



Kløftbrua 1940 (kilde: SVV)

E6 Nedgård (Åshuset) – Toset

Reguleringsplan østre alternativ

Oppdragsnavn:	Reguleringsplan Nedgård-Toset
Dokument nr.:	NV50E6NB-GEO-RAP-0003
PlanID:	5022 2020004

Revisjonsoversikt

Revisjon	Dato	Revisjon gjelder	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av
00	13.12.22		SVRTRH/ SVPT	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 trafiksikkerheten, 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 trafiksikkerheten for alle trafikanter. 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 konsekvensreducerende 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 sprenges ut berg for 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 planlagt bergskjæringer på 35+ meters høyde. Det er stedvis bratt sideterreng der det er vurdert sikringstiltak for å unngå skred på vei.

Det er også gjort en vurdering av skjæringene på strekningen som er lavere enn 10 meter.

Det er på strekningen kartlagt 5 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 dypsprengning, behov for bergsikring, vannømfintlighet, dypsprengning versus grunnsprengning, gjennomførbarhet og spesielle forhold. 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	11	
3.1	Tidligere undersøkelser		11
3.2	Undersøkelser utført i forbindelse med denne reguleringsplanen		11
3.2.1	Befaringer		11
3.2.2	Grunnboringer		11
3.2.3	Seismikk		11
3.2.4	LA-test, Mikro-Deval		11
3.2.5	Miljøundersøkelser		12
4	Grunnlag	12	
4.1	Grunnlag for prosjektering og rapportens oppbygging		12
5	Oversikt skjæringer profil 2900-13150	12	
6	Myndighetskrav, Geoteknisk kategori og skjæringer i kategori 2 og 3	16	
7	Grunnforhold – Faktadel	24	
7.1	Bergarter og regionalgeologi		24
	X=Mikro-deval, LA-test utført på bergprøve		26
7.2	Bergmassebeskrivelse		27
7.3	Oppsprekking		30
7.4	Løsmasser - Kvartærgeologi		32
8	Vannforhold – hydrologi/hydrogeologi	34	
9	Omgivelser	39	
10	Skredfare	46	
11	Dyp- og grunnsprengning	48	
	Ingeniørgeologiske vurderinger – Tolkningsdel	49	
12	Vurderinger av utfallsmekanismer i bergskjæringer og boravvik	49	
12.1	Utfallsmekanismer i bergskjæringer		49
12.1.1	Skjæringer i profil 3000-13150		49
12.1.2	Kinematisk analyse for østlige skjæringer i profil 4160-7040		50
12.1.3	Kinematisk analyse for vestlige skjæringer i profil 4160-7040		50
12.1.4	Kinematisk analyse for østlige skjæringer i profil 7470-12910		51
12.1.5	Kinematisk analyse for vestlige skjæringer i profil 7470-12910		51
12.2	Boravvik		52
13	Vurdering av geometrisk utforming av skjæringer	52	
14	Bergsikring – metode og mengder	53	
14.1	Bergsikringsmetode		53
14.2	Bergsikringsmengder		54
15	Vurdering av mekaniske egenskaper og anvendelse av sprengsteinsmassene	61	
16	Vurdering av skredfare	61	
17	Vurderinger – hydrologi/hydrogeologi	61	
18	Vurderinger tiltak i forhold til omgivelser	63	
19	Ingeniørgeologisk kompetanse og oppfølging i byggefasen	63	
20	Vannømfintlighet, dypsprengning, grunnsprengning	64	
21	Gjennomførbarhet/SHA/spesielle forhold	64	
22	Anbefalte videre undersøkelser	64	
23	Kilder	65	

Vedlegg

Vedlegg 1 Ingeniørgeologisk kart

Vedlegg 2 Tverrsnitt

Vedlegg 3 Rystelsesgrenser bygninger

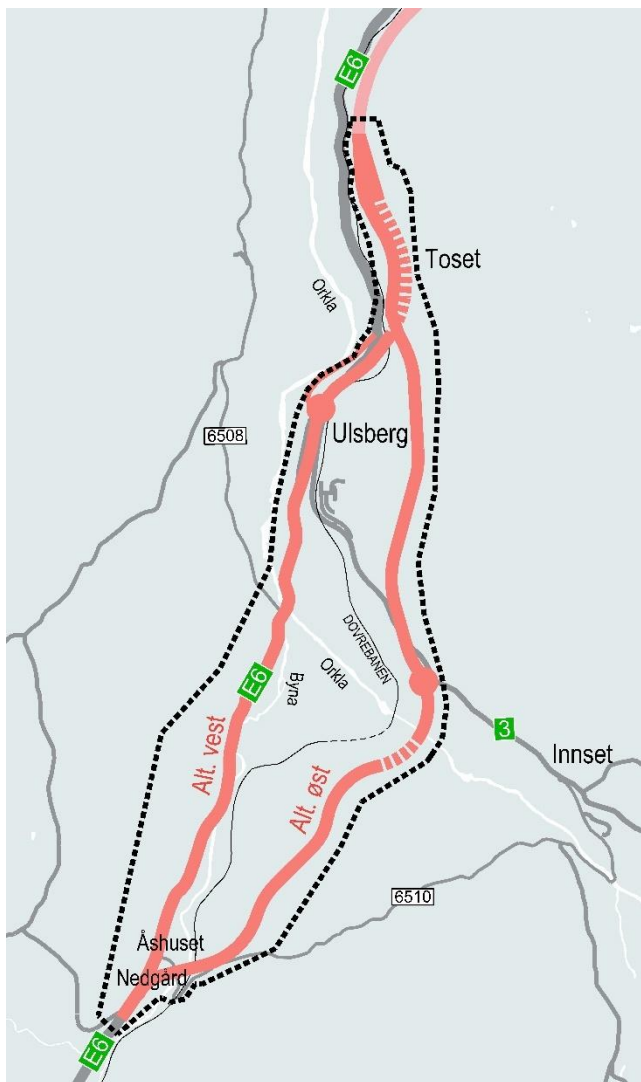
Vedlegg 4 Rystelsesgrenser jernbane

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 Tøset.
- 2) Alternativ øst, ny E6 i en korridor tilsvarende tidligere utredet over Tørset og Granholtet.



Figur 1 Varslet plangrense, ca. 11 883 daa.

Alternativ vest

Det vestlige alternativet 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 -

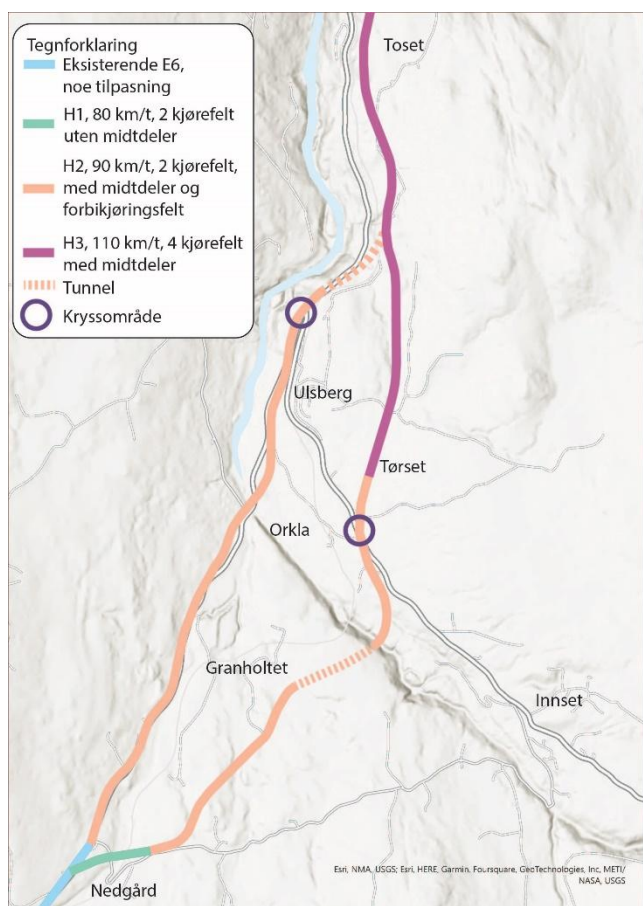
Toset vil alternativet overlappe gjeldende reguleringsplan for ny E6. Som i vedtatt plan forutsettes det ett-løps tunnel med 3 felt og bredde 14,0 meter.

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.

Alternativet 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.



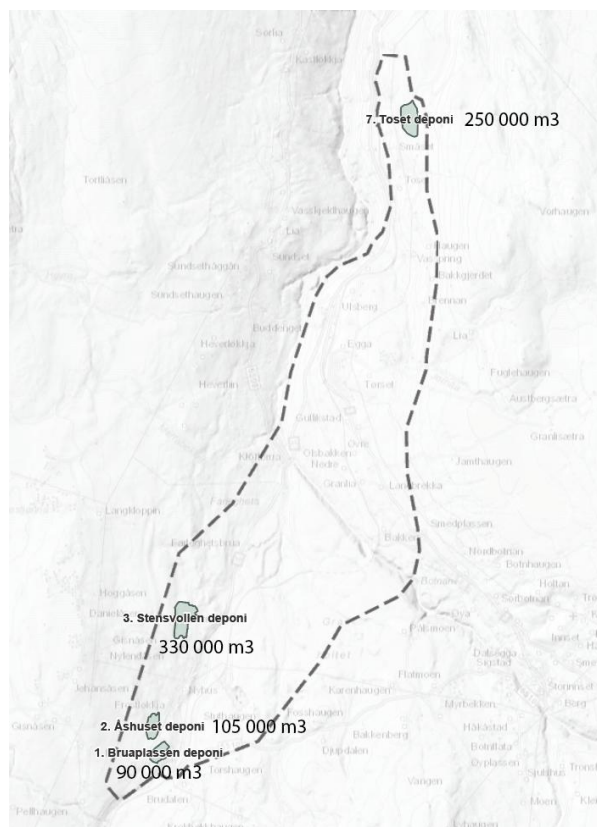
Figur 2 Oversiktskart med veiklasser

Kryssløsning med Rv. 3

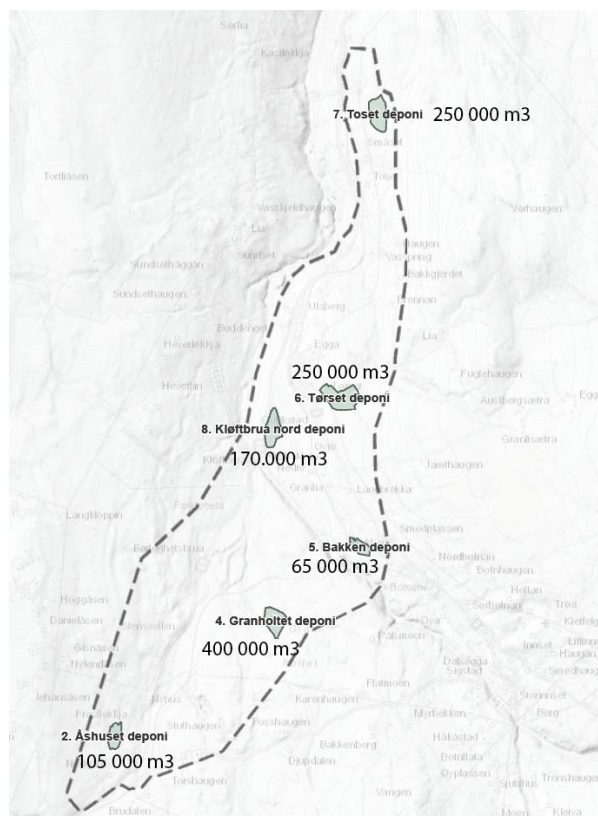
Plassering og utforming av planskilt kryss har for begge alternativene hatt fokus på framkommelighet og trafiksikkerhet. Det er også lagt til grunn at gode kollektivløsninger skal være en del av kryssløsningen, noe som også inkluderer holdeplasser, gang- og sykkelatkomster, samt pendlerparkering.

Massedeponi

Det er gjort vurderinger av deponiområder langs begge strekningene. Utredning av deponiområdene er gjort i samarbeid med kommunen. Figur 3 viser aktuelle deponiområder med maksimal kapasitet langs vestre trase, mens Figur 4 viser det samme for østre trase.

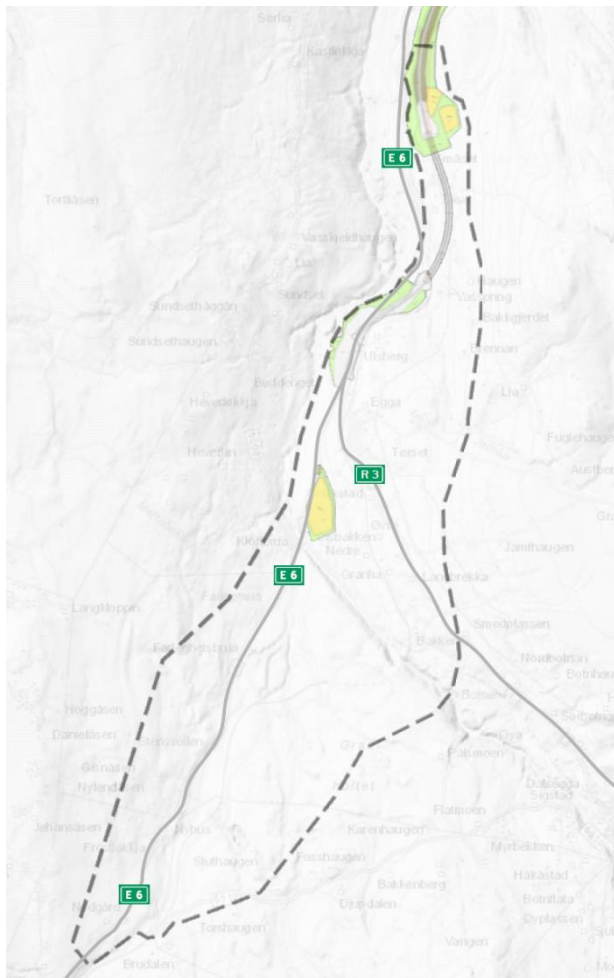


Figur 3: Oversikt over aktuelle deponier med kapasitet langs vestre trase.



Figur 4: Oversikt over aktuelle deponier med kapasitet langs østre trase.

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		
Massedepoier	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 laget en ingeniørgeologisk rapport for reguleringsplan for høye skjæringer på hele veistrekningen (Ulsberg – Vindåsliene) der en av skjæringene er på strekningen Fossum – Skogheim [1].

Det er tidligere laget en ingeniørgeologisk rapport for reguleringsplan for strekningen for løsning med E6 i tunnel ved Ulsberg [2].

I forbindelse med reguleringsplanen har Sweco utført seismikk i skråningene der det er planlagt en høy fylling ved Ulsberg. Seismikken er vist i [1] og i vedlegg 1.

I forbindelse med tidligere reguleringsplanarbeid har Sweco utført grunnboringer for deler av strekningen. Relevante grunnboringer er vist i [1], [2] og vedlegg 1.

3.2 Undersøkelser utført i forbindelse med denne reguleringsplanen

3.2.1 Befaringer

Befaringer i området er utført en rekke ganger på strekningen mellom våren 2020 til høsten 2022 av ingeniørgeologer i Rambøll: Stein Vegar Rødseth, Werner Stefanussen, Sverre Paulsen Thoresen, Endre Kjærnes Øen og Torgeir Fiskum Hansvik. Det er benyttet drone for oversiktsbilder. Det er gjort befaringer både når det var snøfritt og med snødekke.

3.2.2 Grunnboringer

Det er utført grunnboringer i området langs regulert strekning [3], [4]. Resultatene er vist på tegninger og vedlegg 1 i denne rapporten. Se geoteknisk rapport for denne reguleringsplanen

3.2.3 Seismikk

Det er gjort seismiske undersøkelser over den prosjektert Granholtet tunnel som er i linjen for østre alternativ [5], men ikke i direkte kontakt med skjæringene på parsellen.

3.2.4 LA-test, Mikro-Deval

Det er tatt 3 prøver av bergmasse som er analysert i lab for egnethet i vei. Prøver er tatt i profil 7760 (Granodioritt) og ved profil 10300 og profil 11420 i Metagråvakke.

