



Hrvatsko asfaltno društvo

Croatian asphalt association

*Korištenje recikliranog asfalta u Srbiji –
sadašnja primjena, potencijali i
istraživanja*

*Use of RAP in Serbia – current
implementation, potentials and research*

G. Mladenović, S. Trifunović, M. Orešković

University of Belgrade, Faculty of Civil Engineering

Međunarodni seminar ASFALNI KOLNICI 2019

International seminar ASPHALT PAVEMENTS 2019

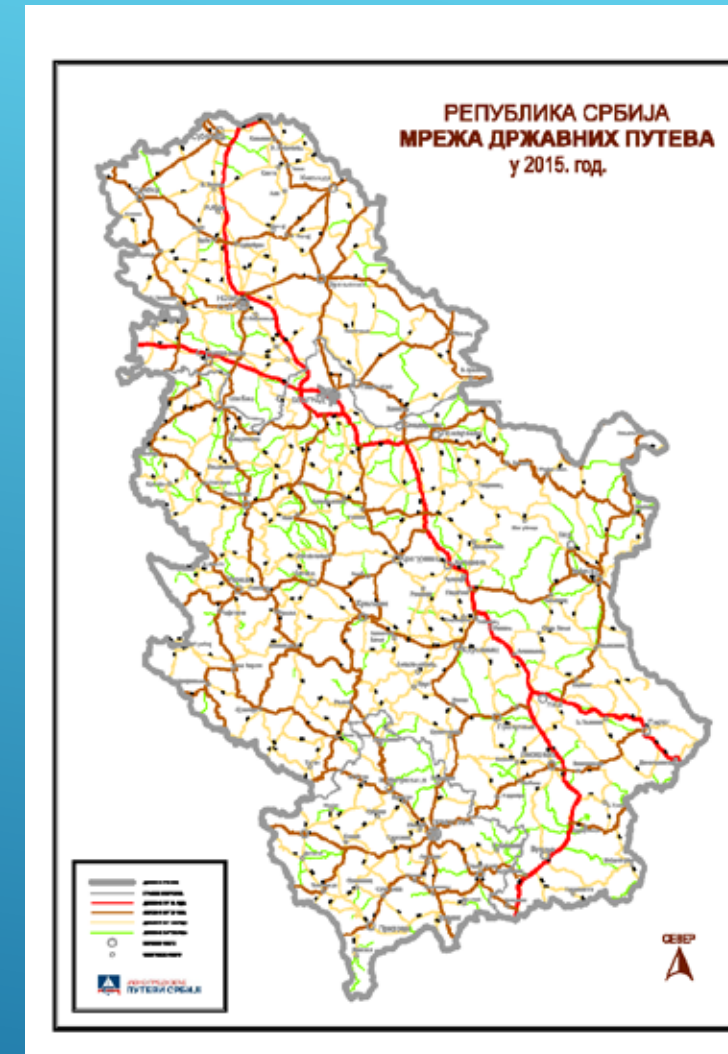
Opatija, 04.–05. 04. 2019.

SADRŽAJ

- „ Putna mreža Srbije
- „ Proizvodnja asfaltnih mešavina
- „ Pregled dosadašnje primene reciklaže u projektima rehabilitacije puteva
 - „ Remix i Remix +
 - „ Hladna reciklaža
 - „ Primena RAP-a – trenutno stane i potencijali
- „ Uticaj agenasa za recikliranje na karakteristike bitumenskih mešavina

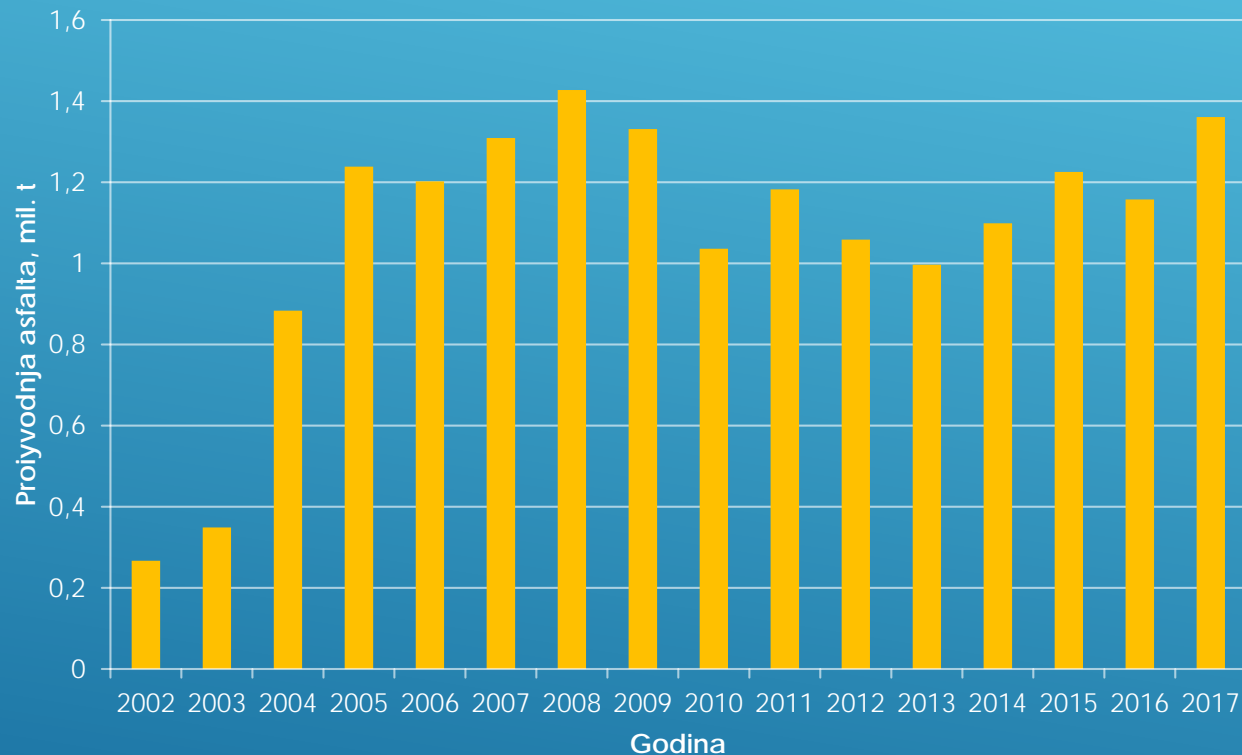
PUTNA MREŽA SRBIJE

„ Državni putevi I reda	
„ Državni putevi IA reda	781.63 km
„ Državni putevi IB reda	3859.49 km
„ Ukupno	4641.12 km
„ Državni putevi II reda	
„ Državni putevi IIA reda	6924.69 km
„ Državni putevi IIB reda	2741.12 km
„ Ukupno	9665.81 km
„ UKUPNO DRŽAVNI PUTEVI	14306.93 km

