

Erozijsko odpornejše gozdne prometnice

- 3.1.3 Smernice in ukrepi za gradnjo in vzdrževanje gozdnih prometnic v hudourniških območjih
- 3.3 Katalog tehničnih rešitev, ki prispevajo k povečanju erozijske odpornosti v gozdovih



Zaključna delavnica projekta 25.9.2025, GIS

Dr. Jaša Saražin

Gozdne prometnice v hudourniških območjih omogočajo:

- večnamensko gospodarjenje z gozdom, ki zagotavlja vitalne in stabilnejše gozdove
- sanacijo po ujmah
- pravilo potencialnega lesenega plavja
- dostop mehanizaciji v ožja hudourniška območja z namenom zagotavljanja pretočnosti in stabilnosti naravnih hudourniških strug
- gradnjo in vzdrževanje hudourniških objektov ter praznjenja zaplavnih objektov
- nadzor nad ožjimi hudourniški območji in hudourniški objekti

Stroški gradnje prometnic

V gozdu relativno dobro stanje glede na dolžino v primerjavi z javnimi cestami!

- AC Šentvid – Koseze $\approx 50\,000$ €/m
- Gozdne ceste ≈ 100 €/m
- Gozdne vlake ≈ 10 €/m



- Razmerje v gospodarski, socialni in okoljski koristi?



- Povsod želja/zahteva po erozijski in poplavni odpornosti



- Nuja po različnih pristopih



Poenostavitev birokratskih postopkov s tipskimi rešitvami

Namen:

- tipske rešitve morajo zagotavljati “varno” izbiro za vse primere
- projektirane rešitve pa lahko v ugodnih razmerah ponudijo cenovno ugodnejše rešitve
- Gozdne vlake (≈ 300 km/leto) + vzdrževanje 100.000 km omrežja
- Gozdne ceste (≈ 15 km/leto) – manj pomembno saj so projektirane s strani odgovornega projektanta

Tipske rešitve

1. Umeščanje prečnih jarkov – elaborat vlake
2. Dimenzioniranje prečkanj hudournikov – elaborat vlake
3. Možnosti/priporočila vzdrževanja gozdnih vlak – odločba o poseku
 - Prečni jarki, odkopne brežine, prečni naklon, širina planuma,...



Prečni jarki (niso namenjeni prečkanju vodotoka)

- Izhodišče: „stalna“ možnost namenske rabe vlake (1 lubadarca,...)
→ max gostota 1/20 m, max globina 20 cm

Maksimalna gostota jarkov (1/20m):

- nad 25 % na kamniti talni podlagi,
- nad 18 % na talni podlagi iz mešane hribine, ki je malo občutljiva na erozijo,
- nad 12 % na talni podlagi iz zemljine, ki je zelo občutljiva na erozijo.



Poenostavljeno določanje konice odtoka iz manjših gozdnatih hudourniških območij

Smernice za protierozijsko zavarovanje gozdnih cest pri prečkanju vodotokov (Klabus 2003 in 2024)

