



Tomaž Cej

MREŽNE HUDOURNIŠKE PREGRADE



1. DROBIRSKI TOK
2. RAZVOJ MREŽNIH PREGRAD
3. IZVEDENI PROJEKTI
4. KRVAVEC – SERIJA MREŽNIH
PREGRAD



DROBIRSKI TOK



Karakteristike drobirskega toka:

- ▶ Gravitacijski tok mešanice nasičene vode
- ▶ Sestava: kamenje, zemlja, organski material, drobir
- ▶ Trdne snovi: 30% - 70%
- ▶ Naklon 25% - 30%
- ▶ Gostota: 1600-2300 kg/m³
- ▶ Hitrost: do 15 m/s
- ▶ Volumen: >500m³
- ▶ Kanaliziran tok

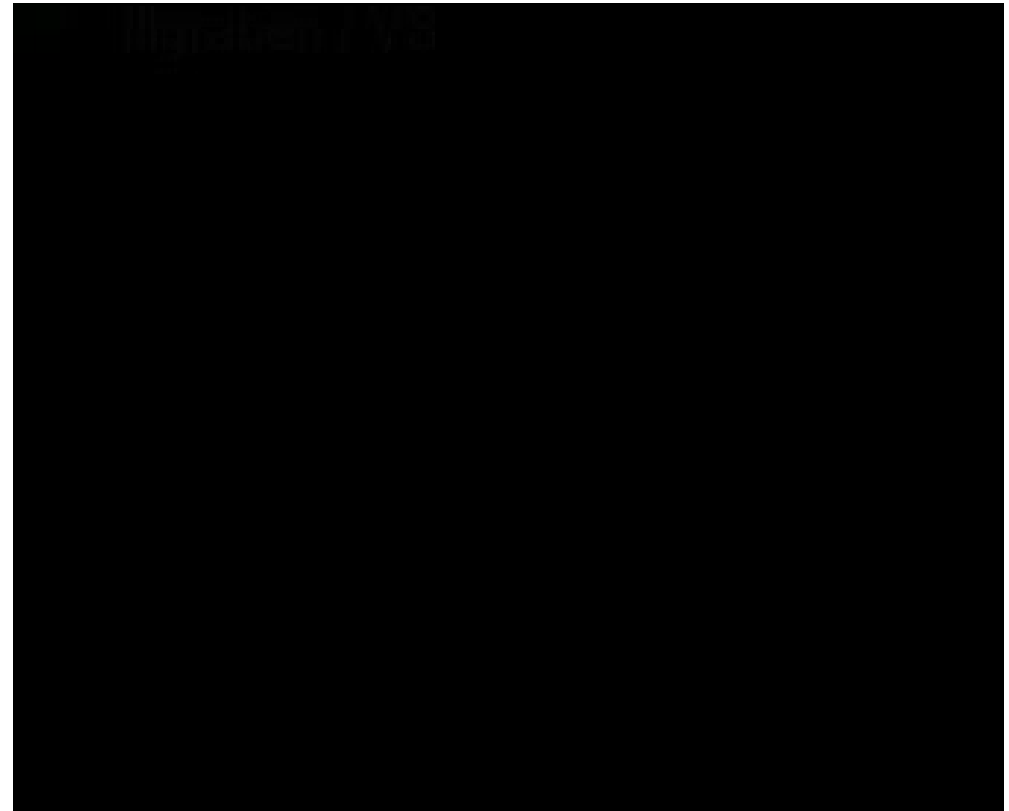


Blatni tok (video hitrost 10 x)



Lower density: $1600 \div 1900 \text{ [kg/m}^3\text{]}$
Faster front velocity: $3 \div 10 \text{ [m/s]}$

Drobirski tok (video – dejanska hitrost)

