



I Z S
INŽENIRSKA ZBORNIKA SLOVENIJE

SPREMINJAMO
GRADBENO
KULTURO

Vpliv podnebnih sprememb na pogostost in intenzivnost zemeljskih plazov v Sloveniji, izzivi za načrtovalce in inženirje

Jernej Jež & Mateja Jemec Auflič



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA OKOLJE,
PODNEBJE IN ENERGIJO





Vsebina

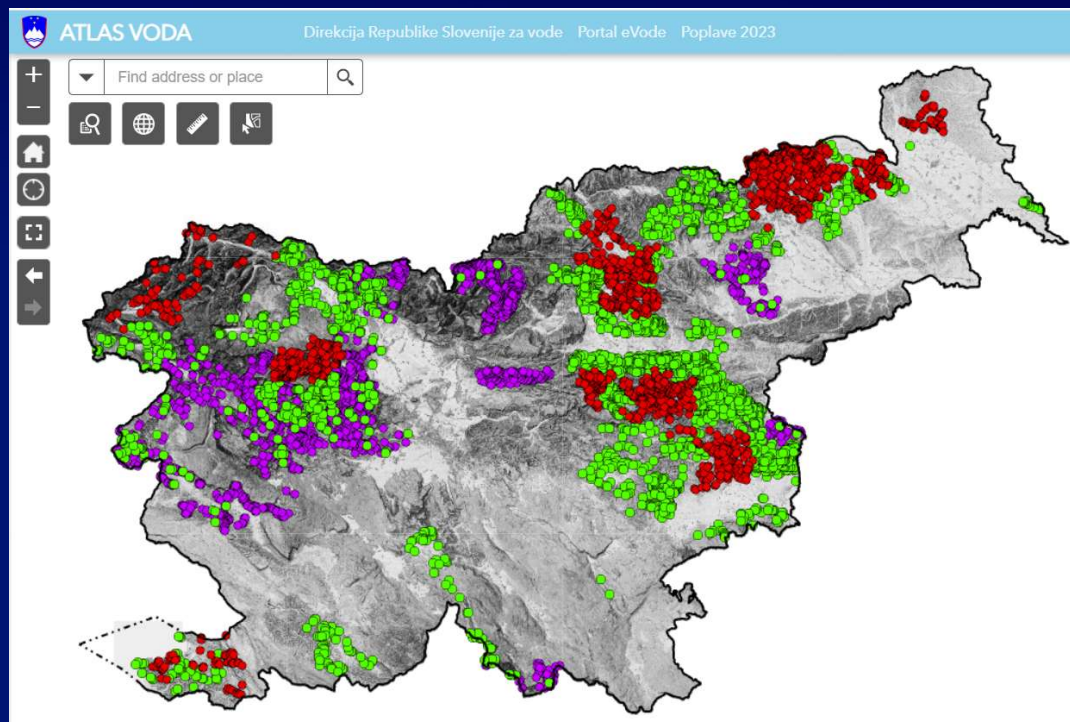
1. Problematika, kaj lahko pričakujemo?
2. Pojavne oblike zemeljskih plazov ob ekstremnih padavinah
3. Vplivi podnebnih sprememb na inženirsko načrtovanje in geološka priporočila



Zemeljski plazovi v Sloveniji

> 10.000 terensko preverjenih pojavov v 103 občinah (projekt: Opozorilne karte)

