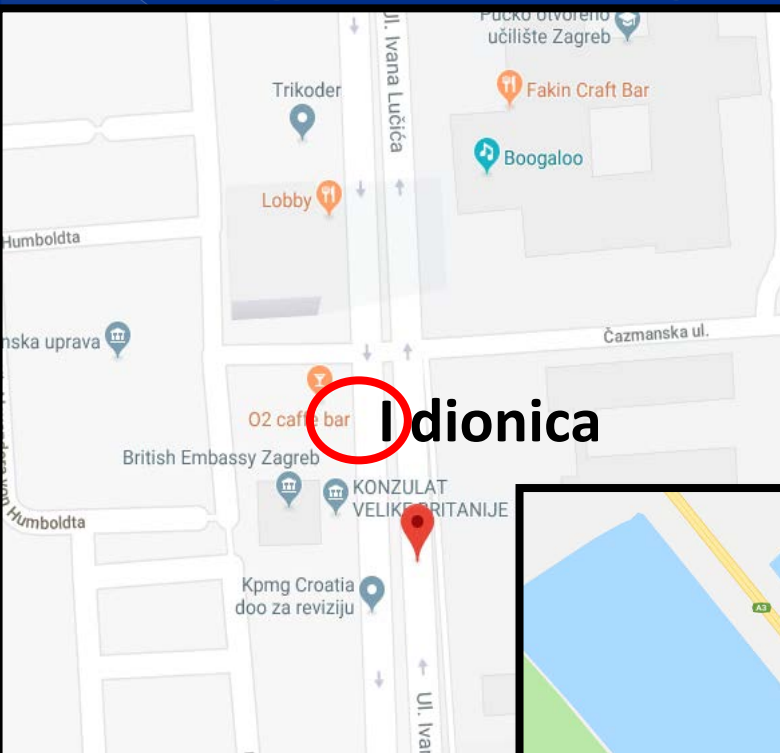
- ❑ Reciklaža guma = održivi razvoj (otpad = sirovina)
- ❑ Građevinarstva koristi samo 5% recikliranih guma
 - ❑ Usitnjavanje gume:
 - na prirodnoj temperaturi
 - pothlađivanjem
 - vlažno mljevenje
 - hidro mlaz
 - ❑ Guma veličine od 13 mm do 76 mm koristimo u proizvodnji asfalta



Općenito – usitnjavanje gume



Općenito – ispitne dionice



I dionica – ulica I. Lučića u Zagrebu

- izvedena 2006 g.

- ❑ **Ugradnja** habajućeg asfaltnog sloja tipa SMA 8 (d=30mm)
 - vezivo BIT 50/70 s 1.0% granulata gume tipa Asaplex F100
- ❑ **Granulometrijski sastav** (unutar područja) i udio bitumena = 7,5%
- ❑ **Fizikalno-mehanička svojstva BM** (udio šupljina = 4,5%)
- ❑ Otpornost izvedenog asfaltnog sloja na **kolotraženje**
 - $WTSR_{AIR} = 0,1$ (mm/1000 ciklusa)
 - $PRD_{AIR} = 8,36$ % (stara norma)
- ❑ Vozna površina nakon ugradnje
 - hvatljivost (Skid Resistance Tester) prosječno = 80,4 SRT
 - tekstura (metoda pijeskom) prosječno = 0,77 mm



I dionica – ulica I. Lučića u Zagrebu - ispitivanja 2017.g.