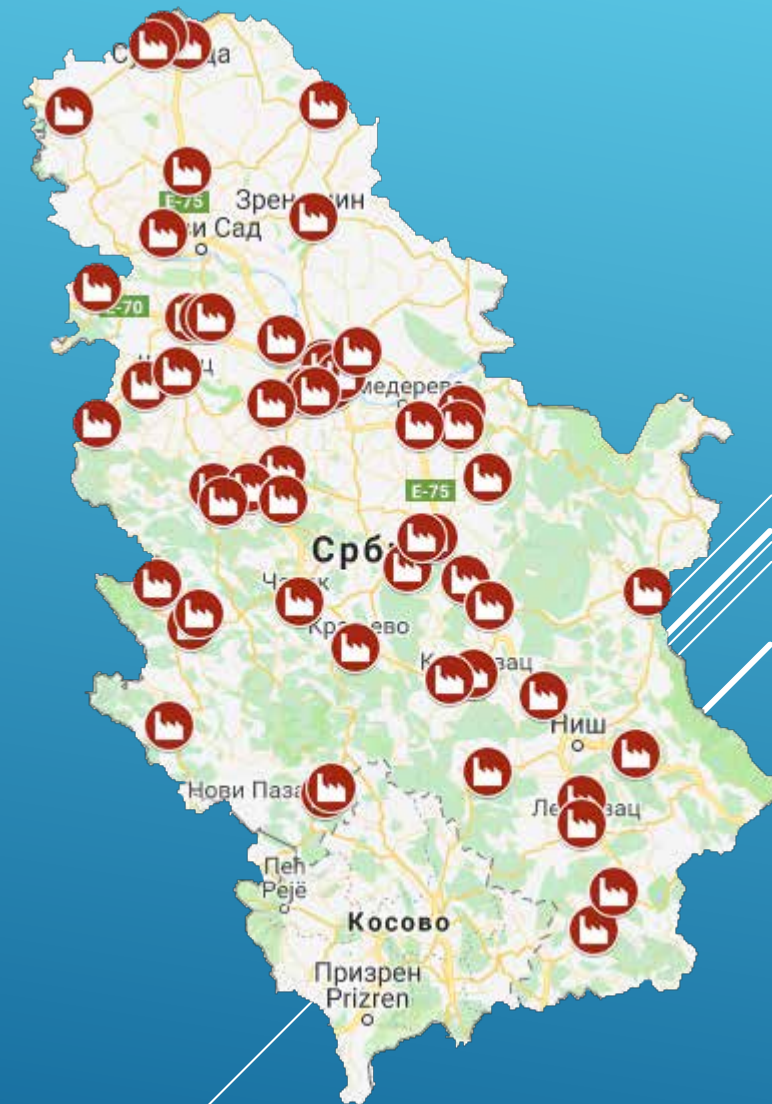


PROIZVODNJA ASFALTNIH MEŠAVINA

„ Statistički podaci o proizvodnji asfalta 2002-2017

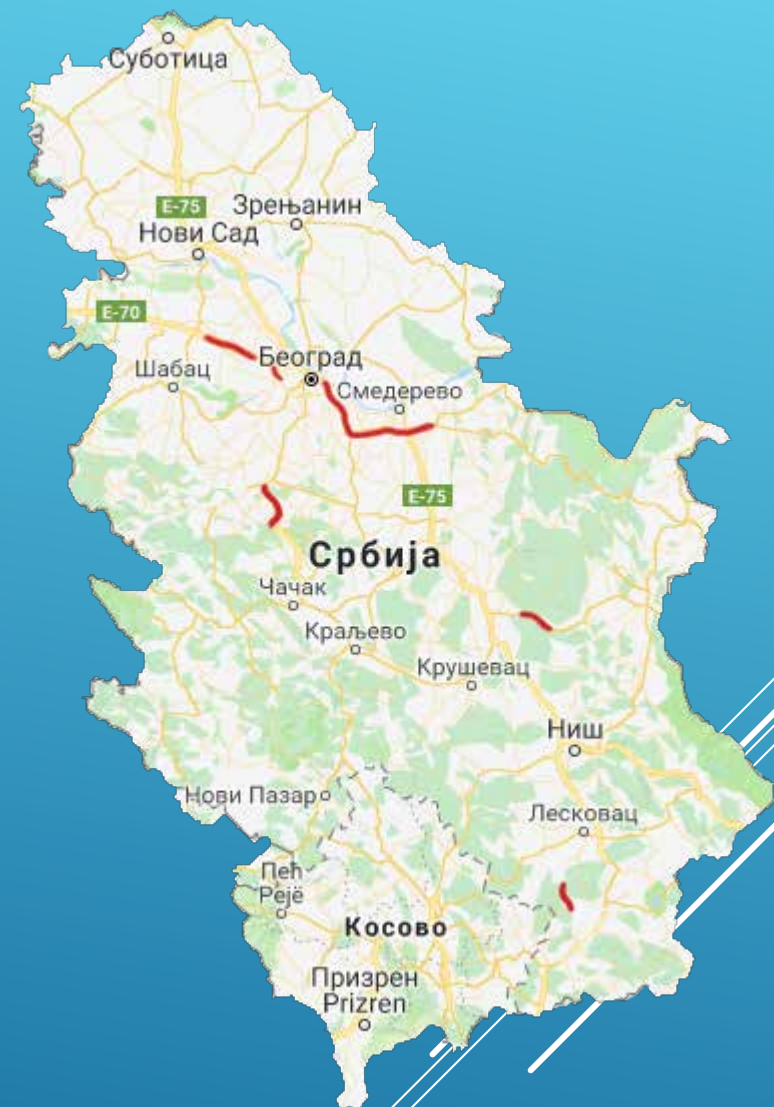


„ Proizvodnja u 2018. na bazi intervjua sa izvođačima oko 2 miliona tona



REMIX I REMIX+

- „ Period 2001 - 2005
- „ Najvećim delom rađeno na voznim trakama autoputa E-75, deonica od Rume do Požarevca
- „ Ibarska magistrala
- „ Ukupno oko 1.400.000 m²
- „ Deonica Vrčin – Mali Požarevac (prećicajna traka, oko 40 km) je rađena 2014. godine



HLADNA RECIKLAŽA

- „ Nekoliko lokalnih kompanija raspolaže sa opremom:
 - „ Wirtgen WR 240 - 2 kom., WR 2000, CR 2200
- „ Primenjena na deonici autoputa Vrčin – Mali Požarevac na voznoj traci 2014. godine
- „ Projekat rehabilitacije puteva (oko 1100 km puteva, finansiran od strane WB, EBRD, EIB, Vlada RS)
 - „ Za značajan broj deonica projektovana hladna reciklaža


HLADNA RECIKLAŽA

Put	Deonica	Dužina (km)	PGDS (voz/dan)	ESO (mil. st.osov 80 kN)
IB 35	Kladovo – Brza Palanka	24.0	2300	1.0
IB 35	Svođe - Vlasotince	12.5	2500	0.6
IB 15	Kula - Vrbas	10.2	6000	3.5
IB 15	Vrbas - Srbobran	9.5	5500	3.8
IB 35	Merošina - Prokuplje	11.5	6500	3.4

„ Neke specifičnosti projekata:

- „ Izrazito heterogene kolovozne konstrukcije
- „ Radovi pod saobraćajem
- „ Proširenje kolovoza

DOSADAŠNJA PRIMENA RAP-A

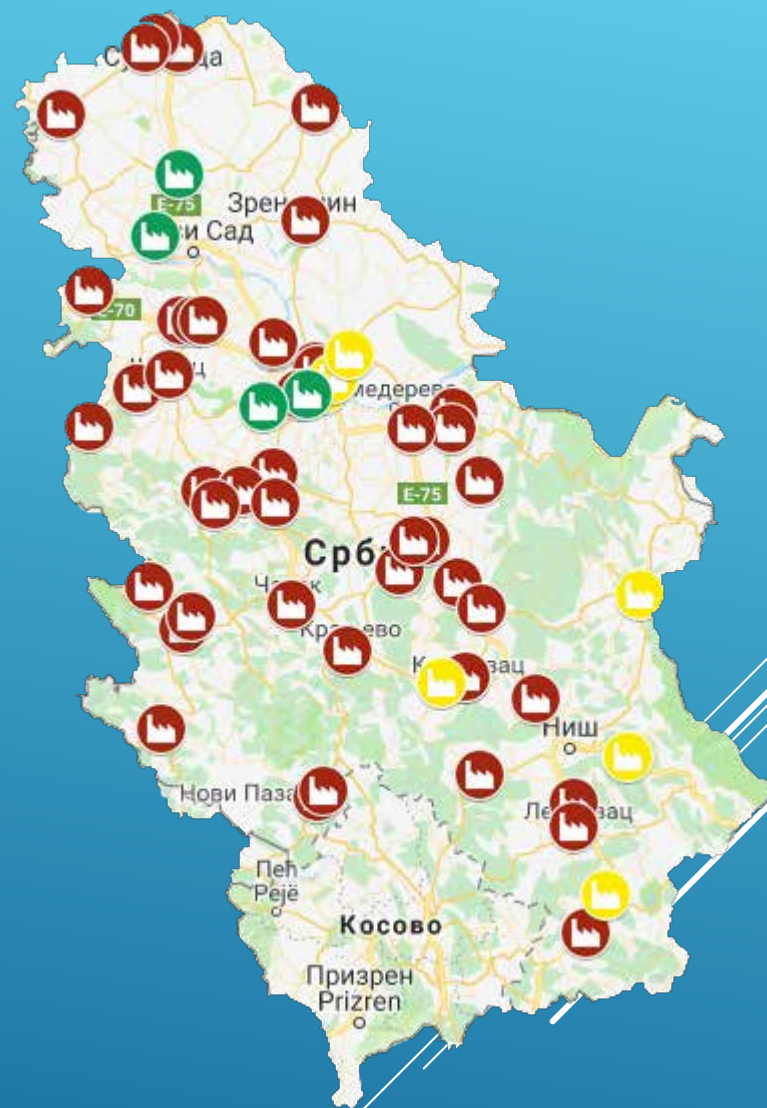
- „ 2006 – Hladna reciklaža RAP-a sa bitumenskom emulzijom korišćena za zastor za lokalne saobraćajnice u više naselja u okolini Beograda
 - „ Nasipanje nekategorisanih puteva
 - „ Nasipanje bankina
 - „ Izrada gornje podloge za lokalne puteve
 - „ Na mreži državnih puteva primena RAP-a nije regulisana
- 

