Kløftbrua 1940 (kilde: SVV)

E6 Nedgård (Åshuset) – Toset

Reguleringsplan vestre alternativ

01.11 **22**

Fagrapport Ingeniørgeologisk rapport for reguleringsplan

Nye Veier AS | Kjøita 6
4630 Kristiansand
nyeveier.no

Oppdragsnavn:	Reguleringsplan Nedgård-Toset
Dokument nr.:	NV50E6NB-GEO-RAP-0005
PlanID:	5022 2020004

Revisjonsoversikt

Revisjon	Dato	Revisjon gjelder	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av
00	01.12.22		SVRTRH	SHDTRH	LONTRH

Kontaktpersoner til planarbeidet:
Nye Veier v/Arild Mathisen, tlf. 47752696
Nye Veier v/Jan Olav Sivertsen, tlf. 91546871

Informasjon om planarbeidet kan ses ved å gå inn på følgende hjemmesider:
Nye Veier AS: www.nyeveier.no
Rennebu kommune: www.rennebu.kommune.no

Forord

Nye Veier har ca. 160 km ny E6 i sin portefølje i Trøndelag. Målet til Nye Veier er at utbyggingen skal bedre trafikksikkerheten, forkorte reisetiden og styrke vekst og utvikling i landsdelen. Noen delstrekninger er under bygging, andre under regulering eller detaljprosjektering.

E6 Nedgård-Toset inngår som en del av denne store oppgraderingen av E6 gjennom Trøndelag fra Ulsberg (Nedgård) i sør til Steinkjer i nord. Hensikten med planarbeidet er å skaffe et formelt grunnlag for erverv av grunn og bygging av ny E6 på strekningen Nedgård - Toset.

Strekningen Nedgård – Toset er på ca. 10 km. Det utredes to alternative traséer. Begge alternativene skal være avkjørselsfri, ha planskilt kryss med Rv.3, og betinger dagens E6 som parallelført lokalvei.

Lokaltrafikken vil i begge alternativene gå på dagens E6, noe som vil gi vesentlig mindre trafikk langs denne veien og vil bedre trafikksikkerheten for alle trafikantgrupper. Dagens E6 planlegges omklassifisert til fylkesvei.

Konsekvensutredningene er utarbeidet på bakgrunn av planprogrammet, fastsatt av Rennebu kommune 01.09.2022. Konsekvensutredningene skal belyse alternativenes virkninger, rangere de, foreslå konsekvensreduserende tiltak, jfr. tiltakshierarkiet (unngå, begrense, istandsette eller kompensere) og eventuelt bestemmelser til reguleringsplanen.

For tema som ikke er beslutningsrelevant for valg av alternativ er det utarbeidet fagrapporter for hvert av alternativene.

Konsekvensutredningene og fagrapportene er vedlegg til planbeskrivelsen.

Nye Veier vil ut fra en samlet vurdering av prissatte og ikke-prissatte konsekvenser anbefale og foreslå ett av veialternativene vedtatt.

Nye Veier AS er tiltakshaver og konsulentfirmaet Rambøll er engasjert for å utrede og utarbeide komplett reguleringsplanforslag, med tilhørende utredninger.

Sammendrag

På strekningen skal det utarbeides skjæringer i berg i flere områder. Alle skjæringer i berg med høyde høyere enn 10 meter, målt fra ferdig vei, er vurdert å tilhøre geoteknisk kategori 3. Det er også gjort en vurdering av skjæringene på strekningen som er lavere enn 10 meter. Det er på strekningen kartlagt 4 sprekkeretninger og det er gjort en kinematisk analyse med tanke på utfallsmekanismer i de planlagte skjæringene. Denne rapporter beskriver ingeniørgeologiske fakta og vurderinger av skjæringene samt en skredfarevurdering for hele strekningen. Det er også blant annet gjort vurderinger av tiltakets påvirkning på omgivelser, håndtering av sprengsteinsmasser, anvendbarhet av sprengsteinsmasser, grunn- og dypsprenging, behov for bergsikring, vannømfintlighet, dypsprengning versus grunnsprengning, gjennomførbarhet og spesielle forhold. Det er også gjort en vurdering av bergmassens egnethet som fundament for den planlagte bruen over Orkla på strekningen. Rapporten er skrevet i forbindelse med reguleringsplanen for strekningen.

Innholdsfortegnelse

1 Beskrivelse av tiltaket 6
1.1 Planområdet og alternativer som utredes 6
1.2 Nullalternativet 9
2 Rammer og premisser for planarbeidet 10
2.1 Planprogrammet 10
3 Utførte undersøkelser 10
3.1 Tidligere undersøkelser 10
3.2 Undersøkelser utført i forbindelse med denne reguleringsplanen 10
3.2.1 Befaringer 10
3.2.2 Grunnboringer 11
3.2.3 Miljøundersøkelser 11
3.2.4 LA-test, Mikro-Deval 11
4 Grunnlag 11
4.1 Grunnlag for prosjektering og rapportens oppbygging 11
5 Oversikt skjæringer, profil 4350-13150 12
5.1 Innledning 12
6 Myndighetskrav og Geoteknisk kategori 17
7 Grunnforhold – Faktadel 18
7.1 Bergarter og regionalgeologi 18
7.2 Bergmassebeskrivelse 21
7.3 Oppsprekking 24
7.4 Løsmasser - Kvartærgeologi 26
8 Vannforhold – hydrologi/hydrogeologi 29
9 Omgivelser 33
10 Skredfare 38
11 Dyp- og grunnsprengning 39
12 Nye Kløftbrua 39
12.1 Grunnforhold 41
13 Ingeniørgeologiske vurderinger av utfallsmekanismer i bergskjæringer og boravvik 45
13.1 Utfallsmekanismer i bergskjæringer 45
13.1.1 Skjæringer i profil 4350 – 9310 45
13.1.2 Skjæringer i profil 10150 - 10900 46
13.1.3 Skjæringer i profil 12340 - 13150 48
13.2 Boravvik 48
14 Vurdering av geometrisk utforming av skjæringer 49
15 Bergsikring – metode og mengder 50
15.1 Bergsikringsmetode 50
15.2 Bergsikringsmengder 51
16 Vurdering av mekaniske egenskaper og anvendelse av sprengsteinsmassene 58
17 Vurdering av skredfare 59
18 Vurderinger – hydrologi/hydrogeologi 59
19 Vurderinger - Nye Kløftbrua 60
20 Vurderinger tiltak i forhold til omgivelser 60
21 Krav til håndtering av sprengsteinsmasser 62
22 Ingeniørgeologisk kompetanse og oppfølging i byggefasen 63
23 Vannømfintlighet, dypsprenging, grunnsprenging 63
24 Gjennomførbarhet/SHA/spesielle forhold 64
25 Anbefalte videre undersøkelser 64
26 Kilder 64

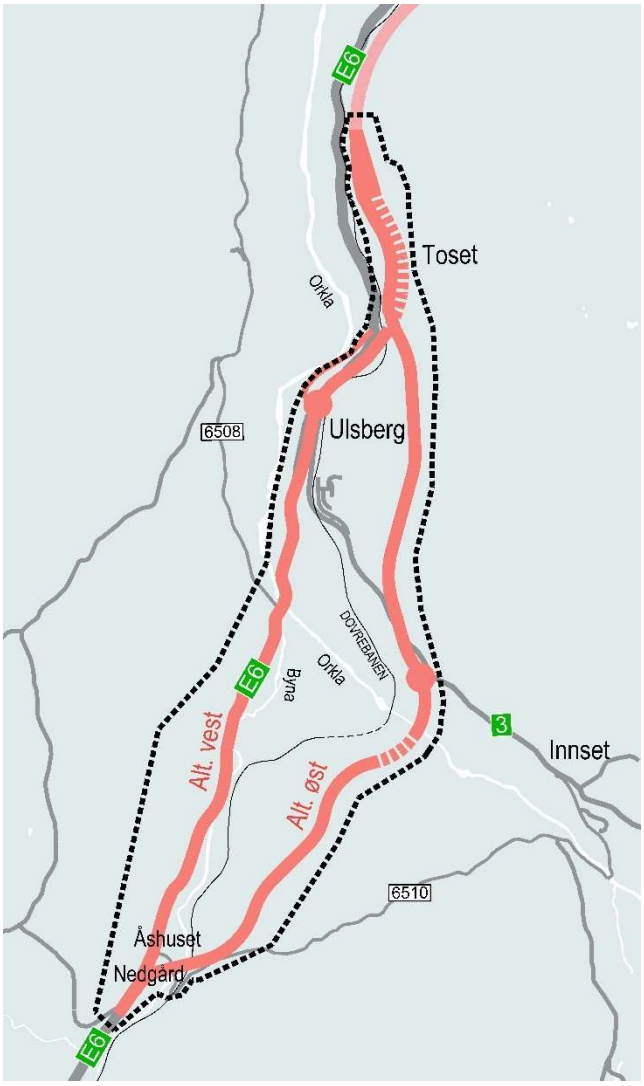
Vedlegg 1 Ingeniørgeologisk kart
Vedlegg 2 Tverrsnitt
Vedlegg 3 Rystelsesgrenser bygninger
Vedlegg 4 Rystelsesgrenser jernbane
Vedlegg 5 Rystelsesgrenser Kløftbrua
Vedlegg 6 Rystelsesgrenser gammelt brufundament ved Kløftbrua

1 Beskrivelse av tiltaket

1.1 Planområdet og alternativer som utredes

Innenfor planområdet er det lagt til grunn å utrede to hovedalternativer, et vestlig alternativ og et østlig alternativ, vist i figur 1:

1) Alternativ vest, ny E6 i hovedsak langs dagens E6 mellom Nedgård og kryss Ulsberg, og godkjent reguleringsplan mellom kryss Ulsberg og Toset.
2) Alternativ øst, ny E6 i en korridor tilsvarende tidligere utredet over Tørset og Granholtet.



Figur 1 Varslet plangrense, ca. 11 883 daa.

<u>Alternativ vest</u>

Den vestlige korridoren vil i stor grad følge dagens E6. Dimensjoneringsklasse H2 legges til grunn. Dvs. 2 – 3 felts vei med midtdeler og bredde 12-15 m og fartsgrense 90 km/t som vist i figur 2. Nord for Ulsberg forutsettes fartsgrense 80 km/t fram til nordre utløp av tunnelen. Dagens E6 søkes gjenbrukt i størst mulig grad. Enten som del av ny E6, eller til bruk som parallelført lokalvei på hele eller deler av strekningen. Det er foreslått ny bru over Orkla, og dagens bru (Kløftbrua) søkes brukt som lokalveibru. Det legges opp til planskilt kryss med rv. 3 like sør for dagens kryss på Ulsberg. På strekningen Ulsberg -

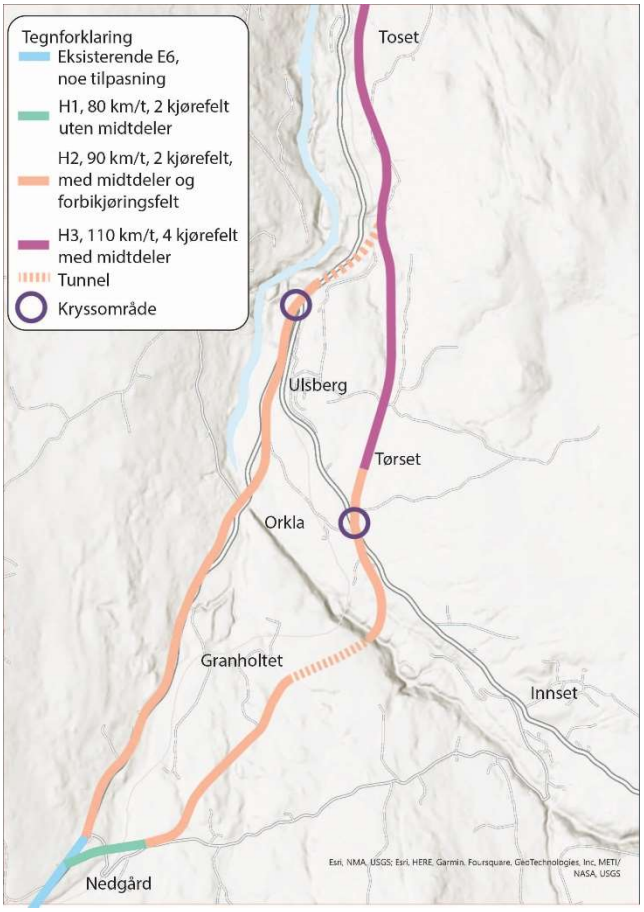
Toset vil alternativet overlappe gjeldende reguleringsplan for ny E6. Som i vedtatt plan forutsettes det ett-løps tunnel med 3 felt og bredde 14,0 meter.

Alternativ øst

På samme måte som for alternativ vest legges dimensjoneringsklasse H2 til grunn sør for krysset med Rv. 3. Nord for krysset legges dimensjoneringsklasse H3 til grunn, dvs. 4-felts motorvei og fartsgrense 110 km/t, med veibredde ca. 19 m.

Korridoren starter ved Nedgård og går 4 km nordover (øst for dagens E6) før den går i en 500 m lang tunnel gjennom Granholtet og deretter på bru over Orkla. Etter brua blir det en stigning opp til et planskilt kryss med Rv. 3. På denne delstrekningen utredes 3 felt. Nord for krysset med Rv. 3 går E6 over i 4-felts vei med dimensjonerende hastighet 110 km/t til den treffer regulert løsning ved Toset som vist i figur 2.

Dersom dette alternativet blir vedtatt, må gjeldende reguleringsplan på delstrekningen Toset-Ulsberg oppheves.



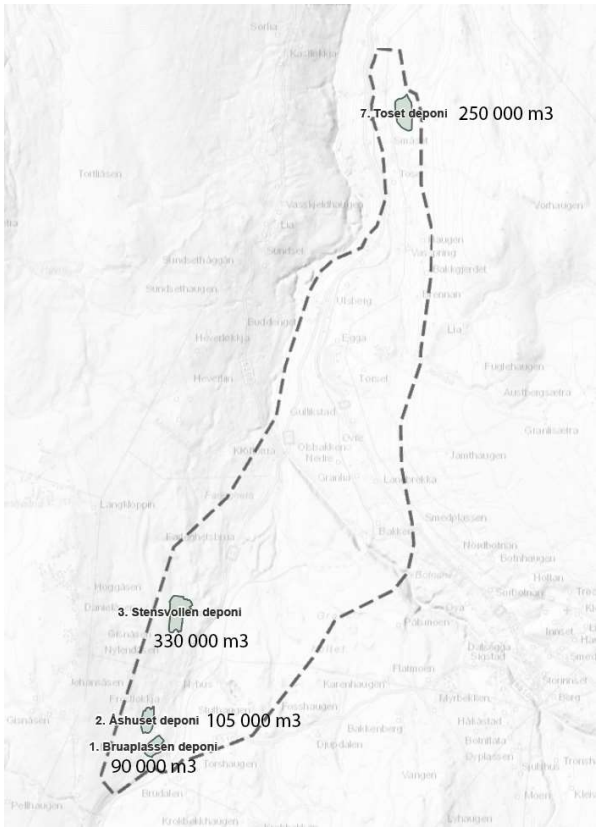
Figur 2 Oversiktskart med veiklasser

Kryssløsning med Rv. 3

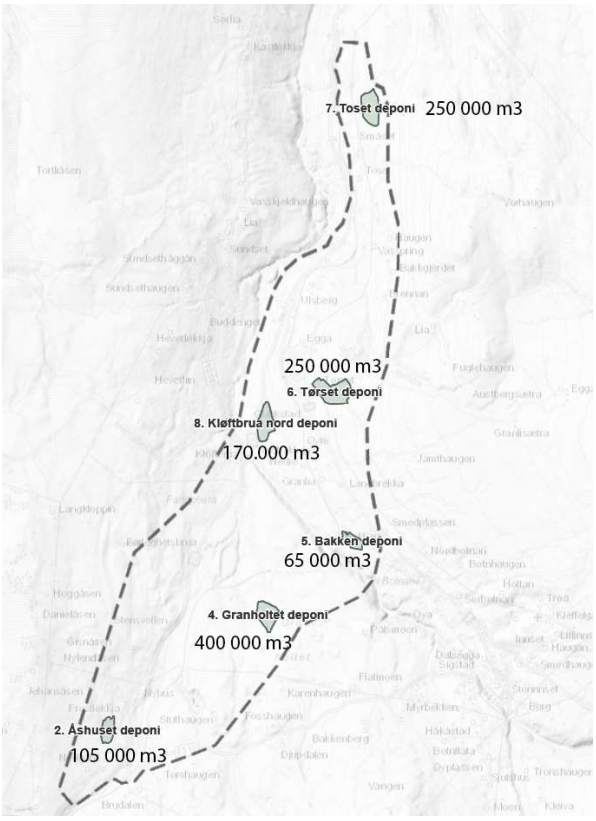
Plassering og utforming av planskilt kryss har for begge alternativene hatt fokus på framkommelighet og trafikksikkerhet. Det er også lagt til grunn at gode kollektivløsninger skal være en del av kryssløsningen, noe som også inkluderer holdeplasser, gang- og sykkelatkomster, samt pendlerparkering.

Massedeponi

Det er gjort vurderinger av deponiområder langs begge strekningene. Utredning av deponiområdene er gjort i samarbeid med kommunen. **Feil! Fant ikke referansekilden.** viser aktuelle deponiområder med maksimal kapasitet langs vestre trase, mens **Feil! Fant ikke referansekilden.** viser det samme for østre trase.

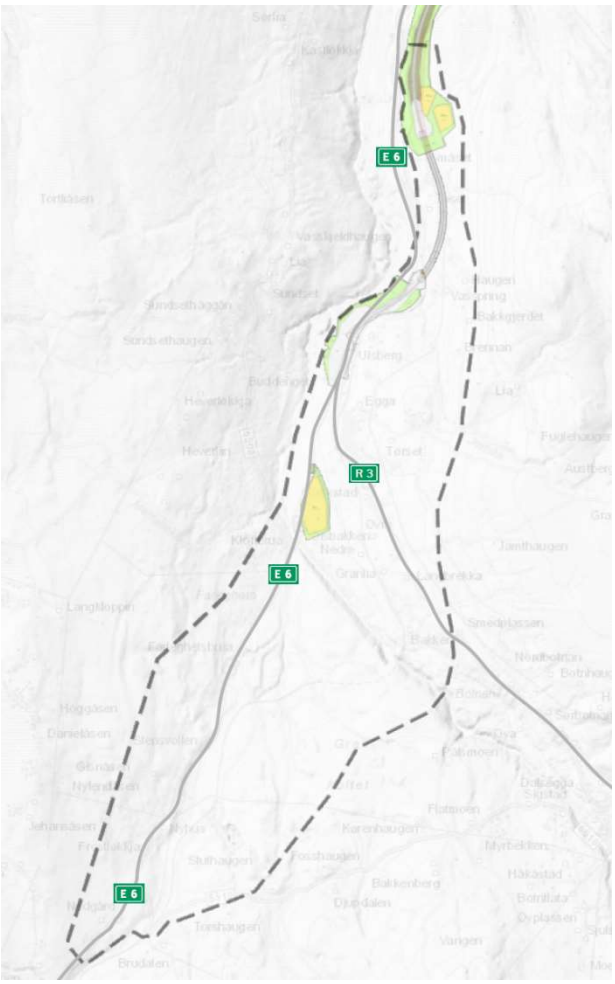


Figur 3 Oversikt over aktuelle deponier med kapasitet lang vestre trasé.



Figur 4 Oversikt over aktuelle deponier med kapasitet lang østre trasé.

1.2 Nullalternativet



Referansealternativet, nullalternativet, er dagens E6 fra sør helt til den treffer på vedtatt reguleringsplan (planid. 50222018006, vedtak 05.09.2019) fra Ulsberg og frem til planavgrensningen i nord. Dagens riksvei 3 er også en del av nullalternativet.

Figur 5 Nullalternativet og gjeldende regulering

2 Rammer og premisser for planarbeidet

2.1 Planprogrammet

Planprogrammet redegjør for hvilke tema som skal konsekvensutredes og hvilke tema som skal belyses med fagrapporter for hvert alternativ

Tema	Planbeskrivelse	Konsekvens-utredning, V712	Annen fagrapport
Trafikkanalyse			x
Støy			x
Klimagass		x	
Luftforurensning			x
Landskapsbilde		x	
Friluftsliv/by- og bygdeliv		x	
Naturmangfold (land og vassdrag)		x	
Kulturmiljø		x	
Naturressurser		x	
ROS-analyse			x
Arealbruksendringer og andre lokale og regionale virkninger	x		
Grunnforhold, geologi og geoteknikk			x
Barn og unges oppvekstsvilkår	x		
Elektriske forsyningsanlegg	x		
Massedeponier	x		
Folkehelse	x		
Hydrologi og VA			x
Konstruksjoner			x

Tabell 1 Oversikt over fag som skal konsekvensutredes fra planprogrammet

Utredningene redegjør innledningsvis for kunnskapsgrunnlaget innenfor utredningsområdet. Utredningsområdet defineres av det enkelte fag, da det også skal inkludere et influensområde. Det er innhentet ytterligere kunnskap gjennom befaringer og intervjuer.

Det skal etableres tilfredsstillende kunnskapsgrunnlag for å gjennomføre utredning som bidrar til beslutningsrelevante anbefalinger.

3 Utførte undersøkelser

3.1 Tidligere undersøkelser

Det er ikke laget ingeniørgeologisk rapporter for hele strekningen tidligere, men deler av strekningen er omtalt i forbindelse med rapporten «Detaljregulering Ulsberg – Vindåsliene Ingeniørgeologisk rapport Skjæringer i berg» [1] som omtaler skjæringer over 10 meter mellom Vindåsliene og Ulsberg samt ingeniørgeologiske detaljreguleringsplansrapport for Ulsbergtunnelen [2].

3.2 Undersøkelser utført i forbindelse med denne reguleringsplanen

3.2.1 Befaringer

Befaringer i området er på strekningen sommeren 2022 av ingeniørgeologer i Rambøll: Stein Vegar Rødseth, Bibek Neupane og sommerstudent Fredrik Rian. Det er også utført befaringer i 2021 ved Toset

og Tjønnmyra av Ingeniørgeologene Stein Vegar Rødseth, Sverre Paulsen Thoresen og Endre Kjærnes Øen.

3.2.2 Grunnboringer

Det er utført grunnboringer i området langs regulert vei i denne planfasen. Resultater er vist som grunnboringsresultater i vedlegg 1 i denne rapporten. Se også geoteknisk rapport for denne reguleringsplanen [3]

3.2.3 Miljøundersøkelser

Det er tatt prøver for å undersøke tilstedeværelsen av syredannende berg og om bergarten inneholder Radon. Resultater foreligger ikke enda.

3.2.4 LA-test, Mikro-Deval

Det er tatt 2 prøver av bergmasse for egnethet i vei i samme bergart («Silt og gråvakke, grønn» ifølge NGU`s 1:250 000 kart) på i østlig alternativet for reguleringsplanen, ca. 300 meter øst for det vestlige (dette) alternativet. Dette er samme bergart og i samme sammenhengende felt i berggrunnskartet som der det vestlige alternativet.

Resultater for av LA-test/Mikro-Deval for Silt og gråvakke (Profil 10300, ca. 300 meter øst for vestre alternativ) [4]:
Los Angeles: 13, Micro-Deval: 15

Resultater for av LA-test/Mikro-Deval for Silt og gråvakke (Profil 11420, 300 meter nordøst for vestre alternativ) [4]:
Los Angeles: 12, Micro-Deval: 14

Det er også tatt 1 prøve av bergart benevnt som Hyperstenførende granodioritt (opdalitt) på NGU`s 1:250 000 kart. Prøven er tatt i linjen for det østlige alternativet for reguleringsplanen ca. 1000 meter vest for det vestlig (dette) alternativet. Dette er samme bergart og i samme sammenhengende felt i berggrunnskartet som der det vestlige alternativet.

Resultater for LA-test/Mikro-Deval for granodioritt (Profil 7760, østre linje av granodioritt) [5]:
Los Angeles: 16, Micro-Deval: 12

Se Figur 10 for oversikt over hvor prøvene er tatt.

4 Grunnlag

Følgende grunnlag er benyttet i forberedelse av feltarbeidet og som grunnlag til denne rapporten:

4.1 Grunnlag for prosjektering og rapportens oppbygging

Grunnlag for prosjektering:

- SVV håndbok N200 Vegbygging [6]
- Eurokode 7 [7]
- NS 8141:2001 Vibrasjoner og støt, 2. utg. 2001 [8]
- NBG Eurokode 7 Geoteknisk prosjektering, Veileder [9]

Følgende grunnlag er benyttet i forberedelse av feltarbeidet og utarbeidelse av denne

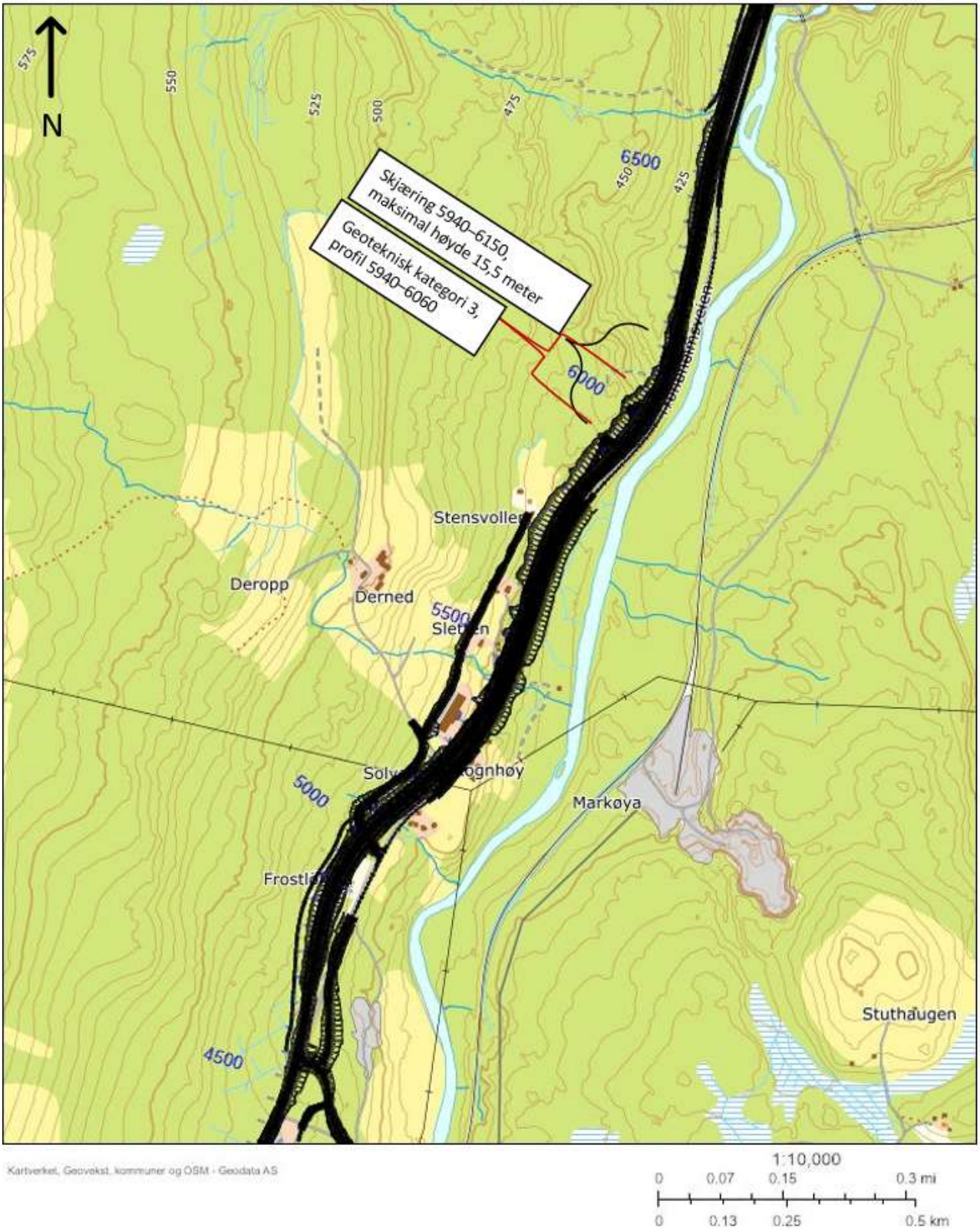
rapporten:

- Novapoint modell, Rambøll, 2022
- Berggrunnskart fra NGU, 1:250 000 og 1:50 000 [10]
- Kvartærgeologisk kart fra NGU, 1:250 000 [11]
- NGU Radon aktsomhetskart [12]
- NGU GRANADA, grunnvannsdatabase [13]
- Aktsomhetskart skred, skredhendelser fra NVE Atlas [14]
- E6 Ulsberg-Vindåsliene, Ingeniørgeologisk rapport til reguleringsplan – Vindåslitunnelen, 2016 [2]
- Detaljregulering Ulsberg – Vindåsliene - Ingeniørgeologisk rapport skjæringer i berg [1]

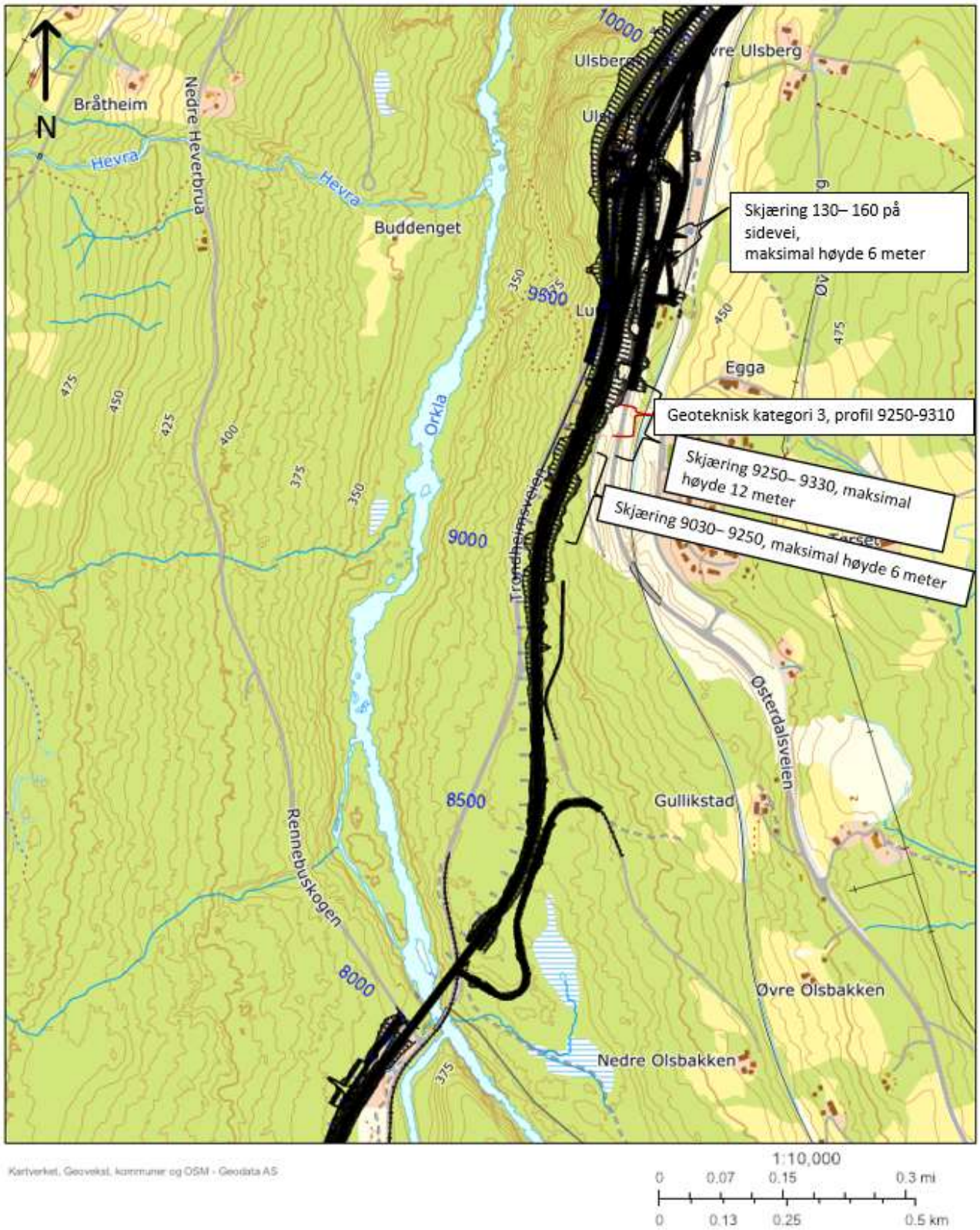
5 Oversikt skjæringer, profil 4350-13150

5.1 Innledning

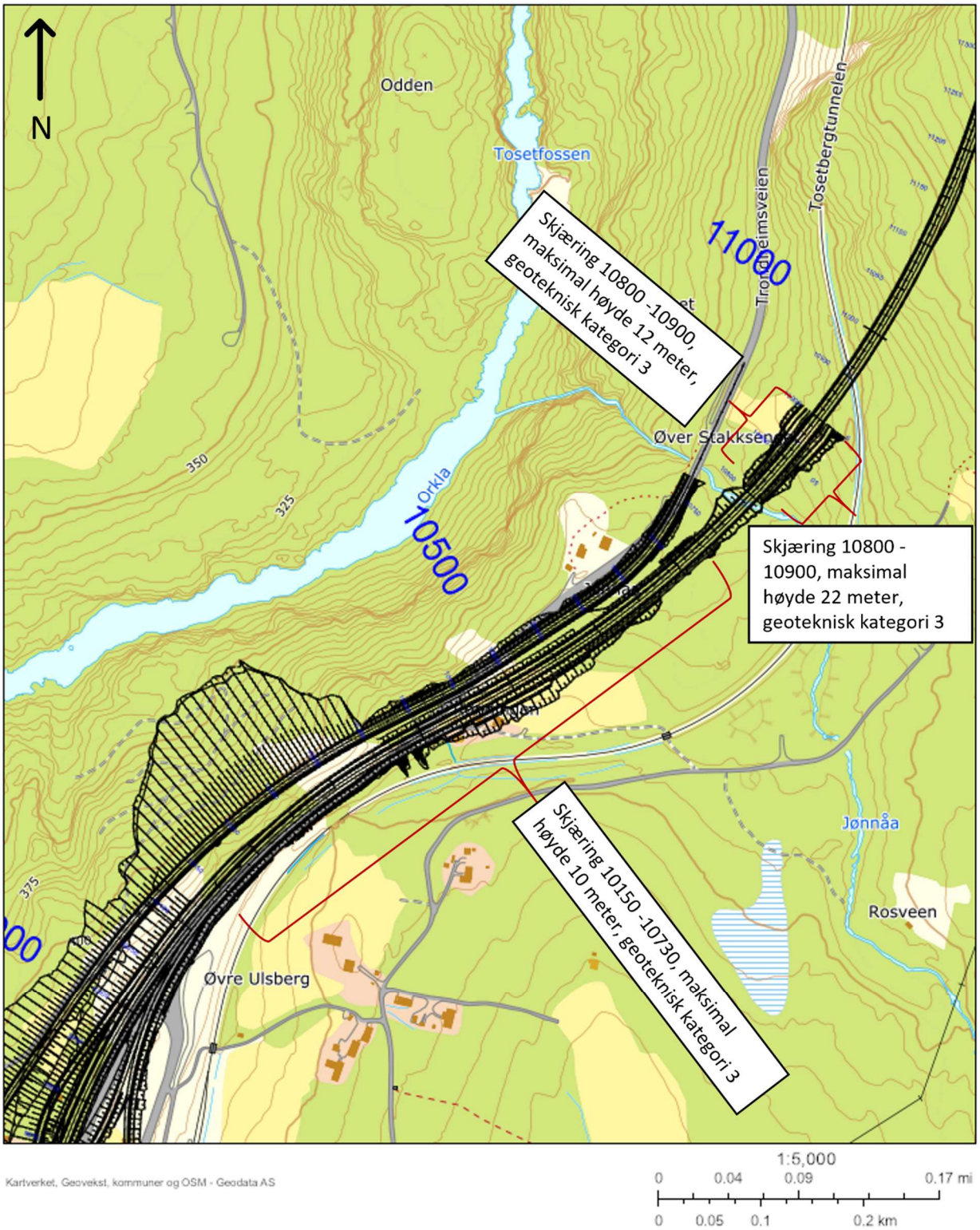
Figur 6, Figur 7, Figur 8 og Figur 9 er oversiktskart som viser skjæringene på strekningen og de skjæringene som er vurdert å være i geoteknisk kategori 3.