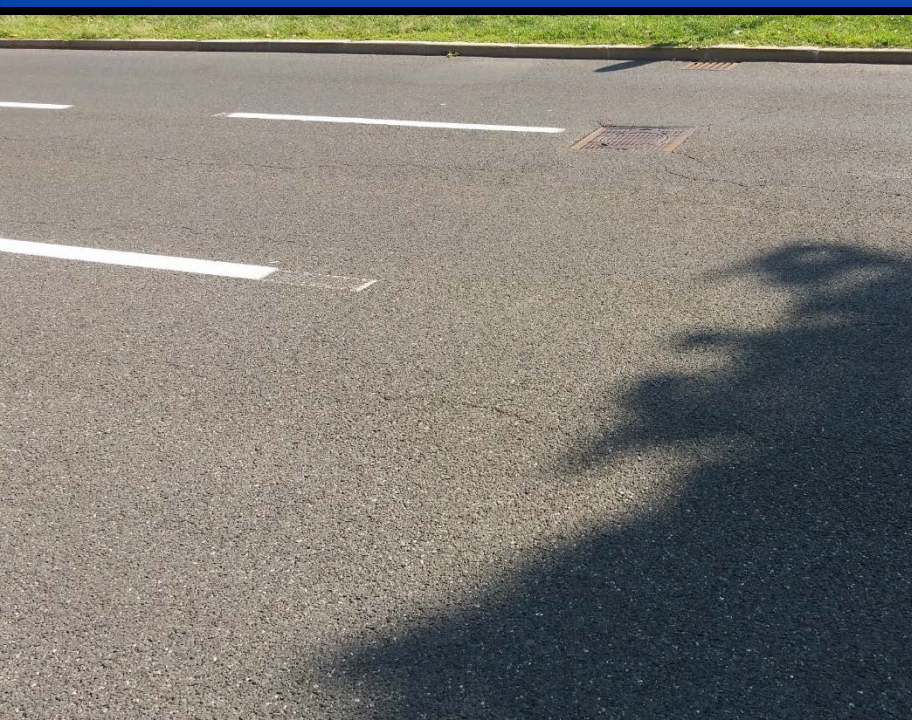
- ❑ Privremena regulacija prometa svjetlećom strelicom
- ❑ Uzorci habajućeg asfaltnog sloja tipa SMA 8 (d=30mm)
- Lako prometno opterećenje (sekundarna gradska cesta)



I dionica – ulica I. Lučića u Zagrebu

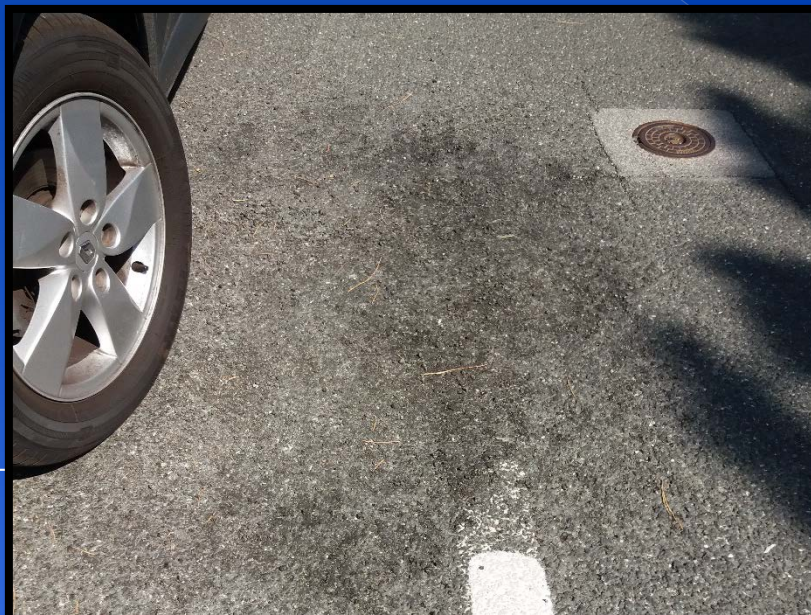
- ispitivanja 2017.g.

- Vozna površina nakon 11 g.
 - *hvatljivost* SRT
 - *tekstura* (mm) - pijeskom
 - *pukotine* (mm/m'/m²)



I dionica – ulica I. Lučića u Zagrebu - ispitivanja 2017.g.