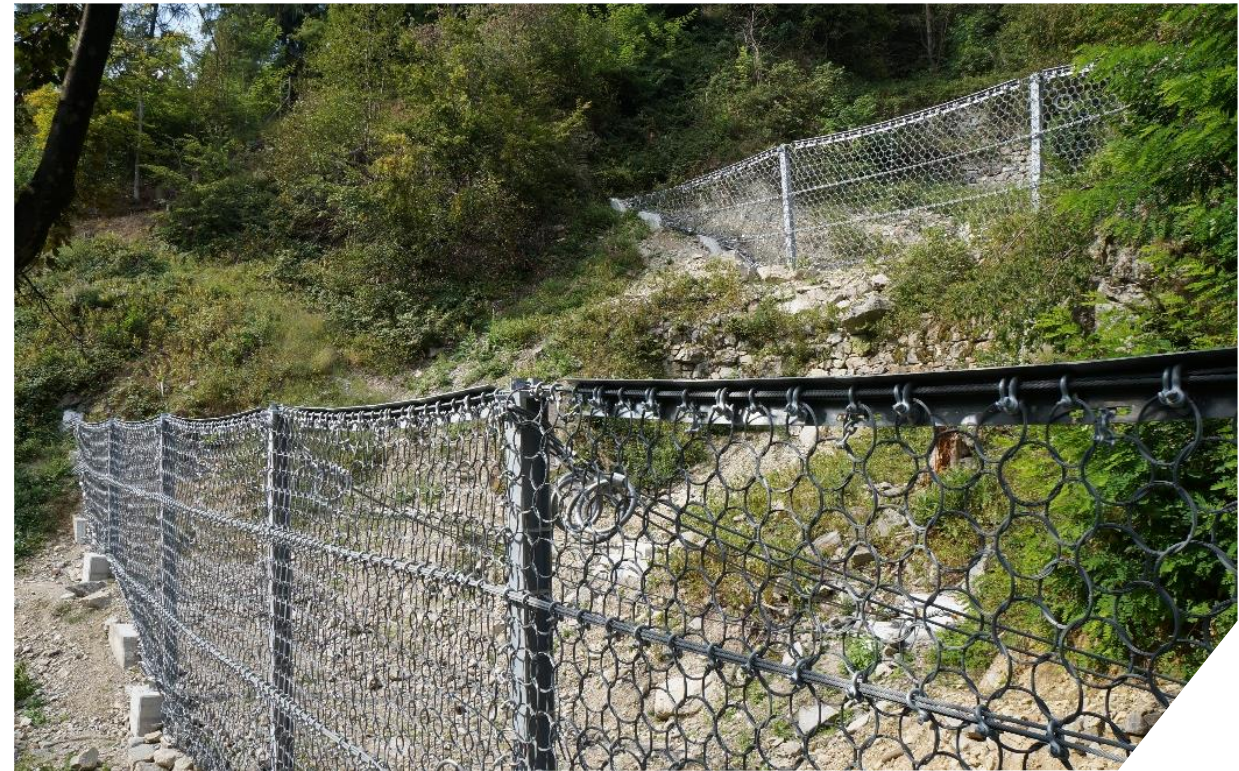


High density: $1900 \div 2300 \text{ [kg/m}^3\text{]}$
Slower front velocity: $3 \div 7 \text{ [m/s]}$

