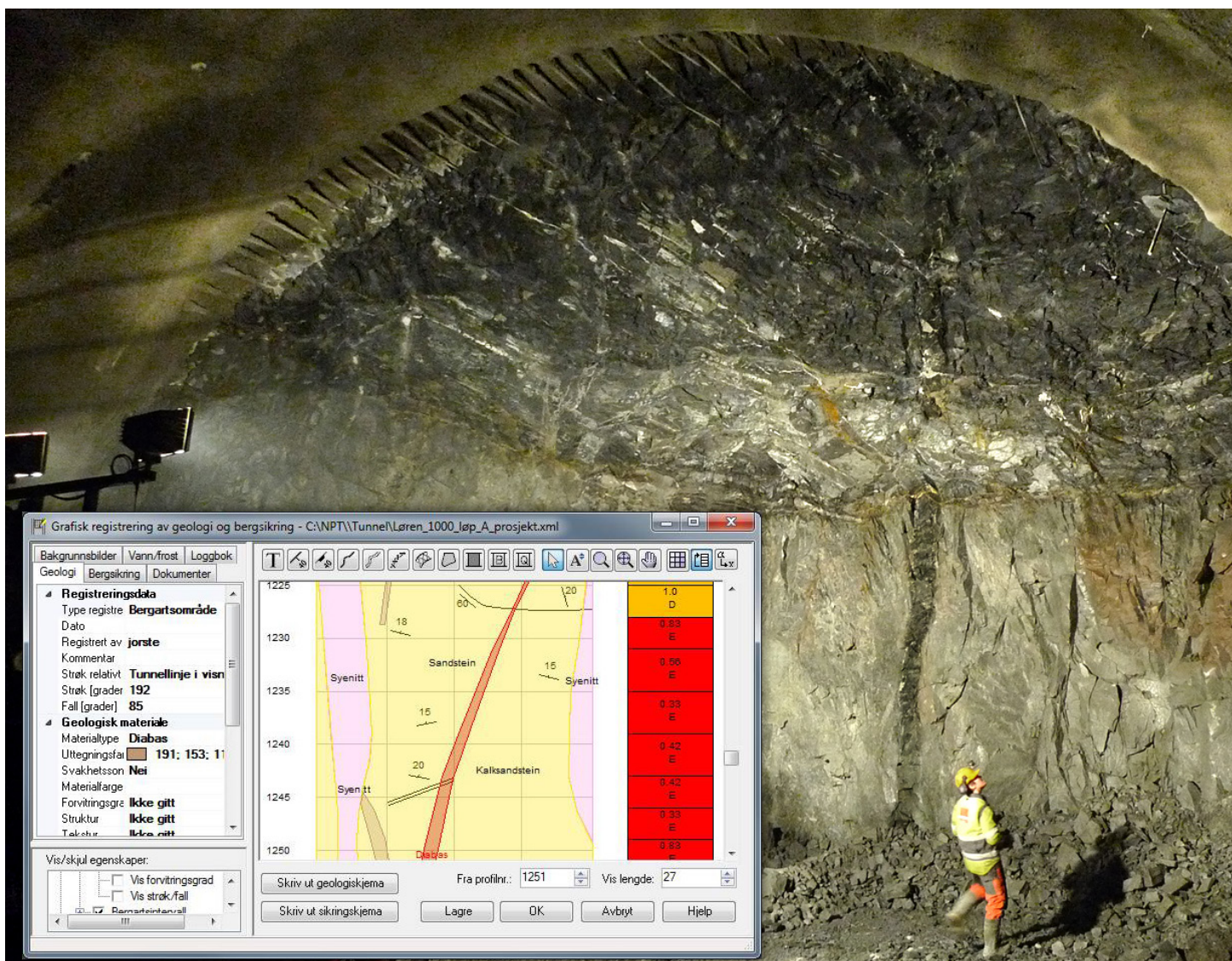


# Etatsprogrammet moderne vegtunneler 2008-2011

Kartlegging under driving med Novapoint Tunnel

STATENS VEGVESENS RAPPORTER

Nr. 193



**Tittel**

Etatsprogrammet moderne vegtunneler  
2008-2011

**Undertittel**

Kartlegging under driving med Novapoint  
Tunnel

**Forfatter**

Are Håvard Høyen, Tore Humstad og Alf Kveen

**Avdeling**

Trafikksikkerhet, miljø- og teknologiavdelin-  
gen

**Seksjon**

Tunnel og betong

**Prosjektnummer**

302182

**Rapportnummer**

Nr. 193

**Prosjektleder**

Alf Kveen/Harald Buvik

**Godkjent av**

Harald Buvik

**Emneord**

Tunnelkartlegging, Novapoint Tunnel, utbrett,  
geologi, bergsikring

**Sammendrag**

En modul i Novapoint er gjennom Moderne vegtunneler blitt videreutviklet til å inneholde en funksjon for å registrere og rapportere geologi og bergsikring fra tunneldriving. Dette arbeidet er utført i samarbeid med Vianova som er eier av Novapoint.

Denne rapporten er laget som en veiledning til brukere av Novapoint Tunnels funksjonalitet for Geologi og bergsikring. Målet er å bidra til at programmet skal være enkelt å bruke - og legge til rette for mest mulig enhetlig kartlegging av norske vegtunneler.

Det er også tatt med en del om hvordan og hva som skal kartlegges når en er på stuff. Dette fordi vegvesenet ønsker en mest mulig enhetlig kartlegging. Det er spesielt viktig at kapittelet om kartleggingsfilosofi blir fulgt.

**Title**

Major Research and Development Project:  
Modern Road Tunnels

**Subtitle**

Tunnel mapping during construction using  
Novapoint Tunnel

**Author**

Are Håvard Høyen, Tore Humstad and Alf  
Kveen

**Department**

Trafikksikkerhet, miljø- og teknologiavdelin-  
gen

**Section**

Tunnel og betong

**Project number**

302182

**Report number**

No. 193

**Project manager**

Alf Kveen/Harald Buvik

**Approved by**

Harald Buvik

**Key words**

Tunnel mapping, Novapoint Tunnel, fold-out  
tunnel profile, geology, rock support

**Summary**

Through the research program Modern road tunnels there has been a further developed of module in NP to include a function to register and report the geology and rock support from the tunnelling. The work is conducted in collaboration with Vianova who owns Novapoint.

This report is designed as a guide to users of Nova Point Tunnels functionality of Geology and Rock support. The goal is to help the program to be easy to use - and to facilitate a consistent mapping of Norwegian road tunnels. The reports intention is to get the user a step further from of the most basic and intuitive features.



## Forord

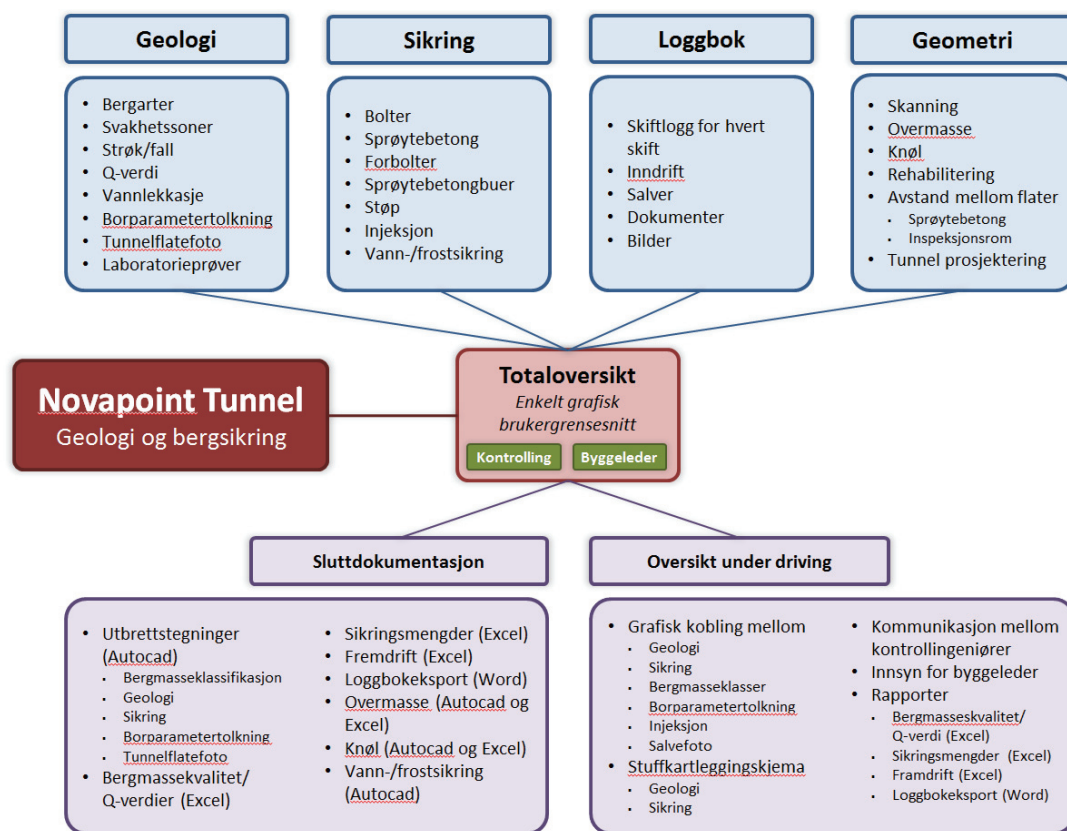
Statens vegvesen forvalter mer enn 1000 tunneler og har kontinuerlig 20-30 nye tunneler under bygging. Til planlegging og forvaltning av disse tunnelene brukes dataprogrammene Novapoint og Plania. Plania brukes som forvaltning, drift og vedlikeholds-program (FDV), mens Novapoint til planlegging og produksjon av «som bygget»-dokumentasjon. De to programmene gir en samlet oversikt over geometri, geologi, bergsikring og tilstand.

En modul i Novapoint er gjennom Moderne vegtunneler blitt videreutviklet til å inneholde en funksjon for å registrere og rapportere geologi og bergsikring fra tunneldriving. Dette arbeidet er utført i samarbeid med Vianova som er eier av Novapoint.

Bakgrunnen for at denne utviklingen ble satt i gang er kravene i NA-rundskriv 2007/3 til oppfølging og dokumentasjon av geologi og sikring ved driving av tunneler. Dette rundskrivet var et resultat av de evalueringer gjort av bransjen og samferdselsdepartementet etter raset i Hanekleivtunnelen jula 2006.

Ved utviklingen av *Novapoint Tunnel – Geologi og bergsikring* har det vært lagt vekt på at det skal være enkelt å bruke, det skal gjøre selve jobben med registrering av data og oppfølging på tunnelen enklere, og til slutt, lage tegninger som brukes til «som bygget»-dokumentasjon på en enkel måte.

Under drivingen er det fortrinnsvis kontrollingeniøren som skal legge inn data. En innebygget loggbok gjør at kontrollørene på de ulike skiftene kan kommunisere seg imellom gjennom systemet. Det er også rapporteringsmuligheter på bl.a. sikring, injeksjon og sprengning som byggeleder kan benytte seg av for å holde kontroll på mengder og fremdrift. Denne informasjonen kan også legges inn sammen med «som bygget»-tegninger i Plania som driftsansvarlig for tunnelen kan bruke ved oppfølging av tunnelen i driftsfasen.



Utgangspunktet for utviklingen var å skape sluttdokumentasjon for tunnelen, men de registrerte dataene er også viktig under selve drivingen av tunnelen. Derfor er programmet utviklet slik at det også skal være til hjelp under drivingen av tunnelen ved å gi kontrollingeniører og byggeleder en samlet og kontinuerlig oppdatert oversikt over de ulike sidene ved tunneldrivingen.

Arbeidet har vært delt i to faser. Fase I ble slutført i 2009 og har vært i bruk på våre byggeprosjekter siden da. Fase I ga en mulighet til å registrere geologi og bergsikring under tunnelbygging og lagre dette i xml-filer. Det ble også lagd en enkel og revolusjonerende tegningsproduksjon av geologiske registreringer, utført bergsikring og vann- og frostsikring langs utbrettet tunnelgeometri, samt en dagbokfunksjon.

Fase II har vært en videreutvikling av Fase I med blant annet håndtering av fotograferte tunnelflater, borparametertolkning og presentasjon av disse sammen med geologikartleggingen og sikringsregistreringen, samt at man kan legge inn skannede tunneloverflater. Det er også utviklet en mulighet for lagring av filer som f.eks. foto av stuff og sikringsskjema i loggboken. En import av skannede tunnelflater er også lagt til. Den kan brukes til å beregne avstand mellom to flater for å se på avstand bak hvelv eller tykkelse av sprøytebetong. Man kan også skanne eksisterende tunneler ved rehabilitering for å se hvor det må strosses for å tilfredsstille nye krav. Fase II ble ferdigstilt høsten 2011.

Det videre arbeidet består i å få opprettet lagring til database slik at dataene blir lagret på en sikker måte og blir lett tilgjengelige. Det er også behov for generelle forbedringer i produktet som f.eks. å legge inn data fra forskjellige faser, bolteplassering fra tunnelrigg og 3D-visning av tunnel for å få en bedre forståelse av geologien.

Den følgende rapporten gir en innføring i hvordan man skal kartlegge tunneler under driving og hvordan man bruker Novapoint tunnel til denne jobben.

# Innhold

<b>1</b>	<b>INNLEDNING.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>FILSTRUKTUR OG FILER.....</b>	<b>2</b>
2.1	FILSTRUKTUR.....	2
2.2	FILER.....	3
2.2.1	Navngiving av tunnelprosjektfil og tunnelgeometrifil.....	3
2.2.2	Navngiving av loggbokfil.....	4
2.3	NOVAPOINT PROSJEKT ID VS TUNNEL PROJECT SETTINGS.....	4
2.4	LAGRING OG SIKKERHETSKOPIERING.....	5
2.4.1	Lagring.....	5
2.4.2	Sikkerhetskopiering.....	5
<b>3</b>	<b>KARTLEGGING.....</b>	<b>6</b>
3.1	KARTLEGGINGSFILOSOFI.....	6
3.2	UTBRETTSPRINSIPPET.....	7
3.2.1	Plassering av vederlag og midt heng.....	7
3.2.2	Kartlegging på utbrettprofil.....	8
3.3	INNLEGGING AV REGISTRERINGER.....	10
3.3.1	Tegning av geologi.....	10
3.3.2	Innlegging av sikring.....	13
3.3.3	Opplasting av bilder/filer.....	19
3.3.4	Bakgrunnsbilder.....	20
3.3.5	Vann og vann-/frostsikring.....	20
3.3.6	Loggbok.....	21
3.3.7	Diverse funksjoner.....	22
<b>4</b>	<b>SLUTTDOKUMENTASJON.....</b>	<b>26</b>
4.1	DATABASEBASERT/FILBASERT.....	26
4.2	RAPPORTBASERT.....	26
4.2.1	Ekspert av geologi, sikring og vann til Autocad.....	26
4.2.2	Ekspert av rapporter til Word og Excel.....	27
<b>5</b>	<b>ENDELIG LAGRING AV DATA.....</b>	<b>28</b>

**VEDLEGG 1** – Kartlegging på utbrettprofil

**VEDLEGG 2** – Eksempler på sluttdokumentasjon

**VEDLEGG 3** – Sprekkeforløp på tunnelutbrett. Vedlegget ligger som en excelfil i PDF-dokumentet. For å åpne dette klikk Vis/Navigasjonspaneler/Vedlegg og trykk på «Sprekkforløp på tunnelutbrett.xls».

# 1 Innledning

Denne rapporten er laget som en veiledning til brukere av Novapoint Tunnels funksjonalitet for Geologi og bergsikring. Målet er å bidra til at programmet skal være enkelt å bruke - og legge til rette for mest mulig enhetlig kartlegging av norske vegtunneler. Dette gjøres ved å vise beskrive de ulike funksjonene og forklare tanken bak dem. Rapporten er i stor grad ment å få brukeren et steg videre i forhold til de mest grunnleggende og selvforklarende funksjonene. Det forutsettes at brukerne har tatt et kurs i bruk av programfunksjonaliteten for å få maksimalt utbytte av denne rapporten. De grunnleggende funksjonene er godt beskrevet i hjelp-funksjonen i selve programmet. For å åpne denne trykker du på «Hjelp»-knappen som er nederst til høyre i dialogboksene.

Det er også tatt med en del om hvordan og hva som skal kartlegges når en er på stuff. Dette fordi vegvesenet ønsker en mest mulig enhetlig kartlegging. Det er spesielt viktig at kapittelet om kartleggingsfilosofi blir fulgt.

## 2 Filstruktur og filer

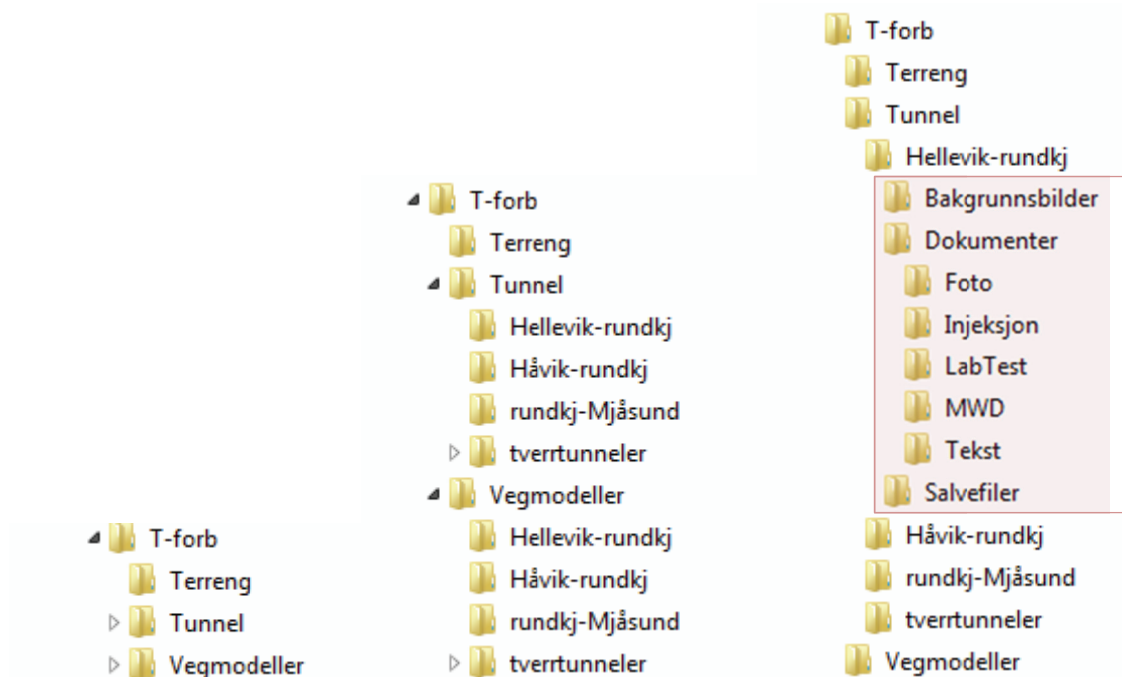
Som ingeniørgeolog på et tunnelanlegg med Statens vegvesen som byggherre, vil du som regel motta alle Novapoint-filer med veglinje, terreng og tunnelgeometri ferdig fra planlegger/konsulent. Det er imidlertid lurt å se over filene og filstrukturen for å se at filene er fornuftig navngitt og plassert.

### 2.1 Filstruktur

Ved oppstarten av et tunnelanlegg må man sette opp filer og mapper i en oversiktlig struktur som gjør det enkelt å koble seg til de riktige filene, ta backup og drive feilsøking. Jo mer logisk og enhetlig dette settes opp, jo lettere blir det å håndtere filer og endringer underveis i anleggsfasen. I første omgang er det fornuftig å legge terrengmodellen, vegmodellen og tunnelfilene i forskjellige mapper. Hver tunnel på anlegget har sitt eget sett med vegmodellfiler og tunnelfiler. Disse er det praktisk å legge i egne mapper som navngis henholdsvis ”vegmodell” og ”tunnel”. Terrengmodellen består også av en rekke filer. Disse er vanligvis felles for alle tunnelene i et prosjekt. Det er praktisk å legge disse i en mappe som navngis ”terreng”. Se Figur 2.1.

Novapointprosjektfila (.ncp) beskriver hvordan vegmodellene skal kobles sammen med terrengmodellene. Denne fila kan legges sammen med vegmodellen. Ncp-fila har også en tilhørende ,nlp-fil. Den holder styr på låsingen av vegmodell og terrengmodell i *Prosjekt-IDen* (🔒). Denne fila kan slettes hvis man har problemer med at terrengmodellen og vegmodellen er låst til bestemte brukere. En slik låsing framkommer av gule eller røde ”lys” foran veg- og terrengmodellene i dialogen for prosjekt-ID. Når disse lysene er aktive må man klikke seg inn på brukerinfo (👤) og slette forrige bruker.

Hvis det finnes flere tunnellop i ett og samme prosjekt, er det en fordel å opprette egne undermapper for hvert enkelt løp. Disse mappene navngis i henhold til en beskrivelse av løpet (retning, hovedløp, rampe osv). Grunnen til at hvert løp trenger sin mappe er at når man senere laster opp filer i *Geology and Rock Support Editing* (🔧), så blir det automatisk opprettet en undermapper som disse dokumentene kopieres over til. Disse mappene opprettes alltid i samme mappa som tunnelgeometrifila ligger i. Hvis filene for alle tunnellopene ligger i den samme mappa, vil også dokumentene for hvert av de forskjellige tunnellopene legges usortert på samme sted, og det vil bli vanskelig å skille disse senere.



**Figur 2.1** Eksempel på mappestruktur på T-forbindelsen. Mapper markert med rødt blir opprettet automatisk ved inlegging av filer i *Grafisk redigering*.



Det er det er en fordel om alle filene legges på server på grunn av sikkerheten dette gir ved automatisk sikkerhetskopiering, men også fordi det da blir enklere å få hjelp til endringer i vegmodellen. I noen tilfeller har det vist seg at dette kan være vanskelig på grunn av lav hastighet på linjene til noen anleggskontor. Da kan man vurdere å dele opp slik at man har noen filer på server. En bør da fortrinnsvis legge filer og mapper som en lagrer til inn på server. Eksempler på dette er xml-filer (prosjektfil, geometrifil og loggbokfil) og dokumenter som ligger i mappa "tunnel". De andre filene (terrengmodell, vegmodell) kan legges lokalt på C:\. I så tilfelle er det være en fordel om alle som kartlegger i det samme prosjektet har lik filstruktur på C:\. Dette er fordi det i tunnelprosjektfila legges inn linker til de aktuelle filene. Ved ulik filbane til terreng- og vegmodellene vil prosjektfila derfor endres for hver gang en ny bruker har logget seg på fra sin PC. Vi anbefaler at terreng- og vegmodellemappene legges her: C:\TUNNELER\ "prosjektnavn" \...

## 2.2 Filer

Novapoint genererer en rekke filer og mapper. Et prosjekt som T-forbindelsen ved Haugesund har for eksempel over 50 filer som definerer prosjektet. Det er derfor viktig at de blir navngitt og organisert hensiktsmessig.

