

# PROJEKTIRANJE OBNOVE KOLNIKA: POTREBNA TERENSKA I LABORATORIJSKA ISPITIVANJA

Tomislav Šafran, dipl.ing.građ.



Seminar  
ASFALJNI KOLNICI  
Zagreb, 06.-07. veljače 2014.

# Ramtech d.o.o.

Poduzeće za ispitivanje, istraživanje i konzalting iz područja asfaltne tehnologije



# SADRŽAJ

- 1. OPĆENITO O PROCESU  
POJEKTIRANJA OBNOVE KOLNIKA
- 2. PRETHODNA TERENSKA I  
LABORATORIJSKA ISPITIVANJA

# 1. PROCES PROJEKTIRANJA OBNOVE KOLNIKA

- 1. PRIKUPLJANJE SVIH DOSTUPNH  
PODATAKA
- 2. PRETHODNA ISPITIVANJA
- 3. SINTEZA PRIKUPLJENIH PODATAKA
- 4. DIMENZIONIRANJE
- 5. FINANCIJSKA ANALIZA
- 6. PROJEKTI SASTAVA HRM

## 2. PRETHODNA ISPITIVANJA

- ODREDITI UJEDNAČENE DIONICE
  - DEFLEKSIJE (FWD, LACROIX, BNKLMN)
  - VRSTA I DEBLJINA SLOJEVA
  - VRSTE OŠTEĆENJA
  - NOSIVOSTI I PREOSTALOM ŽIVOTNOM VIJEKU KOLNIČKE KONSTRUKCIJE
- VIZUALNI PREGLED
- TERENSKA I LAB. ISPITIVANJA

# 2.1 MJERENJE DEFLEKSIJA

- KORISTE SE NAJČEŠĆE FWD, LA CROIX DEFLEKTOGRAF BENKELMANNOVA GREDA
- MJERENJEM SE DOBIVAJU
  - MAKSIMALNE DEFLEKSIJE
  - ODREĐIVANJE UJEDNAČENIH DIONICA
  - E MODULI
  - NOSIVOST
  - PREOSTALI ŽIVOTNI VIJEK



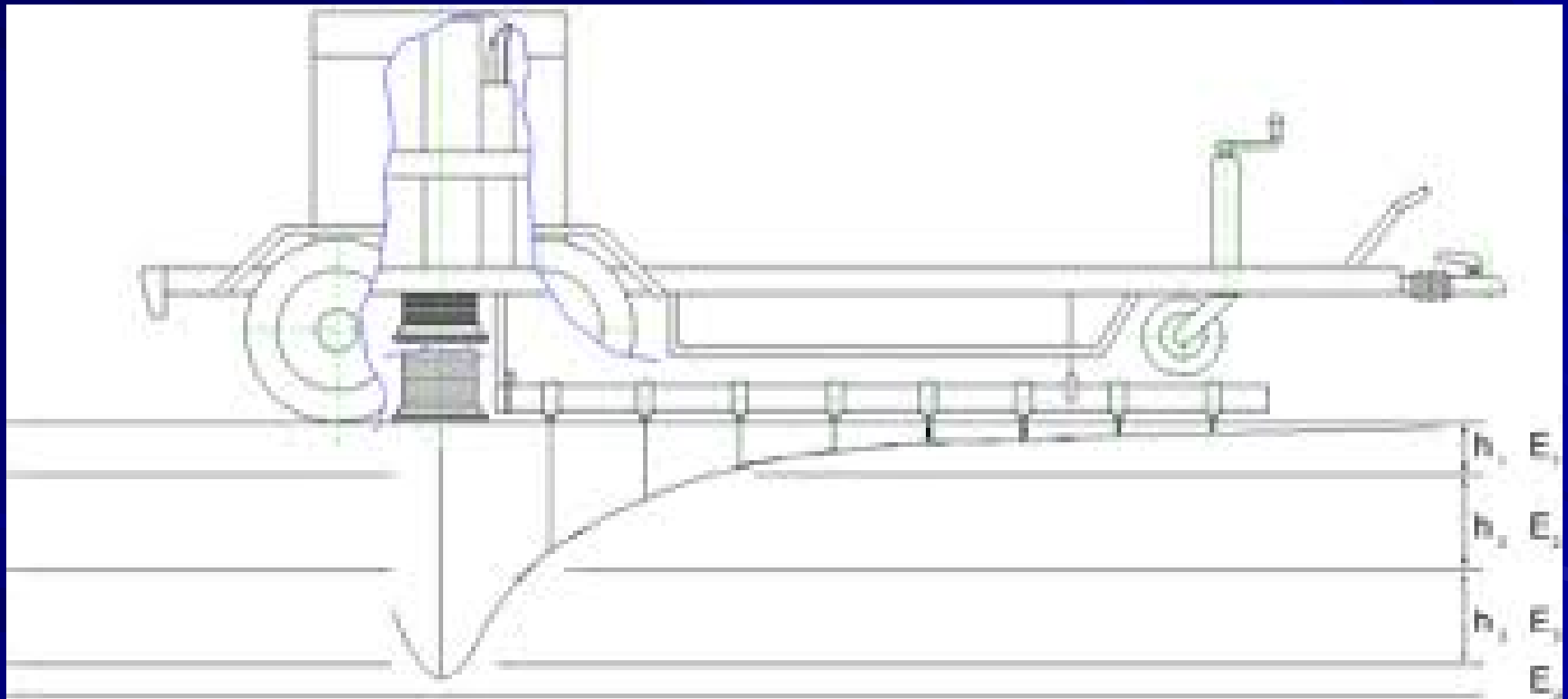
# 2.1 MJERENJE DEFLEKSIJA

## ■ FWD UREĐAJ



# 2.1 MJERENJE DEFLEKSIJA

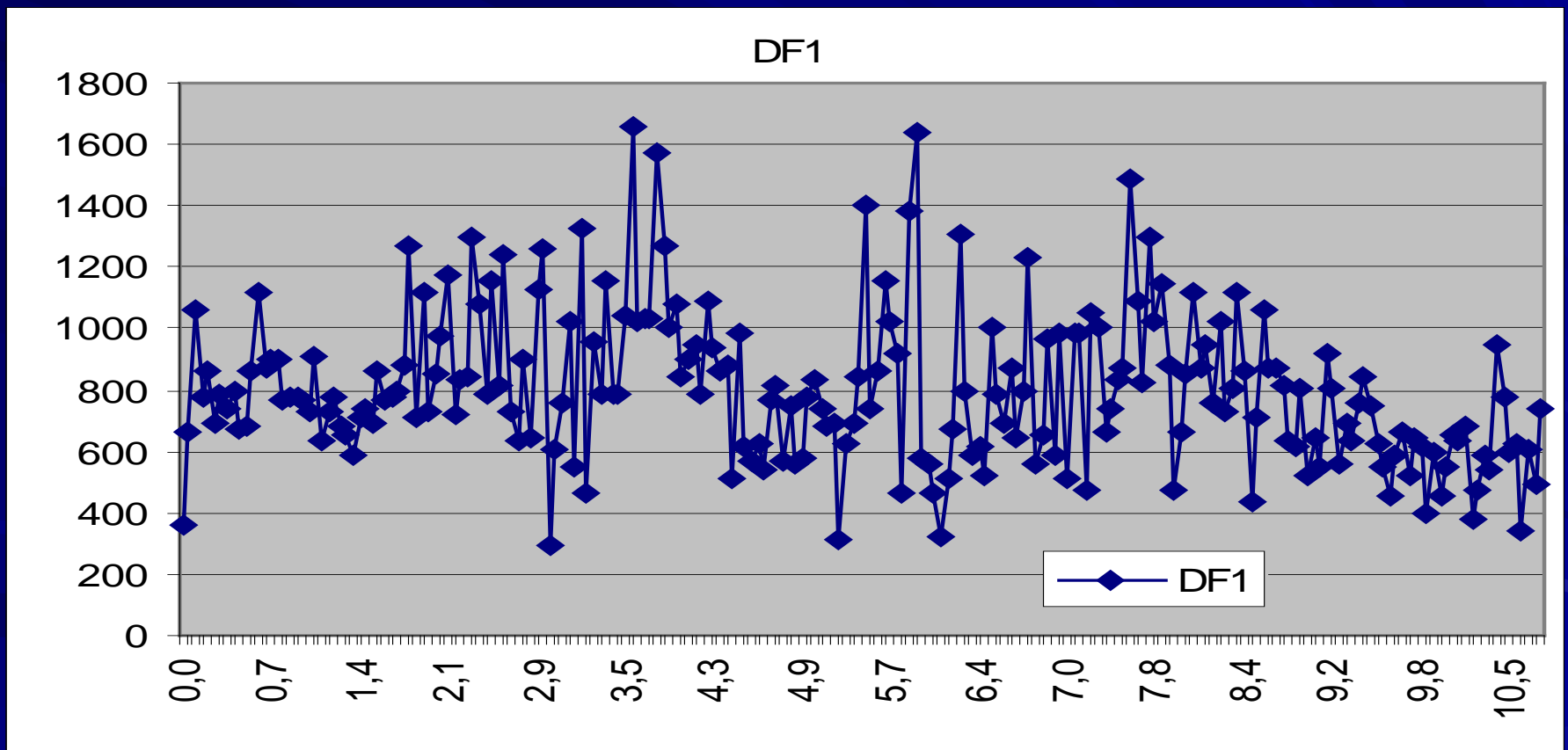
- Fwd - Defleksije očitavaju geofoni/LVDT





