



**15. SLOVENSKI
KONGRES**

**O PROMETU
IN PROMETNI
INFRASTRUKTURI**



S posodobitvijo prometne opreme do boljše prometne varnosti na avtocestah in hitrih cestah

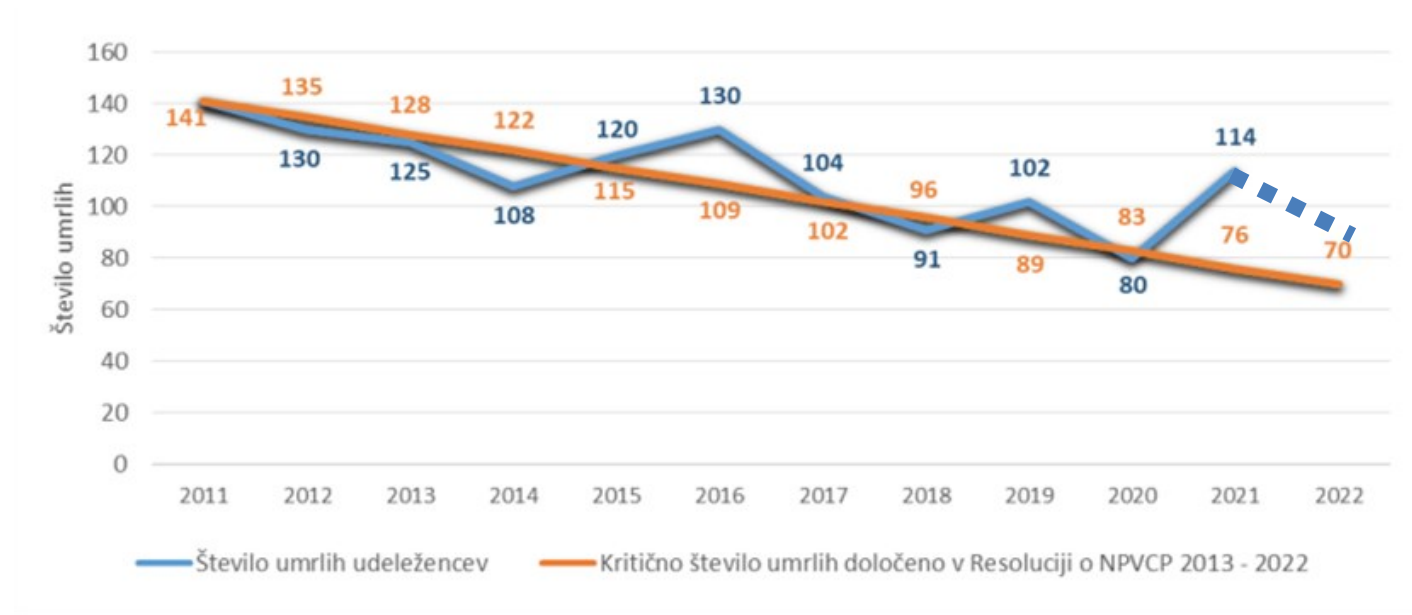
Aleš Bricelj, Aleš Merkun, Matej Murn

Stanje prometne varnosti

- Uspešna leta do 2014
- Sledijo leta nihanj
- Odklon na slabše v letu 2021

Kako izboljšati stanje?

**S ciljno usmerjenimi
ukrepi!**



Ciljni ukrep DARS-vlaganje v prometno opremo

- **Avtocestni križ je bil večinoma dograjen do leta 2010**
- **Standardi skupine SIST EN 1317 so se začeli uveljavljati po letu 2008**
- **Razvoj avtomobilske industrije-težja vozila, širše pnevmatike, zmogljivejši motorji avtobusov in tov. vozil**
- **Vlaganje v prometno opremo je eden izmed ukrepov prizanesljivih cest**

Pomen prometne opreme-VO, blažilniki

- **Pri trku se sprosti veliko kinetične energije, ki se prenese na potnike in narašča s kvadratom hitrosti**
- **Sposobnost človeškega telesa za prevzem energije je omejena**
- **Namen prometne opreme je preprečiti prehod vozila na nasprotno smerno vozišče ali zdrs vozila v nevarno območje in vsaj delna absorpcija energije, ki se sprosti pri trku**

Sistemski pristop

- **Osnova je ustrezen predpis**
- **Obstoječa regulativa (TSC Varnostne ograje) je bila zastarela**
- **DARS je skupaj z inženirjem DRI na podlagi izkušenj in z upoštevanjem novejših spoznanj stroke pripravil Navodilo* (2018), ki je podalo enotne usmeritve za izdelavo projektne dokumentacije in kasnejšo izvedbo**

*Navodilo o tehničnih karakteristikah, pogojih in načinu postavitve varnostnih ograj na cestah v upravljanju DARS d. d.