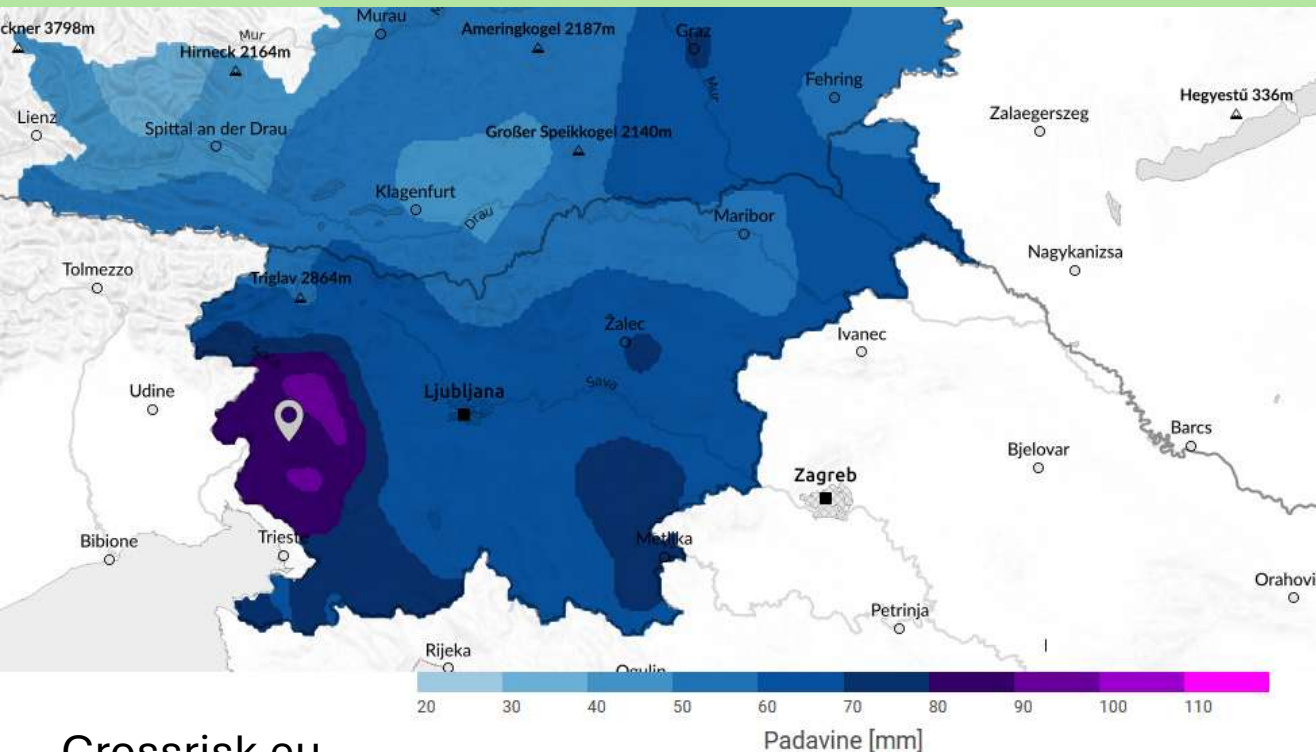
Po Kresniku

Obrazec:
$$Q_{vv} = \alpha * \frac{32}{0,5 + \sqrt{F_w}} * F_w \quad [m^3/s]$$

Površina vodozbirnega območja – F_w (km²)

