

30 LET

**15. SLOVENSKI  
KONGRES**

**O PROMETU  
IN PROMETNI  
INFRASTRUKTURI**



# Hitra primerjalna analiza idejnih zasnov infrastrukturnih projektov s pomočjo orodij BIM

Simon Arčan, mag. inž. grad., ELEA iC

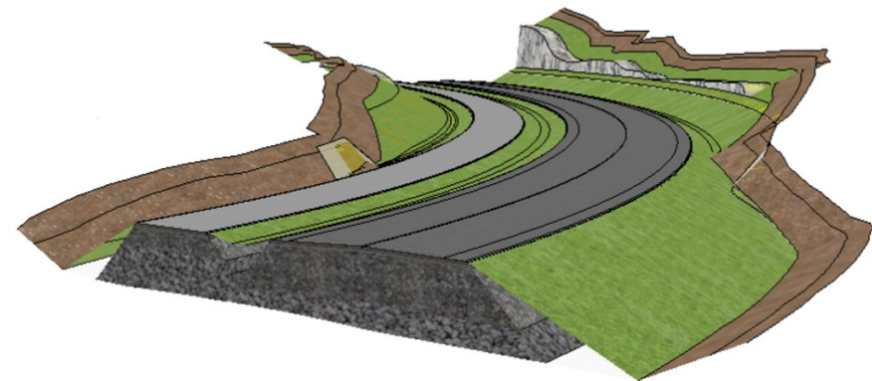
Jure Česnik, mag. inž. grad., ELEA iC

doc. dr. Matevž Dolenc, univ. dipl. inž. grad., UL FGG

doc. dr. Robert Klinc, univ. dipl. inž. grad., UL FGG

# OPREDELITEV PROBLEMA

- nenatančnost klasične metode
- analiza primernosti BIM
- neustreznost programskih orodij
- pomanjkanje standardov



# OPREDELITEV PROBLEMA

- hitrejša, enostavnejša, učinkovitejša in natančnejša izvedba primerjalne analize

Načela:

- poenostavljeni vhodni podatki,
- avtomatizacija, parametrizacija,
- nizek nivo natančnosti.

Sredstva:

- 3D modeli s pripisanimi atributi,
- 4D in 5D modeli.

# ZASNOVA PRAKTIČNEGA PRIMERA

- BIM izvedbeni načrt
- nivo natančnosti (LoD = LoG + LoI)
- programska orodja

Revit



Civil 3D



Dynamo



Navisworks



MS Excel



MS Project



		LoG			
		100	200	300	400

Vir: Model requirements – Part 1: Object definition, coding and properties, Supplement to DAUB recommendation – BIM in Tunnelling

# OPIS PRAKTIČNEGA PRIMERA

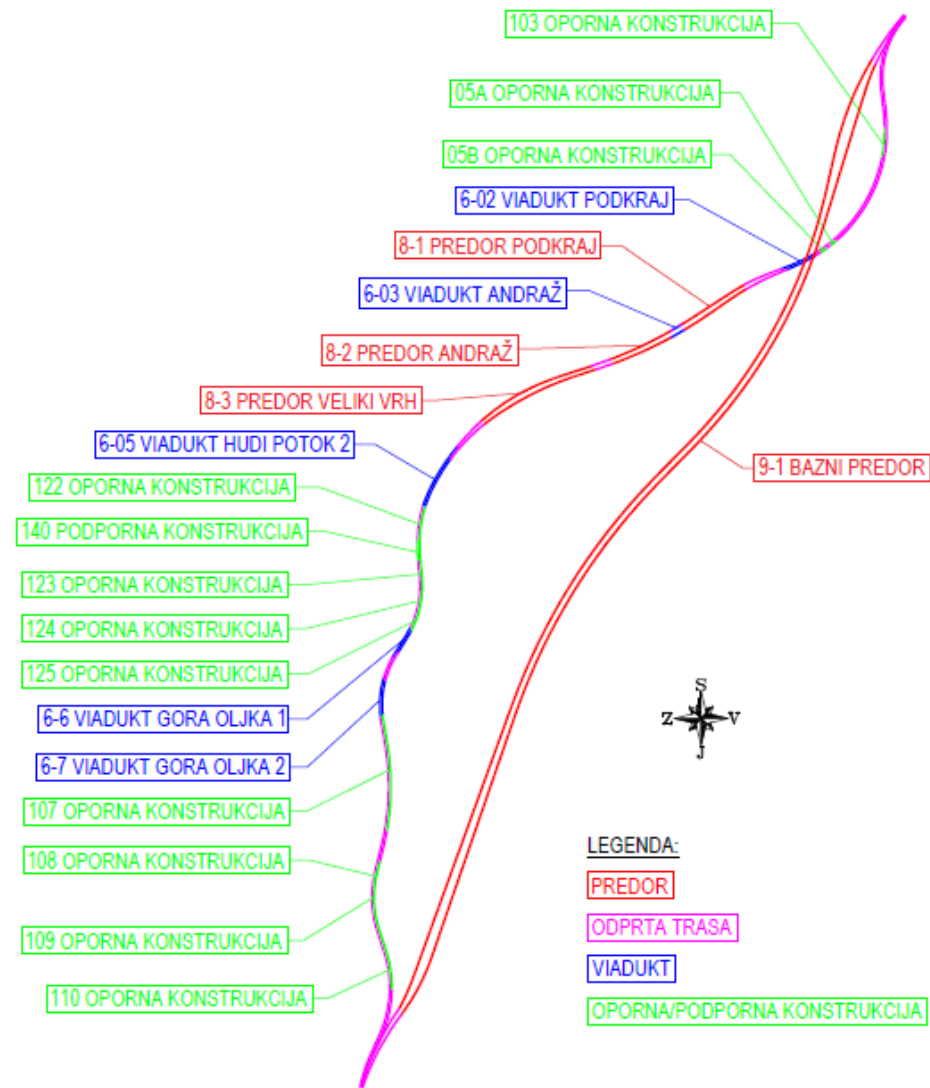
- 3. razvojna os sever

Primerjava dveh variant:

- Varianta V1: predorski sistem, DPN.
- Varianta V2: bazni predor, alternativna varianta.

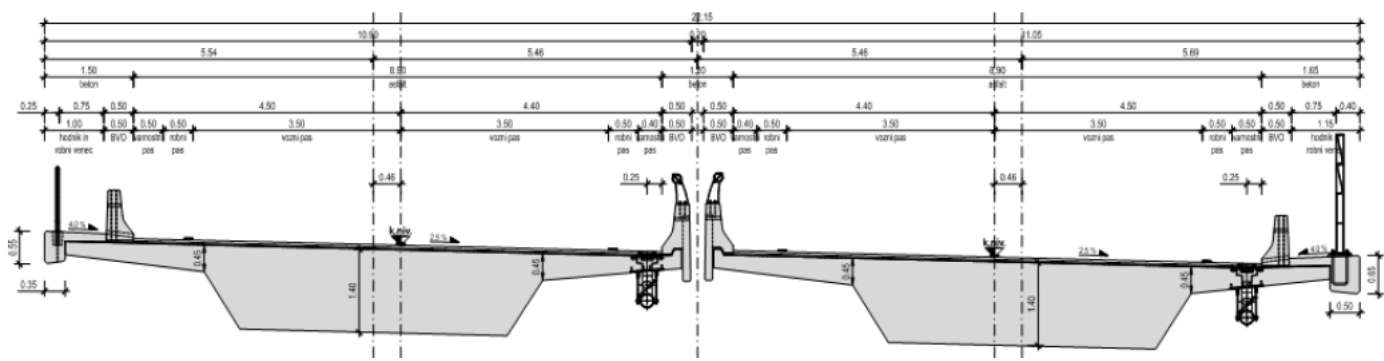
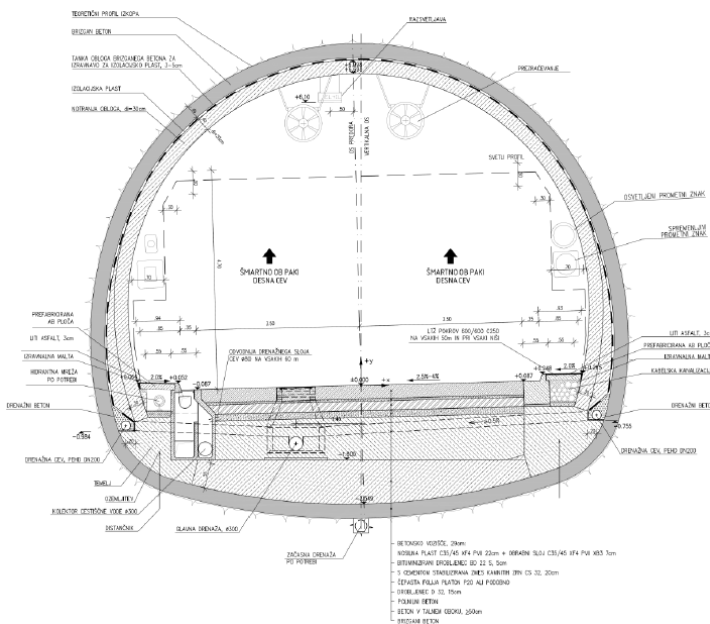


