

Beregnet til
Nye Veier

Dokument type
Rapport

Dato
21.02.2025

HOMMELVIKKRYSSET, ENDRING AV REGULERINGSPLAN FOR NY E6 MELLOM LEISTAD OG STJØRDAL GRENSE

FAGRAPPORF FOR INGENIØRGEOLGI



HOMMELVIKKRYSSET, ENDRING AV REGULERINGSPLAN FOR NY E6 MELLOM LEISTAD OG STJØRDAL GRENSE FAGRAPPORRT FOR INGENIØRGEOLOGI

Oppdragsnavn **E6 Ranheim Værnes Fase 3 Avrop 6**
Prosjekt nr. **1350057842**
(Rambøll)
P.nr. Nye vegger
Dokumentnr. **E6RV-RAM-GEO-RAP-DS45-1001**
Mottaker **Nye Vegger**
Dokument type **Rapport**
Revisjon **02**
Beskrivelse **Ingeniørgeologisk rapport for omreguleringsplan, dagsone 4/5.**

Revisjon	Dato	Utført av	Faglig kontrollert av	Godkjent av	Beskrivelse
01	20.12.2024	BRAN	SVPT	EHLTRH	
02	21.02.2025	BRAN	PRAM	EHLTRH	Endringer etter UAK

SAMMENDRAG

Rambøll er engasjert av Nye Veger i prosjektet E6 Ranheim – Værnes Fase 3 ved Avrop 6 for omregulering av Hommelvikkrysset på strekningen E6 Sveberg – Hell. Omfanget av denne rapporten er å vurdere designet av bergskjæringene og andre geologiske tiltak. Skredfarevurdering for strekningen er omtalt i egen rapport.

Omregulering av Hommelvikkrysset starter nord for nye Hommelvik bru ved profilnummer 15500. Vegen svinger lett mot nord før nye E6 går over lokalveg 613100 ved profilnummer 16000. Langs lokalvegen er det planlagt en bergskjæring på opptil 8 m. Videre går E6 forbi Hommelvik bergskjæring som er en utvidelse av eksisterende bergskjæring og er planlagt å være omtrent 300 m lang. Høyden på bergskjæringen er hovedsakelig mellom 0 – 15 m, unntatt en strekning på ca. 40 m fra profilnummer 16100 – 16140 som blir opptil 45 m høy. Mellom profilnummer 16040-16140 blir bergskjæringen å følge en tolket svakhetszone. Det anbefalte designet i dette området må justeres til de geologiske forholdene som avdekkes i byggefasen.

Lengst nord i omreguleringen vil vegen passere en eksisterende bergskjæring foran vestlig påhugg til Helltunnelen. Utvidelse av denne er ikke nødvendig, men det anbefales imidlertid oppfølging av eksisterende bergsikring, og eventuelt supplering av sikring dersom den ikke oppfyller dagens krav.

Behovet for tiltak før hver sprengning må vurderes fortløpende. Spesielt i områder hvor utglidninger/nedfall vil ha stor innvirkning på tilstøtende terreng, veger og lignende. Midlertidig sikringstiltak som forbolting, sømboring, etc. er forventet å være nødvendig. For alle bergskjæringene må det endelige designet justeres basert på observasjoner av bergmassen etter fjerning av jord og vegetasjon, før sprengningsarbeidene starter.

Bergartstypene er omdannede sedimentære bergarter, hovedsakelig metagråvakke med vekslende lag av fyllitt. Det er også observert konglomerat, blant annet i kjerner hentet fra eksisterende bergskjæring ved profilnummer 16040-16140. Feltobservasjoner viser at bergmassen generelt er lite til moderat oppsprukket, men kan lokalt være svært oppsprukket i enkelte soner. Det forventes ikke tykke løsmassedekker på topp av bergskjæringene.

INNHALDSFORTEGNELSE

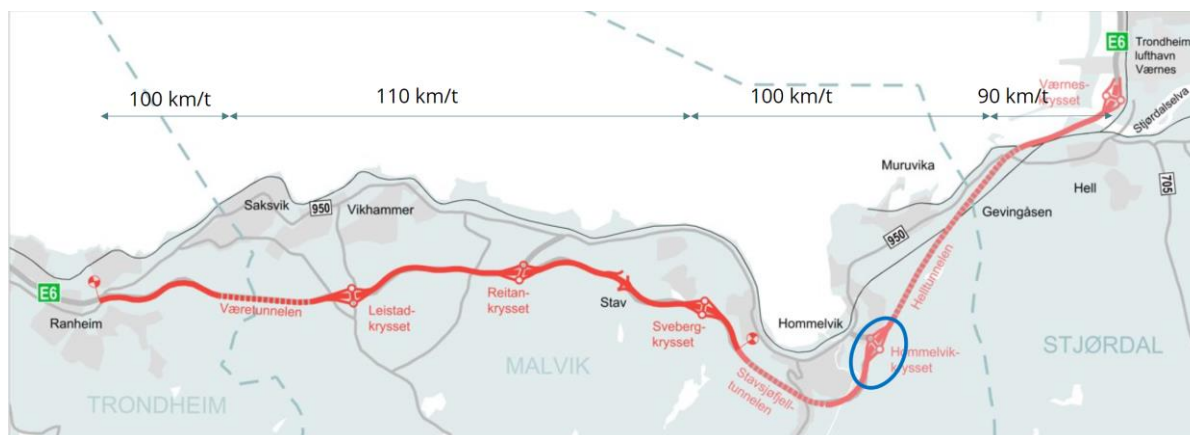
Sammendrag	3
1. INNLEDNING	6
1.1 BAKGRUNN	6
1.2 OMREGULERING	6
1.3 Omfang	8
1.4 Retningslinjer og standard	8
1.5 Geoteknisk kategori	8
1.6 Konsekvensklasse og pålitelighetsklasse og krav til kontroll (CC/RC)	10
DEL 1 Faktadel	12
2. Veglinje og planlagte bergskjæringer	12
2.1 Bergskjæringer	14
2.1.1 Bergskjæring langs lokalveg 613100 (50-120)	14
2.1.2 Hommelvik bergskjæring (16040 - 16330)	14
2.1.3 Eksisterende bergskjæring ved Helltunnelen (17030-17130)	16
2.1.4 Bergskjæring langs lokalveg 915000 (75-115 og 140-160)	16
3. Grunnforhold	17
3.1 Topografi	17
3.2 Bergarter	17
3.2.1 Bergmassebeskrivelse	18
3.2.2 Potensiale for syredannede bergarter	20
3.2.3 Løsmasser	22
4. Sprekkekartlegging og svakhetssoner	23
4.1 Hommelvik bergskjæring	23
4.1.1 Sprekkekartlegging med drone	25
4.2 Svakhetssoner og lineasjoner	29
4.2.1 Svakhetszone 1	30
4.2.2 Svakhetszone 2	32
5. Hydrologiske og hydrogeologiske forhold	33
5.1 Overflatevann og isdannelse	33
5.2 Vannbrønner og markfuktighet	34
6. Utførte undersøkelser	36
6.1 Grunnundersøkelser	36
6.2 Rapporter fra tidligere planfaser	36
6.3 Befaringer	37
7. Skredfare	37
8. Spesielle lokale hensyn	37
8.1 K66 Støttemur	37
DEL 2 Tolkingsdel	38
9. Skjæringsstabilitet	38

9.1	Skjæringsstabilitet - kinematisk analyse	38
9.1.1	Plan utglidning	38
9.1.2	Kileutglidning	39
9.1.3	Toppling	40
9.2	Svakhetssone 1	41
9.3	Svakhetssone 2	41
10.	Løsmasser på topp av skjæring	42
11.	Sikringstiltak/- metoder	42
12.	Sikringsmengder	43
13.	Drenering, avskjæringsgrøfter og nedføringsrennert	44
14.	Uttaksmetode	45
14.1	Hommelvik bergskjæring ved 16100 – 16140	45
15.	Boring, sprengning og borhullsavvik	46
16.	Skjæringsutforming og fanggrøft	47
16.1	Hommelvik bergskjæring (16100 - 16140)	48
16.2	Lokal veg 613100	49
17.	Vurdering av skredfare	50
18.	Kvalitet på steinmaterialer	50
18.1	Bergmasseforhold og svakhetssoner	50
18.2	Mekaniske egenskaper	50
19.	Sprengningsmetode	51
20.	Ytre miljø	51
21.	Usikkerheter og risiko	52
21.1	Tiltak ved sprengning	52
21.1.1	Dagens E6	52
21.1.2	Kvikkleire	52
21.2	Svakhetssone 1 (Hommelvik bergskjæring)	52
21.3	Andre usikkerheter og risiko	52
22.	Forslag til bemanning i byggefasen	53
23.	Forslag til videre arbeider	53
24.	Referanser	53
Vedlegg 1:	Geologiskkart	55
Vedlegg 2:	Løsmassekart	55
Vedlegg 3:	Tverrprofiler	55
Vedlegg 4:	Utformingsalternativ for Hommelvik bergskjæring	55

1. INNLEDNING

1.1 BAKGRUNN

Utbyggingen av E6 på strekningen Ranheim-Værnes er i gang, og første etappe mellom Ranheim og Stav skal stå ferdig i 2027.



Figur 1: E6 strekningen Ranheim – Værnes

Rambøll utførte en verdianalyse for Nye Veger på hele prosjektstrekningen E6 Ranheim – Værnes i første halvår av 2024. I verdianalysen var det spesielt fokus på kostnadsbesparelser, redusert klimagassutslipp og mindre arealbeslag.

På Hommelvik ble det vurdert å være et stort besparingspotensiale ved å redusere fjellskjæringen ved Hommelvik ved å flytte vegen lengre ut. Da det er svært vanskelig å etablere tilfredsstillende sikring av berg/steinsprang over fjellskjæringa hvis den ikke flyttes. Flyttingen av veglinja gir en enklere og sikrere anleggsgjennomføring og mindre arealbeslag inkl. mindre domminerede visuelt uttrykk for den nye vegen.

1.2 OMBREGULERING

Hensikten med planforslaget er å endre en del av reguleringsplanen; *Reguleringsplan for ny E6 mellom Leistad og Stjørdal grense, ved Hommelvikkrysset.*

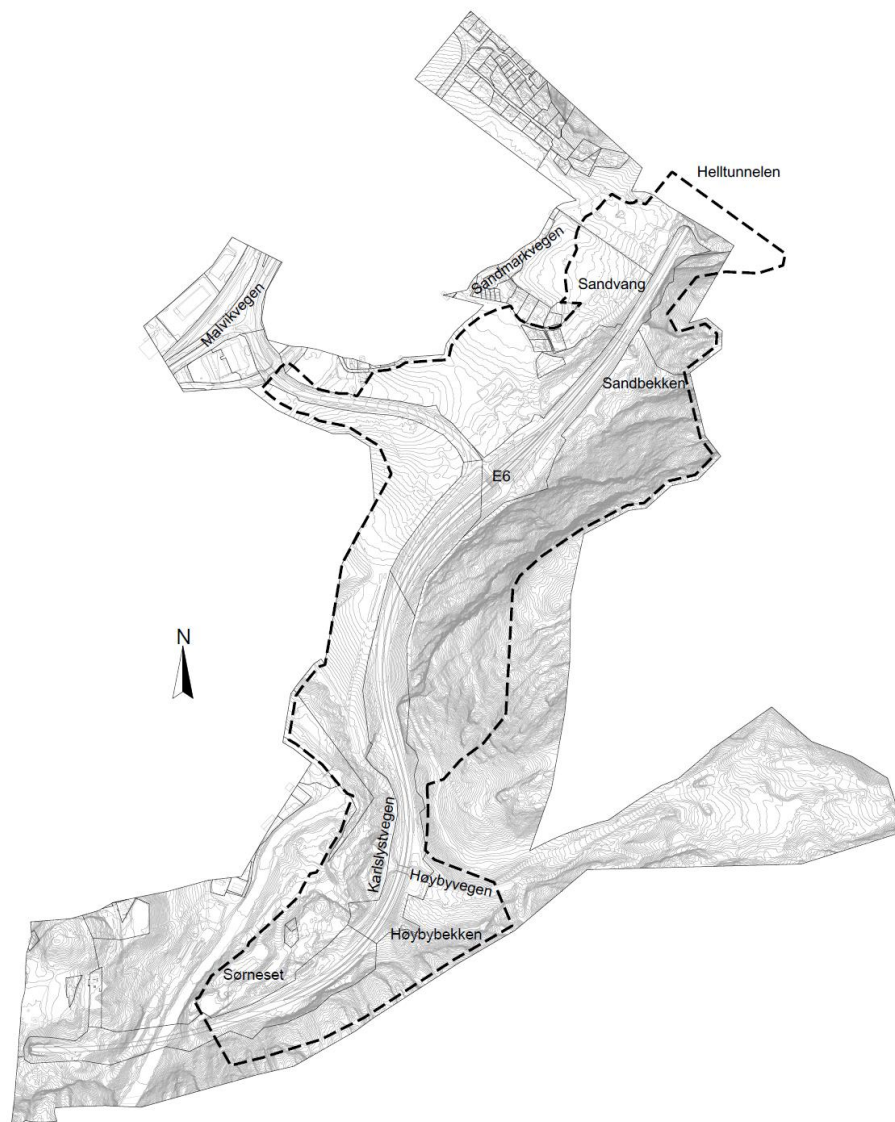
Følgende tiltak som omreguleres i denne planen:

- Linjeføring på E6 med reduksjon av hastighet for å redusere fjellskjæring
- Kryssutforming for Hommelvikkrysset med tilhørende kollektivholdeplasser og g/s-vegsystemet
- Pendlerparkeringen

Reguleringsplanarbeid i Hommelvik tar utgangspunkt i løsning med fire felt på E6, men vegen planlegges dimensjonert for fartsgrense 100 km/t i stedet for 110 km/t slik som i gjeldende plan fra 2020. En slik løsningen kan utnytt mulighetene som reduserte krav til horisontal- og vertikalkurvatur gir for å i større grad unngå svært kompliserte sikringstiltak i naturlig bratt terreng over E6. Gjennom planarbeidet er veglinja optimaliseringer for å sikre en løsning som i størst mulig

grad unngår store sikringstiltakene, men samtidig ikke skaper nye kompliserte elementer spesielt med tanke på utfordrende geotekniske forhold i området.

Justeringen av veglinja innebærer at veglinja flyttes horisontalt mot nordvest (utover i terrenget) fra nord for Høybybekken og gjennom kryssområdet. Mot Høybybekken er mulig forflytting begrenset av den store støttemuren som går over bekkelulverten til Høybybekken. Bygging av muren er igangsatt. Endringen omfatter også en justering av veggeometrien/kryssløsning ved Hommelvik der det reguleres et ruterkryss der rampene knyttes sammen med sekundærveg med rundkjøringer. Det etableres holdeplasser for buss langs de nordvendte rampene. Holdeplassene tilknyttes gang- og sykkelvegssystemet samt pendlerparkering. Pendlerparkeringen reguleres som en enkelt gate med vinkelrett parkering på hver side av denne og trekkes også lengere vegg fra fjellskjæringa.



Figur 2: Plangrense for omregulering av Hommelvikkrysset.

1.3 Omfang

Omfanget av rapporten er omregulering av ny veglinje med hensyn på tilhørende bergskjæringer og andre ingeniørgeologiske tiltak i dagsone 4-5 (DS45), fra Hommelvikbrua til vestre påhugg ved Helltunnelen. Store deler av rapporten er basert på observasjoner og rapport fra tidligere detaljprosjekteringsfase som er modifisert iht. til endringer i forbindelse med nye vegtrase.

Påhuggområdet til Stavsjøfjelltunnelen og Helltunnelen er beskrevet i separate rapporter [1] [2] [3] [4]. Bergskjæringen ved påhugget til Helltunnelen er ikke tatt med i rapporten på grunn av at det ikke er planlagt arbeid i forbindelse med denne bergskjæringen.

Skredfarevurdering er beskrevet i rapport E6RV-RAM-GEO-RAP-DS45-1002 [5] og omtales heller ikke i denne rapporten.

1.4 Retningslinjer og standard

Utgangspunkt for dette arbeidet er retningslinjene fra Statens Vegvesen håndbok N200 (2024), kapittel 1.6.3 [6]. Denne rapporten inneholder ikke geotekniske vurderinger. For prosjektering knyttet til geoteknikk henvises det til geoteknisk rapport [7] [8].

I statens vegvesens håndbok N200, står det «I prosjekter som inkluderer skredsikringstiltak, kan det utarbeides en egen rapport om dette temaet». Denne opsjonen er valgt benyttet for denne rapporten, og skredtema er i sin helhet redegjort for i E6RV-RAM-GEO-RAP-DS45-1002 [5].

1.5 Geoteknisk kategori

Geoteknisk kategori skal fastsettes i samsvar med Eurokode 7 [9] og Statens Vegvesen håndbok N200 (2024) [6]. Ny E6 har flere bergskjæringer langs nordgående kjørefelt. I dette prosjektet er bergskjæringshøyden valgt som det avgjørende kriteriet for å definere geoteknisk kategori. Ifølge krav i N200 skal følgende bergskjæringer skal plasseres i geoteknisk kategori 3:

- bergskjæringer høyere enn 10 m (målt fra ferdig veg)
- bergskjæringer der svakhetssoner/slepper vil kunne føre til større utglidninger
- bergskjæringer i foten av høye skrånninger/fjellsider der inngrep vil kunne føre til stabilitetsproblemer
- bergskjæringer med skrånende terreng over skjæring, hvor det er nødvendig å ivareta skredfare og stabilitet
- bergskjæringer der det er nødvendig å ta hensyn til bygninger, konstruksjoner, infrastruktur o.l. i umiddelbar nærhet
- bergskjæringer i bergarter som vil kunne gi forurensende avrenning

Bergskjæringer som havner under geoteknisk kategori 2 er som følger:

- middels høye bergskjæringer, fra 3-5 meter og opptil 10 m, uten spesiell risiko eller vanskelige/uvanlige grunnforhold mht. sprengning og stabilitet

Resten faller inn under geoteknisk kategori 1. Bergskjæringen varierer i høyde og er opptil 45 m på det høyeste. Variasjonene i bergskjæringshøyder gjør at geoteknisk kategori differensieres, se Tabell 1.

Tabell 1: Geoteknisk kategori (GK) med høyde og plassering for nye bergskjæringer i DS45.

Profilnummer	Sør/ nordgående felt	Høyde [m]	Geoteknisk kategori	Begrunnelse
16040 – 16330	Nord	5-45	3	<p>Store deler av skjæringen er over 10 m. Det er utført en samlet vurdering (16040-16330) som tilsier GK3. Følgene deler er under 10 m:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 16040-16100 ligger under eksisterende skjæring (bratt terreng) som må hensyntas. • 16280-16300, tilstøtende bergskjæringer på begge sider er over 10 m.

Tabell 2: Geoteknisk kategori (GK) med høyde og plassering for eksisterende bergskjæringer i DS45.

Profilnummer	Sør/ nordgående felt	Høyde [m]	Geoteknisk kategori	Begrunnelse
17030-17140	Nord	0-35	3	Eksisterende bergskjæring langs planlagt E6. Over 10 m.

Tabell 3: Geoteknisk kategori (GK) med høyde og plassering for nye bergskjæringer langs lokalveger i DS45.

Navn på lokalveg	Profilnummer	Høyde [m]	Geoteknisk kategori	Begrunnelse
613100	50-120	5-8	2	Mellom 5 – 10 m. Er i nærheten av dagens E6, men skal støpes ifm. kulvert og er derfor vurdert som GK2.
915000	75-115	0-8	3	Tunnelportal (Helltunnelen) ligger i umiddelbar nærhet og må hensyntas.
915000	140-160	0-6	3	Tunnelportal (Helltunnelen) ligger i umiddelbar nærhet og må hensyntas.

1.6 Konsekvensklasse og pålitelighetsklasse og krav til kontroll (CC/RC)

For bergskjæringer skal konsekvensklassen og pålitelighetsklasse velges i henhold til Tabell 1.1.2-1 og Tabell 1.1.3-1 i håndbok N200, angitt i samletabell under, se Tabell 4.

Tabell 4: Forholdet mellom geoteknisk kategori og konsekvensklasse/pålitelighetsklasse [6].

Geoteknisk kategori	Konsekvensklasse (CC)	Pålitelighetsklasse (RC)
1	CC1	RC1
2	CC2	RC2
3	CC3	RC3/RC4

Eurokode 0 [10] gir videre føringer for krav til omfang av prosjekteringskontroll (PKK) og utførelseskontroll (UKK) avhengig av geoteknisk kategori, se Tabell 5.

Tabell 5: Forholdet mellom geoteknisk kategori og kontrollklasse.

Geoteknisk kategori	Prosjekteringskontrollklasse (PKK)	Utførelseskontrollklasse (UKK)
1	PKK1	UKK1
2	PKK2	UKK2
3	PKK3	UKK3

For geoteknisk kategori 3 er det krav til utvidet kontroll av prosjektering og utførelse, i henhold til vegnormal N200 [6]. Kontrollklasse PKK2/UKK2 setter krav til egenkontroll, systematisk kontroll (kollegakontroll), og utvidet kontroll (kan begrenses til en kontroll av at egenkontroll og internsystematisk kontroll er gjennomført og dokumentert).

Deler av bergskjæringene i **geoteknisk kategori 3** som gir krav om utvidet kontroll av prosjektering og utførelse er:

- Skjæring mellom 16040 – 16330
- Eksisterende skjæring mellom 17030-17140
- Skjæring langs lokalveg 915000 mellom 75 - 115
- Skjæring langs lokalveg 915000 mellom 140-160

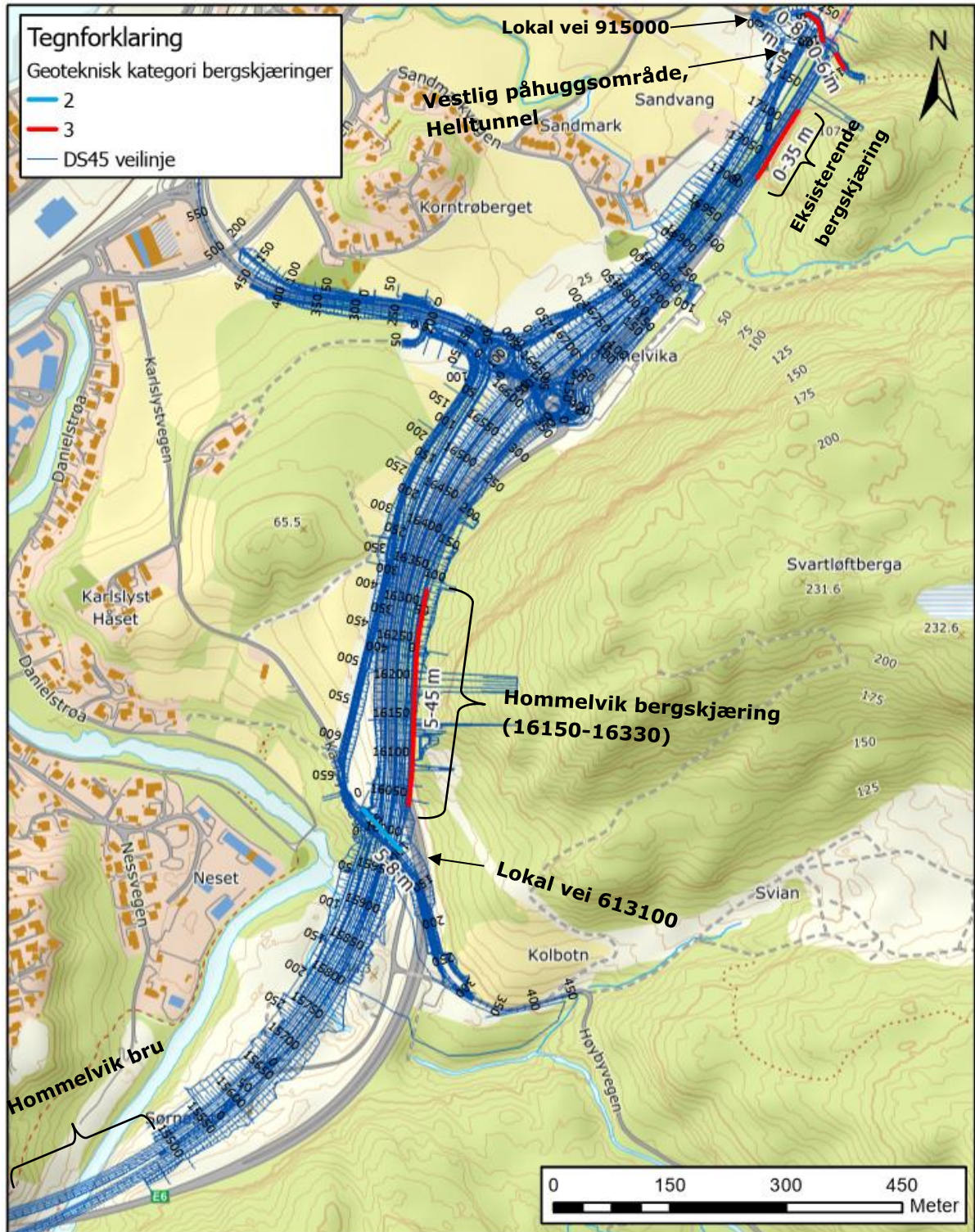
Deler av bergskjæringene i **geoteknisk kategori 2** som gir krav til utvidet kontroll, men som kan begrenses til en kontroll av at egenkontroll og internsystematisk kontroll er gjennomført og dokumentert:

- Skjæring langs lokalveg 613100 mellom 50-120

DEL 1 FAKTADEL

2. VEGLINJE OG PLANLAGTE BERGSKJÆRINGER

Ny E6 blir en firefelts motorveg med fartsgrense på 100 km/t som er høyere enn dagens E6 og medfører strengere krav til blant annet sikt. Dette vil resultere i behov for berguttak, og dermed etablering av nye bergskjæringer langs deler av vegtraséen. Kartet i Figur 3 viser utstrekningen, samt bergskjæringer definert i geoteknisk kategori 2 og 3. Dimensjonerende ÅDT på strekningen er over 30 000.



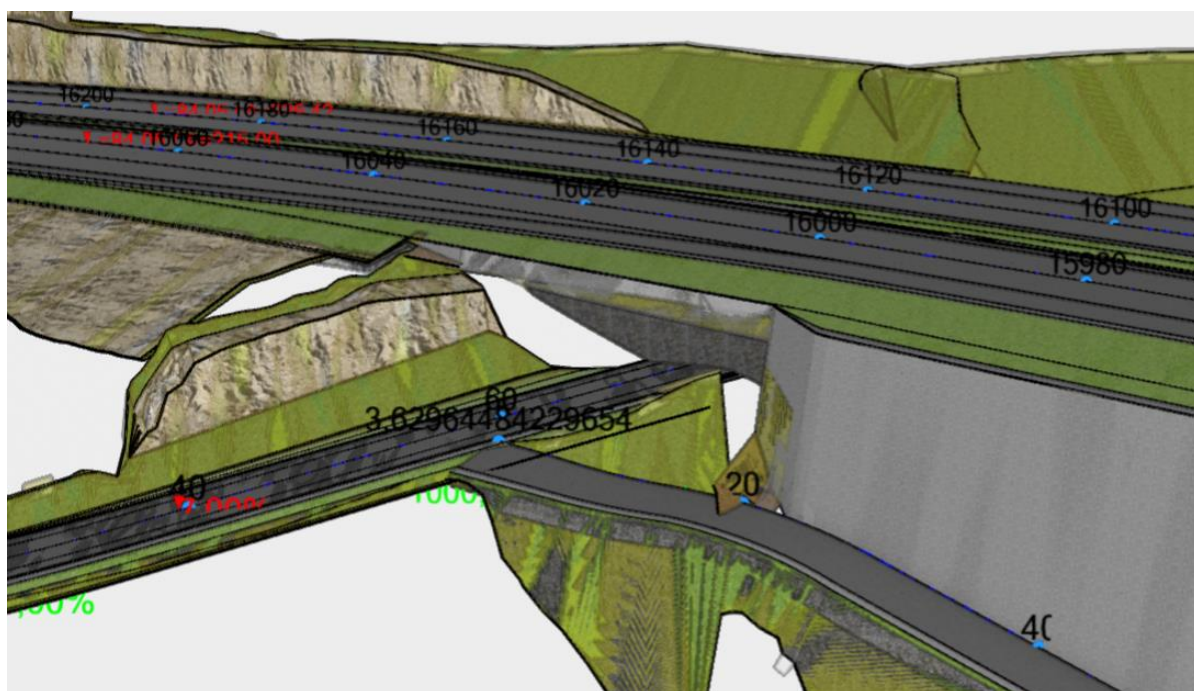
Figur 3: Oversiktskart. Veglinje, planlagte bergskjæringer og definert geoteknisk kategori (GK).

2.1 Bergskjæringer

Bergskjæringer innenfor geoteknisk kategori 2 og 3 er gitt i Tabell 1 - Tabell 3. Skjæringene innenfor geotekniske kategori 1 blir ikke beskrevet nærmere grunnet usikkerheter knyttet til endelig skjæringshøyde, og derav usikkerheter til behov for sikringstiltak. Lave bergskjæringer er som regel mindre utsatt for utglidninger/nedfall, medfører mindre konsekvenser og har mindre behov for sikringstiltak.

2.1.1 Bergskjæring langs lokalveg 613100 (50-120)

I forbindelse med ny lokalveg som går under ny E6 ved profilnummer 16000, er det nødvendig med sprengning og etablering av en kulvert, se Figur 4. Selve bergskjæringen blir ifølge modellen opptil 8 m høy og omtrent 80 m lang.

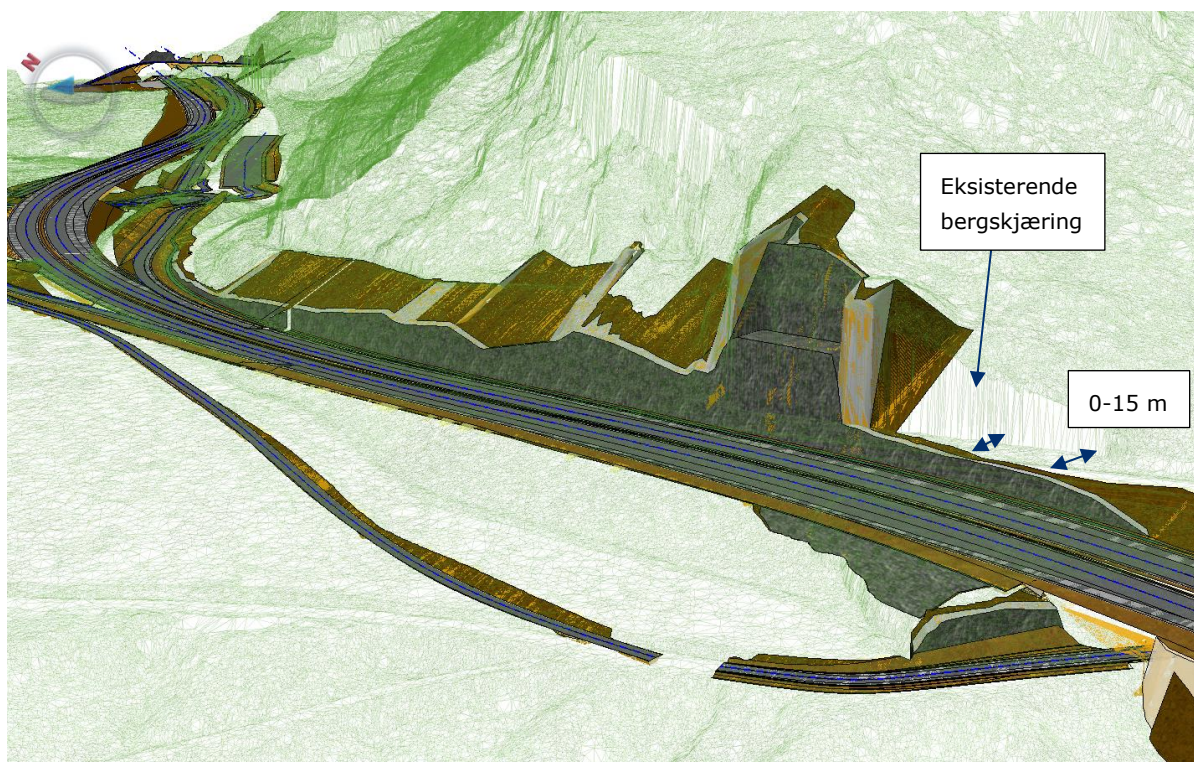


Figur 4: Utklipp fra modellen av bergskjæring (50-120) langs lokalveg 163100.

