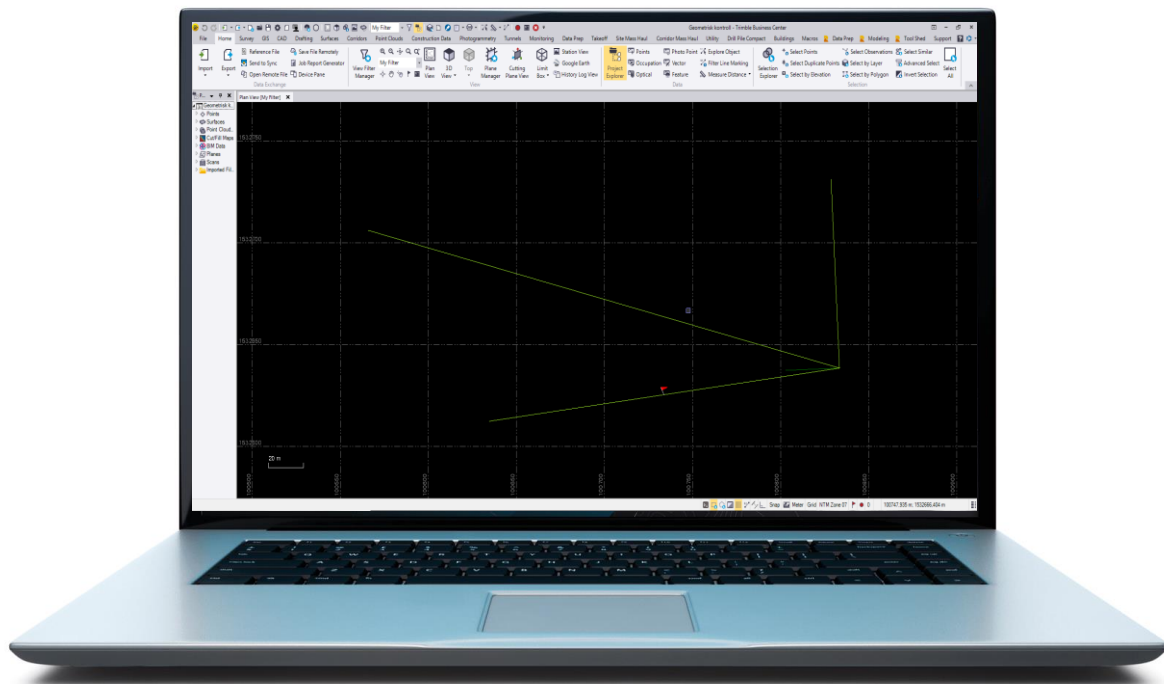




# Trimble Business Center



[www.norgeodesi.no](http://www.norgeodesi.no)

salg@norgeodesi.no • Tlf: 67 15 37 80 • Bankgiro: 1430.10.16302 • Foretaksnr.: 971 052 201 mva



**Pakker sendes til:** Norgeodesi AS, Ringeriksveien 155-157, 1339 Vøyenenga

**Post sendes til:** Norgeodesi AS, PB 91, 1313 Vøyenenga



## Innhold

<b>Trimble Business Center – Vedlegg</b> .....	1
<b>1. Introduksjon</b> .....	2
<b>2. Pakker og moduler</b> .....	3
2.1 Basepakker.....	3
2.2 Moduler .....	4
<b>3. Generelt</b> .....	5
3.1 Innstillinger.....	5
3.2 Import/Eksport .....	6
3.2.1 Import.....	6
3.2.2 Eksport.....	7
3.3 CAD .....	8
<b>4. Oppmålingsdata</b> .....	9
4.1 Planlegging .....	10
4.2 Vektorberegning.....	11
4.2 Totalstasjon .....	13
4.4 Nettverksjustering.....	17
<b>5. Punktskybehandling</b> .....	18
<b>6. Tunnel</b> .....	23

## 1. Introduksjon

Trimble Business Center (**TBC**) er en Komplette CAD- og landmålingsprogramvare for etterprosessering og behandling av felldata fra GPS/GNSS, totalstasjoner, skannere, droner og mobile mapping systemer. Programmet følger dataens syklus fra felt via Trimble Connect, og kan ta inn data fra hele Trimble porteføljen.

## 2. Pakker og moduler

### 2.1 Basepakker

Trimble Business Center kommer som abonnement, nettverkslisens, eller lisens i dongle. Av de sistnevnte finnes basepakker med følgende egenskaper.

#### Trimble Business Center - pakker

- **Field Data:** Eksport til tredjeparts programvare, grunnleggende CAD, kvalitetskontroll, nivellering, prosessere kodebibliotek, redigering av attributter, georeferering av IFC. *(kun som dongle-lisens)*
- **Surface Modeling:** Enkel punktskybehandling, danne overflater, terrengmodeller, konturlinjer og senterlinjer. Kutt/fyll kart på overflate, masseberegning, byggegrep.
- **Survey Intermediate:** Planlegging med dekningsplanlegger, GNSS-etterprosessering og vektorberegning. Bakgrunnskart, transformasjoner, beregne og justere drag, nettverksjustering.
- **Survey Advanced (kreves for å legge til moduler):** Støtte for Trimble Vision (diverse fotogrammetriske verktøy), full COGO (beregninger, skjæringer m.m.), *inneholder modul for korridor/vei* og mulighet for personlige makroer (Iron Python) m.m.
- **Site Modeling:** Verktøy for å linje-modellere veier, kryss og landskap via parametriske regler for høyde, skråning og tverrhellinger.
- **Site Construction:** Masseforflytning, material håndtering, korridor boringer, sende data til maskinstyring.
- **Infrastructure Construction:** Masse, material håndtering på vei/korridorer, avanserte funksjoner for design. Digitaliser og hent ut tverrprofiler m.m.

*(hvert trinn inkluderer øvrige funksjoner)*



## 2.2 Moduler

Med Survey Advanced og over kan TBC tilpasses med moduler. Her er en oversikt hvilke moduler som finnes:

### Trimble Business Center - moduler

- **Skanning:** Allsidig verktøy for å klassifisere, rydde, og analysere punktsky. Fokus på automatiske prosesser, ekstrahering av CAD-data fra sky, inspeksjon mot modell, og rask prosessering.
- **GIS:** Benyttes for å skrive data fra ArcGIS Pro, Access, og Terrasync. Oppkobling til eksterne databaser (e.g. Esri filgeodatabase) for .fxl, shape, og feature class.
- **Fotogrammetri:** Brukes for å prosessere UAV data (.jxl). Juster flyoppdrag og lag leveranser, ekstraher punktskydata fra grunn, lag punktsky, orthomosaikk, og DSM. Kompatibel med DJI, Wingtra, Sensefly og Delair. Data kan sendes til [UAS Master](#) for en fullstendig fotogrammetrisk arbeidsflyt. **UAS Master følger med modulen.**
- **Monitorering:** Brukes for å sammenligne punktkoordinater som ved flere anledninger blir målt i felt over tid. I monitoreringsmodulen kan du prosessere punktene og gjøre justeringer, og de kumulative dataene kan brukes til å spore bevegelse av punktene over en spesifisert epoke. Fungerer spesielt bra for å overvåke jord- eller strukturbevegelser.
- **Tunnel:** Brukes til å lage en prosjektert tunnel fra senterlinje. Design lages i programmet eller importeres. Senterlinje kan bli laget fra CAD. Skannet tunnel kan lages til as-built mesh og sammenlignes med prosjektert tunnel i en 3D-inspeksjonsmodell. Inspeksjonspunkter kan skapes fra skann og prosjektert tunnel for å få overheng/underheng Punktsky kan automatisk klassifiseres (TBM og NATM).
- **Utility:** Brukes til modellering av rør- og kabelnettverk. Importer et linjedesign som landxml, vcl, eller dxf/dwg og konverter dette til rør/noder/kabler med eget design fra SketchUp eller TBC. Nettverk kan være basert på tyngdekraft, trykk eller kabel.
- **Drill og pele:** Brukes for bore- og peleplaner til DPS900 som hjelper maskinoperatøren å navigere til peleplass, og bidrar til at maskinføreren får hamret ned pelene med rett orientering, helning, og innstøpningslengde.
- **Mobile Mapping:** Administrer innhentede data fra et [Trimble Mobile Mapping system](#).

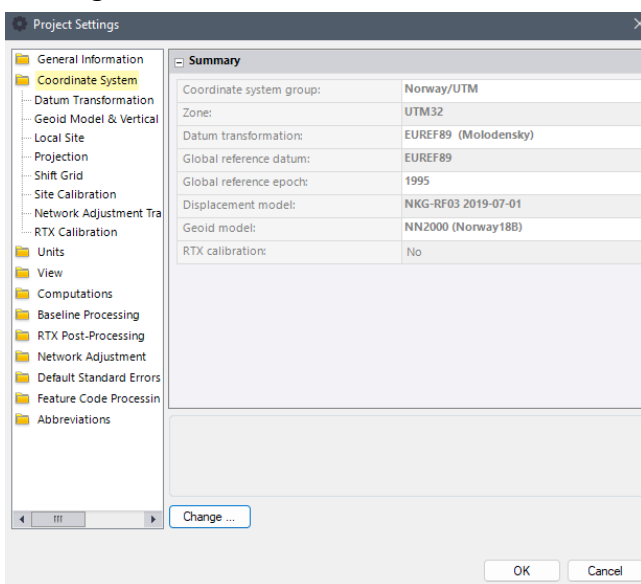
Det finnes nå også [abonnement pakker](#) som inkluderer [Trimble Clarity](#) og [Connect for Business](#) i abonnementet.

### 3. Generelt

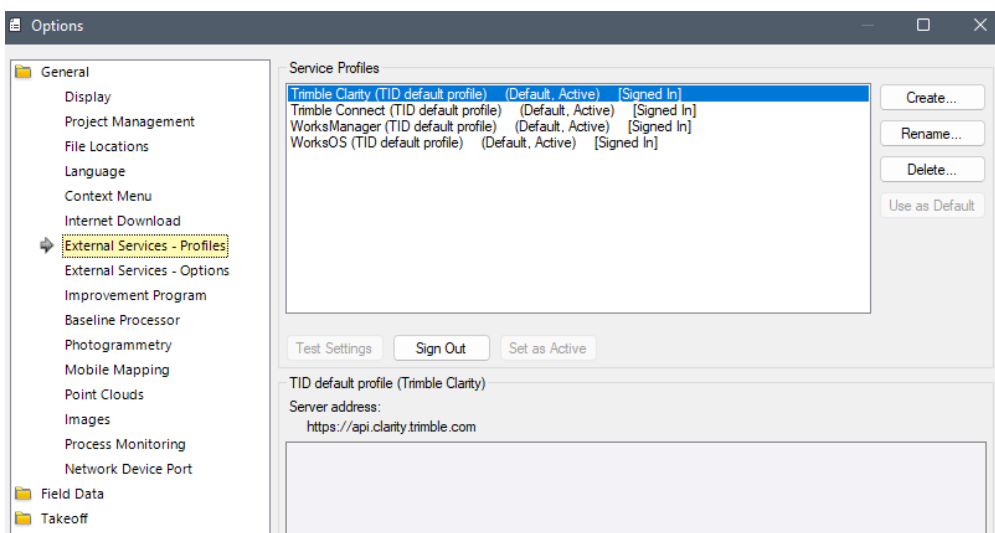
#### 3.1 Innstillinger

I TBC oppretter man prosjekter for å lagre innstillinger, importerte- og prosesserte data, mappestrukturer, stier, visninger og brukerprofil til Trimble ID. Sistnevnte brukes for å laste opp data direkte til [Trimble Connect](#) eller [Trimble Clarity](#) fra TBC.

Prosjektinnstillinger kan lagres inn i maler slik at overnevnte vil være forhånds lagret i nye prosjekter, dette gjelder også innstillinger som koordinatsystem, beregninger, toleranser, og endringer i UI.



Bilde 1: Prosjektinnstillinger



Bilde 2: Generelle preferanser og innstillinger

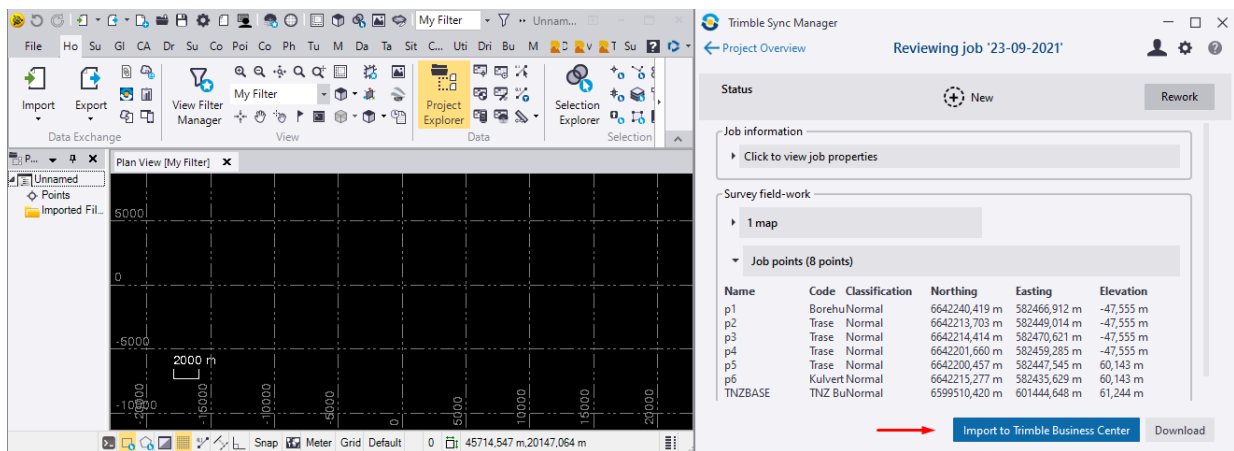
### 3.2 Import/Eksport

Import av filer kan gjøres på 3 måter:

- [Via Trimble Sync Manager](#)
- Dra-og-slipp i et visningsvindu
- Import funksjonen i programmet (importformat kan redigeres)

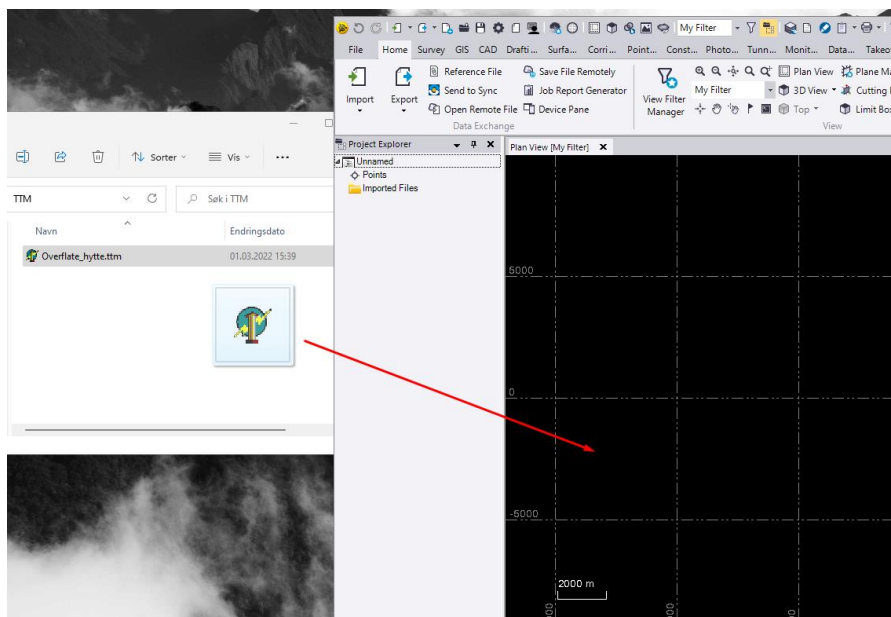
#### 3.2.1 Import

Førstnevnte metode bruker Sync Manager for å laste ned jobber og prosjekter fra felt, og gir tilgang til import av data direkte til kontorprogramvaren.



