

 30 LET
**15. SLOVENSKI
KONGRES**

**O PROMETU
IN PROMETNI
INFRASTRUKTURI**



Predor Karavanke – 30 let pozneje Karavanke tunnel – 30 years later

Geološko geotehnični in hidrogeološki pogled
Geological, geotechnical and hidrogeological perspective

Andrej Ločniškar DRI upravljanje investicij d.o.o.

Julija Fux, Erazem Dolžan, dr. Jože Ratej, mag. Matej Zalokar IRGO consulting d.o.o.

Vsebina predstavitve

1. Uvod
2. Pogled v preteklost
3. GGH raziskave za V cev
4. GG spremljava gradnje
5. HG analiza
6. Zaključki



... zmogljivost zahodne cevi bo zadoščala daleč v prihodnje stoletje, in ko bo prišel čas, se bo zgodba ponovila ...

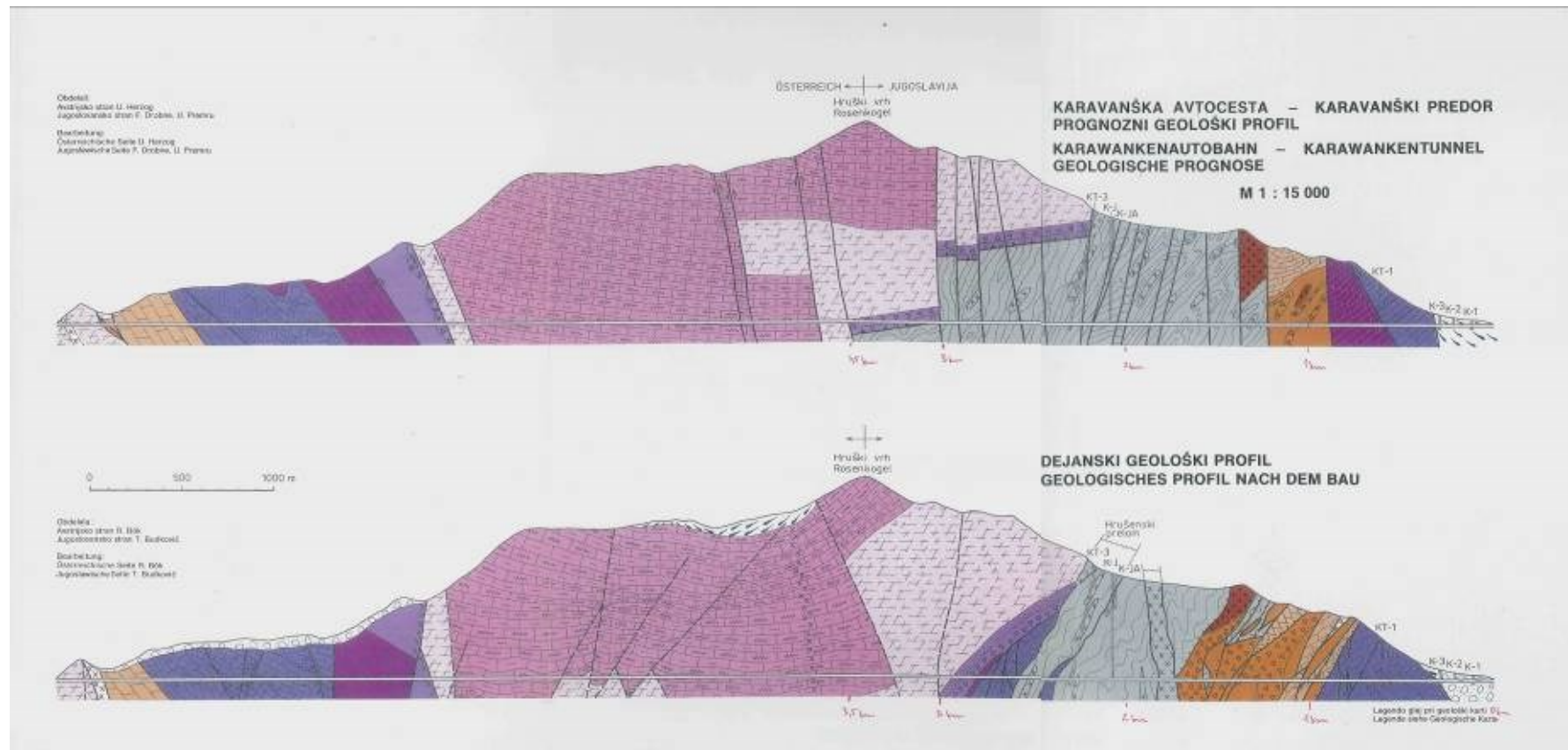


Lado Kavčič



Izkušnje pri gradnji zahodne cevi predora Karavanke

- **Pestra geološka zgradba**
- **Prisotnost metana**
- **Velike deformacije PC hribine**
- **Vdori podzemne vode**
- **Prisotnost nabreklih mineralov**



Avtor: mag. Tomaž Budkovič

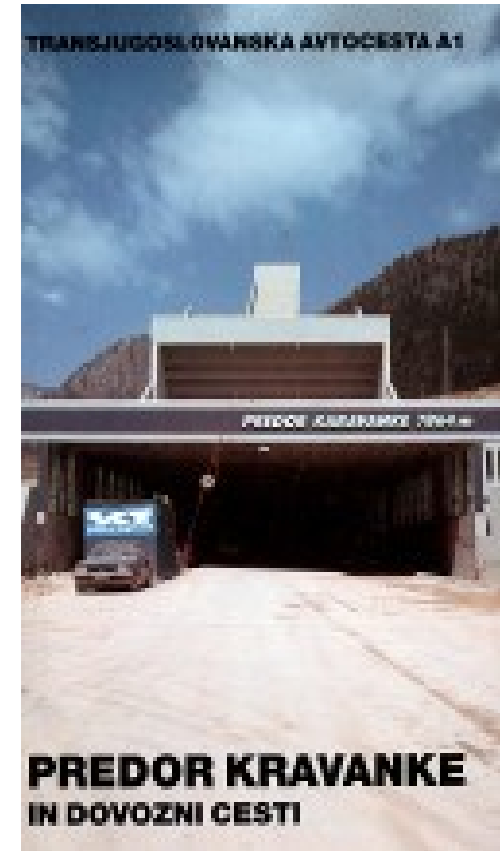
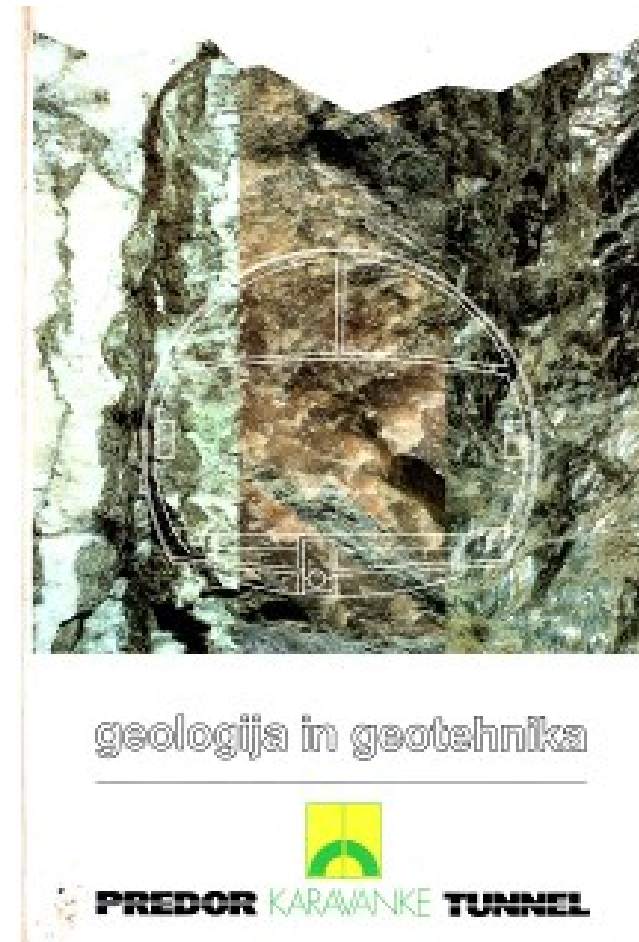
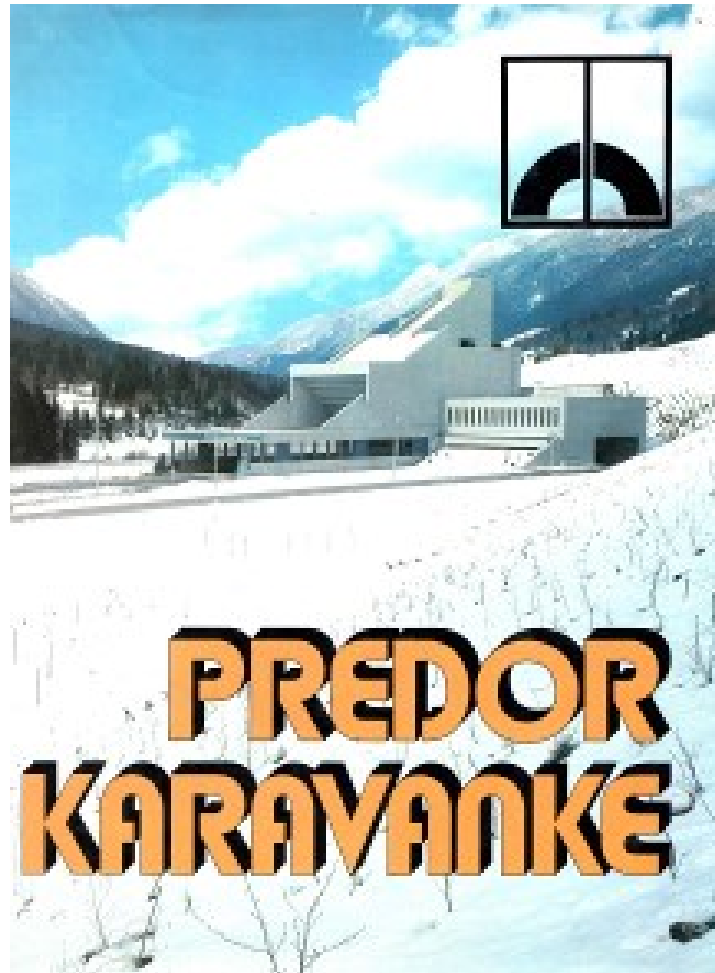
Pristop za izogib težavam, ki smo jim bil priča pri gradnji Z cevi

- **Natančen pregled obstoječe dokumentacije**
- **Podrobna analiza vzrokov in posledic za evidentirane težave**
- **Dopolnilne GGH raziskave za PZI vzhodne predorske cevi**
- **Izdelava 3D modela geološke zgradbe z tektonskimi elementi**
- **Izdelava natančnega projekta PZI**
- **Izbira ustreznega izvajalca gradnje**
- **Vzpostavitev GGH spremljave z geotehničnim nadzornikom**

