



HRVATSKA KOMORA INŽENJERA GRAĐEVINARSTVA
Dani Hrvatske komore inženjera građevinarstva 2020.

Digitalizacija u tunelogradnji

Davorin Kolić

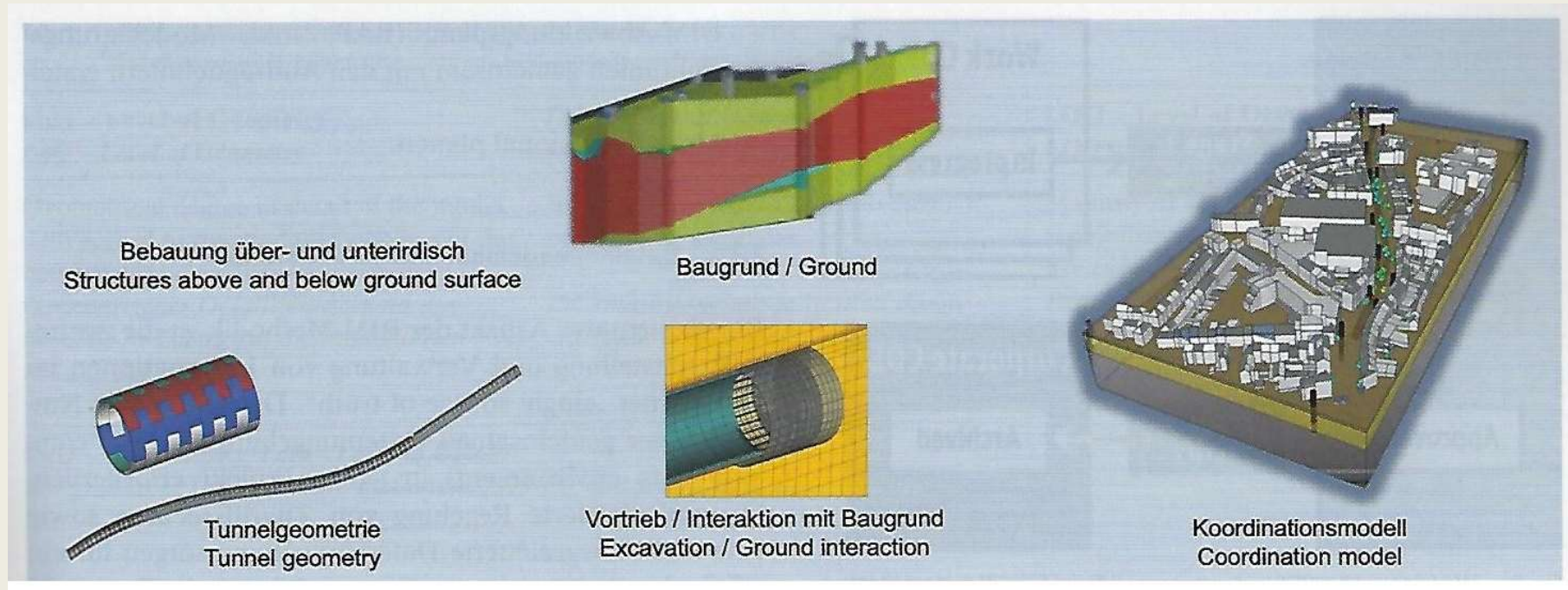
Dr. Davorin Kolić, dipl.ing.građ., Neuron 4 Consult ZT, Zagreb

Sadržaj

1. Primjena digitalizacije u projektiranju, izvođenju i korištenju podzemnih konstrukcija putem BIMa – prema smjernicama DAUBa, Njemačka
2. Digitalizacija u prometnoj infrastrukturi : praćenje izvođenja i kontrola troškova
3. BIM Pilotprojekt : Karavanke tunel : digitalni model terena, projektiranje i praćenje izvedbe sa strane investitora
4. Korištenje AI (umjetne inteligencije) za predviđanje izvedbe
5. Povezanost BIM modela i numeričkih analiza u tunelogradnji TBSovima
- 6 . Kontrola troškova izvedbe u tunelogradnji – BIM Pristup
7. Razvoj

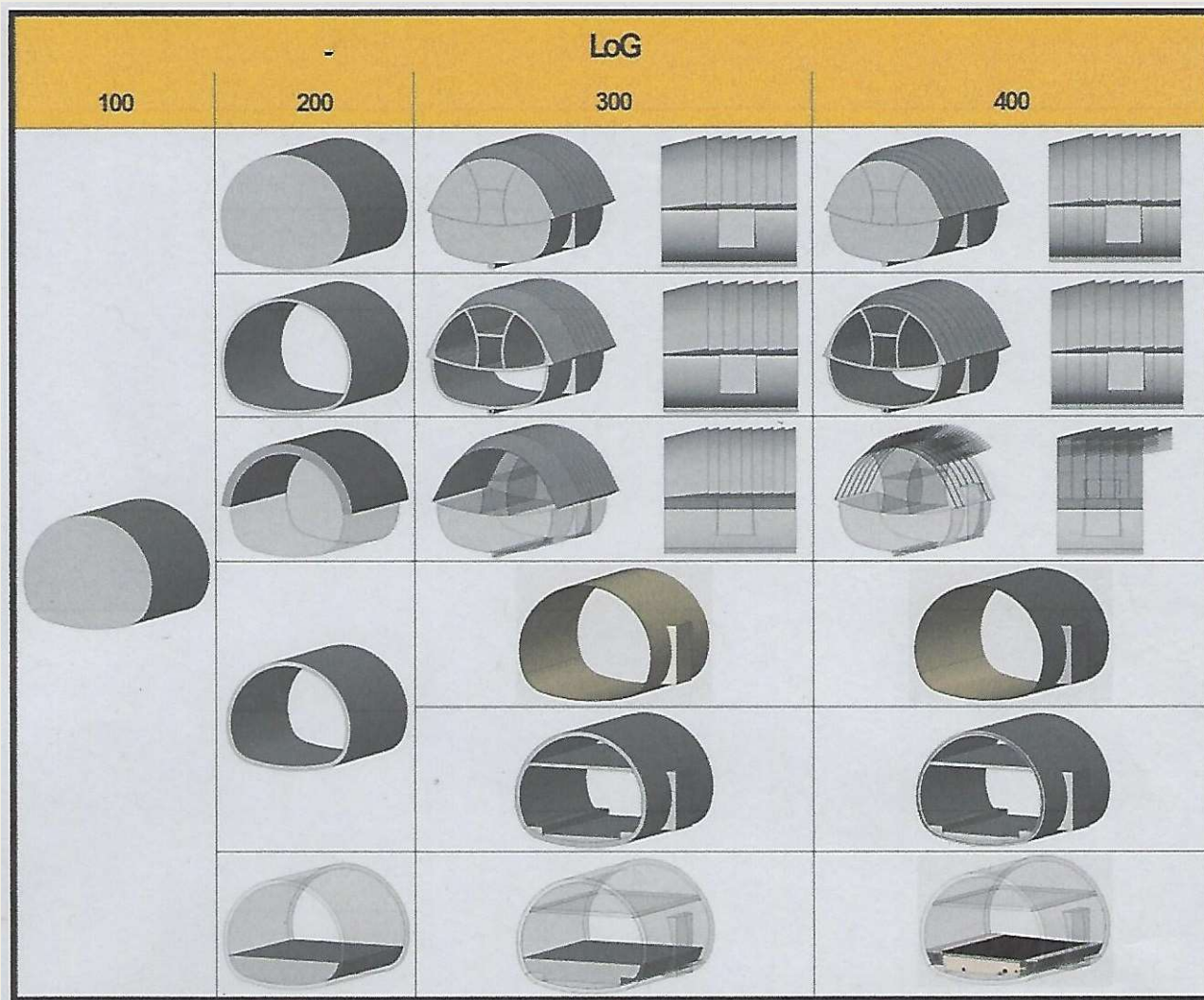


1. Smjernice BIMa po DAUBu, Njemačka



Parcijalni i detaljni 3D geometrijski modeli i „koordinacioni“ sveukupni model

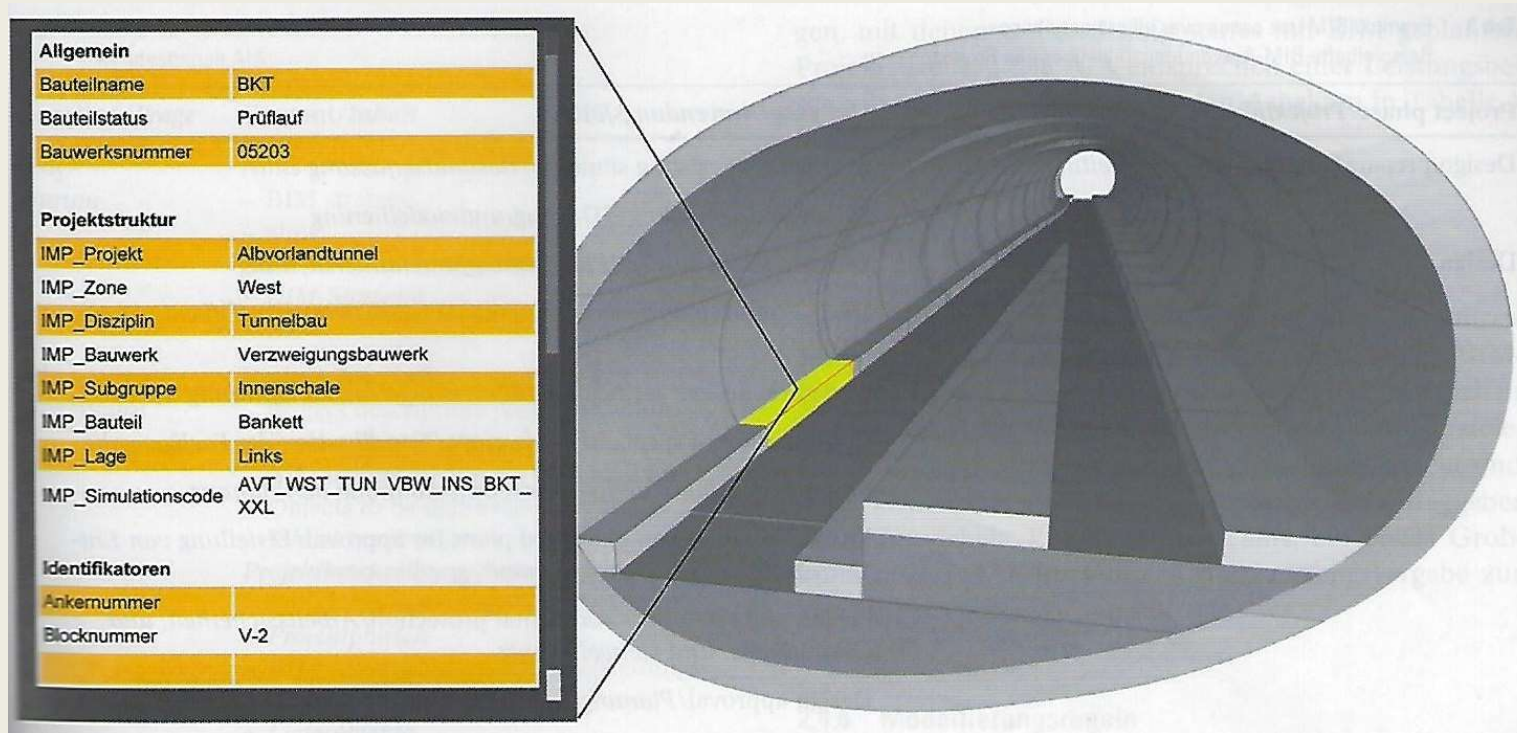
1. Smjernice BIMa po DAUBu, Njemačka



Pregled klasifikacije*)
razine razvoja
geometrije kod
konvencionalnog tipa
tunelogradnje prema
smjernicama za
primjenu BIM
tehnologije,
tzv. LOG razine