# 2.1 MJERENJE DEFLEKSIJA

## ■ Grafički prikaz najvećih defleksija



# 2.1 MJERENJE DEFLEKSIJA

## ■ Kumulativna suma defleksija

$$\sum_i = \left( \overline{\delta}_i - \delta_i \right) + \delta_{i-1}$$

$\sum_i$  - kumulativna suma defleksija na i-toj stacionaži

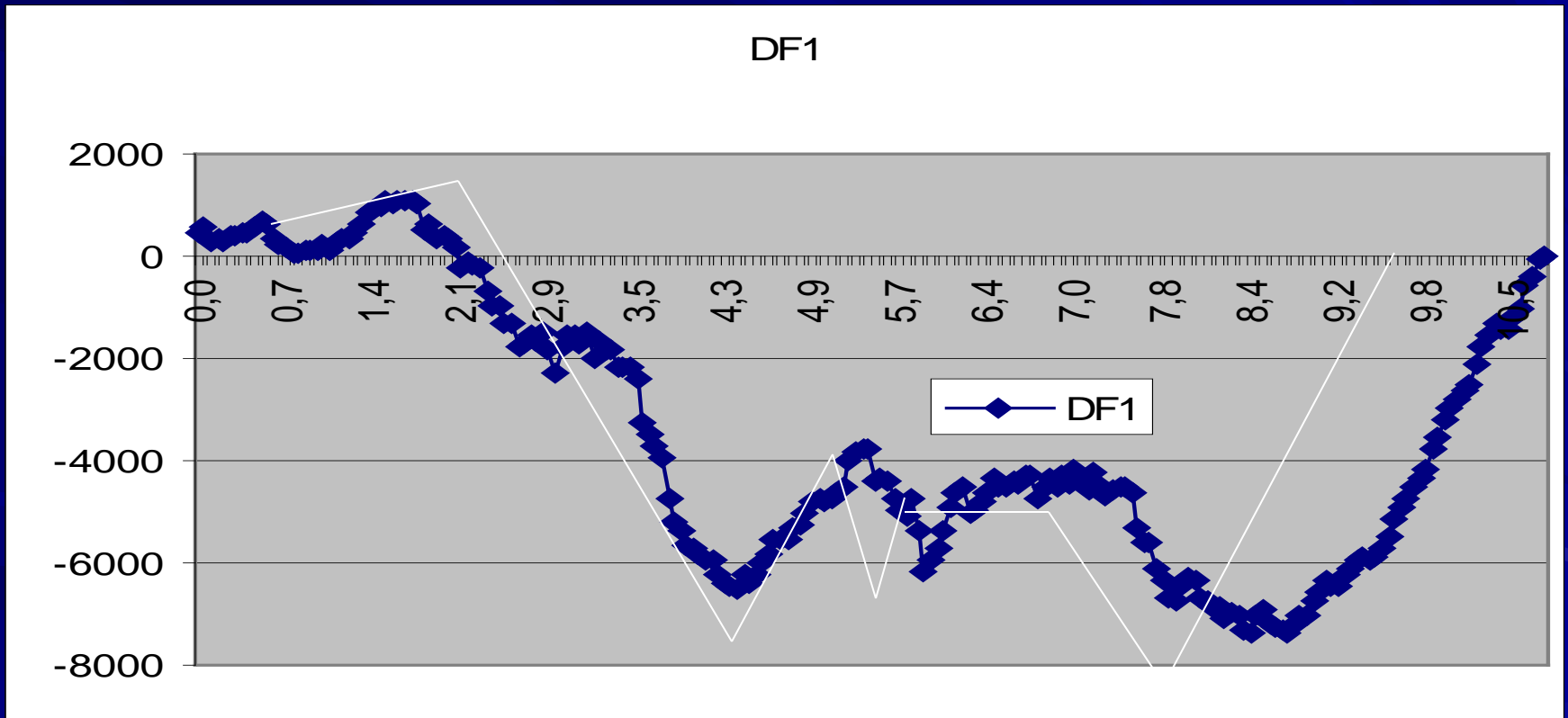
$\delta_i$  - defleksija na i-toj stacionaži

$\overline{\delta}_i$  - prosječna defleksija na cijeloj dionici

$\delta_{i-1}$  - defleksija na i-1 stacionaži

# 2.1 MJERENJE DEFLEKSIJA

- Kumulativna suma defleksija – Ujednačene dionice



# 2.1 MJERENJE DEFLEKSIJA

- Defleksije su ulazni parametri za dimenzioniranje mehanističkim pristupom
  - Izračunavanje E modula
  - Nosivost
  - Preostali životni vijek

## 2.2 MJERENJE DEBLJINA

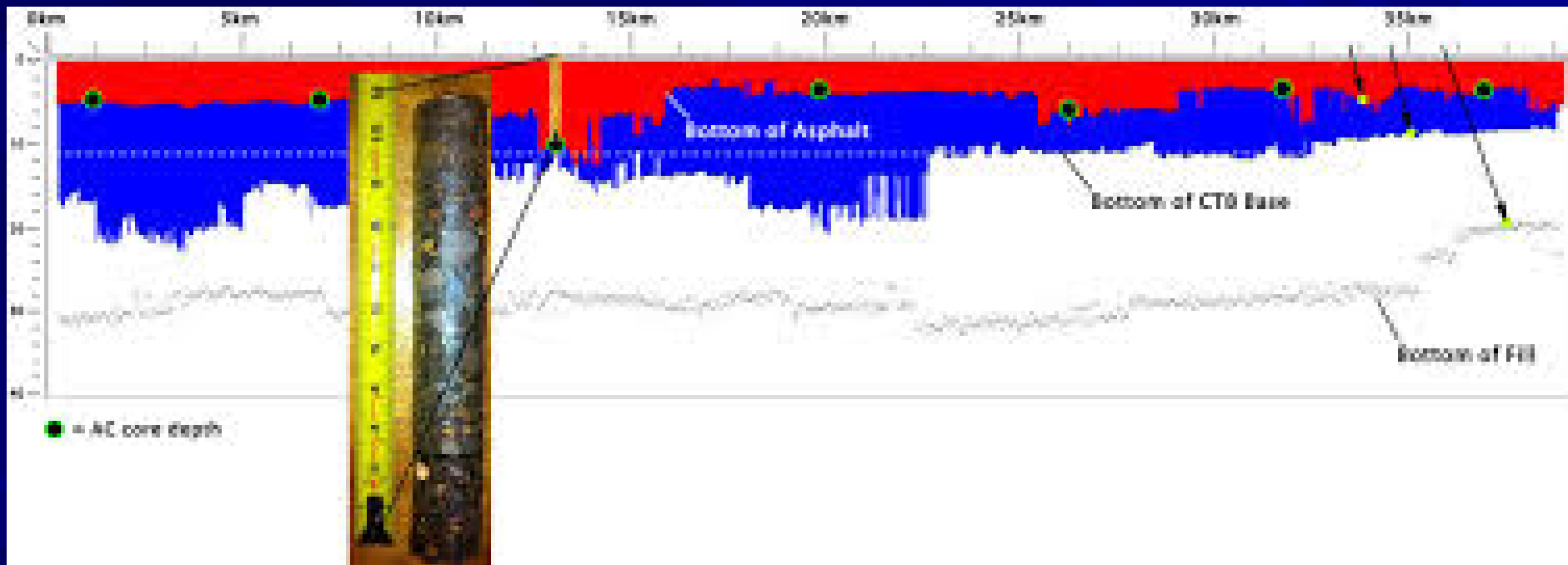
- GPR (eng. Round Penetrating Radar)
  - Brzo i efikasno
  - Debljine slojeva
  - Nerazorna metoda,





