

# Specifičnosti ispitivanja vlačnih svojstava staklenih mreža za armiranje asfalta

Specifics in tensile properties test of glass grids for asphalt reinforcement

*prof. dr. sc. Tatjana Rukavina*  
*doc. dr. sc. Josipa Domitrović*



Sveučilište u Zagrebu  
Građevinski fakultet



# Sadržaj

Uvod

Staklene mreže za armiranje asfalta

**Ispitivanje vlačnih svojstava (HRN EN ISO 10319)**

Aktivnosti Laboratorija za prometnice GF Zagreb

Zaključak



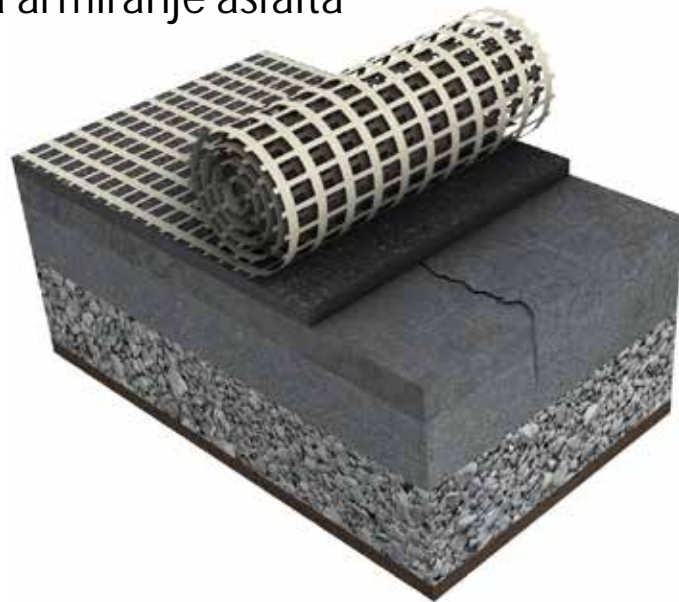
# Uvod

- sanacija kolničke konstrukcije zamjenom asfaltnih slojeva

izvedba novih asfaltnih slojeva



izvedba novih asfaltnih slojeva uz primjenu mreža za armiranje asfalta



# Staklene mreže za armiranje asfalta

- postavljaju se u zoni vlačnih napreznja

postojeći kolnik

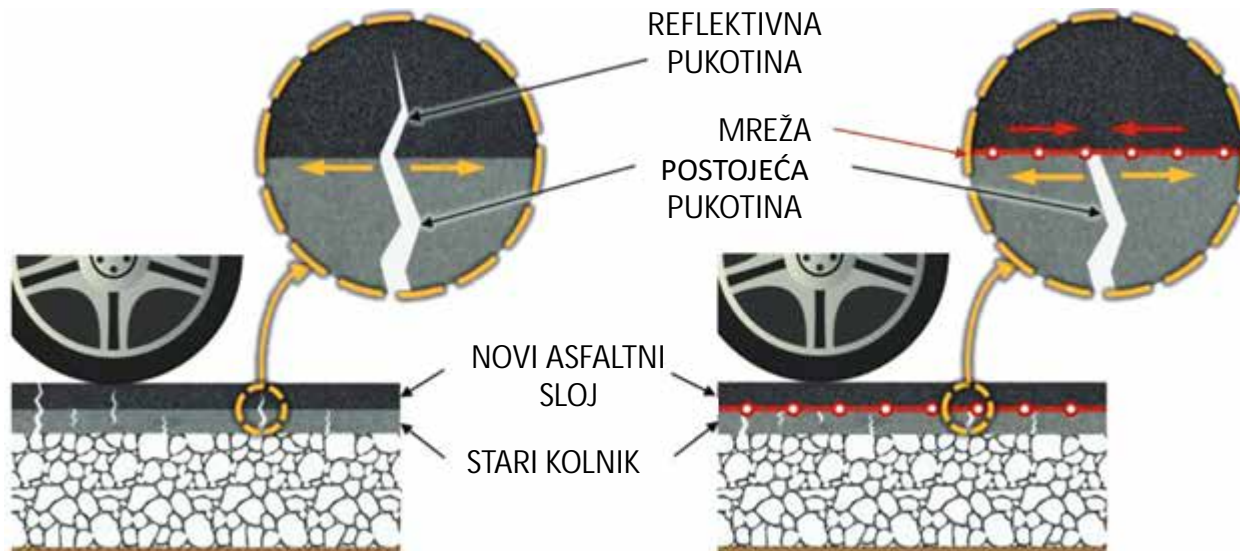


izravnavajući sloj



# Staklene mreže za armiranje asfalta

- postavljaju se u zoni vlačnih naprezanja na postojeći kolnik ili izravnavajući sloj
- funkcija
  - ∅ spriječiti ili odgoditi pojavu reflektivnih pukotina



Zornberg, J.G.: Functions and applications of geosynthetics in roadways, Transportation Geotechnics and Geoecology, TGG 2017

# Staklene mreže za armiranje asfalta

- postavljaju se u zoni vlačnih naprezanja na postojeći kolnik ili izravnavajući sloj
- funkcija
  - ∅ spriječiti ili odgoditi pojavu reflektivnih pukotina
  - ∅ preuzimanje dijela vlačnih naprezanja

# Staklene mreže za armiranje asfalta

- postavljaju se u zoni vlačnih napreznja na postojeći kolnik ili izravnavajući sloj
- funkcija
  - ∅ spriječiti ili odgoditi pojavu reflektivnih pukotina
  - ∅ preuzimanje dijela vlačnih napreznja
  - ∅ barijera za vlagu

# Staklene mreže za armiranje asfalta

- postavljaju se u zoni vlačnih napreznja na postojeći kolnik ili izravnavajući sloj
- funkcija
  - ∅ spriječiti ili odgoditi pojavu reflektivnih pukotina
  - ∅ preuzimanje dijela vlačnih napreznja
  - ∅ barijera za vlagu

## PREDNOSTI

- ü velika vlačna čvrstoća
- ü male deformacije
- ü temperaturna stabilnost
- ü kemijska stabilnost

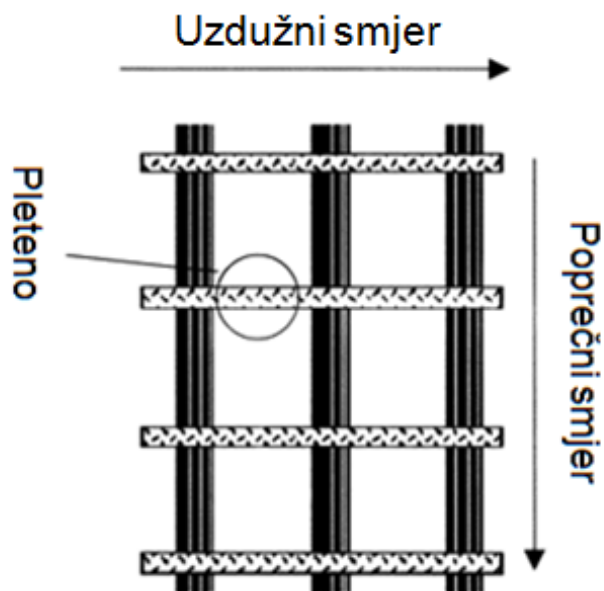
## NEDOSTATCI

- ? povezanost asfaltnih slojeva
- ? mogućnost recikliranja



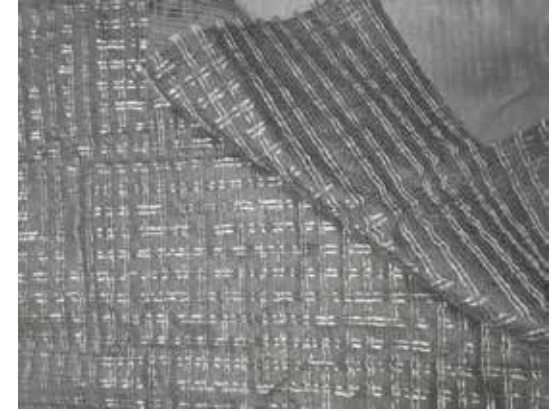
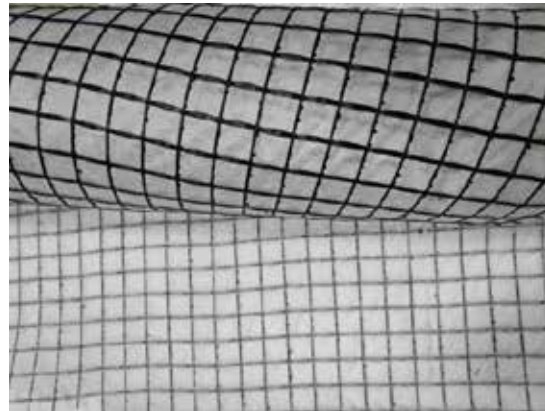
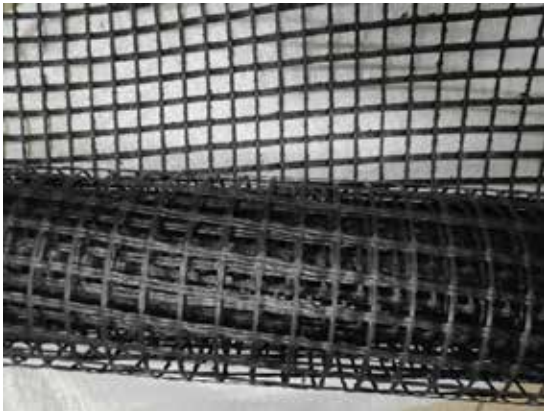
# Staklene mreže za armiranje asfalta