2.1.2 Hommelvik bergskjæring (16040 - 16330)

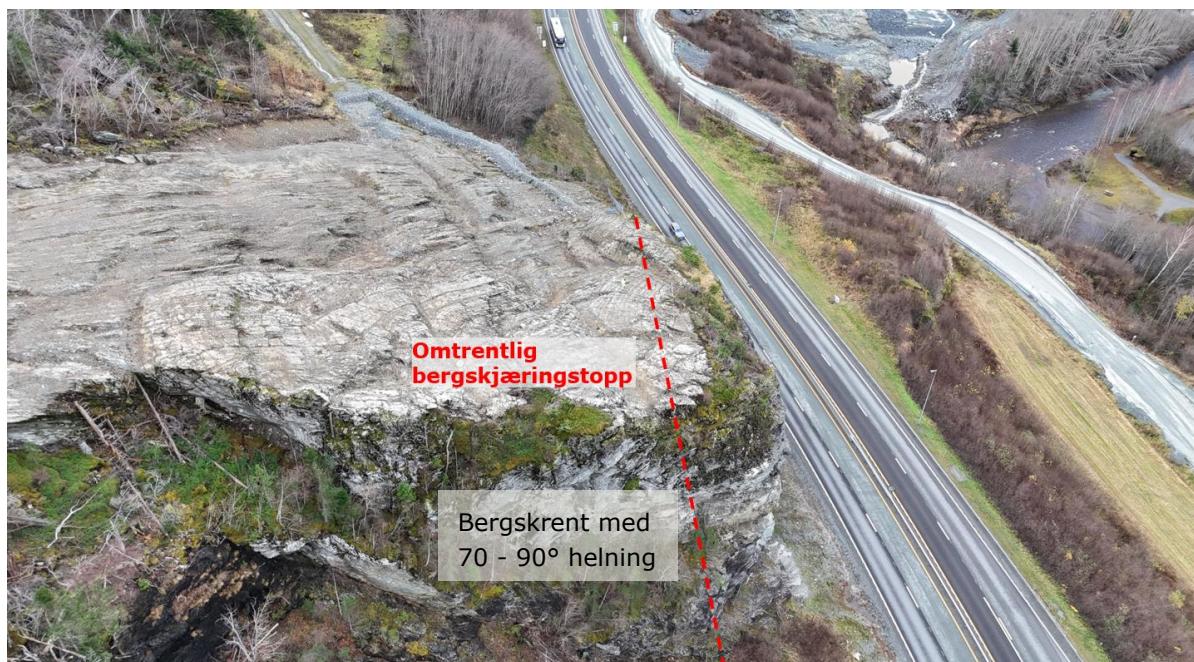
Ny E6 vil bli senket 0-5 m og flyttet opptil 25 m mot øst, sammenlignet med dagens E6 mellom profilnummer 16035 til 16500. Denne endringen resulterer i en utvidelse av eksisterende bergskjæring. Ny bergskjæring er hovedsakelig mellom 5 – 15 m høy, sett bort i fra en strekning på omtrent 40 m som er planlagt å være opptil 45 m.

Langs en strekning på 60 m (profilnummer 16040 til 16100) er ny bergskjæring planlagt etablert under dagens bergskjæring med en avstand på 0 – 15 m, se Figur 5.



Figur 5: Utklipp fra modellen av ny Hommelvik bergskjæring.

Eksisterende bergskjæring kan ses i Figur 6, der rød stiplet linje indikerer omtrentlig bergskjæringstopp til nye Hommelvik bergskjæring. Nord for eksisterende bergskjæring er det en naturlig bratt bergskrent.



Figur 6: Bilde av eksisterende bergskjæring tatt mot sør. Omtrentlig plassering av ny bergskjæring som fortsetter nordover fra bildet er markert i rød stiplet linje.

2.1.3 Eksisterende bergskjæring ved Helltunnelen (17030-17130)

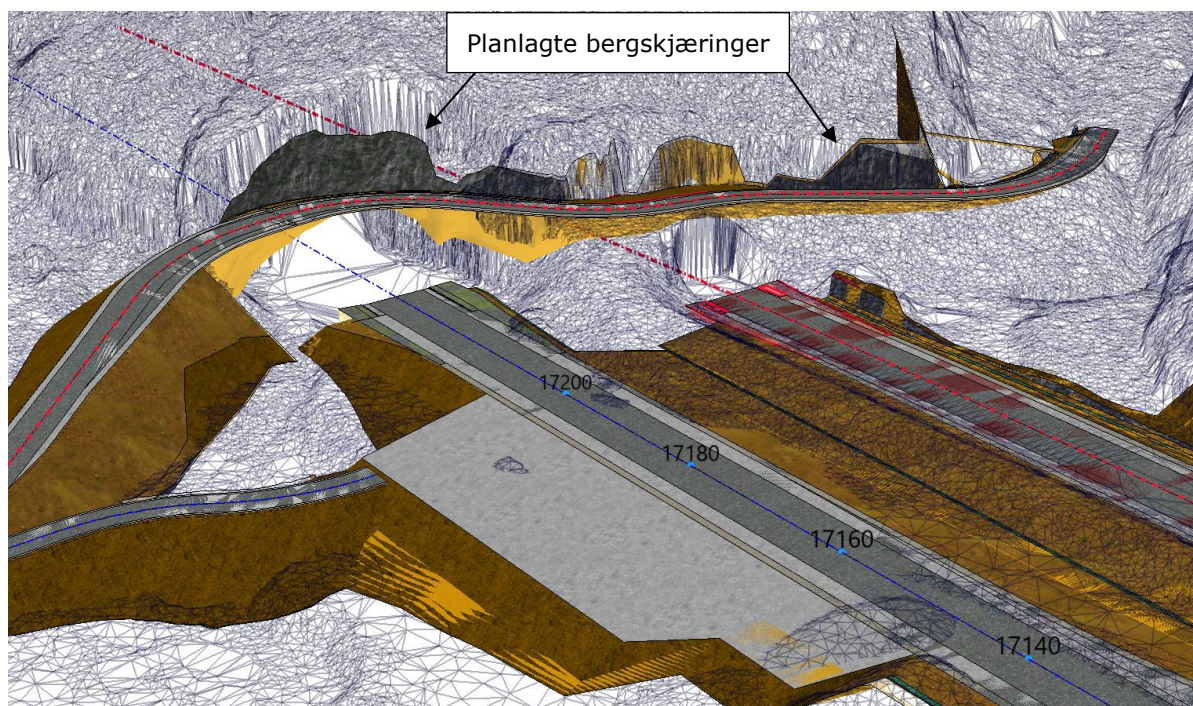
Bergskjæringen ble tatt ut tidlig 90-tallet og ligger langs ny planlagt veglinje. Den er opptil 35 m høy og 100 m lang, se. Det er ikke planlagt å utvide eller endre utforming på skjæringen, men på grunn av at denne går langs ny veglinje er det hensiktsmessig å vurdere stabilitet og tilstand på tidlige utført sikringstiltak iht. til dagens krav.



Figur 7: Eksisterende bergskjæring i nærheten av vestlig påhuggområde til Helltunnelen, fra profilnr. 17030-17130. Bildet er tatt mot sør.

2.1.4 Bergskjæring langs lokalveg 915000 (75-115 og 140-160)

Over portalene til nye og eksisterende Helltunnel skal det etableres en lokalveg med to bergskjæringer. Skjæringen mellom 75-115 og 140-160 er planlagt å være hhv. opptil 8 m og 6 m høy.



Figur 8: Utklipp fra modellen av nye bergskjæringer langs lokalveg 915000 (profilnummer 75-115 og 140-160) som skal etableres over portalene til Helltunnelen ved vestre påhuggsområde.

3. GRUNNFORHOLD

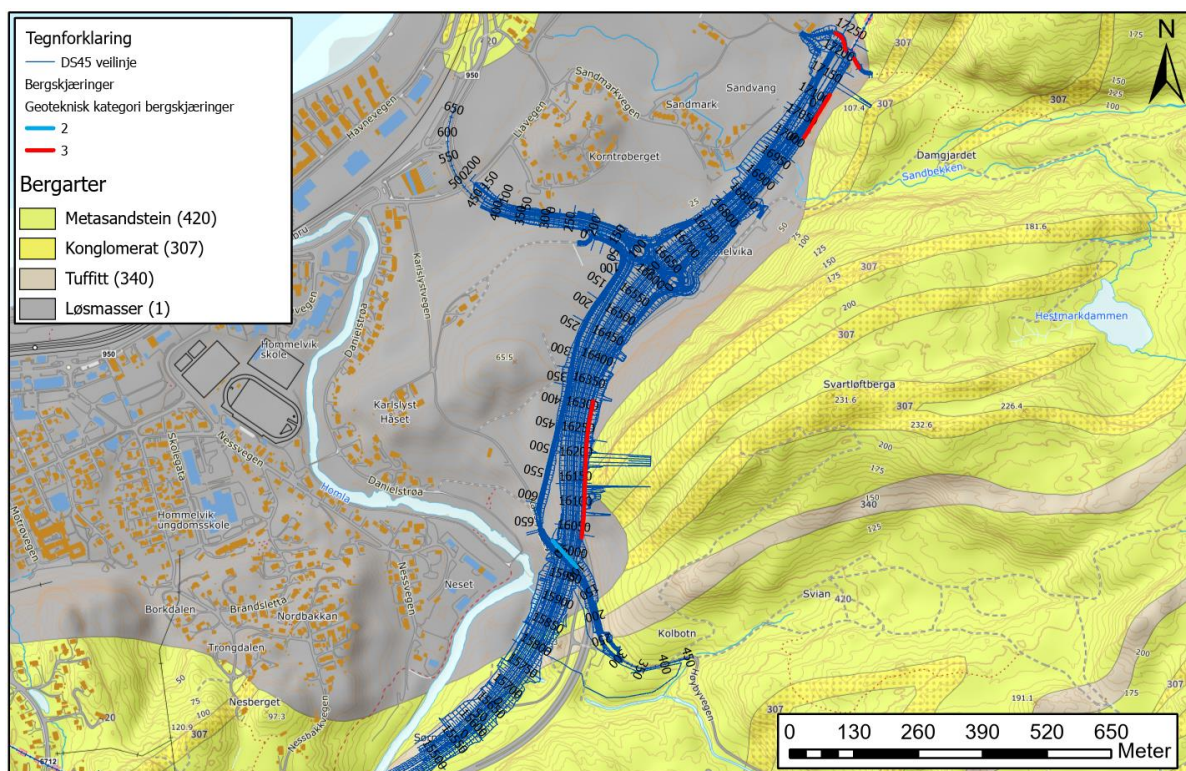
3.1 Topografi

Omregulering ved Hommelvikkrysset starter etter Hommelvikbroen hvor veglinjen svinger lett mot nord før den passerer Hommelvik bergskjæringen. Videre svinger vegen tilbake mot øst før det vestlige påhuggområdet til Helltunnelen. Terrenget sør og øst for nye E6 er preget av fjelltopper som strekker seg opp til 210 – 240 m (Middagshøgda, Gauphaugen, Svartløftberga og Hågenstadberga). Terrenget er generelt bratt med elvedaler mellom toppene i områdene hvor Homla, Høybybekken og Sandbekken ligger. Terrenget generelt, heller forsiktig mot fjorden i nord og vest for den nye E6.

Den eksisterende bergskjæringen ved Hommelvik er ca. 27 m høy og 100 m lang. Øst for skjæringstoppen stiger terrenget mot toppen av Svartløftberga, på 233 moh.. Det er flere bratte skråninger og klipper over den planlagte Hommelvik bergskjæringen, med høyder på ca. 20-50 m.

3.2 Bergarter

Figur 9 viser utklipp av NGUs berggrunnskart med vegtrasé og profilnummer inntegnet [11].



Figur 9: Berggrunnskart fra NGU med veglinje [11].

Bergartene med beskrivelser fra NGU [11] er som følger:

Konglomerat - Polymikt konglomerat, tildels konglomeratisk gråvakke.

Metasandstein - Metasandstein (metagråvakke), tynnbåndet, grågrønn, mørk grå tynnlaminert leirskifer og fyllitt i veksling.

Tuffitt - av ryolittisk sammensetning.

Bergartene er fremskjøvet under den kaledonske fjellkjededannelsen, og hører til den øvre skyvedekkeserien, nærmere bestemt Trondheimsdekkekomplekset. Berget består av omdannede sedimentære og vulkanske bergarter av antatt kambriums (541.0 - 485.4 Ma) til silurs alder (443.8 - 419.2 Ma) [11].

3.2.1 Bergmassebeskrivelse

Berggrunnskartet fra NGU samsvarer generelt bra med observasjoner fra felt. Bergmassebeskrivelse ut ifra observasjoner i felt og kjerneboringer er beskrevet under.

Hommelvik bergskjæring

Tre bergarter ble observert ved Hommelvik bergskjæring:

- Gråvakke – fin- til middelskornet bergart, med grågrønn farge på ferske bruddflater.
- Fyllitt/skifer – observert i overgang til gråvakke. Finkornet, mørk og lokalt tydelig skifrighet.
- Polymikt konglomerat – med klastestørrelser opp til omtrent 20 cm.

Den mest dominerende bergarten er gråvakke. Grensen mellom bergartene kan være vanskelig å identifisere. Bergartene er generelt ikke utsatt for forvitring og har en lav til moderat grad av oppsprekking. Soner med høy grad av oppsprekking og/eller lett forvitring forekommer sporadisk.

De forskjellige bergartstypene kan sees i Figur 10. I kjerneprøvene fra det naturlige terrenget over eksisterende bergskjæring, ble gråvakke og konglomerat identifisert, se datarapport E6RV-DJV-GE-RPT-DZ45-0002 [12]. Prøver av begge bergartstyper er testet i laboratoriet for å bestemme bergmekaniske egenskaper. De fastsatte gjennomsnittsverdiene er gitt i Tabell 6.



Figur 10: A: Gråvakke i overgang til fyllitt/skifer. B: Sone med forvitret fyllitt/skifer i massiv gråvakke. C: Skifer med høy grad av skifrihet. D: Polymikt konglomerat observert 100 meter øst for eksisterende bergskjæring.

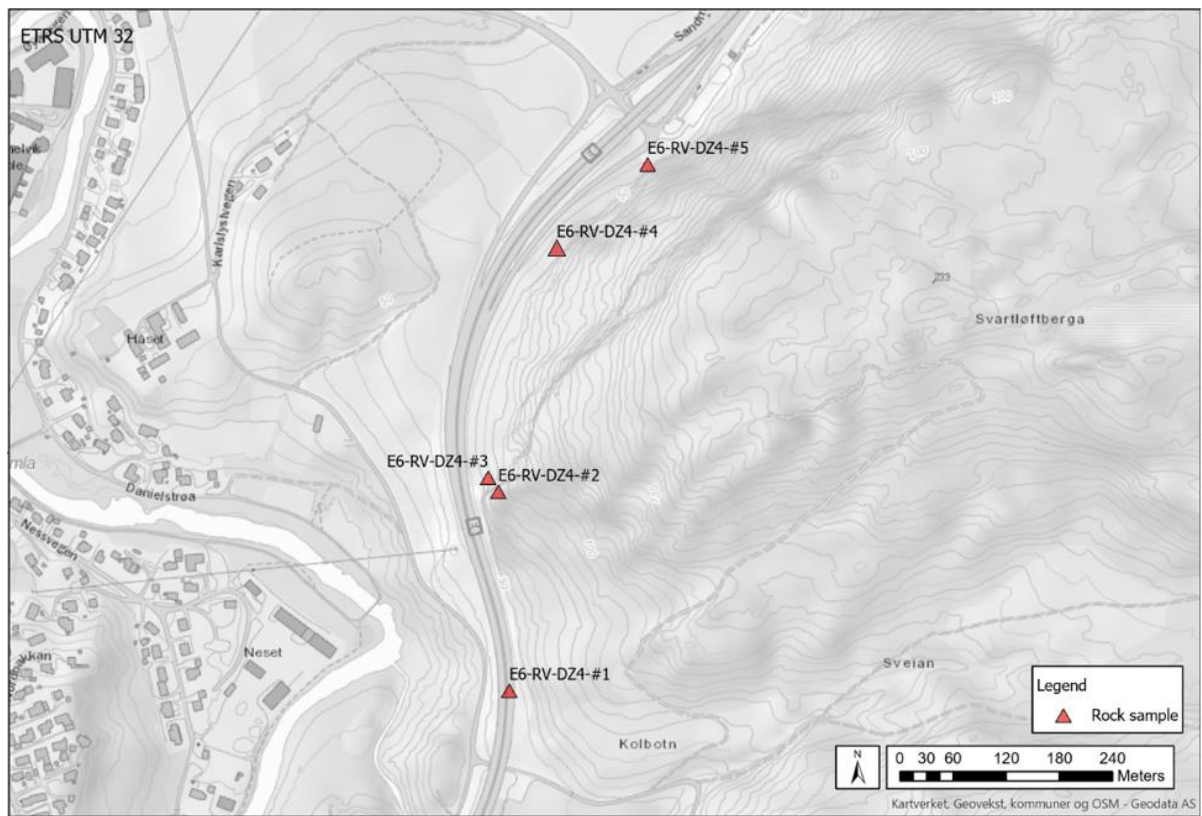
Tabell 6: Gjennomsnittsverdier for de mekaniske egenskapene til gråvakke og polymikt konglomerat fra kjerneprøver i det naturlige terrenget over den eksisterende bergskjæringen [12].

SAMPLE NO. (GIVEN BY SINTEF)		1	2
SAMPLE ID (GIVEN BY CLIENT)		Hommelvik Metagreywacke	Hommelvik Metaconglomerate
ROCK MECHANIC PROPERTY	UNIT	MEAN VALUES	
DENSITY (ρ)	kg/m ³	2761	2749
BASIC FRICTION ANGLE (ϕ_b)	degree °	31,9	31,3
YOUNG'S MODULUS (E)	GPa	47,8	54,1
POISSON'S RATIO (ν)	(Lateral contraction number)	0,240	0,212
UNIAXIAL COMPRESSIVE STRENGTH (σ_c)	MPa	66,4	89,3
ANGLE OF FAILURE (β)	degree °	34	25

1. Young's modulus and Poisson's ratio are calculated by use of the Tangent method at 50 % of UCS.
2. Basic friction angle is performed by the 3 core method.

3.2.2 Potensiale for syredannede bergarter

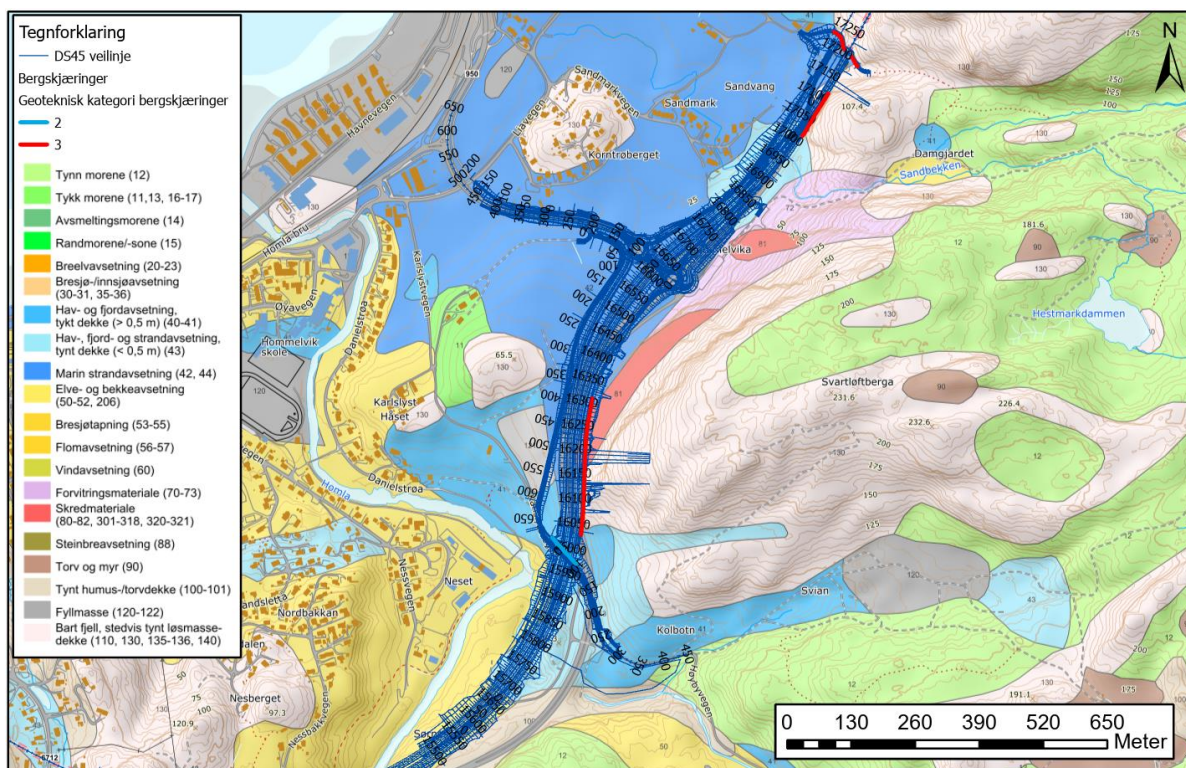
Områdets potensiale for syredannelse i berg har blitt testet der det er planlagt arbeid i berget. Figur 11 viser stedene for bergprøvetaking. Prøve #2 har testet positivt for et potensial for syredannelse [13]. De andre prøvene har ikke testet positivt. Se kapittel 20 for vurderingen av potensialet for syredannelse.



Figur 11: Plassering av innhentede bergprøver for testing av syredannende berg potensiale.

3.2.3 Løsmasser

Figur 12 viser utklipp av NGUs løsmassekart med vegtrasé og profilnummer inntegnet [14].



Figur 12: Løsmassekart fra NGU [14] med veglinje.

Løsmassene med beskrivelser fra NGU [14] er som følger:

Fluviale avsetninger - Materiale som er transportert og avsatt av elver og bekker. Sortert sand og grus dominerer, og partiklene er ofte godt rundet. Avsetningene kan ha meget varierende mektigheter. Typiske overflateformer er elvesletter, terrasser og vifter.

Hav- og fjordavsetning, sammenhengende dekke, stedvis med stor mektighet - Sammenhengende, finkornet marin avsetning med mektighet opp til mange ti-talls meter. Avsetningstypen kan også omfatte skredmasser fra kvikkleireskred, ofte angitt med tilleggssymbol.

Marin strandavsetning, sammenhengende dekke - Sammenhengende avsetning av strandvaskede, marine sedimenter, dannet av bølge- og strømkraft i strandsonen. Avsetningen danner ofte strandvoller. Materialet er ofte rundet og godt sortert. Kornstørrelsen varierer fra sand til blokk, men sand, grus og stein er vanligst. Strandavsetninger ligger som et forholdsvis tynt dekke over berggrunn eller andre sedimenter. Der avsetningen er stor nok til å danne figur på kartet brukes løsmassetypen til å angi utbredelsen og linjesymbolet for strandvull til å angi ryggformer.

Skredmateriale, sammenhengende dekke - Avsetninger dannet ved steinsprang, fjellskred, snøskred eller løsmasseskred fra bratte dalsider. Materialet kan inneholde alle kornstørrelser og ha varierende sorteringsgrad. Punktsymbol viser dominerende skredtype.

Forvittringsmateriale, usammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen - Usorterte løsmasser av varierende kornstørrelse. Materialet er dannet på stedet ved fysisk eller kjemisk nedbryting av berggrunnen. Gradvis overgang til underliggende fast fjell.

Plassering av geotekniske undersøkelser er vist i tegning V001 – V006, se Vedlegg 1. Resultatene viser at løsmassene på strekningen fra Hommelvik bru til Hommelvik bergskjæring, består av lagdelte masser av sand, silt, leire og morene med mektighet på omtrent 5 - 15 m. Strekingen langs med Hommelvik bergskjæring består av lagdelt jord av fin sand og grus med noe organisk materiale over lag av leire, silt og sand. Dybden fra terreng til berg øker mot vest og nordvest, med bestemte dybder på henholdsvis 14 og 23 meter. Fra profilnummer 16340 til Helltunnelen består løsmassene hovedsakelig av et topplag med sand/silt over et lag med kvikkleire som har varierende mektighet opptil 18 m. Området med kvikkleire er lokalisert både under og vest for eksisterende E6. Se geoteknisk datarapport for ytterligere informasjon [7].

4. SPREKKEKARTLEGGING OG SVAKHETSSONER

Sprekkekartlegging er utført i felt med kompass og med drone. Orientering til sprekkemålingene er oppgitt i fall/fallretning, ##°/###°.

4.1 Hommelvik bergskjæring

Det er identifisert fem sprekkesett hvor to av sprekkesettene er foliasjonsprekker, se Figur 13. I tillegg er det observert tilfeldige sprekker. Ikke alle sprekkesettene er til stede i samme område.

Foliasjon F: fallet til foliasjonen varierer generelt mot S/SØ eller SV, trolig på grunn av folding. Grunnet variasjonen er foliasjon delt inn i F0 og F1:

Foliasjon F0: 25-55°/160-180°. Fallretning mot S-SØ der variasjon trolig skyldes folding. Sprekkeplanene er hovedsakelig plan og glatt til delvis ru. Dominerende sprekketholdenhet er 0,5-5 m, med en sprekkavstand på omtrent 0,1-5 m. Utholdenhet på over 20 m er observert. F0 er kun funnet i sørlig del av eksisterende bergskjæring.

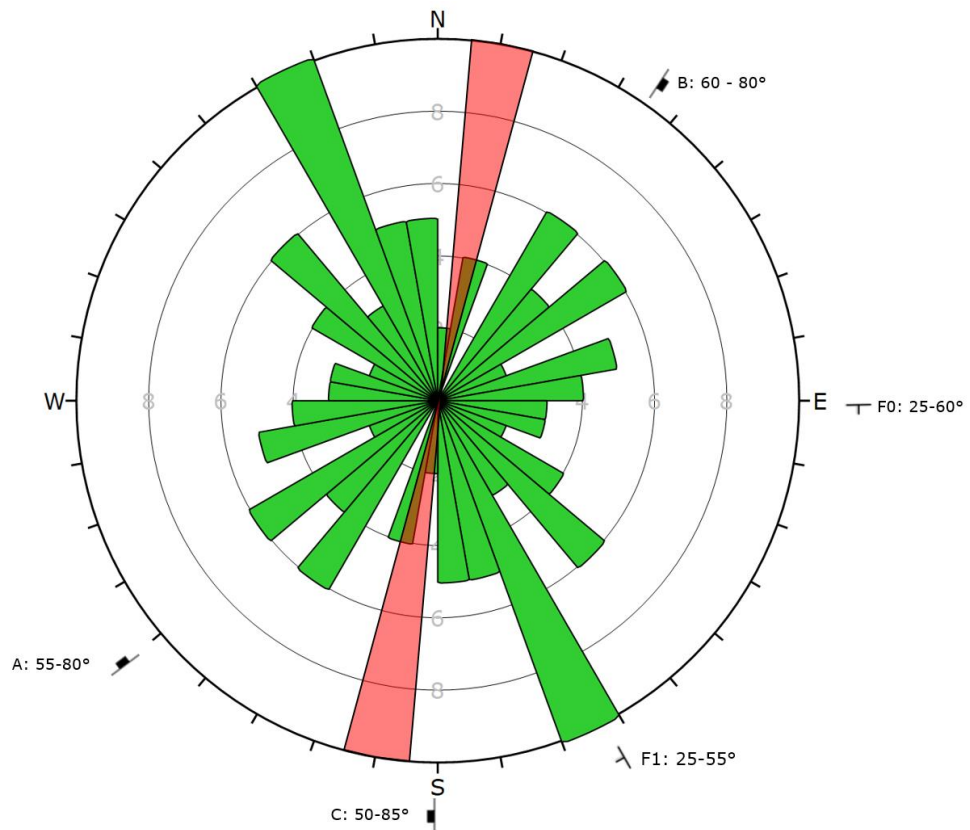
Foliasjon F1: 25-55°/190-240°. Varierende fallretning, men generelt mot SV. Sprekkavstanden er 0,1-1 m med sprekketholdenhet på 0,5-5 m. Distinkte sprekkplan er observert i den nordvendte klippen (nord for eksisterende bergskjæring), spesielt i foten. Mot pendlerparkeringen øker sprekkavstanden til 0,5-3 m og utholdenheten til 0,5-10 m.

Sprekkesett A (SSA), 55-80°/300-330°. Sprekkeplanene er både plan og undulerende, mens sprekkflatene er glatt til ru. Sprekketholdenheten varierer fra omtrent 5 m til mer enn 20 m, se Figur 14. Sprekksettet ble funnet over hele kartlagte område. Sprekkavstanden er omtrent 0,5-5 m.

Sprekkesett B (SSB), 60-80°/100-140°. Sprekkeplanene er plan og glatt. Generelt er sprekketholdenhet på 5-10 m, men enkelte steder over 20 m. Sprekkavstanden er 0,5-10 m. Det er også observert overfladiske sprekkplan med avstand mindre enn 1 m som kun ble observert enkelte områder. Selve sprekksettet ble funnet langs hele kartlagte område.

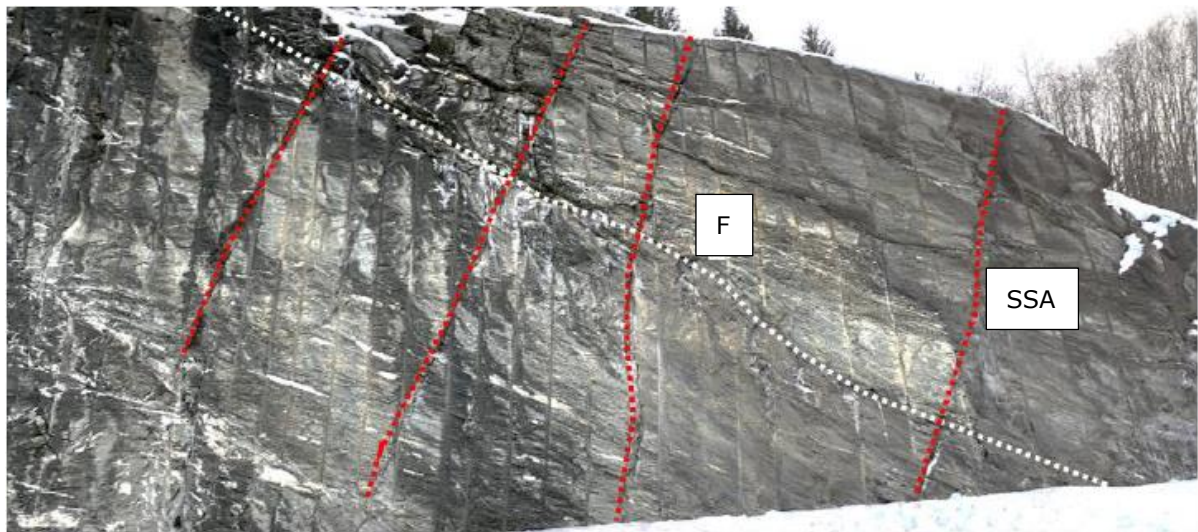
Sprekkesett C (SSC), 50-85°/240-265°. Sprekkeplanene er plane og ru med stor sprekketholdenhet, vanligvis over 10 m. Sprekkavstanden er generelt 2-5 m i områdene der

sprekkene opptrer flere ganger. Enkeltsprekker er også observert. Sprekksettet ble funnet langs hele kartlagte område, men mer sporadisk enn JA og JB.

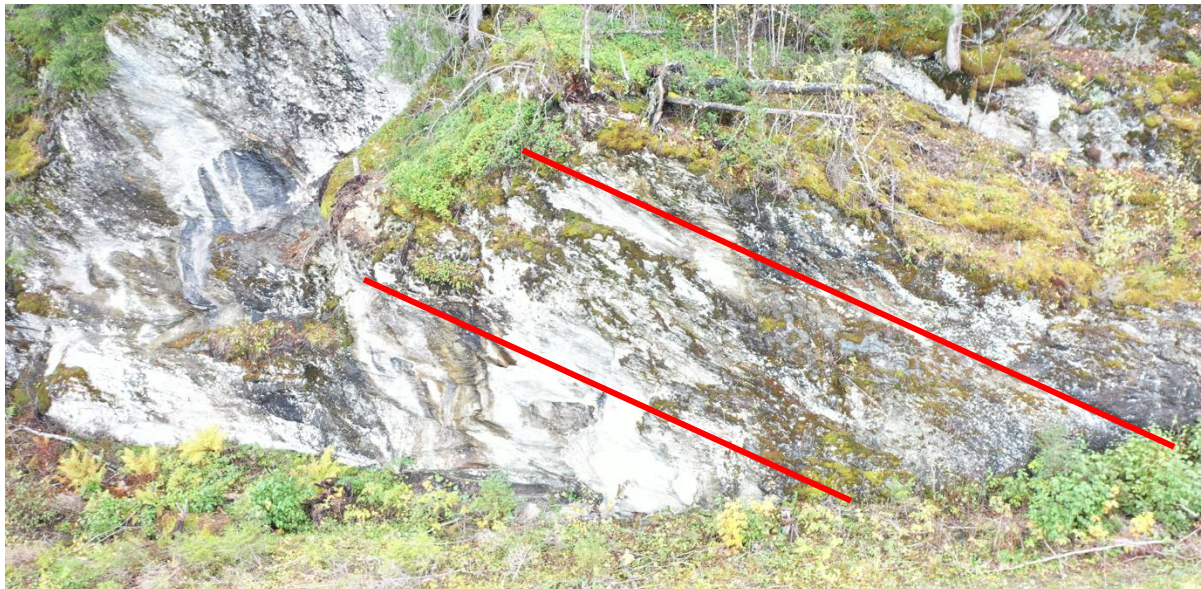


Figur 13: Sprekkerose for Hommelvik bergskjæring. Omtrent orientering til planlagt veglinje er markert i rødt.

Bergmassen i eksisterende bergskjæring framstår som massiv med lav grad av oppsprekking. Soner med dårligere berg forekommer sporadisk. Gjennomsettende oppsprekking langs foliasjon F0 og sprekksett A kan ses i Figur 14. Foliasjon F1 er vist i Figur 15.