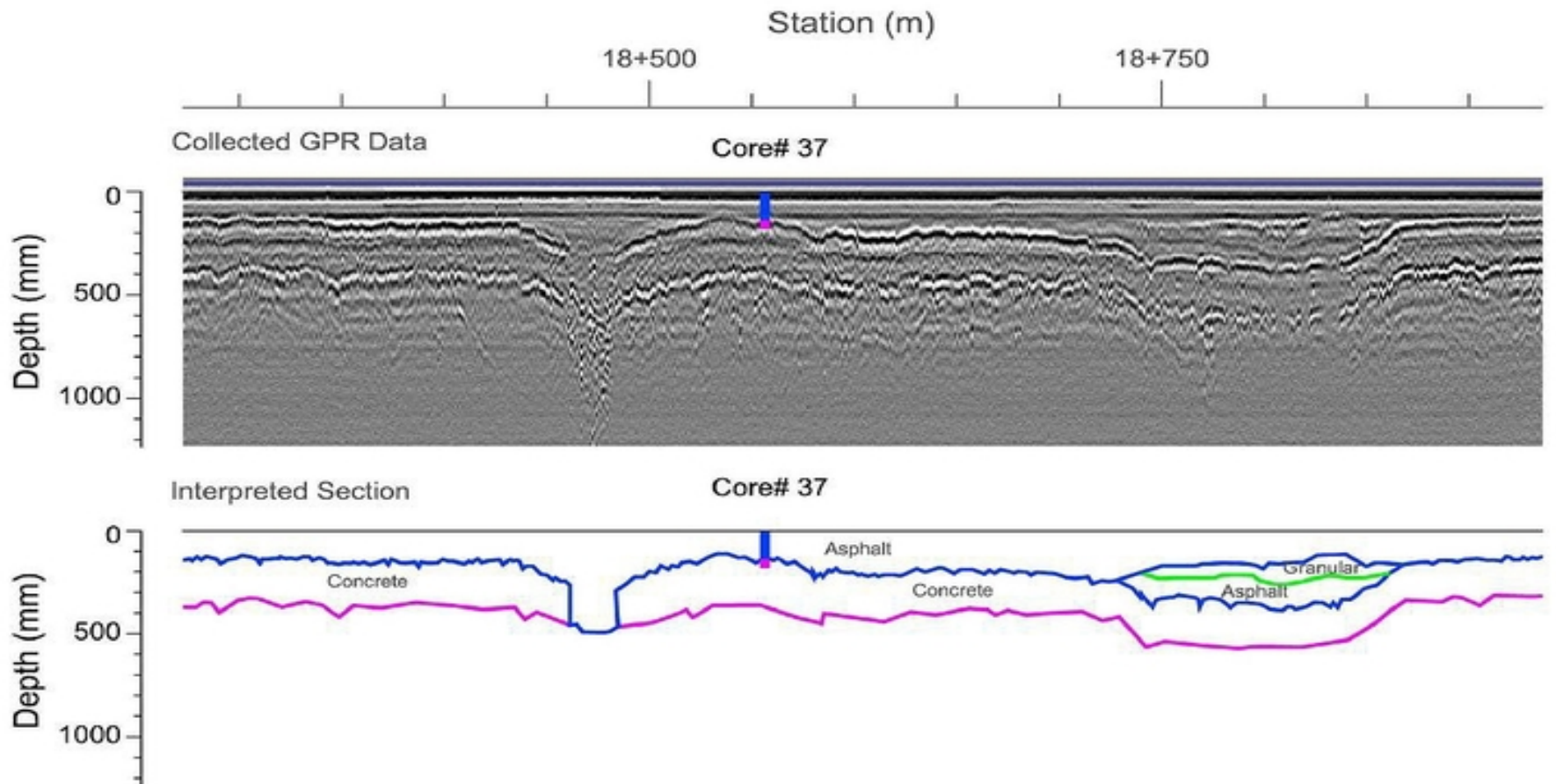
# 2.2 MJERENJE DEBLJINA

## ■ GPR Grafički prikaz mjerenja



# 2.2 MJERENJE DEBLJINA

## ■ GPR Grafički prikaz mjerenja



## 2.3 VIZUALNI PREGLED

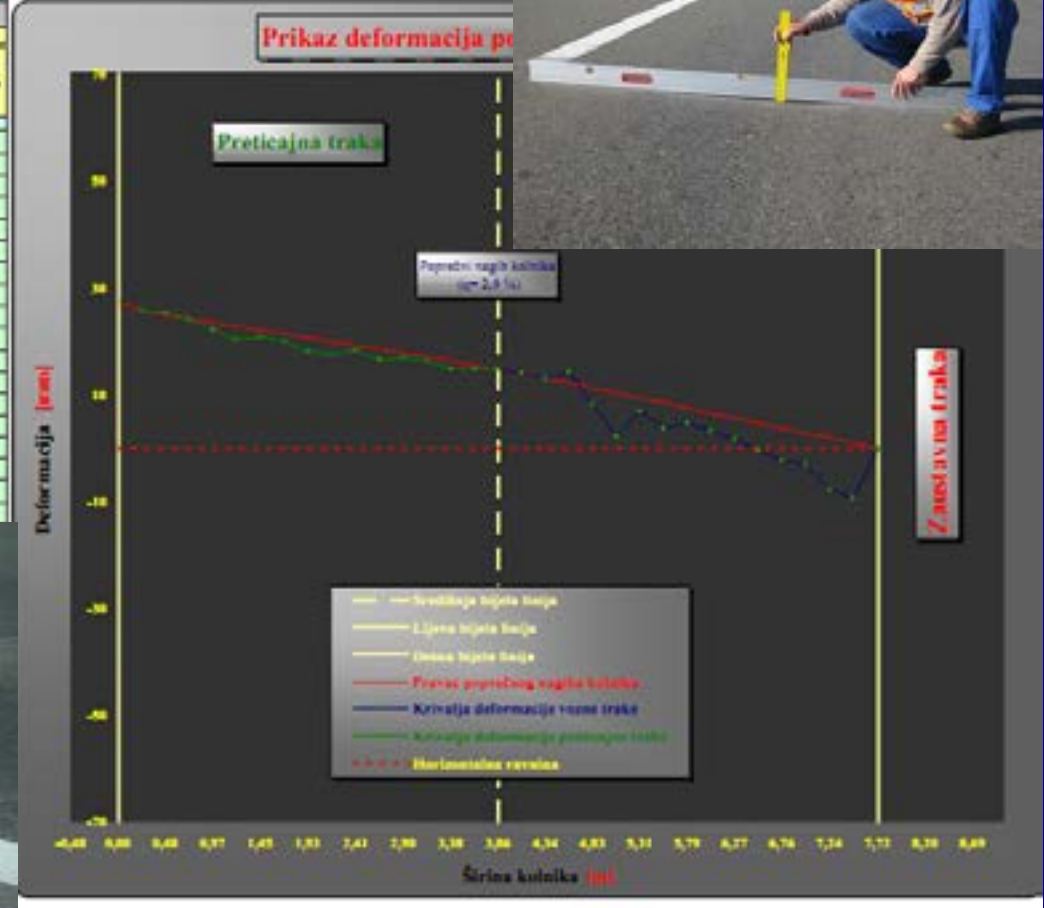
- Dobiva se uvid u uzroke oštećenja
- Prehodati dionicu “uzduž i poprijeko”
- zapisati, skicirati, fotografirati, video zapis
- Vidljiva oštećenja svih vrsta po položaju vrsti, intenzitetu i učestalosti
- Odvodnja, geometrija, geološke promjene
- Grafički prikaz, da li se oštećenja javljaju po nekoj shemi
- Usporedba vizualnog sa ujed. dion. Defleksija

## 2.3 Vizualni pregled – mjerenje poprečnih deformacija kolnika

Naziv objekta	AC Zagreb-Lipovac	Oznaka poprečnog profila	I
Naziv dionice	/	Sustavna (km)	263+000
Širina kolnika:		7,7216	(m)
		32	(stupci)

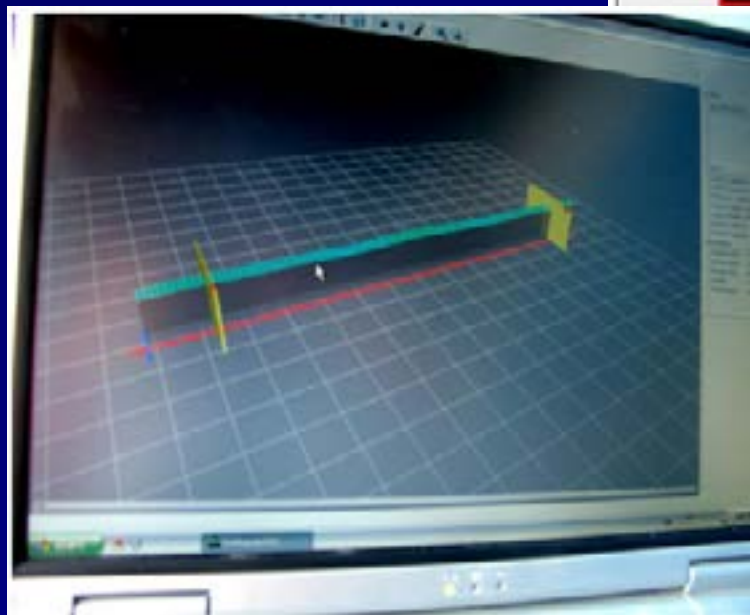
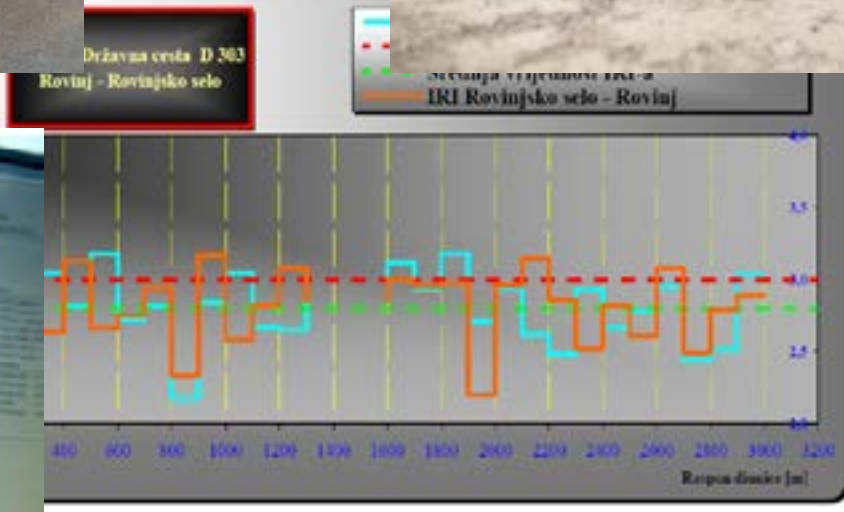
Pravac poprečnog nagiba	
Koeficijent smjera pravca poprečnog nagiba	-3,421604
odbojnik na x osi pravca poprečnog nagiba	27,215

Drugi stupci	Područje mjerenja:		Dvije trake		
	Polazak po poprečnom presjeka kolnika	Imjerska visina poprečnog presjeka (nadmorska visina s uključenom deformacijom)	Izračunata visina na pravcu poprečnog nagiba kolnika	Deformacija poprečnog presjeka kolnika	Apsolutna vrijednost deformacije poprečnog presjeka kolnika
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	0,2413	7,845	7,845	0,0	0,0
2	0,4826	27,519	17,165	-10,4	10,4
3	0,7239	58,233	26,486	-6,7	6,7
4	0,9652	41,699	35,806	-5,9	5,9
5	1,2065	51,133	45,126	-6,0	6,0
6	1,4478	59,695	54,446	-5,2	5,2
7	1,6891	67,922	63,767	-4,2	4,2
8	1,9304	76,431	73,087	-3,3	3,3
9	2,1717	85,323	82,407	-2,9	2,9
10	2,4130	96,308	91,727	-4,6	4,6
11	2,6543	103,566	101,048	-2,5	2,5
12	2,8956	118,389	110,368	-8,0	8,0
13	3,1369	122,755	119,688	-3,1	3,1
14	3,3782	127,003	129,008	2,0	2,0
15	3,6195	138,510	138,329	-0,2	0,2
16	3,8608	147,649	147,649	0,0	0,0
17	4,1021	155,979	155,979	0,0	0,0
18	4,3434	163,821	163,161	-0,7	0,7