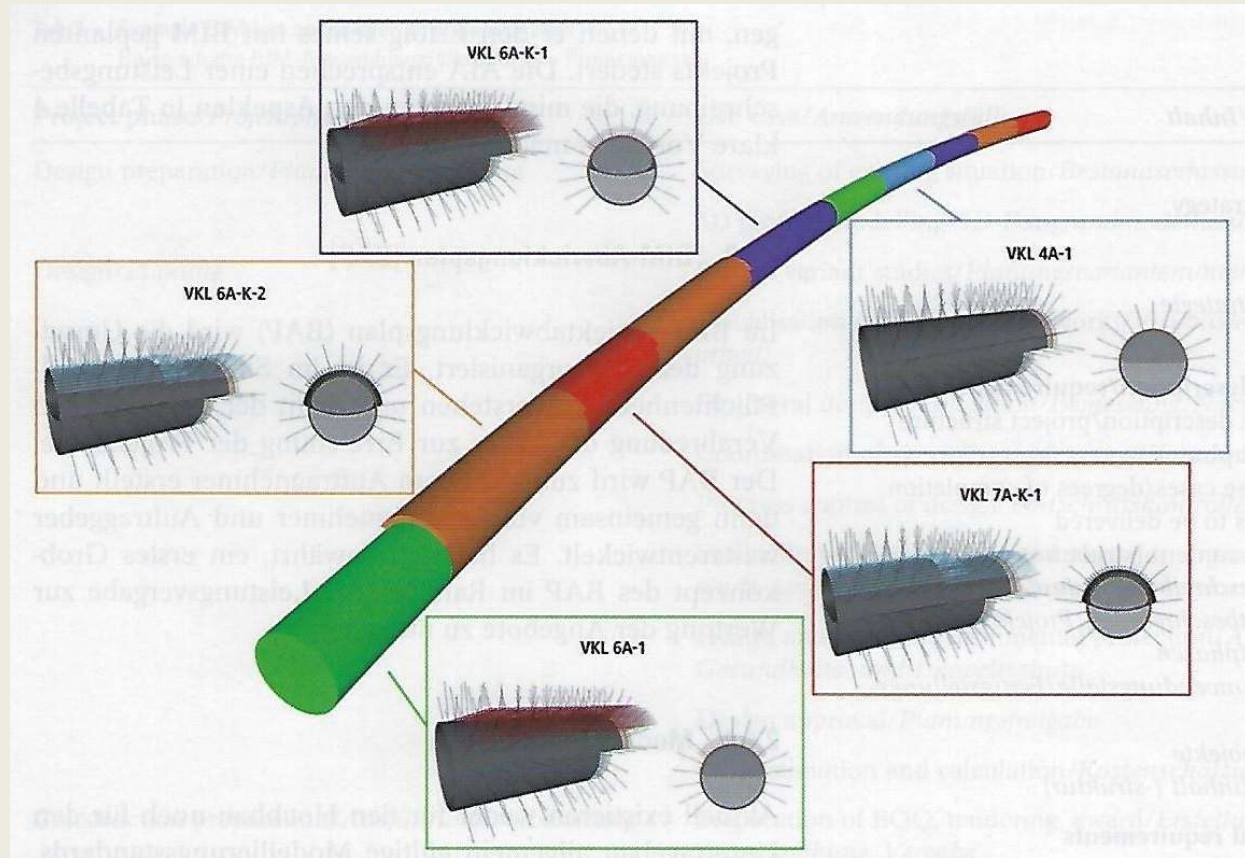
*) - prema njemačkim
smjernicama DAUBa

1. Smjernice BIMa po DAUBu, Njemačka



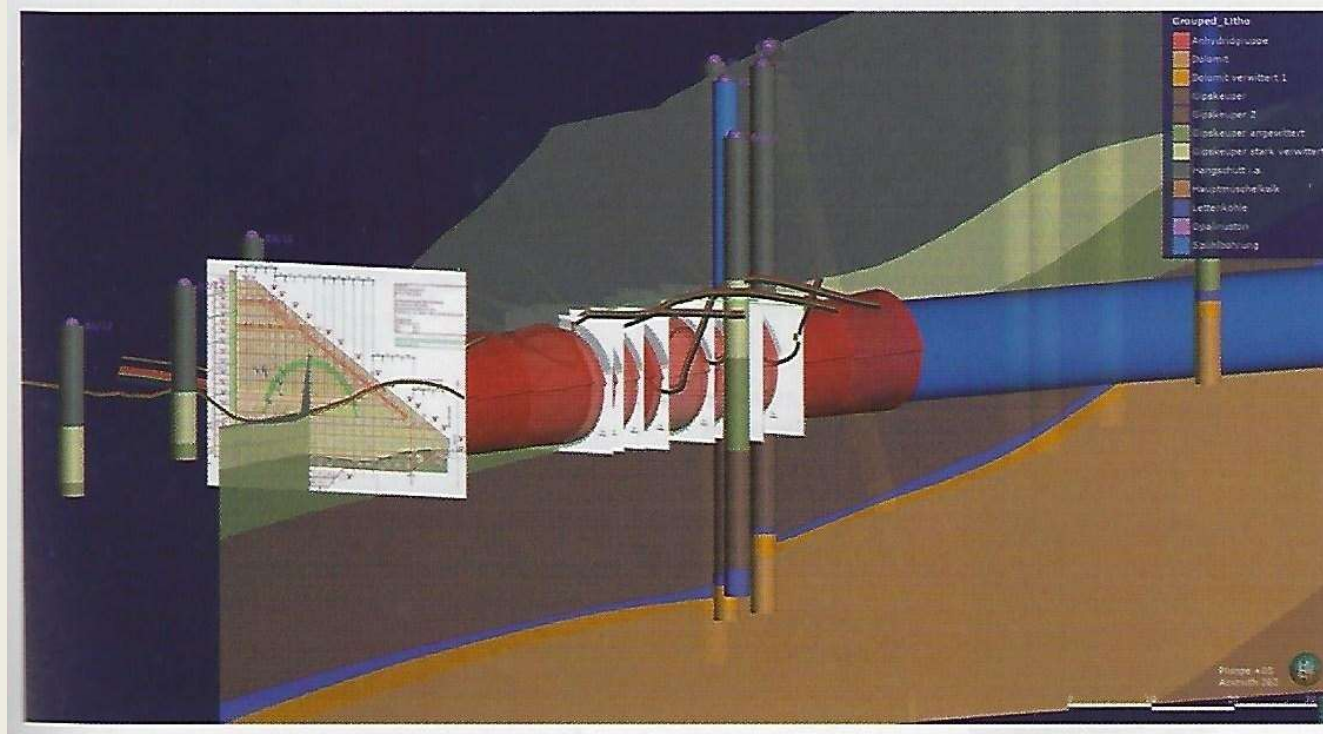
Primjer atributa za 1 objekt na trasi : rubnjak.

1. Smjernice BIMa po DAUBu, Njemačka



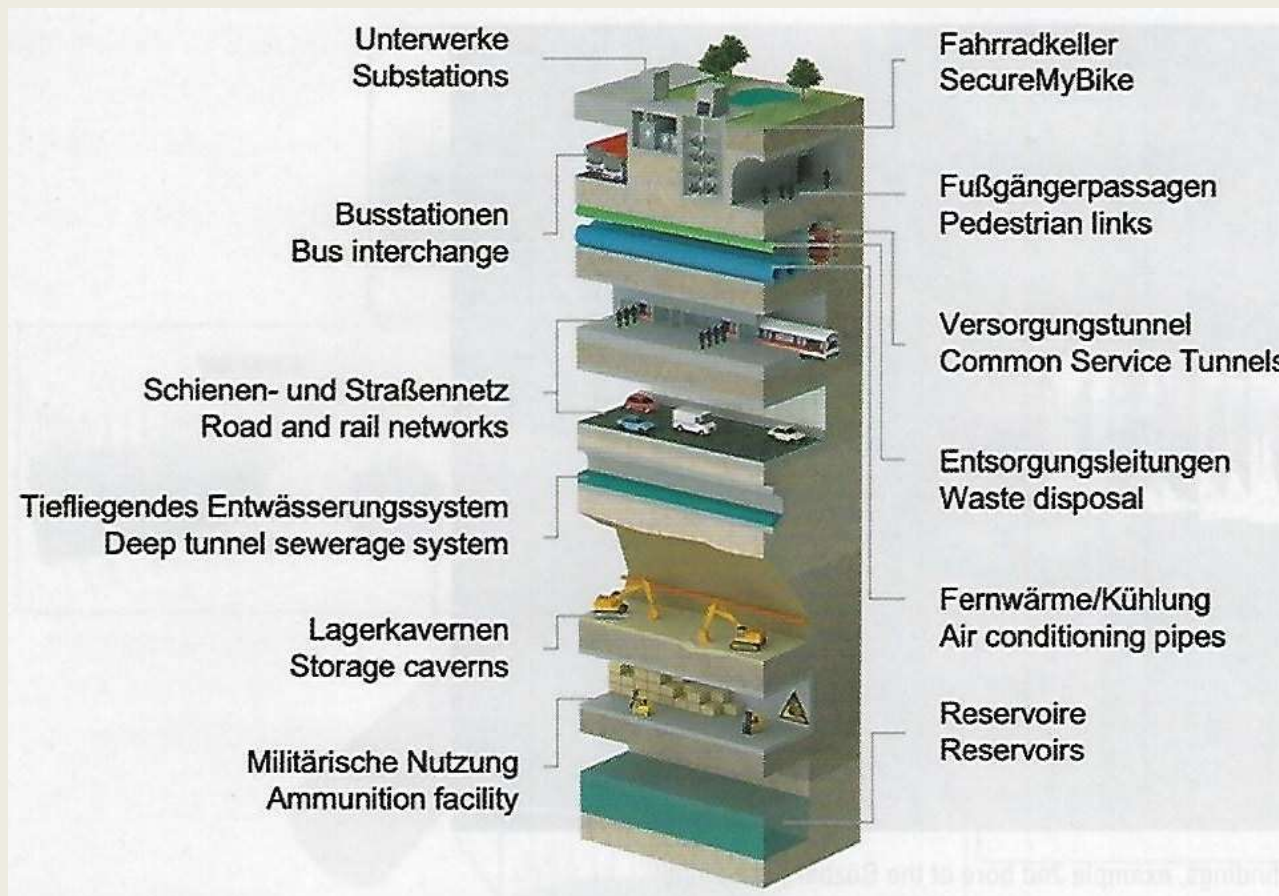
Primjer detaljnih modela za klase iskopa označene duž cijelog tunela.