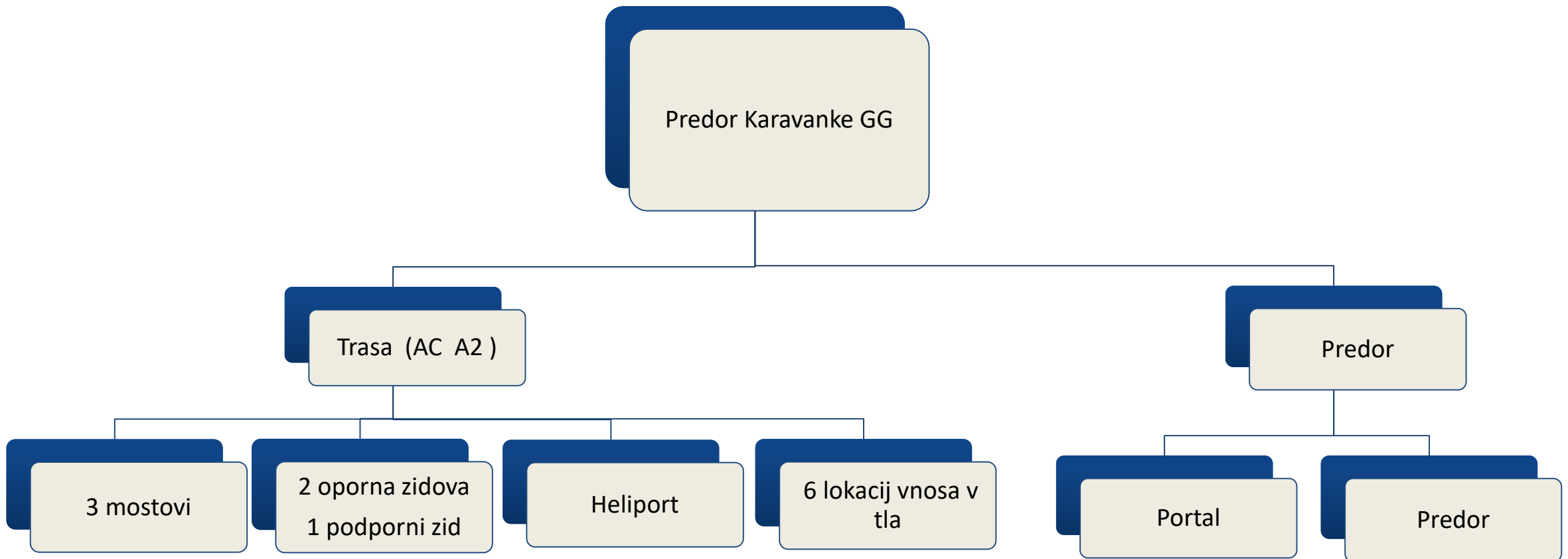
Glavni akterji omenjenih aktivnosti



Zasluge g. Borisa Mikoša



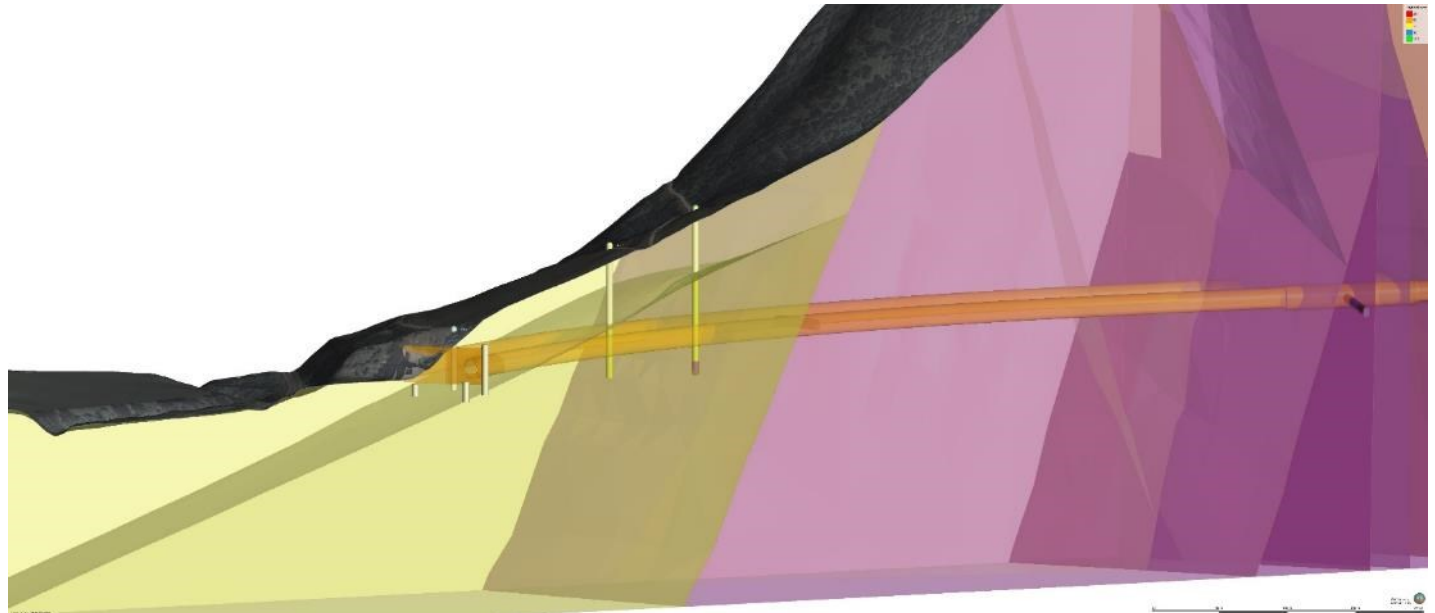
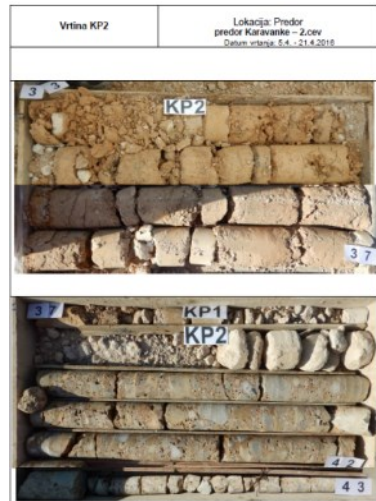
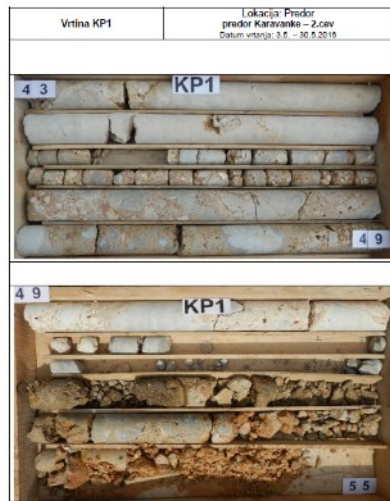
GEOLOŠKE, GEOTEHNIČNE IN HIDROGEOLOŠKE PREISKAVE VZHODNE CEVI PREDORA KARAVANKE





Vrtanje s površine

- 2 vrtini globoki 82 m in 65 m





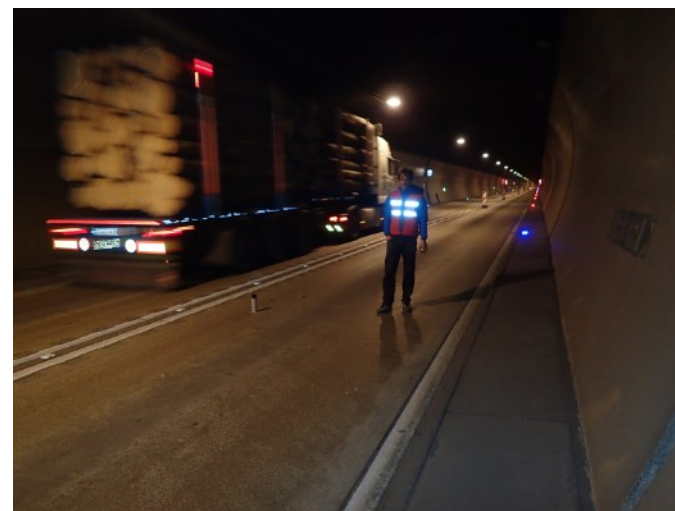
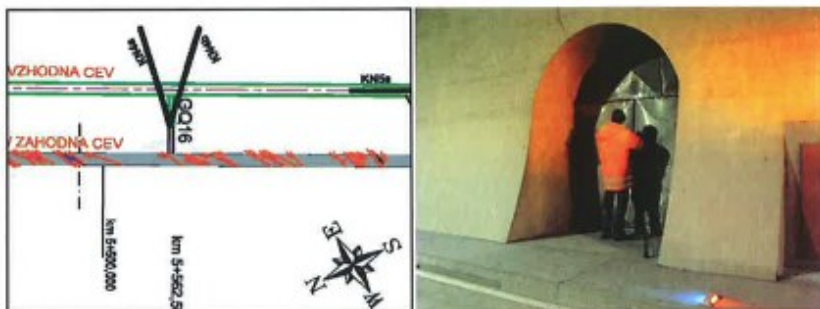
Vrtanje s površine

- Globoka vrtina 550 m



Vrtanje v prečnikih iz zahodne cevi in Cankarjevem rovu

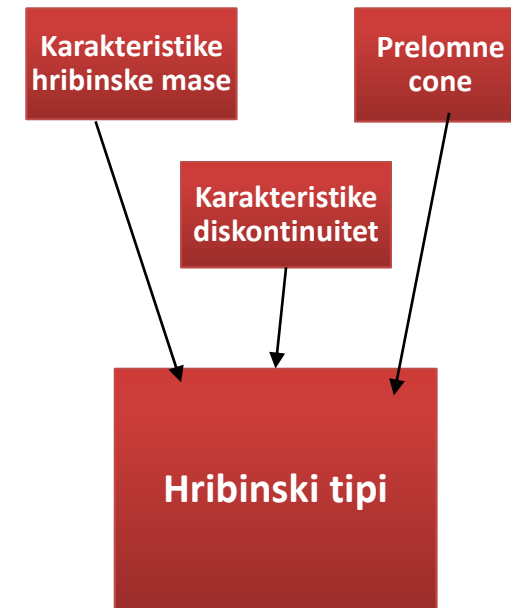
- Pod prometom → Komplicirana logistika
- Omejen prostor
- Težki pogoji



- **15 horizontalnih vrtin dolžin 23-100 m**
- **Nevarnost vdorov vode in metana**
- **Močno oslABLJena hribina, podobna zemljini**



GT	Opis	Tektonska poškodovanost
0a	Morena – peščen grušč z meljem in bloki samc karbonata	-
0b	Pobočni grušč – delno litificiran (delno sprijet v brečo)	-
1a	Dolomit in apnenec-lahko vsebuje vložke meljevca do laporovca, dolomitna breča (ukovška breča), belerofonski dolomit s sadro, trbiška breča, apnenčev peščenjak, kremenov in apneni konglomerat, z vmesnimi plastmi meljastega peščenjaka in meljevca.	Nizka
1b	Dolomit in apnenec, dolomitna breča (ukovška breča),lahko vsebuje vložke meljevca do laporovca, lapornati apneni, belerofonski dolomit s sadro, trbiška breča, apnenčev peščenjak, kremenov in apneni konglomerat, z vmesnimi plastmi meljastega peščenjaka in meljevca.	Srednja
2a	Skrilavi glinavec do meljevec, laporovec; vmes se lahko pojavljajo plasti breče, konglomerata, peščenjaka in apnenca ter dolomita	Nizka
2b	Skrilavi glinavec do meljevec, laporovec; vmes se lahko pojavljajo plasti breče, konglomerata, peščenjaka in apnenca ter dolomita	Srednja
3a	Tektonsko poškodovana hribina v kateri je še vidna notranja struktura; močno razpokani in pretrti apneni, dolomiti, peščenjaki in breče, vmes so lahko vgnetenene plasti glinavca in meljevca; zunanji del prelomne cone.	Srednja do visoka
3b	Tektonsko močno poškodovana hribina v kateri je še vidna notranja struktura; močno nagubani in oskriljeni meljevci in glinavci, vmes se lahko pojavljajo vključki apnenca, dolomita, peščenjaka in breče; zunanji del prelomne cone.	Srednja do visoka
4a	Tektonsko močno poškodovana hribina, pogosto brez notranje strukture; močno zdrobljene karbonatne in klastične kamnine, lahko so vgnetenene, v obliki večjih kosov, v plastično deformirano okolico, lahko nosi večje količine vode:notranji del prelomne cone.	Visoka
4b	Tektonsko močno poškodovana hribina, pogosto brez notranje strukture, večinoma plastično deformirana v obliki pregnetenega in v glino razpadlega meljevca in glinavca:notranji del prelomne cone.	Visoka



