

## Effektivisering av tørrmurprosjektering i store samferdselsprosjekter

Sotrasambandet, 80 tørrmurer

NGF Yngres dag, Elisa Brekke Martens



Hele prosjektet – 6 dagsoner



En dagsone

# Agenda

- Generelt og krav for tørrmur med/uten geonett
- MMI og modellering av tørrmur
- Erfaring fra effektivisering i stor tverrfaglige prosjekter

# Tørrmur

## Generelt

- Varierende kvalitet = God oppfølging og stille krav er viktig





# Tørrmur

## Generelt

- Typiske bruddårsaker
  - Vannoppsamling / dårlig drenering / frostsprengning (Dårlig bakfyllmasser)
  - Røtter i bakkant mur
  - Endret belastning / bruksområdet
  - Dårlig fundament
  - Dårlig forband som gir utglidninger
  - Dårlig steinkvalitet (skifrig)



# Tørrmur

## Generelt

- Positivt:
  - Bestandig
  - Bærekraftig
  - Billigere
- Kan være enkelt å reparere en tørrmur
  - Skifte muren ut delvis
  - Sikre med stag og bergsikringsbånd/sprøytebetong i front





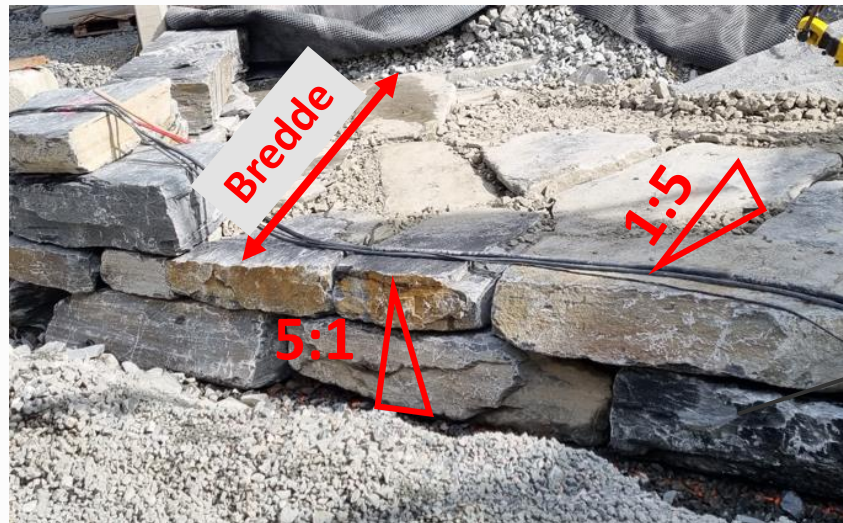
# Tørrmur

## Krav i modell

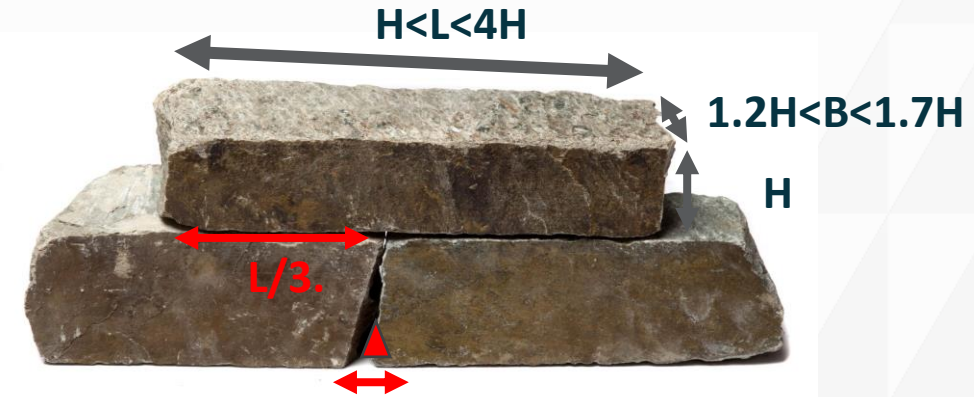


Toleransekrav  
topp og front mur

Fraksjonskrav &  
Komprimering



Krav til stein  
skjevhet og  
Sjikt variasjon



Trykkfasthet stein  
Steintype



# Tørrmur med jordarmering

## Krav i modell

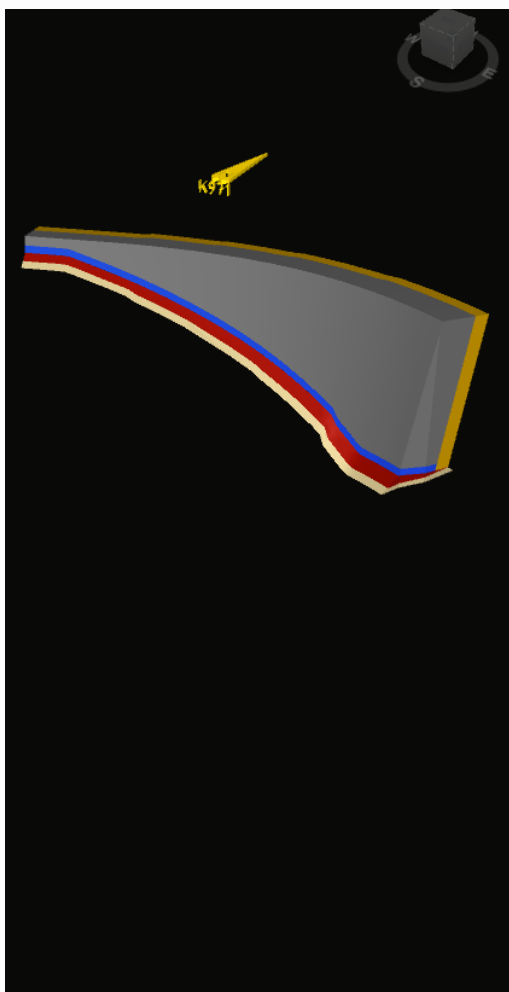
- For murer som er veldig bred  $B > 2\text{m}$  ble det vurdert jordarmert tørrmur



- Krav til geonett styrke
- Masser mellom geonett
- Komprimering
- Forankring til steinene
- Geonett senteravstand og toleranser
- Geonett lengde og toleranser

# Tørrmur

## Krav i modell

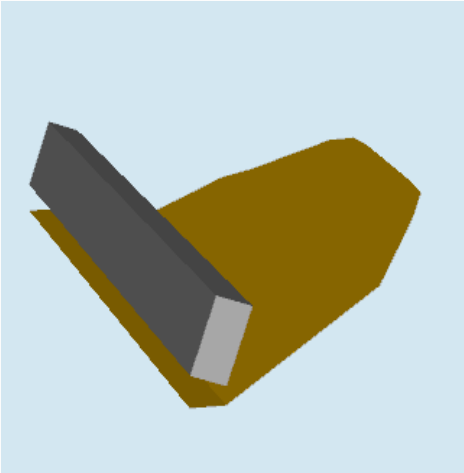
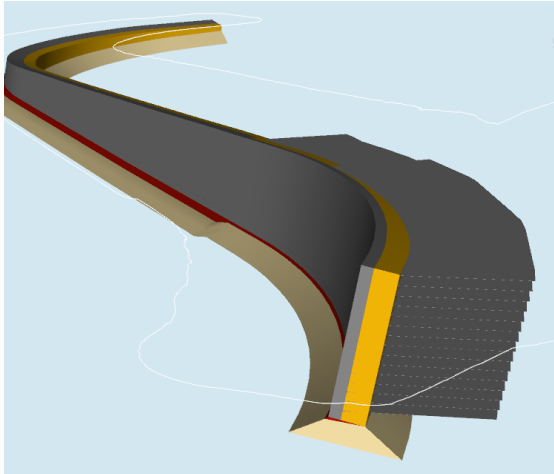
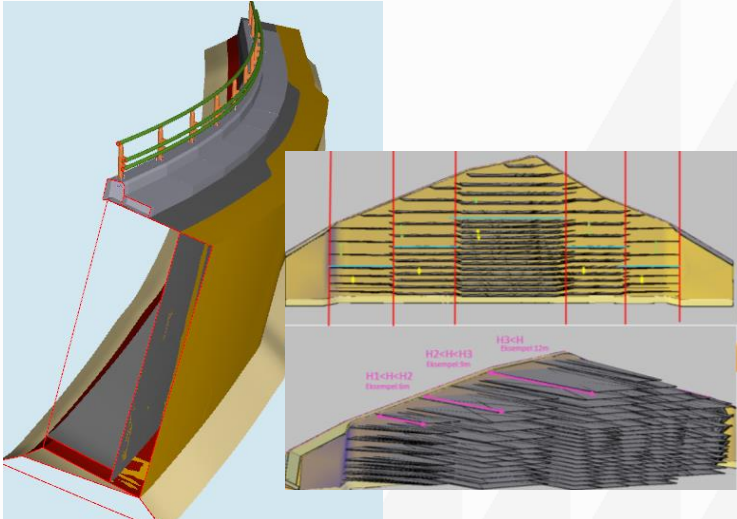