Zakaj vlagati v prometno opremo?

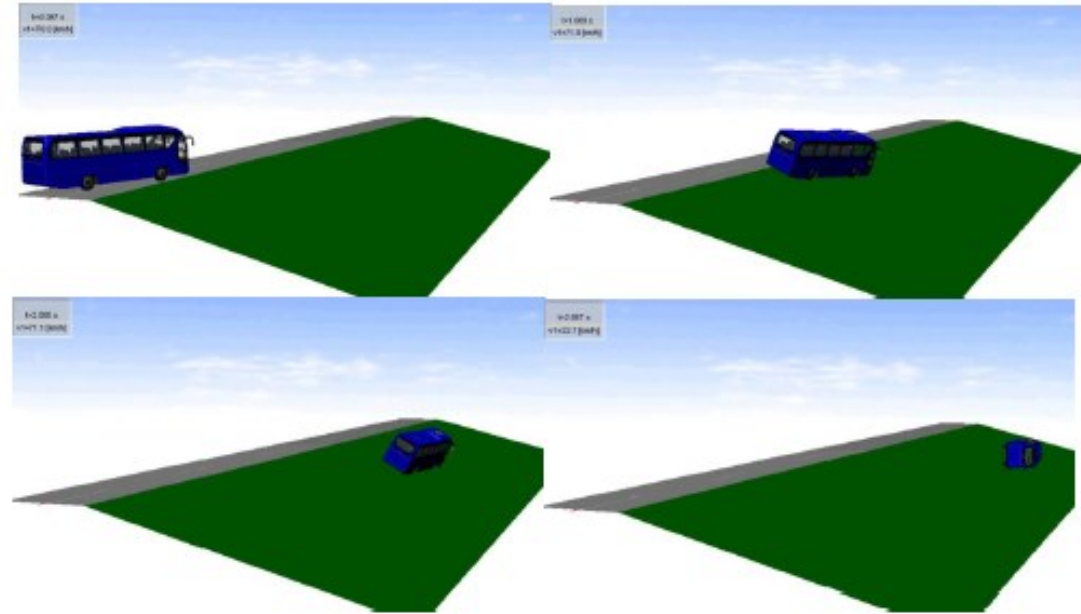


Nadgradnja Navodila v letu 2021

- Spremljanje izvedbe, analiza, simulacije
- Testiranje pojemkov osebnega vozila v območju izletne cone in izvedba računalniških simulacij (Fakulteta za strojništvo, september 2020)
- Ciljno usmerjene računalniške simulacije za specifična nevarna območja-nasipne, ukopne brežine, jarki in nestandardne postavitve varnostnih ograj
- Rezultati so bili uporabljeni pri dopolnitvi Navodila

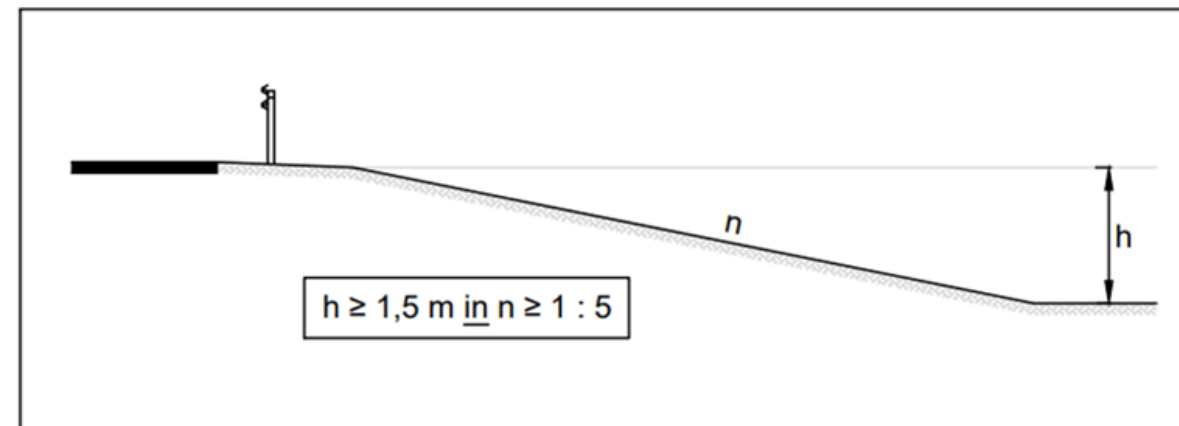
Simulacija zdrs vozila na travnato nasipno brežino