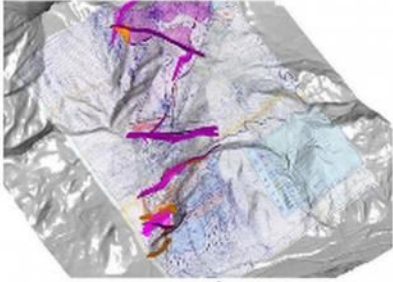
15. SLOVENSKI KONGRES O PROMETU IN PROMETNI INFRASTRUKTURI

GT	Opis	Stopnja tektonске poškodovanosti	Vhodni parametri za izračun po HB kriteriju				Določitev trdnostno-deformacijskih parametrov s pomočjo HB kriterija (E določen preko MR)				Določitev trdnostno-deformacijskih parametrov s pomočjo HB kriterija (E določen iz analize laboratorijskih in presimetričnih meritev)				Enoosna tlačna trdnost določena v laboratoriju		Moduli elastičnosti določeni v laboratoriju				Moduli elastičnosti določeni s pomočjo UZ (lab.)	Deformacijski moduli določeni s presimetričnimi meritvami				Moduli elastičnosti določeni iz DH meritev	Poissonov koeficient določen iz DH meritev	Trdnostno-deformacijski parametri določeni s triosno preiskavo					
			σ_{li}	GSI	m_i	γ	MR	E_i	E_{res}	ϕ	c	E_{t1lab}	E_{t2lab}	ϕ	c	σ_{c}	σ_{t1lab}	E_{t1lab}	E_{t2lab}	D_{t1lab}		D_{t2lab}	E_{t1UZ}	E_{t2UZ}	E_{t1UZ}			E_{t2UZ}	E_{t1DH}	ν	ϕ'	c'	E
			(MPa)	(-)	(-)	(kN/m ³)	-	[GPa]	[GPa]	(°)	MPa	[GPa]	[GPa]	(°)	MPa	(MPa)	(MPa)	[GPa]	[GPa]	[GPa]		[GPa]	[GPa]	[GPa]	[GPa]			[GPa]	[GPa]	[GPa]	[GPa]	(°)	[MPa]
1a	Dolomit in apnenec-lahko vsebuje vložke meljevca do laporovca, dolomitna breča (ukovška breča), beferofonski dolomit s sadro, lapornati apnenec, trbiška breča, apnenčev peščenjak, kremenov in apneni konglomerat, z vmesnimi plastmi meljastega peščenjaka in meljevca.	Nizka	63	65 (60-70)	9	27	700	44,1	27,9	Se izračunajo po HB kriteriju glede na izbrano nadkritje s pomočjo vrednosti podanih v tej preglednici	56,0	35,4	Se izračunajo po HB kriteriju glede na izbrano nadkritje s pomočjo vrednosti podanih v tej preglednici	62,9	111,1	56,2	62,5	48,5	60,1	34,9 (18,6-57,6) $p_{\text{vuk}}=12$ MPa	43,2 (25,2-59,2) $p_{\text{vuk}}=12$ MPa	23,7 (10,4-48,2) $p_{\text{vuk}}=20$ MPa	24,2 (17,1-28,7) $p_{\text{vuk}}=20$ MPa	59,8	0,29	42,3 (20-60)	17,4 (2-58)	-					
1b	Dolomit in apnenec-lahko vsebuje vložke meljevca do laporovca, dolomitna breča (ukovška breča), beferofonski dolomit s sadro, lapornati apnenec, trbiška breča, apnenčev peščenjak, kremenov in apneni konglomerat, z vmesnimi plastmi meljastega peščenjaka in meljevca.	Srednja	63	45 (40-50)	9	27	700	44,1	9,9		56,0	12,5		33,0	57,0	22,4	29,6	20,0	31,0	6,6 (2,8-14,0) $p_{\text{vuk}}=11$ MPa	29,5 (10,2-59,7) $p_{\text{vuk}}=11$ MPa	11,4 (2,5-34,6) $p_{\text{vuk}}=18$ MPa	27,3 (5,5-71,6) $p_{\text{vuk}}=18$ MPa	41,3	0,27	32,4 (4-47)	25,1 (6-46)	-					
2a	Skrilavi glinavec do meljevec, laporovec (vmes se lahko pojavljajo tudi plasti breče, konglomerata, peščenjaka, apnenca in dolomita)	Nizka	45	45 (35-50)	7	27	375	16,9	3,8		25,0	5,6		44,5	53,0	-	-	-	13,7	3,6 (2,3-4,7) $p_{\text{vuk}}=10$ MPa	6,7 (3,8-10,4) $p_{\text{vuk}}=10$ MPa	5,0 (3,4-8,5) $p_{\text{vuk}}=18$ MPa	7,6 (5,5-12,1) $p_{\text{vuk}}=18$ MPa	52,3	0,29	50,2	6,7	-					
2b	Skrilavi glinavec do meljevec, laporovec (vmes se lahko pojavljajo plasti breče, konglomerata, peščenjaka, apnenca in breče)	Srednja	45	30 (25-35)	7	26	375	16,9	1,4		25,0	2,0		25,7	34,0	-	-	-	-	2,2 (1,1-3,8) $p_{\text{vuk}}=8$ MPa	11,2 (2,7-26,0) $p_{\text{vuk}}=8$ MPa	3,0 (0,4-7,4) $p_{\text{vuk}}=16$ MPa	8,0 (2,8-18,0) $p_{\text{vuk}}=16$ MPa	40,2	0,31	-	-	-					
3a	Tektonsko poškodovana hribina v kateri je še vidna notranja struktura; močno razpokani in pretrti apneni, dolomiti, peščenjaki in breče, vmes so lahko vgnete plasti glinavca in meljevca; zunanji del prelomne cone.	Srednja do visoka	63	28 (25-30)	9	26	700	44,1	3,2		56,0	4,0		14,0	26,0	6,1	9,1	4,7	8,3	1,8 (0,4-4,5) $p_{\text{vuk}}=8$ MPa	9,6 (11,1-27,2) $p_{\text{vuk}}=8$ MPa	2,7 (0,7-7,4) $p_{\text{vuk}}=16$ MPa	7,0 (1,7-18,9) $p_{\text{vuk}}=16$ MPa	30,4	0,30	-	-	-					
3b	Tektonsko močno poškodovana hribina v kateri je še vidna notranja struktura; močno nagubani in oskrbljeni meljevci in glinavci, vmes se lahko pojavljajo vključki apnenca, dolomita, peščenjaka in breče; zunanji del prelomne cone.	Srednja do visoka	45	23 (20-25)	7	26	375	16,9	0,9		25,0	1,3		11,8	19,0	-	-	-	-	1,1 (0,7-1,9) $p_{\text{vuk}}=7$ MPa	2,4 (1,4-3,4) $p_{\text{vuk}}=7$ MPa	1,3 (0,3-2,8) $p_{\text{vuk}}=14$ MPa	3,5 (2,1-6,4) $p_{\text{vuk}}=14$ MPa	25,5	0,28	19,5-22,7 (od 4 do 12 MPa)	0,081-0,145 Mpa (od 4 do 12 MPa)	2,4-4,0 pri 2 MPa 4,9-6,7 pri 5 MPa 7,6 pri 12 MPa					
4a	Tektonsko močno poškodovana hribina, pogosto brez notranje strukture; močno zdrobljene karbonatne in klastične kamnine, lahko so vgnete, v obliki večjih kosov, v plastično deformirano okolico, lahko nosi večje količine vode; notranja prelomna zona	Visoka	63	18 (15-25)	9	26	700	44,1	1,8		56,0	2,3		2,5	5,0	-	-	-	-	0,58 (0,23-1,02) $p_{\text{vuk}}=7$ MPa	1,85 (0,41-4,73) $p_{\text{vuk}}=7$ MPa	1,6 (0,23-4,72) $p_{\text{vuk}}=13$ MPa	3,33 (0,47-5,42) $p_{\text{vuk}}=13$ MPa	12,9	0,33	-	-	-					
4b	Tektonsko močno poškodovana hribina, pogosto brez notranje strukture; večinoma plastično deformirana v obliki prignete in v delno glibo razpadlega meljevca in glinavca, vmes se lahko pojavljajo vključki trše, manj deformirane kamnine; notranja prelomna zona	Visoka	45	13 (10-20)	7	24	375	16,9	0,57		25,0	0,84		3,1	6,0	-	-	-	-	0,44 (0,3-0,62) $p_{\text{vuk}}=6$ MPa	1,24 (0,73-2,1) $p_{\text{vuk}}=6$ MPa	0,51 (0,31-0,66) $p_{\text{vuk}}=10$ MPa	3,78 (1,31-8,48) $p_{\text{vuk}}=10$ MPa	9,7	0,33	12,5-13,3 (od 4 do 8 MPa)	0,116-0,184 Mpa (od 4 do 8 MPa)	1,6 pri 2 MPa 1,6 pri 5 MPa 2,4 pri 8 MPa					

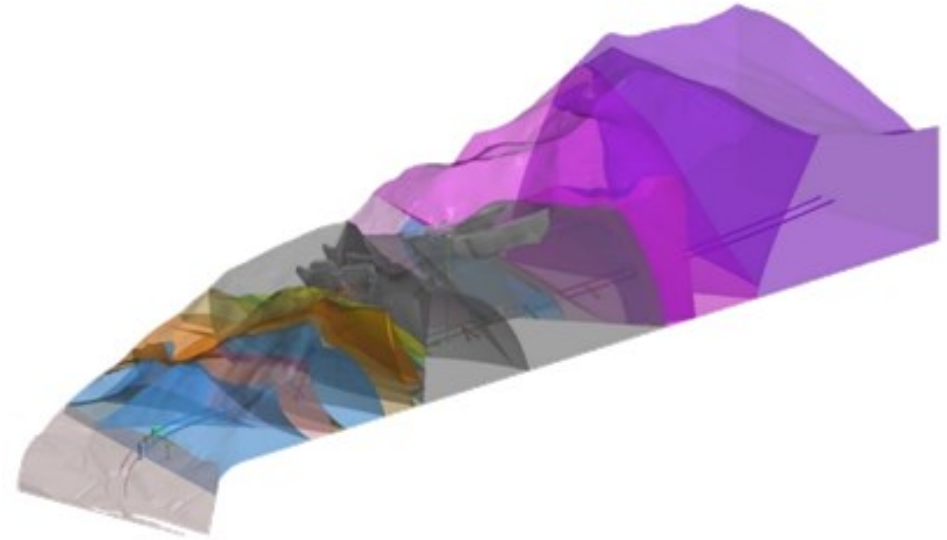
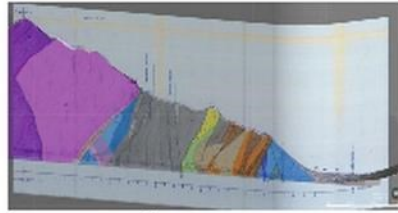
Orthophoto images