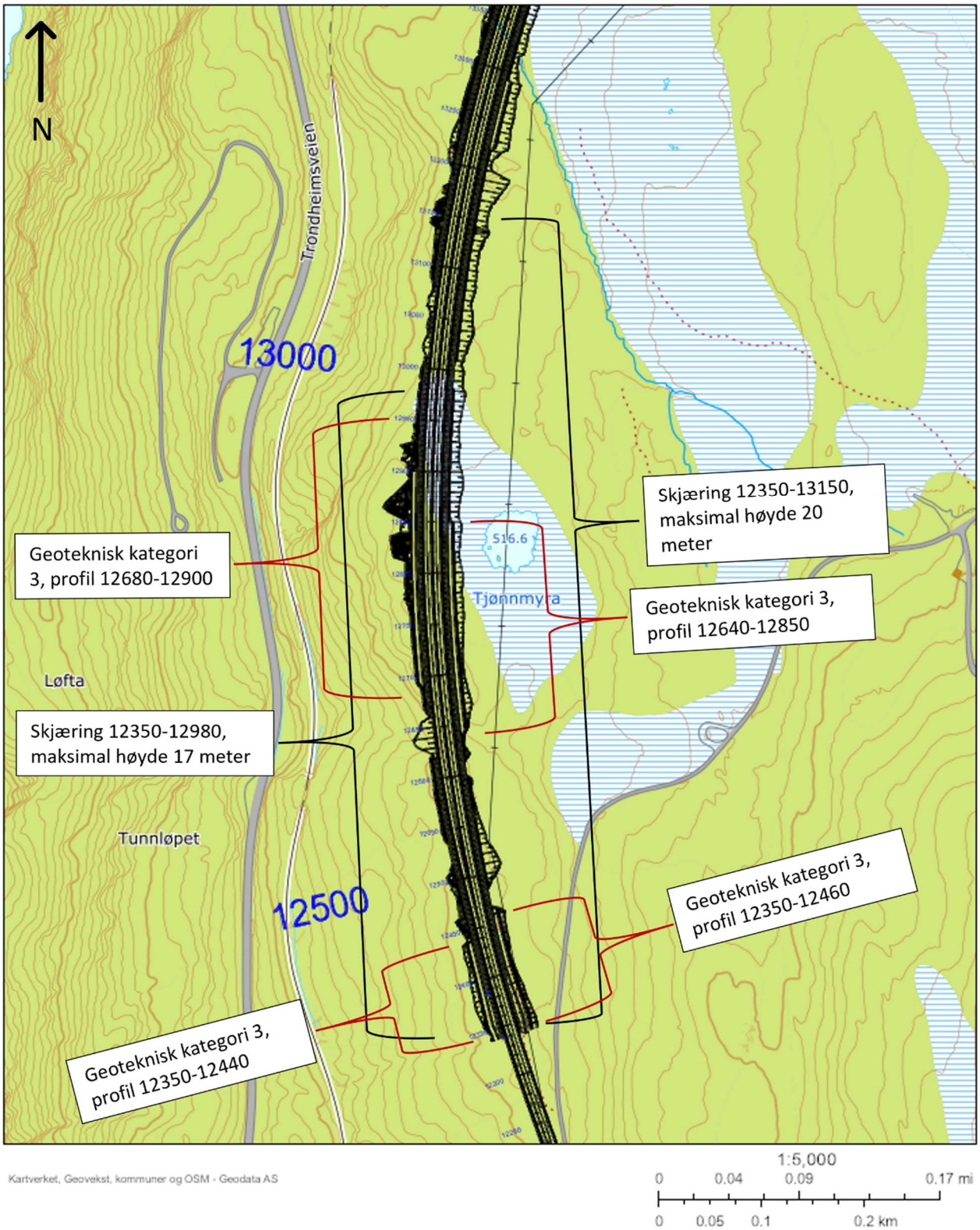
Figur 6 Oversiktskart med bergskjæringer i profil 4500-6700. 1 bergskjæring med geoteknisk kategori 3 kan sees. Mindre bergskjæringer på under 3 meter er ikke markert.



Figur 7 Oversiktskart med bergskjæringer i profil 7800-10000. 1 bergskjæring i geoteknisk kategori 3. Mindre bergskjæringer på under 3 meter er ikke markert.



Figur 8 Oversiktskart med bergskjæringer i profil 10100-10900. 3 Bergskjæringer er i geoteknisk kategori 3. Mindre bergskjæringer på under 3 meter er ikke markert.



Figur 9 Oversiktskart med bergskjæringer i profil 12350-13150. Fire bergskjæringer er i geoteknisk kategori 3. Mindre bergskjæringer på under 3 meter er ikke markert.

6 Myndighetskrav og Geoteknisk kategori

Ifølge håndbok N200 [6] skal prosjekter klassifiseres i geotekniske kategorier avhengig av kompleksitet og risiko. Håndboka angir at følgende bergskjæringer skal plasseres i geoteknisk kategori 3:

1. Bergskjæringer høyere enn 10 meter (målt fra ferdig vei)
2. Bergskjæringer der svakhetssoner/slepper vil kunne føre til større utglidninger.
3. Bergskjæringer i foten av høye skråninger/fjellsider der inngrep vil kunne føre til stabilitetsproblemer.
4. Bergskjæringer med skrånende terreng over skjæring, hvor skredfare og stabilitet må håndteres.
5. Bergskjæringer der hensynet til bygninger, konstruksjoner, infrastruktur o.l. i umiddelbar nærhet må ivaretas.
6. Bergskjæringer i bergarter som vil kunne gi forurensende avrenning.

Følgende bergskjæringer kan plasseres i geoteknisk kategori 2:

- middels høye (inntil 10 m) bergskjæringer uten spesiell risiko eller vanskelige/uvanlige grunnforhold mht. sprengning og stabilitet.

Følgende bergskjæringer kan plasseres i geoteknisk kategori 1:

- lave skjæringer < 5m.

For hovedlinjen vil vi få bergskjæringer høyere enn 10 meter og skjæringene faller således inn under geoteknisk kategori 3.

Det er bergskjæringer der hensynet til infrastruktur i form av jernbane og eksisterende E6 i umiddelbar nærhet som gjør at enkelte strekninger vurderes som geoteknisk kategori 3.

Det er en rekke skjæringer som kommer inn under geoteknisk kategori 2.

Bergskjæringer i geoteknisk kategori 2 og 3 er vist i Figur 6, Figur 7, Figur 8 og Figur 9. En oversikt over alle skjæringene med profilnummer og skjæringshøyde og geoteknisk kategori er vist i Tabell 2. Skjæring under 2 meter er ikke med i oversikt.

Tabell 2 Bergskjæringer langs profil 4350-13150 i geoteknisk kategori 2 og 3

Side av vei	Profilnummer		Høyde [m]	Geoteknisk kategori	Begrunnelse
	Fra	til			
Vest	5940	6060	10-15,5	3	> 10 m
Vest	6060	6150	0-10	2	Høyde 5-10 m
Øst	9030	9250	0-10	2	Høyde 5-10 m
Øst	9250	9310	10-12	3	> 10 m
Øst	9310	9330	0-10	2	Høyde 5-10 m
Øst	10150	10730	0-10	3	Nesten 10 m og jernbane i bakkant,

					nærliggende eksisterende E6
Øst tunnelpåhugg	10800	10900	0-22	3	> 10 m
Vest tunnelpåhugg	10800	10900	0-12	3	> 10 m
Øst	12350	12460	10-20	3	> 10 m
Øst	12460	12640	0-10	2	Høyde 5-10 m
Øst	12640	12850	10-20	3	> 10 m
Øst	12850	13150	0-10	2	Høyde 5-10 m
Vest	12350	12440	10-12	3	> 10 m
Vest	12440	12680	0-10	2	Høyde 5-10 m
Vest	12680	12900	10-17	3	> 10 m
Vest	12900	12980	0-10	2	Høyde 5-10 m

7 Grunnforhold – Faktadel

7.1 Bergarter og regionalgeologi

I henhold til berggrunnskart fra NGU [10] tilhører bergartene i traseen Størendekket som er en del av den øvre kaledonske dekkserien tilhørende Trondheimsdekketkomplekset. Bergartene i området er antatt innskjøvet i perioden Ordovicium til Kambrium. Størensdekket tilhører den vestre lavmetamorfe delen av Trondheimsdekkekomplekset. Bergartene her kjennetegnes ved metavulkanitter med overliggende metasedimenter. I tillegg er den sørlige delen av traseen fra Ulsberg antatt å gå igjennom hyperstenførende granodioritt (opdalitt), som er en dypbergart fra silurisk periode.

På grunn av den metamorfe karakteren av bergartene i området forventes det variasjoner i bergartenes sammensetning og grad av omdanning. Traseen er for det meste ikke dekt av 1:50 000 kart og det er brukt i 1:250 000 for hele strekningen.

Fra NGU sitt bergrunnskart (Figur 10) ser man at de aktuelle bergartene langs traseen vil kunne være hyperstenførende granodioritt, grønn gråvakke og leirskifer, grønnstein og grønnskifer (med lag av kvartskeratofyr). En kort beskrivelse av bergartene kan sees under.

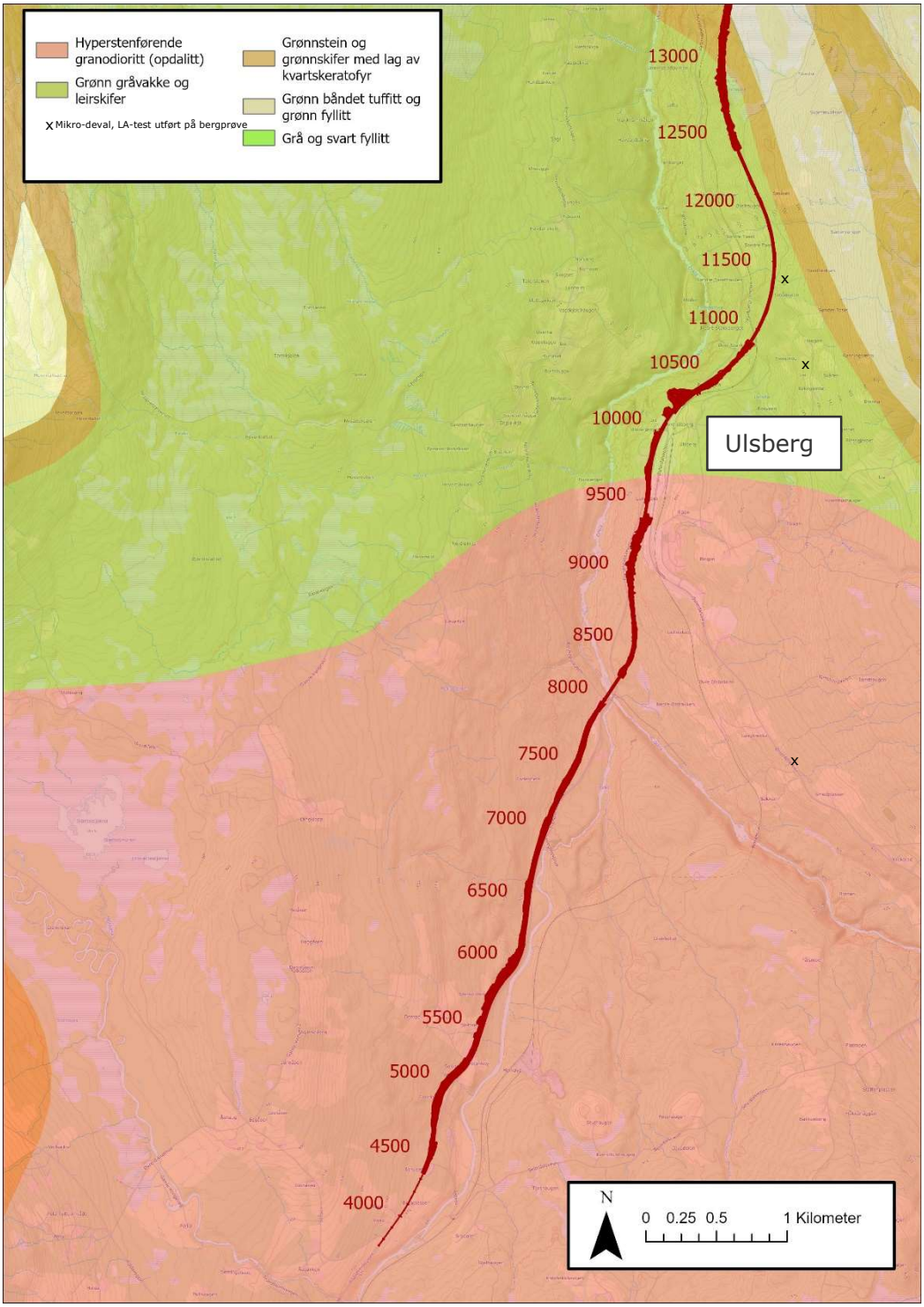
Hyperstenførende granodioritt (opdalitt) Er en grovkornet intermediær magmatisk dypbergart. Hovedmineralene er kvarts, kalifeltspat og plagioklas.

Grønnstein og grønnskifer (med lag av kvartskeratofyr).
Grønnstein er en middelskornet, grønnlig og metamorf bergart hovedsakelig bestående av feltspat og amfibol.

Gråvakke kjennetegnes som en hard og mørk sandstein med kantete og dårlig sortere korn. Kjennetegnes ved innhold av kvarts, feltspat og bergartsfragmenter i en slamgrunnsmasse.

Leirskifer er en lavmetamorf leirstein som består av finkornete sedimenter av leir- og siltfraksjon med en utviklet skifrighet som gjøres at den lett deles opp i langsgående flak.

Grønne flysch sedimenter og tuffitter er sedimentære bergarter med varierende kornstørrelse og mineralinnhold



Figur 10 NGU`s berggrunnskart (1:250 000) langs planlagt trase. Kartet baserer seg på tolkning. Veilinjen går ifølge kartet hovedsakelig gjennom granodioritt og gråvakke sør for Ulsbergtunnelen, mens det nord for tunnelen er påtruffet det som er kategorisert som lagdelt, kvartsrik, gråvakke/siltstein samt leirskifer.

7.2 Bergmassebeskrivelse

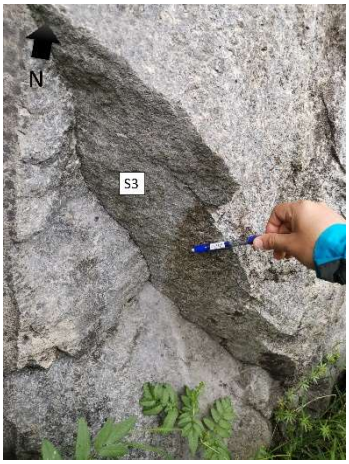
Fra befaring ble granodioritt og grønn gråvakke observert sør for Ulsbergtunnelen. Granodioritten kan karakteriseres som lett forvitret med stedvis litt synlig oksideringslag. Oppsprekkingsgrad varierer lokalt mellom lite til høy oppsprekking, men kan generelt beskrives som middels oppsprukket.

Gråvakken ble observert med en grønnlig skjær og mindre synlig forvitring. Bergarten har sporadisk oppsprekking. Rambøll sin kartlegging stemmer overens med NGU sine berggrunnskart sør for tunnelen. Det ble dog ikke observert leirskifer sør for Ulsbergtunnelen i området som er markert som «grønn gråvakke og leirskifer». Bilder av bergmassen sør for tunnelen og tolkede sprekkesett er vist i Figur 11, Figur 12 og Figur 13.

Reguleringsplanen nord for tunnelen går mellom profil 12350-13150. Det ble observert leirskifer i området som på 1:250 000 kart er markert som «grønn gråvakke og leirskifer». Leirskiferen er observert blant annet i bergblotning ved profil 12420, rett øst for linjen (se vedlegg 1). Bergmassen som er synlig er lett forvitret og stedvis tett oppsprukket og skifrig, se Figur 14.

Nord for tunnelen er det også påtruffet det som er vurdert på befaring å være en mer kvartsrik og lagdelt siltstein eller gråvakke. Bergarten er lagdelt i centimeter tykke lag, stedvis småfoldet og stedvis plan. Bergblotninger ved profil 12800 rett vest for Tjønnmyra er vist i Figur 15 og er markert i vedlegg 1.

Det ble verken før eller etter Ulsbergtunnelen observert noen bergartsgrenser.
Det ble ikke registrert grønnstein eller grønnskifer i området som ifølge berggrunnskart er registrert helt nord i området.



Figur 11 Bergblotninger av granodioritt. Profil ca. 6000.

Figur 12 bergblotninger av granodioritt med tolket sprekkesett. Profil ca. 6000.

Figur 13 (Tre bilder.) Bergblotninger av gråvakke og med tolket sprekkesett. Profil ca. 10500.

Figur 14 Bergblotninger ved profil 12420, rett øst for linjen.

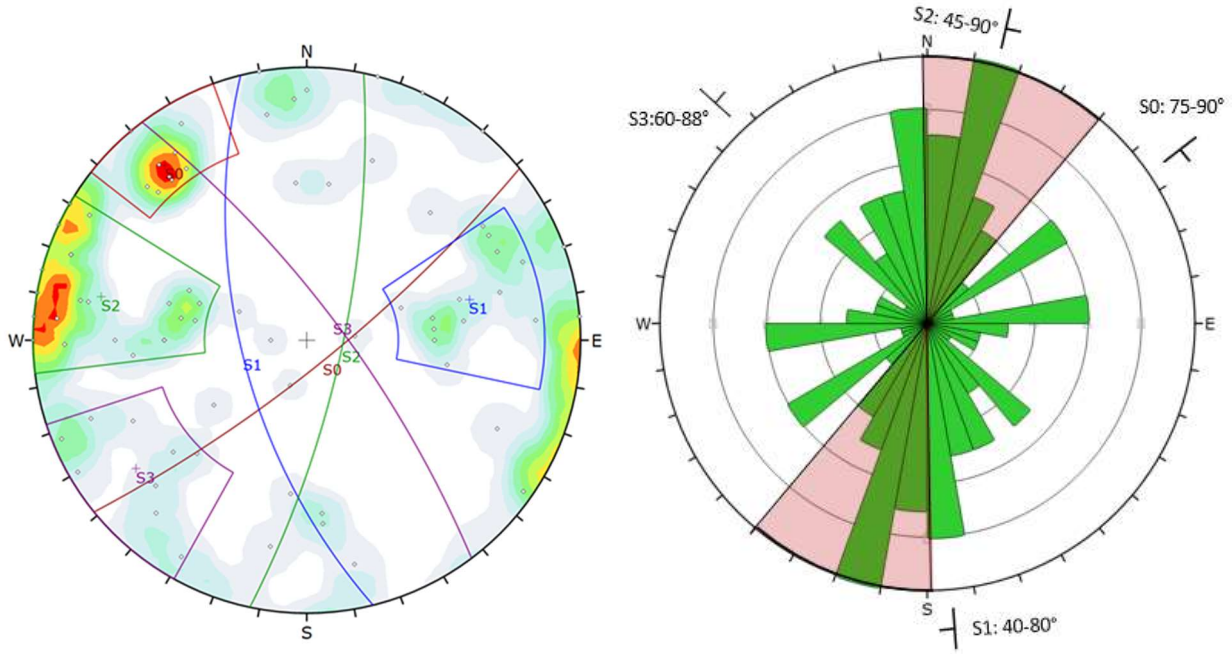
Figur 15 Bergblotninger ved profil 12800, rett vest for Tjønnmyra

7.3 Oppsprekking

Det ble utført sprekkekartlegging i terrenget langs planlagt trasé. I søndre del av traséen var det sparsomt med bergblotninger. Sprekker ble i hovedsak kartlagt i 3 områder sør for Ulsbergtunnelen, mellom 5800 – 6200 for granodioritten og mellom 10400 – 10700 og for forskjæring for Ulsbergtunnelen (Profil 10800 – 10900) for gråvakken. Utenom disse lokasjonene var det mest løsmasser over berg. Nord for Ulsbergtunnelen er det kartlagt blotninger over og til side for linjen der disse er synlig (leirskifer og lagdelt, kvartsrik gråvakke/siltstein).

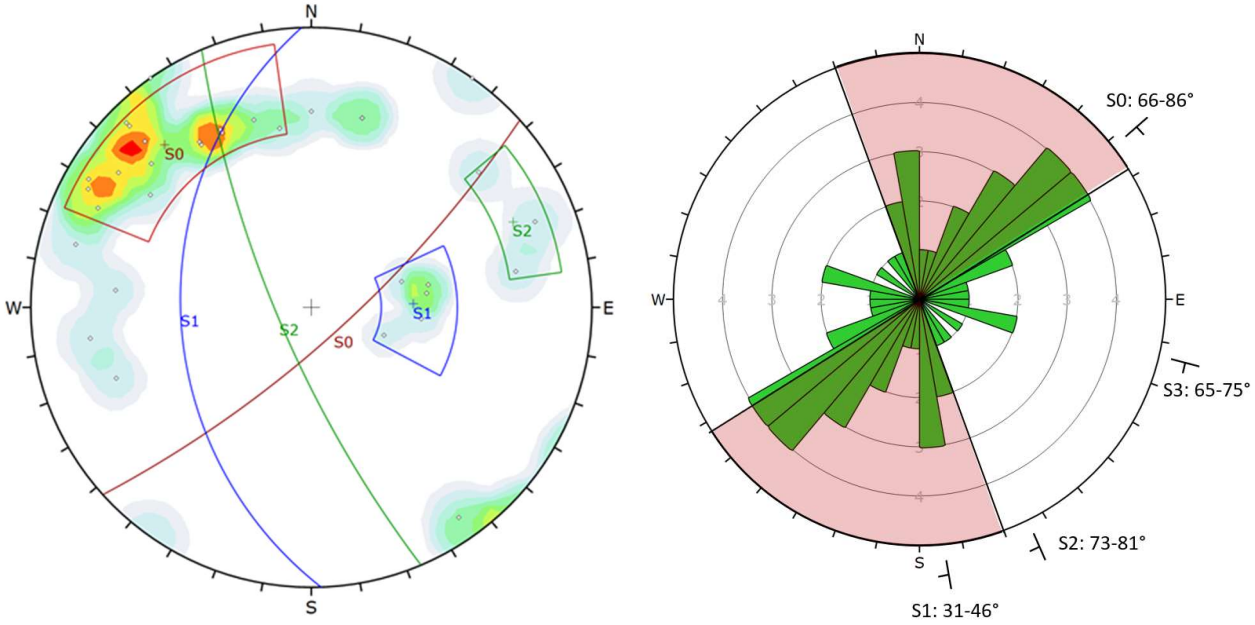
Det er laget 3 sprekkeroser og 3 polplott. Det første sprekkerose/polplott-paret er for området mellom profil 4350-9310, nummer 2 mellom 9310 – 10900 og nummer 3 nord for tunnelen mellom profil 12340 – 13150. I Figur 16, Figur 17 og Figur 18 kan man se sprekkediagrammene fra de 3 ulike områdene. Fra figurene kan man se at det er lokale variasjoner i oppsprekking, men at det ser ut som en trend i sprekkesett S0 og sprekkesett S1/S2 sør for Ulsbergtunnelen (Figur 16, Figur 17).

I granodioritten (Figur 16) framsto sprekkesett S0 med en plan og glatt sprekkeoverflate og sprekketetthet som varierte mellom 1-2m. Sprekkeoverflaten var oksidert med et lyst gulbrunt lag. Utholdenheten ble observert til å være over 5 meter og gjennomsettende. De observerte sprekkene framsto lukket uten fylling.
Oppsprekningsgrad varierer lokalt mellom lite til høy oppsprekking, men kan generelt beskrives som middels oppsprukket, se Figur 11 og Figur 12.

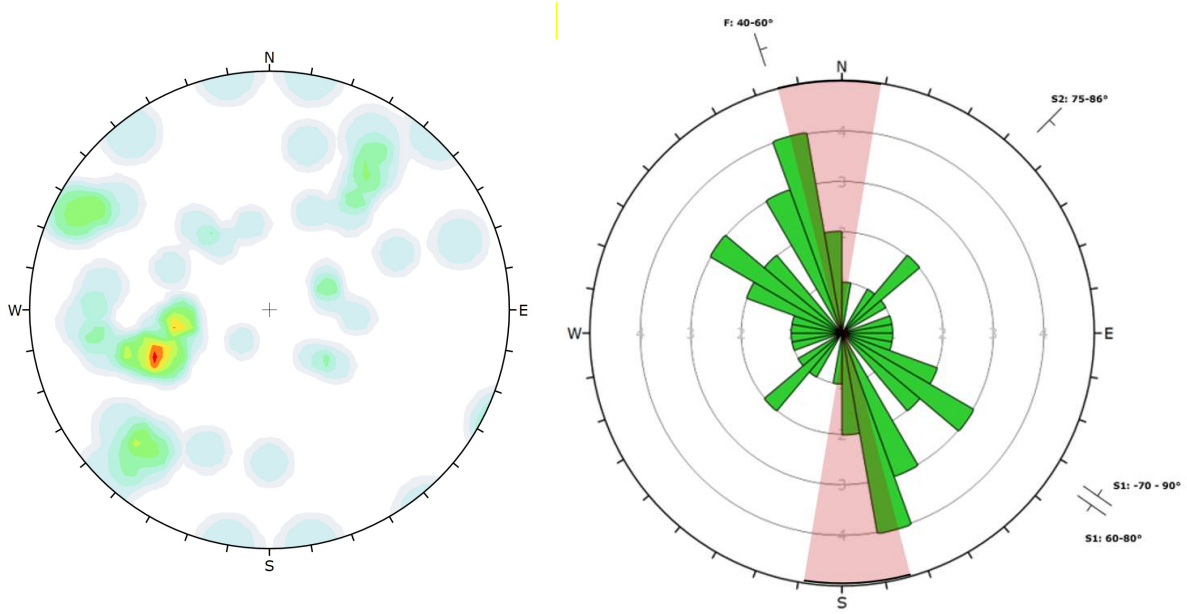


Figur 16 Polplot og sprekkediagram for trase mellom profil 4350-9310. Lyserødt område indikerer variasjoner i trasé

Figur 17 viser resultatene fra sprekkekartlegging gjort ved Jønnåa i gråvakke. Det ble observert tre tydelige sprekkesett i området. Av disse var sprekkesett S0 den mest framtredende. Sprekkesettene ble observert med en plan og glatt til ru overflate og en utholdenhet fra 2-5 meter og mer. Sprekkeavstand varierte mellom de ulike settene, S0 på over 50 cm, S1 på over 1 m og S2 på over 2 m. Ved påhugget til Ulsbergtunnelen mellom profil 10800 – 10900 ble S3 observert mer hyppig og er tatt med som et fjerde sprekkesett i det området. S3 har sprekkeavstand på ca. 1 meter mellom profil 10800 – 10900. For resten av linjen var dette sprekkesettet ikke hyppig opptredende.



Figur 17 Polplot og sprekkediagram for trase mellom profil 9310-13150. Lyserødt område indikerer variasjoner i trasé.



Figur 18 viser resultatene fra sprekkekartlegging gjort ved Tjønnmyra i område kartlagt med leirskifer og siltstein/ gråvakke. Det ble observert tre tydelige sprekkesett i området.

7.4 Løsmasser - Kvartærgeologi

I henhold til kvartærgeologisk kart fra NGU [11] så er løsmassene langs traseen bestående av morenemateriale, breelvavsetning, elve- og bekkeavsetninger, torv og myr og humusdekke. Figur 19

viser veilinjen med profilnummer med løsmassekart fra NGU. I all hovedsak vil traseen gå igjennom morenemateriale av ulik mektighet. Langs profil 5050-5800 vil traseen krysse tett opptil grensen mellom morenemateriale, breelvavsetninger og elve- og bekkeavsetninger, en bør derfor være forberedt på at disse kan opptre i traséen. Veilinjen vil også krysse områder med breelvavsetninger og humusdekke/torvdekke langs profil 7700-8400. Traseen går igjennom to ulike kartleggingssoner som har ulik oppløsning. I sør er det målestokk 1:50 000, mens det lenger nord er kartlagt i 1:250 000. I overgangen (ca. profil 9800) er det diskontinuerlig kartlegging av løsmassegrenser og typer. Derfor er det også noe usikkerhet rundt hvilke løsmasser som befinner seg i området rundt dette profilet.
En kort beskrivelse av løsmassene kan sees under slik det er beskrevet i NGU`s database av de forskjellige kategoriserte løsmassetypene.

Morenematerialer er plukket, transportert og avsatt av isbreer. Ifølge kartbeskrivelsen til NGU er materialet hardt sammenpakket og dårlig sortert med kornstørrelse fra leir til blokk. Områdene med tynt dekke utviser en mektighet på inntil rundt 0,5 meter. De tykke moreneavsetningene kan ha en tykkelse fra 0,5 til flere ti-talls meter.

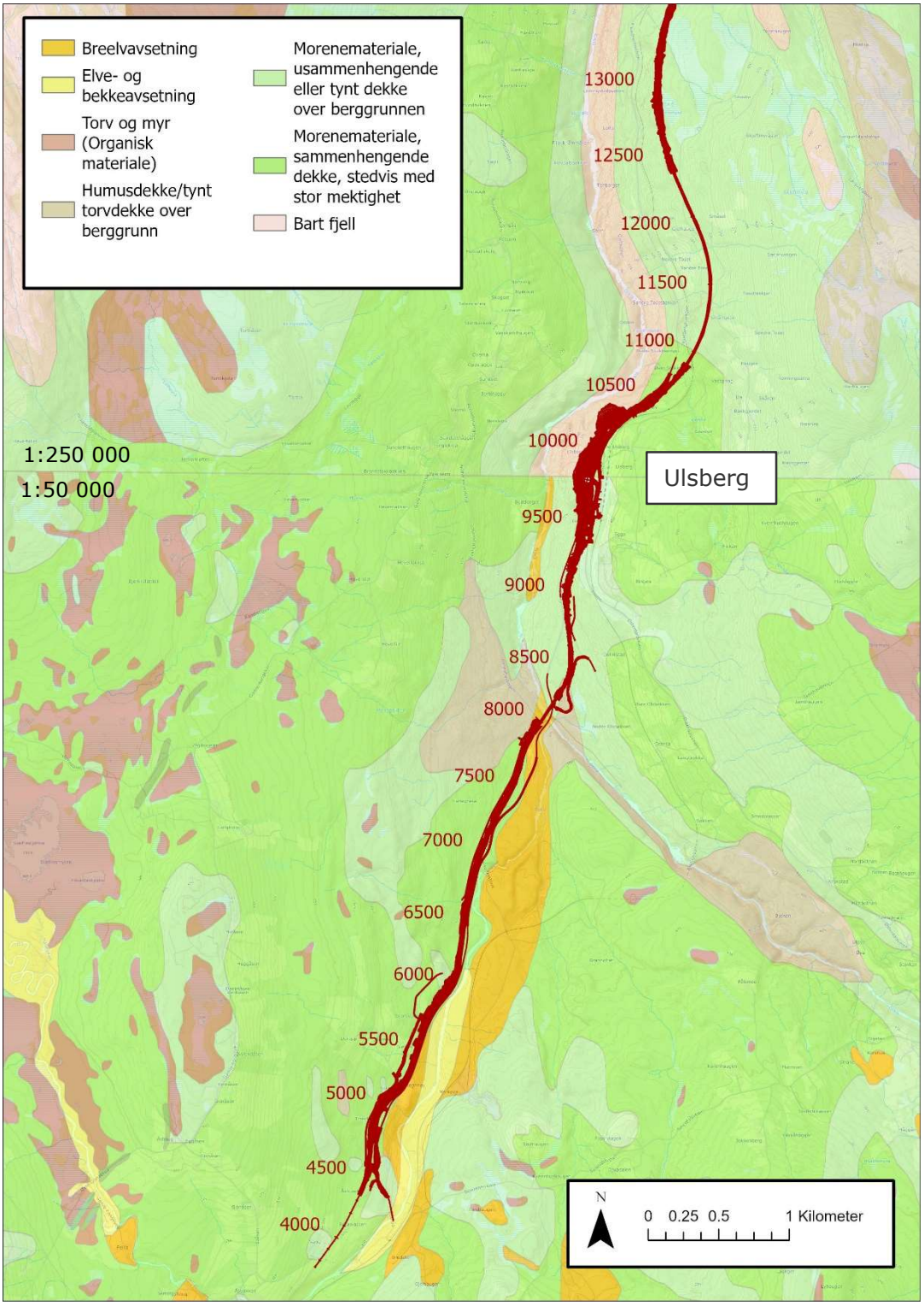
Breelvavsetningsmateriale er transport og avsatt av breelver. Sedimentene består av sortere og stedvis skråstilte lag med kornstørrelse fin sand til stein og blokk. Opptrer ofte som terrasser, rygger og vifter i terrenget med en mektighet på flere ti-talls meter.

Humus- og torvdekke er ifølge kartet definert som områder hvor humus- og torvdekket ligger rett over berggrunnen med hyppige blotninger av berg.

Torv og myr (Organisk materiale): Organisk jord dannet av døde planterester, med mektigheter større enn 0,5 m. Det skilles ikke mellom ulike torvtyper.

«Torv og myr» er ikke vist på løsmassekart, men er klartlagt ifm. grunnboringer (se Figur 23 og [3]).

Hele planområdet ligger over marin grense.



Figur 19 Løsmassekart fra NGU. Veilinjen vil gå igjennom morene av varierende tykkelse, men også krysse over eller tett opptil breelvavsetninger, elveavsetninger og humus-/torvdekke. I grensen mellom 1:250 000 og 1:50 000 er det noe diskontinuerlige overganger mellom løsmassetyper angitt på figur.

8 Vannforhold - hydrologi/hydrogeologi

Oversikt over grunnvannsbrønner er hentet fra Granada [13] og kan sees i Figur 20. I området langs traséen er alle brønnene boret i berg, med unntak av en enkelt løsmassebrønn. I figuren er det markert tre brønner med profil som vil ligge i planlagt trasé og som blir direkte berørt. Videre er det markert en brønn 30 meter fra skjæring til sidevei i området Ulsberg. En kort beskrivelse av direkte berørte brønner kan sees under.

Brønner:

Brønn profil 4995 er beskrevet som fjellbrønn brukt til grunnvannsforsyning av en enkelt gård. Begrenset informasjon. Boret i 1975.

Brønn profil 5220 er ifølge Granada en fjellbrønn med borediameter 137 mm brukt til grunnvannsforsyning av enkelthusholdning, brønnen er 90 meter dyp med 3,5 meter løsmassedekke. Foringsrør av stål på 6 meter. Boret i 2005.

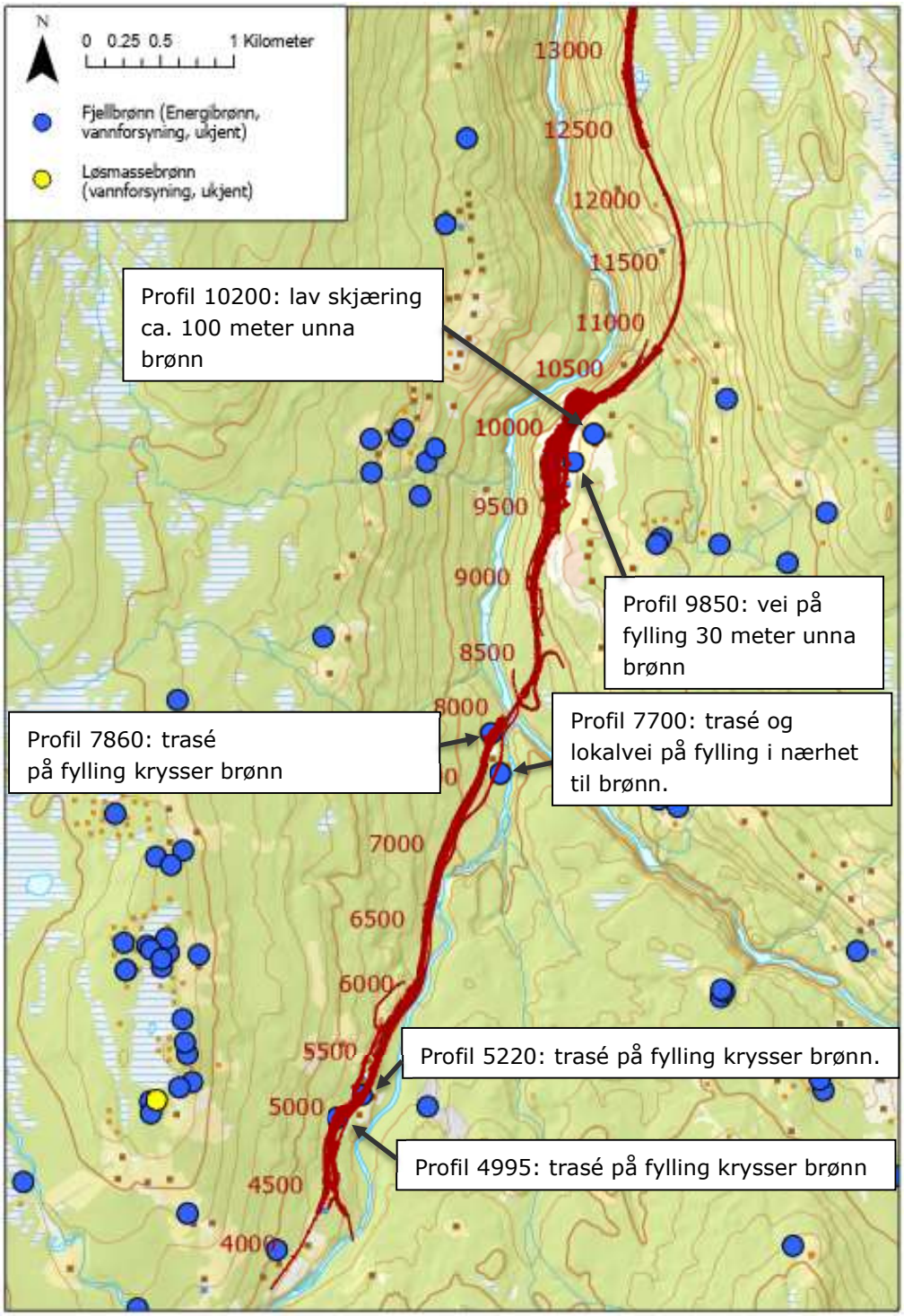
Brønn profil 7860 er ifølge Granada en fjellbrønn med borediameter 140 mm brukt til grunnvannsforsyning av enkelthusholdning, brønnen er 105 meter dyp med 2 meter løsmassedekke. Foringsrør av stål på 3 meter. Boret i 2010.

Brønn profil 7700 er ifølge Granada en vannforsyning til hytte /fritidsbolig og er en fjellbrønn mellom 9 og 120 meter. De første 9 meter er løsmasser. Fjellbrønnnr.60202. Brønnen ligger nær planlagt lokalvei og ca. 100 meter i fra hovedlinjen.

Brønn profil 9850 er ifølge Granada en vannforsyning. Skjæring ca. 30 meter unna brønn. Fjellbrønn 36.00 m. Dybde til berg er ukjent. Fjellbrønn nr. 5079.

Brønn profil 10200 er ifølge Granada en vannforsyning. Skjæring ca. 100 meter unna brønn. Fjellbrønn mellom 4 og 150 meter. Dybde til berg 4 meter. Fjellbrønn nr. 29977.

Figur 21 viser også større bekker som krysser traseen, 8 bekker er markert. Mindre bekker og dreneringsveier kan forekomme.



Figur 20 Grunnvannsbrønner i profil 3750-13150. Det skilles mellom løsmasse- og fjellbrønner. 3 brønner blir direkte berørt av veitrasé.