- proizvode se od staklenih vlakana postupkom tkanja



# Staklene mreže za armiranje asfalta

- proizvode se od staklenih vlakana postupkom tkanja
- tri tipa staklenih mreža
  1. staklena mreža otvorene strukture s premazom
  2. staklena mreža zatvorene strukture s premazom
  3. staklena mreža zatvorene strukture bez premaza



# Staklene mreže za armiranje asfalta

- proizvode se od staklenih vlakana postupkom tkanja
- tri tipa staklenih mreža
  1. staklena mreža otvorene strukture s premazom
  2. staklena mreža zatvorene strukture s premazom
  3. staklena mreža zatvorene strukture bez premaza
- HRN EN 15381: Geotekstili i proizvodi srodni s geotekstilom – Zahtijevana svojstva za uporabu u kolnicima i asfaltnim presvlakama
  - ∅ Vlačna čvrstoća i izduženje pri maksimalnom opterećenju
  - ∅ Točka taljenja
  - ∅ Masa po jedinici površine
  - ∅ Veličina otvora...

# Staklene mreže za armiranje asfalta

- Ø Vlačna čvrstoća
- Ø Izduženje pri maksimalnoj vlačnoj čvrstoći
- Ø Vlačna čvrstoća pri 2% izduženja

**HRN EN ISO 10319**

Property	Metric	Imperial	Test Method
Tensile Strength (MD x XD) (Ultimate)	115 x 115 +/- 15 kN/m	657 x 657 +/- 86 lbs/in	ASTM D6637 EN-ISO 10319
Tensile Elongation (Ultimate)	2.5 +/- 0.5%	2.5 +/- 0.5%	ASTM D6637 EN-ISO 10319
Tensile Resistance @ 2% Strain	95 x 95 +/- 20 kN/m	542 x 542 +/- 114 lbs/in	ASTM D6637 EN-ISO 10319
Secant Stiffness EA @ 1% Strain (MD x XD)	4,600 x 4,600 +/- 600 N/mm	26,267 x 26,267 +/- 3,426 lbs/in	ASTM D6637 EN-ISO 10319
Young's Modulus E	73,000 MPa	10.6 x 10 <sup>6</sup> psi	
Mass per Unit Area	432 g/m <sup>2</sup>	12.7 oz/yd <sup>2</sup>	ASTM D5261 ISO 9864
Melting Point Coating	>232° C	>450° F	ASTM D276/EN-ISO 3
Melting Point Glass	>820° C	>1508° F	ASTM C338
Roll Length	100 m	328 ft	
Roll Width	1.5 m	5 ft	
Roll Area	150 m <sup>2</sup>	179 yd <sup>2</sup>	
Adhesive Backing	Pressure sensitive		
Grid Size (Center to Center of Strand)	25 x 25 mm	1.0 x 1.0 in	
Material	Fiberglass reinforcement with modified polymer coating and pressure-sensitive adhesive backing bonded to polymer tack film		
Film Type	100% Polymer		
Film Softening Point	99° C	210° F	

Properties	Standard	Unit	PGM-G 50/50	PGM-G 100/100	PGM-G 150/150			
Functions	EN 15381	-	STR + B + R	STR + B + R	STR + B + R			
Type of product	-	-	Asphalt Geocomposite, mechanically bonded continuous filament non woven with glass filament reinforcement					
Raw Material	-	-	100 % polypropylene, UV stabilized and alkali resistant glass filaments					
Tensile strength	MD/CD*	EN ISO 10319	kN/m	50/50	100/100	150/150		
Tensile strength at 2 %	MD/CD*	EN ISO 10319	kN/m	45/45	90/90	130/130		
Elongation at break		EN ISO 10319	%	3	3	3		
Bitumen retention**		EN 15381	kg/m <sup>2</sup>	1.1	1.1	1.1		
<small>** Bitumen required to saturate paving fabric only. This value does not indicate the bitumen application rate required for construction.</small>								
E-Modulus (glass)			MPa	81000	81000	81000		
Aperture size (indicative)			mm	22 x 22	18 x 18	24 x 11		
Total Mass per unit area		EN ISO 9864	g/m <sup>2</sup>	350	550	750		
Melting point	EN ISO 3146	°C	Glass filaments are incombustible and temperature resistant up to 400 °C					
<b>Forms of Supply</b>								
Width		m	0.95	1.90	0.95	1.90	0.95	1.90
Length		m	100	100	100	100	70	70
Area		m <sup>2</sup>	95	190	95	190	95	190
Roll weight		kg	37	73	60	110	55	105
Rolls per pallet		-	15	15	15	15	12	12
Roll diameter		m	0.40	0.40	0.42	0.42	0.40	0.40
Inner core diameter		m	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
<b>Recycling</b>	100 % recyclable with conventional methods							



# Ispitivanje vlačnih svojstava prema HRN EN ISO 10319

EN ISO 10319 (2015): Geosintetici – Vlačno ispitivanje na širokim trakama  
Geosynthetics – Wide-width tensile test



- minimalna širina uzorka: 20 cm
- minimalni razmak između kliješta: 10 cm
- minimalni broj uzoraka: 5
- minimalna udaljenost referentnih točaka ekstenzometara: 60 cm
- brzina ispitivanja:  $20 \pm 5$  %/min

# Ispitivanje vlačnih svojstava prema HRN EN ISO 10319

EN ISO 10319 (2015): Geosintetici – Vlačno ispitivanje na širokim trakama  
Geosynthetics – Wide-width tensile test



Specifični proizvodi (staklene mreže)

- norma dopušta modifikaciju čeličnih umetaka kliješta adekvatnim materijalom
- modificirani umetci moraju ispuniti zahtjeve da prilikom ispitivanja:
  1. ne dođe do sloma uzorka u području njegovog prihвата
  2. ne dođe do proklizavanja uzorka u kliještima

# Ispitivanje vlačnih svojstava prema HRN EN ISO 10319

Zima 2016/2017 → Projekt sanacije USS ZL Pula

Staklena mreža:

- ∅ zatvorene strukture
- ∅ bez premaza
- ∅ nazivna čvrstoće 60 kN/m

Ispitivanje vlačnih svojstava prema HRN EN ISO 10319

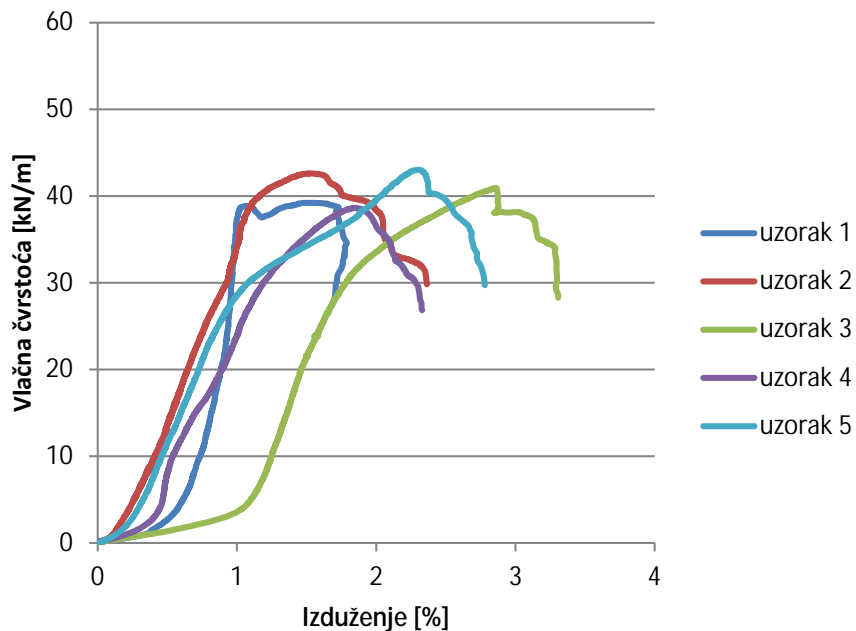
→ provedeno uz korištenje umetaka modificiranih gumom