- TB 11, TB 32, TB 51
- Kot naleta 20°
- varianta z in brez zasuka koles
- **Preverjalo se je ali obstaja možnost prevrnitve vozila?**



Slika 3.106: TB 51: zdrs vozila na travnato brežino z naklonom 1:4 + krmiljenje (0,0 s, 1,0 s, 2,0 s in 3,0 s)

MOŽNOST PREVRNITVE	TB 11		TB 32		TB 51		
	naravnost	krmiljenje	naravnost	krmiljenje	naravnost	krmiljenje	
NAKLON BREŽINE	1:1	DA	DA	DA	DA	DA	
	2:3	DA	DA	DA	DA	DA	
	1:2	DA	DA	NE	DA	NE	DA
	1:3	NE	DA	NE	DA	NE	DA
	1:4	NE	NE	NE	NE	NE	DA
	1:5	NE	NE	NE	NE	NE	NE

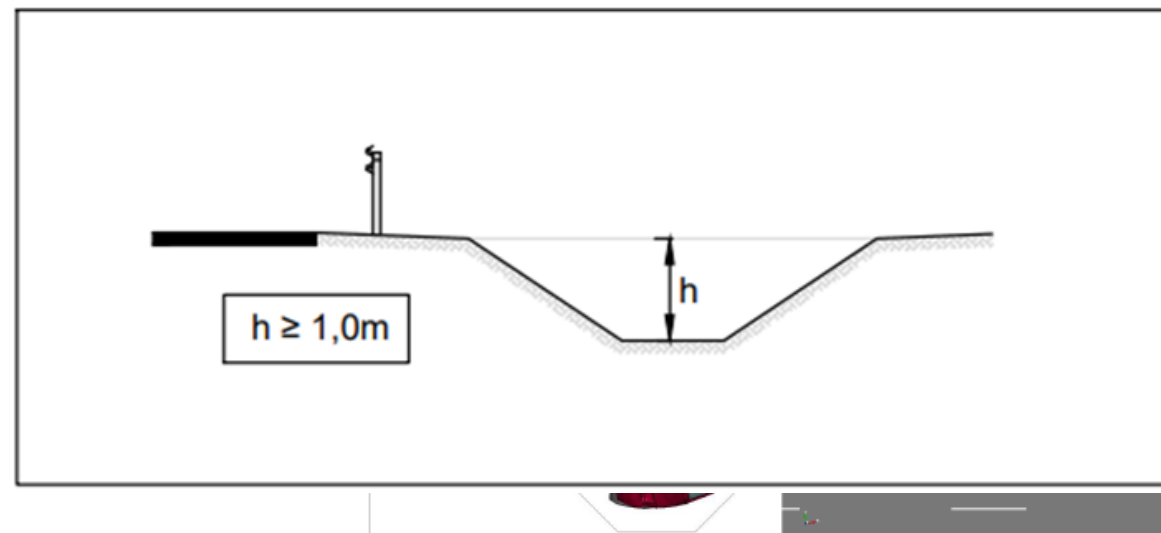
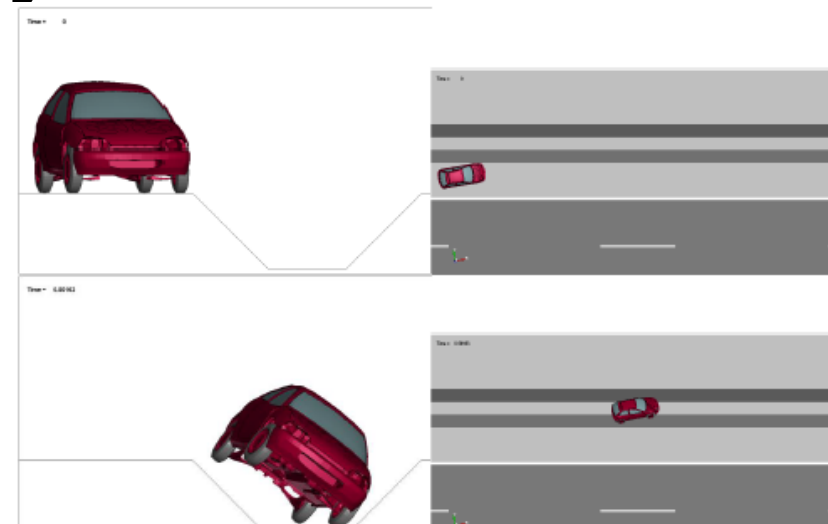