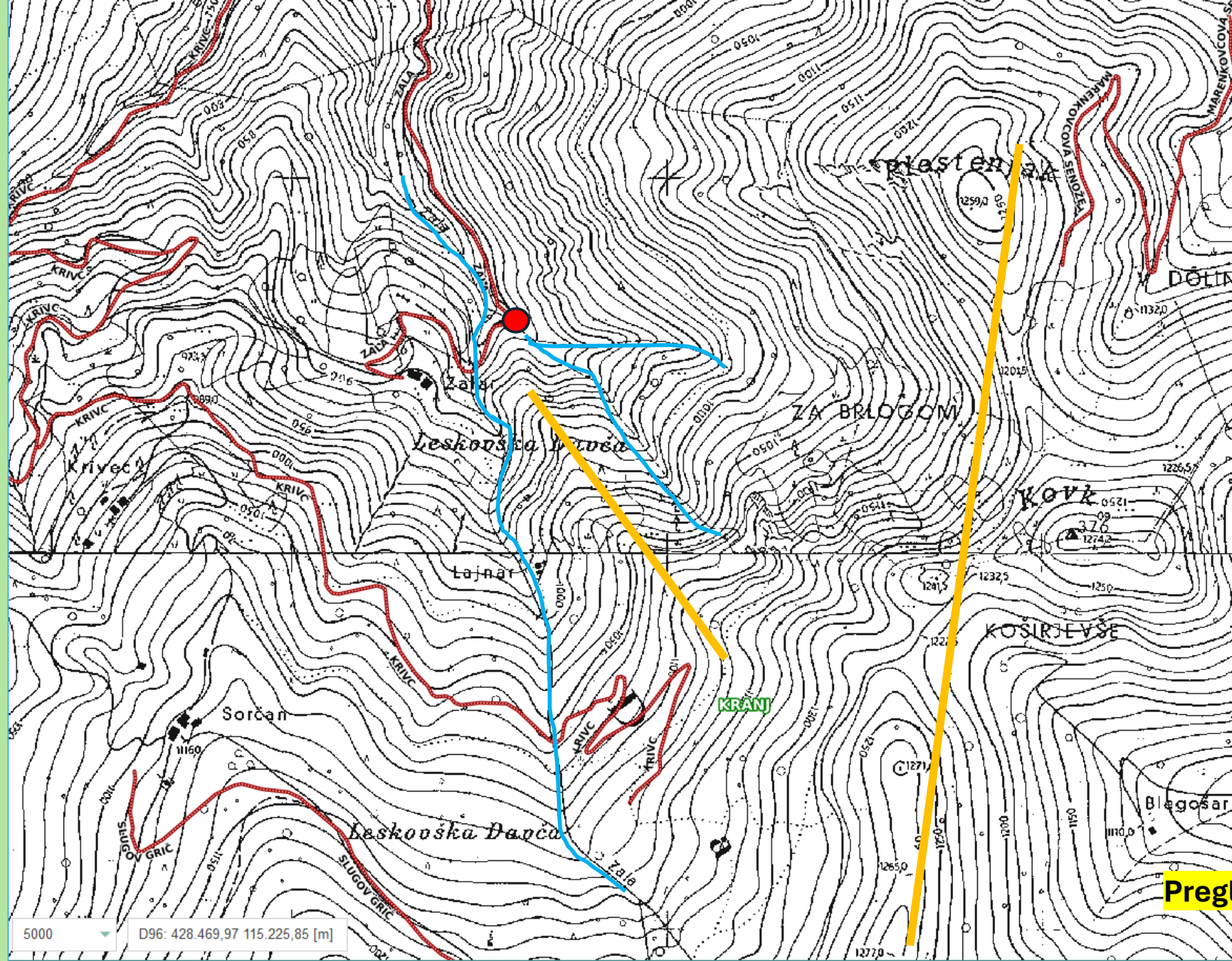
Preglednica 5: Odtočni koeficienti po Kresniku

α	Opis
0,4 – 0,5	manjši nagibi / velik delež prepustne podlage (kras) ali močvirnatih površin / velik delež gozdnatih površin
0,6	srednji do strmi nagibi / večinoma neprepustna geološka podlaga / do 75% gozda (Škofjeloško – Cerkljansko hribovje, Polhograjski Dolomiti, Zasavski hribi, Pohorje, nižja predgorja Alp s padavinami nad 1200 mm itd.)
0,7 – 0,8	pretežno strmi nagibi / velike višinske razlike / večinoma neprepustna podlaga / do 50% gozda (Karavanke, visoka predgorja Alp s padavinami nad 1500 mm itd.)
0,9 – 1,0	zelo strmi nagibi / velike višinske razlike – zelo globoke doline, grape / neprepustna podlaga / do 25% gozda (alpski, visokogorski svet s padavinami nad 1800 mm)



Preglednica 12: Modelni odtoki visokih (100-letnih) voda in specifični odtoki z vodozbirnih območij, upoštevajoč odtočni koeficient po Kresniku 0,6 in 10 % pribitek za podnebne spremembe.