Vir: DARS



# VHODNI PODATKI

- 3D osi, prečni profili, materiali, drugi specifični podatki
- začetne faze projekta zahtevajo poenostavitve



# DELITEV NA PODMODELE

## Predori:

- izkop,
- primarno podporje,
- notranja obloga,
- ustroj ceste.

## Odprta trasa:

- ustroj ceste,
- zemeljska dela.

Ime	Stac. začetek	Stac. konec	Dolžina	Vrsta objekta	ObjektTip	ObjektSifra	OdsekSifra	ConaSifra
04 TRASA L	6+336,820	8+146,890	1810,07	Hitra cesta	CES	001	204	LEV
6-7 VIADUKT GORA OLIKA 2 L	8+146,890	8+335,140	188,25	Viadukt	VIA	002	607	LEV
05 TRASA L	8+335,140	8+442,890	107,75	Hitra cesta	CES	003	205	LEV
6-6 VIADUKT GORA OLIKA 1 L	8+442,890	8+604,870	161,98	Viadukt	VIA	004	606	LEV
06 TRASA L	8+604,870	8+937,340	332,47	Hitra cesta	CES	005	206	LEV
PZ 140 PODPORNNA KONSTRUKCIJA L	8+937,340	9+032,020	94,68	Podporna konstrukcija	ZID	005	140	LEV
07 TRASA L	9+032,020	9+202,400	170,38	Hitra cesta	CES	005	207	LEV
6-05 VIADUKT HUDI POTOK 2 L	9+202,400	9+536,090	333,69	Viadukt	VIA	006	605	LEV
08 TRASA L	9+536,090	9+698,300	162,21	Hitra cesta	CES	007	208	LEV
8-3 PREDOR VELIKI VRH L	9+698,300	10+295,260	596,96	Predor	TUN	008	803	LEV
09 TRASA L	10+295,260	10+385,840	90,58	Hitra cesta	CES	009	209	LEV
8-2 PREDOR ANDRAŽ L	10+385,840	10+704,260	318,42	Predor	TUN	010	802	LEV
10 TRASA L	10+704,260	10+715,450	11,19	Hitra cesta	CES	011	210	LEV
6-03 VIADUKT ANDRAŽ L	10+715,450	10+761,740	46,29	Viadukt	VIA	011	603	LEV
11 TRASA L	10+761,740	10+774,870	13,13	Hitra cesta	CES	011	211	LEV
8-1 PREDOR PODKRAJ L	10+774,870	11+116,540	341,67	Predor	TUN	012	801	LEV
12 TRASA L	11+116,540	11+312,760	196,22	Hitra cesta	CES	013	212	LEV
6-02 VIADUKT PODKRAJ L	11+312,760	11+490,320	177,56	Viadukt	VIA	014	602	LEV
13 TRASA L	11+490,320	12+064,340	574,02	Hitra cesta	CES	015	213	LEV
OZ 103 OPORNNA KONSTRUKCIJA L	12+064,340	12+210,350	146,01	Oporna konstrukcija	ZID	015	103	LEV
14 TRASA L	12+210,350	12+776,770	566,42	Hitra cesta	CES	015	214	LEV
			<b>6439,95</b>					

## Viadukti:

- nosilna konstrukcija,
- ustroj ceste.

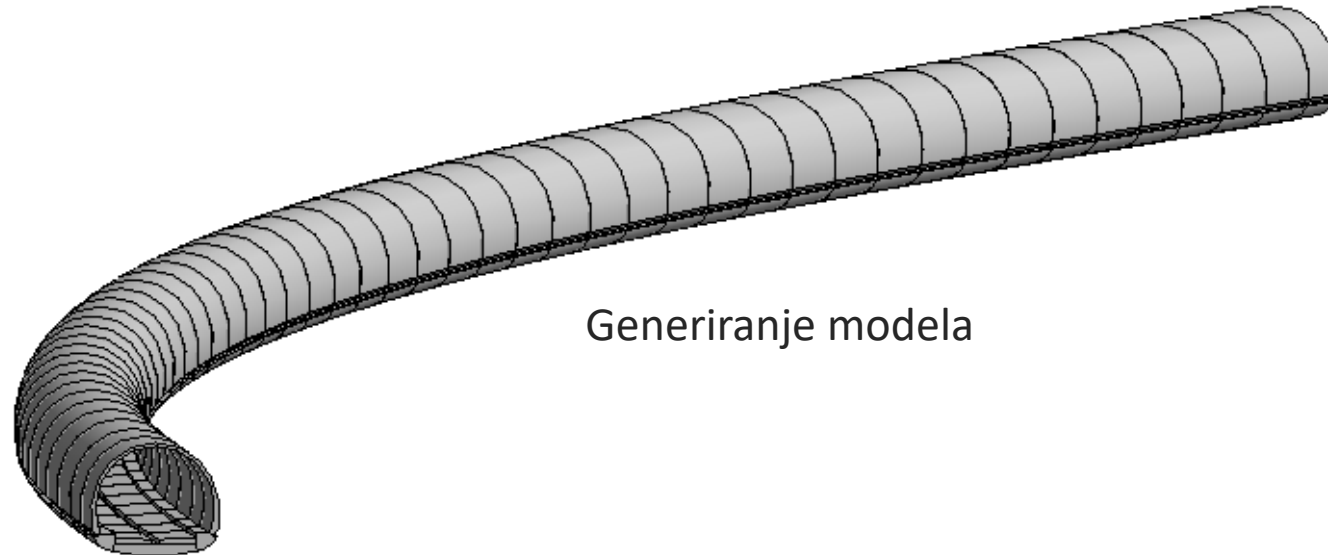
## Oporne in podporne konstrukcije:

- oporna ali podporna konstrukcija,
- ustroj ceste,
- zemeljska dela.