Simulacija zdrsa vozila na območje jarka različne globine

- TB 11, TB 32, TB 51
- Kot trka 10° in 20°
- Naklon brežin 1:1, dno jarka širine 1,0 m
- Meril se je indeks ASI (indeks neugodnih pospeškov)
- **Preverjalo se je ali obstaja možnost prevrnitve vozila?**

JAREK GLOBINE [m]	TB 11				TB 32				TB 51			
	10°		20°		10°		20°		10°		20°	
	ASI	prev.	ASI	prev.	ASI	prev.	ASI	prev.	ASI	prev.	ASI	prev.
1,0	0,91	DA	0,71	DA	1,39	DA	2,24	NE/DA	0,73	NE/DA	0,68	NE/DA
1,5	1,12	DA	0,85	DA	1,84	DA	2,50	DA	1,27	DA	0,91	DA
2,0	1,27	DA	1,02	DA	1,67	DA	2,73	DA	1,42	DA	0,92	DA
2,5	1,24	DA	1,21	DA	1,87	DA	2,79	DA	1,68	DA	1,02	DA

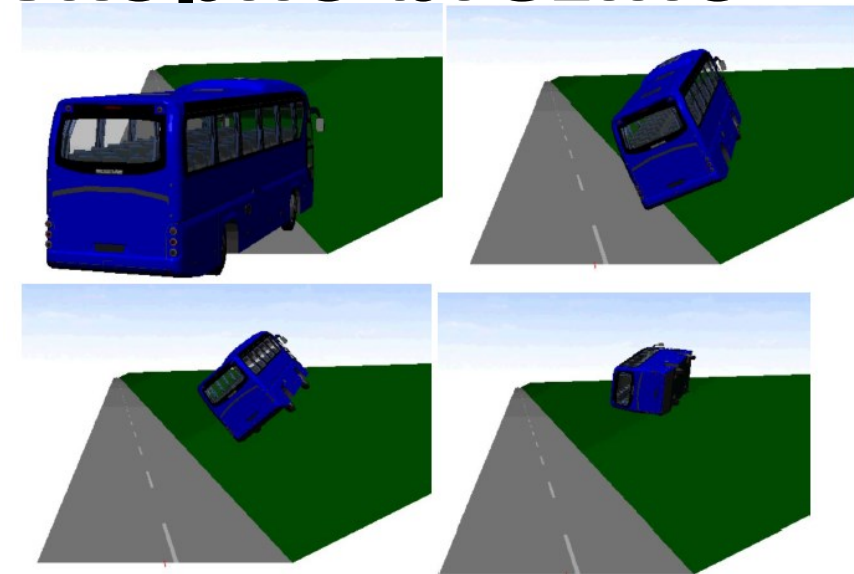
- zelena barva: pod ASI A-mejo
- modra barva: pod ASI B-mejo
- rumena barva: pod ASI C-mejo
- rdeča barva: nad ASI C-mejo
- prev.: prevrnitev vozila



Slika 3.111: TB 11: 10° nalet na območje jarka višine 1,0 m (0,00 s, 0,50 s, 0,75 s in 1,00 s)