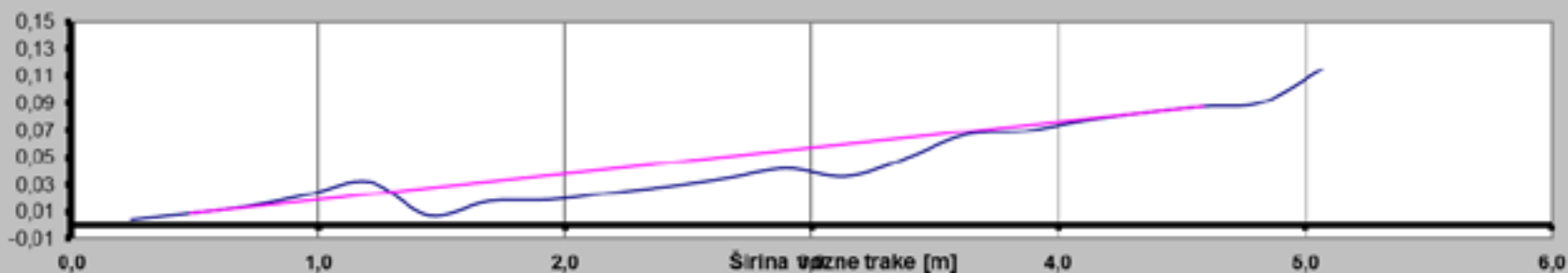
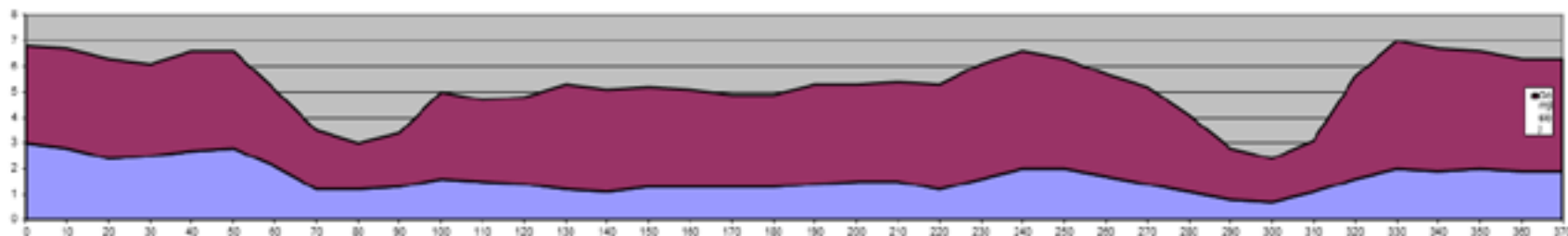
## 2.3 Vizualni pregled - mjerenje uzdužne ravnosti





## 2.3 VIZUALNI PREGLED-PLASTIČNE DEFORMACIJE

Most Dobra, profil 72, km 52 + 722



## 2.4 PROBNI ISKOPI

- Probni iskopi najvažniji izvor informacija
- 2 na svakoj ujednačenoj dionici
- Uzorci za lab ispitivanja i recepture
- In situ debljine, LWD, CBR
- Pukotine, kolotrazi, napomene
- zapisati, skicirati, fotografirati, video zapis

## 2.4 PROBNI ISKOP VEĆEG OPSEGA



# 2.4 PROBNI ISKOP BUŠENJEM – PROMJER 300mm



## 2.4 PROBNI ISKOPI – terenska ispitivanja

- Vrste i debljina svih slojeva
- nevezani slojevi
  - a) in situ gustoća
  - b) dinamički/statički modul stišljivosti  
LWD TSC 06. 720
- Dubina kolotruga
- Uzorkovanje za laboratorijska ispitivanja



## 2.4 PROBNI ISKOP – uzorkovanje glodanog asfalta frezom



## 2.4 PROBNI ISKOPI- terensko mjerenje dinamičkog deformacijskog modula (Evd) dinamičkom pločom





## 2.4 PROBNI ISKOPI- terensko mjerenje gustoća nevezanih i stabiliziranih slojeva volumometrom





# PRETHODNA ISPITIVANJA D44 BRŠČAK-LUPOGLAV probni iskop





# PRETHODNA ISPITIVANJA D44 BRŠČAK-LUPOGLAV probni iskop





# PRETHODNA ISPITIVANJA D44 BRŠČAK-LUPOGLAV

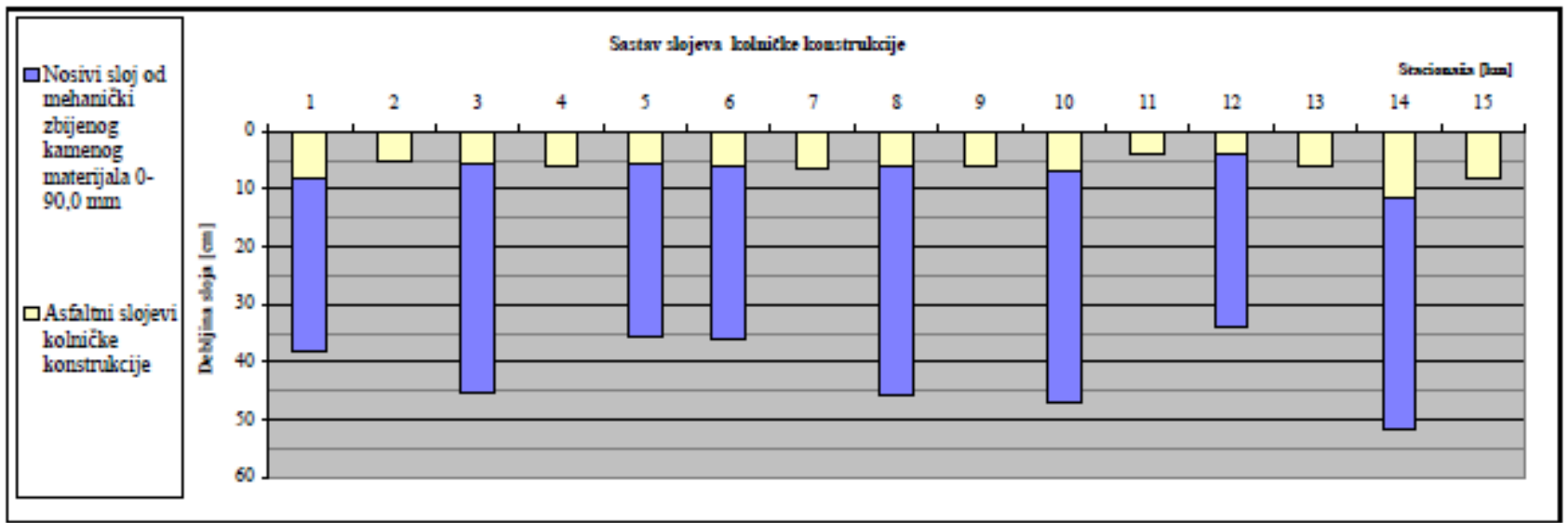
## određivanje debljine slojeva u kolničkoj konstrukciji



# Određivanje sastava (vrste i debljine) slojeva kolničke konstrukcije uzorkovanjem na terenu

TABLICA I GRAFIČKI PRIKAZ VRSTA I DEBLJINA SLOJEVA U DIJELU KOLNIČKE KONSTRUKCIJE, D201, BUZET - POŽANE OD KM 0+000 DO KM 3+750

Vrste slojeva na stacionažama	Debljine [cm] 0+020 D														
		0+250 D	0+500 L	0+750 L	0+970 D	1+500 L	1+750 L	2+000 D	2+250 D	2+500 L	2+750 L	3+000 D	3+250 D	3+500 L	3+750 L
Asfaltni slojevi kolničke konstrukcije	8	5	5,5	6	5,5	6	6,5	6	6	7	4	4	6	11,5	8
Nosivi sloj od mehanički zbijenog kamenog materijala 0-90,0 mm	30		40		30	30		40		40		30		40	



## 2.4 PROBNI ISKOPI-laboratorijska ispitivanja materijala iz iskopa

- gustoća asfalta, nevezanih i vezanih slojeva
- granulometrija i vlažnost glodanog asfalta, vezanih i nevezanih slojeva
- udio veziva, penetraciju i točku razmekšanja ekstrahiranog bitumena,
- CBR za nevezane slojeve,
- Atterbergove granice, IP nevezanih materijala



# PRETHODNA ISPITIVANJA D44 BRŠČAK-LUPOGLAV – uzorkovanje nevezanih materijala iz kolničke konstrukcije



## 2.4 Laboratorijska ispitivanja materijala iz iskopa

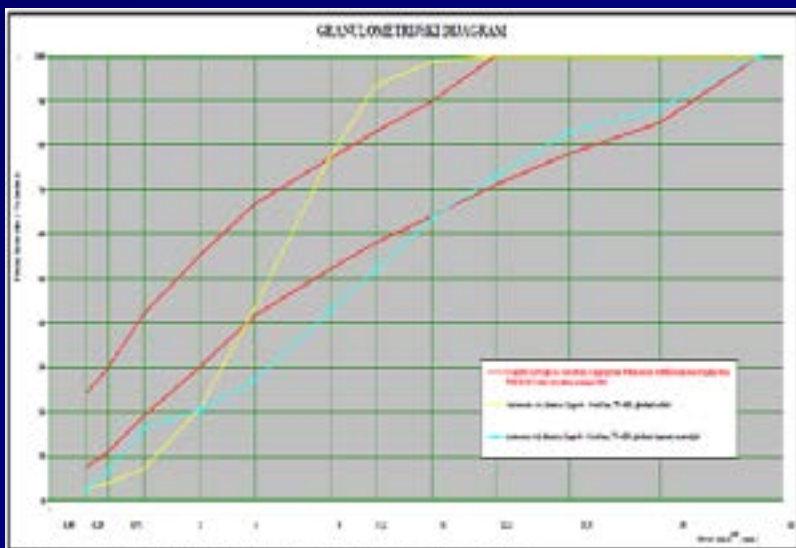
- Određivanje granulometrijskog sastava materijala