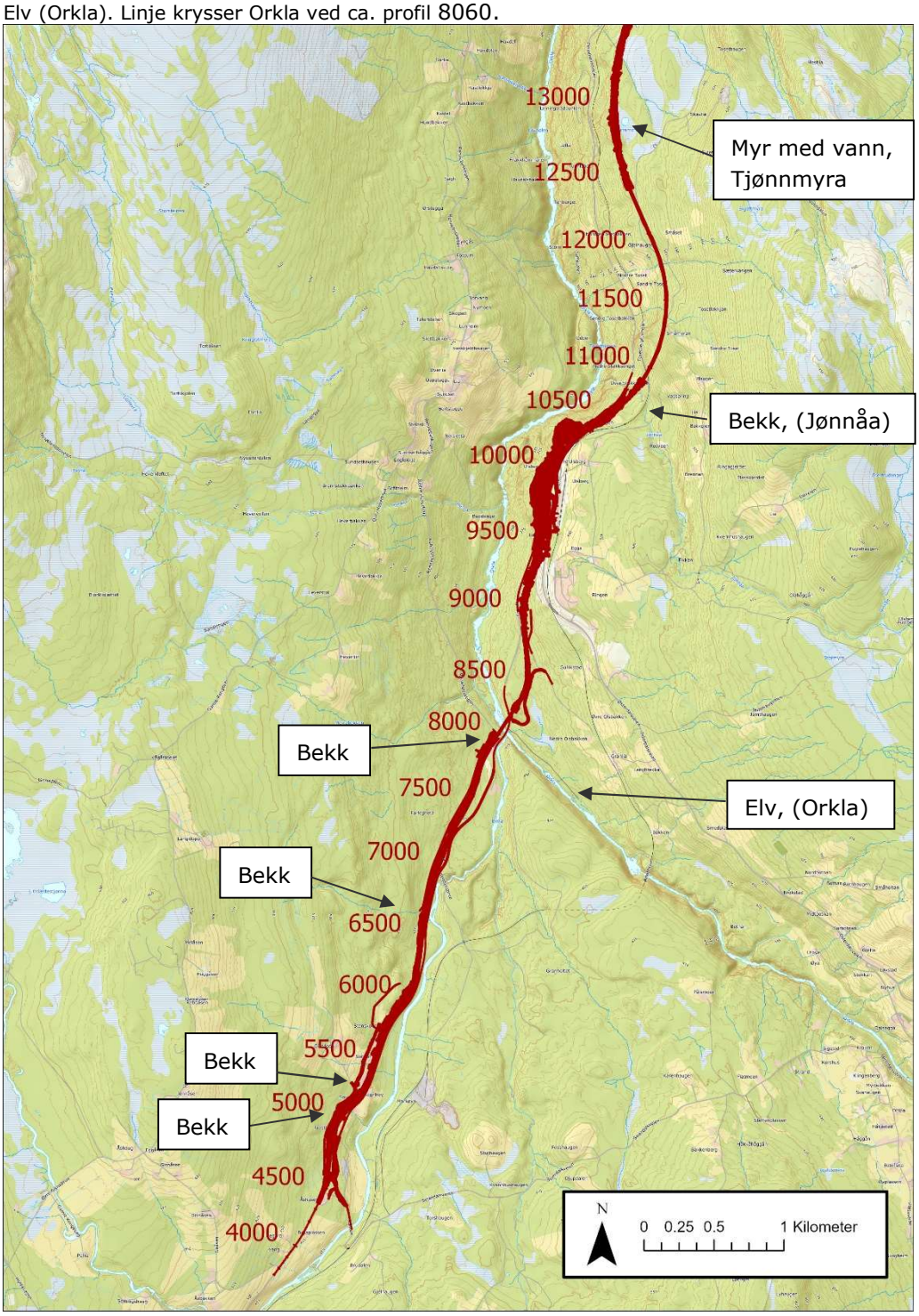
<u>Vannveier og myrer:</u>

Bekk Profil 5050, Bekk passerer linjen. Ikke planlagt bergskjæring.

Bekk Profil 5410, Bekk passerer linjen. Ikke planlagt bergskjæring.

Bekk Profil 6620, Bekk passerer linjen. Ikke planlagt bergskjæring.
Bekk Profil 7875, Liten bekk passerer planlagt vei. Ikke bergskjæring.
Bekk Profil 10790 (Jønnåa), Stor bekk passerer planlagt vei. Ikke bergskjæring.

Elv (Byna). Elv går på Østside av linje mellom profil 4350-8000.
Elv (Orkla). Linje krysser Orkla ved ca. profil 8060.



Figur 21 Oversiktskart over større bekker som krysser planlagt trasé

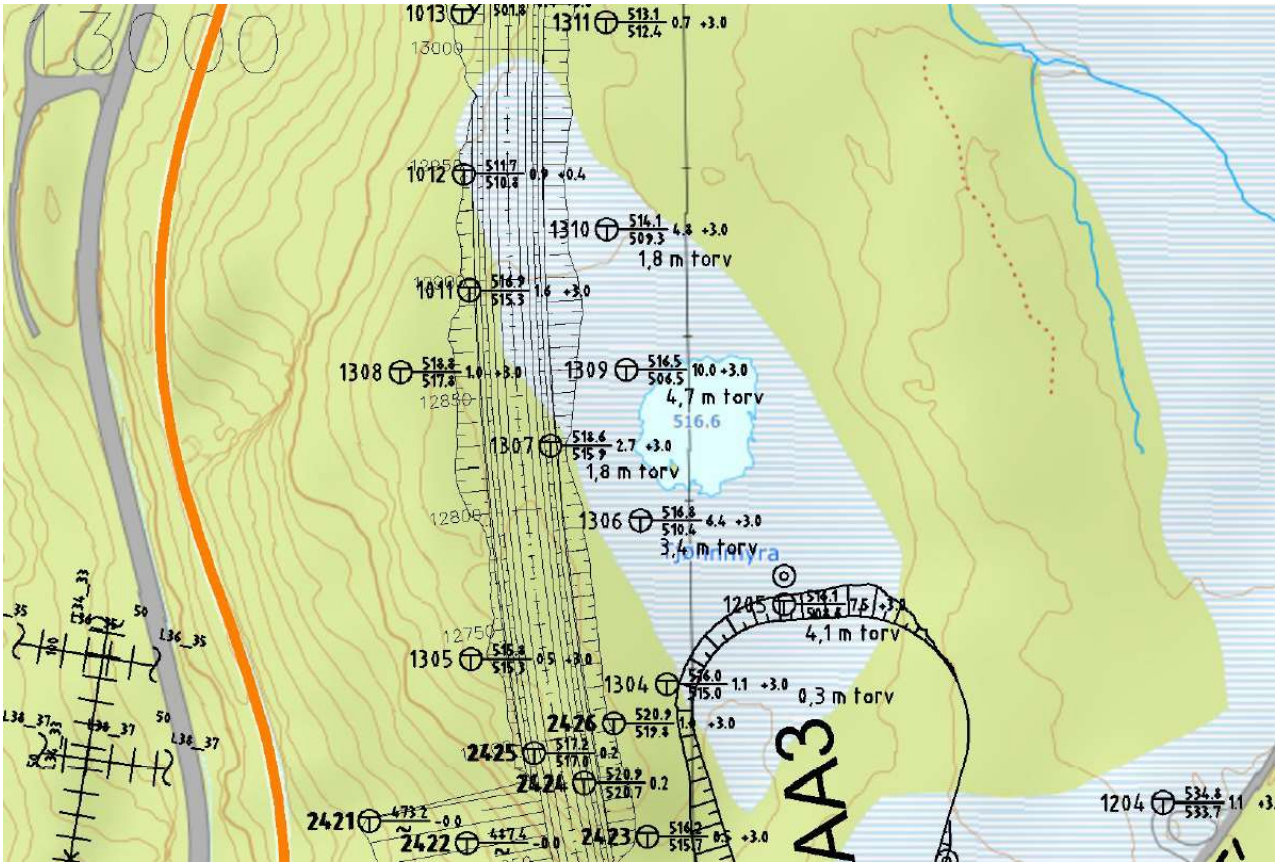
Vann

Tjern på østside av linje mellom profil 12800 – 12860. Planlagt dobbeltsidig bergskjæring.

Figur 22 Oversiktsbilde orientert mot nord-nordøst på sørsiden av Tjønnmyra.

Myrer:

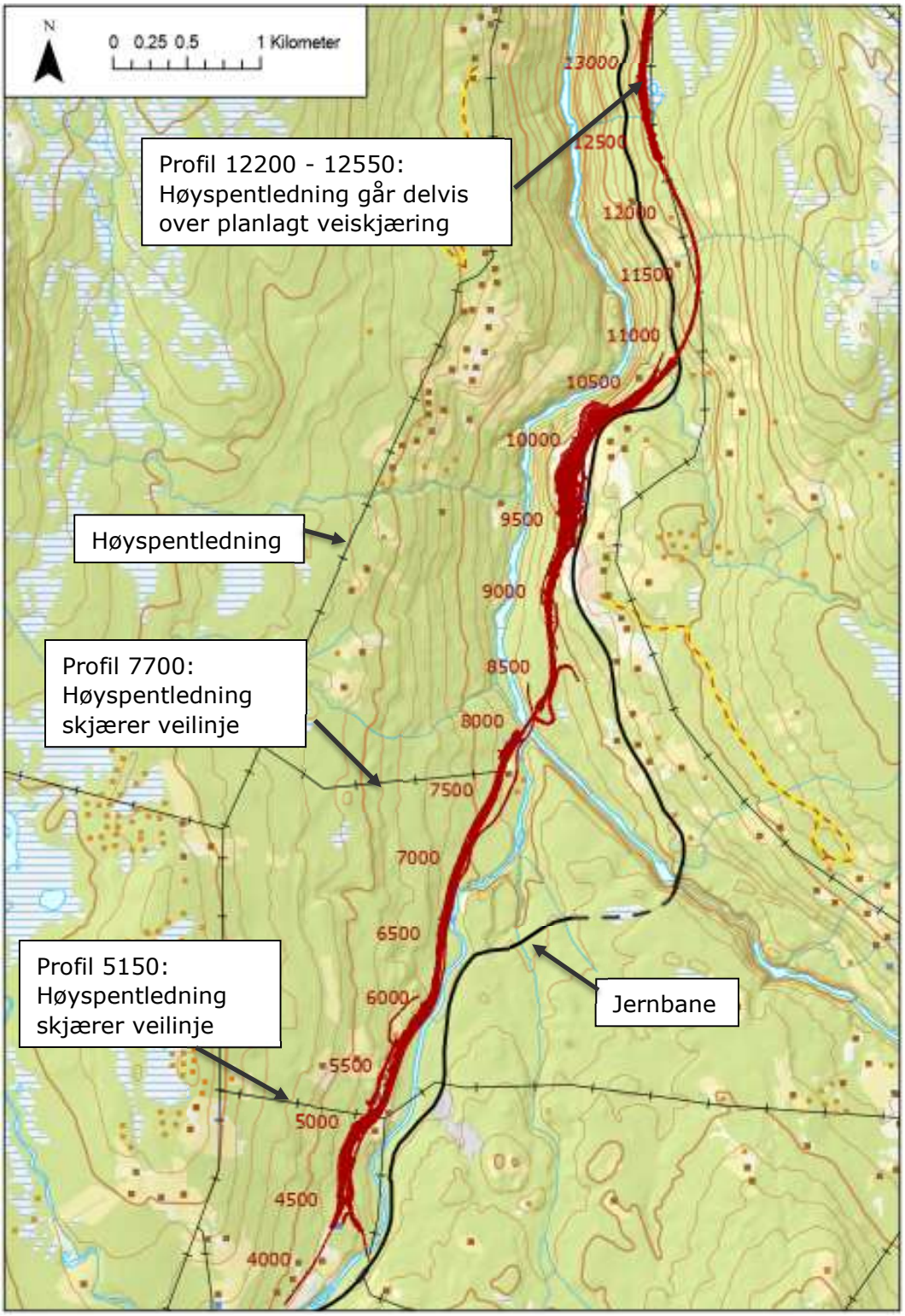
Det fins 1 registrert myrparti som planlagt linje kommer i kontakt med i følge grunnboringer. Myrdybden for myrparti mellom profil 12830 – 13000 er i grunnboringer [3] påvist å være mellom 0,3 og 4,7 meter, der det er registrert myr, se Figur 23.



Figur 23 Myrdybder ved Tjønnmyra

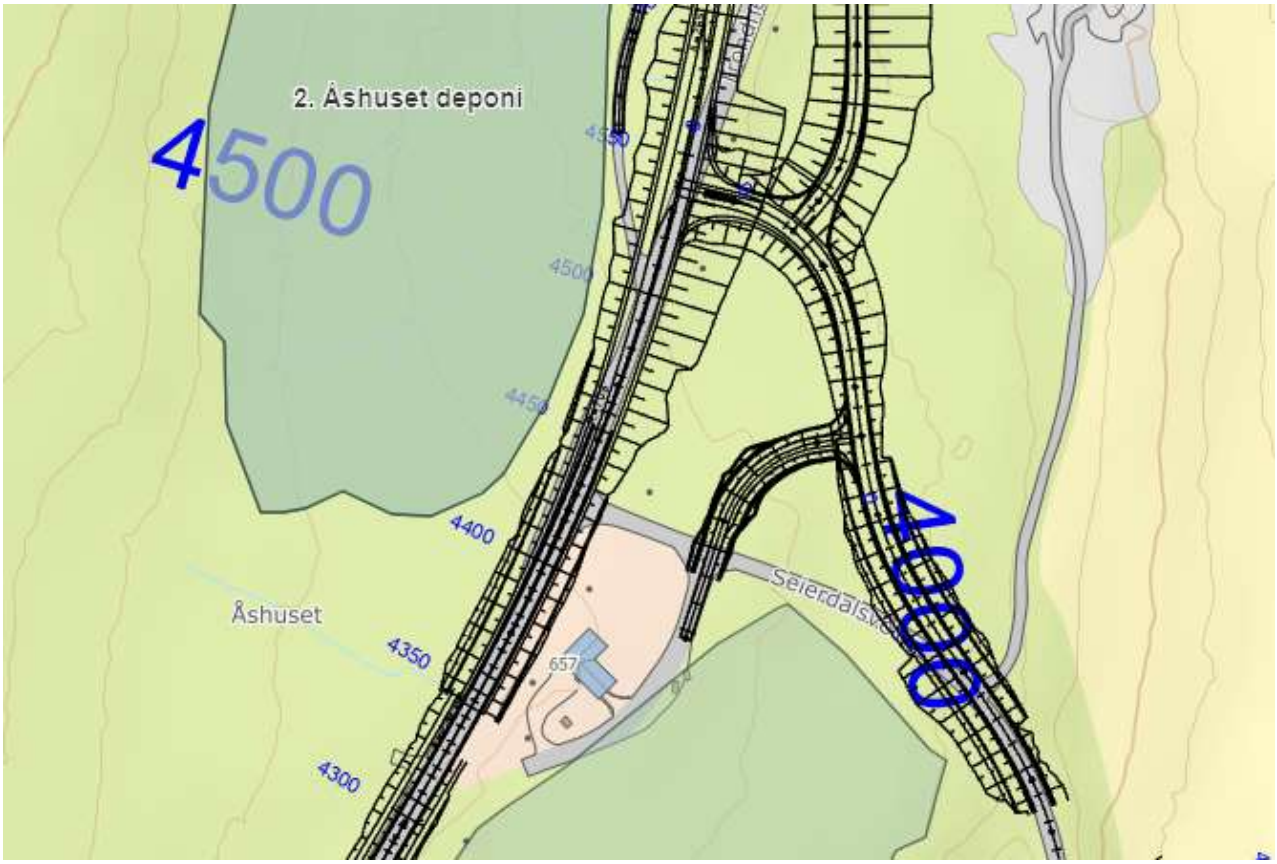
9 Omgivelser

I Figur 24 kan man se kart over høyspentledning og jernbane langs planlagt trasé. Veilinjen vil krysse eksisterende høyspentledning tre ganger i profil 5150, 7700, 11420. Veilinjen vil gå i nærhet til jernbane flere steder langs traséen, se *20 Vurderinger tiltak i forhold til omgivelser.*
I profil 10950 vil jernbanen krysse over veilinjen rett etter tunnelpåhugg ved 10900.



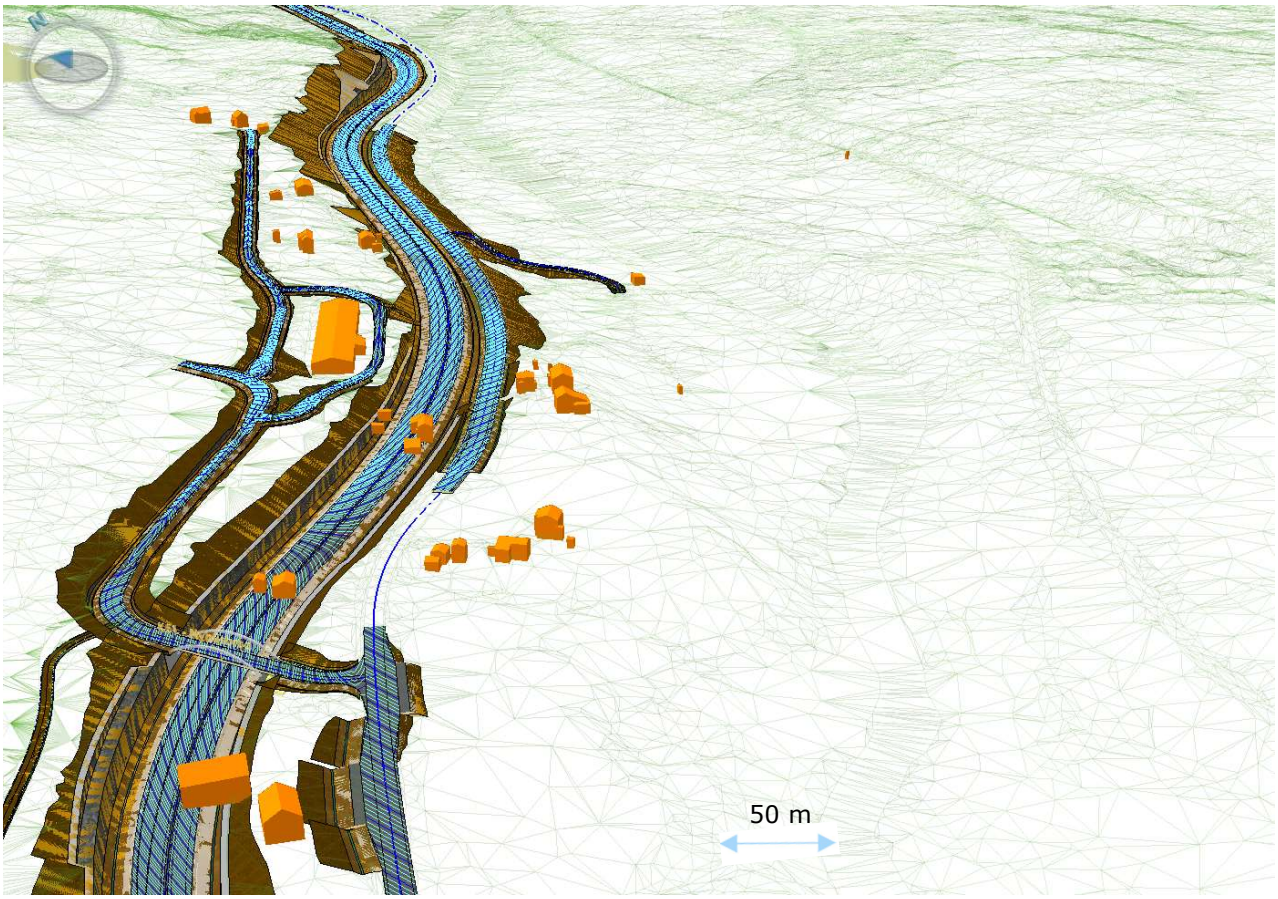
Figur 24 Steder hvor høyspentledning skjærer over planlagt veitrasé og hvordan eksisterende jernbane ligger i forhold til veitraséen.

Bygninger:
I starten av parsellen er det 1 hus ved profil 4370 nær linjen. Det er ikke planlagt sprenging nært hus i Figur 25.



Figur 25 Bygning ved profil 4370 nær linjen.

Bygninger mellom profil 4900 – 5900:
Det er en rekke hus som ligger nærmere enn 100 meter i fra der det skal sprenges. Det må vurderes krav til rystelser for disse. Husene det gjelder er vist i Figur 26 og innebefatter alle hus vist på tegning som ikke skal rives/flyttes.



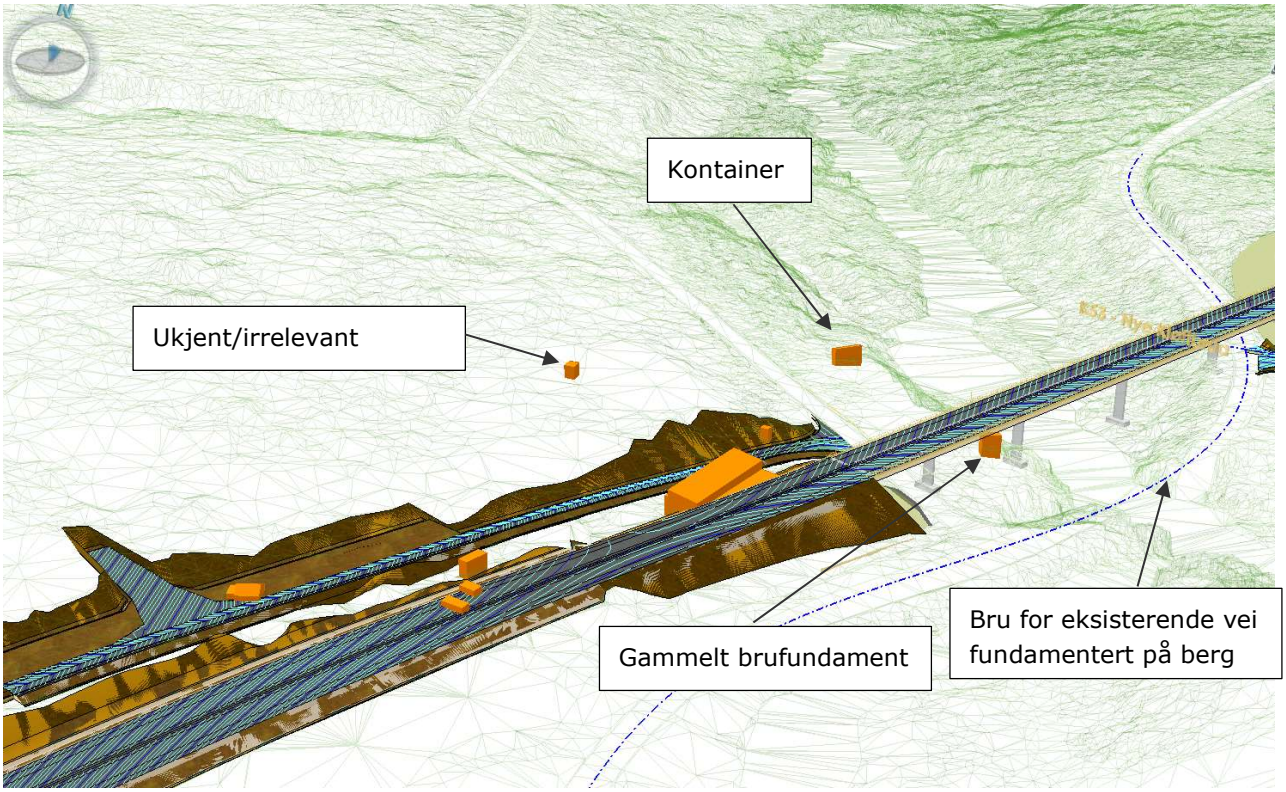
Figur 26 Bygninger langs linjen 4900 – 5900 nærmere enn 100 m.

Bygninger og konstruksjoner nær søndre del av Nye Kløftbrua:
Her er det ikke planlagt sprenging i forbindelse med veibygging. Det kan forekomme sprenging i forbindelse med etablering av brufundament. Bygninger i linjen skal rives/flyttes. Det er ellers ikke relevante bygninger der (Figur 27). Det er ikke behov å beregne rystelseskrav for bygninger i dette området.

Det er et gammelt brufundament som kan være verneverdig som ligger nære planlagt brufundament for «Nye Kløftbrua», se Figur 27.

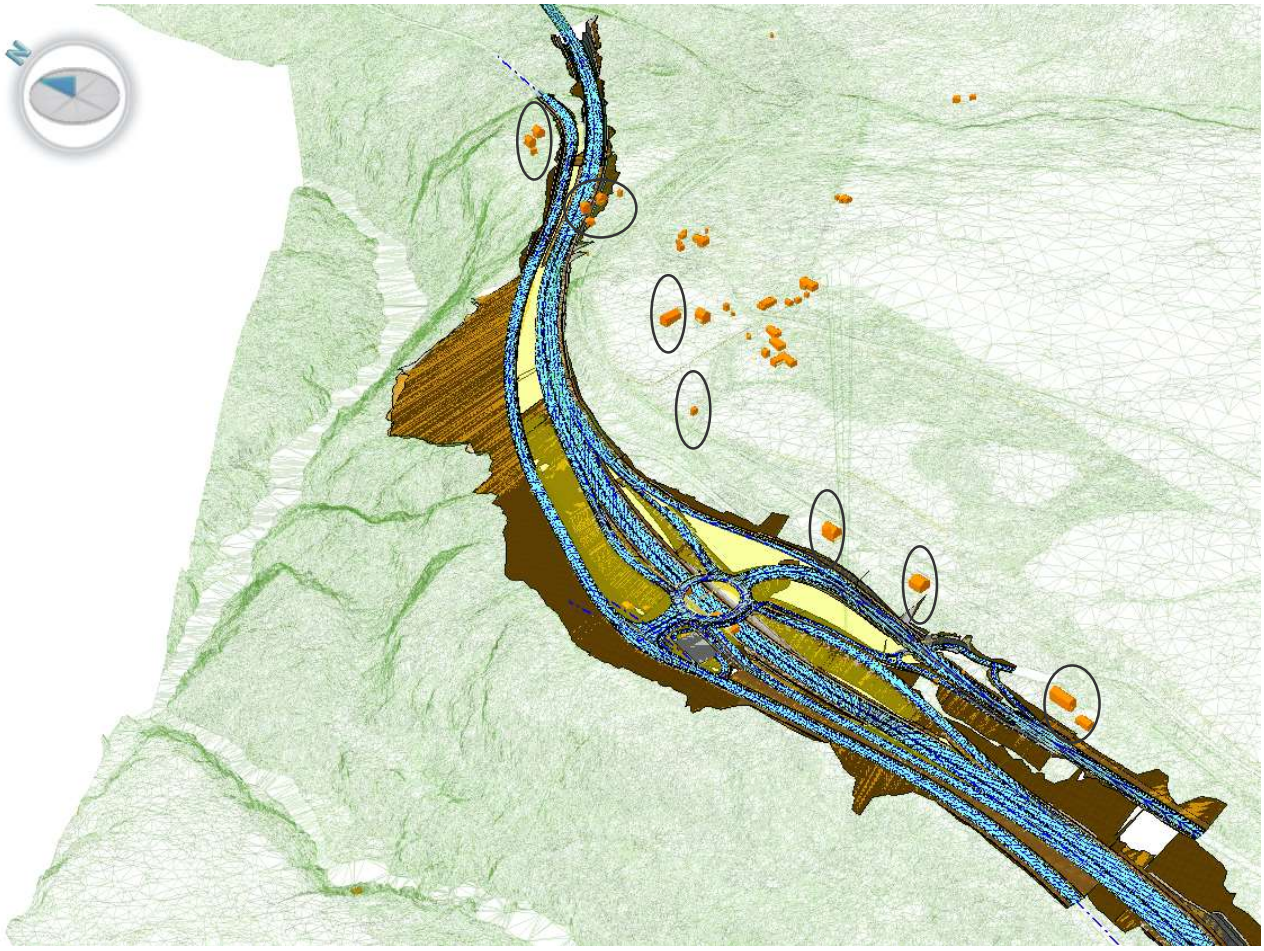
Det er en bru (Kløftbrua) over Orkla langs eksisterende E6 i nærheten av planlagte «Nye Kløftbrua», se Figur 27.

Det må vurderes rystelseskrav for eksisterende bru og evt gammelt brufundament beskrevet over.



Figur 27 Bygninger ved søndre brukar for «Nye Kløftbrua»

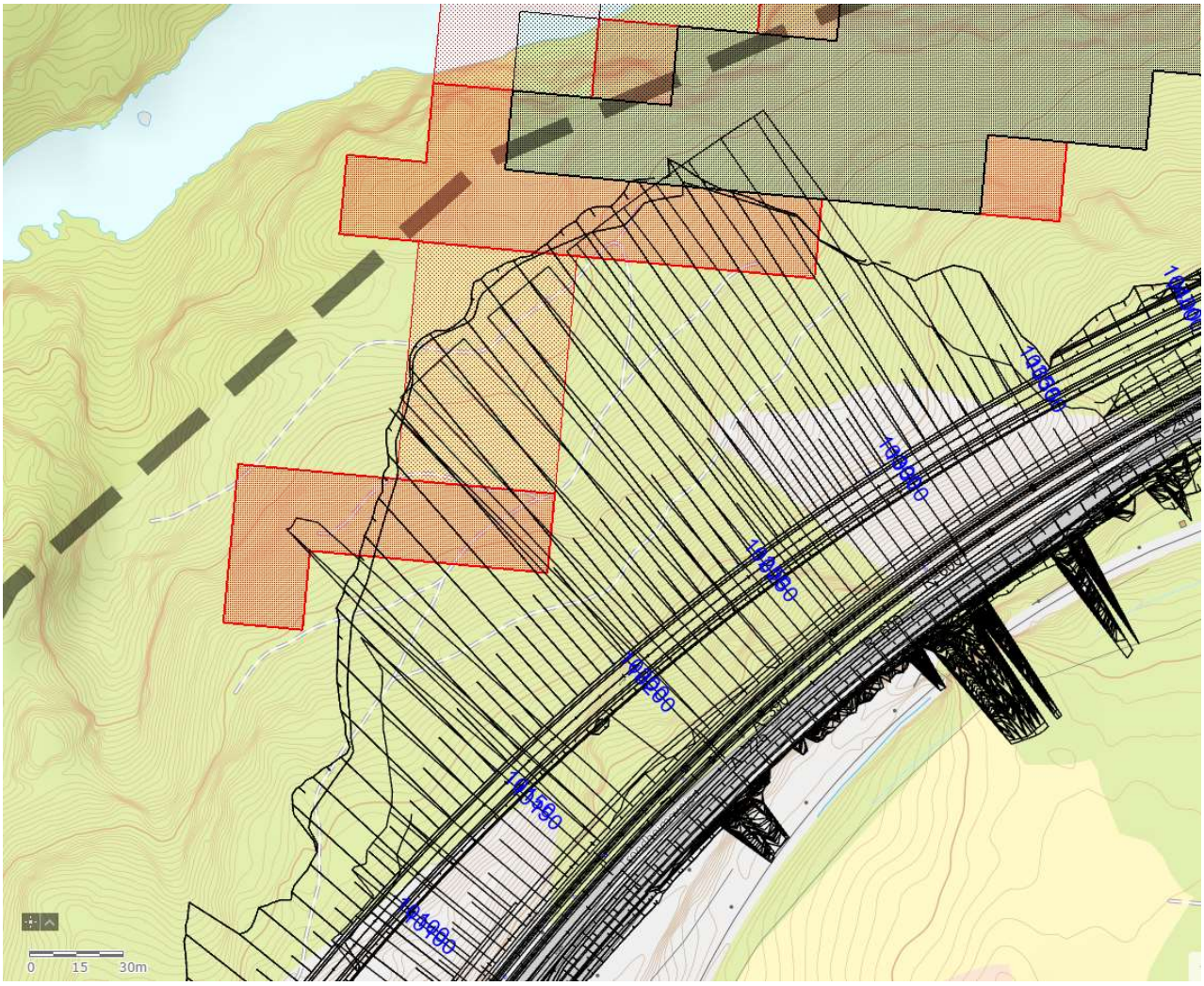
Bygninger ved kryss og påhugg for Ulsbergtunnelen:
Bygninger er vist i Figur 28. Det er bygninger som kommer nærmere enn 100 meter fra sprengningssted. Bygninger det må vurderes rystelseskrav på er markert på tegning.



Figur 28 Bygninger ved kryss mot Rv 3 og påhugg for Ulsbergtunnelen

10 Skredfare

Det er langs linjen ikke bratt sideterreng som er markert som aktsomhetsområde for skred foruten i fyllingsfoten for fylling mellom profil 10120 og 10330 hvor det er markert skredfare for steinsprang og snøskred [14]. Mellom profil 10120-10330 for snøskred og profil 10270-10330 for steinsprang.



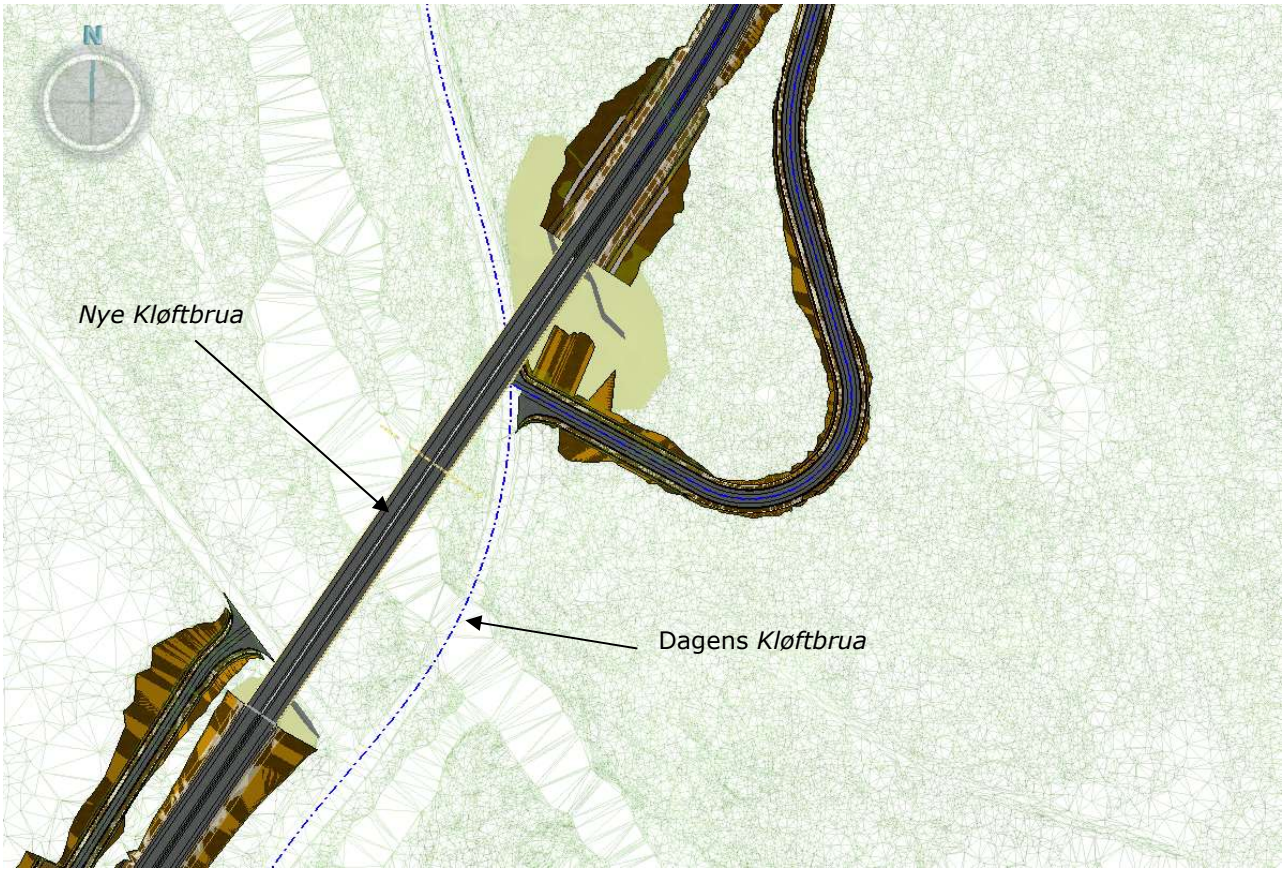
Figur 29 Aktsomhetskart for snøskred og steinsprang.

11 Dyp- og grunnsprengning

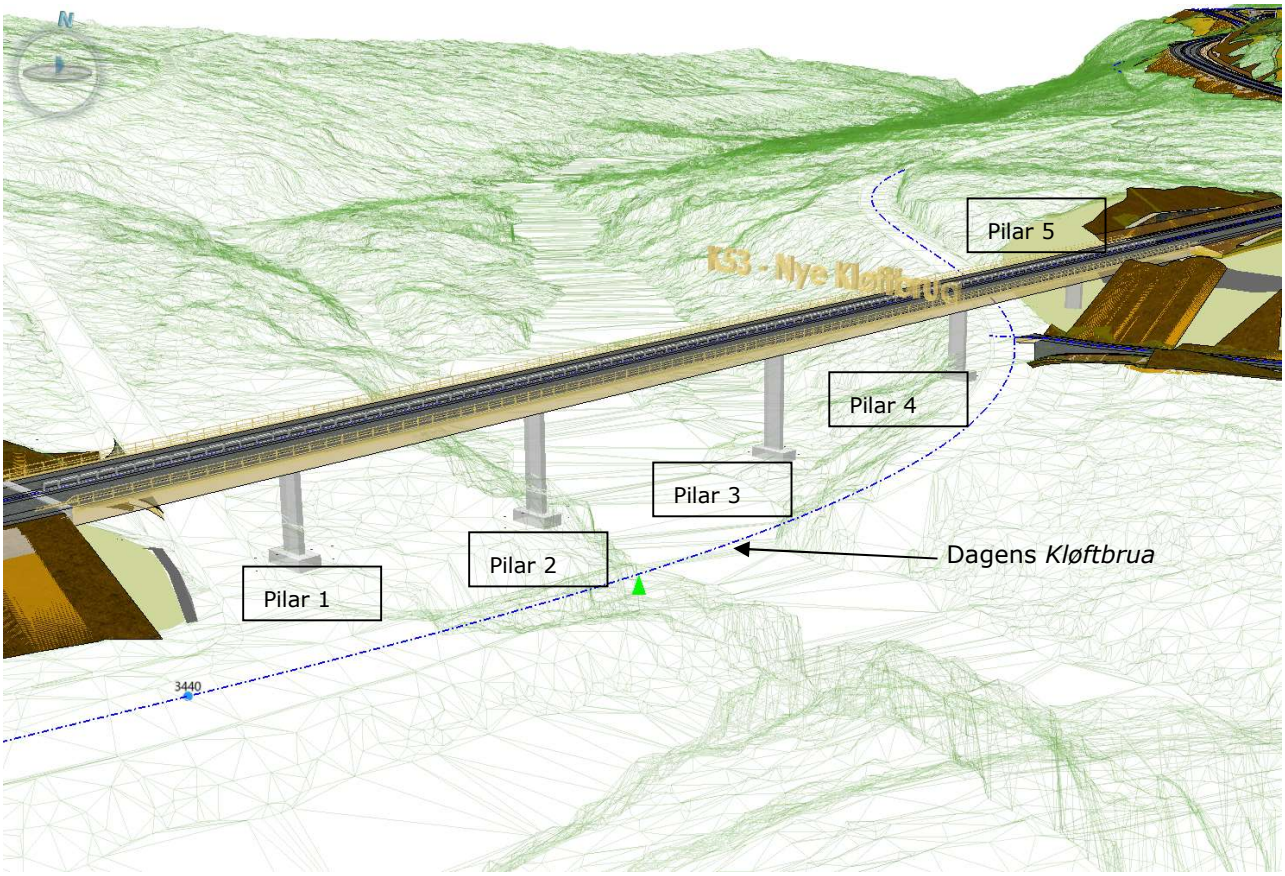
Avhengig av den stedlige bergartens vannømfintlighet etter sprengning skal det utføres dyp- eller grunnsprengning ved utarbeidelse av skjæringer i berg. Forhold som har betydning for bergartens vannømfintlighet er motstand mot nedknusning, innhold av glimmer o.l. I bergarter som ikke klassifiseres som vannømfintlige skal det utføres dypsprengning. I bergarter som kan klassifiseres som vannømfintlige skal det utføres grunnsprengning. Det henvises til håndbok N200 [15] for detaljer.