Resultater for av LA-test/Mikro-Deval for Silt og gråvakke (Profil 10300, ca 300 meter øst for vestre alternativ) [6]:

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) [6]:

Los Angeles: 12, Micro-Deval: 14

Resultater for LA-test/Mikro-Deval for granodioritt (Profil 7760, østre linje av granodioritt) [7]:

Los Angeles: 16, Micro-Deval: 12

Se Figur 18 for oversikt over hvor prøvene er tatt.

3.2.5 Miljøundersøkelser

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

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:

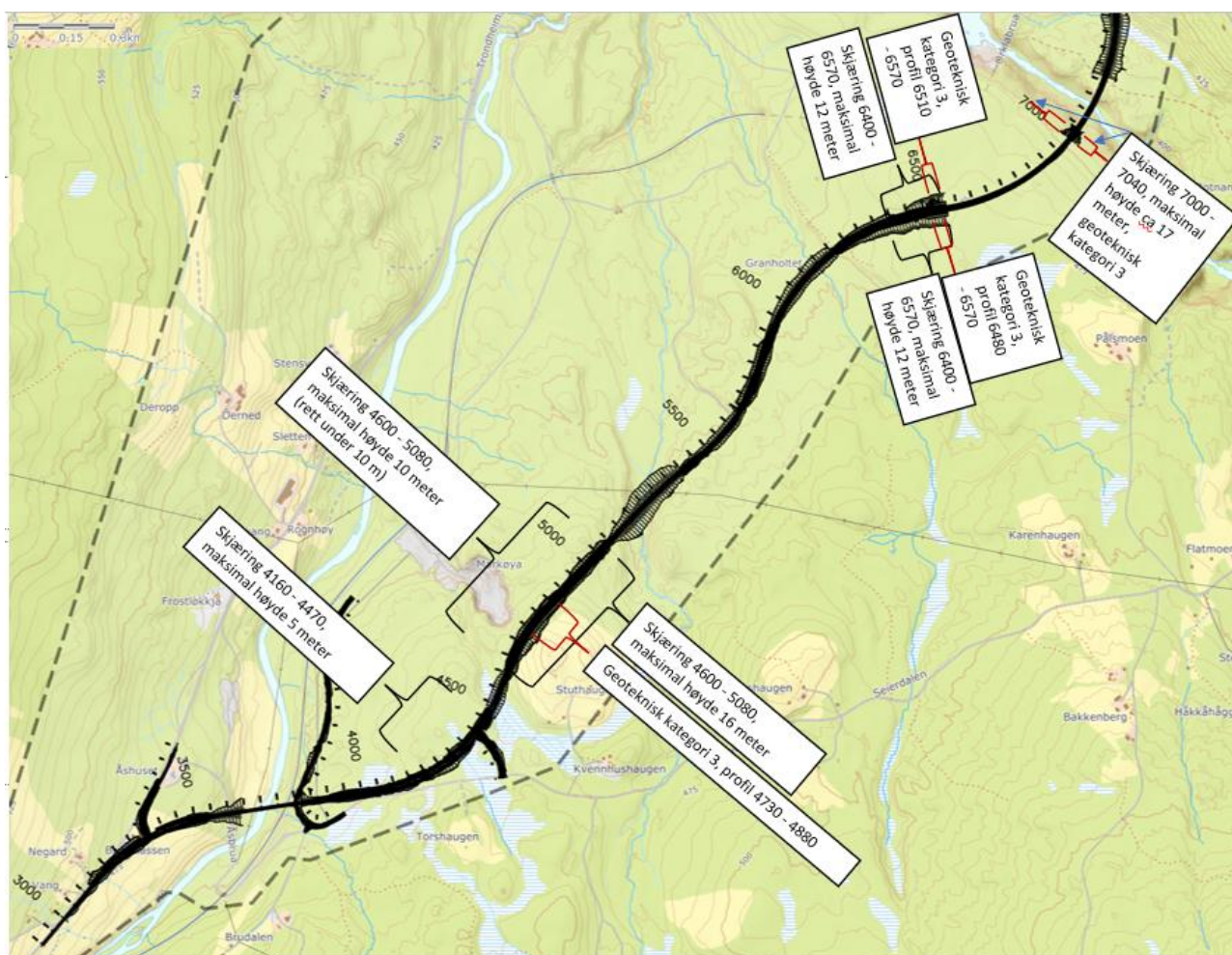
- SVV håndbok N200 Vegbygging [8]
 - Eurokode 7 [9]
 - NS 8141:2001 Vibrasjoner og støt, 2. utg. 2001 [10]
 - NBG Eurokode 7 Geoteknisk prosjektering, Veileder [11]
- Nye versjon av N200 er utgitt i juni 2021, men det er benyttet håndbøker som var gjeldene ved prosjekteringsoppstart.

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

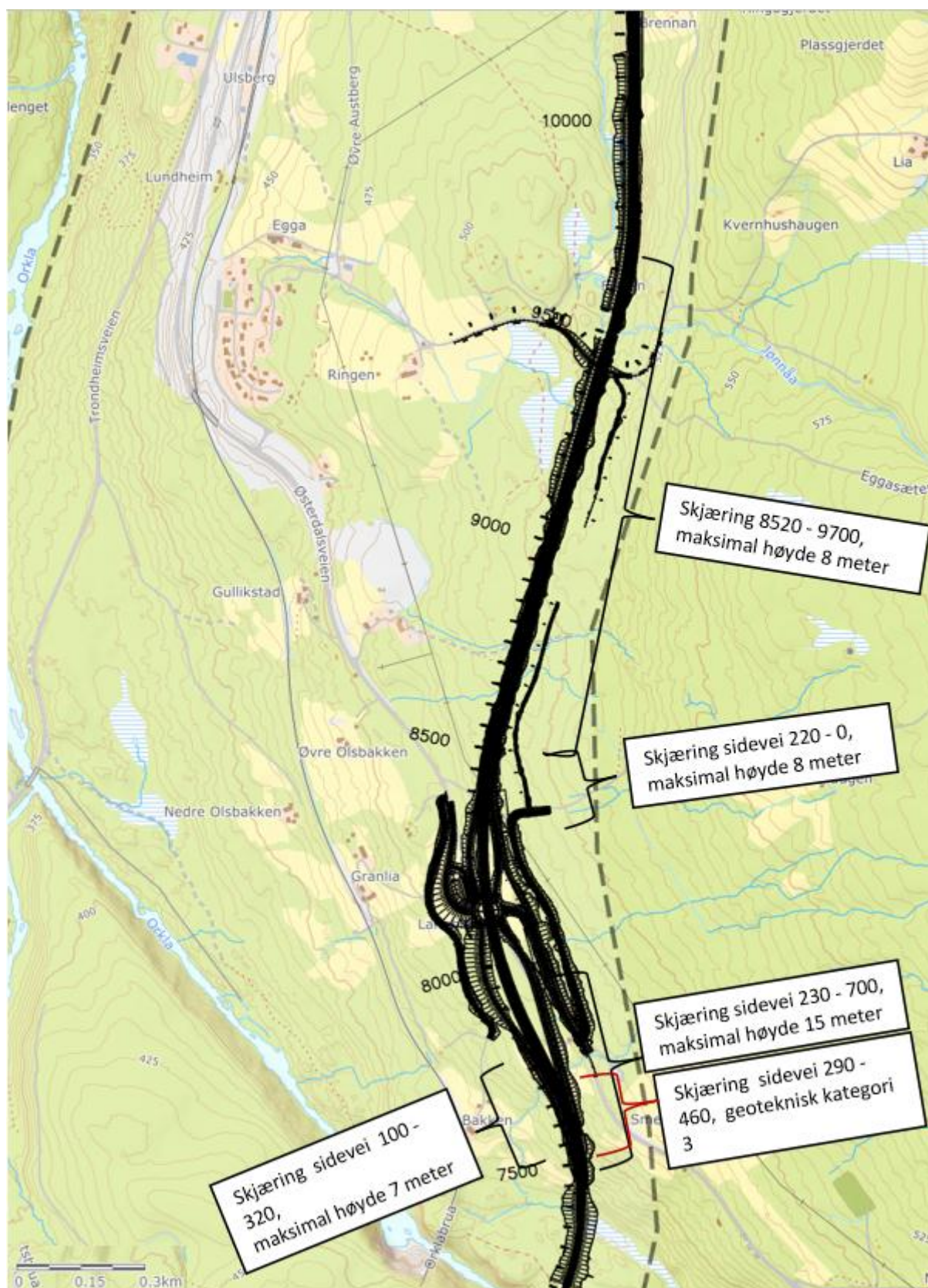
- Novapoint modell, Rambøll, 2021
- Berggrunnskart fra NGU, 1:50 000 [12]
- Kvartærgeologisk kart fra NGU, 1:250 000 [13]
- NGU Radon aktsomhetskart [14]
- NGU GRANADA, grunnvannsdatabase [15]
- Aktsomhetskart skred, skredhendelser fra NVE Atlas [16]
- Detaljregulering Ulsberg – Vindåsliene - Ingeniørgeologisk rapport skjæringer i berg [1]
- Detaljregulering for E6 Ulsberg – Vindåsliene, ingeniørgeologisk rapport – Ulsberg tunnelen [2]

5 Oversikt skjæringer profil 2900-13150

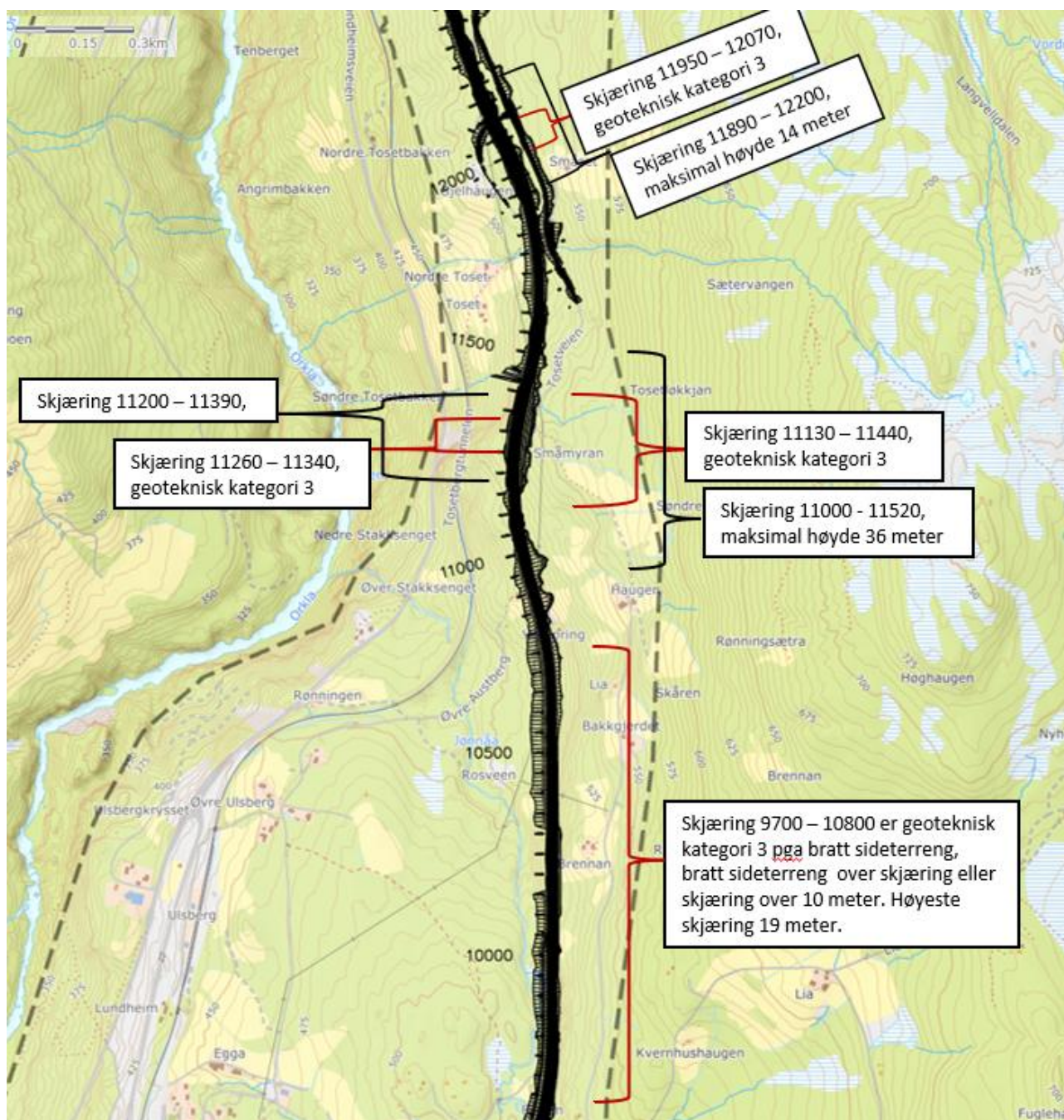
Figur 6 - Figur 9 viser oversiktskart over skjæringene på strekningen der skjæringene som havner i geoteknisk kategori er markert spesielt.



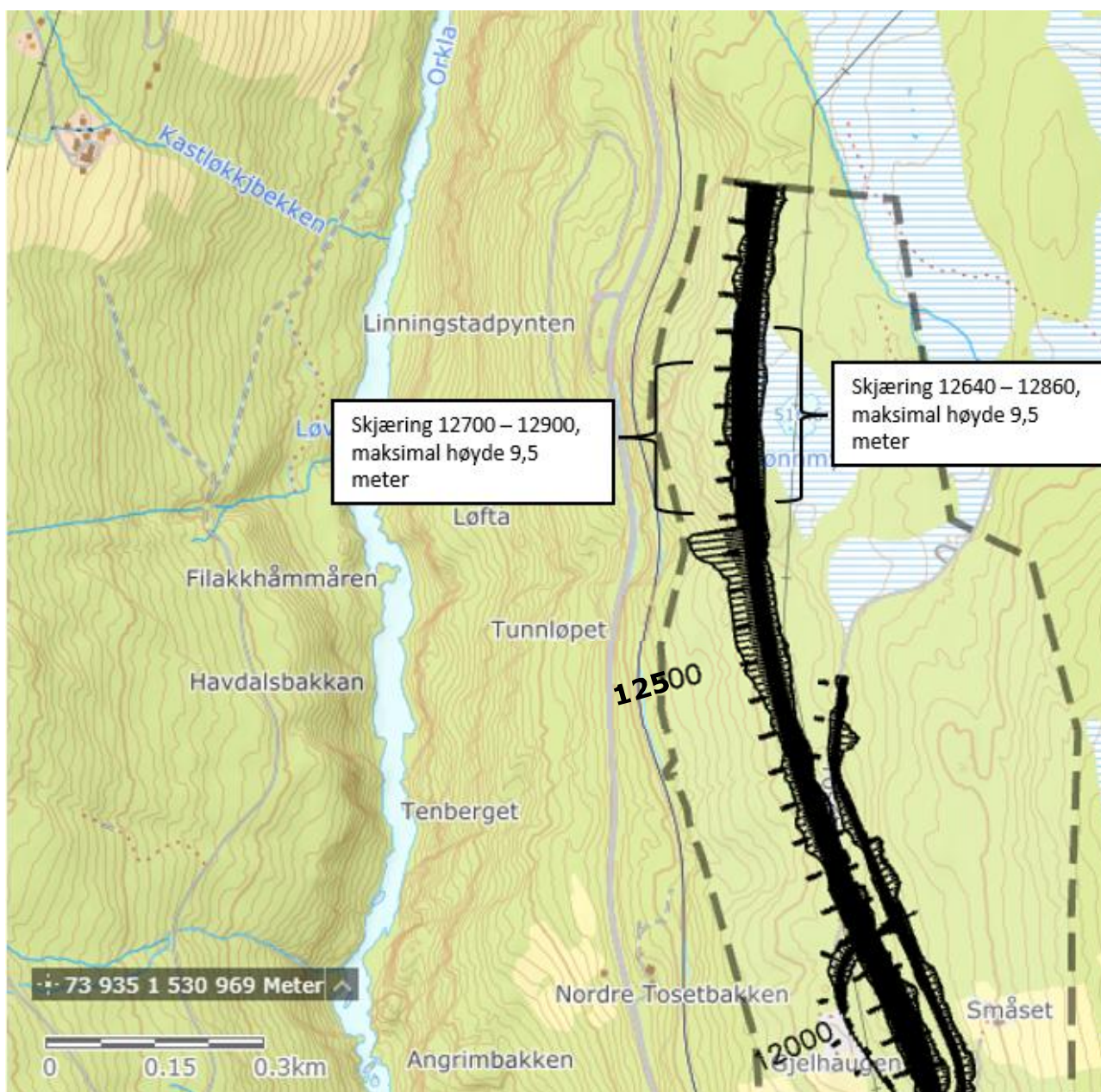
Figur 6: Oversiktskart av veitrase mellom Nedgård og Toset del 1



Figur 7 Oversiktskart av veitrase mellom Nedgård og Toset del 2



Figur 8 Oversiktskart av veitrase mellom Nedgård og Toset del 3



Figur 9 Oversiktskart av veitrase mellom Nedgård og Tøset del 4

6 Myndighetskrav, Geoteknisk kategori og skjæringer i kategori 2 og 3

Ifølge håndbok N200 [8] 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.