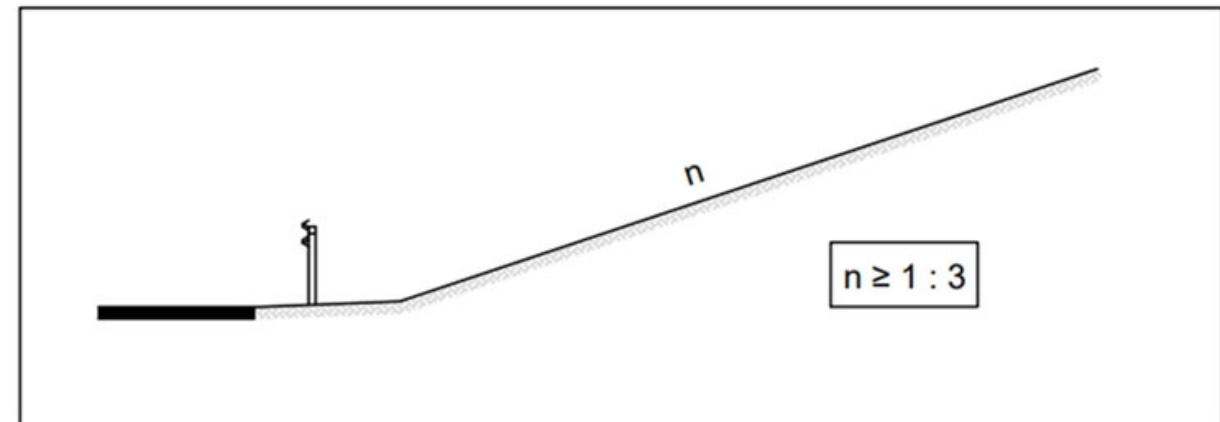
Simulacija naleta vozila na vkopno brežino

- TB 11, TB 32, TB 51
- Kot naleta 20°
- Predpostavljena neskončna dolžina brežine
- Varianta z in brez zasuka koles
- **Preverjalo se je ali obstaja možnost prevrnitve vozila?**



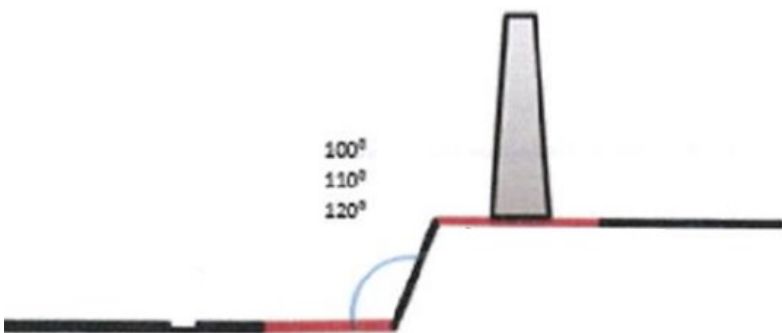
Slika 3.154: TB 51: nalet vozila na vkopno brežino z naklonom 1:2 (0,0 s, 0,8 s, 1,6 s in 2,0 s)

MOŽNOST PREVRNITVE	TB 11		TB 32		TB 51		
	naravnost	krmiljenje	naravnost	krmiljenje	naravnost	krmiljenje	
NAKLON BREŽINE	1:1	NE	DA	NE	DA	DA	DA
	2:3	NE	NE	NE	NE	DA	DA
	1:2	NE	NE	NE	NE	DA	DA
	1:3	NE	NE	NE	NE	NE	NE
	1:4	NE	NE	NE	NE	NE	NE
	1:5	NE	NE	NE	NE	NE	NE



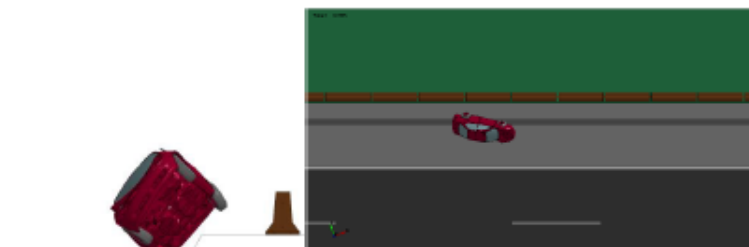
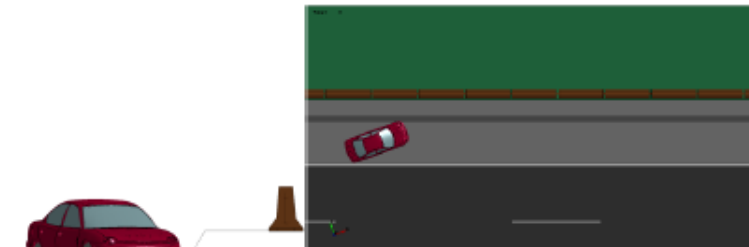
Simulacija naleta vozila na beton velikim naklonom (100° in več)