Bilde 3: Import til TBC via Trimble Sync Manager

Ved import av data som ligger lagret lokalt kan man enten dra dette inn eller koble til en mappestruktur ved bruk av 'import' knappen.



Bilde 4: Dra-og-slipp (import)

### 3.2.2 Eksport

Programmet har støtte for flere filformater innen GIS, CAD, punktsky, bygg og anlegg, vei, og oppmåling. Her er en forkortet oversikt:

**Punktsky:** E57, LAS, LAZ, POD, PTS, PTX, RCP, TDX, TopoDOT, TMX

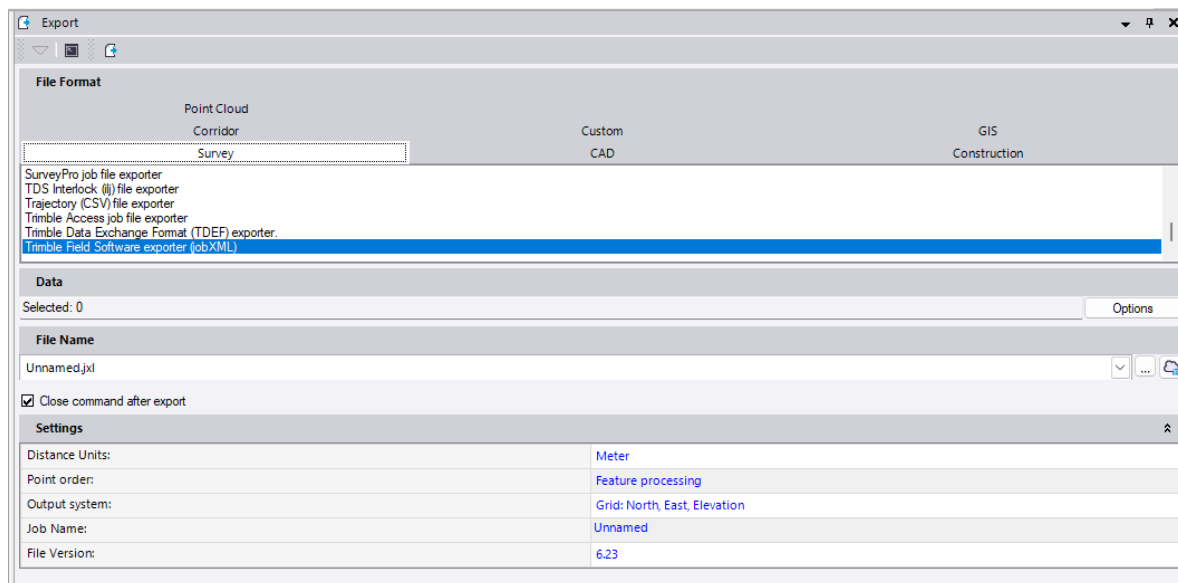
**Vei:** LandXML, DC, GENIO road, RXL (surface), RXL (corridor), TXL (tunnel)

**Oppmåling:** jobXML, TDEF, Trimble Access job, CSV, TDS interlock, SurveyPro job file, Survey Data Collector, Survey DC, Spectra Controller job file, SDMS, RINEX, GVX, GPSeismic, CRD, Applanix

**CAD:** DWG, DXF, IFC, TrimBIM, Orthoimage, SketchUp file (.skp), TL-Pro

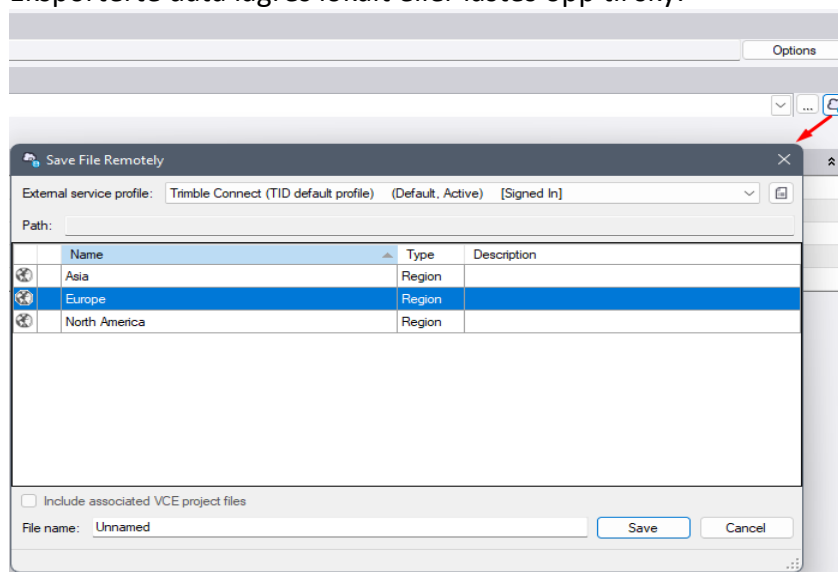
**GIS:** ESRI fgdb, shapetil, FXL, Geodatabase XML, KML/KMZ, MCD, station panorama, SOSI

**Bygg og anlegg:** TTM, SiteVision AR, Mass Haul (.vcl), maskinstyring (xml, tmh, svl), KOF, map, diverse DPS



Bilde 5: Eksport lokalt

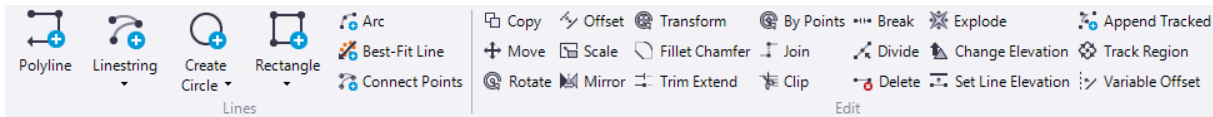
Eksporterte data lagres lokalt eller lastes opp til sky:



Bilde 6: Oppkobling til Trimble Connect for eksport (skyløsning)

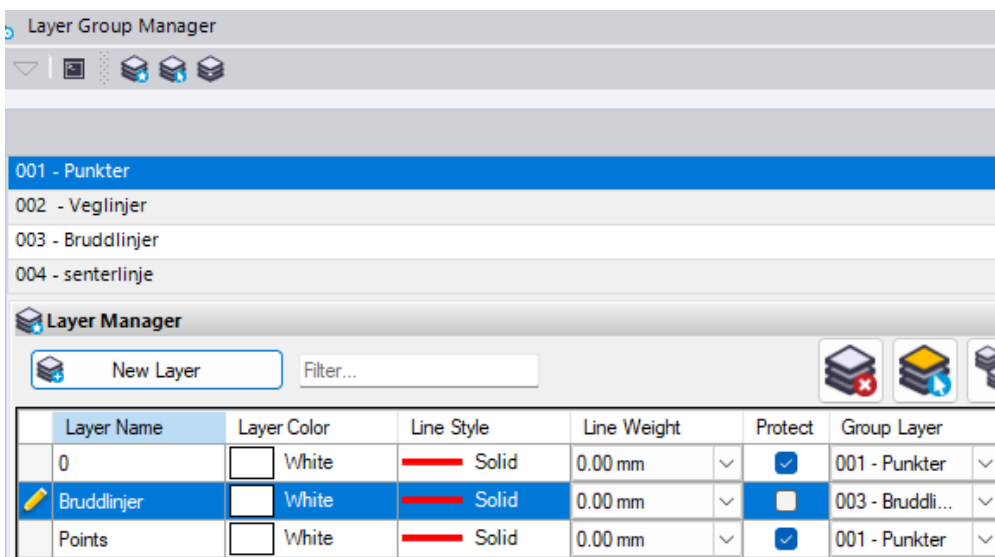
### 3.3 CAD

CAD-biblioteket kan tegne full 2D- og 3D geometri og har grunnleggende og kjente funksjoner. Inntegning kan skje ved å manuelt trykke på funksjonene eller bruke CAD-kommando linjen, hvorav sistnevnte er anbefalt (hurtigtast F3).



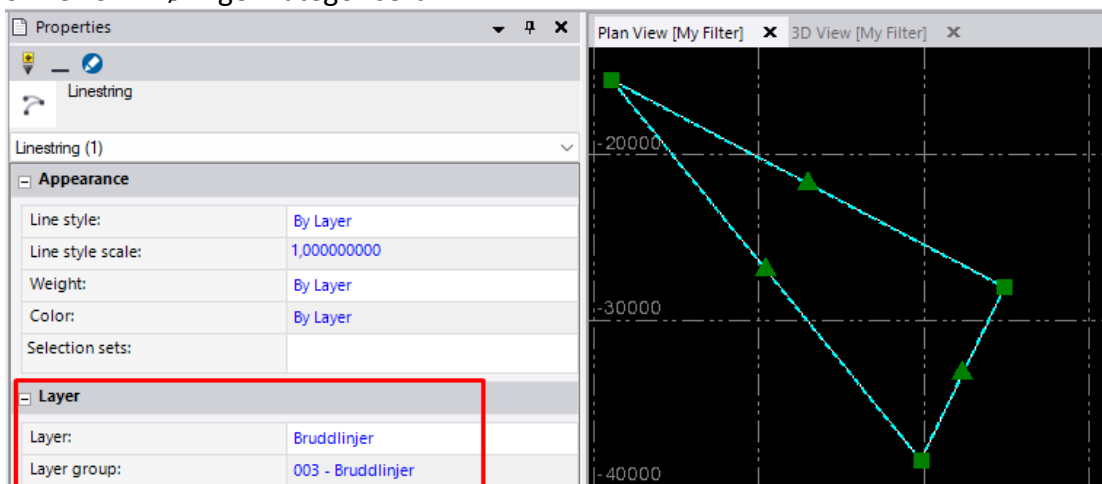
Bilde 7: CAD-funksjoner i TBC

TBC har et visningsfilter som brukes til å slå av og på lag av ulike kategorier (e.g. IFC, punktsky, overflater, fotogrammetriske data), og CAD. Sistnevnte kan deles inn i navngitte lag og grupper for å sortere punkt- og linjeføringer. CAD-data kan tillegges koder fra FXL.



Bilde 8: Lagstruktur og grupperinger

Slik er CAD-føringer kategorisert:



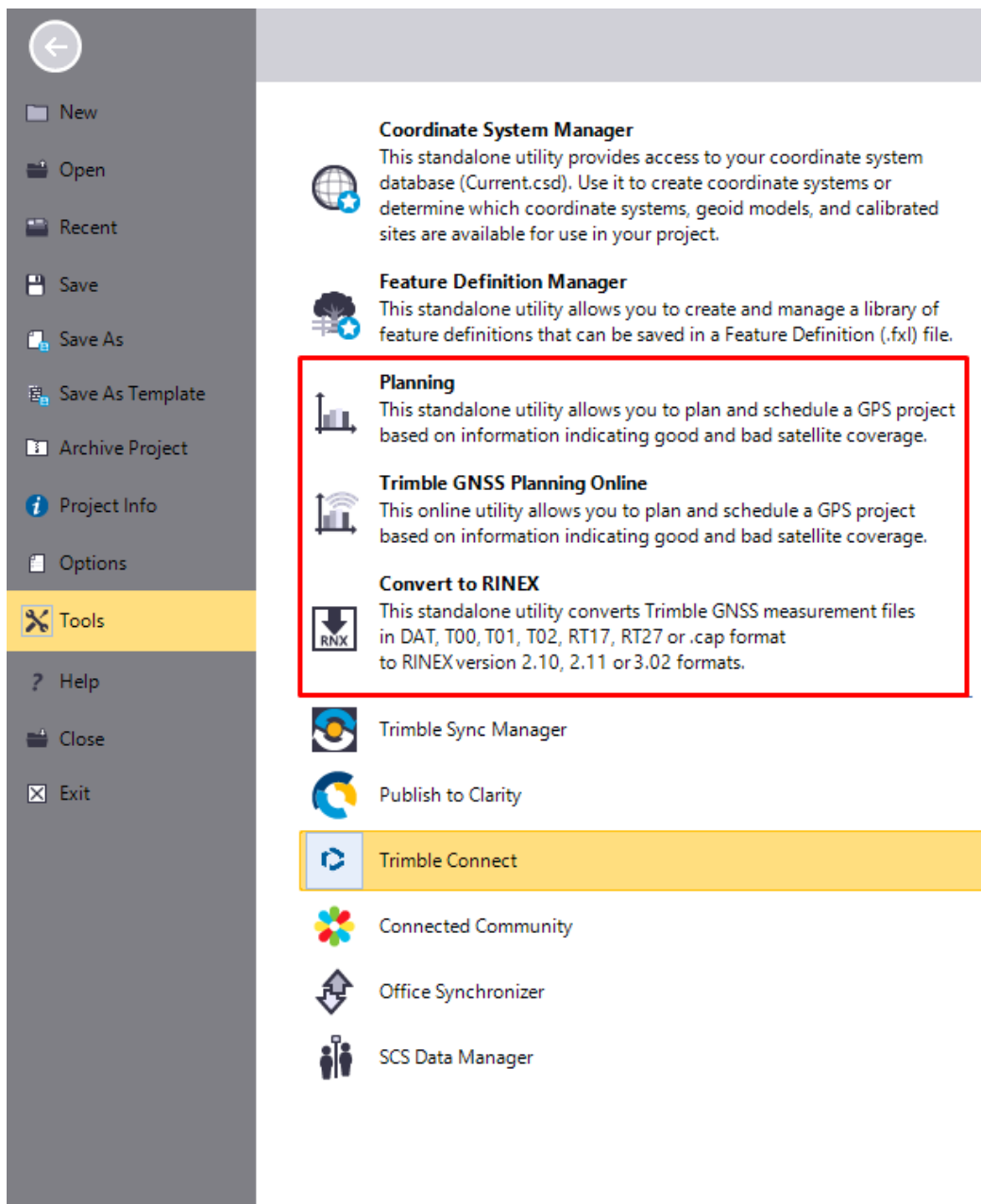
Bilde 9: CAD-linje i gruppe og lag



## 4. Oppmålingsdata

Ved å trykke på 'fil' og 'verktøy' vil man få opp en liste med tilleggsverktøy som følger installasjonen av TBC. Nedenfor den røde boksen er skytjenester og programmer for overføring av data mellom felt og kontor. Disse programmene, samt Feature Definition Manager er gjort rede for i kapittelet om vår feltprogramvare.