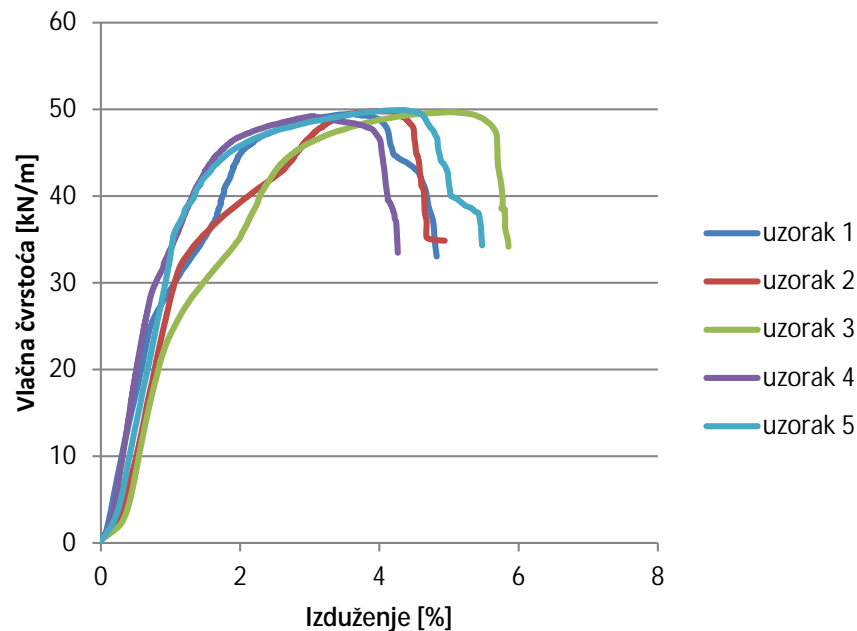
# Ispitivanje vlačnih svojstava prema HRN EN ISO 10319

## Rezultati ispitivanja

### MD



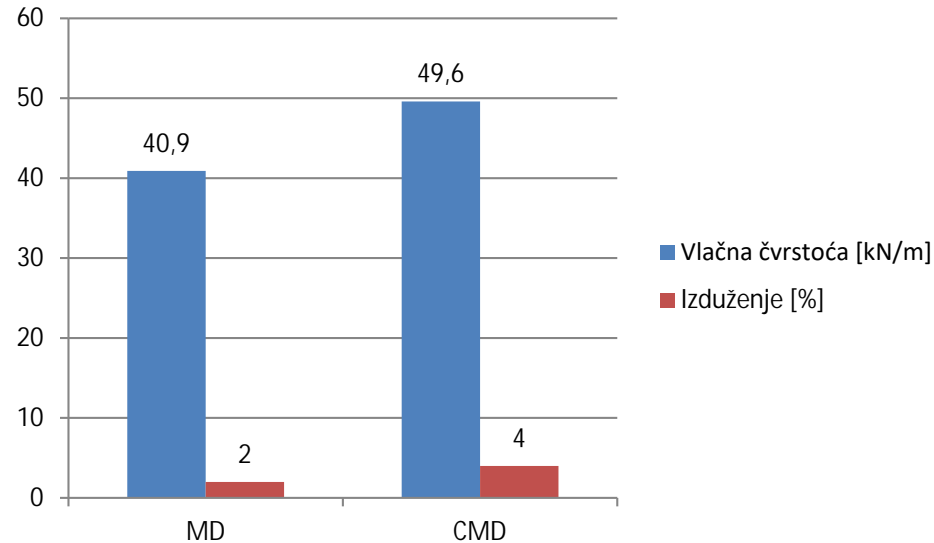
### CMD





# Ispitivanje vlačnih svojstava prema HRN EN ISO 10319

## Rezultati ispitivanja

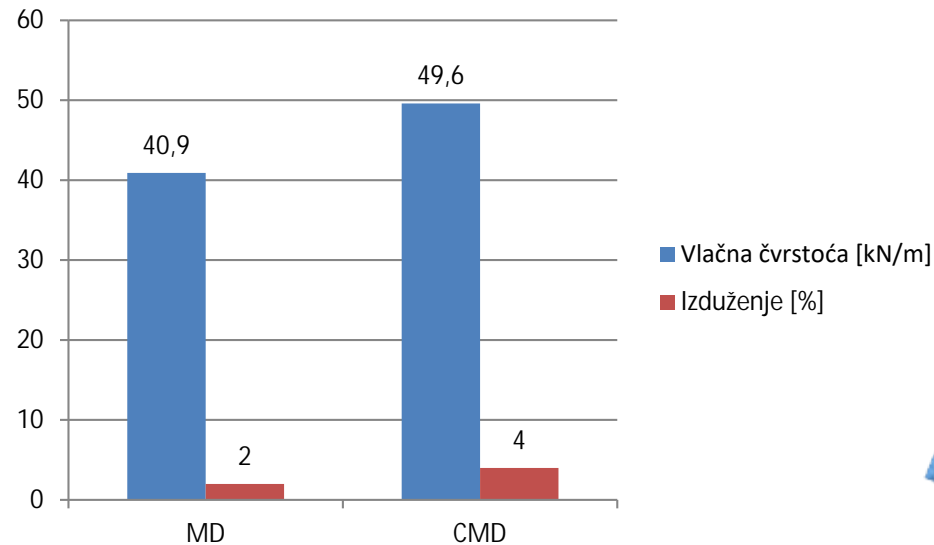


## Tehnički list

- minimalna vlačna čvrstoća 60 kN/m
- maksimalno izduženje 3%

# Ispitivanje vlačnih svojstava prema HRN EN ISO 10319

## Rezultati ispitivanja



## Tehnički list

- minimalna vlačna čvrstoća 60 kN/m
- maksimalno izduženje 3%



# Aktivnosti Laboratorija za prometnice GF Zagreb

Sustavno istražiti:

Utjecaj prihvata uzorka na rezultate ispitivanja vlačnih svojstava staklenih mreža



Iva Brkić, 2017

–

Diplomski rad



Ivan Košeto, 2018

–

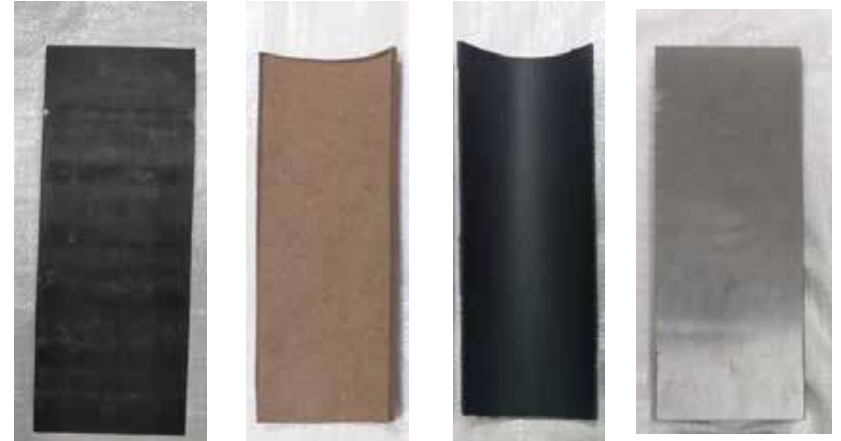
Rektorova nagrada

# Aktivnosti Laboratorija za prometnice GF Zagreb

Brkić, 2017 – Diplomski rad

## Tri tipa prihvata

1. Guma 70 shorea
2. Koža
3. Pluto



## Tri vrste staklenih mreža

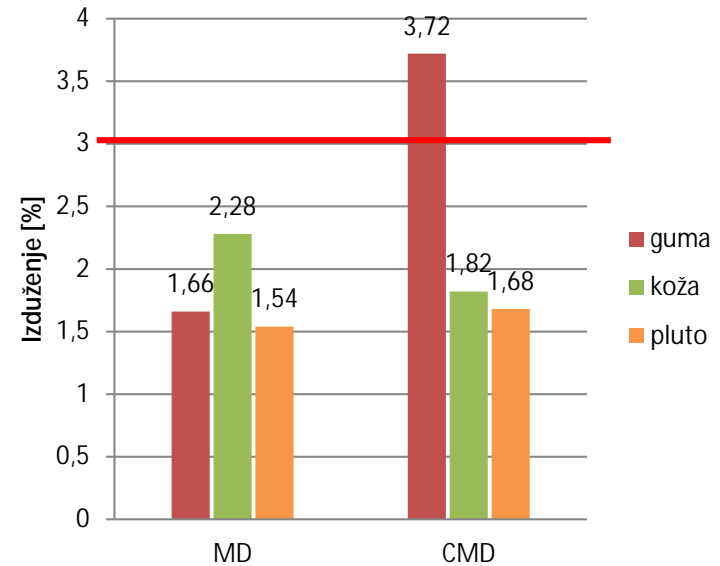
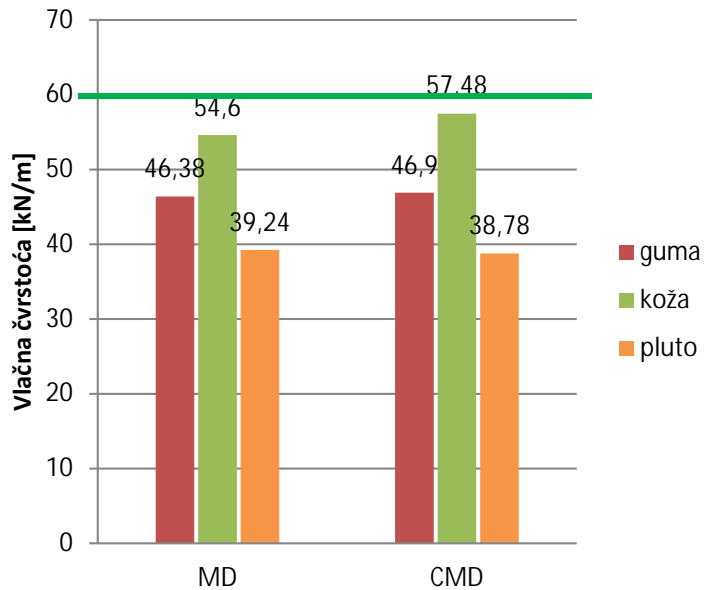
1. Zatvorene strukture bez premaza nazivne čvrstoće 60 kN/m
2. Zatvorene strukture s polimernim premazom nazivne čvrstoće 50 kN/m
3. Otvorene strukture s polimernim premazom nazivne čvrstoće 100 kN/m