Klasični ukrepi na hudournikih



Mrežne hudourniške pregrade

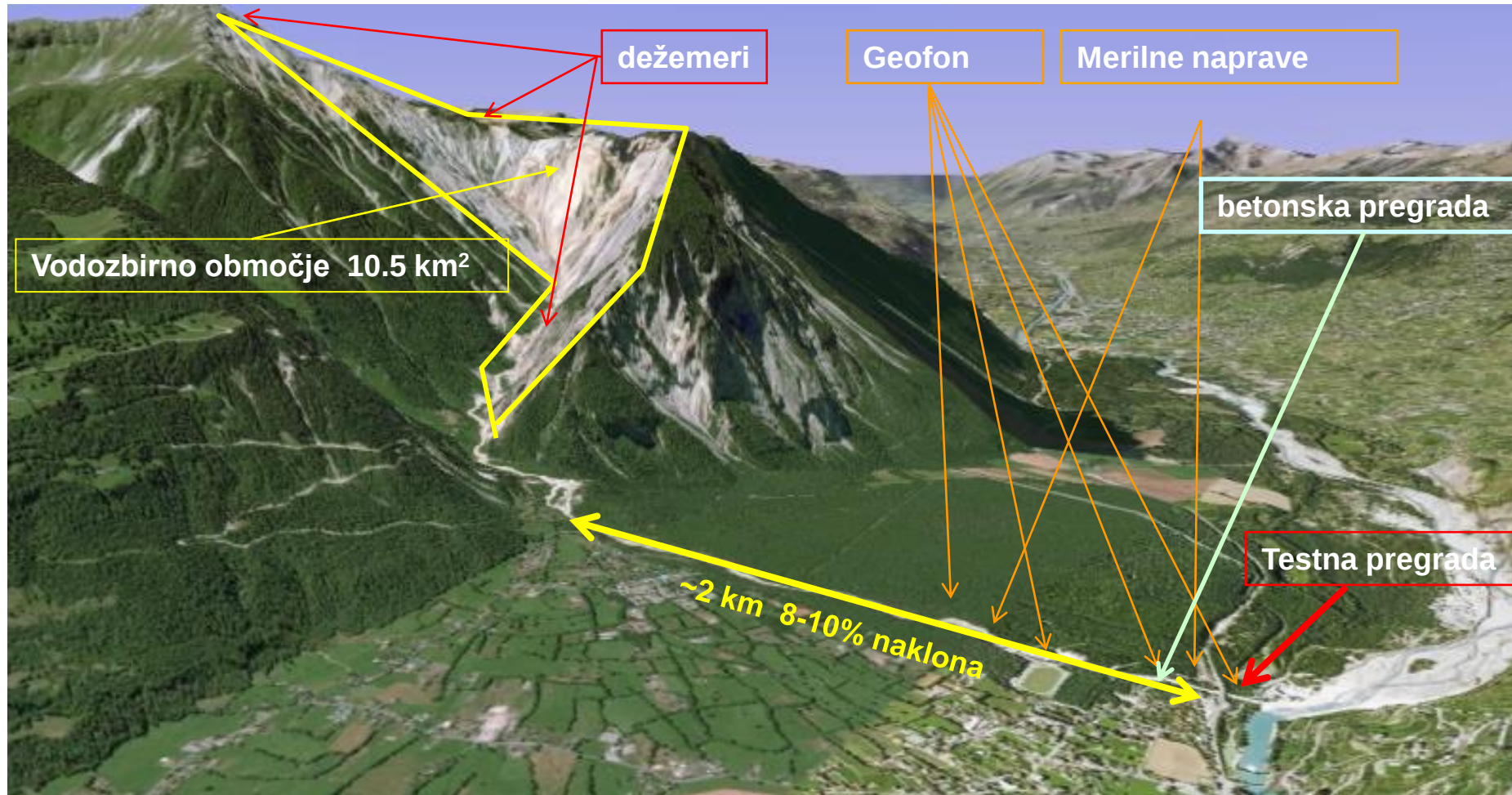




RAZVOJ MREŽNIH PREGRAD

MREŽNE HUDOURNIŠKE PREGRADE RAZVOJ

2005 – 2008: Illgraben - Švica



KONCEPT DIMENZIONIRANJA

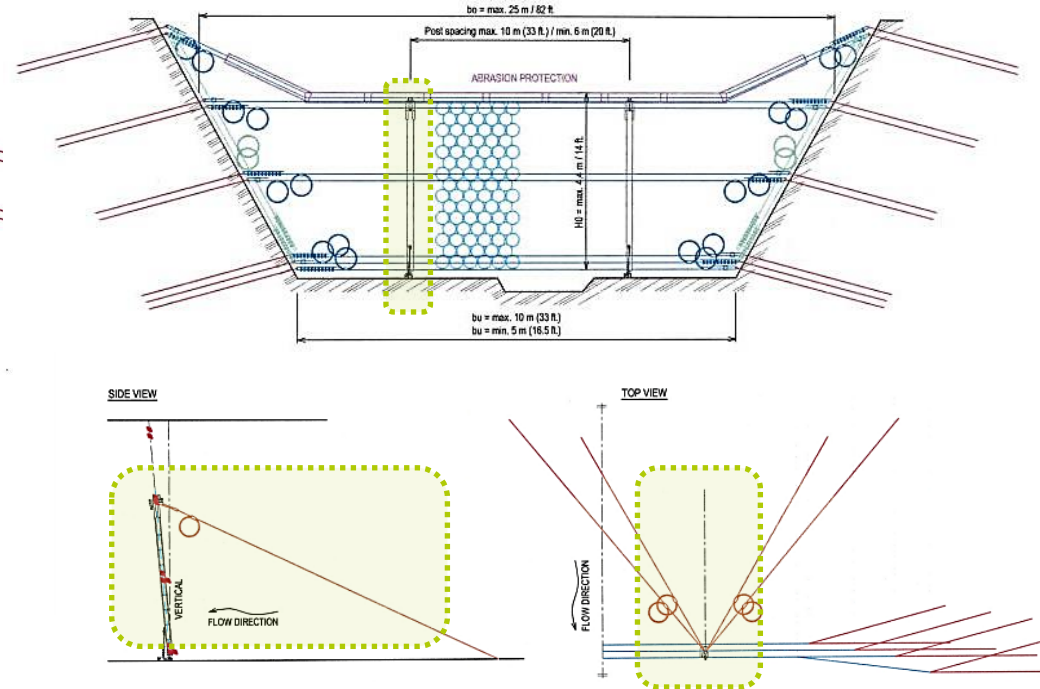
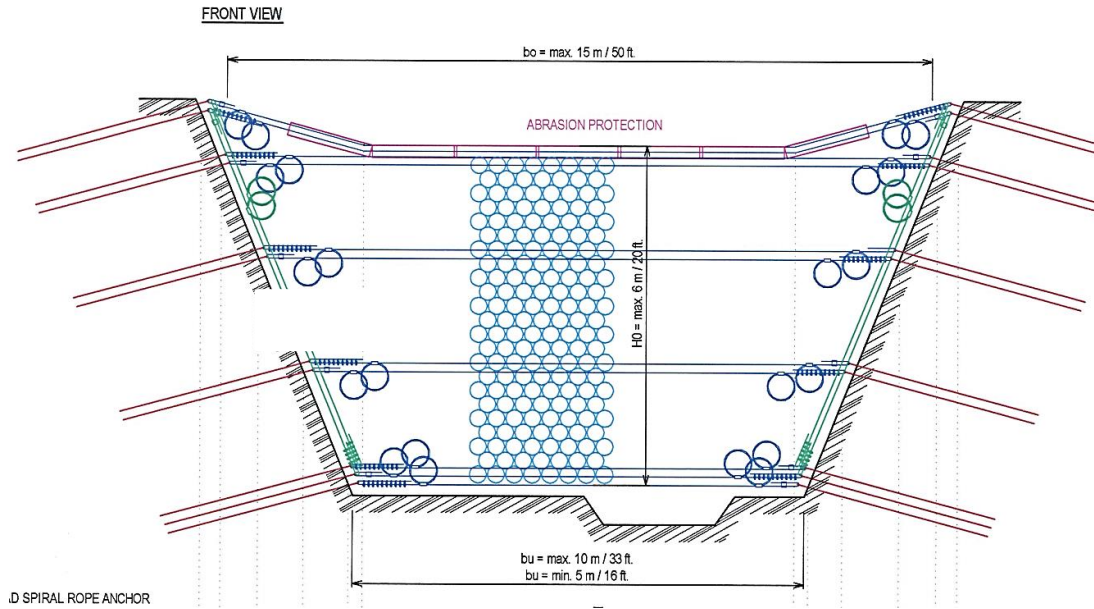
Drobirski tok na mrežni pregradi

Proces	Glavni vplivni dejavniki
Zaustavitev	Udarec + Povečan pritisk materiala
Polnjenje	Pritisk materiala + dreniranje pod hidrostatičnim pritiskom
Prelivanje	Pritisk material + prelivanje



Based on WSL studies at the Illgraben

MREŽNE HUDOURNIŠKE PREGRADE



VX	UX
Max. top width: 15 [m]	Max. top width: 25 [m]
V-shaped, narrow torrents	U-shaped, wide torrents

MREŽNE HUDOURNIŠKE PREGRADE TIPI SISTEMOV