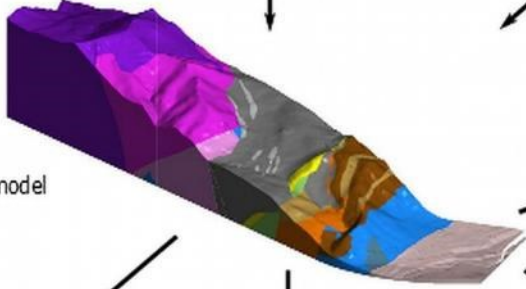
Digitalization of maps, drawings



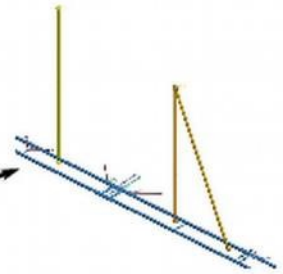
Digitalization of cross sections



3D geological model



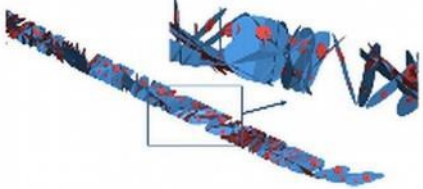
Investigation planning



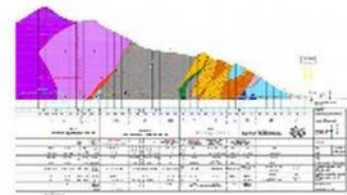
Combined geological model

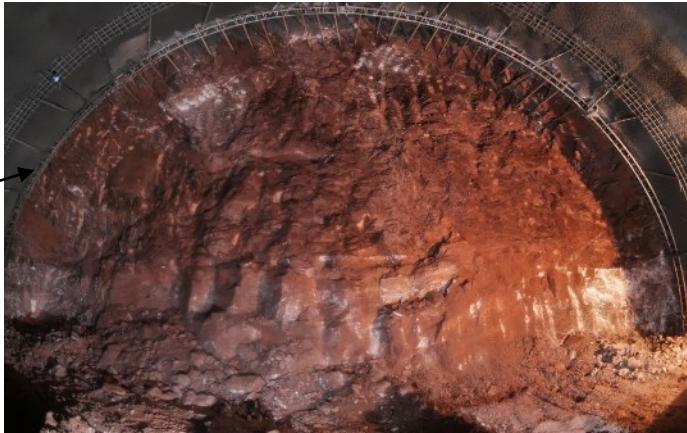
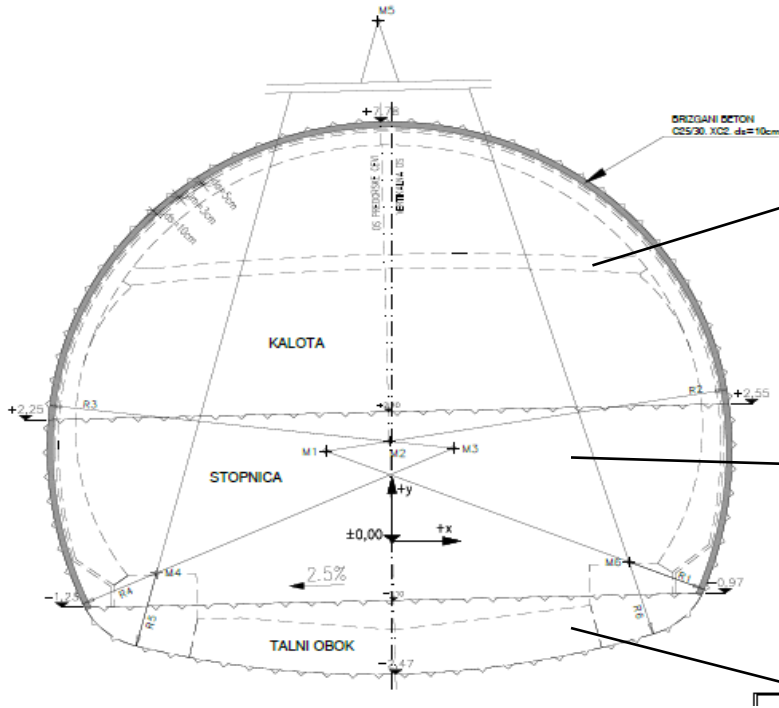


Extrapolation of geological structures

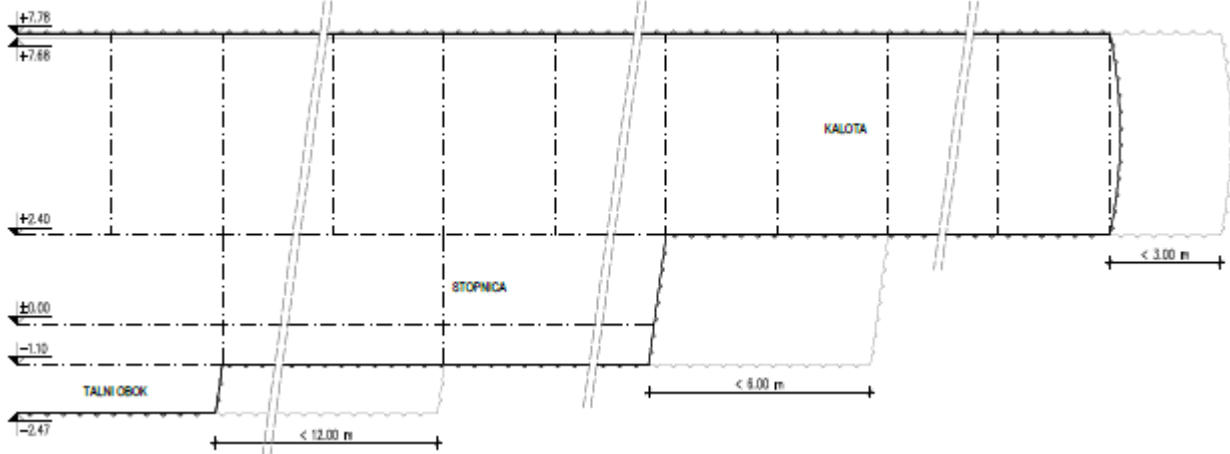


Rock mass characterization



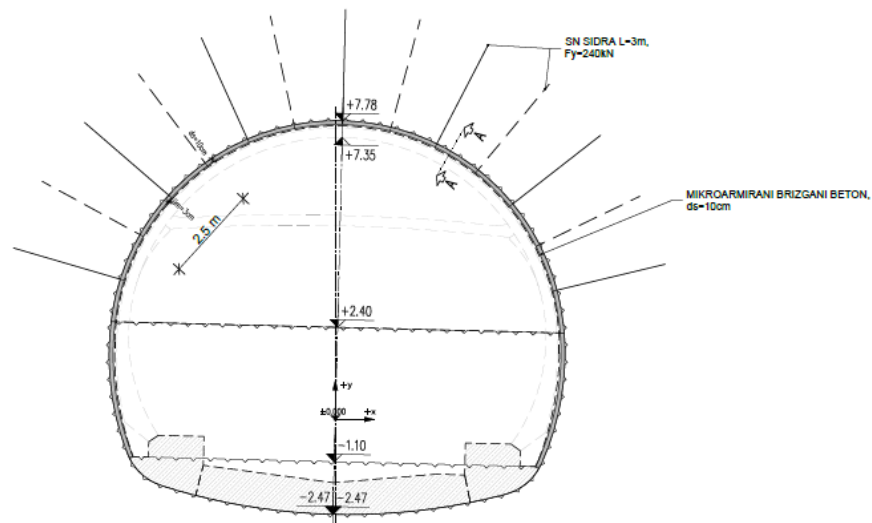


VZDOLŽNI PREREZ - shema izkopa

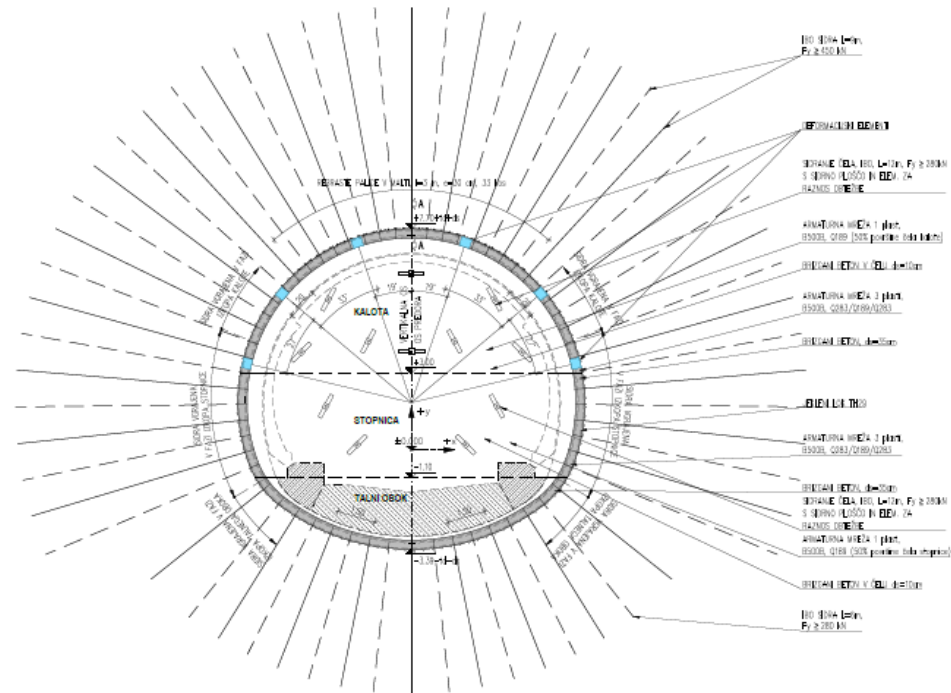


PODPORNI TIP V BT2

KALOTA: 2P-R-K-3/0,91
 STOPNICA: 2P-R-S-2/0,68
 TALNI OBOK: 2P-R-TO-4/4



PODPORNI TIP V BT8
 KALOTA: 2P-H-K-7/20,89
 STOPNICA: 2P-H-S-6/13,74
 TALNI OBOK: 2P-H-TO-6/4-BB-35
 M 1:50



BT2				2P - R - K				3/0,91			
Deformacijska toleranca [cm]: 3				Nadprofil - up [cm]: 35,0				Linija 1a [m]: 17,21			
Izkopna površina [m ²]: 48,72				OPIS PODPORNEGA UKREPA				Izkopni korak [m] do: 3,00			
Mesto vgradnje	Čas vgradnje	Podporni ukrep na 1m ² predora	Tip	Delež	Količina	Enota	Enota	Količina	Faktor	Delno št.	
R	Glej tehnično poročilo načrta 3.2	Brizgani beton	Kalota in stopnica		17,210	m ²	m ³	1,721	20,0	34,42	
R	največ en/dva koraka(a) za izkopnim čelom	Sidro	Sidro v malti		2,167	kos	m	6,500	1,1	7,15	
Vsota										41,57	
Računska površina [m ²]										45,62	
Podporno število										0,91	