# Aktivnosti Laboratorija za prometnice GF Zagreb

Brkić, 2017 – Diplomski rad

## Rezultati ispitivanja

### 1. Zatvorene strukture bez polimernog premaza nazivne čvrstoće 60 kN/m

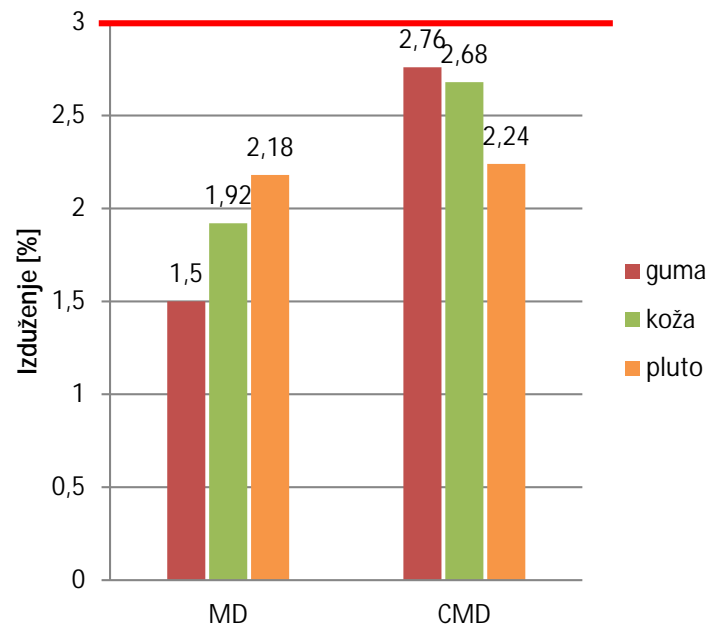
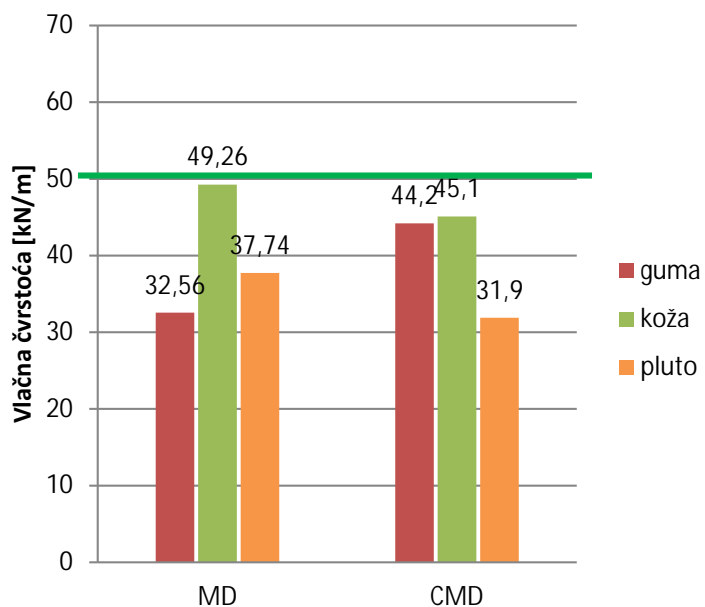


# Aktivnosti Laboratorija za prometnice GF Zagreb

Brkić, 2017 – Diplomski rad

## Rezultati ispitivanja

### 2. Zatvorene strukture s polimernog premaza nazivne čvrstoće 50 kN/m

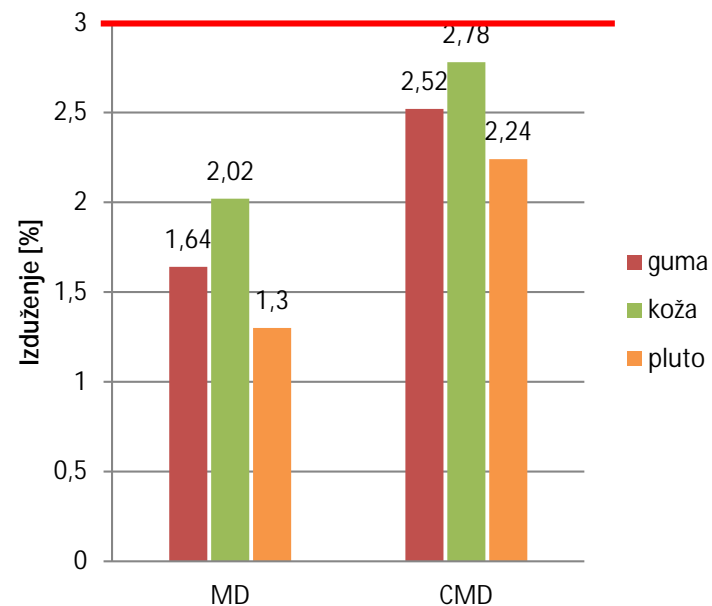
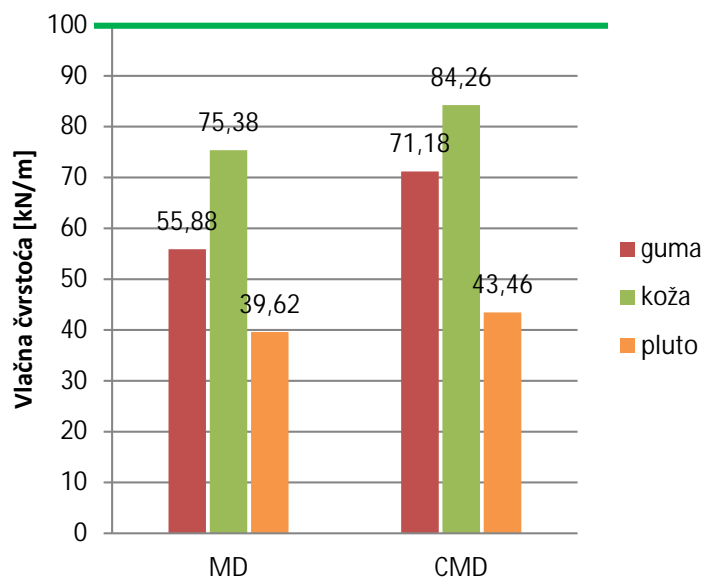