System Type	Shape	Max. impact pressure	Max. width	Standard height	Posts
UX060L-H4 UX100-H4 UX160-H4 UX120-H6 UX180-H6	U-shaped	60 [kN/m ²] 100 [kN/m ²] 160 [kN/m ²] 120 [kN/m ²] 180 [kN/m ²]	< 25 [m]	4.0 [m] 4.0 [m] 4.0 [m] 6.0 [m] 6.0 [m]	yes
VX060L-H4 VX080-H4 VX140-H4 VX100-H6 VX160-H6	V-shaped	60 [kN/m ²] 80 [kN/m ²] 140 [kN/m ²] 100 [kN/m ²] 160 [kN/m ²]	< 15 [m]	4.0 [m] 4.0 [m] 4.0 [m] 6.0 [m] 6.0 [m]	no

MREŽNE HUDOURNIŠKE PREGRADE DEBFLOW ONLINE TOOL

myGeobrugg Portal

DEBFLOW ONLINE TOOL

geobrugg.com/portal/app/debflow/input

BRUGG

Geobrugg

DEBFLOW ONLINE TOOL

Dimensioning of the flexible Debris Flow Protection System GEOBRUGG VX/UX - DEBFLOW

Save

Load

Create PDF

Manual

VERSION 1.0

EN

Project No.