For hovedlinjen vil vi få bergskjæringer høyere enn 10 meter og skjæringene faller således inn under geoteknisk kategori 3. Det er også sidebratt terreng som gjør at de faller inn under kategori 3 i forhold til punkt 4 i punktlisten over angående skrånende terreng hvor skredfare og stabilitet må håndteres. Det må også tas hensyn til deler av punkt 5 angående umiddelbar nærhet til infrastruktur. Bergskjæringer i geoteknisk kategori 2 og 3 er vist i Tabell 2.

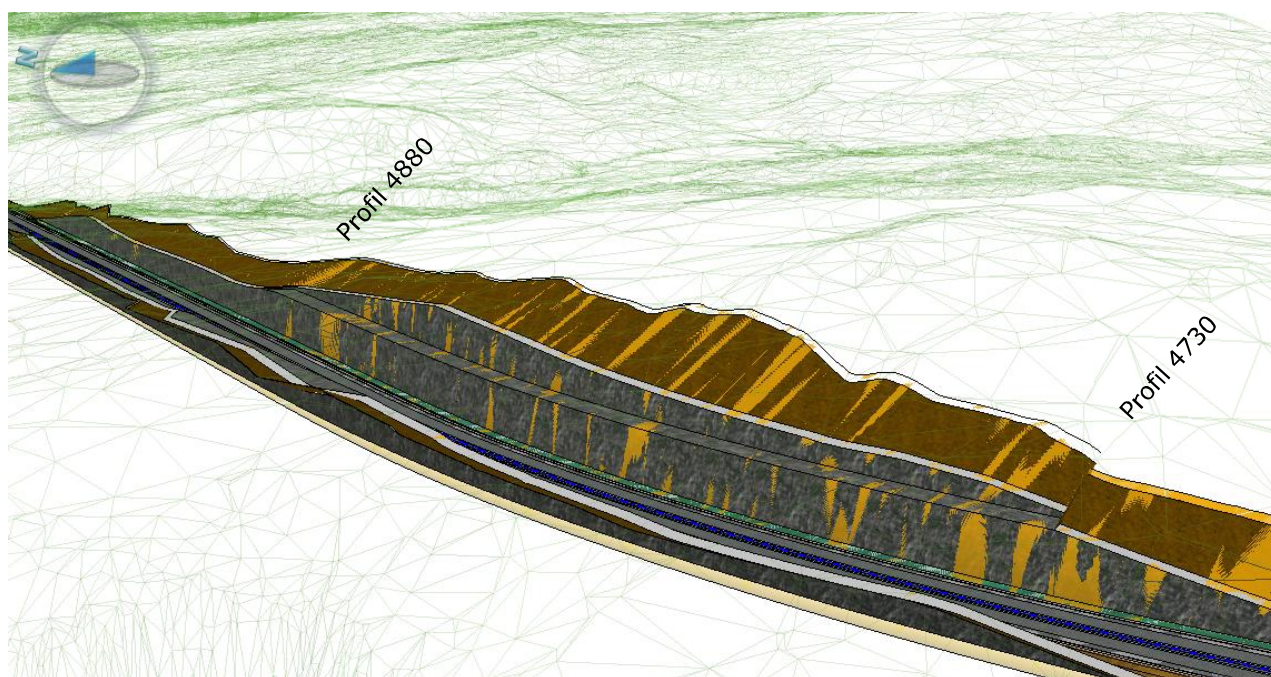
Tabell 2: Oversiktstabell av bergskjæringer som befinner seg i geoteknisk kategori 2 og 3 for østlig alternativ.

Side av vei	Profilnummer		Høyde [m]	Geoteknisk kategori	Begrunnelse
	Fra	til			
Vest	4160	4470	5-6	2	Maks høyde 6 m
Øst	4600	4730	5-10	2	Maks 10 m
Øst	4730	4880	10-16	3	> 10 m
Øst	4880	5060	5-10	2	Høyde 5-10 m
Vest	4600	5080	5-10	2	Høyde 5-10 m
Nord, vestre forskjæring	6400	6510	5-10	2	Høyde 5-10 m (forskjæring sør)
Nord, vestre forskjæring	6510	6570*	10-12	3	> 10 m
Sør, vestre forskjæring	6400	6480	5-10	2	Høyde 5-10 m
Sør, vestre forskjæring	6480	6570*	10-12	3	> 10 m
Øst, østre forskjæring	7000	7020	0 -10	3	Bratt terreng
Øst, østre forskjæring	7020	7040	10-17	3	10-17 og bratt terreng
Vest, østre forskjæring	7000	7020	0 - 10	3	Bratt terreng
Vest, østre forskjæring	7020	7040	10-19	3	0-19 m og bratt terreng
Øst	230	290	0-10	2	Høyde 5-10 m
Sidevei øst	290	460	10-15	3	> 10 m
Sidevei øst	460	700	10-15	3	> 10 m
Sidevei vest	100	320	5-10	2	Høyde 5-10 m

Sidevei øst	0	220	5-10	2	Høyde 5-10 m
Øst	8520	9700	5-10	2	Høyde 5-10 m
Øst	9700	10000		3	Bratt sideterreng
Øst	10000	10360	10-19	3	> 10 m og bratt sideterreng
Øst	10360	10800		3	Bratt sideterreng
Øst	11000	11130	5-10	2	Høyde 5-10 m
Øst	11130	11440	10-35	3	> 10 m
Øst	11440	11520	5-10	2	Høyde 5-10 m
Vest	11200	11260	5-10	2	Høyde 5-10 m
Vest	11260	11340	10-13	3	> 10 m
Vest	11340	11390	5-10	2	Høyde 5-10 m
Øst	11890	11950	5-10	2	Høyde 5-10 m
Øst	11950	12010	10-13	3	> 10 m
Øst	12010	12200	5-10	2	Høyde 5-10 m
Øst	12640	12860	5-10	2	Høyde 5-10 m
Vest	12700	12900	5-10	2	Høyde 5-10 m

* = Tunnelpåhugg kan bli justert til profil 6600

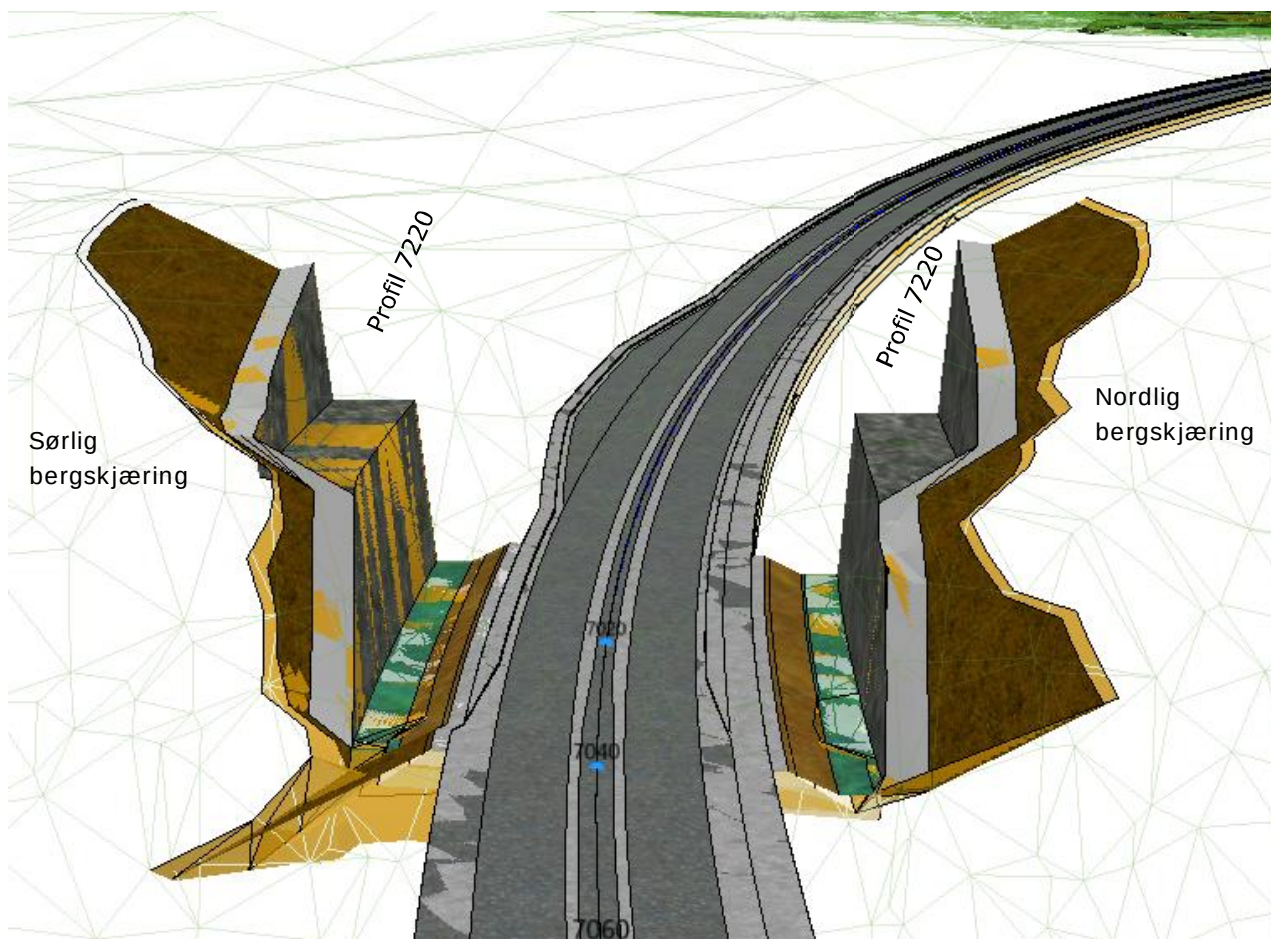
Figur 10 - Figur 17 viser skjæringene som er vurdert å havne i geoteknisk kategori 3 spesielt.



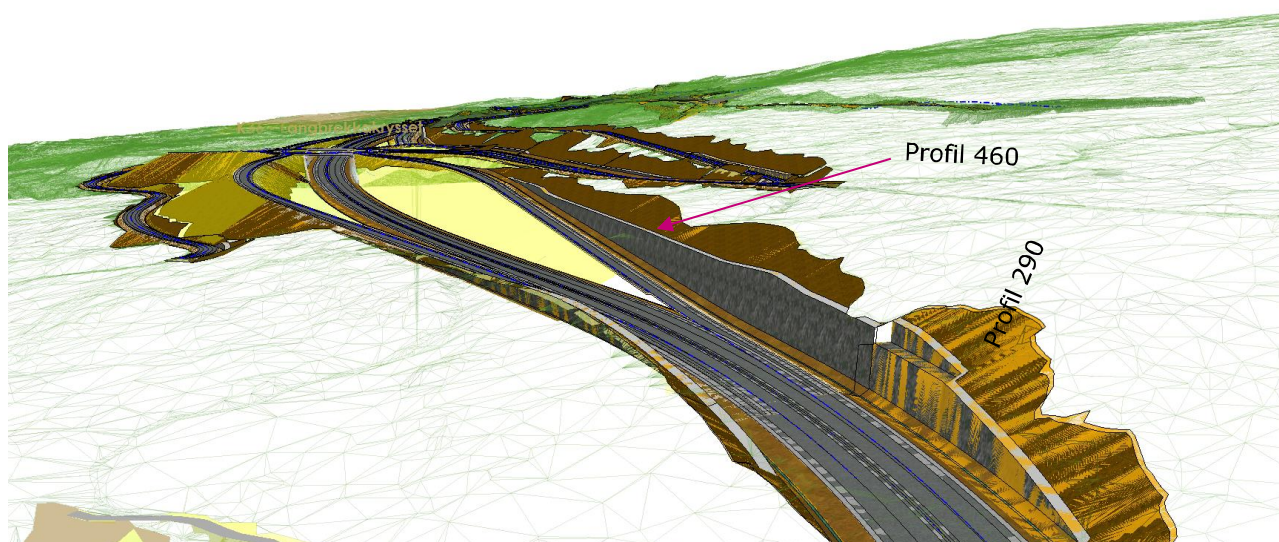
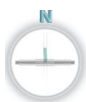
Figur 10: Østlig bergskjæring ved profilnummer 4730-4880 har høyde >10 meter i forhold til ferdig vei og befinner seg i Geoteknisk kategori 3.



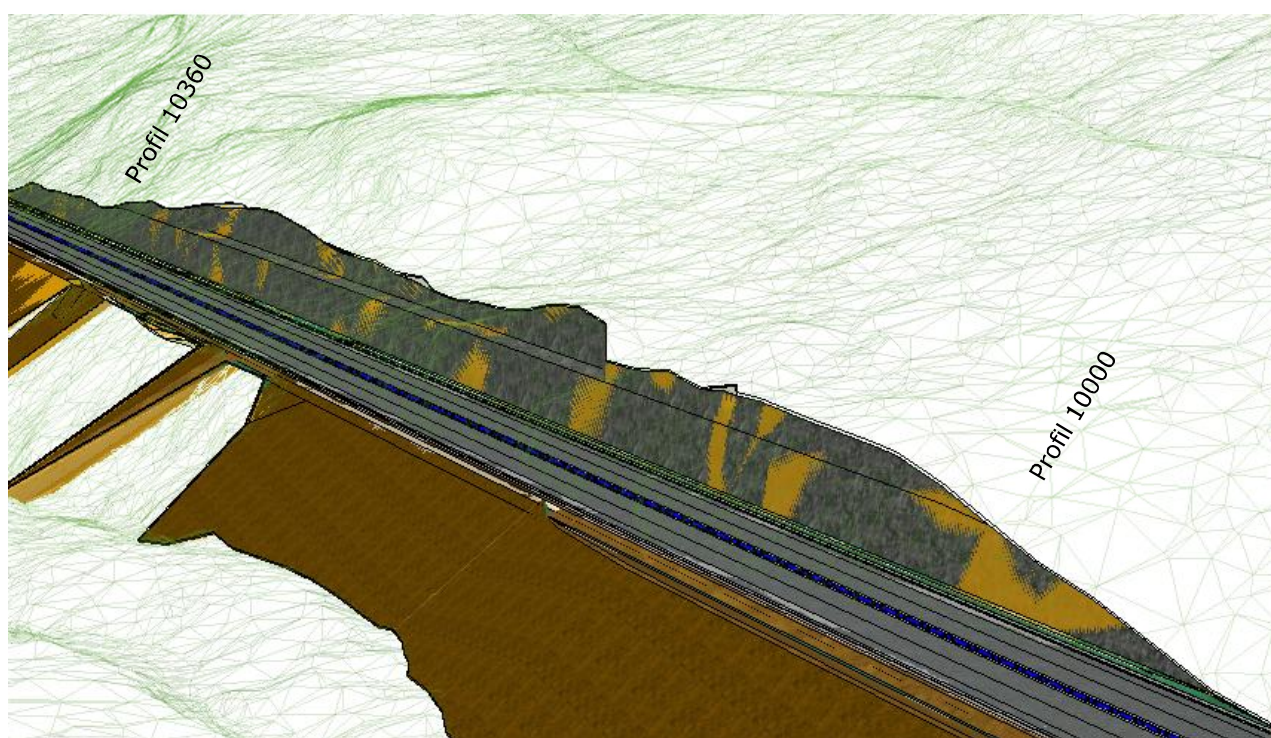
Figur 11: Nordre bergskjæring har profilnummer 6510-6570 har høyde >10 meter og søndre bergskjæring ved profilnummer 6480-6570 har høyde >10 meter og befinner seg i geoteknisk kategori 3. (Tunnelpåhugg kan bli justert til profil 6600. Skjæring vil være i geoteknisk kategori 3.)