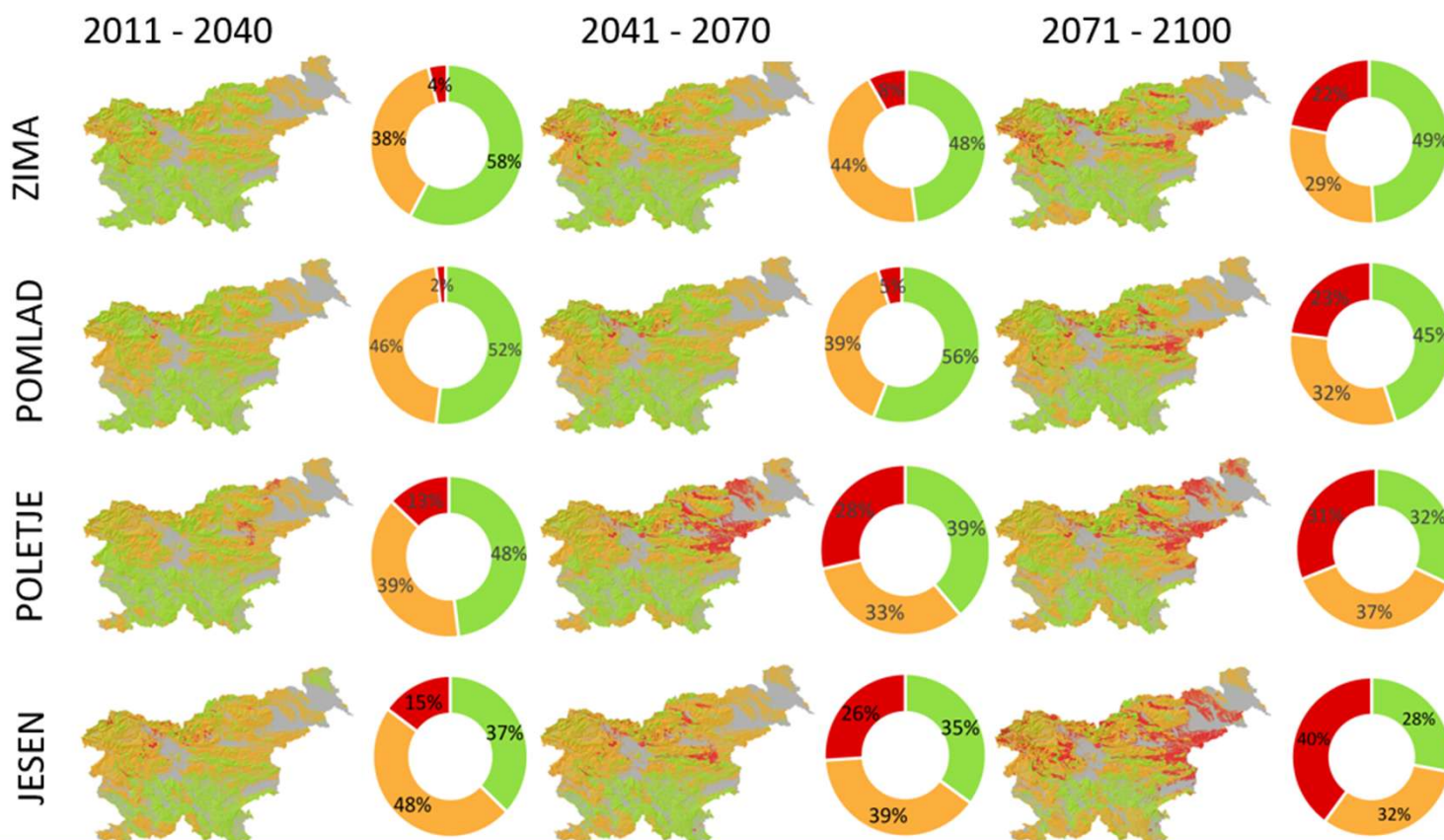
Padavine najpogostejši sprožilni dejavnik



vir: Atlas Voda



Prostorska razporeditev podvrženosti ozemlja plitvim zemeljskim plazovom glede na RCP8.5 podnebni scenarij (pesimističen). Upoštevana je meteorološka spremenljivka PADAVINE.



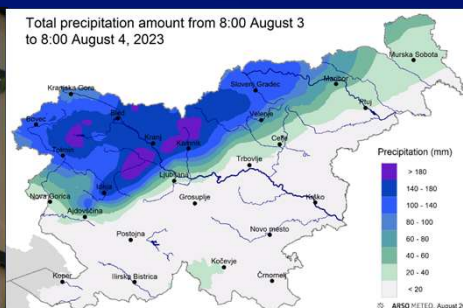


V prihodnosti se lahko zgodi tudi poplavni dogodek, ki bo večji od poplavnega dogodka avgusta 2023 ...