Project name

Date/Author

YYYY-MM-DD, author

Input Parameters

Summary of Results

Input Parameters

Close all

Type and density of the debris flow

	Load case 1	Load case 2	Load case 3	
Type of debris flow (granular or mud flow)	Type	granular	granular	granular
Density of the debris flow material	$\rho =$	2000	2000	2000
Specific weight of the debris flow material	$\gamma =$	19.6	19.6	19.6
Water content	$W =$	0.39	0.39	0.39
				kg/m ³ kN/m ³ -

Debris flow volume and number of surges

	Load case 1	Load case 2	Load case 3	
Total debris flow volume (incl. water)	$V_{tot} =$	1000	1000	1000
Number of surges	$N =$	3	3	3
Volume per surge (average)	$V_N =$	333	333	333
Volume of first surge (recommended)	$V_{N1,rec} =$	500	500	500
Volume of first surge (chosen)	$V_{N1} =$	3000	3000	3000
				m ³ - m ³ m ³ m ³

Peak discharge

	Load case 1	Load case 2	Load case 3
--	-------------	-------------	-------------



IZVEDENI PROJEKTI

Leseno plavje



Bolnica Franja



Javorje – Črna na Koroškem



Lenk (Berneske Alpe)



Huepach (Berneske Alpe)





KRVAVEC – SERIJA MREŽNIH PREGRAD

KRVAVEC: DOGODEK 2018

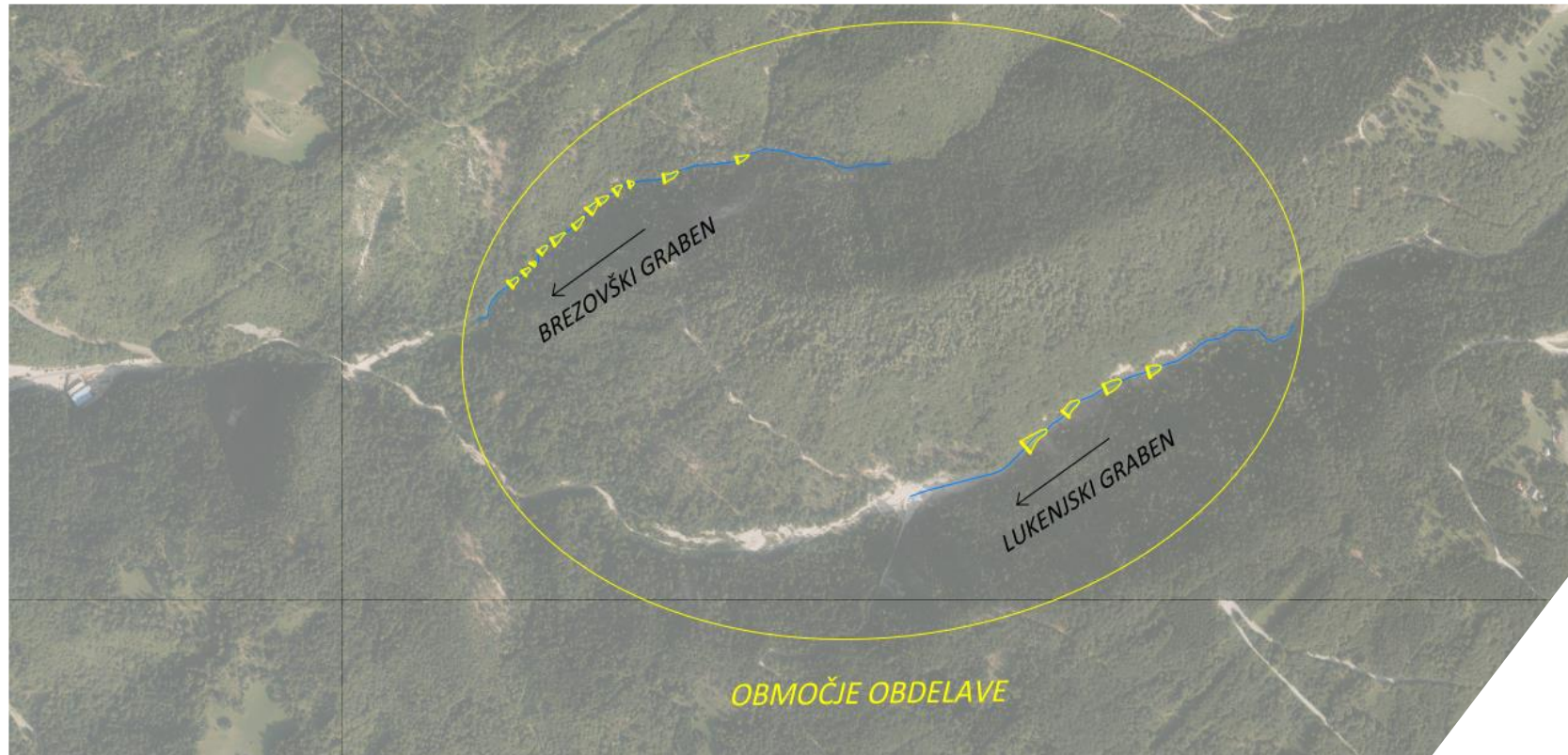
Dogodek 30.05.2018 – ocenjeno med 7.000 m³ in 10.000 m³ materiala