12 Nye Kløftbrua

Det planlegges ny bru over Orkla, *Nye Kløftbrua*, rett nordvest for dagens *Kløftbrua, se* Figur 30. Det er planlagt 5 Pilarer mellom 2 brukar på fylling som sannsynligvis peles til berg gjennom fylling, se Figur 31.



Figur 30 Nye Kløftbrua



Figur 31 Nye kløftbrua

12.1 Grunnforhold

Pilar 1 i Figur 31 ligger i område med i størrelsesorden 5 meter løsmasse ifølge grunnboringer. Fundamenteringsmetode/ -nivå usikkert.
Pilar 2 ligger i skråning ned mot elv med synlige bergblotninger.
Pilar 3 ligger på nordside av elv med synlige bergblotninger.
Pilar 4 ligger i fyllingen til dagens E6. Ukjent tykkelse til berg. Berg på innside av dagens E6. Sannsynligvis skrånende berg.
Pilar 5 ligger i område med tynt løsmasselag over berg og mye blotninger.

Fundamenter ligger i området der det er beskrevet og kartlagt Granodioritt. Løsmassene som er beskrevet i området i NGU`s løsmassekart er tynn morene over berg og breelvavsetninger (se Figur 19).

Figur 32 Omtrentlig plassering av Pilar 2

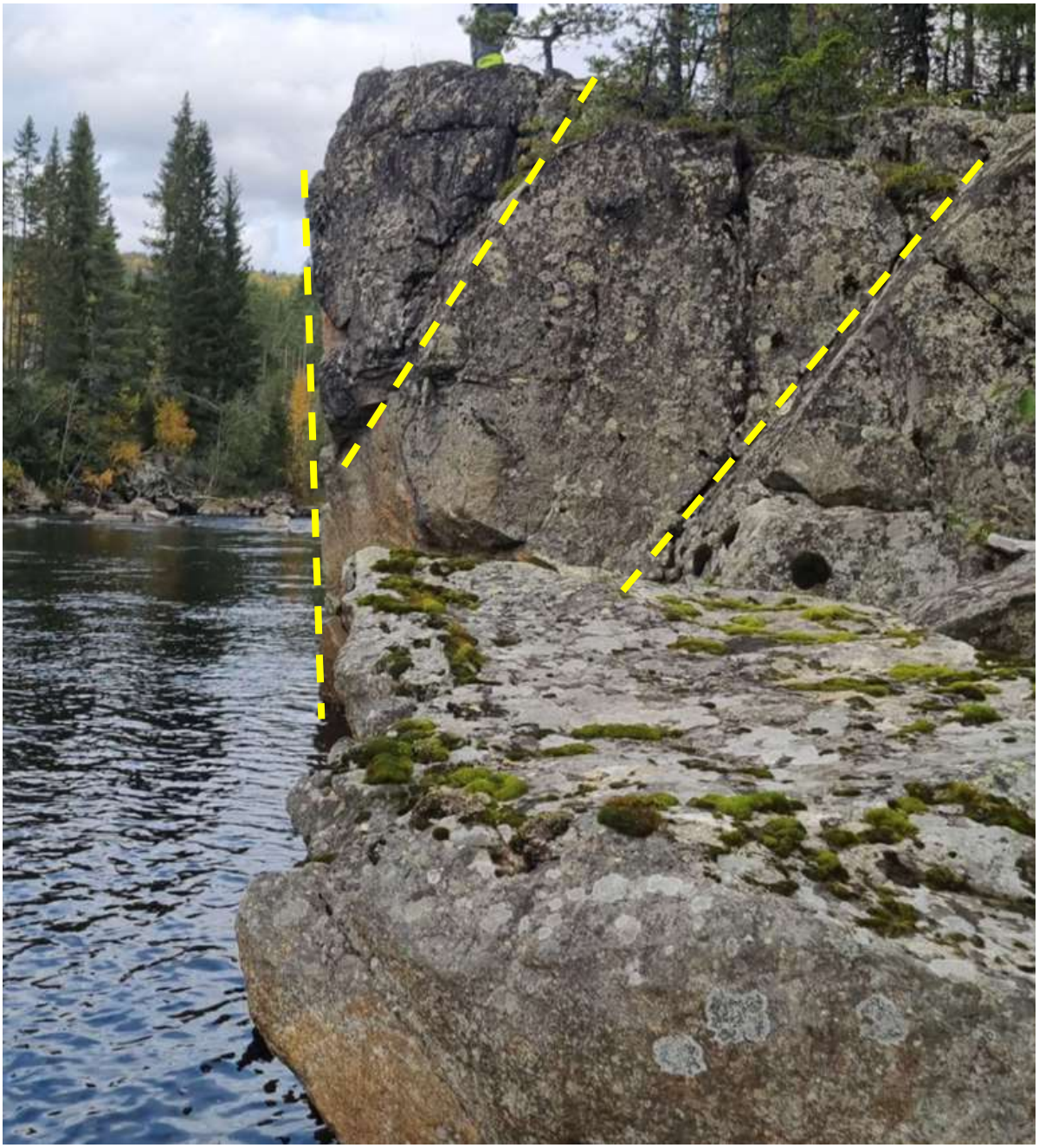
Figur 33 Omtrentlig plassering av Pilar 3

<u>Oppsprekking ved pilarer</u>

Pilar 1 Ukjent pga løsmassetykkelse. Trolig gode fundamenteringsforhold pga relativt flatt terreng.

Pilar 2 Synlig berg. Begge sprekkesett beskrevet under for Pilar 3 er også synlig på denne siden av elva. Sprekkesett med strøk 120 – 130 og fall mellom 40 -66 grader opptrer som små overheng i bergmassen på denne siden av elven.

Pilar 3 Det er verdt å merke seg spesielt sprekkesett med strøk 120 – 130 og fall mellom 40 -66 grader (Figur 34) og sammenfaller mye med S3 i sprekkerose (Figur 36). Sprekkesettet har fall ned mot lavere nivå og har utgående og ikke støtte i foten av sprekk. I tillegg fins et sprekkesett som har samme strøk og med nært vertikalt fall.



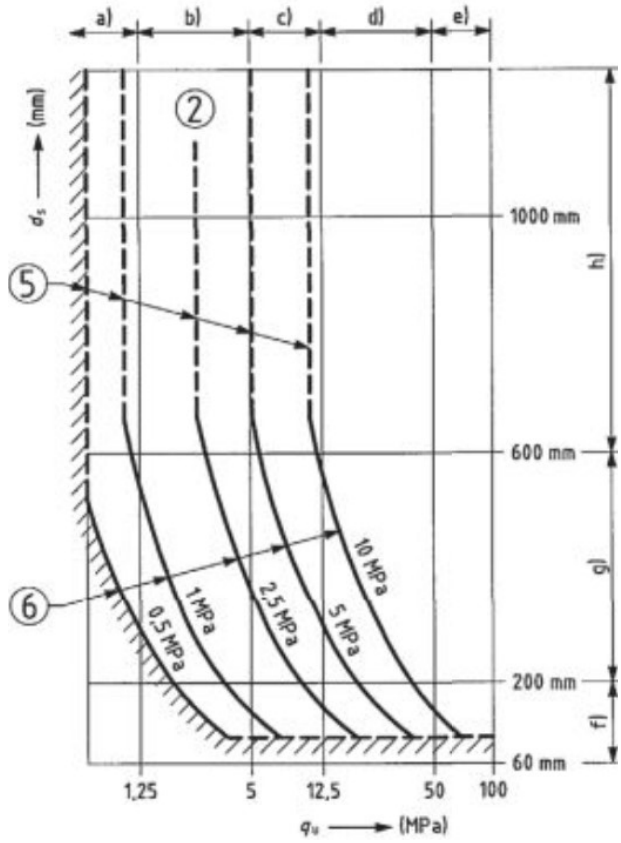
Figur 34 Berg ved Pilar 3 med markert sprekkesett

Pilar 4 Ukjent pga veifylling. Det er verdt å merke seg spesielt sprekkesett med strøk 120° – 130° og fall mellom 40-66 grader kan ha utgående mot en fri flate lavere enn fundamentnivå.

Pilar 5 Flatt område for fundamentering.

<u>Bæreevne bergmasse</u>

Bergarten har erfaringsmessig høy trykkfasthet. Nedenfor er det gjort en vurdering av bæreevne ut i fra beregningsmetode beskrevet i (Eurokode 7, Tillegg G [7]). Figur 18 viser diagram for bestemmelse av antatt bæreevne.



Tabell G.1 – Gruppering av svakt og oppsprukket berg

Gruppe	Type berg
1	Ren kalkstein og dolomitt Karbonatsandstein med lav porøsitet
2	Størkningsbergarter Oolittisk og mergelholdig kalkstein Velsementert sandstein Herdnet karbonat-leirstein Metamorfe bergarter, inklusive skifer (flattliggende kløyv/foliasjon)
3	Sterkt mergelholdig kalkstein Svakt sementert sandstein Skifer (steiltstående kløyv/foliasjon)
4	Usementert leirstein og leirskifer

Figur 35: Antatt bæreevne for kvadratiske fundamenter på berg (Eurokode 7, Tillegg G [16]).

1. Bergarten er granodiorite → bergartsgruppe 2: Strøkningsbergarter
2. UCS antas mer enn 50 MPa.
3. Sprekkeavstand i størrelsesorden større enn 20 cm.

Gitt følgende forutsetninger er antatt bæreevne >10 MPa.

Når bergoverflaten for fundamenter er avdekket for pilarer og landkar må prosjekteringsforutsetningene for tillatt bæreevne kontrolleres i felt av ingeniørgeolog.

13 Ingeniørgeologiske vurderinger av utfallsmekanismer i bergskjæringer og boravvik

Kinematisk stabilitet analyser har blitt utført i Dips 9.0 fra Rocscience. Det er utført analyser for to ulike sprekkedatasett for to ulike profiler. Følgende utglidningsmekanismer har blitt vurdert:

- Planar utglidning
- Kileutglidning
- Toppling

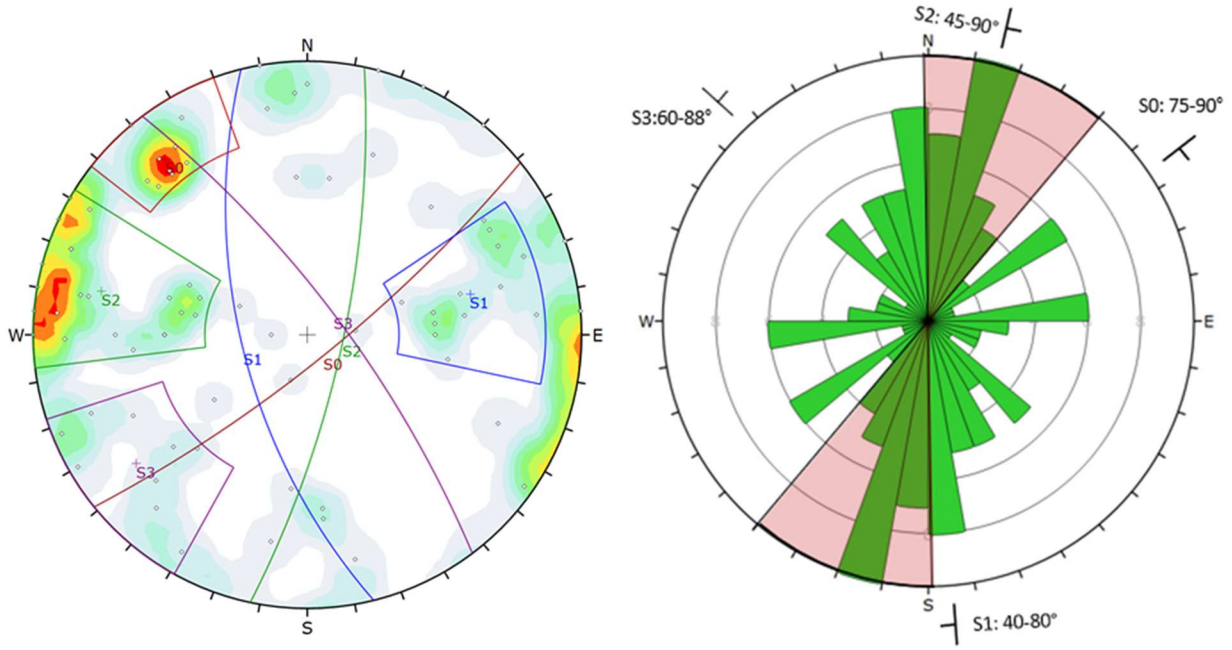
13.1 Utfallsmekanismer i bergskjæringer

13.1.1 Skjæringer i profil 4350 – 9310

Tolkninger av sprekkesett:

Basert på observasjoner og tolkninger i felt og Dipsanalyse ble det funnet 4 sprekkesett langs profil 4350-9310. Disse er oppgitt i fall/fallretning under:

- Sprekkesett S0: 79/141
- Sprekkesett S1: 63/256
- Sprekkesett S2: 75/102
- Sprekkesett S3: 76/53



Figur 36 Polplot og sprekkediagram brukt for kinematisk analyse i Dips mellom profil 4350-9310

13.1.1.1 Kinematisk analyse for vestlige skjæringer i profil 4350 – 9310

Følgende utfallsmekanismer anses som mest kritiske

- Planar utglidning langs sprekkesett S0 og S2 som faller skarpt ned mot vei
- Kileutglidning som følge av krysning mellom S0 og S2

De plane strukturene og kiledannelsen er også observert i felt, se Figur 12.

13.1.1.2 Kinematisk analyse for østlige skjæringer i profil 4350 – 9310

Følgende utfallsmekanismer anses som mest kritiske

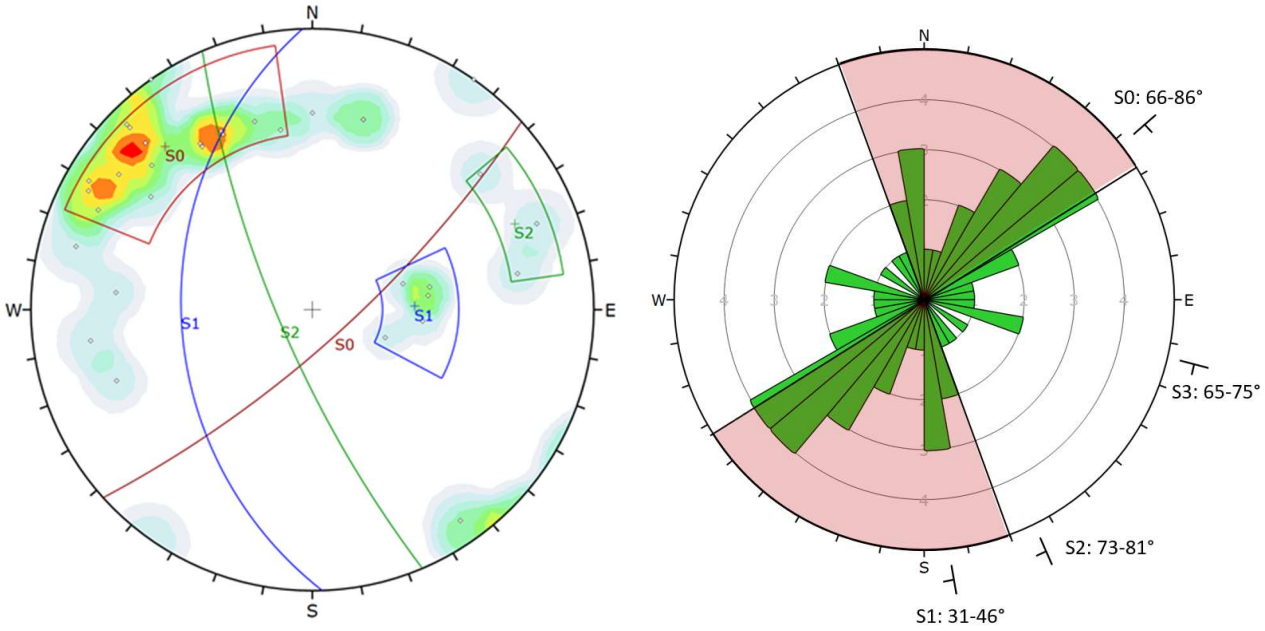
- Bøyende toppling av S0 og S2
- Kileutglidning som følge av krysning mellom S1 og S3

13.1.2 Skjæringer i profil 10150 - 10900

Tolkninger av sprekkesett:

Basert på observasjoner og tolkninger i felt og Dipsanalyse ble det funnet 3 sprekkesett langs profil 9310 - 10900. Disse er oppgitt i fall/fallretning under:

- Sprekkesett S0: 76/138
- Sprekkesett S1: 48/268
- Sprekkesett S2: 76/247
- Sprekkesett S3: 65-75/180 (mellom 10800 -10900)



Figur 37 Polplot og sprekkediagram brukt for kinematisk analyse i Dips mellom profil 10150-10900

13.1.2.1 Kinematisk analyse for østlige skjæringer for profil 10150 – 10900

Traséen varierer mellom ca. nord-sørlig og sørvestlig-nordøstlig retning
De mest kritiske utglidningsmekanismene anses som;

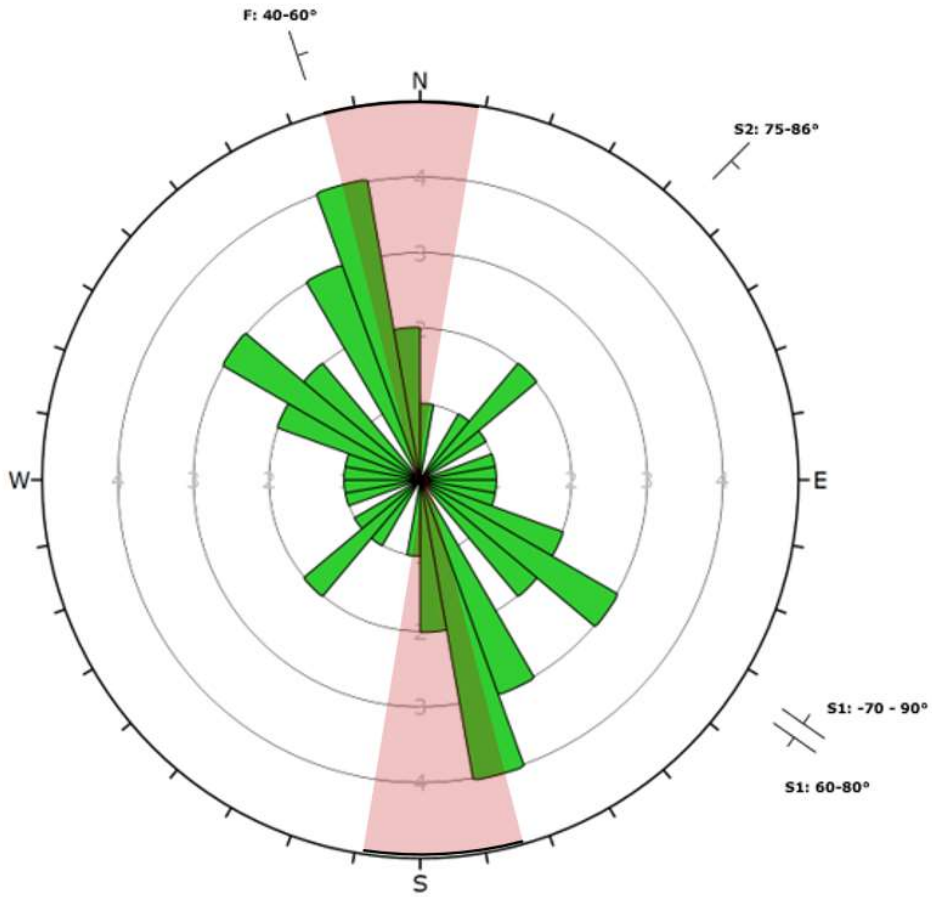
- Toppling som følge av sprekkesett S0. Toppling er den utglidningsmekanismen som er klart mest framtredende når traséen går langs denne.
- Plan utglidning langs S2 når traséen går parallelt denne.
- Kiledannelse kan også oppstå som følge av at S2 krysser med S0.

13.1.2.2 Kinematisk analyse for vestlig skjæring 10150 – 10900

De mest kritiske utglidningsmekanismene anses som;

- Planar utglidning som følge av sprekkesett S0 som faller skarpt og parallelt inn mot veilinjen når veilinjen går parallelt denne.
- Kiledannelse som følge av at S2 krysser med S0

13.1.3 Skjæringer i profil 12340 - 13150



Figur 38 Nord -Sørgående skjæringer (Tosetberget)

13.1.3.1 Kinematisk analyse for østlige skjæringer i profil 12340 - 13150

I østre skjæring vurderes følgende utfallsmekanismer å være mest fremtredende:
Utvelting (toppling) fra F i kombinasjon med S1 eller S2.

13.1.3.2 Kinematisk analyse for vestlige skjæringer i profil 12340 - 13150

I vestre skjæring vurderes følgende utfallsmekanismer å være mest fremtredende:
Kileutglidning mellom sprekkesett S2 og F og
Kileutglidning mellom sprekkesett S2 og S1
Plan utgliding langs foliasjon, F.

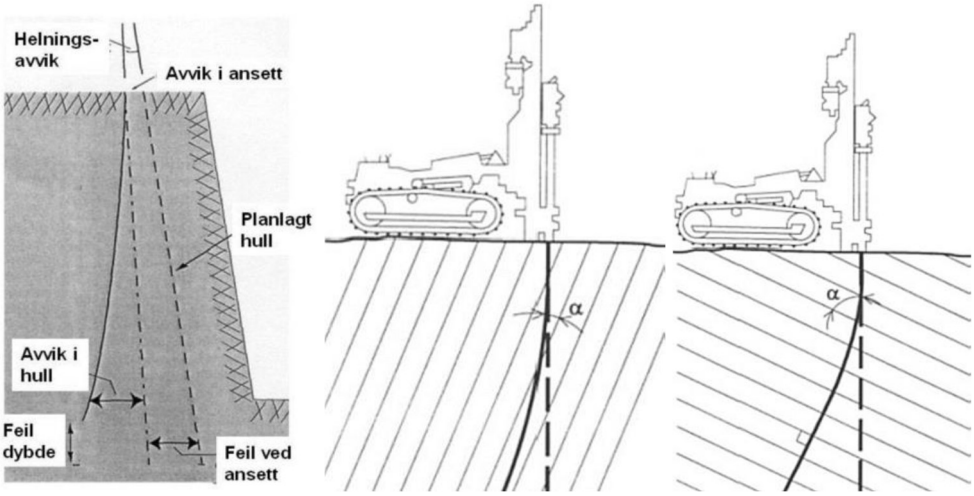
13.2 Boravvik

Med tanke på boravvik vurderes det at det er mest sannsynlig at dette kan forekomme ved at borhullene følger foliasjonen og at hullene kan bli dratt langs disse.

Dette vil kunne bli mest kritisk med tanke på boravvik som påvirker sprengingsprofilet i slik grad at man får for trangt eller for stort sprengingsprofil når veien går parallelt denne sprekkeretningen. Det vurderes

at boravvik kan oppstå og følge spesielt de steilest sprekkeretningene og bøye av parallelt disse (se Figur 39).

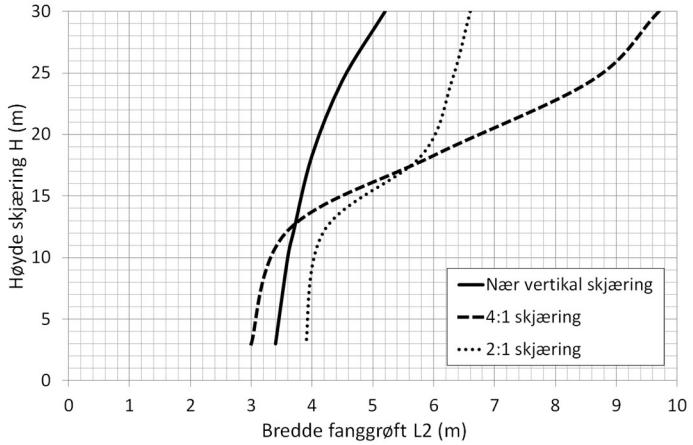
Prinsippene for mulige årsaker til boravvik er vist i (se Figur 39).



Figur 39: a) Mulige årsaker til boreavvik. b) Borehull avbøyes langs bergmassens foliasjonsretning. c) Borehull avbøyes normalt på bergmassens foliasjonsretning. Figurene er hentet fra tidligere utgave av Håndbok N200 [15].

14 Vurdering av geometrisk utforming av skjæringer

I områder med skjæringer i berg skal veiprofilet utarbeides med åpen fanggrøft som vist i vedlegg og med minimum bredde på fanggrøft avhengig av skjæringshøyde og skjæringshelning i håndbok N200.



Figur 40 Bredde på fanggrøft ihht N200 [6]

For skjæringer i berg, med høyde større enn 10-12 meter over ferdig vei, er det planlagt å legge inn en hylle på minimum 5 meter og med fanggrøft ihht. N200, se Figur 40. Det er ingen krav om hylle ihht N200. Det er imidlertid vanlig praksis ved høye skjæringer. Det er valgt å bruke såpass smale hyller for å begrense masseuttaket. Det kan føre til noe mer behov for sikring i form av bergbolting og

bergsikringsnett i forhold til om hyllene hadde vært prosjektert noe bredere. I utgangspunktet skal skjæringene sprenges med 10:1 utforming, men det skal under utførelse og etter at løsmassene over berg er fjernet, vurderes om det skal sprenges etter eksisterende foliasjon eller sprekkeplan. I byggeplanfasen kan alternative utforminger, for eksempel uten hylle, vurderes.

Områder med skjæringer er planlagt med basis i at løsmasseskråning over skjæring skal legges inn med stabil skjæringsvinkel. Løsmasser fjernes til minimum 2 meter bak skjæringstopp. Ut over det henvises det til geoteknisk rapport for reguleringsplan utført av Rambøll [1]. Det er for det meste morenemasser i prosjektområdet.

For å sikre god kontroll med stabiliteten i skjæringen bør følgende punkter følges opp under avdekking av løsmassene og sprengningsarbeidene:

- Geoteknisk vurdering av stabiliteten til løsmasser i overkant av skjæringene.
- Vurdere om det med fordel kan sprenges etter sprekkeplan.
- Vurdere bruk av vertikale fordyblingsbolter/forbolter.
- Det må vurderes om det er behov for konturs prengning (kortere avstand mellom konturhullene) og sømboring.
- Utføre mest mulig av bergsikring fortløpende. Sikring av skjæringene kan utføres under utlasting av salven dersom man har tilstrekkelig oversikt over stabiliteten.

15 Bergsikring – metode og mengder

15.1 Bergsikringsmetode

For skjæringer i berg er normale sikringsmetoder rensk, bolting, nett og sprøytebetong.
Som angitt i funksjonskravene skal skjæringene sikres slik at det ikke forekommer nedfall av stein og is på veibanen.

Rensk: Det bør utføres maskinell rensk av samtlige bergskjæringer. Dette arbeidet må utføres uten å rive opp fjellet unødig da det vil kunne øke sikringsomfanget. Ved å renske ned låseblokker kan dette føre til ytterligere nedfall av overliggende bergmasse og behov for tyngre sikring. Det bør utføres manuell rensk som del av sluttgjennomgangen.

Bolting: Det kan forventes behov for spredt til systematisk bolting i alle skjæringene i berg.
Det skal benyttes fullt innstøpte sikringsbolter med lengde 3,4,5 og 6 meter. Hvor det er nødvendig med umiddelbar sikring bør kombinasjonsbolter benyttes slik at de kan inngå i den permanente sikringen.

Lokalt kan vertikale fordyblings-/forbolter benyttes for å forhindre bakbrytning. Dette er spesielt aktuelt der skjæringen etableres med hylle. I enkelte tilfeller kan en alternativ metode være å tilpasse skjæringsvinkelen til sprekkeplanene. Forboltene skal være fullt innstøpt.

Steinprangnett/ Isnett: I områder med moderat til svært oppsprukket berg og fare for mye små nedfall må behovet for nettsikring vurderes. Nettet festes med festebolter og trekkes inn mot bergoverflaten i hele nettets utstrekning. Isnett monteres der det bygger seg, eller har potensiale for å bygge seg opp is i skjæringer. Nettet monteres i disse tilfeller med en viss avstand til bergveggen.

Et alternativ til nett i forbindelse med oppknust berg er bruk av sprøytebetong. I skjæringer bør det benyttes sprøytebetong av typen B35 og E1000. Sprøytebetongen dreneres ved å bore hull.

Vann: I områder hvor vann renner langs skjæringsveggen vil dette kunne føre til

iskjøvingsproblematikk. Aktuelle tiltak vil være å kontrollere nedføringen ved bruk av dreneringsgrøfter og utsprengning av nisjer i skjæringsveggen, eller bruk av isnett. I forbindelse med vannførende slepper og svakhetssoner vil dreneringshull være et aktuelt tiltak.

Sikring av skråning over skjæringstopp: Løsmasser og vegetasjon bør fjernes til minimum 2,0 meter utenfor prosjektert skjæringstopp. For å unngå erosjon og utrasing bør det utformes en stabil skråningskant. Sideterreng i overkant av skjæringstopp må inspiseres og sikres på stedet for å unngå nedfall. Dette kan gjøres ved støttemur og sognemur.

For alle områder hvor bergskjæring er prosjektert er det utarbeidet anslag over sikringsmengder. Som basis for disse er det tatt utgangspunkt i en bergmasse som er middels oppsprukket og er gitt følgende vurdering av sikringsbehov:

Områder med middels oppsprukket berg og til dels gjennomsettende sprekker:

- 1 bolt pr. 12 m^2 skjæringsvegg.
- Boltelengder 3,0 meter (45%), 4,0 meter (40%), 5,0 meter (10%) og 6,0 meter (5%).
- Behov av forbolter vurderes å være lite på strekningen. Et lite antall er antatt og tatt med i mengdeoversikt.
- 15% steinsprangnett av skjæringens areal.
- 15% isnett av bergskjæringens areal.
- Det forventes lite behov for fjellband. Et lite volum er antatt og tatt med i mengdeoversikt.
- Det forventes lite behov for fiberforsterket sprøytebetong (B35/M45/E1000). Et lite volum er antatt og tatt med i mengdeoversikt som for eksempel kan benyttes der det er behov for arbeidssikring av skjæring ved jobbing med konstruksjoner nær skjæring for eksempel i forskjæringsområder.

Mengder for påhuggsflate og sikring av skjæring over påhuggsflate er ikke tatt med her, men forutsettes tatt med i reguleringsplanrapport for tunnel.

Behov for isnett er vurdert basert på hydrologiske og hydrogeologiske forhold ved de aktuelle skjæringene.

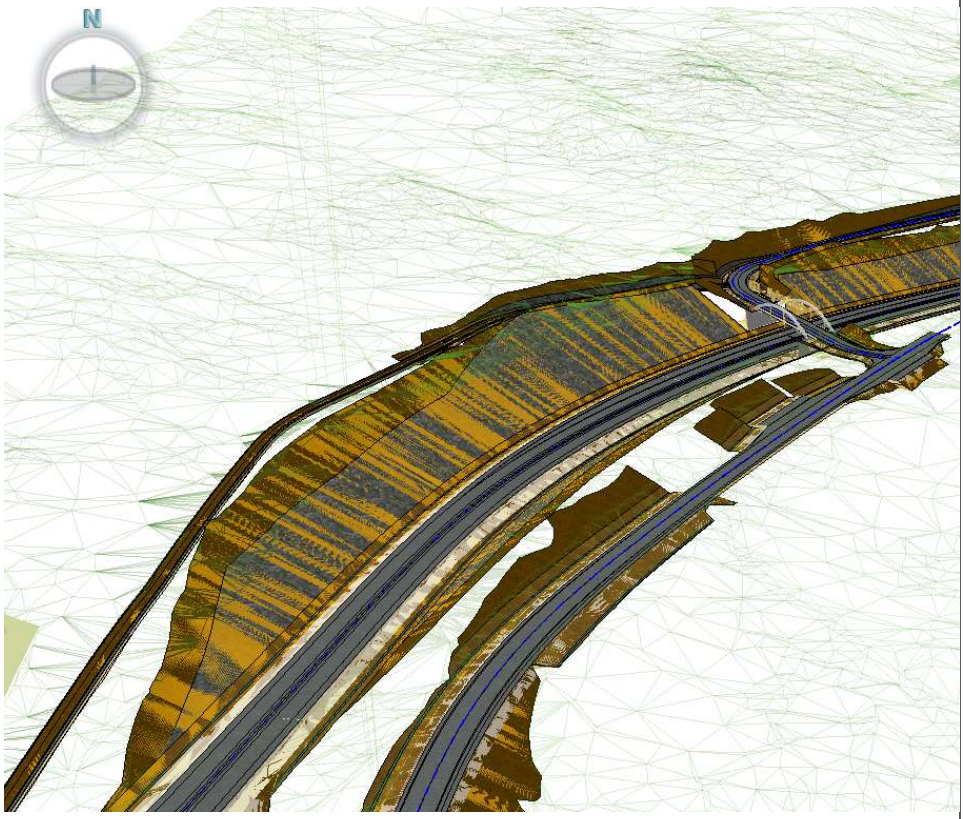
All sikringen som er beskrevet over skal utføres ihht. til kvalitet og beskrivelse som angitt i Håndbok R761 Prosesskode 1 - Statens vegvesen.