### 2.2.1 Navngiving av tunnelprosjektfil og tunnelgeometrifil

Fra planleggingen er de forskjellige vegmodellene, som definerer vegen, som regel navngitt som tall (f. eks 15000.GEN). Dette sier i seg selv ikke så mye om hvilken veg dette er. Siden det er vegmodellen som definerer hvordan tunnelen ser ut, har denne en direkte kobling mot tunnelgeometrifila. Denne koblingen gjøres i tunnelprosjektdialogen (🗨️). Her skal vegmodellen linkes sammen med tunnelprosjektfila og tunnelgeometrifila, samt terrengmodellen. Her blir det også lagt inn linker til loggbok for prosjektet (se avsnitt 2.2.2) For at man lett skal forstå hvilke filer som hører sammen er det da viktig at navngivingen av filene blir gjort på en fornuftig måte.

Både tunnelprosjektfila og tunnelgeometrifila er på filformatet XML (Extensible Markup Language). Det vil si at etternavnet på disse filene er *.xml*. Man må derfor legge inn hvilken type fil dette er i fornavnet på filen.

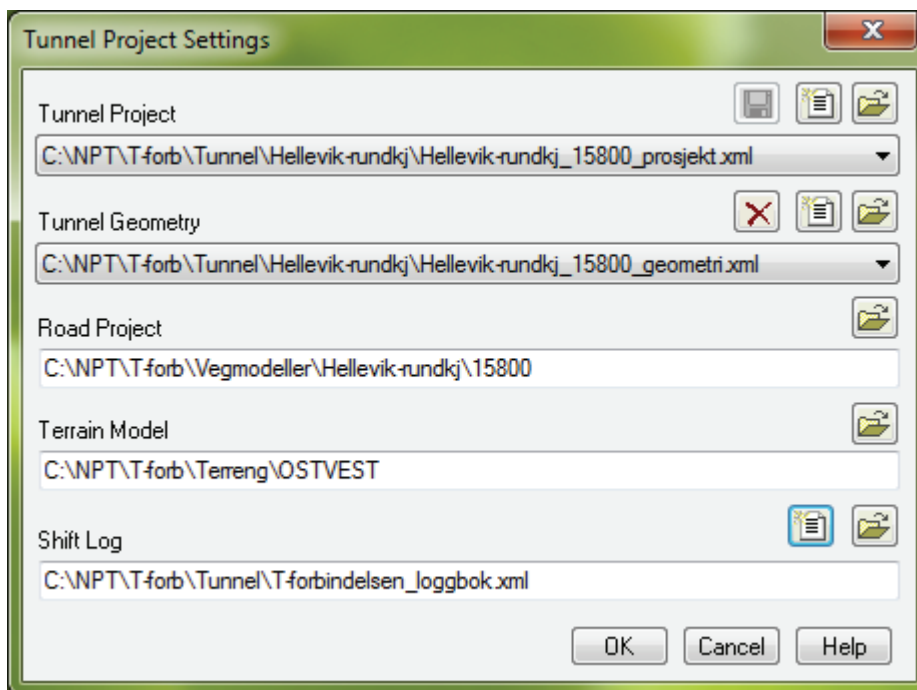
For at man skal få et filnavn som forteller det en trenger å vite, bør det da bestå av tre elementer:

1. Noe som beskriver hvilken tunnel det er og eventuelt hvilket løp.
2. Hvilken vegmodell som er koblet til fila.
3. Om det er en tunnelprosjektfil eller tunnelgeometrifil.

Figur 2.2 viser et eksempel på filoppsett fra T-forbindelsen for en tunnelarm som går fra Hellevik til en underjordisk rundkjøring. Denne er koblet mot vegmodell 15800. For henholdsvis prosjektfil og geometrifil kan fornuftige navn da være:

- *Hellevik-rundkj\_15800\_prosjekt.xml*
- *Hellevik-rundkj\_15800\_geometri.xml*

Hvis en ser på eksemplet i figur 2.2, vil man med denne navngivingen greit kunne se om man har valgt de riktige filene på riktig plass. Dette framkommer her av samsvar mellom navngivingen på filene.



**Figur 2.2:** Eksempel på Tunnelprosjekt-dialogen for den ene tunnelen på T-forbindelsen.

I et mer tradisjonelt tunnelprosjekt (ikke trearmet som eksempelet over), kunne man i stedet for ”Hellevik-rundkj” i starten på filnavnet, brukt navnet på tunnelen eller tunneløpet. Eksempel på dette er *Kvivstunnelen\_10000\_prosjekt.xml* for en ettløpstunnel eller *Lørentunnelen\_løp\_A\_1000\_prosjekt.xml* og *Lørentunnelen\_løp\_B\_1500\_prosjekt.xml* for de to løpene i en toløpstunnel.

### 2.2.2 Navngiving av loggbokfil

Loggbokfila inneholder registreringer for skiftlogg og salvelogg. Skiftloggen inneholder hovedsakelig et fritekstfelt for å legge inn opplysninger om aktiviteter på skiftet, mens salveloggen har funksjonalitet for å legge inn data fra sprengingene slik at disse kan relateres til hvor i tunnelen salva har gått. Loggbokfila er på lik linje med tunnelprosjekt- og tunnelgeometrifila en XML-fil. Man må derfor også på filnavnet for denne fila legge inn en beskrivelse av hva fila inneholder. I mange tilfeller vil det være en felles loggbok for alle tunnellopene i et prosjekt. I tilfelle kan man bruke f. eks navnet på prosjektet. I eksempelet fra T-forbindelsen (Figur 2.2) vil man da få *T-forbindelsen\_loggbok.xml* som navn på loggbokfila.

Siden det i de aller fleste tilfellene er en felles dagbok for alle tunnelene i ett og samme utbyggingsprosjekt, så bør den legges på rota i tunnel-mappa (altså ikke under det enkelte tunnellop).

## 2.3 Novapoint Prosjekt ID vs Tunnel Project Settings

For at man skal sette opp Novapoint riktig er det to dialogbokser med oppsett man må forholde seg til når man starter opp Novapoint, nemlig *Prosjekt ID* og *Tunnel Project Settings*.

*Prosjekt ID* (📁) styrer hvilke filer, utenom tunnelmodulen (for eksempel terrengmodulen og vegmodulen), som Novapoint forholder seg til. Det er altså her man velger hvilken vegmodell og terrengmodell selve programmet forholder seg til. Hvis man skal gå inn og endre noe i vegmodellen (f. eks flytte en nisje) er det vegmodellen som er valgt her man går inn og endrer på.

*Tunnel Project Settings* (📁) styrer hvilke filer tunnelmodulen forholder seg til. Det er her man knytter geometrifila sammen med vegmodellen, terrengmodellen og dagboka. Det er tunnelprosjektfila som lagrer denne sammenhengen.

For at programmet skal fungere optimalt må begge disse dialogene vær stilt inn riktig i forhold til hvilken tunnel du jobber med.

## 2.4 Lagring og sikkerhetskopiering

Novapoint Tunnel er et ungt program og kan inneholde alvorlige feil som gjør at du kan miste det du har arbeidet med. Lagre derfor ofte, og ta sikkerhetskopi med jevne mellomrom.

### 2.4.1 Lagring

Data om geologi og bergsikring lagres ved bruk av to dialoger i Novapoint Tunnel. *Registrering av bergsikring* (☒) er en manuell inntastingsdialog for innlegging av sikringsdata. *Grafisk registrering av geologi og bergsikring* (☒) er en grafisk dialog for innlegging av geologi og redigering av alle data. Data som legges inn i begge disse dialogene, blir lagret i geometrifila. Ut fra hvor du åpner disse dialogene fra, blir det du har lagt inn lagret på litt forskjellig tidspunkt. Dersom du åpner vinduene rett fra AutoCad-menyen, vil filene lagres i det du trykker *Lagre-knappen* eller *OK-knappen* (og samtidig lukke vinduet). Om du går gjennom *Tunnel Design* (☒) og *Tools* i menyen, og starter de opp derfra, vil ikke nye data lagres før du trykker ”Close” og velger ja på spørsmål om å lagre endringer, selv om du trykket OK når du lukket vinduene.

Eventuelle dokumenter du har lastet opp med dokumentfunksjonen, blir kopiert over til prosjektmappa i det du lagrer.

Hvis du har filene liggende på server, er det mulig å åpne filene fra flere maskiner samtidig. Om det blir gjort endringer på flere steder samtidig vil man skrive over det andre har gjort i det man lagrer. Man bør derfor unngå å åpne filene samtidig fra flere maskiner om man har tenkt å gjøre endringer.

### 2.4.2 Sikkerhetskopiering

Har du filene liggende på en av vegvesenets servere, blir disse sikkerhetskopiert automatisk hver dag. Filene arkiveres etter et visst system der man etter hvert lagrer for hver uke og for hver måned. Sjekk hvilke sikkerhetskopieringsrutiner det er på serveren der filene ligger for å være sikker på at dette er tilfredsstillende for ditt prosjekt.

Jobber du lokalt på C:\, er du er sårbar for å miste data. Du bør da lage et system for hvordan du skal kopiere filene over til en server jevnlig. Da er det viktig å lage et system og navngivingsregime som er oversiktlig og forståelig. De filene/mappene det er viktigst at det blir tatt sikkerhetskopi av jevnlig, er geometrifila, loggbokfila og mappene med opplastede filer. I praksis er dette hele tunnel-mappa. Det er i geometrifila all sikring og geologi lagres. Salve- og skiftloggdatta ligger i loggbokfila. Andre filer (f. eks vegmodell og terrengmodell) kan sikkerhetskopieres når det er foretatt endringer i dem.

Novapoint tar automatisk en sikkerhetskopi av alle xml-filer (prosjekt- geometri- og loggbokfiler) hver gang du lagrer. Disse blir lagret med de opprinnelige filnavnene med men med det ekstra etternavnet *.bak* i tillegg. Disse ligger i den samme mappa som opprinnelsesfila og blir overskrevet hver gang du lagrer. Det vil si at du alltid kan rulle tilbake til gangen før du lagret sist ved å endre navn (slette etternavnet *.bak*) på backupfila. Vær forsiktig når du gjør dette slik at ikke hele prosjektet ditt forsvinner. Ta en gjerne en sikkerhetskopi av filene før du gjør dette!

### 3 Kartlegging

Det er viktig at alle som bruker geologi og bergsikringsfunksjonene i Novapoint Tunnel tilstreber å gjøre dette så likt som mulig slik at kartleggingen utført i ulike prosjekter blir mest mulig enhetlig. Det er derfor viktig at alle som bruker programmet i størst mulig grad følger veiledningen som blir gitt i det følgende.

For å få en god oversikt over geologien og bergmassens egenskaper er det nødvendig å kartlegge fra korg.

#### 3.1 Kartleggingsfilosofi

Som bakgrunn for kartleggingen på stoff, bør man ha i tankene hva kartleggingsdataene skal brukes til. Retningslinjer for dokumentasjon av de bergtekniske forholdene i en tunnel er omtalt i følgende styrende dokumenter:

- Håndbok 021 Vegtunneler (berg- og sikringsklasser i kap.7, krav til dokumentasjon i kap. 12)
- Håndbok 025 Prosesskodene (prosesser 33.61 og 33.62)

Målsetningen med kartleggingen er tredelt:

1. Framskaffe faglig grunnlag for bestemmelse av riktig sikringsnivå under driving
2. Verifisere resultatene fra forundersøkelsene
3. Dokumentere geologi og bergsikring for ettertiden.

Punkt 1 er avgjørende for at tunnelen blir permanent sikret med riktig omfang ut fra de reelle egenskapene til bergmassen som byggemateriale. Punkt 2 er viktig for å kunne evaluere, lære av og videreutvikle metodene som brukes til forundersøkelser. Punkt 3 er av avgjørende betydning ved eventuell rehabilitering av tunnelen senere og for å skaffe seg rask oversikt ved eventuelle ras og andre betenkelige observasjoner i driftsfasen.

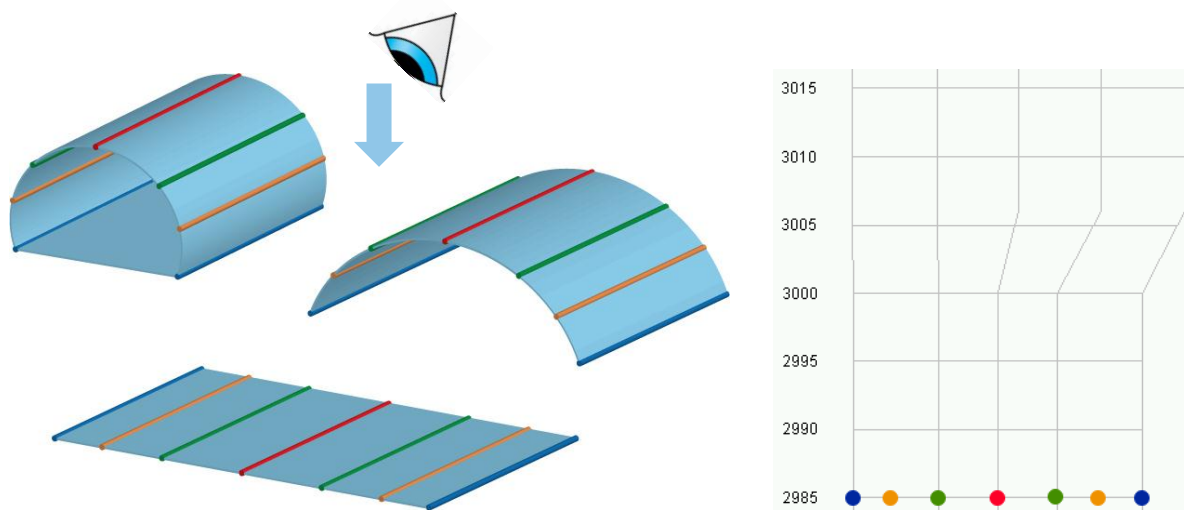
Grunnideen er derfor at man ved kartleggingen skal legge vekt på å dokumentere/beskrive det som har betydning for stabiliteten og stabilitetsutviklingen. For å konkretisere hva som menes med ”det som har betydning” kan vi nevne følgende eksempler (listen er ikke utfyllende):

- Enkeltsprekker tegnes normalt bare inn dersom de er utholdene eller gjennomsettende, eller dersom de definerer avløste blokker som sikres/burde sikres spesielt. Ved gjentakende sprekkeretninger legges disse inn som sprekkesett ved hjelp av diskontinuitetssymbol med sprekkefrekvens. Egenskapene ved sprekkesettene gjenspeiles videre gjennom valg av parameterne RQD og  $J_n$  i Q-systemet.
- Det skal være samsvar mellom inntegnet geologi og parametere som velges i Q-systemet. Velger man f.eks.  $J_n$  for tre sprekkesett, skal de tre sprekkesettene framkomme av tegningen, og dersom man angir svakhetsone, skal dette gjenspeiles i parametere som  $J_a$  og SRF. Grunnen til dette er at valg av Q-verdi skal kunne bli sidemannskontrollert på neste skift..
- Samsvar mellom bergklasse (Q-verdi) og sikringen skal synliggjøres. Er det brukt spesielle sikringsmetoder for en svakhetsone må det komme fram.
- Det er i programmet mulig å legge inn nokså detaljerte strukturgeologiske opplysninger (struktur, tekstur osv.). Dette kan gjøres dersom det er til hjelp for å holde orden på de geologiske variasjonene i anlegget, men normalt vil de ha begrenset betydning for stabiliteten. Fra et ingeniørgeologisk perspektiv er det derfor i mange tilfeller fornuftig å forenkle de geologiske opplysningene.
- Detaljeringnivået økes der dokumentasjonen er viktigst. Dette gjelder for eksempel ved observasjon av svakhetssoner, store vanninnbrudd, områder det er utført tung sikring og deler av tunnelen der geologisk rapport fra byggeplan har anbefalt særlig stor aktsomhet.

Bergmasseklassifisering etter Q-metoden er en vesentlig del av kartleggingen, og de som kartlegger tunnelen må være kjent med denne. Anbefalt litteratur er NGIs bok om Q-systemet - *Using the Q-system – Rock mass classification and support design*, 2013.

### 3.2 Utbrettsprinsippet

Alt som registreres i programmet blir stedfestet geometrisk langs tunnelprofilen. Tunnelprofilen blir brettet ut slik at avstanden langs profilet tilsvarer buelengden i det teoretiske sprengningsprofilet. Avgrensingene i hver side er definert av en tverrstrøk i hver ende der veggene møter sålen. F. eks vil ikke utvidelsen av vegbredden i en nisje i seg selv gi en utvidelse på utbrettprofilet, men den økte buelengden som må til for at tunnelprofilen kan strekkes til å treffe sålen i hver ende, gjør at også utbrettet blir breiere i nisjen. Synsvinkelen mot utbrettet tilsvarer hvordan dette ville sett ut utenfra/ovenfra.



**Figur 3.1:** Prinsipp av utbrettsprofil, blå: overgang vegg/såle, oransje: midt i vegg, grønn: vederlag, rød: midt i heng. Til høyre er utbrettsprofilet slik det vises i Novapoint Tunnel der fargeprikkene anviser tilsvarende linjer (midt i vegg tegnes ikke ut i Novapoint Tunnel).

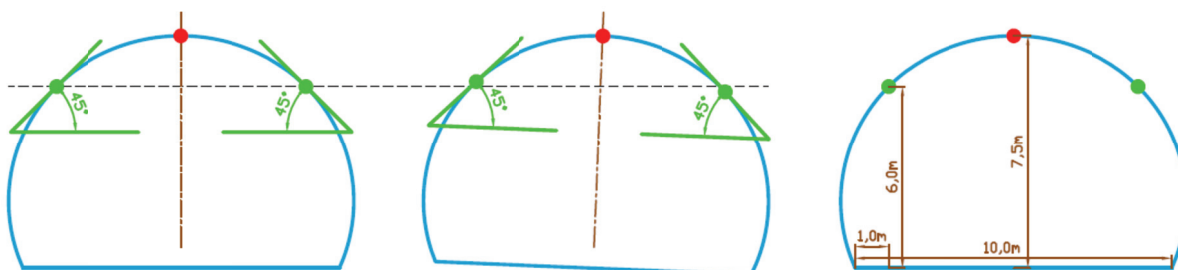
Når programmet genererer et utbrett, blir svinger og helninger langs tunneltraseen rettet ut slik at utbrettet får en skjematisk form i lengderetningen. Ved hjelp av automatisk genererte profilnummer og nordpiler får man en god oversikt over tunnelen og hjelp til å finne ut hvor et punkt er i tunnelen og på tegningen. Selv om man hadde lagt utbrettet i kurver, ville heller ikke dette blitt helt korrekt geometrisk ettersom man da ville få underestimert veggarealet i yttersving og overestimert i innersving. Dette kan sammenliknes med problemer med å gjengi jordens kuleform korrekt i planklart. I de fleste tilfeller er dessuten tunnelkurvaturen så stor at dette ikke blir merkbart ved kartleggingen. Unntak er f. eks ved rundkjøringer i berg der man bør vurdere å benytte egne kartleggingsløsninger.

Novapoint Tunnel kan for hvilket som helst punkt på utbrettprofilet regne seg tilbake til globalt koordinatsystem med x-, y- og z-koordinater. Dette er mulig på grunn av koblingen mot veg- og terrengmodellen.

#### 3.2.1 Plassering av vederlag og midt heng

Vederlaget (overgangen mellom vegg og heng) er i Novapoint definert som de punktene i tunnelprofilen der en tenkt linje som er vridd  $45^\circ$  i forhold til sålen på tunnelen tangerer profilet. Om tunnelen er rotert (slik den er i de fleste tilfeller pga tverrfall), vil vederlagene følge med rotasjonen av planum. Ved en 10 meter bred tunnel (T9,5) vil man stå rett under vederlaget om man stiller seg omtrent en meter inn fra punktet der veggene møter sålen (litt mer ved rette vegger). Det er i dette punktet ca 6 meter opp til vederlaget. (Se Figur 3.2)

Punktet ”Midt i hengen” følger også med rotasjonen av tunnelen. Dette punktet må ikke forveksles med senterlinjen. Senterlinjen ligger (i de fleste tilfeller) i vegbanen der gulstripa kommer når vegen er ferdig. Når en for eksempel passerer en nisje på den ene siden, vil gulstripa fortsette rett frem, mens ”midt i heng” vil dra seg ut mot siden.



**Figur 3.2:** Vederlag (grønne punkt) og midt i heng (rødt punkt) i tunnelprofil ved horisontal og rotert vegbane, samt overslagsmål til vederlaget og midt i heng ved tunnelprofil T9,5.

### 3.2.2 Kartlegging på utbrettprofil

Kartlegging på et utbrettprofil krever som regel noe trening før det går helt uten å klø seg i hodet. Dersom dette er vanskelig å forstå prinsippet for utbrett, er det en god ide å lage seg en tunnel i f. eks. plastelina med innlagte svakhetssoner som man kan prøve seg fram på med kartlegging.

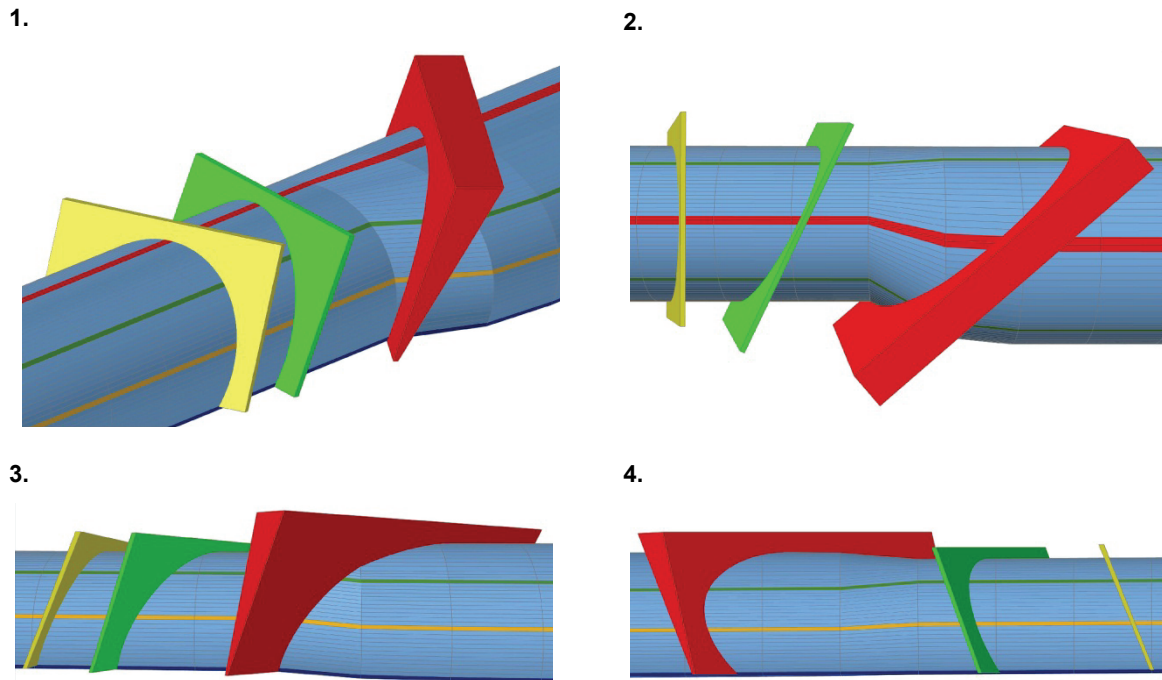
En god fremgangsmåte under kartlegging på stuff er å se etter hvilke profilnummer formasjonene treffer sålen på - og tegne inn det først. Deretter kan en se etter hvor de samme formasjonene treffer vederlagene og hengen og tegne inn disse punktene. Så kan man se på veggene. Her kan det være noe vanskeligere på grunn av krummingen på veggene. Prøv å tegne inn flere punkter og deretter tegne en strek mellom alle punktene til slutt.