- TB 11, TB 32, TB 51
- Problematika višinske razlike med smernima voziščema (primer Postojna - Une)
- Meril se je indeks ASI (indeks neugodnih pospeškov)
- **Preverjalo se je ali obstaja možnost prevrnitve vozila?**



		TB 11		TB 32		TB 51	
		ASI	prevrnitev	ASI	prevrnitev	ASI	prevrnitev
NAKLON BREŽINE	100°	1,45	NE	2,37	NE	0,74	NE
	110°	1,15	NE	2,51	DA/NE	0,86	NE
	120°	0,83	DA	2,29	DA	0,68	NE

- zelena barva: pod ASI A-mejo
- modra barva: pod ASI B-mejo
- rumena barva: pod ASI C-mejo
- rdeča barva: nad ASI C-mejo



- Največji dopusten nagib podlage, na katero se postavi betonsko varnostno ograjo v srednjem ločilnem pasu (za primer višinske razlike med smernima voziščema), znaša 1 : 10.
- Na območju, kjer se pojavlja večja višinska razlika med smernima voziščema in je nagib podlage večji od 1 : 10, se lahko izvede:
 - varovanje z betonsko varnostno ograjo nivoja zadrževanja H4b na nivojsko višjem smernem vozišču in dodatno varovanje z jekleno varnostno ograjo nivoja zadrževanja H2 na nivojsko nižjem smernem vozišču, pri čemer mora nagib brežine omogočati predviden delovni pomik jeklene varnostne ograje;
 - varovanje z varnostno ograjo, ločeno za vsako smerno vozišče posebej; tip varnostne ograje in njene karakteristike določi projektant odvisno od elementov ceste;
 - betonski zid višine najmanj 100 cm z naklonom, večjim ali enakim 90° in manjšim od 110° , nad nivojsko nižjim smernim voziščem, nad katerim je na ustrezni oddaljenosti od roba zidu (delovna širina) postavljena betonska varnostna ograja.