Evropska raziskava (Bertola et al., 2023 - 8000 vodomernih postaj, 498 porečij, 510 ekstremnih poplav v 25 letih)

Šraj, et al., 2023, Šraj & Bezak, 2024 ob upoštevanju rezultatov (mediano in ovojnico največjih poplav v Evropi) glede na hidroklimatski tip v graf umestili vrednosti izračunanih specifičnih pretokov za visokovodne konice 2023 v odvisnosti od prispevne površine

Rezultat - izmerjene vrednosti največjih pretokov niso bile niti blizu empiričnim ovojnicam za največje poplave v Evropi. **Poplave v letu 2023 ne bi smele biti presenečenje**, če bi se v hidrologiji uporabljali tudi regionalni pristopi, ki temeljijo na podatkih, ki presegajo državne meje.





Padavinski ekstremi ter posledice ...

- Več kratkotrajnih, zelo intenzivnih nalivov
- Bolj kontrastni režimi (suša → naliv), več epizod dežja na sneg
- Več površinskega odtoka in hitri porasti pretokov in pornega tlaka (u)
- Razpoke zaradi ciklov suša–naliv; degradacija skalnih sten in podori
- Ujme v gozdovih (požari, vetrolomi, žledolomi) - oslabitev zaščitne vloge gozda, izguba koreninske vezave, več površinskega odtoka in erozije
- Več razpoložljivega sedimenta v strugah
- Več sestavljenih dogodkov:
 - plitvi zdrsi v hudourniške grape → drobirski in blatni tokovi,
 - dež na sneg + nalivi → hitri porasti pretokov in pornih tlakov ter sprožitve na pobočjih,
 - namočenost tal + obilne padavine ...