# Aktivnosti Laboratorija za prometnice GF Zagreb

Brkić, 2017 – Diplomski rad

## Rezultati ispitivanja

### 3. Otvorene strukture s polimernog premaza nazivne čvrstoće 100 kN/m

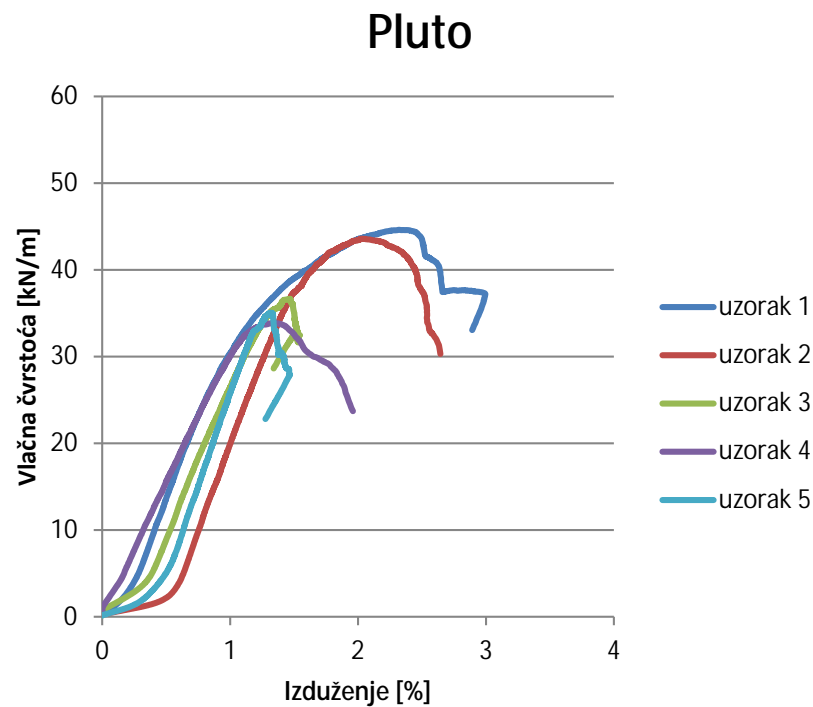
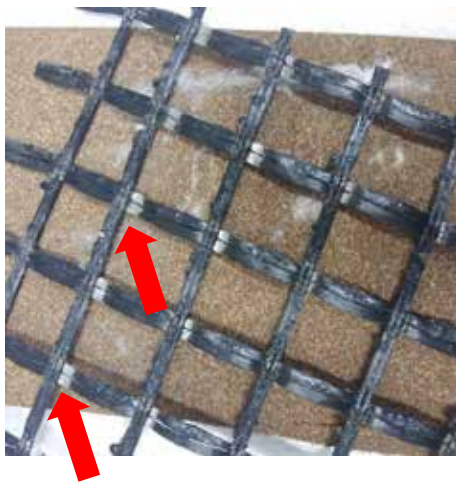


# Aktivnosti Laboratorija za prometnice GF Zagreb

Brkić, 2017 – Diplomski rad

Opažanja tijekom ispitivanja

Umetci modificirani plutom



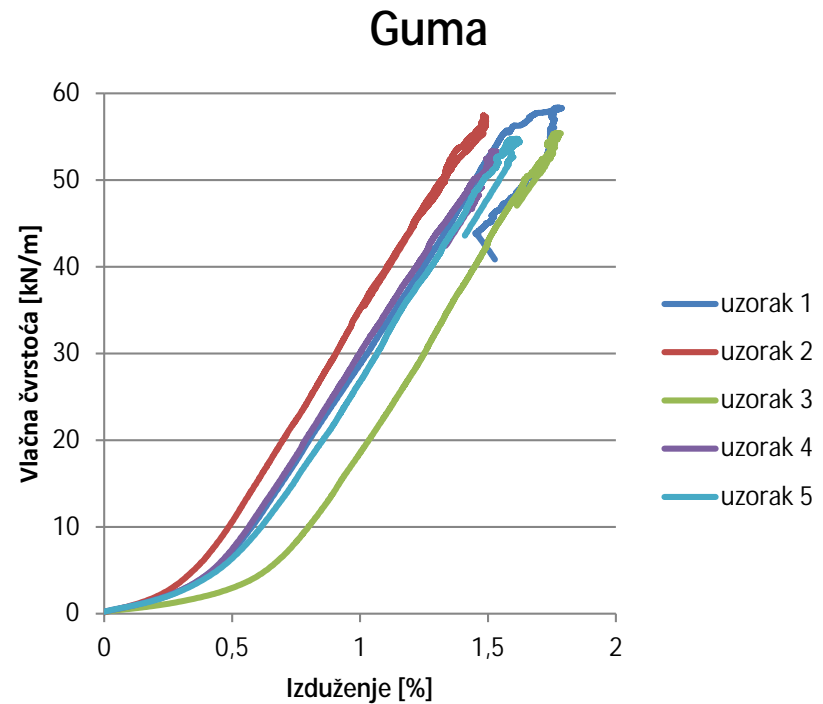
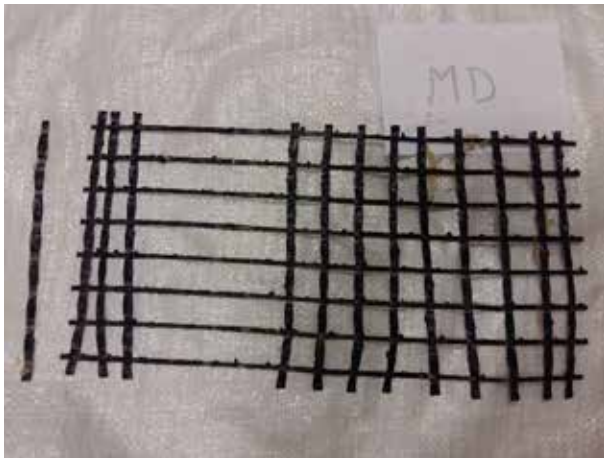


# Aktivnosti Laboratorija za prometnice GF Zagreb

Brkić, 2017 – Diplomski rad

Opažanja tijekom ispitivanja

Umetci modificirani gumom 70 shorea

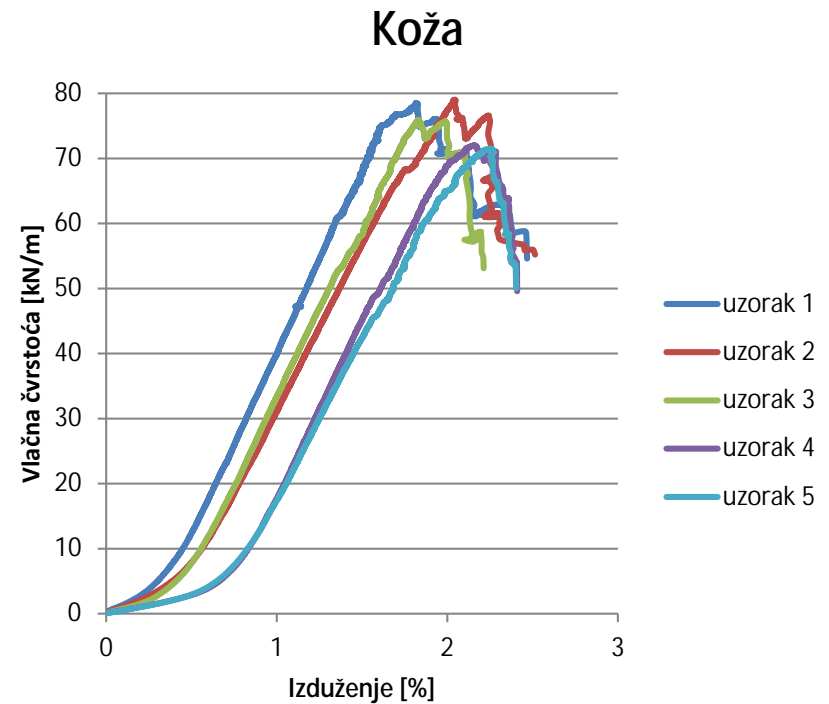


# Aktivnosti Laboratorija za prometnice GF Zagreb

Brkić, 2017 – Diplomski rad

Opažanja tijekom ispitivanja

Umetci modificirani kožom



# Aktivnosti Laboratorija za prometnice GF Zagreb

Brkić, 2017 – Diplomski rad

## Zaključci ispitivanja

1. Najveće vrijednosti vlačne čvrstoće dobivene su modifikacijom umetaka kožom, a najmanje modifikacijom umetaka plutom
2. Niti jednim tipom modifikacije umetaka nisu postignute propisane vrijednosti vlačne čvrstoće
3. Potrebna su daljnja ispitivanja...

# Aktivnosti Laboratorija za prometnice GF Zagreb

Brkić, 2017 – Diplomski rad

## Zaključci ispitivanja

1. Najveće vrijednosti vlačne čvrstoće dobivene su modifikacijom umetaka kožom, a najmanje modifikacijom umetaka plutom
2. Niti jednim tipom modifikacije umetaka nisu postignute propisane vrijednosti vlačne čvrstoće
3. Potrebna su daljnja ispitivanja...