- Vozna površina 11 godina eksploatacije
 - hvatljivost (Skid Resistance Tester)
 - tekstura (mm) - metoda pijeskom
 - pukotine (mm/m'/m²) - vizualno
 - **Hruljenje** kod parkiranja (m²) - vizualno



II dionica – Obilaznica grada Zagreb - izvedena 2006 godine

- **Ugrađeni habajući asfaltni sloj (d=50mm) tipa:**
 - SMA 16 PmB 50-90s sa 0,37% gume
 - SMA 16 PmB 50-90s bez dodatka gume
 - SMA 16 BIT 50/70 s 1,1% gume



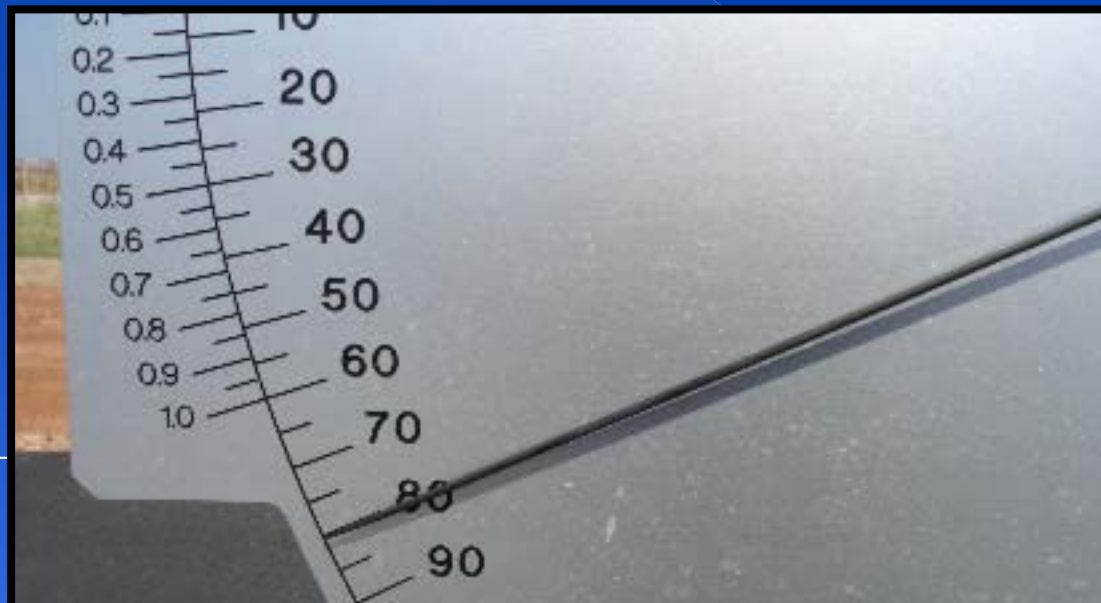
II dionica – Obilaznica grada Zagreb - izvedena 2006 godine

- Otpornost na **kolotraženje** ugrađenog asfaltnog sloj:
 - SMA 16 PmB 50-90s sa 0,37% gume
 - $WTSR_{AIR} = \underline{0,023}$ (mm/1000 ciklusa) i $PRD_{AIR} = \underline{3,3}$ %
 - SMA 16 PmB 50-90s bez dodatka gume
 - $WTSR_{AIR} = \underline{0,036}$ (mm/1000 ciklusa) i $PRD_{AIR} = \underline{3,3}$ %
 - SMA 16 BIT 50/70 s 1,1% gume
 - $WTSR_{AIR} = \underline{0,042}$ (mm/1000 ciklusa) i $PRD_{AIR} = \underline{4,9}$ %



II dionica – Obilaznica grada Zagreb - izvedena 2006 godine

- **Vozna površina nakon ugradnje**
 - **Hvatljivost SRT (Skid Resistance Tester)**
 - SMA 16 PmB 50-90s sa 0,37% gume = 63 SRT
 - SMA 16 PmB 50-90s bez dodatka gume = 55 SRT
 - SMA 16 BIT 50/70 s 1,1% gume = 73 SRT