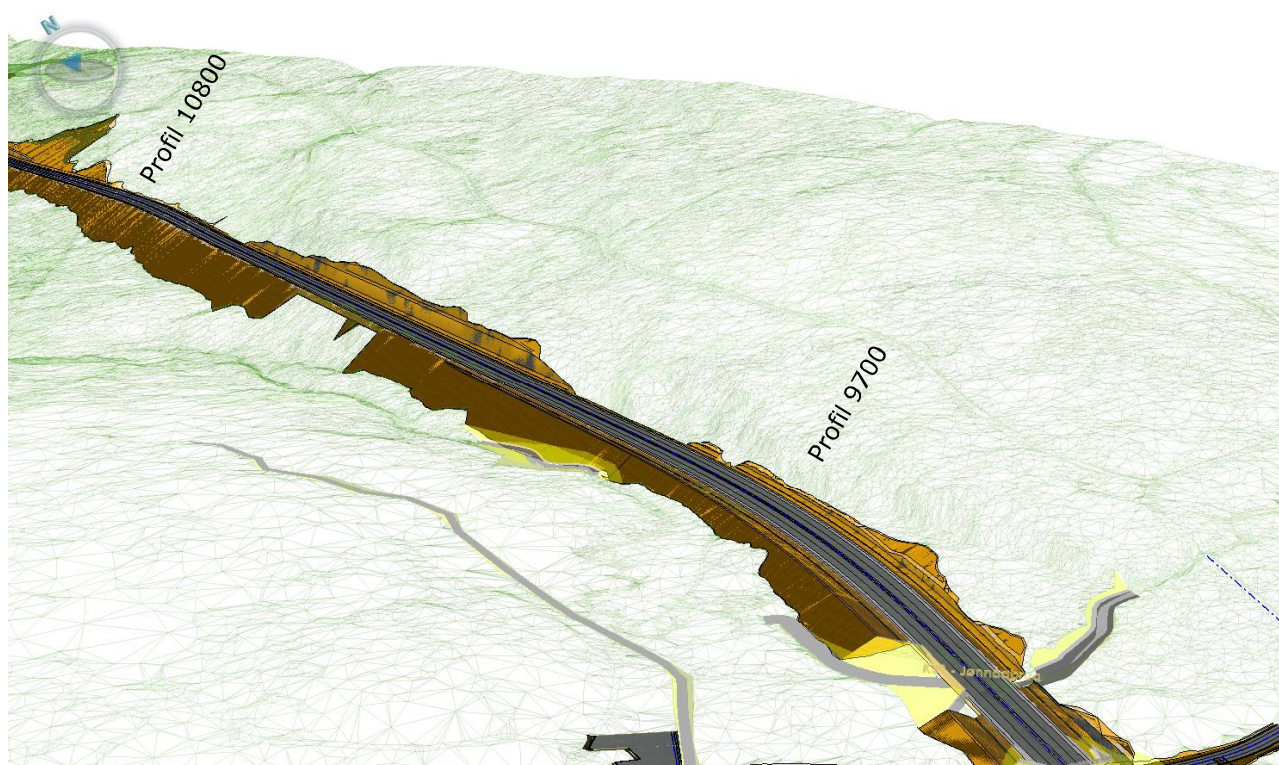
Figur 12: Nordlig og sørlig bergskjæring ved profilnummer 7000-7020 har høyde >10 meter i forhold til ferdig vei og befinner seg i geoteknisk kategori 3.



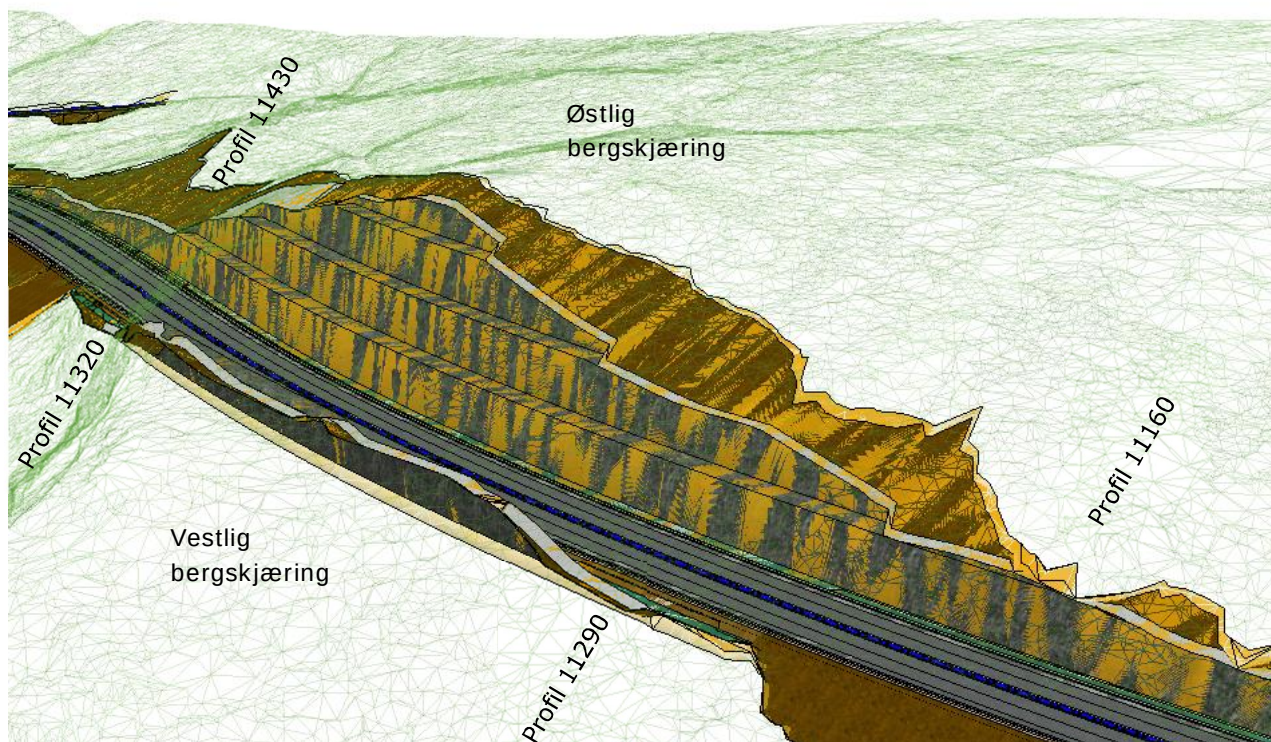
Figur 13: Østlig bergskjæring ved profilnummer 290 - 460 ved langs avkjøringsrampe har høyde >10 meter og befinner seg i geoteknisk kategori 3.



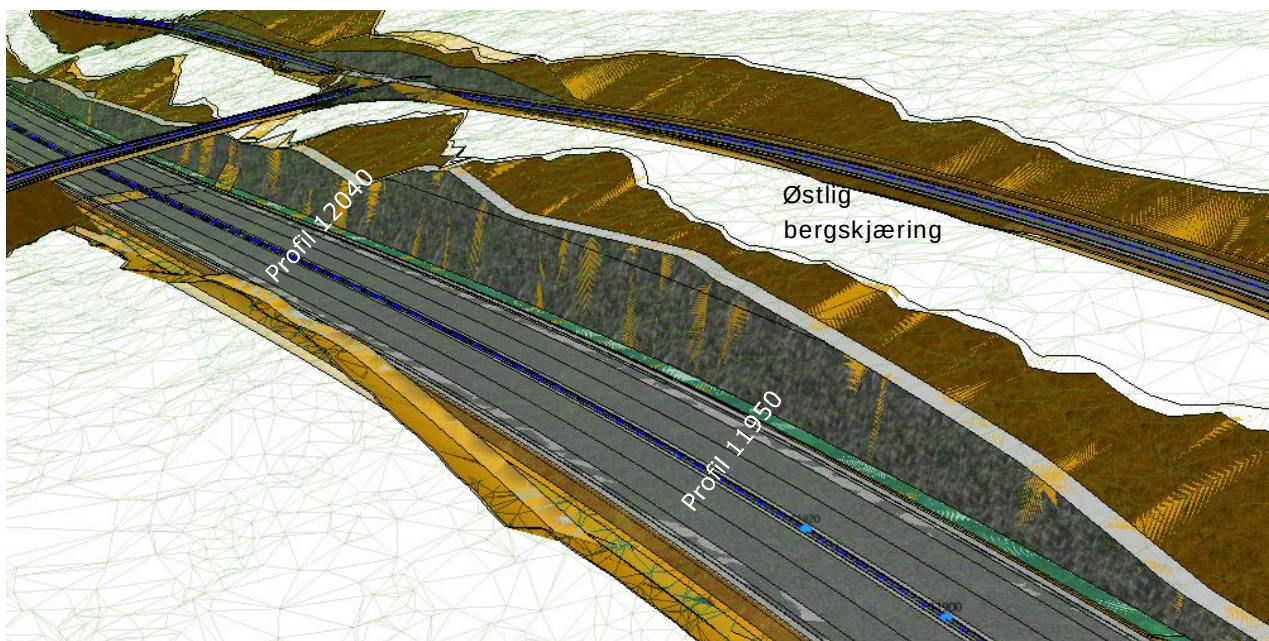
Figur 14: Østlig bergskjæring ved profilnummer 10000-10360 har høyde >10 meter i forhold til ferdig vei og er i geoteknisk kategori 3.



Figur 15: Veistrekning mellom profilnummer 9700-10800 er i geoteknisk kategori 3 pga bratt sideterreng på overside av vei. Se også Figur 14.



Figur 16: Østlig bergskjæring ved profilnummer 11160-11430 har høyde >10 meter i forhold til ferdig vei. Vestlig vendt bergskjæring har høyde >10 meter ved profilnummer 11290-11320. Strekinger ligger i geoteknisk kategori 3.



Figur 17: Østlig bergskjæring ved profilnummer 11950-12040 har høyde >10 meter i forhold til ferdig vei og er i geoteknisk kategori 3.

Faktadel

7 Grunnforhold – Faktadel

7.1 Bergarter og regionalgeologi

I henhold til berggrunnskart fra NGU [12] 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. Størendekket tilhører den vestre lavmetamorfe delen av Trondheimsdekketkomplekset. 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.

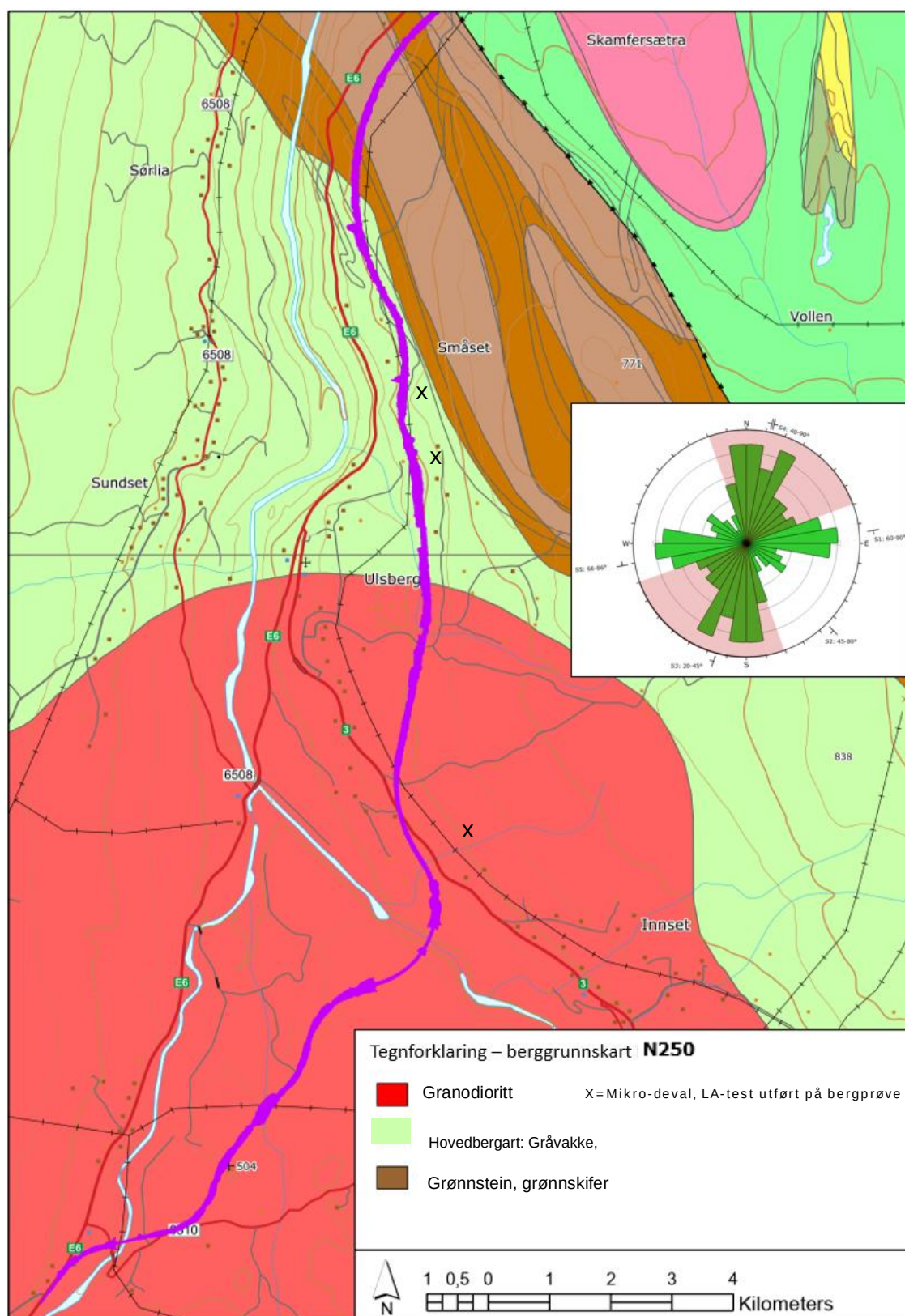
På grunn av den metamorfe karakteren av bergartene i området forventes det variasjoner i bergartenes sammensetning og grad av omdanning. Traseen er for det meste ikke dekt av 1:50 000 kart og det er brukt i 1:250 000 for hele strekningen.

Fra NGU sitt berggrunnskart, se Figur 18, ser man at de aktuelle bergartene langs traseen vil kunne være hyperstenførende granodioritt, gråvakke, grønnstein og grønnskifer, grønn båndet tuffitt og grønn fyllitt. 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 er omdannet vulkanitter av mafisk sammensetning. Kan opptre med strukturer som putelava eller skifrihet. Ved økt metamorfose vil grønnstein opptre som grønnskifer. Hovedmineralene er albitt, kloritt, amfibol og epidotmineraler.

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



Figur 18: Berggrunnskart fra NGU. Kartet er i format N250.