BT2				2P - R - S				2/0,68			
Deformacijska toleranca [cm]: 3 - 0				Nadprofil - up [cm]: 35,0				Linija 1a [m]: 7,17			
Izkopna površina [m ²]: 40,51				OPIS PODPORNEGA UKREPA				Izkopni korak [m] do: 6,00			
Mesto vgradnje	Čas vgradnje	Podporni ukrep na 1m ² predora	Tip	Delež	Količina	Enota	Enota	Količina	Faktor	Delno št.	
S	Glej tehnično poročilo načrta 3.2	Brizgani beton	Kalota in stopnica		7,170	m ²	m ³	0,717	20,0	14,34	
Vsota										14,34	
Računska površina [m ²]										21,08	
Podporno število										0,68	

BT2				2P - R - TO				4/4			
Deformacijska toleranca [cm]: 0				Nadprofil - up [cm]: 35,0				Linija 1a [m]: 0,00			
Izkopna površina [m ²]: 11,24				OPIS PODPORNEGA UKREPA				Izkopni korak [m] do: 12,00			
Mesto vgradnje	Čas vgradnje	Podporni ukrep na 1m ² predora	Tip	Delež	Količina	Enota	Enota	Količina	Faktor	Delno št.	
I	po izkopu talnega oboka	Beton	Beton v temelju		4,170	m ³	m ³	4,170			
I	po izkopu talnega oboka	Beton	Beton v talnem oboku		6,130	m ³	m ³	6,130			
Vsota										0,00	
Računska površina [m ²]										0,00	
Podporno število										4	

BT8 - GC				KALOTA				K-7/20,89			
Deformacijska toleranca [cm]: 60				Nadprofil - up [cm]: 30cm				Talni obok največ [m]: 70			
Izkopna površina [m ²]: 57,07				OPIS PODPORNEGA UKREPA				Izkopni korak [m] do: 1,00			
Mesto vgradnje	Čas vgradnje	Podporni ukrep (na 1m ² predora)	Tip	Delež	Količina	Enota	Enota	Količina	Faktor	Delno št.	
R	največ 2 koraka za izkopnim čelom	Sidra	Samourtano injektirano sidro		12,50	kos	m	112,50	1,7	191,25	
F	pred izkopom naslednjega koraka	Sidra v šelu	Samourtano injektirano sidro		1,33	kos	kos	14,67	8,0	117,36	
F	pred izkopom naslednjega koraka	Sidra v šelu	Sidra plošča brez prednapenjanja		8,00	kos	kos	8,00	1,7	13,00	
R	pred izkopom naslednjega koraka	Sulice	Rebraste palice v malti		33,00	kos	m	99,00	0,9	86,10	
R	takoj po izkopu	Jeklena mreža	Zunanja stran z lokom		0,080	t	m ²	17,95	1,0	17,95	
R	takoj po izkopu	Jeklena mreža	Notranja stran z lokom		0,080	t	m ²	17,95	1,5	26,93	
R	takoj po izkopu	Jeklena mreža	Notranja stran z lokom		0,064	t	m ²	17,95	1,5	26,93	
F	takoj po izkopu	Jeklena mreža	Čelo		0,068	t	m ²	28,54	2,0	57,08	
R	takoj po izkopu	Jekleni podporni lokovi	Jekleni lok		0,521	t	m	17,95	2,0	35,90	
R	takoj po izkopu	Brizgani beton	Kalota		17,95	m ³	m ³	6,28	20,0	125,60	
F	takoj po izkopu	Brizgani beton	Čelo		67,07	m ³	m ³	5,71	14,0	79,94	
R	takoj po izkopu	Brizgani beton	Zapolnitev klina in več izkopa		1,11	m ³	m ³	1,11	14,0	15,54	
R	takoj po izkopu	Deformacijske rege	Deformacijski elementi		6,00	kos	m	6,00	5,0	30,00	
Vsota										827,17	
Računska površina [m ²]										39,59	
Podporno število										20,89	

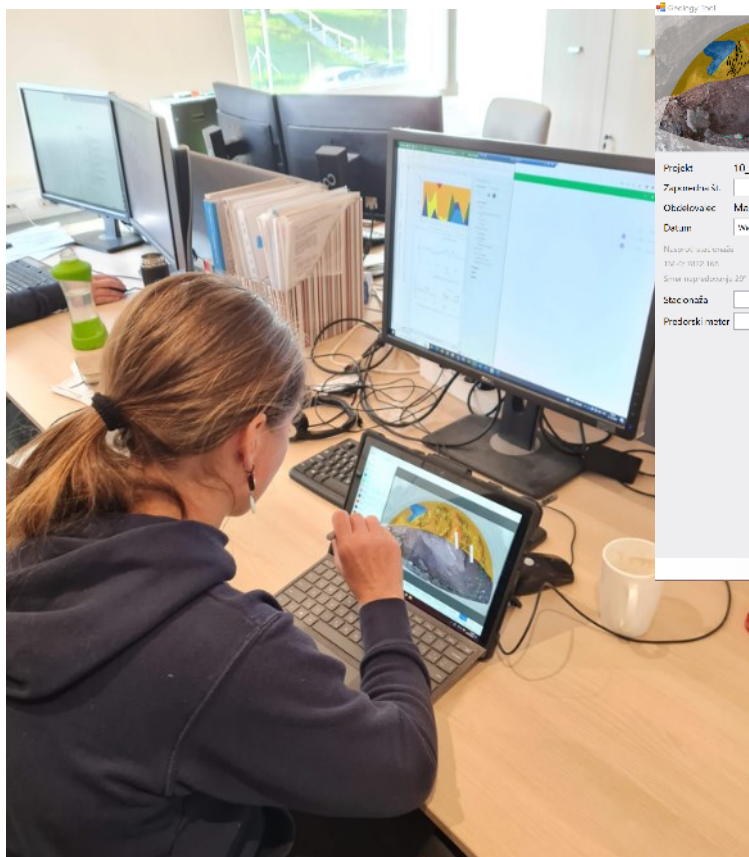
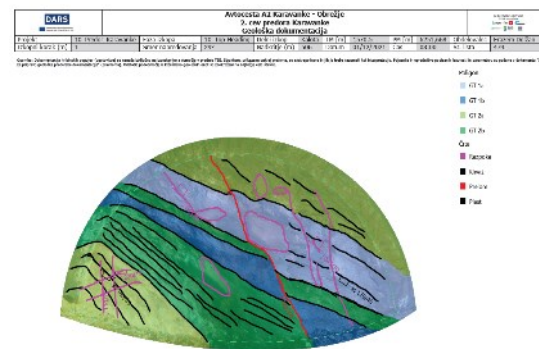
Geološka spremljava med gradnjo

- Popisi čel in predvrtavanje



Geološka spremljava med gradnjo – digitalni pristop

- Digitalni geološki popis – aplikacija Dibat GeoTool



Solseno (namre, zemljina, barva, zosebnost, zakraslost)

V slovenski šteti klobče se v predelu zaradi dveh poravnanih Gledinskih klobčev (G1 in G2) pojavita dve različni kamnini (po m. pr. line. zaporedni). Prva klobča se pojavlja v obliki svetlo rjave (G1) in svetlo rjave (G2) klobče, ki se na dnu obliki slične kamnini (G1) pojavljata v obliki svetlo rjave (G1) in svetlo rjave (G2) klobče. V slovenski šteti klobče se v predelu zaradi dveh poravnanih Gledinskih klobčev (G1 in G2) pojavita dve različni kamnini (po m. pr. line. zaporedni). Prva klobča se pojavlja v obliki svetlo rjave (G1) in svetlo rjave (G2) klobče, ki se na dnu obliki slične kamnini (G1) pojavljata v obliki svetlo rjave (G1) in svetlo rjave (G2) klobče.

Solsen hidrogeološki opis

Hišna v zbirki, ki suha, celotno vodo niso ali pa se obliki.

Solsen geotehnični opis

Hišna v zbirki, ki suha, celotno vodo niso ali pa se obliki. Po m. pr. line. zaporedni. Prva klobča se pojavlja v obliki svetlo rjave (G1) in svetlo rjave (G2) klobče, ki se na dnu obliki slične kamnini (G1) pojavljata v obliki svetlo rjave (G1) in svetlo rjave (G2) klobče.

Osare priprave (npr. minerali, lahkeje, mlatena, id.)

Osare priprave (npr. minerali, lahkeje, mlatena, id.)

Skupni podatki vode (A)

Skupni podatki vode (A)

Detalji hidrološke vode

Detalji hidrološke vode

Podatki o vodni

Podatki o vodni

Fedzračilje: ZP R K 61730

DARS Avtocesta A2 Karavanki - Obročje 2. nivo predelava Karavanki Geološka dokumentacija

Projekat	10_Predelava_Karavanki	Faza študija	10_Top_Hisajanje	Delni izpis	Klobča	TM [m]	1270,5	PM [m]	6251,668	Češobovalec	Erjavec Dobčan
Skupni korak [m]	1	Smerni razpisovalnik	ZP	Redni korak [m]	306	Datum	04/12/2021	Čas	188:00	St. lista	170

Splošno

Informacije o izpisu

Izpisni korak [m]	1	Naslov izpis [m]	306	Delni izpis	Klobča
Geotih. obratovanje (B1)	3(2)				

Splošni opis klobčev

Solseno (kamnina, zemljina, barva, zosebnost, zakraslost)

V slovenski šteti klobče se v predelu zaradi dveh poravnanih Gledinskih klobčev (G1 in G2) pojavita dve različni kamnini (po m. pr. line. zaporedni). Prva klobča se pojavlja v obliki svetlo rjave (G1) in svetlo rjave (G2) klobče, ki se na dnu obliki slične kamnini (G1) pojavljata v obliki svetlo rjave (G1) in svetlo rjave (G2) klobče.

Solsen hidrogeološki opis

Hišna v zbirki, ki suha, celotno vodo niso ali pa se obliki.

Solsen geotehnični opis

Hišna v zbirki, ki suha, celotno vodo niso ali pa se obliki. Po m. pr. line. zaporedni. Prva klobča se pojavlja v obliki svetlo rjave (G1) in svetlo rjave (G2) klobče, ki se na dnu obliki slične kamnini (G1) pojavljata v obliki svetlo rjave (G1) in svetlo rjave (G2) klobče.

Osare priprave (npr. minerali, lahkeje, mlatena, id.)

Osare priprave (npr. minerali, lahkeje, mlatena, id.)