II dionica – Obilaznica grada Zagreb - izvedena 2006 godine

□ Vozna površina nakon ugradnje

▪ *Tekstura* (laserom)

- SMA 16 PmB 50-90s sa 0,37% gume = 3,8 mm
- SMA 16 PmB 50-90s bez dodatka gume = 1,1 mm
- SMA 16 BIT 50/70 s 1,1% gume = 3,1 mm



II dionica – Obilaznica grada Zagreb - ispitivanja 2017.g.

- ❑ Privremena regulacija prometa čunjevima i strelicama (prometovanje preticajnom trakom) – velike kolone vozila
 - Vrlo teško prometno opterećenje (autocesta PGDP veći od 12000 vozila)
- ❑ **Uzorci habajućeg asfaltnog sloja (d=50mm) tipa:**
 - SMA 16 PmB 50-90s sa **0,37% gume**
 - SMA 16 PmB 50-90s **bez gume**
 - SMA 16 BIT 50/70 s **1,1% gume**
- ❑ **Vozna površina nakon 11 g.**
 - Hvatljivost SRT

III dionica – Autocesta A3 (Lipovljani-Dragalić)

- izvedena 2006 godine g.

- ❑ **Granulometrijski sastav** (unutar područja)
- ❑ **Udio bitumena:** = 5,8% (SMA 16 BIT 50/70 s 1,0% gume) i
= 5,6% (SMA 16 PmB 50-90s sa 0,36% gume)
- ❑ **Fizikalno-mehanička svojstva BM:**
 - udio šupljina = 4,0% (SMA 16 BIT 50/70 s 1,0% gume) i
= 5,5% (SMA 16 PmB 50-90s sa 0,36% gume)
 - **stabilitet/deformacija=ukočenost:**
= 3,3 kN/mm (SMA 16 BIT 50/70 s 1,0% gume) i
= 4,3 kN/mm (SMA 16 PmB 50-90s sa 0,36% gume)
- ❑ **Vozna površina** nakon 11 godina eksploatacije
 - Hvatljivost SRT

III dionica – Autocesta A3 (Lipovljani-Dragalić) - ispitivanja 2017.g.

- Privremena regulacija prometa čunjevima strelicama i svjetlećom strelicom (prometovanje preticajnom trakom)
- Uzorci habajućeg asfaltnog sloja (d=50mm) tipa:
 - SMA 16 BIT 50/70 s 1,0% gume
 - SMA 16 PmB 50-90s sa 0,36% gume
 - SMA 16 BIT 50/70 bez dodatka gume
- Vrlo teško prometno opterećenje (autocesta PGDP oko 9000 vozila)



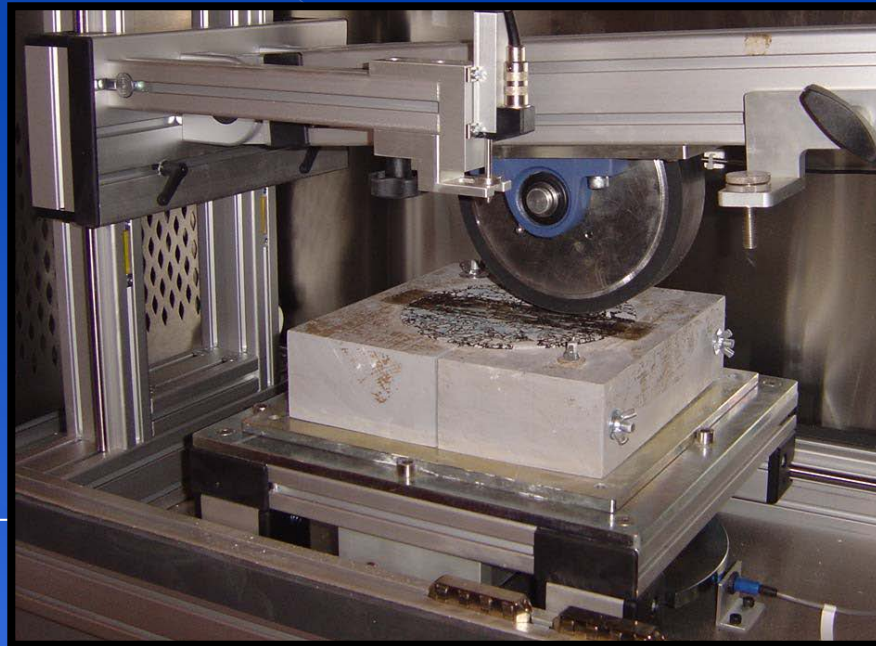
Provedena ispitivanja 2017.g.

