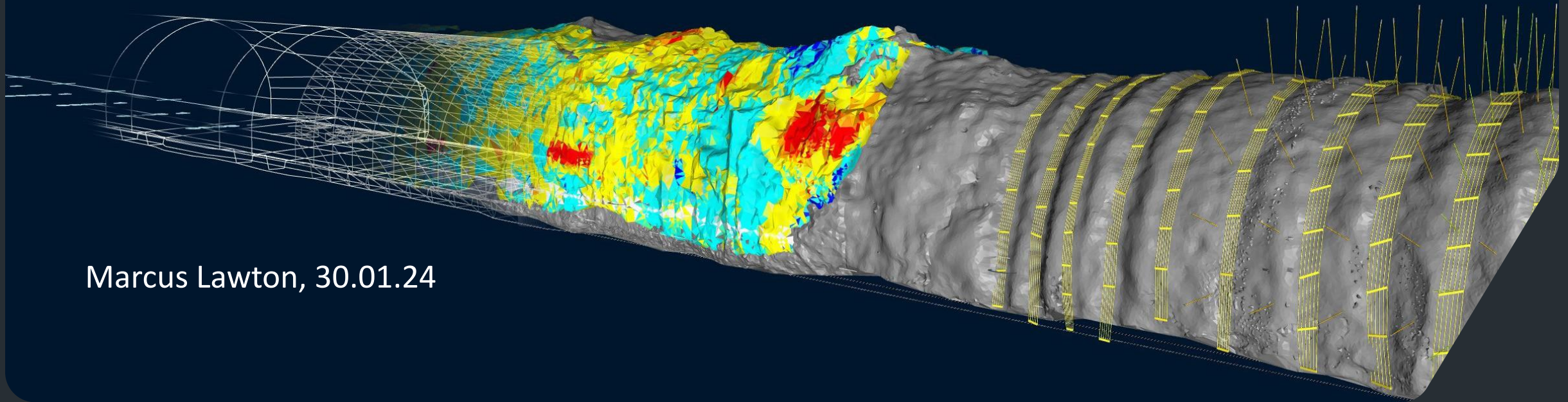


# BIM i Fornebubanen

## Fra planlegging til som bygget



Marcus Lawton, 30.01.24





# Fornebubanen



- Byggherre: Oslo kommune, Fornebubanen
- Prosjekternede: PGF (Multiconsult/Cowi)
- Tunnellengde: 11,6 km
- Seks nye stasjoner
- Oppstart 2020 og planlagt fullført 2029
- BIM som informasjonsbærer
- Boring og sprengning



# BIM i Fornebubanen – Ingeniørgeologi - Tunnel

- Hva ønsket prosjektet?
  - «Tegningsløst prosjekt»
  - Detaljerte modeller
  - Løpende oppdatering ved endringer fra premissgivere.
- Hva betyr det for Inggeo?
  - Mest mulig informasjon i modell
  - Best mulig visualisering av endelig situasjon
  - Behov for kommunikasjon av geometri til byggeplass