Properties								
Item	Dimensions	SB_RefDocs	SB_Data	SB_Construction	Material	Entity Handle	TimeLiner	AutoCad
Property								
GEO-P18_Godkjent-dato_Approval-date								2023.06.14
GEO-P19_Godkjent-ikt_Approved-for								Godkjent iht. notat 46-0228 K971 Godkjeningsbrev fra Vegdirektoratet
GTE-A01_Type_Type								DSW
GTE-B01_Murgeometri-design-krav_Wall-geometry-design-requirements								Når H<2m er murbredde. B. lik 1.5m. Når 2m<H<3.5m er B lik 1.8m. Når 3.5m<H<5m er B lik 2.0m. Når 5m<H
GTE-B02_Mursjiktthelning-tverretning_Slope-of-dry-stone-wall-layer_[H/V]								1.5
GTE-B03_Fotdybde-minimum-frontmur_Minimum-depth-of-the-foundation,-in-front_[m]								0.5-1.2 hvis fundamentert på pukk
GTE-B04_Synlig-murhoejde_Min-Max-visible-height-of-the-wall_[m]								0.41 - 7.62
GTE-B05_Total-murhoejde_Min-Max-total-height-of-the-wall_[m]								0.9 - 8.4. Varsl prosjekterende ved overskridelse av murhoejde
GTE-B06_Jordamering-sjiktavstand_Distance-between-layers-of-MSE-(mechanically-s...								IR
GTE-B07_Jordamering-lengde_Length-of-MSE-(mechanically-stabilized-earth)_[m]								IR
GTE-B08_Murlengde_Wall-length_[m]								24.43
GTE-B09_Graving_Excavation-volume_[m3]								640
GTE-B10_Sprengningsarbeider_Rock-cut-volume_[m3]								250
GTE-B11_Tilbakefylling-uten-teknisk-krav_Volume-of-backfill-masses-behind-wall-with...								30
GTE-B12_Utsortering-levering-og-oppmuring_Area-of-wall-in-front_[m2]								108.5
GTE-B13_Drenering_Description-for-drainage-behind-wall								Ved behov for drenering skal drenerør plasseres i frostfriavstand fra front mur lik 1.1m. Utføres iht. N200. OK r
GTE-B14_Fiberduk-kvantitet_Quantity-for-fiber-cloth_[m2]								200
GTE-B15_Tilbakefylling-geonett_Volume-of-masses-between-the-MSE_[m3]								IR
GTE-B16_Jordamering-material_MSE-material_[SS]								IR
GTE-B17_Jordamering-sjiktavstand-krav_Geometry-deviation-requirements-for-MSE-d...								IR
GTE-B18_Jordamering-forankring_Anchoring-or-connection-between-MSE-and-front-...								IR
GTE-B19_Steinplassing-krav_Geometry-deviation-requirements-for-top-wall-and-front								Prosjektet topp mur skal ikke avvike mer enn +/-150 mm hvis rekkverk på topp mur. Prosjektet frontlinje sl
GTE-B20_Steinform-krav_Geometry-deviation-requirements-for-stone-shape								Vanasjon i steinhøyden for en stein skal ikke variere mer enn +/- 15 mm. Maksvariasjon i skjevhet for en stei
GTE-B21_Minimum-trykkfasthet-stein_Minimum-strength-of-stone_[MPa]								100
GTE-B22_Murklasse_Classification-of-wall								B
GTE-B23_Midlere-egenvekt-stein_Middle-weight-of-stone_[kPa]								22/26 mur/stein
GTE-B24_Forbånd-steinertverretning_Dressing-of-stone-in-transverse-direction								Minimum 0.15 m, men L/3 bør etterstrebes. Innband hver 2-3 stein.
GTE-B25_Forbånd-steinertverretning_Dressing-of-stone-in-longitudinal-direction								Minimum 0.15 m, men L/3 bør etterstrebes.
GTE-B26_Fraksjon-avretningsslag_Fraction-of-leveling-layer_[mm]								4-32 (T1)
GTE-B27_Fraksjon-frostsikring_Fraction-of-frost-protection-layer_[mm]								22-120 Cu > 8 (T1)
GTE-B28_Fraksjon-tilbakefylling-tekniske-krav_Fraction-of-backfill-masses-behind-wall...								22-120 Cu > 8 (T1) min 1,1m bakkant mur. Støre fraksjon kan benyttes i støre avstand til mur.
GTE-B29_Betongsaaekvalitet_Concrete-quality								IR, fundamenteres på avretningsslag av pukk over berg. Men generelt ved fundamentert direkte på berg kan
GTE-B30_Fiberduk-kvalitet_Fiber-cloth-quality								Bruksklasse 4 på grove steiner (eksempel 0-300 mm), bruksklasse 3 kan benyttes finere masser (22-120 mm
GTE-B31_Graveskraaningshelning_Excavation-slope								1:1.5
GTE-B32_Sprengningshelning_Rock-cut-slope								10:1
GTE-B33_Berghylle_Min.-rock-shelf-behind-and-in-front-of-wall_[m]								Minimum 1 meter berghylle i forkant av mur. Minimum 0.5 meter avstand fra bakkant bunnstein til bergskjærin
GTE-B34_Fortanning_Benching_-shear-Key_[m]								Det fortannes i bergoverflaten hvis hellende berg . Berghyllen sprenges til å ha helning 1.5 innover.
GTE-B35_Fugestoerelse_Size-of-joints_[cm]								10. Fugestørrelsen skal ikke være støre enn Dmaks for tilbakefyllmassene bak mur.
GTE-B36_Lagtykkkomprimering-oppygning_Layer-thickness-of-masses_[m]								0.3 for 300 kg vibroplate / 0.5 for 1.5 tons vibrovalse.
GTE-B37_Bunnstein_Foundation								Bunnstein skal være stein i full bredde eller amert betong i full bredde. Bunnsteinen må ha minimum tykkelse
GTE-B38_Amring-betongsaae_Reinforcement-concrete								IR, fundamenteres på avretningsslag av pukk over berg. Men generelt dersom tykkelsen er støre en 300mm :