# IZDELAVA PODMODELOV

Predori:

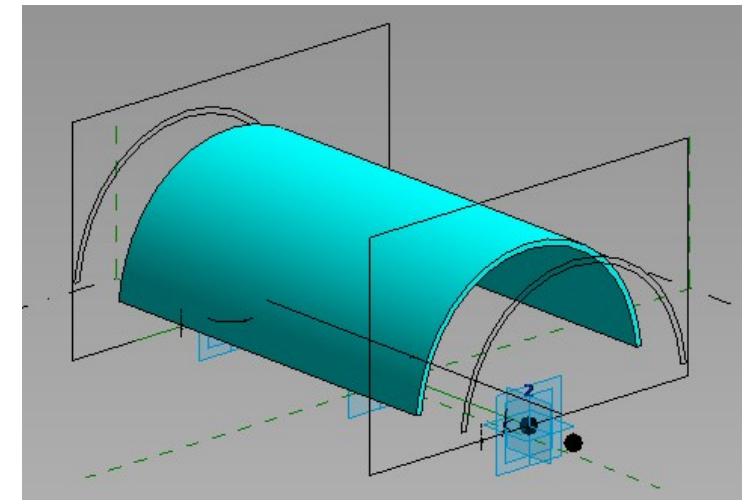
- Revit, Dynamo, MS Excel



Generiranje modela

3RO - ANDRAŽ (LEVA CEV)									
Skip	Block Number	Block Start KM	Block Middle KM	Block End KM	Block Start TM	Block Middle TM	Block End TM	Block Length	Revit family
	P001	10+385,840	10+390,240	10+394,640	0,000	4,400	8,800	8,80	LEA_INL
	K001	10+394,640	10+399,140	10+403,640	8,800	13,300	17,800	9,000	LEA_INL
	K002	10+403,640	10+409,615	10+415,590	17,800	23,775	29,750	11,950	LEA_INL
	K003	10+415,590	10+421,565	10+427,540	29,750	35,725	41,700	11,950	LEA_INL
	K004	10+427,540	10+433,515	10+439,490	41,700	47,675	53,650	11,950	LEA_INL
	K005	10+439,490	10+445,465	10+451,440	53,650	59,625	65,600	11,950	LEA_INL
	K006	10+451,440	10+457,415	10+463,390	65,600	71,575	77,550	11,950	LEA_INL
	K007	10+463,390	10+469,365	10+475,340	77,550	83,525	89,500	11,950	LEA_INL
	K008	10+475,340	10+481,315	10+487,290	89,500	95,475	101,450	11,950	LEA_INL
	K009	10+487,290	10+493,265	10+499,240	101,450	107,425	113,400	11,950	LEA_INL
	K010	10+499,240	10+505,215	10+511,190	113,400	119,375	125,350	11,950	LEA_INL
	K011	10+511,190	10+517,165	10+523,140	125,350	131,325	137,300	11,950	LEA_INL
	K012	10+523,140	10+529,115	10+535,090	137,300	143,275	149,250	11,950	LEA_INL
	K013	10+535,090	10+541,065	10+547,040	149,250	155,225	161,200	11,950	LEA_INL
	K014	10+547,040	10+553,015	10+558,990	161,200	167,175	173,150	11,950	LEA_INL
	K015	10+558,990	10+564,965	10+570,940	173,150	179,125	185,100	11,950	LEA_INL
	K016	10+570,940	10+576,915	10+582,890	185,100	191,075	197,050	11,950	LEA_INL

Distribucija



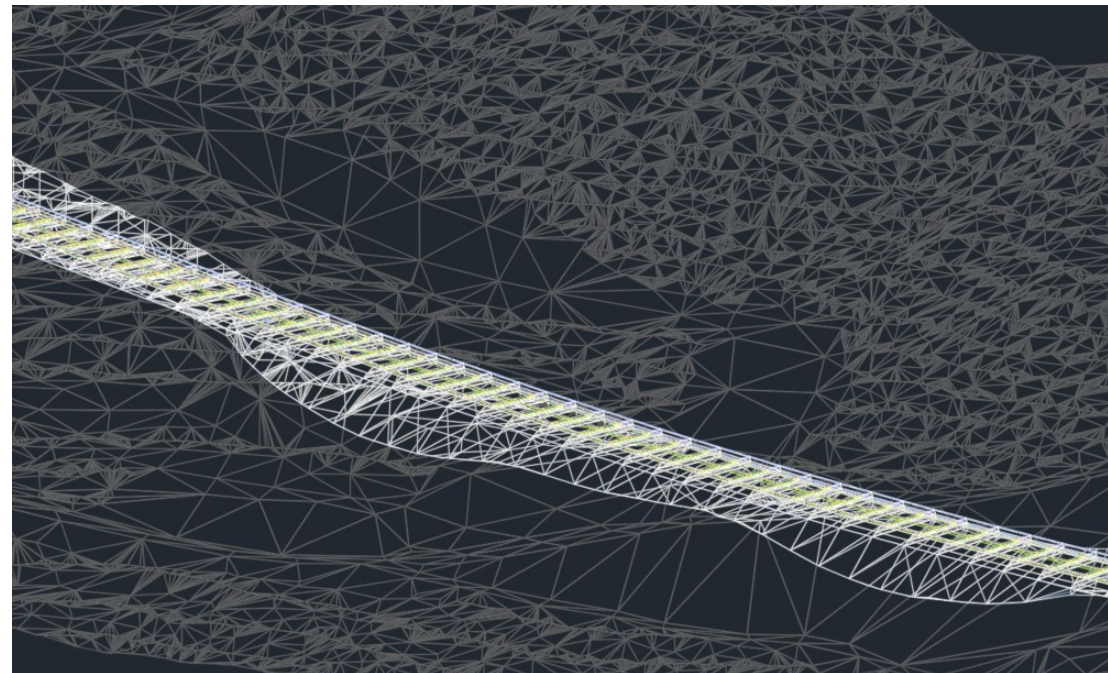
Priprava gradnikov



# IZDELAVA PODMODELOV

Odprta trasa:

- Civil 3D

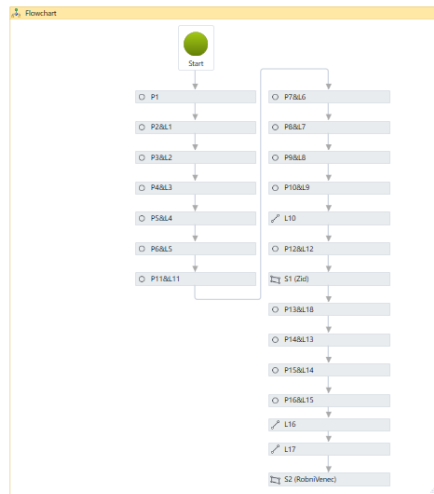


Generiranje modela

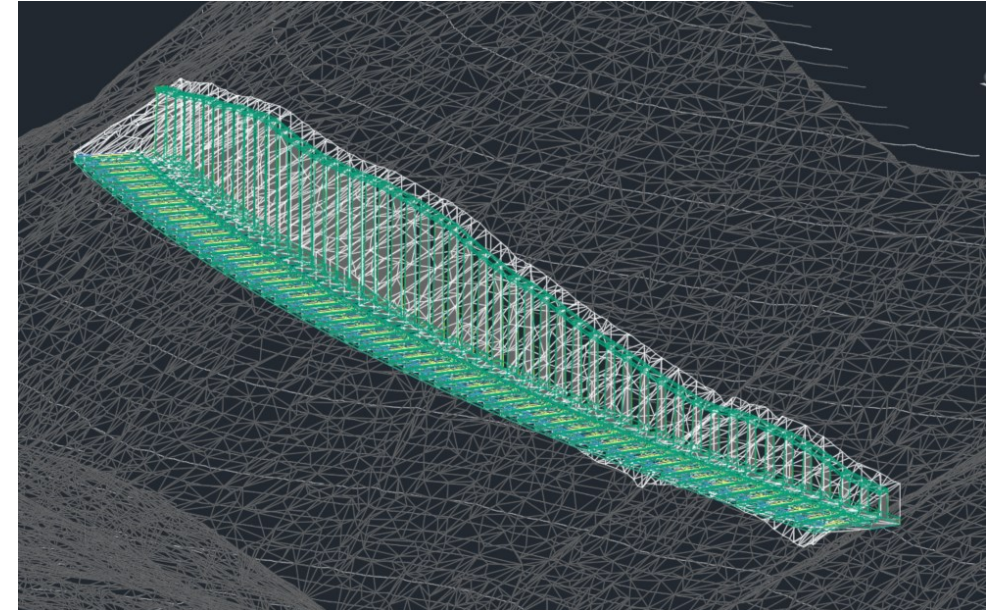
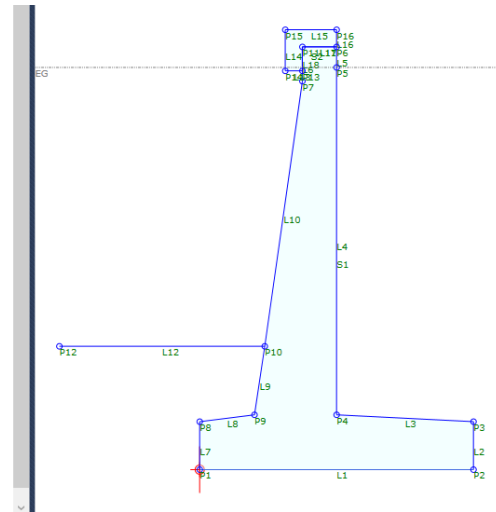
# IZDELAVA PODMODELOV

Oporne in podporne konstrukcije:

- Civil 3D, Subassembly Composer



Priprava gradnikov

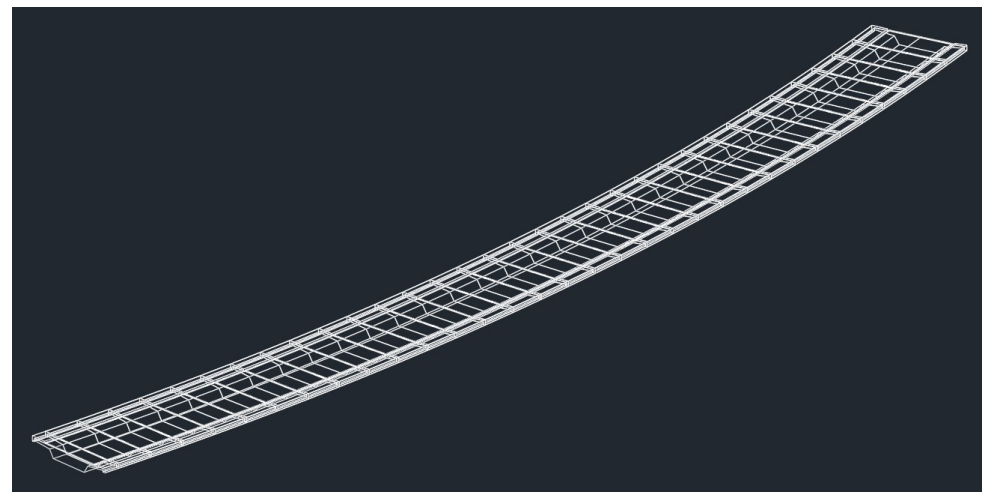


Generiranje modela

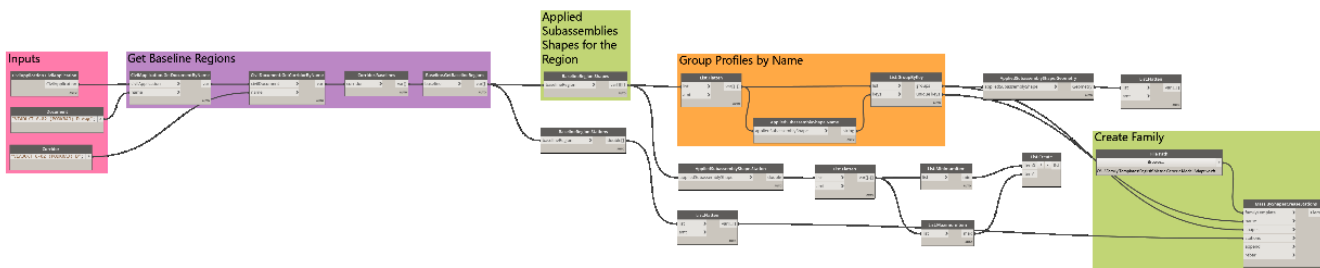
# IZDELAVA PODMODELOV

Viadukti:

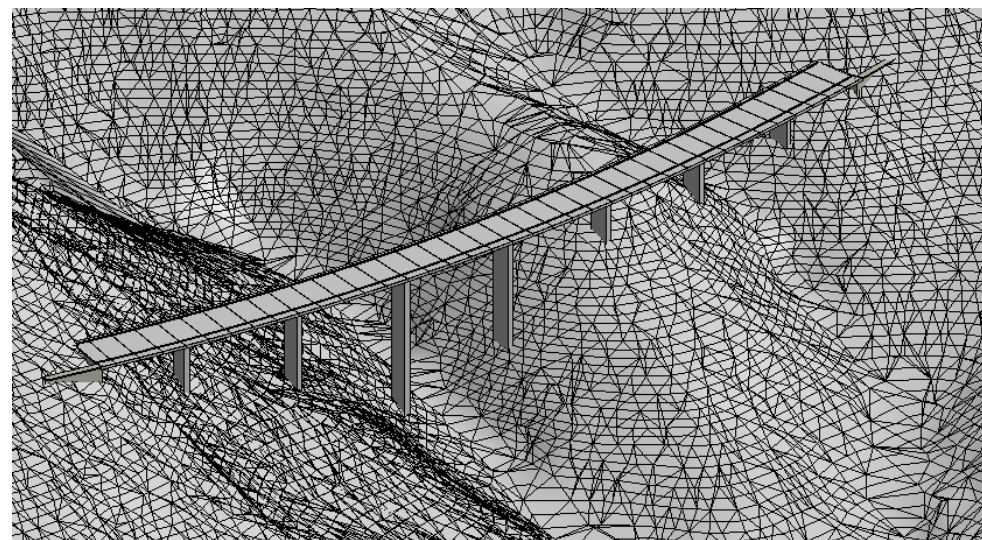
- Civil 3D, Dynamo, Revit



Generiranje prekladne konstrukcije v Civil 3D



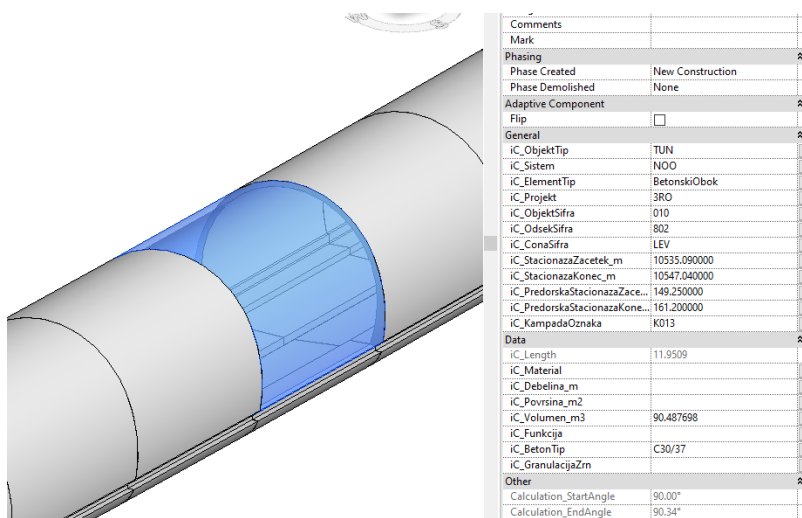
Dynamo skripta za uvoz geometrije iz Civil 3D v Revit