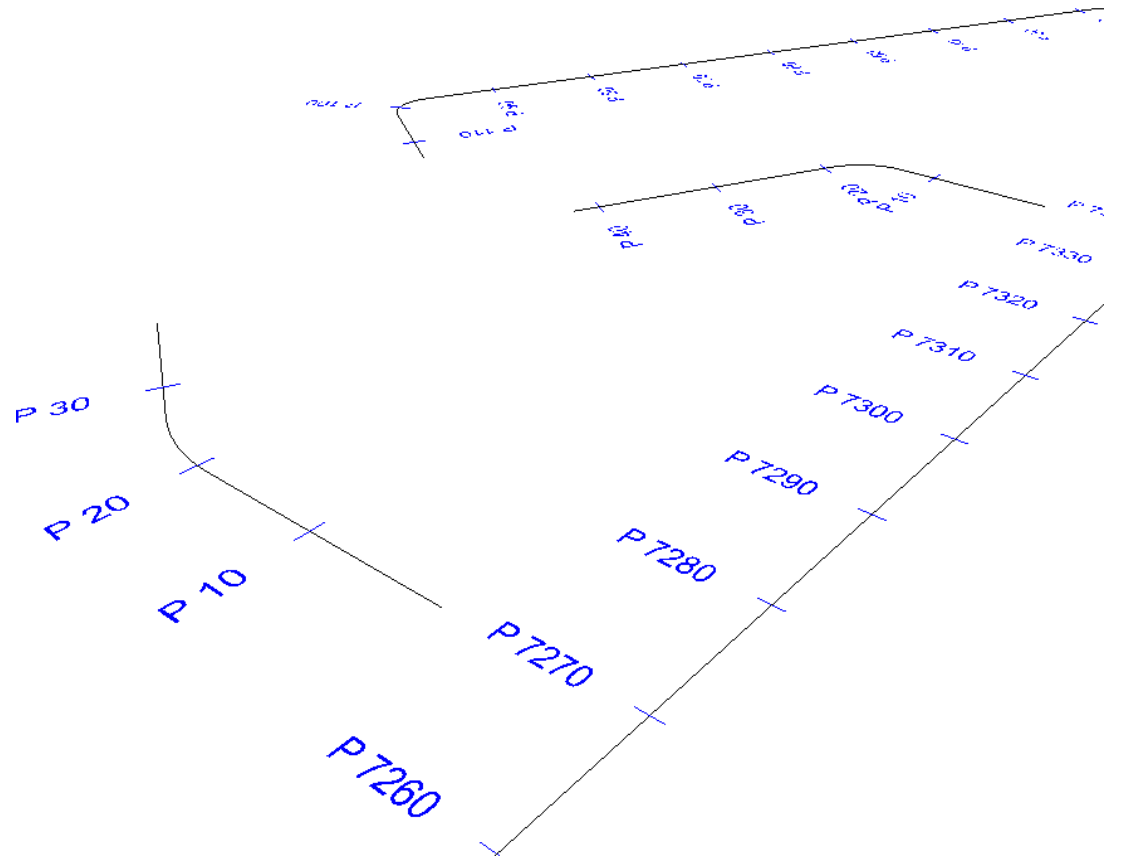






# Planlegging - Senterlinje

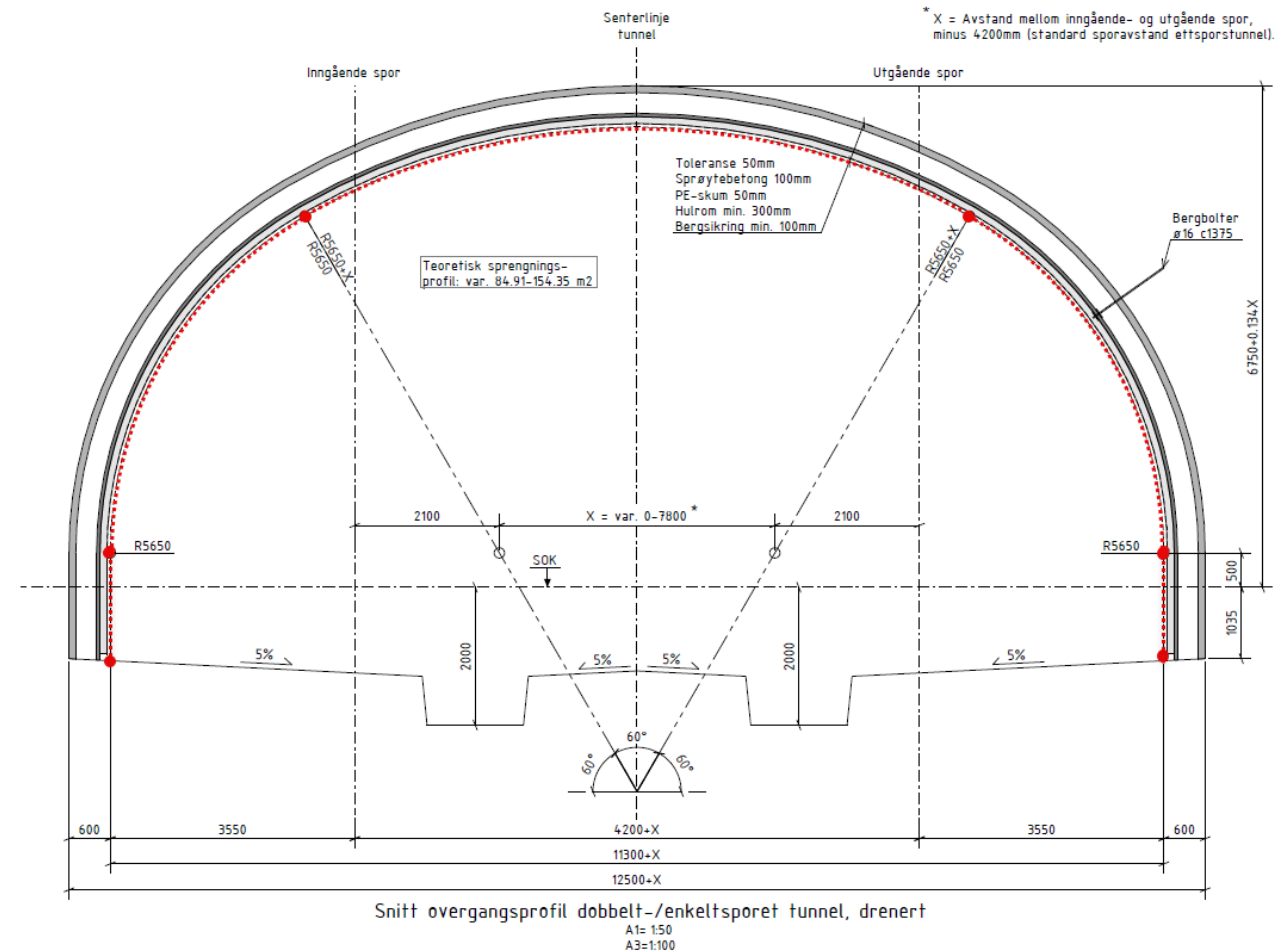
- Sentral i planlegging av en tunnel
- Består av horisontal og vertikal kurvatur
- Prosjekteres i Novapoint / Civil 3d
- Leveres som LandXML og dwg
- Blir gjerne låst tidlig, men endringer forekommer





# Planlegging - Tunnelprofiler

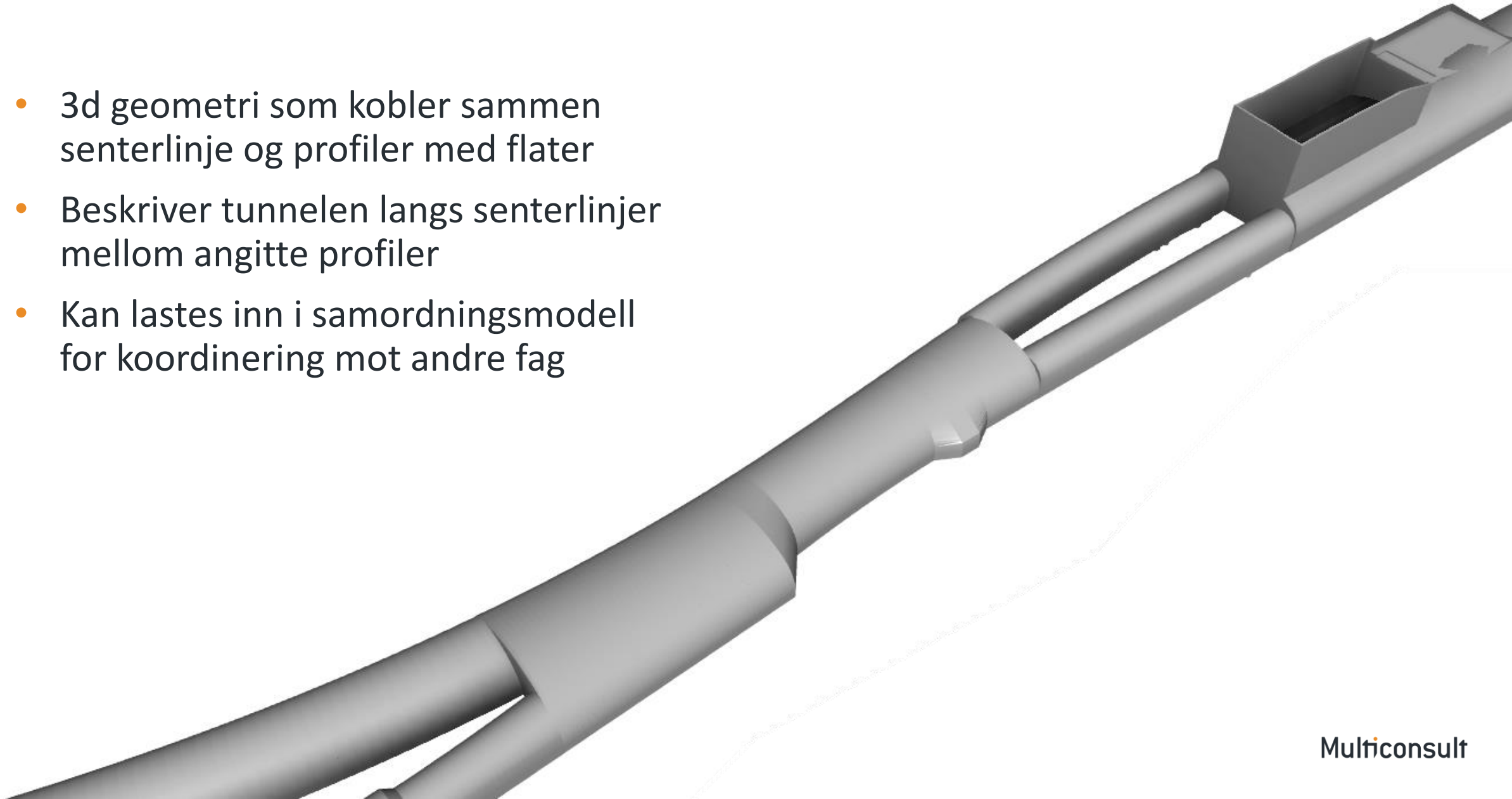
- Angir formen på tunnel ved et gitt profilnr.
- Består av linjer og kurver med gitte eller variable radier
- Levers i dwg format