# Tørrmur

## Modellering - MMI

MMI200	MMI300	MMI350	MMI375	MMI400
Ferdig konsept	Underlag for detaljering	Tverrfaglig kontrollert	Ferdig detaljert	Arbeidsgrunnlag
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skisse</li> <li>• Murhøyde</li> <li>• Murareal</li> <li>• Reg.plan kontroll</li> <li>• Prinsipp</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Max Extent <b>✘</b></li> <li>• Felles, kvalitetssikret <b>?</b> beregninger</li> <li>• Objektcode med mengder</li> <li>• Kollisjonstestet i egen disiplin</li> <li>• Supp. Grunnundersøkelser?</li> <li>• Byggbare løsninger</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alle TVF-saker skal være lukket og ingen kollisjoner</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Egenskapsdata med krav og mengder</li> <li>• Optimalisert geometri</li> <li>• Individuell beregning <b>?</b></li> <li>• Oversiktstegning og rapport</li> <li>• Fagmodellbeskrivelsesrapport</li> <li>• Klar for 3 parts kontroll</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 parts kontroll godkjent</li> <li>• Stikningsdata</li> </ul>

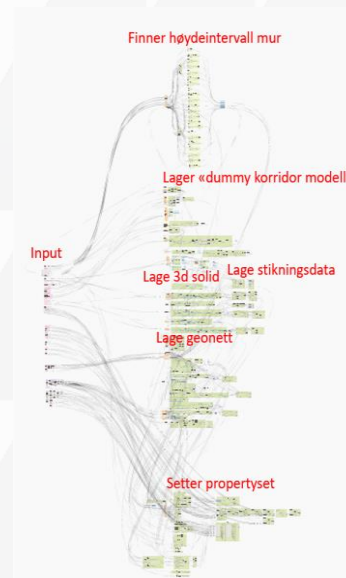
# Tørrmur

## Modellering skript (visuell programmering)

The image shows a complex software interface for creating a dry wall model. On the left is the Autodesk Civil 3D 2022 interface with the TOOLSSPACE showing a project tree for 'k971'. The main window displays a 3D model of a dry wall structure on a terrain. On the right is the Dynamo visual programming environment, which contains a script titled 'Sotra\_tørrmur\_MMI400\_23.03.2023.dyn'. The script is annotated with several text boxes explaining its logic:

- Offset topp mur hvis ekstruderingslinje er toppmur (+ er senke, - er heve)**: This section explains how to offset the top of the wall based on whether it's a top wall or a bottom wall. It includes input fields for 'XY offset ekstruderingslinjen' (value: 1 @ .491) and 'Z offset ekstruderingslinjen' (value: 1 @ .488).
- Mur ekstruderinger og posisjon**: This section handles the extrusion and positioning of the wall. It includes a 'True/False' toggle for 'Ekstruderer muren etter toppmurlinje?', a 'Select ekstruderingslinjen' step, and two 'Velg særlig endepunkt for mur' steps for defining start and end points.
- Murhøyde forsetninger**: This section deals with wall height assumptions, including a 'True/False' toggle for 'Er topp eller bunn mur styrt av en terrengoverflate?'.

The Dynamo interface also shows a library of tools and a 'Run' button at the bottom. The status bar at the bottom of the Civil 3D window indicates 'Run completed with warnings.'

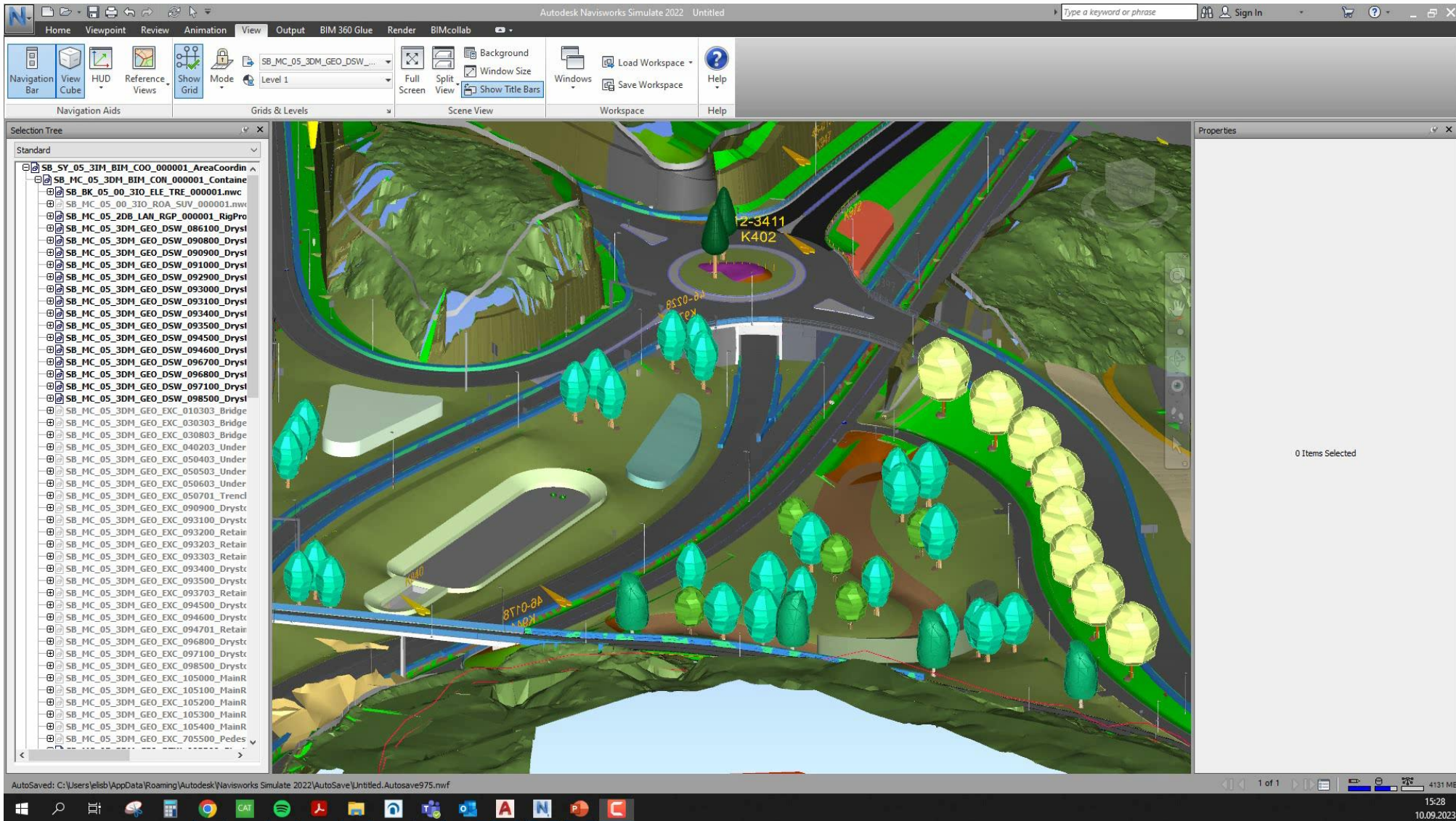




# Tørrmur

## Samlemodell og kommunikasjon ut mot kunde

multiconsult.no



# TVF – Modellering

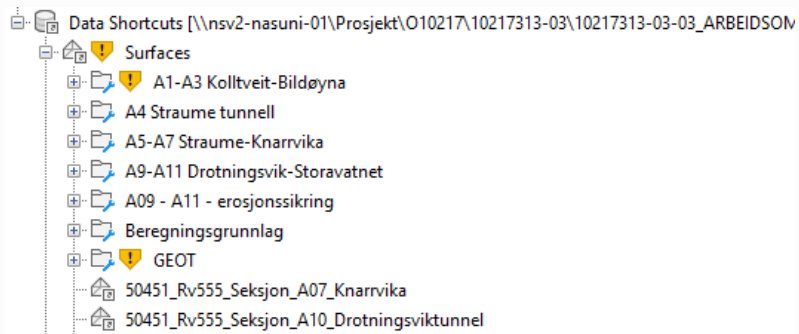
## Grunnlaget mellom RIG og andre fag for modellering

multiconsult.no

### LARK

Civil 3d

Felles Data Short Cut



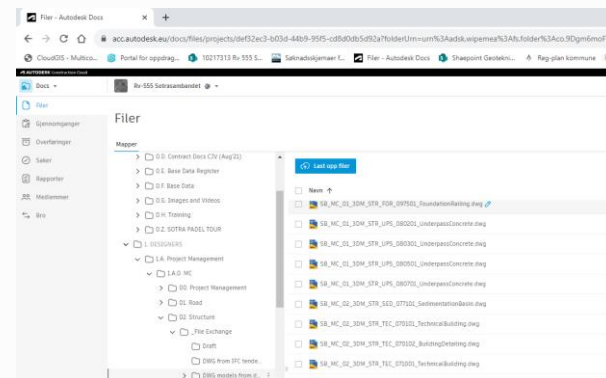
### RIB

Revit/Tekla

DWG eksport (automatikk)

Ikke testet:

- BIM collaborate pro Revit Civil 3d workflow



### VEG/VA/SKILT

Novapoint & Quadri

Manuell eksport av DWG i Novapoint modell av nødvendige veglinjer & VA-rør

Testet:

- Quadri civil 3d connector
- Automatikk eksport vegskulderlinjer

Utfordring med størrelsen og oversikt!