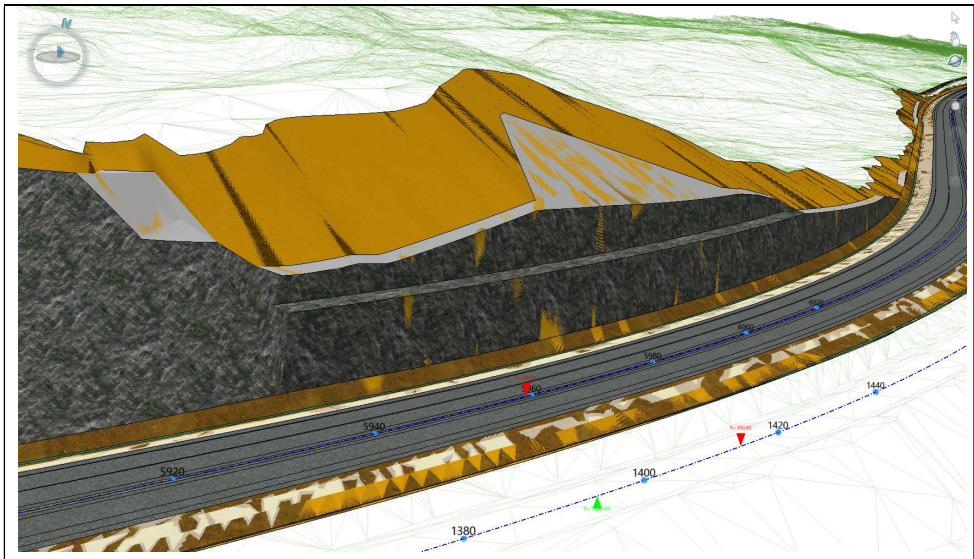
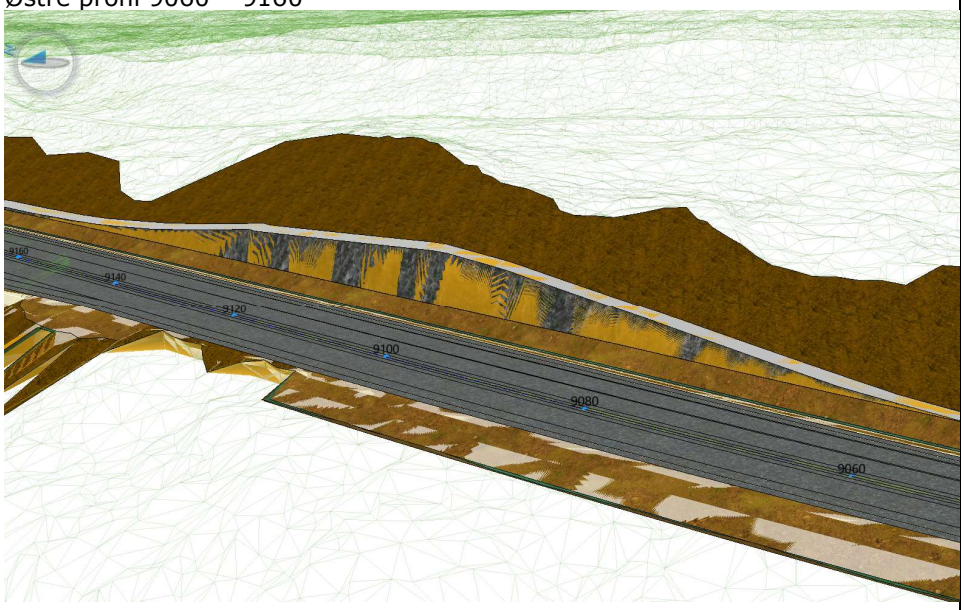
15.2 Bergsikringsmengder

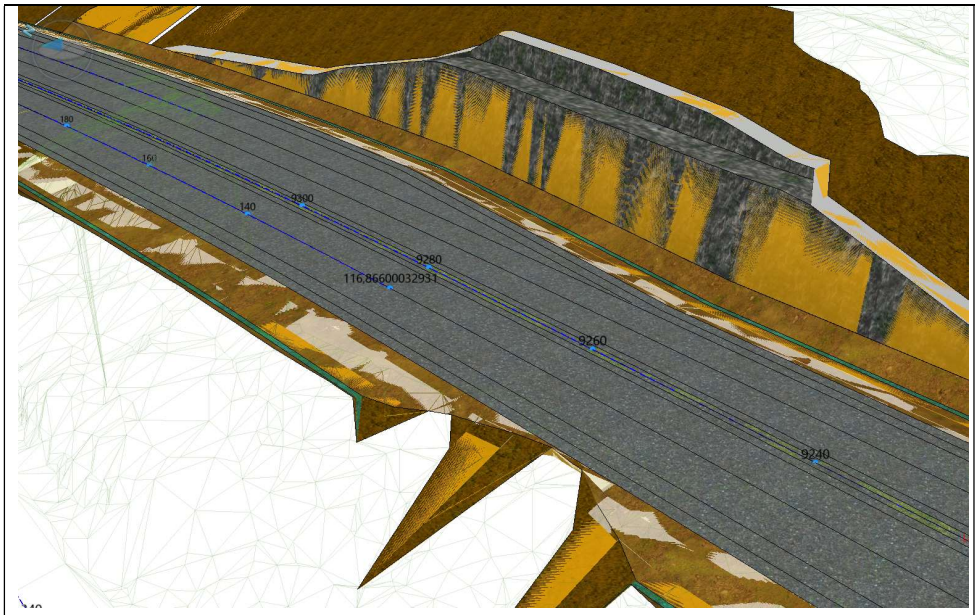
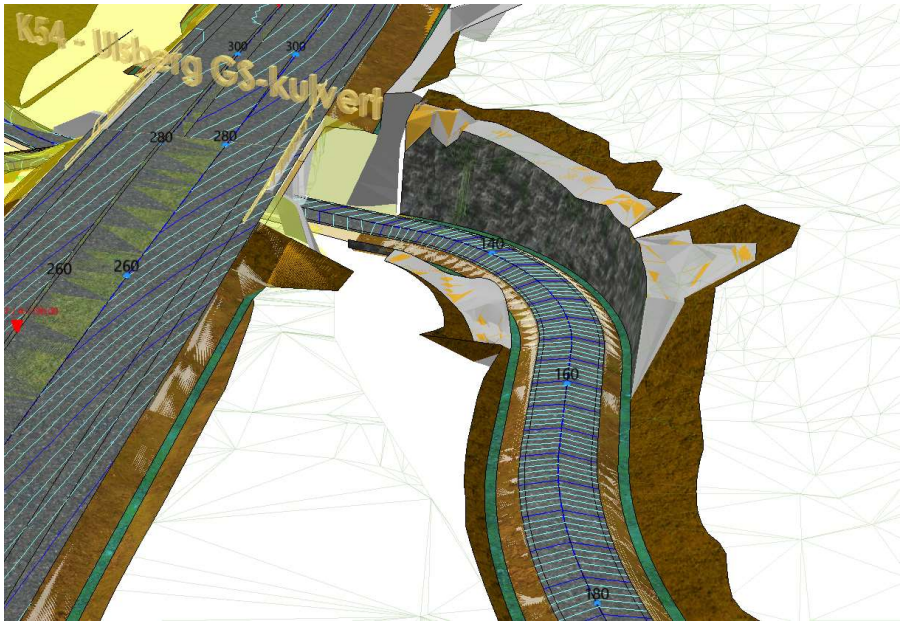
En oversikt over skjæringer samt lenge og høyder er vist under i Tabell 3. Det forventes behov for bergsikring i form av bergbolter, steinsprangnett og isnett samt fjellband. Det forventes ikke bruk av plankestengsel (sognemur) for å stabilere mindre jordskjæringer over bergskjæring.
All sikringen som er beskrevet skal utføres ihht. til kvalitet og beskrivelse som angitt i Håndbok R761 Prosesskode 1 - Statens vegvesen.

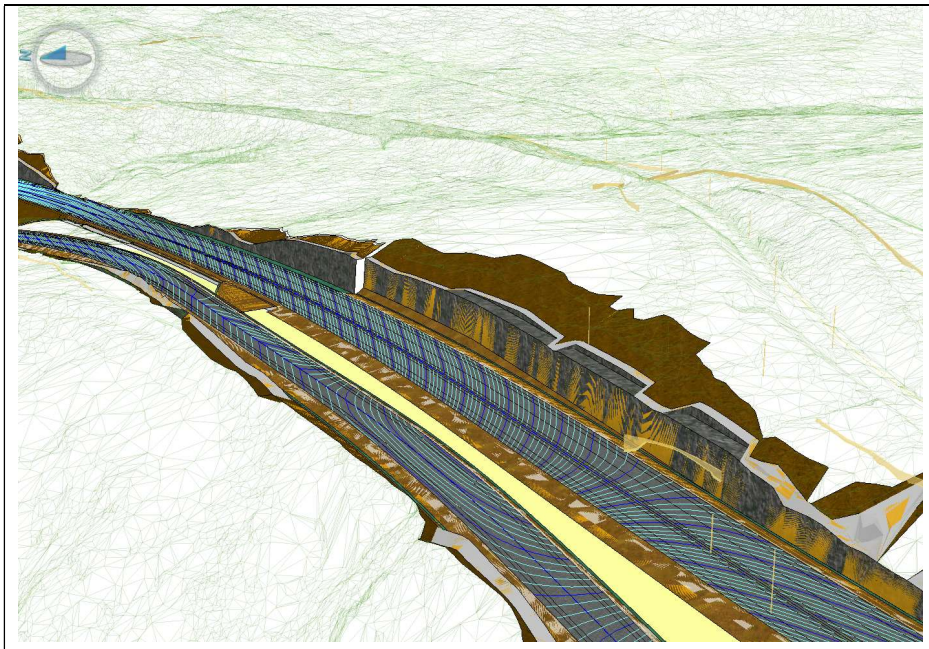
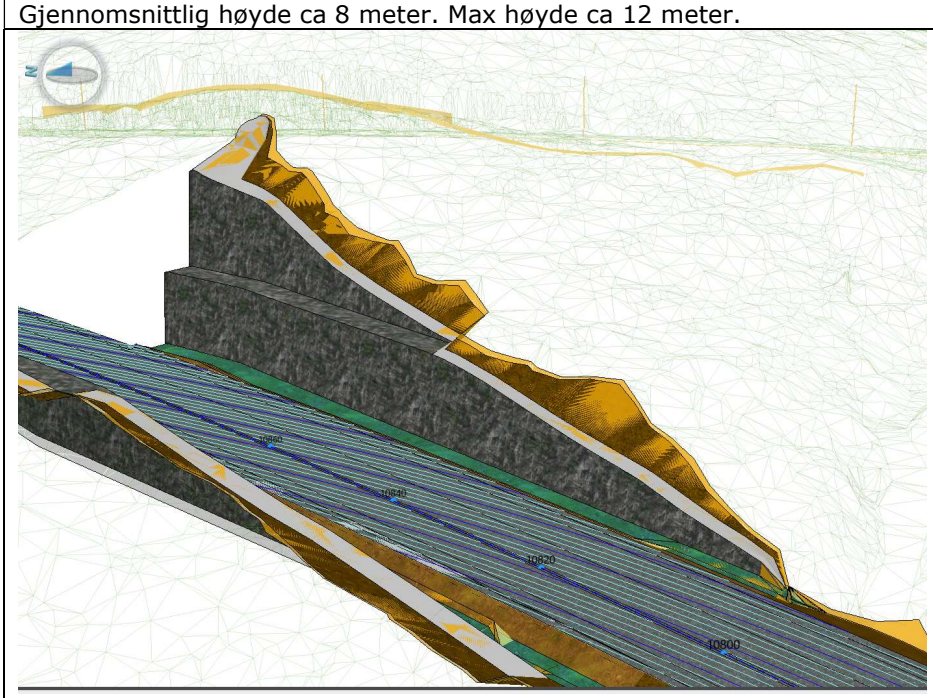
Under er det tatt med areal for skjæringer over 3 meter som grunnlag for beregning av mengder.

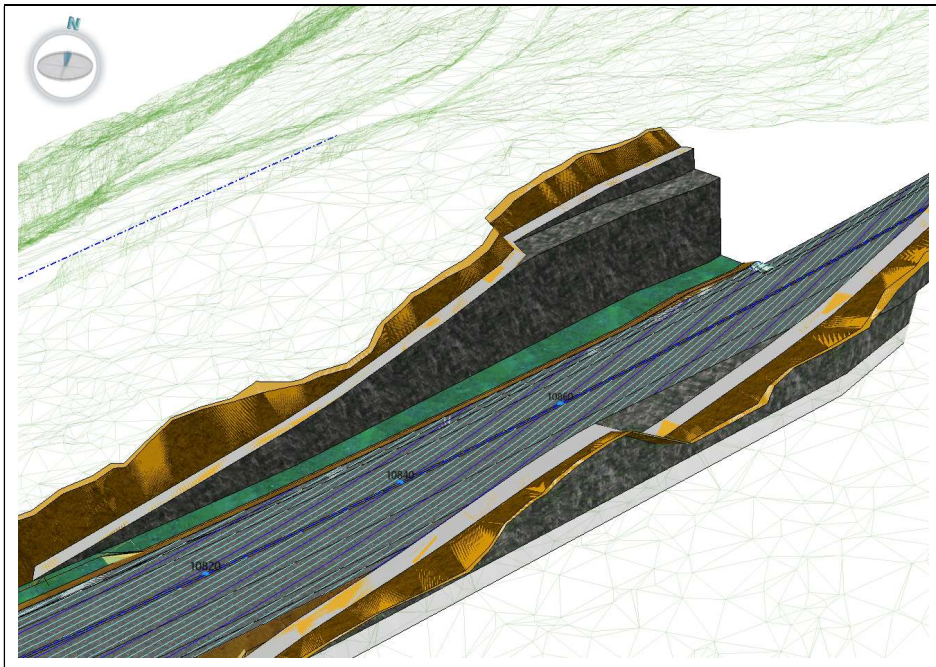
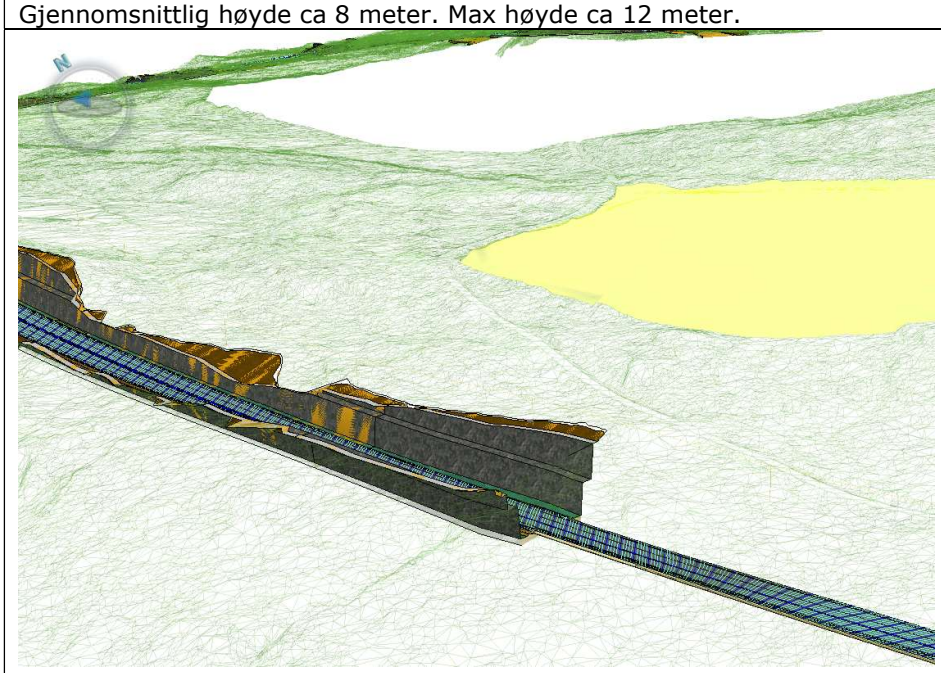
Tabell 3 Oversikt skjæringsvegger

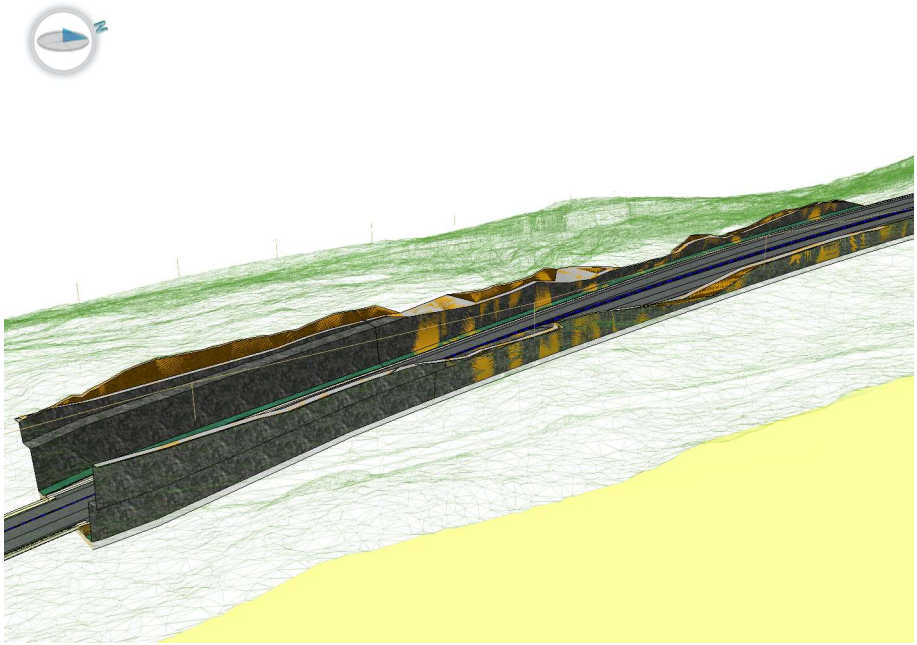
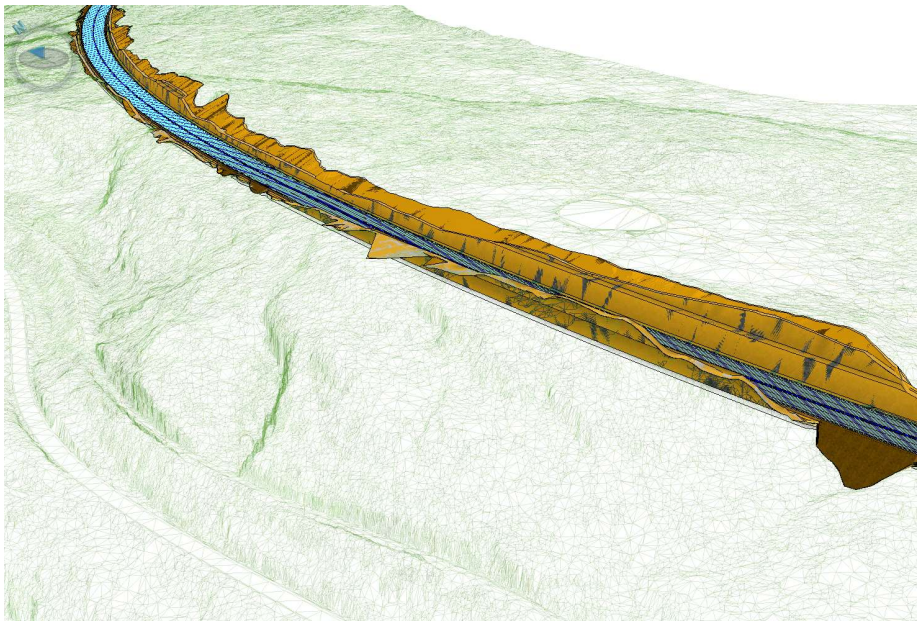
Delstrekning	Lengde skjærings vegg	Areal skjærings vegg
 Vestre profil 4730 – 5220. Før grunnboring var det planlagt12 meter bergskjæring. Etter boring er denne 100% jordskjæring. For østlig skjæring var det 7 meter bergskjæring før grunnboring. Etter boring er denne 100% jordskjæring.	Vestlig side: 0 m	Vestlig side: 0m^2
	Vestlig side: 210 m	Vestlig side: 2310 m^2

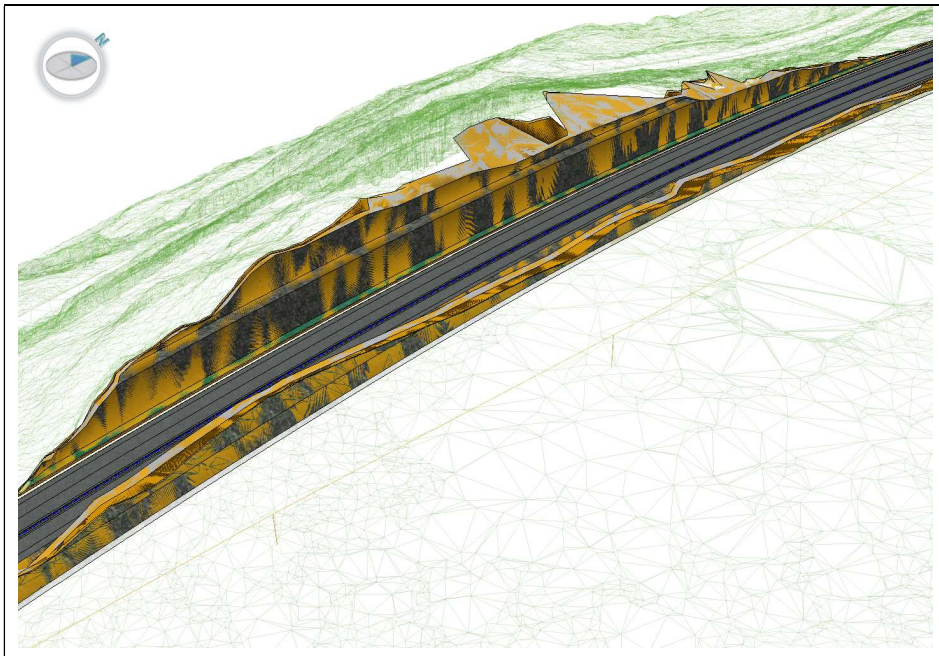
 Vestre profil 5940 – 6150 Gjennomsnittlig høyde ca. 11. meter. Max høyde ca. 15 meter. Før profil 5940 er det planlagt jordskjæring som er vist i figur under.		
Østre profil 9060 – 9160  Gjennomsnittlig høyde ca 3 meter. Max høyde ca 6 meter	Østlig side: 100 m	Østlig side: 300 m2

 Østre profil 9240 – 9320 Gjennomsnittlig høyde ca 10 meter. Max høyde ca 12 meter.	Østlig side: 80	Østlig side: 800 m^2
 Østre profil 130 – 160 Gjennomsnittlig høyde ca 5 meter. Max høyde ca 7 meter.	Østlig side: 30 m	Østlig side: 150 m^2

 Østre profil 10380 – 10640 Gjennomsnittlig høyde ca 8 meter. Max høyde ca 12 meter.	Østlig side: 260 m	Østlig side: 2080 m^2
 Østre profil 10820 – 10900 Gjennomsnittlig høyde ca 10 meter. Max høyde ca 22 meter.	Østlig side: 80 m	Østlig side: 800 m^2

 Vestre profil 10820 – 10900 Gjennomsnittlig høyde ca 8 meter. Max høyde ca 12 meter.	Vestlig side: 80 m	Vestlig side: 640 m^2
 Østlig linje 12340 – 12640 (gjennomsnitt høyde ca. 10 meter, maksimal høyde er ca. 19 meter)	Østlig side: 300 m	Østlig side: 3000 m^2
Vestlig linje 12340 – 12640	Vestlig side: 300 m	Vestlig side: 2100 m^2

 Vestlig linje 12340 – 12640 (gjennomsnitt høyde ca. 7 meter, maksimal høyde er ca. 13 meter)		
 Østlig linje 12640 – 13150 (gjennomsnitt høyde ca. 9 meter, maksimal høyde er ca. 19 meter)	Østlig side: 510 m	Østlig side: 4590 m^2

 Vestlig linje 12680 – 12960 (gjennomsnitt høyde ca. 9 meter, maksimal høyde er ca. 14 meter)	310 m	2790 m^2
Sum	1950 m	18710 m^2

Tabell 4

Bergsikring	Enhet	Antall
Bolt à 3 meter	stk	730
Bolt à 4 meter	stk	650
Bolt à 5 meter	stk	160
Bolt à 6 meter	stk	80
Forbolting	stk	100
Steinsprangnett	m^2	2900
Isnett	m^2	2900
Fjellbånd à 3 meter	stk	100
Fiberforsterket sprøytebetong	m^3	20

16 Vurdering av mekaniske egenskaper og anvendelse av sprengsteinsmassene

Resultat viser at bergmassen for begge de testede bergartene er egnet til bruk både i forsterkningslag og bærelag ihht til krav for disse i N200 [6].
Det vurderes sannsynlig at sprengsteinsmassene i både gråvakken og granodioritten kan brukes til veiformål som fyllingsmateriale, forsterkningslag og bærelag gitt resultatene fra LA-test og Mikro-Deval.

Det er imidlertid usikkerhet med tanke at det ikke er tatt test direkte i veilinja og at prøveomfanget er begrenset. Det er tatt 1 prøve i granodioritt og 2 prøver i gråvakken.

Det anbefales at det i senere planfaser tas flere prøver og prøver fra direkte i linjen og for få et bedre statistisk grunnlag for anvendbarheten av bergmassen.

17 Vurdering av skredfare

Skredfare vurderes å være begrenset til skred ned mot Orkla i område som vist i Figur 29. Skredfaren er ikke knyttet til skred ned på linjen i permanentfasen, men det kan være skredfare i anleggsfasen ned mot område det arbeides.

Fylling skal bygges nedenfra og opp, dvs fyllingsarbeidene starter nede skråningen. Før arbeidene starter må det det derfor gjøres rensk og eventuelt sikring av steinmasser over arbeidsstedet og gjøres en sikker-jobb-analyse for eventuelt snøskredfare under arbeidene.

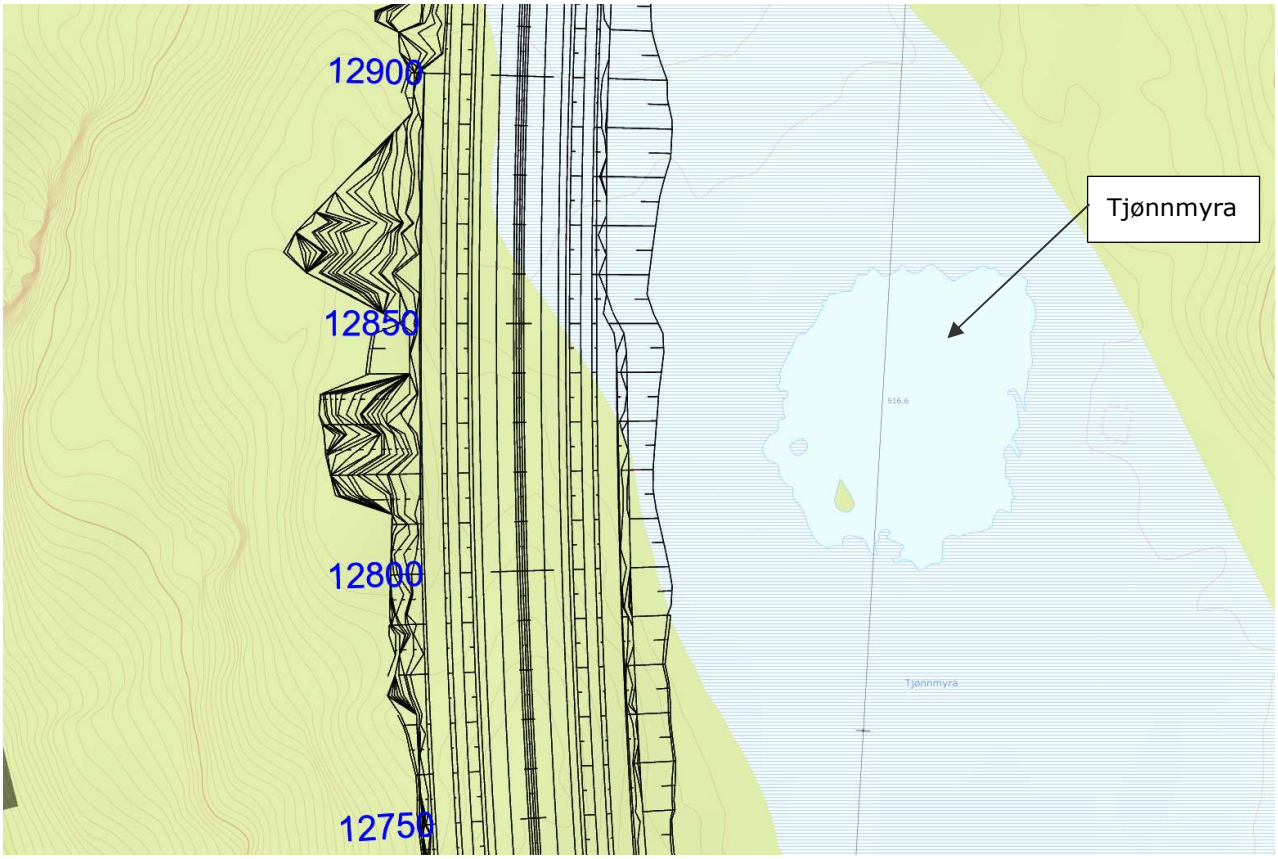
Det må også gjøres en vurdering av stabilitet til fyllingsfot på berg for å sikre stabilitet i anleggs- og permanentfasen.

18 Vurderinger – hydrologi/hydrogeologi

Kryssende bekker:
Det er ingen bekker som er prosjektert å komme ned i bergskjæring.

Vann fra terrenget og mindre bekker kan likevel forekomme også i disse områdene. Vann som kommer ned over skjæringer i større mengder anbefales ført ned i nisjer og føres under planlagt E6 med stikkrenner. Videre vurdering av plassering og behov for dreneringsnisjer må bli gjort ved tidspunkt når det er mye nedbør. Fortrinnsvis bør nisjer sprenges samtidig med skjæringer, hvis man har nok informasjon om hvor disse bør etableres.

Myrer/ vann:
Det er i planfasen tidligere vurdert metode med drensbarriere for å bevare Tjønnmyra. Den er ikke vist på figur under. Hvis en slik barriere skal kunne fungere må en i tillegg til en tett barriere gjennom løsmassene også unngå lekkasje gjennom sprekker i berget. For å unngå at vann skal sige gjennom sprekker i berget og ut i skjæring og grøft fra Tjønnmyra må det utføres forinjeksjon. Det kan i forkant av dette eventuelt utføres Lugeon-tester (vanntapsmåling) for å måle innlekkasjepotensialet i bergmassen og kartlegge behovet for forinjeksjon. Vurdering av metode for kryssing av myr er beskrevet i [17].



Figur 41 Tjønnmyras plassering i forhold til planlagt linje.

Brønner:
Brønner i linjen må saneres. Brønner nær linjen vurderes ikke å bli påvirket da det kun er mindre skjæringer og fyllinger i nærheten av brønner.

Generelt:
I områder hvor vann renner langs skjæringsveggen vil dette kunne føre til iskjøvingsproblematikk. Aktuelle tiltak vil være å kontrollere nedføringen ved bruk av dreneringsgrøfter og utsprengning av nisjer i skjæringsveggen, eller bruk av isnett. I forbindelse med vannførende slepper og svakhetssoner vil dreneringshull være et aktuelt tiltak.

19 Vurderinger - Nye Kløftbrua

Plassering av pilarer vurderes å være mulig i området der de er plassert, men detaljerte undersøkelser av berggrunnen og nøyaktig plassering av pilarer og høyder må utføres i senere planfaser. Bergmassen vurderes i seg selv og ha høy bæreevne (minimum 10 MPa). Det vurderes mest kritisk å vurdere muligheten for plant brudd eller kilebrudd (i kombinasjon med andre sprekker) langs sprekkesett orientert 120-130/40-66 med relativt steilt fall mot lavere nivå der sprekk kan ha utgående mot fri overflate. Dette er mest relevant for Pilar 3 og evt Pilar 4, se Figur 34. De andre Pilarene må også kontrolleres mot bruddmekanismer i forbindelse med byggeplanfase og utbyggingsfase.

20 Vurderinger tiltak i forhold til omgivelser

Bygninger:

Ved sprenging nær bebyggelse skal krav til rystelser bestemmes ihht NS8141 (2001) [8]. For de fleste tilfeller langs linjen er det vurdert at bygninger vil være fundamentert på morene med tanke på dybde til berg som er registrert og type løsmasser over berg ved grunnboringer. Det kan også være tilfeller der bygninger er fundamentert direkte på berg/ berg med tynt avretningslag over berg. I vedlegg 3 er det lagt ved de beregnede rystelseskravene for sprenging med avstand opp til 100 meter fra sprengningssted for vanlig hus/ Industri- og kontorbygg, på morenegrunn og med forskjellig fundamenteringsmetode. Det er også beregnet rystelsesgrenser for vanlige boliger fundamentert på berg i det samme vedlegget. Rystelsesmålinger på hus lenger vekk enn 100 meter vurderes unødvendig, men bygningsbesiktigelse for hus noe lenger vekk kan være fordelaktig med tanke på dokumentasjon.

Det må gjøres en tilstandsregistrering av bygninger før sprenging for bygninger som ligger nærmere enn 100 meter fra sprengingsstedet.

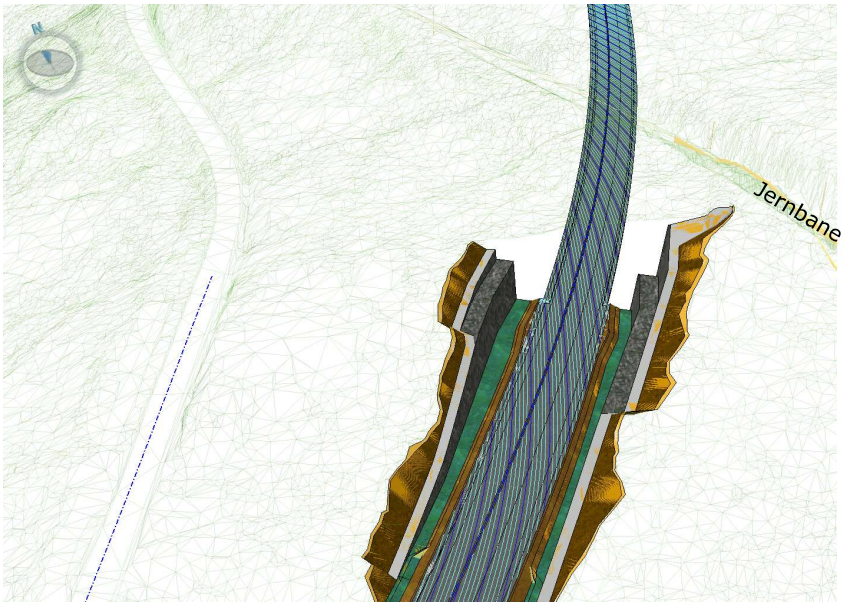
Jernbanespor:

Det må ikke forekomme steinsprut på skinnegangen ved sprengningsarbeider. For øvrig vurderes det at jernbanen er en solid konstruksjon som tåler mye rystelser. Det er dog gjort en beregning av rystelseskrav ihht 8141 (2001) [8]. Det må sprenges for å overholde kravene i denne standarden.

Det må være beredskap og sikkerhetsmann i forbindelse med arbeid nært spor. Sprenging må foregå utenom togtrafikk. Det skal utformes sprengningsplaner og utføres risikoanalyse i forbindelse med sprengning nær jernbane. BaneNor definerer arbeid nærmere enn 30 meter som arbeid nær jernbane [18]. Det kan bli stilt krav om dokumentasjon av grunnforholdene og at det redegjøres for konsekvensene for nærliggende jernbaneinfrastruktur i en geoteknisk rapport. Ved sprengning kreves sprengningsplan og at det blir foretatt rystelsesmålinger.

Mellom profil 4350 - 6580 ligger jernbanen på motsatt side av elva Byna i avstand mellom ca. 100-300 meter. Utkast på jernbane kan forekomme og sprengningsarbeider må foregå i perioder tog ikke går. Det må vurderes om det skal foregå visitasjon av spor etter sprenging. Sprengningsarbeider må planlegges og utføres i samarbeide med BaneNor.

Mellom profil 9000 – 10900 har planlagt veilinje nærhet til jernbanen og det er planlagt sprengningsarbeider. Utkast på jernbane kan forekomme og sprengningsarbeider må foregå i perioder tog ikke går. Det må vurderes å utføre visitasjon av spor etter sprenging.
I påhuggsområdet profil 10800 - 10900 til Ulsbergtunnelen er jernbane helt i nærheten til planlagt skjæring. Det må utføres visitasjon av spor etter sprenging. Sprengningsarbeider må planlegges og utføres i samarbeide med BaneNor. Det må utføres rystelsesmålinger på jernbanen under sprengning. Måling bør utføres ved at måler festes til betongsviller nærmest sprengingssted. Rystelseskrav er vedlagt i vedlegg 4. Målinger av rystelser på jernbanen bør utføres til sprengningsarbeidene er 100 meter i fra jernbane. Målepunkt må flyttes langs jernbane etter som sprenging utføres. Rystelsesgrenser er beregnet for 100 meter fra sprengingssted og vil kunne gjelde for alle avstander mellom jernbane og sprengingssted på under 100 meter. Ved sprengingssted nærmere enn 100 meter vil rystelsesgrense være beregningsmessig noe høyere. Rystelsene kan dermed beregnes for avstander som er nærmere for optimalisering av tillatt rystelsesgrense.



Figur 42 Jernbane og nærhet til planlagt forskjæring for Ulsbergtunnelen

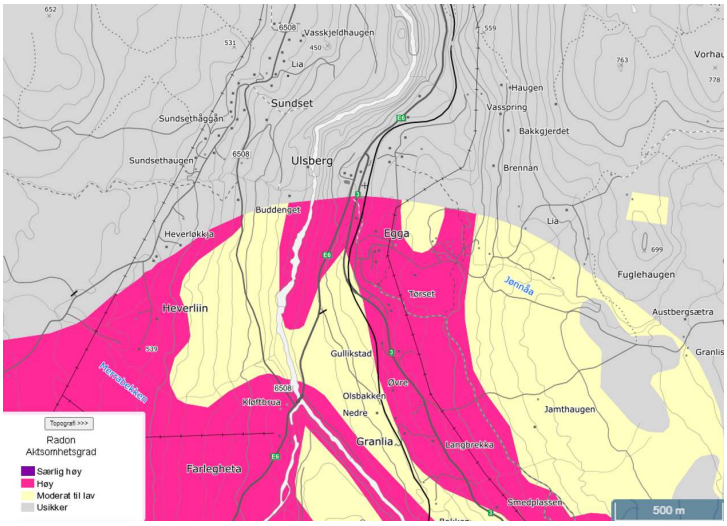
Mellom profil 12340 – 13150 ligger planlagt vei i størrelsesorden 50 meter høyere og på nærmeste 100 meter i horisontalavstand til eksisterende jernbane. Utkast på jernbane kan forekomme og sprengningsarbeider må foregå i perioder tog ikke går. Det må vurderes å utføre visitasjon av spor etter sprenging. Sprengningsarbeider må planlegges og utføres i samarbeide med BaneNor.
Det henvises for øvrig til entreprenørens sprengningsplan.

Målinger av rystelser på jernbanen bør utføres til sprengningsarbeidene er 100 meter i fra jernbane. Målepunkt må flyttes langs jernbane etter som sprenging utføres.

21 Krav til håndtering av sprengsteinsmasser

Det forventes i utgangspunktet ikke spesielle krav til håndtering av sprengsteinsmassene med tanke på syredannende berg da det er bergarter som i utgangspunktet ikke er utsatt for dette. Område som ifølge NGU`s bergartskart i 1:250 000 har «grønn gråvakke og leirskifer» er kartlagt som gråvakke i felt sør for tunnel, mens det nord for tunnel er funnet en blotning med leirskifer. Leirskifer er en bergart som kan være assosiert med mineraler som kan skape syredannende avrenning og det bør under arbeid med byggeplan eller under byggeperioden tas prøver av leirskiferen for å avgjøre om bergmassen er syredannende hvis denne opptrer i stor grad.

Ifølge aktsomhetskart for radon har granodioritten «høy aktsomhetsgrad» med tanke på radon. Området som er kartlagt som Gråvakke/ leirskifer er benevnt som «usikker aktsomhetsgrad», se Figur 43.
Det er sendt inn prøver for å teste en prøve av gråvakke og en prøve av granodioritt for Radon og syredannende egenskaper. Resultater foreligger ikke enda.



Figur 43 Aktsomhetskart radon

22 Ingeniørgeologisk kompetanse og oppfølging 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 5 års erfaring. Oppfølgingen må foregå i samarbeid med person med høy geoteknisk kompetanse.

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

23 Vannømfintlighet, dypsprenging, grunnsprenging

Leirskifer er en bergart som er kartlagt i området nord for Ulsbergtunnelen mot Tjønnmyra der det er angitt «Gråvakke og leirskifer» på NGU`s berggrunnsgeologiske kart (1:250 000). I utgangspunktet er dette en bergart som typisk havner i kategorien bergarter som vil kunne være vannømfintlig. Nord for leirskiferen er det igjen kartlagt grønnstein og grønnskifer i linjen til parsellens slutt ifølge NGU`s berggrunnskart 1:50 000. Leirskifer er ikke funnet i linjen, men i utgangspunktet bør det legges opp til grunnsprenging i området mellom parsellens slutt og tunnelpåhugget til Ulsbergtunnelen (12340 – 13150).

Bergartene i området sør for Ulsbergtunnelen forventes ikke å være vannømfintlige da granodioritt og gråvakke typisk ikke er bergarter der dette er et problem. Det kan derfor legges opp til dypsprenging i dette området. NGU`s berggrunnsgeologiske kart angir «Gråvakke og leirskifer» i dette området. Hvis det påtreffes leirskifer i linjen, må det tas prøver for å undersøke om bergmassen er vannømfintlig og vurdere om det skal grunnsprenges. Bruk av dyp- og grunnsprengning må vurderes fortløpende i

anleggsperioden etter hvert som bergoverflaten avdekkes og skjæringene tas ut. Se også *kapittel 11 Dyp- og grunnsprengning* og Håndbok N200.