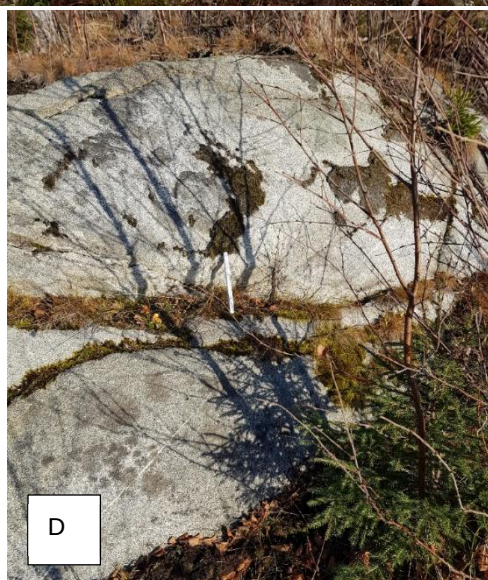
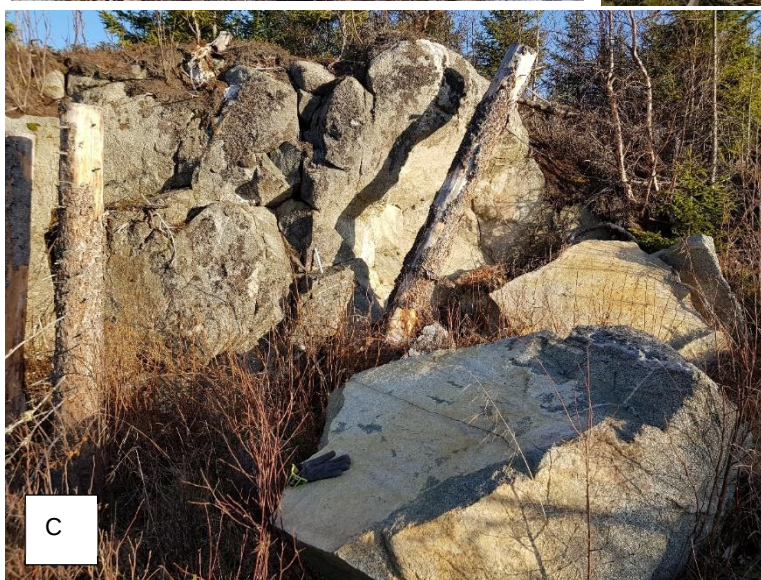
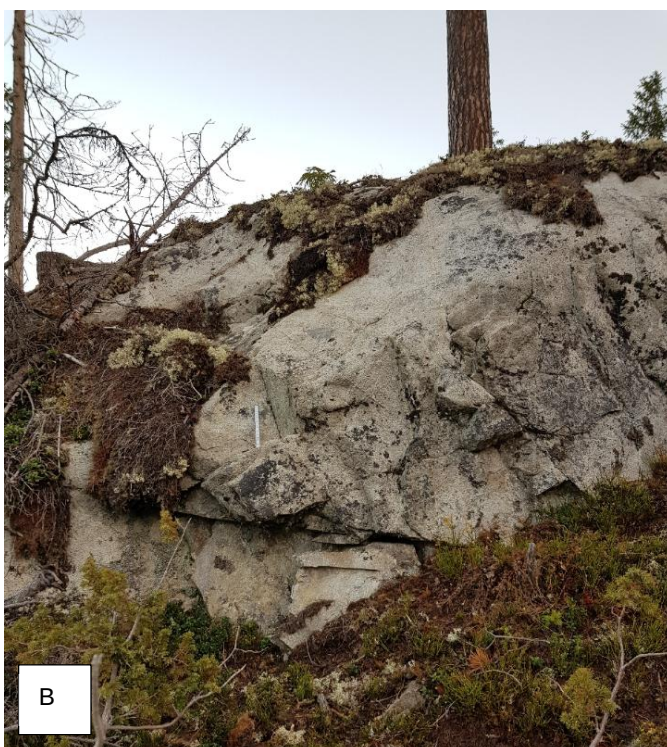
7.2 Bergmassebeskrivelse

Fra befaring ble granodioritt og metaleirstein/gråvakke observert. Granodioritten kan karakteriseres som uforvitret til lett forvitret med stedvis litt synlig oksideringslag. Oppsprekkingsgrad varierer lokalt mellom lite til høy oppsprekking, men kan generelt beskrives som middels oppsprukket. Se Figur 19 og Figur 20 for kartlegging av granodioritt mellom profilnummer 4700-9390. Ved Markøya Pukkverk er granodioritten massiv, grå-blå farget og middelskornet. Ved profilnummer 7500-9390 blir granodioritten lysere.

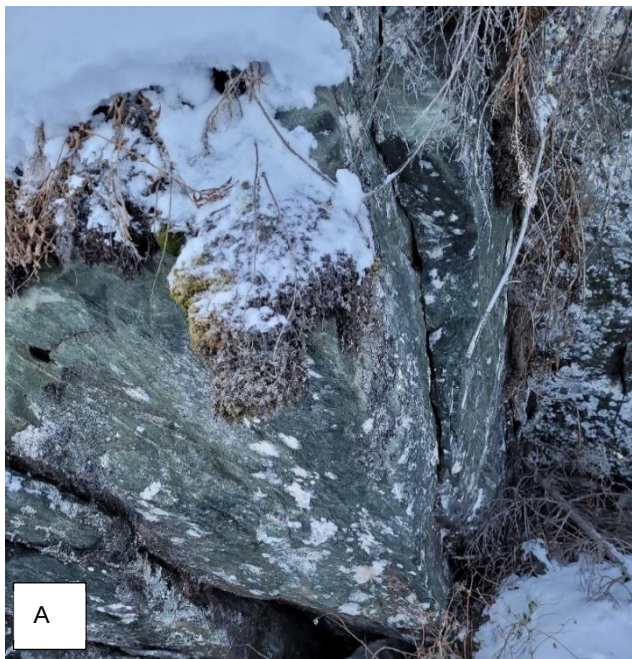
Metaleirskiferen/gråvakken ble observert fra profilnummer 9800 til 12410. Gråvakken fremstår som massiv og grønn-lysegrå farget. Rambøll sin kartlegging stemmer godt overens med NGU sitt berggrunnskart. Bilder av bergmassen er vist i Figur 21 og Figur 22.



Figur 19: Markøya Pukkverk. Østre alternativ vil passere like ved steinbruddet og bruddveggen vist på bildet. Omtrent profilnummer ved passering er 4700-4750. Granodioritt blir utvinnet i steinbruddet.



Figur 20: Bergblotning av granodioritt. A) Profilnummer 9390. B) Profilnummer 9050. C) Profilnummer 8000. D) Profilnummer 7500.



Figur 21: Bergblotninger kartlagt av gråvakke. A) Gråvakke ved profilnummer 9800. B) Gråvakke ved profilnummer 10490. C) og D) Gråvakke ved profilnummer 11350. E) Gråvakke ved profilnummer 11525.



Figur 22: Bergblotninger av metaleirstein/gråvakke kartlagt ved Nordre Tøset og profilnummer 820 (lokalvei), eller profilnummer 12410.

7.3 Oppsprekking

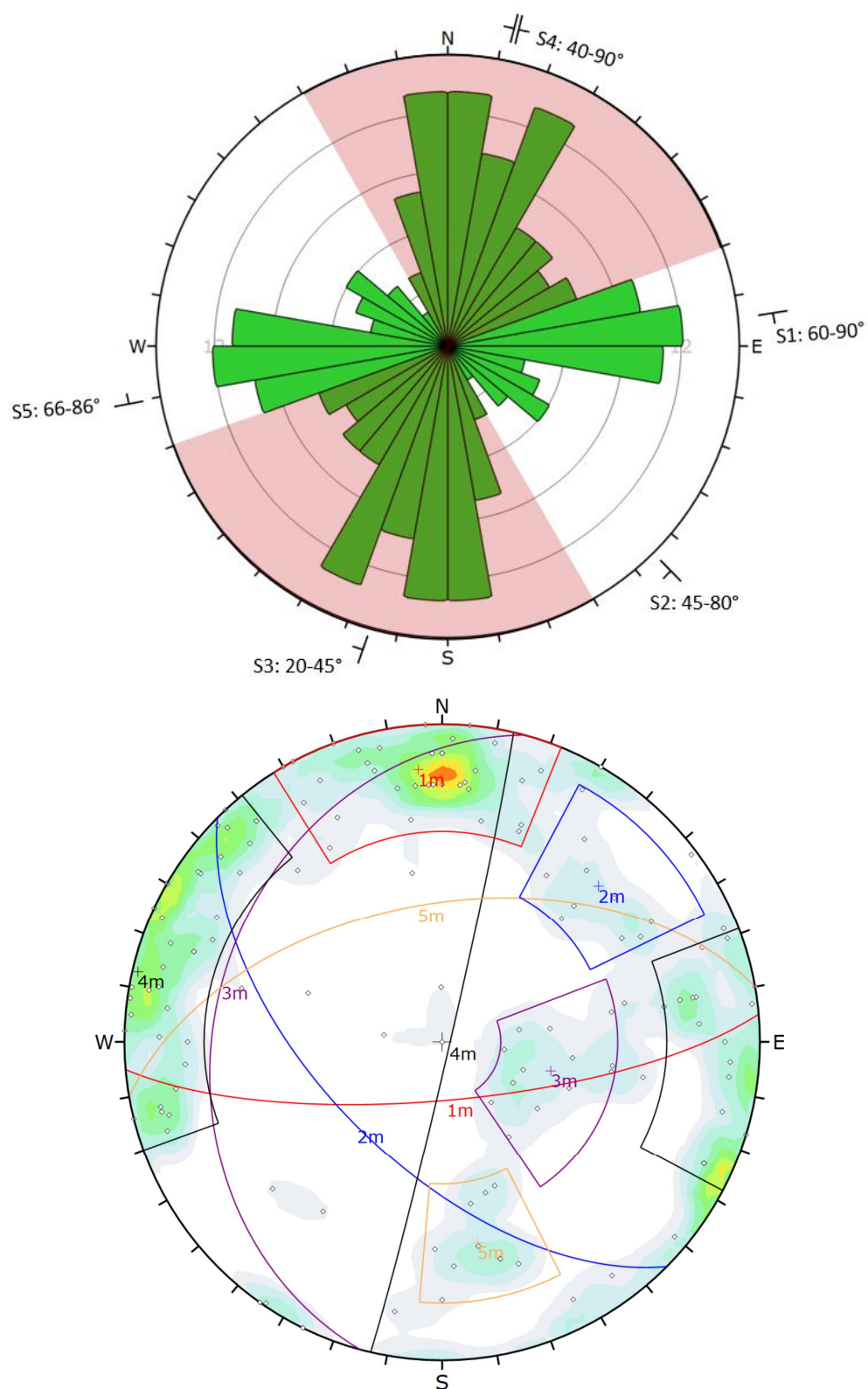
Det ble utført sprekkekartlegging i terrenget langs planlagt trasé. I søndre del av traséen, sør for Orkla, var det sparsomt med bergblotninger. Nord for Orkla er det kartlagt sprekker og bergblotninger sammenhengende langs traséen. Det er kartlagt sprekker i granodioritt og gråvakke, så det skilles ikke mellom sprekketetthet i ulike bergarter.

Det er laget en sprekkeros og ett polplott. Sprekkerosen er vist på berggrunnsgeologisk kart i Figur 18 og i Figur 23.

I Figur 23 kan man se sprekkeros og polplott fra området. Fra figurene kan man se at det er sprekkeseett S1 og S4 som dominerer i bergmassen, men at det kan forekomme lokale variasjoner i hvilke sprekker som er mer fremtredende, og avhenger også av hvilken orientering bergskjæringen har. Sprekkene fremstår som plan-ru og fersk sprekkeloverflate stedvis med oksidasjonsforvitring i leirsteinen. Sprekketettheten i bergmassen varierer mellom 0.2-2 meter og er 2-5 meter gjennomsettende. Spesielt i leirsteinen kan sprekketettheten øke og befinne seg rundt 0.2-0.5 meter, se Figur 22.

Oppsprekningsgrad varierer lokalt mellom lite til høy oppsprekking, men kan generelt beskrives som middels oppsprukket, se Figur 19 som viser bruddveggen ved Markøya Pukkverk hvor østre alternativ kommer til å passere på oversiden. Sprekketettheten i veggen varierer, hvor øverste del har høyere tetthet. Det er uvisst hvordan sprengningen er utført inn mot bruddveggen.

Figur 23 viser resultatene fra sprekkekartlegging gjort for østre alternativ. Det ble observert fem tydelige sprekkeseett i området. Av disse var sprekkeseett S1 og S4 de mest framtredende.



Figur 23 Polplot og sprekkeidiagram for trase mellom profil 2000-13150. Lyserødt område indikerer variasjoner i trasé

7.4 Løsmasser - Kvartærgeologi

I henhold til kvartærgeologisk kart fra NGU [24] så består løsmassene langs traseen av morenemateriale, breelvavsetning, elve- og bekkeavsetninger, torv og myr og humusdekke. Figur 24 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.

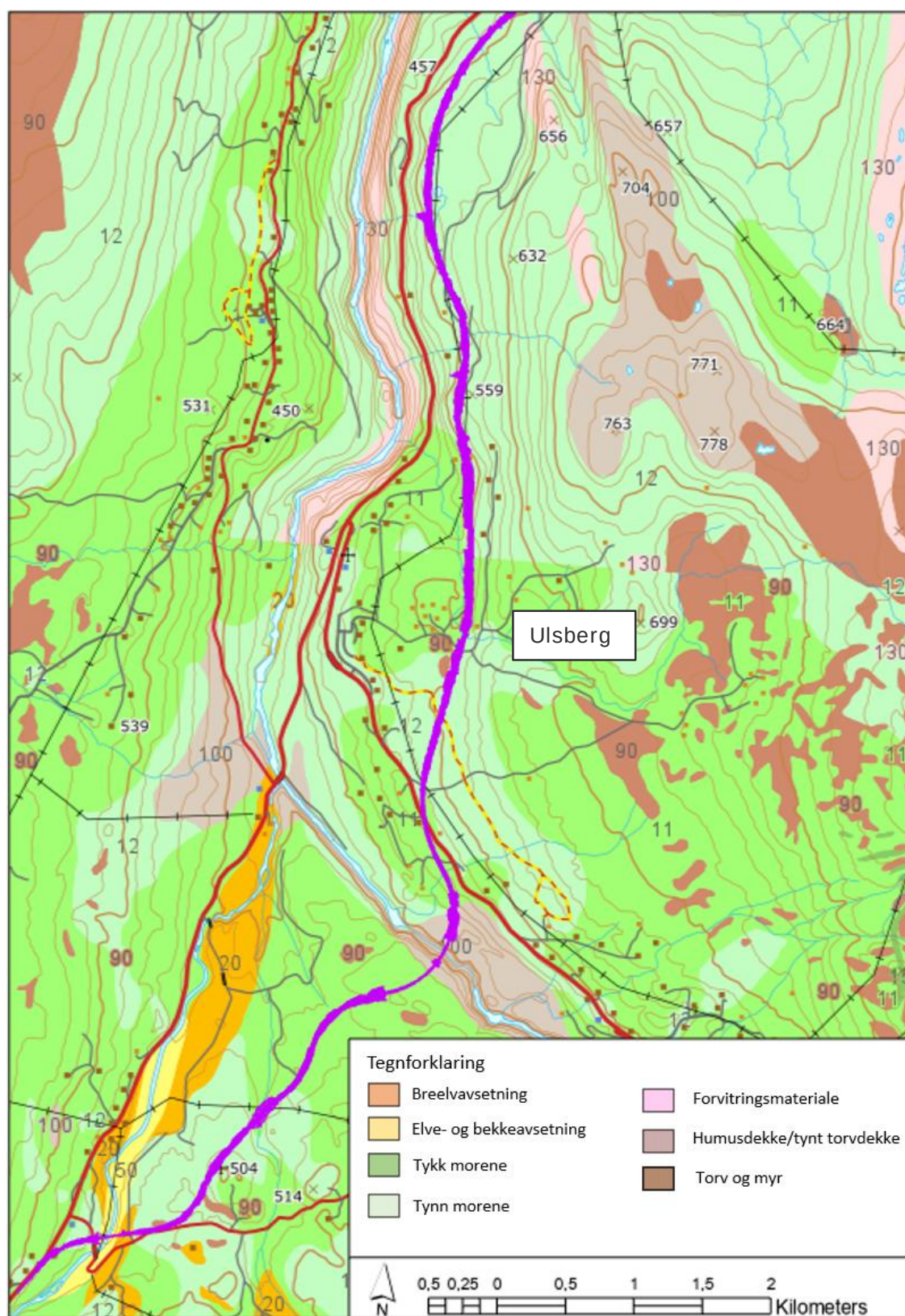
Morenematerialer er plukket, transportert og avsatt av isbreer. Ifølge kartbeskrivelsen til NGU er materialet hardt sammenpakket og dårlig sortert med kornstørrelse fra leir til blokk. Områdene med tynt dekke utviser en mektighet på inntil rundt 0,5 meter. De tykke moreneavsetningene kan ha en tykkelse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

Grunnboringer hentet fra Granada [22] viser i hovedsak en løsmassemekthet på 0-5 meter langs planlagt trasé.

Hele planområdet ligger over marin grense.



Figur 24: Løsmassekart fra NGU. Veilinja vil gå igjennom morene av varierende tykkelse, men også krysse over eller tett opptil breelavsetninger, 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 [15] og kan sees i Figur 25. I området langs traséen er alle brønnene boret i berg. I figuren er det ingen brønner som ligger nærmere enn 100 meter fra linjen og blir direkte berørt. Kort beskrivelse av direkte berørte brønner kan sees under.