1. Smjernice BIMa po DAUBu, Njemačka



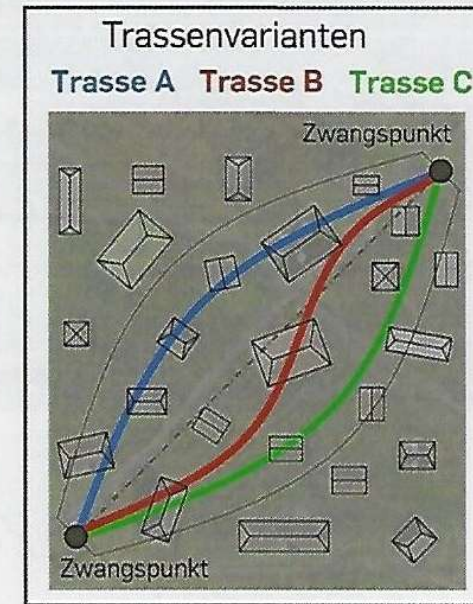
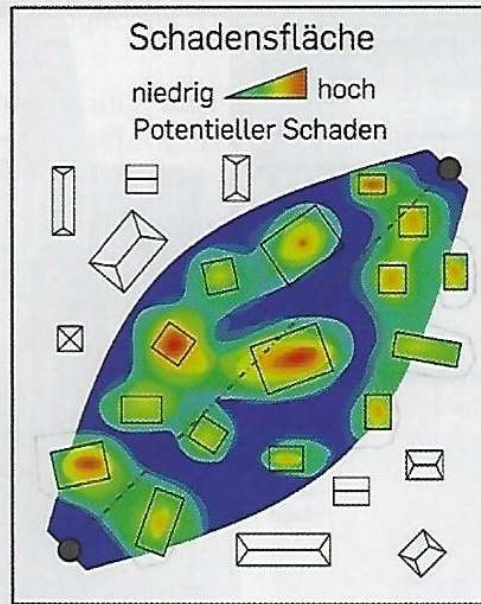
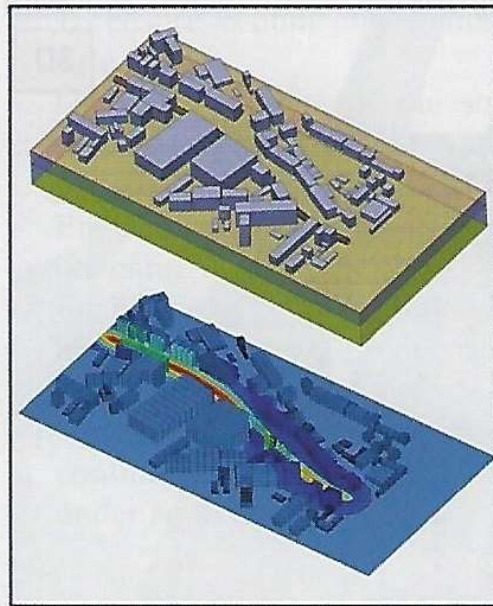
3D modeliranje tla s razvojnom dopunom informacija o nađenim dodatnim informacijama na primjeru 2 cijevi željezničkog tunela Bözberg.

1. Smjernice BIMa po DAUBu, Njemačka



Pregled elemenata podzemne infrastrukture na primjeru planiranja u Singaporeu.

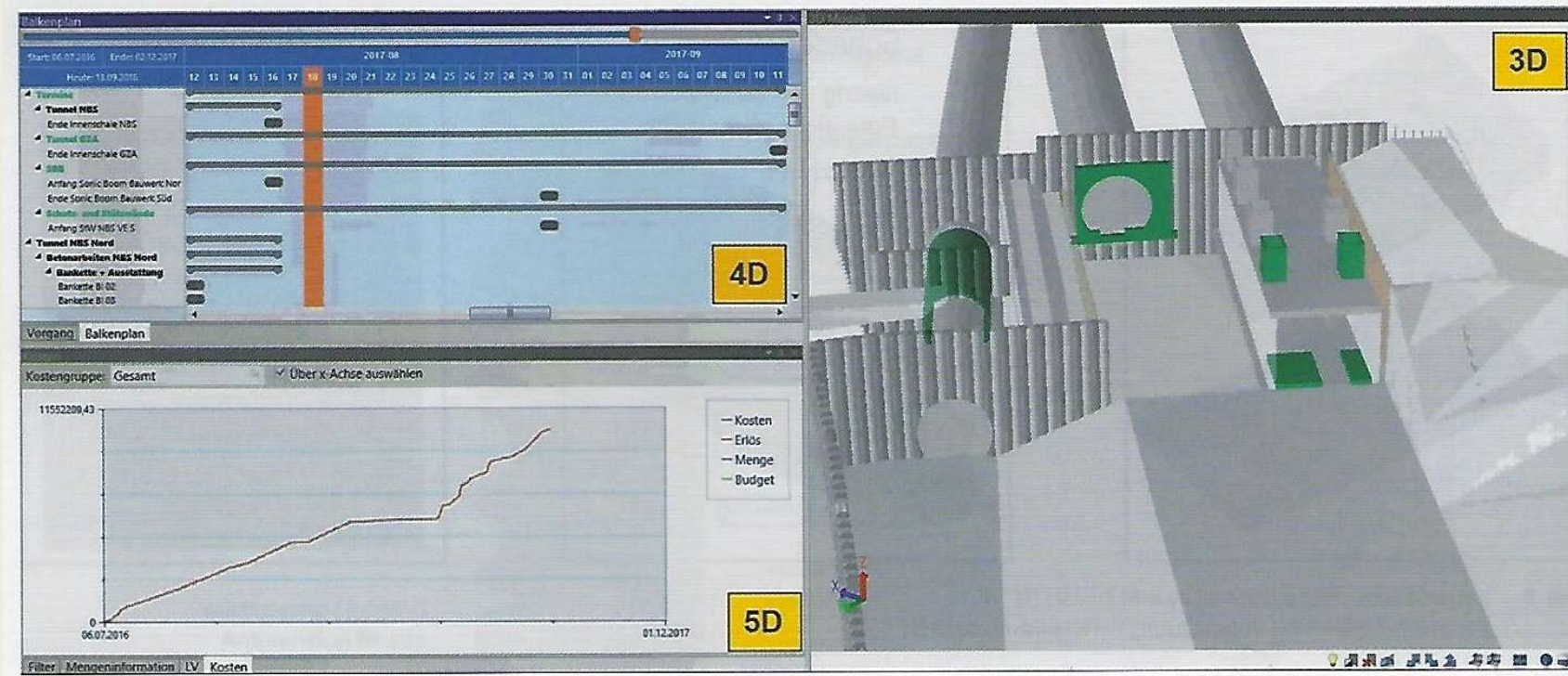
1. Smjernice BIMa po DAUBu, Njemačka



Analize varijanti uz potporu BIM modeliranja :

- površinski pregled, podzemna infrastruktura;
- utjecajne površine na slijeganje objekata na površini;
- tlocrtni pregled varijantnih rješenja

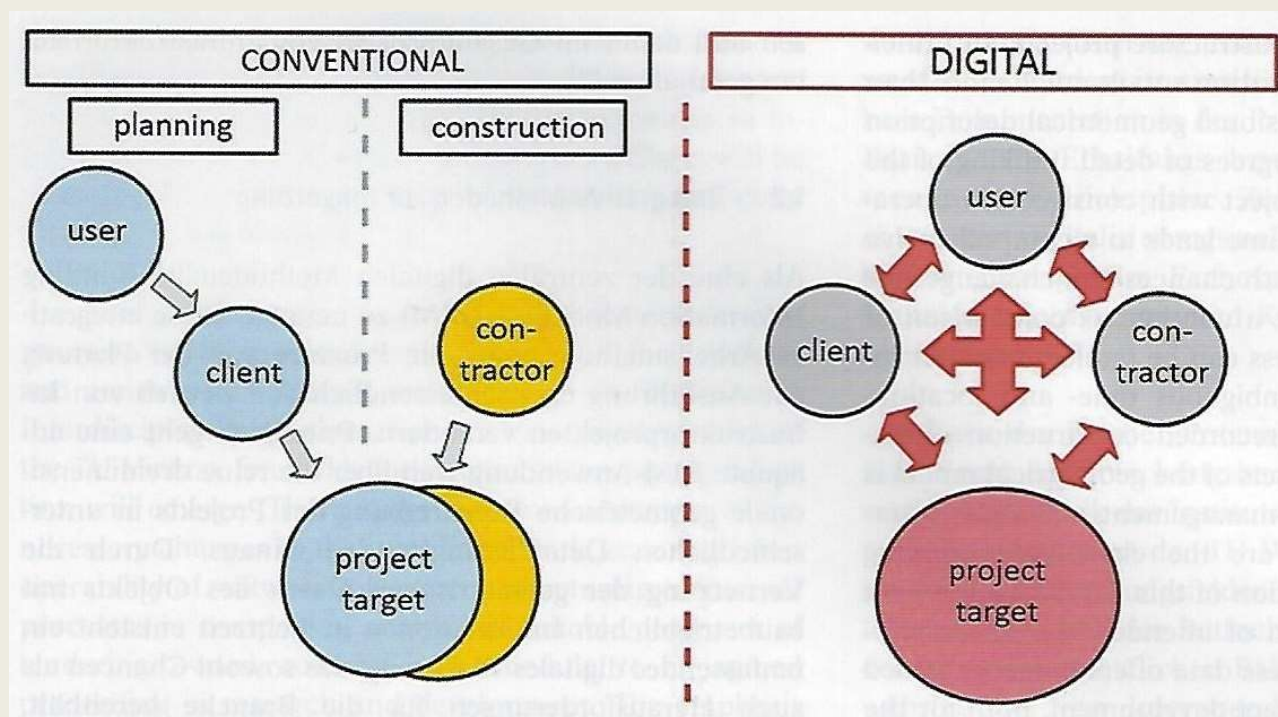
1. Smjernice BIMa po DAUBu, Njemačka



Primjer primjene 5D modela u BIM modeliranju na gradilištu :