Eksempler på hvordan en del soner ser ut i 3D og på utbrett, kan du se i figur 3.3 og 3.4. Disse figurene finnes i større versjon sammen med et tomt kartleggingsskjema i vedlegg 1. Der er det også flere eksempler som det går an å trene på. Ved oppstart av nye anlegg kan dette brukes til kursing av de som ikke er vant til å kartlegge på utbrett.

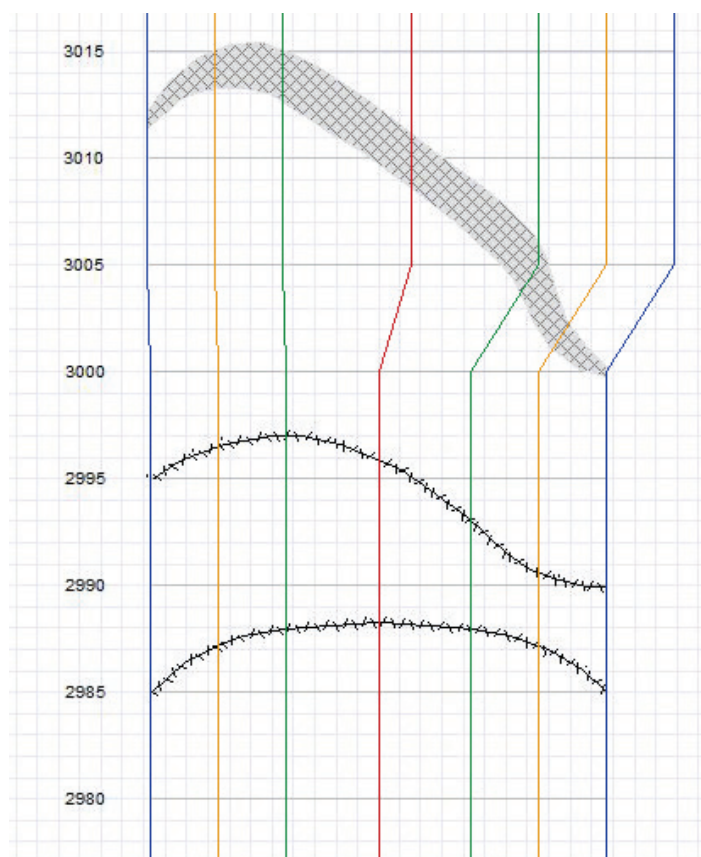
Dersom du har PDF-utgaven av denne rapporten, er de nevnte figurene vedlagt i 3D i vedlegg 1. Her kan du dreie på figurene og studere de fra alle mulige vinkler. I tillegg finnes det et regneark som viser sprekkens forløp på tunnelutbrettet ved å legge inn strøk og fall. Dette åpnes ved å gå inn på Vis/Navigasjonspaneler/Vedlegg og trykk på «Sprekkforløp på tunnelutbrett.xls».

Kort beskrivelse av sonene i Figur 3.3:

- Den gule sonen står normalt på tunnelaksen med et steilt fall bakover i tunnelen.
- Den grønne sonen har en vinkel på tunnelen. Den treffer sålen 5 meter lengre fremme på venstre side enn på høyre side. Den har også et steilt fall bakover i tunnelen.
- Den røde sonen har en ganske skarp vinkel på tunnelen, ca 45°. Den treffer venstre side ca 12 meter foran der den krysser høyre side. Sonen har også et steilt fall. I tillegg smalner den inn mot sålen av tunnelen.



**Figur 3.3:** Skjematiske svakhetssoner i 3D. 1. Fra oppe til høyre 2. Ovenfra 3. Fra høyre 4. Fra venstre














**Figur 3.4:** Soner i Figur 3.3 kartlagt i utbrettsprofil i Novapoint tunnel. Gul sone på profilnummer 2985 og grønn sone på 2990 er tegnet som *svakhetssone* < 1m. Rød sone på profilnummer 3000 er tegnet inn som bergartsområde og markert som svakhetssone.

### 3.3 Innlegging av registreringer

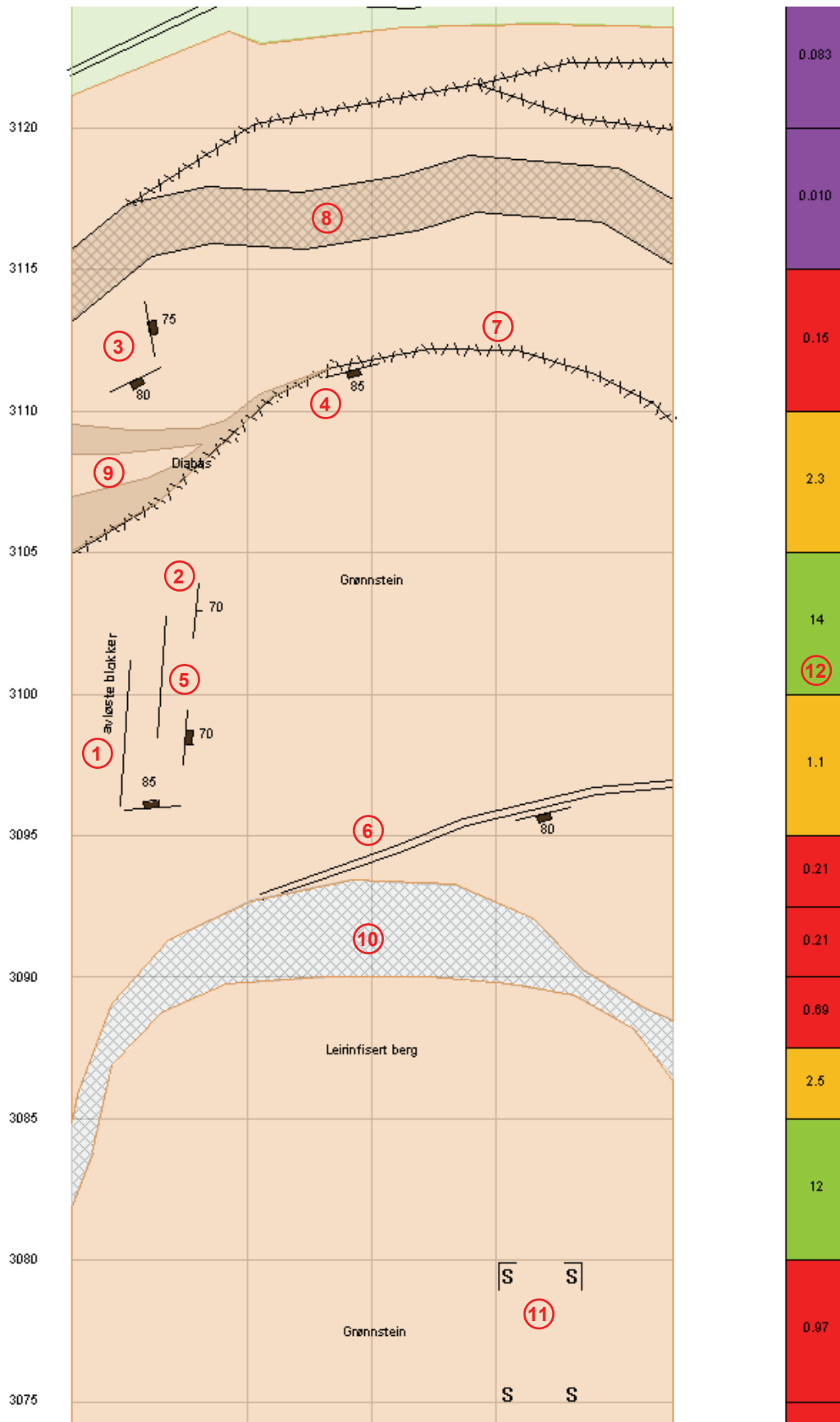
For at man skal ha god nytte av dokumentasjonen, må den være oversiktlig og lett å sette seg inn i for aktuelle brukergrupper. Man må derfor balansere mellom det skjematiske og overordnede og detaljer man må ha med.

#### 3.3.1 Tegning av geologi

De geologiske elementene man kan legge inn som nevnt begrenset til egenskaper som har betydning for stabiliteten, og dette begrenser til en viss grad mengden av informasjon som skal legges inn. Men man må fremdeles passe på hvordan man tegner for at det skal bli oversiktlig. En beskrivelse av bergart, svakheter etc. bør i tillegg skrives inn i loggboka for å ha kontroll på den generelle geologien. Tabellen nedenfor viser hvilke knapper som finnes for registrering av geologi. Tallene i parentes er eksempler i Figur 3.4.

	Fritekst bør brukes minst mulig og kun til korte kommentarer (1). Ved eksport til Autocad (produksjon av ferdigtegninger) blir denne teksten relativt sett noe større i tunnelutbrettet enn i det som vises i grafisk redigering. Teksten som skal vises skrives inn i kommentarfeltet i egenskapstabellen oppe til venstre i redigeringsdialogen. Tekst som er knyttet til selve bergmasseklassifiseringen, bør gis som kommentar til Q-verdi.
	Foliasjonstegnet (2) brukes for å beskrive lagdelingen i bergarten man er i. Har man et sprekkese sett i foliasjonsretningen, må man legge inn dette i tillegg til foliasjonstegnet (som en diskontinuitet, se nedenfor).
	Diskontinuitet brukes både til å angi sprekkese sett (3) og til å vise strøk/fall på enkelte slepper/svakhetssoner (4). For sprekkese sett bør man i egenskapstabellen legge inn et gjennomsnittlig antall sprekker pr meter. Man trenger ikke et symbol for hver salve dersom det ikke er endringer fra salve til salve. Prøv å gjenspeile retningene på det samme antall sprekkese sett som man har basert Q-verdien på. For slepper/svakhetssoner bør man trekke symbolet så langt inn mot midten/vederlaget av tunnelutbrettet for å få så riktig vinkel i forhold til sleppen/svakhetssonen som mulig.
	Enkeltsprekker (5) skal i utgangspunktet ikke legges inn siden det vil føre til at tegningen blir uoversiktlig og man ikke vil klare å kartlegge nøyaktig. Prioriter gjennomsettende og utholdende sprekker, og sprekker som det sikres spesielt for. (F eks. avløste blokker som boltes spesielt.)
	Slepper (6) brukes for tydelige og materialfylte diskontinuiteter.
	Når man bruker svakhets sone < 1m (7), bør man legge inn bredden og materialtypen sonen har i egenskapstabellen, da det er stor forskjell på hvordan man sikrer en sone på 10 cm enn en sone på 90 cm. Uttegningen av denne typen sone har imidlertid samme bredde uavhengig av bredden du skriver inn.
	Svakhets sone > 1m (8) endrer tykkelse i uttegningen etter hvor stor bredde man legger inn i egenskapstabellen. Man bør også her legge inn hvilken materialtype sonen har.
	Bergartsområde (9) er meget fleksibelt og man kan tegne den geometrien man vil på geologien. Dette er den måten bergarter i hovedsak bør bli tegnet inn på. Vil man beskrive en svakhets sone med varierende bredde nøyaktig, kan man legge den inn som et bergartsområde og velge i egenskapstabellen at den skal vises som svakhets sone (10).
	Bergartsintervall kan f eks. brukes hvis man legger inn data fra gamle tunneler der detaljeringsgraden er liten. Kan også brukes som "bakgrunn" hvis man har samme bergart over store områder. Bergartsområder som avviker fra "hovedbergarten" kan da legges over.
	Bergslagsintervall (11) legges inn i områder med bergslag med intensitet klassifisert som i Q-systemet.
	Parametrene i Q-verdien (12) velges fra liste, eller skrives direkte inn. Man kan også skrive ferdig utregnet Q-verdi direkte inn i feltet for Q-verdi. Kommentarer for Q-verdien/salven som man ønsker å synliggjøre i tegnevinduet, skal skrives inn i kommentarfeltet i egenskapstabellen. Dersom man vil angi en spesiell Q-verdi i soner eller mindre områder, som avviker fra den generelle Q-verdien i intervallet, kan dette gjøres i bergartsområder. Q-verdien man legger inn i dette feltet skal gjenspeile bergmasseklassen man har sikret for i det samme området.





**Figur 3.4:** Eksempler på bruk av geologiske symboler i tegningen. Nummer på tegning er referanser fra tabellen over.

### Bergarter

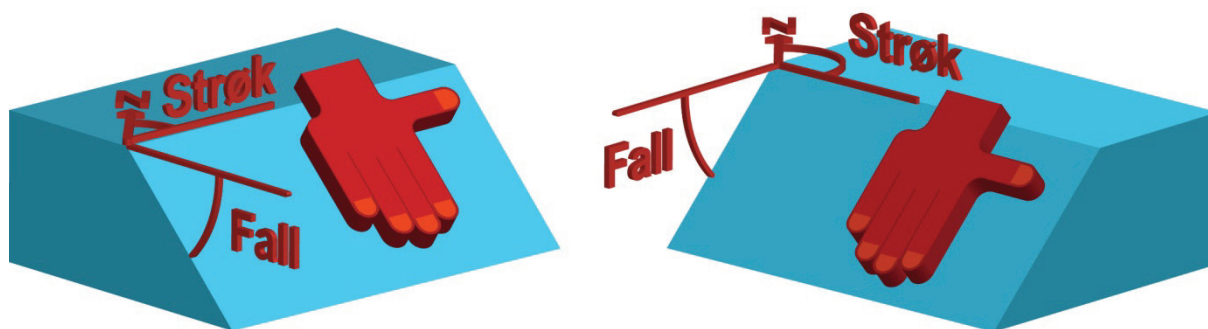
I materiallisten finnes bergarter og løsmasser som skal kunne beskrive det meste som finnes i Norge på en tilfredsstillende måte. I denne lista ligger bergarter øverst og løsmasser nederst. Det kan synes merkelig at man kan legge en bergart til som fyll i en sleppe, men det kommer av at det er samme listen som definerer materialet i alle geologiske forekomster.



**Figur 3.5:** Til venstre vises et "fotoutbrett" med geologien kartlagt til høyre.

### Strøk/fall

Når man legger inn strøk og fall brukes høyrehåndsregelen. Den fungerer slik: Ved å holde høyre hånd flat, med innsiden av håndflaten mot den aktuelle sprekkeflaten, mens tommelen peker 90 grader ut fra håndflaten, vil du ved å holde fingrene i fallretningen ha tommelen pekende i strøkretningen. Se Figur 3.6. I Novapoint tunnel kan du i tillegg til å legge inn strøket i forhold til nord, også notere strøket i forhold til driveretningen. Da er det viktig å ha tegneflaten i riktig driveretning når man legger inn verdiene. Dersom sistnevnte metode brukes, er det en grei huskeregel at dersom sprekkeflaten faller til høyre, så må strøket være mellom  $0^\circ$  og  $180^\circ$  i forhold til tunnelaksen i visningsretningen. Dersom flaten faller til venstre, så må strøket være mellom  $180^\circ$  og  $360^\circ$ .



**Figur 3.6:** Høyrehåndsregelen. Strøk/fall på disse figurene er til venstre 45/45 og til høyre 135/45.

### 3.3.2 Innlegging av sikring

Bergsikringen legges inn i dialogboksen *Registrering av bergsikring* (☒). Denne åpnes ved fra Novapoint Tunnel-verktøylinjen i Autocad eller ved velge *Bergsikrings*-flikken i *Grafisk registrering av geologi og bergsikring* (☒) og trykke på bergsikringsknappen (☒). Når man legger inn sikringen, er det i likhet med innleggingen av geologi meget viktig at man legger den inn på en sånn måte at registreringen blir oversiktlig og lett forståelig. Det man må ha i bakhodet, er at det er tunnelens endelige sikringsomfang (permanentsikring) man først og fremst skal dokumentere.

En konsekvens av dette er at man ofte må gjøre visse tillempninger i innleggingen av sikringen for å få det til å se fint og oversiktlig ut. Det kan f.eks. være å slå sammen to sprøytebetonglag som ligger over hverandre eller flytte kanten 1 meter i profilretningen slik at sikringsintervallene ligger kant i kant.

#### Funksjoner i inntastingstabellen/dialogboksen

I tabellen finnes det en del obligatoriske felter som må fylles ut. Det er i de fleste tilfeller utstrekning/område, prosesskoderelatert informasjon og mengde. Om de ikke fylles ut, eller fylles ut feil, blir feltene markert med oransje. Hvis du holder pekeren over et oransje felt vil du få beskjed om hva som er feil. Er det feil på en annen flik (sikringsmiddel) enn den du har aktiv, vil det vises to stjerner på hver side av fliknavnet. Se Figur 3.7.

Fra profil	Til profil	Venstre begrensning	Høyre begrensning	Dato utført	Prosesskode	Antall bolter	Boltetype	Boltelengde [m]	Boltediameter [mm]
4135	4140	Venstre vegg,...	Høyre vegg,...	30.09.2011	33.aaae	20	Endeforankret	3	20
4137	4140	Venstre ...	Høyre overgang...	28.04.2009	33.aaae	20	Endeforankret	3	20
4140		Venstre vegg,...	Høyre vegg,...	30.09.2011	33.aaad		Innstøpt	6	20

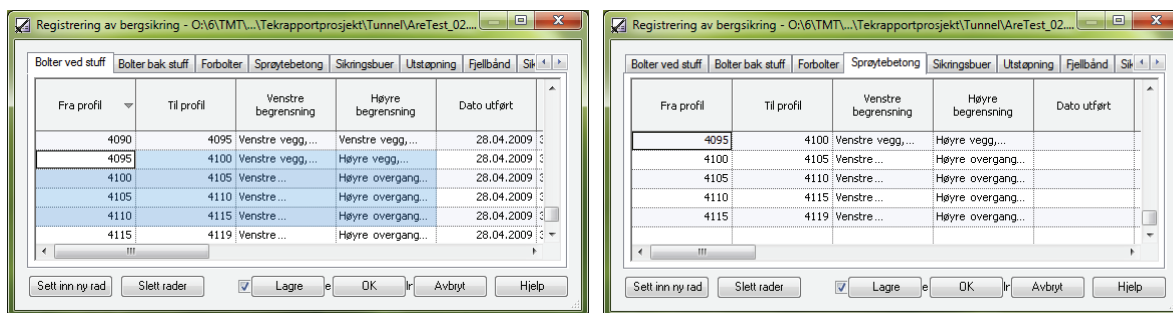
**Figur 3.7:** 1. Oransje felter har manglende eller feil verdier. Ved å holde markøren over får man opp en beskjed om hva som er feil. 2. Man kan også se at det er feil verdier under *Forbolter*-flikken ved at det er to stjerner på hver side av navnet.

Verdier som er knyttet til en bestemt prosesskode, blir husket etter at du har tastet dem inn første gangen. Etter dette er det bare å velge riktig prosesskode fra nedtrekkslisten, så vil de tilhørende verdiene bli fylt inn automatisk.

Ved å trykke på kolonneoverskriftene kan du sortere alle oppføringene stigende eller synkende.

Det er også mulig å kopiere og lime inn mange felter med *ctrl+c* (kopier) og *ctrl+v* (lim inn). For at dette skal fungere er det en del ting man må passe på. Se også Figur 3.8.

- Når man skal markere felter må man trykke og holde ned muse-knappen direkte over feltet man vil starte markeringen fra og så dra og markere de feltene man vil kopiere. Dersom skrivemarkøren blinker i feltet du prøver å starte fra, vil dette ikke fungere.
- Når du skal lime inn feltene du har kopiert, må du stå i samme type kolonne som den som var helt til venstre i de du kopierte.
- De feltene du skal lime inn i må være like de kopierte fra. Du kan altså kopiere og lime inn hele rekker av f.eks. bolter. Men skal du bruke noen av de samme dataene for sprøytebetong må du bare kopiere felter som er av samme type og samme rekkefølge. Det kan f.eks. være *Fra profil*, *Til profil*, *Venstre begrensning* og *Høyre begrensning*.

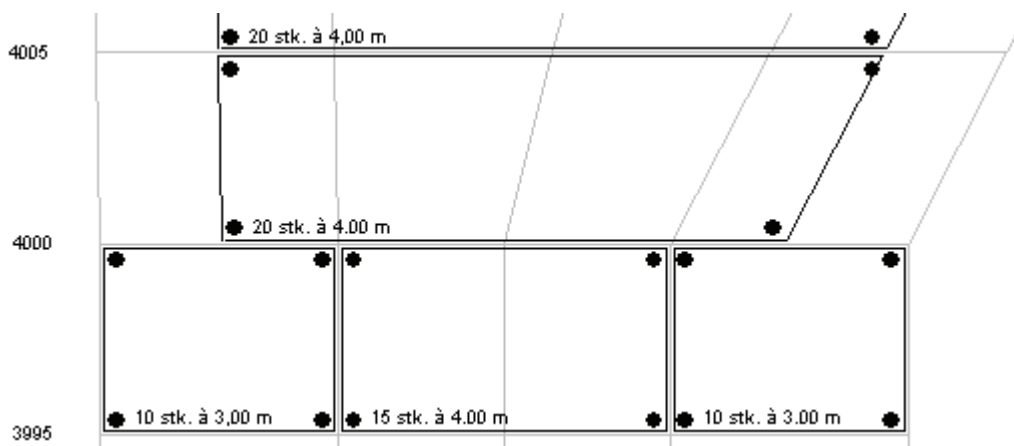


**Figur 3.8:** Her er verdiene som gir området for 4 bolteintervall (venstre) kopiert inn til sprøytebetong ved å markere feltene med musa, trykke *ctrl+c*, og så gå *Sprøytebetong*-fliken klikke i *Fra profil* på den ledige linja og trykke *ctrl+v*.