Brønner:

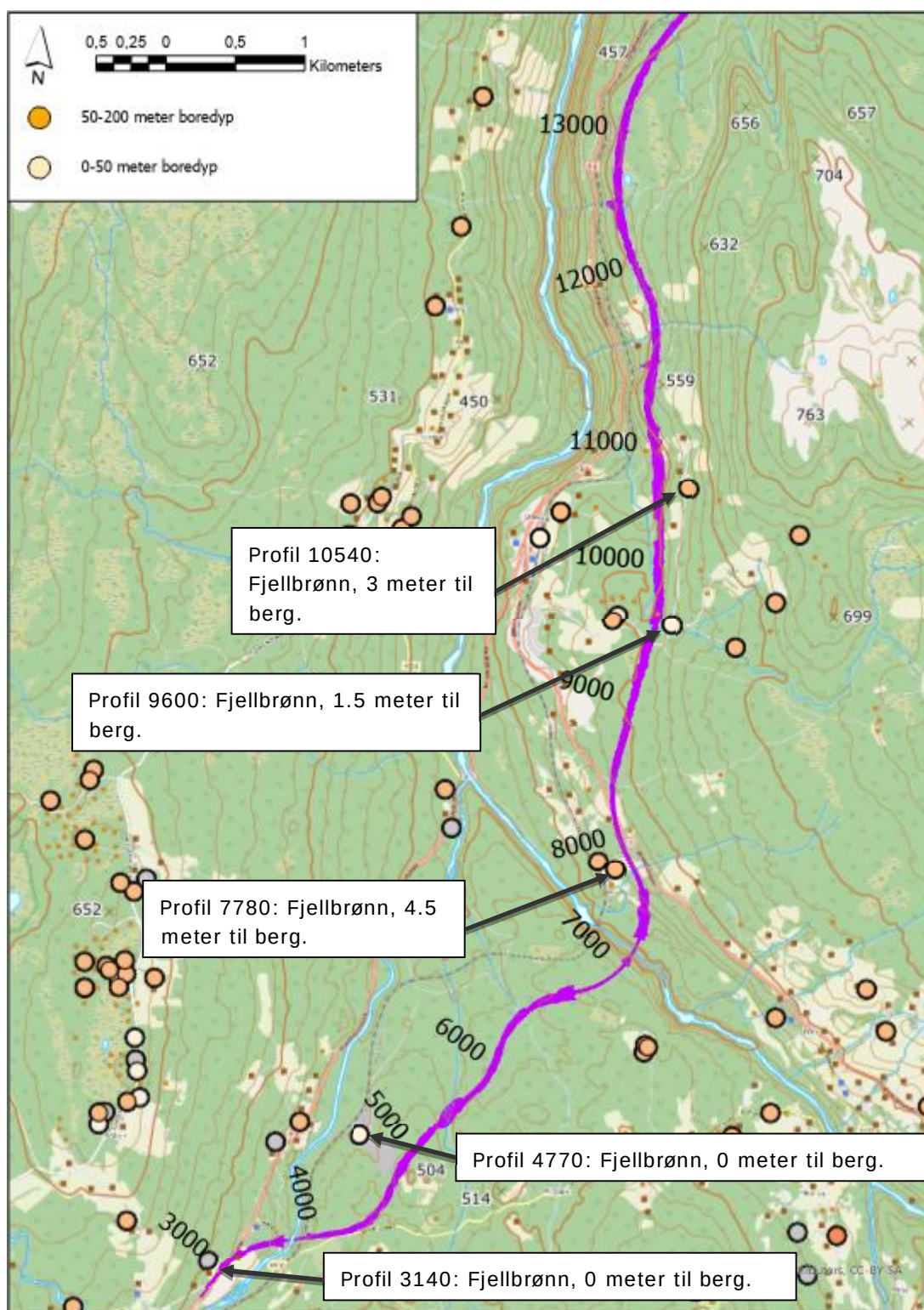
Brønn profil 3140 er beskrevet som fjellbrønn brukt til grunnvannsforsyning av en enkelt gård. Begrenset informasjon. Boret i 1975.

Brønn profil 4770 er ifølge Granada en fjellbrønn brukt til grunnvannsforsyning, brønnen er 36 meter dyp. Boret i 1959.

Brønn profil 7780 er ifølge Granada en fjellbrønn med borediameter 139 mm brukt til grunnvannsforsyning av hytte/fritidsbolig, brønnen er 100 meter dyp med 4.5 meter løsmassedekke. Foringsrør av stål på 6 meter. Boret i 2008.

Brønn profil 9600 er ifølge Granada en fjellbrønn med borediameter 135 mm brukt til grunnvannsforsyning av hytte/fritidsbolig, brønnen er 50 meter dyp med 1.5 meter løsmassedekke.

Brønn profil 10540 er ifølge Granada en fjellbrønn med borediameter 137 mm brukt til grunnvannsforsyning av hytte/fritidsbolig, brønnen er 110 meter dyp med 3 meter løsmassedekke. Foringsrør av stål på 9 meter. Boret i 2019.



Figur 25: Grunnvannsbrønner i profil 31240-10540. Det er kun fjellbrønner. Ingen brønner blir direkte berørt av veitrasé.

Vsnn, vannveier og myrer:

Figur 26 viser også større bekker som krysser traseen, 7 bekker er markert. Mindre bekker og dreneringsveier kan forekomme. Nedenfor er det listet opp profilnummer hvor det er forventet at bekker, elver og tjern er forventet å komme i konflikt med linjen. Ved profilnummer 7700, 13350 og 14000 er det forventet at bekk kan forårsake vann i bergskjæring. Ved profilnummer 12800-12860 ligger Tjønnyra på oversiden av en dobbeltsidig bergskjæring, og her kan det forekomme vann i bergskjæringen.

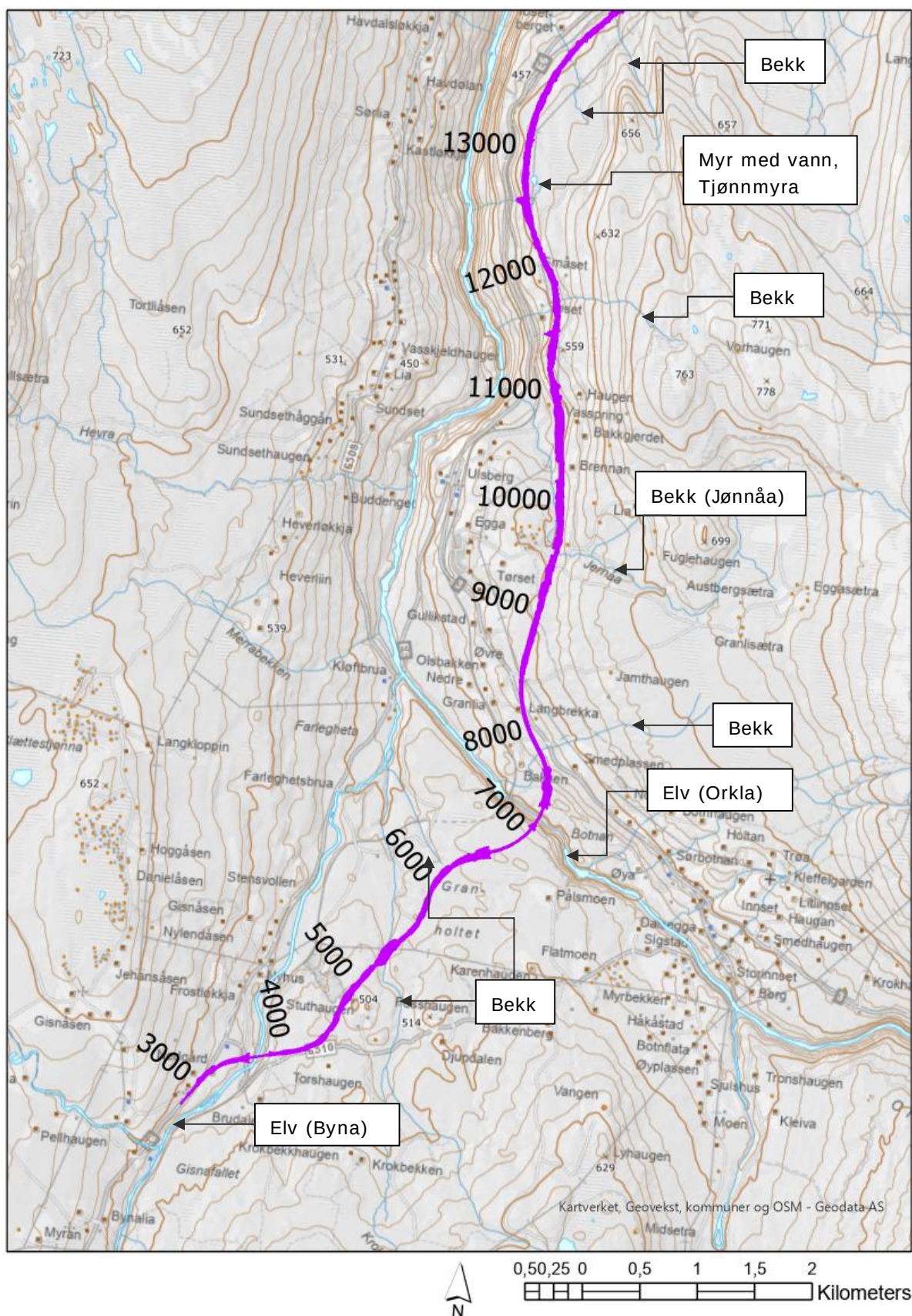
Bekk/Elv

- Bekk Profil 5150-5350: Bekk passerer linjen. Ikke planlagt bergskjæring.
- Bekk Profil 6140: Bekk passerer linjen. Ikke planlagt bergskjæring.
- Bekk Profil 7700: Bekk passerer planlagt vei. Planlagt bergskjæring.
- Bekk Profil 9500 (Jønnå): Stor bekk passerer planlagt vei. Ikke bergskjæring.
- Bekk Profil 11750: Bekk passerer planlagt vei. Ikke bergskjæring.
- Bekk Profil 13350: Bekk passerer planlagt vei. Planlagt bergskjæring.

- Elv (Byna). Linje krysser Bryna ved profil 3540-3820.
- Elv (Orkla). Linje krysser Orkla ved ca profil 7040-7220.

Vann

- Tjern (Tjønnyra) på østside av linje mellom profil 12800 – 12860. Planlagt dobbeltsidig bergskjæring.



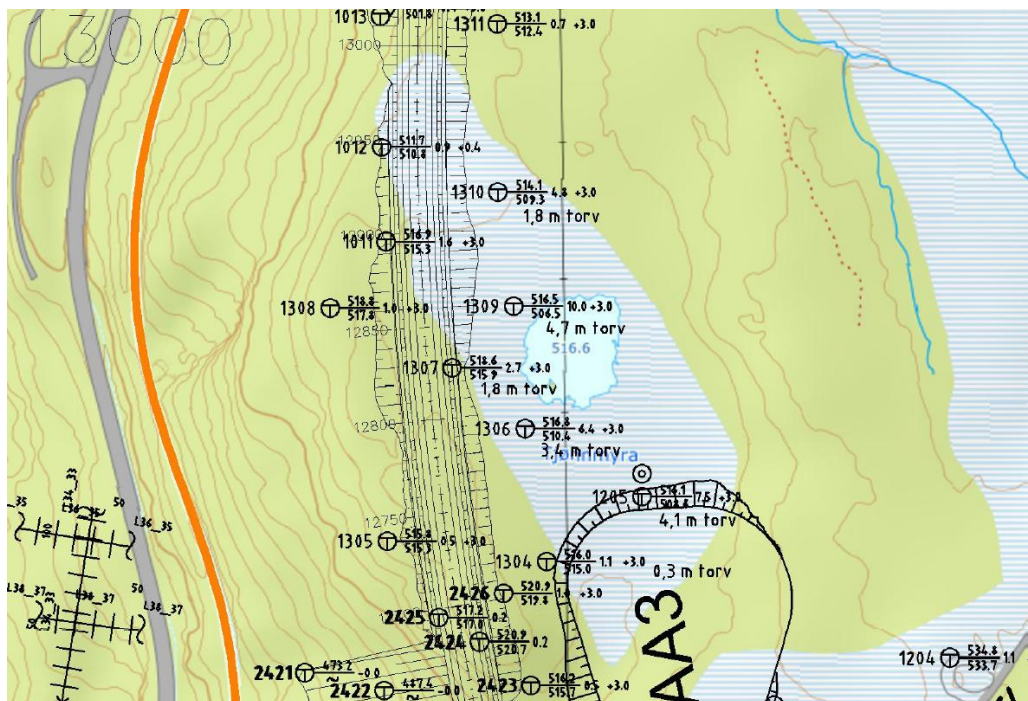
Figur 26: Oversiktskart over større bekker og elver som krysser planlagt trasé.

Myrer:

Det fins 1 registrert myrparti som planlagt linje kommer i kontakt med. Myrdybden for myrparti mellom profil 12830 – 13000 er i grunnboringer [4] påvist å være mellom 0,3 og 4,7 meter, der det er registrert myr, se Figur 27 og Figur 28.



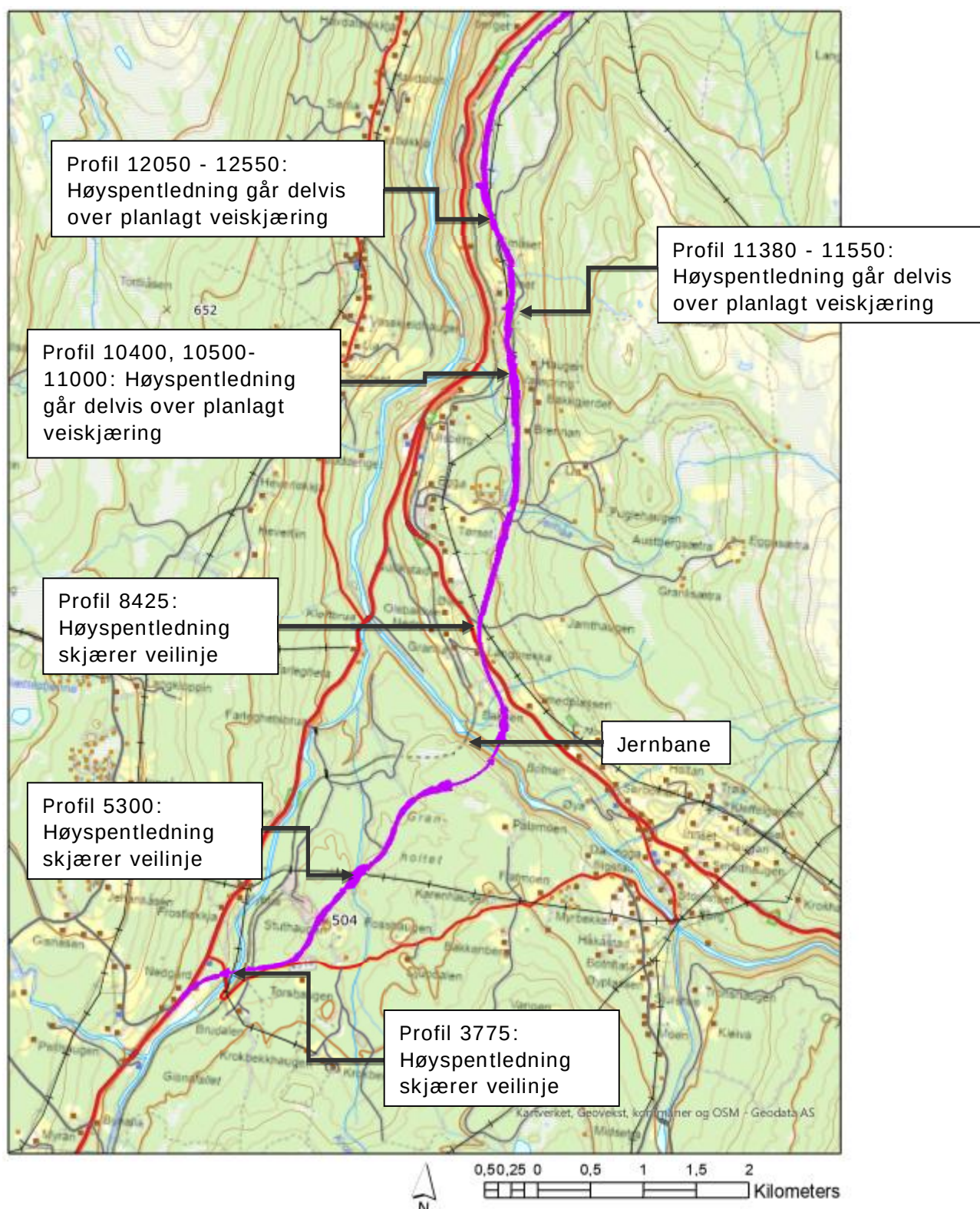
Figur 27: Oversiktsbilde orientert mot nord-nordøst på sørsiden av Tjønnumyra.