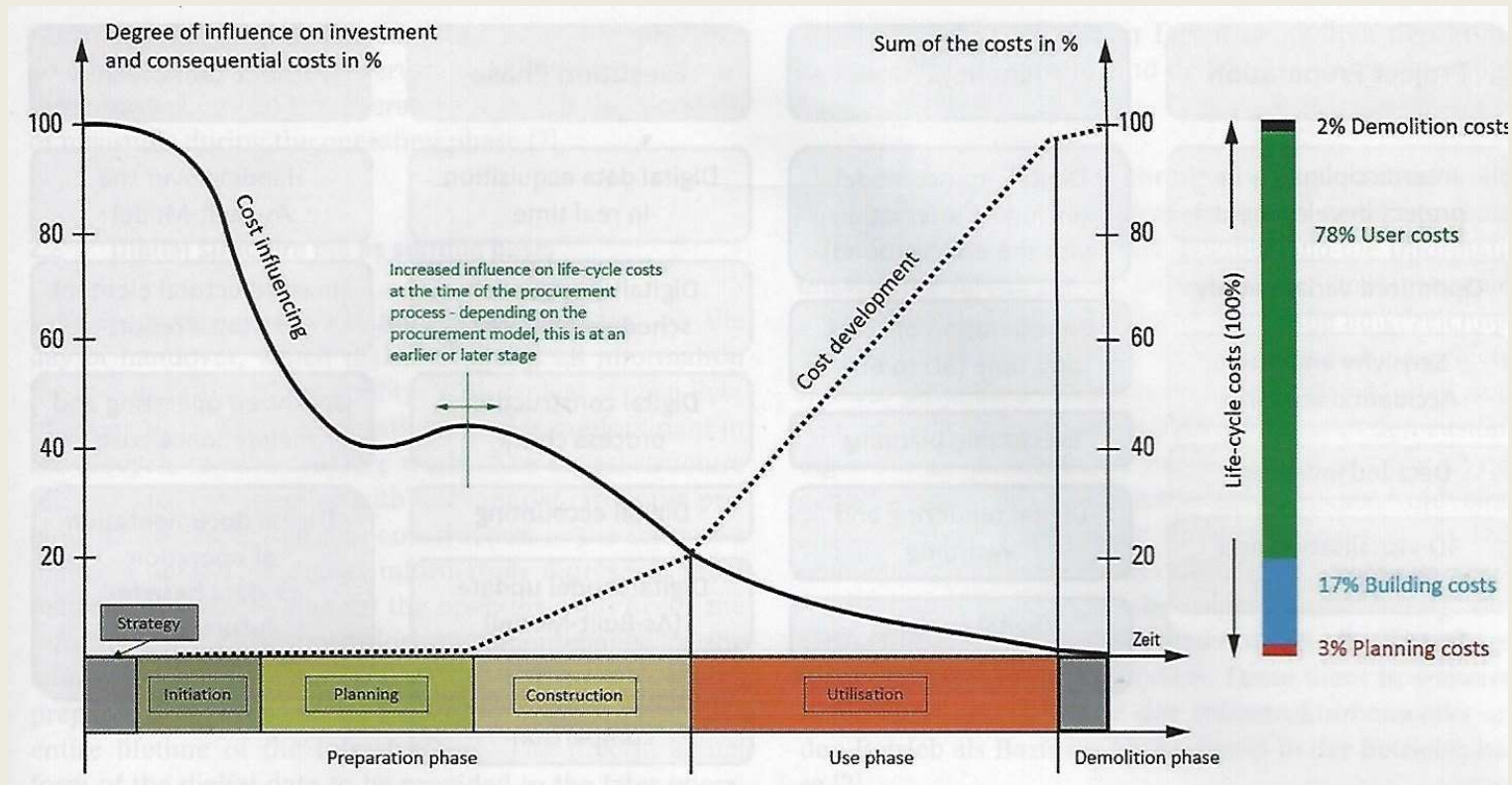
- a) 4D prikaz vremenskog razvoja projekta uz 3D sliku elemenata ;
- b) kumulacija troškova koji se prati tokom vremenskog razvoja gradilišta

2. Digitalizacija u prometnoj infrastrukturi : praćenje izvođenja i kontrola troškova



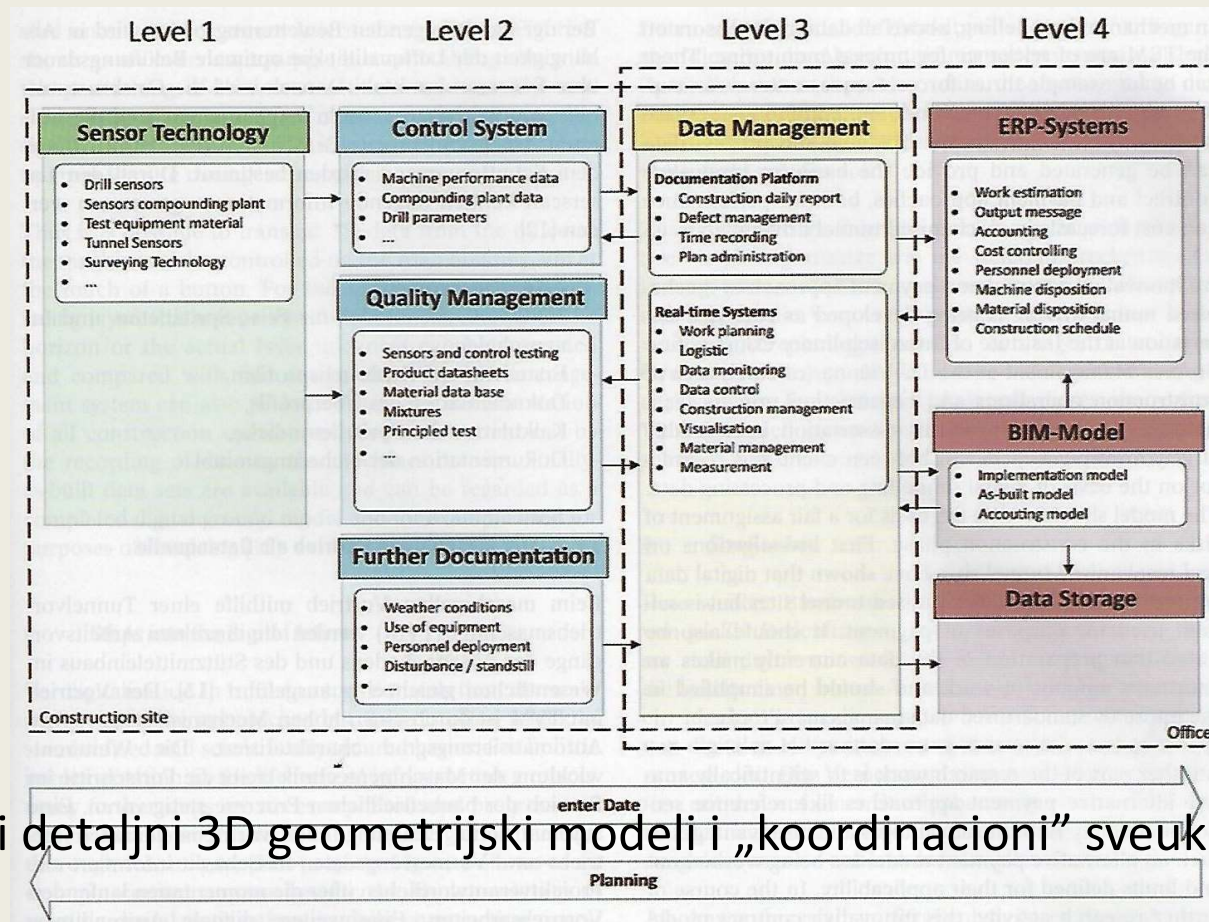
Usporedba klasičnog i digitalnog razvoja projekta :
odnosi projektnog cilja prema investitoru, izvođaču i krajnjem korisniku.