I Z S
INŽENIRSKA ZBORNICA SLOVENIJE

**SPREMINJAMO
GRADBENO
KULTURO**



OBIČAJNO

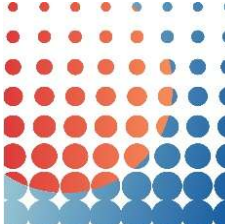


EKSTREMNO



**Utekočinjeni plazovi in
blatni tokovi**




**PODNEBNI
SKLAD**

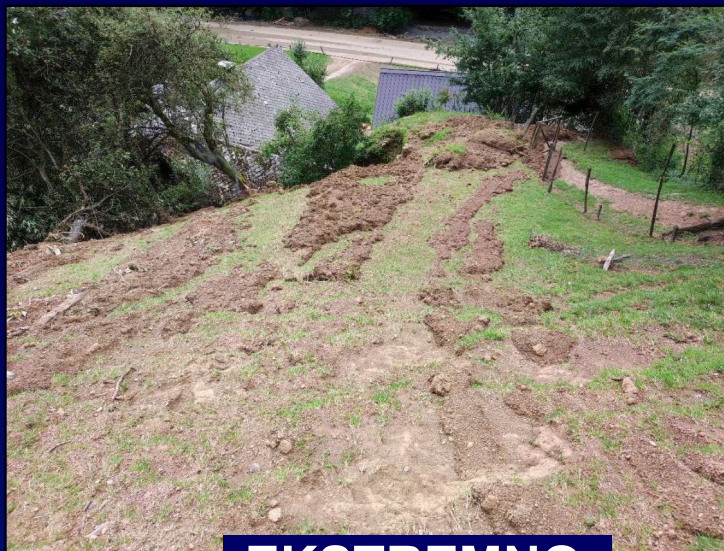


I Z S
INŽENIRSKA ZBORNICA SLOVENIJE

**SPREMINJAMO
GRADBENO
KULTURO**



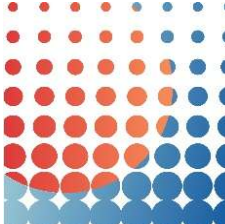
OBIČAJNO



EKSTREMNO



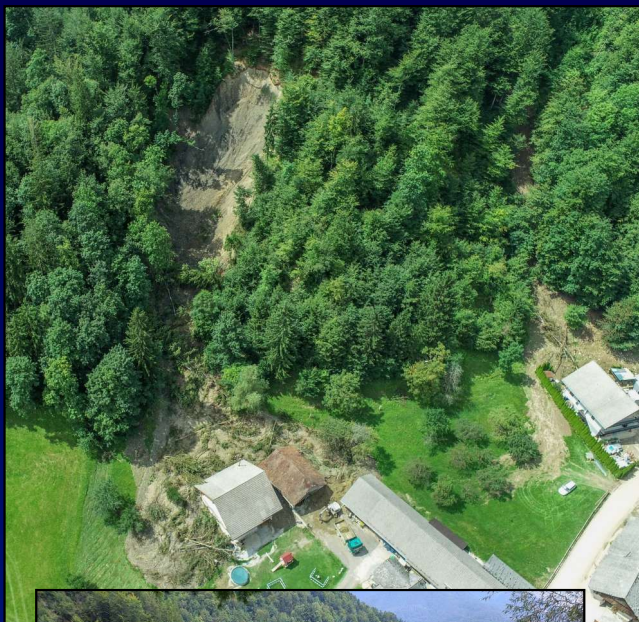
Utekočinjeni plazovi in blatni tokovi


**PODNEBNI
SKLAD**

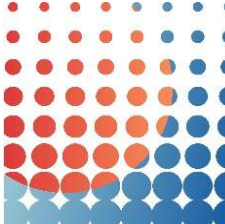


I Z S
INŽENIRSKA ZBORNICA SLOVENIJE

SPREMINJAMO
GRADBENO
KULTURO



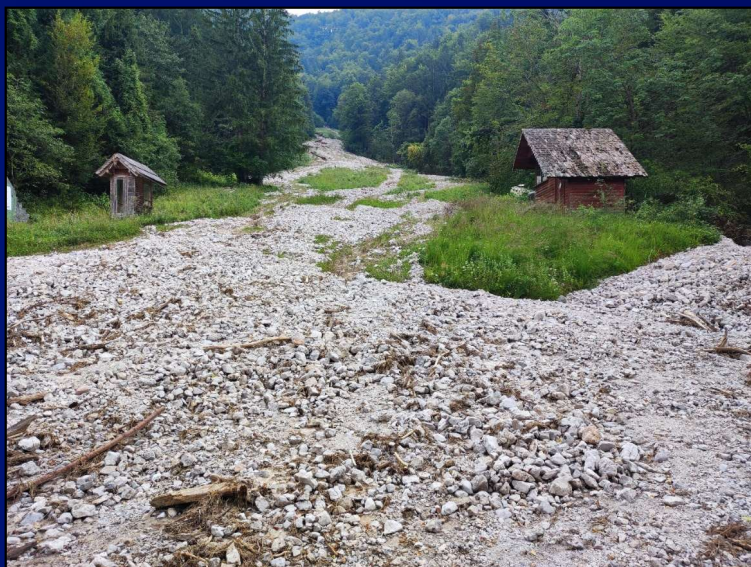
**Globoki, strukturno
pogojeni plazovi**


**PODNEBNI
SKLAD**

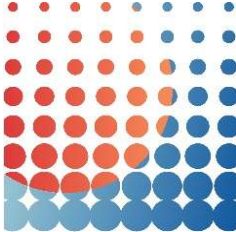


I Z S
INŽENIRSKA ZBORNIKA SLOVENIJE

SPREMINJAMO
GRADBENO
KULTURO



**Zrnski tokovi in
drobirske poplave**


**PODNEBNI
SKLAD**



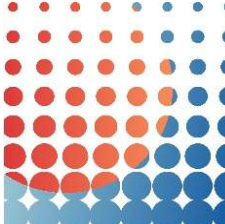
I Z S
INŽENIRSKA ZBORNIKA SLOVENIJE

SPREMINJAMO
GRADBENO
KULTURO

Drobirski tokovi

Bistveno bolj pogosti!




PODNEBNI
SKLAD



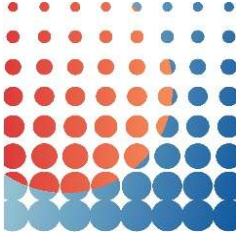
I Z S
INŽENIRSKA ZBORNIKA SLOVENIJE

Enormne količine
sedimentov v
hudourniških grapah

Na njih ne smemo
pozabiti!