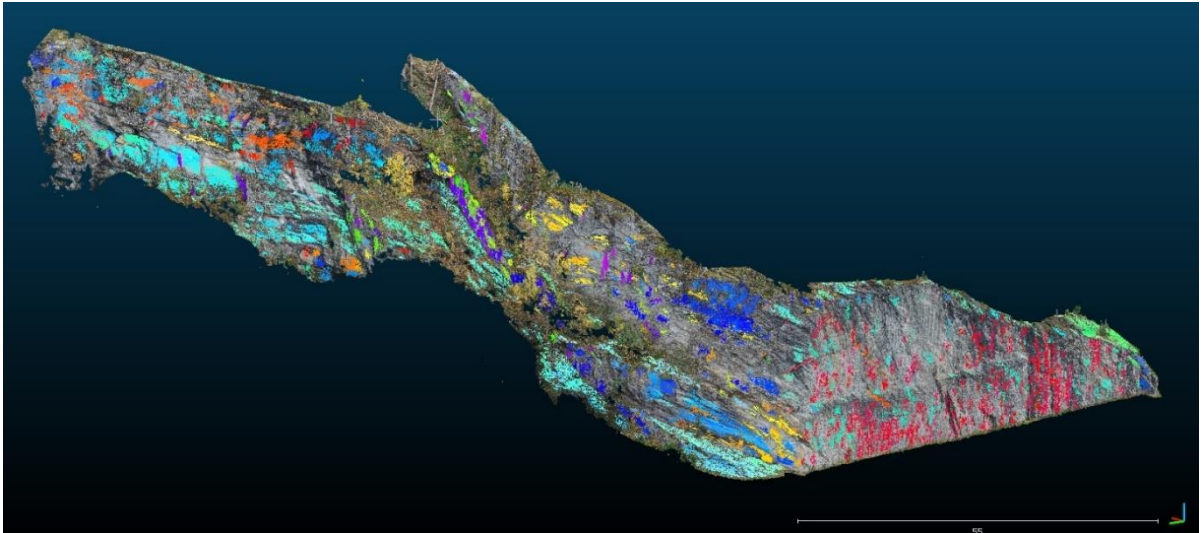
Figur 14: Eksisterende bergskjæring ved Hommelvik med sprekker langs foliasjon og sprekkesett A. Foliasjon er vist i hvit stiplet linje og er gjennomsettende. SSA er vist i rød stiplet linje.



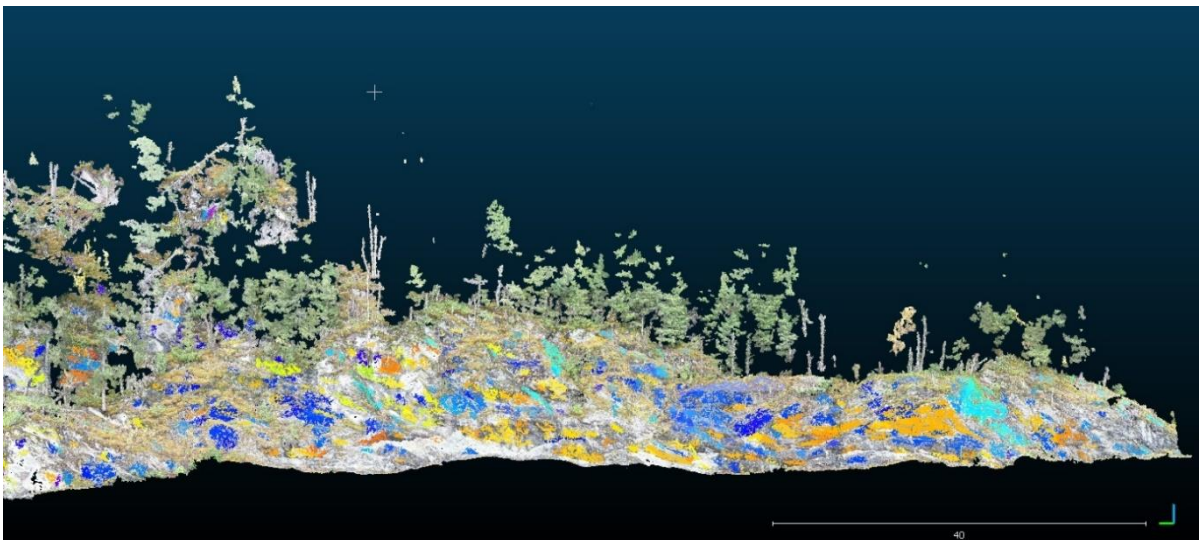
Figur 15: Naturlig fjellskråning omtrent ved profilnummer 16500. Foliasjonen er indikert med røde linje.

4.1.1 Sprekkekartlegging med drone

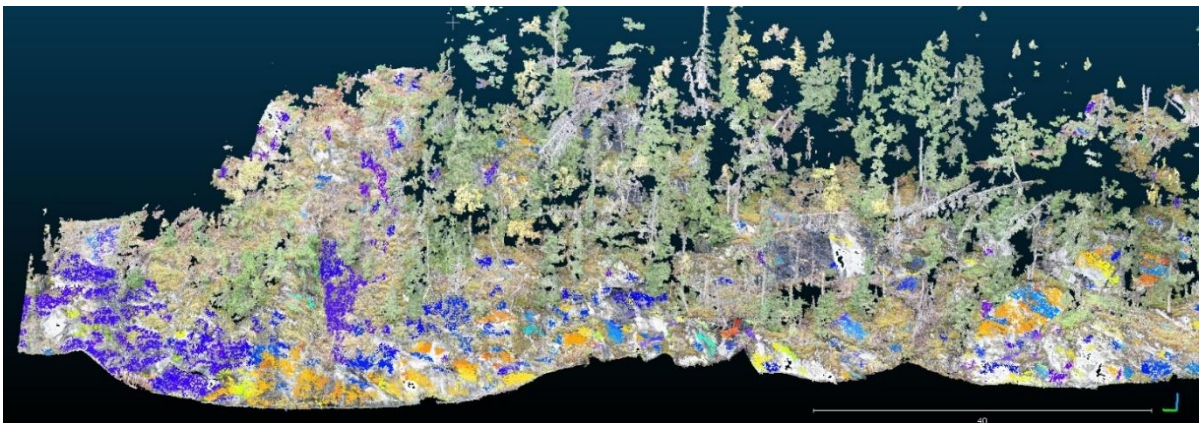
Den naturlige fjellskråningen langs eksisterende E6 og eksisterende bergskjæring er blitt kartlagt med drone. Kartleggingen ble utført for å vurdere om de samme sprekkesettene vises langs hele området. Dronebildene ble deretter behandlet i Pix4D for å lage en 3D-modell, hvor sprekkeplan ble eksportert fra ved hjelp av et script. Sprekkeplan med lik fallretning har fått en farge som vist i Figur 16 - Figur 18. Den sprengte fasaden av bergskjæringen gir en overrepresentasjon av plan som faller mot øst (rød farge). Dette er hensyntatt og korrigert for i sprekkerosen, vist i Figur 19.



Figur 16: 3D-modell av eksisterende bergskjæring og nord (ca. profilnummer 16040-16280). Fargen på sprekkeplanet representerer fallretningen på sprekkeplan. Orienteringen til bergskjæringen er omtrent N-S (350° strøk) med fallretning mot vest (260°).

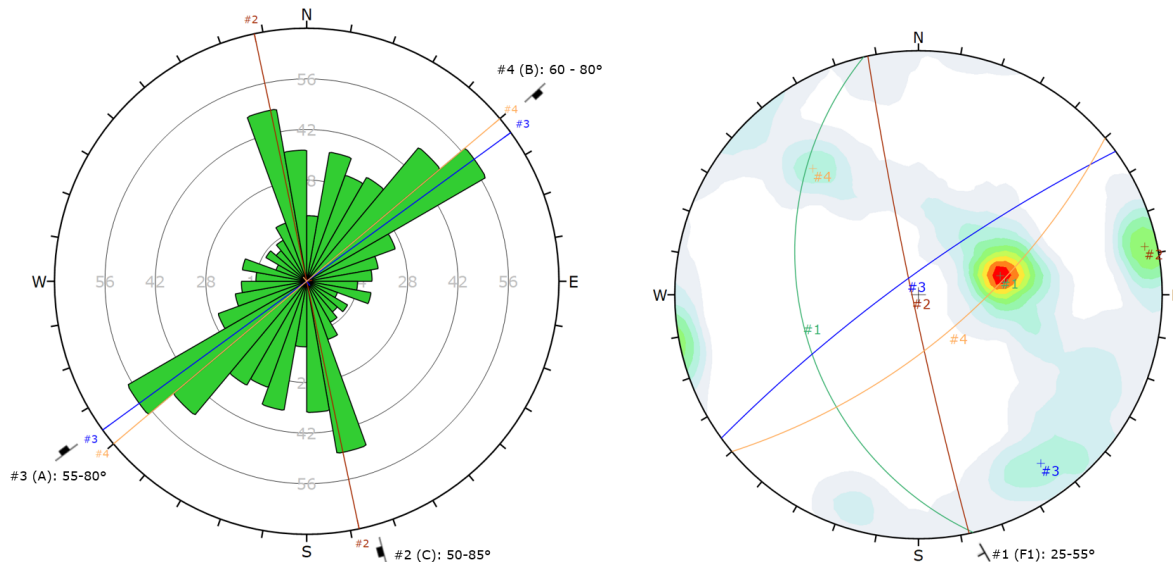


Figur 17: 3D-modell av terrenget, omtrent fra profilnummer 16480 - 16600. Fargen på sprekkeplanet representerer fallretningen på sprekkeplan. Terrenget er orientert omtrent NØ-SV (045° strøk) med fallretning mot NV (315°).



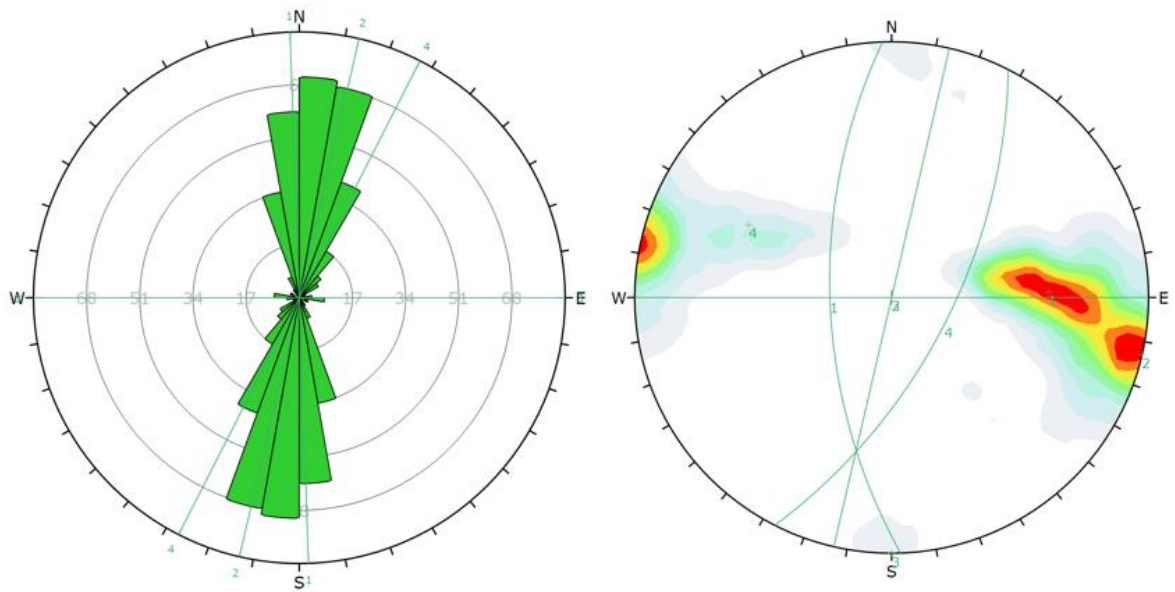
Figur 18: 3D-modell av terrenget, omtrent fra profilnummer 1600 - pendlerparkeringen. Fargen på sprekkeplanet representerer fallretningen på sprekkeplan. Terrenget er orientert omtrent NØ-SV (045° strøk) med fallretning mot NV (315°).

Sprekkerose fra profilnummer 16040 – 16200 hentet ut fra 3D modellen er vist i Figur 19. Alle sprekkesett er til stede, men F0 er underrepresentert da den er kun ble observert i sørlig del av eksisterende bergskjæring.

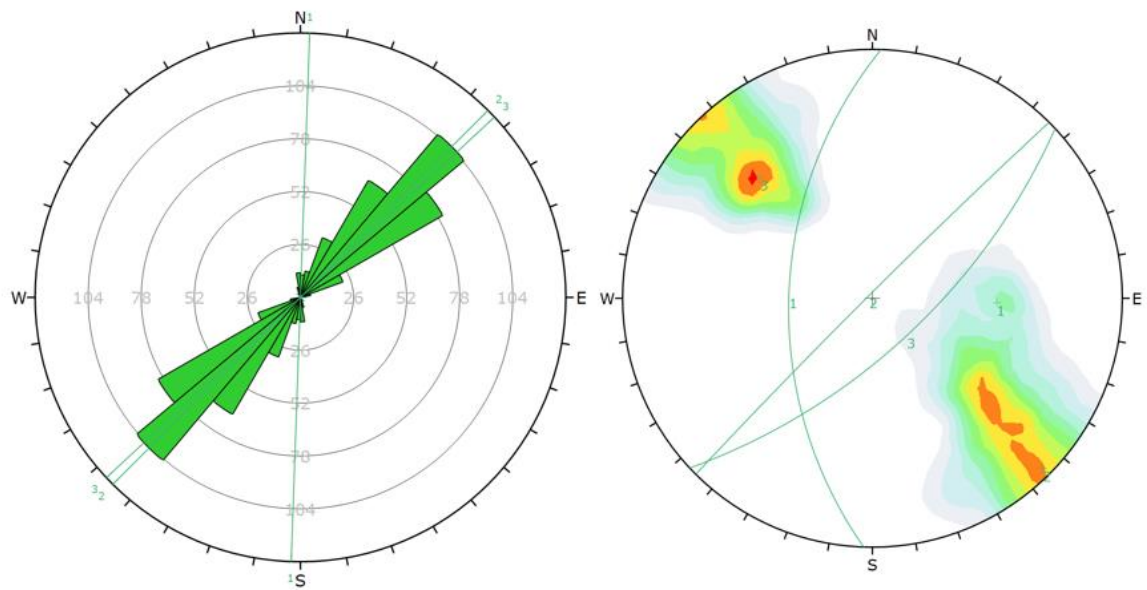


Figur 19: Sprekkrose (til høyre) og polplott (til venstre) fra profilnummer 16040 – 16200, hentet ut fra fotogrammetri modell.

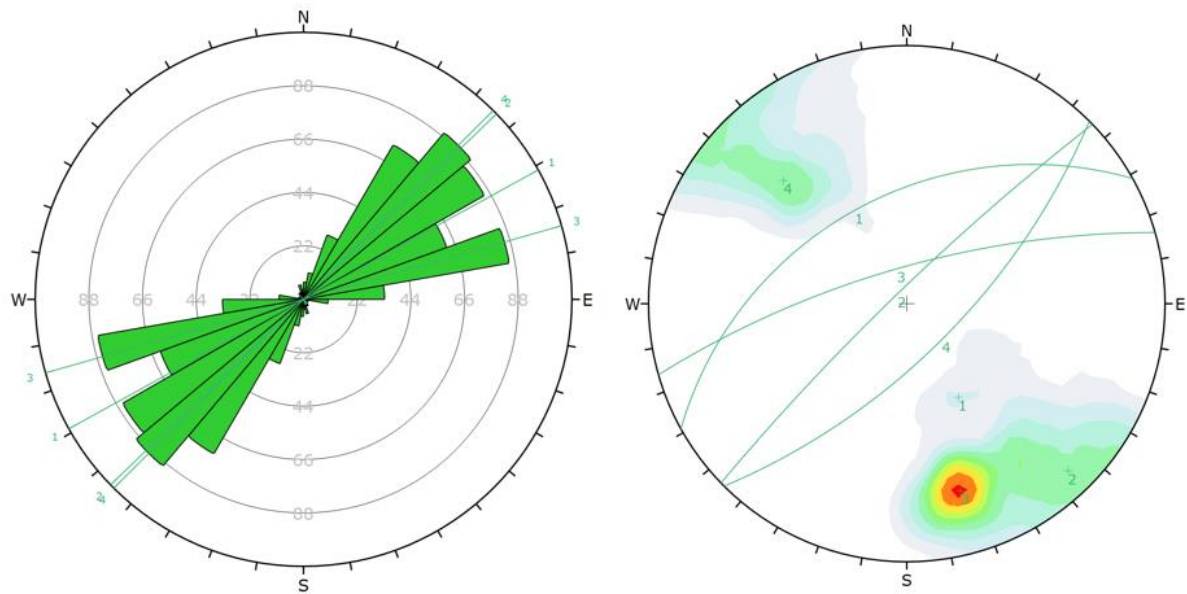
Sprekkerose og polplott av naturlig skråning fra profilnummer 16200 – pendlerparkeringen er gitt i Figur 20 - Figur 22. De generelle retningene av sprekkeplanene er lik sprekkemålingene fra eksisterende Hommelvik bergskjæringen, og stemmer godt overens med kartlegging med kompass utført i felt. Det er viktig å merke seg at foliasjonen er underrepresentert i dronekartleggingen. JA og JB er mer fremtredende, noe som kan skyldes endring i skråningens orientering.



Figur 20: Sprekkerose (til venstre) og polplott (til høyre) av sprekkmålinger mellom profilnummer 16200 – 16280, hentet ut fra fotogrammetri modell.



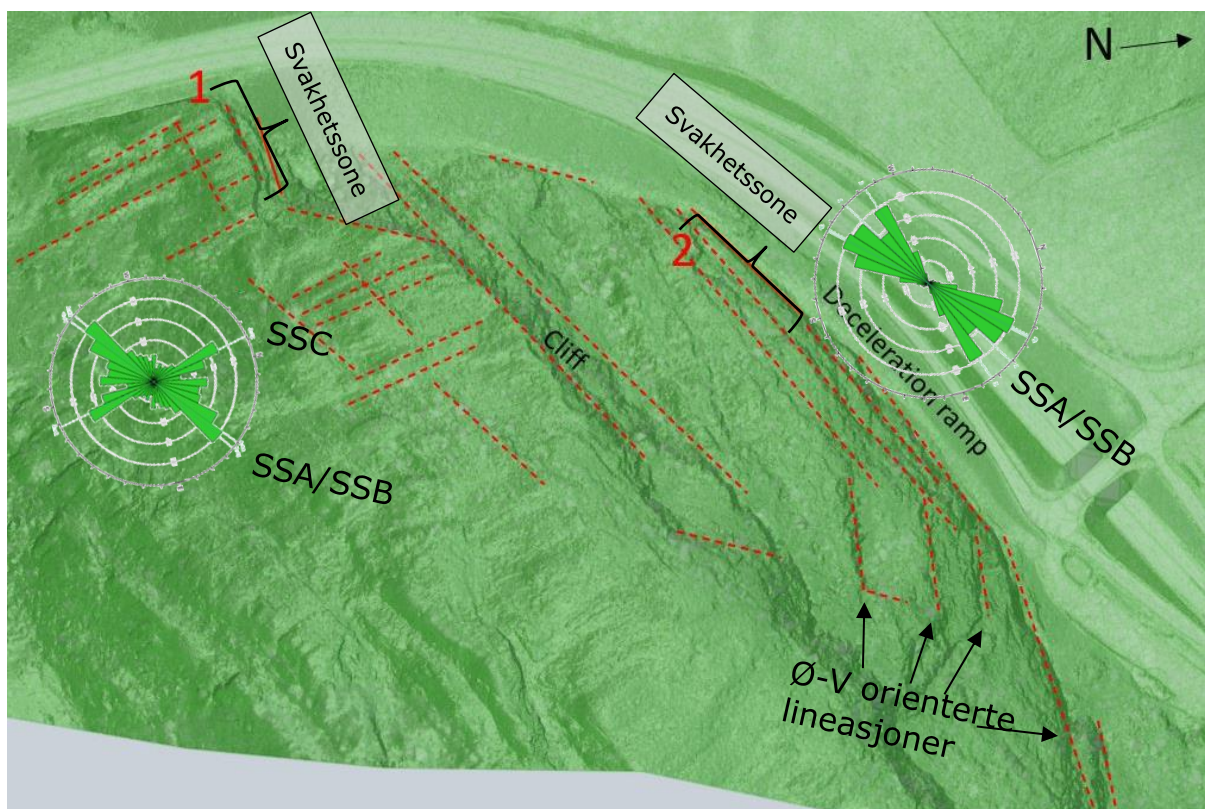
Figur 21: Sprekkerose (til venstre) og polplott (til høyre) av sprekkmålinger mellom profilnummer 16480 – 16600, hentet ut fra fotogrammetri modell.



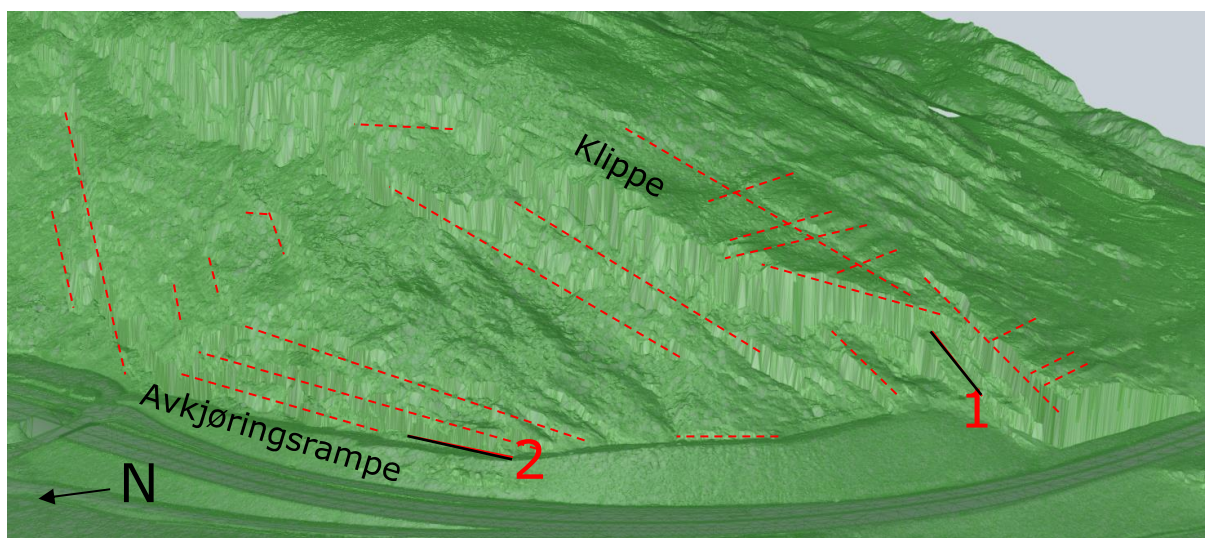
Figur 22: Sprekkerose (til venstre) og polplott (til høyre) av sprekkemålinger mellom profilnummer 16600 – pendlerparkeringen, hentet ut fra fotogrammetri modell.

4.2 Svakhetssoner og lineasjoner

Figur 23 viser to svakhetssoner (markert med nummer) og tydelige lineasjoner i terrenget som ofte sammenfaller med orienteringen til definerte sprekkesett. Klippen og den naturlige fjellskråningen ved avkjøringsrampen er dannet av en lineasjon med NØ-SV-orientering som har nesten vertikalt fall mot NV, og har samme orientering som sprekkesett A. Figur 24 viser klippen og den naturlige fjellskråningen fra NV. Lineasjonene er med på å forme store deler av terrenget i området. Ved pendlerparkeringen endrer fjellskråningen orientering til Ø-V, med nesten vertikalt fall mot N. Parallele lineasjoner kan ses i terrenget oppover i skråningen.



Figur 23: Skyggekart av terrenget fra dagens bergskjæring til pendlerparkeringen, sett ovenfra. Distinkte lineasjoner i terrenget er markert med rød stiplet linje.



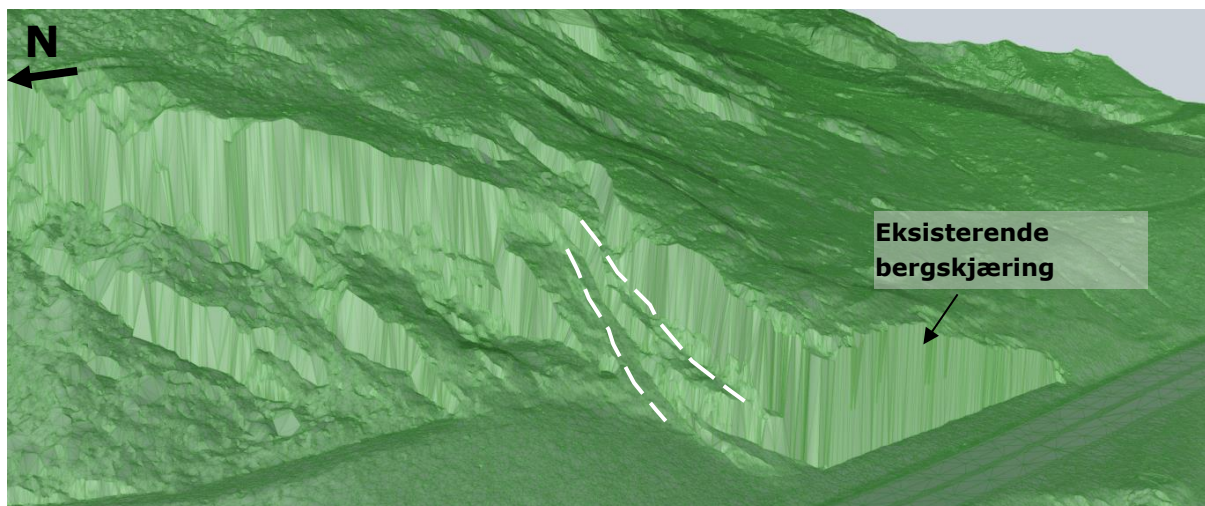
Figur 24: Skyggekart av terrenget fra dagens bergskjæring til pendlerparkeringen, sett fra NV. Distinkte lineasjoner i terrenget er markert med rød stiplet linje. Svart heltrukket linje med nummer markerer svakhetssoner observert i felt.

4.2.1 Svakhetszone 1

En stor svakhetszone/glideplan strekker seg fra toppen til foten av eksisterende bergskjæring ved profilnummer 16180 og er synlig i den nordvendte fjellveggen, se Figur 25. Den har et varierende fall mellom 45-60°, der fallet øker med høyden. Orienteringen er tilsvarende som sprekkesett C og faller mot vest. Svakhetssonen/ glideplanet er indikert med hvit stiplet linje i Figur 25 og Figur 26. I foten ved nordlig del av eksisterende bergskjæringen er det et distinkt plan som faller mot SV,

parallelt med foliasjonen, se Figur 27. Det er også mulig at det finnes flere andre gjennomsettende sprekkeplan parallelt med svakhetszone 1, som går under dagens terreng.

Kjerneboring er utført for å undersøke utbredelsen og tilstanden til svakhetssonen. En tolkning av utbredelsen basert på resultatene fra kjerneboringene er vist i Figur 26. Se datarapport E6RV-DJV-GE-RPT-DZ45-0002 for nærmere beskrivelser [12].



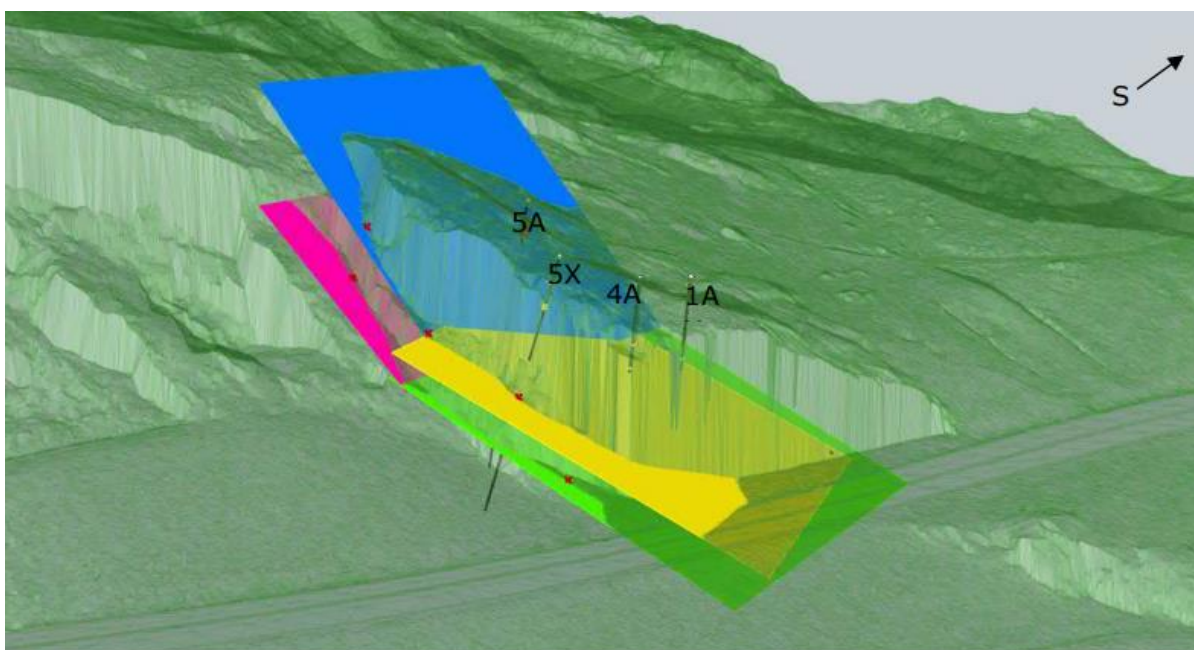
Figur 25: Skyggekart av området rundt eksisterende Hommelvik bergskjæring. Hvit stiplet linje indikerer svakhetszone 1.



Figur 26: Dronebilde av svakhetszone 1 ved profilnummer 16180.



Figur 27: Dronebilde av foten til dagens bergskjæring ved profilnummer 16180.



Figur 28: Tolket svakhetszone ut ifra resultater fra kjerneboringer (1A, 4A, 5A og 5X) [12].

4.2.2 Svakhetszone 2

Svakhetssonen er en tydelig sone langs foliasjonen ved eksisterende avkjøringsrampe som er synlig fra profilnummer 16330-16400, se Figur 29. Store deler av sonen er dekt av en vegfylling som gjør at tykkelsen og den totale utstrekningen er ukjent. Svakhetssonen ser ut til å ha 30-50° fall mot SØ, noe som tilsvarer S0 eller Sprekkesett B. Det er imidlertid vanskelig å si om den følger ett av disse sprekkesettene, eller om bergmassen over har falt ut mot sprekkesettet. Fallet øker til 60-70° i nord.



Figur 29: Dronebilde av svakhetssone 2 langs eksisterende avkjøringsrampe.

I Figur 30 kan man se utfall under svakhetssonen. Lysere materiale kan sees ovenfor utfallet.



Figur 30: Svakhetssone ved profilnummer 16380.

5. HYDROLOGISKE OG HYDROGEOLOGISKE FORHOLD

5.1 Overflatevann og isdannelse

Det ble gjort noen observasjoner av overflate- og dryppende vann, både i og over den eksisterende Hommelvik bergskjæringen, men ingen tegn til rennende vann. Isskjøving er observert i kalde

perioder. I den nordvendte klippen nord for eksisterende bergskjæring ble det observert større mengder isdannelse, se Figur 31.



Figur 31: Isskjøving og isdannelse ved eksisterende bergskjæring.

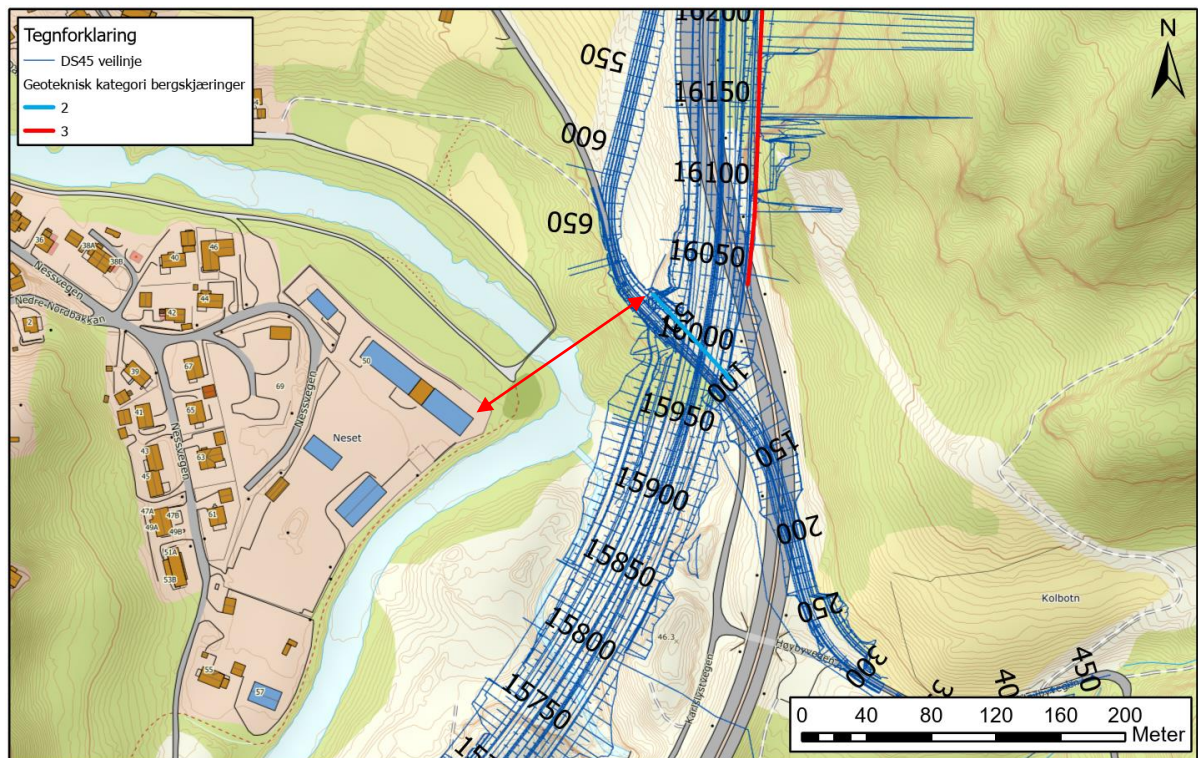
Rennende vann fra naturlig fjellskråning ble observert omtrent ved profilnummer 16300, se Figur 32. Vann er også observert omtrent ved profilnummer 16330 i perioder med regn og snøsmelting.



Figur 32: Rennende vann i naturlig bergskrent (til venstre), omtrent v/ profilnr. 16330 og jettegryte fylt med vann (til høyre), omtrent v/ profilnr. 16200.