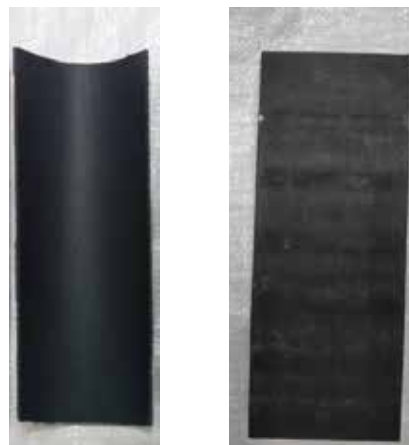


# Aktivnosti Laboratorija za prometnice GF Zagreb

Košeto, 2018 – Rektorova nagrada

Tri tipa prihvata

1. Koža
2. Guma 80 shorea
3. Guma 90 shorea



Tri vrste staklenih mreža i dvije vrijednosti nazivne čvrstoće

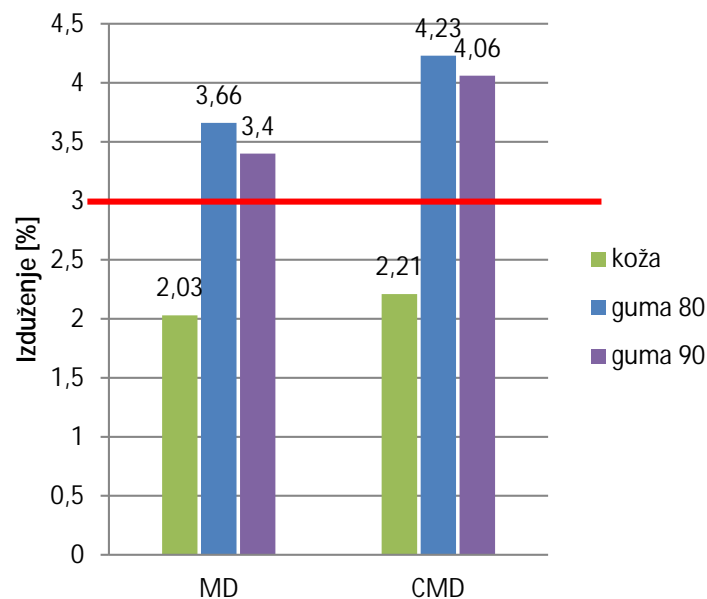
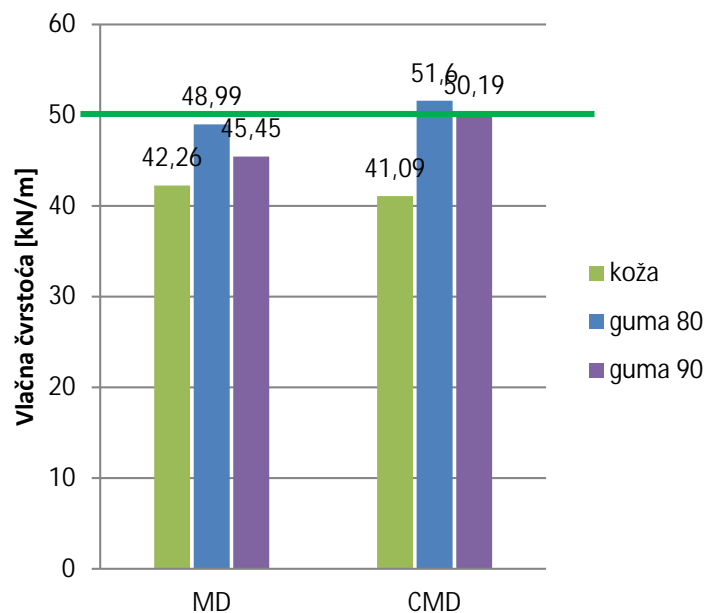
1. Zatvorene strukture bez polimernog premaza nazivne čvrstoće 50 kN/m i 100 kN/m
2. Zatvorene strukture s polimernim premazom nazivne čvrstoće 50 kN/m i 100 kN/m
3. Otvorene strukture s polimernim premazom nazivne čvrstoće 50 kN/m i 100 kN/m

# Aktivnosti Laboratorija za prometnice GF Zagreb

Košeto, 2018 – Rektorova nagrada

## Rezultati ispitivanja

### 1. a) Zatvorene strukture bez premaza nazivne čvrstoće 50 kN/m

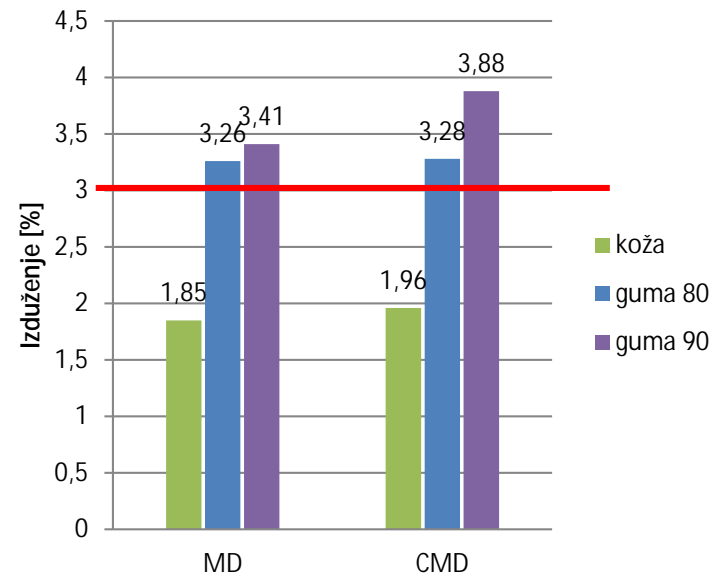
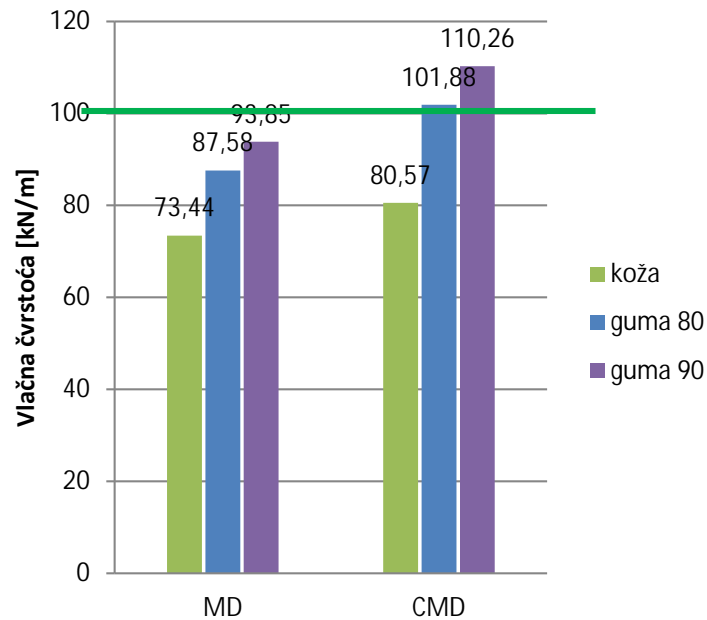


# Aktivnosti Laboratorija za prometnice GF Zagreb

Košeto, 2018 – Rektorova nagrada

## Rezultati ispitivanja

### 1. b) Zatvorene strukture bez premaza nazivne čvrstoće 100 kN/m

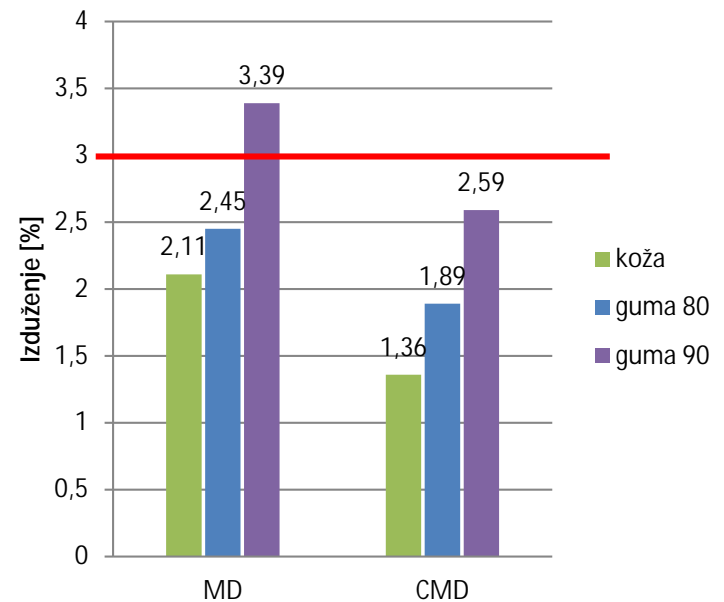
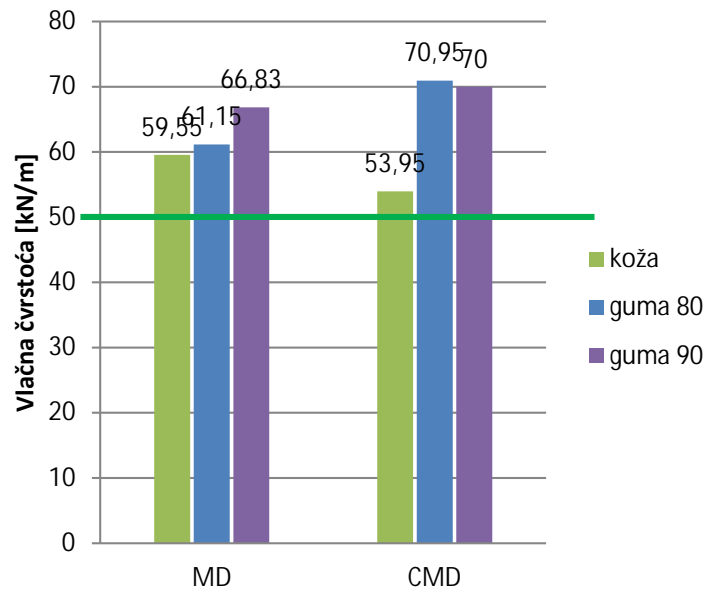