24 Gjennomførbarhet/SHA/spesielle forhold

Ved arbeid med rensk og sikring av skjæringer er det viktig å utvise aktsomhet og benytte maskiner og utstyr med tilstrekkelig rekkevidde slik at eventuelle nedfall ikke skader personer og utstyr.
Mye av arbeidet vil foregå nær viktig infrastruktur og bygninger. Det er dermed viktig med varsling og godt samarbeid med etater og privatpersoner for en sikker gjennomføring av sprengings- og anleggsarbeider.
Arbeidene vurderes å være gjennomførbare. For øvrig vurderes det ikke å være spesielle forhold som trenger spesielle tiltak, men det er viktig at det utføres regelmessige sikker jobb analyser (SJA) i forbindelse med arbeidene med bergskjæringene og kartlegging av bergforhold etter avdekking av løsmasser, spesielt i områdene hvor det blir høye skjæringer og nærhet til bygninger og infrastruktur.

25 Anbefalte videre undersøkelser

- Rutinemessige miljøundersøkelser med tanke på håndtering av sprengsteinsmasser. Dette gjelder testing av bergarter for syredannende egenskaper, radongass og tungmetaller.
- Flere Micro-Deval- tester og LA-tester av granodioritt og gråvakke for å få et større statistisk prøvemateriale for å bestemme egnetheten til bergmassen til bruk til veiformål.
- Testing av bergartens vannømfintlighet hvis det identifiseres bergmasse av leirskifer der det sprenges i veikroppen. Det kan også vurderes å ta prøver av de andre bergartene i området selv om disse er vurdert ikke å ha egenskaper som skaper vannømfintlig bergmasse.
- Vanntapsmåling for testing av hydrauliske konduktivitet av bergmasse ved Tjønnmyra for å kunne vurdere nødvendighet av sementinjeksjon for å begrense og minske risiko for drenering av myr gjennom bergmassen.
- Vurdere detaljert plassering av pilarer for Nye kløftbrua.

26 Kilder

[1] «Detaljregulering Ulsberg – Vindåsliene Ingeniørgeologisk rapport Skjæringer i berg,» Sweco, 05.03.2019.

[2] «Detaljregulering for E6 Ulsberg – Vindåsliene, Ingeniørgeologisk rapport - Ulsbergtunnelen,» Sweco, 2019.

[3] «NV50E6NB-GTK-RAP-0002-Geoteknisk prosj.rap. for Nedgård-Toset, alternativ vest,» Rambøll, 2022.

[4] 2020-R-119 Mekanisk Større stener for lab knusing Rambøll 4 prøver-signert, Veidekke Industri As, 2020.

[5] 2020-R-117 Mekanisk Håndstykker for lab knusing Rambøll Ulsberg profil 7760-signert, Veidekke Industri As, 2020.

[6] Håndbok N200 Vegbygging, 2021: Statens Vegvesen.

[7] NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020, Eurokode 7 Geoteknisk prosjektering - Del 1: Almenne regler"., Standard Norge, 2020.

[8] NS 8141:2001», Vibrasjoner og støt, Norsk Standard, 2001.

[9] Norsk bergmekanikkgruppe, «Veileder for bruk av Eurokode 7 til bergteknisk prosjektering,» Norsk bergmekanikkgruppe, 2011.

[10] «Berggrunnskart N250/N50, URL: https://geo.ngu.no/kart/berggrunn_mobil/,» 2021. [Internett].

[11] «Løsmassekart/Kvartærgeologiske kart, URL: http://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/,» 2021. [Internett].

[12] «Radon aktsomhetskart,» Norges geologiske undersøkelse (NGU), 2020. [Internett]..

[13] «Granada (Grunnvannsborehull), URL: https://geo.ngu.no/kart/granada_mobil/,» 2021. [Internett].

[14] NVE, «Sikkerhet mot skred i bratt terreng,» 2014.

[15] SVV, «Vegbygging håndbok N200,» 2018.

[16] Standard Norge, NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016 (Eurokode 7), Standard Norge.

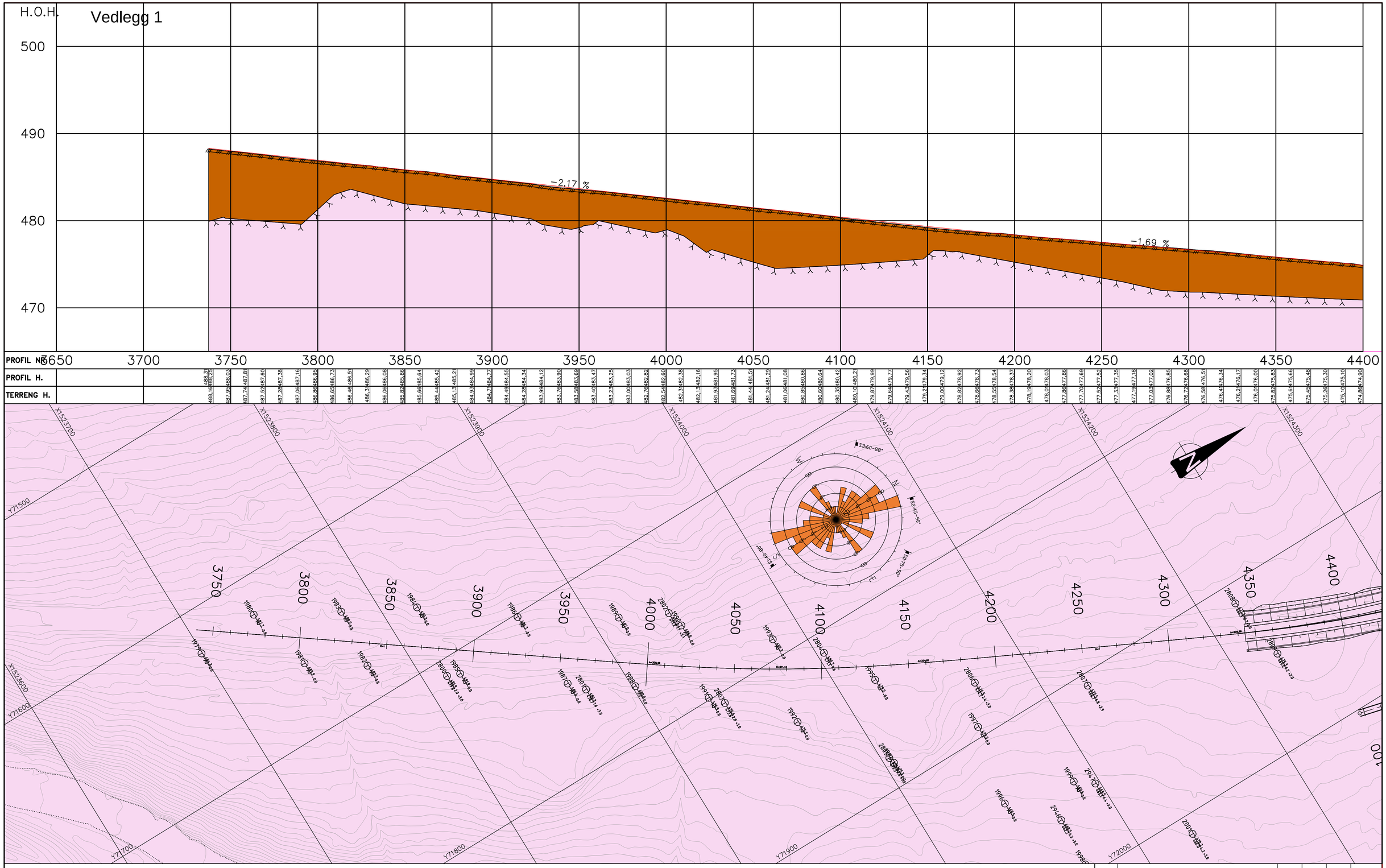
[17] «YML-NOT-005 Kryssing av myområder,» Rambøll, 2021.

[18] «Søknad om tiltak nær jernbane, https://www.banenor.no/nabo/Soknad-om-tiltak-naer-jernbane/,» Bane NOR..

Vi bygger **gode** veier **raskt** og **smart**

NyeVeier

Vedlegg 1



TEGNFORKLARING

- Hornblende-biotittdioritt (Opdalitt)
- Silt og gråvakke
- Grønnstein
- Flysch sedimenter og tuffitter
- Løsmasser
- Antatt svakhetssone
- Strøk/fall foliasjon
- Strøk/fall
- Bergblotninger
- Terreng
- Tolket berg
- 2821 478.5 / 477.0 1.6 +3.0 — Grunnboring utført
- Seismikk

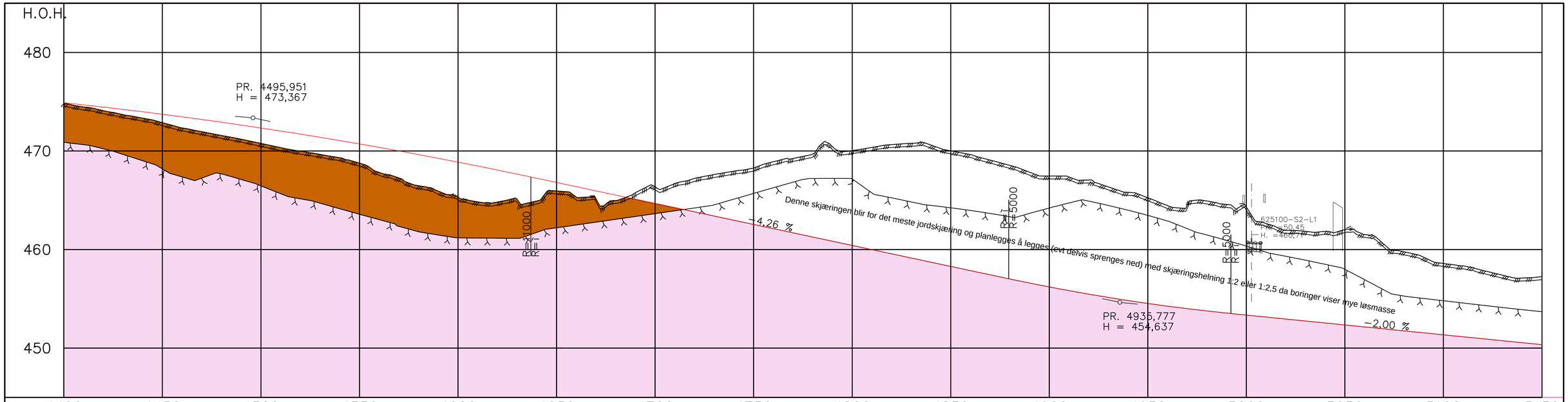
Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato

NyeVeier — Utført av: RAMBØLL

E6 Nedgård–Toset
Ingeniørgeologisk plan og profil
Område 1. Vestre alternativ
Pr. 3650 – 4400

Tegningsdato	05.11.2022
Bestiller	
Produsert for	Nye Veier
Produsert av	Rambøll
Arkivreferanse	
Byggverksnummer	
Koordinatsystem	NTM10
Høydesystem	NN2000
Målestokk A1	1:1000, 1:200
Målestokk A3	1:2000, 1:400
Tegningsnummer	V20020
Revisjonsbokstav	0

Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv
KAOST	SVRTRH	LONTRH	



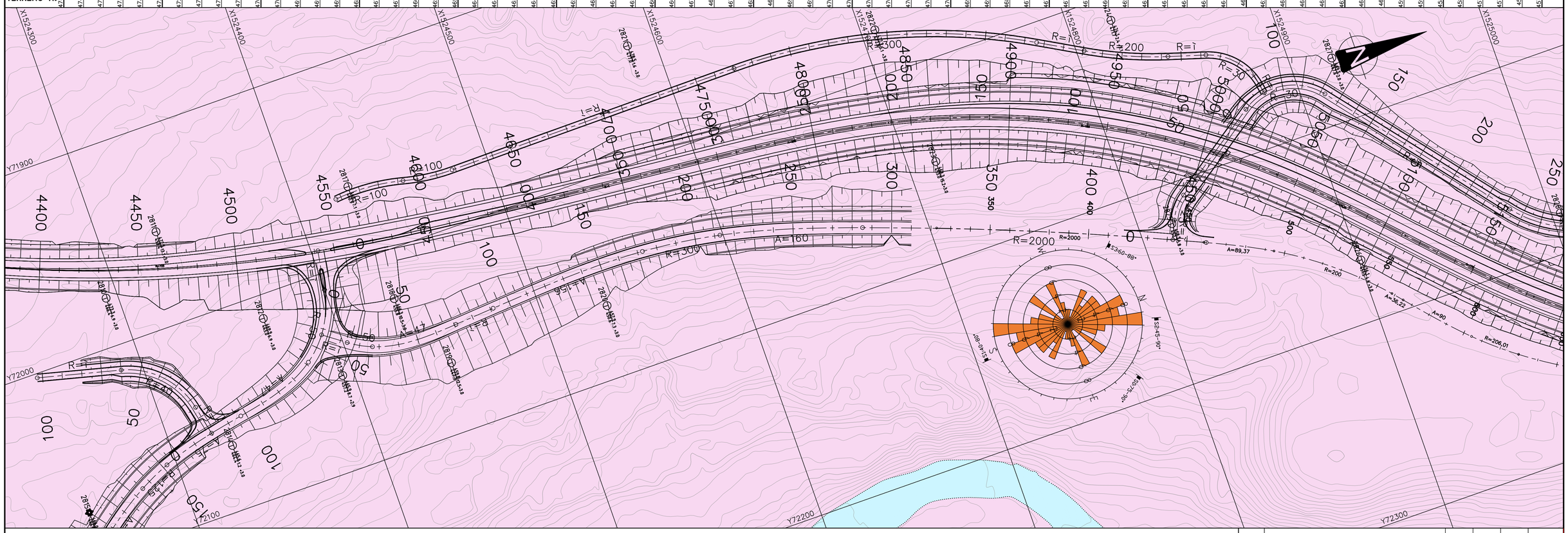
PROFIL NR.	4400	4450	4500	4550	4600	4650	4700	4750	4800	4850	4900	4950	5000	5050	5100	5150
PROFIL H.	474,68674,90	474,47674,68	474,10674,46	473,69674,22	473,34673,98	472,89673,73	472,34673,47	471,96673,20	471,57672,92	471,20672,64	470,77672,34	470,34672,03	469,99671,72	469,66671,40	469,32671,06	468,77670,72
TERRENG H.	474,68674,90	474,47674,68	474,10674,46	473,69674,22	473,34673,98	472,89673,73	472,34673,47	471,96673,20	471,57672,92	471,20672,64	470,77672,34	470,34672,03	469,99671,72	469,66671,40	469,32671,06	468,77670,72

PROFIL NR.	4400	4450	4500	4550	4600	4650	4700	4750	4800	4850	4900	4950	5000	5050	5100	5150
PROFIL H.	467,83670,37	467,27670,01	466,48669,64	465,93669,26	465,34668,87	464,84668,48	464,42668,07	465,09667,66	464,93667,23	465,95666,81	465,13666,38	465,16665,95	464,98665,53	465,76665,10	466,37664,68	466,69664,25
TERRENG H.	467,83670,37	467,27670,01	466,48669,64	465,93669,26	465,34668,87	464,84668,48	464,42668,07	465,09667,66	464,93667,23	465,95666,81	465,13666,38	465,16665,95	464,98665,53	465,76665,10	466,37664,68	466,69664,25

PROFIL NR.	4400	4450	4500	4550	4600	4650	4700	4750	4800	4850	4900	4950	5000	5050	5100	5150
PROFIL H.	467,72463,83	467,64463,46	467,95462,97	468,28462,55	468,91462,12	469,24461,70	469,70461,27	470,44460,84	470,04460,42	470,37459,99	470,65459,57	470,78459,14	470,65458,72	470,02458,28	469,64457,86	469,08457,44
TERRENG H.	467,72463,83	467,64463,46	467,95462,97	468,28462,55	468,91462,12	469,24461,70	469,70461,27	470,44460,84	470,04460,42	470,37459,99	470,65459,57	470,78459,14	470,65458,72	470,02458,28	469,64457,86	469,08457,44

PROFIL NR.	4400	4450	4500	4550	4600	4650	4700	4750	4800	4850	4900	4950	5000	5050	5100	5150
PROFIL H.	468,54457,07	467,85456,60	467,47456,20	467,37455,83	467,06455,47	466,36455,14	465,60454,82	465,26454,53	454,46454,26	454,48454,00	464,92453,77	464,58453,55	464,31453,35	462,65453,15	461,93452,95	461,85452,75
TERRENG H.	468,54457,07	467,85456,60	467,47456,20	467,37455,83	467,06455,47	466,36455,14	465,60454,82	465,26454,53	454,46454,26	454,48454,00	464,92453,77	464,58453,55	464,31453,35	462,65453,15	461,93452,95	461,85452,75

PROFIL NR.	4400	4450	4500	4550	4600	4650	4700	4750	4800	4850	4900	4950	5000	5050	5100	5150
PROFIL H.	462,02452,55	461,53452,35	460,54451,95	459,77451,75	459,27451,55	458,59451,35	458,35451,15	457,68450,95	457,40450,75	457,11450,55	457,25450,35					
TERRENG H.	462,02452,55	461,53452,35	460,54451,95	459,77451,75	459,27451,55	458,59451,35	458,35451,15	457,68450,95	457,40450,75	457,11450,55	457,25450,35					



TEGNFORKLARING

- Hornblende-biotittdioritt (Opdalitt)
- Silt og gråvakke
- Grønnstein
- Flysch sedimenter og tuffitter
- Løsmasser
- Antatt svakhetssone
- Strøk/fall foliasjon
- Strøk/fall
- Bergblotninger
- Terreng
- Tolket berg
- 2821 478,5 / 477,0 1.6 +3.0 — Grunnboring utført
- Seismikk

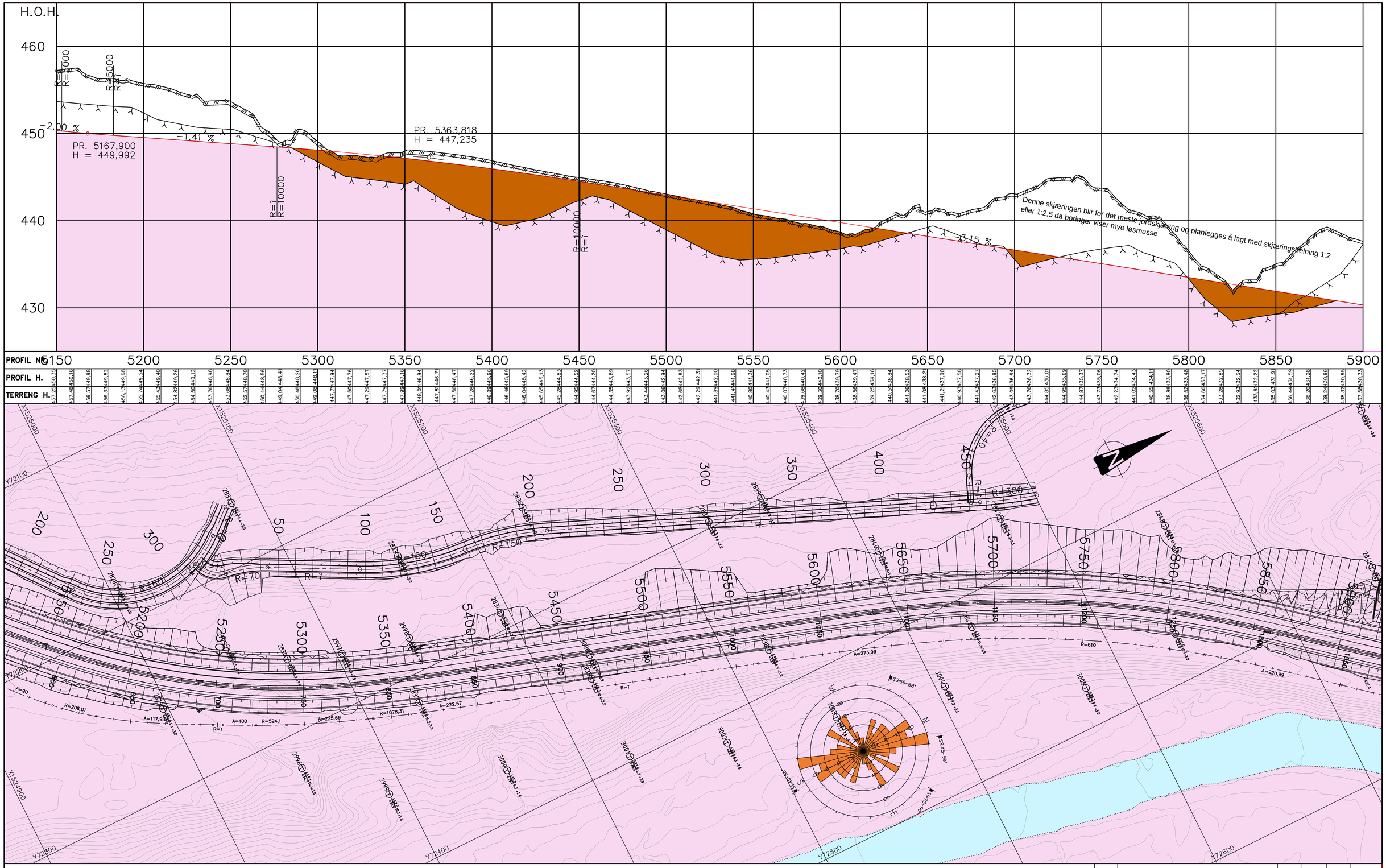
Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato

NyeVeier — Utført av: RAMBØLL

E6 Nedgård–Toset
Ingeniørgeologisk plan og profil
Område 1. Vestre alternativ
Pr. 4400 – 5150

Tegningsdato	05.11.2022
Bestiller	
Produsert for	Nye Veier
Produsert av	Rambøll
Arkivreferanse	
Byggverksnummer	
Koordinatsystem	NTM10
Høydesystem	NN2000
Målestokk A1	1:1000, 1:200
Målestokk A3	1:2000, 1:400
Tegningsnummer	V2003
Revisjonsbokstav	0

Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv
KAOST	SVRTRH	LONTRH	



TEGNFORKLARING

- Hornblende-biotittdioritt (Opdalitt)
- Silt og gråvakke
- Grønnstein
- Flysch sedimenter og tuffitter
- Løsmasser
- Antatt svakhetssone
- Strøk/fall foliasjon
- Strøk/fall
- Bergblotninger
- Terreng
- Tolket berg
- 2821 478,5 / 477,0 1,6 +3,0 — Grunnboring utført
- Seismikk

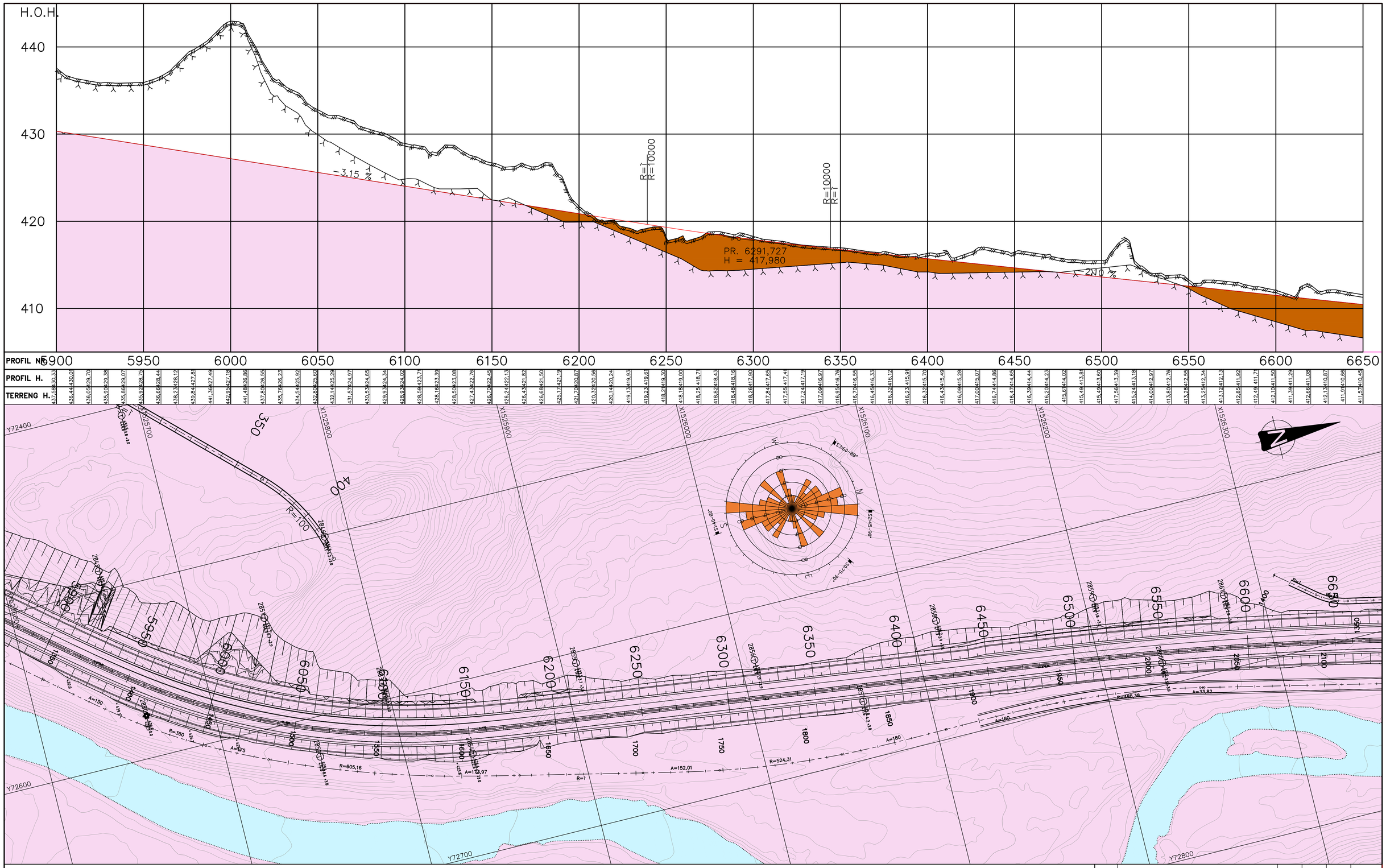
Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato

NyeVeier — Utført av: RAMBØLL

E6 Nedgård–Toset
Ingeniørgeologisk plan og profil
Område 1. Vestre alternativ
Pr. 5150 – 5900

Tegningsdato	05.11.2022
Bestiller	
Produsert for	Nye Veier
Produsert av	Rambøll
Arkivreferanse	
Byggverksnummer	
Koordinatsystem	NTM10
Høydesystem	NN2000
Målestokk A1	1:1000, 1:200
Målestokk A3	1:2000, 1:400
Tegningsnummer	V2004
Revisjonsbokstav	0

Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv
KAOST	SVRTRH	LONTRH	



TEGNFORKLARING

- Hornblende-biotittdioritt (Opdalitt)
- Silt og gråvakke
- Grønnstein
- Flysch sedimenter og tuffitter
- Løsmasser
- Antatt svakhetssone
- Strøk/fall foliasjon
- Strøk/fall
- Bergblotninger
- Terreng
- Tolket berg
- 2821 478,5 / 477,0 1.6 +3.0 — Grunnboring utført
- Seismikk

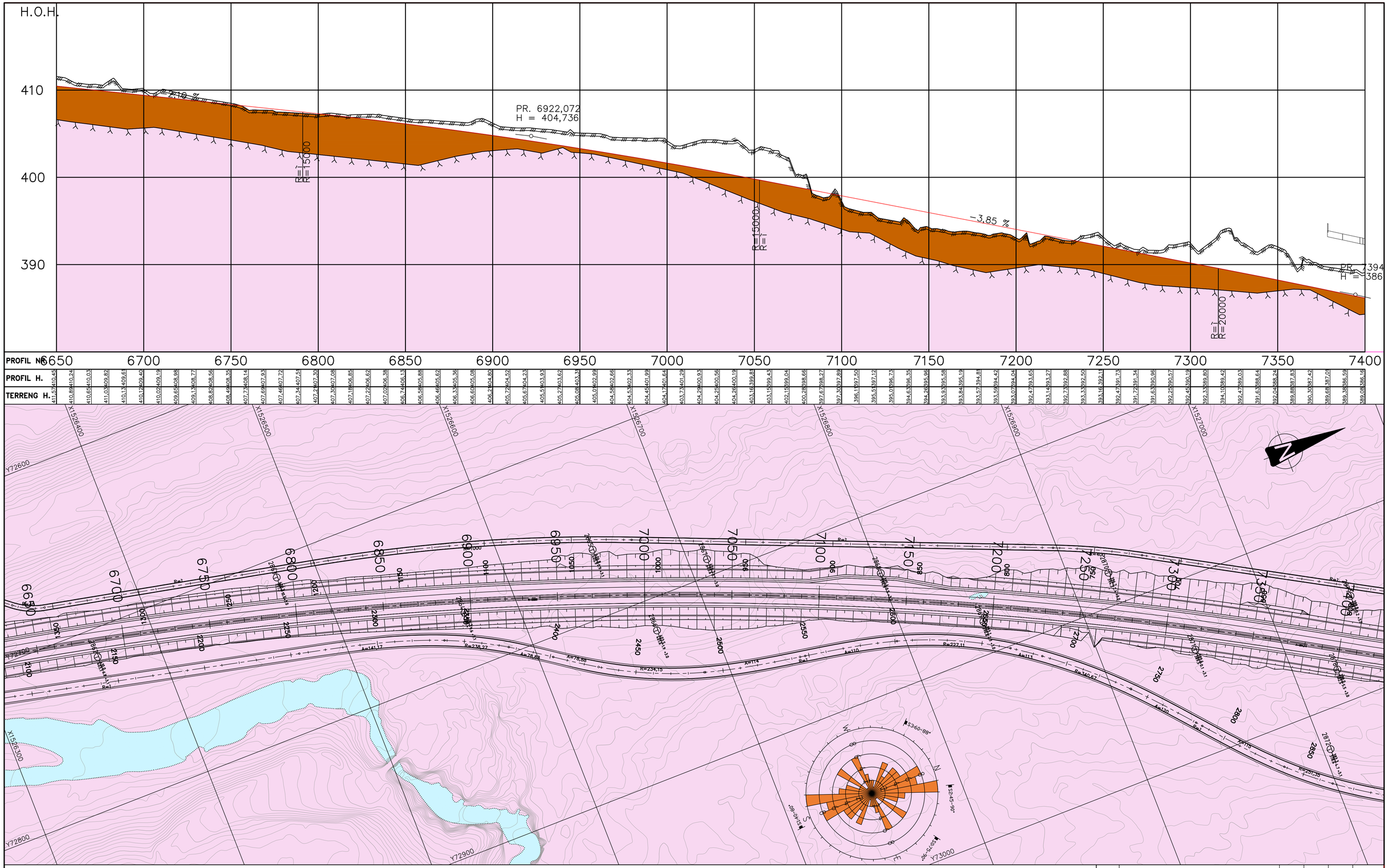
Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato

NyeVeier — Utført av: RAMBØLL

E6 Nedgård–Toset
Ingeniørgeologisk plan og profil
Område 1. Vestre alternativ
Pr. 5900 – 6650

Tegningsdato	05.11.2022
Bestiller	
Produsert for	Nye Veier
Produsert av	Rambøll
Arkivreferanse	
Byggverksnummer	
Koordinatsystem	NTM10
Høydesystem	NN2000
Målestokk A1	1:1000, 1:200
Målestokk A3	1:2000, 1:400
Tegningsnummer	V2005
Revisjonsbokstav	0

Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv
KAOST	SVRTRH	LONTRH	



TEGNFORKLARING

- Hornblende-biotittdioritt (Opdalitt)
- Silt og gråvakke
- Grønnstein
- Flysch sedimenter og tuffitter
- Løsmasser
- Antatt svakhetssone
- Strøk/fall foliasjon
- Strøk/fall
- Bergblotninger
- Terreng
- Tolket berg
- 2821 478,5 / 477,0 1,6 +3,0 — Grunnboring utført
- Seismikk

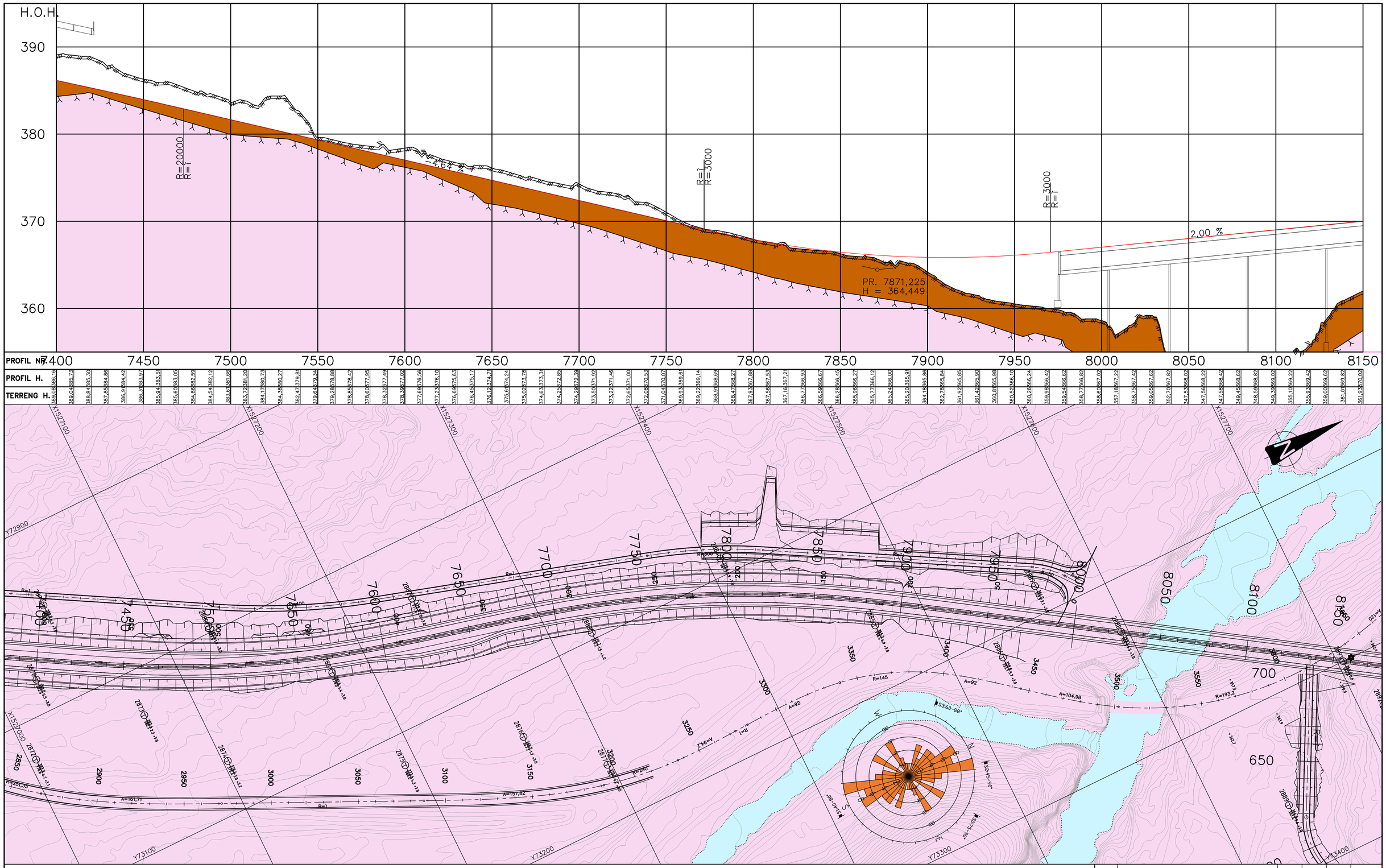
Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato

NyeVeier — Utført av: RAMBØLL

E6 Nedgård–Toset
Ingeniørgeologisk plan og profil
Område 1. Vestre alternativ
Pr. 6650 – 7400

Tegningsdato	05.11.2022
Bestiller	
Produsert for	Nye Veier
Produsert av	Rambøll
Arkivreferanse	
Byggverksnummer	
Koordinatsystem	NTM10
Høydesystem	NN2000
Målestokk A1	1:1000, 1:200
Målestokk A3	1:2000, 1:400
Tegningsnummer	V2006
Revisjonsbokstav	0

Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv
KAOST	SVRTRH	LONTRH	



TEGNFORKLARING

- Hornblende-biotittdioritt (Opdalitt)
- Silt og gråvakke
- Grønnstein
- Flysch sedimenter og tuffitter
- Løsmasser
- Antatt svakhetssone
- Strøk/fall foliasjon
- Strøk/fall
- Bergblotninger
- Terreng
- Tolket berg
- 2821 478,5 / 477,0 1.6 +3.0 — Grunnboring utført
- Seismikk