SPREMINJAMO
GRADBENO
KULTURO


**PODNEBNI
SKLAD**

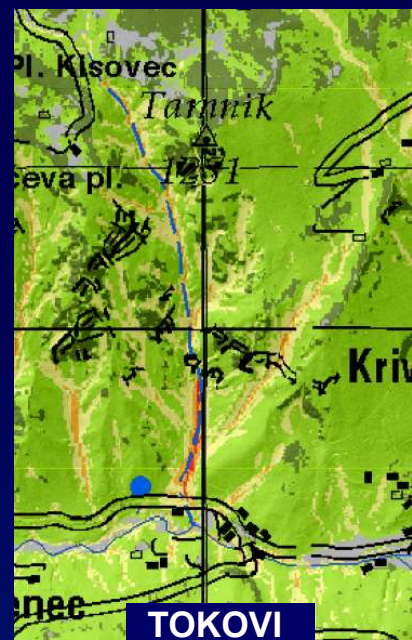
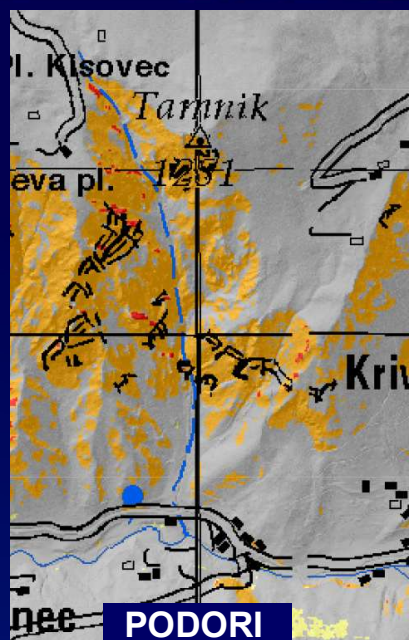
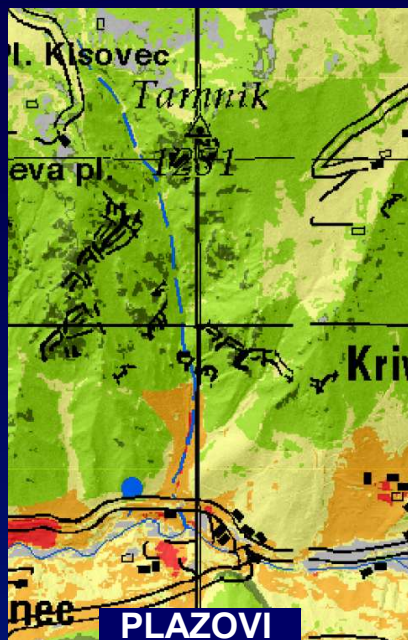


Priporočila ...

Nujna je priprava in upoštevanje širše geološke slike območja načrtovanega posega (IG kartiranje zaledja in vplivnega območja) na vseh nivojih načrtovanja:

- prostorski plani
- mnenja in soglasja
- faza načrtovanja, pred izdajo PGD
- faze sanacije

Pri prvih treh se bomo izognili kasnejšim težavam, sanacijske rešitve bodo na ta način odpornejše in trajnejše.



Opozorilne karte verjetnosti pojavljanja zemeljskih in hribinskih plazov (eVode)

Možnost odstopanj

Pregled razmer v zaledju, ne zgolj
posameznih celic na predvideni
lokaciji posega