DEPONIJE RAP-A



PRIMENA RAP-A

- „ Ograničen broj (9/60) asfaltnih baza opremljen za primenu RAP-a, isključivo za direktno doziranje u mešalicu
- „ Svega 4 baze su koristile RAP u 2018. godini
- „ Procena proizvodnje asfaltnih mešavina sa RAP-om oko 50.000 t (do 10.000 t RAP-a)



PRIMENA RAP-A

- „ Lokalne samouprave imaju inicijativu u primeni RAP-a
- „ Bački Petrovac: „Kompletna količina RAP-a iskorišćena za noseće asfaltne slojeve“
- „ Izgradnja lokalnog puta Opovo – Debeljača¹
 - „ uslovi tendera min. 20% RAP-a za BNS 22sA
 - „ ugradjeno 6000 t asfalta
 - „ oko 19.3% RAP-a

¹Informacije dostupne ljubaznošću kolega iz Laboratorije TPA Srbija

IZGRADNJA LOKALNOG PUTA OPOVO - DEBELJAČA

- „ Ispitan RAP sa tri deponije: Opovo, Mladenovac, Rušanj
- „ Sadržaj bitumena: 3.9% - 5.5%
- „ Granulacija 0/16 mm
- „ Sadržaj sitnih čestica: 10.3% - 15.3%
- „ Penetracija: 16.6 – 25.7 °pen
- „ $T_{pk} = 60.2 - 71.2$ °C
- „ Optimalan sadržaj bitumena 3.6% od čega 0.6% iz RAP-a i 3.0% BIT 50/70
- „ Nije primenjen osveživač veziva