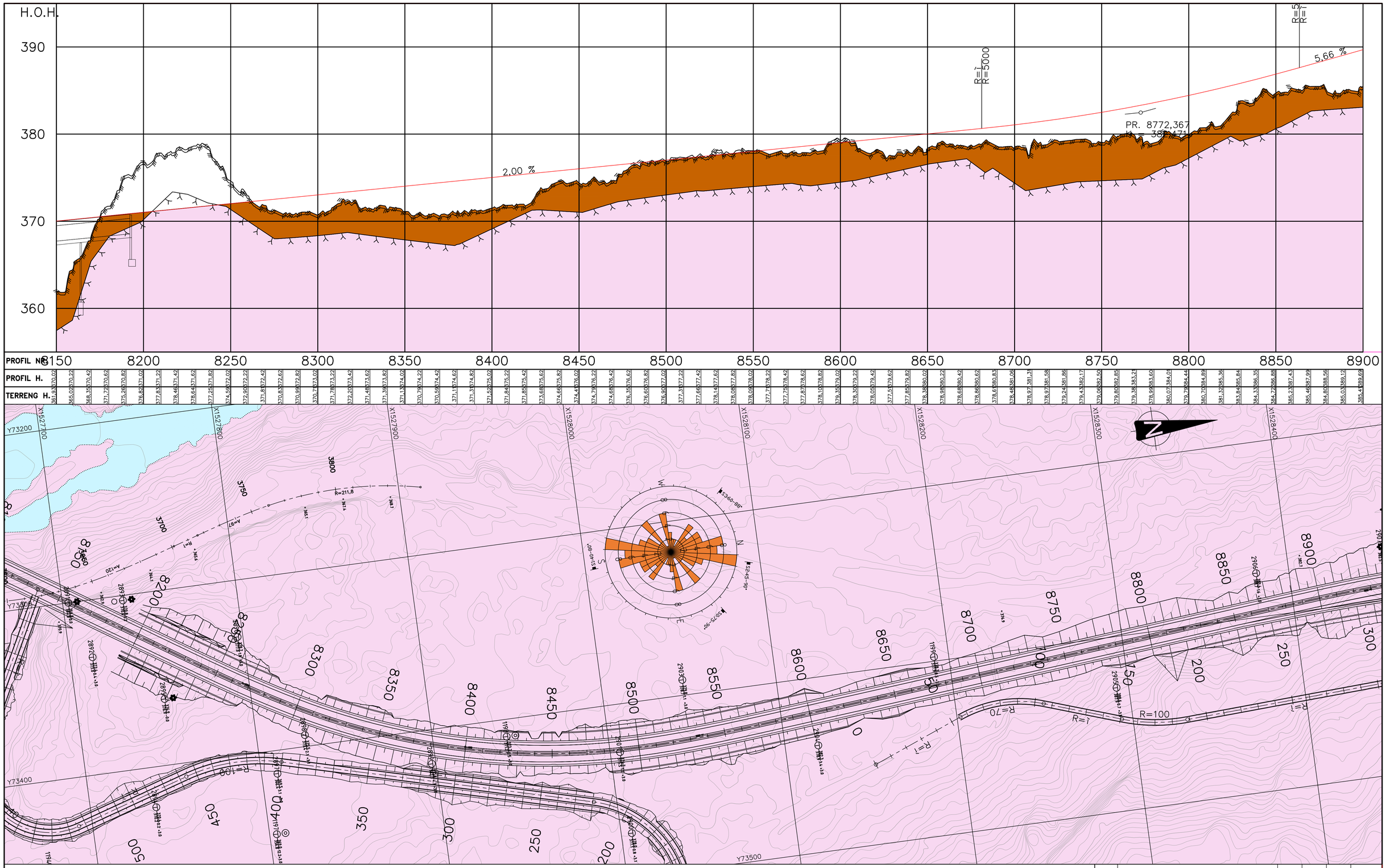
Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato

NyeVeier — Utført av: RAMBØLL

E6 Nedgård–Toset
Ingeniørgeologisk plan og profil
Område 1. Vestre alternativ
Pr. 7400 – 8150

Tegningsdato	05.11.2022
Bestiller	
Produsert for	Nye Veier
Produsert av	Rambøll
Arkivreferanse	
Byggverksnummer	
Koordinatsystem	NTM10
Høydesystem	NN2000
Målestokk A1	1:1000, 1:200
Målestokk A3	1:2000, 1:400
Tegningsnummer	V2007
Revisjonsbokstav	0

Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv
KAOST	SVRTRH	LONTRH	



TEGNFORKLARING

- Hornblende-biotittdioritt (Opdalitt)
- Silt og gråvakke
- Grønnstein
- Flysch sedimenter og tuffitter
- Løsmasser
- Antatt svakhetssone
- Strøk/fall foliasjon
- Strøk/fall
- Bergblotninger
- Terreng
- Tolket berg
- 2821 478,5 / 477,0 +1,6 +3,0 — Grunnboring utført
- Seismikk

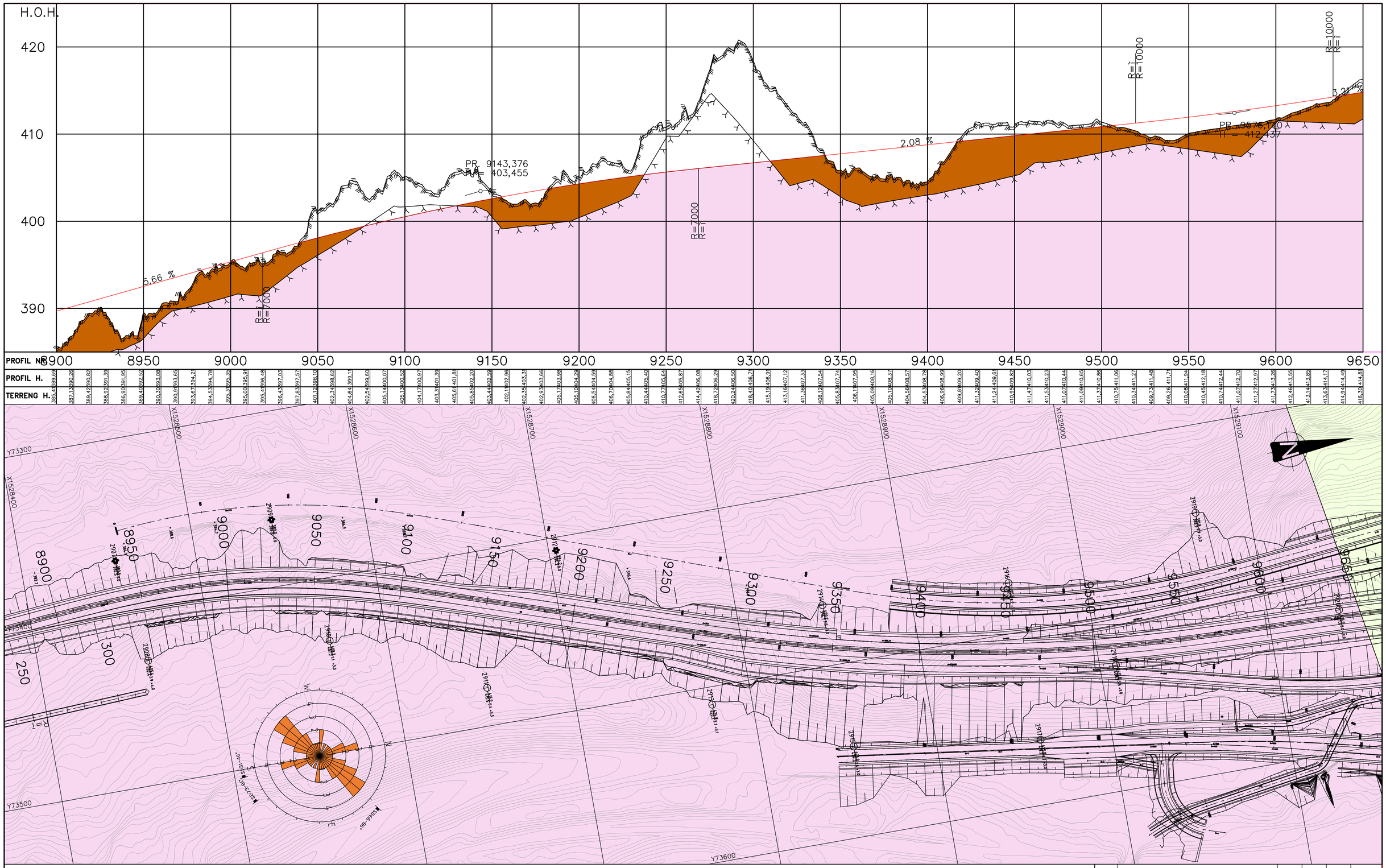
Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato

NyeVeier — Utført av: RAMBØLL

E6 Nedgård–Toset
Ingeniørgeologisk plan og profil
Område 1. Vestre alternativ
Pr. 8150 – 8900

Tegningsdato	05.11.2022
Bestiller	
Produsert for	Nye Veier
Produsert av	Rambøll
Arkivreferanse	
Byggverksnummer	
Koordinatsystem	NTM10
Høydesystem	NN2000
Målestokk A1	1:1000, 1:200
Målestokk A3	1:2000, 1:400
Tegningsnummer	V2008
Revisjonsbokstav	0

Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv
KAOST	SVRTRH	LONTRH	



TEGNFORKLARING

- Hornblende-biotittdioritt (Opdalitt)
- Silt og gråvakke
- Grønnstein
- Flysch sedimenter og tuffitter
- Løsmasser
- Antatt svakhetssone
- Strøk/fall foliasjon
- Strøk/fall
- Bergblotninger
- Terreng
- Tolket berg
- 2821 478,5 / 477,0 1,6 +3,0 — Grunnboring utført
- Seismikk

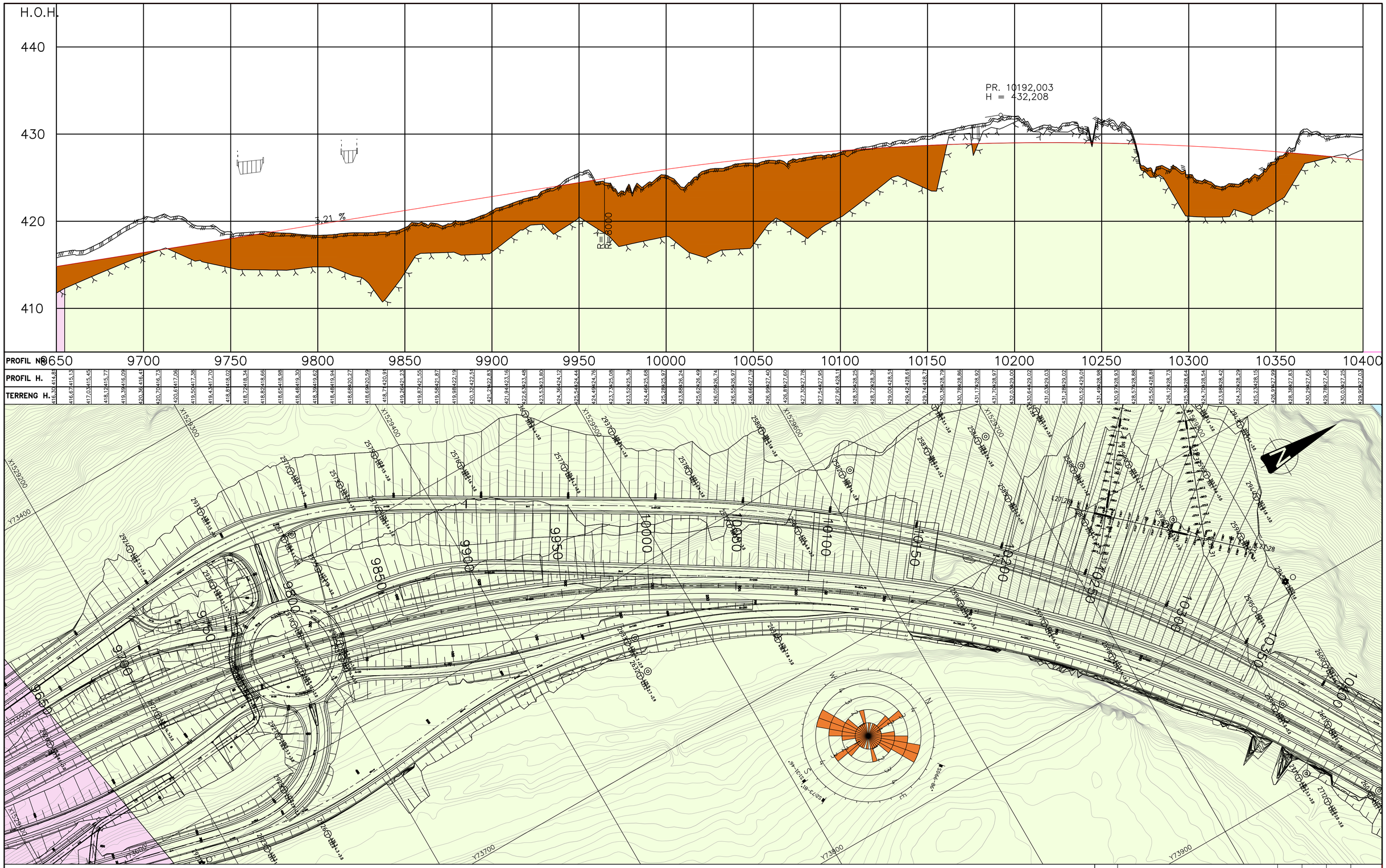
Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato

NyeVeier — Utført av: RAMBØLL

E6 Nedgård–Toset
Ingeniørgeologisk plan og profil
Område 1. Vestre alternativ
Pr. 8900 – 9650

Tegningsdato	05.11.2022
Bestiller	
Produsert for	Nye Veier
Produsert av	Rambøll
Arkivreferanse	
Byggverksnummer	
Koordinatsystem	NTM10
Høydesystem	NN2000
Målestokk A1	1:1000, 1:200
Målestokk A3	1:2000, 1:400
Tegningsnummer	V2009
Revisjonsbokstav	0

Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv
KAOST	SVRTRH	LONTRH	



TEGNFORKLARING

- Hornblende-biotittdioritt (Opdalitt)
- Silt og gråvakke
- Grønnstein
- Flysch sedimenter og tuffitter
- Løsmasser
- Antatt svakhetssone
- Strøk/fall foliasjon
- Strøk/fall
- Bergblotninger
- Terreng
- Tolket berg
- 2821 478,5 / 477,0 +1,6 +3,0 — Grunnboring utført
- Seismikk

Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato

NyeVeier — Utført av: RAMBØLL

E6 Nedgård–Toset
Ingeniørgeologisk plan og profil
Område 1. Vestre alternativ
Pr. 9650 – 10400

Tegningsdato	05.11.2022
Bestiller	
Produsert for	Nye Veier
Produsert av	Rambøll
Arkivreferanse	
Byggverksnummer	
Koordinatsystem	NTM10
Høydesystem	NN2000
Målestokk A1	1:1000, 1:200
Målestokk A3	1:2000, 1:400
Tegningsnummer	V2010
Revisjonsbokstav	0

Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv
KAOST	SVRTRH	LONTRH	

PROFIL NR.	PROFIL H.	TERRENG H.
10400	427,03	429,90
	426,80	429,56
	426,56	429,38
	426,31	428,38
	426,06	434,07
10450	425,82	434,35
	425,57	434,39
	425,32	434,53
	425,07	433,68
	424,83	432,86
10500	424,58	432,41
	424,33	433,09
	424,08	434,23
	423,83	434,46
	423,59	435,02
10550	423,34	435,02
	423,09	434,98
	422,84	434,75
	422,60	434,24
	422,35	433,24
10600	422,10	432,16
	421,85	430,59
	421,60	429,49
	421,36	427,26
	421,11	426,37
10650	420,86	424,78
	420,61	424,58
	420,38	424,17
	420,17	422,38
	419,98	420,91
10700	419,81	419,96
	419,66	419,62
	419,53	419,76
	419,42	418,79
	419,33	418,14
10750	419,26	417,45
	419,20	415,35
	419,17	414,67
	419,16	413,79
	419,17	413,84
10800	419,20	417,07
	419,25	422,97
	419,32	426,59
	419,41	427,25
	419,52	427,27
10850	419,65	429,35
	419,79	429,40
	419,94	431,15
	420,09	434,06
	420,24	436,63
10900	420,39	439,69
	420,54	440,39
	420,69	442,03
	420,84	444,45
	421,00	445,75
10950	421,19	443,78
	421,39	445,68
	421,61	450,35
	421,85	455,35
	422,12	459,59
11000	422,40	462,80
	422,70	466,85
	423,02	472,29
	423,36	478,13
	423,73	480,95
11050	424,11	487,47
	424,51	491,72
	424,93	494,96
	425,38	496,71
	425,84	497,42
11100	426,32	497,89
	426,82	498,93
	427,32	498,49
	427,82	498,35
	428,32	499,95
11150	428,82	502,18

TEGNFORKLARING

- Hornblende-biotittdioritt (Opdalitt)
- Silt og gråvakke
- Grønnstein
- Flysch sedimenter og tuffitter
- Løsmasser
- Antatt svakhetssone
- Strøk/fall foliasjon
- Strøk/fall
- Bergblotninger
- Terreng
- Tolket berg
- 2821 478.5 / 477.0 1.6 +3.0 — Grunnboring utført
- Seismikk

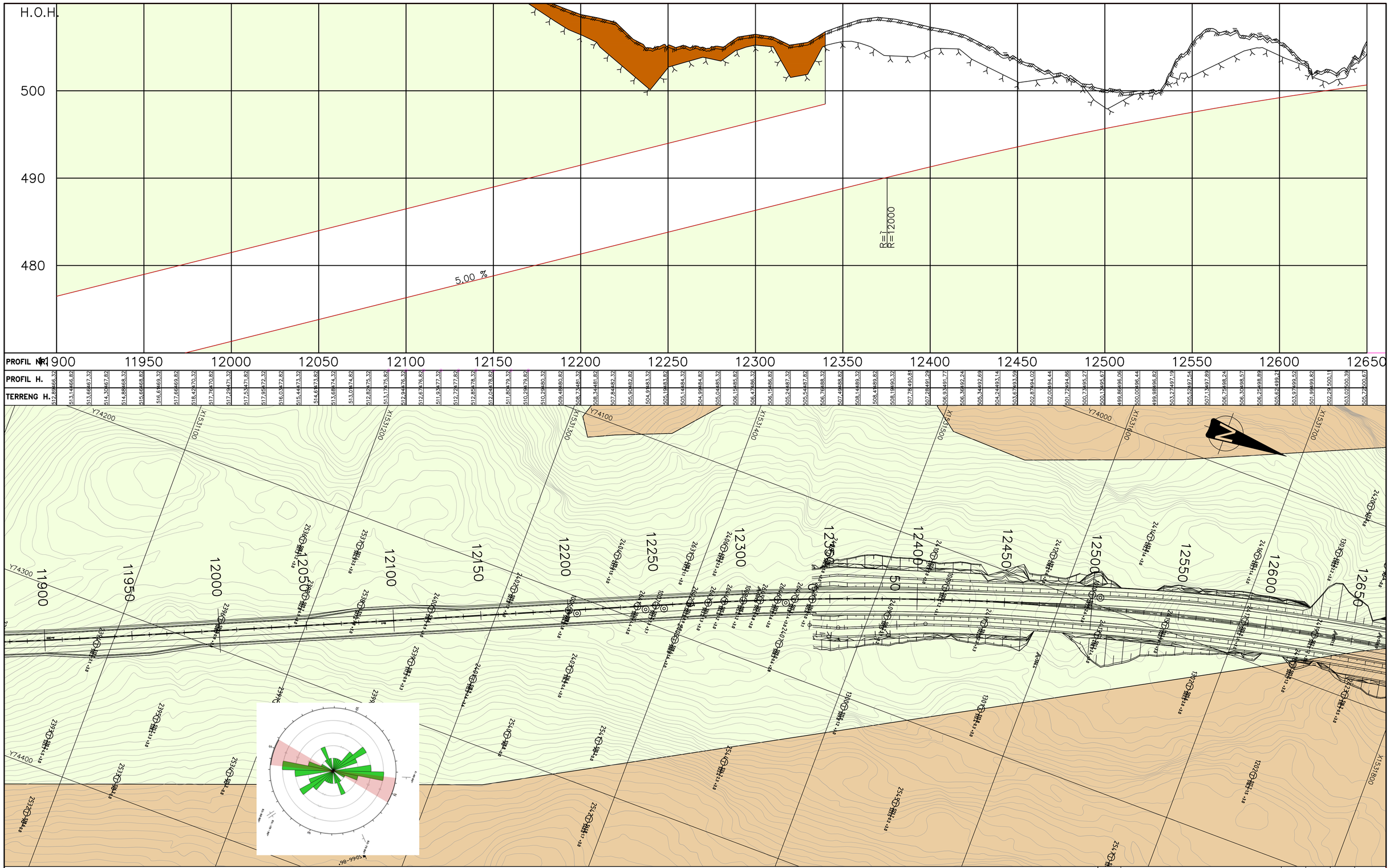
Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato

NyeVeier — Utført av: RAMBØLL

E6 Nedgård–Toset
Ingeniørgeologisk plan og profil
Område 1. Vestre alternativ
Pr. 10400 – 11150

Tegningsdato	05.11.2022
Bestiller	
Produsert for	Nye Veier
Produsert av	Rambøll
Arkivreferanse	
Byggverksnummer	
Koordinatsystem	NTM10
Høydesystem	NN2000
Målestokk A1	1:1000, 1:200
Målestokk A3	1:2000, 1:400
Tegningsnummer	V2011
Revisjonsbokstav	0

Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv
KAOST	SVRTRH	LONTRH	



TEGNFORKLARING

- Hornblende-biotittdioritt (Opdalitt)
- Silt og gråvakke
- Grønnstein
- Flysch sedimenter og tuffitter
- Løsmasser
- Antatt svakhetssone
- Strøk/fall foliasjon
- Strøk/fall
- Bergblotninger
- Terreng
- Tolket berg
- 2821 478.5 / 471.0 1.6 +3.0 — Grunnboring utført
- Seismikk

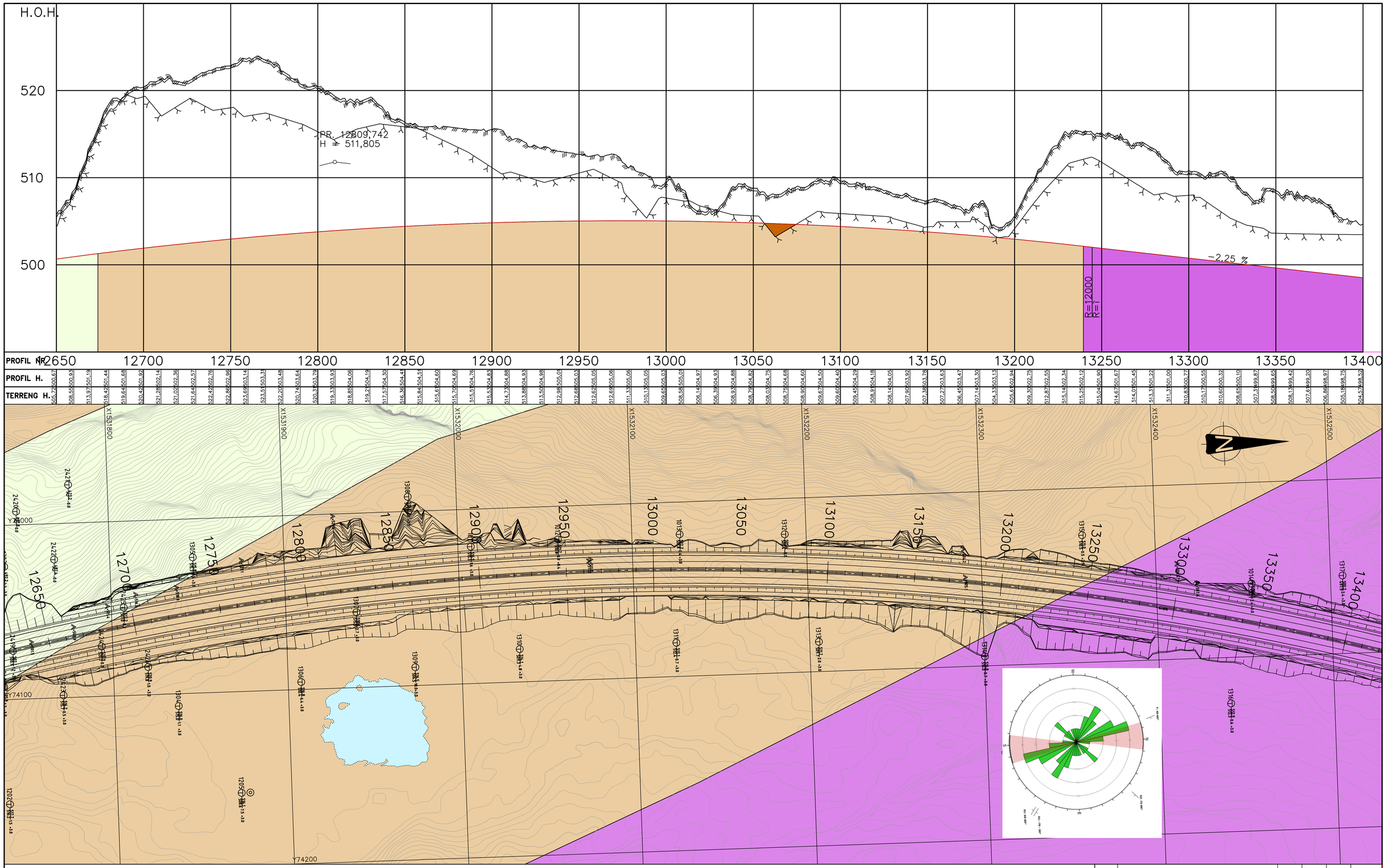
Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato

NyeVeier — Utført av: RAMBØLL

E6 Nedgård–Toset
Ingeniørgeologisk plan og profil
Område 1. Vestre alternativ
Pr. 11900 – 12650

Tegningsdato	05.11.2022
Bestiller	
Produsert for	Nye Veier
Produsert av	Rambøll
Arkivreferanse	
Byggverksnummer	
Koordinatsystem	NTM10
Høydesystem	NN2000
Målestokk A1	1:1000, 1:200
Målestokk A3	1:2000, 1:400
Tegningsnummer	V2013
Revisjonsbokstav	0

Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv
KAOST	SVRTRH	LONTRH	



TEGNFORKLARING

- Hornblende-biotittdioritt (Opdalitt)
- Silt og gråvakke
- Grønnstein
- Flysch sedimenter og tuffitter

- Løsmasser
- Antatt svakhetssone
- Strøk/fall foliasjon
- Strøk/fall
- Bergblotninger

- Terreng
- Tolket berg
- 2821 478,5 / 477,0 1,6 +3,0 — Grunnboring utført
- Seismikk

Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato

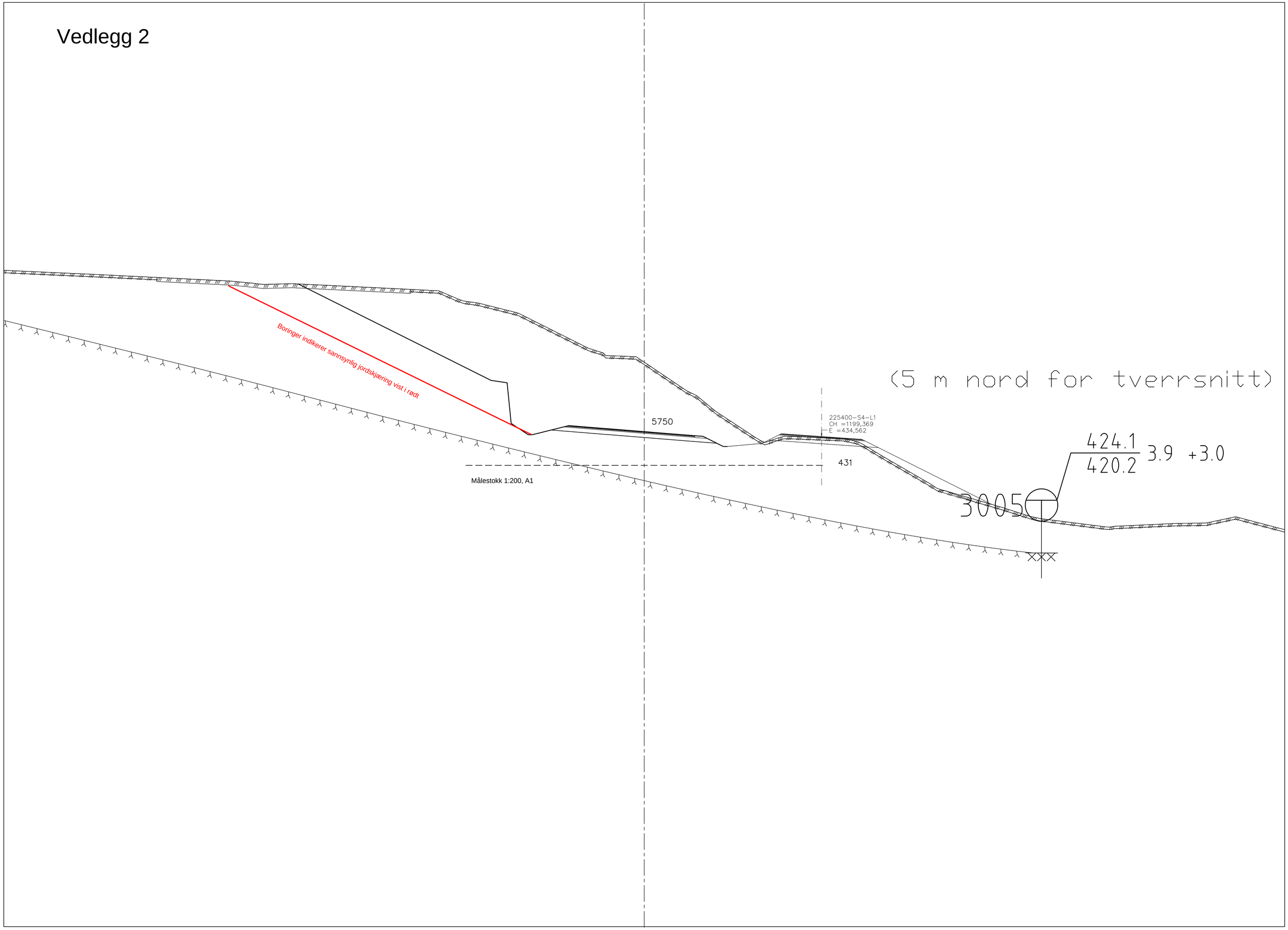
NyeVeier — Utført av: RAMBØLL

E6 Nedgård–Toset
Ingeniørgeologisk plan og profil
Område 1. Vestre alternativ
Pr. 12650 – 13400

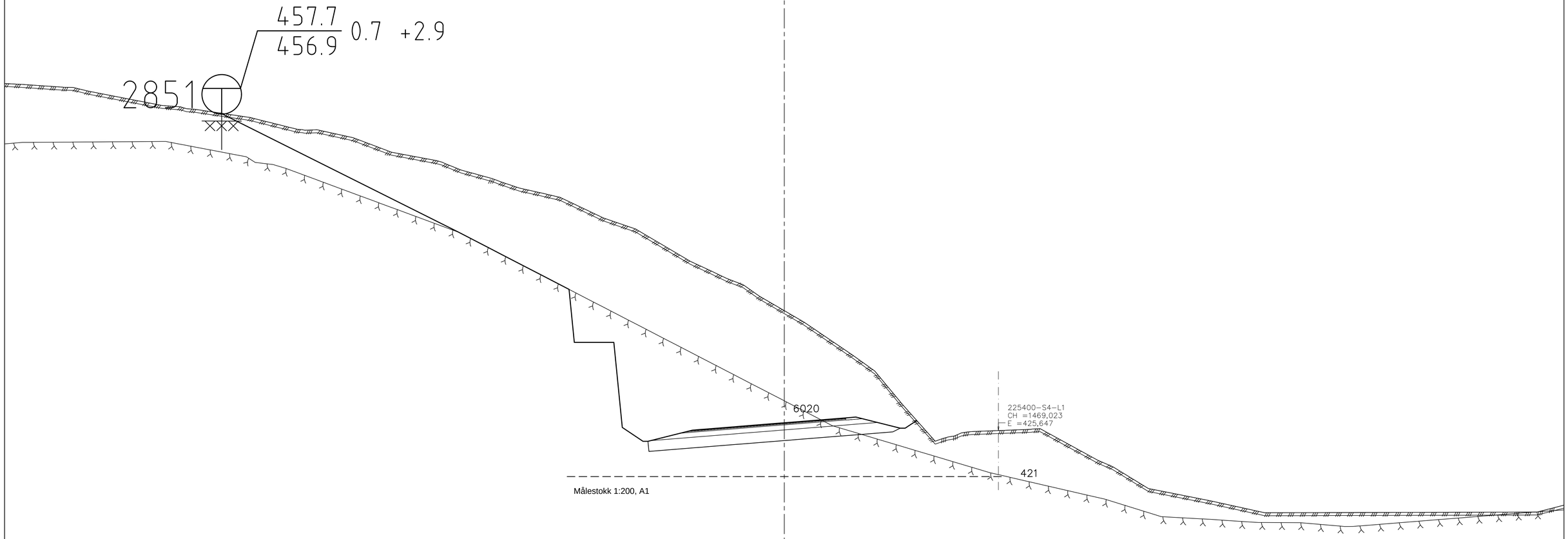
Tegningsdato	05.11.2022
Bestiller	
Produsert for	Nye Veier
Produsert av	Rambøll
Arkivreferanse	
Byggverksnummer	
Koordinatsystem	NTM10
Høydesystem	NN2000
Målestokk A1	1:1000, 1:200
Målestokk A3	1:2000, 1:400
Tegningsnummer	V2014
Revisjonsbokstav	0

Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv
KAOST	SVRTRH	LONTRH	

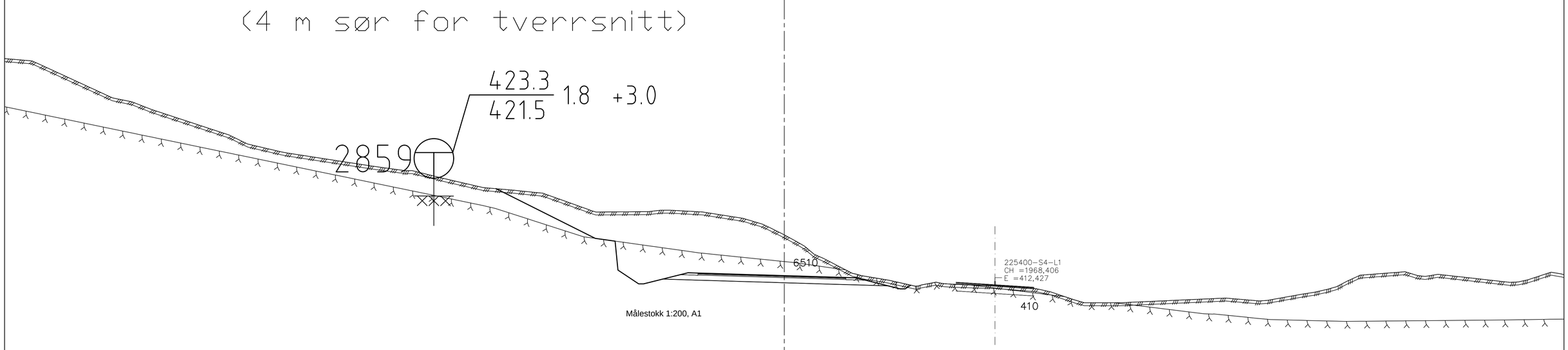
Vedlegg 2


Boringer indikerer sannsynlig jordskjæring vist i rødt
(5 m nord for tverrsnitt)
5750
225400-S4-L1
CH =1199,369
E =434,562
431
424.1
420.2
3.9
+3.0
3005
Målestokk 1:200, A1

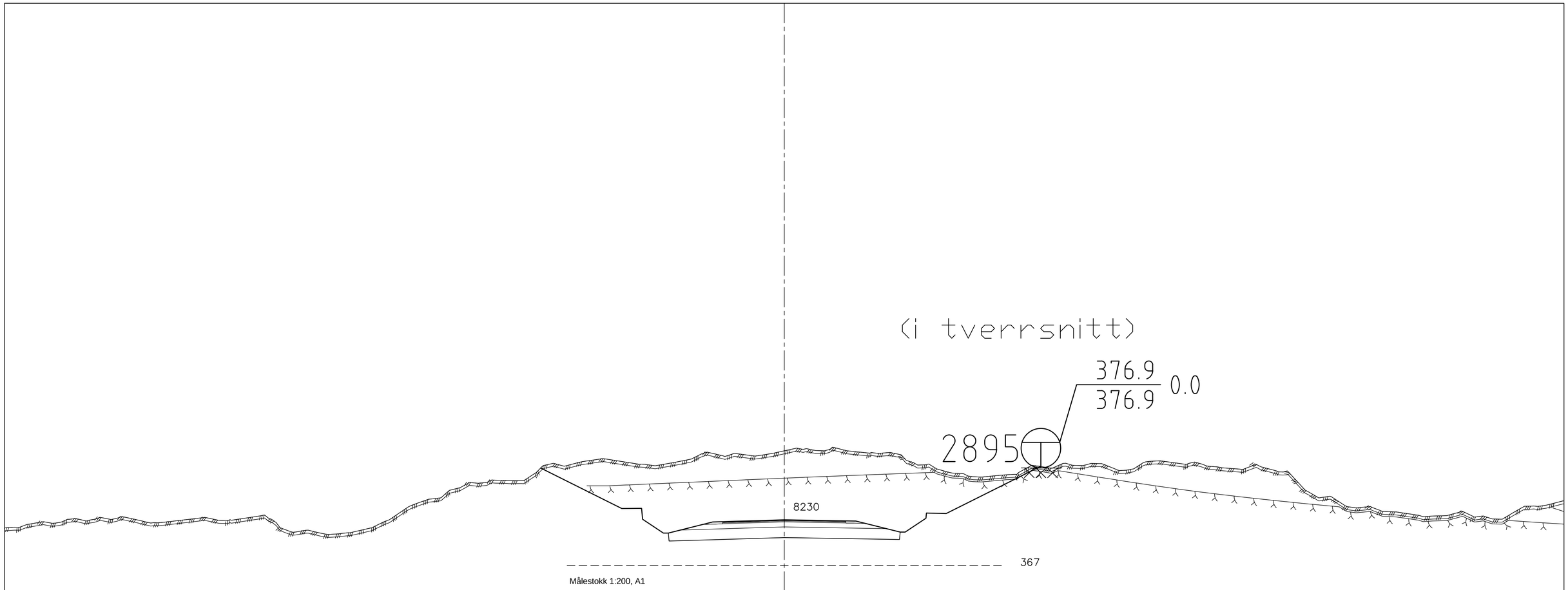
(2 m sør for tverrsnitt)