55 mm padavin v 30 min – povratna doba 50 let
Celoten dogodek – manj kot 3 ure

KRVAVEC PROJEKTIRANJE

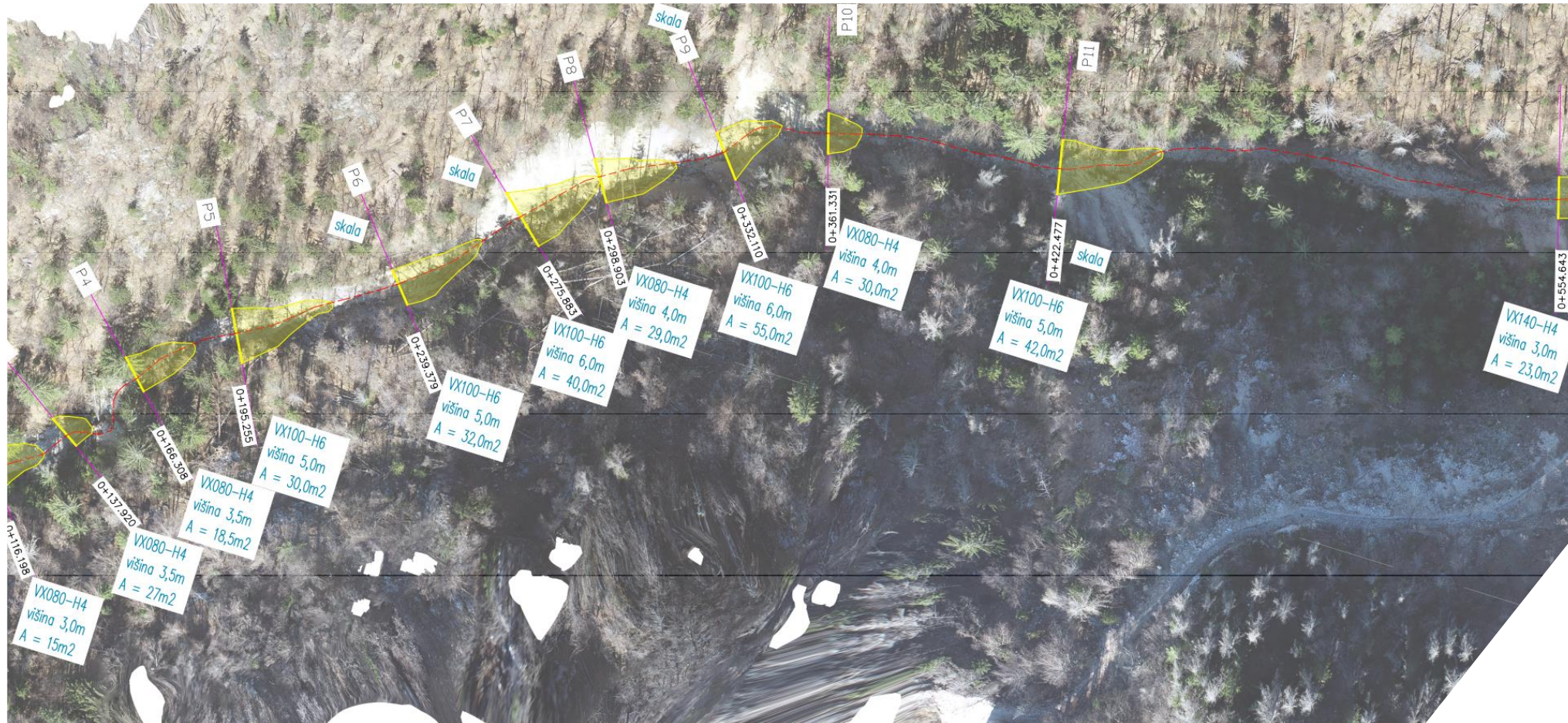
Projektne osnove



PRISPEVNO OBMOČJE	POVRŠINA
Brezovški graben	1,91 km ²
Lukenjski graben	2,44 km ²

KRVAVEC: PROJEKTIRANJE

Končna rešitev – Brezovski graben



KRVAVEC: PROJEKTIRANJE

Končna rešitev – Lukenjski graben



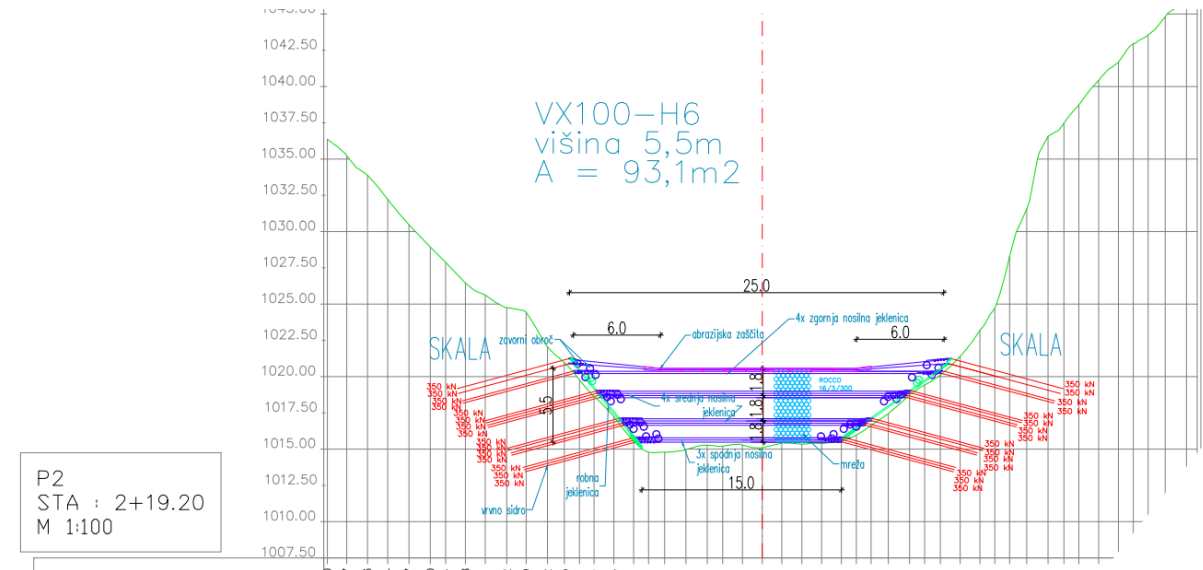
KRVAVEC: PROJEKTIRANJE