### Utseende på dokumentasjon

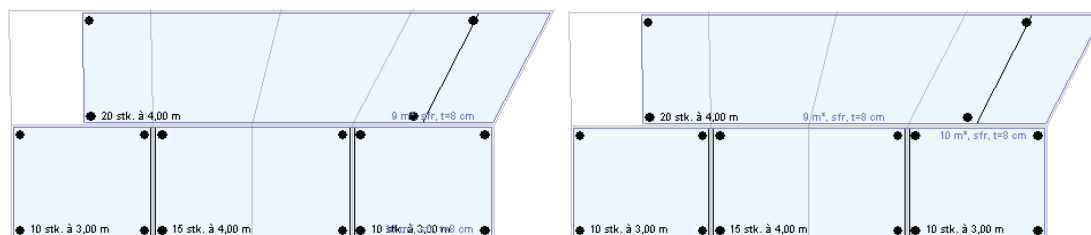
Hoveddelen av sikringen består av sprøytebetong og bolter. Disse registreringene vil i de fleste tilfeller ligge over og inntil hverandre. For at man skal kunne se registreringer som ligger inntil hverandre er kanten som viser omrisset av intervallet trukket litt inn fra sin egentlige posisjon. Dette er gjort for at man lettere skal klare å skille de forskjellige registreringene fra hverandre. Se Figur 3.9.

Så om man har litt overlapp mellom intervallene på bolte- og sprøytebetongskjemaene, vil da være hensiktsmessig å ta et gjennomsnitt og legge inn et skille mellom områdene på samme profilnummer.



**Figur 3.9:** *Til profilnr* på de to nederste områdene er 4000 og *fra profilnr* på det øverste er 4000. For at linjene ikke skal ligge over hverandre er de trukket litt inn fra profilnummeret de egentlig ligger på. Det samme gjelder der de to områdene ligger mot hverandre ved venstre vederlag.

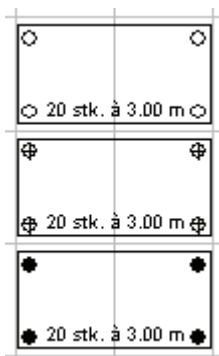
Alle de forskjellige sikringstypene har en standard plassering av beskrivelsesteksten. Hvis innleggingen gjør at flere beskrivelsestekster ligger over hverandre, er det mulig å flytte disse ved å endre *tekstposisjon* i egenskapstabellen. Dette blir lagret for hvert enkelt element som blir redigert. Se Figur 3.10, Figur 3.19 og Figur 3.20.



**Figur 3.10:** Her er teksten på sprøytebetong (blå tekst) flyttet slik at de ikke ligger over hverandre eller bak annen grafikk. Figuren til venstre er før redigering, figuren til høyre er etter.

Noen sikringsmiddel er mer selvforklarende enn andre mtp. hvordan de skal legges inn. I det følgende er det gitt informasjon om hvordan de forskjellige sikringsmidler vises i redigeringsdialogen, samt noen føringer for hvordan spesialtilfeller legges inn.

### Bolter ved stoff



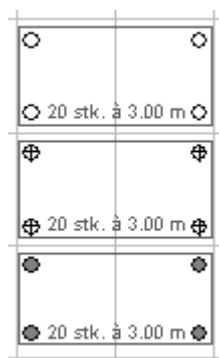
#### Visning

Bolter ved stoff vises som svarte rammer med en sirkel i hvert hjørne. Åpen sirkel er endeforankret, fylt er innstøpt/kombinasjonsbolt og sirkel med kors er andre typer. Det er også mulig å vise hele antallet bolter distribuert systematisk etter det faktiske antallet bolter som er lagt inn i intervallet. Dette velges under visning i egenskapstabellen.

#### Innlegging

Når det boltes med 3 meters bolt i veggene og 4 meters bolt i hengen må det legges i tre intervall på hver salve (ett for hver veg og ett for hengen).

### Bolter bak stoff



#### Visning

Bolter bak stoff vises som svarte/grå rammer med en sirkel i hvert hjørne. Åpen sirkel er endeforankret, fylt er innstøpt/kombinasjonsbolt og sirkel med kors er andre typer. Det er også mulig å vise hele antallet bolter distribuert som sirkler i intervallet. Dette velges under visning i egenskapstabellen.

#### Innlegging

Når det legges inn sikring som er gjort bak stoff kan tegningen lett bli uoversiktlig. Spesielt i tilfeller der det kanskje bare er boltet "flekvis" med 5 bolter i veggene her og der. Da bør det vurderes om det skal legges inn et område som dekker tunnelen i det området fra før. Det kan imidlertid være et problem hvis man bruker Excel-eksportfunksjonen til mengdekontroll.

### Forbolter



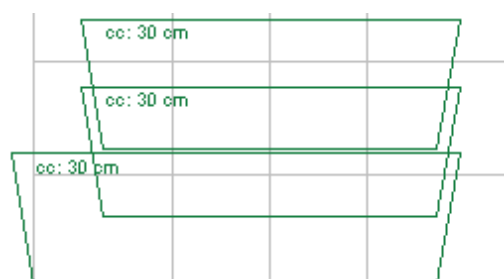
#### Visning

Sprøytebetongområder vises med blå ramme og lyseblått fyll. Fyllfargen bestemmes av tykkelsen med 8 cm som lysest og 40 cm som mørkest. Ved overlappende intervall legges tykkelsen sammen og viser fargen til sammenlagt tykkelse.

#### Innlegging

Ved ettersprøyting bør man vurdere å legge inn mengden i områder som finnes om det skaper uoversiktlig dokumentasjon. Ref. Bolter bak stoff.

### Sprøytebetong



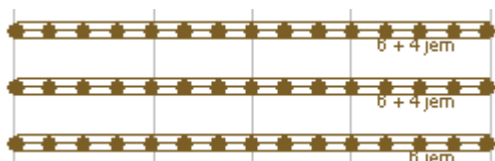
#### Visning

Forbolter vises som grønne trapeser med lengste side fremover i installasjonsretningen.

#### Innlegging

Høyden/lengden på trapesen er den samme som boltelengden som legges inn. *Profil* som legges inn gir plasseringen av den korteste av de to parallelle linjene. Det vil si at om endene stikker 1 m ut i bergrommet må *Profil* trekkes 1 m tilbake eller man trekke fra 1 m på lengden av boltene. Se også figur 3.8.

### Sikringsbuer



#### Visning

Påskriften beskriver antall armeringsjern i 1. og 2. lag i buen. Hvis buene er lagt inn som intervall vil det være en brun strek som forbinder disse på hver side. Brune sirkler er antall bolter.

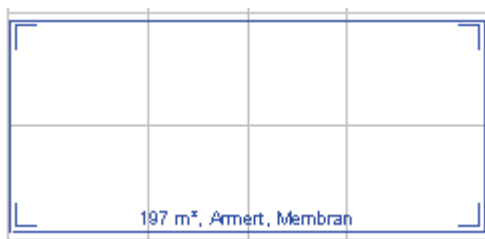
#### Innlegging

Man legger inn buene en og en, eller som intervall. For å legge inn en bue, bruker man samme fra og til profilnummer og skriver inn "1" i antall. Om du legger inn flere buer, vil en bue plassert på henholdsvis *fra profil* og *til profil* mens de resterende vil bli jevnt distribuert mellom disse.

Sikringsbuer består av fire forskjellige prosesser knyttet til prosesskoden: Merkestnader, armering, bolter og betong. Disse er ikke obligatoriske å legge inn. I forhold til kontrakten er det de vanlige postene (som for standard sikring) som brukes. For at det ikke skal bli for uoversiktlig er det kuttet ned på hva man kan legge inn om informasjon for hver prosess.

Ved innlegging av buer i intervall er det totale mengder på intervallet som skal legges inn for merkestnader, armering og betong, mens det for bolter er gjennomsnittlig antall per bue som legges inn. Boltantallet ganges opp med antall buer ved eksport til Excel.

### Utstøpning



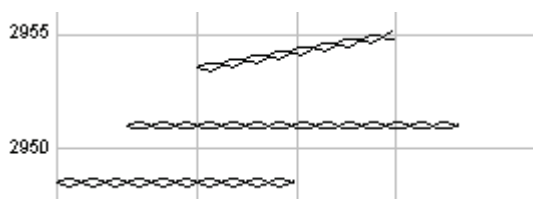
#### Visning

Har blå ramme med vinkler i hjørnene.

#### Innlegging

Per nå er det kun en prosesskode som kan legges inn og det er antall meter støp. Dette regnes ut automatisk ved inntasting av *fra profil* og *til profil*.

### Fjellbånd



#### Visning

Fjellbånd vises som en lenke i svart.

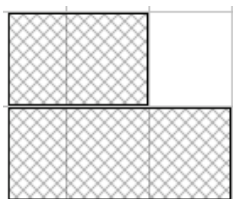
#### Innlegging

Fjellbånd legges inn med et fra-punkt og et til-punkt. Hvert av disse punktene er beskrevet med et profilnummer og en begrensning. Båndene i figuren til venstre har følgende beskrivelse (nedenfra og opp):

1. *Fra profil: 2948,5 / venstre overgang vegg såle og til profil: 2948,5/ midt i heng.*
2. *Fra profil: 2951 / venstre vegg, midt på og til profil: 2951 / høyre vegg, midt på.*
3. *Fra profil: 2953,5 / venstre vederlag og til profil: 2955 / høyre vederlag*

Fjellbånd består av 3 forskjellige prosesskoder. Bånd, tilhørende bolter og tilhørende sprøytebetong. Det er kun prosessen for lengde av bånd som er obligatorisk. Bolter og sprøytebetong er for oppheng og innsprøyting av båndene, og er de vanlige postene (standard sikring) i kontrakten.

### Sikringsnett



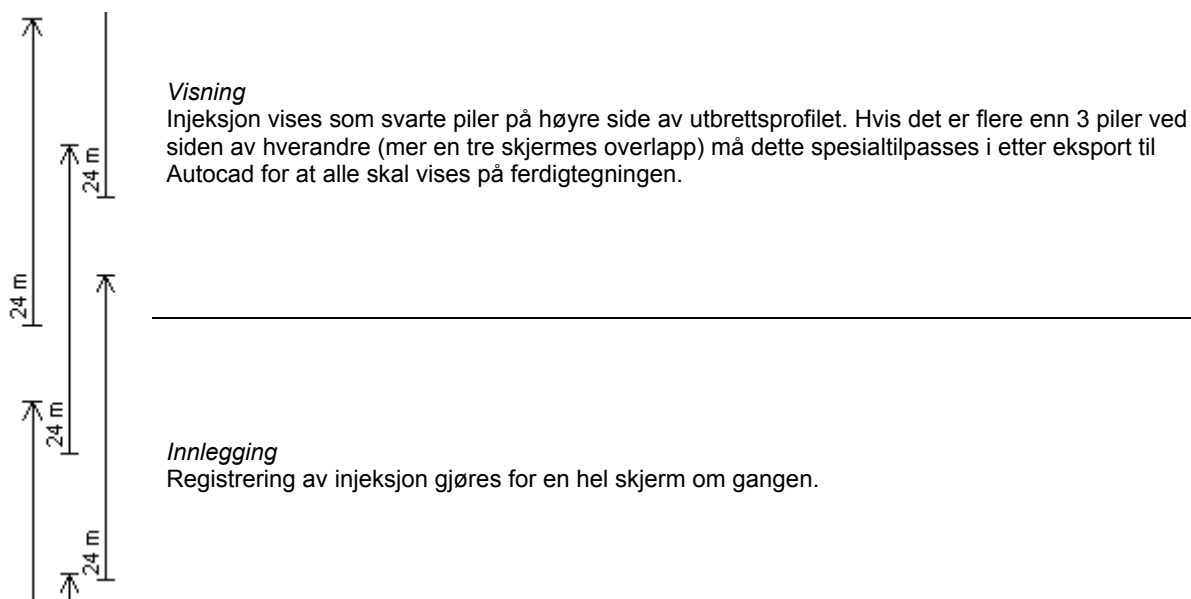
#### Visning

Nett vises som svart ramme med grått rutenett som fyll.

#### Innlegging

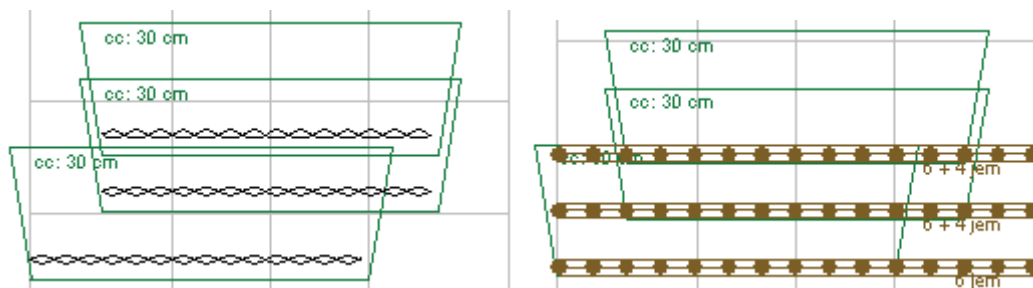
Legges inn som et område med *fra profil*, *til profil*, *venstre begrensning* og *høyre begrensning*.

## Injeksjon

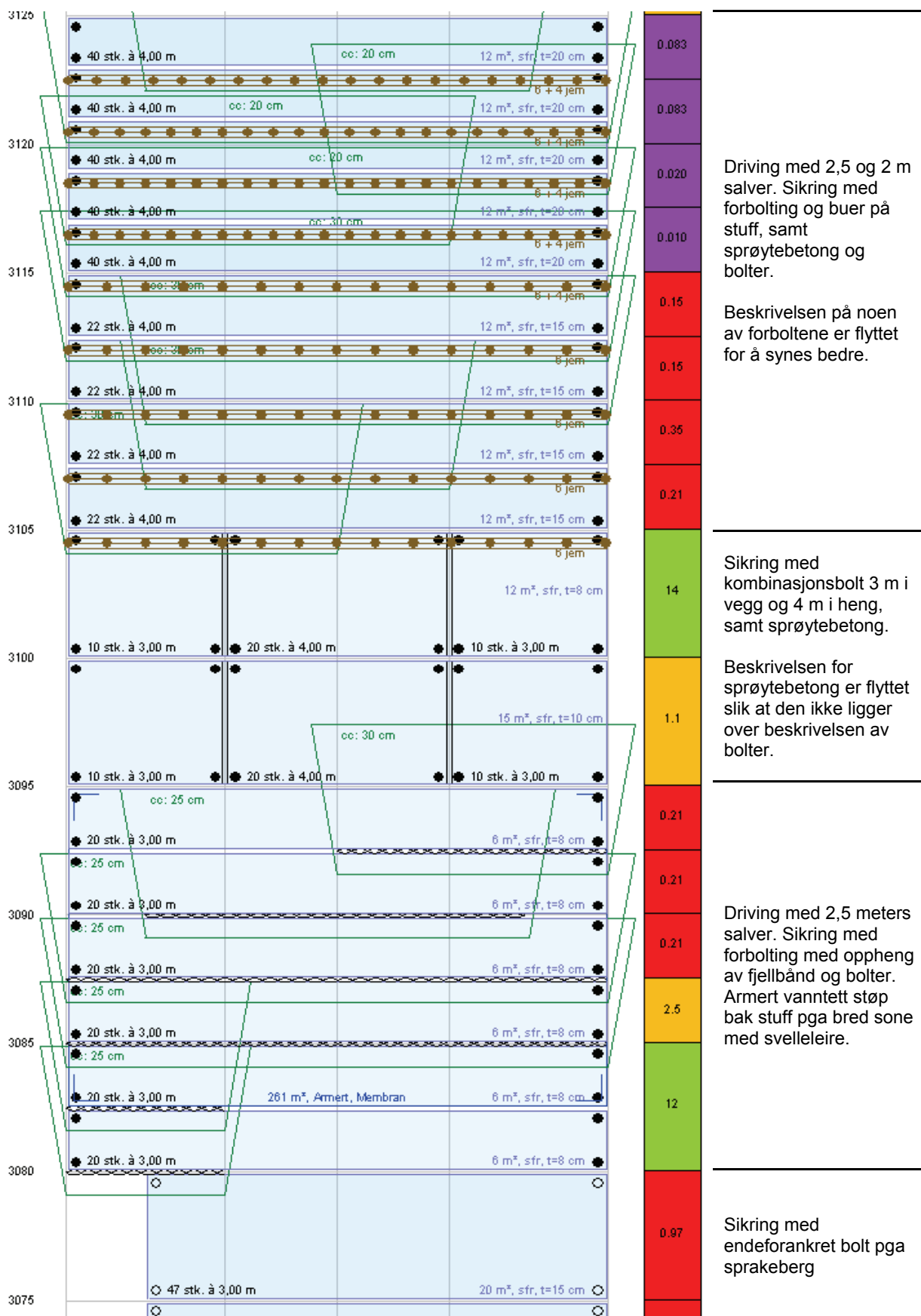


Forbolter blir hengt/holdt opp i bakkant av enten bånd/bolter eller sikringsbuer. Det er viktig å få frem dette samvirket i tegningen. Et annet poeng er at om man skal få frem hvor stor overlappen mellom forboltingen er, må man passe på hvordan man legger inn forboltene. Hullene som forboltene blir satt inn i er gjerne 5 meter lange, mens selve boltene er 6 meter. Det vil da si at profilnummeret man skal legge inn forboltene på vil være 1 m bak der stuffen står, mens man legger inn fjellbåndene på profilnummer der stuffen står. Når det gjelder oppheng/støtting med buer skal profilnummer for senter av buen legges inn (for buen, ikke forbolter).

Det man også kan merke seg, er at i kurver vil overlappen være mindre i yttersving og større i innersving enn det som vises på tegningen.



**Figur 3.11:** T.v. er det vist innlegging av forbolter trukket 1 m tilbake fra stuff med fjellbånd montert på stuff. T.h. er det vist forbolter trukket 1 m tilbake fra stuff og buer montert med senter 0,5 meter fra stuffen.



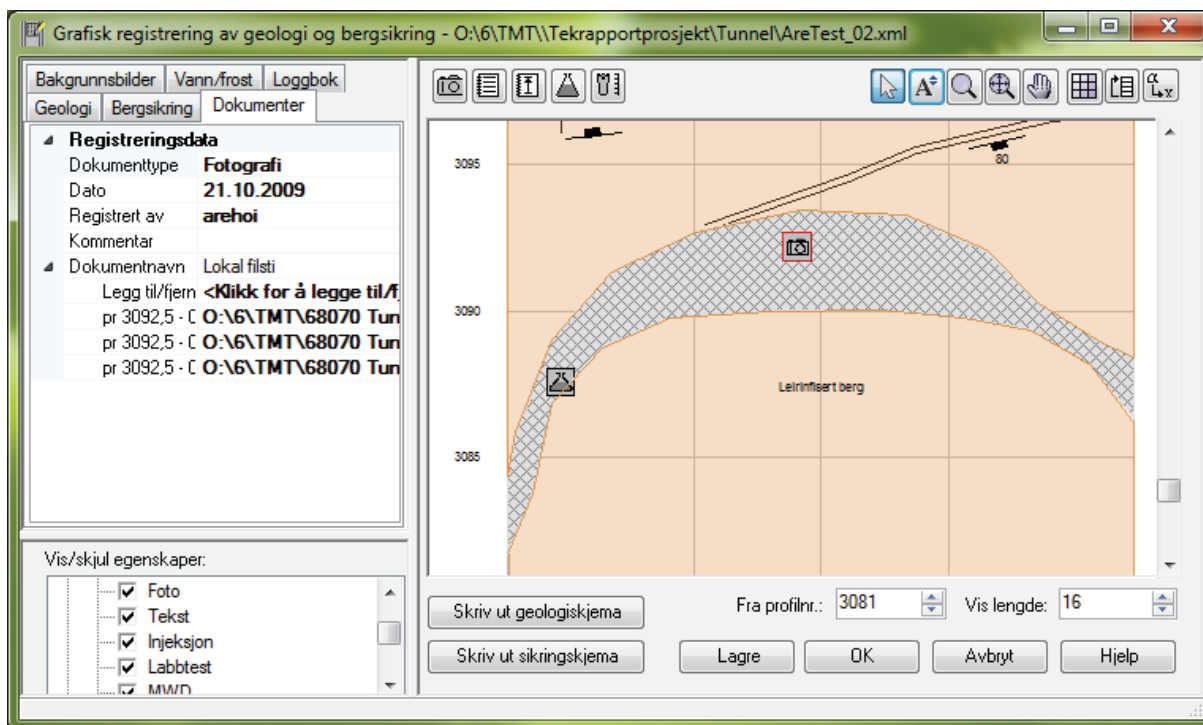
Figur 3.12: Dette er sikringen for geologien som er vist i Figur 3.4. Sikring er utført i henhold til tabell 7.1 i 021 Vegtunneler



### 3.3.3 Opplasting av bilder/filer

Det er mulighet for å laste opp alle mulige filer slik at de blir tilgjengelige gjennom *Grafisk registrering av geologi og bergsikring* (Fig. 3.13). Her, som med annen type dokumentasjon, bør man tenke på hva det er som er interessant for brukerne av dokumentasjonen både under driving og i ettertid. Bilder som er tatt av stoffen på ved salvekartleggingen kan legges inn under salven i loggboka.

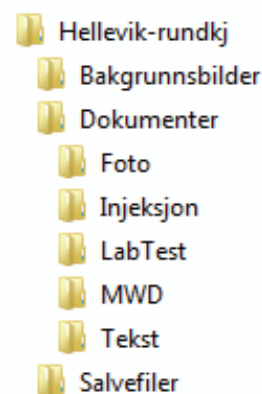
Innleggingen skjer ved å klikke på fliken for dokumenter i grafisk redigering, så velge den type dokument/fil du vil legge inn blant ikonene. Ved å klikke på det stedet i utbrettsprofilen du vil at dokumentasjonen skal ligge, legger du inn et ikon som linker til dokumentet. Filene legges til ved å klikke på (...) som kommer opp når du klikker ”legg til/fjerne dokumenter” i egenskapstabellen.



Figur 3.13: Registrering av dokumenter/filer

Som nevnt i kapittel 2.1 blir dokumentene kopiert over i mappestrukturen der du har geometri- og prosjektfil liggende. Hver kategori (ikon) får sin egen mappe (se figur til høyre). Filene beholder sitt opprinnelige filnavn så lenge det ikke finnes en fil med same navn der fra før. Ved like filnavn, blir det lagt til et nummer på slutten av filnavnet. Ved å navngi filene fornuftig før de legges til, vil man også ved å gå direkte inn i disse mappene lett kunne finne fram til filene man er ute etter.

Lure måter å navngi filene på kan være å bruke f.eks. dato, profilnummer, salvenummer, skjermnummer, etc. Det kan også være lurt å bruke kommentarfeltet for å beskrive filene ytterligere.




For borparametertolkning (tolkning basert på MWD) og injeksjon bør man lage PDF-rapporter eller bildefiler som man legger inn i det grafiske grensesnittet. For borparametertolkning legges disse vanligvis inn under *Bakgrunnsbilder* (se kap 3.3.4), men ved f.eks. svakhetssoner kan det være aktuelt å vise borparameterentolkningen i 3D ved å ta bilder fra borparametertolkningsprogrammet og legge disse inn i utbrettet.