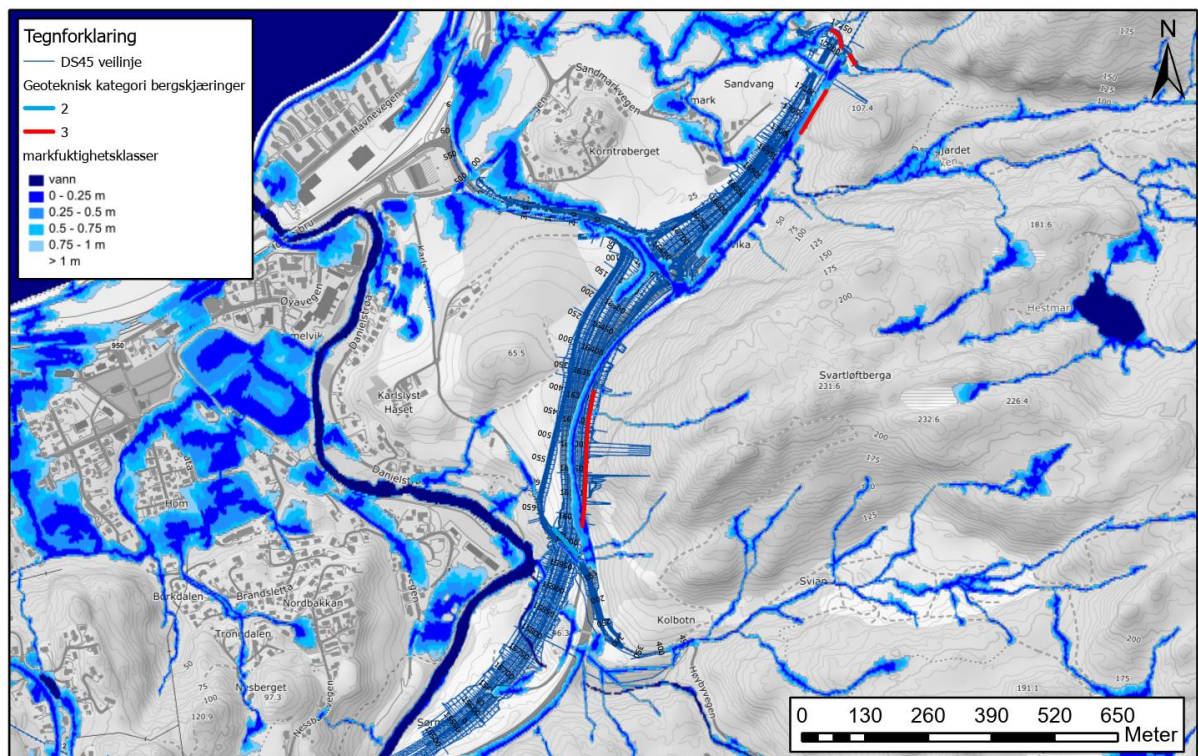
5.2 Vannbrønner og markfuktighet

Det er en brønn ca. 130 m fra planlagt sprengningsarbeid ved Hommelvik bergskjæring ifølge GRANDA [15], se Figur 33



Figur 33: Nasjonalt grunnvannskart - GRANADA fra NGU [15].

De hydrologiske forholdene oppsummeres ved hjelp av NIBIOs markfuktighetskart i Figur 34.



Figur 34: Markfuktighetskart fra NIBIO [16].

Markfuktighet er et raster som viser hvor det er størst sannsynlighet for økt fuktighetsinnhold i marka. Kartet er delt inn i syv klasser for markfuktighet etter høydeforskjell i centimeter fra punkter til nærliggende vannmettede punkter. Markfuktighetskartet tar hensyn til terrengoverflatens helning, men ikke løsmasser. Markfuktighet er 'depth to water' (DTW) i centimeter [16].

Der hvor indikert markfuktighet krysser planlagte bergskjæringer er det større sannsynlighet for at det kan oppstå problemer med vann fra toppen av skjæringene, se kapittel 13.

6. UTFØRTE UNDERSØKELSER

6.1 Grunnundersøkelser

Undersøkelser utført under tidligere reguleringsplanfase:

- Geotekniske grunnundersøkelser.

Undersøkelser utført under tidligere detaljprosjekteringsfase:

- Prøvetaking av berg langs E6 på våren 2020, for å bestemme svovelinnhold og potensialet for syredannelse i bergartene [13].
- Orienterede kjerneboringer i naturlig terreng over eksisterende bergskjæring ved profilnummer 16030-16180, se plassering i tegning V001-V006 i Vedlegg 1 [12].
- Laboratorietester for å innhente mekaniske egenskaper i bergartene fra kjerneboringer [12].

Følgende analyser er utført:

- Tetthetsanalyser
- Friksjonsvinkel (ϕ)
- Youngs modul (E) og Poissons forhold (ν)
- Enaksial trykkstyrke (σ)

6.2 Rapporter fra tidligere planfaser

- E6RV-MUL-GE-RPT-CAH13-0005, Ingeniørgeologisk rapport for reguleringsplan - Dagsone Stavsjøfjelltunnelen-Værnes, rev. 02 [17].
(08.11.2019) Siste revisjon av ingeniørgeologisk rapport fra tidligere reguleringsplanfase av Multiconsult.
- E6RV-DJV-GE-RPT-DZ45_Engineering geological report_Rev04 [18]
(22.09.2022) Siste revisjon av ingeniørgeologisk rapport fra tidligere byggeplanfase.
- E6RV-DJV-GE-MEM-DZ45-0002_Stability analysis of rock cut in DZ4_rev02 [19]
(22.08.2022) Stabilitetsrapport for ingeniørgeologisk rapport rev 04
- E6RV-DJV-GE-RPT-DZ45-0002_Data report core drilling Hommelvik_Rev02 [12]
(07.03.2022) Datarapport for kjerneboringer ved Hommelvik.
- E6RV-DJV-EV-RPT-ALZN-0001 Tiltaksplan for forurenset grunn og fremmede arter_ dagsone 1 - 5 rev02 [13]
(06.10.2020) Tiltaksplan for forurenset grunn inkl. tester og resultater for potensielt syredannede berg.

6.3 Befaringer

Under tidligere reguleringsplanfase:

- Multiconsult har utført flere feltinspeksjoner fra september 2018 til mai 2019, som innebar ingeniørgeologisk kartlegging ved den planlagte veggen og i det tilgrensende terrenget.

Under tidligere detaljprosjekteringsfase:

- Feltinspeksjon har blitt utført av Rambøll ved Hommelvik bergskjæring i juni - desember i 2020 og mars til april i 2022. Dette inkluderer terrenget sørøst for den nye E6 mellom profilnummer omtrent 16000-17280. Drone har blitt brukt for inspeksjon i høyere områder og for å få oversiktsbilder.
- Mesta har inspisert terrenget med tau sørøst for den nye E6, mellom profilnummer 16000-17280, 19. november 2021.

Under omreguleringsplanfase:

- Feltinspeksjon har blitt utført av Rambøll langs omregulert veglinje i november 2024. Drone har blitt brukt for kartlegging.

7. SKREDFARE

Omtales i egen rapport, se [5].

8. SPESIELLE LOKALE HENSYN

- Dagens E6 ligger i umiddelbar nærhet til planlagte sprengningsarbeid, og må hensyntas.
- I nordlige deler av DS45 er det identifisert en kvikkleiresone som også må hensyntas under sprengning.
- Jernbanen ligger omtrent 600 m på det nærmeste punktet for planlagt sprengningsarbeid.
- Nærmeste bygninger ligger på andre siden av Homla elven, rundt 130 m unna.
- Det er ingen høyspentlinjer som krysser planlagt trase.
- Rambøll er ikke kjent med bergrom i nærheten av veglinjen.

8.1 K66 Støttemur

For K66 er det pågående sprengning for både vegbane og etablering av støttemuren, se geoteknisk rapport [20]. Det er ikke forventet ytterligere oppfølging av ingeniørgeologer ifm. med sprengningen.

DEL 2 TOLKNINGSDEL

9. SKJÆRINGSSTABILITET

9.1 Skjæringsstabilitet - kinematisk analyse

En kinematisk stabilitetsanalyse av planlagte bergskjæringer ved Hommelvik er utført i Dips 8.0 (Rocscience). Analysen identifiserer mulige stabilitetsutfordringer og vurderer risikoen for planarutglidning, kileutglidning og/eller utvelting (toppling) i bergskjæringen. Utglidning/nedfall i en bergskjæring kan forekomme på tre forskjellige måter avhengig av sprekkenes:

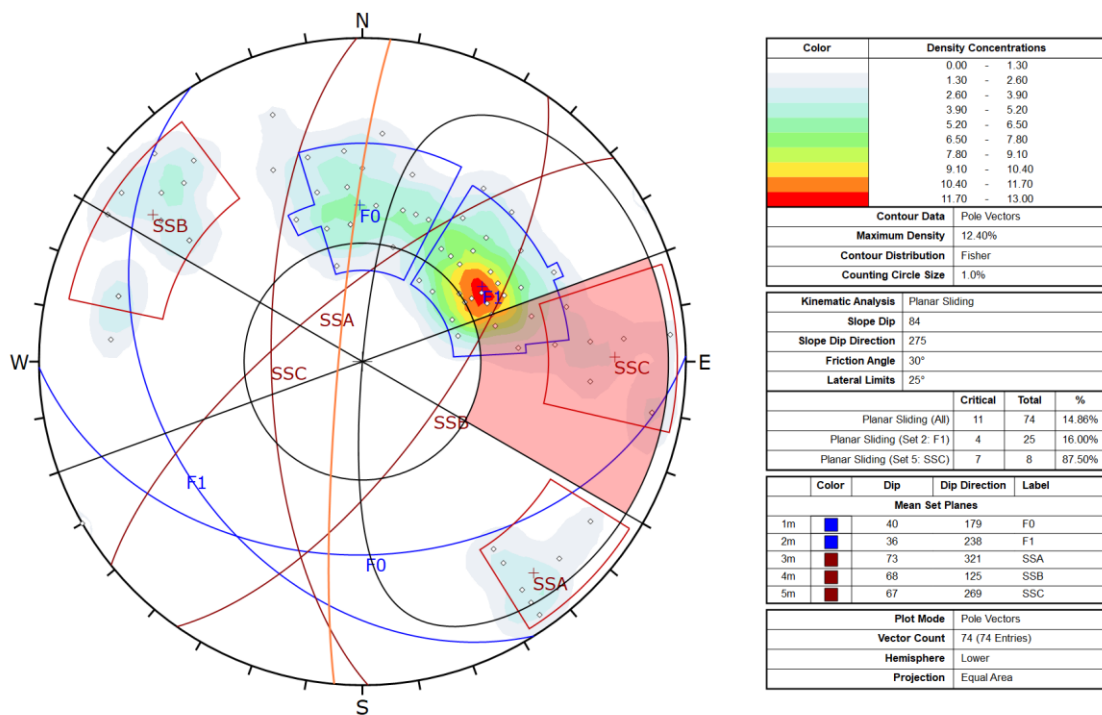
- Planarutglidning – utglidning skjer langs ett plan som er omtrent parallelt med bergskjæringen, hvor planet har utgående i foten av bergskjæringen.
- Kileutglidning – utglidning langs to plan som krysser hverandre, og krysninglinjen er utgående i bergskjæringen.
- Toppling – nedfall som skyldes overheng der steile sprekkeplanets strøklinje er tilnærmet parallell med bergskjæringens lengderetning. Blokker velter på grunn av vekten av bergmassen og sprekkeplanets overheng.

Det er viktig å bemerke at resultatene av analysen avhenger av de inngitte parameterne, og at den kun indikerer risikoen for brudd. Faktorer som sprekkeruhet og sprekkenes utholdenhet er ikke hensyntatt i analysen. Disse faktorene kan bidra til å øke stabiliteten. Eventuell variasjon i sprekkenes orientering og helning, som kan oppstå i felt og under bygging, er ikke representert med analysen.

Analysen er utført med utgangspunkt at bergskjæringen utformes med 10:1 helning. Orienteringen er omtrent N-S (185°) med fall mot V (275°). Friksjonsvinkelen er satt til 30° ut ifra resultater fra tidligere labtester, se Tabell 6.

9.1.1 Plan utglidning

Plan utglidning oppstår vanligvis når fallretning til sprekkeplan er innenfor et område på +/- 20° til 30° med hensyn på bergskjæringens fallretning. Den laterale grensen i analysen er satt til 25°, men intervallet mellom 20° og 30° er også vurdert. En større forskjell mellom fallretning til sprekkenes og bergskjæringen representerer en lavere risiko for planar utglidning, fordi den tilstøtende bergmassen vil fungere som en lateral begrensning. Figur 35 viser risikoområdet for plan utglidning i forhold til geometrien til ny Hommelvik bergskjæring. Totalt er 15% av alle målinger innenfor kritisksonen for plan utglidning.

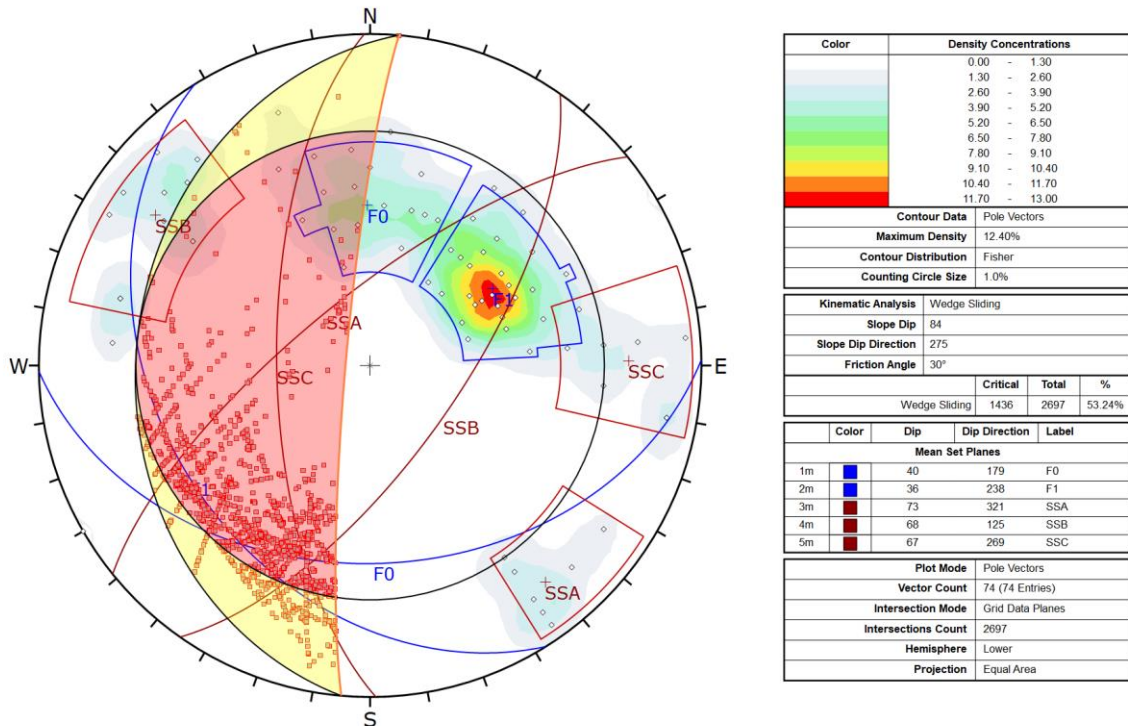


Figur 35: Kinematisk analyse med hensyn på plan utglidning.

Sprekkesett C (SSC) og F1 utgjør en risiko for dannelse av plane utglidningsflater. F1 har slakt fall og lav sprekketholdenhet som antageligvis vil kun ha potensiale å forårsake mindre utglidninger. SSC har steilere fall og er mer utsatt for bakbrytning. Med generell sprekketholdenhet på over 10 m er potensiale større for å lage store utglidningsvolum. Planar utglidning er også observert som en bruddmekanisme i felt.

9.1.2 Kileutglidning

Kileutglidning forekommer når to eller flere sprekker krysser hverandre og avløser et bergvolum med fall ut fra bergskjæringen. Figur 36 viser risikoområdet for kileutglidning i forhold til geometrien til planlagt Hommelvik bergskjæring. Totalt ligger 53% av alle sprekkemålingene i kritisk sone.



Figur 36: Kinematisk analyse med hensyn på kileutglidning.

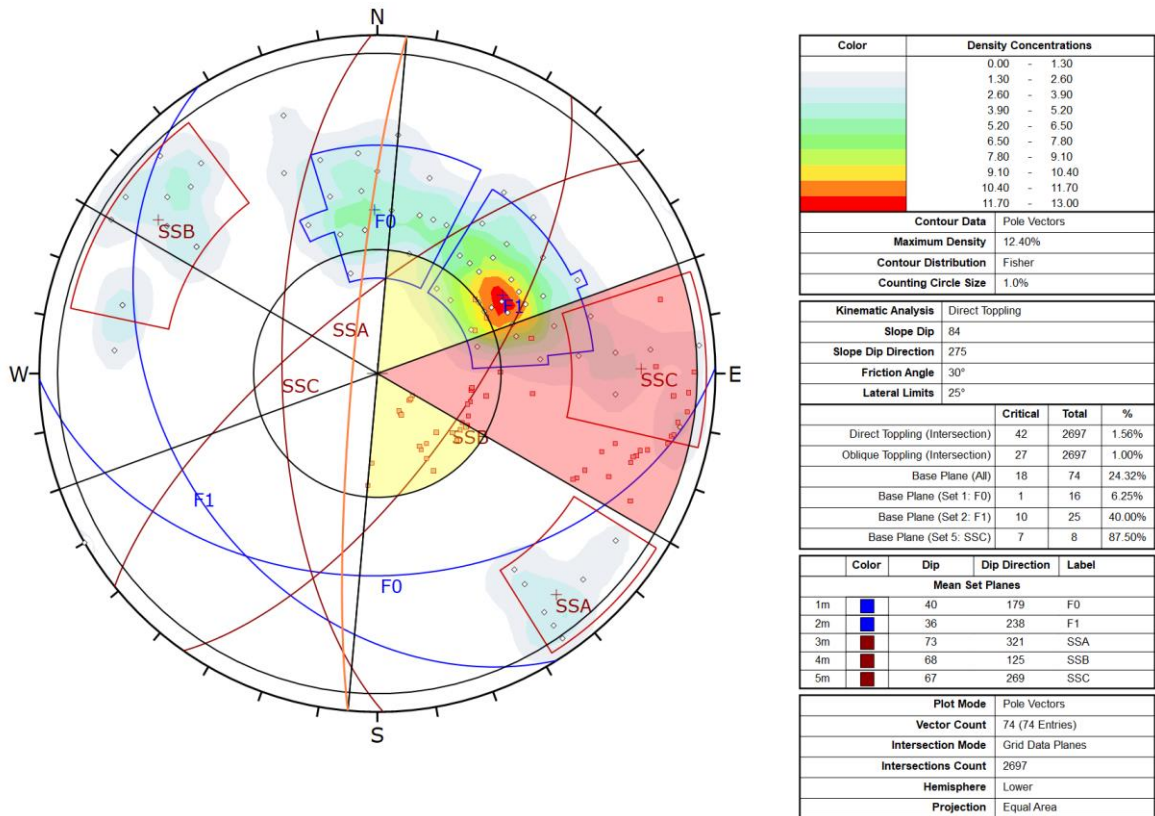
Det er flere kryssinger mellom hovedsprekkeplan som befinner seg innenfor den røde skravuren, som indikerer risiko for kileutglidning. Mange av de har derimot fall mot S-SV og vil ha lavere risiko for å kunne gi store utglidninger eller stabilitetsproblemer, men kan være med å prege skjæringsflaten. Kryssinger mellom sprekkplan som er vurdert kritiske:

- F0 – F1 danner mindre kiler med slakt fall mot SSV. På grunn av fallretning og størrelse er det mindre sannsynlig at denne vil skape problemer. Kan være med å prege skjæringsflaten.
- F0 – SSA danner mellomstore kiler med slakt fall mot VSV. Også her, mindre sannsynlig at denne vil skape problemer.
- F1 – SSA danner mellomstore kiler med slakt fall mot VSV. Kan potensielt skape problemer. Det avhenger av svært gjennomsettende oppsprekking og lav friksjon på sprekkflaten.
- SSA – SSC danner store kiler med steilt fall mot V (rett mot vegen) og kan potensielt skape problemer.

Utglidninger med hensyn på F0 er begrenset i og med at spekksettet kun er observert i sørlige del av eksisterende bergskjæring.

9.1.3 Toppling

Toppling forekommer når steile bak liggende sprekker danner bergkolonner med overheng i bergskjæringen. I tilfeller hvor bergkolonnene brykkes av eller avløses av tverrgående sprekker vil disse falle ut fra skjæringsveggen. Figur 37 viser risikoområdet for toppling i forhold til geometrien til planlagt Hommelvik bergskjæring. Totalt er 1,5 % av alle målinger innenfor kritisksonen for direkte toppling.



Figur 37: Kinematisk analyse med hensyn på toppling.

SSB og en mer vertikal variasjon av SSB kan resultere i toppling. Bruddmekanismen har derimot ikke blitt observert i felt ved eksisterende bergskjæring. F1, SSA og SSC kan potensielt fungere som basisplan og kan danne blokker som kan velte.

9.2 Svakhetszone 1

Svakhetszone 1 har et fall på omtrent 50-60° mot vest (omtrent samme orientering som SSC) og har en stabil fot under dagens situasjon. I ny bergskjæring forventes svakhetssonen/ glideplanet utgående fot i skjæringsveggen, da ny veglinje er planlagt å bli senket 0 – 5 m. Dette medfører risiko for totalstabiliteten til bergskjæringen i form av store planare utglidninger. Orienteringen til ny veglinje er derimot gunstig i forhold til tidligere veglinje. Bergskjæringsomfanget som er omtalt i denne rapporten tilsvarer omtrent scenario 1 i den tidligere rapporten for stabilitetsvurdering, se E6RV-DJV-GE-MEM-DZ45-0002_Stability analysis of rock cut in DZ4 [19].

9.3 Svakhetszone 2

Svakhetszone 2 har et fall på 30-50° mot sørøst. Fallretningen er gunstig i forhold til orienteringen til planlagt bergskjæring og det forventes at svakhetssonen ikke er med på å skape større stabilitetsutfordringer. Dersom det viser seg at svakhetssonen større enn forventet vil det være behov for ytterligere sikringstiltak.

10. LØSMASSER PÅ TOPP AV SKJÆRING

Løsmasser og vegetasjon skal renskes bort med minimum avstand på to meter fra bergskjæringstopp. Der røttene på trær er berørt av rensken skal trærne fjernes for å forhindre risikoen for rotvelt og rotsprengning. Ut ifra resultater fra geotekniske undersøkelser og observasjoner av berg i dagen langs store deler av planlagt bergskjæring, er det ikke forventet store mengder med løsmasser på topp av skjæringene langs hele DS45. I områder hvor dette ikke er tilfelle skal løsmassene opparbeides med stabil helning eller etableres med stabiliserende tiltak som for eksempel jordnagling. En annen mulighet er å fjerne alt av løsmasser i skråningen over bergskjæringen dersom det viser seg å være problematisk å opparbeide stabil helning i et tynt løsmassedekke.

Detaljer for utforming av graveskråningen i løsmassene over skjæring, og eventuelle andre tiltak som mur, sprengsteinfylling e.l. hører til den geotekniske prosjekteringen. For opparbeidelse av massene ovenfor bergrensk henvises det derfor til geoteknisk rapport.

11. SIKRINGSTILTAK/- METODER

I områder hvor nye bergskjæring etableres/utvides, er det behov for bergsikring. Tradisjonelle bergsikringsmetoder er rensk, bolt, nett og sprøytebetong. Bergskjæringene sikres slik at det ikke forekommer nedfall av stein og is. For skjæringene antas det at det er tilstrekkelig med bergsikringsmetoder som nevnt under.

Rensk

Det skal utføres maskinell og manuell rensk av alle bergskjæring. Dette arbeidet må utføres uten å rive opp berget unødige, eller destabilisere skjæringsveggen ved at rensken blir for omfattende. Dette vil kunne øke sikringsomfanget. Rensk må bør utføres av fagpersoner med tilstrekkelig erfaring med sikkerhet som hovedfokus. Både under arbeidet, og etter utført rensk.

Bolt

Det skal benyttes fullt innstøpte sikringsbolter med lengde 3, 4, 5 eller 6 meter. Er det nødvendig med umiddelbar sikring bør kombinasjonsbolter benyttes. Hvis det oppstår problemer under boring benyttes selvborende stag. I kombinasjon med boltesikring kan det også benyttes bergbånd dersom nødvendig. Alle bolter med tilhørende plater og muttere skal være varmforsinket og epoxybelagt.

Forbolter

Forbolter benyttes gjerne når det ikke kan tillates bakbrytning, i nærheten av bygg eller sikring av sprekker, slepper eller soner som krever stabilisering før berguttak. Forbolter være aktuelt hvis en støter på sprekker eller slepper som krever sikring før berguttak. Det forventes behov for forbolter ved ny Hommelvik bergskjæring for å ivareta kontur og pallbredde.

Steinsprangnett

I områder med moderat til svært oppsprukket berg og fare for mye smått nedfall må steinsprangnett vurderes. Nettet festes med festebolter og trekkes tett inn mot bergoverflaten.

Isnett

Monteres der det bygger- eller har potensiale for å bygge seg opp is i skjæring. Nettet monteres i slike tilfeller med 20-30 cm avstand til bergveggen.

Sprøytebetong

Ved svært dårlige bergforhold, hvor det er vanskelig å sikre med bolt og en ikke kan tillate at det «drysser» fra skjæringsveggen over tid er det fornuftig å ta i bruk sprøytebetong. Det benyttes gjerne B35 E700 kvalitet som sprøytes minimum 8 cm tykt.

Det vil også kunne være behov for stag med høy kapasitet for å stabilisere større kiler og andre ustabile parti.

12. SIKRINGSMENGDER

Mengde sikringsmidler er ofte nært knyttet til arealet av bergskjæringer i reguleringsplanfasen. Arealene er basert på prosjekteringsmodell og er oppsummert i Tabell 7. På grunn av usikkerheter til endelig areal er isolerte bergskjæringer under 3 m ikke inkludert i estimatet og arealene er rundet opp til nærmeste 50 m².

Utglidninger/ utfall langs fra eksisterende bergskjæringer vil kunne berøre ny veglinje og er inkludert i estimatet. Det legges det til grunn at eksisterende sikringstiltak ikke oppfyller dagens krav og at sikringen må erstattes. Sikringsomfanget er derfor estimert på lik linje som for nye bergskjæringer.

Tabell 7: Bergskjæringsarealer med utgangspunkt i modellen.

Bergskjæringer	Høyre side [m ²]	Venstre side [m ²]	Totalt [m ²]
Andel nye bergskjæringer	3000	-	3000
Andel bergskjæring i svakhetssoner	1650	-	1650
Eksisterende bergskjæringer	2800	-	2800
SUM	7450	-	7450

Estimert mengde sikringsmidler baseres på erfaringstall fra andre prosjekter med bergskjæringer av tilsvarende høyde, og er oppsummert i Tabell 8. Bruken av forbolter, nett og sprøytebetong varierer fra prosjekt til prosjekt. Bolteforbruk ved kartlagt bergmasseforhold er erfaringsmessig rundt (+/-) 1 bolt per 9 m² bergskjæring. Antatt mengder fordelt ut ifra areal:

- Sikringsbolt per 9 m²
 - 3 m bolt (30%)
 - 4 m bolt (30%)
 - 5 m bolt (20%)
 - 6 m bolt (20%)
- Forbolter c/c 1,0 m (i områder hvor det er viktig å beholde konturen)
- Stag (1 pr 300 m² areal)
- Bergbånd (3 m per 5% av antall bolter)
- Festebolter bergbånd (2 stk per 3 m bergbånd)
- Sprøytebetong (5% av totalt areal med bergskjæringer)
- Steinsprangnett (30% av totalt areal med bergskjæringer)
- Isnett (15% av totalt areal med bergskjæringer)
- Festebolter steinsprang-/ isnett (1 stk per 4 m² nett)

Fra profilnummer 16100 - 16140 er det forventet behov for ekstra sikringsmengder på grunn av svakhetssonen. (+/-) 1 bolt per 4 m² bergskjæring er lagt til grunn basert på erfaringstall fra andre prosjekter med tilsvarende bergforhold. Antatt mengder fordelt ut ifra areal:

- Sikringsbolt per 4m²
 - 3 m bolt (30%)
 - 4 m bolt (30%)
 - 5 m bolt (20%)
 - 6 m bolt (20%)
- Forbolter c/c 1,0 m
- Stag (1 pr 100 m² areal)
- Bergbånd (3 m per 10% av antall bolter)
- Festebolter bergbånd (2 stk per 3 m bergbånd)
- Sprøytebetong (10% av totalt areal med bergskjæringer)
- Steinsprangnett (50% av totalt areal med bergskjæringer)
- Isnett (50% av totalt areal med bergskjæringer)
- Festebolter steinsprang-/ isnett (1 stk per 4 m² nett)

Tabell 8: Mengdeestimat på bergsikring.

Sikringstiltak	Antall	Antall langs svakhetssone	Totalt antall	Enhet
3 m bolt	195	125	320	stk
4 m bolt	195	125	320	stk
5 m bolt	130	85	215	stk
6 m bolt	130	85	215	stk
Forbolter	40	70	110	stk
Stag	20	20	40	stk
Bergbånd	100	130	230	m
Festebolter bergbånd	70	90	160	stk
Mekanisk og manuell rensk	5800	1650	7450	m ²
Sprøytebetong	290	165	455	m ²
Steinsprangnett	1740	825	2565	m ²
Isnett	870	825	1695	m ²
Festebolter steinsprang- /isnett	655	420	1075	stk

Disse mengdene er rundet til nærmeste 5 og baserer seg på kun på geometrien som er lagt til grunn for skjæringene. Ved bruk av andre utforminger av skjæringene vil det kunne påvirke forventede mengder. Mengdene er kun et anslag og det vil være store usikkerheter med mengdene.

13. DRENERING, AVSKJÆRINGSGRØFTER OG NEDFØRINGSRENNERT

Tiltak som drenering, grøfter og renner antas å være nært knyttet til områdene med høy markfuktighet som er illustrert i Figur 34. I forhold til det som er vist i figuren og observert under befaringer, bør tiltak som avskjæringsgrøfter og nedføringsrenner vurderes ved følgende profilnummer:

- 15970 – 16000. Bergskjæring langs lokalveg 613100 krysser områder med høy markfuktighetsklasse.
- 16050 - 16070 og 16120 - 16150. Observert isskjøving og stor isdannelse under befarings.
- 16280 - 16360. Bergskjæring krysser to områder med høy markfuktighetsklasse.

Detaljering av drens- og grøftetiltak gjøres ikke i denne rapporten. I detaljprosjekteringsfase må en i samråd med RIVA utforme en plan for grøfter og drenering av skjæringene. Det er forventet at det enkelte steder kan være lekkasje av grunnvann fra bergmassens oppsprekking. Det er uvisst i hvor stor grad dette vil være et problem. Avbøtende tiltak kan være drenshull i skjæringsveggen, som fører vannet direkte ned i drensgrøft. Isskjøving ble observert i nordlig del av eksisterende bergskjæring og kan bli et problem ved profilnummer 16135.

14. UTTAKSMETODE

Det forutsettes boring og sprengning som uttaksmetode, hvor entreprenør følger krav som er gitt av eksplosivforskriften. Alle bergskjæring etableres med kontursprengning i ytterste rad. En følger da kravene som er gitt av Håndbok R761 Prosesskode 1, prosess 22.2 Kontursprengning [21]. Skjæringene etableres med helning 10:1. Hvis det oppstår problemer med bakbrytning ved standard kontursprengning skal sømboring og forbolter vurderes som tiltak. For at skjæringen skal få best mulig kontur skal det maksimalt bores 10 m lange konturhull. Dette betyr uttak i to paller, og boring i område hvor det allerede er utført salve. Det er viktig av entreprenør innarbeider sikkerhetsrutiner med tanke på fare for gjenstående sprengstoff. Det er forventet med et lite «ansetthakk» mellom pallene på 10 m.

14.1 Hommelvik bergskjæring ved 16100 – 16140

Skal etableres med i to paller med 20 m pallhøyde og en berghylle på 10 m. Andre alternativ har også blitt vurdert, se Vedlegg 4. Foreslått utforming er et resultat av tverrfaglig prosess mellom vegplanlegger, landskapsarkitekt og ingeniørgeolog, dette iht. N200, og ivaretar også et gunstig landskapsbilde og kjøreopplevelse.

Den anbefalte utformingen er basert på erfaringer fra tidligere arbeider i prosjektet, der varierende oppsprekking og bakbrytning har gjort det utfordrende å oppnå en jevn kontur og sikre at hyllens funksjon ivaretas. Erfaring viser at smalere hyller i partier med ugunstig oppsprekking lettere løsner og glir ut ved sprengning, noe som reduserer både stabilitet og funksjon. En bredere hylle anses derfor som gunstig, da den er enklere å bevare under sprengning og dermed bedre opprettholder sin rolle i bergskjæringen. Dette bidrar til å dempe nedfall fra høyere nivåer, og vil i tillegg redusere det generelle behovet for bergsikring.

Et glideplan i skjæringen er kjent ved resultater fra kjerneboringer, og totalstabilitet må ivaretas. Orientering og utstrekning av glideplan er usikkert, og har derfor ikke vært avgjørende for anbefaling av utforming. Generelt vil anbefalt utforming med bred hylle forbedre totalstabiliteten ved å redusere skjæringsvinkelen.

Det anbefales en pallhøyde på 20 m for å minimere inngrepet i sideterrenget. Dette tilsvarer utforming av eksisterende skjæring, som er ca. 25 m uten hylle. Spor etter boring i eksisterende bergskjæring viser tydelig boravvik, og det anbefales å maksimalt bore 10 m lang konturhull.