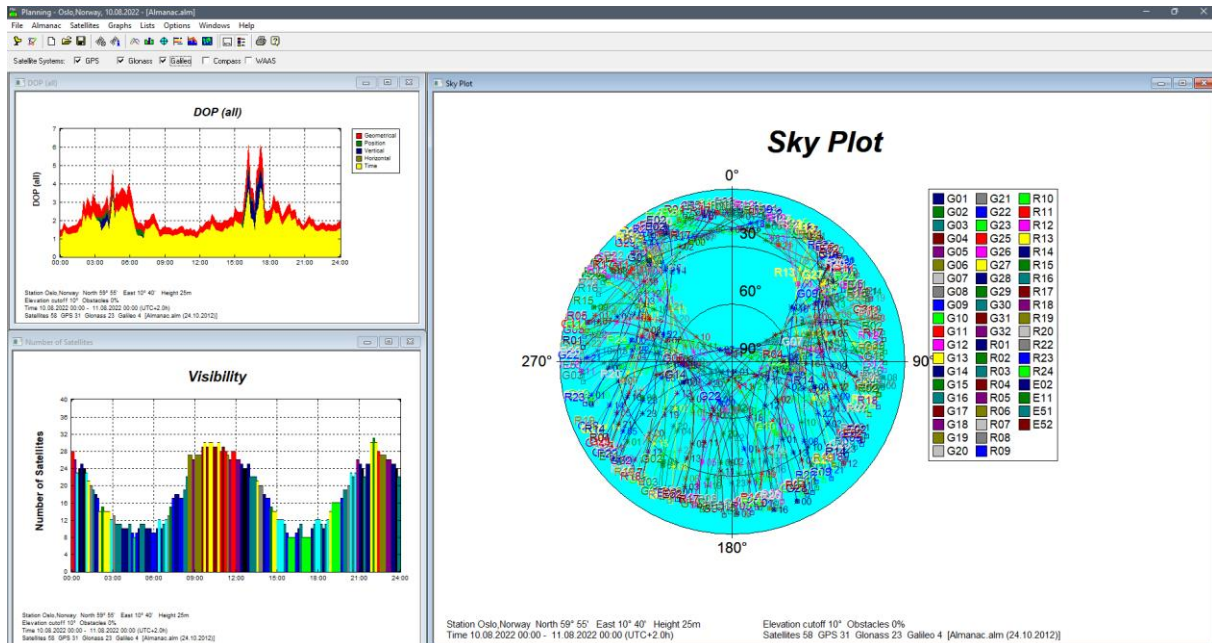
Til slutt finnes 'Convert to RINEX' for å konvertere rådata fra T0 ++, programmet 'Planning', og en online GNSS planlegger.



Bilde 1: Oversikt over programmer innad TBC

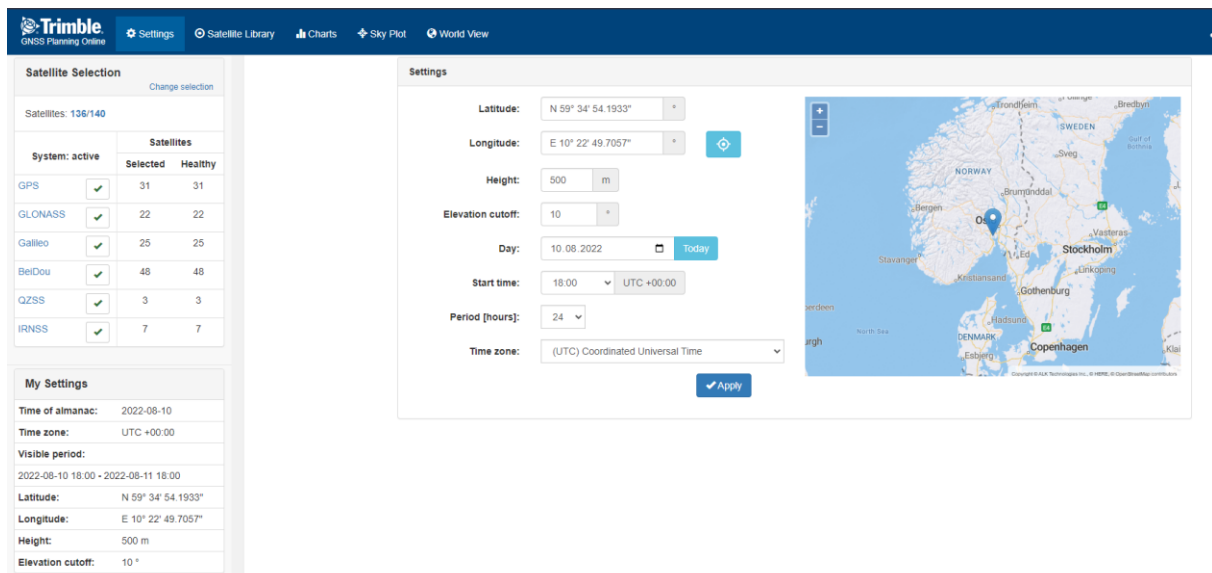
## 4.1 Planlegging

I 'Planning', eller i online-planleggeren får du opp synlighet, DOP, sky plot m.m. fra ulike satellittkonstellasjoner til en eller flere stasjoner:



Bilde 2: Planleggingsprogram for vanskelige områder

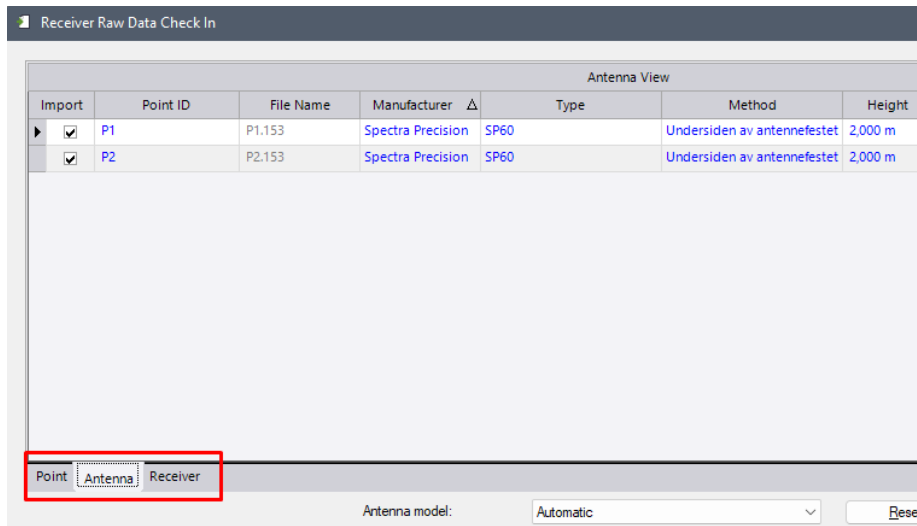
Trimble sin offisielle side er [gnssplanning.com](https://gnssplanning.com) og fungerer på lik linje som øvrige program:



Bilde 3: Online GNSS-planlegger

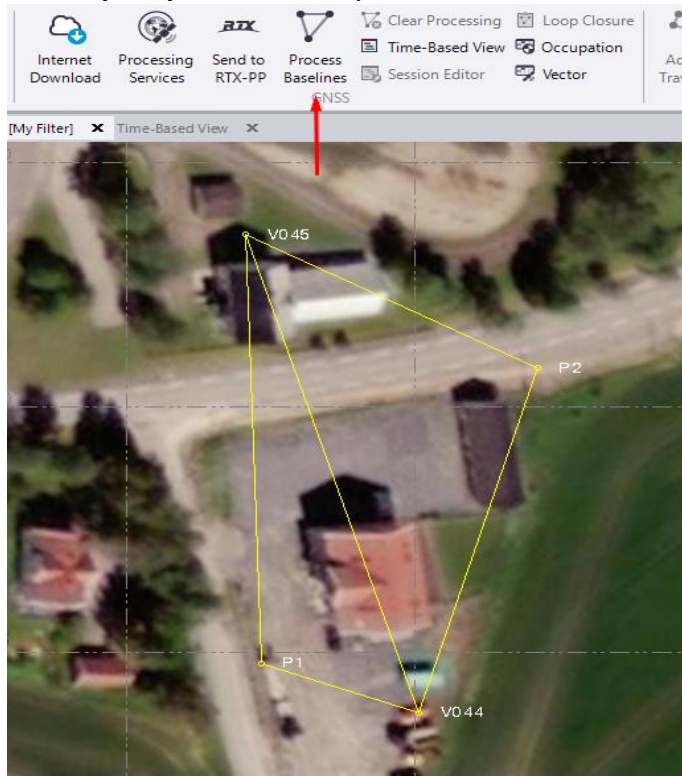
## 4.2 Vektorberegning

Når man tar inn rådata fra en mottaker vil programmet automatisk detektere Trimble sine produkter, men man kan manuelt spesifisere antenne, mottaker, antennefeste, og antennehøyde. Det samme gjelder korreksjonsdataen til målingene. Innstillinger for data kan også endres på etter import.



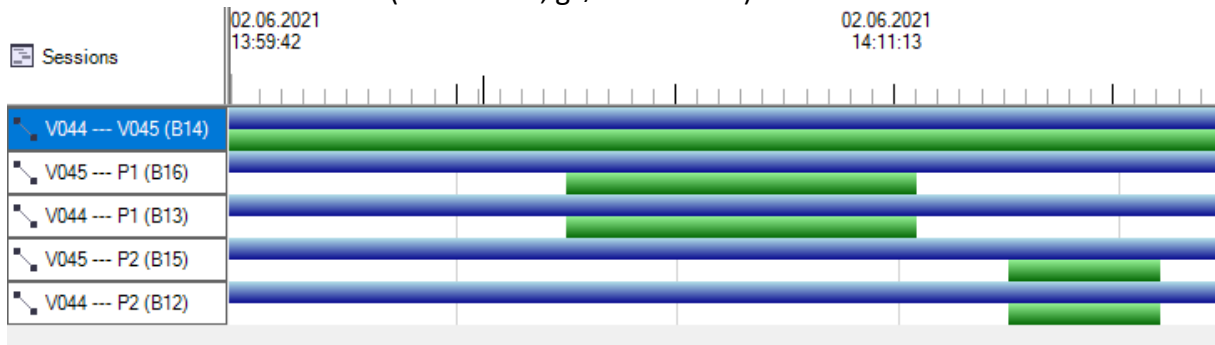
Bilde 4: Import av rådata

Her har jeg importert rådata (p1, p2) og lastet ned Rinex-data fra VRS Now, vår korreksjonstjeneste. I menyen kan du bruke 'Process Baselines' for å beregne vektorene.



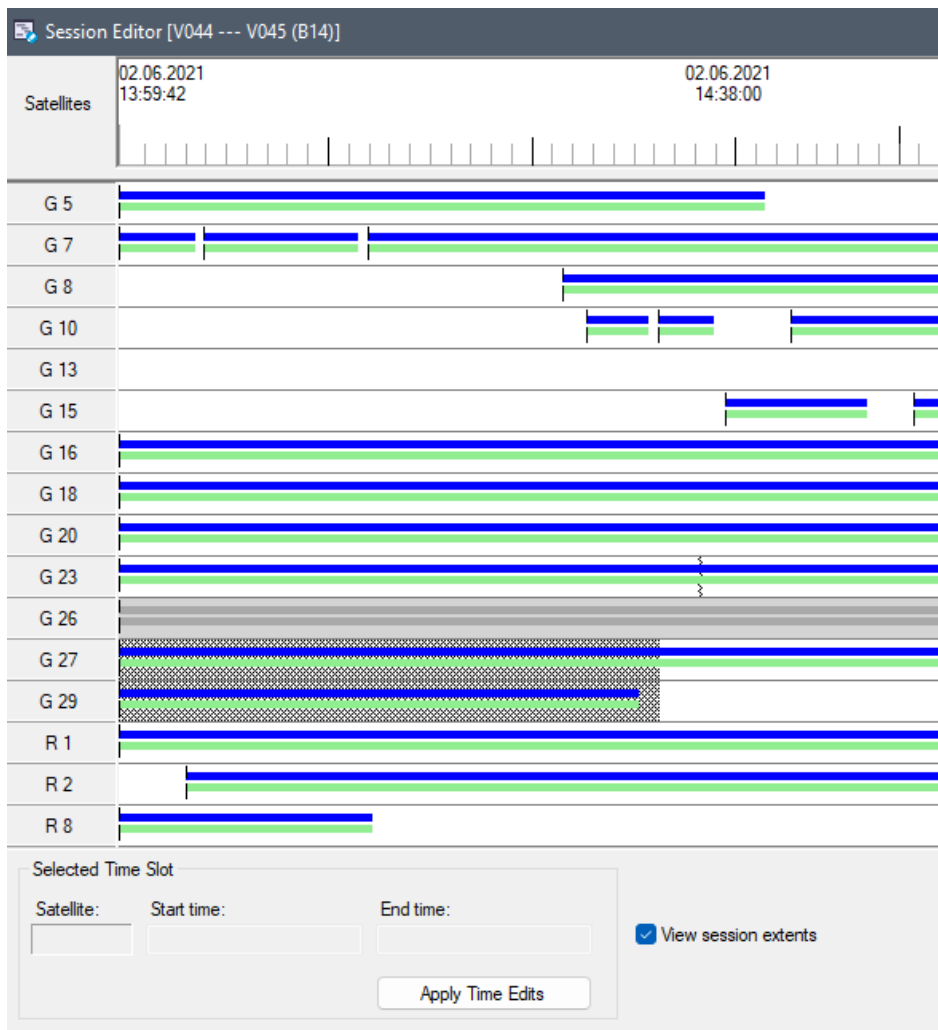
Bilde 5: Oversikt i planvisning, rådata og RINEX-korreksjoner

Dersom man åpner 'Time-Based View' får man en kronologisk oversikt over GNSS målingene for å kunne validere dataene (blå er base, grønn er rover):



Bilde 6: Time-Based View i TBC

Ved bruk av 'Session Editor' kan du se hvilke satellitter som ligger til grunn for hver vektor, tidshorizonten, og gjøre analyse på kvaliteten på satellitt-dataen. Her kan du også fjerne deler av en okkupasjon eller hele satellitter slik som G26.



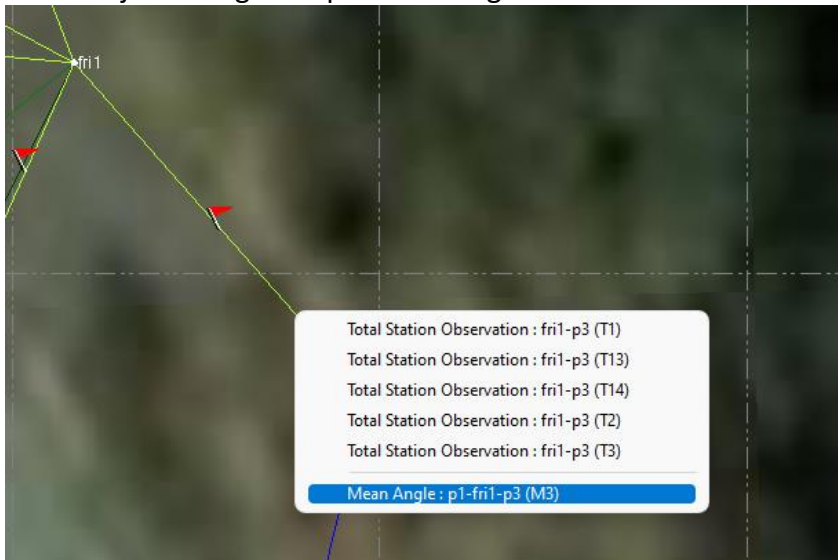
Bilde 7: Session Editor i TBC

## 4.2 Totalstasjon

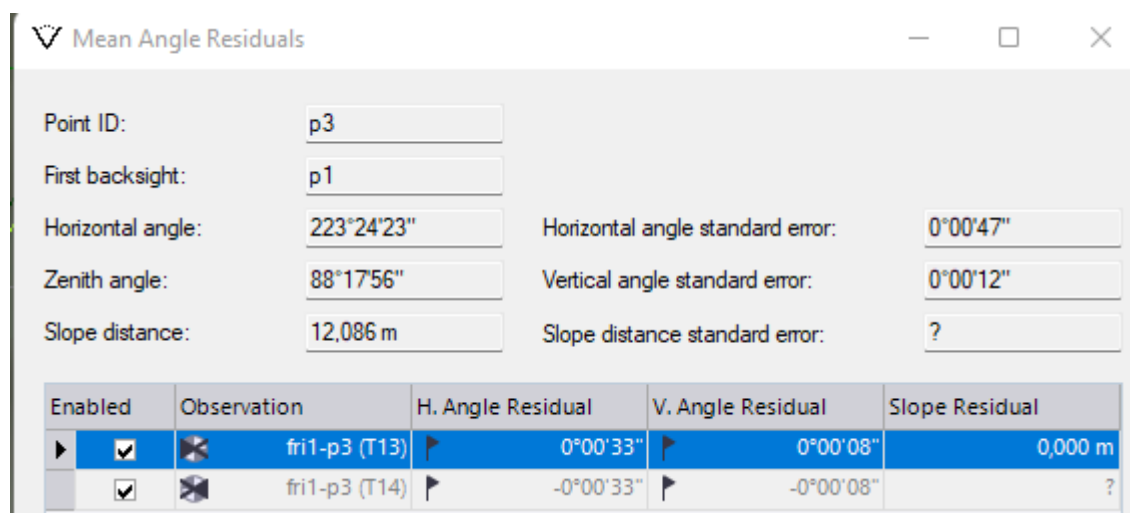
Oppmålingsdata fra totalstasjon kan importeres og innpasses med niveller- og GNSS-data.