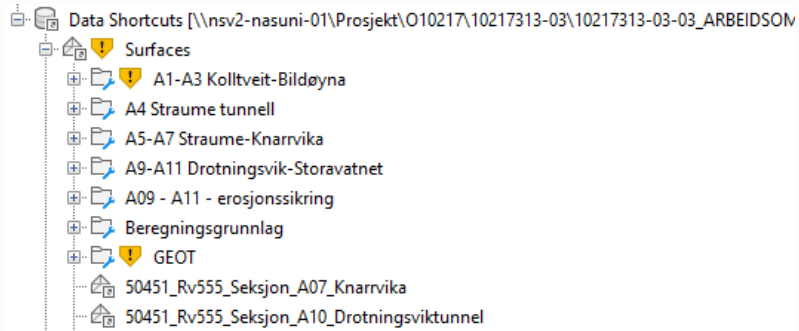
# TVF – Modelling

## Grunnlaget mellom RIG og andre fag for modellering

### LARK

Civil 3d

Felles Data Short Cut



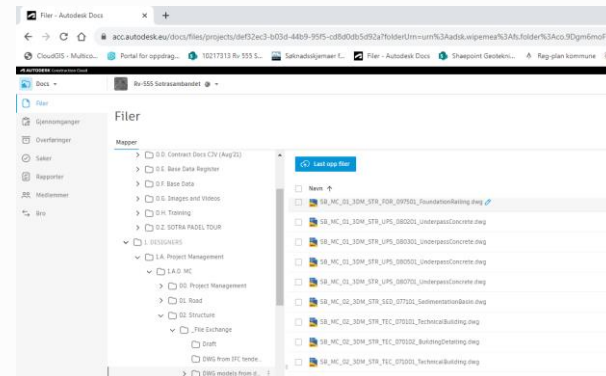
### RIB

Revit/Tekla

DWG eksport (automatikk)

Ikke testet:

- BIM collaborate pro Revit Civil 3d workflow



### VEG/VA/SKILT

Novapoint & Quadri

Manuell eksport av DWG i Novapoint modell av nødvendige veglinjer & VA-rør

Testet:

- Quadri civil 3d connector
- Automatikk eksport vegskulderlinjer

Utfordring med størrelsen og oversikt!



# TVF – Modellering

## Verktøy

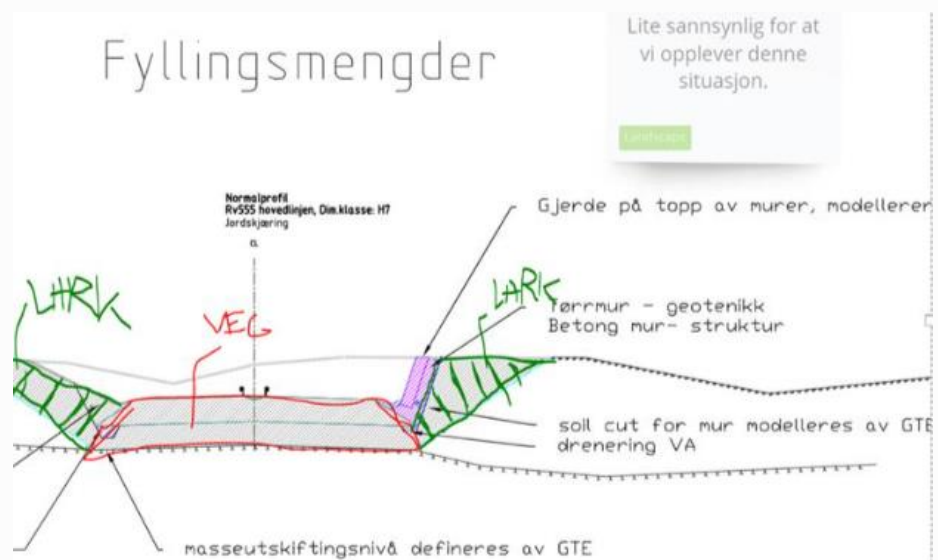
Ensfaglig	Samlemodell	Kommunikasjon	Leveranse	Arbeidsplass
<ul style="list-style-type: none"><li>• Autodesk (Revit, Civil, Dynamo)</li><li>• Tekla med Grasshopper</li><li>• Solibri for parameterkontroll</li><li>• Gemini</li><li>• Leapfrog</li><li>• Central</li><li>• Novapoint</li><li>• FME</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Naviswork</li><li>• GIS</li></ul> <p>Uoffisielle samlemodeller</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Novapoint</li><li>• Central</li><li>• Solibri</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mcapp</li><li>• BIMcollab</li><li>• ACC Autodesk Construction Cloud</li><li>• Nettsider</li><li>• Excelark</li><li>• Teams</li><li>• Outlook</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Livelink</li><li>• ACC Autodesk Construction Cloud</li><li>• Acconex</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Server</li><li>• Sharepoint</li><li>• One-note</li></ul>