Figur 28: Myrdybder ved Tjønnumyra.

9 Omgivelser

I Figur 29 kan man se kart over høyspentledning og jernbane langs planlagt trasé. Ved profilnummer 3780 krysser traseen over toglinjen i bru. Veilinjen vil krysse eksisterende høyspentledning syv ganger i profil 3775, 5300, 8425, 10400, 10500-11000, 11380-11550 og 12050-12550. Veilinjen vil gå i nærhet til jernbane flere steder langs traséen.

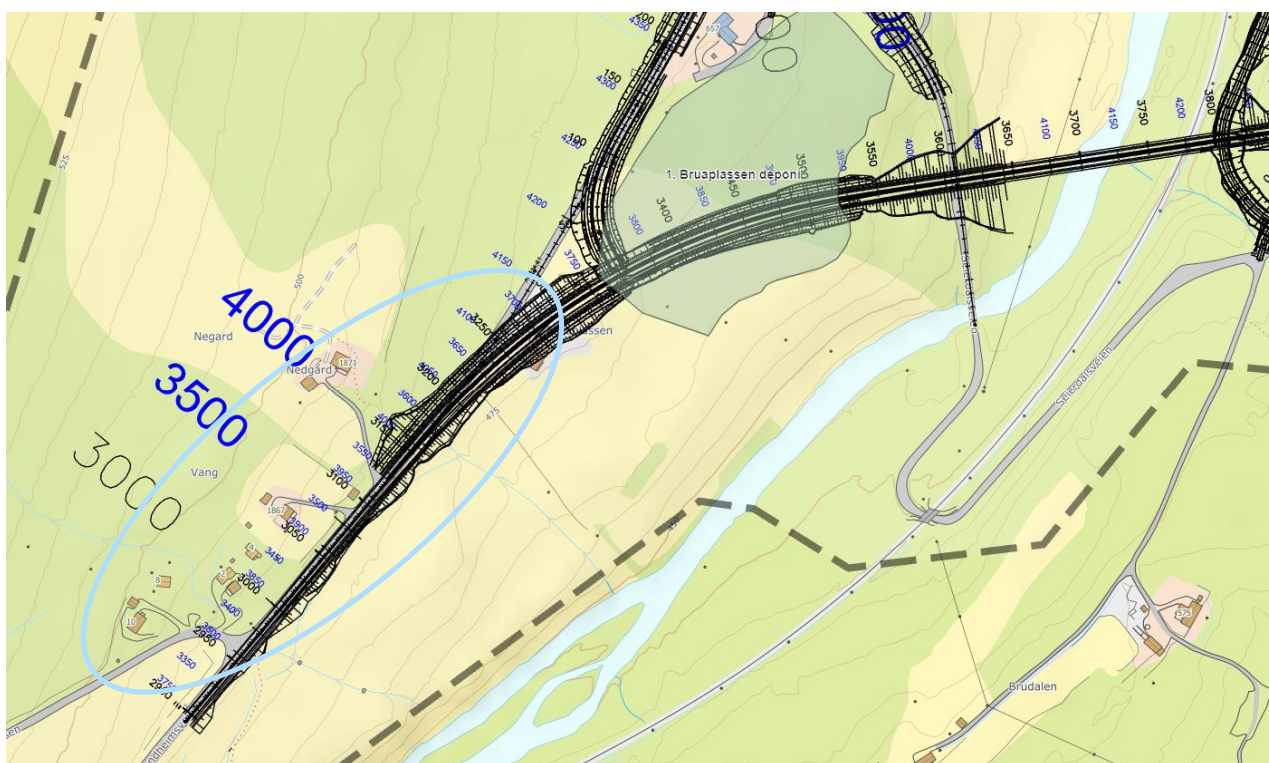


Figur 29: Steder hvor høyspentledning skjærer over planlagt veitrasé og hvordan eksisterende jernbane ligger i forhold til veitraséen.

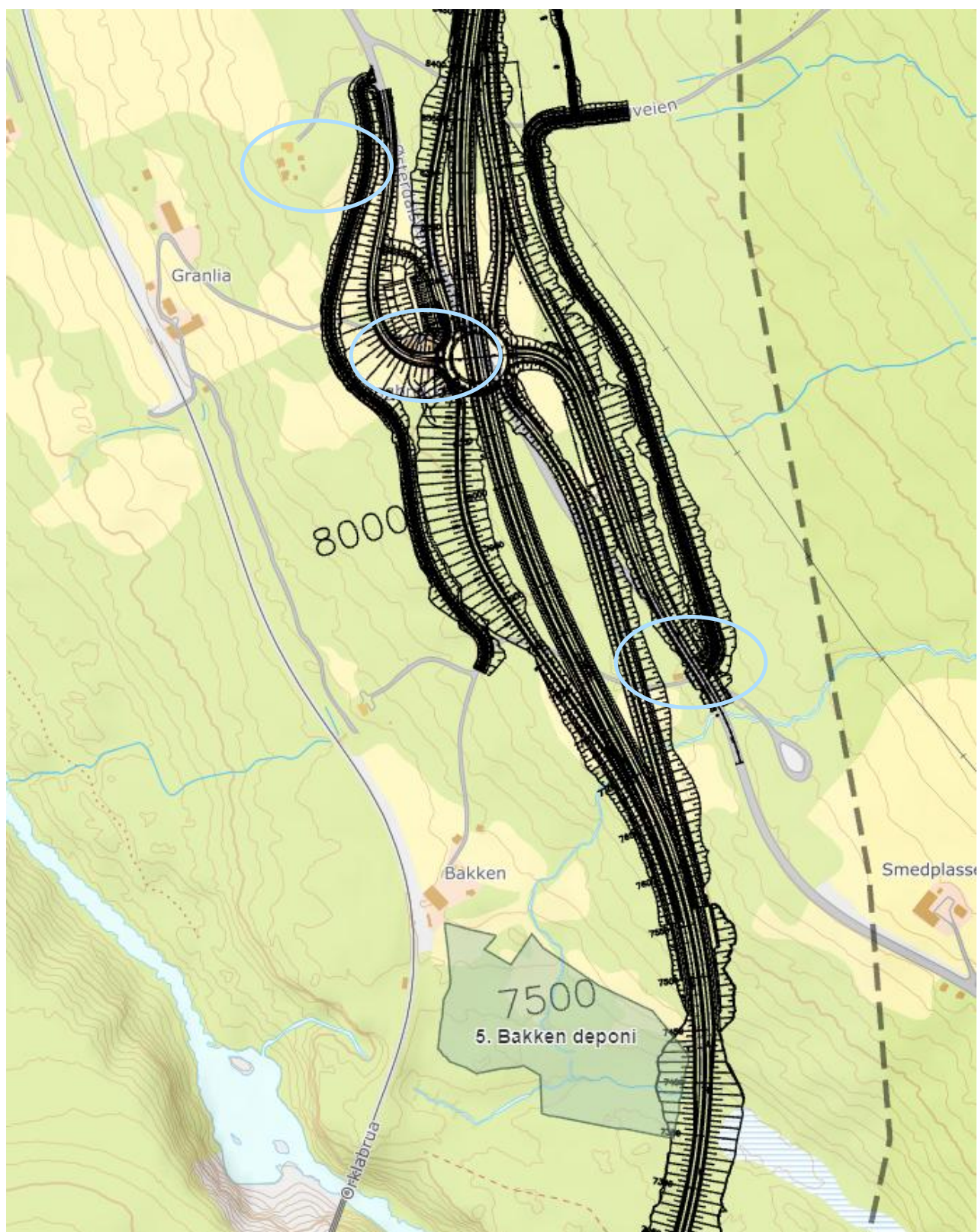
Bygninger:

Se Figur 30-Figur 35 for oversiktskart som viser områder hvor veilinen kommer i konflikt med eller ligger tett inntil hus. Det er tatt med bygninger som ligger nærmere enn 100 meter til linjen. I starten av parsellen er det flere hus fra profilnummer 2900 til 3750 nær linjen. Det er ett hus ved profilnummer 3260 som ligger i veilinen, Figur 30.

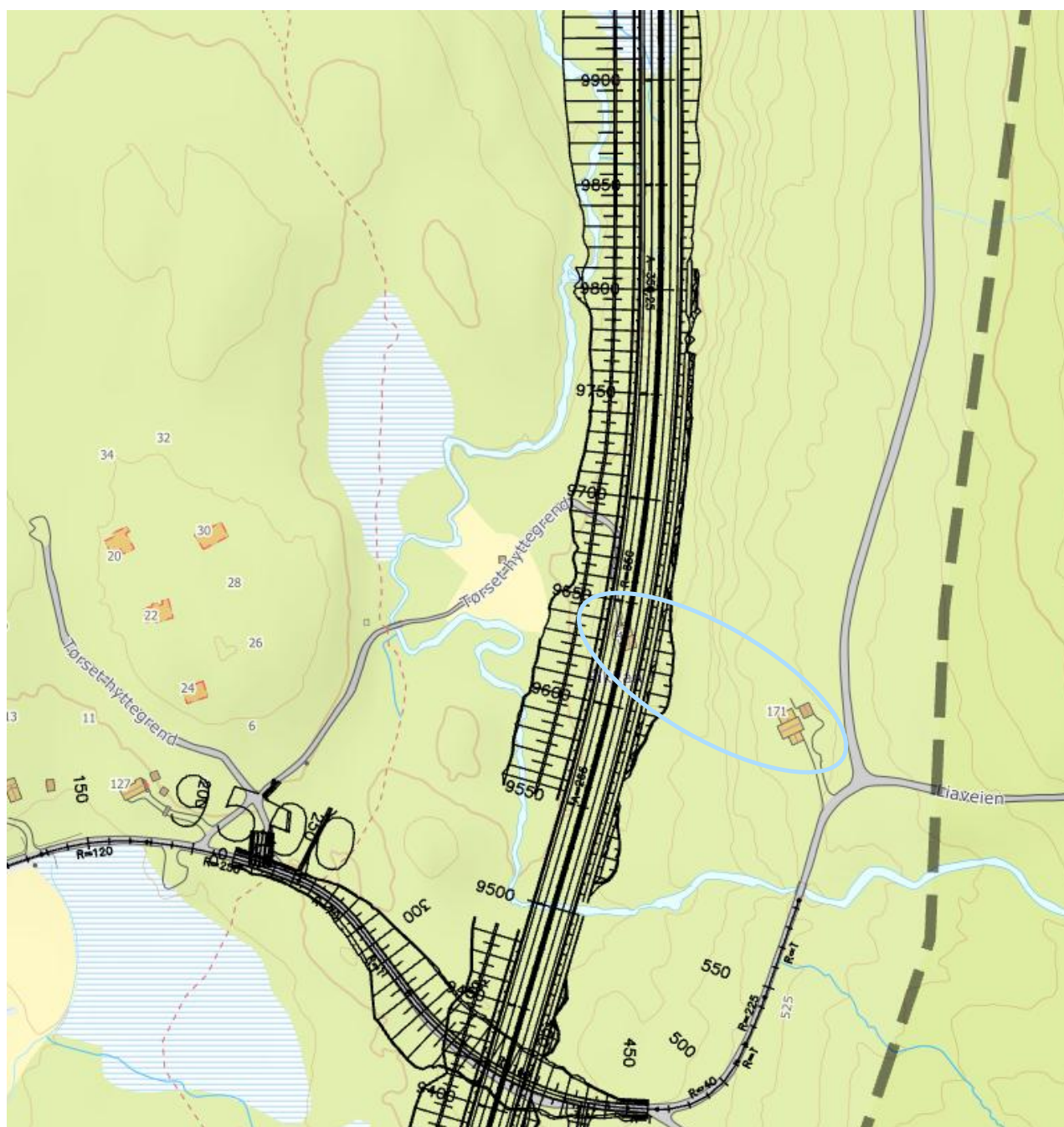
Mellom profilnummer 7750-8200 er det flere hus som ligger midt i eller tett inntil veilinen, Figur 31. Ved profil 9610 ligger det et hus rett øst for linjen og ved profil 9640 er det et hus som ligger midt i linjen, Figur 32. Ved profil 10270 ligger det en husklynge rett øst for linje, Figur 33. Ved profil 10810 ligger det noen hus rett vest og rett øst for linje, Figur 34. Ved profil 11940 ligger det noen hus rett vest og rett øst for linjen, se Figur 35.



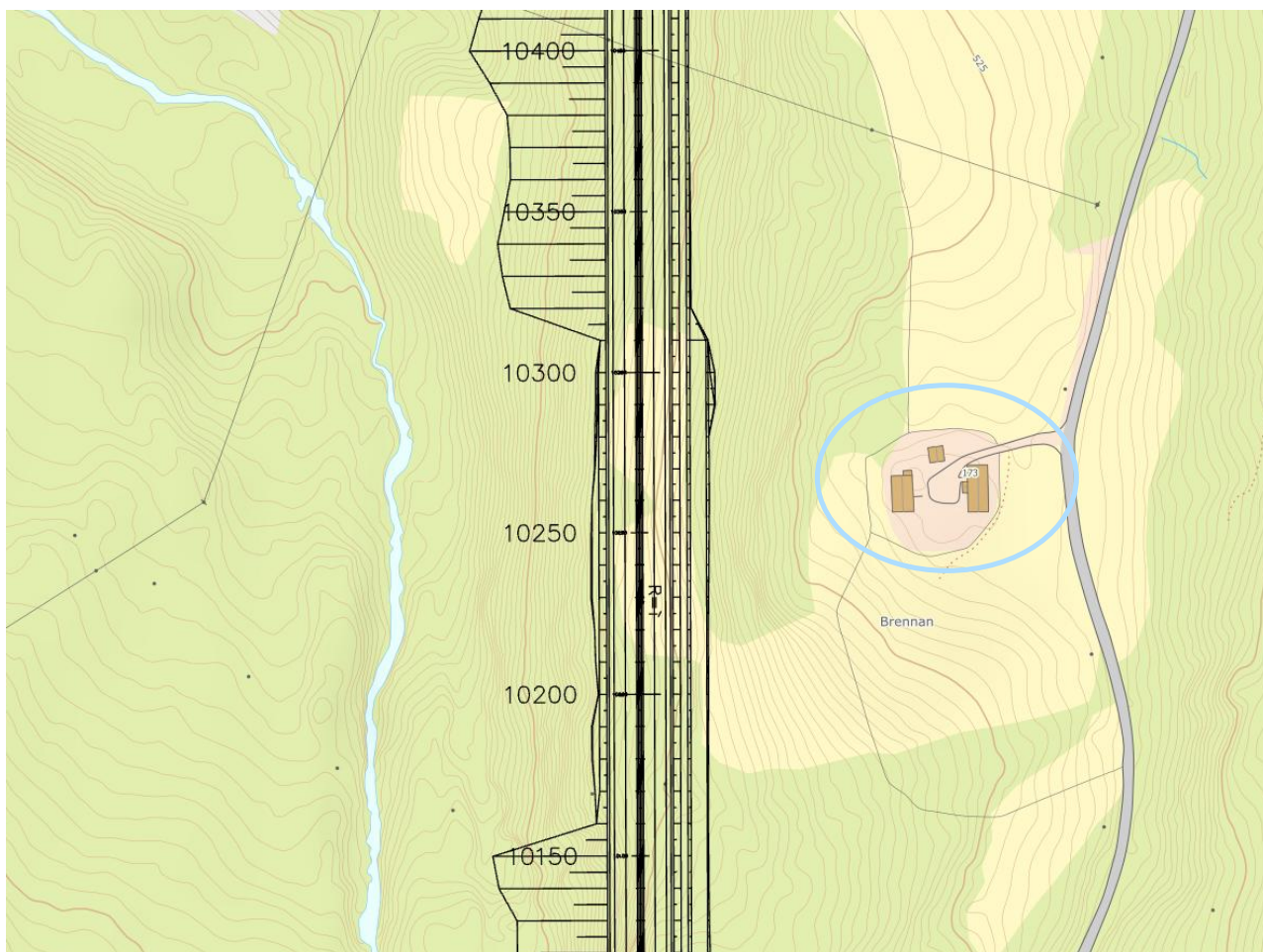
Figur 30: Hus ved profilnummer 2900 – 3750 som ligger like ved veilinen eller som kommer i konflikt med veien.