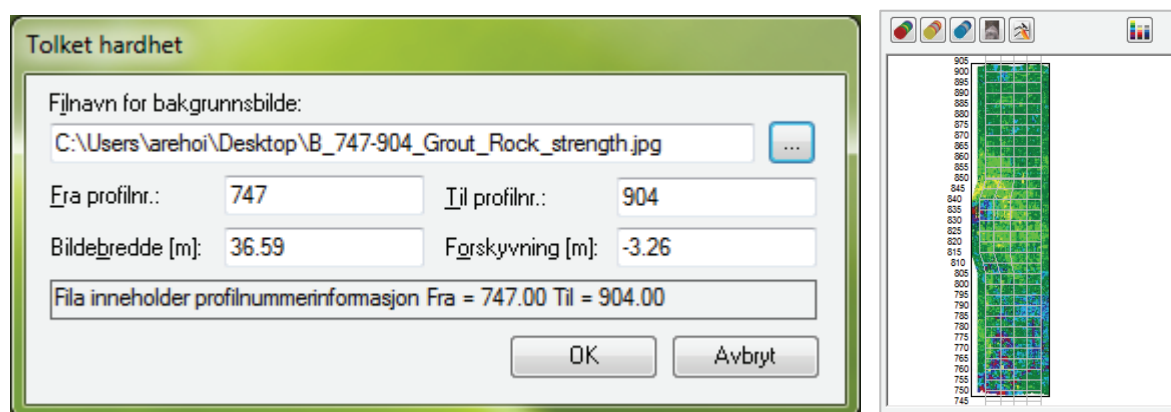
### 3.3.4 Bakgrunnsbilder

Dette er bilder som blir lagt inn på utbrettstegningen i tegnevinduet. Man kan legge inn fem forskjellige typer bakgrunnsbilder. Det er tre forskjellige typer borparametertolkning, *Tolket hardhet*, *Tolket oppskrekking* og *Tolket vann*. De to siste typene er *Fotograferte tunnelflater* og *Håndskisser*.

Bakgrunnsbildene for borparametertolkning eksporteres i borparametertolkningsprogrammet. Der blir profilnummer og bredde på bildet lagt med i bildefilen slik at de automatisk kommer på riktig plass når det legges inn. For *Fotograferte tunnelflater* og *Håndskisser* må dette gjøres manuelt. For alle typene kan dette justeres i egenskapstabellen.

I tillegg kan man laste opp tegnforklaringsfiler for borparametertolkningen ved å trykke påknappen for tegnforklaringsfiler (  ). Disse filene gjør at man automatisk får med tegnforklaring når man lager tegninger i AutoCAD. Tegnforklaringsfilene eksporteres fra borparametertolkningsprogrammet.

Filene som legges inn blir automatisk kopiert over til en mappe som ligger på samme sted som geometrifilen.



**Figur 3.14:** Til venstre er dialogboksen for inlegging av bakgrunnsbilde, mens til venstre er bakgrunnsbildet kommet inn i grafisk redigering.

### 3.3.5 Vann og vann-/frostsikring

Her kan man legge inn forskjellige typer vann-lekkasjer og vann-/frostsikring.

Vann-/frostsikringen legges inn som intervall for området man ønsker, for så å velge type v/f-sikring i egenskapstabellen. I denne nedtrekklisen ligger de fleste

Vann har man flere muligheter for å legge inn. De er i hovedsak delt i to. Det er punkt/område og intervall.

”Punkt” og ”område” er ment for å vise de områdene på utbrettet som faktisk har lekkasjer og vise størrelsen på disse. Mens ”intervall” er ment som total lekkasje over en større lengde. Det vil si at ved innlegging av intervall vil lekkasje fra punkt og områder inngå i den totale lekkasjen som legges inn for intervallet.

#### Eksempel 1

Har man lagt inn 2 lekkasjer på henholdsvis 2 og 3 liter/min over en strekning på 100 meter skal i prinsippet verdien som legges inn i intervallet som dekker dette området minst være 5 liter/min/100m.

Men i praksis vil slike intervaller komme fra f.eks. målinger over terskler og man vil ikke få tallene til å stemme helt over ens.

For oversikten sin del, vil det være best om alle intervaller som blir lagt inn er 100 meter siden man da direkte kan regne ut den totale lekkasjen. I praksis vil dette være vanskelig i mange tunneler. Spesielt i toløpstunneler med tverrslag, pumpesumper osv.

---

#### **Eksempel 2**

Man legger inn et intervall på 75 meter. I denne seksjonen er det målt en innlekkasje på 4,5 liter/min over en terskel. Verdien som legges inn er da:

$$4,5 \text{ liter/min}/75 \text{ m} * (100\text{m}/75\text{m}) = 6 \text{ liter/min}/100 \text{ meter}$$


---

*NB!*

*I dag er det muligheter for å legge inn venstre og høyre begrensning for vannintervall..  
Vannintervallet vil senere framstå som en avgrenset linje i den grafiske visningen.*

#### **3.3.6 Loggbok**

I loggboka føres to typer logger: *Skiftloggen* som ligner en tradisjonell dagbok og en *salvelogg* for innlegging av informasjon om hver salve. Det er meget viktig å bruke loggboka da denne legger til rette for en god kommunikasjon mellom skiftene og dokumenterer avtaler og hendelser i anleggsperioden.

Skiftloggen kan ikke bli for detaljert og bør inneholde:

- En geologisk beskrivelse for de kartlagte områdene på skiftet
- Hvilke aktiviteter som er utført i tunnelen med profilnummer og tid
- Ved hvilke tidspunkter og hvor man har vært ute i tunnelen
- Plunder og heft
- Hvilke muntlige avtaler som er gjort med entreprenøren
- Andre hendelser og observasjoner
- Møtevirksomhet

Salveloggen består av fra-/til-profilnummer og hvilken stuff det er sprengt på. For hver salve kan man legge inn en kommentar på f.eks rystelser. I tillegg er det mulig å legge ved dokumenter på hver salve. Aktuelle dokumenter er f.eks stoffbilder, boltelogg, sprøytebetongskjema og salveplan. I tegneflaten vises salvene som piler (med en eksplosjon i starten av pilen) til høyre for Q-verdifeltet. Se Figur 3.16. Ved å høyreklikke på pilen og trykke rediger vil du komme inn i loggboken på den aktuelle salven. Om salven har vedlagte filer vises et stående rektangel, som illustrerer et dokument, på høyre side av pilen.

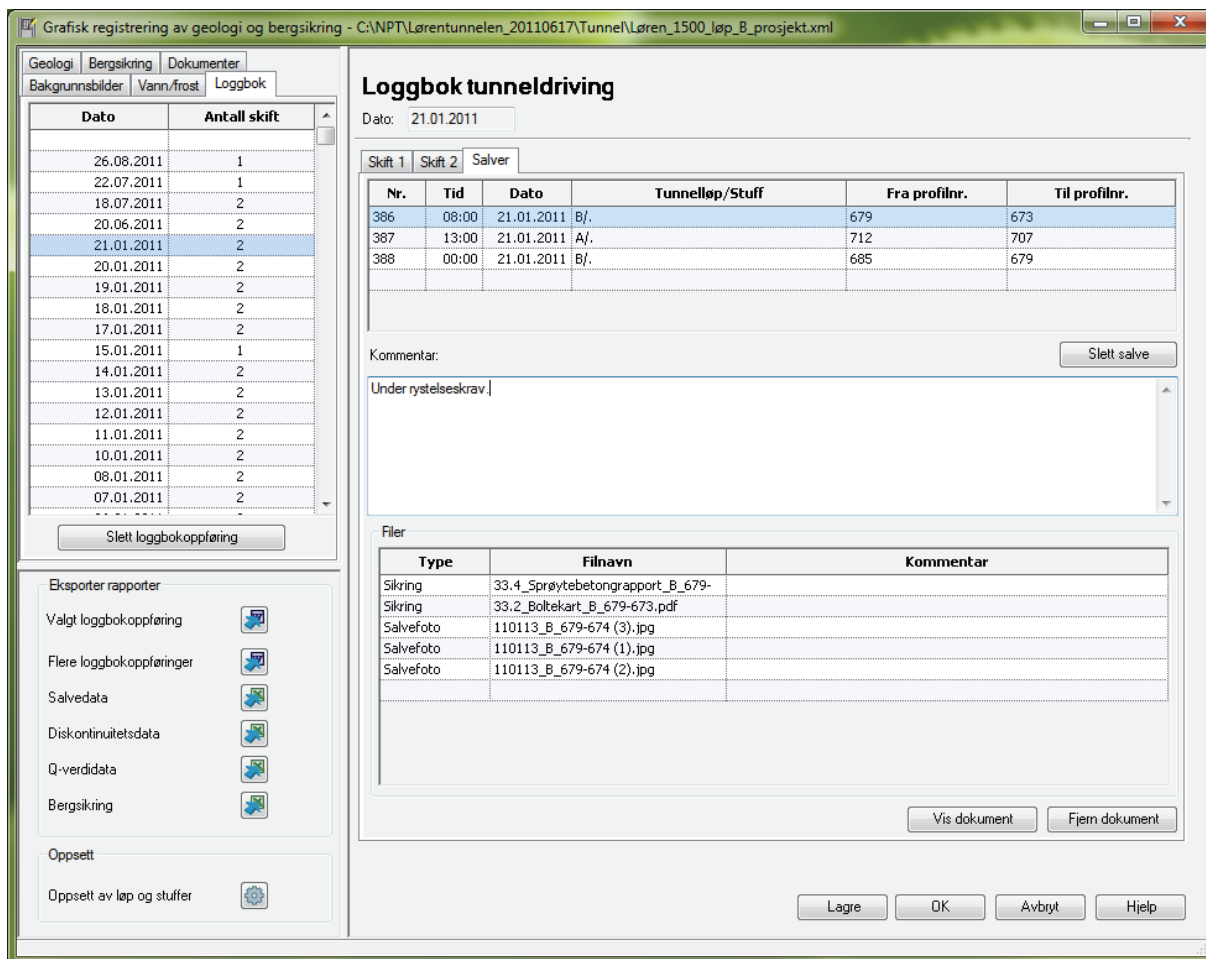
I tillegg til å eksportere loggboka (med både skift- og salvelogger) til Word, kan man også eksportere salvedata, diskontinuitetsdata, Q-verdidata og bergsikringsdata til Excel. I Excel kan man bruke standardfunksjoner til å lage framdriftsdiagram osv. Man kan også ta diskontinuitetsdata og legge dem over i f.eks. Dips og lage sprekkeroser av dem.

For hver salve som legges inn kan man legge til en kommentar og filer. Filene som legges til er f.eks. bilder tatt av salven og dokumentasjon på sikring (bolte- og sprøytebetongkart) fra entreprenør. Se Figur 3.15.

En ting det er viktig å merke seg, er at om man legger inn delte tverrsnitt som flere salver, vil kolonnen for den akkumulerte fremdriften bli feil da programmet ikke skjønner at de er i samme området. Det kan derfor være lurt å skrive inn i kommentarfeltet at det er benyttet delt tverrsnitt slik at man får luket ut dette.

Siden loggboken kan gjelde for flere tunneler må disse knyttes opp mot hverandre slik at programmet vet hvilken salve som hører til hvilken stuff. Dette gjør du vet å trykke på knappen for oppsett av løp og stuffer.

Man kan også lage seg en egen ”stuff” til salver i pumpesump ol. for å slippe at disse kommer opp i tegneflaten i grafisk redigering.



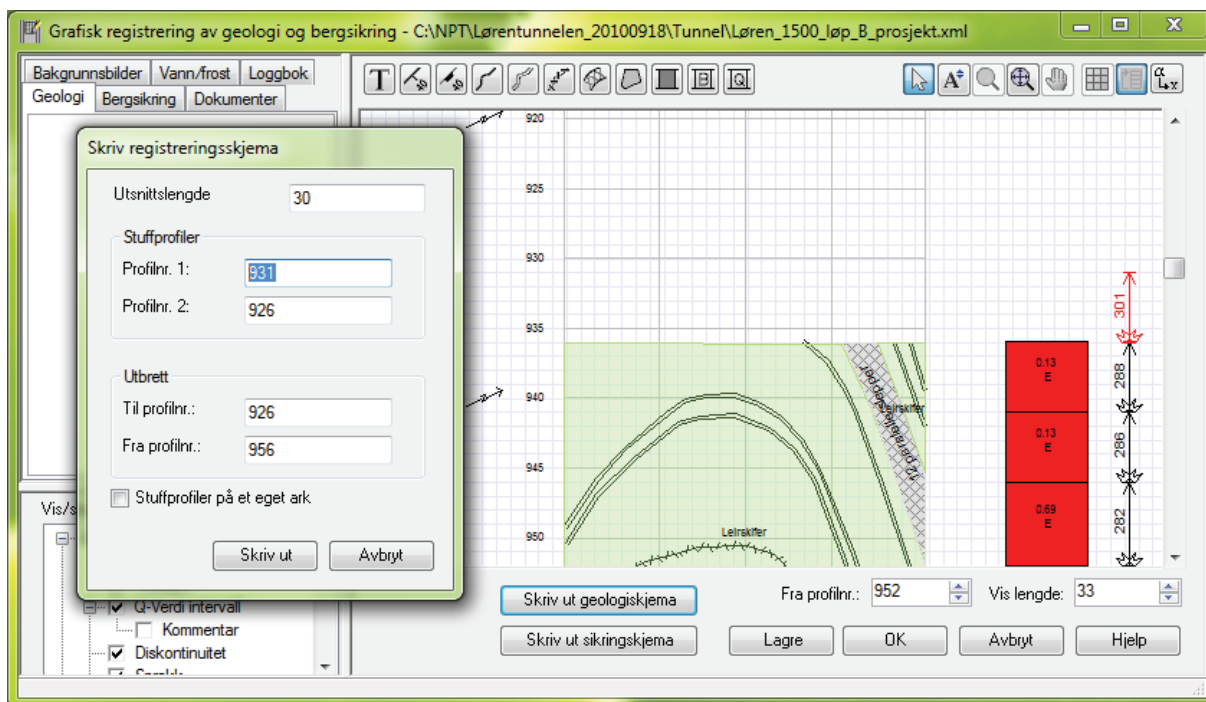
**Figur 3.15:** I loggboka kan det i tillegg til å legge inn informasjon om dagens dont, legges inn salver med kommentarer og filer og eksportere forskjellig typer innlagte data.

### 3.3.7 Diverse funksjoner

#### Utskrift av salvekartleggingskjema

Det finnes mulighet for å skrive ut to typer kartleggingskjema for å ta med ut i tunnelen: ett geologiskjema og ett sikringsskjema. Forskjellen på disse er tegnforklaringen og at man ikke får med kartlagte Q-verdier på sikringsskjemaet.

For å skrive ut et skjema trykker man på skriv ut skjema-knappen inne i gjennom *Grafisk registrering av geologi og bergsikring* (F8). Om man tar for kort utsnittslengde vil sidene på tunnelen gå utover sidene på arket. 25-30 meter vil i de fleste tilfeller være passe. Skriv så inn hvilken profilnummer stoffen tunnelen står på etter sprengning. Resten vil så fylle seg inn automatisk, men kan redigeres manuelt etterpå. Se Figur 3.16. Man kan også krysse av for å få stoffprofilene på et eget ark.

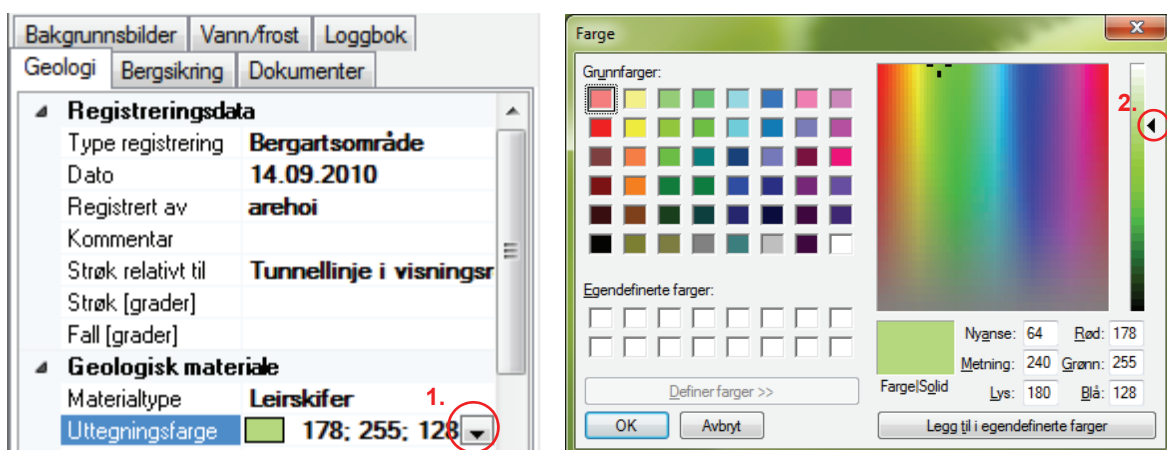


**Figur 3.16:** Her skal man kartlegge en 5 meters salve (salve nr 301) med stoffen på profilnr 931. Utsnittslengden settes til 30 meter. Når 931 skrives inn under *Profilnr. 1* og man klikker en annen plass eller trykker tab/enter fylles resten inn automatisk. *Profilnr. 2* kommer 5 m foran profilnr 1. Om man har andre salvelengder enn 5 meter kan man gå inn og skrive riktig profilnr selv.

#### *Endre på uttegnet farge for bergart*

Det er ikke et helt entydig system for hvilken farge en bergart skal tegnes i på et kart. Det som derimot er vanlig, er at f. eks. kalksteiner er blå og gneiser rosa. Mange av bergartene i Novapoint har derfor den samme fargen som standard når de velges. Det er imidlertid vanlig at disse opptrer ved siden av hverandre, men det er vanskelig å bestemme en farge på disse på forhånd som forsikrer at de kan skilles fra hverandre.

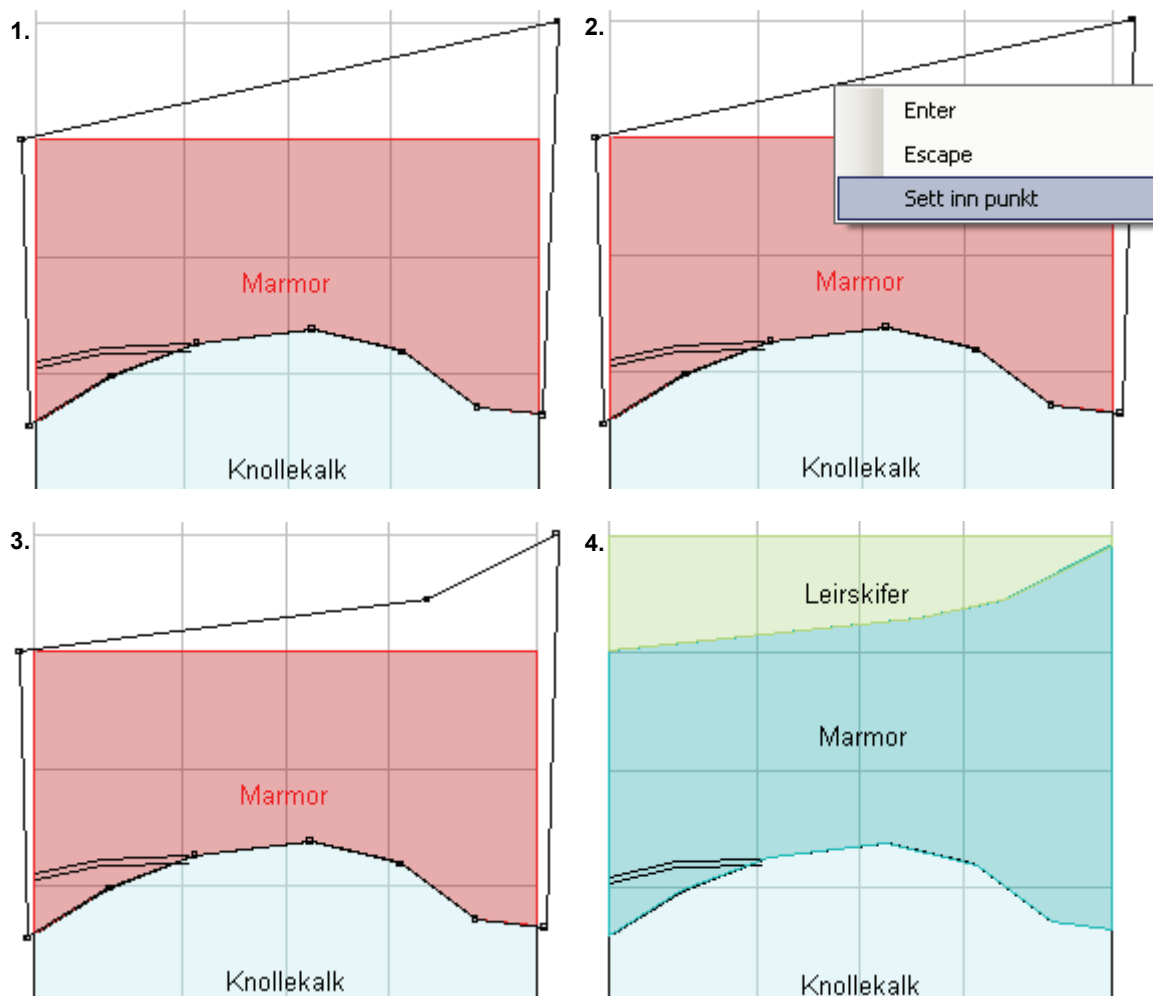
Man har derfor muligheten til å endre på den uttegnede fargen. Se Figur 3.17.



**Figur 3.17:** Dette gjøres ved å velge den bergarten man ønsker å endre farge på og trykke på symbol markert 1.. I fargevelgeren som kommer opp er det flere måter å velge farge på. Men den enkleste hvis du bare skal endre litt på fargen er å bruke søylen helt til venstre og flytte på pilen merket 2..

### Bruk av bergartsområde under driving

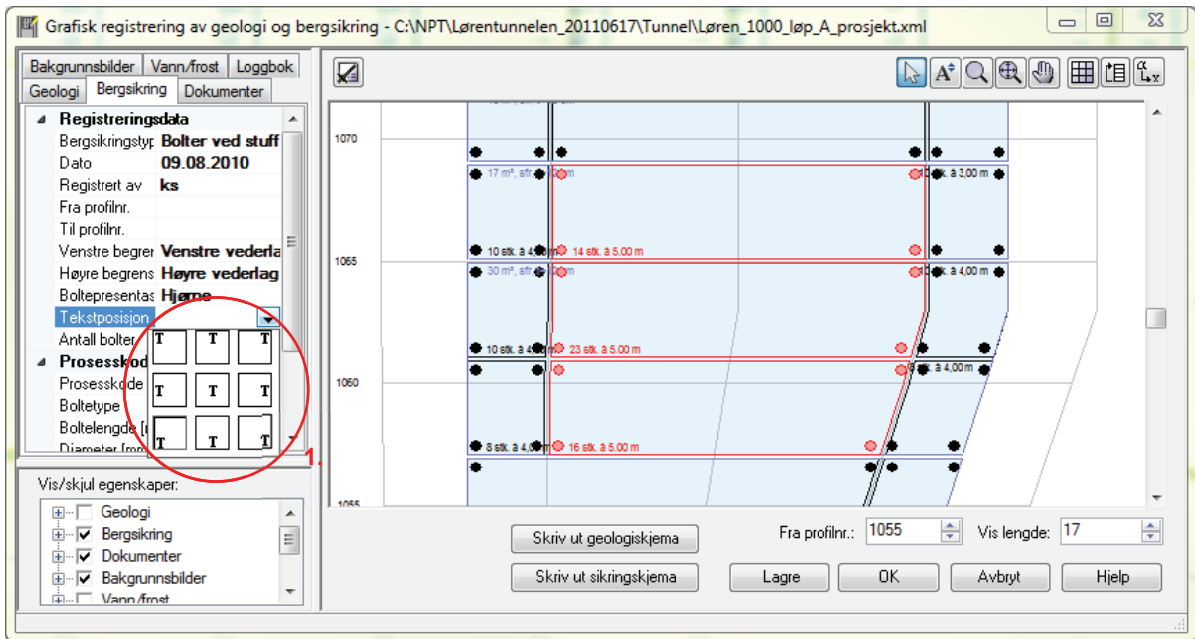
Den mest hensiktsmessige måten å tegne inn bergarten på under driving, er å bruke funksjonen for ”bergartsområde”. Dette kan man gjøre som vist i Figur 3.18.