# Aktivnosti Laboratorija za prometnice GF Zagreb

Košeto, 2018 – Rektorova nagrada

## Rezultati ispitivanja

### 2. a) Zatvorene strukture s polimernim premazom nazivne čvrstoće 50 kN/m



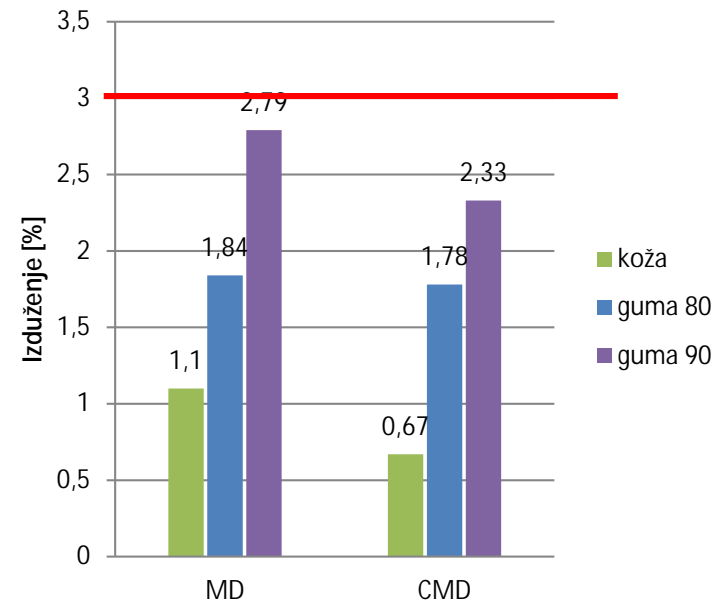
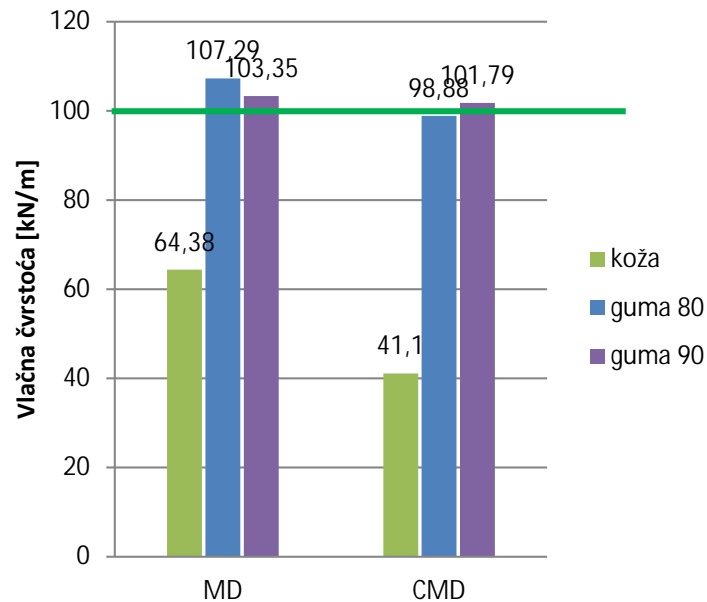


# Aktivnosti Laboratorija za prometnice GF Zagreb

Košeto, 2018 – Rektorova nagrada

## Rezultati ispitivanja

### 2. b) Zatvorene strukture s polimernim premazom nazivne čvrstoće 100 kN/m

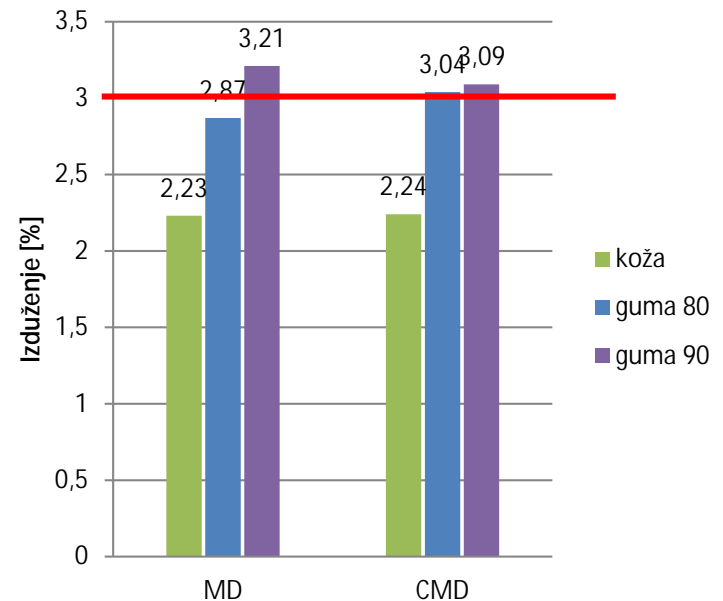
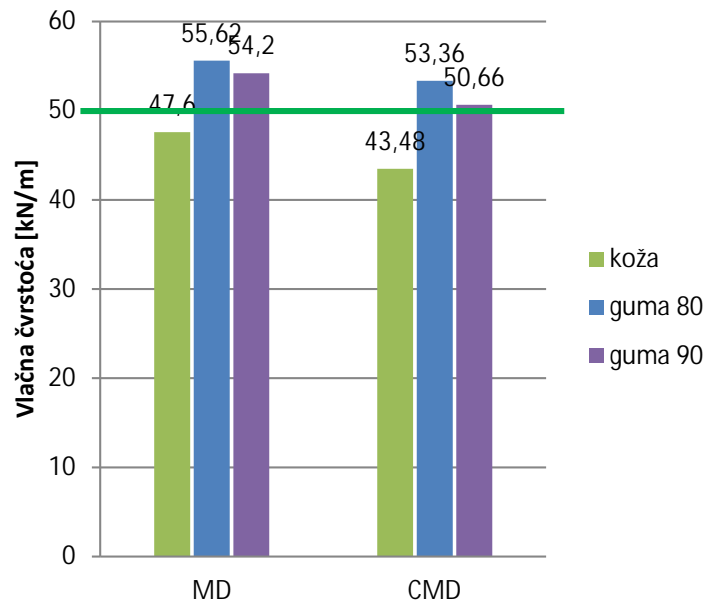


# Aktivnosti Laboratorija za prometnice GF Zagreb

Košeto, 2018 – Rektorova nagrada

## Rezultati ispitivanja

### 3. a) Otvorene strukture s polimernim premazom nazivne čvrstoće 50 kN/m

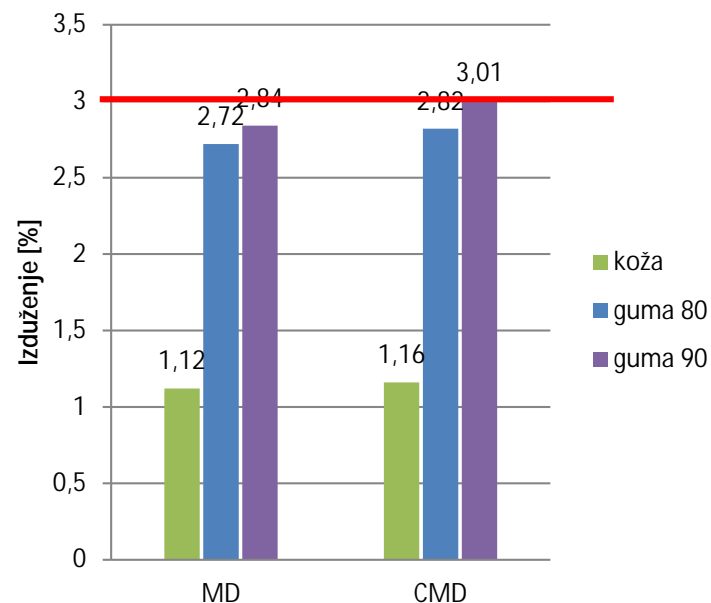
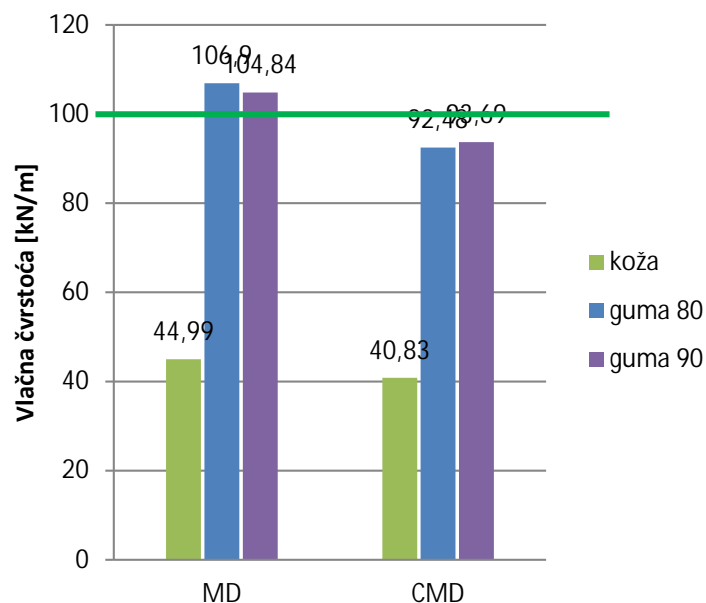