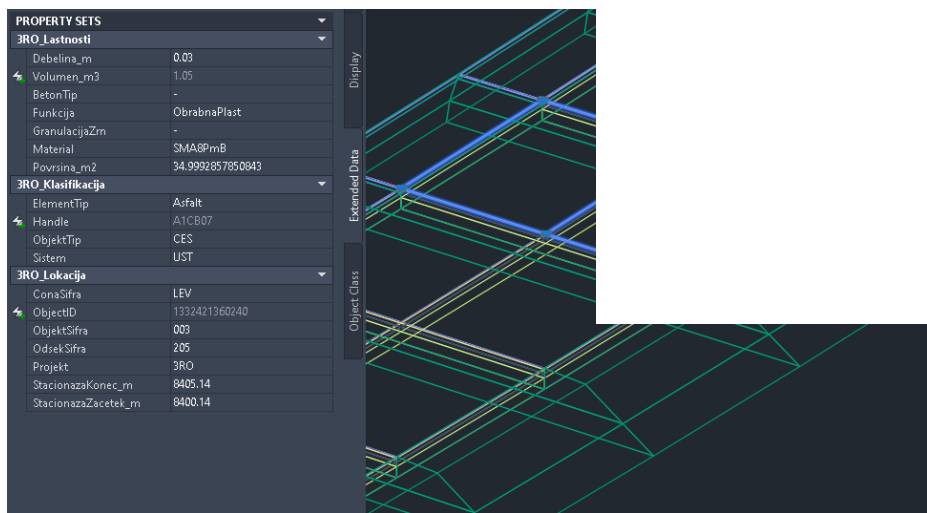
Model viadukta v Revitu

# ATRIBUTI

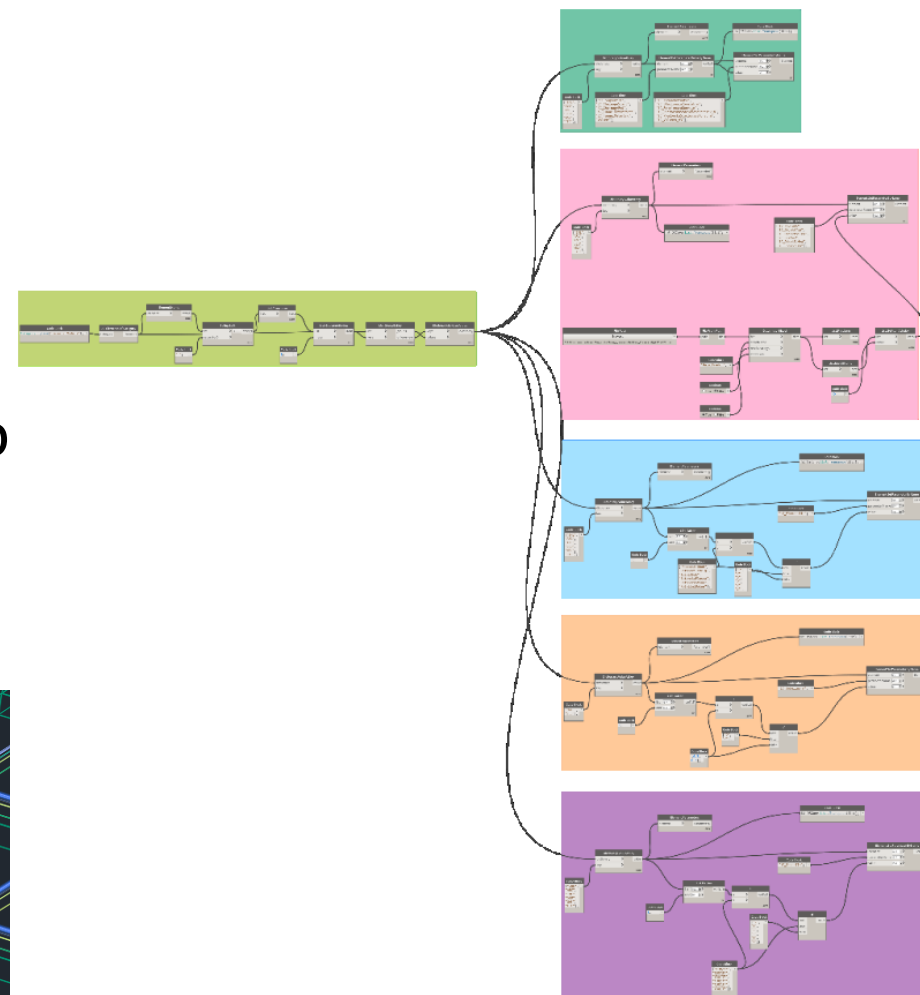
- geometrijske in negeometrijske informacije
- skupine atributov: klasifikacija, lokacija in lastno
- Dynamo, MS Excel
- izvoz po standardu IFC 2x3



Prikaz atributov v Revitu



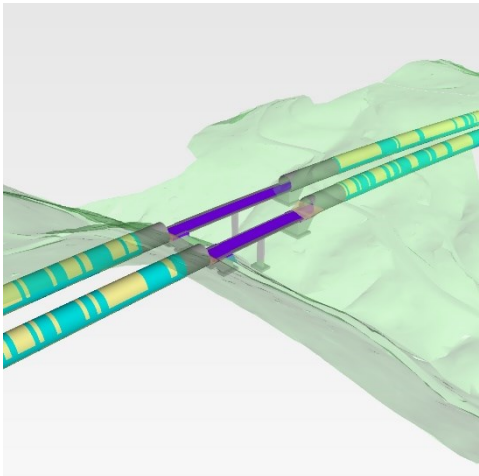
Prikaz atributov v Civil 3D



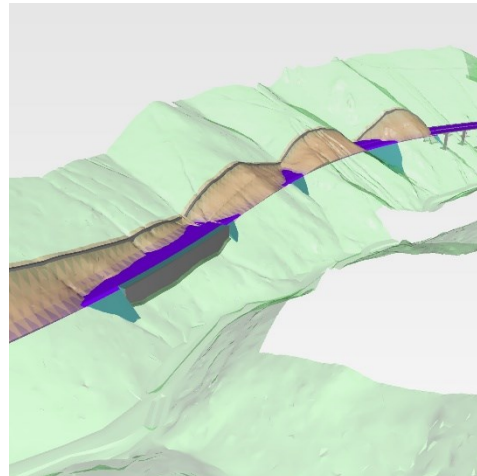
Dynamo skripta za  
pripisovanje  
atributov v Revitu

## ZBIRNI MODEL

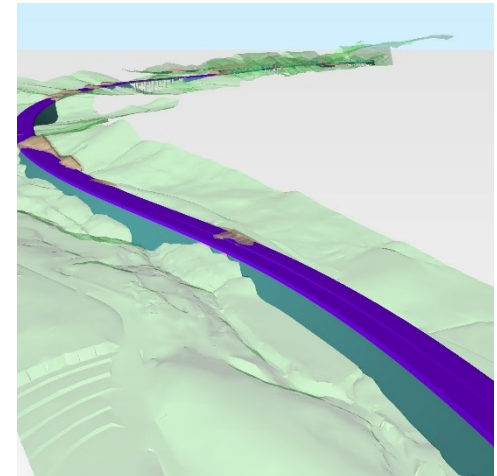
- Varianta V1: 6 predorskih cevi, 10 viaduktov, 12 opornih oz. podpornih konstrukcij, 21 cestnih pododsekov; 122 modelov
- Varianta V2: 2 predorski cevi in 4 cestni pododseki; 16 modelov
- 138 modelov, 78.000 gradnikov