# Planlegging - Tunnelgeometri

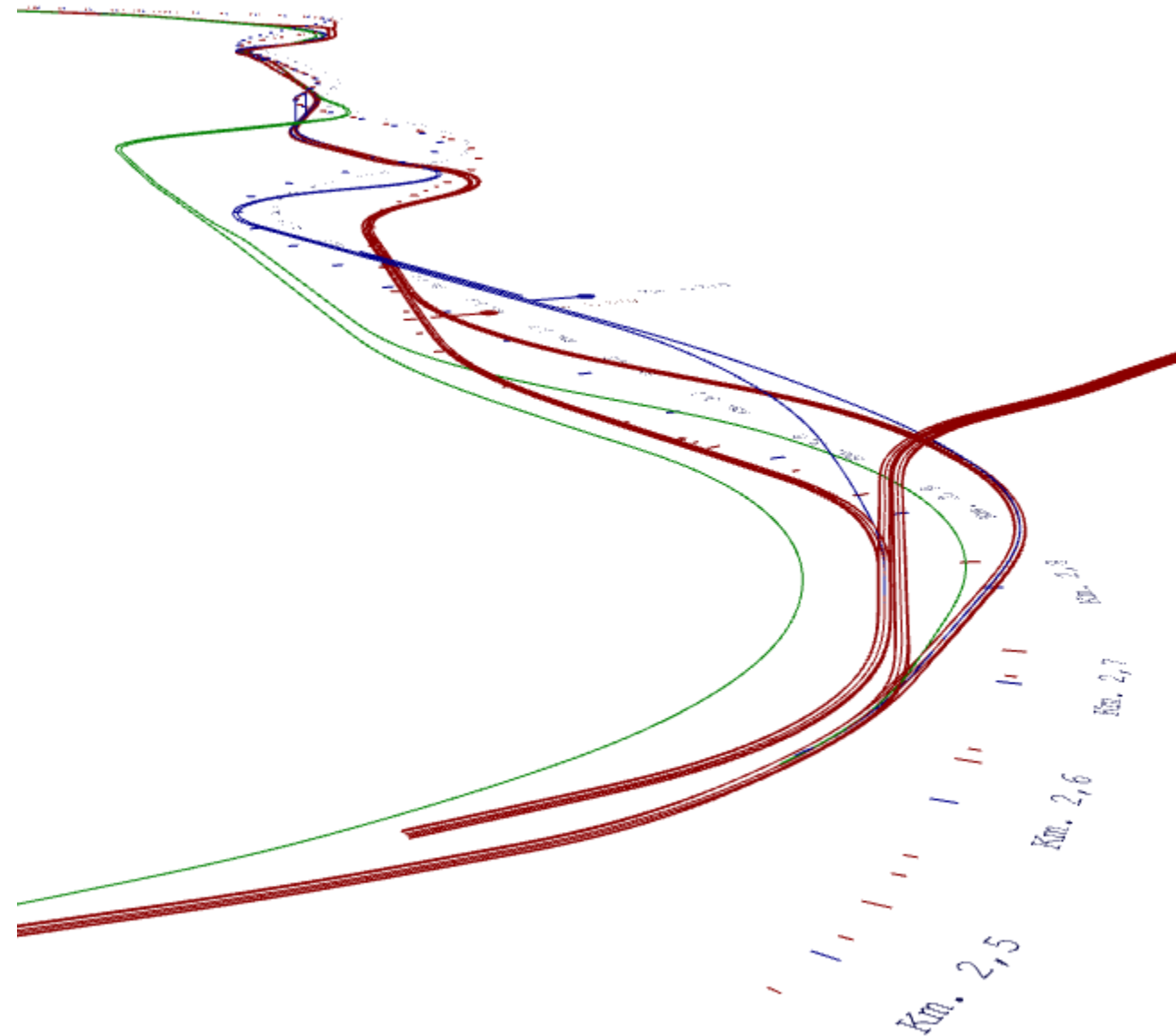
- 3d geometri som kobler sammen senterlinje og profiler med flater
- Beskriver tunnelen langs senterlinjer mellom angitte profiler
- Kan lastes inn i samordningsmodell for koordinering mot andre fag





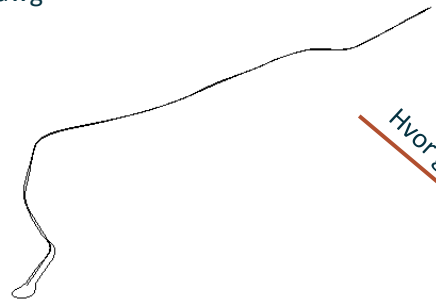
# Planlegging - Utfordringer

- Flere endringer av senterlinjer i tidlig fase
  - Profiler koblet til profilnr. flyttet på seg, tidkrevende å «rekalibrere» profiler.
- Sprengningsprofil avhengig av avstand mellom senterlinjer

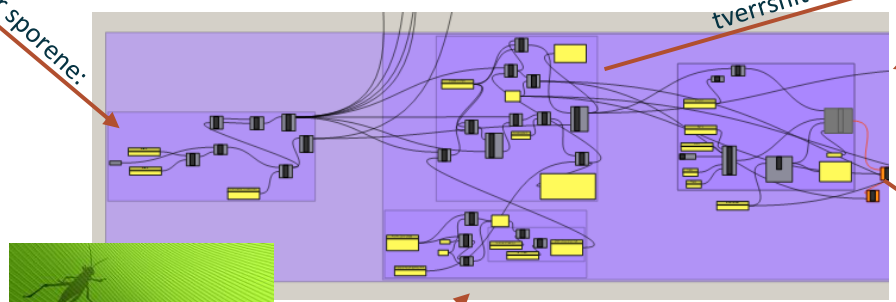


# Automatisering og parametrisering - Tunnel

Senterlinjer spor fra Novapoint - dwg

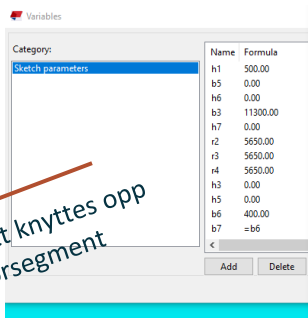


Hvor går sporene:

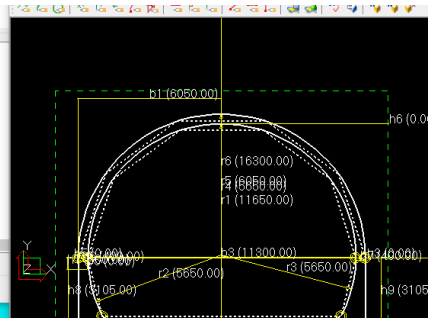


Knyttes sammen ved visuell programmering i Grasshopper. Definerer regler for hvordan de ulike inputparametrene oppfører seg i forhold til hverandre:

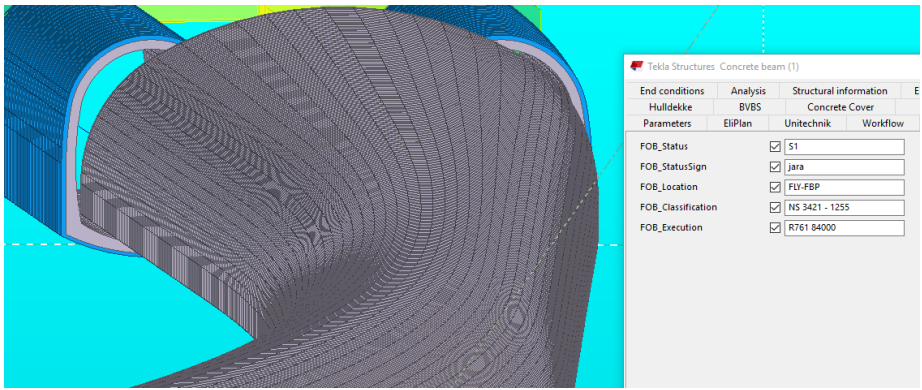
Sporgeometri og hva som skjer hvor definerer parametrene til tverrsnittet:




Varierende tverrsnitt knyttes opp mot tilhørende sporsegment



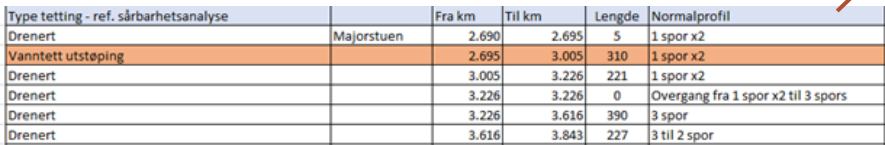
BIM-modell genereres



Hva skjer hvor:

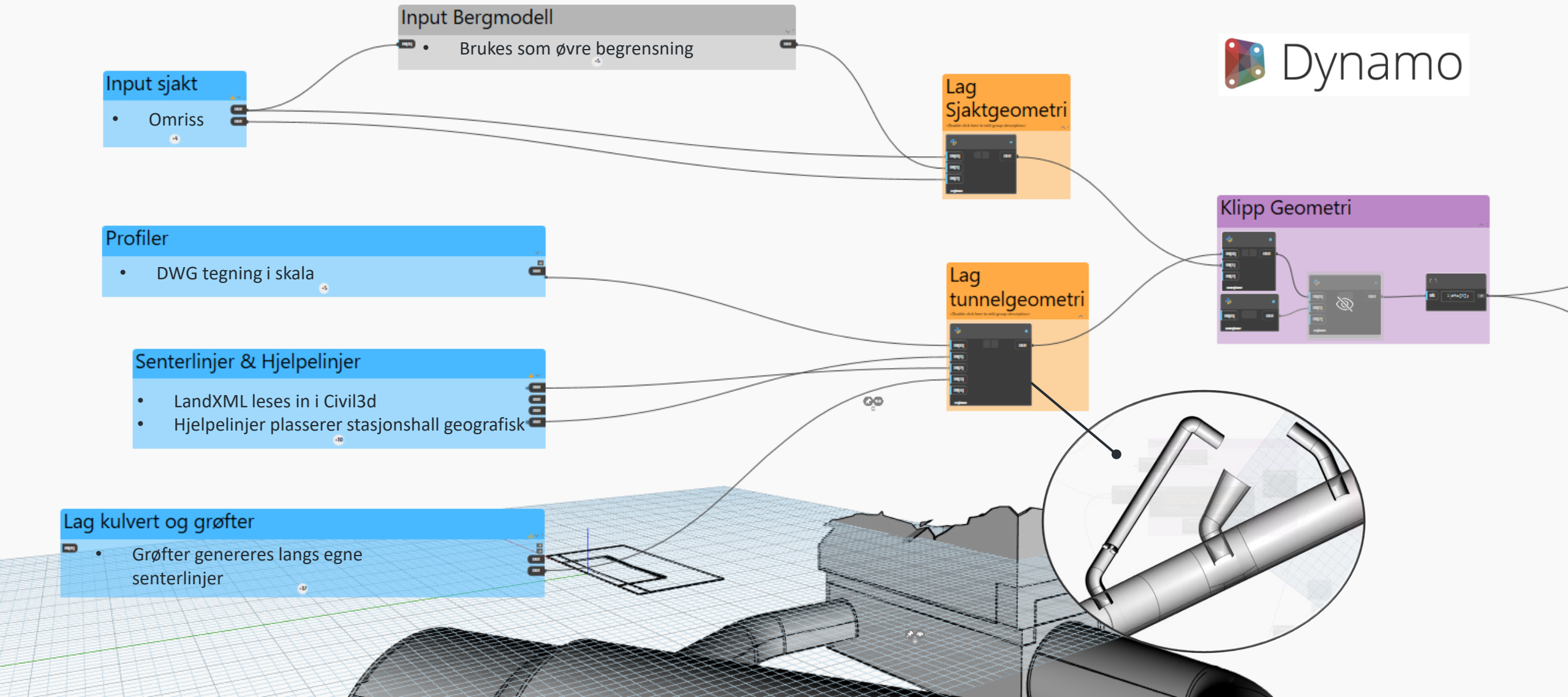


Eksporteres til ulike format for samhandling, visualisering, leveranse, etc.. Eksempel på dataflyt kommer.





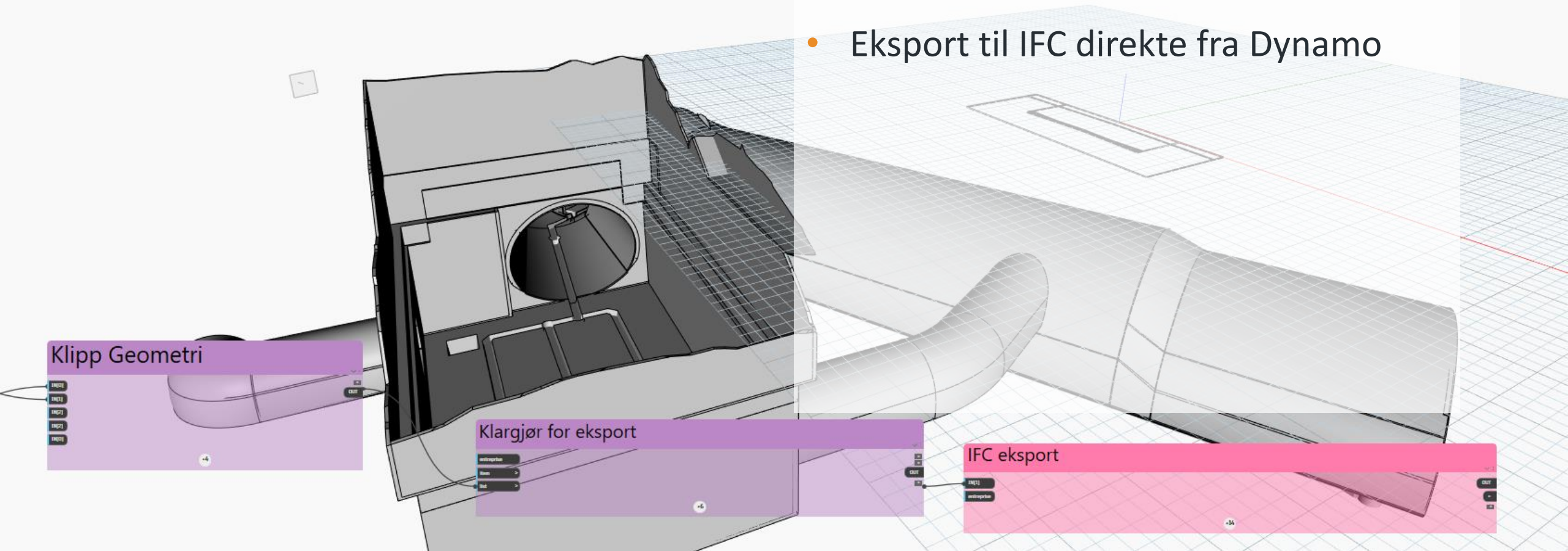
# Automatisering og parametrisering - Stasjon





# BIM modell

- Attributtdata genereres i script
- Geometriske verdier beregnes og skrives til attributter
- Eksport til IFC direkte fra Dynamo





# BIM modell

- Fagmodell som sendes ut for prising og arbeidsunderlag
- Viser geometri og tilleggsinformasjon
  - Henvisning til beskrivelse
  - Spesielle merknader
  - Mengder
  - Revisjonshistorikk
- Gjerne en triangulert modell
- Leveres som ifc