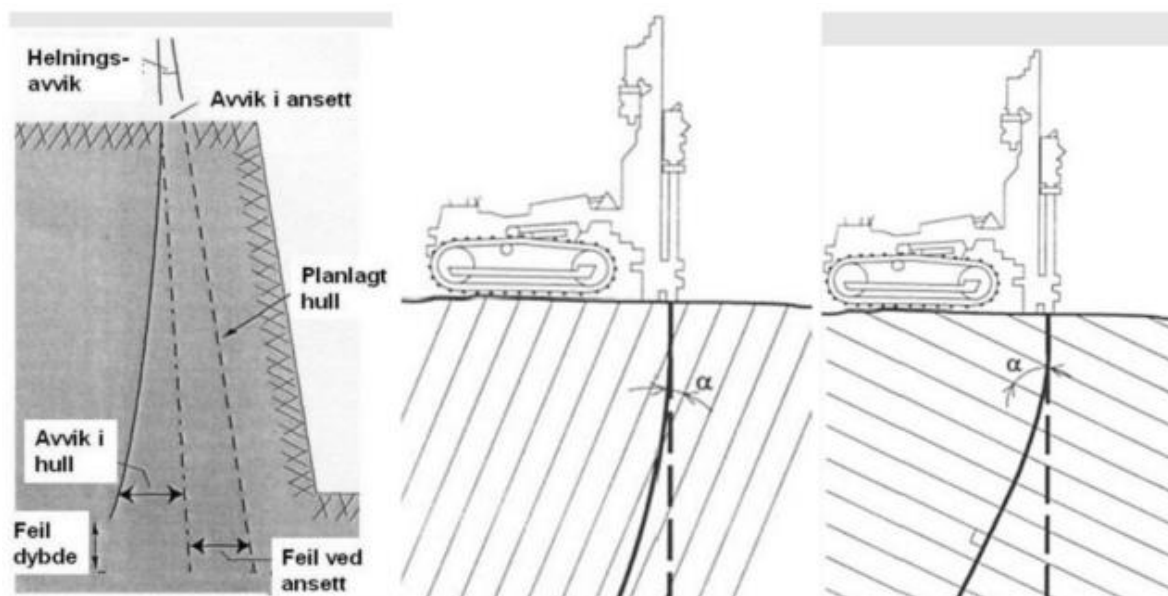
Det er viktig at skjæringsveggen forblir mest mulig intakt etter sprengning. Uttaket av skjæringen skal foregå seksjonsvis fra topp med fortløpende installering av sikringstiltak før uttak av nederste pall. Imellom salvene bør skjæringen kartlegges av ingeniørgeolog slik at eventuelle sikringstiltak kan iverksettes før neste berguttak. Ved sprengning i svakhetssonen er det forventet nødvendig med sømboring og forbolter som forebyggende tiltak mot utfall. I tillegg bør salvene reduseres til maks noen hundre fm³.

14.2 Hommelvik bergskjæring ved 16140-16200

Det anbefales å ta ut bergskjæring uten pall for å minimere inngrepet i sidebratt terreng.

15. BORING, SPRENGNING OG BORHULLSAVVIK

Sprengning skal generelt utføres iht. prosess 22 i Prosesskode 1 [21]. Tiltak for å opprettholde nøyaktig kontur må vurderes kontinuerlig under byggefasen. Nøyaktig boring er viktig for å oppnå høy kvalitet på konturen, og borelengden må justeres basert på registrerte borhullsavvik. I eksisterende bergskjæring avbøyes borehullene mot venstre (nord). Mulige årsaker til boravvik er vist i Figur 38.



Figur 38: a) Mulige årsaker til boravvik. b) Borhull avbøyes langs sprekker i bergmassen. c) Borhull avbøyes normalt på sprekkene i bergmassen [22].

Behovet for tiltak før hver sprengningsrunde må vurderes i områder der brudd i bergskjæringene vil påvirke det tilstøtende området, steinsprang fra naturlig terreng, trafikk osv. Typer tiltak kan være forbolting, sømboring og redusert ladning. Trafikken langs eksisterende E6 må stoppes før hver sprengning.

Bergmekaniske parametere relatert til sprengning og boring har ikke blitt testet. Bergartstypene er for det meste metagråvaker og fyllitter. Lignende bergarter har blitt testet i forbindelse med bygging av eksisterende tunneler langs E6. Tabell 9 viser noen resultater fra testing av borsynkindeks (DRI), borslitasjeindeks (BWI) og kutterlevetidindeks (CLI) [23]. Dataene viser lav

til moderat DRI og generelt en lav til moderat BWI [24]. Tabell 10 gir klassifiseringen av de forskjellige DRI- og BWI-verdiene. Tydelig foliasjon og stratifisering i bergartstyper kan ha en negativ innvirkning på sprengbarheten og gi borehullsavvik [24]. Sprengbarheten forventes derfor generelt å være moderat til lav, og noe borehullsavvik kan forekomme.

Tabell 9: Resultater fra DRI, BWI og CLI tester fra nærliggende områder, [24] og * [25].

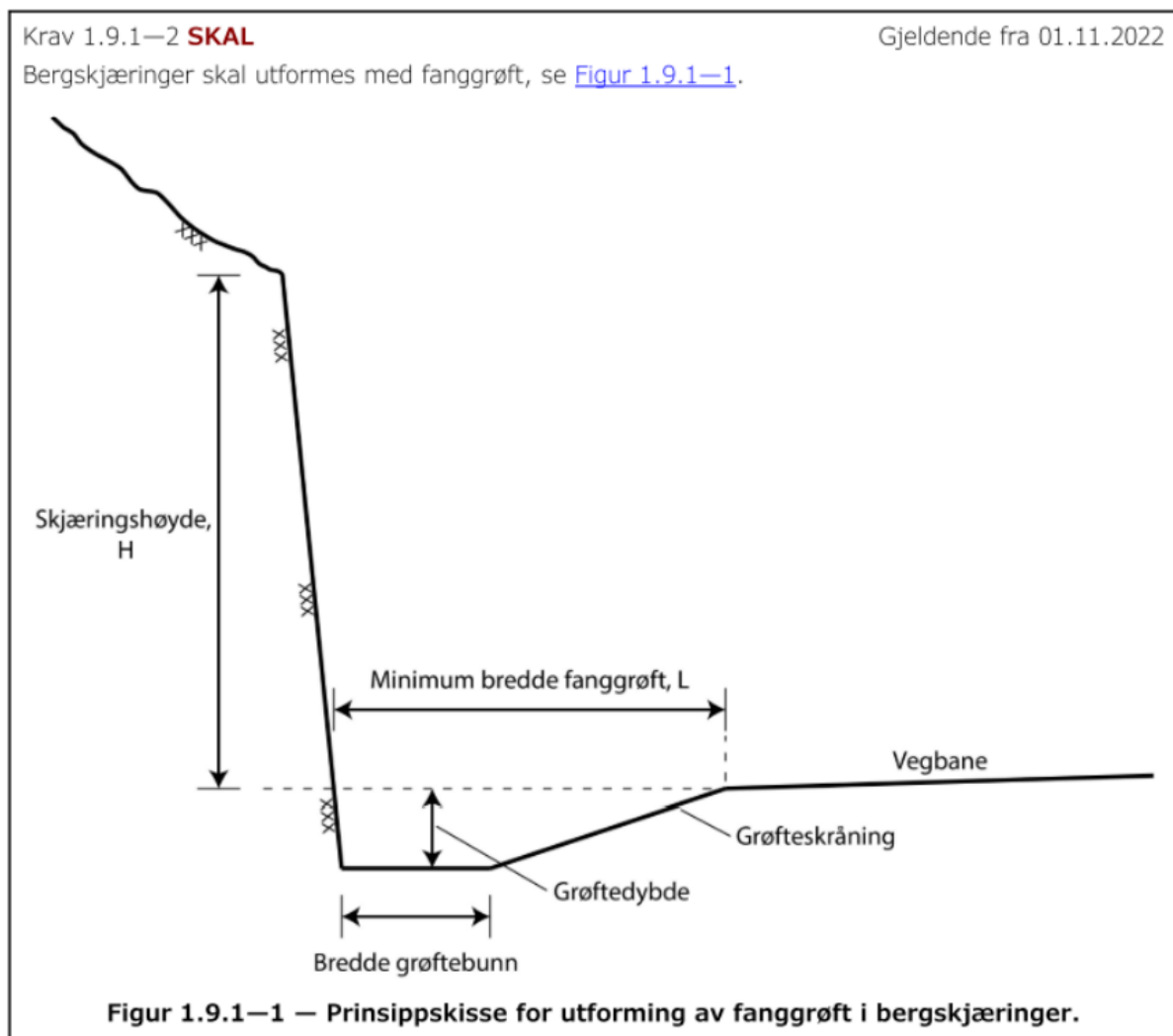
Bergart	Lokasjon	DRI (Drill Rate Index)	BWI (Bit Wear Index)	CLI (Cutter Life Index)
Fyllitt/ gråvakke preget av foliasjon	Hommelvik/ Trongdalen	59*	15*	-
Metagråvakke	Hommelvik	46*	28*	-
Fyllitt	Gjevingåstunnelen, Hommelvik	42	30	41
Gråvakke	Lånke	49	32	-

Tabell 10: Klassifisering av DRI og BWI [24].

Designation	DRI	BWI
Ekstremt lavt	26	<11
Veldig lavt	26-32	11-20
Lavt	33-42	21-30
Moderat	44-57	31-44
Høyt	58-69	45-55
Veldig høyt	70-82	56-69
Ekstremt høyt	>82	>69

16. SKJÆRINGSUTFORMING OG FANGGRØFT

Det er anbefalt med en gjennomgående fanggrøftbredde på minst 6 m. Anbefalt grøftebredde er vurdert ut ifra pallhøyde til bergskjæringen og bredde på berghyllen. Bergskjæringene etableres med 10:1 helning. I tilfeller hvor ny utsprengt bergskjæringen blir høyere enn 25 m skal den deles inn i to paller, hvor nedre pall er 20m høy. En 10m bred berghylle skiller de to pallene og er planlagt å fange opp de sannsynlige utfall fra øverste pall. En prinsippsskisse (uten paller og berghylle) er vist i Figur 39. En flat grøftebunn gir den beste fangevnen for uønskede blokkutfall fra bergskjæringene. Disse anbefalingene gjelder for hele strekningen, så lenge annet ikke er spesifisert.



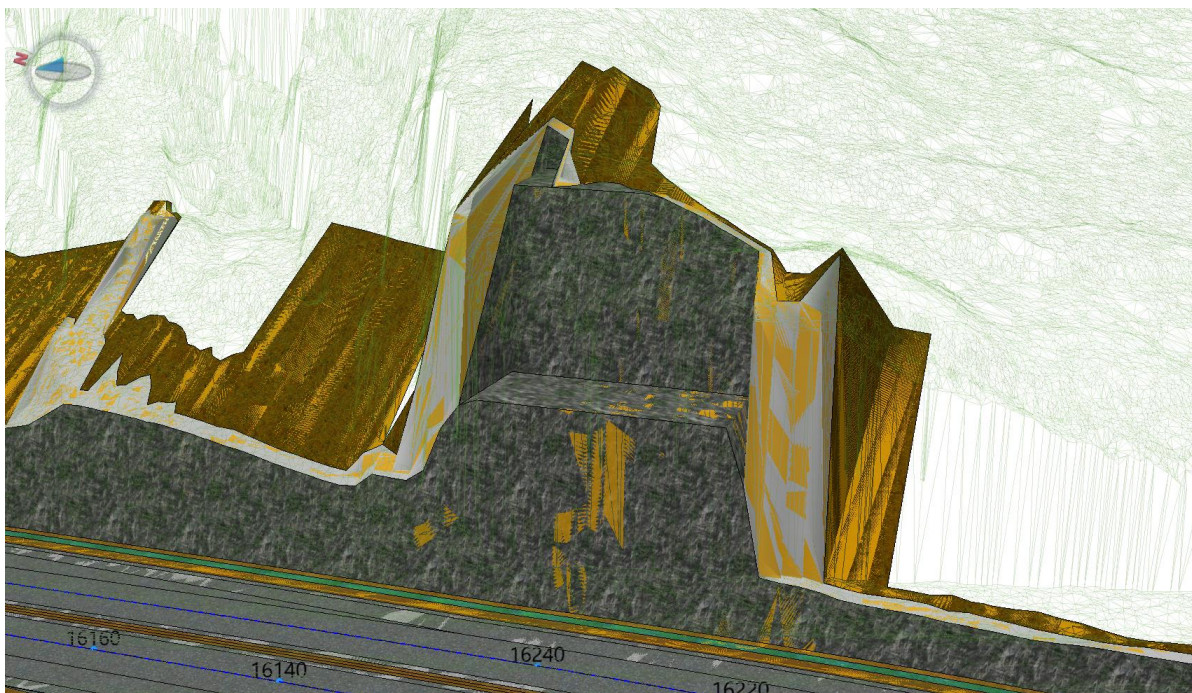
Figur 39: Prinsippkisse for tverrprofil ved bergskjæringer [22].

Det er i tillegg gjort en tverrfaglig vurdering med relevante disipliner angående utforming og fanggrøft langs bergskjæringer. Grøftebredden på 6 m er i henhold til krav for planlagt VA system som skal plasseres i bunnen og tildekkes med drenerende masser. Landskapsmessig anbefales det at det bør etableres raus bredde på sideterreng med fanggrøft der det er høy bergskjæring. Det vil visuelt bidra til at det oppleves trygt å kjøre nær bergskjæring. På et overordnet nivå vil også god bredde mellom bergskjæring og veglinje bidra til bedre landskapsmessig forankring av vegen. Eksisterende vegetasjon bør bevares nær topp for å dempe skjæring og for å gi en god overgang til landskapet rundt. Vegetasjon 2 m fra skjæringstopp skal derimot fjernes

16.1 Hommelvik bergskjæring (16100 - 16140)

Bergskjæringen er planlagt å bli opptil 45 m høy og er derfor delt inn i to paller. Nederste pall er 20 m og pallbredden er 10 m, se Figur 40. Pallene på 20 m skal sprenges i to omganger som resulterer i en ansetthakk som erfaringsmessig kan bli opp mot 1 m bredt. Dette bør hensyntas ved prosjektering og boring av øverste pall slik at det ikke går utover hylle- eller grøftebredden.

Ved profilnummer 16170 – 16190 er skjæringen mellom 15-17 m. På grunn av bratt terreng over skjæringen er det ikke anbefalt å etablere berghylle for denne strekningen.



Figur 40: Utklipp fra modell. Planlagt utforming av Hommelvik bergskjæring (16100 - 16140).

16.2 Lokalveg 613100

Langs bergskjæringen fra profilnummer 50-120 er det planlagt å etablere tilbakefylling. Tilbakefyllingen skal utformes med en skråningshelning mellom 1:1,5 og 1:2. Minimumshøyden bestemmes iht. krav vist i Tabell 11 og måles fra grøftebunnen [26].

Tabell 11: Krav til minimumshøyde for tilbakefylling iht. fartsgrense [26].

Fartsgrense	Høyde	
	Helning 1:1,5	Helning 1:2
≤ 60 km/t	≥ 1,0 m	≥ 1,3 m
70–80 km/t	≥ 1,2 m	≥ 1,6 m
90 km/t	≥ 1,4 m	≥ 1,8 m
100–110 km/t	≥ 1,8 m	≥ 2,2 m

16.3 Lokalveg 915000

Vegen er dimensjonert som en landbruksveg klasse 7 (traktorveg). Iht. normal for landbruksveg klasse 7 stilles det kun krav til grøftedybde og bunnbredde [27]. Kravet tilsier at grøftedybden skal (der grøft er nødvendig) være minimum 20 cm dypere enn planum og ha en bunnbredde på minimum 30 cm. I dette området er det ønskelig å minimere inngrepet i sideterrenget og høyere bergskjæring. Derfor er prosjektert grøftebredde 1,6 m fra skulderkant til bergskjæring. Med liten grøftebredde er det viktig å sørge for at bergskjæringen blir sikret tilstrekkelig med bolter og

steinsprangnett og eventuelt sprøytebetong for å hindre utfall mot veggen. Dette er inkludert i sikringsestimatet.

17. VURDERING AV SKREDFARE

Skredfarevurdering er beskrevet i egen rapport [5].

18. KVALITET PÅ STEINMATERIALER

18.1 Bergmasseforhold og svakhetssoner

Bergmassens kvalitet og vurdering av stabilitet i bergskjæringer vil bli brukt som grunnlag for utforming av bergsikring. Bergmassens kvalitet er estimert basert på observert oppsprekking, forvitring, bergartstype, folding og foliasjon i kjerneprøver og eksisterende bergskjæring, samt andre bergblotninger.

Bergmassen er generelt massiv med sprekkeavstand er 0,5 m eller større. Den er derimot sterkt preget av folding og foliasjon langs deler av vegtraseen, spesielt ved dagens bergskjæring. Resultat fra utførte laborietester viste at bergprøvene gikk i brudd langs foliasjonen. I eksisterende bergskjæring ble det i tillegg observert svakhetssoner på 0,3 – 2 m med tett oppsprukket berg.

18.2 Mekaniske egenskaper

Normalt vil steinkvaliteten være tilfredsstillende for fyllinger. Imidlertid vil enkelte bergarter som er skifrig, sterkt forvitret og/eller har et høyt glimmerinnhold egne seg dårlig. Det må foretas en samlet vurdering opp mot fyllingshøyde, fyllingskråning, krav til egenstabilitet, permeabilitet og setninger for å vurdere om massene er uegnet til fylling [28].

Forsterkningslag kan bestå av knuste steinmaterialer fra berg. Materialet må oppfylle kornfordelingskriteriene angitt i Statens Vegvesen håndbok N200. I tillegg må det ha en LA-verdi ≤ 35 (40 for G/S-veg) og Micro-Deval-koeffisient ≤ 20 (25 for G/S-veg). Materialer som tilfredsstillende kravene for forsterkningslag kan også benyttes i frostsikringslag, så lenge andel finstoff er under kravet angitt i N200 [6].

Ved bruk av materialer i vegoverbygningen er det satt kvalitetskrav (N200):

- Mekaniske egenskaper som Los-Angeles-verdi, Micro-Deval og kulemølleverdi
- Kornform ved flisighetsindeks
- Korngradering
- Finstoffinnhold
- Andel knust korn

Det har ikke blitt utført bergprøvetaking eller laborietesting av de mekaniske egenskapene av bergmassen i tidligere faser. NGU har utarbeidet en rapport, bestilt av Nye Veger, som konkluderer med at bergartene i bergskjæringene ved Homla elva er av dårlig kvalitet. Bergartene anses ikke som egnet for bruk i vegbygging [29].

Kvaliteten på bergmassen fra skjæringer i Dagsones 45 forventes ikke å møte kvalitetskravene for vegbygningsmateriale i motorveger basert på observasjoner i felt. Det kan imidlertid være begrensede områder der bergmassen kan være av høyere kvalitet. Hvis det skal brukes til vegbygging, må det testes i henhold til kravene som er gitt i N200. Kontinuerlig systematisk

prøvetaking og testing av bergmassen vil være nødvendig i byggefasen for å kunne evaluere de mekaniske egenskapene.

19. SPRENGNINGSMETODE

Avhengig av den stedlige bergartens vannømfintlighet etter sprengning skal det utføres dyp- eller grunnsprengning ved utarbeidelse av bergskjæringer som skal sikre drenering og hindre teleskader i grøft. Forhold som har betydning for bergartens vannømfintlighet er motstand mot nedknusning, innhold av glimmer o.l.. I bergarter som ikke klassifiseres som vannømfintlige skal det utføres dypsprengning. I bergarter som kan klassifiseres som vannømfintlige skal det utføres grunnsprengning [6].

Ifølge NGUs berggrunnskart og observasjoner fra felt består store deler av veglinjen av metagråvakke med innslag av fyllitt og skifer. Basert på dette er det lagt til grunn for grunnsprengning, da fyllitt og skifer er typiske vannømfintlige bergarter.

20. YTRE MILJØ

Bergprøve #2 ble tatt fra en tydelig sone på 0,3 meter tykkelse med rustbelegg og synlige sulfidmineraller på 1 cm i størrelse, se Figur 41 . Bergprøver fra veglinjen andre steder har derimot ikke testet positivt for syredannende potensial. Hvis det ikke oppdages flere slike soner eller at den ene sonen øker i størrelse eller tykkelse, anses bergmassen lang strekningen som ikke syredannende.



Figur 41: 0,3 m tykk sone med synlige sulfidmineraller observert ved eksisterende bergskjæring.

21. USIKKERHETER OG RISIKO

21.1 Tiltak ved sprengning

Planlagte sprengningsarbeid i DS45 skal utføres i nærheten av eksisterende infrastruktur og en kvikkleiresone i nordlig del av veglinjen. Forebyggende tiltak som trafikkavvikling og kontrollert sprengning er ansett som nødvendig. I tillegg er det viktig med grundig varsling og god dialog med berørte parter som for eksempel Bane Nor, selv om jernbanen har god avstand fra sprengningsområdet.

21.1.1 Dagens E6

Rystelser kan virke skremmende for trafikanter og føre til steinsprut og ustabile situasjoner i skråningene/skjæringene som kan berøre eksisterende E6. Under sprengning er det derfor nødvendig med trafikkavvikling ved å stenge vegen og eventuelt omdirigering. Tildekning og barrierer bør benyttes i områder hvor det er fare for steinsprut ut mot vegen for å redusere skader på materiale og oppryddingsarbeid. Etter sprengningen bør området inspiseres grundig for å forsikre seg om at det ikke er oppstått skader på vegen eller nærliggende strukturer. Dette inkluderer også kontroll av behov for stabilitetssikring i bergskjæringen og eventuelle setninger/ sprekkdannelse i vegens overflate, før åpning av trafikken.

21.1.2 Kvikkleire

Sprengningsarbeid i nærheten av kvikkleiresone bør utføres i tråd med geotekniske anbefalinger. Iht. NS8141-3 [30] skal grenseverdier for rystelser og vibrasjoner overholdes for å unngå utløsning av kvikkleireskred. Det kan være nødvendig å bruke spesielle rystelsesmålere for å kontrollere at rystelsene ikke overskrider kritiske terskler for stabiliteten i kvikkleiren. Etter sprengning bør eventuelle endringer i stabiliteten til området overvåkes. Det kan gjøres ved hjelp av piezometer, deformasjonsmålere, instrumentering for å måle skredaktivitet og/ eller utføre visuelle inspeksjoner. I tillegg er det aktuelt med tildekning ved avfyring av salver i nærheten av kvikkleiresoen for å unngå steinsprut som kan resultere i punktløstspenninger.

21.2 Svakhetszone 1 (Hommelvik bergskjæring)

Det knyttes store usikkerheter til utbredelsen og stabiliteten rundt svakhetssonen som medfører risiko for store planare utglidninger. Stabiliteten og utformingsgeometrien til bergskjæringen må vurderes ytterligere i senere planfaser. Det som er gjort til nå er kun en innledende vurdering fram mot endelig løsning.

21.3 Andre usikkerheter og risiko

- De geologiske forholdene er kartlagt i eksisterende bergskjæring og -blotninger. Geologien kan være annerledes i områder der berget har vært dekket av løsmasser/ vegetasjon.
- Det er høy usikkerhet knyttet til bergmassens kvalitet på grunn av folding og hyppige variasjoner på korte avstander. På grunn av dette er det knyttet stor usikkerhet estimert bergsikringsmengder. Endelige bergsikring installeres etter avdekt bergmasseforhold og vil bli justert til de geologiske forholdene vurdert på stedet.
- Plassering av faktiske bergskjæring vil kunne gi avvik fra 3D-modellen.
- Det er ikke utført kartlegging langs hele strekningen da det har vært tildekket av vegetasjonsdekke eller for høyt i terrenget.

- Isdannelse og vann kan dannes ved et senere tidspunkt og må følges opp under byggefasen.
- Bergmassens egnethet til bruk i veglinjen.

22. FORSLAG TIL BEMANNING I BYGGEFASEN

For byggefasen skal det sørges for at prosjektet har tilstrekkelig bemanning og den nødvendige bergtekniske/ingeniørgeologiske kompetansen for å håndtere de forventede utfordringene. En person med bergteknisk/ingeniørgeologisk kompetanse skal ha det faglige ansvar for permanentsikringen. Med tanke på de forhold som forventes for denne traseen, bør denne personen minimum ha 4 års erfaring. Oppfølgingen må foregå i samarbeid med person med høy geoteknisk kompetanse.

Det anbefales at det utføres geologisk kartlegging etter at bergoverflaten er avdekket og før sprengning, samt etter sprengning av hver pallhøyde. Kartlegging og sikring av skjæringen bør utføres fortløpende. Den utførte sikringen skal sammen med de geologiske forholdene dokumenteres i en sluttrapport. Rapporten skal også inneholde informasjon for fremtidig vedlikehold. For skjæringer i berg som vurderes til geoteknisk kategori 3 i prosjekteringsfasen, skal det også utføres utvidet kontroll under utførelsen iht. kapittel 1.

23. FORSLAG TIL VIDERE ARBEIDER

- I detaljprosjekteringsfase må det utformes en plan for grøfter og drenering av skjæringene i samråd med RIVA.
- Løsningen for håndtering av løsmasser på toppen av skjæringer må samordnes med geoteknikk.
- I byggeplanfasen og byggefasen kan det gjøres supplerende grunnboringer ved anleggsveger for å dokumentere løsmassemekting og løsmassetype. Grunnboringer gjøres i linja for bergskjæringstopp.
- Mekaniske tester av steinmateriale ved eventuelt bruk av materialer i vegoverbygningen.
- Bergsikringen i eksisterende bergskjæring ved Helltunnelen mellom profilnummer 17180 – 17320 bør inspiseres for å fastslå om bergsikringen oppfyller dagens krav gitt i N200 [6].
- Eventuelle undersøkelser for vannømfintlighet av bergmassen for å bestemme om det skal grunn- eller dypsprenges.
- Videre kartlegging av bergmasse og detaljert prosjektering av bergskjæringsutforming.

24. REFERANSER

- [1] DJV, «E6RV-DJV-TN-RPT-NT02-0002_New Stavsjøfjell East Entrance (Rock Cut) Detail design,» 2022.
- [2] DJV, «E6RV-DJV-TN-RPT-ET02-0002 Existing Stavsjøfjell tunnel east entrance,» 2022.
- [3] DJV, «E6RV-DJV-TN-RPT-NT03-0002 New Hell West Entrance Geology (Rock cuts) Detail Design,» 2020.
- [4] DJV, «E6RV-DJV-TN-RPT-ET03-0002 Hell Existing East Entrance Geology (Rock cut) Detail design,» 2021.
- [5] Rambøll, «E6RV-RAM-GEO-RAP-DS45-1002 Utredning av skred i bratt terreng,» 2024.

- [6] Statens Vegvesen, Håndbok N200 - Vegbygging, Vegdirektoratet, 2024.
- [7] Rambøll, «G-rap-008 Geoteknisk datarapport omregulering Hommelvik,» 2024.
- [8] Rambøll, «E6RV-RAM-GTK-RPT-DS45-1008 Geoteknisk vurdering omregulering Hommelvik,» 2024.
- [9] Standard Norge, «NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020. Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 1: Almenne regler,» 2020.
- [10] Standard Norge, NS-EN 1990:2002+A1:2005+AC:2010+NA:2016. Eurokode - Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner, 2016.
- [11] NGU, «Bergrunn - Nasjonal berggrunnsdatabase,» [Internett]. Available: https://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/. [Funnet 01 11 2024].
- [12] Rambøll, «E6RV-DJV-GE-RPT-DZ45-0002_Data report core drilling Hommelvik_Rev02,» 2022.
- [13] Rambøll, «E6DJV-EV-RPT-ALZN-0001 Tiltaksplan for forurenset grunn og fremmede arter_dagsone 1 - 5 rev02,» 2020.
- [14] NGU, «Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase,» [Internett]. Available: https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/. [Funnet 01 11 2024].
- [15] NGU, «GRANADA - Nasjonal grunnvannsdatabase,» [Internett]. Available: https://geo.ngu.no/kart/granada_mobil/. [Funnet 20 11 2024].
- [16] NIBIO, «Markfuktighet,» [Internett]. Available: <https://www.nibio.no/tema/jord/arealressurser/andre-kart/markfuktighet>. [Funnet 21 11 2021].
- [17] Multiconsult, «E6RV-MUL-GE-RPT-CAH13-0005, Ingeniørgeologisk rapport for reguleringsplan - Dagsone Stavsjøfjelltunnelen-Værnes.,» rev. 02, 08.11.2019, 2019.
- [18] Rambøll, «E6RV-DJV-GE-RPT-DZ45_Engineering geological report_Rev04,» 2022.
- [19] Rambøll, «E6RV-DJV-GE-MEM-DZ45-0002_Stability analysis of rock cut in DZ4_rev02,» 2022.
- [20] DJV, «E6RV-DJV-GT-RPT-DZ45-0012 E66 – Geotechnical Design Report,» 2023.
- [21] Statens Vegvesen, Håndbok R761 - Prosesskode 1, Vegdirektoratet, 2018.
- [22] Statens vegvesen, «Håndbok N200 - Vegbygging (2022 utgaven),» 2022.
- [23] NTNU, Prosjektrapport anleggsdrift 13B-98, Borbarhet - Katalog over borbarhetsindekser, 1998.
- [24] B. N. A. Palmström, «"Engineering geology and Rock Engineering; Handbook No. 2., Norsk bergmekaniskgruppe (NBG),» 2000.
- [25] Geoteam, «"E6 i tunnel ved Hommelvik- Ingeniørgeologiske forundersøkelser, rapport 8419.01," Trondheim.,» 1983.
- [26] Statens vegvesen, «N101 Trafikksikkert sideterreng og vegsikringsutstyr,» 2022.
- [27] Skogkurs, «Normaler for landbruksveier med byggebeskrivelse».
- [28] Staten Vegvesen, «Håndbok V221 - Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger,» 2014.
- [29] NGU, «Nye Veier, E6 trasé Ranheim-Værnes. Bruksegenskaper til bergartsmateriale langs traséen. Report nr. 2019.010,» 2019.
- [30] Standard Norge, NS 8141-3:2014. Vibrasjoner og støt - Del 3, 2014.