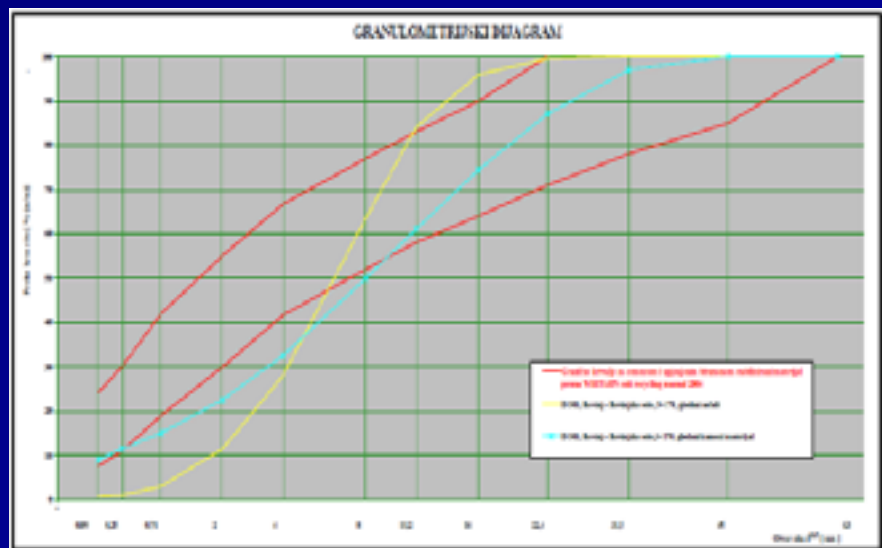


# 2.4 Laboratorijska ispitivanja materijala iz iskopa

## Određivanje granulometrijskog sastava materijala



Prilog 2. Granulometrijski sastav glatke betonske površine u objektu. Distanca: 10 m. Serija: 10-11-10



Prilog 2. Granulometrijski sastav glatke betonske površine u objektu. Distanca: 10 m. Serija: 10-11-10

## 2.4 Laboratorijska ispitivanja materijala iz iskopa

- gustoća asfalta, nevezanih i vezanih slojeva



## 2.4 Laboratorijska ispitivanja materijala iz iskopa

- Određivanje sastava i svojstava glodanog asfalta





## 2.4 Laboratorijska ispitivanja materijala iz iskopa

- Određivanje svojstava bitumenskog veziva u postojećim asfaltnim slojevima (PK, PEN)

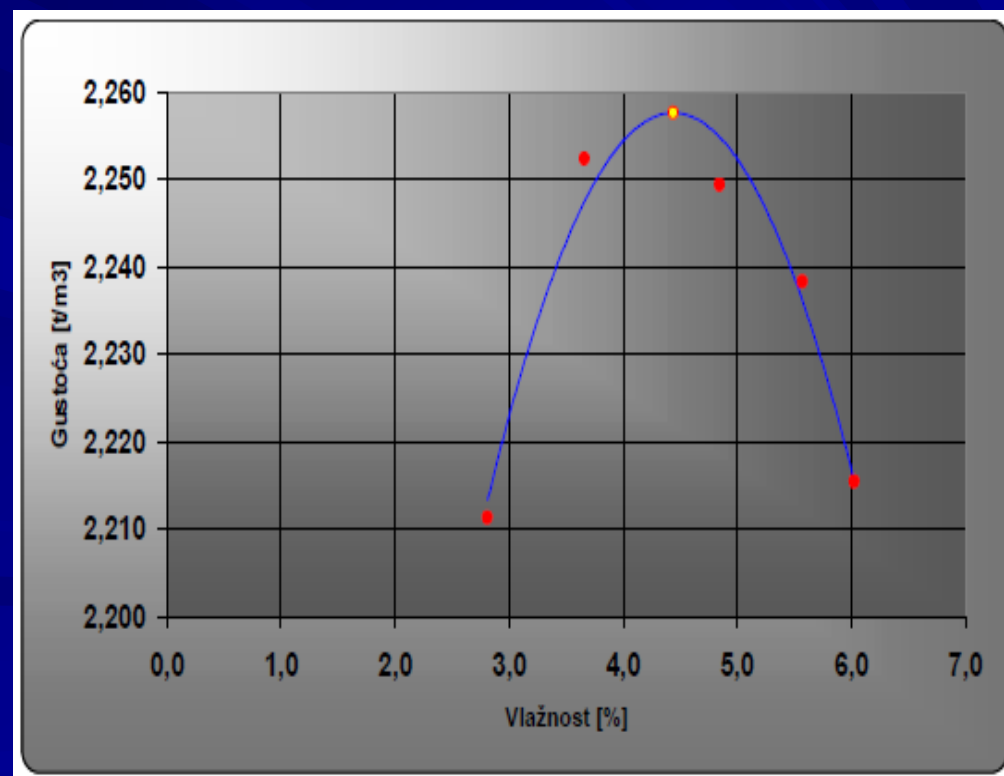


## 2.4 Laboratorijska ispitivanja materijala iz iskopa

Određivanje svojstava nevezanih materijala uzorkovanih iz kolničke konstrukcije – optimalna vlažnost



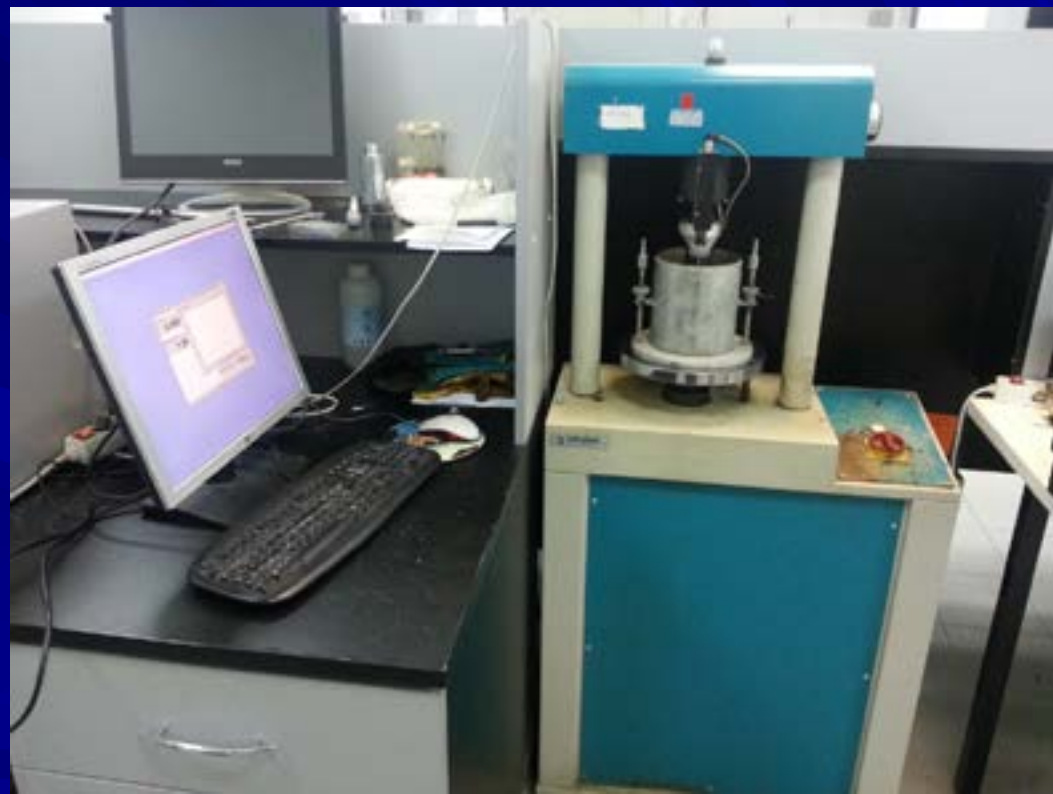
Grafički prikaz ovisnost gustoće o vlažnosti pri jednakim uvjetima zbijanja kamenog materijala