Skupni podatki vode (A)

Skupni podatki vode (A)

Podatki o vodni

Podatki o vodni

Obročje

TM [m]	1270,5	PM [m]	6251,668	Češobovalec	Erjavec Dobčan
Datum	04/12/2021	Čas	188:00	St. lista	170

OSI (vrstnost)

OSI (vrstnost)	45-55
----------------	-------

OSI (vrstnost)

OSI (vrstnost)	45-55
----------------	-------

OSI (vrstnost)

OSI (vrstnost)	45-55
----------------	-------

OSI (vrstnost)

OSI (vrstnost)	45-55
----------------	-------

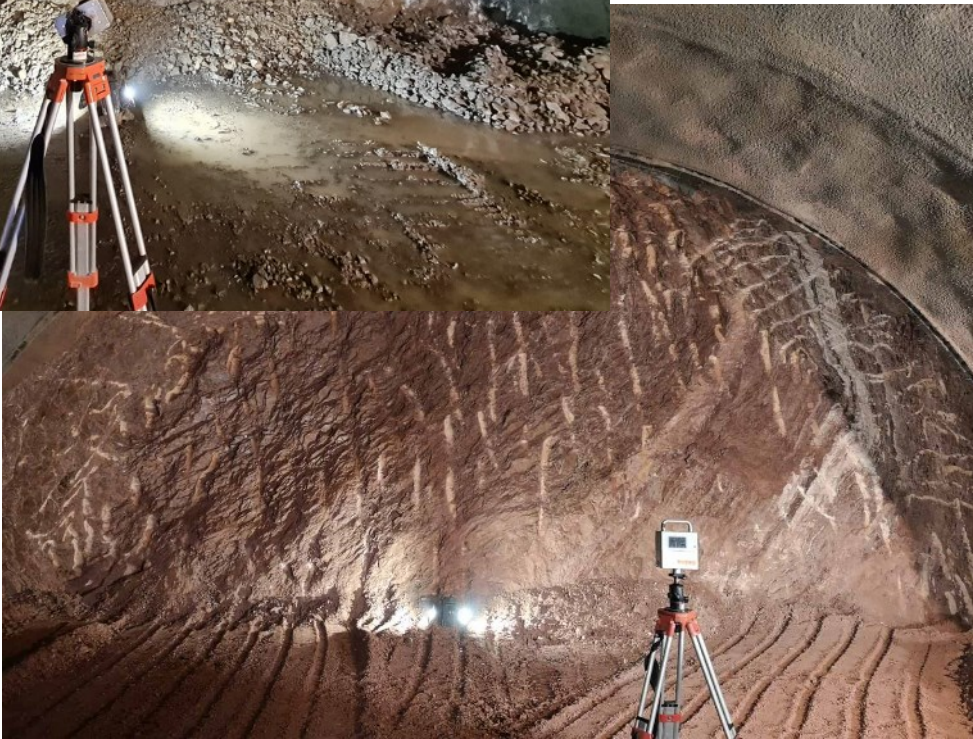
DARS Avtocesta A2 Karavanki - Obročje 2. nivo predelava Karavanki Geološka dokumentacija

Redni št.	Skupni korak [m]	Smerni razpisovalnik	Faza študija	10_Top_Hisajanje	Delni izpis	Klobča	TM [m]	PM [m]	Češobovalec	Datum	Čas	St. lista
1	1461,92645	ZP	10_Top_Hisajanje	Delni izpis	Klobča	1270,5	6251,668	Erjavec Dobčan	04/12/2021	188:00	170	
2	1461,92645	ZP	10_Top_Hisajanje	Delni izpis	Klobča	1270,5	6251,668	Erjavec Dobčan	04/12/2021	188:00	170	
3	1207,9	ZP	10_Top_Hisajanje	Delni izpis	Klobča	1270,5	6251,668	Erjavec Dobčan	04/12/2021	188:00	170	
4	1167,9	ZP	10_Top_Hisajanje	Delni izpis	Klobča	1270,5	6251,668	Erjavec Dobčan	04/12/2021	188:00	170	
5	2201,5	ZP	10_Top_Hisajanje	Delni izpis	Klobča	1270,5	6251,668	Erjavec Dobčan	04/12/2021	188:00	170	
6	2201,5	ZP	10_Top_Hisajanje	Delni izpis	Klobča	1270,5	6251,668	Erjavec Dobčan	04/12/2021	188:00	170	
7	1167,9	ZP	10_Top_Hisajanje	Delni izpis	Klobča	1270,5	6251,668	Erjavec Dobčan	04/12/2021	188:00	170	

Geološka spremljava med gradnjo – digitalni pristop

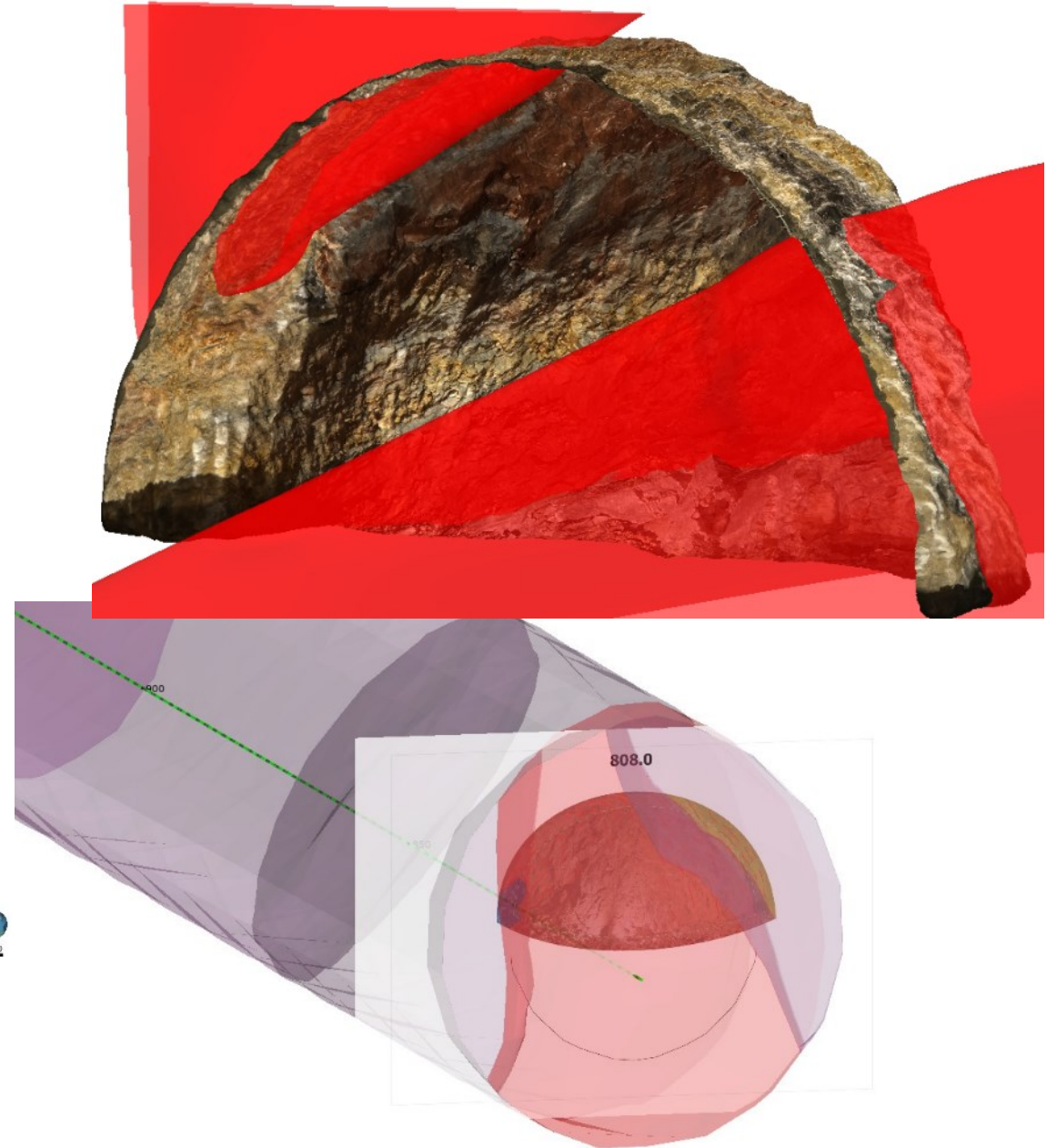
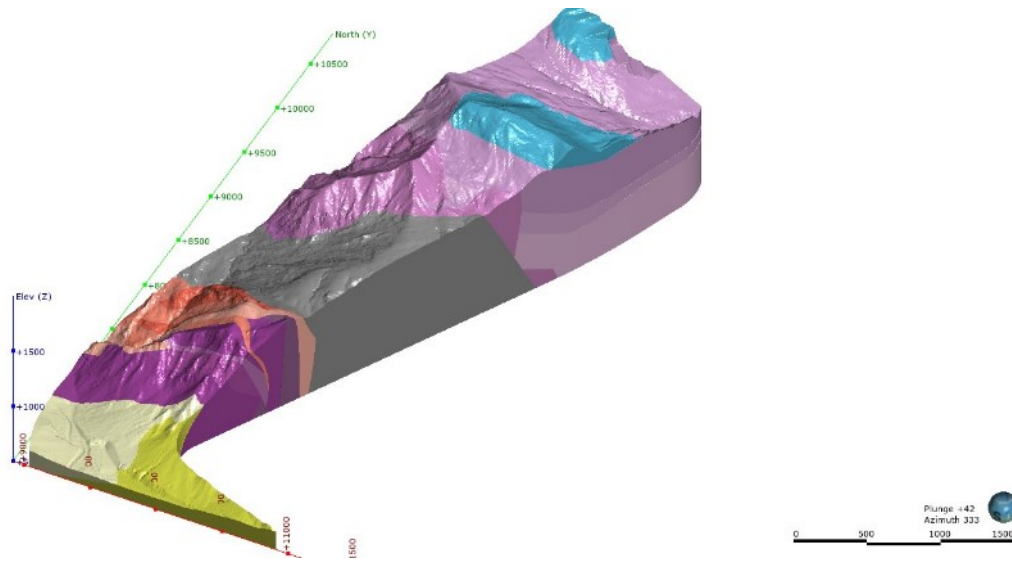


Fotogrametrični zajem in
izdelava 3D modela
izkopnega čela



Geološka spremljawa med gradnjo

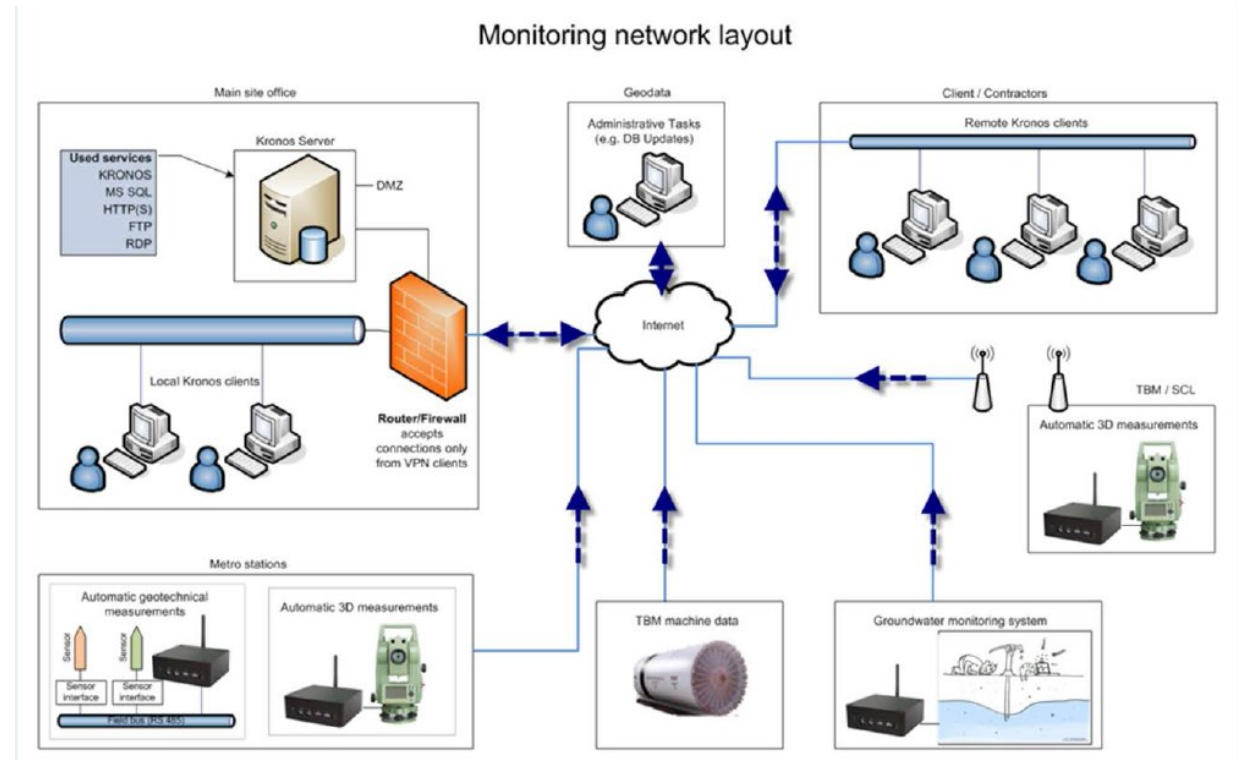
- Vključitev digitalnih podatkov v 3D geološki model