Varianta V1: Viadukt Andraž med predoroma Podkraj in Veliki Vrh



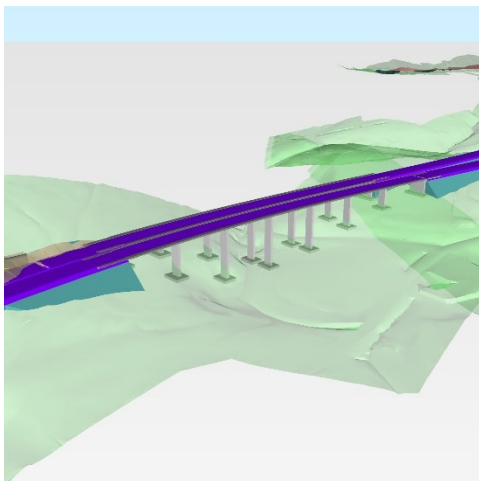
Varianta V1: serija opornih in podpornih konstrukcij



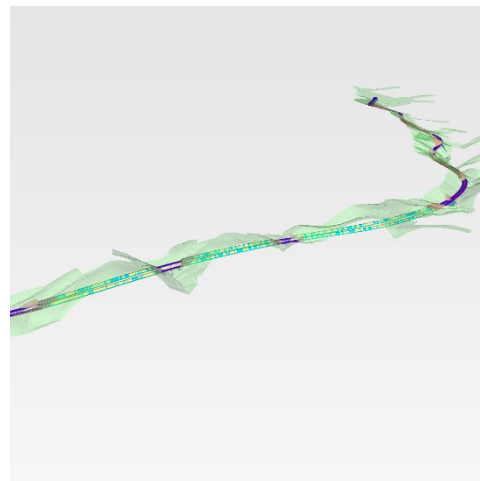
Varianta V1: del odprte trase

# ZBIRNI MODEL

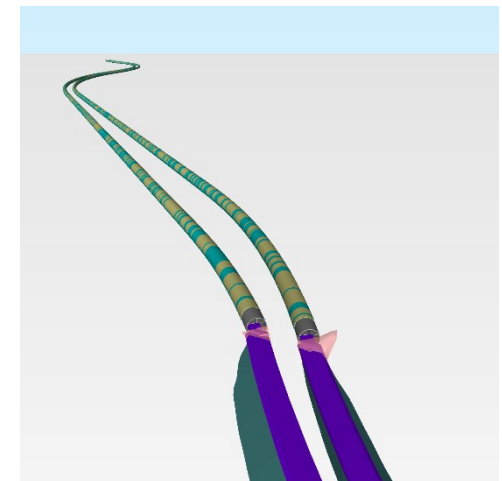
- možnost prikaza umestitve trase v obstoječi prostor,
- primerjava variant, sprejemanje odločitev, optimizacija,
- vizualizacije, vključevanje javnosti



Varianta V1: Viadukt Podkraj



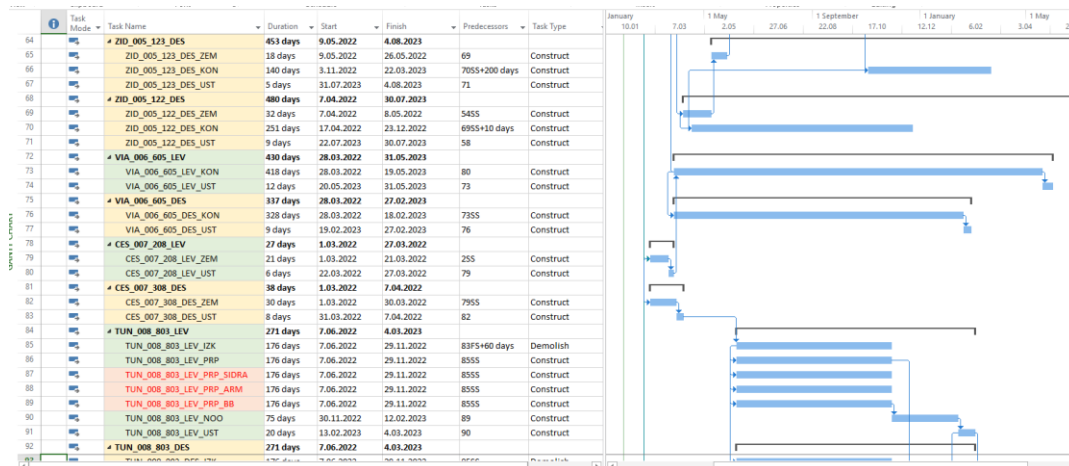
Varianta V1: sistem predorov  
Veliki Vrh-Andraž-Podkraj



Varianta V2: bazni predor  
z delom odprte trase

# 4D IN 5D ANALIZA

- 4D (čas), 5D (stroški)
- terminski plan (MS Project), stroškovna ocena (MS Excel)