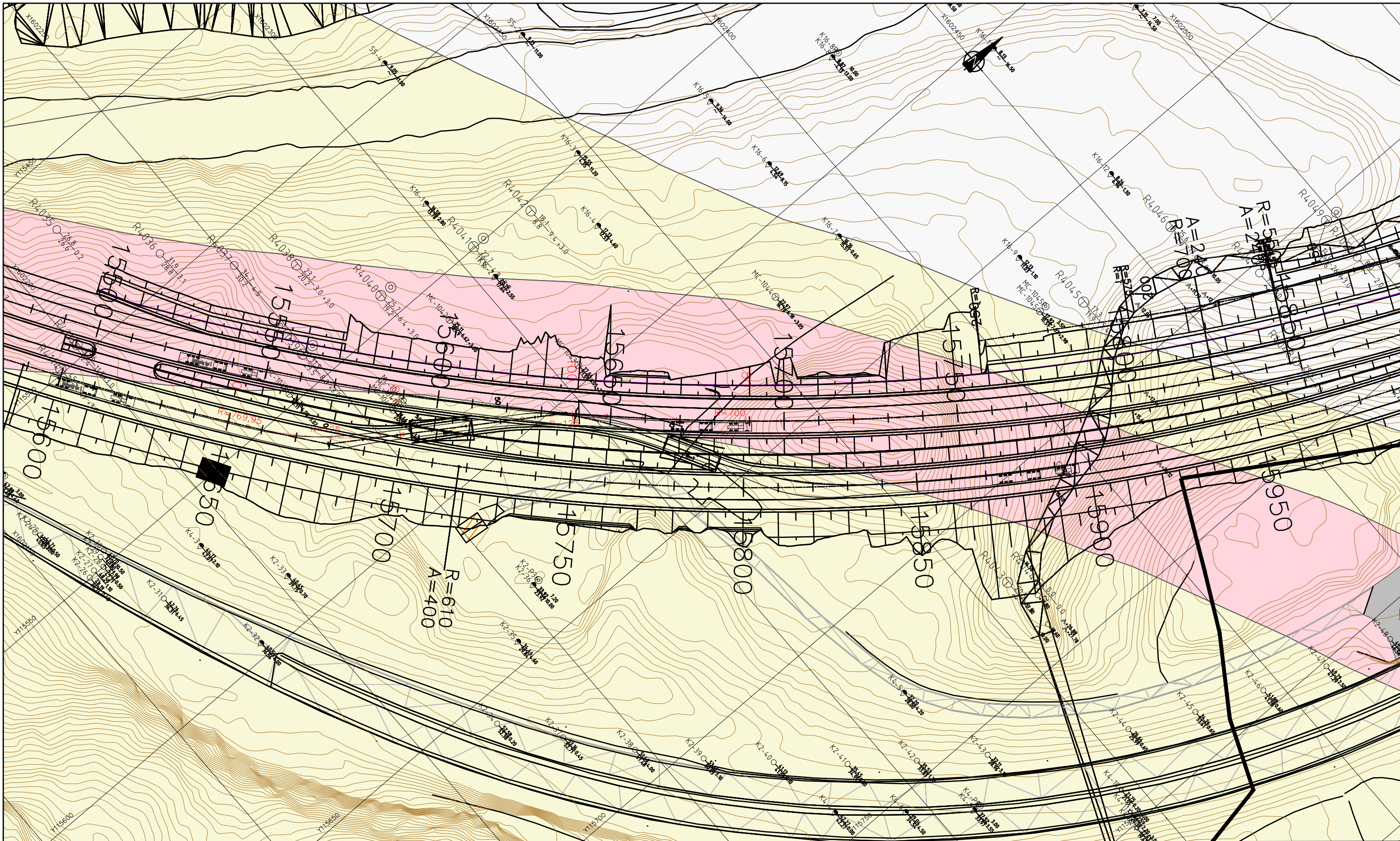
VEDLEGG

Vedlegg 1: Geologiskkart

Vedlegg 2: Løsmassekart

Vedlegg 3: Tverrprofiler

Vedlegg 4: Utformingsalternativ for Hommelvik bergskjæring



TEGNFORKLARING

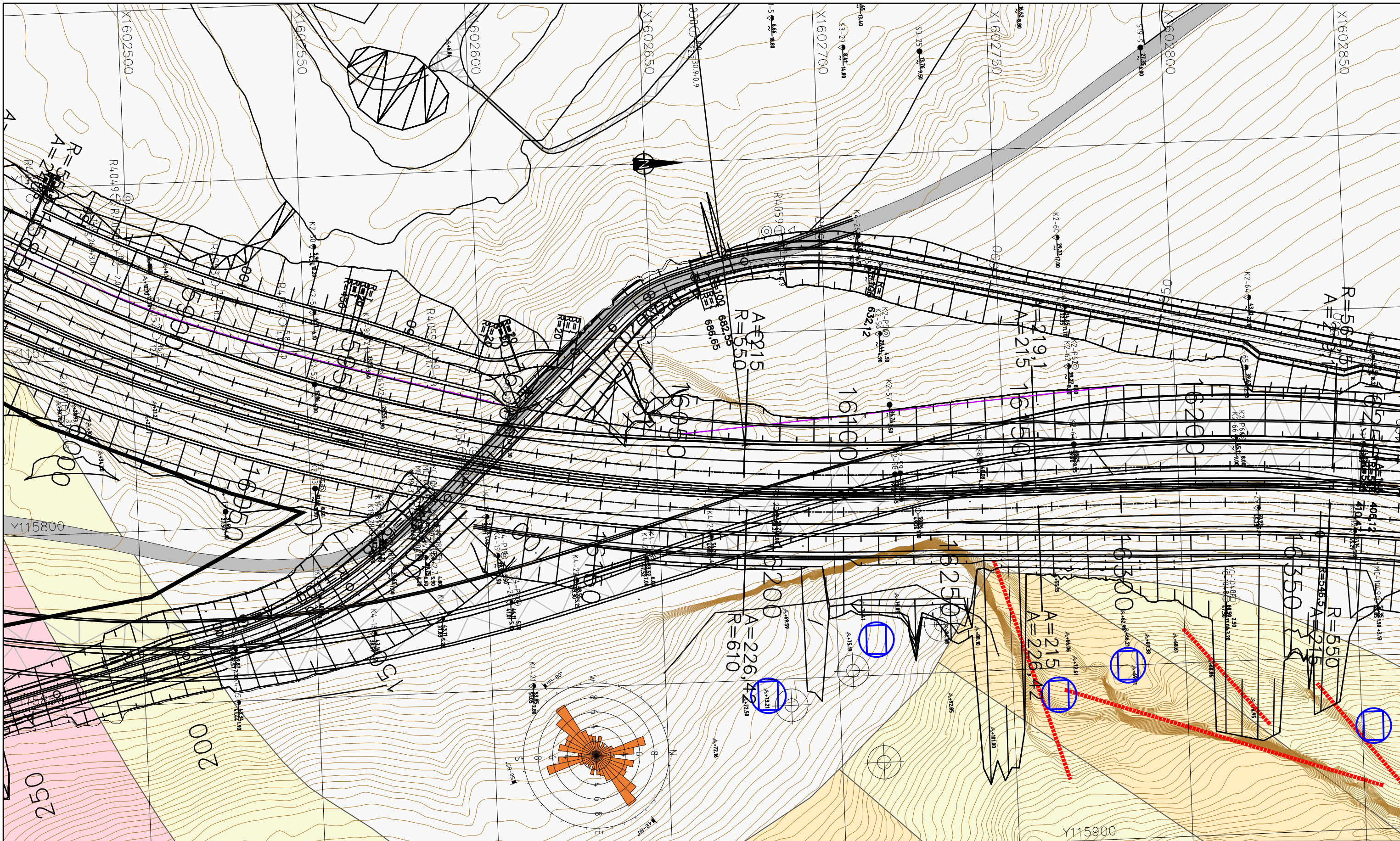
- Metasandstein (Metagråvakke)
- Tuffitt, ryolltisk
- Polymikt konglomerat
- Løsmasser (morene, grus, sand, leire)

- Tolket svakhetszone
- Felt observasjoner
- Aktivt nedfallsområde
- Bergblotning

- ⊕ Totalsondering
- Dreiestrykksondering
- Enkelt sondering
- ⊙ Prøveserie

- ☆ Fjellkontrollboring
- Dreiesondering
- ⊕ Kjerneborehull

Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato
		Saksnr.			
		Tegningsdato			
		Bestiller		Nye Veier	
		Produsert for		Nye Veier	
		Prosjektnummer		100615	
		Arkivreferanse		-	
		Byggeværk nummer		-	
		Koordinatsystem		NTM 10	
		Høydesystem		NN 2000	
		Vedlegg 1		Målestakk A1 1:500	
		Reguleringsplan		Målestakk A3 1:1000	
Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv	Tegningsnummer/	Rev. dato
BRAN	SVTP	EHLTRH	135005784Z	V001	02



TEGNFORKLARING

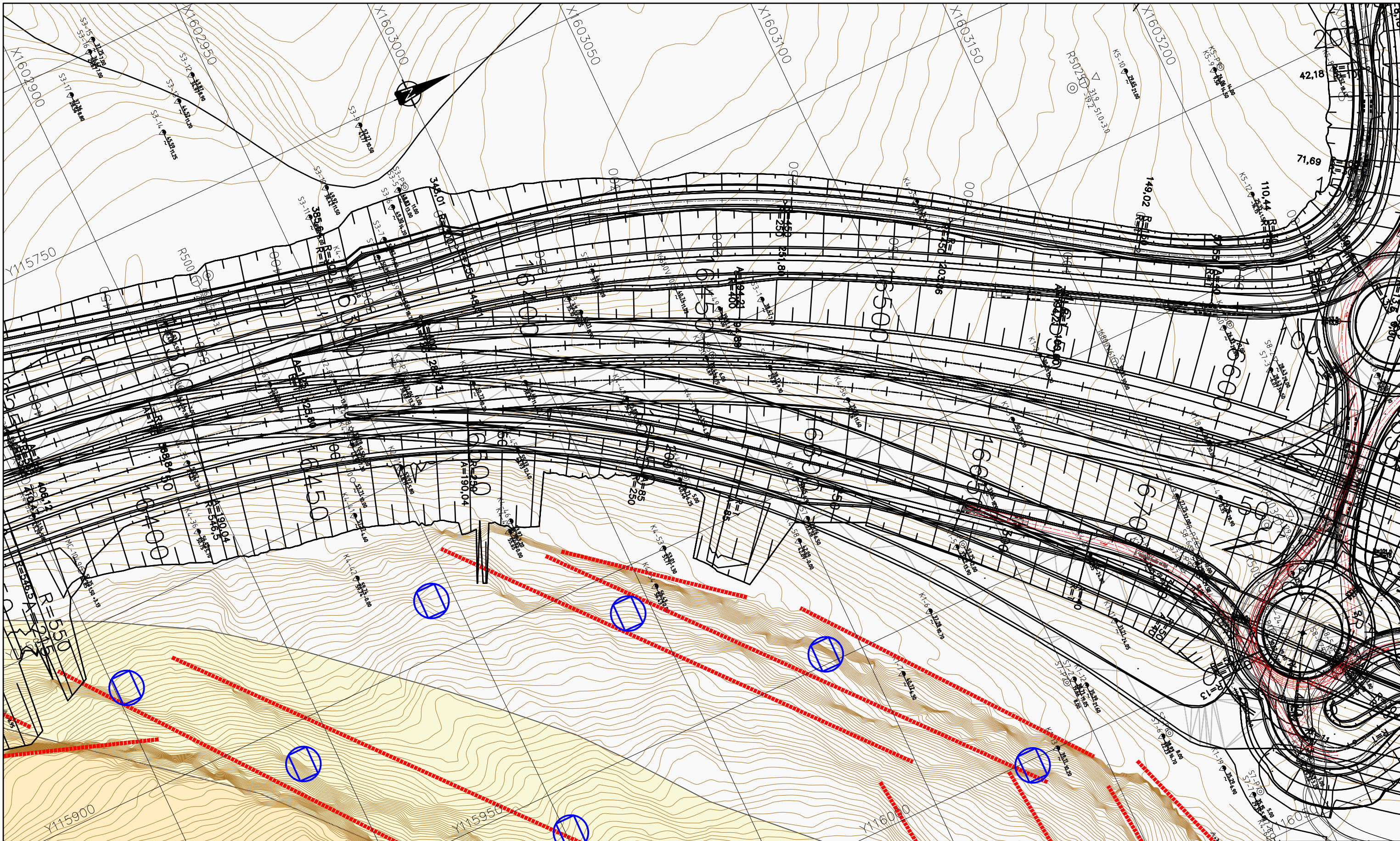
- Metasandstein (Metagråvakke)
- Tuffitt, ryolltisk
- Polymikt konglomerat
- Løsmasser (morene, grus, sand, leire)

- Tolket svakhetszone
- Felt observasjoner
- Aktivt nedfallsområde
- Bergblotning





- ⊕ Totalsondering
- Dreiestrykkssondering
- Enkelt sondering
- ◎ Prøveserie





- ☆ Fjellkontrollboring
- Dreiesondering
- ⊕ Kjerneborehull





Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato
		Saksnr.		Tegningsdato	
				Nye Veier	
		Uttatt av:		RAMBOLL	
		Bestiller		Nye Veier	
		Produsert for		Nye Veier	
		Prosjektnummer		100615	
		Arkivreferanse		-	
		Byggeværk nummer		-	
		Koordinatsystem		NTM 10	
		Høydesystem		NN 2000	
		Vedlegg 1		Målestokk A1 1:500	
		Reguleringsplan		Målestokk A3 1:1000	
Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv	Tegningsnummer/	revisjon
BRAN	SVPT	EHLTRH	1350057842	V002	02






TEGNFORKLARING

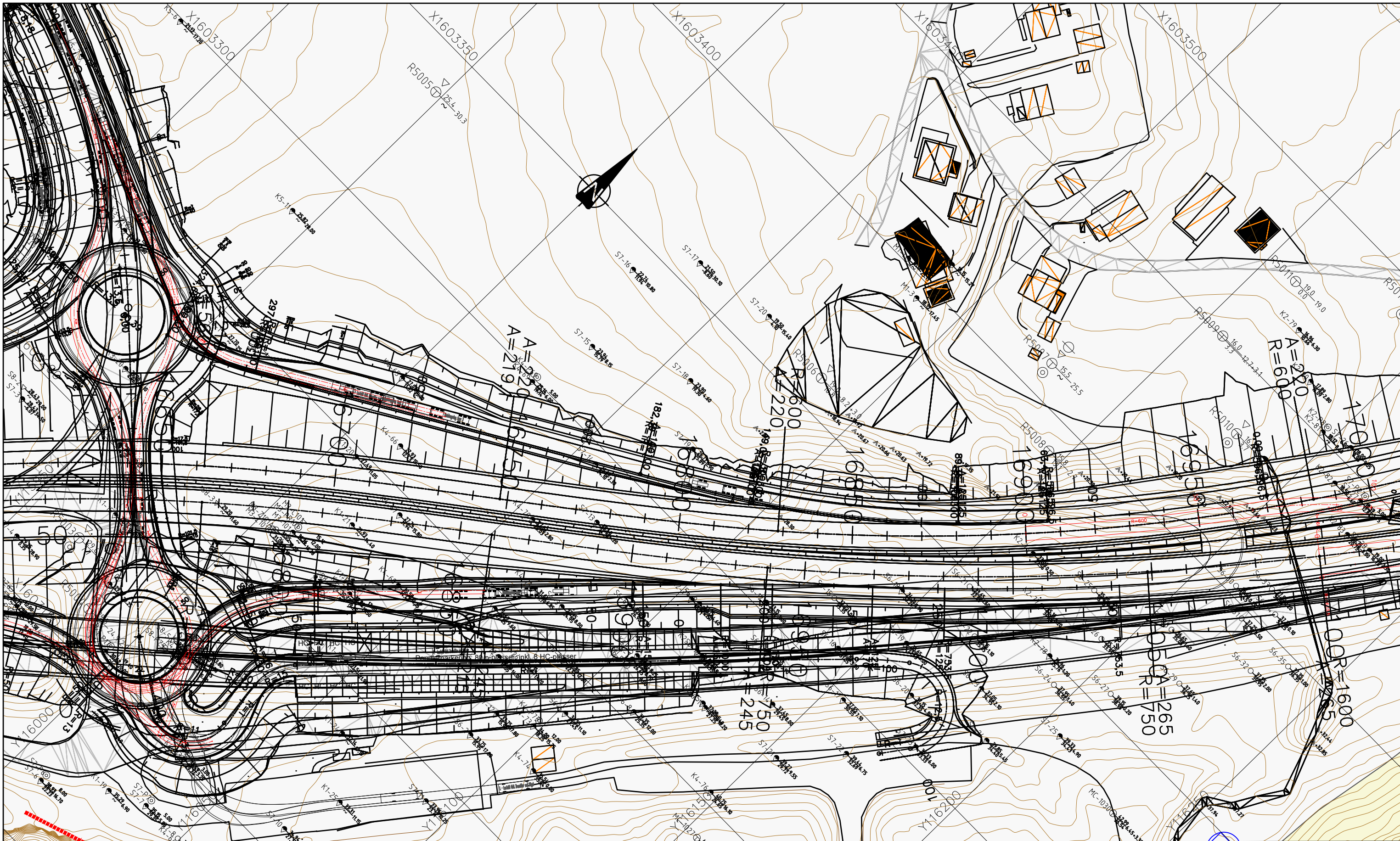
-  Metasandstein (Metagråvakke)
-  Tuffitt, ryollittisk
-  Polymikt konglomerat
-  Løsmasser (morene, grus, sand, leire)

-  Tolket svakhetszone
-  Felt observasjoner
-  Aktivt nedfallsområde
-  Bergblotning

-  Totalsondering
-  Dreiestrykkssondering
-  Enkelt sondering
-  Prøveserie

-  Fjellkontrollboring
-  Dreiesondering
-  Kjerneborehull

Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato
Saksnr.		Tegningsdato			
Uttatt av: RAMBOLL		Bestiller			
E6 Ranheim - Vurnes		Produsert for			
Dagsone 45, Avrop 6		Prosjektnummer			
Berggrunnskart, 16250-16600		Arkivreferanse			
E6RV-RAM-GEO-RAP-DS45-1001		Byggeværk nummer			
Vedlegg 1		Koordinatsystem			
Reguleringsplan		Høydesystem			
		Målestokk A1			
		Målestokk A3			
		Tegningsnummer/			
		revisjon			
Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv	Tegningsnummer/	
BRAN	SVPT	EHLTRH	1350057842	v003	02



TEGNFORKLARING

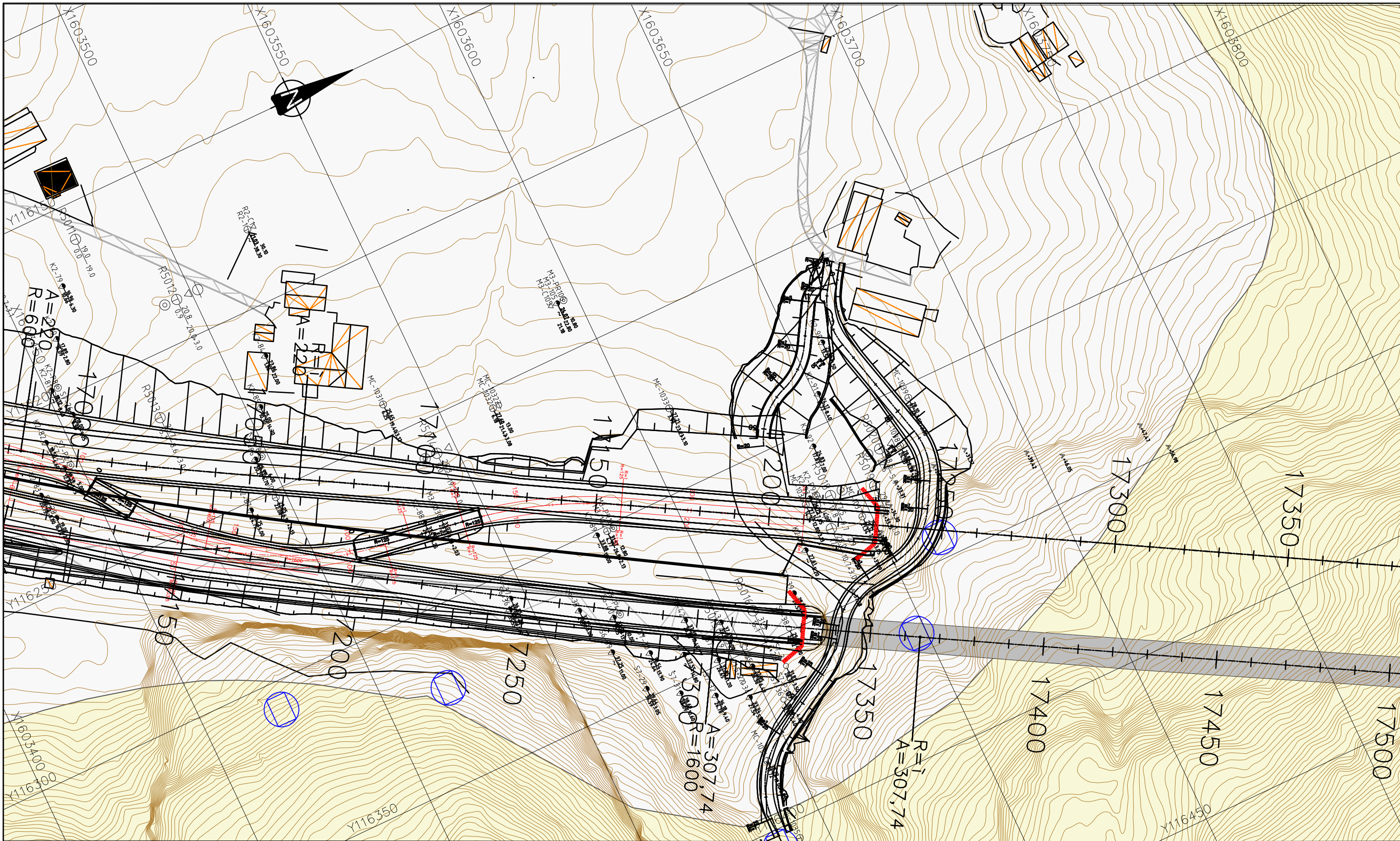
- Metasandstein (Metagråvakke)
- Tuffitt, ryolltisk
- Polymikt konglomerat
- Løsmasser (morene, grus, sand, leire)

- Tolket svakhetszone
- Felt observasjoner
- Aktivt nedfallsområde
- Bergblotning





- ⊕ Totalsondering
- Dreiestrykksondering
- Enkelt sondering
- ◎ Prøveserie





- ☆ Fjellkontrollboring
- Dreiesondering
- ⊗ Kjerneborehull





Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato
		Uttatt av:			
		NyeVeier		RAMBOLL	
E6 Ranheim - Vurnes		Tegningsdato		Nye Veier	
Dagsone 45, Avrop 6		Bestiller		Nye Veier	
Berggrunnskart, profilnr. 16600-17000		Prosjektnummer		100615	
E6RV-RAM-GEO-RAP-DS45-1001		Arkivreferanse		-	
Vedlegg 1		Byggeværk nummer		-	
Reguleringsplan		Koordinatsystem		NTM 10	
		Høydesystem		NN 2000	
		Målestokk A1		1:500	
		Målestokk A3		1:1000	
Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv	Tegningsnummer/	revisjon
BRAN	SVPT	EHLTRH	1350057842	V006	02






TEGNFORKLARING

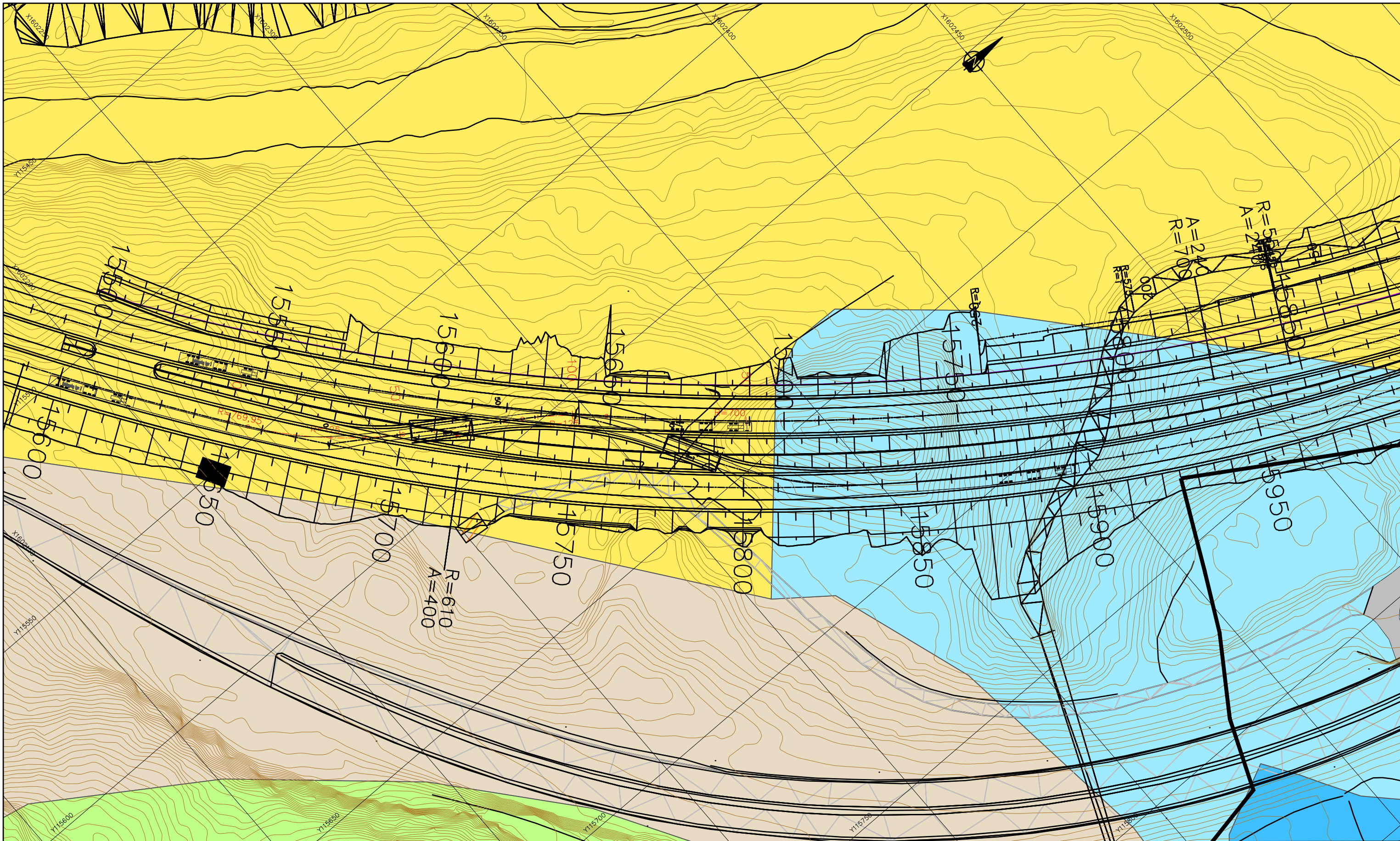
-  Metasandstein (Metagråvakke)
-  Tuffitt, ryolltisk
-  Polymikt konglomerat
-  Løsmasser (morene, grus, sand, leire)

-  Tolket svakhetszone
-  Felt observasjoner
-  Aktivt nedfallsområde
-  Bergblotning

-  Totalsondering
-  Dreiestrykksondering
-  Enkelt sondering
-  Prøveserie

-  Fjellkontrollboring
-  Dreiesondering
-  Kjerneborehull

Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato
		Saksnr.		Tegningsdato	
				Bestiller	
				Produsert for	
				Prosjektnummer	
				Arkivreferanse	
				Byggeværk nummer	
				Koordinatsystem	
				Høydesystem	
				Målestokk A1	
				Målestokk A3	
				Tegningsnummer/	
				revisjon	
Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv	Tegningsnummer/	
BRAN	SVPT	EHLTRH	1350057842	V005	02

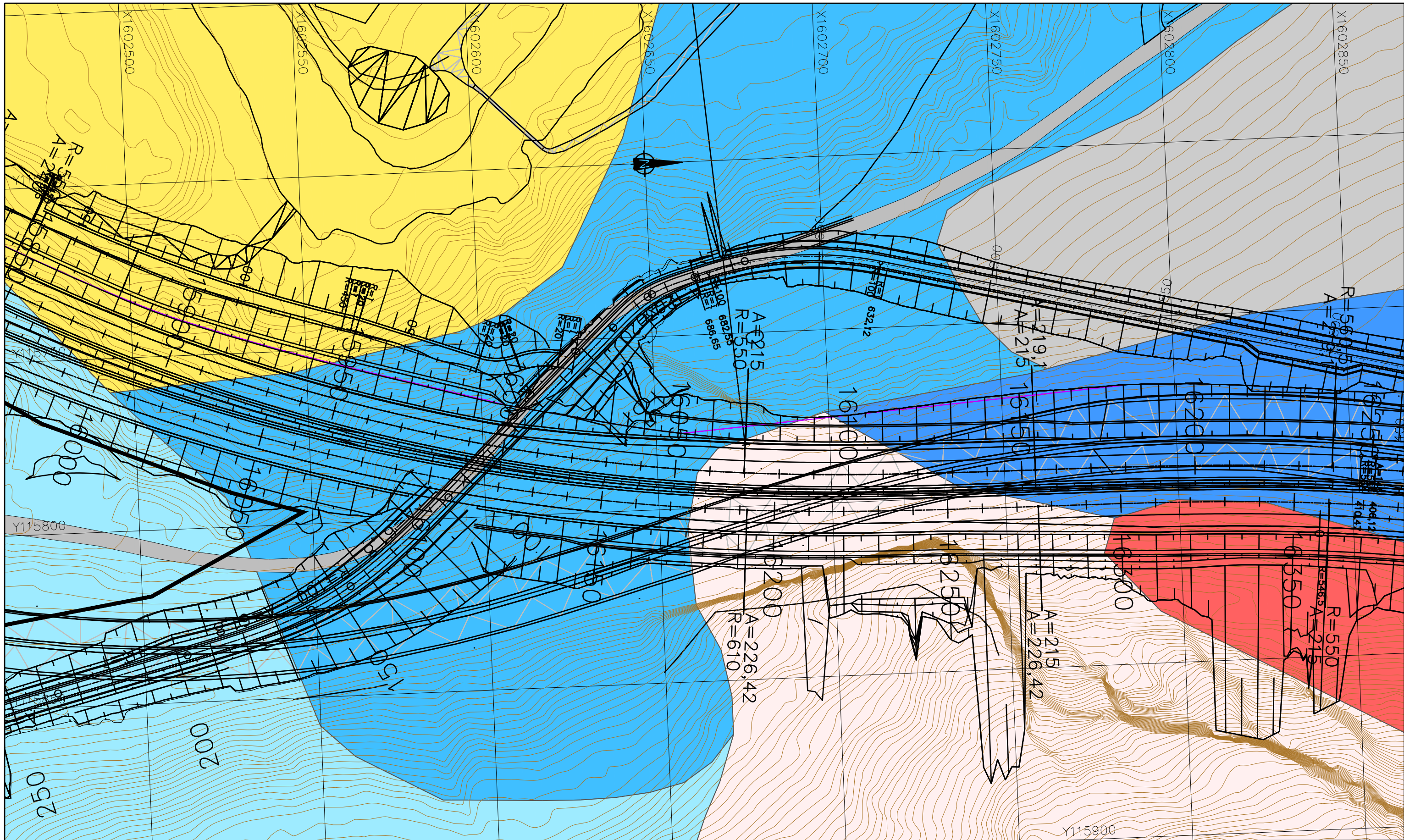


TEGNFORKLARING

- Tynt dekke av organisk materiale
- Elv- og bekkeavsetninger
- Bart fjell, tynt løsmassedekke
- Hav-, fjord- og strandavsetninger. Usammenhengende dekke
- Morene, tynt til usammenhengende dekke
- Hav- og fjordavsetning, sammenhengende dekke, stedvis med stor mektighet
- Fyllmasser
- Marine strandavsetninger, sammenhengende dekke
- Skremateriale, sammenhengende dekke
- Forvittringsmateriale, usammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen
- Kvikkleire

Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato
		Saksnr.			
		Tegningsdato			
		Bestiller			
		Produsert for			
		Prosjektnummer			
		Arkivreferanse			
		Byggeværk nummer			
		Koordinatsystem			
		Høydesystem			
		Målestokk A1			
		Målestokk A3			
		Tegningsnummer/			
		revisjon			
Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv		
BRAN	SVPT	EHLTRH	135005784Z	V006	02

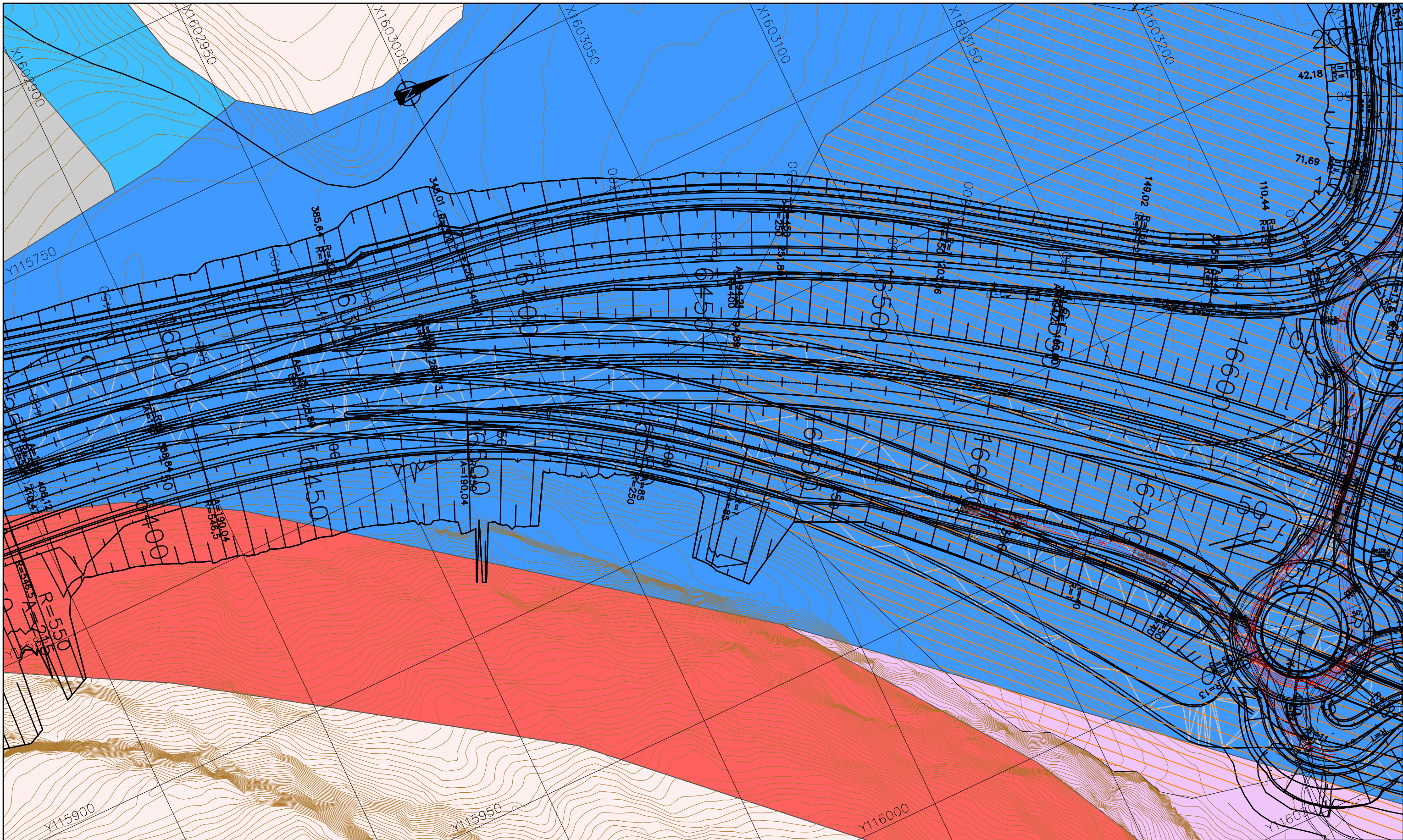
E6 Ranheim - Vurnes
 Dagsone 45, Avrop 6
 L*smassekart, profilnr. 15500-15850



TEGNFORKLARING

- | | | |
|--|--|--|
| Tynt dekke av organisk materiale | Morene, tynt til usammenhengende dekke | Skremateriale, sammenhengende dekke |
| Elv- og bekkeavsetninger | Hav- og fjordavsetning, sammenhengende dekke, stedvis med stor mektighet | Forvittringsmateriale, usammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen |
| Bart fjell, tynt løsmassedekke | Fyllmasser | Kvikkleire |
| Hav-, fjord- og strandavsetninger. Usammenhengende dekke | Marine strandavsetninger, sammenhengende dekke | |