- **Sastav bitumenske mješavine iz izvedenog sloja:**
 - *granulometrijska krivulja i*
 - *udio bitumena*
- **Fizikalno-mehanička svojstva mješavine iz izvedenog sloja:**
 - *gustoća*
 - *prostorna masa*
 - *udio šupljina*
 - *ispuna šupljina bitumenom*
 - *osjetljivost na vodu ITSR*
 - *stabilitet/deformacija=ukočenost*



Provedena ispitivanja 2017.g.

- Fizikalno-mehanička svojstva izvedenog asfaltnog sloja:
 - *debljina sloja*
 - *prostorna masa (udio šupljina i stupanj zbijenosti)*
 - *otpornost na kolotraženje*
 - $WTSR_{AIR}$ i
 - PRD_{AIR}
 - *modul krutosti*



Provedena ispitivanja 2017.g.

- Svojstva ekstrahiranog bitumena iz izvedenog sloja:
 - *penetracija*
 - *točka razmekšanja (PK)*
 - *elastični povrat*
- Svojstva vozne površine sloja:
 - *tekstura i*
 - *hvatljivost*



Rezultati ispitivanja – I dionica 2017./(2006.g.)

- Sastav bitumenske mješavine iz izvedenog sloja:
 - *granulometrijska krivulja – potvrđena unutar područja*
 - *udio bitumena – potvrđen: = 7,6% / (7,5%)*
 - Fizikalno-mehanička svojstva mješavine iz izvedenog sloja:
 - *gustoća: = 2,477 Mg/m³ / (2,491 Mg/m³)*
 - *prostorna masa: = 2,393 Mg/m³ / (2,379 Mg/m³)*
 - *udio šupljina: = 3,4% / (4,5%)*
 - *ispuna šupljina bitumenom: = 84,0% / (79,5%)*
 - *osjetljivost na vodu ITSr : = 89,3% / (nije ispitan)*
 - *stabilitet/deformacija=ukočenost: = 2,52 kN/mm / (2,7kN/mm)*
- **nešto zatvorenija mješavina nakon 11 godina u eksploataciji**



Rezultati ispitivanja– I dionica 2017./(2006.g.)

■ Fizikalno-mehanička svojstva izvedenog asfaltnog sloja:

- ***debljina sloja: = 41,9 mm / (projektirano 30 mm)***
- ***prostorna masa sloja: = 2,390 Mg/m³ / (2,379 Mg/m³)***
- ***udio šupljina u sloju: = 3,5% / (7,4%)***
- ***stupanj zbijenosti: = 99,9% / (99,2%)***
- ***otpornost na kolotraženje***
 - ***WTSR_{AIR}: = 0,06 / (0,1 mm/1000 ciklusa)***
 - ***PRD_{AIR}: = 2,1% / (8,36%) – stara norma***



➤ ***dobra otpornost sloja na kolotraženje tijekom eksploatacije***

Rezultati ispitivanja – I dionica 2017./(2006.g.)