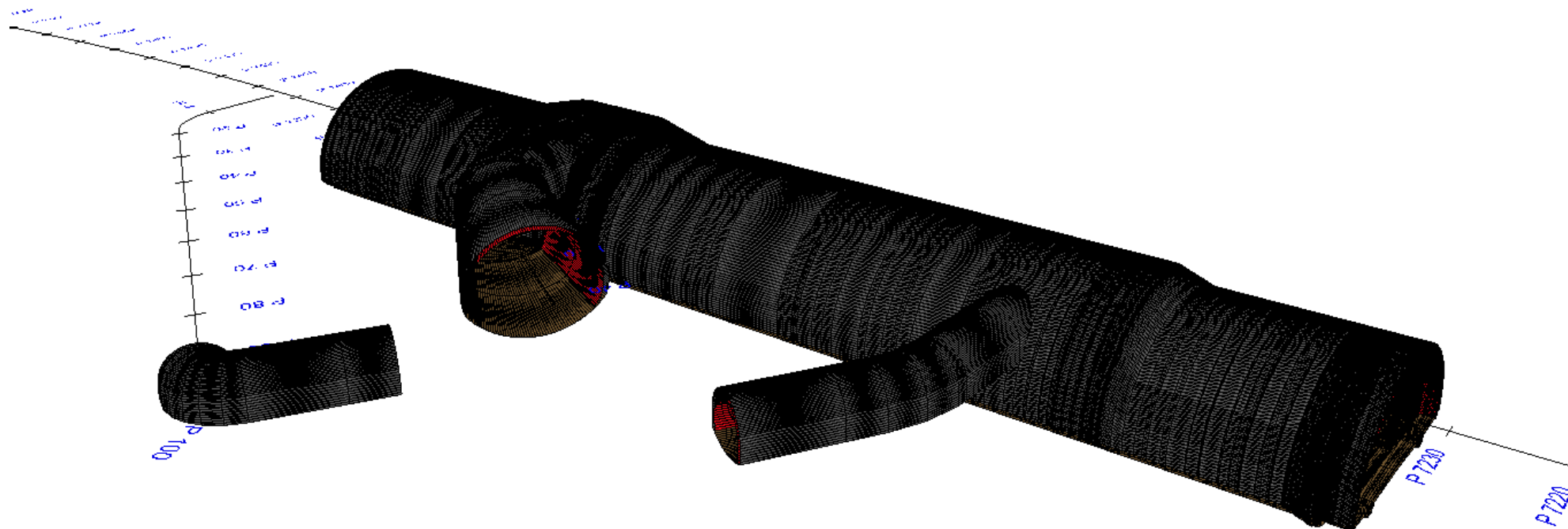
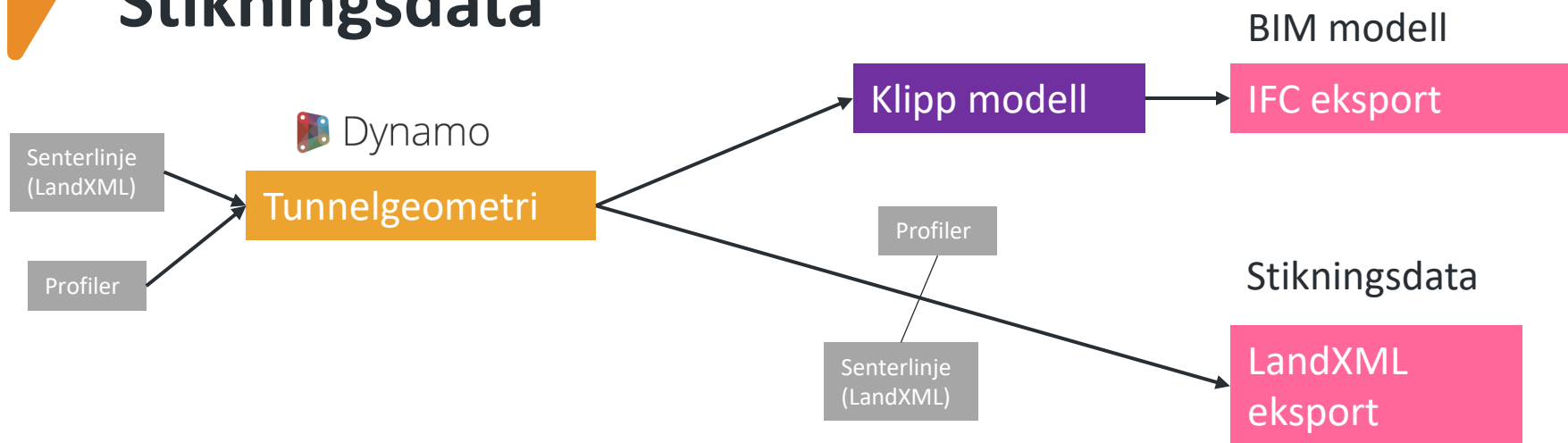
Element		
FOB_Info		
Property	Value	
FOB_Revisjonsdato	2023.03.31	
FOB_Leverandorprosjektering	Nei	
FOB_Mengdeenhet	m3	
FOB_Status	S5	
FOB_Mengde	309.610 m <sup>3</sup>	
FOB_Mengdelistepost	405-043.32.11	
FOB_Merknad	--	
FOB_Entreprise	K2B	
FOB_Eksistensstatus	Ny	

FOB_Merke		
PGF_GEO-GEN_Info		
PGF_Info		
Property	Value	
Tunnel_Areal-bergsikring	92.480 m <sup>2</sup>	
Tunnel_Omkrets	33.580 m	
Tunnel_Volum	309.610 m <sup>3</sup>	
Tunnel_Buelengde-sikring	--	
Tunnel_Tversnitt	66.440 m <sup>2</sup>	
Tunnel_Id	Adkomst_A_Påhugg	
Tunnel_Lengde	2.900 m	