2. Digitalizacija u prometnoj infrastrukturi : praćenje izvođenja i kontrola troškova



Parcijalni i detaljni 3D geometrijski modeli i „koordinacioni“ sveukupni model

2. Digitalizacija u prometnoj infrastrukturi : praćenje izvođenja i kontrola troškova



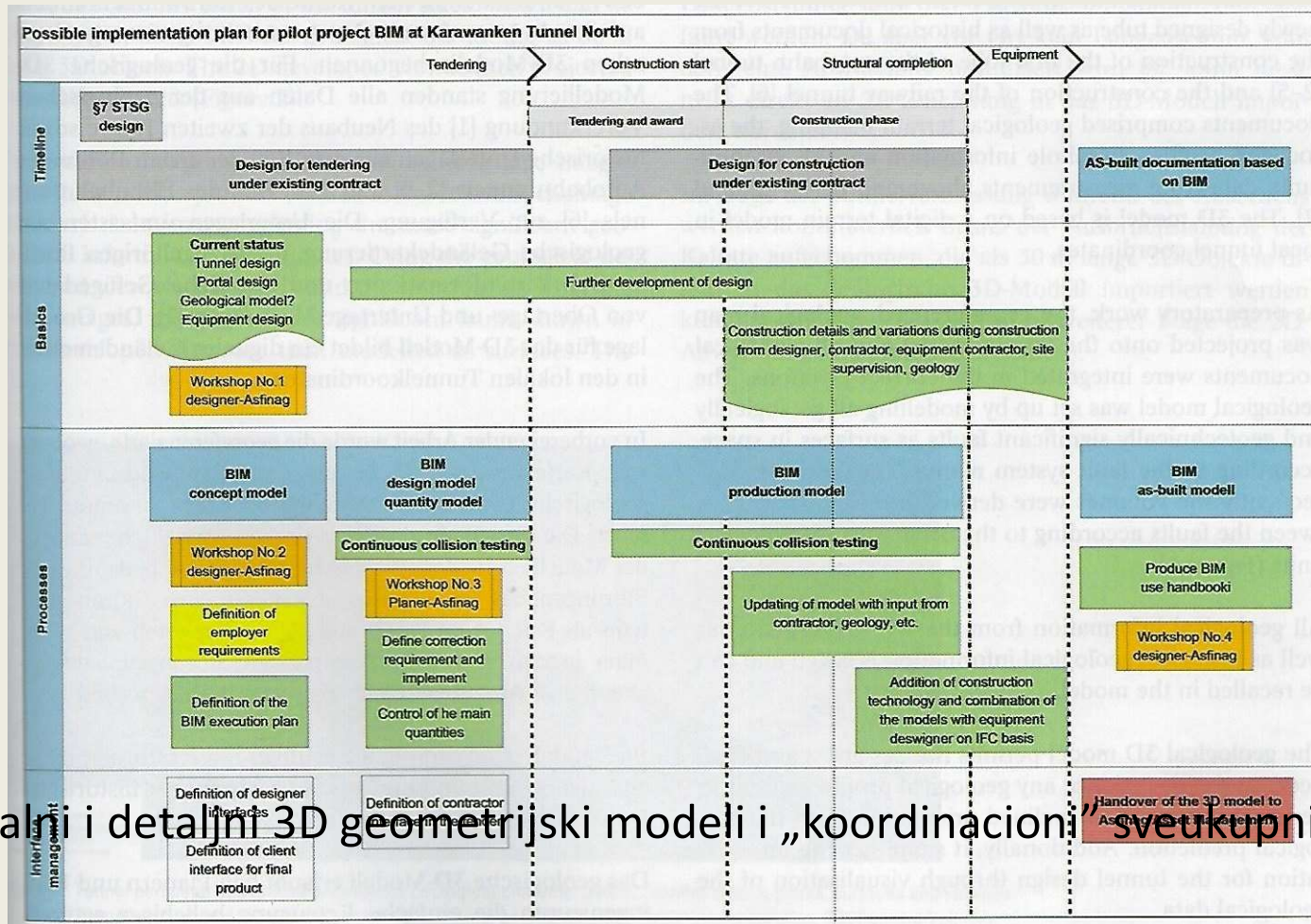
Parcijalni i detaljni 3D geometrijski modeli i „koordinacioni“ sveukupni model

2. Digitalizacija u prometnoj infrastrukturi : praćenje izvođenja i kontrola troškova



Parcijalni i detaljni 3D geometrijski modeli i „koordinacioni” sveukupni model

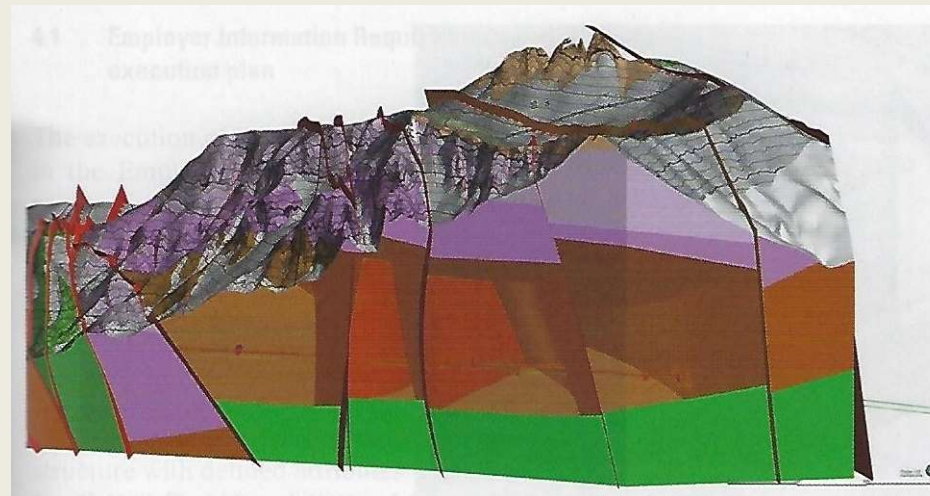
3. BIM Pilotprojekt : Karavanke tunel-sjever



Parcijalni i detaljni 3D geometrijski modeli i „koordinacioni“ sveukupni model

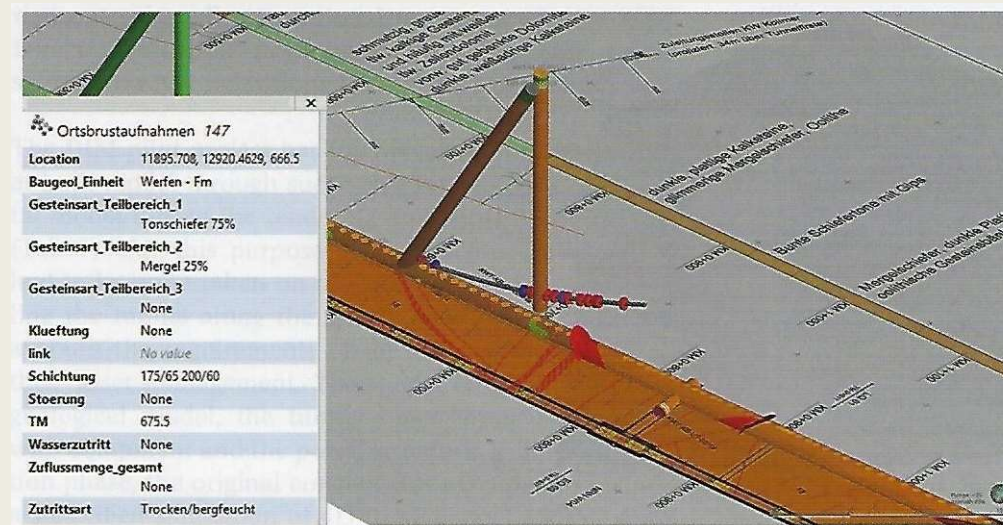


3. BIM Pilotprojekt : Karavanke tunel-sjever



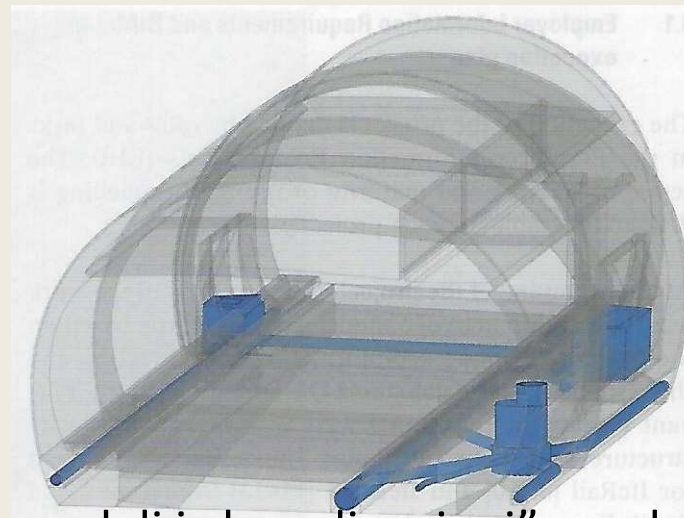
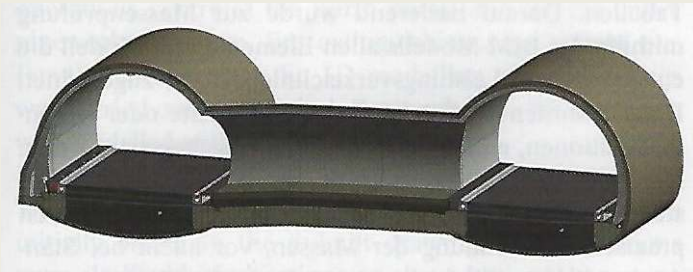
Parcijalni i detaljni 3D geometrijski modeli i „koordinacioni” sveukupni model

3. BIM Pilotprojekt : Karavanke tunel-sjever



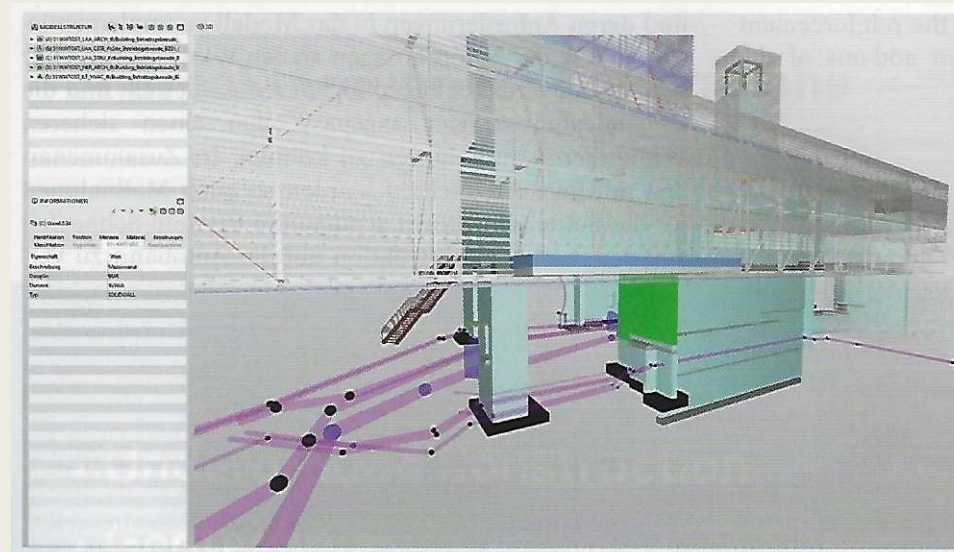
Parcijalni i detaljni 3D geometrijski modeli i „koordinacioni“ sveukupni model