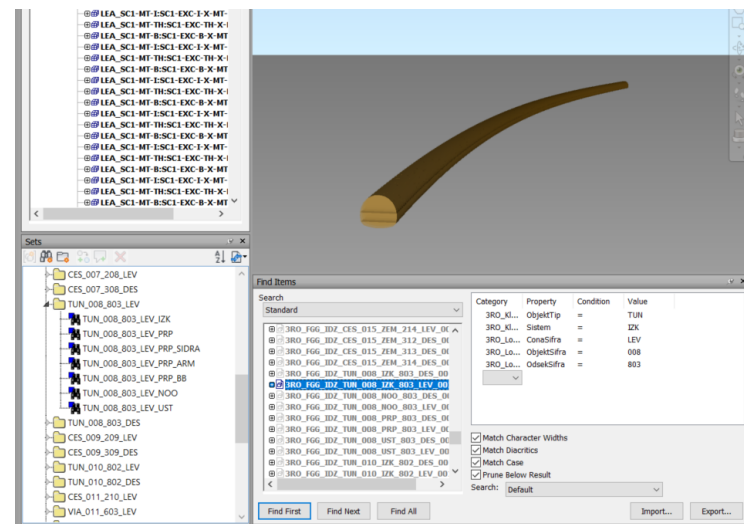
Terminski plan v MS Project

Številka opravila	Dobitinaj	Varianta	Trajanj	Začetek	Zaključek	Tip opravil	Materiel	Tip dela	Cena/knoč	Cena					
CES_501_251_LEV	413,7	Varianta 2	66	1.03.2022	5.05.2022					1863873,383					
CES_501_251_LEV_ZEM		Varianta 2	52	1.03.2022	21.04.2022	Construct	70888,49	Zemeljska dela	22	1559546,708	0,00	29991,28	29991,28	29991,28	29991,28
CES_501_251_LEV_UST		Varianta 2	14	22.04.2022	5.05.2022	Construct	5247,01	Ustroj	58	304326,6756	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
CES_501_351_DES	392,74	Varianta 2	65	1.03.2022	4.05.2022					1481823,703					
CES_501_351_DES_ZEM		Varianta 2	49	1.03.2022	18.04.2022	Construct	54193,97	Zemeljska dela	22	1192267,288	0,00	24331,99	24331,99	24331,99	24331,99
CES_501_351_DES_UST		Varianta 2	13	22.04.2022	4.05.2022	Construct	4992,35	Ustroj	58	289556,4154	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TUN_502_901_LEV	5135,57	Varianta 2	1082	11.04.2022	27.03.2025					59278261,76					
TUN_502_901_LEV_IKZ		Varianta 2	755	11.04.2022	4.05.2024	Demolish	495452,72	Izkop predora	52	25763541,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TUN_502_901_LEV_PRP		Varianta 2	755	11.04.2022	4.05.2024	Construct		Podpiranje predora			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TUN_502_901_LEV_PRP_SIDRA		Varianta 2	755	11.04.2022	4.05.2024	Construct	46178,00	Podpiranje predora - sidra	140	6464920	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TUN_502_901_LEV_PRP_ARM		Varianta 2	755	11.04.2022	4.05.2024	Construct	379376,23	Podpiranje predora - armatura	1,9	720814,8433	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TUN_502_901_LEV_PRP_BB		Varianta 2	755	11.04.2022	4.05.2024	Construct	25334,53	Podpiranje predora - brizgani beton	288	7296343,571	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TUN_502_901_LEV_NDO		Varianta 2	239	7.05.2024	31.12.2024	Construct	102603,52	Notranja obloga	170	17442598,97	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TUN_502_901_LEV_UST		Varianta 2	86	1.01.2025	27.03.2025	Construct	27414,54	Ustroj	58	1590043,085	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TUN_502_901_DES	5142,57	Varianta 2	1082	11.04.2022	27.03.2025					59359270,17					
TUN_502_901_DES_IKZ		Varianta 2	756	11.04.2022	5.05.2024	Demolish	496062,77	Izkop predora	52	25795264,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TUN_502_901_DES_PRP		Varianta 2	756	11.04.2022	5.05.2024	Construct		Podpiranje predora			0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TUN_502_901_DES_PRP_SIDRA		Varianta 2	756	11.04.2022	5.05.2024	Construct	46267,00	Podpiranje predora - sidra	140	6477380	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TUN_502_901_DES_PRP_ARM		Varianta 2	757	11.04.2022	6.05.2024	Construct	380349,02	Podpiranje predora - armatura	1,9	722663,1436	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TUN_502_901_DES_PRP_BB		Varianta 2	757	11.04.2022	6.05.2024	Construct	25365,83	Podpiranje predora - brizgani beton	288	7305358,625	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TUN_502_901_DES_NDO		Varianta 2	239	7.05.2024	31.12.2024	Construct	102743,48	Notranja obloga	170	17466391,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TUN_502_901_DES_UST		Varianta 2	86	1.01.2025	27.03.2025	Construct	27451,94	Ustroj	58	1592212,761	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

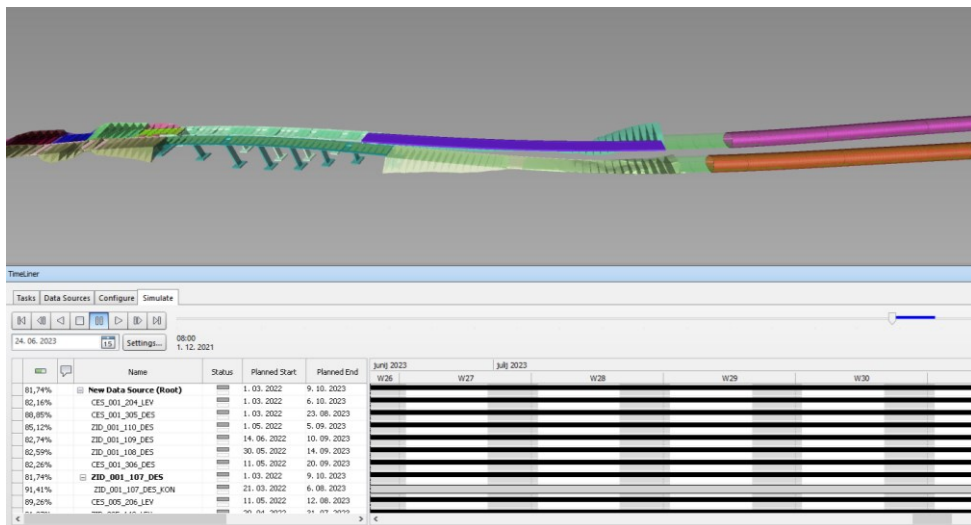
Stroškovna ocena v MS Excel

# 4D IN 5D ANALIZA

- filtri izbora gradnikov in filtri izbora vrednosti (Navisworks)
- simulacija gradnje (Navisworks)