Data fra instrument finnes i **prosjekt utforskeren**. Her får du først og fremst oversikt over innmålte punkter i prosjektet, men du kan også utvide en node og se alle observasjonene og antall faser knyttet til punktet. Ved å trykke på et punkt eller en observasjon, høyreklikke og trykke på **egenskaper**, så vil du få opp all tilknyttet informasjon (metode, instrumenthøyde, instrumentmodell, prismemodell, om det er et baksikte. Nøyaktighet på innmålinger vil også dukke opp her, dvs. kollimasjonsfeil, H- og V-vinkel, og presisjon (95 %).

Ved å høyreklikke på en observasjon, så vil du også få opp midlede verdier til observasjonene og kan åpne en dialogboks for å se residualverdiene.

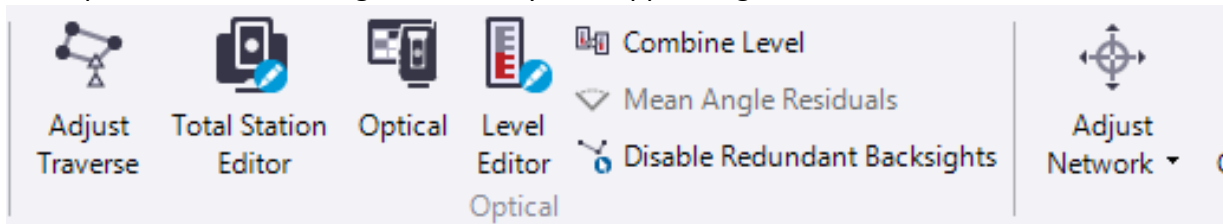


Bilde 8: Oversikt, observasjoner og gjennomsnittsvinkel



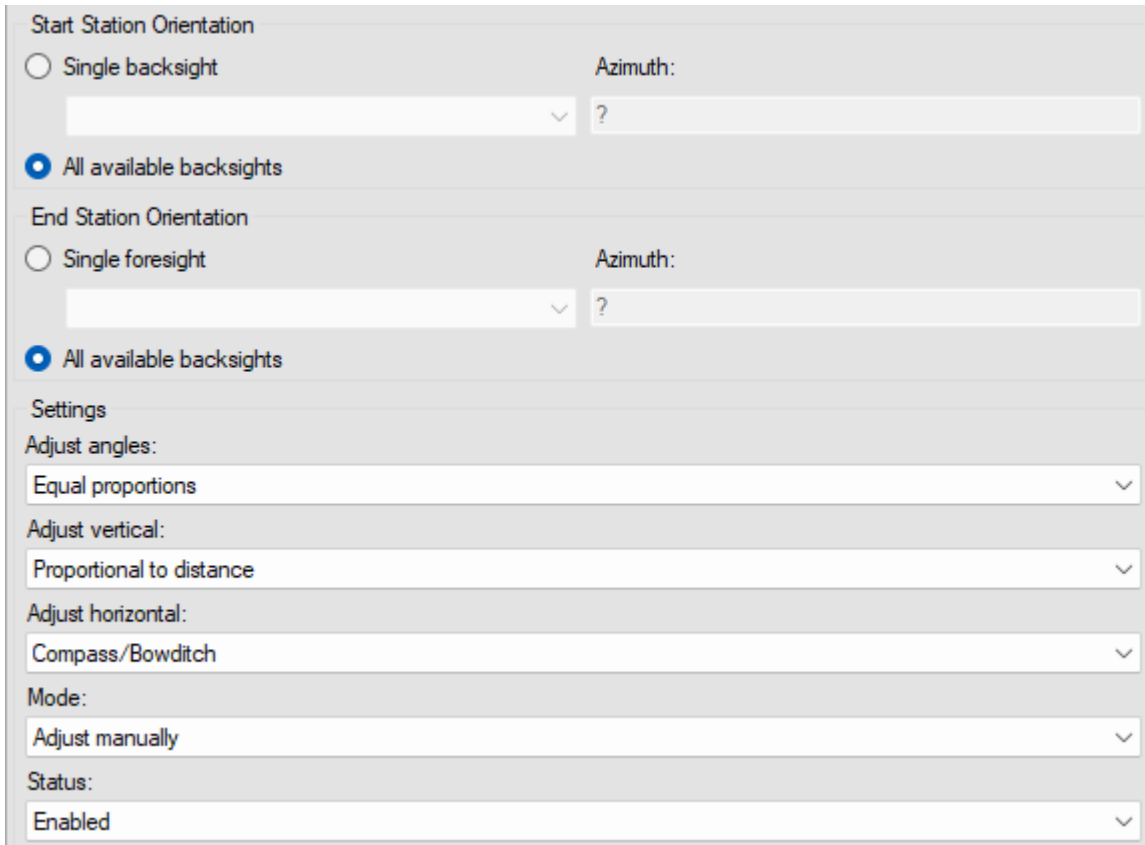
Bilde 9: Residualer og gjennomsnittsvinkel til observasjonene

For optiske data finnes følgende verktøysett i oppmålingsfanen:



Bilde 10: Oversikt over optisk meny

**Adjust Traverse:** Justerer et åpent eller lukket polygondrag. Du kan velge start og sluttstasjon manuelt, eller automatisk beregne start/slutt posisjon basert på alle tilgjengelige baksikt-punkter. Når orienteringen til start- og sluttstasjon er valgt får man mulighet til å vekte justeringen (e.g., vinkler med større avstander enn vinkler med korte avstander, lik vektning, eller ingen justering for vinkler). Det samme gjelder vertikal- og horisontal-vinkel.



Bilde 11: Innstillinger for justering av drag

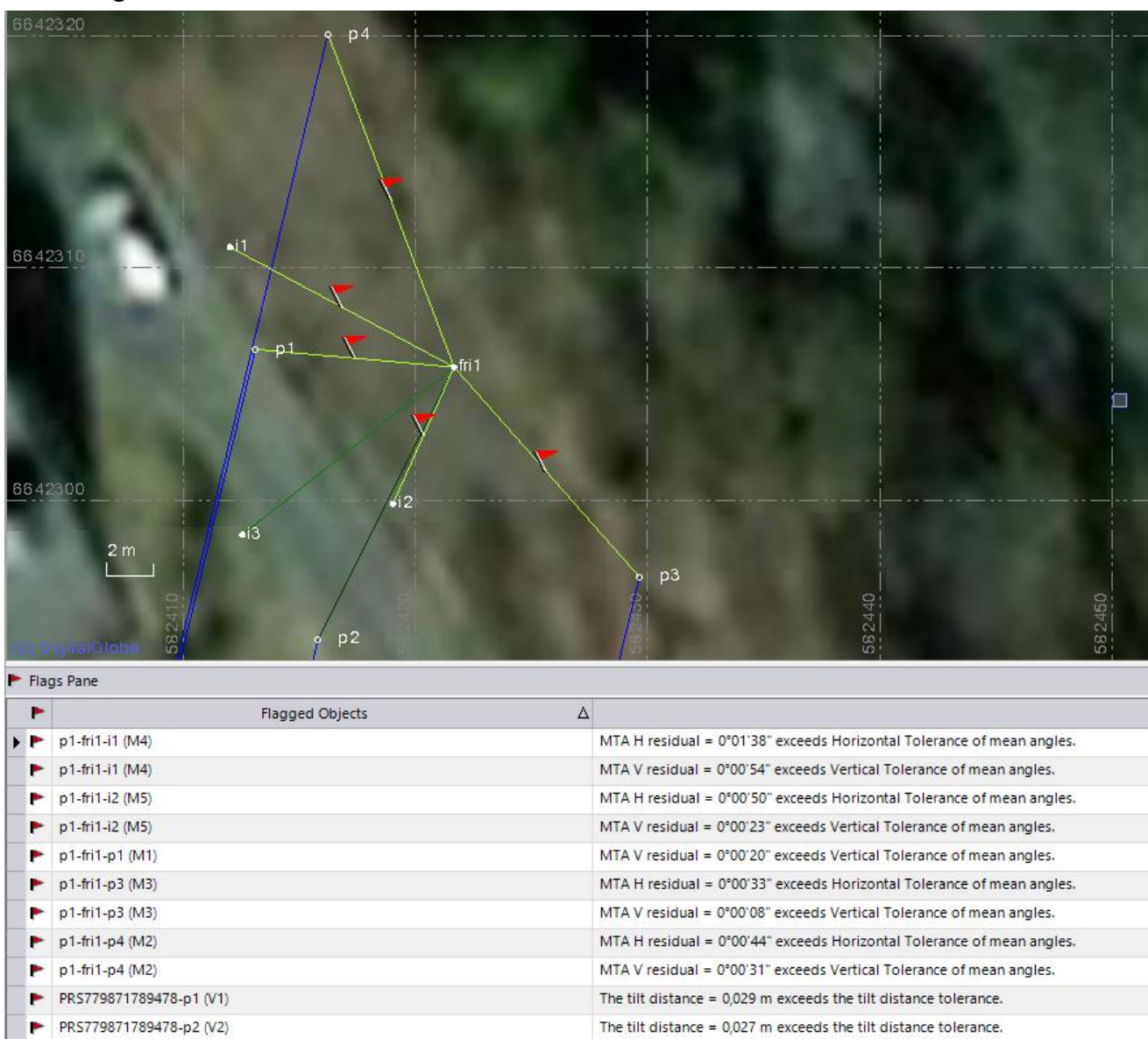
**Total station editor:** Brukes for å gjøre endringer på importerte data i prosjektet. Du kan også skrive inn data fra nivellering/totalstasjon manuelt.

- Instrumenthøyde, prismehøyde
- Stasjon- og baksiktekoordinater
- Koder assosiert med et kodebibliotek

**Optical:** Lister opp totalstasjon, rangefinder-data, og observasjoner i prosjektet sammen med beregnede verdier. Tillater endringer direkte i listen og gir oversikt over data i prosjektet.

**Disable Redundant Backsights:** Når du importerer filer fra Trimble Access med deaktiverte observasjoner vil baksiktene alltid være aktiverte. Ved import av rådata, vil en rapport informere om dette i tillegg til at gjeldende observasjoner vil være markert med et flagg. Funksjonen slår av baksikt observasjonene som også ble deaktivert i Access.

**Flags pane:** Viser en liste med feil i prosjektet, eller målinger som er utenfor toleransekrav satt i prosjektinnstillingene. Et visuelt flagg vil dukke opp i planvisningsvinduet og i 3D-visningen



Bilde 12: Flagg viser toleransefeil i prosjektet

**Mean angle report:** Lar deg skape en rapport på gjennomsnittsvinklene i prosjektet med en tabell for hver vinkel. Hver tabell inkluderer det aktuelle punktet, stasjons ID, ID på baksikte, og hvilke observasjoner som har blitt midlet. Du får også oversikt over residuale verdier for horisontale- og vertikale-vinkler, samt helningsavstand. På slutten av tabellen får du de beregnede verdiene.

### Mean Angle Report

Point ID: <b>p1</b> Station: <b>fril</b> Backsight: <b>p1</b>									
Enabled Observations	Set	Horizontal Circle Reading	Backsight Circle Reading	Horizontal Angle	H. Angle Residual	Vertical Angle	V. Angle Residual	Slope Distance	Distance Residual
► <b>fril-p1 (T9)</b>		275°08'14"	275°08'14" (T9)	0°00'00"	0°00'00"	88°49'07"	0°00'20"	8,592 m	0,000 m
>► <b>fril-p1 (T10)</b>		95°08'22"	95°08'22" (T10)	0°00'00"	0°00'00"	271°11'33"	-0°00'20"	?	?
<b>Results</b>									
<b>p1-fril-p1 (M1)</b>				0°00'00"		88°48'47"		8,592 m	

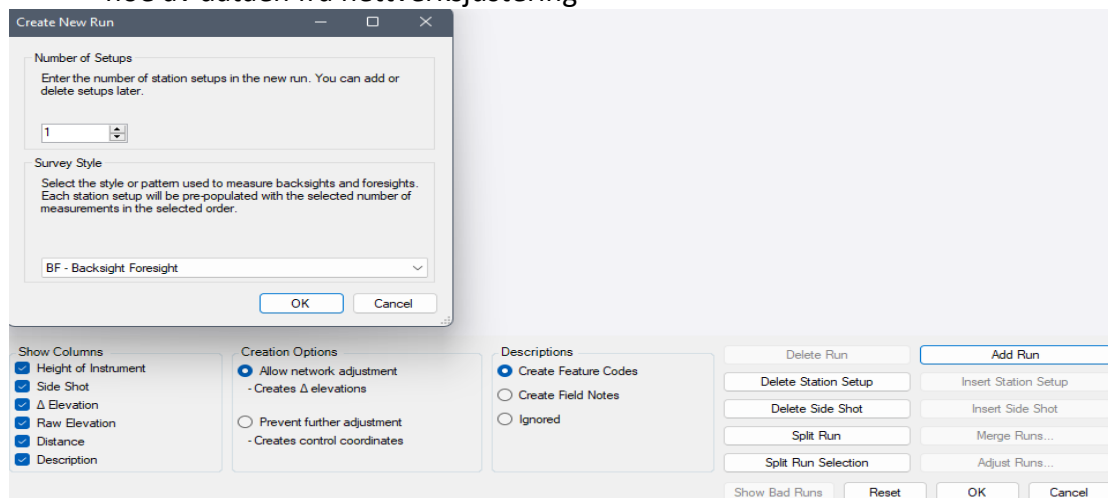
  

Point ID: <b>p4</b> Station: <b>fril</b> Backsight: <b>p1</b>									
Enabled Observations	Set	Horizontal Circle Reading	Backsight Circle Reading	Horizontal Angle	H. Angle Residual	Vertical Angle	V. Angle Residual	Slope Distance	Distance Residual
► <b>fril-p4 (T11)</b>		339°15'38"	275°08'14" (T9)	64°07'24"	0°00'44"	89°08'35"	0°00'31"	15,354 m	0,000 m
>► <b>fril-p4 (T12)</b>		159°14'18"	95°08'22" (T10)	64°05'56"	-0°00'44"	270°52'26"	-0°00'31"	?	?