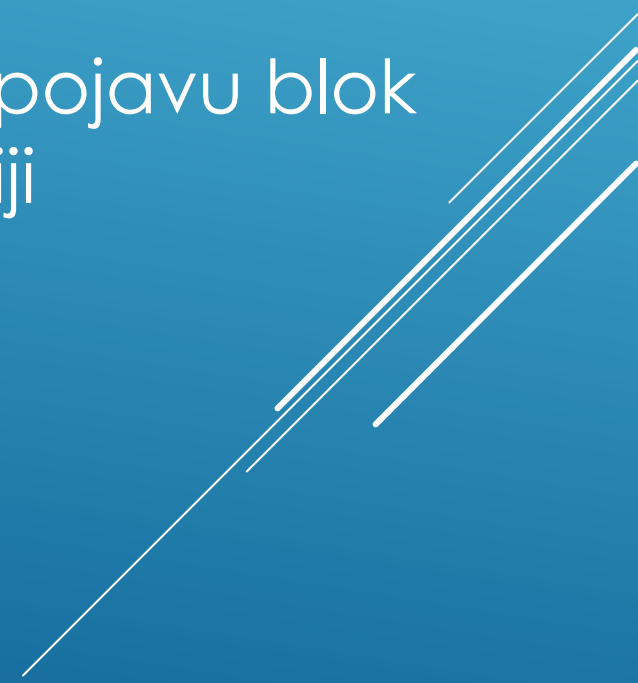


IZGRADNJA LOKALNOG PUTA OPOVO - DEBELJAČA

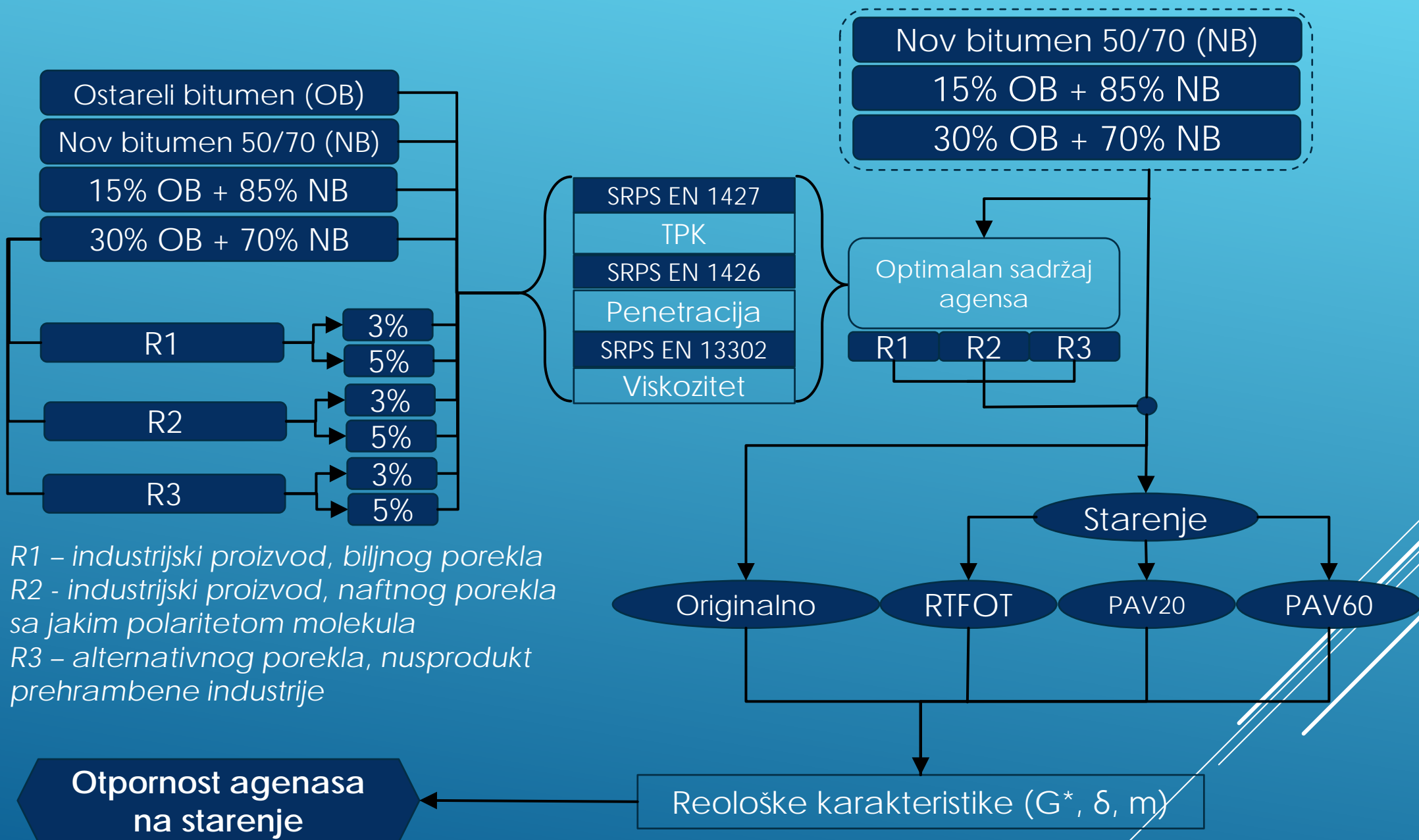


UTICAJ AGENASA ZA RECIKLIRANJE NA KARAKTERISTIKE BITUMENSKIH MEŠAVINA

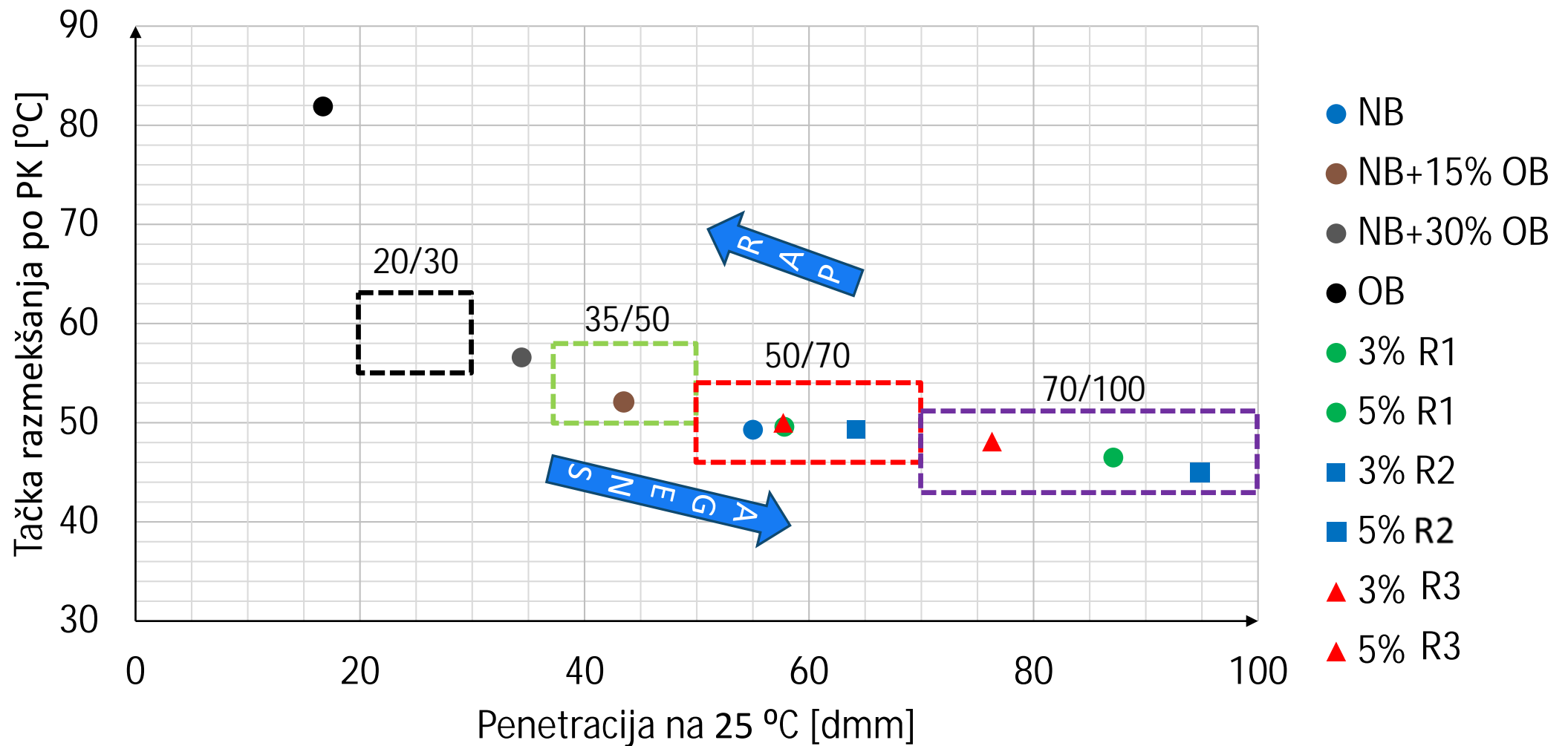
„ Cilj istraživanja:

- „ Određivanje optimalnog sadržaja tri agensa za recikliranje u bitumenskim mešavinama
 - „ Određivanje uticaja različitih agenasa na reološke karakteristike bitumenskih mešavina
 - „ Određivanje otpornosti na starenje (pojavu blok pukotina) agenasa korišćenih u studiji
- 

MATRICA EKSPERIMENTA



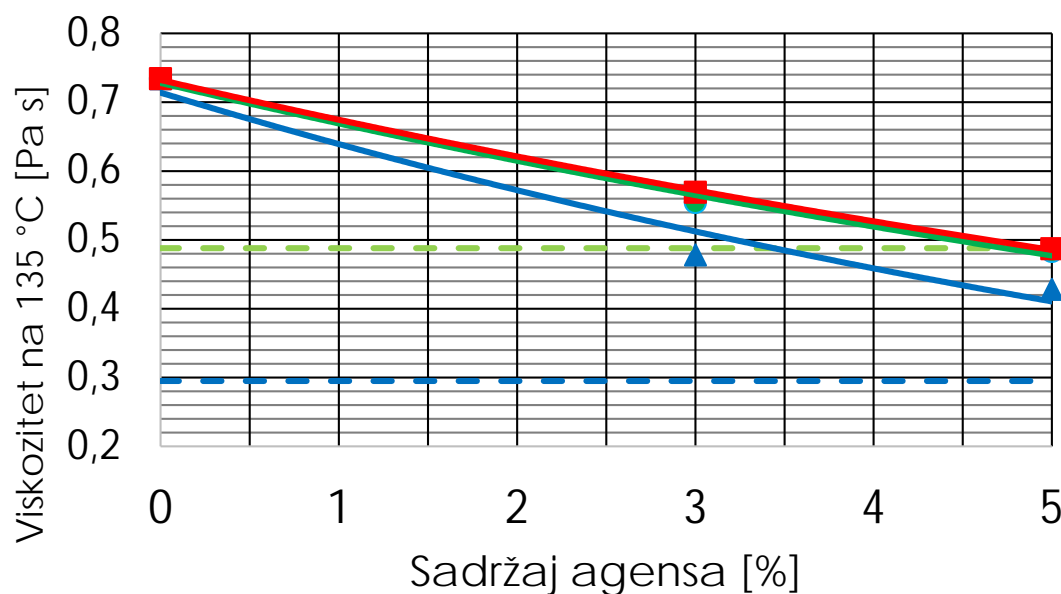
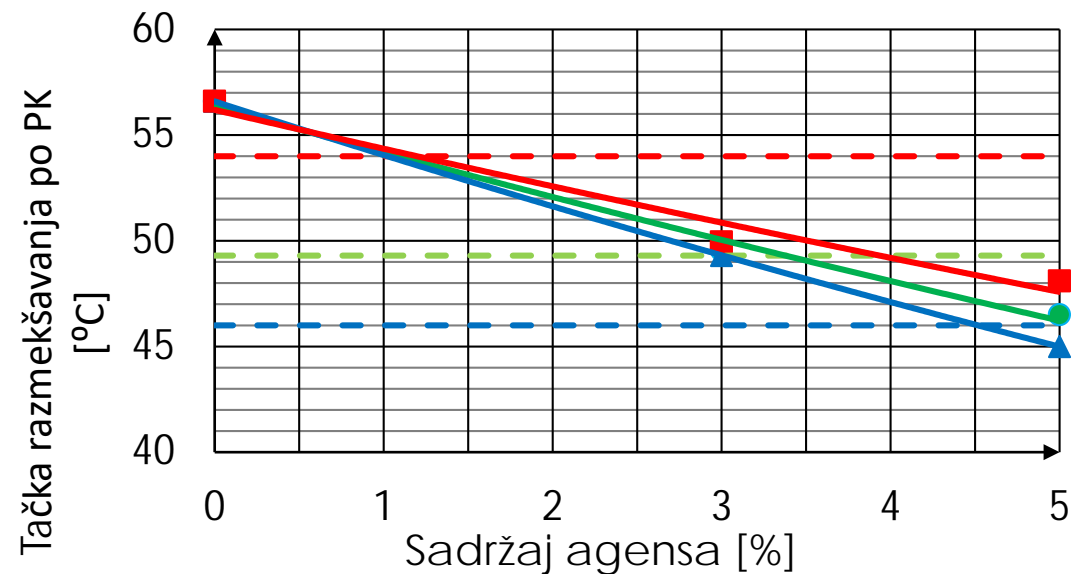
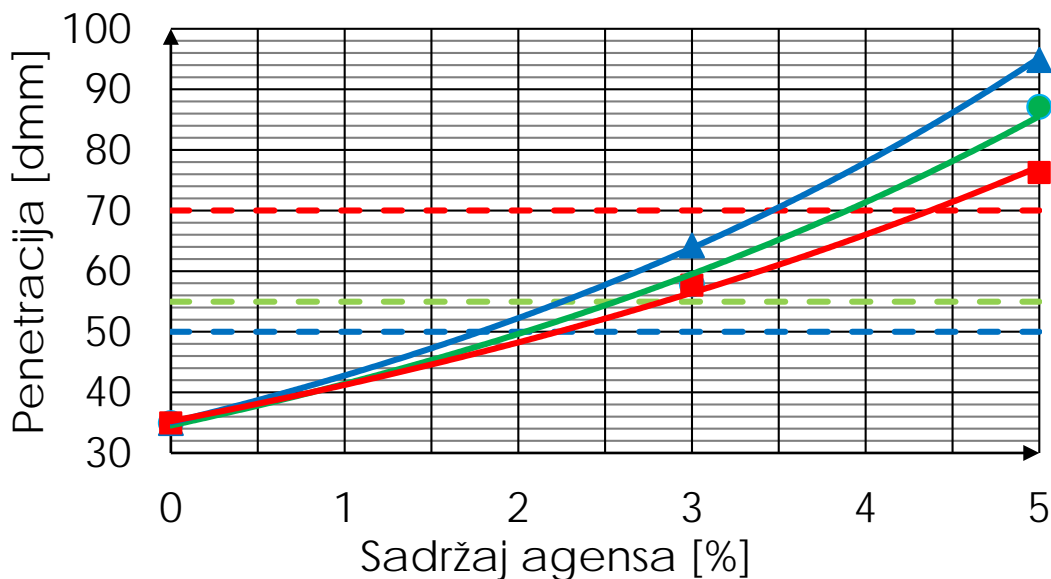
UTICAJ OSTARELOG BITUMENA I AGENASA NA T_{PK} I PENETRACIJU