## 2.4 Laboratorijska ispitivanja materijala iz iskopa

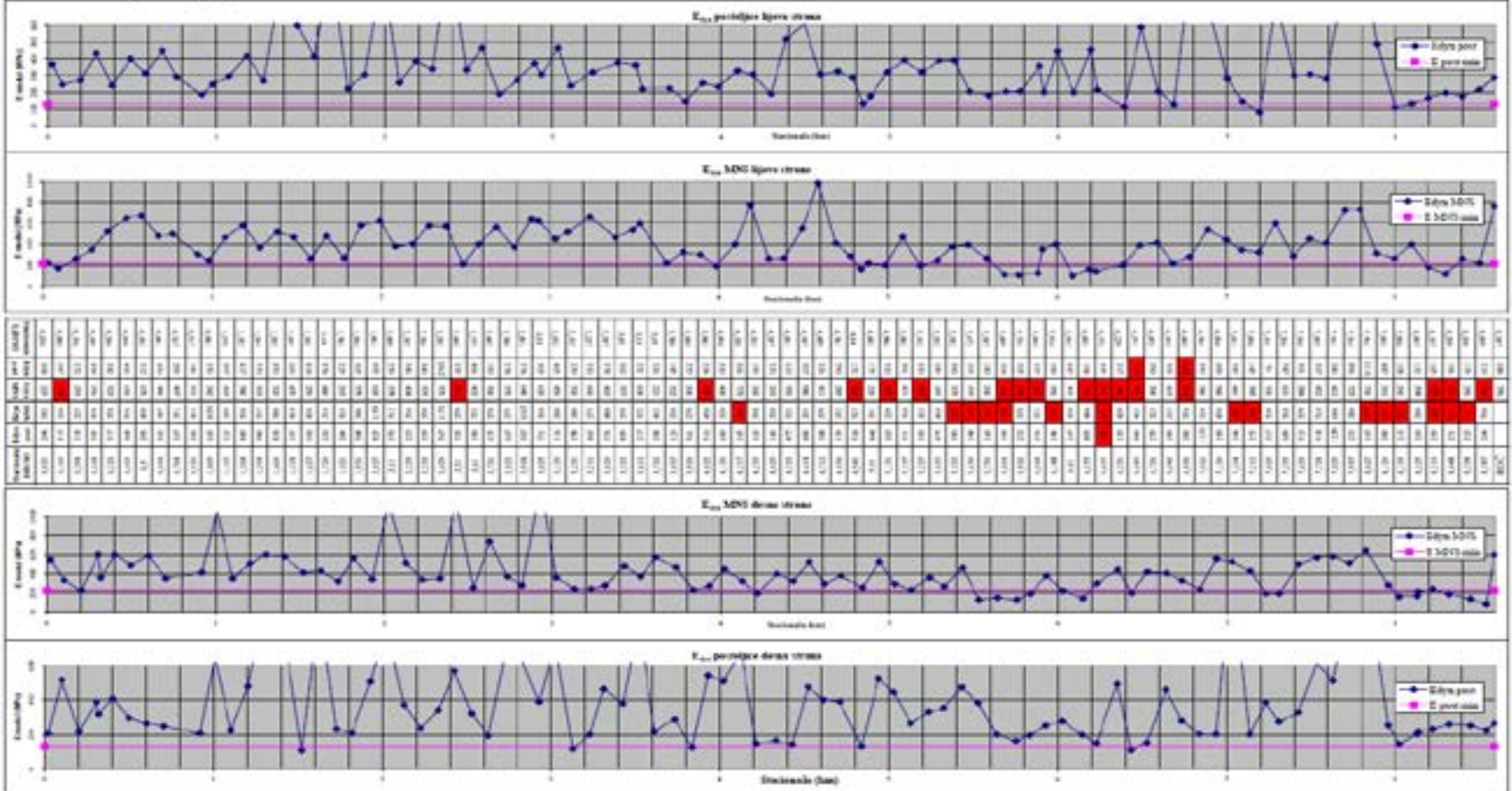
Određivanje svojstava nevezanih materijala uzorkovanih iz kolničke konstrukcije – indeks plastičnosti, Atterbergove granice, CBR



# 3. ANALIZA DEFLEKSIJA I SINTEZA PODATAKA PRIKUPLJENIH TERENSKIM I LABORATORIJSKIM ISPITIVANJIMA (D44 Buzet – Roč)

Povratni proračun E modula slojeva iz poznatih defleksija, debljina i CBR-a

Tablica 2: Rezultati  $E_{mod}$  MNS-a i površnice



# 4. DIMENZIONIRANJE

- EMPIRIJSKE METODE ( $<10^6$  ESAL)
  - SN , Structural number
  - PN, Pavement number
- ANALITIČKE METODE ( $>10^6$  ESAL)
  - Mehanistička metoda
  - Metoda defleksija

# 5. FINANCIJSKA ANALIZA

- Usporediti za svaku opciju obnove
  - CIJENA KOLNIKA  $\text{Kn/m}^2$
  - Cijena kolnika  $\text{Kn/m}^2/10^6 \text{ ESAL}$



# 5. FINANCIJSKA ANALIZA

## Verzije kolničke konstrukcije na autocesti Doboj - Prijedor

slaj	Varijanta 1	debljina cm	cijena E/m <sup>2</sup>
1	SMA	4	10
2	VS	5	7,5
3	BNS	7	10,5
4	MNS	15	2,3
5	MNS	30	4,5
6	Post. šljunak	30	
ESAL x10 <sup>6</sup> prije pojave pukotine na dnu asfalta		<b>3,88</b>	
Nastanak pukotine na dnu asfalta nakon 3,88*10 <sup>6</sup> ESAL odnosno nakon 4 godine			
cijena kolnika E/m <sup>2</sup>		<b>34,8</b>	
cijena E/m <sup>2</sup> /10 <sup>6</sup> ESAL		<b>9,0</b>	

slaj	Varijanta 2	debljina cm	cijena E/m <sup>2</sup>
1	SMA	4	10
2	VS	5	7,5
3	BNS	7	10,5
4	CNS	20	7,1
5	MNS	25	3,8
6	Post. šljunak	30	
ESAL x10 <sup>6</sup> prije pojave pukotine na dnu asfalta		<b>10,22</b>	
Nastanak pukotine na dnu CNS nakon 2,45*10 <sup>6</sup> i još 4,66*10 <sup>6</sup> da se proširi kroz cijeli CNS. Nakon još 3,11*10 <sup>6</sup> ESAL nastaje pukotina na dnu asfalta, odnosno nakon cca 10 godina			
cijena kolnika E/m <sup>2</sup>		<b>38,9</b>	
cijena E/m <sup>2</sup> /10 <sup>6</sup> ESAL		<b>3,8</b>	

slaj	Varijanta 3	debljina cm	cijena E/m <sup>2</sup>
1	SMA	4	10
2	VS	5	7,5
3	BNS	7	10,5
4	CNS	30	10,6
5	MNS	15	2,3
6	Post. šljunak	30	
ESAL x10 <sup>6</sup> prije pojave pukotine na dnu asfalta		<b>35,93</b>	
Nastanak pukotine na dnu CNS nakon 7,04*10 <sup>6</sup> i još 25,7*10 <sup>6</sup> da se proširi kroz cijeli CNS. Nakon još 3,19*10 <sup>6</sup> ESAL nastaje pukotina na dnu asfalta odnosno nakon cca 35 godina			
cijena kolnika E/m <sup>2</sup>		<b>40,9</b>	
cijena E/m <sup>2</sup> /10 <sup>6</sup> ESAL		<b>1,1</b>	

slaj	Varijanta 4	debljina cm	cijena E/m <sup>2</sup>
1	SMA	4	10
2	VS	4	6,5
3	BNS	0	0
4	BIT STAB	17,5	12,4
5	MNS	25	3,8
6	Post. šljunak	30	
ESAL x10 <sup>6</sup> prije pojave pukotine na dnu asfalta		<b>100</b>	
Nastanak kolotraga >20 mm na više od 10% dužine dionice nakon 100*10 <sup>6</sup> ESAL odnosno nakon 100 godina.			
cijena kolnika E/m <sup>2</sup>		<b>32,7</b>	
cijena E/m <sup>2</sup> /10 <sup>6</sup> ESAL		<b>0,3</b>	

**ZAKLJUČAK 1.** Kolnik verzije 4 traje oko 3 puta duže od verzije 3, oko 10 puta duže od verzije 2 i oko 25 puta duže od verzije 1.

**ZAKLJUČAK 2.** Kolnik verzije 4 je jeftiniji za oko 20% od verzije 3, za oko 15% je jeftiniji od verzije 2 i za oko 5% je jeftiniji od verzije 1.

Ulazni podaci:

Promet: 7 do 20\*10<sup>6</sup> ekvivalentnih standardnih osovina od 82 kN (ESAL)

Prjektni period 20 godina

# 6.PROJEKT SASTAVA HRM

- Pronaći sastav mješavine koja će imati zadovoljavajuća svojstva u skladu s tehničkim uvjetima
- Ispitivanje sirovina
- Izrada i ispitivanje serije recikliranih mješavina

# UVJETI KVALITETE

## TEHNIČKI UVJETI ZA IZRADU NOSIVIH SLOJEVA KOLNIKA POSTUPKOM HLADNOG RECIKLIRANJA

Hrvatske ceste, studeni 2011.

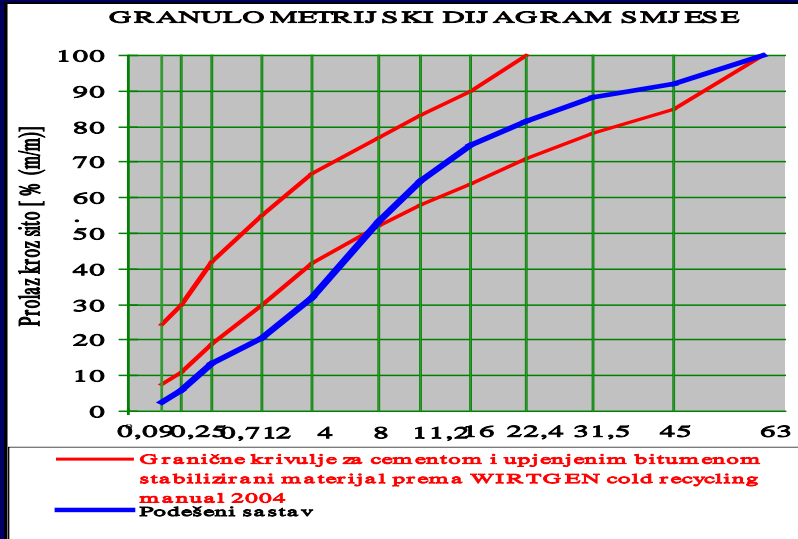
# 6.PROJEKT SASTAVA HRM

- Ispitivanje sirovina - agregati
  - Granulometrija glodanih i dodanih agregata
  - Optimizirati granulometriju HRM
  - Optimalna vlažnost HRM bez veziva