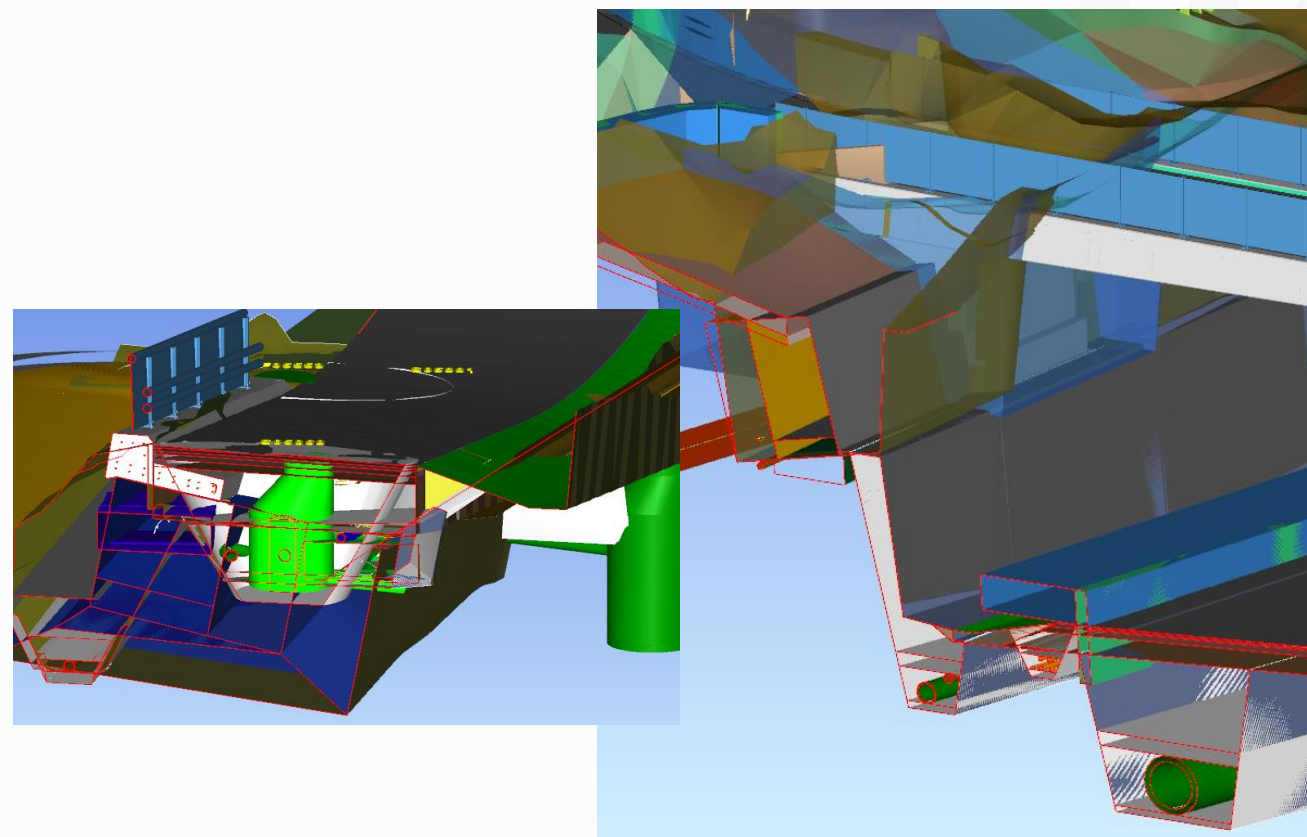


# TVF – Modelling Mengder

## Prinsipp



## Realiteten



# Tørrmur

## Oppsummert effektivisering

Modellskript	+
<ul style="list-style-type: none"><li>• Lik informasjon</li><li>• Kunne i større grad knyttet skript og beregninger sammen</li><li>• Manuell tilpasning til andre fag (utsparing etc.)</li><li>• Ingen kobling mellom beregning og script</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>+</li><li>-</li><li>-</li><li>-</li></ul>
Ulike verktøy per fag	+
God MMI beskrivelse og sjekklister per fagmodell	+
Felles rapporter (forutsetning, jordparameter, PKK2, PKK3-rapporter)	+
Maler for tegning og rapport	+
<ul style="list-style-type: none"><li>• Konseptkontroll K&amp;G</li><li>• Manuell utarbeidelse av oversiktstegning til K&amp;G</li><li>• Ikke automatikk i utfylling av rapport</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>-</li><li>-</li></ul>
Stor bemanning	-
<ul style="list-style-type: none"><li>• Ingen faste tørrmur-personell</li><li>• Økt trivsel</li></ul>	+



HEIA BIM!!

Takk for meg