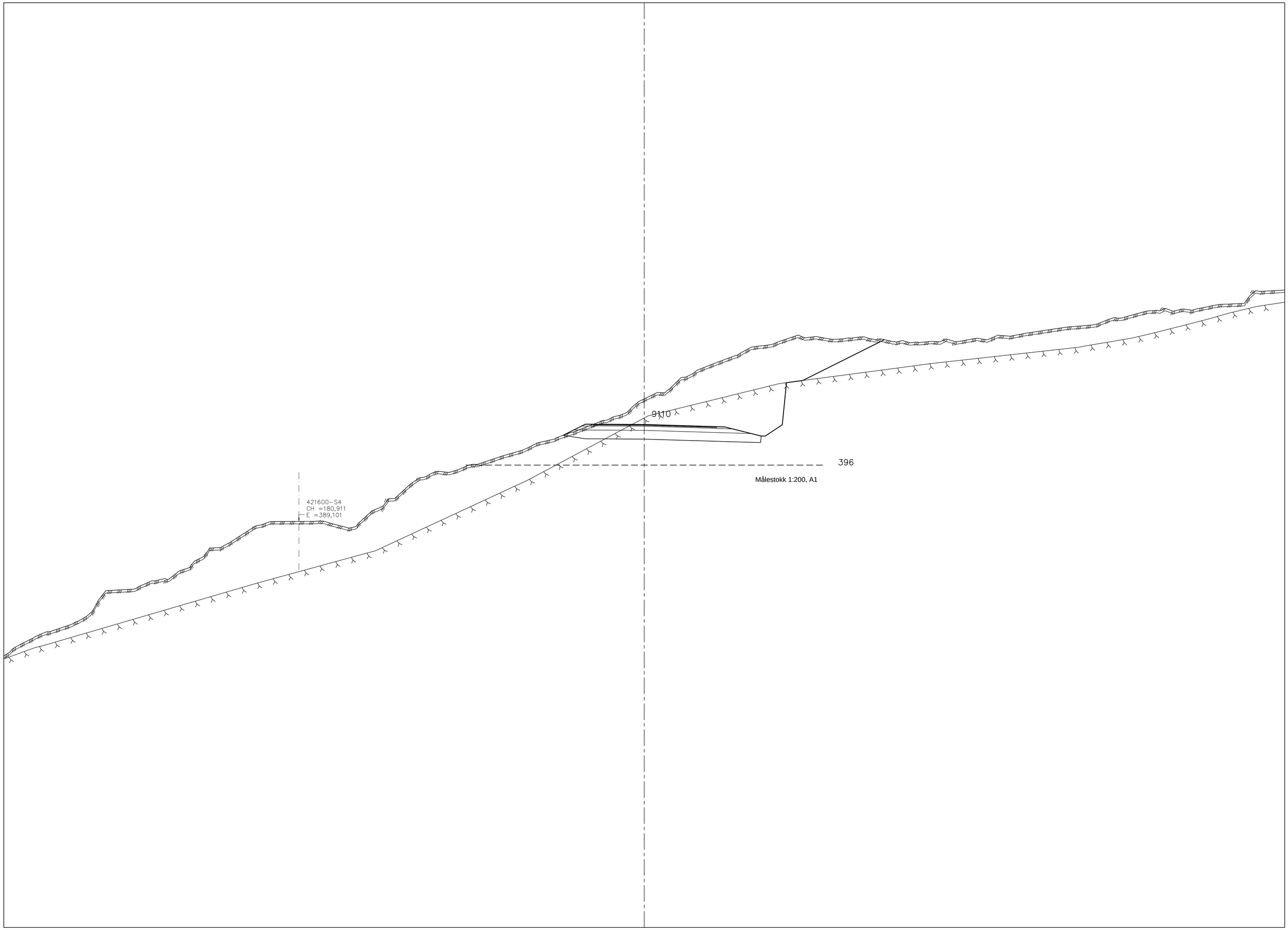
Målestokk 1:200, A1



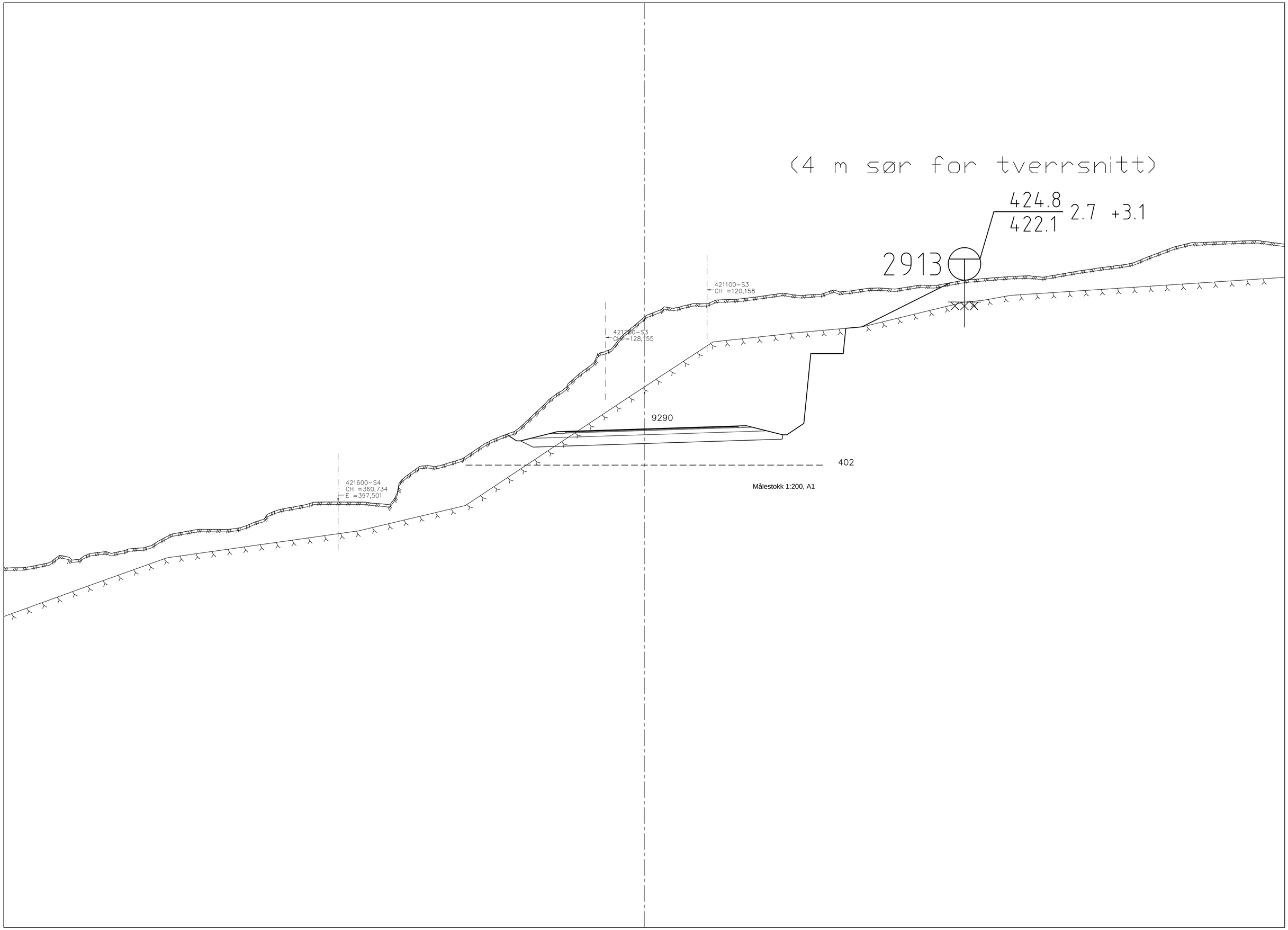
Målestokk 1:200, A1



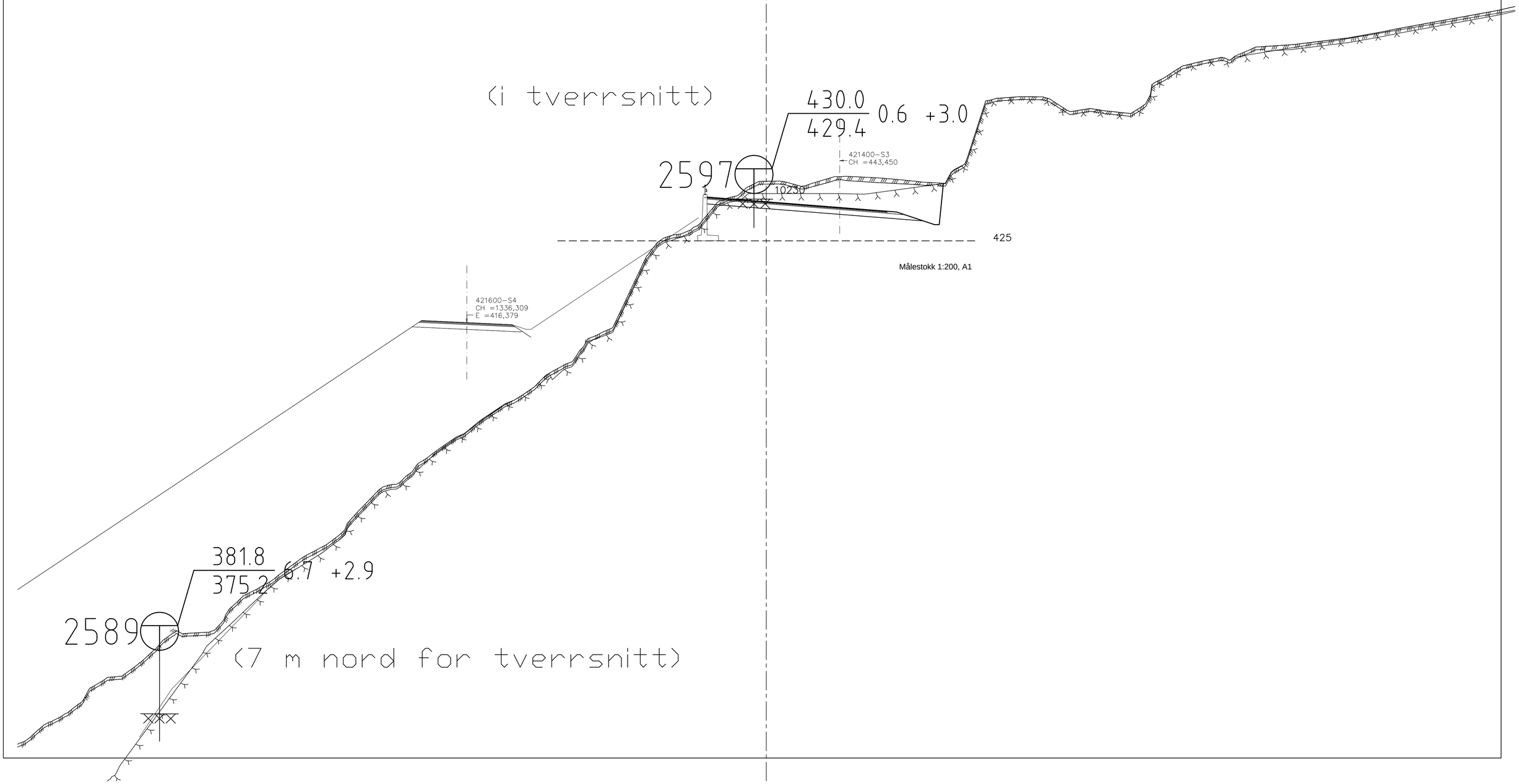
Målestokk 1:200, A1



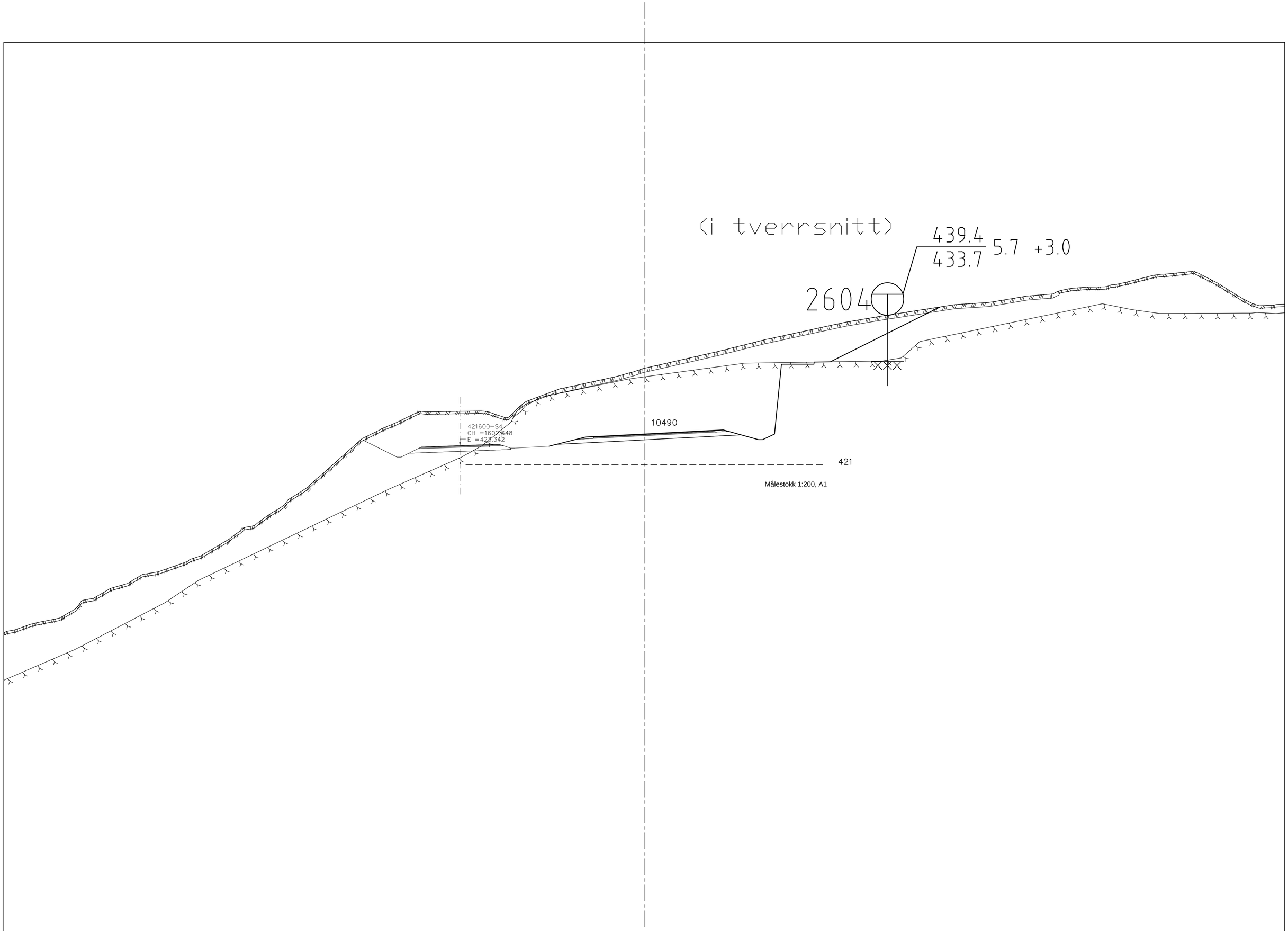
Målestokk 1:200, A1

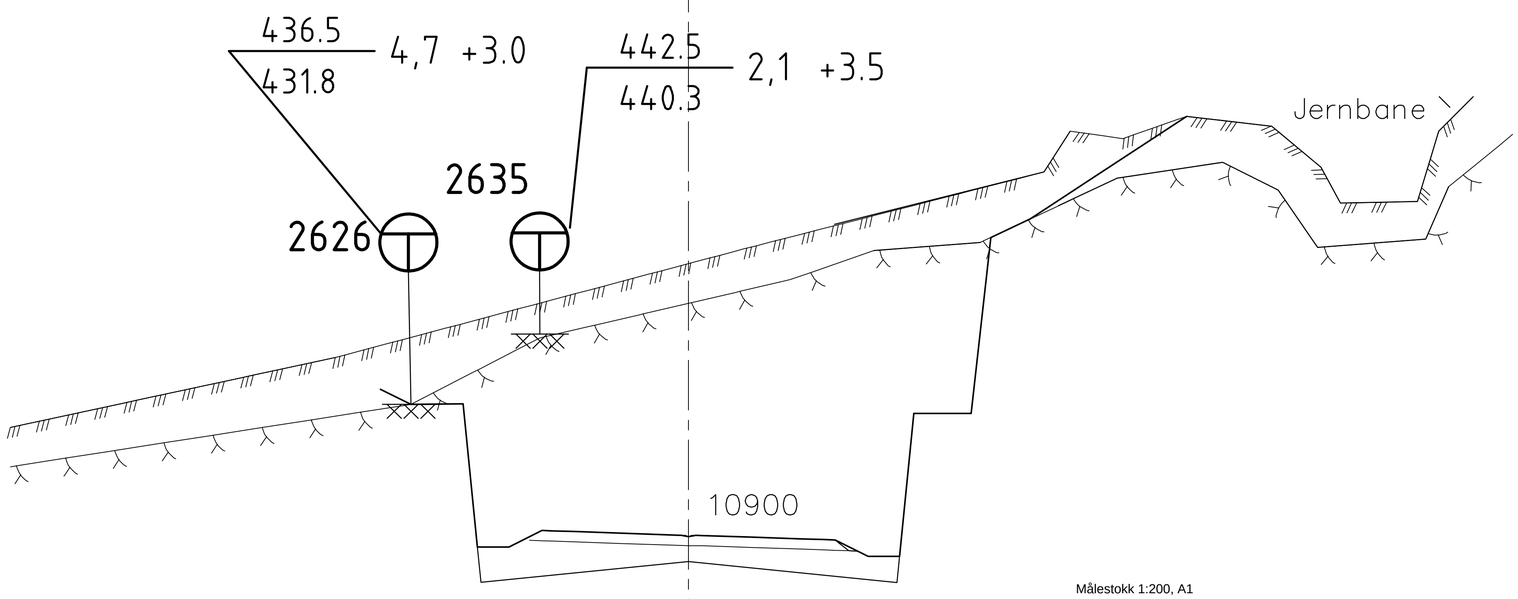


Målestokk 1:200, A1

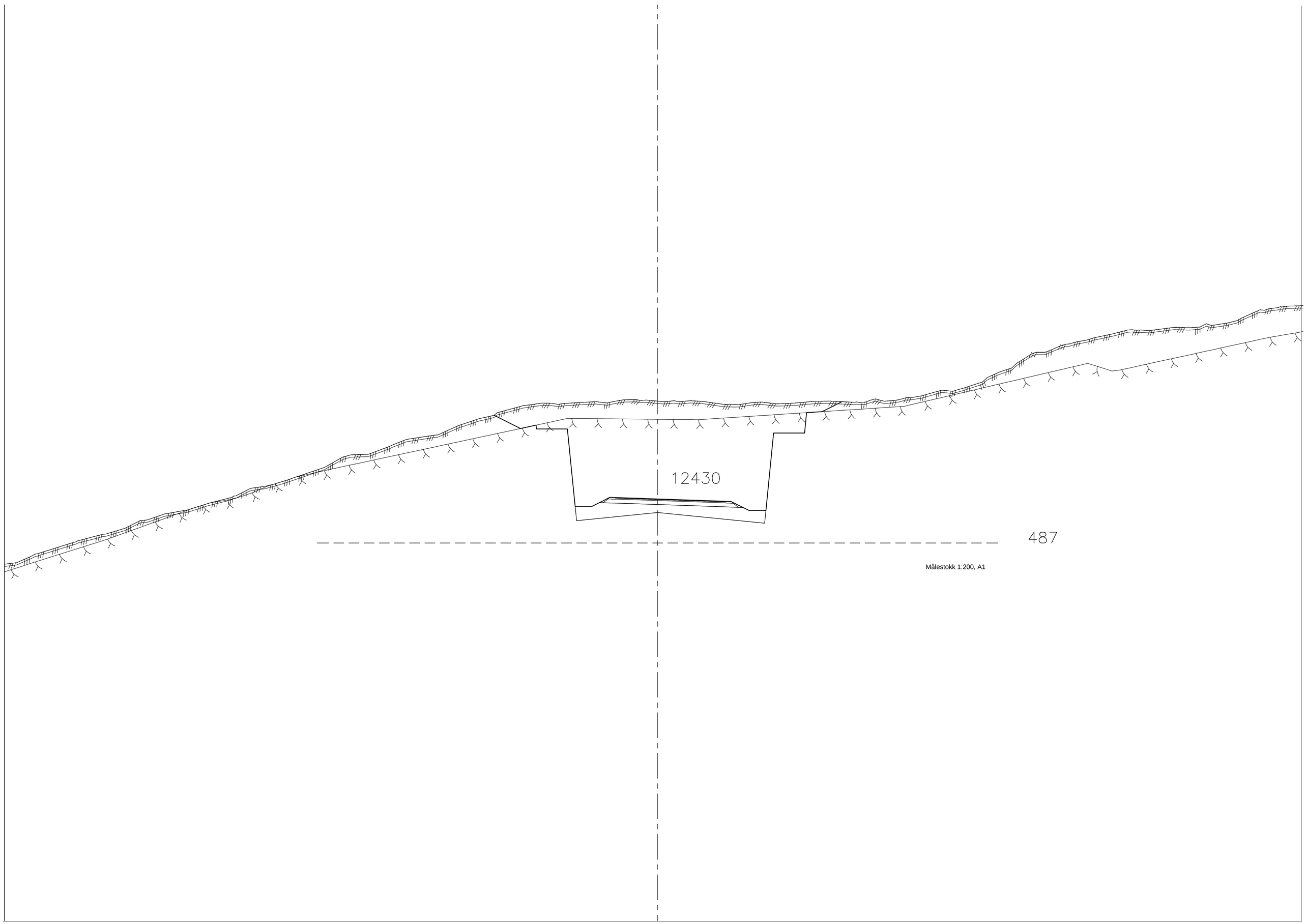


Målestokk 1:200, A1

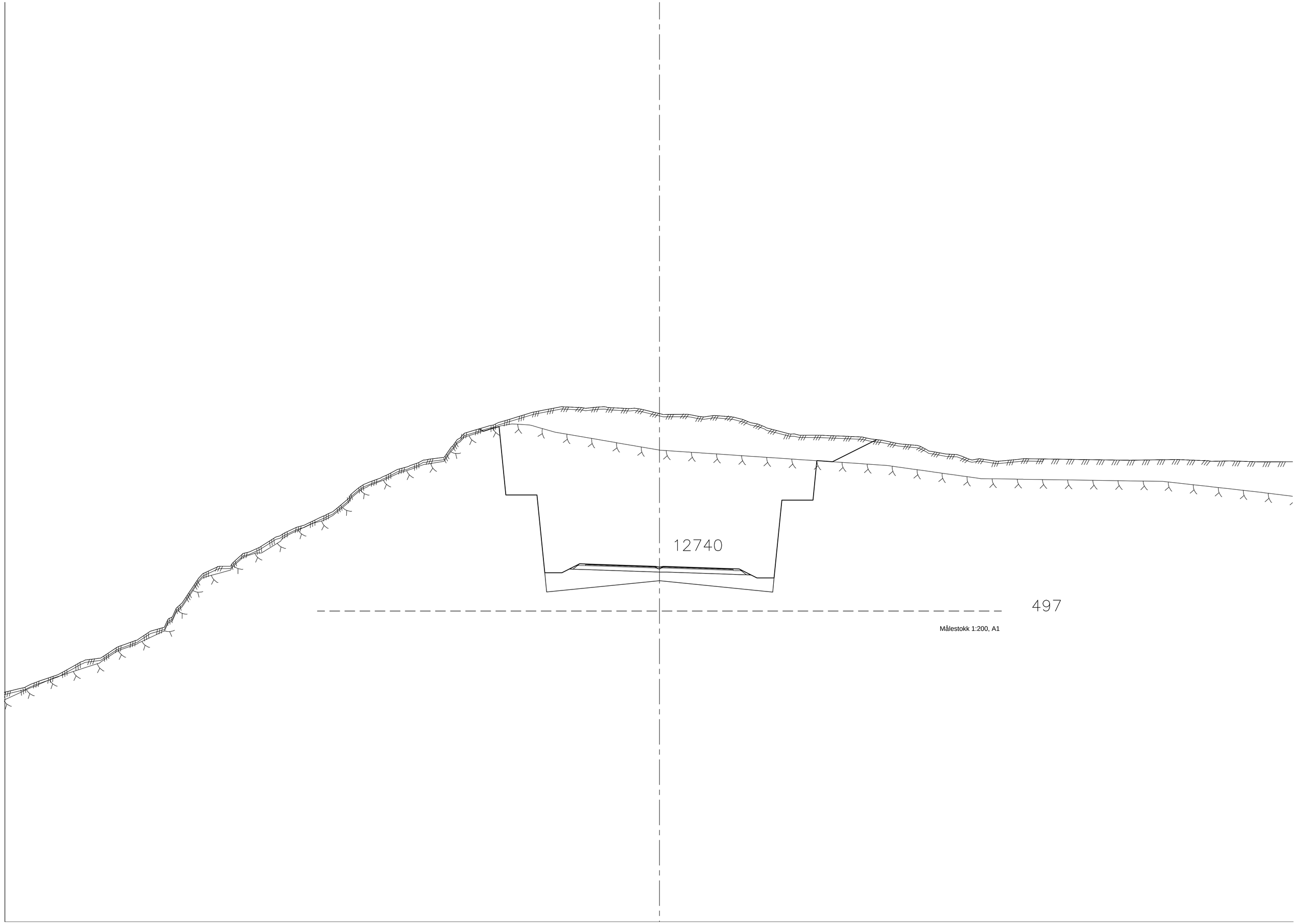

(i tverrsnitt)
439.4
433.7
5.7
+3.0
2604
10490
421600-S4
CH =1602.648
E =423.342
421
Målestokk 1:200, A1



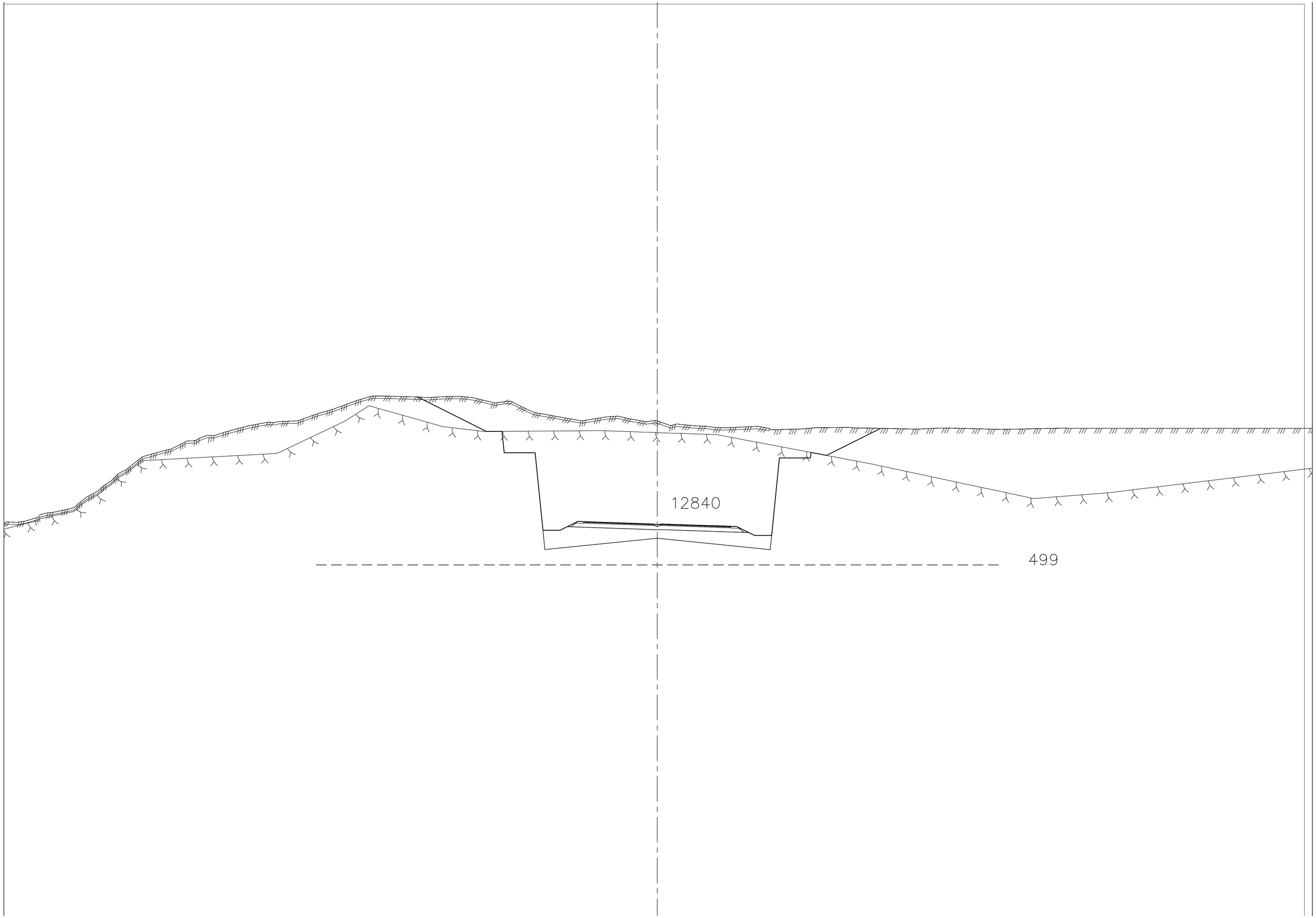
Målestokk 1:200, A1



Målestokk 1:200, A1



Målestokk 1:200, A1


12840
499

Vedlegg 3 Rystelsesgrenser bygninger

Bygninger fudamentert på løsmasser:

Parametere for bestemmelse av grenseverdi for vibrasjoner (NS 8141:2001), Regplan Toset - Nergård (grenser gitt i mm/s)					
		Fundamenteringsfaktor			
	Materialfaktor	Bankett, veggskive, søylefundament	Plate	Kohesjons- eller friksjonspeler eller pilarer	Spissbærende peler eller pilarer
Industri- og kontorbygg	Armert betong, stål, tre	20,4	23,3	26,3	29,2
	Uarmert betong, betonghullstein, murverk, lettklinkerbetong o.l.	17	19,4	21,9	24,3
	Trykkherdet lettbetong og lignende	12,8	14,6	16,4	18,2
Vanlige boliger	Armert betong, stål, tre	17,0	19,4	21,9	24,3
	Uarmert betong, betonghullstein, murverk, lettklinkerbetong o.l.	14,2	16,2	18,2	20,3
	Trykkherdet lettbetong og lignende	10,6	12,2	13,7	15,2

Antagelser:

Hovedgruppe:	Løsmasser
Undergruppe:	Fast lagret morene, fylling med komprimert sprengstein
Vibrasjonskilde:	Sprengning
Avstand til kilde:	Beregnet for 100 m, Bygninger nærmere enn dette kan

Vanlige boliger fudamentert på stedlig berg:

Grunnforholdsfaktor, F_g				
Hovedgruppe			Berg	
Undergruppe			Granitt, gneis, hard kalkstein, kvartsitt, diabas (seismisk hastighet > 4000 m/s)	
Grunnforholdsfaktor	F_g	=	**3,5**	
Byggverksfaktor, F_b				
Byggfaktor, k_b				
Type byggverk			Vanlige boliger	
Byggfaktor	k_b	=	1,0	
Materialfaktor, k_m				
Hovedmateriale			Uarmert betong, betonghullstein, murverk, lettklinkerbetong og lignende	
Materialfaktor	k_m	=	1,0	
Fundamenteringsfaktor, k_f				
Fundamenteringsmåte			Bankett, veggskive, søylefundament	
Fundamenteringsfaktor	k_f	=	0,7	
Byggverksfaktor, $F_b = k_b \cdot k_m \cdot k_f$	F_b	=	**0,7**	
Avstandsfaktor, F_d				
Avstand til vibrasjonskilde i m	d	=	0	
Vibrasjonskilde			Sprengning	
Avstandsfaktor	F_d	=	**1,00**	
Kildefaktor, F_k				
Vinrasjonskilde			Sprengning	
Grunnforholdsfaktor	F_g	=	**1,0**	
Grenseverdi for maksimal vertikal svingehastighet, v				
Grenseverdi	v	=	**49,0**	**mm/s**

Vedlegg 4

Grenseverdi for vertikal svingehastighet etter NS 8141

Prosjektnr.: 1350049061-003
Prosjekt: E6 UV: Reguleringsplan Nedgård-Toset - Vestre Alternativ

Kommentar: Sprenging i nærhet til jernbane.
Gjelder for sprengninger nærmere enn 100 meter til jernbane

Beregning etter NS 8141 "*Vibrasjoner og støt, måling av svingehastighet og beregning av veiledende grenseverdier for å unngå skade på byggverk*"

Beregningsformel for grenseverdien, v

$v = v_0 \cdot F_g \cdot F_b \cdot F_d \cdot F_k$

Hvor:
$v_0 = 20$ mm/s
F_g - Grunnforholdsfaktor
F_b - Byggverksfaktor, $F_b = k_b \cdot k_m \cdot k_f$
- k_b - Byggverksklasse
- k_m - Materialfaktor
- k_f - Fundamenteringsfaktor

F_d - Avstandsfaktor
F_k - Kildefaktor

Kan redigeres av bruker

Grunnforholdsfaktor, F_g

Hovedgruppe			Løsmasser
Undergruppe			Fast lagret morene, fylling med komprimert sprengstein
Grunnforholdsfaktor	**F_g**	=	**1,8**

Byggverksfaktor, F_b

Byggfaktor, k_b

Type byggverk			Tunge konstruksjoner, for eksempel broer, kaier og forsvarsbygg
Byggfaktor	k_b	=	1,7

Materialfaktor, k_m

Hovedmateriale			Armert betong, stål, tre
Materialfaktor	k_m	=	1,2

Fundamenteringsfaktor, k_f

Fundamenteringsmåte			Plate
Fundamenteringsfaktor	k_f	=	0,8

Byggverksfaktor, $F_b = k_b \cdot k_m \cdot k_f$	**F_b**	=	**1,632**

Avstandsfaktor, F_d

Avstand til vibrasjonskilde i m	d	=	100
Vibrasjonskilde			Sprengning
Avstandsfaktor	**F_d**	=	**0,56**

Kildefaktor, F_k

Vinrasjonskilde			Sprengning
Grunnforholdsfaktor	**F_g**	=	**1,0**

Grenseverdi for maksimal vertikal svingehastighet, v

Grenseverdi	**v**	=	**33,1**	**mm/s**

Vedlegg 5

Grenseverdi for vertikal svingehastighet etter NS 8141

Prosjektnr.: 1350049061-003
Prosjekt: E6 UV: Reguleringsplan Nedgård-Toset - Vestre Alternativ
Kommentar: Rystelsesgrenser Kløftbrua

Beregning etter NS 8141 "*Vibrasjoner og støt, måling av svingehastighet og beregning av veiledende grenseverdier for å unngå skade på byggverk*"

Beregningsformel for grenseverdien, v

$v = v_0 \cdot F_g \cdot F_b \cdot F_d \cdot F_k$

Hvor:
$v_0 = 20$ mm/s
F_g - Grunnforholdsfaktor
F_b - Byggverksfaktor, $F_b = k_b \cdot k_m \cdot k_f$
- k_b - Byggverksklasse
- k_m - Materialfaktor
- k_f - Fundamenteringsfaktor

F_d - Avstandsfaktor
F_k - Kildefaktor

Kan redigeres av bruker

Grunnforholdsfaktor, F_g

Hovedgruppe			Berg
Undergruppe			Granitt, gneis, hard kalkstein, kvartsitt, diabas (seismisk hastighet > 4000 m/s)
Grunnforholdsfaktor	**F_g**	=	**3,5**

Byggverksfaktor, F_b

Byggfaktor, k_b

Type byggverk			Tunge konstruksjoner, for eksempel broer, kaier og forsvarsbygg
Byggfaktor	k_b	=	1,7

Materialfaktor, k_m

Hovedmateriale			Armert betong, stål, tre
Materialfaktor	k_m	=	1,2

Fundamenteringsfaktor, k_f

Fundamenteringsmåte			Bankett, veggskive, søylefundament
Fundamenteringsfaktor	k_f	=	0,7

Byggverksfaktor, $F_b = k_b \cdot k_m \cdot k_f$	**F_b**	=	**1,428**

Avstandsfaktor, F_d

Avstand til vibrasjonskilde i m	d	=	0
Vibrasjonskilde			Sprengning
Avstandsfaktor	**F_d**	=	**1,00**

Kildefaktor, F_k

Vinrasjonskilde			Sprengning
Grunnforholdsfaktor	**F_g**	=	**1,0**

Grenseverdi for maksimal vertikal svingehastighet, v

Grenseverdi	**v**	=	**100,0**	**mm/s**

Vedlegg 6

Grenseverdi for vertikal svingehastighet etter NS 8141

Prosjektnr.: 1350049061-003
Prosjekt: E6 UV: Reguleringsplan Nedgård-Toset - Vestre Alternativ
Kommentar: Rystelsesgrenser gammelt brufundament ved Kløftbrua

Beregning etter NS 8141 "*Vibrasjoner og støt, måling av svingehastighet og beregning av veiledende grenseverdier for å unngå skade på byggverk*"

Beregningsformel for grenseverdien, v

$v = v_0 \cdot F_g \cdot F_b \cdot F_d \cdot F_k$

Hvor:
$v_0 = 20$ mm/s
F_g - Grunnforholdsfaktor
F_b - Byggverksfaktor, $F_b = k_b \cdot k_m \cdot k_f$
- k_b - Byggverksklasse
- k_m - Materialfaktor
- k_f - Fundamenteringsfaktor

F_d - Avstandsfaktor
F_k - Kildefaktor

Kan redigeres av bruker

Grunnforholdsfaktor, F_g

Hovedgruppe			Berg
Undergruppe			Granitt, gneis, hard kalkstein, kvartsitt, diabas (seismisk hastighet > 4000 m/s)
Grunnforholdsfaktor	**F_g**	=	**3,5**

Byggverksfaktor, F_b

Byggfaktor, k_b

Type byggverk			Historiske bygninger og riner i ømtålig tilstand
Byggfaktor	k_b	=	0,5

Materialfaktor, k_m

Hovedmateriale			Uarmert betong, betonghullstein, murverk, lettklinkerbetong og lignende
Materialfaktor	k_m	=	1,0

Fundamenteringsfaktor, k_f

Fundamenteringsmåte			Bankett, veggskive, søylefundament
Fundamenteringsfaktor	k_f	=	0,7

Byggverksfaktor, $F_b = k_b \cdot k_m \cdot k_f$	**F_b**	=	**0,35**

Avstandsfaktor, F_d

Avstand til vibrasjonskilde i m	d	=	0
Vibrasjonskilde			Sprengning
Avstandsfaktor	**F_d**	=	**1,00**

Kildefaktor, F_k

Vinrasjonskilde			Sprengning
Grunnforholdsfaktor	**F_g**	=	**1,0**

Grenseverdi for maksimal vertikal svingehastighet, v

Grenseverdi	**v**	=	**24,5**	**mm/s**