- Svojstva ekstrahiranog bitumena iz izvedenog sloja:
 - *penetracija: = 37 mm⁻¹ / (projektirano 50/70 mm)*
 - *točka razmekšanja (PK): = 65,4 °C / (projekt 46-54 °C)*
 - *elastični povrat: = 50% / (minimalni uvjet)*
 - *otvrdnjavanje veziva u eksploatacije na tvrdi BIT*

- Svojstva vozne površine sloja:
 - *tekstura: = 0,95 mm / (0,77 mm)*
 - *hvatljivost: = 64 SRT / (80,4 SRT)*
 - *dobra svojstva vozne površine nakon 11 godina eksploatacije*



Rezultati ispitivanja– II dionica 2017./(2006.g.)

- Fizikalno-mehanička svojstva izvedenog asfaltnog sloja:
 - *debljina sloja: = 49,3 mm / (projektirano 50 mm)*
 - *prostorna masa sloja: = 2,516 Mg/m³*
 - *udio šupljina u sloju: = 2,7% / (projektirano 2,5 – 8,0 %)*
 - *stupanj zbijenosti: = 100,6% / (projektirano min 98 %)*
- **zadovoljavajuća F-M svojstva sloja tijekom eksploatacije**



Rezultati ispitivanja– II dionica 2017./(2006.g.)

□ Otpornost na kolotraženje ugrađenog asfaltnog sloj:

- SMA 16 PmB 50-90s sa 0,37% gume
 - $WTSR_{AIR} := \underline{0,09} / \underline{0,023}$ (mm/1000 ciklusa) i
 - $PRD_{AIR} := \underline{3,7\%} / \underline{3,3\%}$
- SMA 16 PmB 50-90s bez dodatka gume
 - $WTSR_{AIR} := \underline{0,07} / \underline{0,036}$ (mm/1000 ciklusa) i
 - $PRD_{AIR} := \underline{3,3\%} / \underline{3,3\%}$
- SMA 16 BIT 50/70 s 1,1% gume
 - $WTSR_{AIR} := \underline{0,12} / \underline{0,042}$ (mm/1000 ciklusa) i
 - $PRD_{AIR} := \underline{5,0\%} / \underline{4,9\%}$



➤ **dobra otpornost sloja na kolotraženje s dodatkom gume i recipročan pad otpornosti tijekom eksploatacije kao i polimer**

Rezultati ispitivanja– II dionica 2017./(2006.g.)

□ *Modul krutosti (15 °C):*

- SMA 16 PmB 50-90s sa 0,37% gume, $S = \underline{1470}$ MPa
- SMA 16 PmB 50-90s bez dodatka gume, $S = \underline{2106}$ MPa
- SMA 16 BIT 50/70 s 1,1% gume, $S = \underline{4726}$ MPa

➤ *BIT s dodatkom gume ima najviše module krutosti*

□ *Vozna površina nakon 11 godina eksploatacije:*

▪ *Hvatljivost* SRT (Skid Resistance Tester):

- SMA 16 PmB 50-90s sa 0,37% gume: = 58 SRT / 63 SRT
- SMA 16 PmB 50-90s bez dodatka gume: = 53 SRT / 55 SRT
- SMA 16 BIT 50/70 s 1,1% gume: = 52 SRT / 73 SRT

➤ *zadovoljavajuće hvatljivosti nakon 11 godina eksploatacije*

Rezultati ispitivanja – III dionica 2017./(2006.g.)

- Sastav bitumenske mješavine iz izvedenog sloja:
 - *granulometrijske (3) krivulje – potvrđene unutar područja*
 - *udio bitumena: = 6,2% / (5,8%) i = 5,7% / (5,6%)*
- Fizikalno-mehanička svojstva mješavine iz izvedenog sloja:
 - *udio šupljina: = 2,8% / (4,0%) i = 2,5% / (5,5%)*
 - *osjetljivost na vodu ITSR : = 83,8% i = 85,2% / (nije ispitan)*
 - *stabilitet/deformacija=ukočenost: = 2,2 kN/mm / (3,8 kN/mm)*
 - ***zatvorenija mješavina nakon 11 godina eksploatacije***

Rezultati ispitivanja– III dionica 2017./(2006.g.)