Površina prispevnega območja (ha)	Odtok Q_{100} (m ³ /s)	Specifični odtok q_{100} (m ³ /s/ha)
1	0,35	0,35
2	0,66	0,33
3	0,94	0,31
4	1,21	0,30
5	1,46	0,29
6	1,70	0,28
7	1,93	0,28
8	2,16	0,27
9	2,38	0,26
10	2,59	0,26
12	2,99	0,25
14	3,38	0,24
16	3,75	0,23
18	4,11	0,23
20	4,46	0,22
25	5,28	0,21
30	6,05	0,20
35	6,77	0,19
40	7,46	0,19
45	8,12	0,18
50	8,75	0,17



5000 D96: 428.469,97 115.225,85 [m]

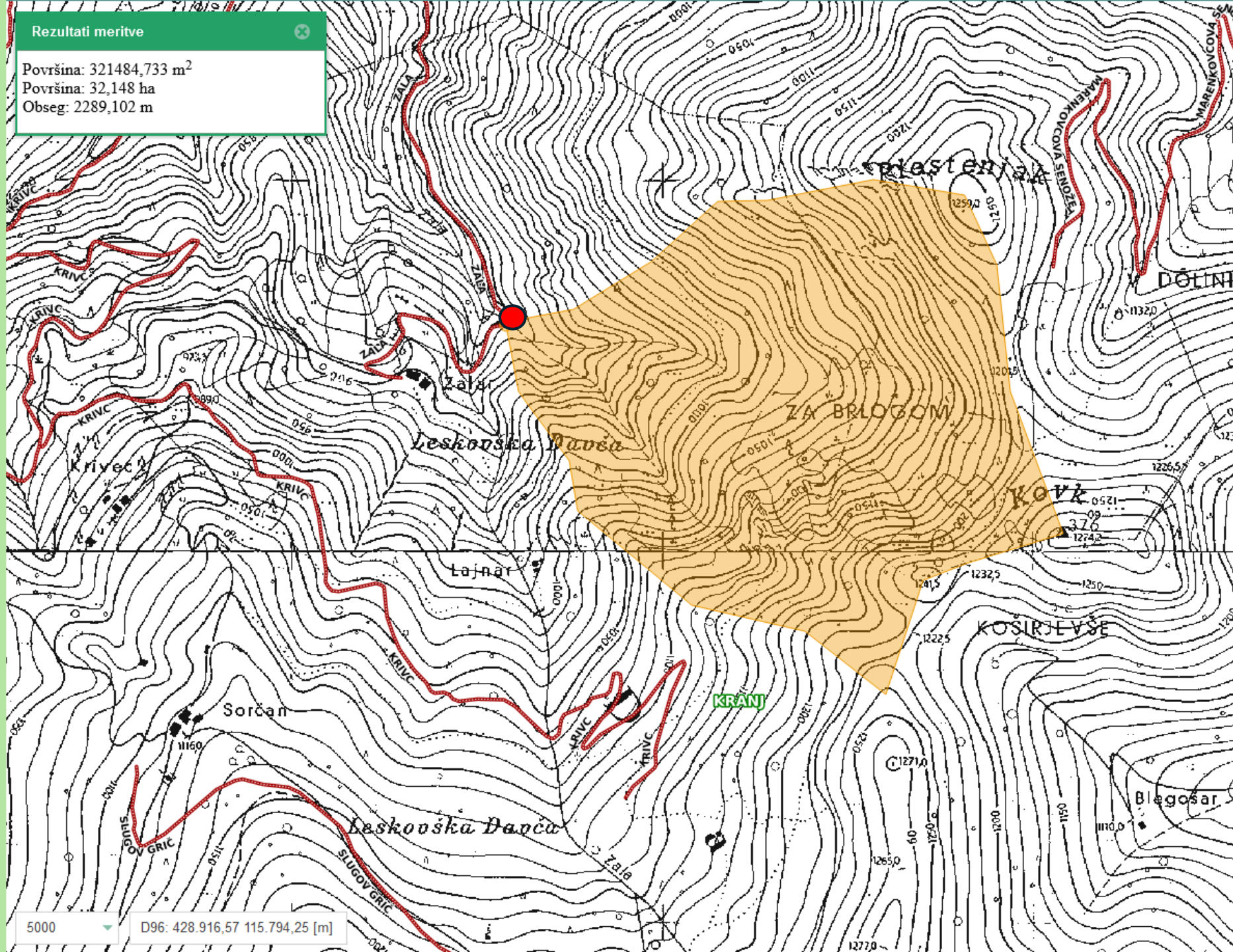
Pregledovalnik ZGS

Rezultati meritve

Površina: 321484,733 m²

Površina: 32,148 ha

Obseg: 2289,102 m



5000

D96: 428.916,57 115.794,25 [m]