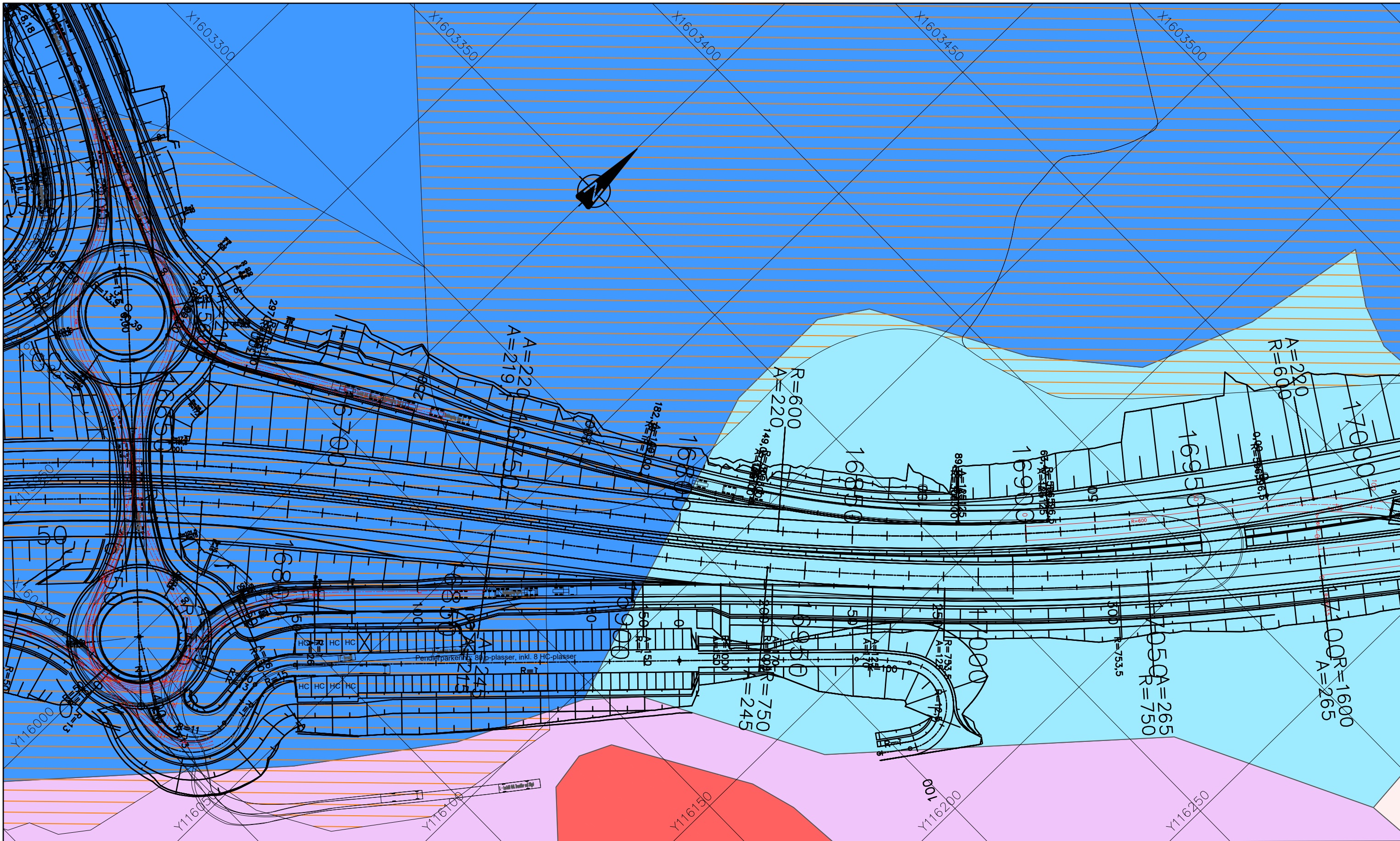
Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato
		Saksnr.		Tegningsdato	
		Uttørt av: RAMBOLL		Bestiller Nye Veier	
		E6 Ranheim - Vurnes		Produsert for Nye Veier	
		Dagsone 45, Avrop 6		Prosjektnummer 100615	
		L*smassekart, profilnr. 15850-16250		Arkivreferanse -	
		E6RV-RAM-GEO-RAP-DS45-1001		Byggverk nummer -	
		Vedlegg 2		Koordinatsystem NTM 10	
		Reguleringsplan		Høydesystem NN 2000	
		Utarbeidet av BRAN		Målestokk A1 1:500	
		Kontrollert av SVPT		Målestokk A3 1:1000	
		Godkjent av EHLTRH		Tegningsnummer/ revisjon V007 02	
		Konsulentarkiv 1350057842			














TEGNFORKLARING



- Tynt dekke av organisk materiale
- Elv- og bekkeavsetninger
- Bart fjell, tynt løsmassedekke
- Hav-, fjord- og strandavsetninger. Usammenhengende dekke
- Morene, tynt til usammenhengende dekke
- Hav- og fjordavsetning, sammenhengende dekke, stedvis med stor mektighet
- Fyllmasser
- Marine strandavsetninger, sammenhengende dekke
- Skremateriale, sammenhengende dekke
- Forvittringsmateriale, usammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen
- Kvikkleire

Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato
				Saksnr.	
		Utørt av:		Tegningsdato	
		RAMBOLL		Nye Veier	
E6 Ranheim - Vurnes				Bestiller	
Dagsone 45, Avrop 6				Nye Veier	
L*smassekart, profilnr. 16250-16600				Prosjektnummer	
E6RV-RAM-GEO-RAP-DS45-1001				100615	
Vedlegg 2				Arkivreferanse	
Reguleringsplan				-	
				Byggeværk nummer	
				-	
				Koordinatsystem	
				NTM 10	
				Høydesystem	
				NN 2000	
				Målestokk A1	
				1:500	
				Målestokk A3	
				1:1000	
Utarbeidet av		Kontrollert av		Godkjent av	
BRAN		SVPT		EHLTRH	
				Konsulentarkiv	
				1350057842	
				Tegningsnummer/	
				revisjon	
				V008	
				02	



TEGNFORKLARING

- | | | |
|--|--|--|
|  Tynt dekke av organisk materiale |  Morene, tynt til usammenhengende dekke |  Skremateriale, sammenhengende dekke |
|  Elv- og bekkeavsetninger |  Hav- og fjordavsetning, sammenhengende dekke, stedvis med stor mektighet |  Forvittringsmateriale, usammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen |
|  Bart fjell, tynt løsmassedekke |  Fyllmasser |  Kvikkleire |
|  Hav-, fjord- og strandavsetninger. Usammenhengende dekke |  Marine strandavsetninger, sammenhengende dekke | |

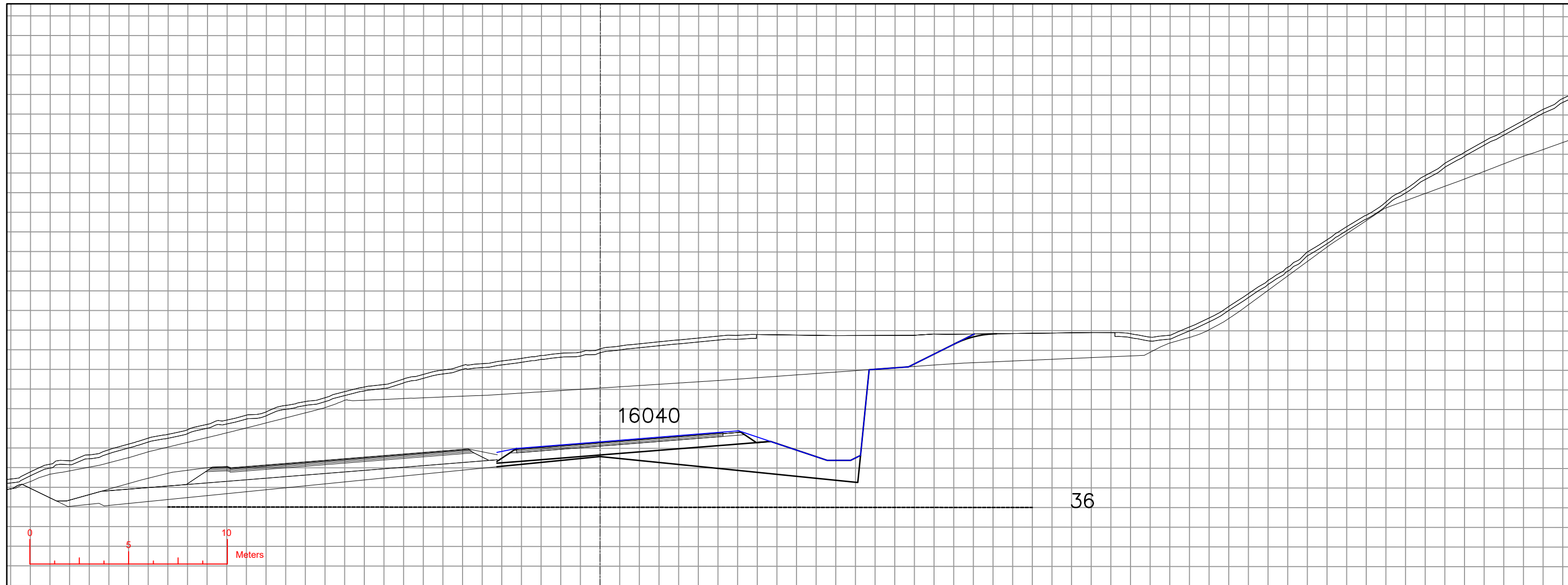
Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato
Saksnr.					
		Uttørt av:		Tegningsdato	
				Nye Veier	
E6 Ranheim - Vurnes		Dagsone 45, Avrop 6		Prosjektnummer 100615	
L*smassekart, profilnr. 16600-17000		Arkivreferanse -		Byggeværk nummer -	
E6RV-RAM-GE0-RAP-DS45-1001		Vedlegg 2		Koordinatsystem NTM 10	
Reguleringsplan		Målestokk A1 1:500		Høydesystem NN 2000	
Utarbeidet av		Kontrollert av		Godkjent av	
BRAN		SVPT		EHLTRH	
Konsulentarkiv		Tegningsnummer/		revisjon	
1350057842		V009		02	



TEGNFORKLARING

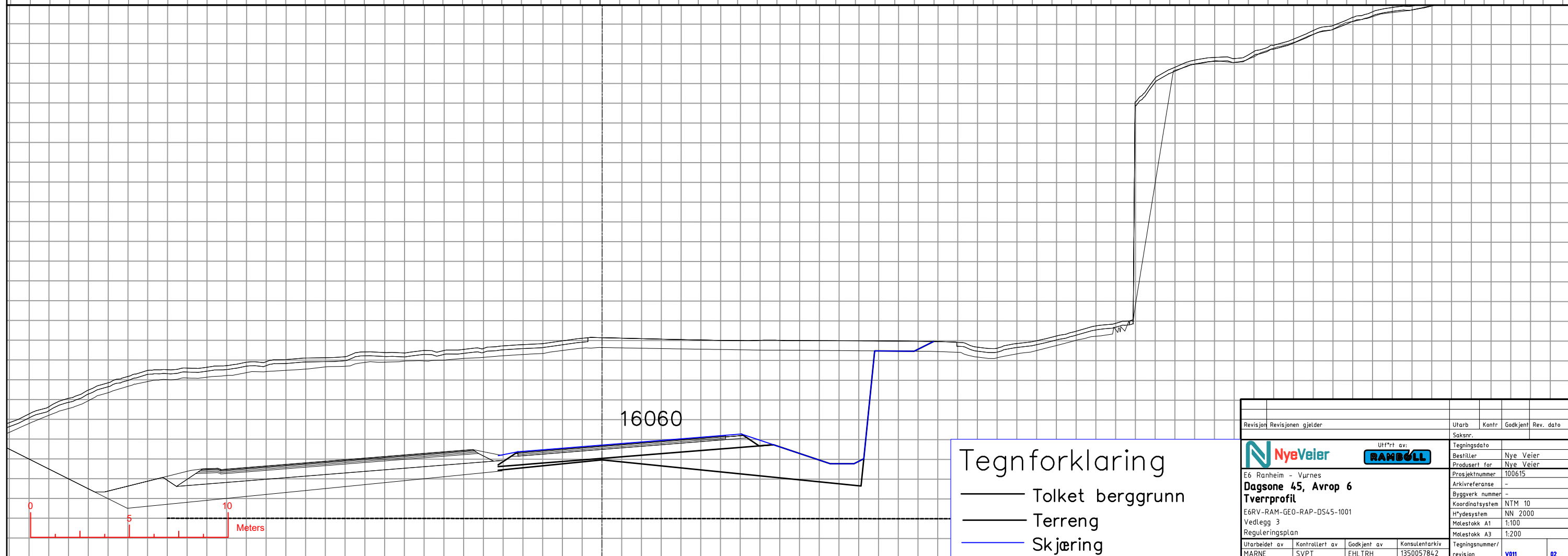
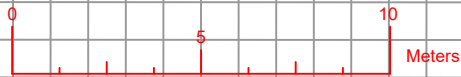
- | | | |
|--|--|--|
| Tynt dekke av organisk materiale | Morene, tynt til usammenhengende dekke | Skremateriale, sammenhengende dekke |
| Elv- og bekkeavsetninger | Hav- og fjordavsetning, sammenhengende dekke, stedvis med stor mektighet | Forvittringsmateriale, usammenhengende eller tynt dekke over berggrunnen |
| Bart fjell, tynt løsmassedekke | Fyllmasser | Kvikkleire |
| Hav-, fjord- og strandavsetninger. Usammenhengende dekke | Marine strandavsetninger, sammenhengende dekke | |

Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato
		Saksnr.		Tegningsdato	
				Bestiller	
				Produsert for	
				Prosjektnummer	
				Arkivreferanse	
				Byggeværk nummer	
				Koordinatsystem	
				Høydesystem	
				Målestokk A1	
				Målestokk A3	
				Tegningsnummer/	
				revisjon	
Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv	Tegningsnummer/	
BRAN	SVPT	EHLTRH	135005784Z	v010	02



16040

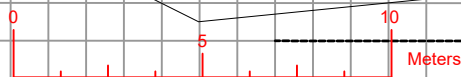
36



16060

Tegnforklaring

- Tolket berggrunn
- Terreng
- Skjøring



Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato
Saksnr.		Tegningsdato			
E6 Ranheim - Vurnes		Bestiller Nye Veier			
Dagsone 45, Avrop 6		Produsert for Nye Veier			
Tverrprofil		Prosjektnummer 100615			
E6RV-RAM-GEO-RAP-DS45-1001		Arkivreferanse -			
Vedlegg 3		Byggeværk nummer -			
Reguleringsplan		Koordinatsystem NTM 10			
Utarbeidet av MARNE		Høydesystem NN 2000			
Kontrollert av SVPT		Målestokk A1 1:100			
Godkjent av EHLTRH		Målestokk A3 1:200			
Konsulentarkiv 1350057842		Tegningsnummer/ revisjon			
		V011 02			



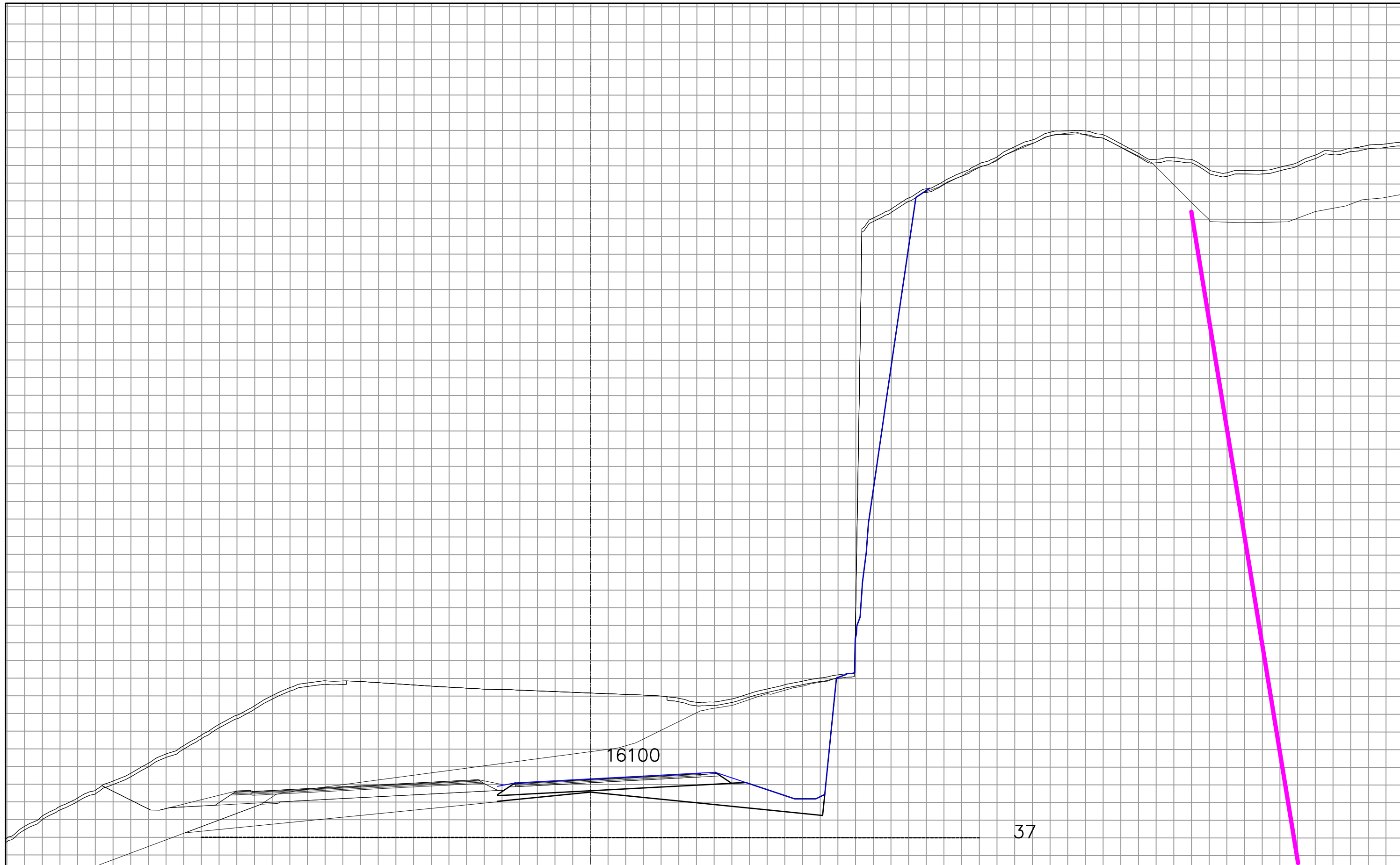
Tegnforklaring

- Tolket berggrunn
- Terreng
- Skjæring
- Kjerneborehull

36

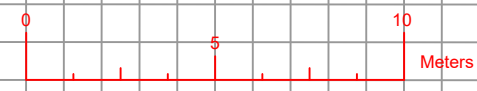
16080

Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb.	Kontr.	Godkjent	Rev. dato
Saksnr.		Tegningsdato			
E6 Ranheim - Vurnes		Bestiller Nye Veier			
Dagsone 45, Avrop 6		Produsert for Nye Veier			
Tverrprofil		Prosjektnummer 100615			
E6RV-RAM-GEO-RAP-DS45-1001		Arkivreferanse -			
Vedlegg 3		Byggeværk nummer -			
Reguleringsplan		Koordinatsystem NTM 10			
Utarbeidet av MARNE		Høydesystem NN 2000			
Kontrollert av SVPT		Målestokk A1 1:100			
Godkjent av EHLTRH		Målestokk A3 1:200			
Konsulentarkiv 1350057842		Tegningsnummer/ revisjon			
		V012 02			



16100

37



- Tegnforklaring**
- Tolket berggrunn
 - Terreg
 - Skjøring
 - Kjerneborehull

Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb.	Kontr.	Godkjent	Rev. dato
		Saksnr.			
		Tegningsdato			
		Bestiller	Nye Veier		
		Produsert for	Nye Veier		
		Prosjektnummer	100615		
		Arkivreferanse	-		
		Byggeværk nummer	-		
		Koordinatsystem	NTM 10		
		Høydesystem	NN 2000		
		Målestokk A1	1:100		
		Målestokk A3	1:200		
Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv	Tegningsnummer/	revisjon
MARNE	SVPT	EHLTRH	1350057842	V013	02

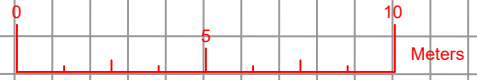


E6 Ranheim - Vurnes
Dagsone 45, Avrop 6
Tverrprofil

E6RV-RAM-GEO-RAP-DS45-1001
 Vedlegg 3
 Reguleringsplan



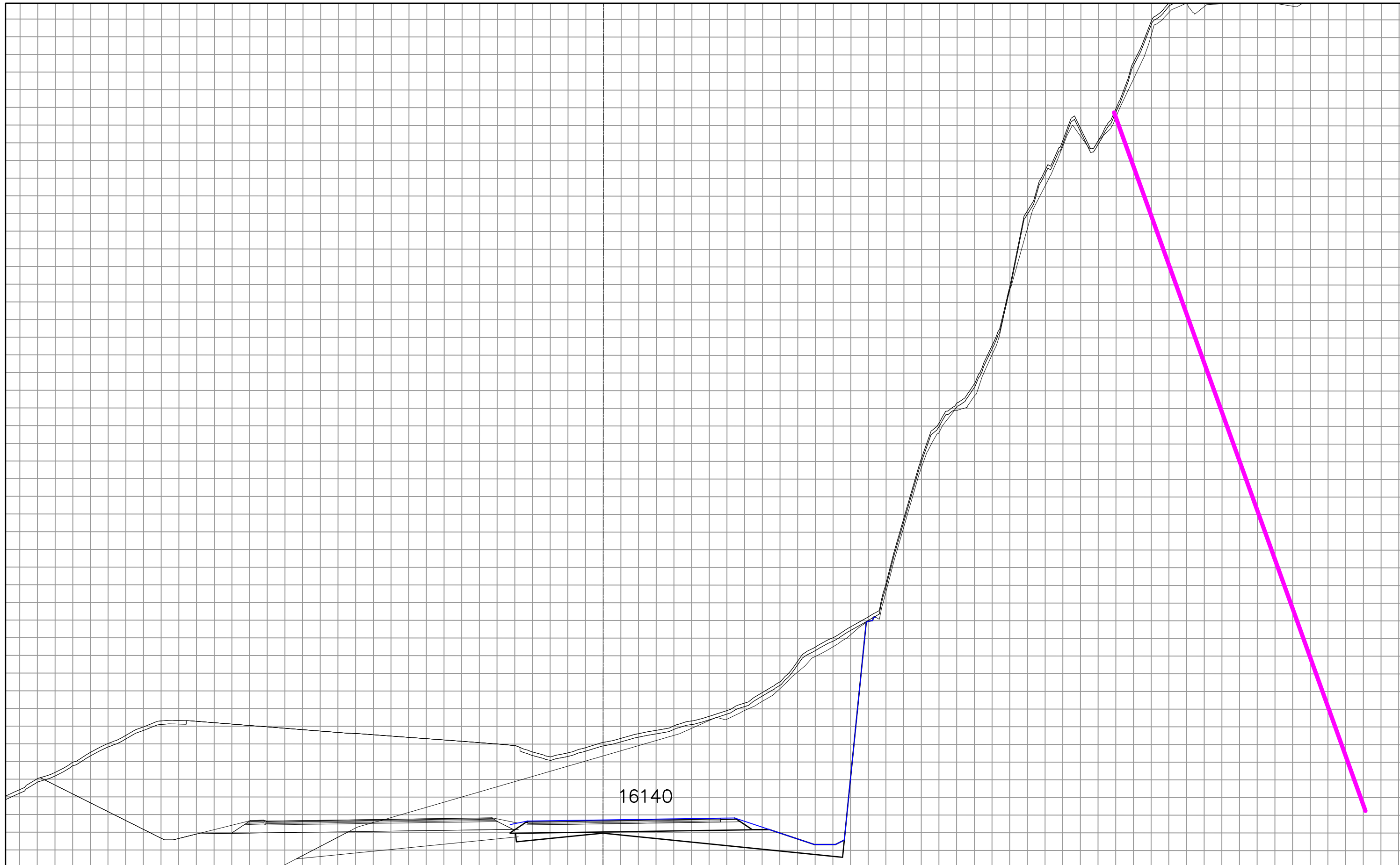
16120



Tegnforklaring

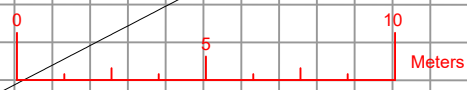
- Tolket berggrunn
- Terreng
- Skjøring
- Kjerneborehull
- Tolket svakhetszone

Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb.	Kontr.	Godkjent	Rev. dato
Saksnr.		Tegningsdato			
E6 Ranheim - Vurnes		Bestiller Nye Veier			
Dagsone 45, Avrop 6		Produsert for Nye Veier			
Tverrprofil		Prosjektnummer 100615			
E6RV-RAM-GEO-RAP-DS45-1001		Arkivreferanse -			
Vedlegg 3		Byggeværk nummer -			
Reguleringsplan		Koordinatsystem NTM 10			
Utarbeidet av MARNE		Høydesystem NN 2000			
Kontrollert av SVPT		Målestokk A1 1:100			
Godkjent av EHLTRH		Målestokk A3 1:200			
Konsulentarkiv 1350057842		Tegningsnummer/ revisjon			
		V014 02			



16140

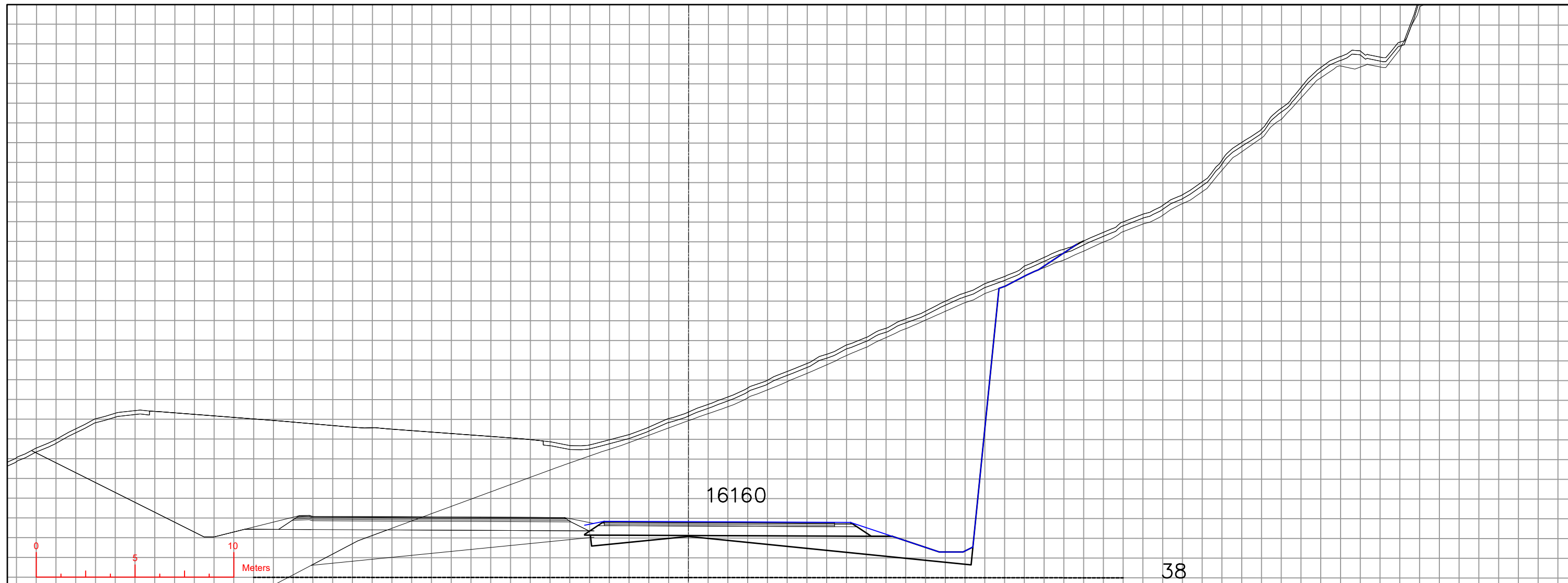
37



Tegnforklaring

- Tolket berggrunn
- Terreng
- Skjæring
- Kjerneborehull

Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato
Saksnr.		Tegningsdato			
E6 Ranheim - Vurnes		Bestiller Nye Veier			
Dagsone 45, Avrop 6		Produsert for Nye Veier			
Tverrprofil		Prosjektnummer 100615			
E6RV-RAM-GEO-RAP-DS45-1001		Arkivreferanse -			
Vedlegg 3		Byggeværk nummer -			
Reguleringsplan		Koordinatsystem NTM 10			
		Høydesystem NN 2000			
		Målestokk A1 1:100			
		Målestokk A3 1:200			
Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv	Tegningsnummer/	revisjon
MARNE	SVPT	EHLTRH	1350057842	V015	02

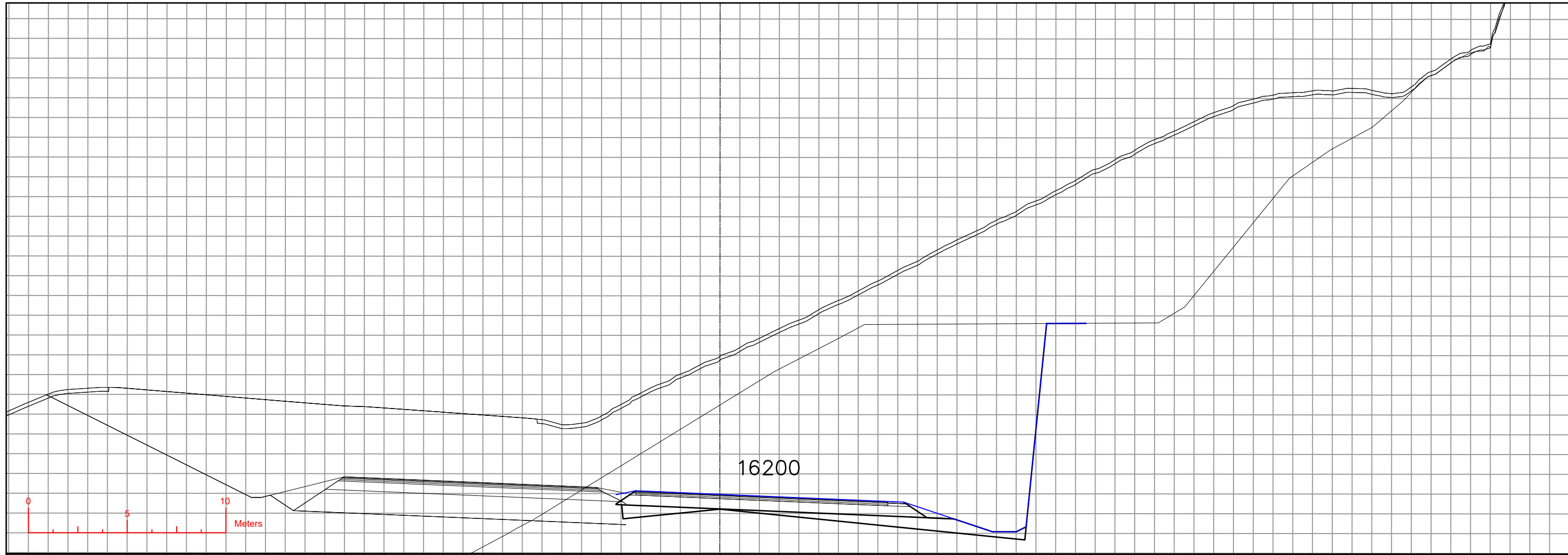


38

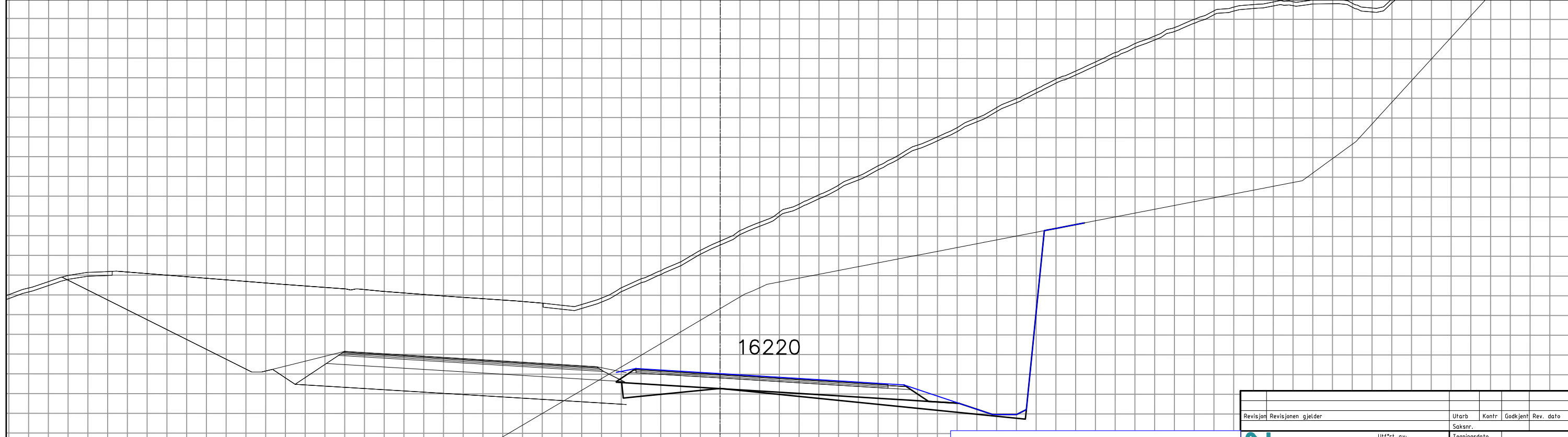


Tegnforklaring
 — Tolket berggrunn
 — Terreng
 — Skjæring

Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato
Saksnr.		Tegningsdato			
E6 Ranheim - Vurnes		Bestiller Nye Veier			
Dagsone 45, Avrop 6		Produsert for Nye Veier			
Tverrprofil		Prosjektnummer 100615			
E6RV-RAM-GEO-RAP-DS45-1001		Arkivreferanse -			
Vedlegg 3		Byggeværk nummer -			
Reguleringsplan		Koordinatsystem NTM 10			
Utarbeidet av MARNE		Høydesystem NN 2000			
Kontrollert av SVPT		Målestokk A1 1:100			
Godkjent av EHLTRH		Målestokk A3 1:200			
Konsulentarkiv 1350057842		Tegningsnummer/ revisjon			
		V016 02			