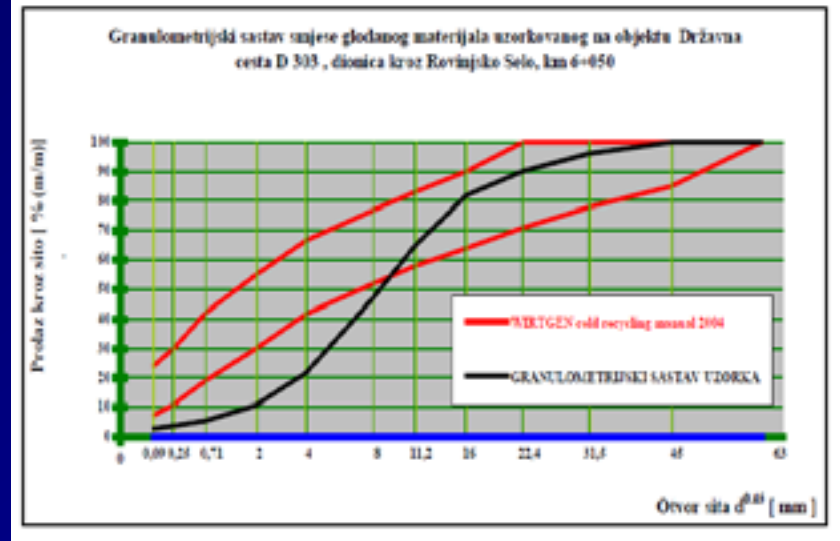


# 6.PROJEKT SASTAVA HRM

## Podešavanje granulometrijskog sastava reciklirane mješavine



Slika 1. Granulometrija mješavine glodanog materijala iz kolničke konstrukcije



Otvor sita [mm]	Postotak uzorka koji prolazi kroz sito	Postotak uzorka koji prolazi kroz sito	sa	Podešeni sastav
Sadržaj	Antarvita AA, dionica Zagreb-Castelj, 79+420	Antarvita AA, dionica Zagreb-Castelj, 79+420	Špera	
0,075	2,5	2,3	5,2	2,4
0,15	3,8	4,7	14,7	5,8
0,3	7,2	16,4	36,8	13,6
0,6	16,8	26,3	64,3	26,4
1,2	43,4	27,0	96,8	32,1
2,5	77,2	42,5	100,0	53,4
5,0	93,4	51,9	100,0	64,9
11,2	98,8	63,6	100,0	74,8
25,0	98,8	72,9	100,0	81,4
50,0	100,0	83,0	100,0	88,3
100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Ostatak uzorka koji prolazi kroz sito [ % (m/m) ]	31,3	48,7	10,0	100

Otvor sita [mm]	Postotak uzorka koji prolazi kroz sito	Postotak uzorka koji prolazi kroz sito	sa	Podešeni sastav
Sadržaj	Dionica cesta D 303, Rovinjsko selo, 6+450	Dionica cesta D 303, Rovinjsko selo, 6+450	Podluzica	
0,075	5,8	9,1	9,2	3,8
0,15	1,0	11,5	14,7	5,3
0,3	9,8	15,9	38,8	8,8
0,6	11,5	21,5	64,3	21,2
1,2	28,8	32,8	96,8	38,9
2,5	42,5	60,0	100,0	46,7
5,0	64,8	61,0	100,0	52,1
10,0	96,8	74,3	100,0	57,4
20,0	98,8	97,0	100,0	67,3
40,0	100,0	97,0	100,0	79,4
80,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Ostatak uzorka koji prolazi kroz sito [ % (m/m) ]	64,3	10,0	14,3	100

# 6.PROJEKT SASTAVA HRM

- Ispitivanje sirovina – bitumena
  - PK i PEN
  - Karakteristike pjenjenja
  - Ekspanzija
  - Vrijeme poluraspada
- Cement se ne ispituje

# Ramtech d.o.o.

## Izrada projekta sastava reciklirane mješavine

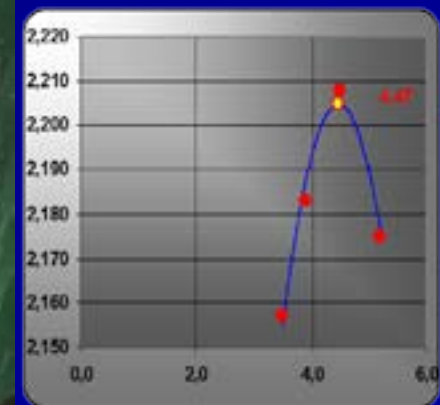
Ispitivanje optimalnih uvjeta pjenjenja i reometrijske karakteristike bitumena

Tablica 2. Reometrijske karakteristike bitumena (Ravna B 70/100) i optimalni uvjeti pjenjenja

Reometrijske karakteristike	Tvika razmekanja [°C]	46,2	
	Penetracija [1/10 mm]	77,5	
	Indeks penetracije	-0,6	
Optimalni uvjeti i karakteristike pjenjenja bitumena	temperatura [°C]	140	
	udio vode [%/min]	2,0	
	okipanje	guta	11,5
	vrijeme poluzastupe (vrijeme za koje se volumen smanji za pola)	[s]	12,0



Grafički prikaz ovisnost gustoće o vlažnosti pri jednakim uvjetima zbijanja kamenog materijala



# 6.PROJEKT SASTAVA HRM

- Izrada i ispitivanje stabilizirane mješavine
- Stabilizacija bitumenom i cementom
- Stabilizacija cementom ili vapnom



# 6.PROJEKT SASTAVA HRM

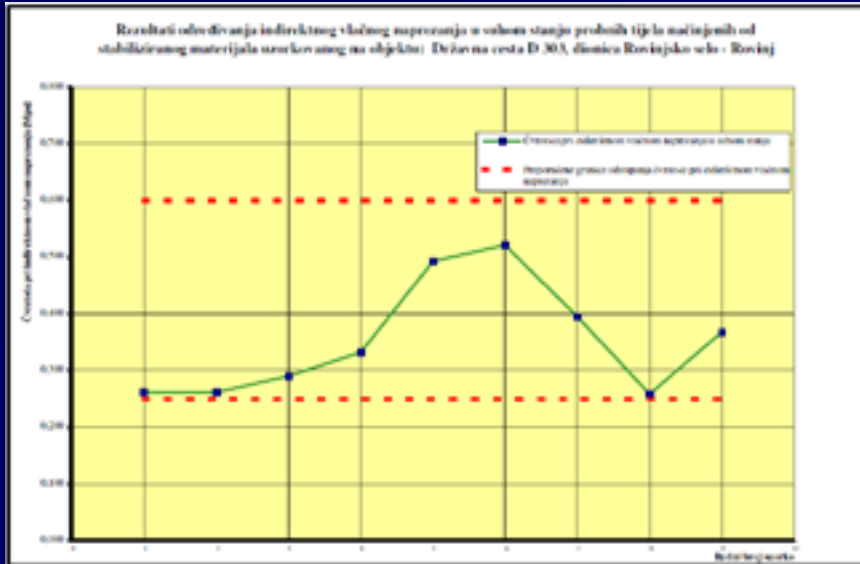
- Izrada i ispitivanje stabilizirane mješavine
- Stabilizacija bitumenom i cementom
- Serija mješavina različitih udjela bitumena
- Izrada probnih tijela Marshall nabijačem
- Njegovanje suhe i mokre serije uzoraka
- Ispitivanje indirektna vlačne čvrstoće