Bilde 13: Rapport for gjennomsnittsvinkel

**Level Editor:** Ved import av nivåer-data i TBC åpner *Level Editor* seg automatisk. Funksjonen kan også åpnes i etterkant fra menyen med optiske funksjoner. Med funksjonen kan du:

- Se alle dataene som er målt i felt, og deaktivere uønskede data
- Velge hvilke punkter som skal importeres
- Velge om det er råe eller justerte høydedata i prosjektet
- Vise summen av avstander for baksikt og fremsikt
- Vise feil og residualer i på fastmerker og koordinater
- Oversikt over start- og slutt punkt, og om høyden er en koordinat, beregnet, eller et fastmerke.
- Juster nivellementet for å spre feil proporsjonalt gjennom målingene
- Spesifisere om data er koordinater eller observasjoner, blant annet for å ekskludere noe av dataen fra nettverksjustering

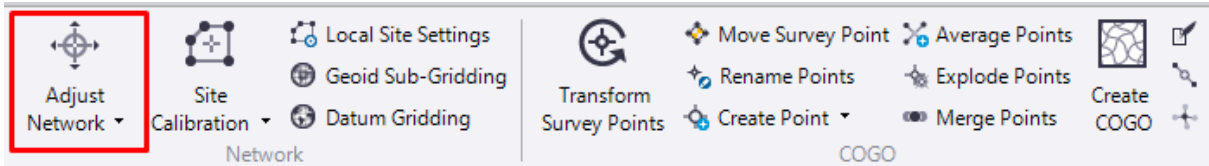


Bilde 14: Level Editor



## 4.4 Nettverksjustering

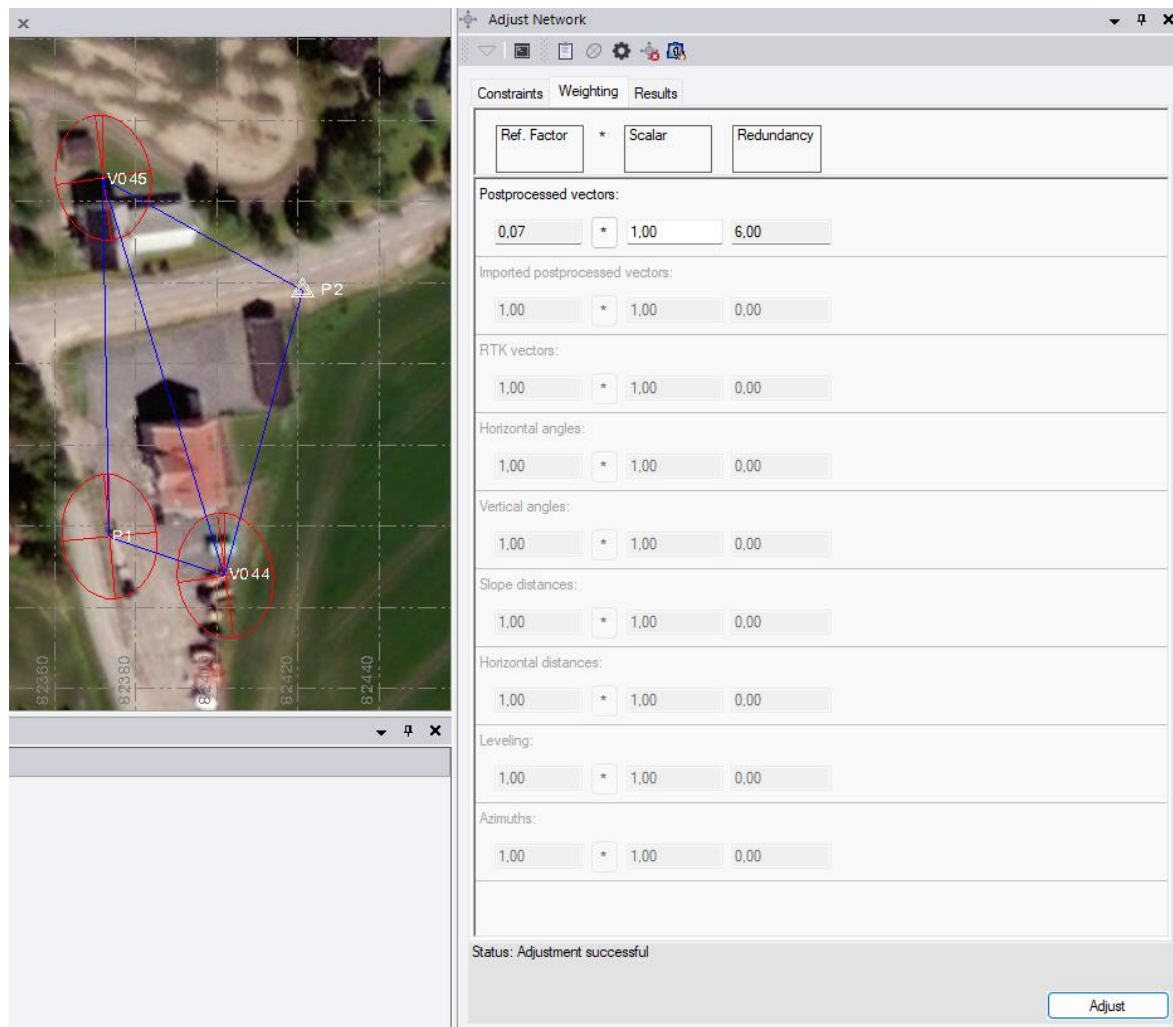
Det er også mulig å gjøre nettverksjusteringer via 'Adjust Network'.



Bilde 15: Meny med nettverksjustering

Programmet bruker minste kvadraters metode for å justere nettverksvektorene. Justeringen skjer automatisk ved å trykke på 'juster', koordinatene forskyves basert på et fast punkt innenfor toleransenivåene som er sat

t. Justeringene blir automatisk lagret i prosjektet, og en ny koordinat blir opprettet for hvert punkt. Du kan se verdiene under 'egenskaper'. Vektorer kan også slås av og på ved å høyreklikke på dem. Innstillingene for nettverksjustering er også prosjektbasert, så de kan lagres i en mal.



Bilde 16: Et justert nettverk der P2 er fastmerke

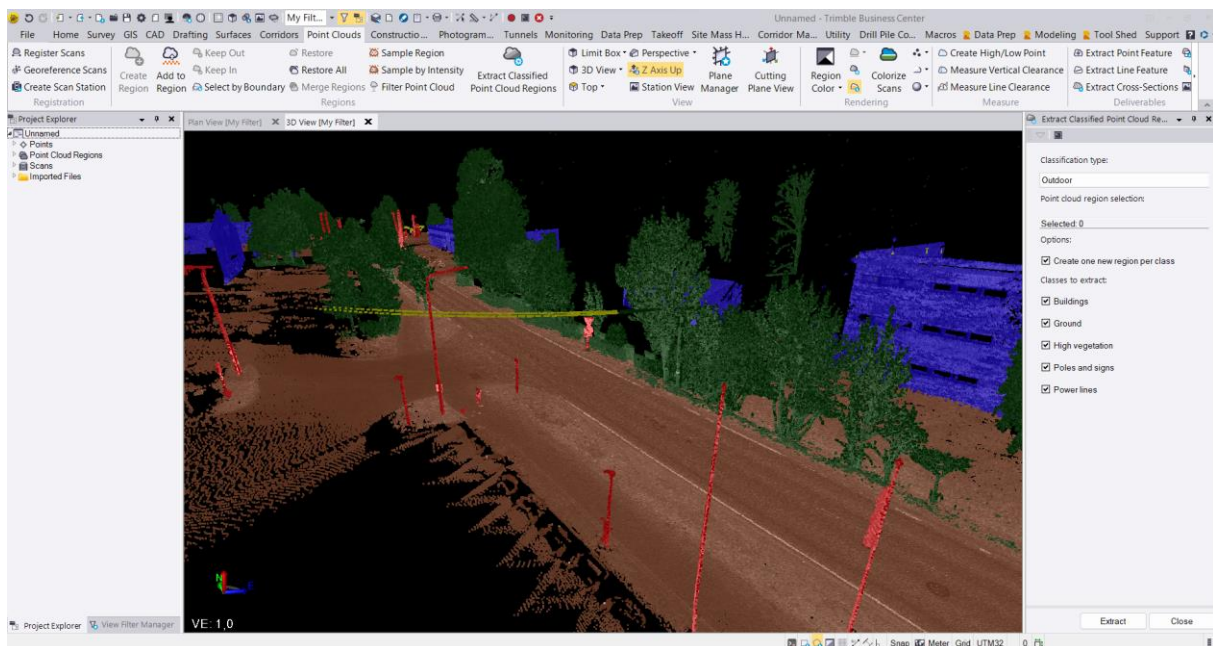
## 5. Punktskybehandling

TBC tilbyr en rekke automatiserte metoder for klassifisering, kartlegging og analyse av punktsky.

### Automatisk klassifisering

For å enkelt kunne skille mellom ulike objekter i en punktsky, tilbyr TBC automatisk klassifisering både fra innendørs og utendørs skann. Under fanen *Point Clouds* benytt funksjonen *Extract Classified Point Cloud Regions*.

Denne metoden gjør at du kommer deg godt på vei i en klassifisering og er i mange tilfeller godt nok for arbeidet som skal utføres. Dersom man ønsker en mer detaljert, manuell klassifisering, er dette mulig. Dersom et skilt har lagt seg i *Vegetation*-klassen, men vi ønsker å flytte den til *Poles and Signs*-klassen, starter vi med å skru av alle andre klasser enn den klassen som skiltet ligger i. Dette gjøres under *Filter manager*. (For markering i punktsky kan vi benytte og av rektangulær markør (standard) eller polygon markør. I denne prosessen anbefaler vi polygon markør. Dette kan endres på verktøylinjen helt nederst i TBC.) Marker skiltet, trykk på *Add to Region* under *Point Clouds* fanen og flytt den til *Poles and Signs*.



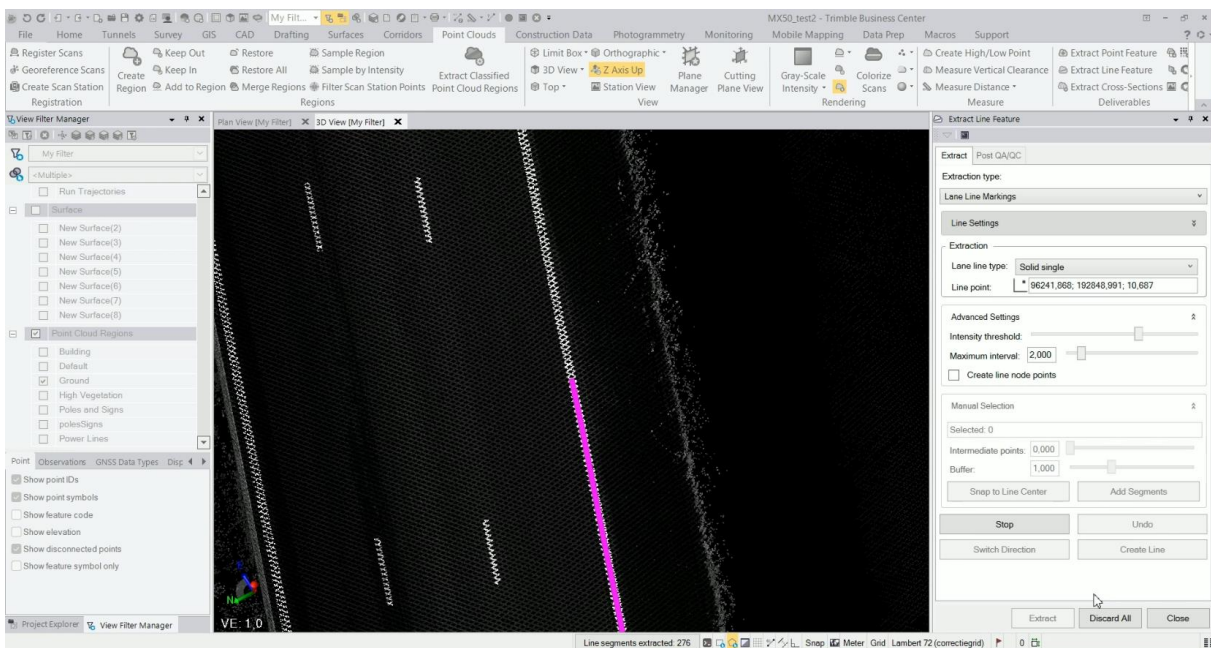
Bilde 1: Automatisk klassifisering

## Automatisk kartlegging av linjer

Det er to måter å kartlegge linjer fra punktsky i TBC, den manuelle metoden selv trykker alle nodene til linjen eller ved bruk av automatisk algoritme.

Ved kartlegging av vegmerking anbefaler vi å bruke automatisk uthenting dersom vegmerkingen ikke er helt nedslitt. Funksjonen benytter seg av intensitetsverdiene til punktskyen ettersom asfalt gir en mørk refleksjon ved skanning og vegmerking gir en lys refleksjon ved skanning. For automatisk kartlegging av linjer benytter vi oss av *Extract Line Feature* under *Point Clouds*-fanen.

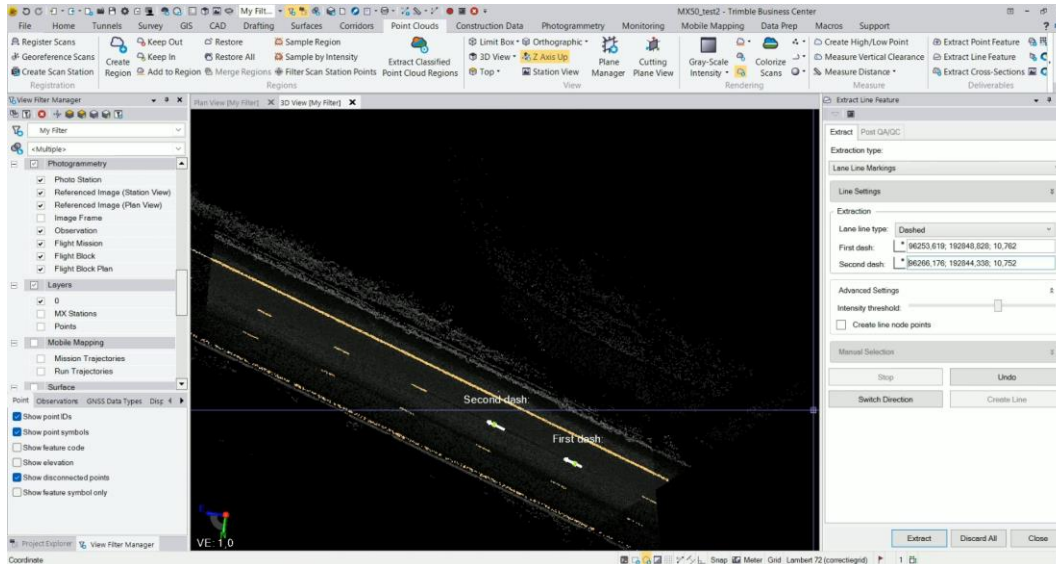
Ved en heltrukket singel linje, benytter vi *Lane Lane Markings* og *Solid Singel*. Start med å trykke et sted på den heltrukne linjen der det er tydelig hvitmerking. TBC vil da automatisk benytte seg av intensitetsverdiene på punktet du trykket på og alle intensitetsverdiene som er lysere. Ved å trykke på *Extract*, starter kartlegging, og man ser i visningsvinduet at kartlegging pågår. Dersom vi kommer til et område med dårlig vegmerking, kan vi enten forandre på intervallet for intensitet eller manuelt trykke gjennom ved *Manual Selection*. Nodene til linjen kan også editeres i etterkant.