□ **Modul krutosti (15 °C):**

- SMA 16 PmB 50-90s sa 0,36% gume, $S = \underline{1894}$ MPa
- SMA 16 PmB 50-90s bez dodatka gume, $S = \underline{3749}$ MPa
- SMA 16 BIT 50/70 s 1,1% gume, $S = \underline{3670}$ MPa

➤ ***PmB s dodatkom gume ima najniže module krutosti***

□ **Vozna površina nakon 11 godina eksploatacije:**

▪ **Hvatljivost** SRT (Skid Resistance Tester):

- SMA 16 PmB 50-90s sa 0,36% gume: = 56 SRT / 63 SRT
- SMA 16 PmB 50-90s bez dodatka gume: = 56 SRT / 55 SRT
- SMA 16 BIT 50/70 s 1,0% gume: = 55 SRT / 73 SRT

➤ ***zadovoljavajuće hvatljivosti nakon 11 godina eksploatacije***

Zaključak– I dionica



- ❑ Sastav bitumenske mješavine iz izvedenog sloja:
 - **potvrđen**
- ❑ Fizikalno-mehanička svojstva mješavine iz izvedenog sloja:
 - **nešto zatvorenija mješavina nakon 11 godina u eksploataciji**
- ❑ Fizikalno-mehanička svojstva izvedenog asfaltnog sloja:
 - **dobra otpornost sloja na kolotraženje tijekom eksploatacije**
- ❑ Svojstva ekstrahiranog bitumena iz izvedenog sloja:
 - **otvrdnjavanje veziva u eksploatacije na tvrdi BIT**
- ❑ Svojstva vozne površine sloja – *Hvatljivost i Tekstura*:
 - **dobra svojstva vozne površine nakon 11 godina eksploatacije**

Zaključak– II dionica

- ❑ Fizikalno-mehanička svojstva izvedenog asfaltnog sloja:
 - **zadovoljavajuća F-M svojstva sloja tijekom eksploatacije**
- ❑ Otpornost na kolotražnje ugrađenog asfaltnog sloj:
 - **dobra otpornost sloja na kolotražnje s dodatkom gume i recipročan pad otpornosti tijekom eksploatacije kao i polimer**
- ❑ Modul krutosti (15⁰C):
 - **BIT s dodatkom gume ima najviše module krutosti**
- ❑ Svojstva vozne površine sloja – *Hvatljivost*:
 - **zadovoljavajuće hvatljivosti nakon 11 godina eksploatacije**

Zaključak– III dionica

- ❑ Sastav bitumenske mješavine iz izvedenog sloja:
 - **potvrđen**
- ❑ Fizikalno-mehanička svojstva mješavine iz izvedenog sloja:
 - **zatvorenija mješavina nakon 11 godina eksploatacije**
- ❑ Modul krutosti (15 °C):
 - **PmB s dodatkom gume ima najniže module krutosti**
- ❑ Svojstva vozne površine sloja – *Hvatljivost*:
 - **zadovoljavajuće hvatljivosti nakon 11 godina eksploatacije**



Zaključak - dodatak gume poboljšava svojstva BM (bitumena) i može koristiti kao zamjena za polimer