# Aktivnosti Laboratorija za prometnice GF Zagreb

Košeto, 2018 – Rektorova nagrada

## Rezultati ispitivanja

### 3. b) Otvorene strukture s polimernim premazom nazivne čvrstoće 100 kN/m

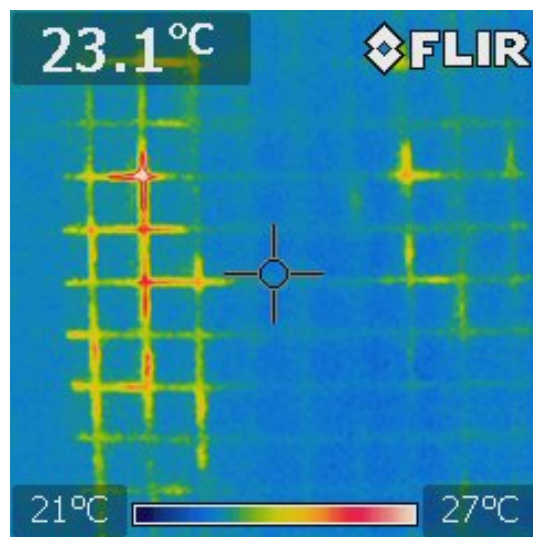
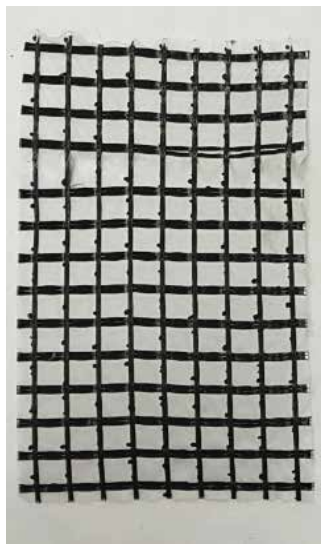


# Aktivnosti Laboratorija za prometnice GF Zagreb

Košeto, 2018 – Rektorova nagrada

Opažanja tijekom ispitivanja

Umetci modificirani kožom

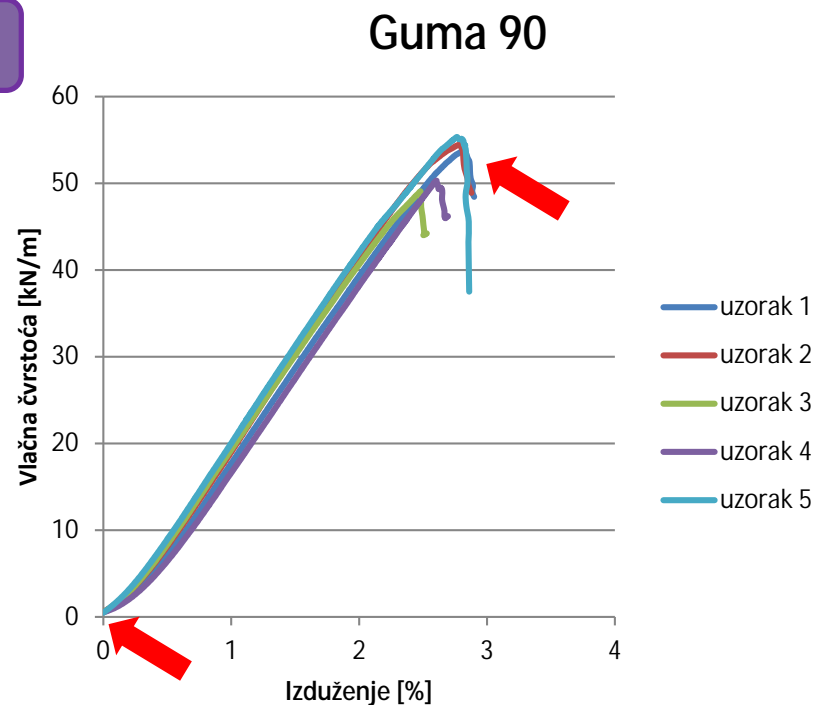
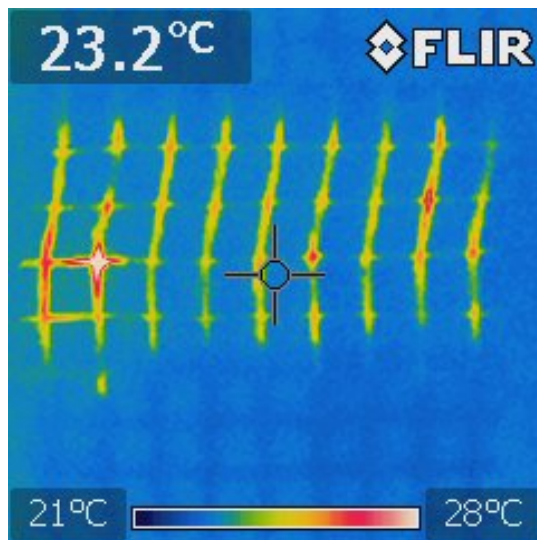
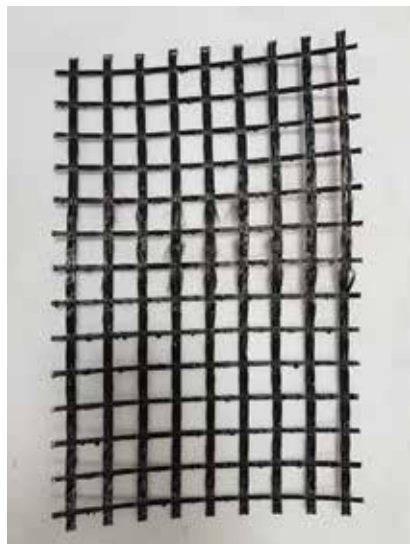


# Aktivnosti Laboratorija za prometnice GF Zagreb

Košeto, 2018 – Rektorova nagrada

Opažanja tijekom ispitivanja

Umetci modificirani gumom 80 ili 90 shorea



# Aktivnosti Laboratorija za prometnice GF Zagreb

Košeto, 2018 – Rektorova nagrada

## Zaključci ispitivanja

1. Najveće vrijednosti vlačne čvrstoće dobivene su modifikacijom umetaka gumom tvrdoće 80 ili 90 shorea, a najmanje modifikacijom umetaka kožom
2. Modifikacije umetaka gumom tvrdoće 80 ili 90 postignute su propisane vrijednosti vlačne čvrstoće ili vrijednosti unutar dozvoljenih tolerancija za sljedeće tipove mreža
  1. a) Zatvorene strukture bez polimernog premaza nazivne čvrstoće 50 kN/m
  2. a) Zatvorene strukture s polimernim premazom nazivne čvrstoće 50 kN/m
  2. b) Zatvorene strukture s polimernim premazom nazivne čvrstoće 100 kN/m
  3. a) Otvorene strukture s polimernim premazom nazivne čvrstoće 50 kN/m
3. Potrebno je provesti usporedna laboratorijska ispitivanja...

# Aktivnosti Laboratorija za prometnice GF Zagreb

Košeto, 2018 – Rektorova nagrada

## Zaključci ispitivanja

1. Najveće vrijednosti vlačne čvrstoće dobivene su modifikacijom umetaka gumom tvrdoće 80 ili 90 shorea, a najmanje modifikacijom umetaka kožom
2. Modifikacije umetaka gumom tvrdoće 80 ili 90 postignute su propisane vrijednosti vlačne čvrstoće ili vrijednosti unutar dozvoljenih tolerancija za sljedeće tipove mreža
  1. a) Zatvorene strukture bez polimernog premaza nazivne čvrstoće 1000 kN/m
  2. a) Zatvorene strukture s polimernim premazom nazivne čvrstoće 1000 kN/m
  2. b) Zatvorene strukture s polimernim premazom nazivne čvrstoće 1000 kN/m
  3. a) Otvorene strukture s polimernim premazom nazivne čvrstoće 1000 kN/m
3. Potrebno je provesti usporedna laboratorijska ispitivanja...



# Zaključak

1. Prilikom vlačnih ispitivanja staklenih mreža posebnu pozornost je potrebno posvetiti prihvatu uzoraka
2. Prilikom odbacivanja ili prihvaćanja rezultata u obzir je potrebno uzeti zapažanja tijekom ispitivanja
3. **Dijagrami ovisnosti vlačne čvrstoće o izduženju govore nam više od samih vrijednosti**



Hvala na  
pozornosti!

Thank you for  
the attention!