Žaga, Kamnik

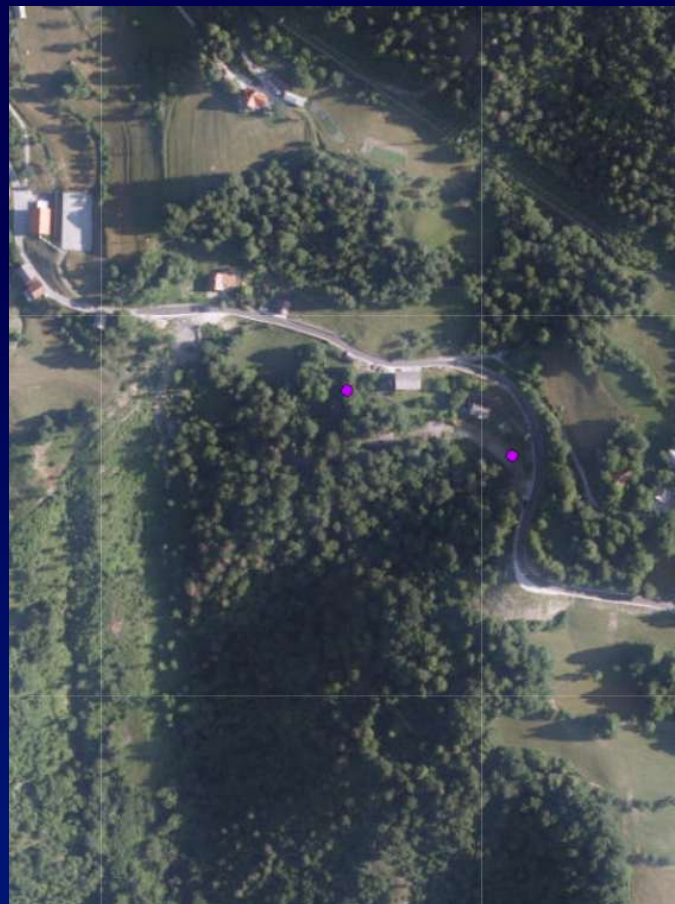
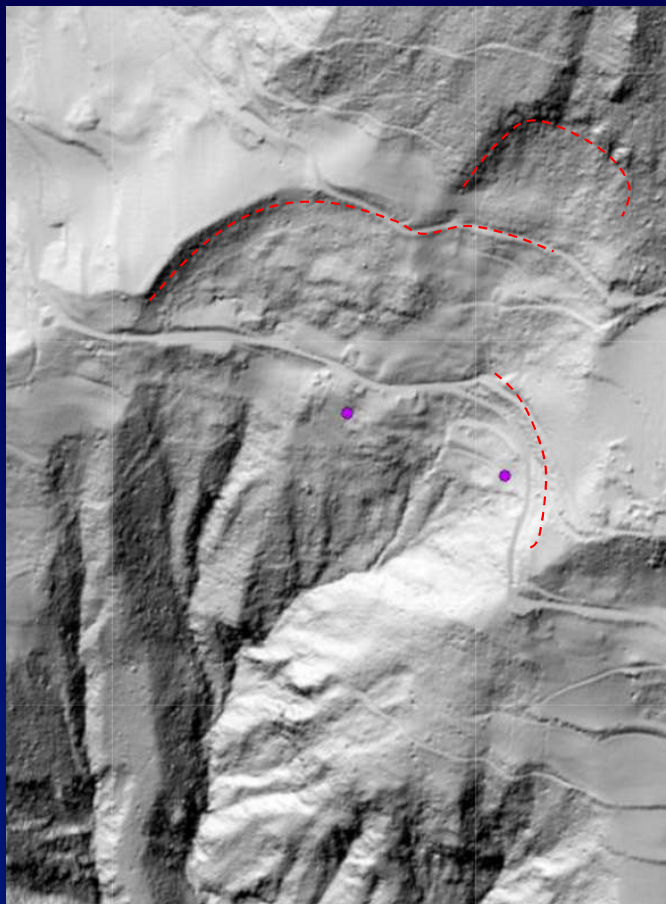
Foto: M. Vrabec





I Z S
INŽENIRSKA ZBORNIKA SLOVENIJE

**SPREMINJAMO
GRADBENO
KULTURO**



Načrtovanje sanacijskih rešitev za objekte in infrastrukturo
Celovit geološki pregled širšega območja
Rešitve so odpornejše in trajne