3. BIM Pilotprojekt : Karavanke tunel-sjever



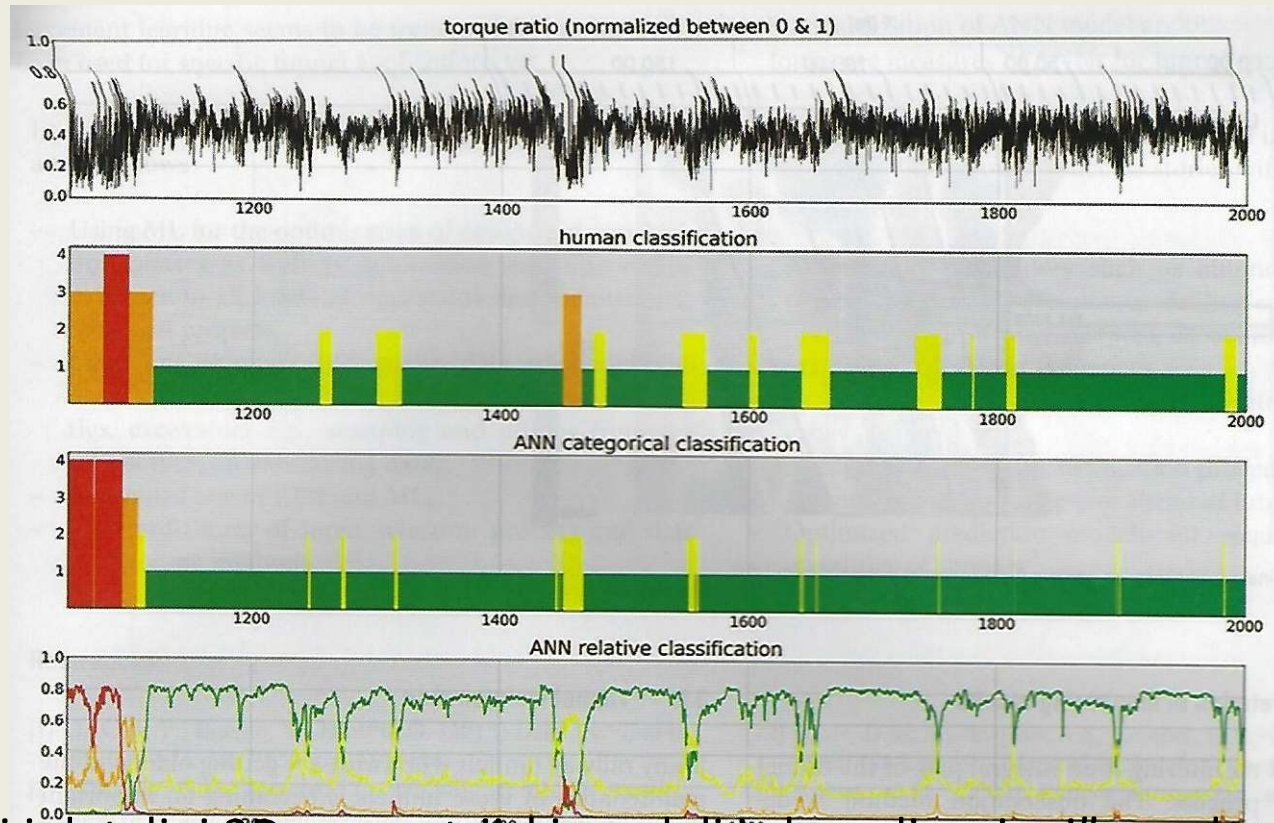
Parcijalni i detaljni 3D geometrijski modeli i „koordinacioni” sveukupni model

3. BIM Pilotprojekt : Karavanke tunel-sjever



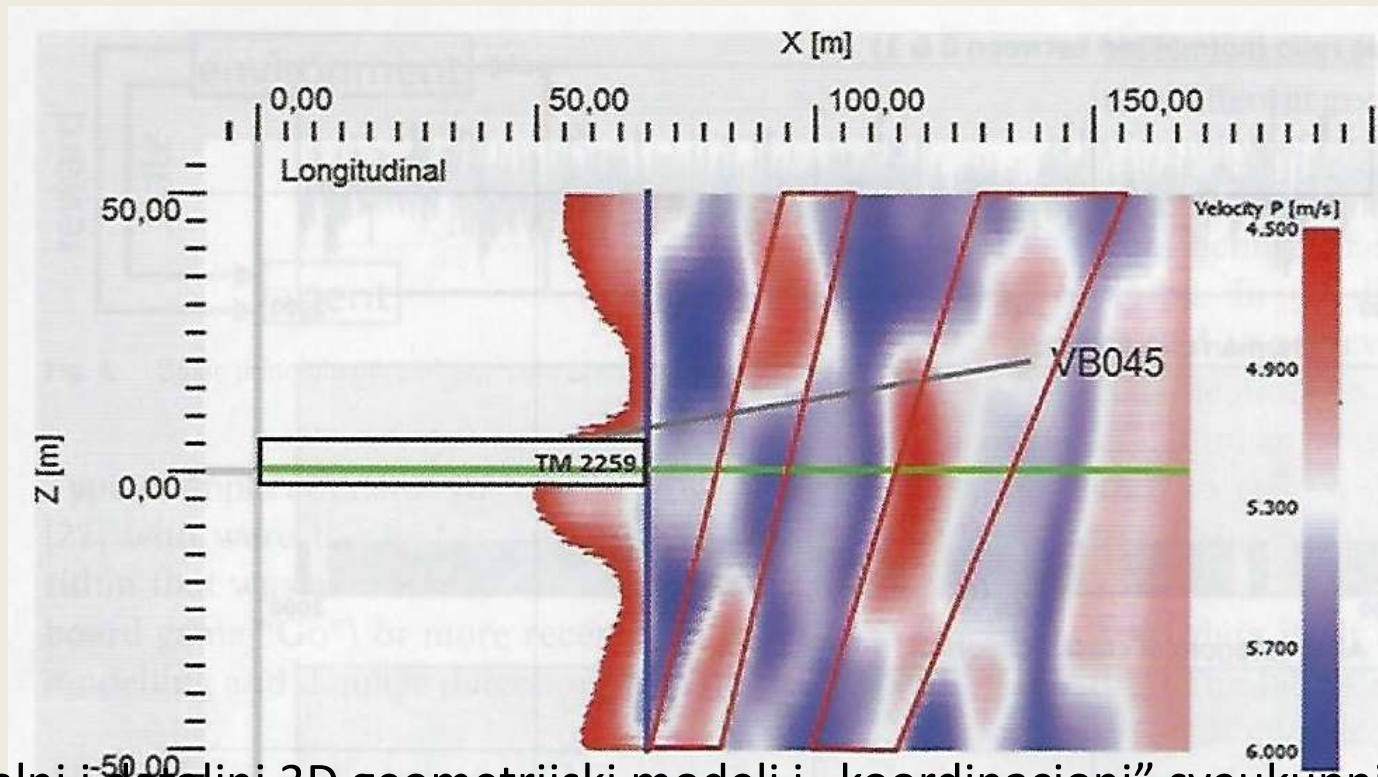
Parcijalni i detaljni 3D geometrijski modeli i „koordinacioni” sveukupni model

4. Korištenje AI (umjetne inteligencije) za predviđanje izvedbe



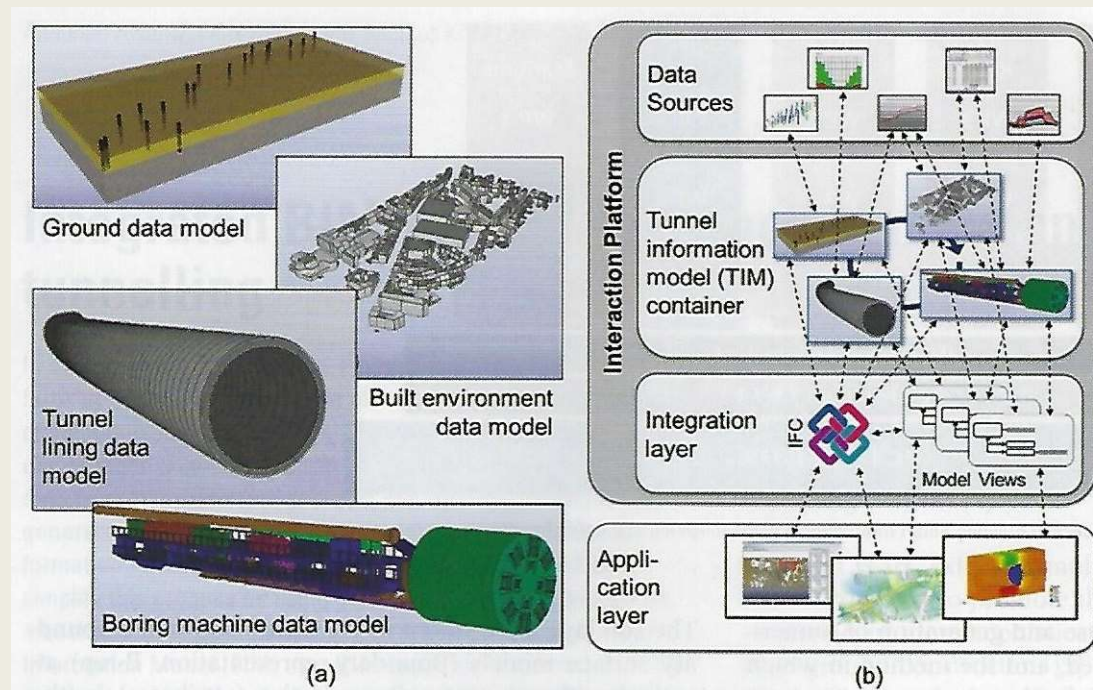
Parcijalni i detaljni 3D geometrijski modeli i „koordinacioni” sveukupni model