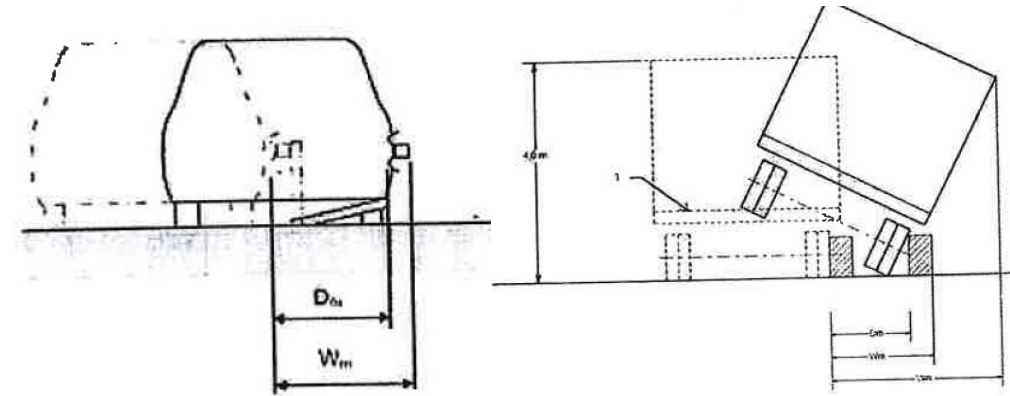
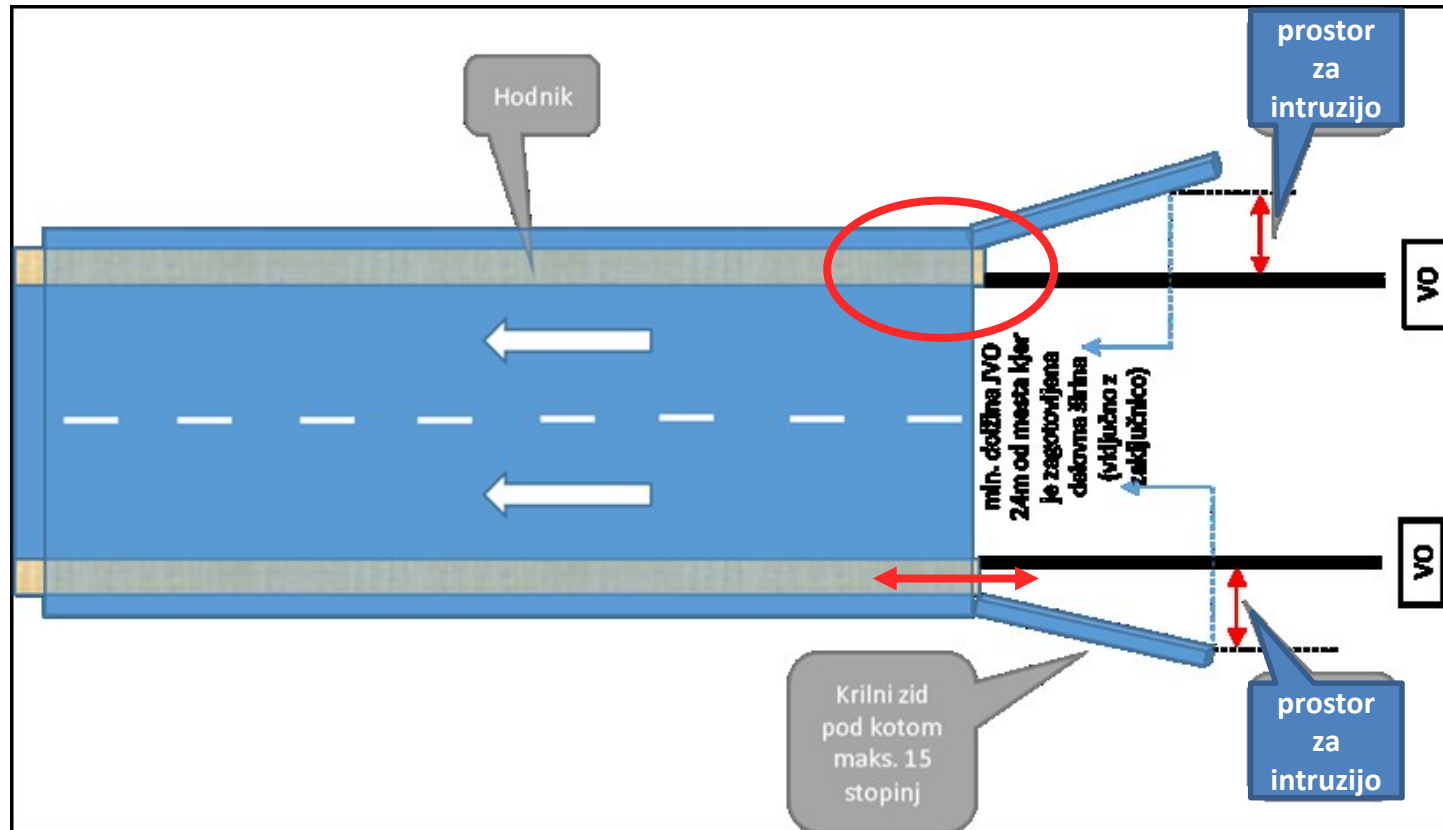
Varnostne ograje na območju predorskih portalov

- Trki v predorski portal niso pogosti, imajo pa hude posledice
- Obstoječe rešitve na območju predorskih portalov ne zagotavljajo varnosti



Varna rešitev na območju predorskega portala

- Vsak predorski portal je poseben (relief, objekti v območju portala)



Primer rešitve – predor /galerija Konovo, 3. r. os-sever

Dva problema:

- portal galerije
- prehod iz galerije v predor, zob bočne stene širine 20-70 cm
- rešitev IRGO consult d. o. o.