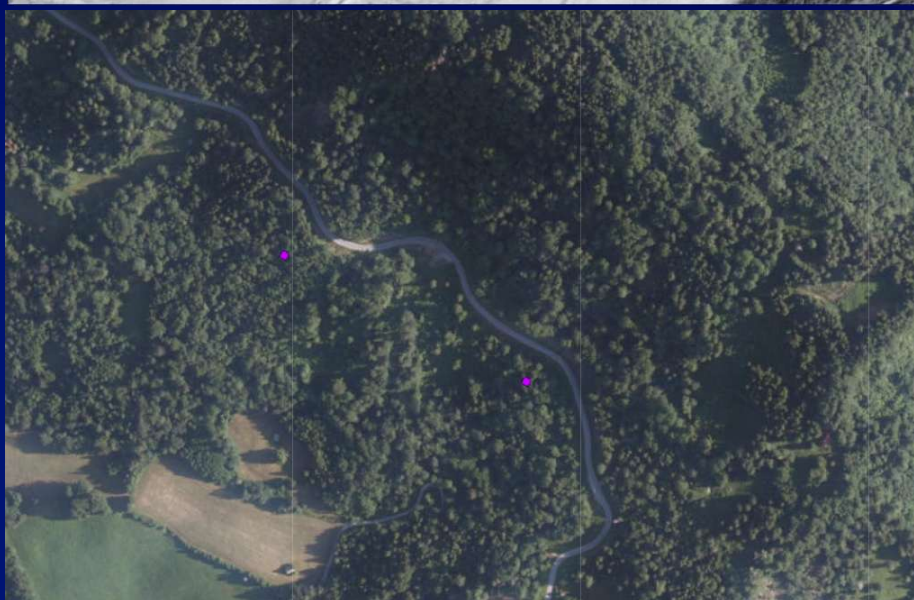
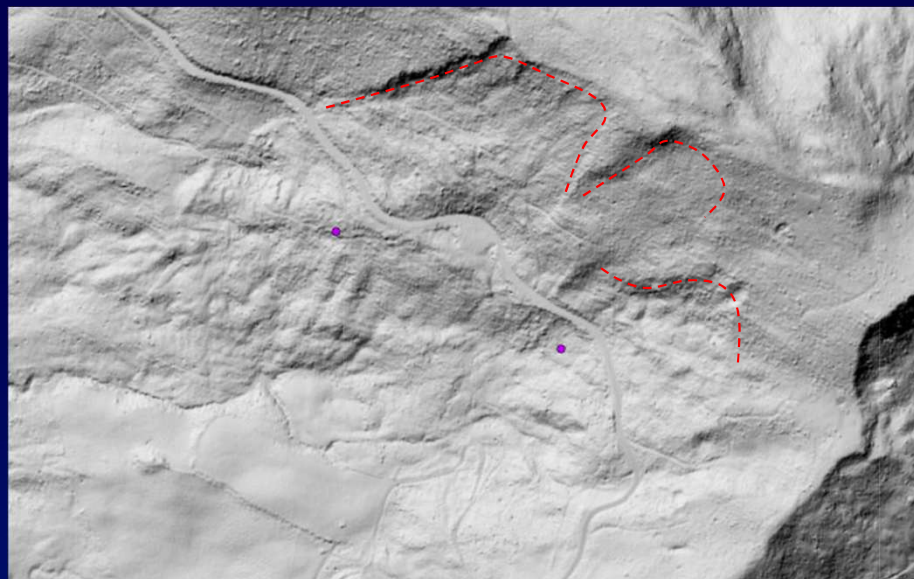


I Z S
INŽENIRSKA ZBORNIKA SLOVENIJE

SPREMINJAMO
GRADBENO
KULTURO

Načrtovanje sanacijskih rešitev za infrastrukturo

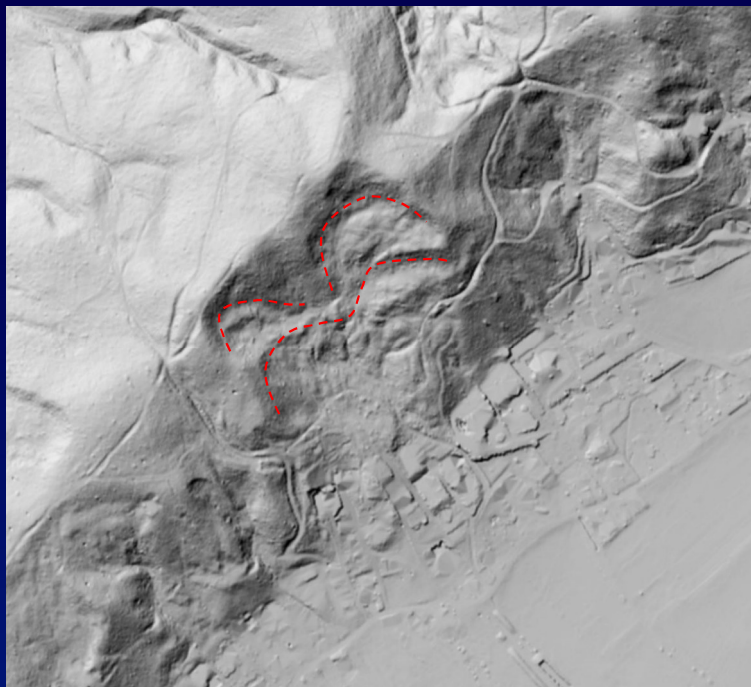
Celovit geološki
pregled širšega
območja