Volumreservasjon  
bergsikring

Sprengningsprofil

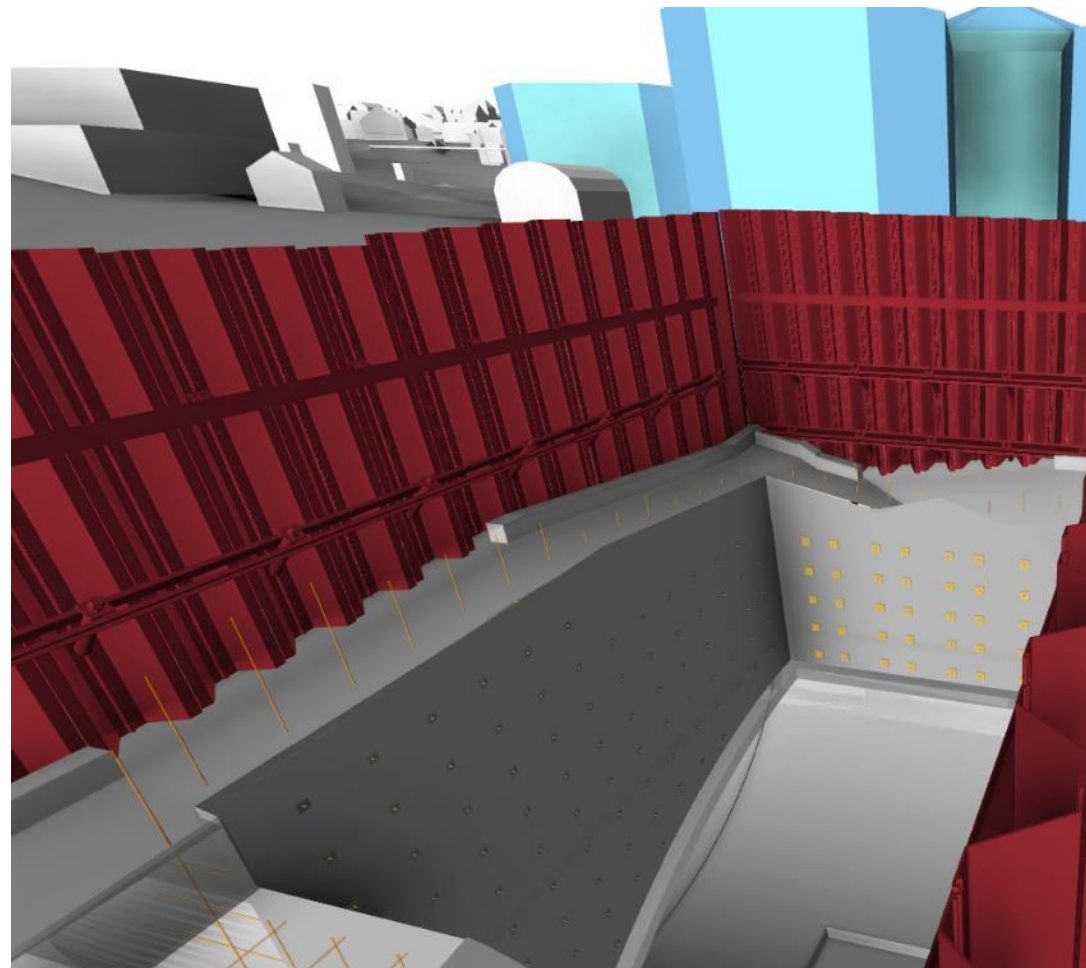
# Stikningsdata







# Bergsikring

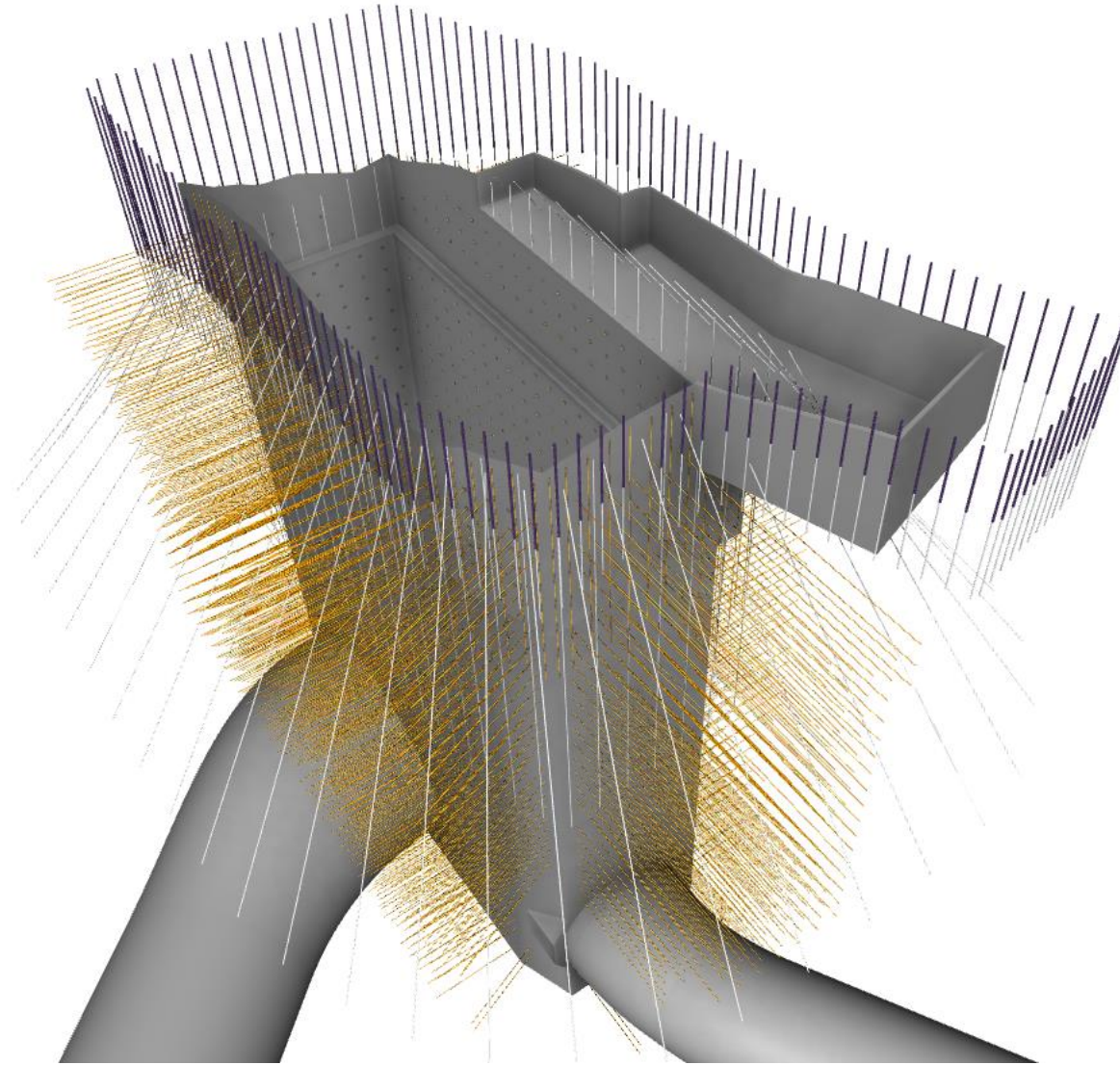






# Leveranse Tunnel

- Typisk konkurranse/arbeidsunderlag for tunnel:
  - Fagmodell tunnel – IFC
  - Særeksport stikningsdata – LandXML
  - Prinsippmodell bergsikring (sjakter) – IFC
  - Prinsippmodell injeksjon (sjakter) – IFC





# Som bygget

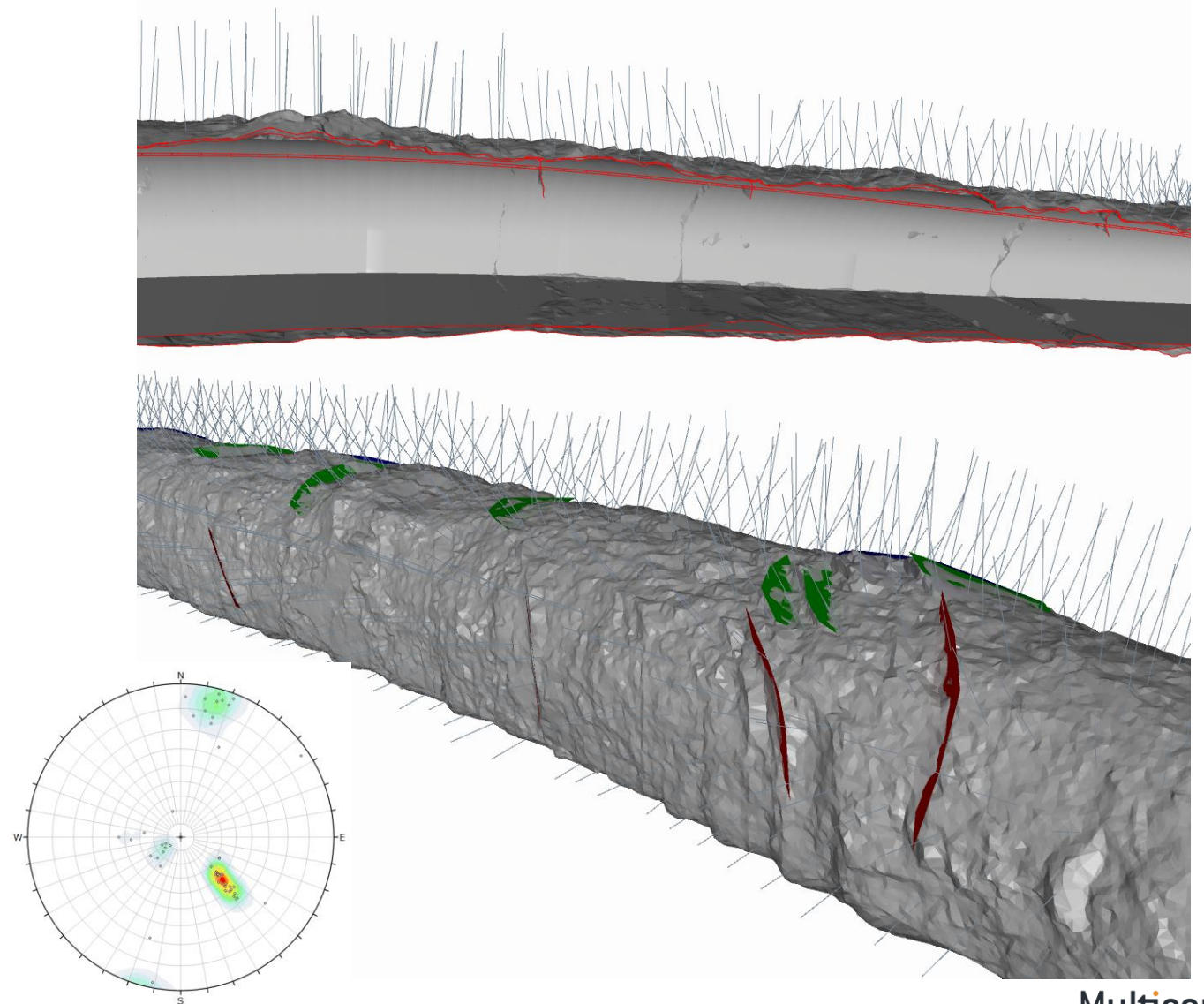
## Krav til leveranser Ingeniørgeologi

- Bergoverflate – Scann
- Overflate sprøytebetong – Scann
- MWD-data – rådata
- Bergbolter – dwg/ifc
- Tyngre bergsikring – dwg/ifc



# Scan bergoverflate / sprøytebetong

- Levert i dwg format
- Kontroll av kontur
- Kontroll Sprøytebetongtykkelse
- Kartlegging av geologi
  - Innmåling av sprekker
  - Posisjonering av større soner