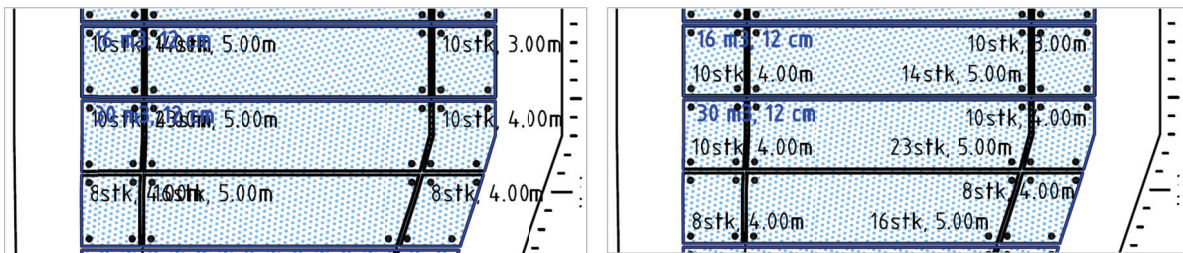
**Figur 3.18:** Etter salven er kartlagt og man skal legge inn den nye geologien kan man gjøre som disse figurene viser. Så lenge man ikke har endringer i geologien flytter man bare med seg bergarten for hver salve ved å flytte på håndtakene man har på hver side. Ved endringer i bergarten flytter man med seg punktene og tegner inn den nye grensen ved å sett inn nye punkt. Man lager så et nytt bergartsområder som man tegner opp grensen på og har klar til å flytte med seg videre.

### Flytte beskrivelse på intervall

Når man legger inn sikringsintervall vil man i grafisk redigering og ved produksjon av ferdigtegninger i Autocad oppleve at beskrivelsen på intervallene kan overlapper hverandre. I *Grafisk registrering av geologi og bergsikring* (F4) er det en funksjon for å justere disse. I egenkapstabellen er det en linje som heter tekstplassering. Ved å velge ett eller flere intervall og bruke denne funksjonen til å justere plasseringen vil man kunne unngå dette. Se Figur 3.19.



**Figur 3.19:** Ved å velge en eller flere intervall kan man endre på tekstplasseringen (1.) for disse i egenskapstabellen slik at de ikke overlapper hverandre.



**Figur 3.20:** Tekstplassering i Autocadtegning før og etter at de er blitt flyttet i grafisk redigering og eksportert til ferdigtegninger i Autocad.

## 4 Sluttdokumentasjon

Man kan i hovedsak dele opp sluttdokumentasjonen fra Novapoint Tunnel i to - den databasebaserte og den rapportbaserte.

### 4.1 Databasebasert/filbasert

Den databasebaserte\* sluttdokumentasjonen vil inneholde alle de data som blir lagt inn under drivingen. Altså de filene som produseres under kartleggingen med opplastede dokumenter. Per i dag er det bare Novapoint Tunnel som kan lese disse dataene. Dataene fra hver tunnel vil etter hvert bli lagt inn i en felles database der man da kan se på data fra alle tunneler der dette systemet er brukt.

\*I dag er ikke Novapoint Tunnel databasebasert, men det er klargjort for dette og vil bli det i løpet av noen år.

### 4.2 Rapportbasert

Den rapportbaserte sluttdokumentasjonen inneholder typisk AutoCad-tegninger med oversikt over geologi og sikring, wordfiler med loggboknotater og regneark med sikringsmengder og salverapporter. Sammen med en del av de opplastede dokumentene vil alle disse være kandidater for vedlegg til en ingeniørgeologisk sluttrapport som skrives av en ingeniørgeolog med ansvar for å følge opp kartlegging og permanent sikring. Retningslinjer for hva som skal lagres for ettertiden er gitt i *Håndbok 021 Vegtunneler, Mal for teknisk sluttrapport*.

Novapoint Tunnel har en rekke funksjoner for å lage rapporter som skal ivareta disse kravene.

#### 4.2.1 Eksport av geologi, sikring og vann til Autocad

Den standardiserte AutoCad-tegningen består av tre tunnel-utbrett under hverandre. Hvilke registreringer som skal legges til de forskjellige utbrettene vil variere fra tunnel til tunnel og bruksområde. Standard oppsett er å legge geologi til øverste utbrett, tradisjonell sikring (sprøytebetong og bolter) til andre utbrett og tung sikring (sikringsbuer osv) og supplerende sikring i det tredje utbrettet. Dette vil være et fornuftig oppsett i de fleste tunneler.

Andre ganger kan det være fornuftig å sette dette opp på andre måter. Er det for eksempel lite tung sikring og mange vann-registreringer i tunnelen, kan man kombinere disse i det nederste utbrettet. Har man lagt inn bakgrunnsbilder for borparametertolkning bør man lage forskjellige tegninger med disse også. F.eks. ha geologi, tolket hardhet og sprekker i en tegning og geologi, kartlagt/registrert vann og tolket vann i en annen.

Eksporten i Autocad er slik at man først dumper alle registreringer man vil ha med over i Autocad ved å trykke *Geologi og bergsikring tegning* (☰). Når du har gjort dette kan du generere tegningene så mange ganger du vil ved å trykke *Geologi og bergsikring tegningsgenerator* (☷). Det gjør at du kan lage egne tegninger for spesielle områder i tunnelen – og for spesielle tema. For detaljer om hvordan disse dialogboksene fungerer trykk «Hjelp»-knappen nederst til høyre i disse.


Enkelte tunneler er så brede at det bare er plass til 3 tunnelutbrett på et A3-ark. Det er mulig å dele opp tunnelen i flere deler når du lager tegningene. Det vil si at du i de bredeste delene f.eks. kan lage 2 tegninger med 2 utbrett for hvertdel (150 meter), mens i de smalere delene kan lage tegninger med 3 utbrett.

For utfylling av tekstfeltet på tegningene finnes det en veiledning for dette i hjelppilen for Novapoint tunnel. Åpne tegningsgeneratoren og trykk på hjelpknappen.

I vedlegg 2 kan du se eksempler på forskjellige typer tegninger. De er beregnet på utskift i A3.



#### **4.2.2 Eksport av rapporter til Word og Excel**

I loggboken i *Grafisk registrering av geologi og bergsikring* () har man mulighet til å eksportere en rekke rapporter til Word og Excel.

##### *Loggbok*

Loggbokoppføringene kan eksporteres til Word ved å trykke på to forskjellige knapper. Den ene gir deg den dagen/loggbokoppføringen man har aktiv i datolisten. Mens med den andre gir man fra til dato. Her kan man også velge om man vil ha med salvedata eller ikke.

##### *Salvedata*

Denne eksporten tar alle salvedataene ut av loggbokfilen og legger de i et Excelark. Der kan man så bruke vanlige Excelfunksjoner til å lage inndriftsgrafer ol.

##### *Diskontinuitetsdata*

Her blir alle fra foliasjons- og diskontinuitetssymbolene som er lagt inn under Geologi-fliken lagt inn i Exel. Man kan enten velge hele tunnelen eller et fra og til profilnummer. Data fra de to forskjellige symbolene havner på forskjellige fliker. Både vinkel i forhold til nord og tunnelaksen på profilnummeret de er lagt inn blir med. Disse dataene kan du lett legge inn i Dips og lage sprekkeroser.

##### *Q-verdidata*

I denne eksporten blir Q-verdiene som lagt inn som intervall (fargesøylen som ligger til høyre i grafisk redigering) eksportert inn i Excel. Profilnummer, Q-verdi, Q-parameterene og kommentarer er med. Man kan f.eks. sammenstille denne med sikringseksporten for å gi et bilde av sikring versus bergmasse.

##### *Bergsikring*

Når en trykker på knappen for eksport av bergsikring får du startet opp en dialogboks der du kan velge hvilke sikringsmidler du vil ha eksportert ut til Excel, samt fra til profilnummer.

Disse kan brukes til f.eks. å sjekke mengder i forhold til økonomi eller lage diagrammer for hvordan tunnelen er sikret, angitt antall bolter pr meter, sprøytebetong i m<sup>3</sup> pr løpemeter el.l.

## 5 Endelig lagring av data

Når denne rapporten skrives er det ennå ikke bestemt hvordan data fra byggefasen skal lagres for ettertiden. Dette jobbes det imidlertid med. Inntil en slik ordning er på plass må et hvert prosjekt som avsluttes lagres for ettertiden på følgende måte:

- 1) Sluttegninger og relevante dokumenter lagres sammen med ingeniørgeologisk sluttrapport i SVEIS. Her bør rapporter tatt ut fra Novapoint (salverapporter, skiftlogg, sikringsmengder) legges inn som word- og excelvedlegg. Dersom filstørrelsen tillater det kan også aktuelle xml-filer legges inn som vedlegg i SVEIS.
- 2) Alle Novapoint-data skal i tillegg lagres på en sentral server i Statens vegvesen. Dette gjelder Novapoint-prosjektfil, vegmodeller og terrengmodeller som kartleggingen er basert på, filer som er generert under kartleggingen (xml-filer) og filer som er lastet opp i modellen (alle formater). Ta kontakt med Tunnel- og betongseksjonen i Vegdirektoratet for nærmere avklaring på hvordan dette skal gjøres.

## Vedlegg 1 - Kartlegging på utbrettsprofil

Her er det tre 3D-modeller av svakhetssoner som man skal føre over i utbrettsprofil. Hvis du har pdf-versjonen av dette dokumentet kan du selv dreie på 3D-figuren.

For hvert modellsett er det tre sider:

- Avbildning av 3D-modellen fra 4 forskjellige vinkler.
- En dreibar 3D-modell.
- Kartleggingskjema du kan tegne på.

Når du skriver ut vedlegget får du også med 3D-modellen på en side.

Tverrprofilstreke på 3D-modellen korresponderer med de på utbrettsprofilet.

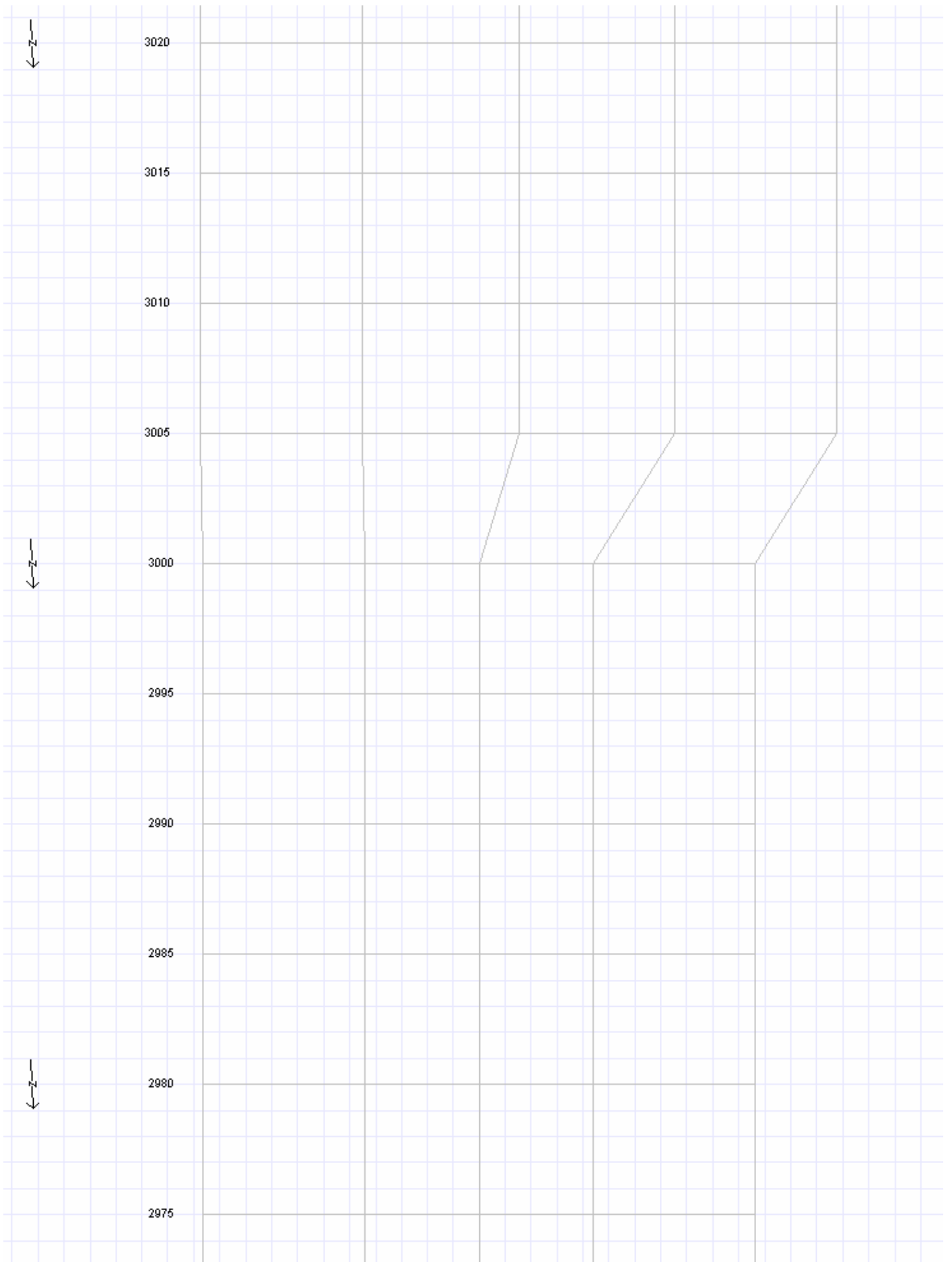
### Bruk av 3D-funksjonen i Adobe Reader/Acrobat Pro

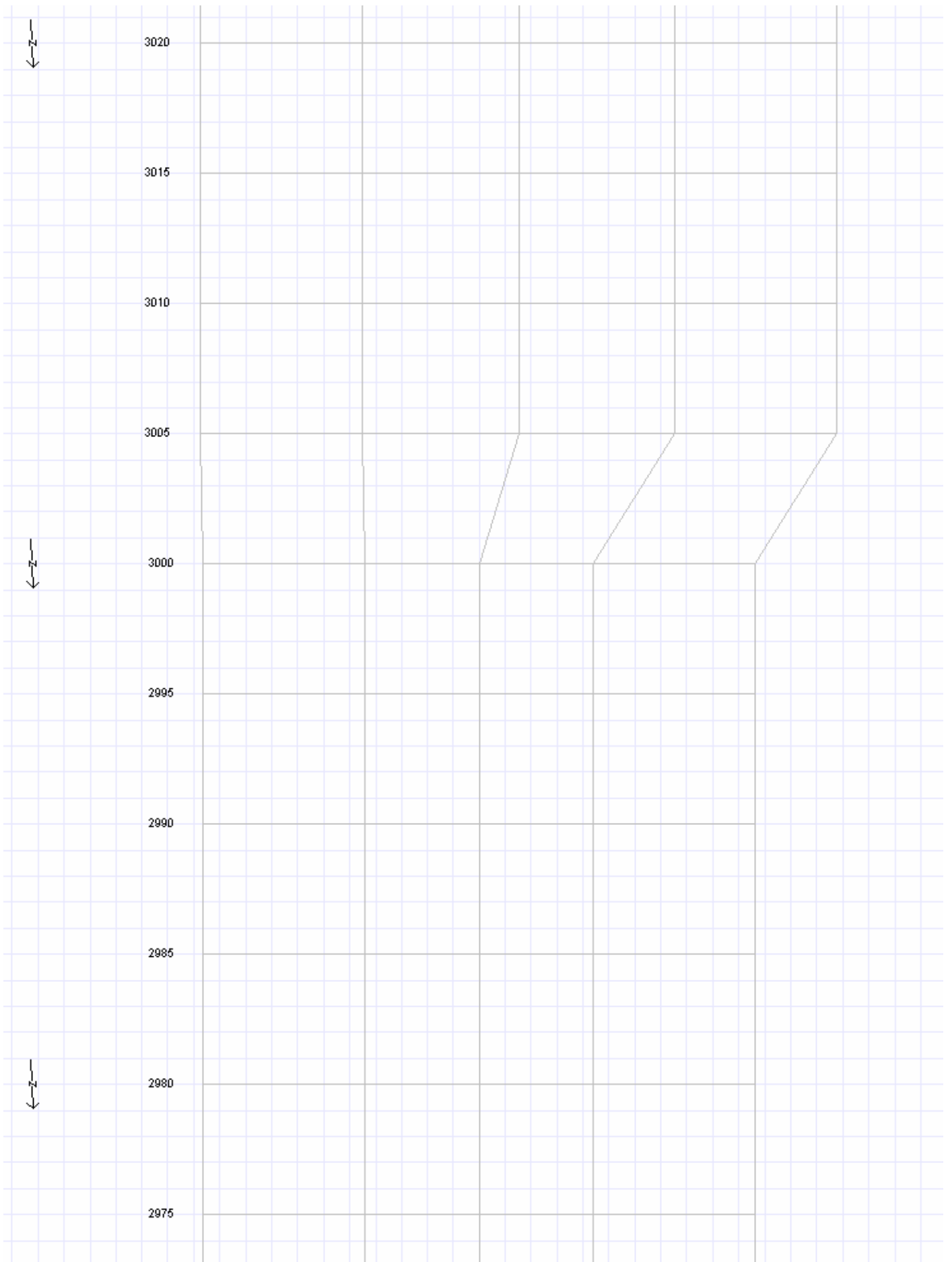
Ved å klikke på 3D-figuren kommer det opp en verktøylinje:

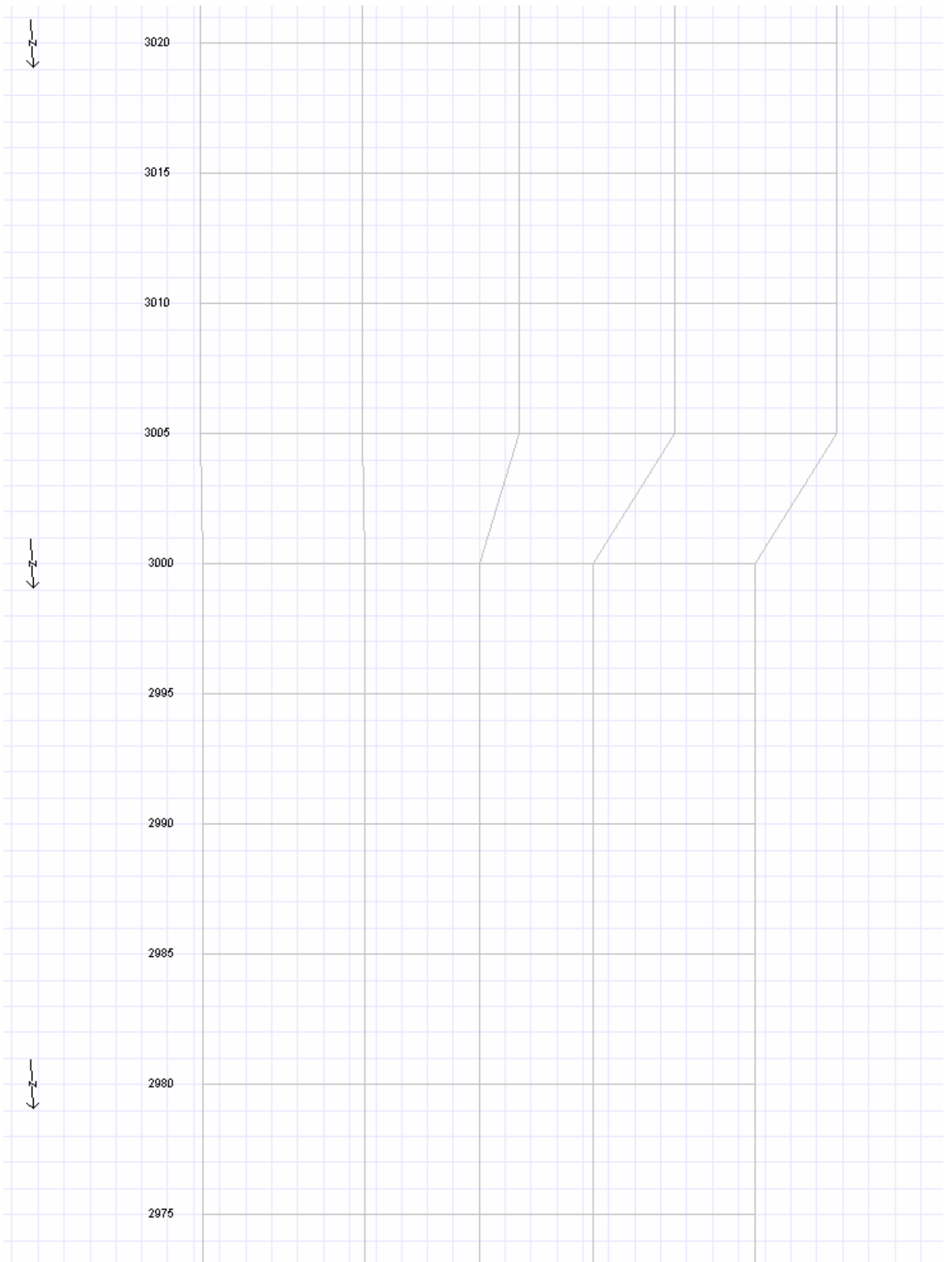


Det som er lurt er å velge en annen rotasjonsmåte enn den som kommer opp som standard. Velg *Vend* markert **1.** Det går også ann å prøve seg litt fram med å lage snitt (markert **2.**)

For å rotere på modellen er det bare å klikke og dra. Man kan zoome ved å rulle med musehjulet.