Pred izvedbo del



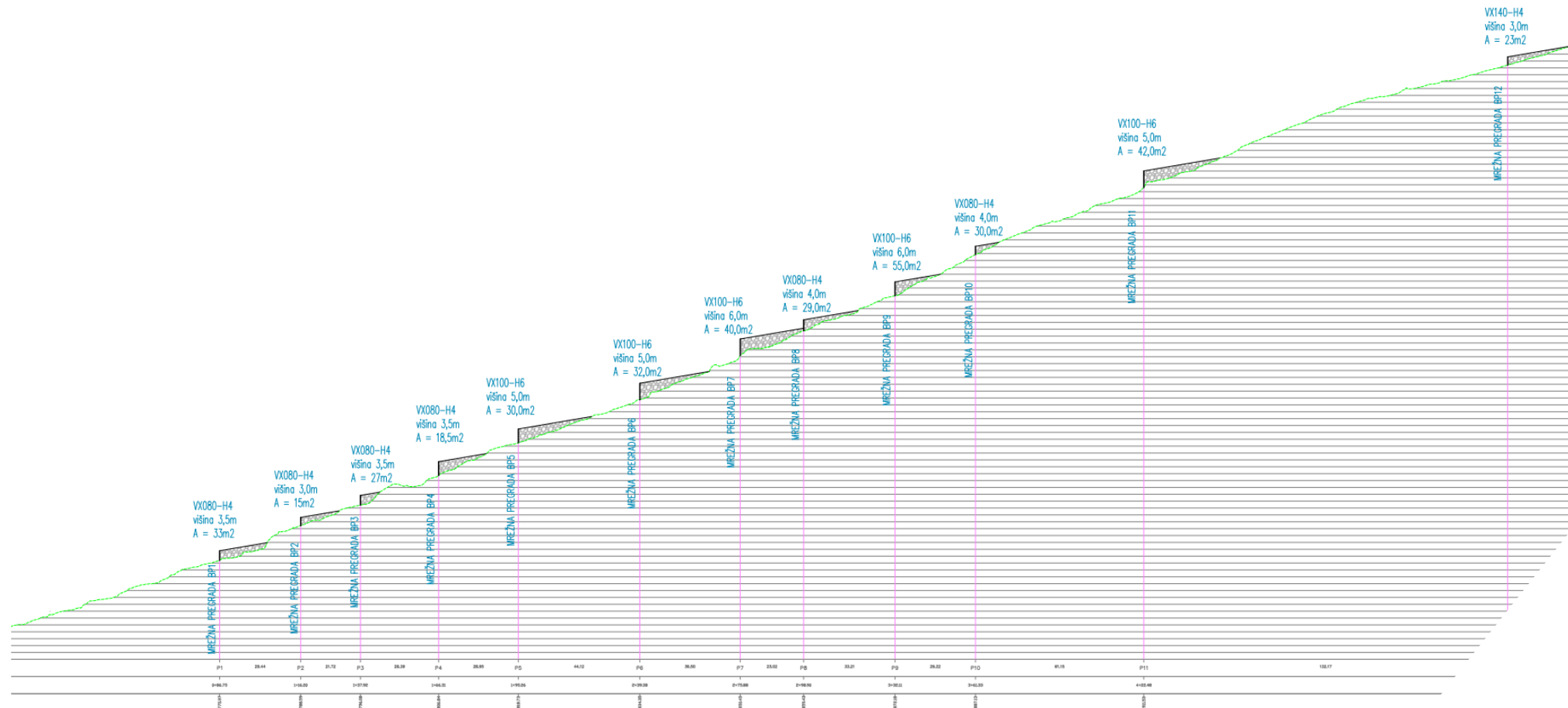
GEOBRUGG®
BRUGG

Safety is our nature

[illegible]

KRVAVEC: PROJEKTIRANJE

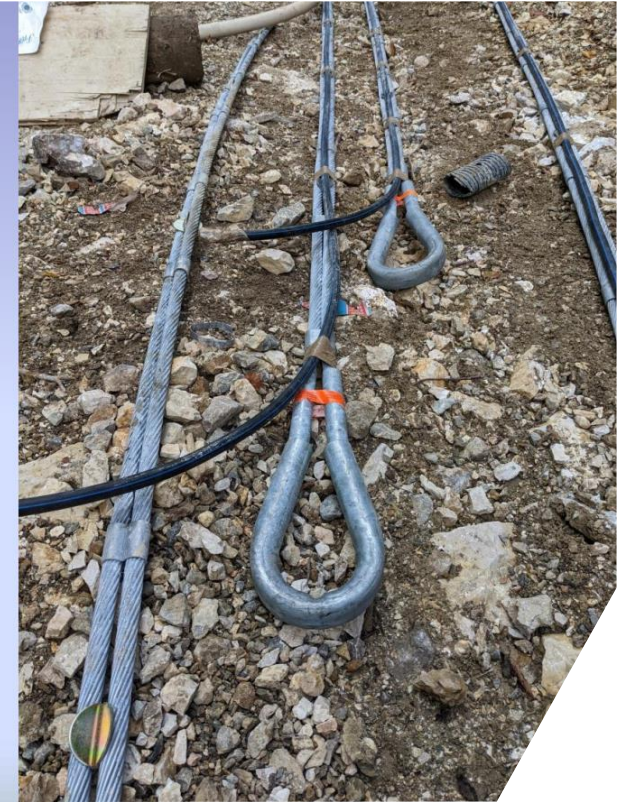
Vzdolžni profil – Brezovški graben



KRVAVEC IZVEDBA

Glavni izvajalec: HIDROTEHNIK d.o.o.

Podizvajalec: KASKADER d.o.o.



KRVAVEC IZVEDBA



KRVAVEC GUARD



KRVAVEC: IZVEDBA

Lukenjski graben – po končanju del



KRVAVEC PO POPLAVAH V AVGUSTU 2023



Meteorološki podatki – postaja Krvavec

30 min	30 mm
12 ur	165 mm (povratna doba 250 let)
24 ur	196 mm

KRVAVEC PO POPLAVAH V AVGUSTU 2023

Lukenjski graben



KRVAVEC PO POPLAVAH V AVGUSTU 2023

Brezovški graben



KRVAVEC: POPLAVE V AVGUSTU 2023



Ocena volumnov po dogodku

Brezovski - projekt	5.000 m ³
Lukenjski - projekt	3.000 m ³
Ocena po dogodku	19.000 m ³ (večina ujetih za pregradami)

► Bočna erozija, poglobljanje – ocena: 50.000 m³

HVALA!