Bilde 2: Automatisk kartlegging av heltrukken singel vegmerking

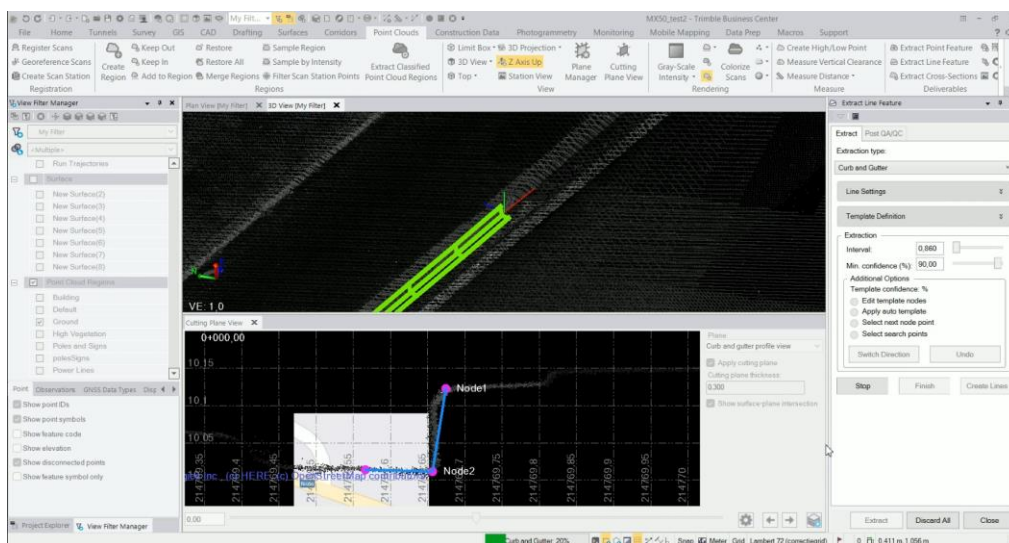
For kartlegging av heltrukken dobbeltlinje, benytt *Solid Double*, og fremgangsmetoden er de samme.

Automatisk kartlegging av stiplet linje, benytter algoritmen seg av intensitetsverdier og lengden av de stiplede linjene. Start med å markere to stiplede vegmerkinger som ser hele og lite slitt ut, og start kartleggingen.



Bilde 3: Automatisk kartlegging av stiplet linje

TBC gir deg mulighet for å kartlegge skarpe kanter. Vi anbefaler å benytte denne funksjonen hvis det er lite skade og lite endring i geometrien, da kan det være enklere å kartlegge manuelt. Ved kartlegging av en fortauskant, benytter vi oss av *Curb and Gutter* under *Extract Line Feature*. Algoritmen benytter seg av en fast geometri som vi selv må tegne inn. I den første steget, velger vi et profil av fortauskanten. I profilet tegner vi inn de ulike nodene, i eksempelet til en fortauskant, trykker vi på toppen og bunnen av fortauskanten, men også en hjelpenode, enten på oversiden eller nedsiden av fortauskanten for å få bedre geometri til algoritmen. Dersom geometrien forandrer seg underveis, kan vi endre på nodene underveis. Når kartleggingen er ferdig, sletter vi hjelpenoden.



Bilde 4: Automatisk kartlegging av fortauskant

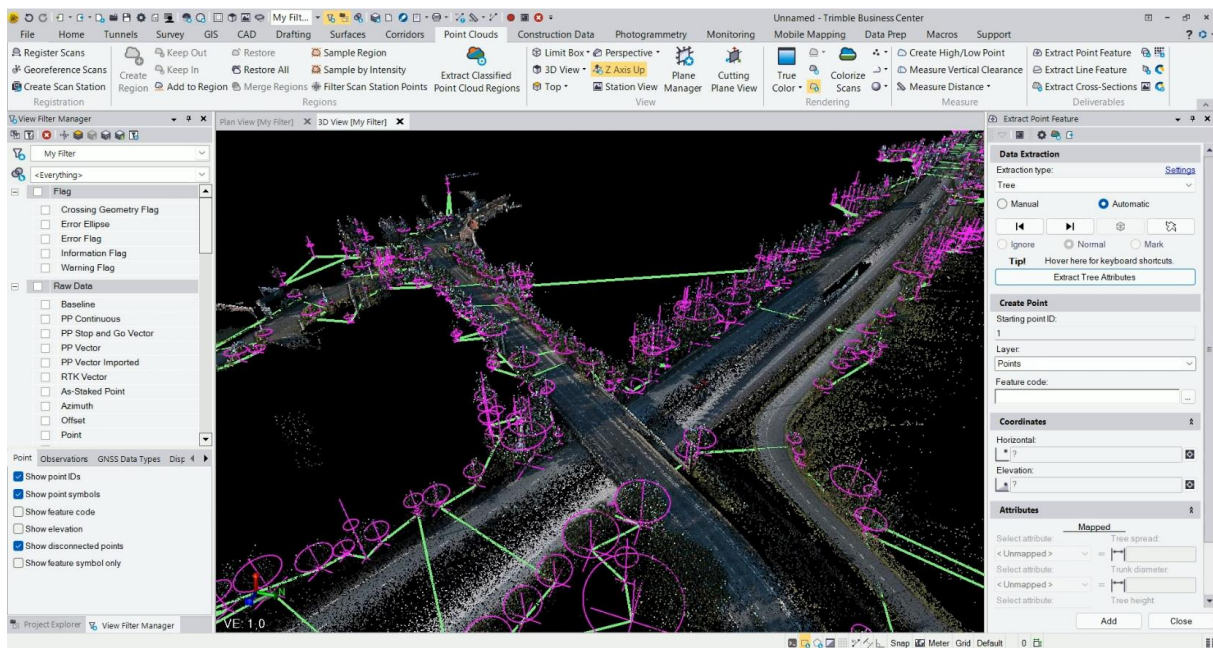
TBC gir oss flere muligheter ved automatisk uthenting av punkter/objekter. Det gir oss mulighet for både dokumentasjon og analyse, kun ved noen få tastetrykk.

For kartlegging av trær og skog, benytter vi oss av *Tree* i funksjonen *Extract Point Feature*. Dersom vi har lagt til et egenskapsbibliotek med *Tre* som attributt, kan vi knytte disse attributtene til hvert enkelt tre som blir kartlagt:

- Posisjon
- Høyde
- Spredning
- Diameter på stammen

Etter kartleggingen, er det flere ulike analyser som kan utføres med videre bruk av attributtverdiene:

- Masseberegning av trær
- Vekst av skog inn i vegbanen
- Etc.

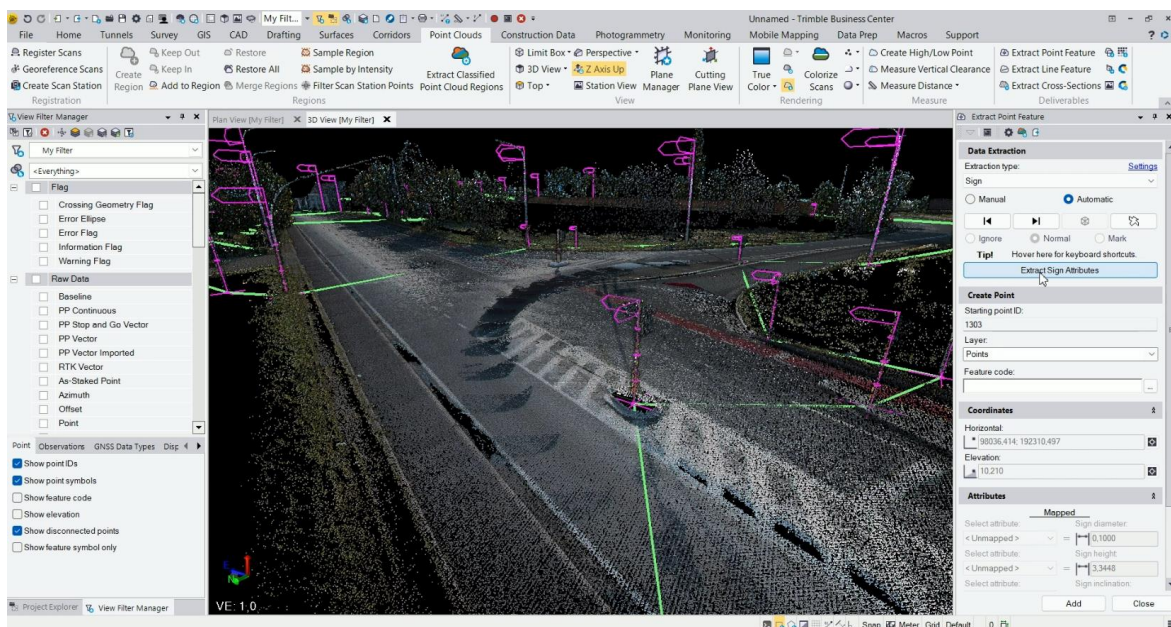


Bilde 5: Automatisk kartlegging av trær

Ved kartlegging av skilt og stopler, benytter vi oss av enten *Signs* eller *Poles* under *Extract Line Feature*. Ved kartlegging av stolper setter vi en minste høyde, slik at vi ikke kartlegger alle skilt. Ved skilt setter vi en maks høyde for å ikke få med stolper. Metoden er helt lik kartlegging av trær, men med litt andre attributter:

- Posisjon
- Høyde
- Diameter
- Helning
- Retning på helning i forhold til nord.

Dette bistår med muligheter for rask uthenting for kvalitetssikring og dokumentasjon av både stolper og skilt på en vegstrekning.



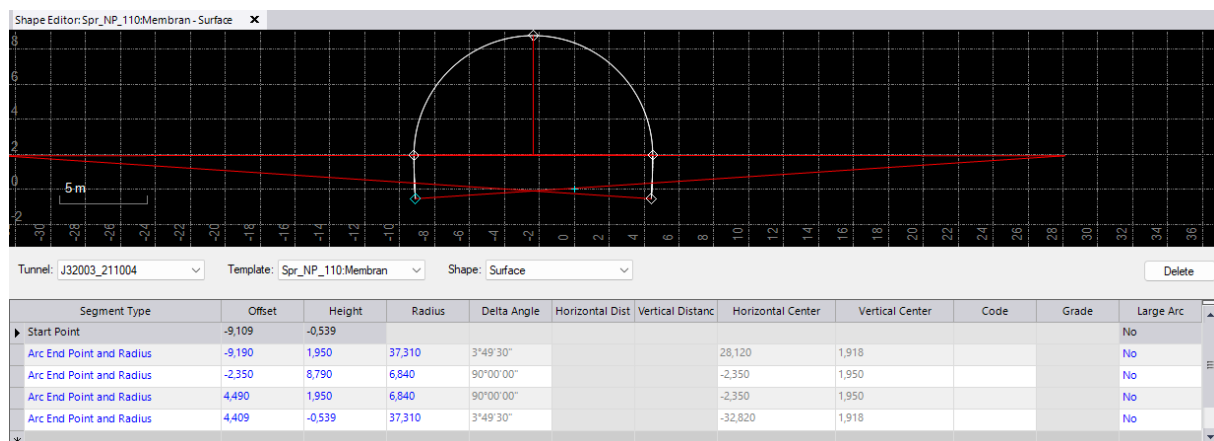
Bilde 6: Automatisk kartlegging av skilt og stolper

## 6. Tunnel

I Trimble Business Center brukes tunnelmodulen til følgende:

- Lage senterlinje for tunnel fra PI's eller fra en eksisterende CAD-linje
- Redigere et tunneldesign og konstruere en prosjektert tunnel
- Importere punktskydata og danne et as-built mesh
- Gjøre inspeksjon mellom prosjektert tunnel og as-built
- Automatisk klassifisere tunnel i punktsky-format for å dele inn gulv, form, og rør
- Danne 'set outs' og inspeksjonspunkter langs tverrprofil planet på punktsky for inspeksjon i Access
- Få ferdigstilte rapporter (inspeksjon, inspeksjonspunkter, konvergens m.m.)

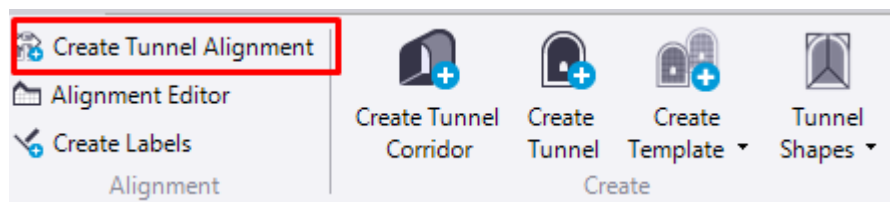
Et tunneldesign i TBC er basert på en senterlinje og en tilhørende korridor for å få posisjon og stasjoner. Tunnelens form er basert på designet i stasjonene og vil formes langs lengden av tunnelen. Dette designet er basert på tverrprofiler som kan redigeres slik som nedenfor.



Bilde 1: Design av tverrprofiler via funksjonen 'edit shape'

Designet blir laget fra et senterpunkt som er senterlinjen man benytter – dette kan være en CAD-linje. Det første steget for å lage et prosjektert mesh av en tunnel vil alltid være å definere denne linjen. Videre, vil alle neste steg åpnes automatisk etter at denne er definert.

Senterlinjen kan videre redigeres via funksjonen *alignment editor*.



Bilde 2: Meny i tunnelmodulen – 'Create Tunnel Alignment'

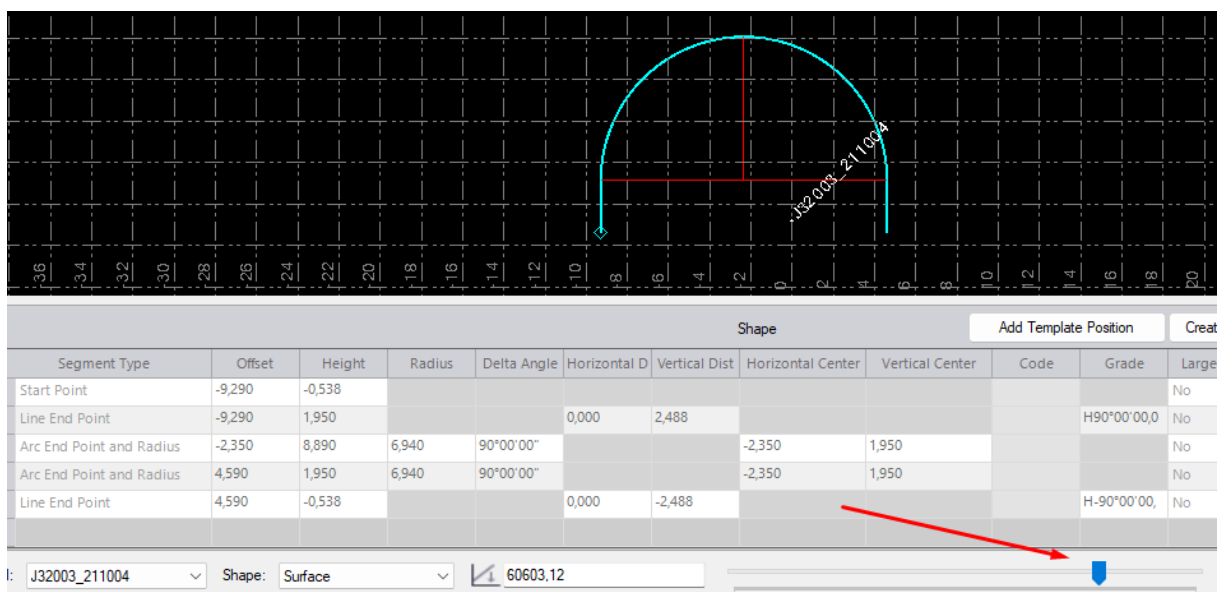
Det neste steget er å definere en tunnel korridor, opprette en tunnel, lage tverrprofiler, og skape formen. Dette vises frem stegvis i bilde 2.