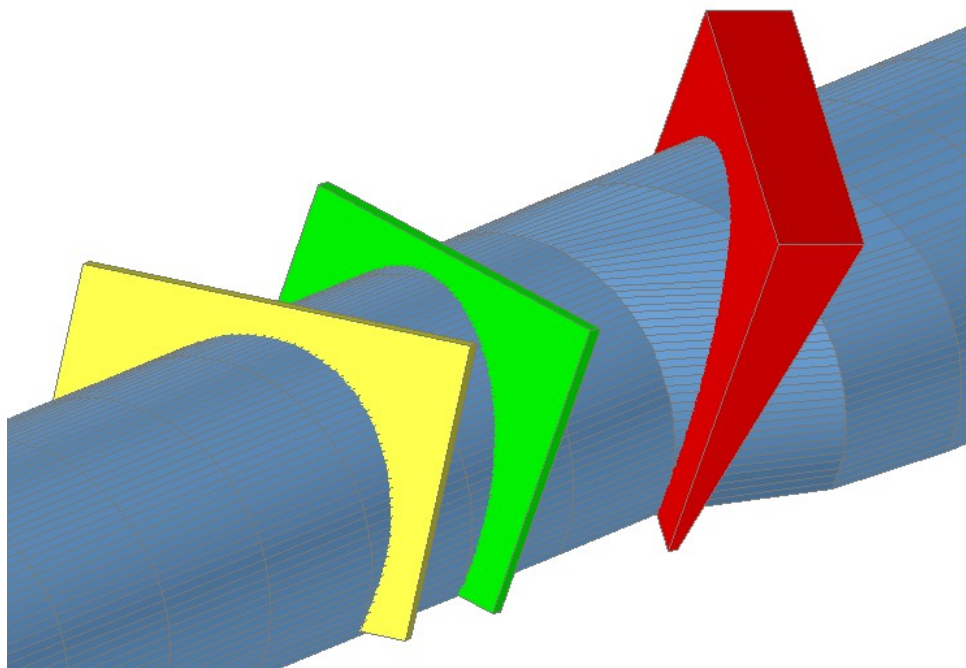




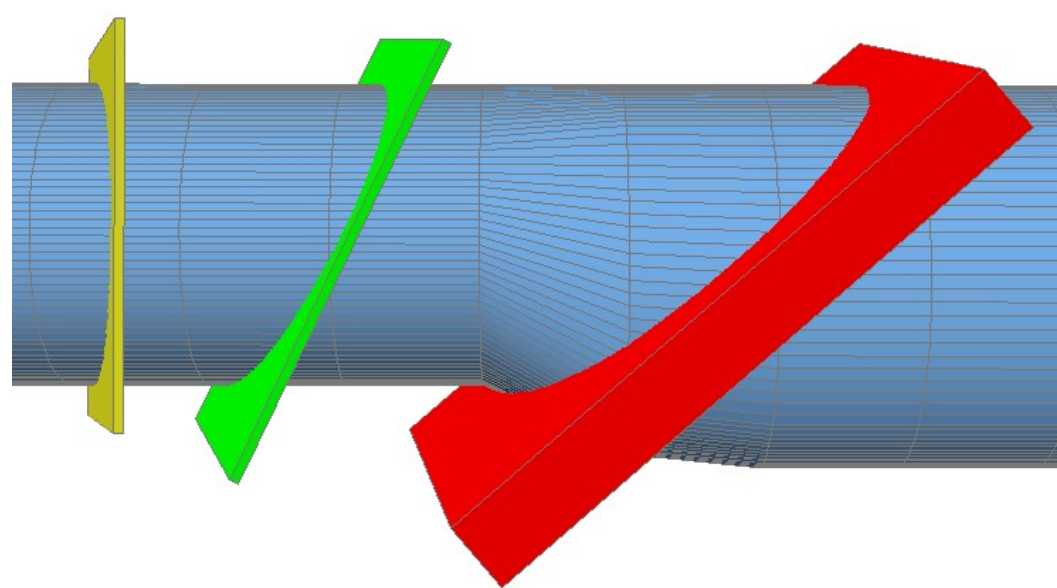


# Modell 1

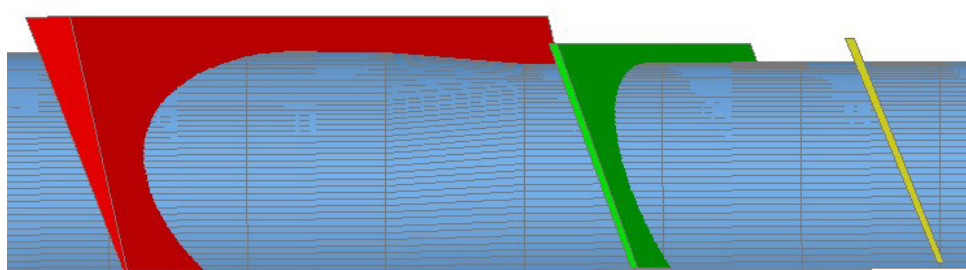
Skrå



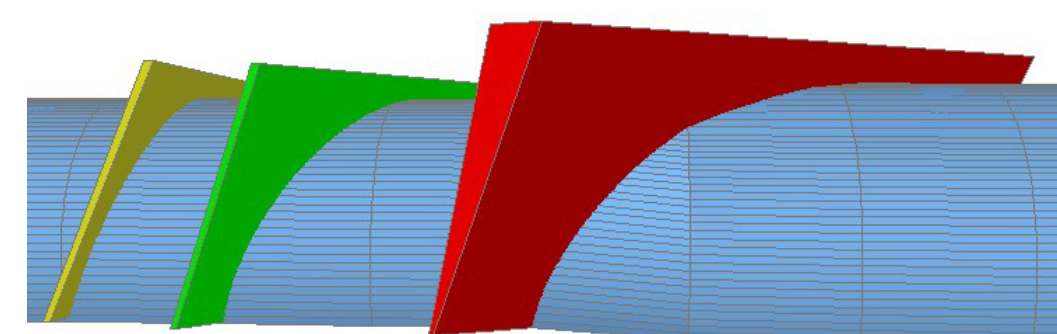
Topp



Høyre

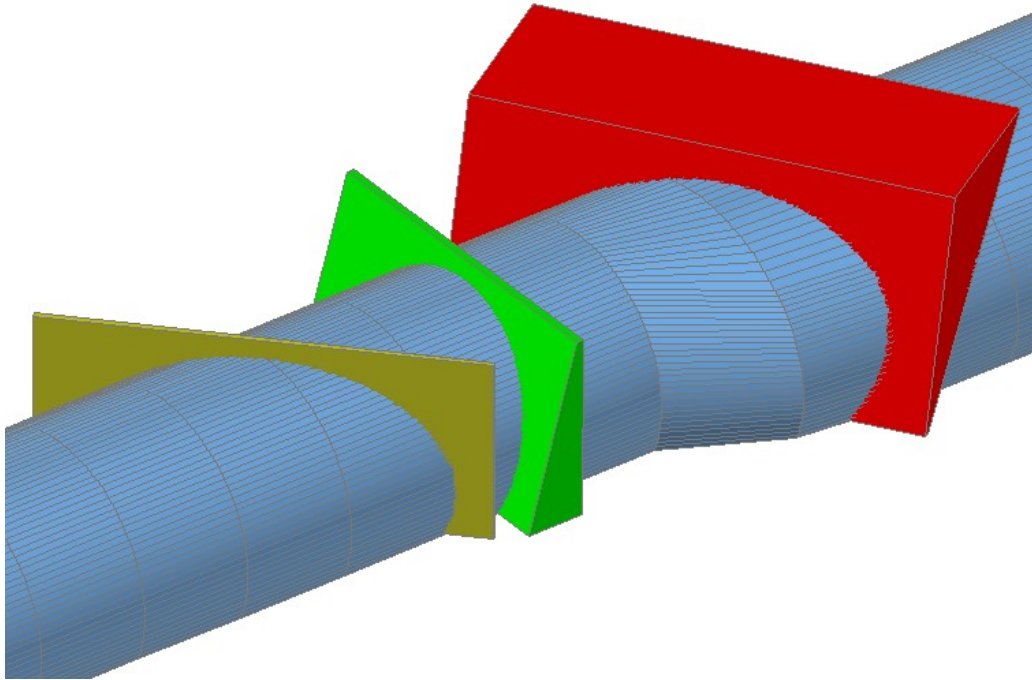


Venstre

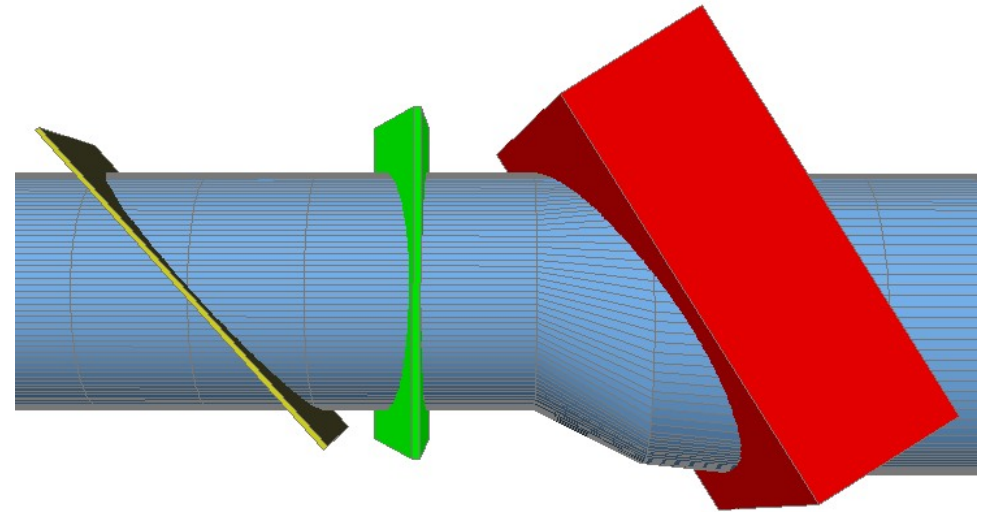


# Modell 2

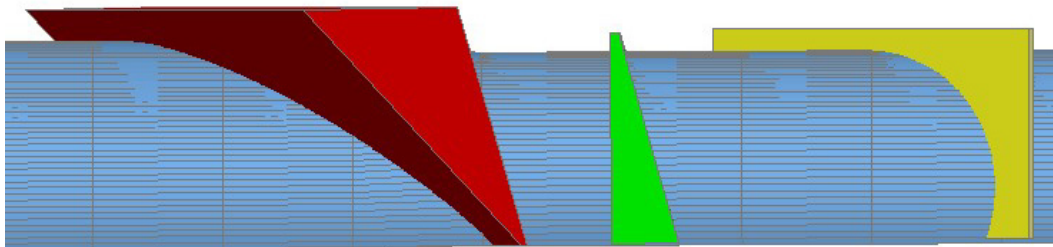
Skrå



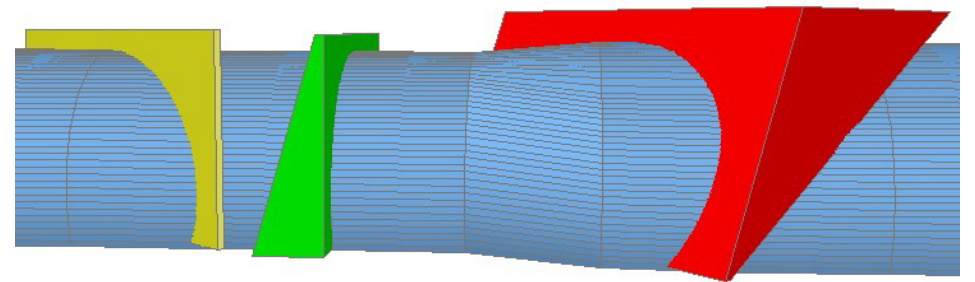
Topp



Høyre



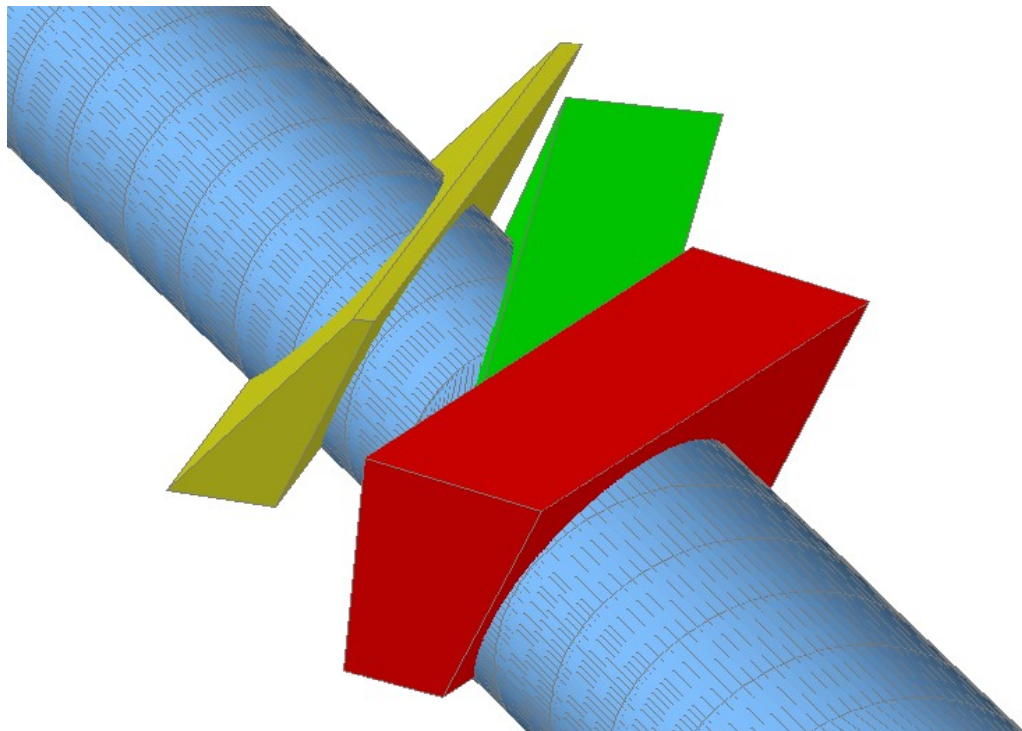
Venstre



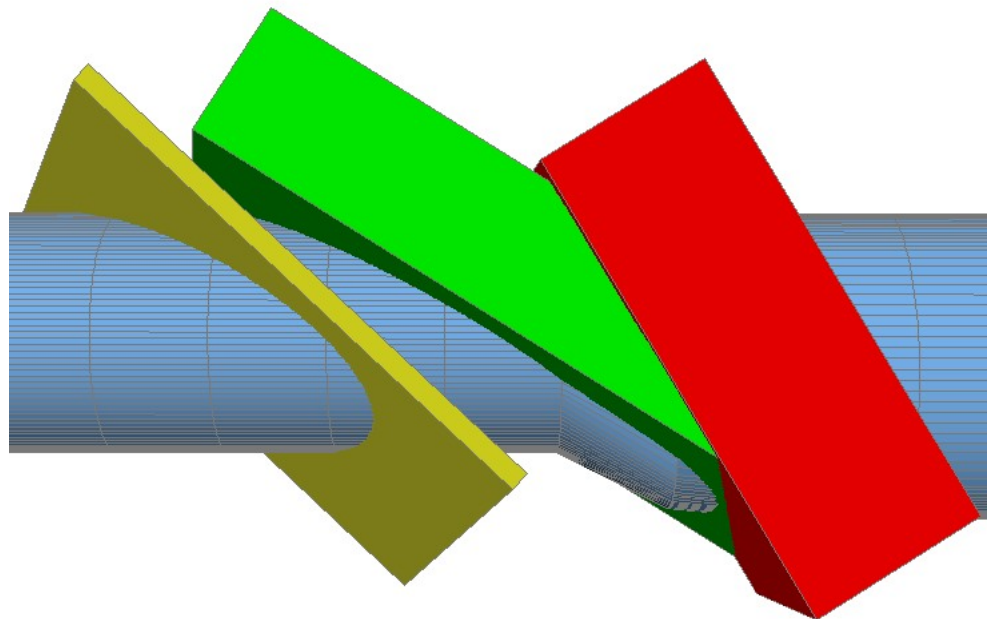


# Modell 3

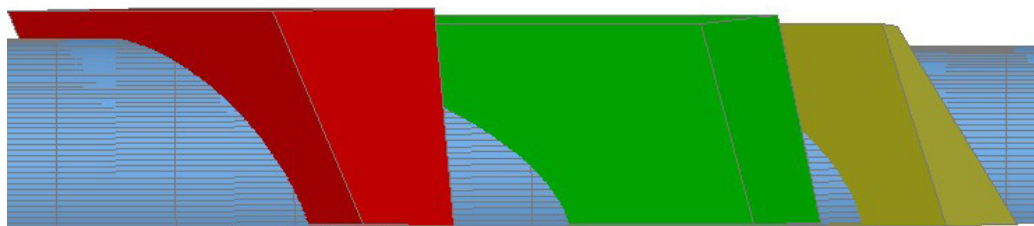
Skrå



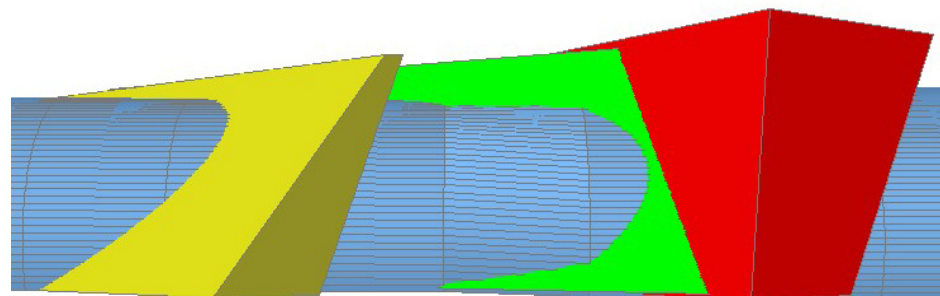
Topp

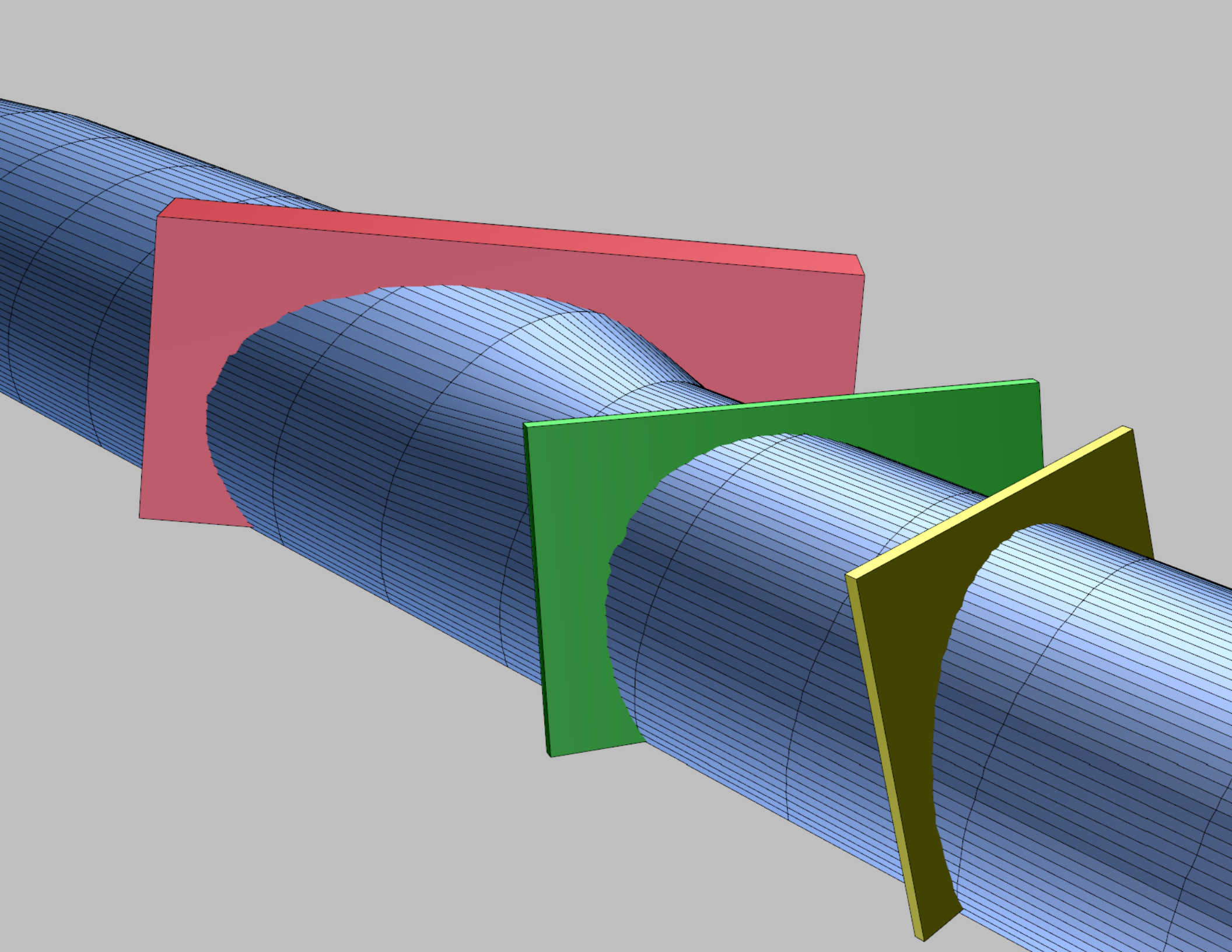


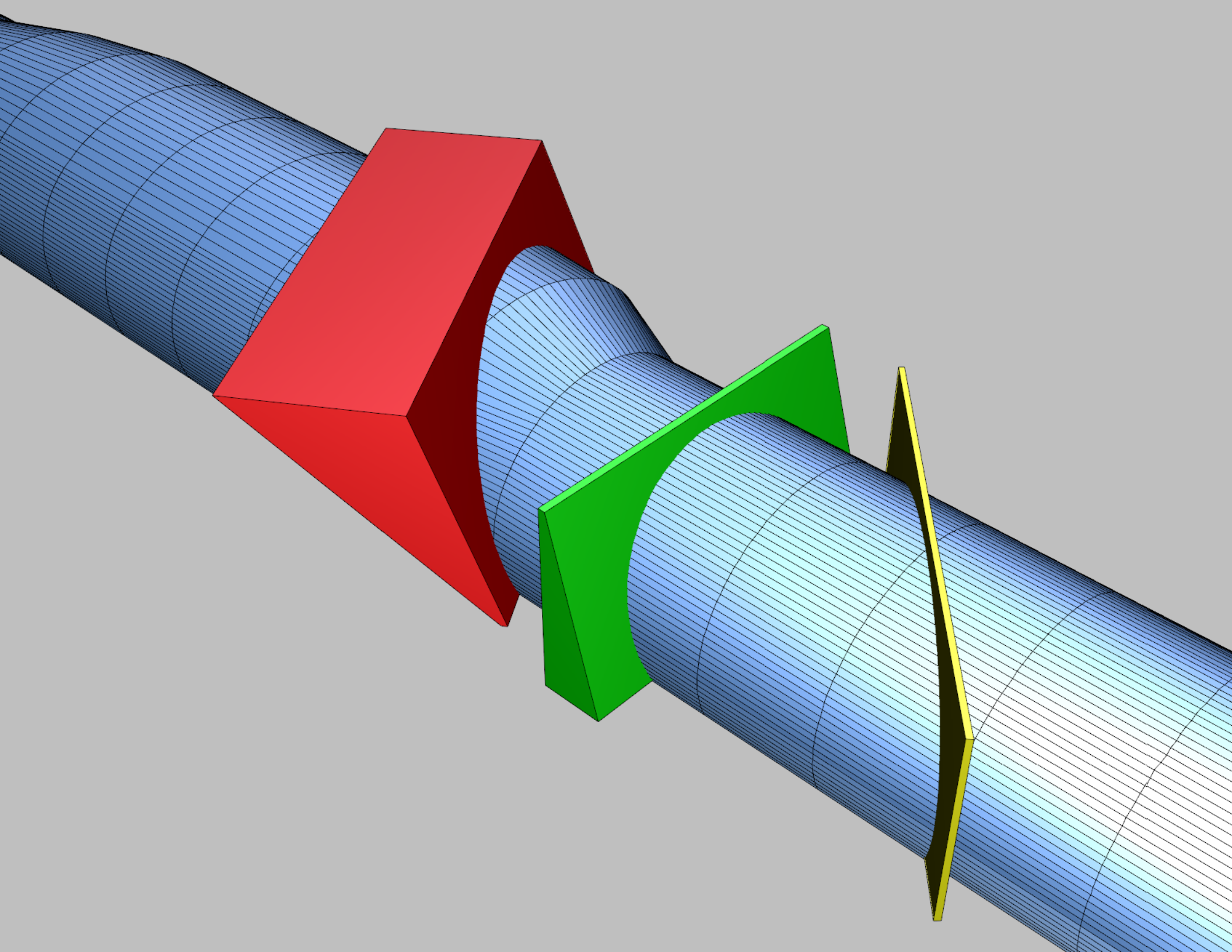
Høyre

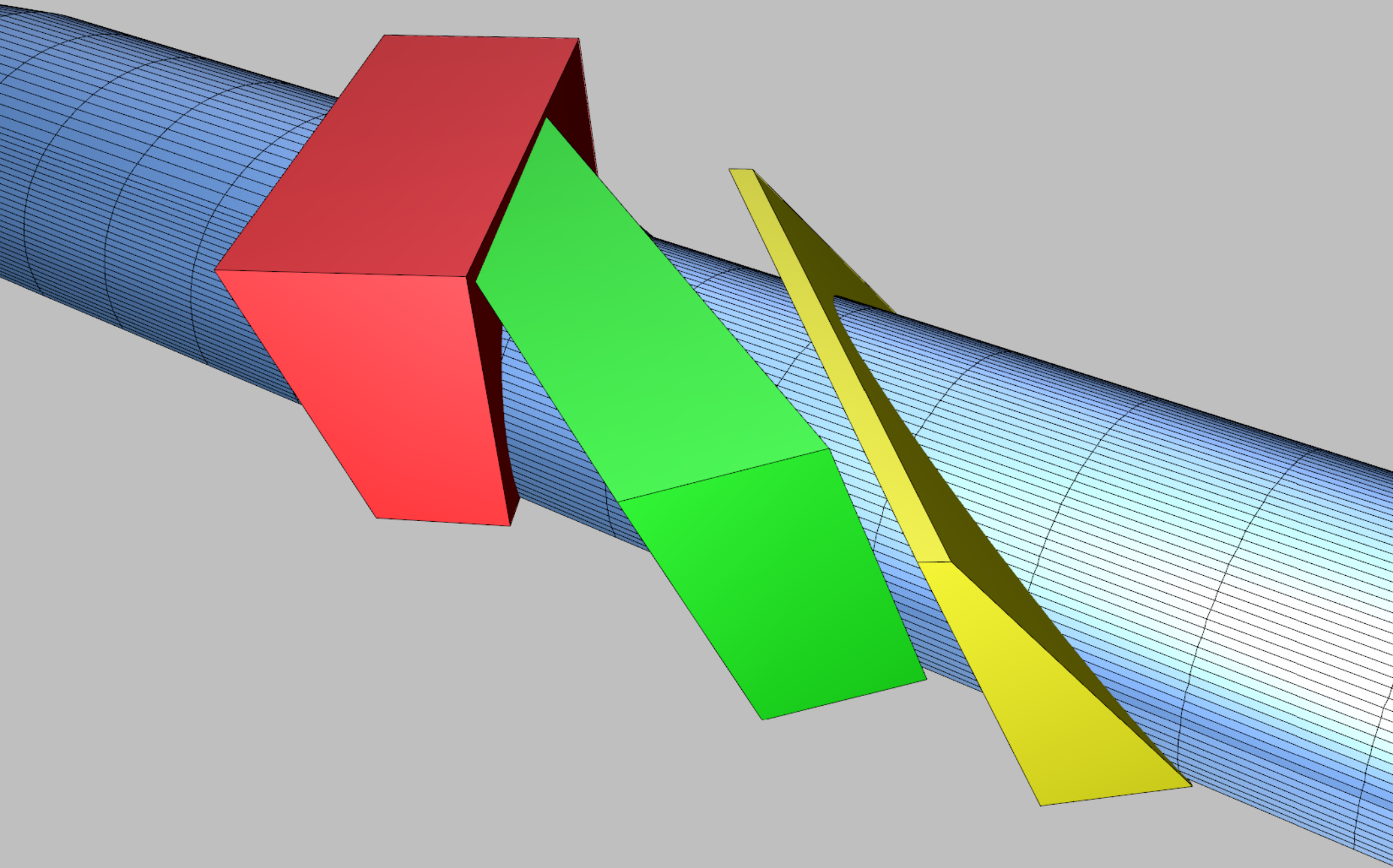


Venstre









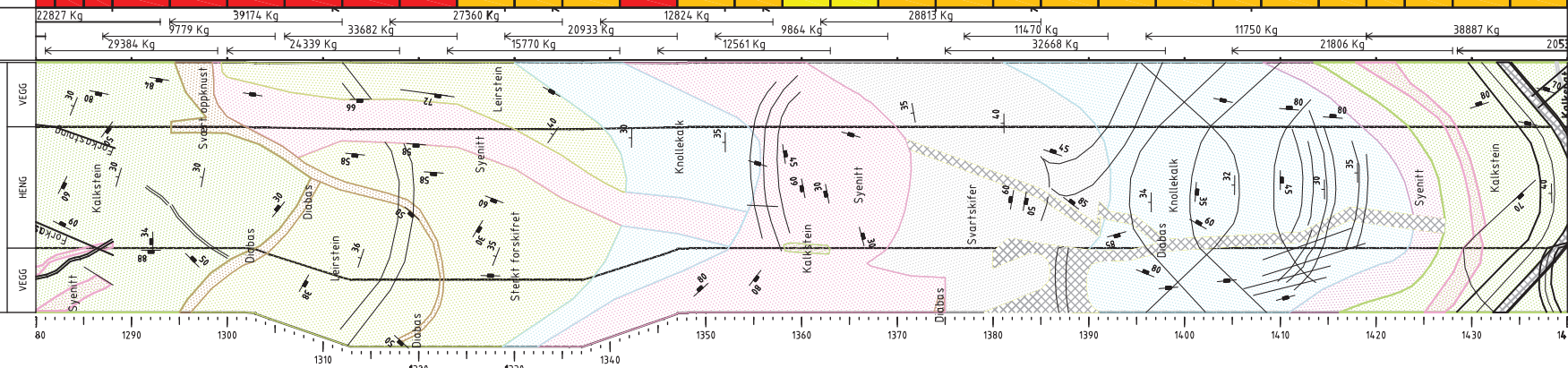
## Vedlegg 2 – Eksempler på sluttdokumentasjon

Tunnelkartene er egentlig beregnet på utskrift i A3-format. Ved utskrift bør skriverinstillingene derfor endres.

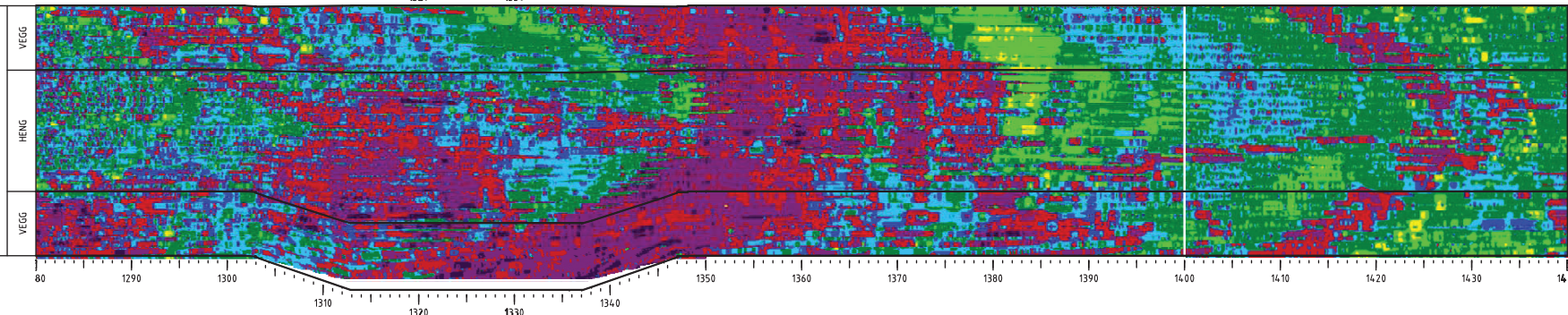


RQD/Jn	72	40/12	50/12	45/12	50/16	50/27	50/27	50/27	38/9.0	38/9.0	38/12	38/15	38/9.0	60/12	60/16.0	70/16.0	40/12	40/11	70/12	70/12	65/12	75/12	60/12	50/12	50/19.0	50/19.0	50/19.0	65/19.0	50/19.0
Jn/Ja	4.9	10/2.0	10/2.0	10/4.0	10/3.0	10/3.0	10/3.0	10/3.5	10/3.0	10/3.0	10/2.0	10/4.0	10/4.0	15/2.0	15/2.0	15/3.0	15/2.0	15/2.0	10/2.0	10/3.0	15/3.0	15/3.0	15/3.0	10/3.0	10/3.0	10/3.0	15/3.5	10/4.0	
Jw/SRF	2.5	10/2.5	10/2.5	10/2.5	10/1.0	10/1.0	10/1.0	10/1.0	10/1.0	10/1.0	10/1.0	10/1.0	10/1.0	10/1.0	10/1.0	10/1.0	10/1.0	10/1.0	10/1.0	10/1.0	10/1.0	10/1.0	10/1.0	10/1.0	10/1.0	10/1.0	10/1.0	10/1.0	10/1.0
Q-Verdi	3	0.33	0.47	0.47	0.50	0.46	0.67	0.67	0.53	1.4	1.4	1.6	0.63	1.0	3.8	7.5	5.8	2.5	2.7	2.9	1.9	2.7	3.1	2.5	1.4	1.9	1.4	3.1	1.4
Bergklasse																													

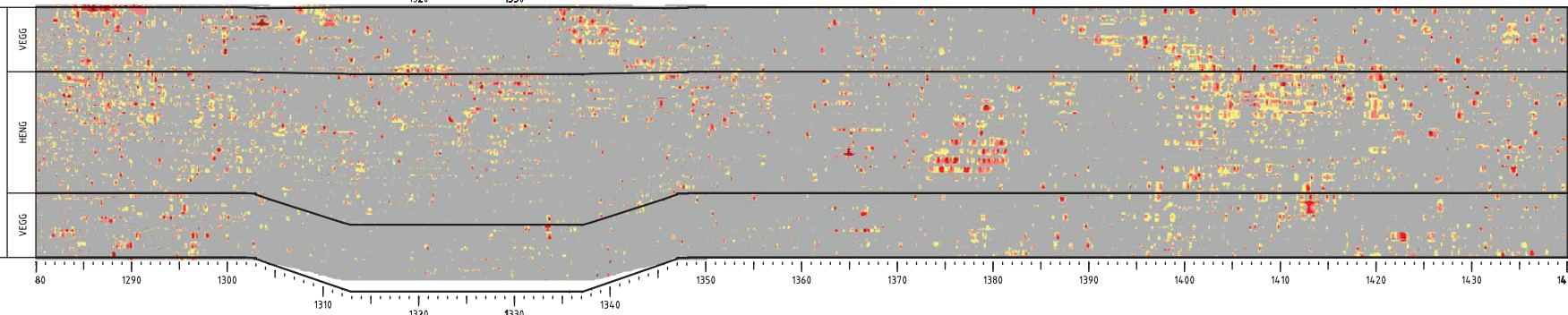
Geologi



Tolket hardhet



Tolket oppsprekning



Geologiske registreringer

- Sprekkesett
- Foliasjon
- Sprekk
- Sleppe
- Svakhetssone smalere enn 1 m
- Svakhetssone bredere enn 1 m
- s Avskaling etter over 1 time
- ss Avskaling etter få minutter
- B Intenst bergslag

Bergarter

- Diabas
- Dioritt
- Kalkspat
- Kalkstein
- Leirsteiner
- Leirstein
- Rombeporfyrr
- Sandstein

Bergklasser

- A - Svært/ekstremt god (4.0-10.0)
- B - God (1.0-4.0)
- C - Middels (4-10)
- D - Dårlig (1-4)
- E - Svært dårlig (0.1-1)
- F - Ekstremt dårlig (0.01-0.1)
- G - Eksepsjonelt dårlig (0.001-0.01)
- Ikke kartlagt med Q-verdi

Tolket hardhet [MPa]

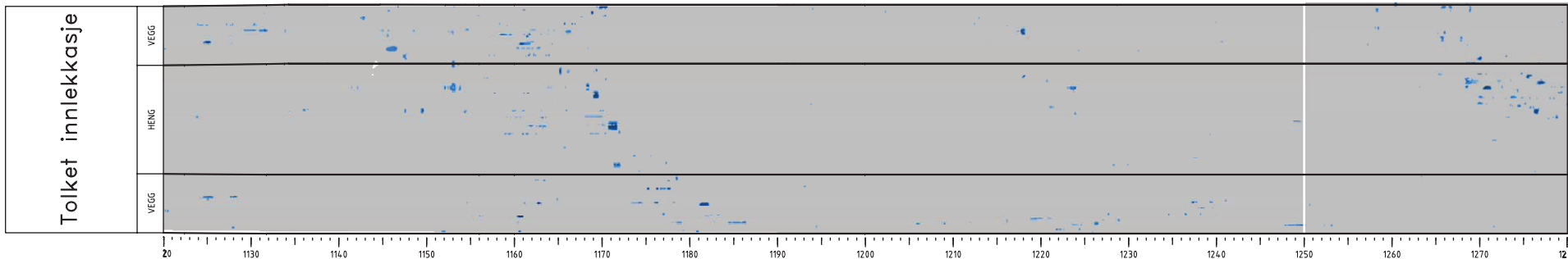
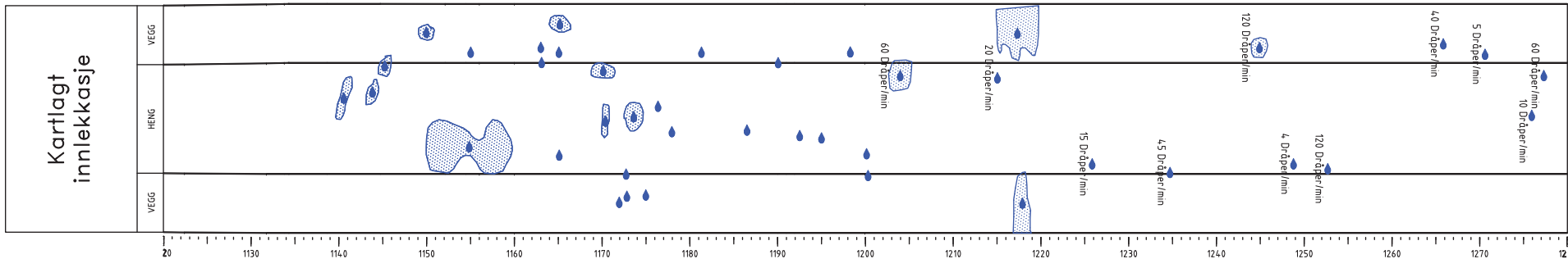
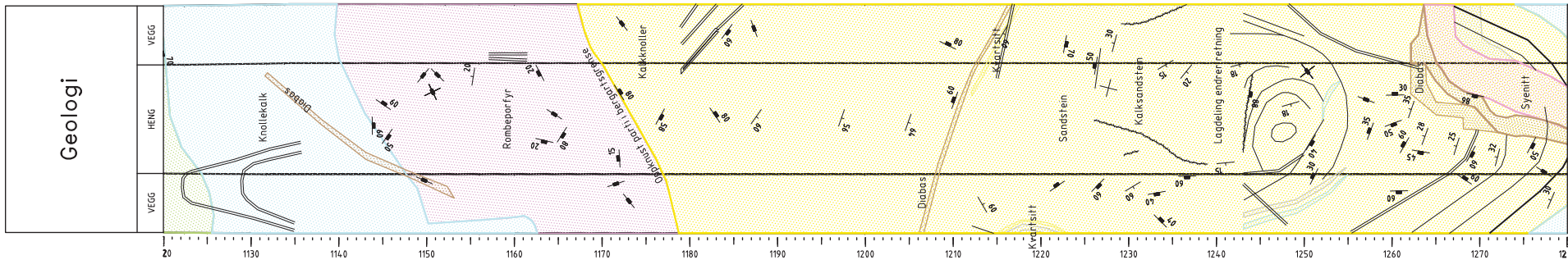
- ∞ - 20
- 20 - 70
- 70 - 125
- 125 - 155
- 155 - 175
- 175 - 210
- 210 - 260
- 260 - ∞

Tolket oppsprekning

- Solid
- Fractured

Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato
A	Som bygget	jørste	arinet	nilsro	12-01-2012
		Saksnummer			
		Tegningsdato		12-01-2012	
		Bestiller		Mari Barstad	
		Produsert for		Region øst	
		Produert av			
		Prosjektnummer			
		PROF-nummer		13050	
		Arkivreferanse			