ODREĐIVANJE OPTIMALNOG SADRŽAJA AGENASA ZA RECIKLIRANJE

- „ Visok sadržaj agensa – pojava kolotruga
 - „ Nizak sadržaj agensa – slaba veza između zrna
 - „ Metode za određivanje optimalnog sadržaja:
 - „ Penetracija (SRPS EN 1426)
 - „ Tačka razmekšanja po PK (SRPS EN 1427)
 - „ Dinamički viskozitet (SRPS EN 13302)
 - „ Reološke karakteristike (SRPS EN 14770, SRPS EN 14771)
 - „ Performance Grade classification (AASHTO PP6)
- } optimalan sadržaj

ODREĐIVANJE OPTIMALNOG SADRŽAJA AGENASA ZA RECIKLIRANJE



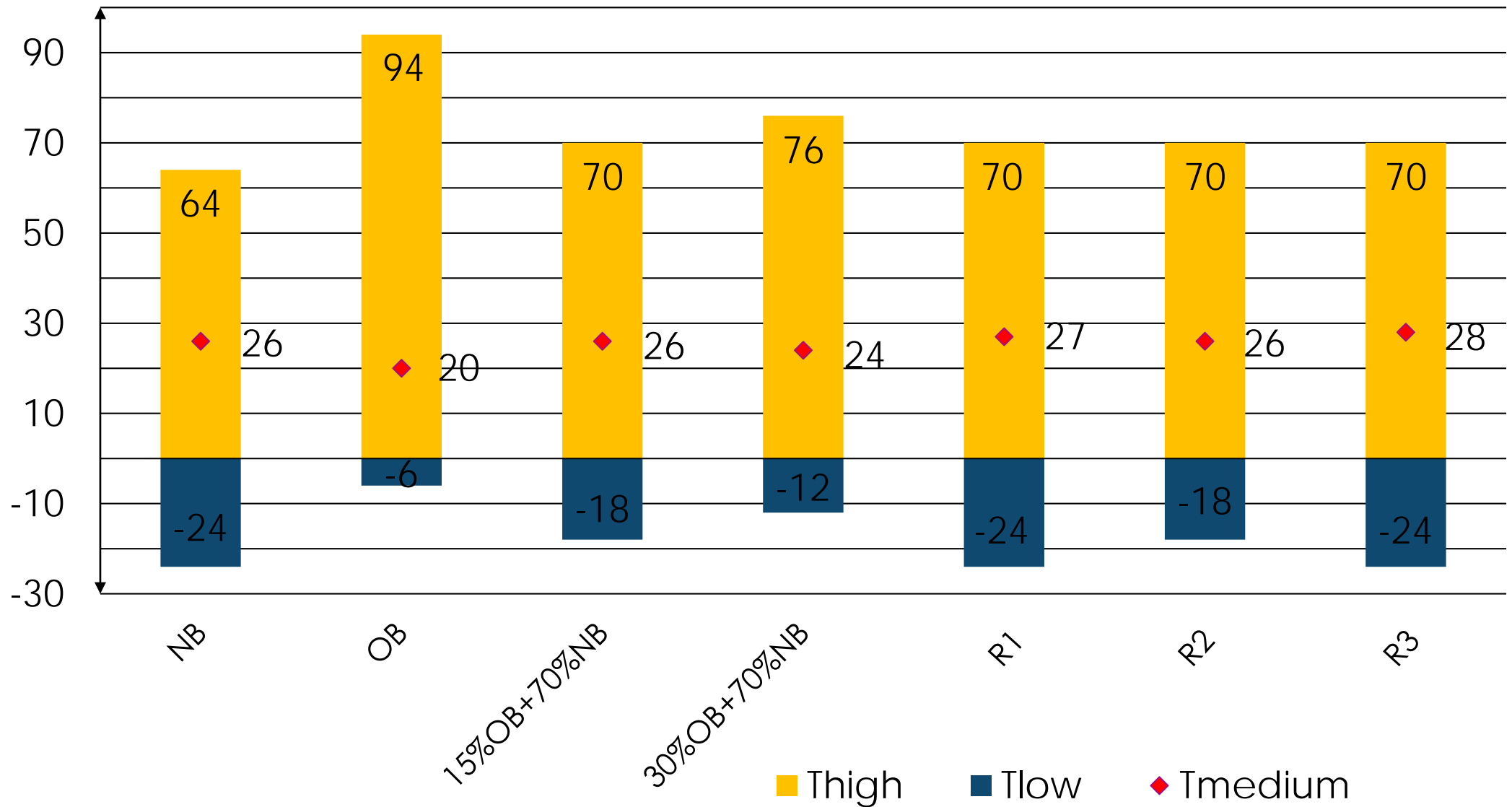
- R1
- R2
- R3
- - - NB
- - - max
- - - min