**Korridoren** er et lag som sammensetter den horisontale og vertikale verdier fra senterlinje. Har du kun én senterlinje velger du 'ok'.

Når du oppretter **tunnelen** velger du korridoren du nettopp lagde, og velger stasjonsintervallen i meter, og om stasjonene skal ligge vinkelrett eller vertikalt på senterlinje.

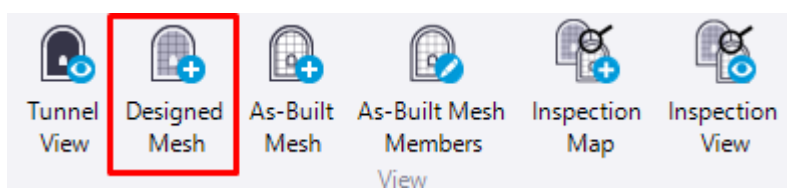
**Tverrprofilene** eller funksjonen *Create Template* velger tunnelen og hvor start-posisjon skal være for tverrprofilene langs senterlinjen. Posisjon kan også velges fra planvisningsvinduet.

Tunnelens **form**, via funksjonen *Tunnel Shapes*, kombinerer tunnelen og tverrprofilene. Dette steget, samt de over er ganske rett frem. Det er nå valgfritt å legge til *set outs*, redigere rotasjon, eller V- og H-offset på designet før et endelig mesh dannes. Funksjonen *Tunnel View* kan også brukes for å navigere gjennom tverrprofilene langs lengden av tunnelen:



Bilde 3: Tunnel View-funksjonen lar deg navigere deg gjennom stasjonene med en bar

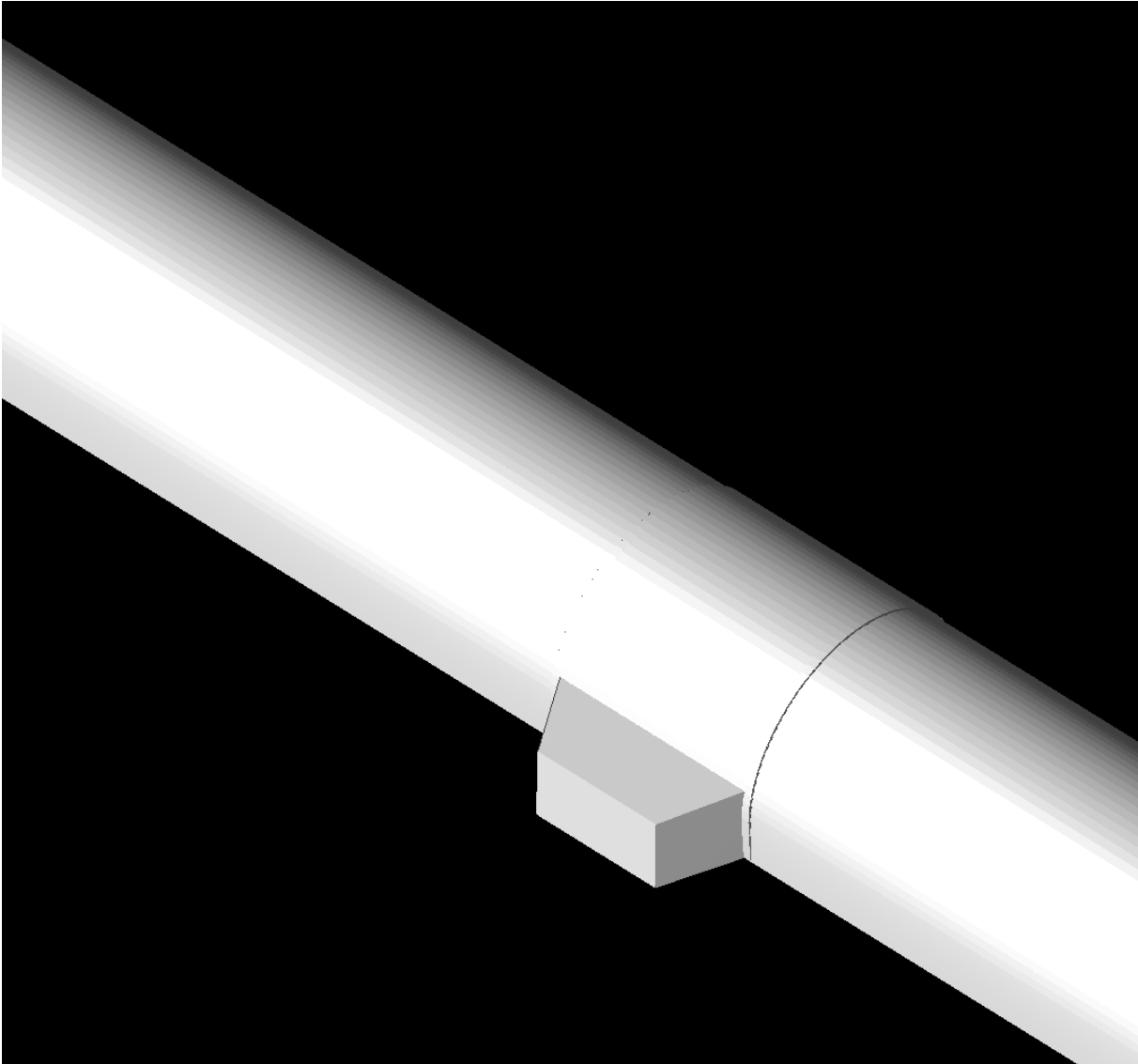
Nedenfor er en meny for å lage mesh, både prosjektert og as-built, samt å gjøre inspeksjon mellom disse via et 3D-inspeksjonskart.



Bilde 4: Meny for å lage en prosjektert tunnel, gjøre inspeksjon, og dannelse av as-built mesh



Med funksjonen *Designed Mesh* kan man lage en prosjektert tunnel med basis i den tidligere designede tunnelen og formen. Lagene meshet baseres på velges i menyen, samt hva den prosjekterte tunnelen skal hete:

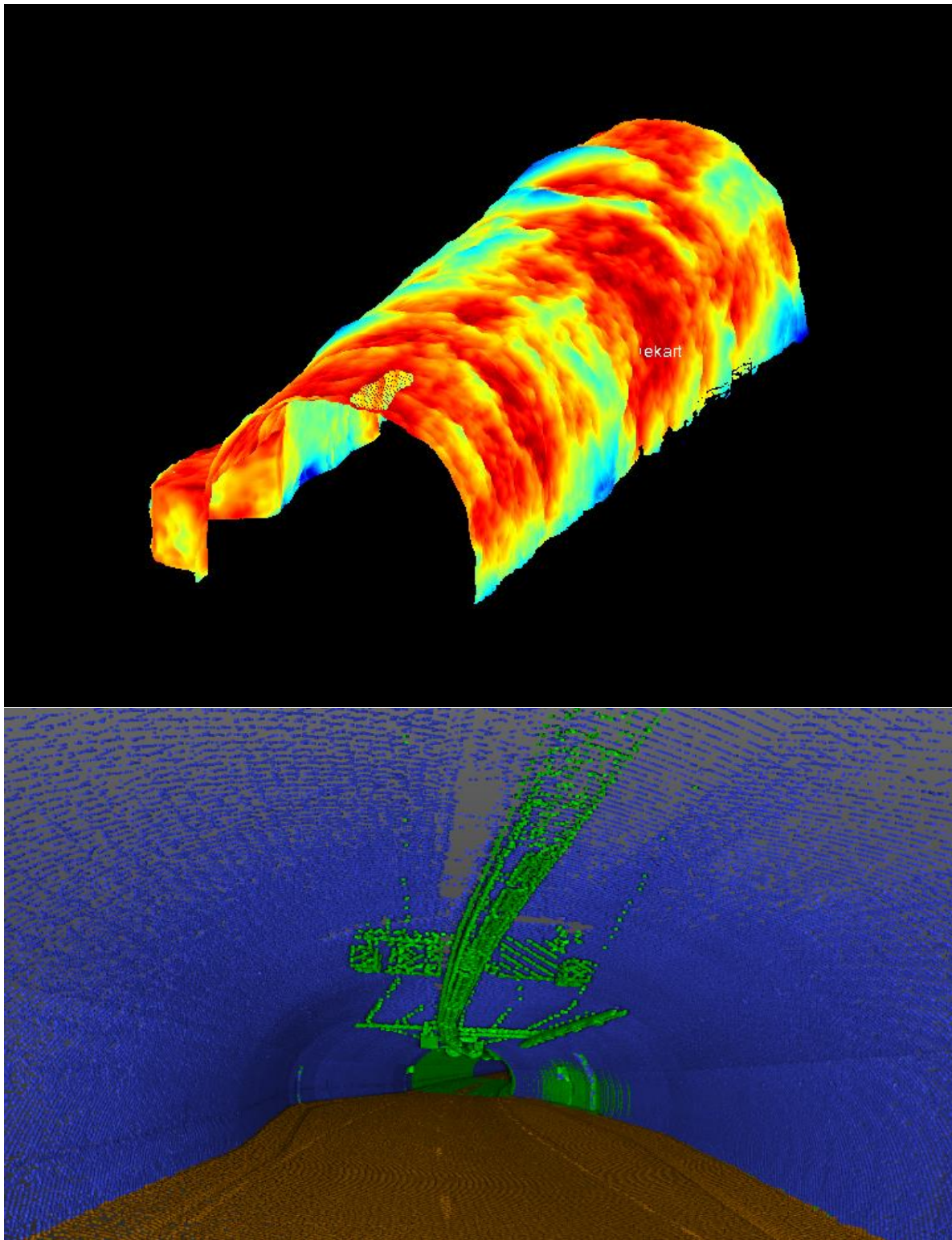


Bilde 5: *Designed mesh* i TBC

### **Dersom man har en BIM-modell kan dette også brukes**

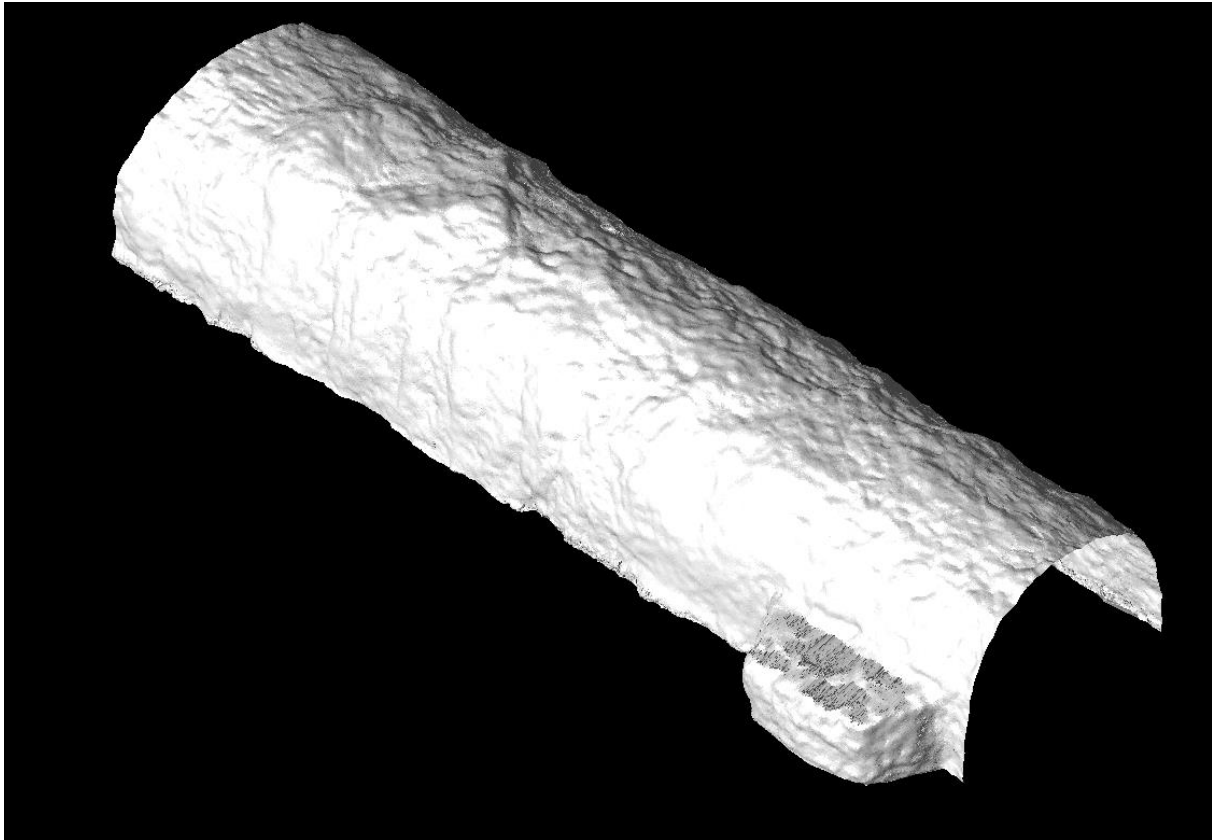
Ved å markere modellen og trykke på egenskaper kan man endre hvordan tunnelen tegnes i 2D- og 3D-visningene, se antall triangler, og redigere stasjonsinkrementene. Med dette klart, kan vi gjøre en inspeksjon fra for eksempel et as-built mesh som er skannet under utgravning, eller dersom man har as-built punkter målt i felt med totalstasjon.

Dersom man har skannet en modell i felt og vil importere en las-fil, så kan dette enkelt gjøres via import-funksjonen. Man kan også klassifisere en punktsky for å spare seg for mye manuell rydding. Her finnes funksjonen: *Classify Regions*



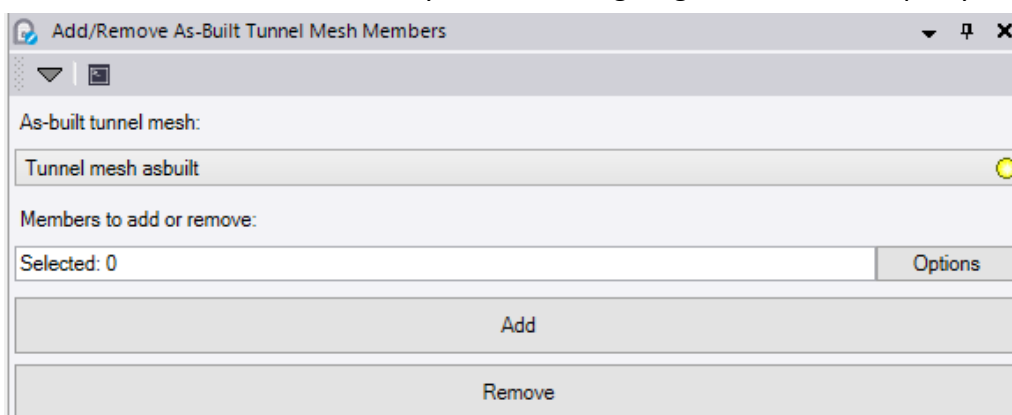
Bilde 6: Importert punktsky i TBC – og klassifisering til ulike regioner

Når punktskyen er ryddet kan man lage et as-built mesh (se bilde 4), dette kan også lages fra CAD-punkter. Meshet kan klassifiseres som *sprøytebetong*, *utgravning*, *sluttforing*, eller være *undefinert*. Det som velges vil hjelpe algoritmen til å gjøre en nøyaktig volumberegning. Funksjonen ekstrapolerer hull i punktskyen automatisk, dette kan sees ved å sammenligne bilde 6 med bilde 7. Det er også mulig å sample punktskyen i samme meny, før meshet lages.