		Byggverksnummer		2240	
		Målestokk A1		1:250	
Som bygget		Utarbeidet av		Kontrollert av	
		jørste		arinet	
		Godkjent av		nilsro	
		Konsulentarkiv			
		Tegningsnummer / revisjonsbokstav		V20-2105 A	

ROD/Jn	79.0	75/6.0	75/6.0	70/9.0	60/9.0	80/9.0	70/9.0	50/6.0	4.0/12	70/12	60/12	50/12	50/12	83/6.0	63/6.0	63/6.0	70/6.0	70/6.0	83/6.0	63/4.0	63/12	38/12	50/12	50/12	63/12	63/12	60/9.0	45/12	50/12	50/9.0	60/9.0	60/9.0	60/12	55/12	50/12	50/12	50/12	4.0/12				
Jr/Jn	79.0	15/2.0	15/2.0	15/2.0	15/3.0	15/4.0	15/4.0	15/4.0	1.0/4.0	15/4.0	10/4.0	10/4.0	1.0/3.0	10/3.0	15/2.0	1.0/2.0	15/3.0	1.0/3.0	15/2.0	15/2.0	1.0/2.0	0.50/4.0	15/4.0	10/4.0	15/4.0	15/4.0	10/4.0	10/4.0	15/4.0	10/4.0	10/4.0	10/4.0	10/4.0	10/4.0	10/4.0	10/4.0	10/4.0	10/4.0	10/4.0	10/4.0	10/4.0	10/4.0
Jw/SRF	1.0	1.0/2.5	1.0/2.5	1.0/2.5	1.0/2.5	1.0/2.5	1.0/2.5	1.0/2.5	1.0/2.5	1.0/2.5	1.0/2.5	1.0/2.5	0.66/1.0	1.0/1.0	1.0/1.0	1.0/1.0	1.0/2.5	1.0/2.5	1.0/2.5	1.0/2.5	1.0/2.5	1.0/2.5	1.0/2.5	1.0/2.5	1.0/2.5	1.0/2.5	1.0/2.5	1.0/2.5	1.0/2.5	1.0/2.5	1.0/2.5	1.0/2.5	1.0/2.5	1.0/2.5	1.0/2.5	1.0/2.5	1.0/2.5	1.0/2.5	1.0/2.5	1.0/2.5	1.0/2.5	
Q-Verdi	49	3.8	3.8	2.3	1.3	1.3	1.2	1.3	0.33	0.88	0.50	0.42	0.92	4.6	7.8	5.2	2.3	1.6	4.1	7.8	1.8	0.16	0.63	0.42	0.78	0.78	0.67	0.38	0.63	0.56	0.67	1.0	0.50	0.69	0.71	0.83	0.71	0.67	0.67	0.67		
Bergklasse																																										
Injeksjon																																										
		42619 Kg	35212 Kg	38914 Kg	25446 Kg	23465 Kg	22864 Kg	26187 Kg	30719 Kg	27555 Kg	16724 Kg	19925 Kg	25822 Kg	23205 Kg	16584 Kg	16643 Kg	22130 Kg	375 Kg	38871 Kg	37784 Kg	38928 Kg																					



**Geologiske registreringer**

- Sprekkesett
- Foliasjon
- Sprekk
- Steppe
- Svakhetszone smalere enn 1 m
- Svakhetszone bredere enn 1 m
- s Avskaling etter over 1 time
- ss Avskaling etter få minutter
- b Intenst bergslag

**Bergarter**

- Diabas
- Kalkstein
- Knollekalk
- Kvartsitt
- Leirsifer
- Leirstein
- Rombeperfyrt
- Sandstein
- Svartsifer

**Vann / -sikring**

- Lekkasje, punkt
- Lekkasje, område/interval

**Bergklasser**

- A - Svært/ekstremt god (4,0-10,0)
- B - God (10-4)
- C - Middels (4-10)
- D - Dårlig (1-4)
- E - Svært dårlig (0,1-1)
- F - Ekstremt dårlig (0,01-0,1)
- G - Eksepsjonelt dårlig (0,001-0,01)
- Ikke kartlagt med Q-verdi

**Tolket vannforekomst**

- Dry
- High water flow

Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato
A	Som bygget	Jørste	arinet	nilsro	12-01-2012
Saksnummer					
Tegningsdato				12-01-2012	
Bestiller				Mari Barstad	
Produsert for				Region øst	
Produisert av					
Rv. 150 Ring 3 Ulven - Sinsen Lørentunnelen Teisen - Sinsen Løp B					
<b>Ingeniørgeologisk dokumentasjon</b>					
Innlekkasje profil 1120.000 - 1280.000					
Som bygget					
Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv	Tegningsnummer / revisjonsbakstav	
Jørste	arinet	nilsro		V20-2210	A





Statens vegvesen  
Vegdirektoratet  
Publikasjonsekspedisjonen  
Postboks 8142 Dep 0033 OSLO  
Tlf: (+47 915) 02030  
publvd@vegvesen.no

ISSN: 1893-1162

vegvesen.no

**Trygt fram sammen**