R1opt=3%

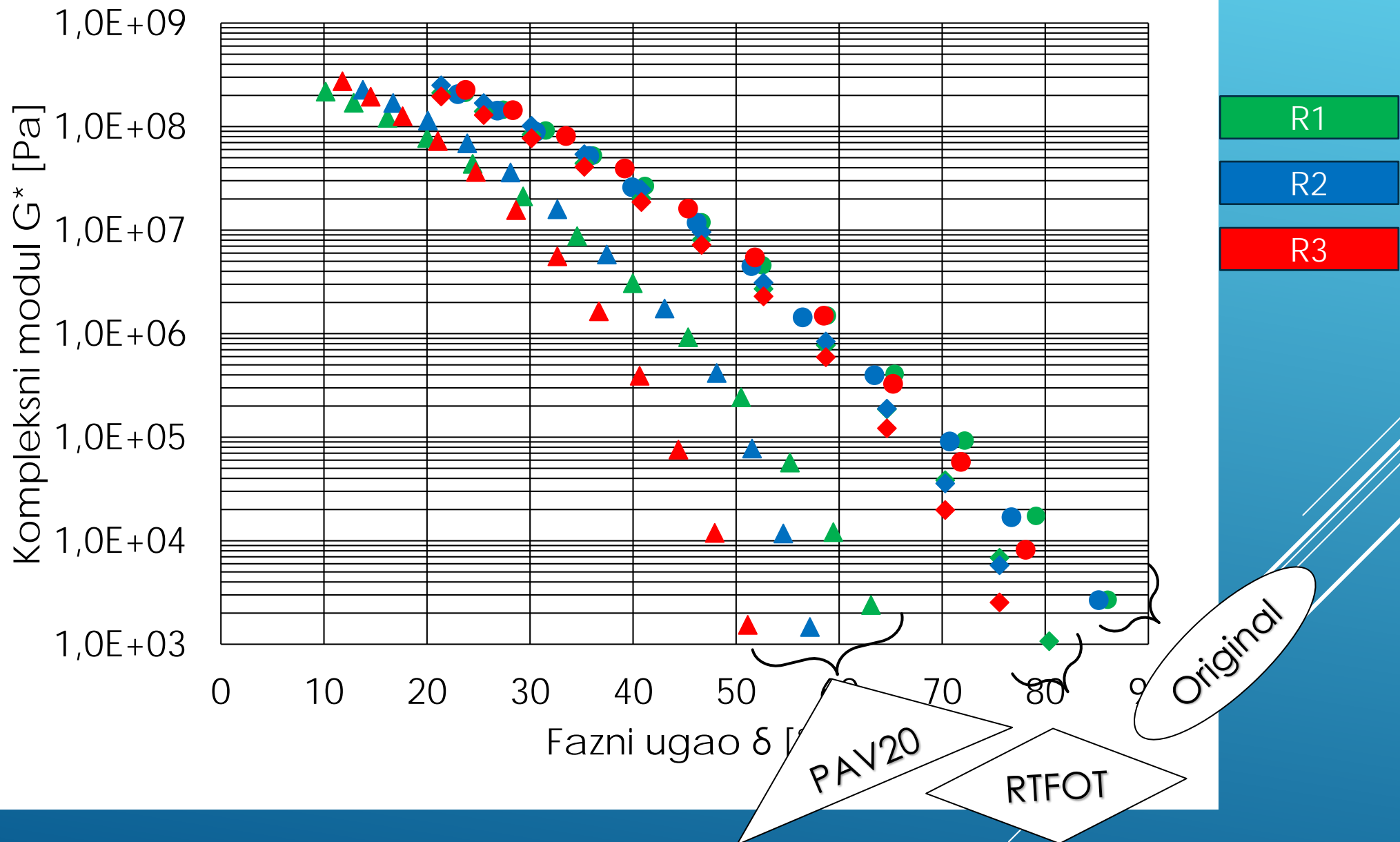
R2opt=2,5%

R3opt=3%

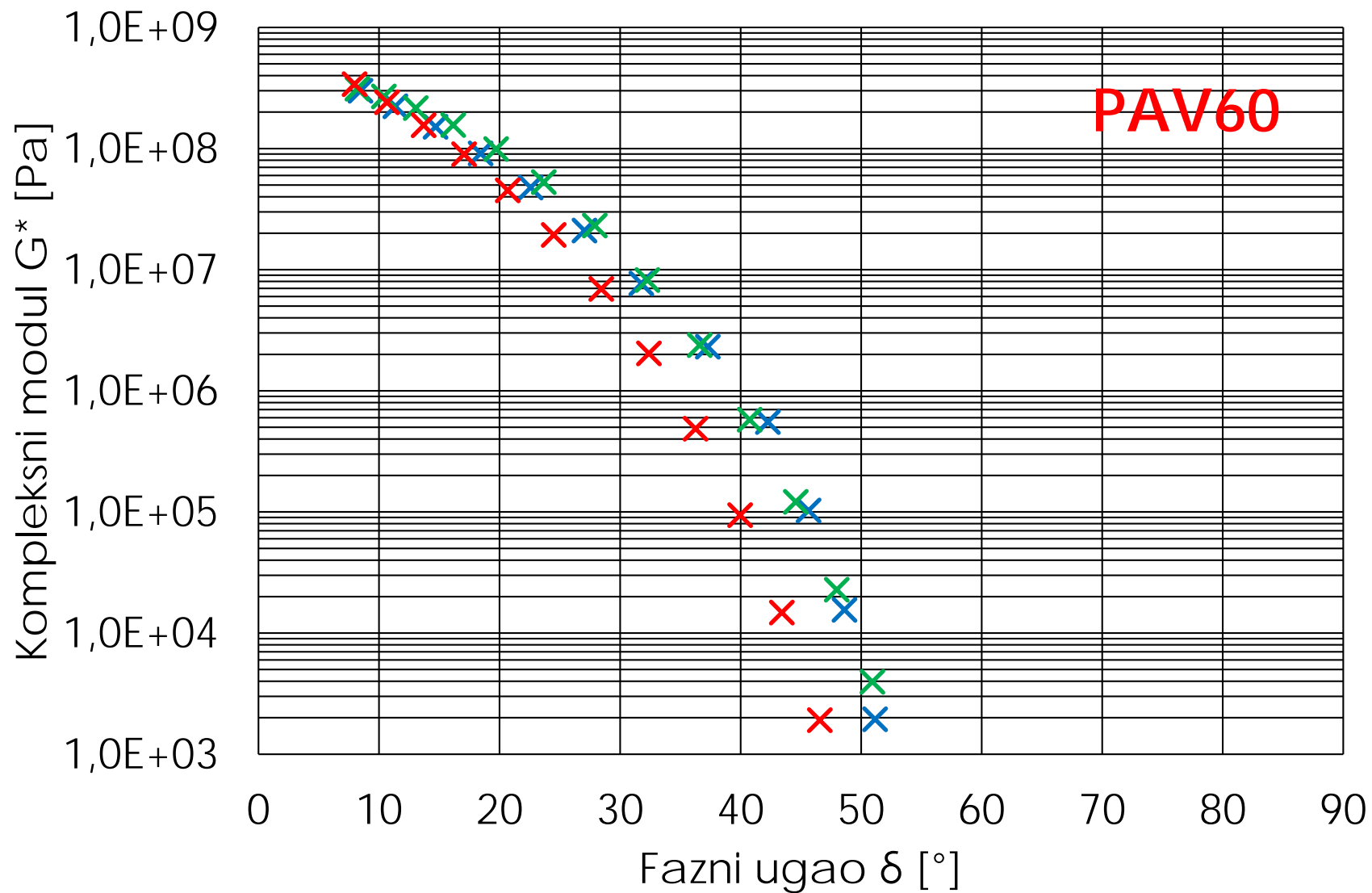
PERFORMANCE GRADE KLASIFIKACIJA BITUMENSKIH MEŠAVINA



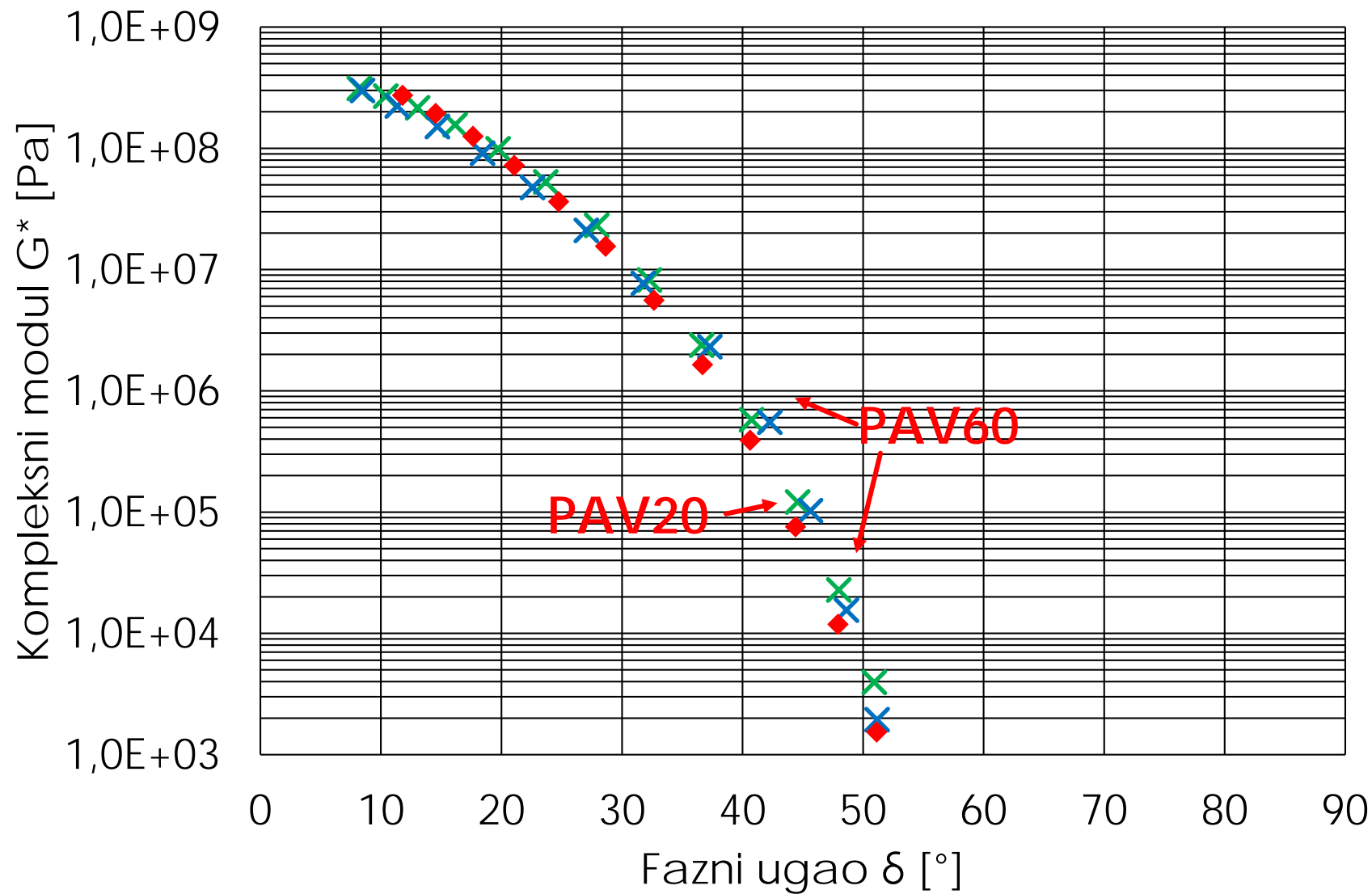
OCENA OTPORNOSTI NA STARENJE UPOTREBOM *BLACK-SPACE* DIJAGRAMA



OCENA OTPORNOSTI NA STARENJE UPOTREBOM *BLACK-SPACE* DIJAGRAMA



OCENA OTPORNOSTI NA STARENJE UPOTREBOM *BLACK-SPACE* DIJAGRAMA

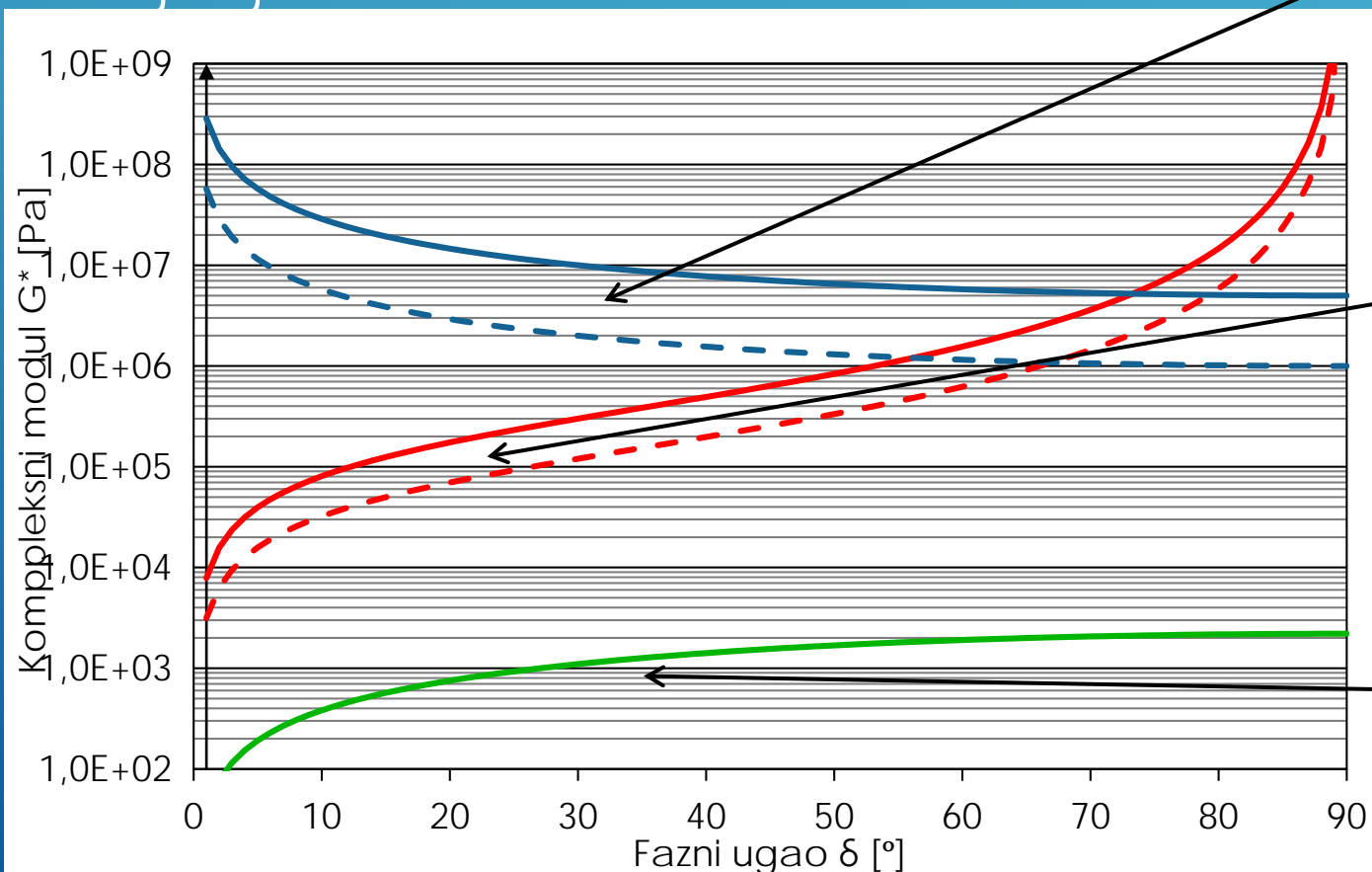