4. Korištenje AI (umjetne inteligencije) za predviđanje izvedbe



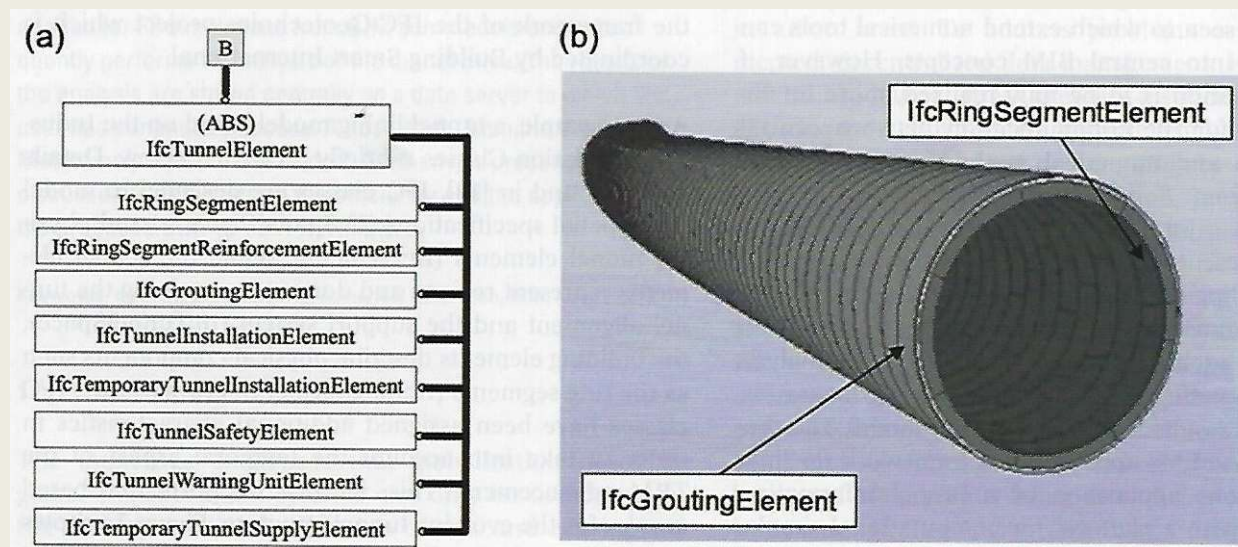
Parcijalni i detaljni 3D geometrijski modeli i „koordinacioni” sveukupni model

5. BIM model + num.analize za TBS



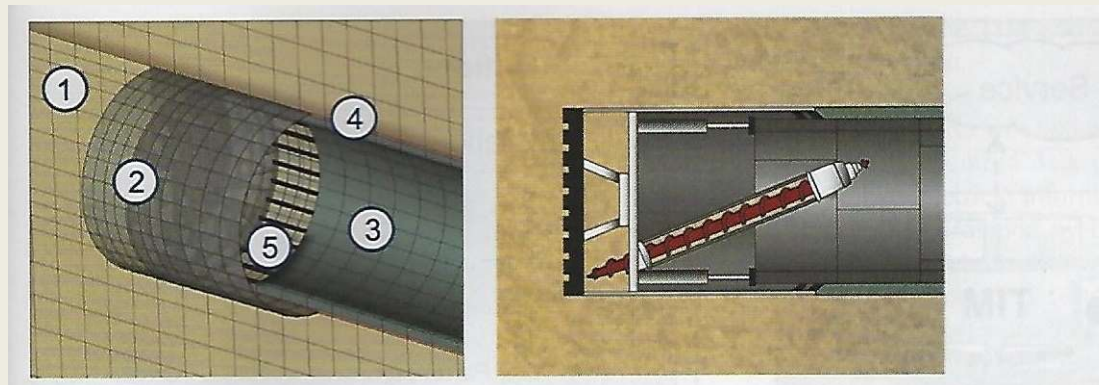
Parcijalni i detaljni 3D geometrijski modeli i „koordinacioni” sveukupni model

5. BIM model + num.analize za TBS



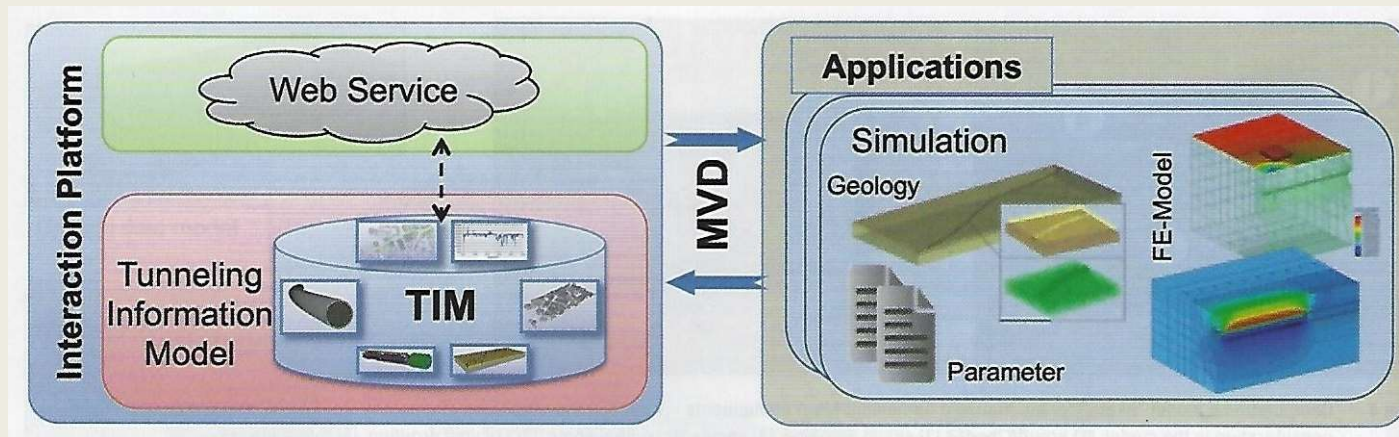
Parcijalni i detaljni 3D geometrijski modeli i „koordinacioni” sveukupni model

5. BIM model + num.analize za TBS



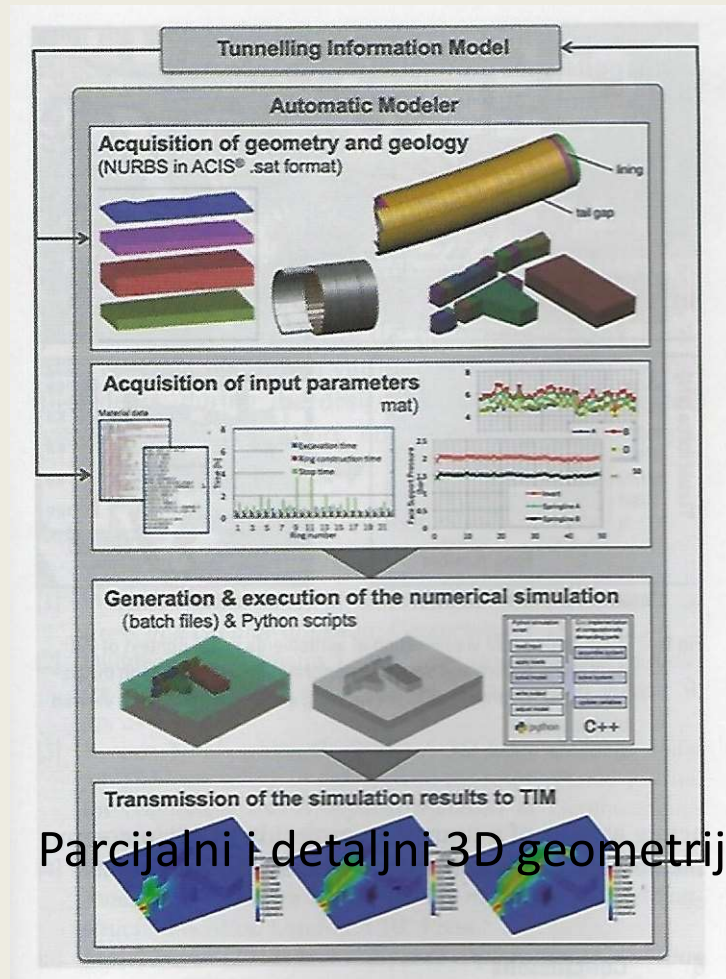
Parcijalni i detaljni 3D geometrijski modeli i „koordinacioni” sveukupni model

5. BIM model + num.analize za TBS



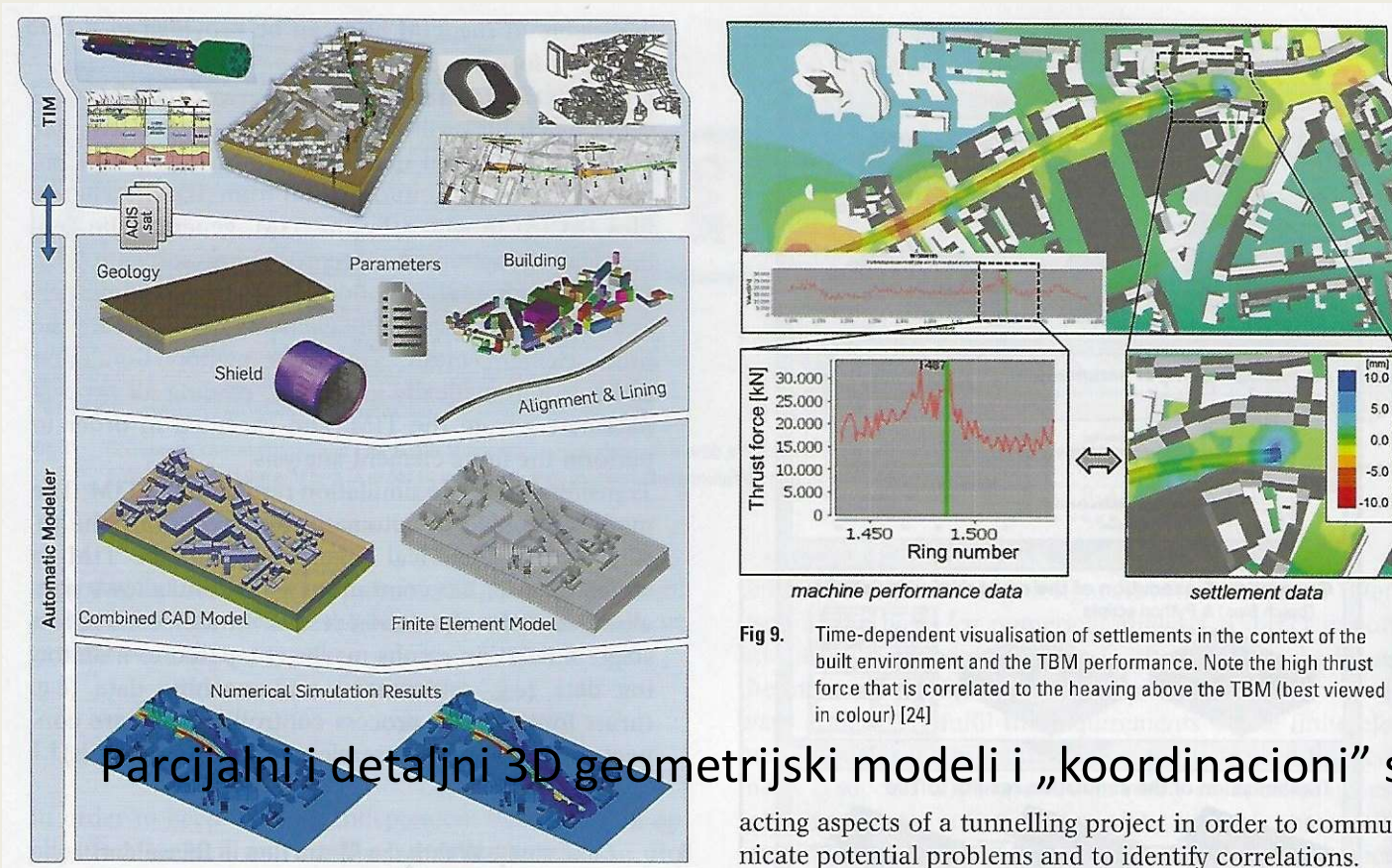
Parcijalni i detaljni 3D geometrijski modeli i „koordinacioni” sveukupni model