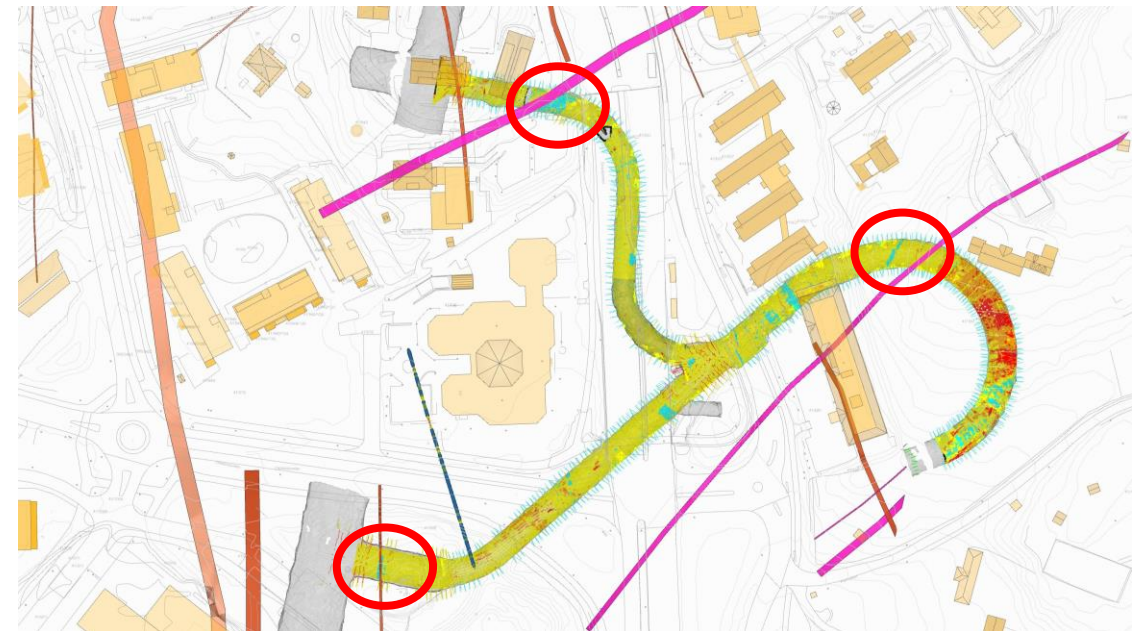
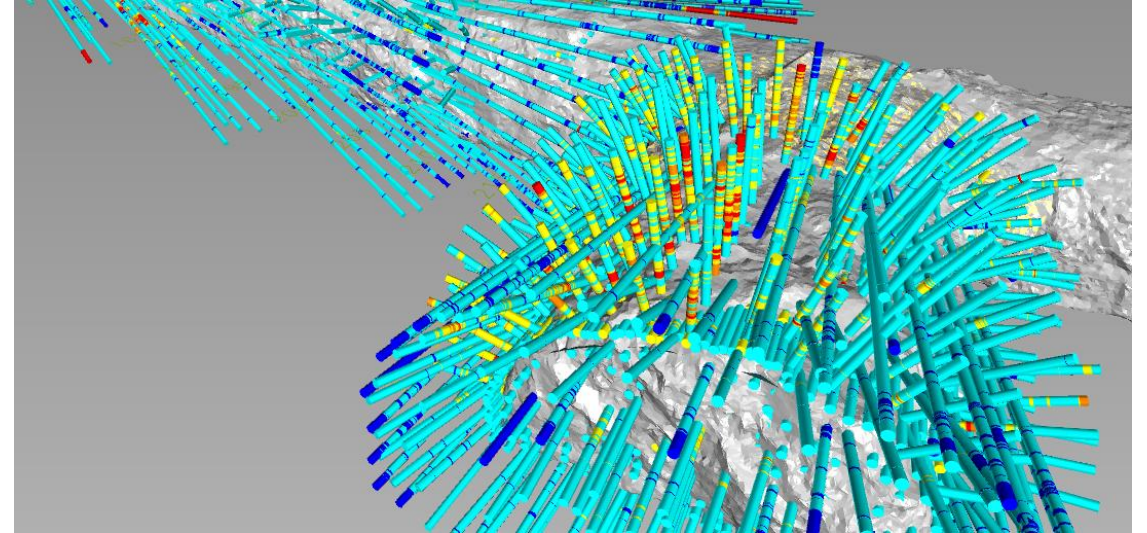
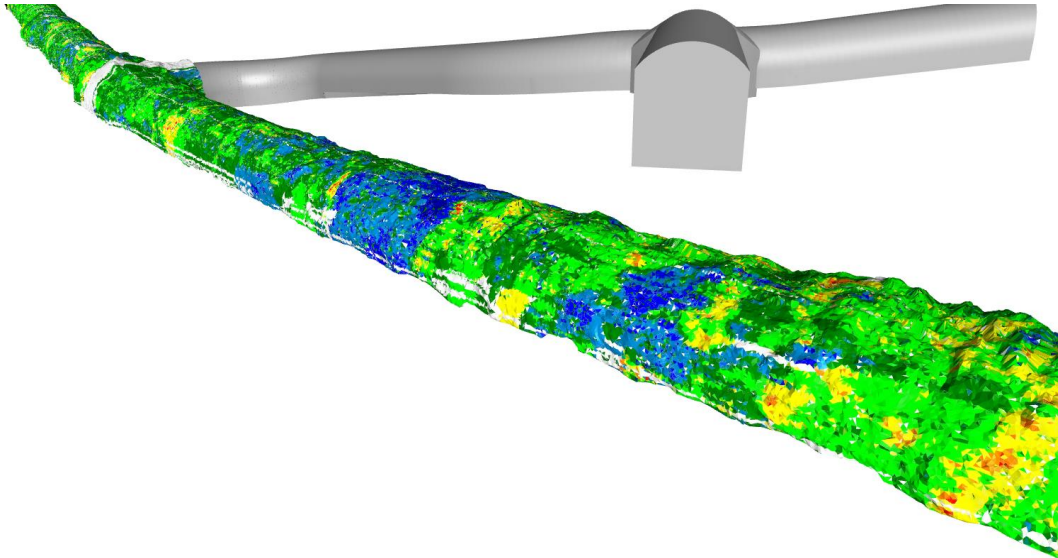