Dimenzioniranje prečkanj

Manningova enačba

$$Q = A \cdot v$$

$$v = \frac{R^{2/3} I^{0.5}}{n_g}$$

Q ~ pretok ali odtok (m³/s)

v ~ hitrost

A ~ površina prereza (m²)

R ~ hidravlični radij (m); je kvocient pretočnega prereza (A) in obsega omočenega kanala (O v m) → $R = A / O$

I ~ hidravlični padec (m/m)

n_g ~ koeficient hrapavosti po Manningu

- **Mulde**
 - + večja zmožnost prevanja plavja
 - + manj vzdrževanja
- **Okrogli cevni ali škatlasti prepusti**
 - + nemotena vožnja
 - + ne zvišajo naklona prometnice

Preglednica 10: Lokalne izgube C₁ v prepustih

tip in izvedba prepusta	C ₁
ploščati prepust – hidravlično ugodna izvedba	0,95 - 0,90
ploščati prepust – hidravlično neugodna izvedba	0,80 - 0,70
cevni prepust – hidravlično ugodna izvedba	0,90 - 0,80
cevni prepust – hidravlično neugodna izvedba	0,70 - 0,50

Dimenzioniranje muld

preglednica 14: Dopustna površina vodozbirnih območij glede na površino pretočnega prereza in dolžino mulde. Vrednosti v preglednici se lahko uporabljajo za: pretežno gozdnata hudourniška območja in za predlagano obliko mulde.

Površina pretočnega prereza mulde (m ²)	Dolžina mulde (m)	Maksimalni pretok mulde (m ³ /s)	Dopustna površina vodozbirnega območja (ha)
1,75	6	3,56	14
2,25	7	4,89	22
2,75	8	6,26	31
3,25	9	7,65	41
3,75	10	9,06	52



Izbrani vhodni podatki:

Hidravlični padec= 3%

Vhod in izstop = 2x2,5 m x 0,5 m globine (20%)

Širina ravnega dna = 1-5 m (skupaj 6-10 m)

Manningov KH za zemljo = 0,03

C1 = 0,9

Dimenzioniranje okroglih cevnih prepustov

$$Q = F_c \cdot R_c^{2/3} \cdot I^{1/2} \cdot K \cdot C_1 \text{ [m}^3\text{/s]}$$

$$F_c = 0.6318 \cdot D \text{ [m}^2\text{]}$$

$$R_c = 0,301 \cdot D$$

F_c - površina pretočnega prereza 75% zapolnjene cevi [m²]

R_c - hidravlični radij 75% zapolnjene cevi

D – premer cevi [m]

Q_{vv} – pričakovane visoke vode [m³/s]

C_1 – koeficient lokalnih izgub – glej Preglednico 10



Preglednica 10: Lokalne izgube C_1 v prepustih

tip in izvedba prepusta	C_1
ploščati prepust – hidravlično ugodna izvedba	0,95 - 0,90
ploščati prepust – hidravlično neugodna izvedba	0,80 - 0,70
cevni prepust – hidravlično ugodna izvedba	0,90 - 0,80
cevni prepust – hidravlično neugodna izvedba	0,70 – 0,50

Izbrani vhodni podatki:

Hidravlični padec = 5%

Manningov K za beton = 75

Max zapolnjenost = 75 % višine

$C_1 = 0,6$

Dimenzioniranje okroglih cevnih prepustov



*Preglednica 13: Dopustna površina vodozbirnih območij glede na premer cevnih prepustov. Vrednosti v preglednici se lahko uporabljajo za: pretežno gozdnata hudourniška območja, betonski cevni prepusti vgrajeni s hidravličnim padcem 5%. * Vsi zapisani premeri cevnih prepustov niso dobavljivi.*



Premer cevnega prepusta* (cm)	Pretok 75 % zapolnjene višine cevi (m ³ /s)	Dopustna površina vodozbirnega območja (ha)
50	0,90	Do 2,5
60	1,22	4
70	1,58	5
80	1,97	7
90	2,40	9
100	2,86	11
110	3,35	13
120	3,88	16
130	4,43	19
140	5,01	23
150	5,62	27

**Metodologija je objektivna in konzervativno dimenzionirana
Potreba po validaciji + primerjavi z javnimi cestami**

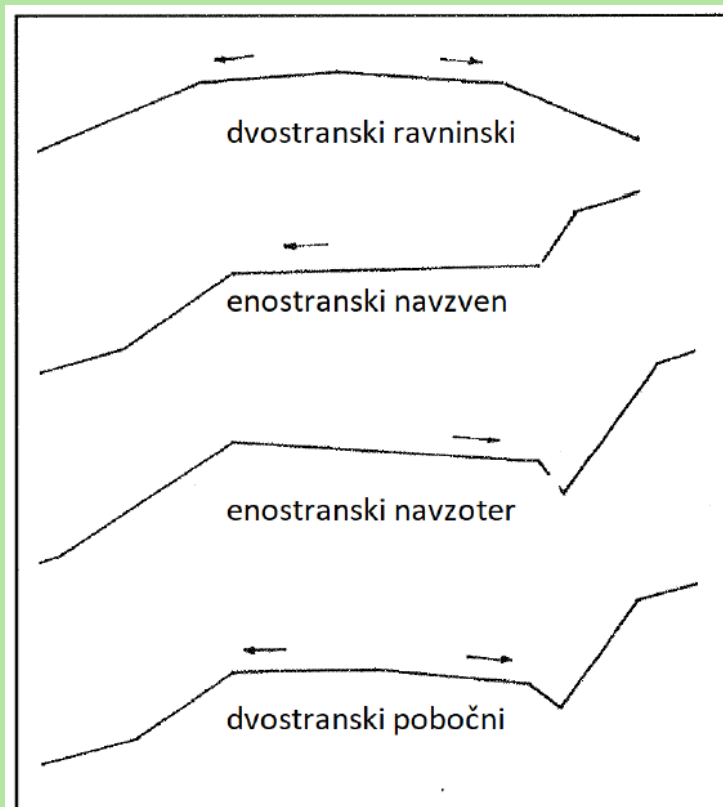
Prečni naklon

Pravilnik GP: prečni naklon pobočne gozdne vlake mora biti zaradi lažjega spravila za 5 – 10% nagnjen proti notranji strani

Naklon navzven:

- +boljše odvodnjavanje
- +manj prečnih jarkov
- +manj izkopov (do 1/3 manj)
- +manjša širina posega v prostor

- neprimerno za vlečenje lesa
- spiranje erodibilnih nasipnih brežin
- manjša varnost vožnje na spolzkem



Slika 2: shematski prikaz različne usmerjenosti in izvedbe prečnih naklonov vozišča