I Z S
INŽENIRSKA ZBORNIKA SLOVENIJE

SPREMINJAMO
GRADBENO
KULTURO



Načrtovanje sanacijskih rešitev za objekte in infrastrukturo

NATANČNO DEFINIRANJE HAZARDA
(obseg, geometrija, hidrologija,
hidrogeologija, geomehanika, intenziteta,
vplivna območja ...)



PROJEKTNE
REŠITVE

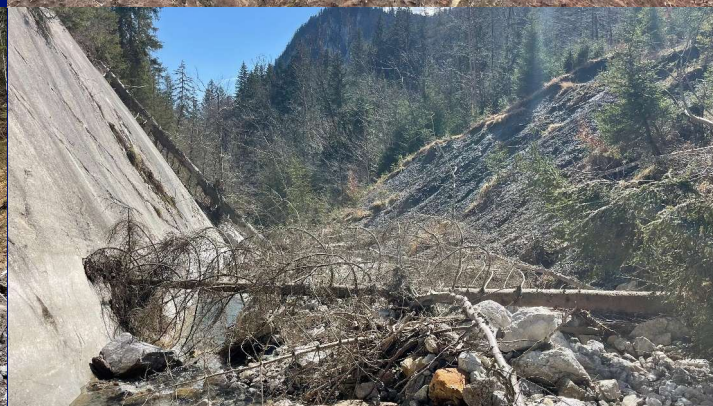
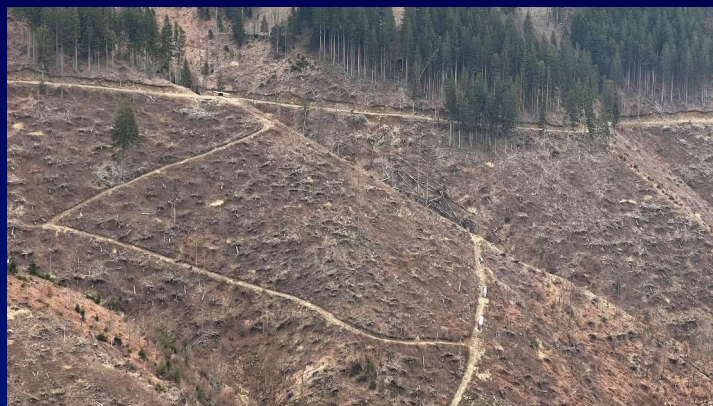




Načrtovanje hidrotehničnih objektov in ukrepov varovanja na hudournikih

povprečje + povratna doba ni več dovolj ...
spremenljivost vhodnih podatkov zaradi podnebnih sprememb pri projektiranju

Šraj et al., 2023, svetujejo **ažurno določanje projektnih pretokov**, ne smejo se uporabljati rezultati starih študij, saj lahko le eno „ekstremno“ leto povzroči izrazite spremembe v ocenjenih vrednostih projektnih pretokov. Pri inženirski praksi je nujno **upoštevanje negotovosti (intervalov zaupanja)**, ki lahko v nekaterih primerih zajamejo tudi potencialni varnostni faktor zaradi vpliva podnebnih sprememb. Še boje pa je upoštevati dodatni varnostni faktor.





Povzetki

- Glede na prognoze in dogodke v zadnjih letih bodo zemeljski plazovi vse pogostejši, spremenile se bodo tudi pojavne oblike in dosegi pojavov
- Pomembna je pripravljenost in preventivno delovanje
- Na vseh nivojih načrtovanja (od prostorskih planov ... do sanacij) priporočamo pripravo in upoštevanje širše geološke slike območja posega. Tudi sanacijske rešitve bodo na ta način odpornejše in trajnejše



I Z S
INŽENIRSKA ZBORNIKA SLOVENIJE

SPREMINJAMO
GRADBENO
KULTURO

Hvala za pozornost!