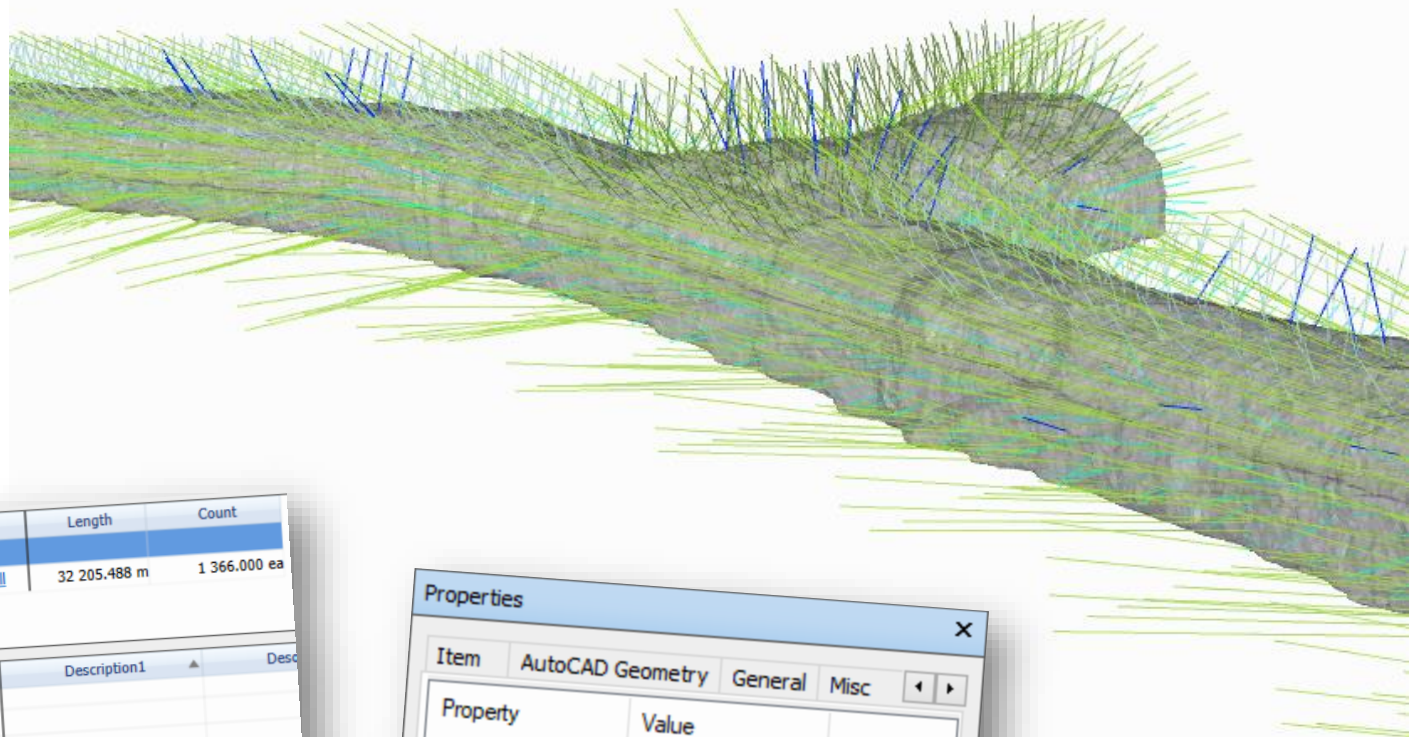
# MWD-data

- Posisjonering av boring
- Logging av boreparameter
- Visualisering av geologiske forhold



# Bergbolter

- Posisjon av bolter
- Mengder
- Kvalitetssikring
- As-built dokumentasjon



Items	WBS
Stabilitetssikring	33
Sikringsbolter	33.2
Sikringsbolter ved stuff og ved tunnelpåhugg	33.2.1
Fullt innstøpte, lengde 6,0 m, Ø 32 mm(15)	33.2.1.1
Fullt innstøpte, lengde 8,0 m, Ø 32 mm(0)	33.2.1.2
Sikringsbolter ved stuff	33.2.2
Kombinasjonsbolter, lengde 3,0 m, Ø 20 mm(879)	33.2.2.32
Kombinasjonsbolter, lengde 4,0 m, Ø 20 mm(982)	33.2.2.33
Kombinasjonsbolter, lengde 5,0 m, Ø 20 mm(200)	33.2.2.34
Sonderboring, Kjerneboring og Injeksjon	31
Boring og spyling av injeksjons- og kontrollhull(1366)	31.5

St...	WBS	Name	Length	Count
31		Sonderboring, Kjerneboring og Injeksjon		
31.5		Boring og spyling av injeksjons- og kontrollhull	32 205,488 m	1 366.000 ea

Status	WBS	Object	Description1	Desc
	31.5.1354	POLYLINE		
	31.5.1355	POLYLINE		
	31.5.1356	POLYLINE		
	31.5.1357	POLYLINE		
	31.5.1358	POLYLINE		
	31.5.1359	POLYLINE		
	31.5.1360	POLYLINE		
	31.5.1361	POLYLINE		

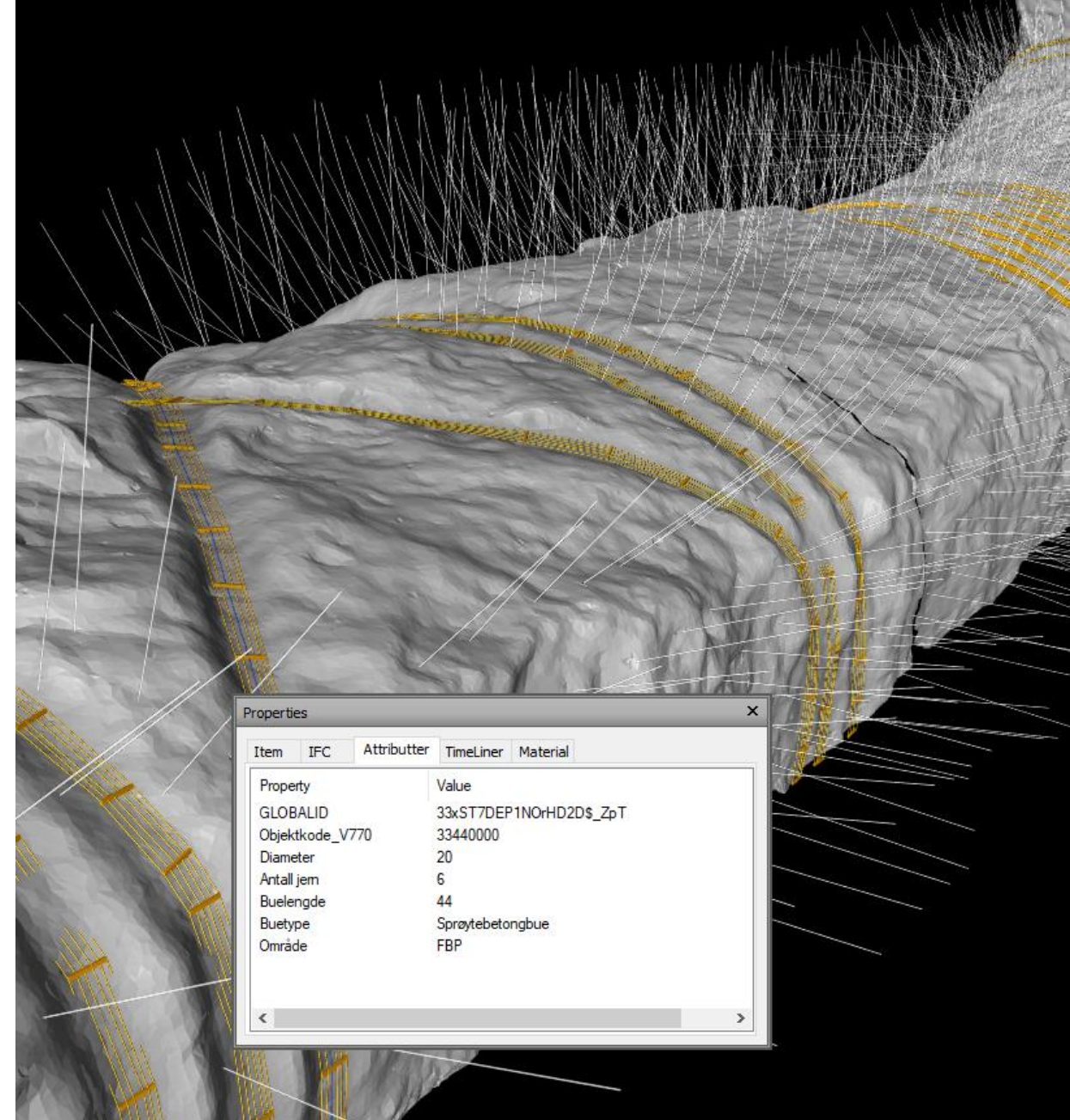
Properties	
Item	AutoCAD Geometry General Misc
Property	Value
Bolt_type	kombinasjonsbolt
Lengde	4
Profilnummer	188
Avvik_normalplan	11.3
Dato_installert	11.04.2022





# Tyngre sikring

- Vanskeligere å basere på MWD data, stikker måler inn.
- Dokumentasjon av mengder
- Posisjonering av sikring – sluttdokumentasjon og koordinering





# Konklusjon

- Fordel med en dynamisk løsning for tunnelmodellering
- Mye nytteverdi i å ha BIM modeller, men ikke godt egnet til stigningsdata for Tunnel
- Nyttig med modeller av sikring og injeksjon i grensesnitt med geoteknikk.
- Sett krav til sluttdokumentasjon levert i BIM

## Er manglende krav til lagring av data «verdensmesteren» i tunell verdig?

*Av Morten Iversen, Webtekst*

Heldigvis var det null trafikk på kvelden første juledag 2006 da 250 kubikk stein og tunge løsmasser deiset ned fra taket i den fem år gamle Hanekleivtunnelen på E18 i Vestfold. Hvordan kunne noe slikt skje i en nybygd tunnel? Og hvorfor er det fortsatt ikke innført krav om at geo-data og digitale 3D-modeller fra prosjekteringen blir forsvarlig lagret på åpne formater som lar seg lese av mennesker og maskiner langt inn i fremtiden?

BA nettverket 20.12.2023