16200



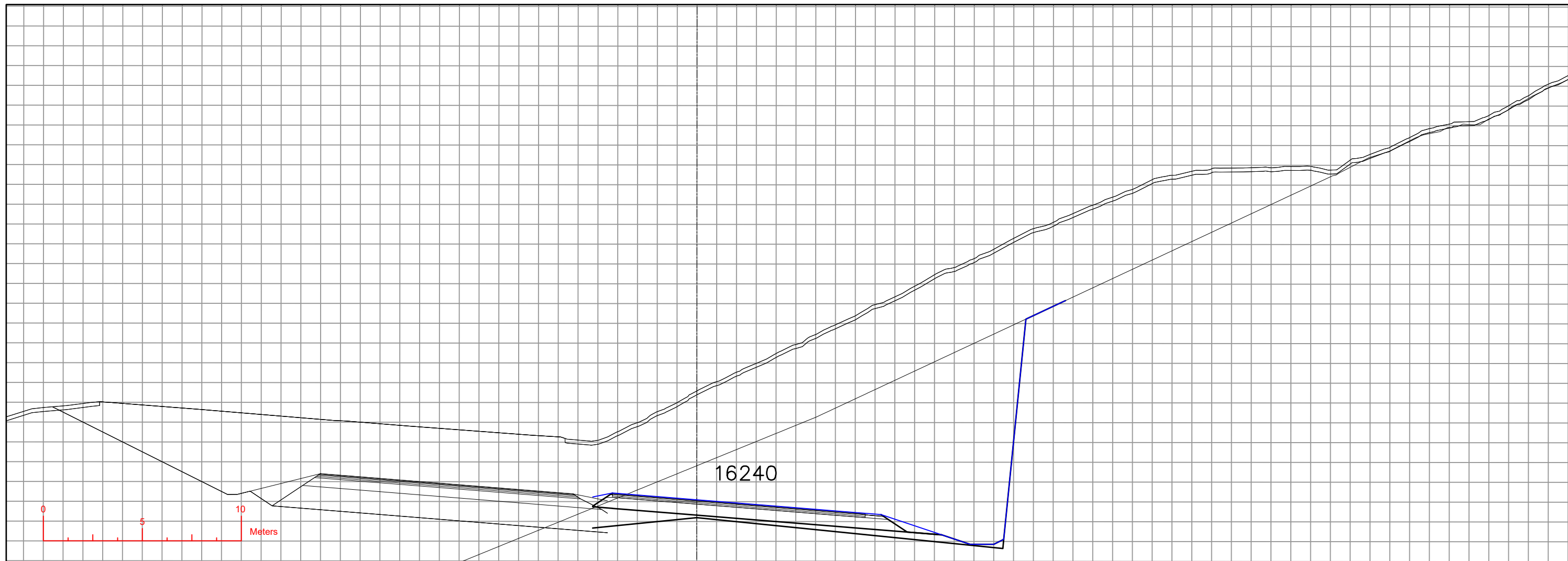
16220

Tegnforklaring

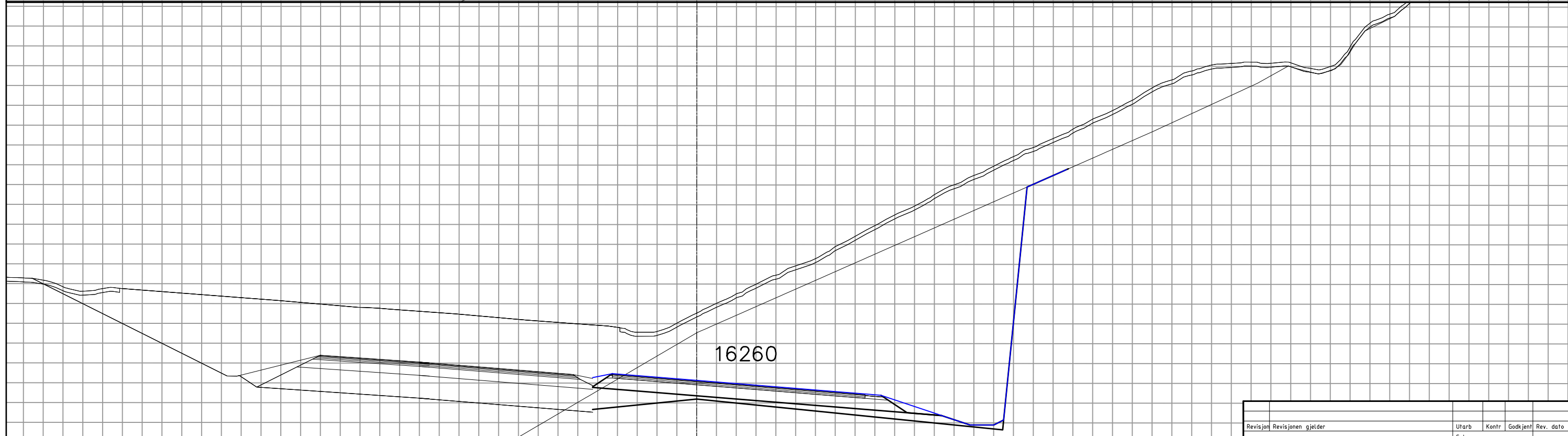
- Tolket berggrunn
- Terreng
- Skjøring

Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato
Saksnr.		Tegningsdato			
E6 Ranheim - Vurnes		Bestiller Nye Veier			
Dagsone 45, Avrop 6		Produsert for Nye Veier			
Tverrprofil		Prosjektnummer 100615			
E6RV-RAM-GEO-RAP-DS45-1001		Arkivreferanse -			
Vedlegg 3		Byggeværk nummer -			
Reguleringsplan		Koordinatsystem NTM 10			
Utarbeidet av MARNE		Høydesystem NN 2000			
Kontrollert av SVPT		Målestokk A1 1:100			
Godkjent av EHLTRH		Målestokk A3 1:200			
Konsulentarkiv 1350057842		Tegningsnummer/ revisjon			
		V017 02			





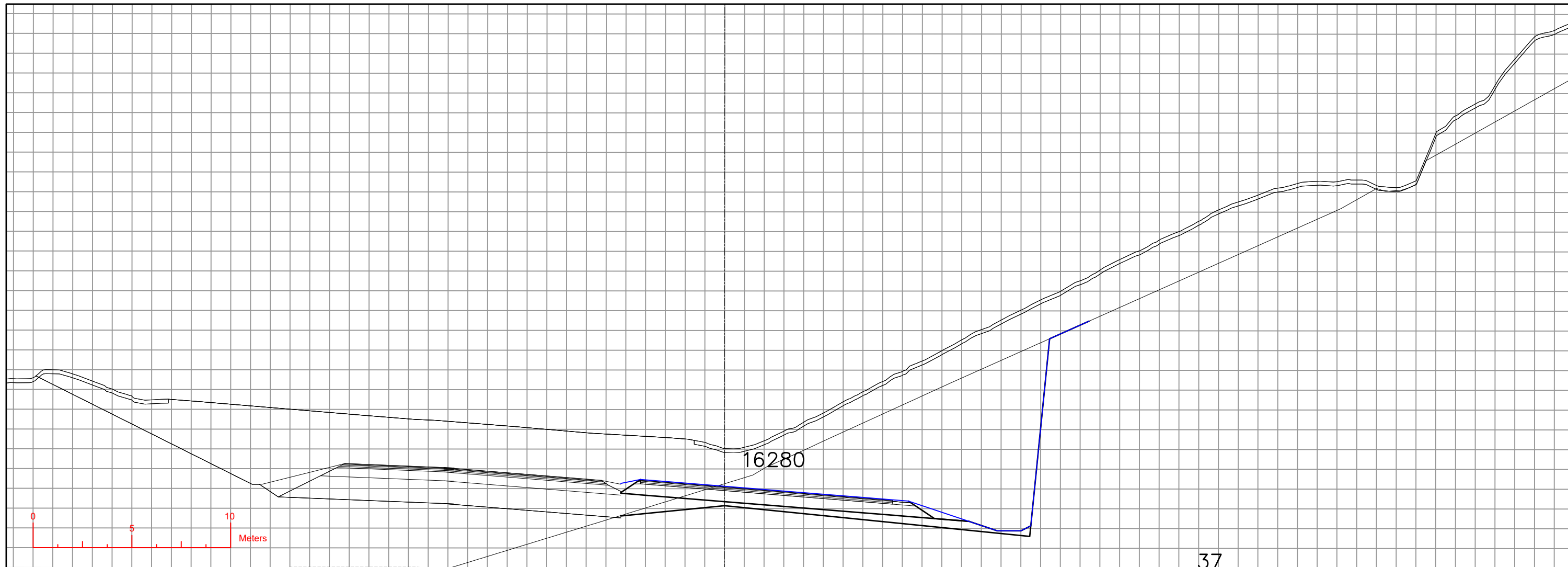
16240



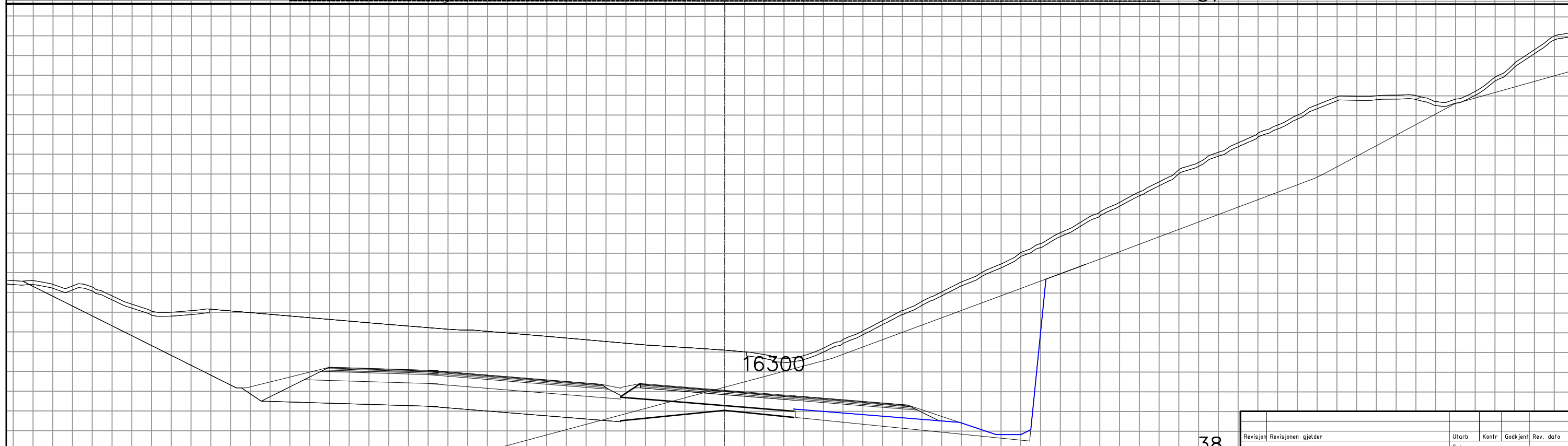
16260

Tegnforklaring
 — Tolket berggrunn
 — Terreng
 — Skjæring

Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb.	Kontr.	Godkjent	Rev. dato
Saksnr.		Tegningsdato			
E6 Ranheim - Vurnes		Bestiller Nye Veier			
Dagsone 45, Avrop 6		Produsert for Nye Veier			
Tverrprofil		Prosjektnummer 100615			
E6RV-RAM-GEO-RAP-DS45-1001		Arkivreferanse -			
Vedlegg 3		Byggeværk nummer -			
Reguleringsplan		Koordinatsystem NTM 10			
Utarbeidet av MARNE		Høydesystem NN 2000			
Kontrollert av SVPT		Målestokk A1 1:100			
Godkjent av EHLTRH		Målestokk A3 1:200			
Konsulentarkiv 1350057842		Tegningsnummer/ revisjon			
		V018 02			



37

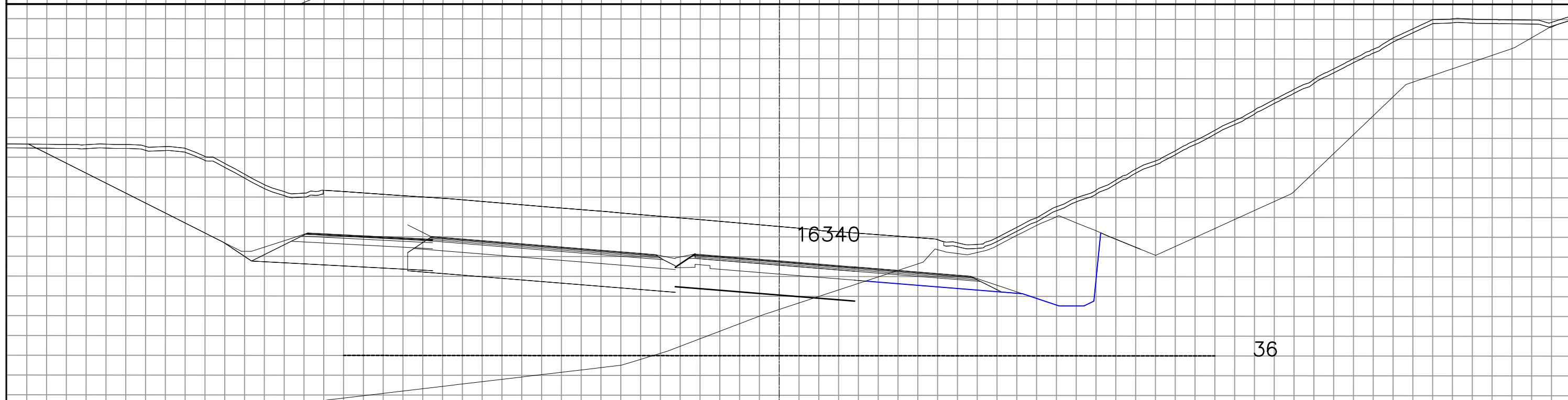
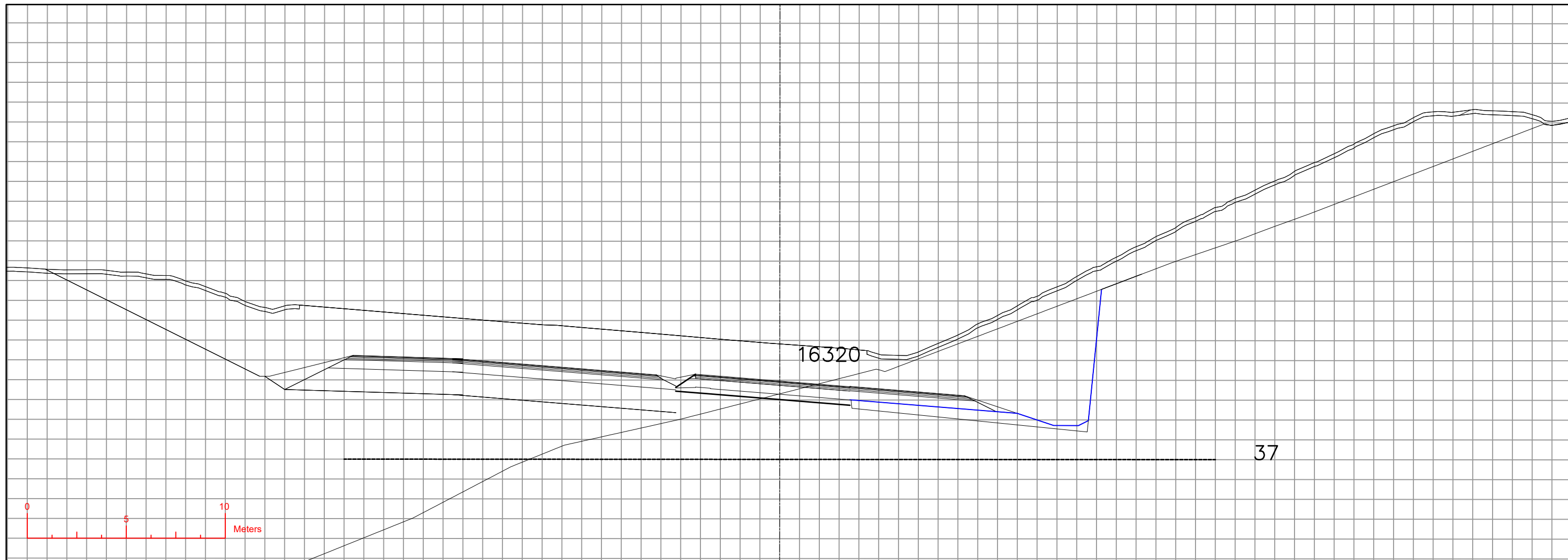


38

Tegnforklaring
 — Tolket berggrunn
 — Terreng
 — Skjøring

Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato
Saksnr.		Tegningsdato			
Tegningsdato		Bestiller			
Bestiller		Produsert for			
Produsert for		Prosjektnummer			
Prosjektnummer		Arkivreferanse			
Arkivreferanse		Byggeværk nummer			
Byggeværk nummer		Koordinatsystem			
Koordinatsystem		Høydesystem			
Høydesystem		Målestokk A1			
Målestokk A1		Målestokk A3			
Målestokk A3		Tegningsnummer/			
Tegningsnummer/		revisjon			
Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv	Tegningsnummer/	revisjon
MARNE	SVPT	EHLTRH	1350057842	V019	02

NyeVeier
 Utført av: **RAMBOLL**
 E6 Ranheim - Vurnes
Dagsone 45, Avrop 6
Tverrprofil
 E6RV-RAM-GEO-RAP-DS45-1001
 Vedlegg 3
 Reguleringsplan

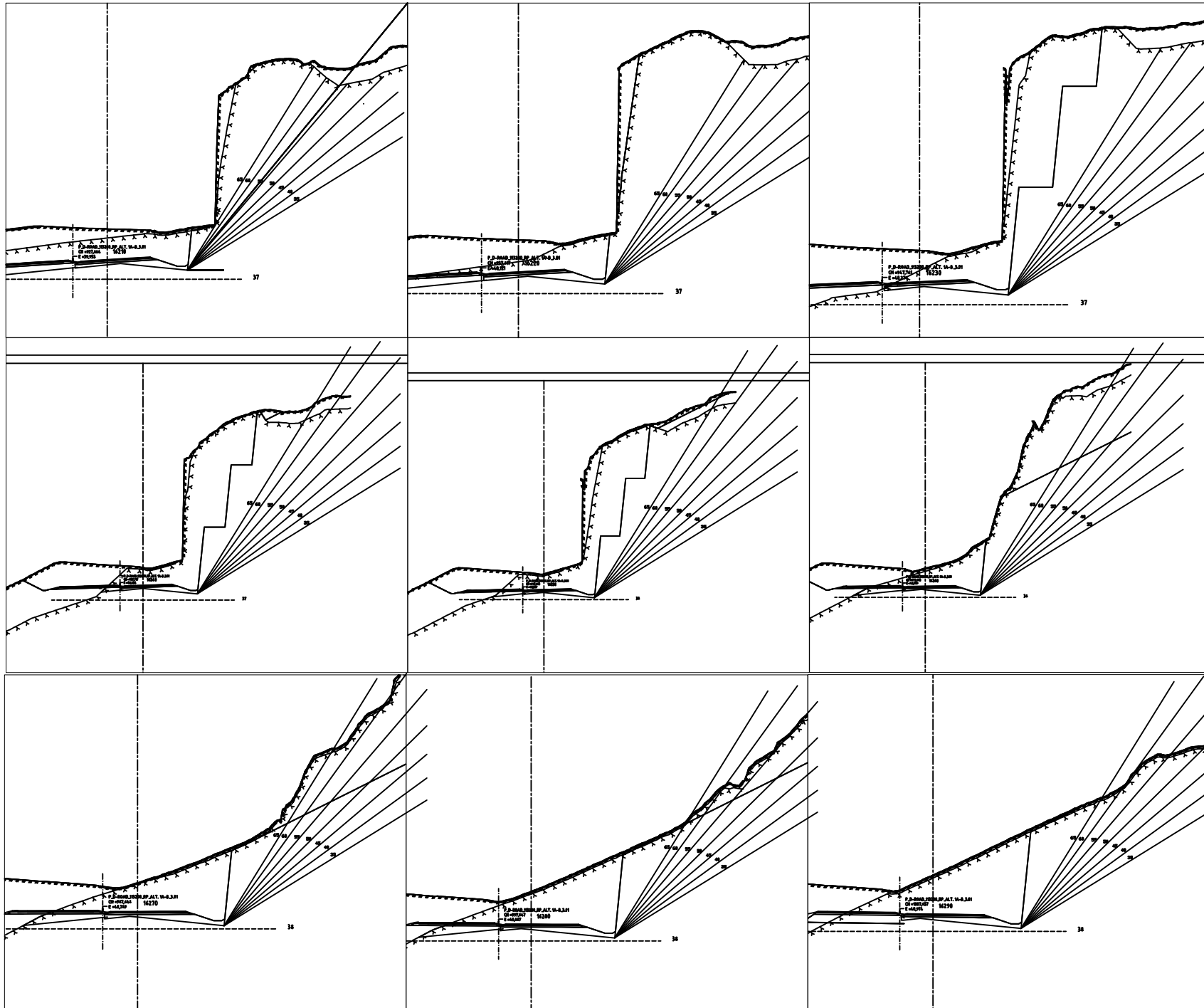


Tegnforklaring

- Tolket berggrunn
- Terreng
- Skjøring

Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb.	Kontr.	Godkjent	Rev. dato
Saksnr.		Tegningsdato			
E6 Ranheim - Vurnes		Bestiller Nye Veier			
Dagsone 45, Avrop 6		Produsert for Nye Veier			
Tverrprofil		Prosjektnummer 100615			
E6RV-RAM-GEO-RAP-DS45-1001		Arkivreferanse -			
Vedlegg 3		Byggeværk nummer -			
Reguleringsplan		Koordinatsystem NTM 10			
		Høydesystem NN 2000			
		Målestokk A1 1:100			
		Målestokk A3 1:200			
Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv	Tegningsnummer/	revisjon
MARNE	SVPT	EHLTRH	1350057842	V020	02

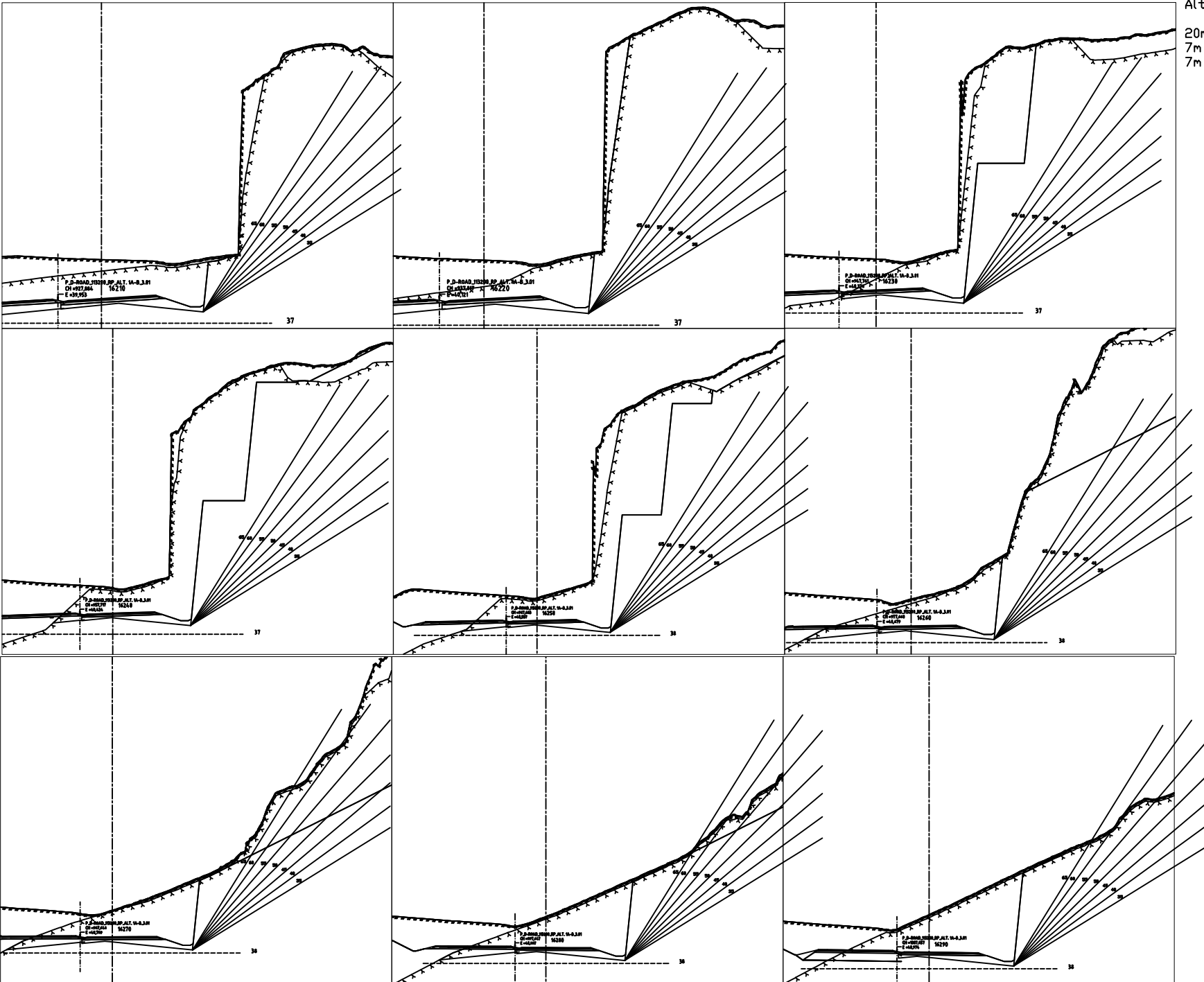
Vedlegg 4



Alternativ 0
15m pallhøyde
5m pallbredde
7m grøftebredde

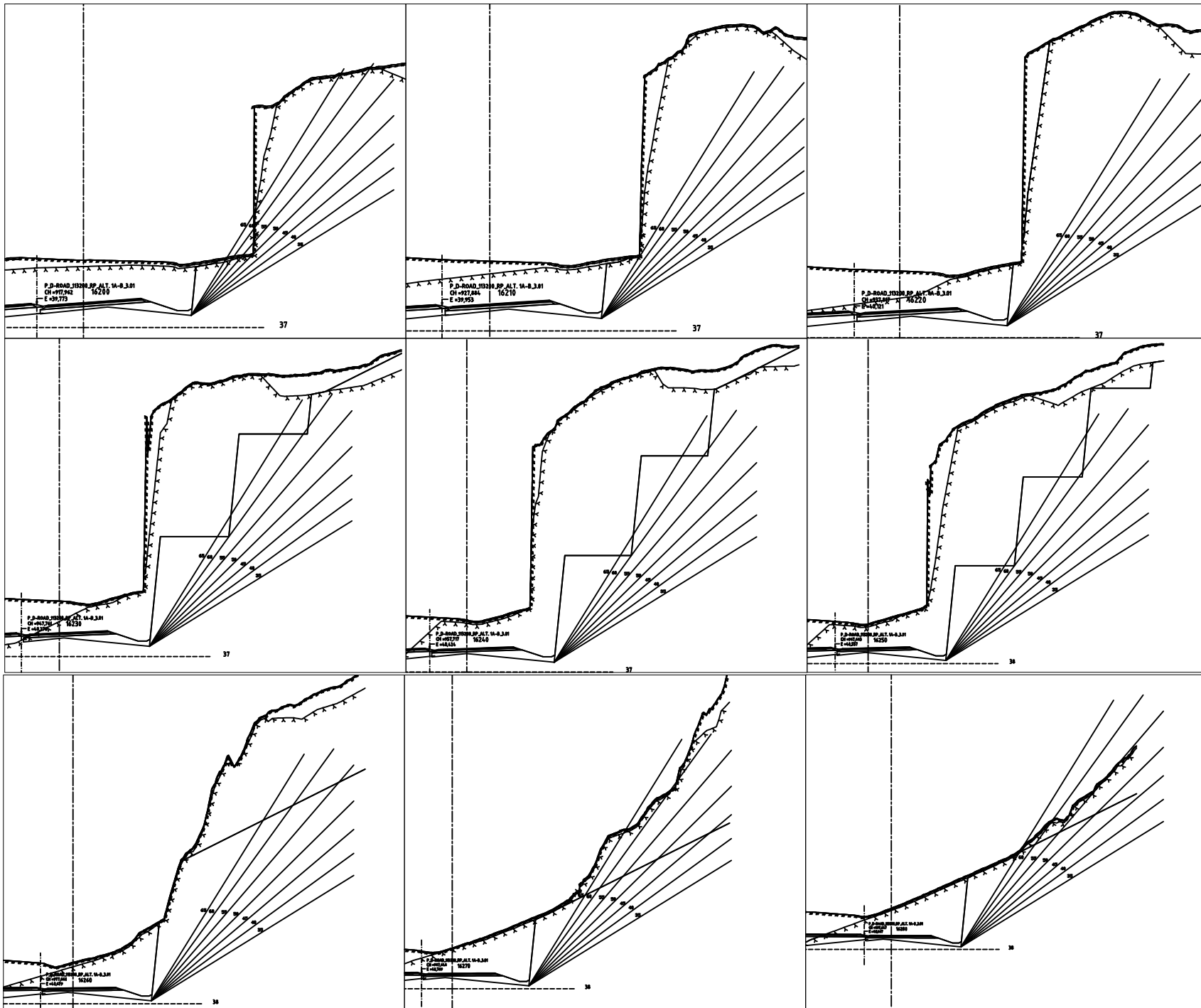
Alternativ 2

20m pallhøyde
7m pallbredde
7m grøftebredde



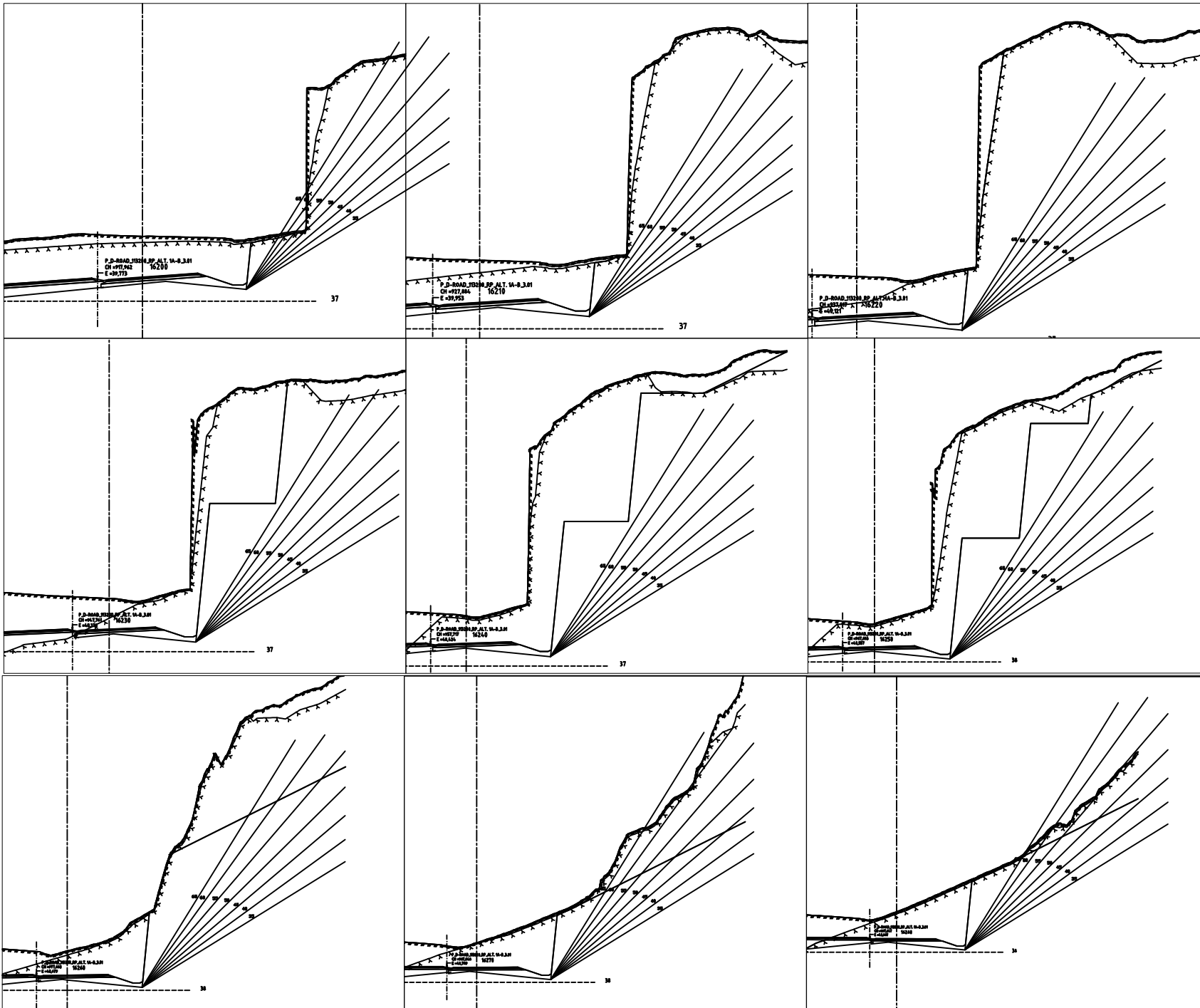
Alternativ 3

20m pallhøyde
7m pallbredde
7m grøftebredde



Alternativ 4

20m pallhøyde
10m pallbredde
7m grøftebredde



Alternativ 5

>45m pallhøyde
0m pallbredde
7m grøftebredde