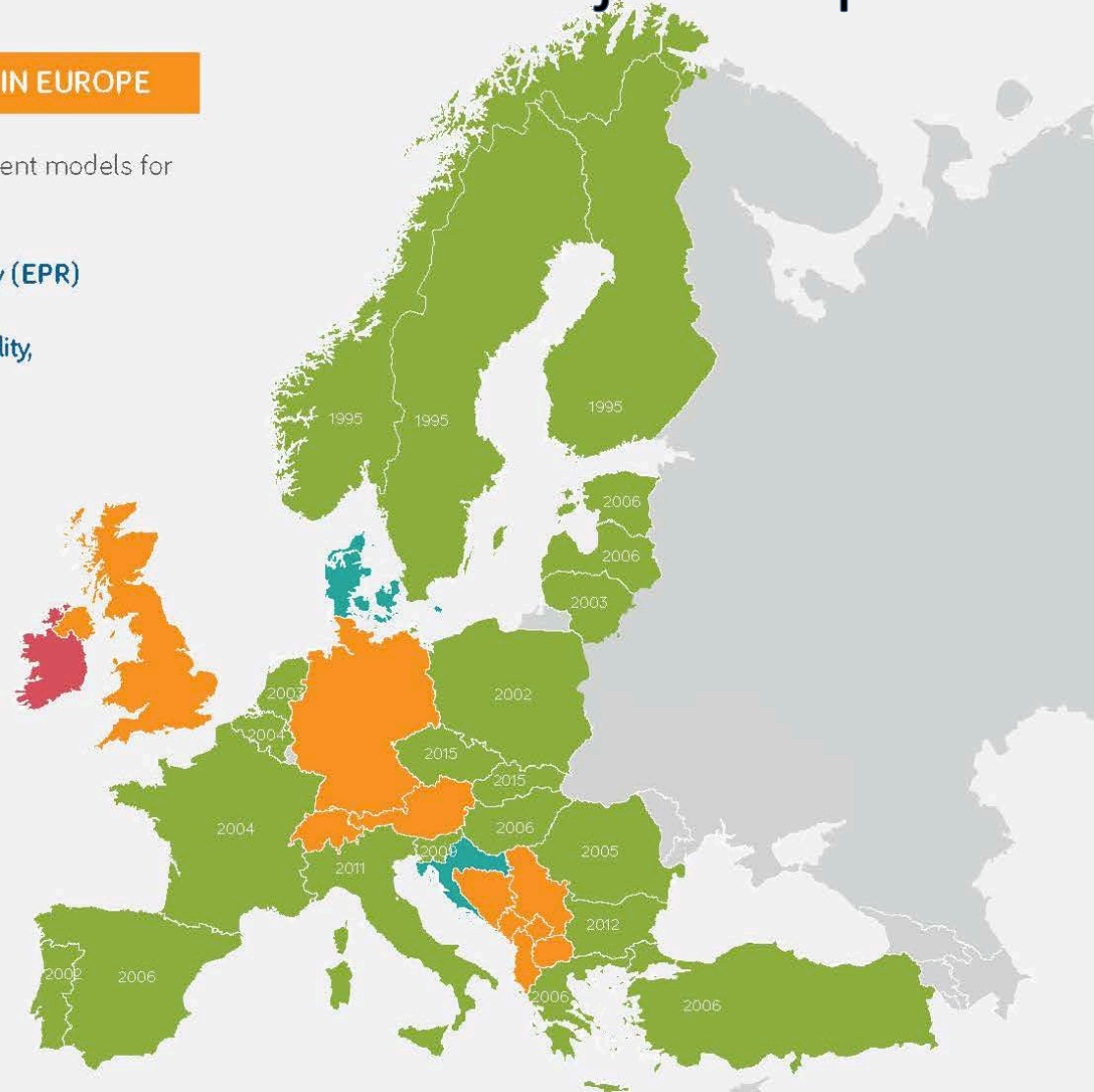


ELT MANAGEMENT SCHEMES IN EUROPE

Today within the EU there are 3 different models for managing ELTs:

- 1 - Extended Producer Responsibility (EPR)
- 2 - Liberal system (Free market)
- 3 - Tax system (Government responsibility, financed through a tax)

- Liberal System (Free Market)
- Government Responsibility financed through a tax
- Producer Responsibility
- Law under revision



□ Hvala na pažnji!