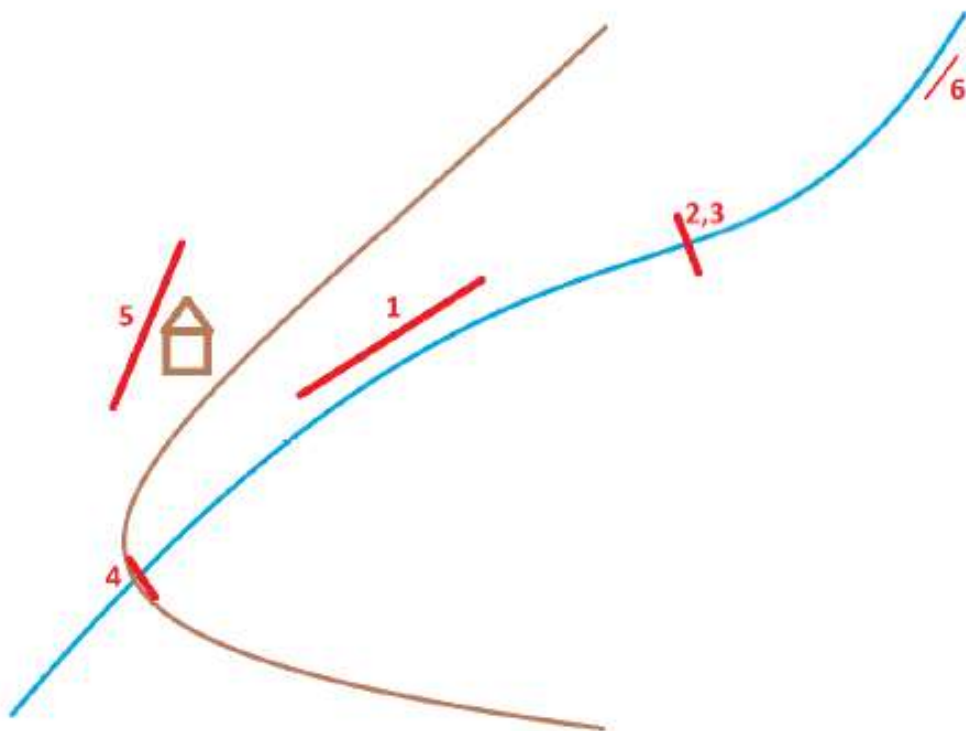
Še aktualno za vse vlake, ali potrebujemo novo kategorijo gozdnih prometnic?

Ustrezni skladiščni prostori

- Pogosto najugodnejše rešitve neposredno ob strugah vodotokov
- Smiselno izkoristiti naravne danosti (dovolj prostora, oddaljenost od struge)
- Časovno omejiti uporabo problematičnih pomožnih skladišč
- Začasna in trajna skladišča?



Katalog tehničnih rešitev, ki prispevajo k povečanju erozijske odpornosti v gozdovih



Slika 1: Shematski prikaz razdelitve ukrepov: 1) (Bio)tehnični ukrepi za stabilizacijo brežin ali erozijskih žarišč; 2) Prečni objekti za zmanjševanje energije vode, podpiranje brežin, zadrževanje plavin; 3) Prečni objekti za zadrževanje lesenega plavja – prebiralne pregrade; 4) Prečkanje hudournikov s prometnicami; 5) Zaščita objektov zunaj vpliva visokih voda; 6) ostalo

Zahvala avtorjem 52 fotografij:

- Dr. Urša Vilhar, Matjaž Dovečar, Dr. Aleksander Marinšek, Dr. Jaša Saražin (Gozdarski inštitut Slovenije)
- Mag. Jože Papež, (Hidrotehnik d. o. o.)
- Tomaž Cej, Polona Avanzo (Rejda, okoljske rešitve, d. o. o.)
- Prof. Dr. Milan Kobal, (Biotehniška fakulteta)
- Aleš Benčina (SiDG - Slovenski državni gozdovi, d. o. o.)
- Darko Pristovnik (Zavod za gozdove Slovenije)

(Bio)tehnični ukrepi za stabilizacijo brežin ali erozijskih jeder



Foto: Avanzo P.

(Bio)tehnični ukrepi za stabilizacijo brežin ali erozijskih jeder



Foto:

- Papež J.
- Saražin J.
- Cej T.
- Pristovnik D.

Prečkanje hudournikov s prometnicami



- Foto:
- Vilhar U.
- Benčina A.
- Saražin J.

- Več na odprtju razstave ob 15ih...

Jasa.sarazin@gozdis.si