## 6.PROJEKT SASTAVA HRM – laboratorijska ispitivanja



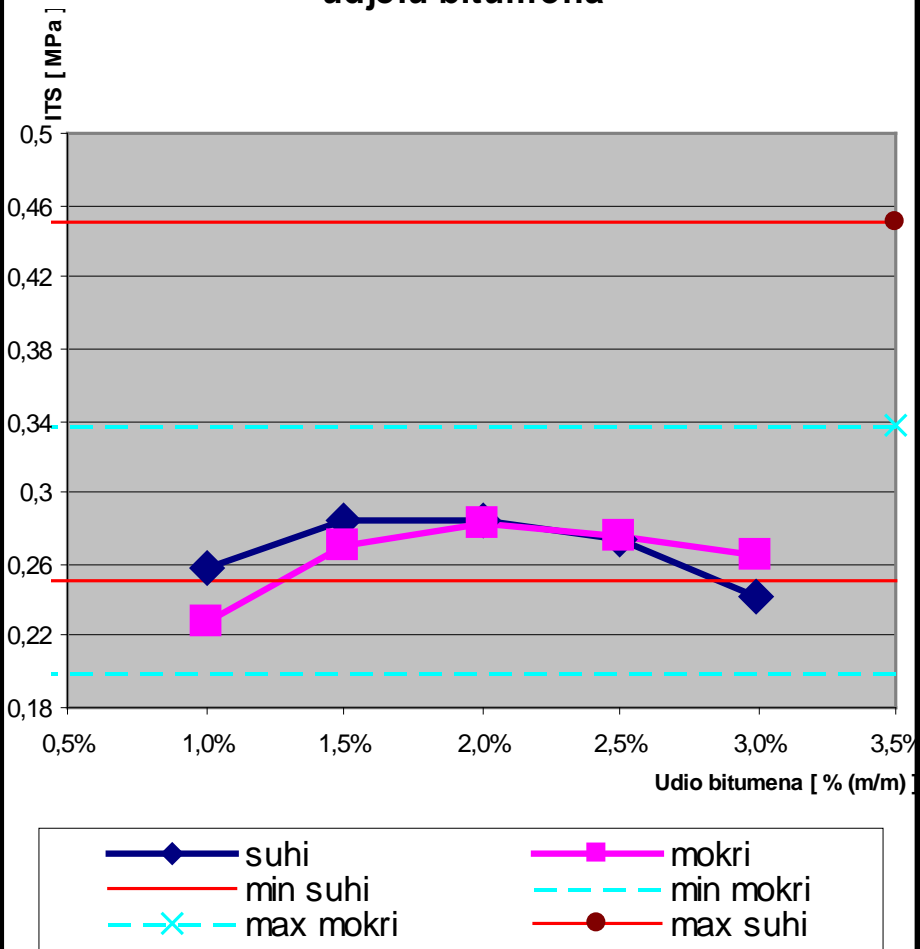
# 6.PROJEKT SASTAVA HRM

## Rezultati ispitivanja indirektne vlačne čvrstoće prema HRN EN 12697-23



Drižna cesta D 303, Rovinjsko selo			Stabilizirani asfaltovi													
			Udio bitumena	Granulometrija glodanog materijala												
Oznaka uzorka	Datum uzorkovanja	Učestalost	Udio bitumena	0,09	0,25	0,75	2	4	8	11,2	16	22,4	31,5	45	63	
HRM 100/11	30.09.2011.	1000	5,2	4,8	6,2	10,0	15,2	28,2	62,9	73,6	88,0	92,8	93,9	100,0	100,0	
HRM 101/11	30.09.2011.	1000	5,4	5,6	7,0	11,2	21,4	35,6	61,8	78,7	92,3	96,6	100,0	100,0	100,0	
HRM 102/11	2.gro.2011.	1000	4,9	6,3	7,7	11,6	22,5	40,5	63,7	78,2	90,3	96,9	100,0	100,0	100,0	
HRM 103/11	2.gro.2011.	1000	3,9	8,2	9,1	13,4	26,6	45,2	65,5	80,2	91,4	99,2	100,0	100,0	100,0	
HRM 104/11	2.gro.2011.	1000	3,7	9,6	11,3	15,1	24,6	39,3	59,3	72,1	82,6	90,8	94,2	100,0	100,0	
HRM 105/11	5.gro.2011.	1000	2,2	7,5	8,2	14,2	24,3	27,2	61,9	76,5	89,1	92,5	96,5	100,0	100,0	
HRM 106/11	5.gro.2011.	1000	4,6	6,5	8,1	11,6	19,9	32,4	52,4	63,9	75,8	86,4	92,3	100,0	100,0	
HRM 107/11	10.gro.2011.	1000	5,5	5,4	6,8	10,9	23,2	38,4	61,2	77,3	89,6	94,5	96,2	100,0	100,0	
HRM 108/11	11.gro.2011.	1000	4,4	4,9	7,2	12,3	25,4	37,7	59,5	74,9	80,4	89,9	95,5	100,0	100,0	
Statistika	Proječni sadržaj		4,3	3,0	3,8	5,5	10,8	21,6	47,2	64,9	81,9	91,1	96,1	100,0	100,0	
	Minimalni sadržaj	/	7,5	11,0	19,0	30,0	41,7	52,0	58,0	64,0	70,0	78,0	85,0	100,0		
	Maksimalni sadržaj	/	24,2	30,0	42,0	55,0	66,7	77,0	83,0	90,0	100,0	100,0	100,0	100,0		
	Proječni udio		4,4	6,5	8,0	12,3	23,3	38,3	60,9	75,5	86,6	93,5	96,5	100,0	100,0	
	Minimalni udio		2,2	4,8	6,2	10,0	19,9	32,4	52,4	63,9	75,8	86,4	92,3	100,0	100,0	
	Maksimalni udio		5,5	9,6	11,3	15,1	26,6	45,2	65,5	80,2	92,3	99,2	100,0	100,0	100,0	
Standardna devijacija		1,044	1,63	1,52	1,66	1,90	3,48	3,74	4,93	5,67	4,34	2,91	0,00	0,00		

### Ovisnost indirektno vlačne čvrstoće o udjelu bitumena



## 6.PROJEKT SASTAVA HRM

Tablica 3. Sastav i svojstva materijala u recepturi

RECEPTURA				
Smjesa granuliranih materijala	Sastav	Udio glodane kolničke konstrukcije [% (m/m)]	100,0	
		Udio dodanog kamenog materijala [% (m/m)]	10,0	
	Granulometrija	Otvor sita [ mm ]	prolaz kroz sito [% (m/m)]	
		0,09	2,4	
		0,25	5,8	
		0,71	13,6	
		2	20,4	
		4	32,1	
		8	53,4	
		11,2	64,9	
		16	74,6	
		22,4	81,4	
		31,5	88,3	
45	91,9			
63	100,0			
Smjesa granuliranih materijala i vode	Optimalni udio vode	[ % (m/m) ]	4,5	
	Maksimalna gustoća po Proctoru	[ t/m <sup>3</sup> ]	2,205	
Smjesa granuliranih materijala, vode, cementa i bitumena	Udio cementa	[ % (m/m) ]	1,5	
	Optimalni udio upjenjenog bitumena	[ % (m/m) ]	1,5	
	Indirektna vlačna čvrstoća mokrog uzorka	[ Mpa ]	0,271	
	Indirektna vlačna čvrstoća suhog uzorka	[ Mpa ]	0,284	

Uvjeti iz  
Wirtgen  
Cold  
Recycling  
Manual  
2004.



# 6.PROJEKT SASTAVA HRM

- Izrada i ispitivanje stabilizirane mješavine
- Stabilizacija cementom ili vapnom
- Serija mješavina različitih udjela veziva
- Izrada probnih tijela Proctor nabijačem
- Njegovanje serije uzoraka
- Ispitivanje tlačne čvrstoće (7 i 28 dana)
- Ispitivanje otpornosti na smrzavanje i odmrzavanje

# 6. PROJEKT SASTAVA HRM

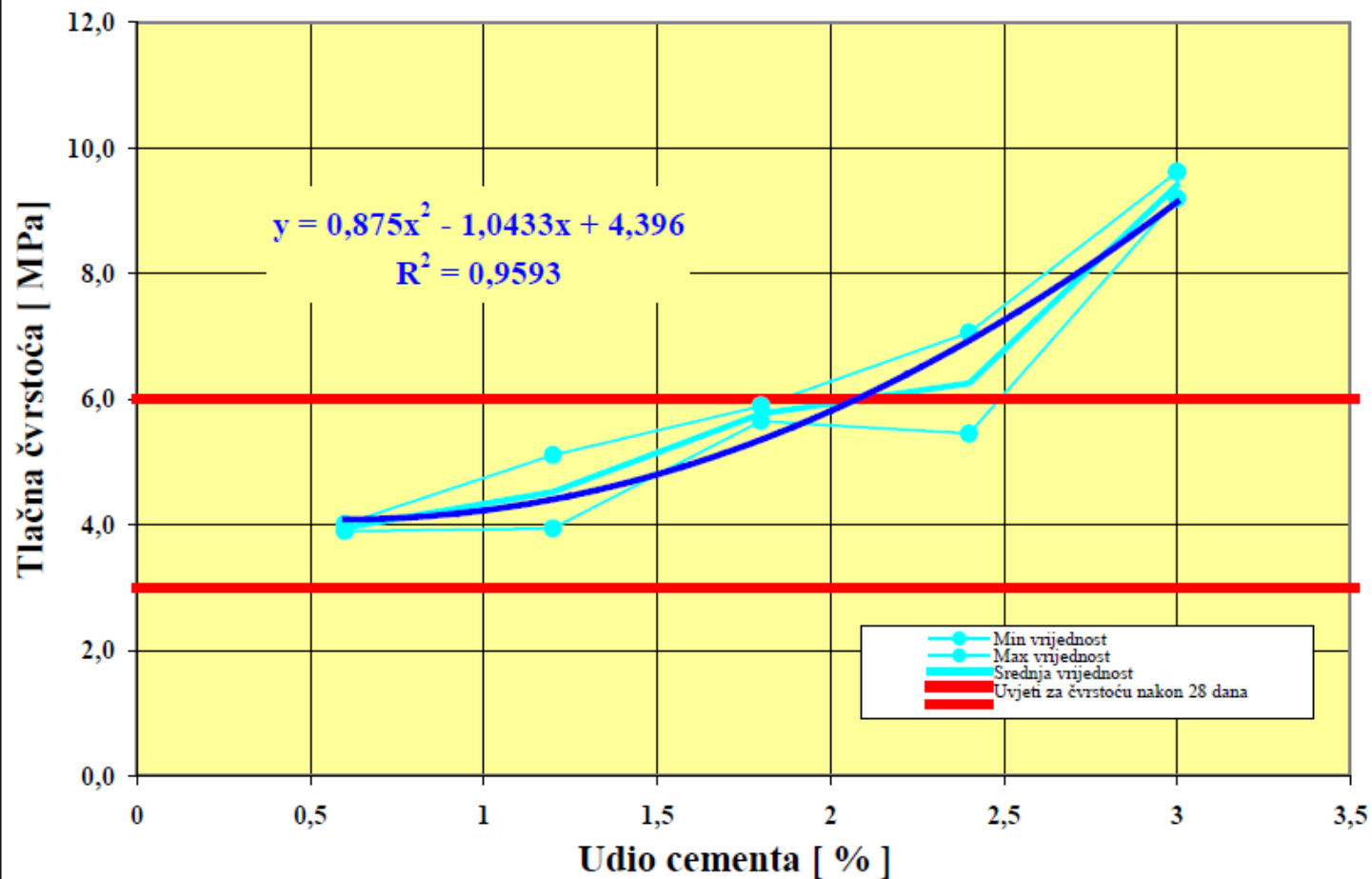


# 6. PROJEKT SASTAVA HRM



# 6. PROJEKT SASTAVA HRM

Ovisnost tlačne čvrstoće nakon 28 dana o udjelu cementa  
u kamenom materijalu Fužinski Benkovac 0-32 mm





hvala na pažnji