- R1
- R2
- R3

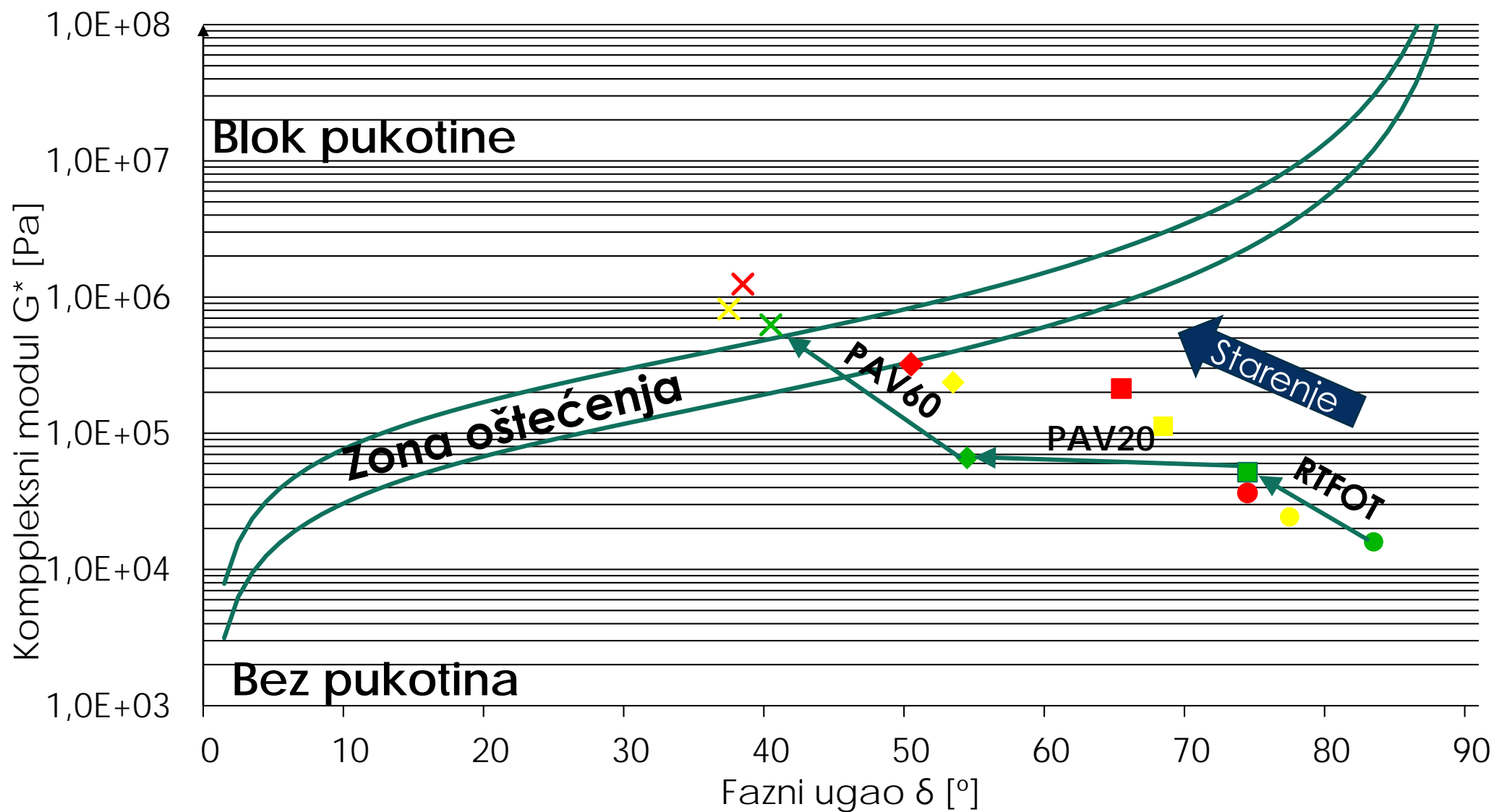
OCENA OTPORNOSTI NA STARENJE I POJAVU OŠTEĆENJA PRIMENOM BLACK-SPACE DIJAGRAMA

$$\text{Glover – Rowe parametar} = \left\{ \frac{G^* [\cos(\delta)]^2}{\sin(\delta)} \right\}_{T=15\text{ }^{\circ}\text{C}, f=0.005\text{ rad/s}} \quad \text{blok pukotine}$$

- Porast G-R parametra znači da duktilitet opada, što doprinosi skraćanju veka trajanja kolovoza