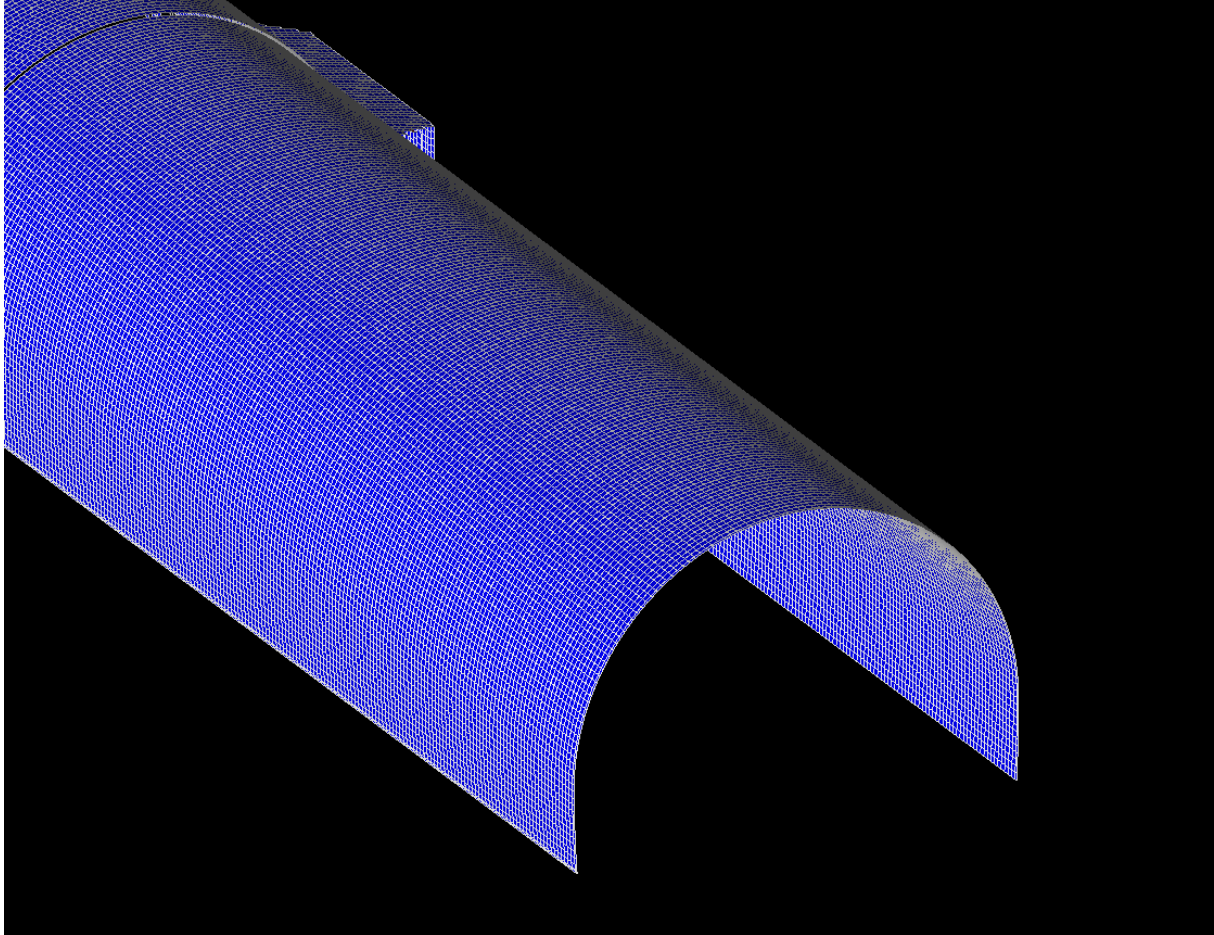
Bilde 7: As-built mesh dannet fra punktsky

Dersom meshet skulle formes feil, eller punktskyen ikke er godt nok ryddet, kan man fjerne eller legge til utvalgte punkter fra punktskyen for å oppdatere mesh-modellen. Funksjonen *As-built Mesh Members* kan benyttes for å unngå å generere meshet på nytt.



Bilde 8: Funksjon for å oppdatere mesh med punktsky

Ved å bruke *Inspection Map*-funksjonen (se bilde 4), kan du sammenligne en prosjektert tunnel med as-built mesh og danne en 3D-inspeksjonsmodell. En klassifisering blir valgt (e.g. modell mot skann, skann mot skann), samt start- og slutt-stasjonen for å eventuelt avgrense området. Slik kan modellen se ut – i dette tilfellet kun med mest overheng.



Bilde 9: Inspeksjonsmodell

Rutene i modellen klassifiseres og fargelegges etter fargeparametere, som igjen blir definert av avstandskrav. Her er modellen blå fordi avstander som overskrider 10 mm mellom prosjektert tunnel og as-built tunnel klassifiseres som overheng med fargen blå. Ville det vært områder med underheng ville det blitt tydeliggjort i modellen. Oppløsningen til inspeksjonsmodellen kan også endres.

Dersom man trykker på modellen og velger *egenskaper* vil man kunne se ferdige beregnede og dynamiske verdier. Dette er både areal og volum for overheng og underheng. De blå feltene er dynamiske felt som både oppdaterer modellen og beregningene. *Delta Tolerance* (se bilde 10) er maksimal avstand mellom prosjektert tunnel og as-built mesh, der hvis avstanden blir overskredet vil verdiene bli ignorert. Slike celler blir svarte i modellen.

*Overbreak- og Underbreak Tolerance* er toleransekravet for over- og underheng. I bilde 10 er dette satt til 10 mm. Områder som overskrider verdiene, vil bli farget tilsvarende i modellen.

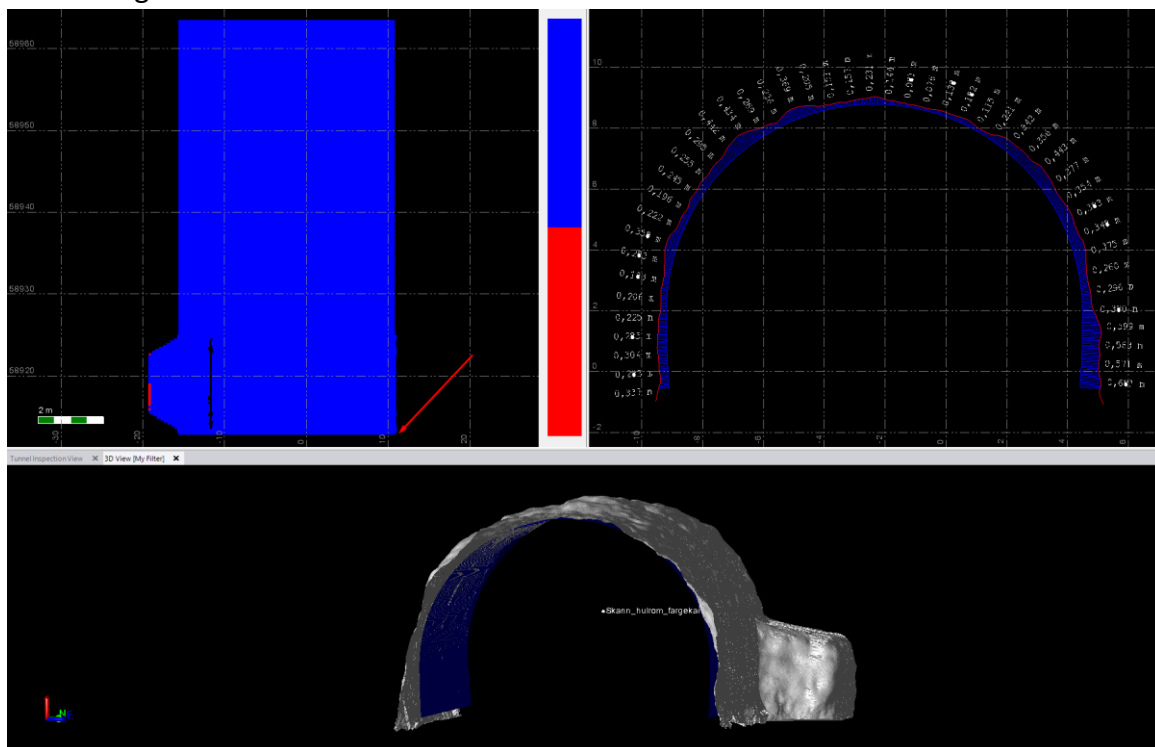
Ved endring av de blå feltene, vil modellen dynamisk oppdatere seg.

Computed values	
Overbreak area:	1361,3 m <sup>2</sup>
Underbreak area:	0,2 m <sup>2</sup>
Within tolerance area:	0,8 m <sup>2</sup>
Overbreak volume:	553,9 m <sup>3</sup>
Underbreak volume:	0,1 m <sup>3</sup>
Delta tolerance:	1,000
Overbreak tolerance:	0,010
Underbreak tolerance:	-0,010
Remove intersecting lines:	Yes

Bilde 10: Egenskaper til inspeksjonsmodell

Det er også mulig å gå inn i dybden på inspeksjonsmodellen. På toppen til venstre ser man modellen i fugleperspektiv, med en linje nederst på 2D-modellen for å indikere hvilken stasjon vi ser på i høyre vindu (se pil). Her kan man navigere seg gjennom stasjonene og se plasseringen av stasjonen til venstre, og hvordan avvikene ser ut til høyre. Modellen i bunn viser 3D-inspeksjonskartet i forhold til as-built meshet.

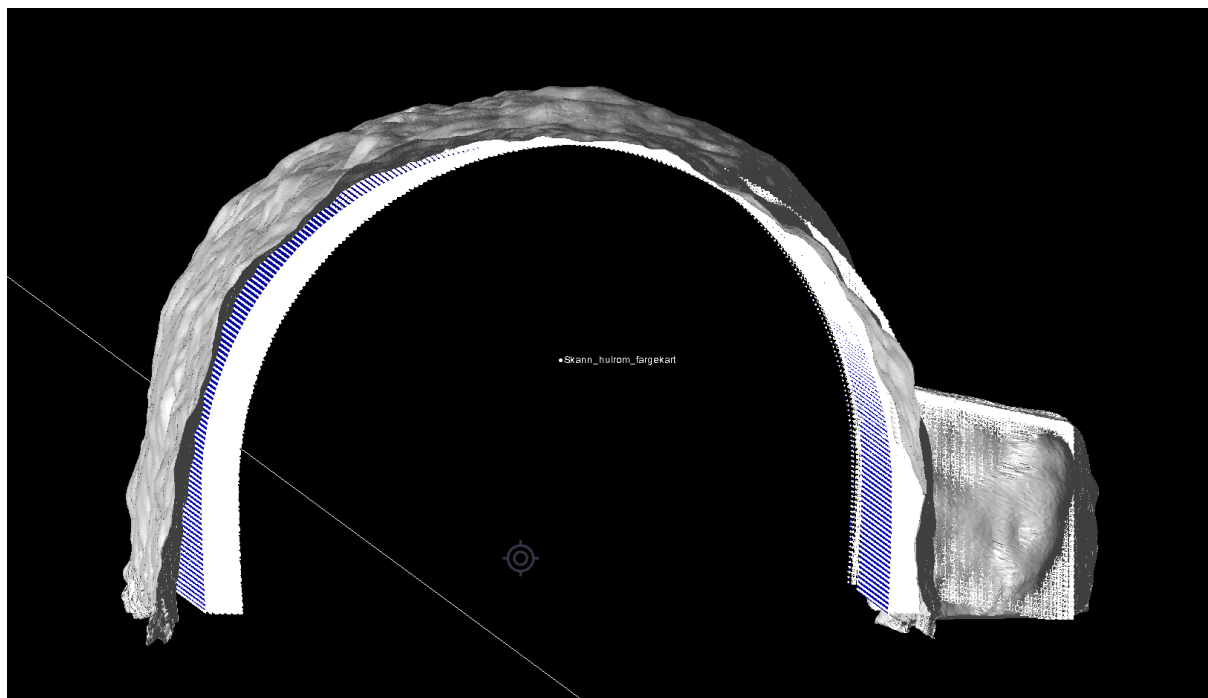
De dynamiske verdiene i bilde 10 vil også oppdatere seg her, dvs. om man oppdaterer toleransene i modellen. Man kan også endre skala for fargelegging av overheng og underheng.



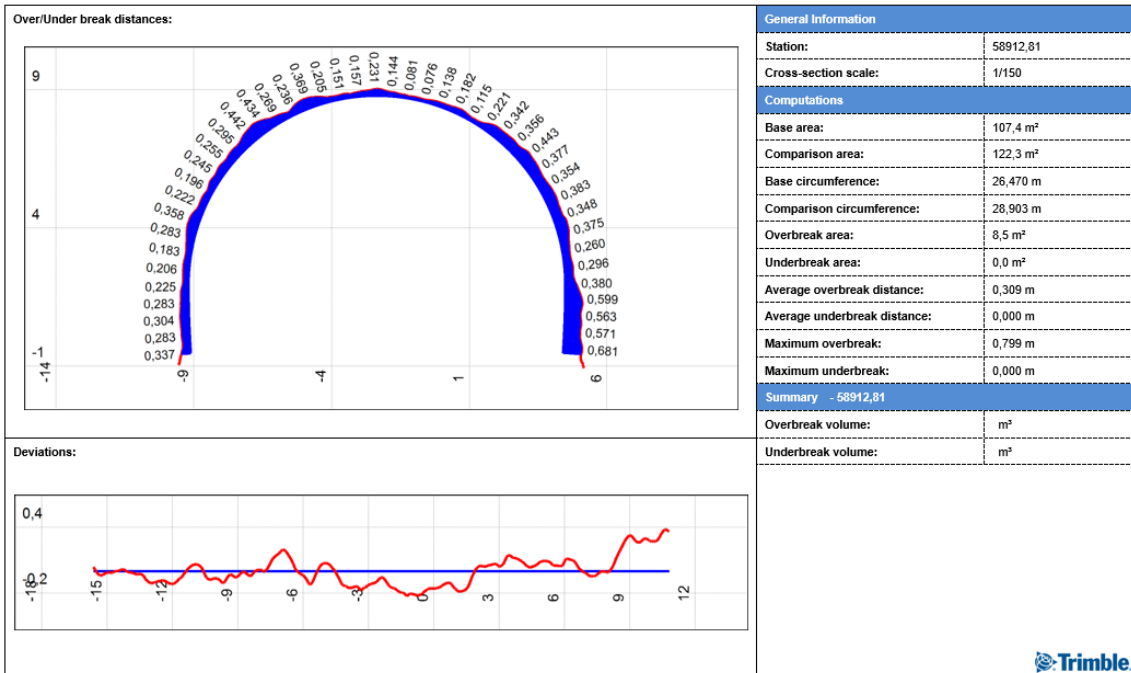
Bilde 11: Funksjonen Inspection View i TBC

Det kan genereres inspeksjonspunkter plassert der hvor cellene ligger i modellen. Disse punktene plasseres i senter av hver celle, og har attributter som sier nøyaktig avvik fra modell til as-built mesh. Man bruker funksjonen *Create Tunnel Inspection Points* for å lage dem, og de kan stilles inn med egne toleranseverdier.

Andre punkter kan velges manuelt via *Select Tunnel Points* eller det kan skapes as-built punkter med *Assign Tunnel Points* for å få punkter plassert nøyaktig der hvor det er utgravid.



## Tunnel Inspection Map



## Tunnel Inspection Map