Geotehnična spremljava

- Avtomatski zajem podatkov za večino merskih naprav
- Prenos rezultatov meritev preko interneta na strežnik
- Shranjevanje podatkov v centralni bazi podatkov
- Pregled in (avtomatsko) generiranje poročil izpisov
- Opozarjanje/alarmiranje

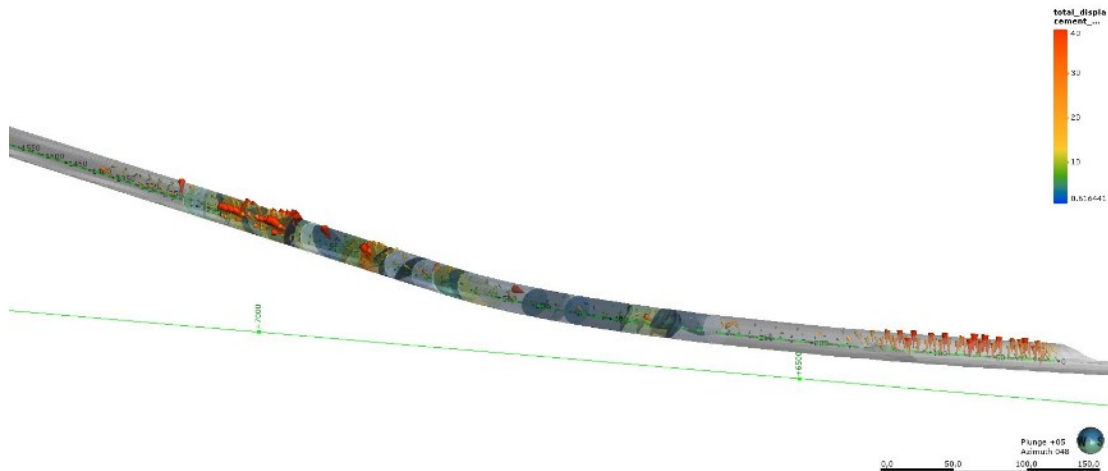
Program Kronos (Geodata)



Digitaliziran pristop - prednosti

Geološka spremljava:

- Shranjevanje vseh podatkov v enotni bazi
- Hitrejši in lažji dostop in obdelava podatkov
- Manj možnosti napak pri vnosu v bazo
- Boljša in hitrejša vizualizacija geoloških struktur
- Boljša prognoza
- Izdelava 3D geološkega modela za končno interpretacijo in pregled razmer

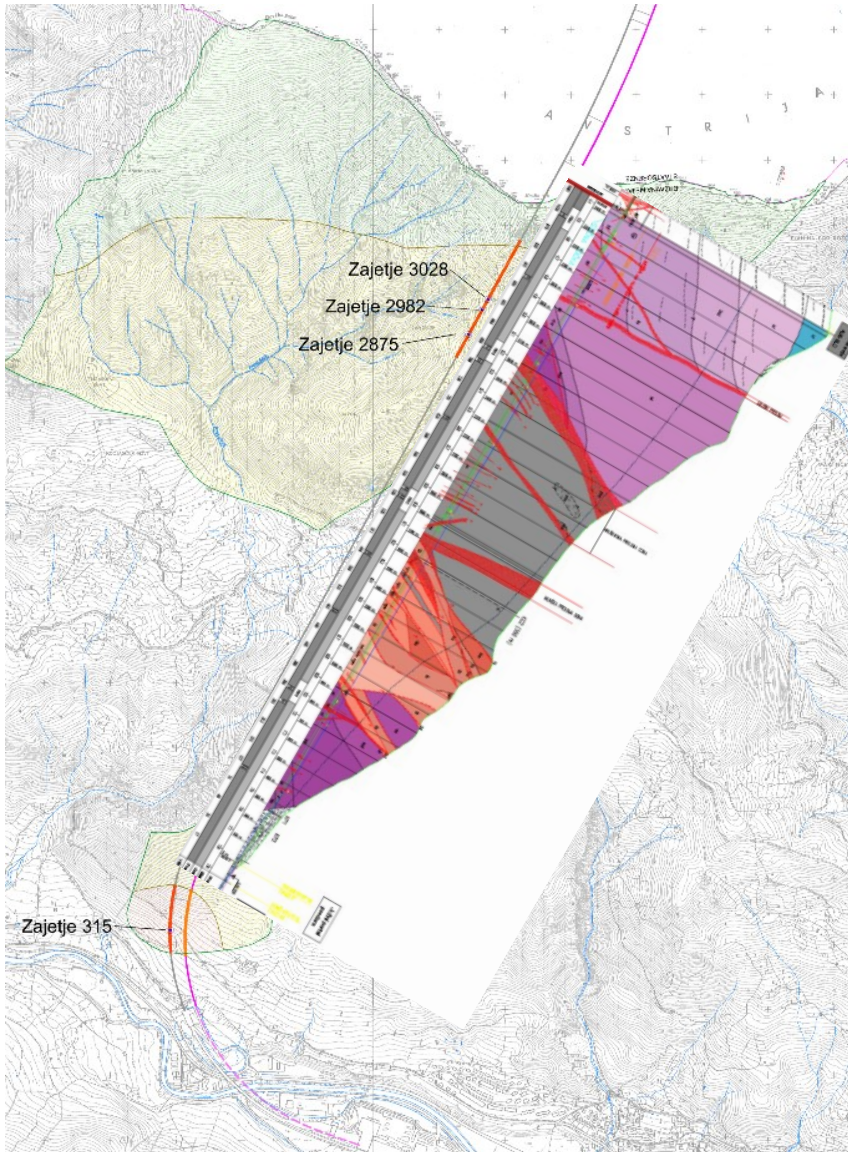


Geotehnične meritve:

- Dostop do podatkov preko interneta v realnem času
- Enostavnejše procesiranje podatkov
- Poenoteno shranjevanje in interpretacija podatkov
- Avtomatiziran zajem – manj možnosti napak
- Manj časa v predoru in manj zastojev del zaradi izvedbe meritev
- Možnost avtomatskih alarmov v primeru povečane aktivnosti na senzorjih (večjih deformacij)



Hidrogeologija predora Karavanke



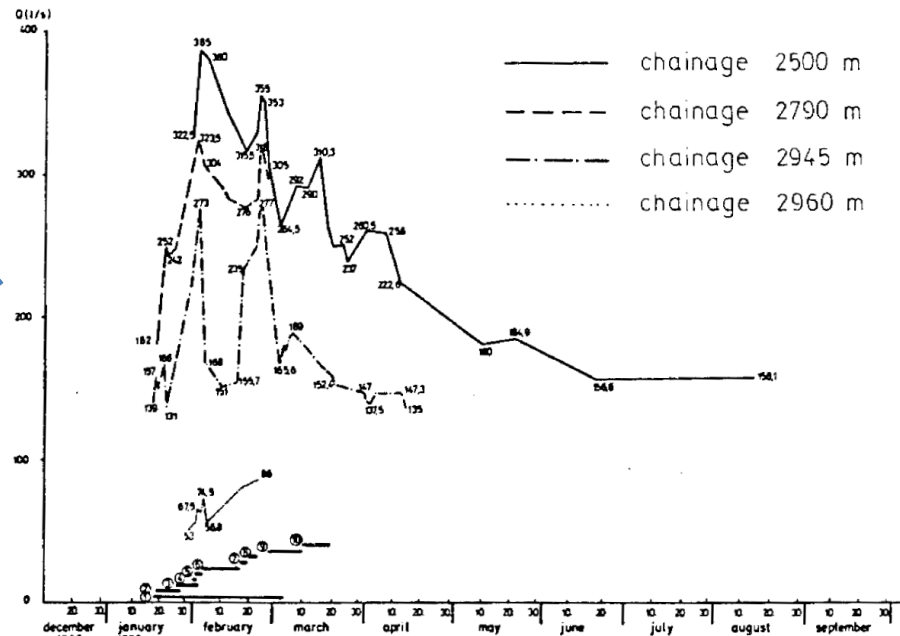
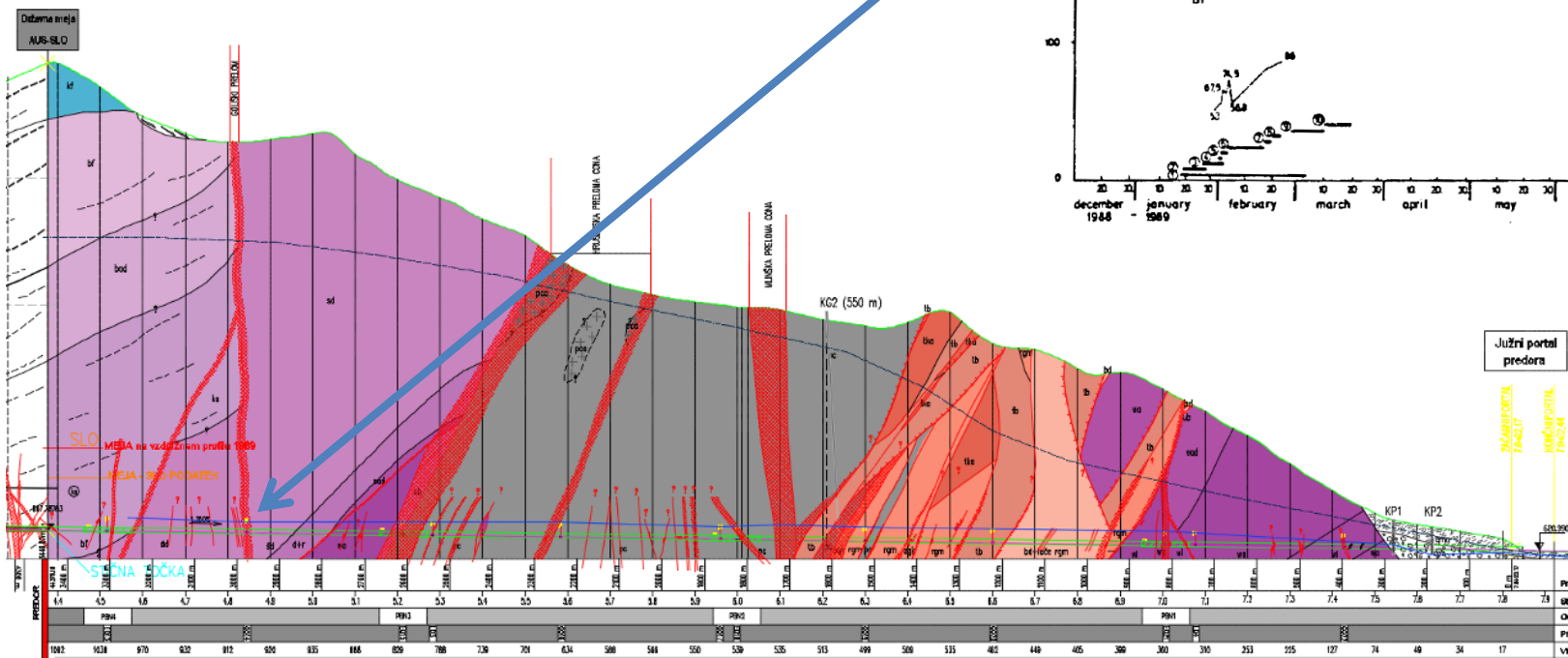
Hidrogeološke raziskave za vzhodno cev:

- Horizontalni piezometri
- Tlačni preizkusi
- Izlivni testi
- Kemijske analize
- Monitoring pred gradnjo

Hidrogeologija predora Karavanke

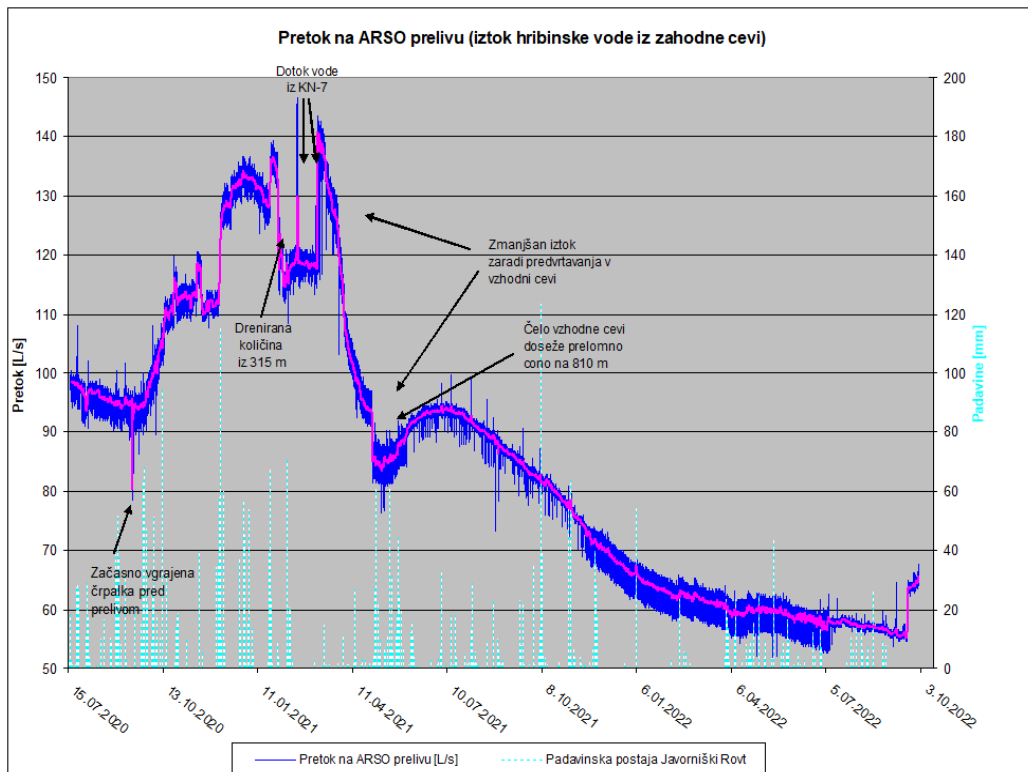
Vdor vode ob Goliškem prelomu (Z cev)

- Preko 1 m³/s, tlaki ca 60 bar

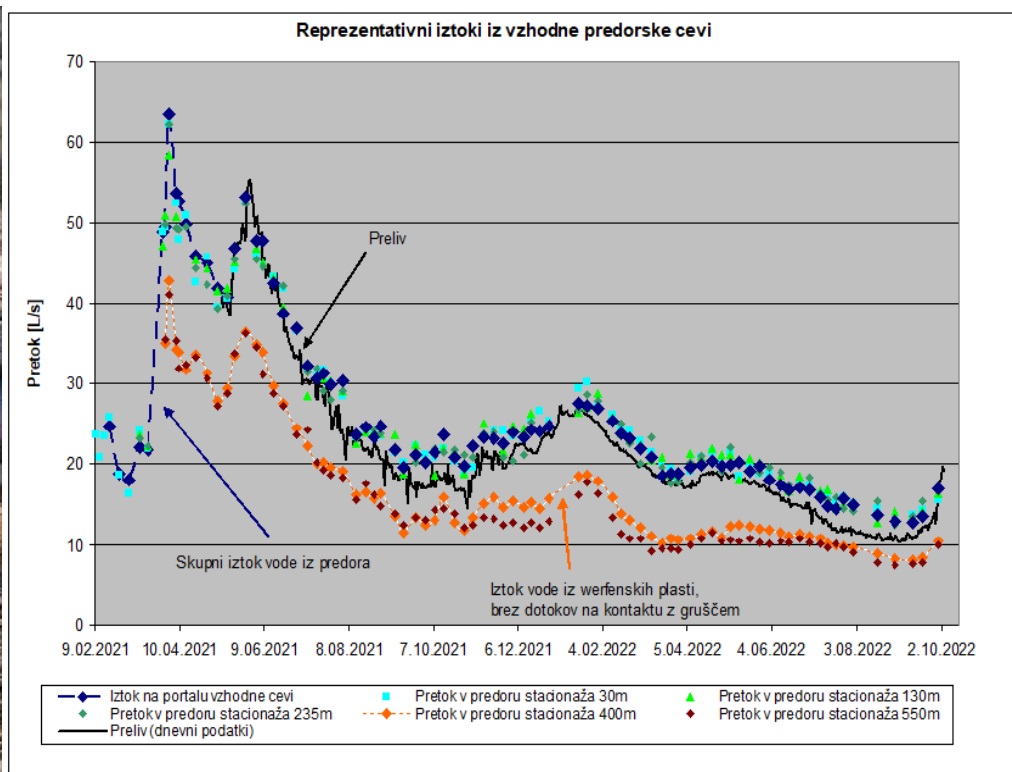


Hidrogeologija predora Karavanke

Iztoki iz zahodne

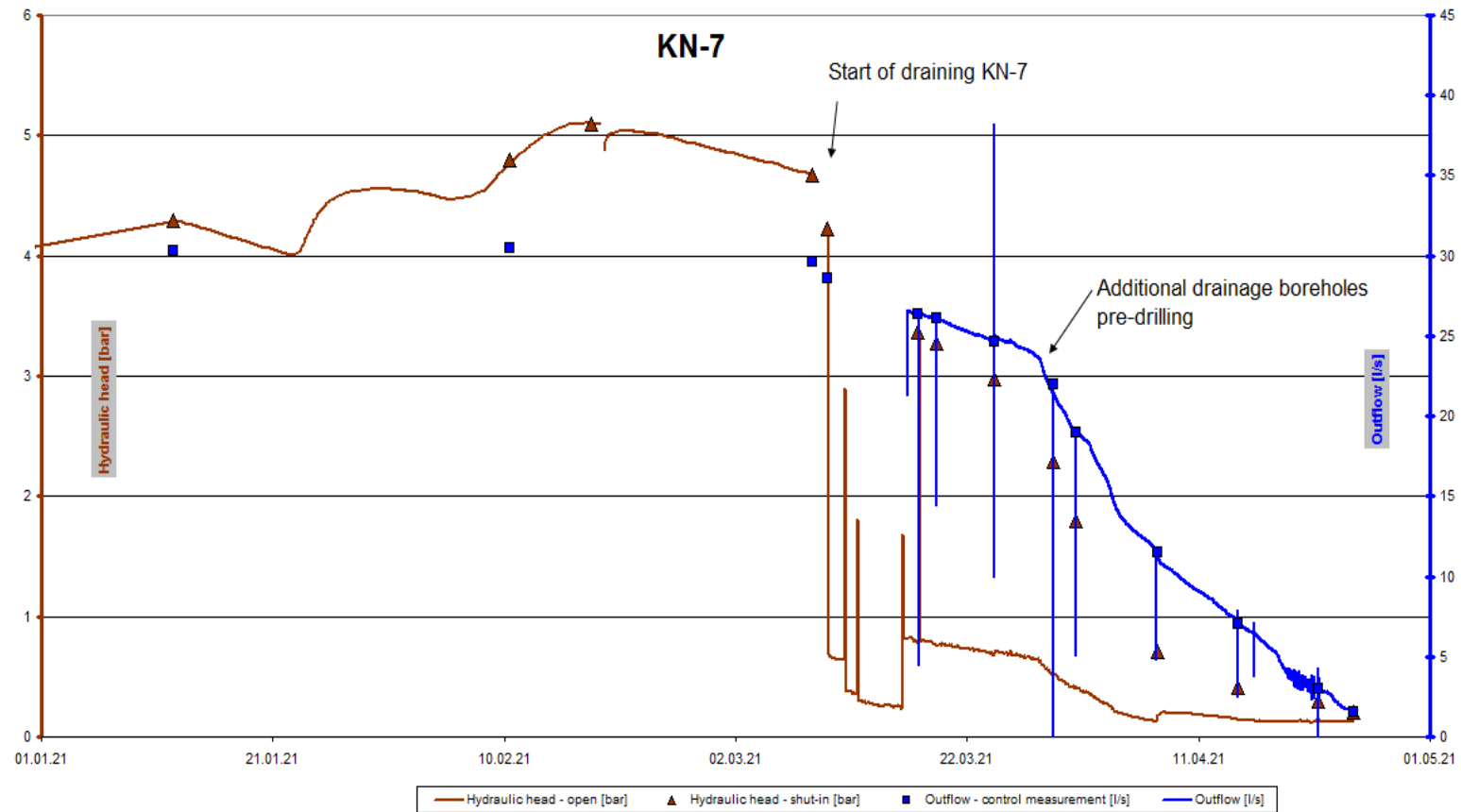
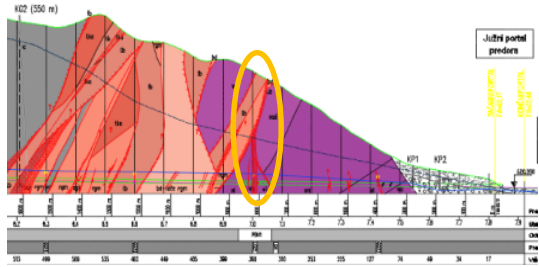


in vzhodne cevi:



Hidrogeologija predora Karavanke

Ciljani ukrepi med gradnjo (primer TM 800m vzhodna cev):



Hidrogeologija predora Karavanke

Dotoki iz Schlernskega dolomita - ukrepi:

- dreniranje iz raziskovalnih vrtin,
- predvrtavanje in dreniranje

Ukrepi za zaščito vodnega vira:

- predhodni izlivni preizkus kot simulacija prehoda izkopa predora,
- po potrebi injektiranje prikamnine okoli vzhodne cevi

Izvedba:

- novega vodnega vira v vzhodni cevi in prevezava obstoječega

Trenutno stanje pri gradnji vzhodne cevi

- **Trenutna dolžina izkopa v kaloti je 2222 m (65%)**
- **Izkop se izvaja v zahtevni PC skrilavih kamninah**
- **Maksimalne deformacije ne presegajo 50 cm**
- **Celoviti podporni sistem je izveden v območju 100 m**
- **Uspešen prehod preko vodonosne cone na 700 m**
- **Tudi na stacionaži 3022 m ne pričakujemo večjih težav**