OCENA OTPORNOSTI NA POJAVU PUKOTINA PRIMENOM G-R PARAMETRA

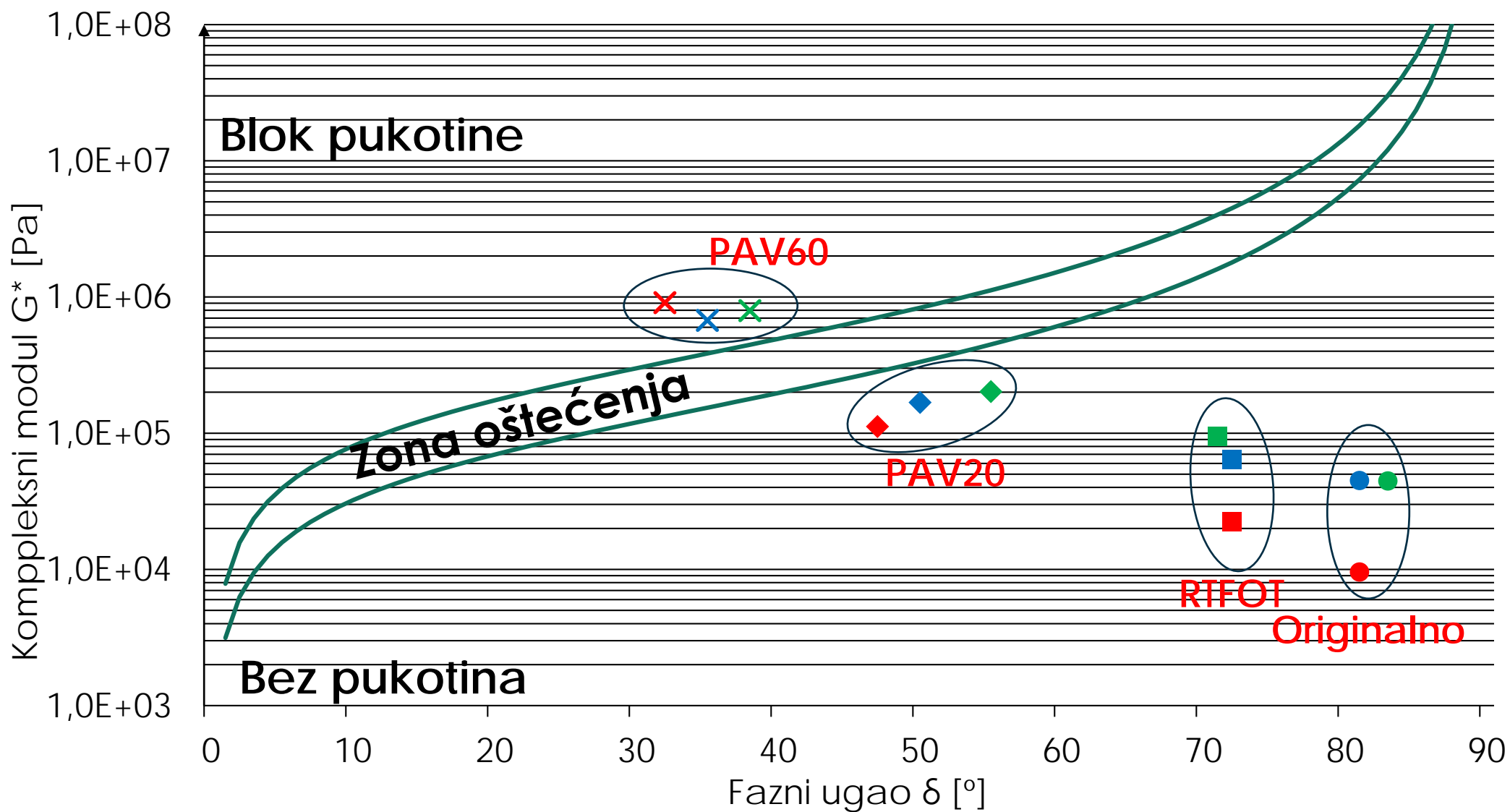


NB

15%OB+NB

30%OB+NB

OCENA OTPORNOSTI NA POJAVU PUKOTINA PRIMENOM G-R PARAMETRA



R1

R2

R3

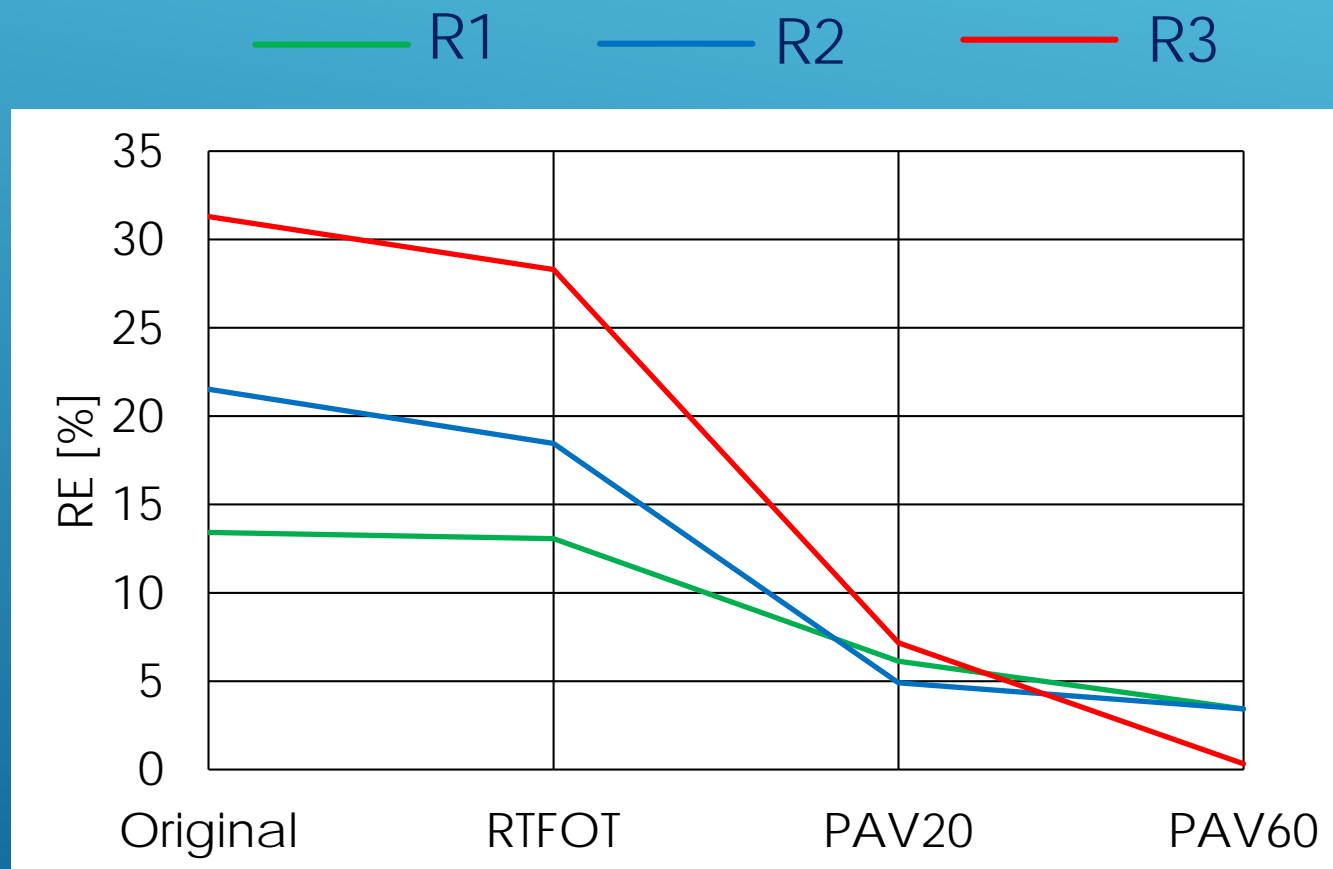
OCENA OTPORNOSTI NA POJAVU PUKOTINA PRIMENOM G-R PARAMETRA

- Efikasnost agensa za recikliranje (RE):

$$RE = \left[1 - \frac{\log(G - R)_{RM}}{\log(G - R)_{KM}} \right] \cdot 100 [\%]$$

$(G-R)_{RM}$ - Glover-Rowe
parameter
mešavine sa agensom

$(G-R)_{KM}$ - Glover-Rowe
parameter
kontrolne mešavine (30% OB)



ZAKLJUČCI:

- „ Dodavanjem ostarelog bitumena u novi bitumen menjaju se njegove karakteristike:
 - „ povećavaju se: tačka razmekšanja po PK, viskozitet i T_{high}
 - „ smanjuju se: penetracija i T_{low}
- „ Industrijski i alternativni proizvodi mogu da se koriste kao agensi za recikliranje
- „ Agens za recikliranje alternativnog porekla je najosetljiviji na starenje, što može biti posledica hemijske nekompatibilnosti sa bitumenom i nedostatka maltena (vrednosti G^* i δ nakon 20 h starenja su približne vrednostima mešavina sa industrijskim agensima nakon 60 h starenja)
- „ Agensi za recikliranje usporavaju starenje bitumenskih mešavina sa dodatkom ostarelog bitumena
- „ Dugotrajnim starenjem (60 h) moguće je odrediti efikasnost agenasa za recikliranje i preciznije utvrditi koji agens može doprineti najvećoj otpornosti na starenje (pojavu blok pukotina)

HVALA NA PAŽNJI!