5. BIM model + num.analize za TBS



Parcijalni i detaljni 3D geometrijski modeli i „koordinacioni” sveukupni model

5. BIM model + num.analize za TBS



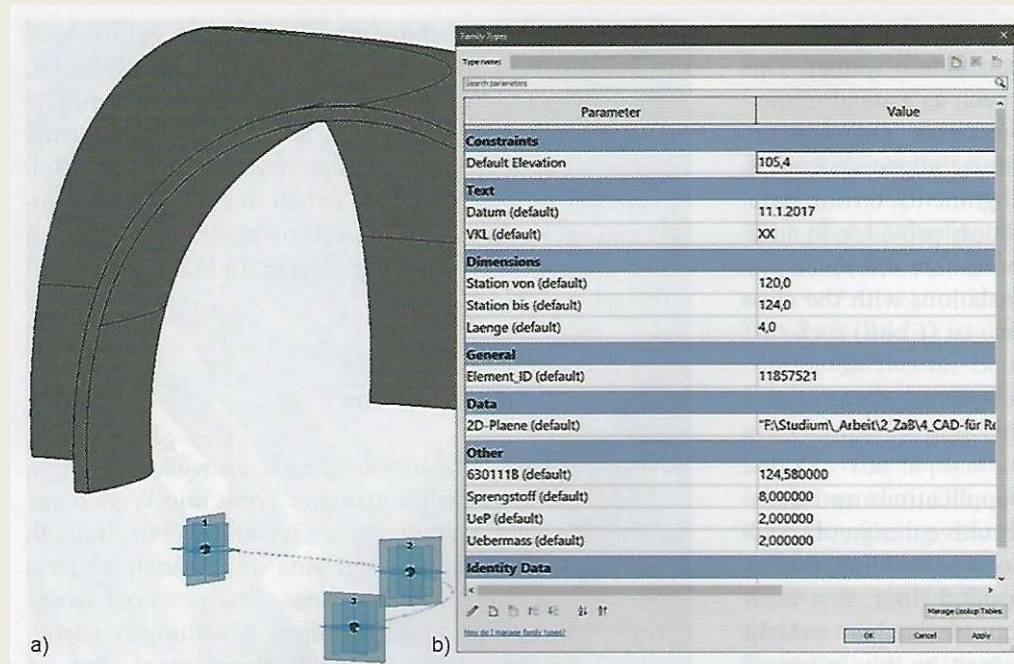
Parcijalni i detaljni 3D geometrijski modeli i „koordinacioni” sveukupni model

Fig 9. Time-dependent visualisation of settlements in the context of the built environment and the TBM performance. Note the high thrust force that is correlated to the heaving above the TBM (best viewed in colour) [24]

acting aspects of a tunnelling project in order to communicate potential problems and to identify correlations.

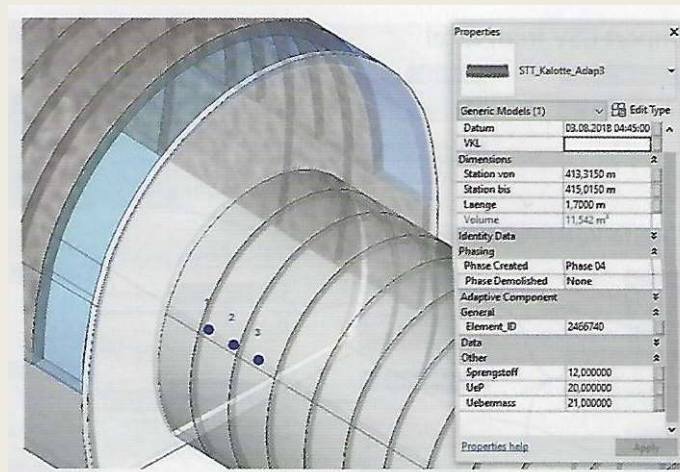


6. Kontrola troškova izvedbe putem BIMa



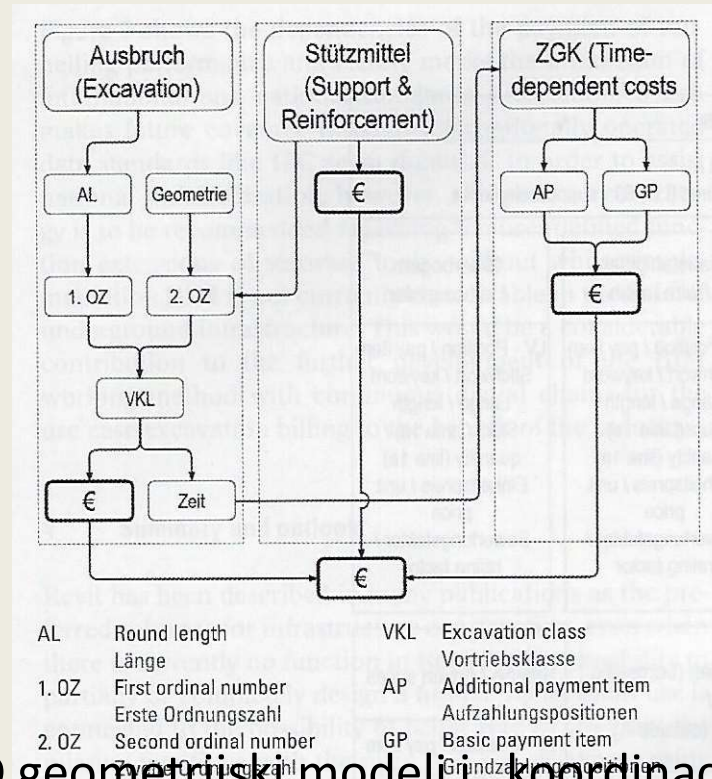
Parcijalni i detaljni 3D geometrijski modeli i „koordinacioni“ sveukupni model

6. Kontrola troškova izvedbe putem BIMa



Parcijalni i detaljni 3D geometrijski modeli i „koordinacioni“ sveukupni model

6. Kontrola troškova izvedbe putem BIMa



Parcijalni i detaljni 3D geometrijski modeli i „koordinacioni“ sveukupni model



6. Kontrola troškova izvedbe putem BIMa

Stützmittel / support elements				
LBVI Leistungsgruppe (LG) 63 - Stützmittel / Specification of works, infrastructure and transportations, group of pay items (LG) 63 - support elements				
Anker / bolts	Ortsbrust- Anker / face bolts	Nachsetzen Lastverteiler / adjustment of load contribution	Baustahlgitter / wire mesh	Gitterbogen / lattice girder
LV - Position / pay item Stichwort / keyword Länge / length Stück / amount Einheitspreis / unit price Bewertungsfaktor / rating factor	LV - Position / pay item Stichwort / keyword Länge / length Stück / amount Nutzlänge / working length Einheitspreis / unit price Bewertungsfaktor / rating factor	LV - Position / pay item Stichwort / keyword Stück / amount Einheitspreis / unit price Bewertungsfaktor / rating factor	LV - Position / pay item Stichwort / keyword Länge / length Stück(Linie 1a) / quantity (line 1a) Einheitspreis / unit price Bewertungsfaktor / rating factor	LV - Position / pay item Stichwort / keyword Länge / length Stück(Linie 1a) / quantity (line 1a) Einheitspreis / unit price Bewertungsfaktor / rating factor
SpC Firste / SpC Top heading, Kämpfer / heading, Ulme / invert	SpC zum Verfüllen (Sägezahn, Spieße) / SpC for filling (saw tooth, driven spiles)	SpC zum Verfüllen (bergseitig A) / SpC for filling (outside A)	Spieße / driven spiles	
LV - Position / pay item Stichwort / keyword Stärke / thickness Fläche in % / area in % Bewertungsfaktor / rating factor Einheitspreis / unit price	LV - Position / pay item Stichwort / keyword Bewertungsfaktor / rating factor Einheitspreis / unit price	LV - Position / pay item Stichwort / keyword Ausbruchskubatur / excavation volume Bewertungsfaktor / rating factor Einheitspreis / unit price	LV - Position / pay item Stichwort / keyword Länge / length Stück / amount Teilung / subdivision Einheitspreis / unit price Bewertungsfaktor / rating factor	
Geometrie / geometry	VKL / support class	GP / basic pay item	AP / additional charge	
ÖNORM B 203	m/KI	ZGR Vorabsbeginn- Betonierende, Grundpos., UT Summe der angebotenen Vortriebs- und Betonierdauer und Bauzeit für die Innenschale / TBC excavation start and end of concrete works basic payment item, total offered period of excavation phase and of concrete works and period of installing the inner lining	Auzahlung ZGK Vortrieb, UT Divisor Vertragliche Vortriebsgeschwindigkeit / payment item in addition to TBC excavation, divisor contractual advance rate of excavation	
Abschlagslänge / round length: > 0,80 - 1,00 > 1,00 - 1,30 > 1,30 - 1,70 > 1,70 - 2,20	LV - Position / pay item EP [€/m ²] / unit item			

Parcijalni i detaljni 3D geometrijski modeli i „koordinacioni“ sveukupni model



7. Razvoj

Smjerovi razvoja :

1. sve veća količina podataka koji se mogu istovremeno ne samo sakupljati nego i obrađivati
2. upotreba ostalih dimenzija prikaza osim 3 dimenzije geometrije
3. mogućnosti usporedbi i optimizacije rješenja
4. preko optimizacije : snižavanje troškova
5. povećanje sigurnosti za ljude i uređaje/strojeve na gradilištima
6. korištenje drugih uređaja (dronovi, videokamere, CCTV u 24/7 primjeni
7. automatizacija (robotizacija)