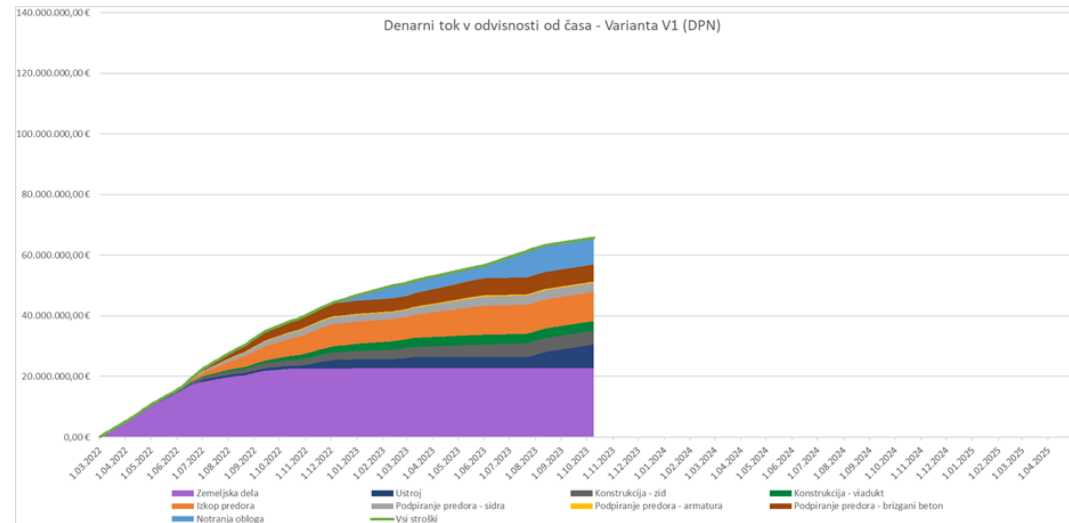
1. 08. 2022 08:00:00



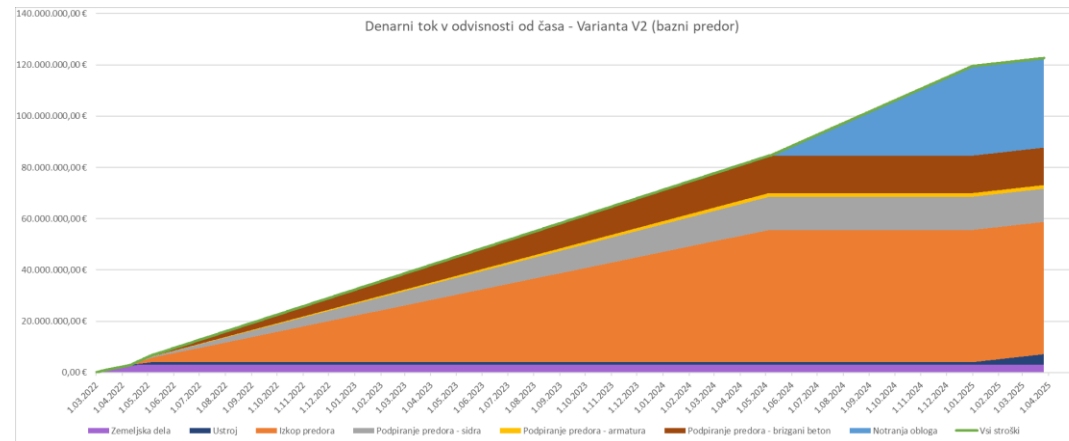


# PRIMERJAVA REZULTATOV

- Varianta V1

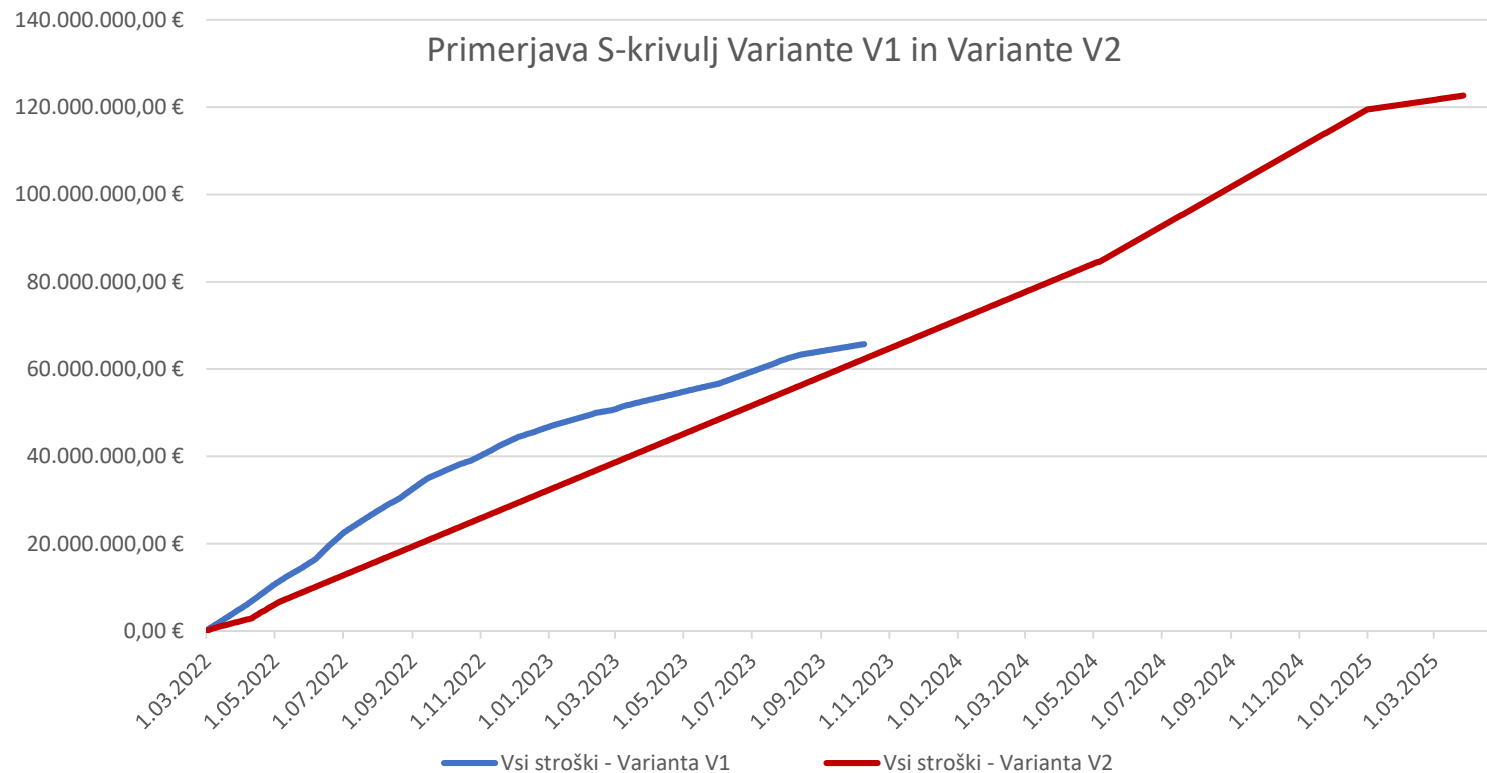


- Varianta V2



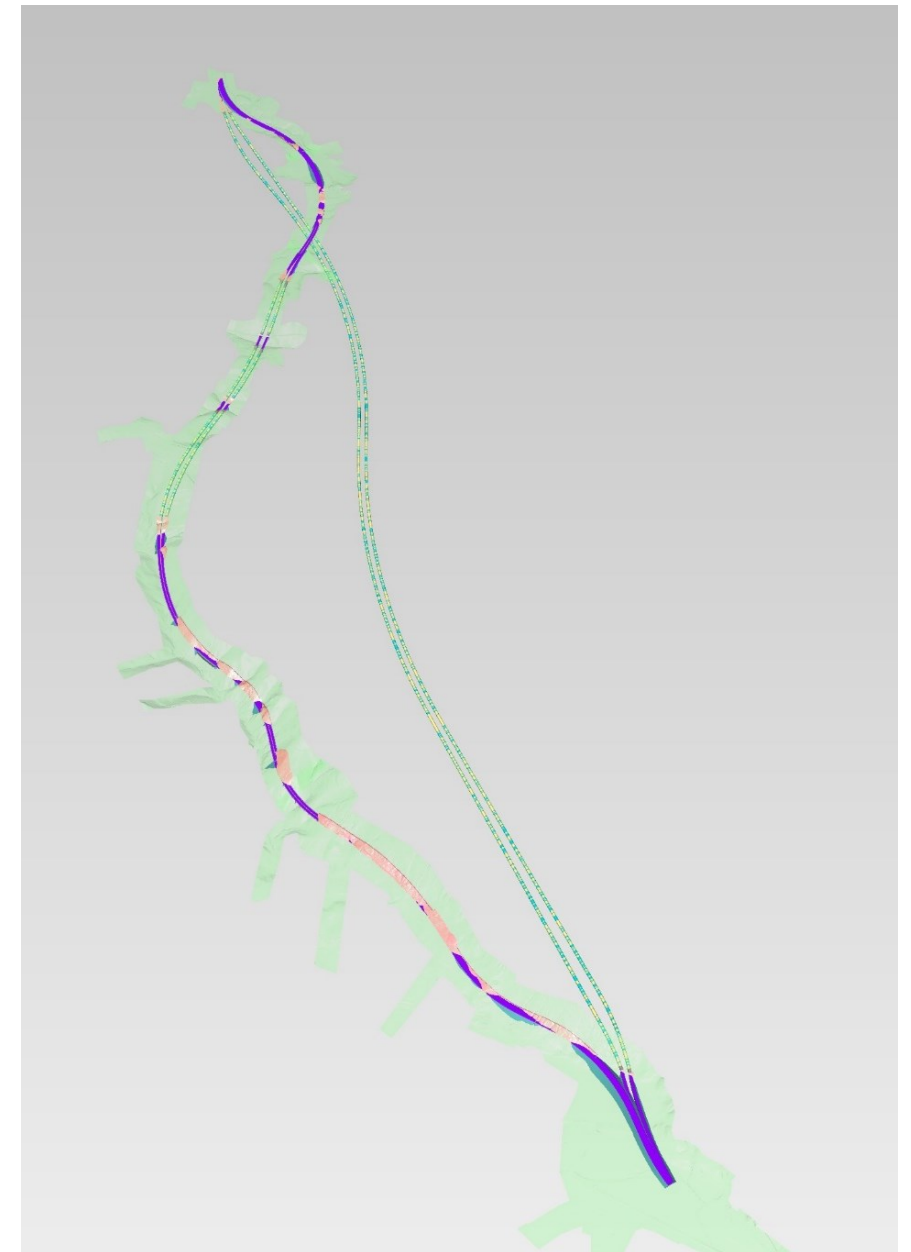
# PRIMERJAVA REZULTATOV

- primerjava S-krivulj



## UGOTOVITVE

- vpeljava nizkega nivoja natančnosti,
  - poenostavitev geometrije in poenotenje zasnove enakih vrst objektov,
  - avtomatizacija procesov,
  - priprava dodatnih vizualizacij
- 
- prihodnost: povezava z GIS orodji
  - uporaba v praksi



# HVALA ZA POZORNOST!