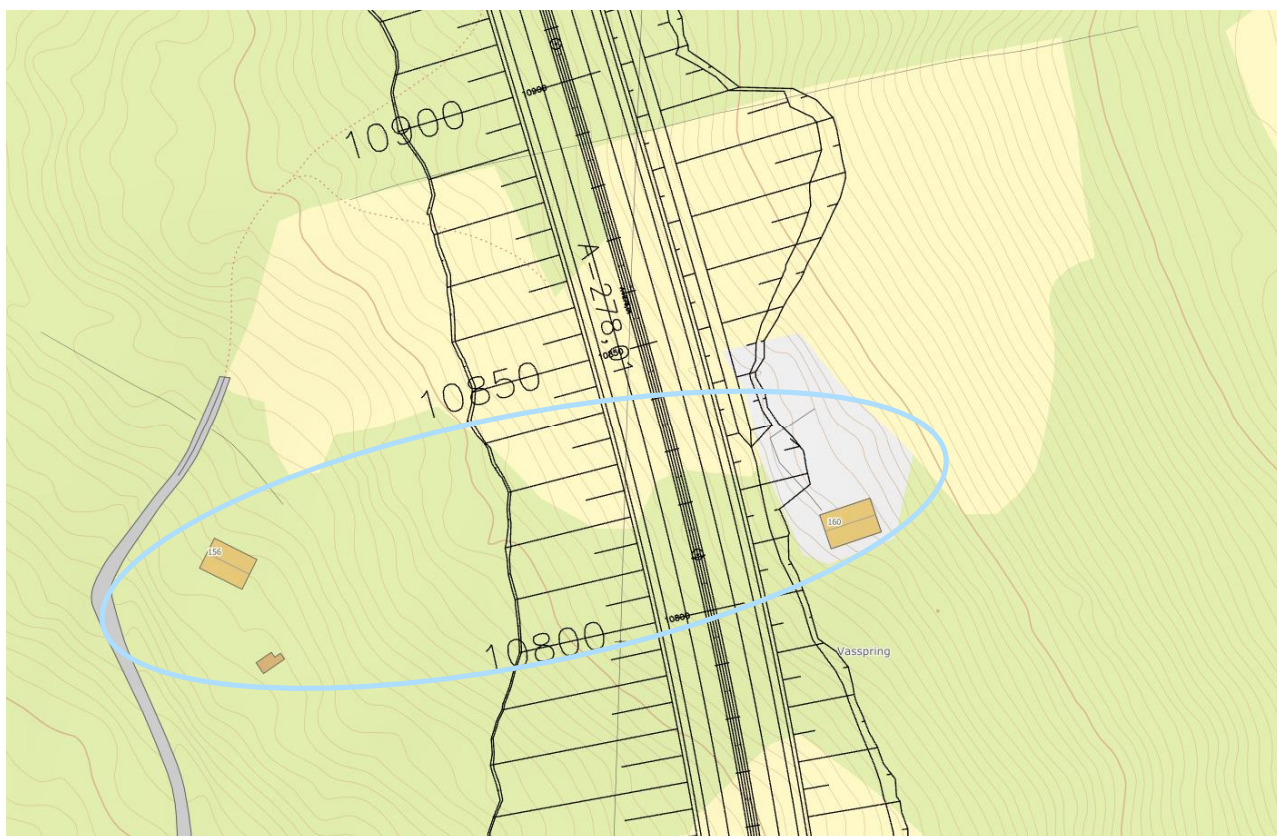
Figur 31: Mellom profilnummer 7750-8200 er det flere hus som ligger midt i eller veldig tett inntil veilinjén.



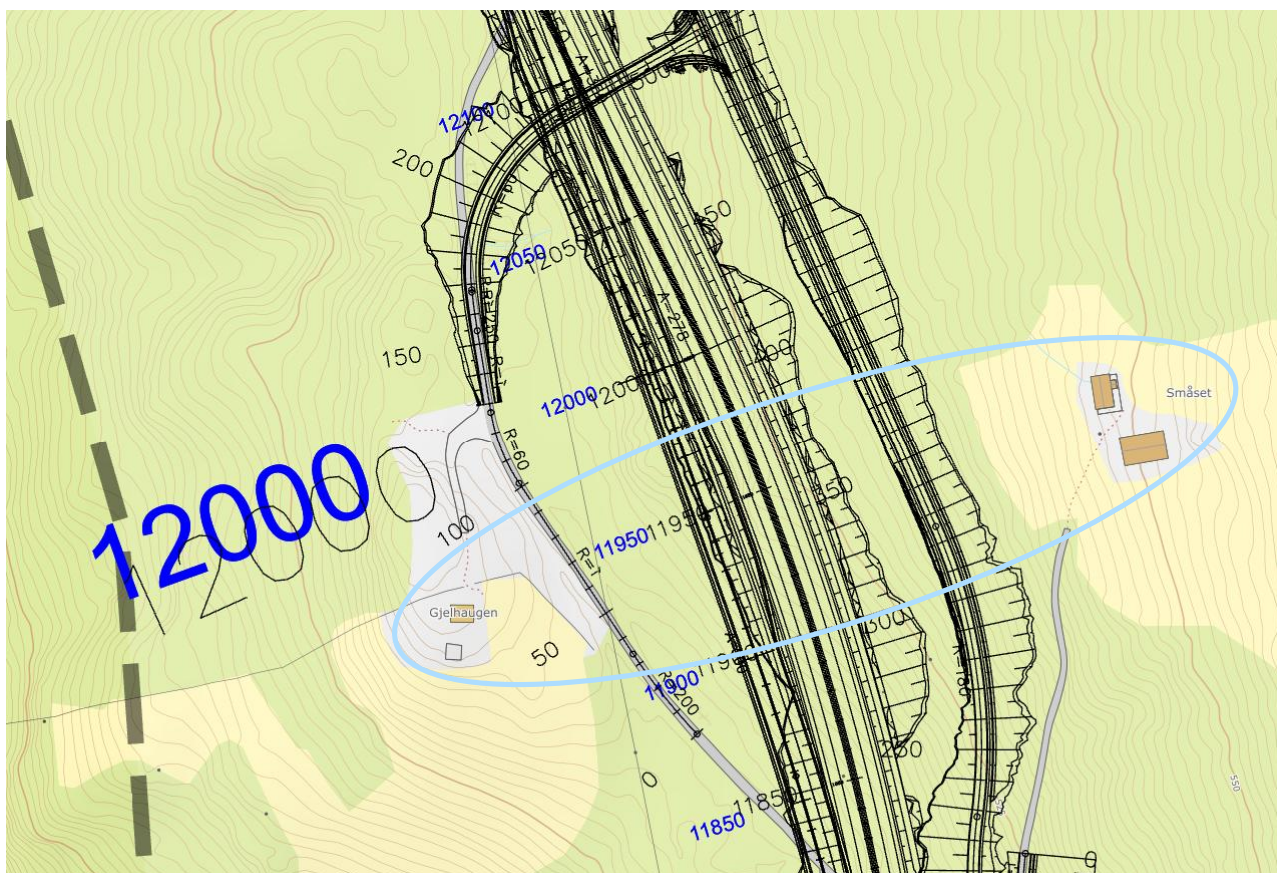
Figur 32 Hus som ligger ved linjen mellom profil 9610 og 9640.



Figur 33 Hus som ligger ved linjen ved profil 10270.



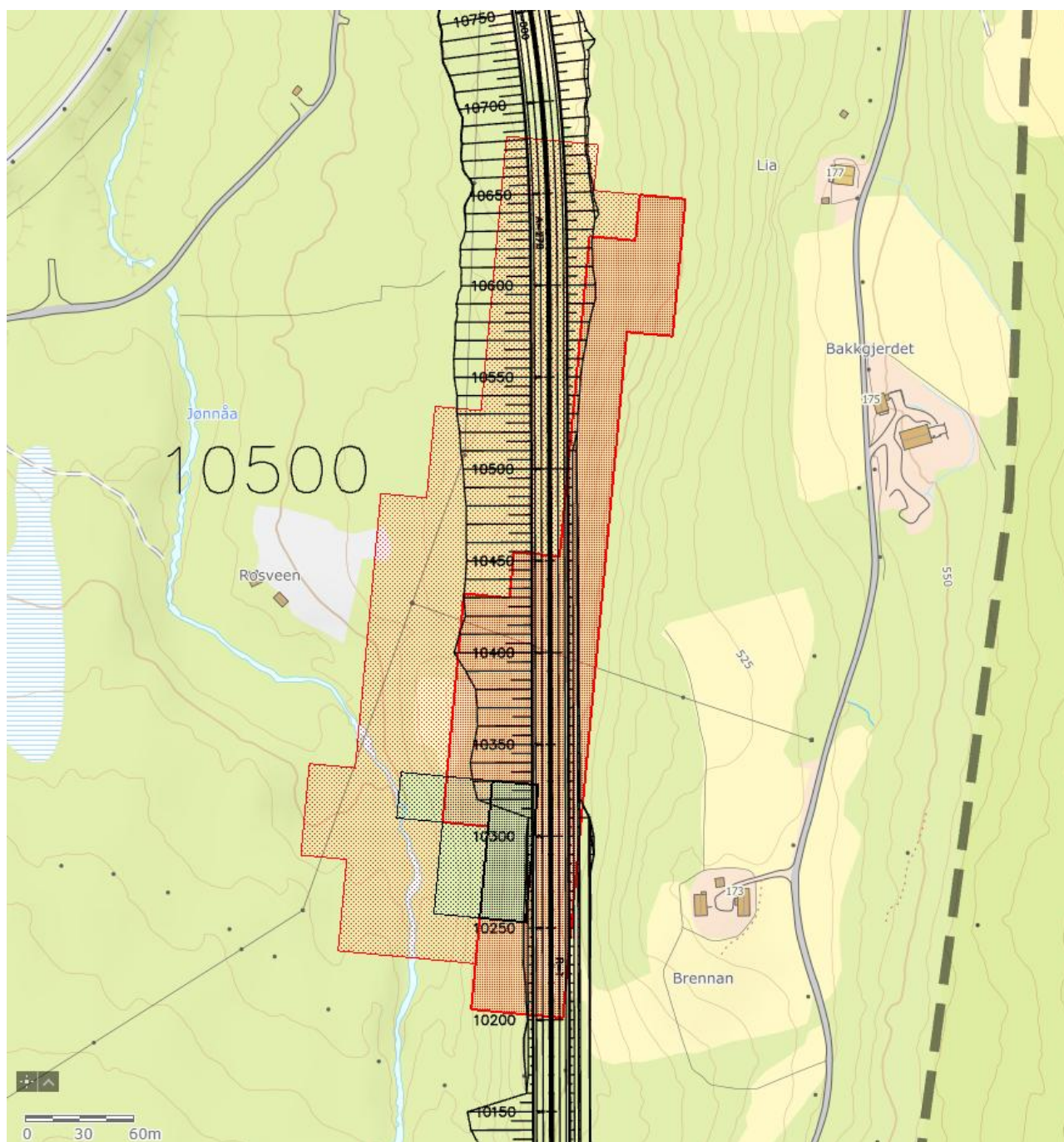
Figur 34 Hus som ligger ved linjen mellom profil 10810.



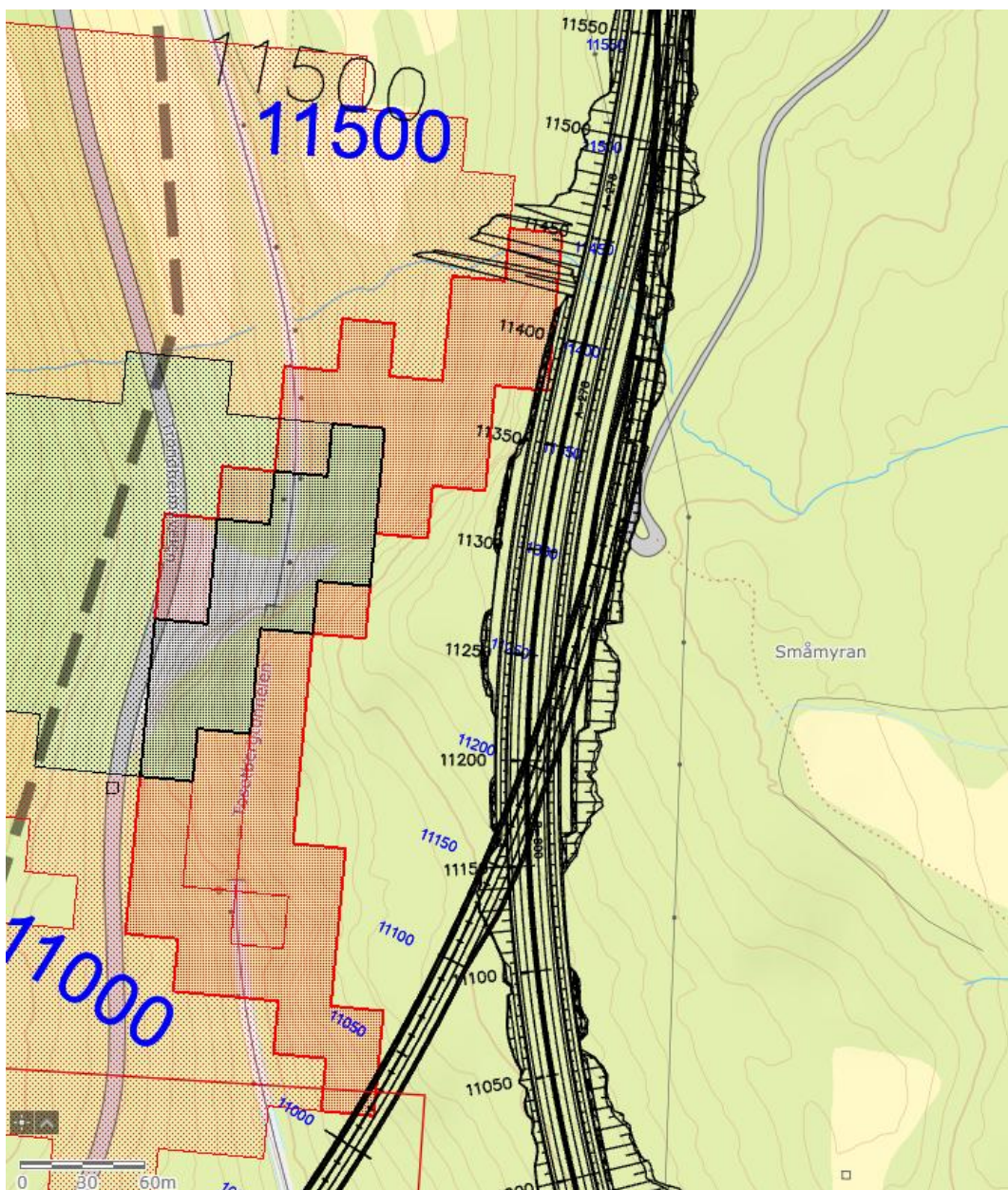
Figur 35 Hus som ligger ved linjen mellom profil 11940.

10 Skredfare

Det er enkelte områder langs linjen som er i bratt sideterreng som er markert som aktsomhetsområde for skred. For detaljert henvises det til rapport for skredfarevurdering langs østre alternativ [17]. Figur 36 viser linjen ved profilnummer 10200-10675 som ligger i løснеområdet og i utløpsområdet for snøskred. Det viser også at det er fare for steinsprang fra vestre del av linjen og fyllingsfoten ved profilnummer 10250-10325 [16].



Figur 36: Aktsomhetskart for snøskred og steinsprang. Løsne- og utløpsområde for snøskred og steinsprang langs linjen mellom profilnummer 10200-10675.



Figur 37: Aktsomhetskart for snøskred og steinsprang. Løse- og utløpsområde for snøskred langs fyllingsfoten for linjen mellom profilnummer 11300-11475.

Utløpsområde for snøskred ligger langs fyllingsfoten for linjen mellom profilnummer 11300-11475, se Figur 37.

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 [18] for detaljer.

Ingeniørgeologiske vurderinger – Tolkingsdel

12 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

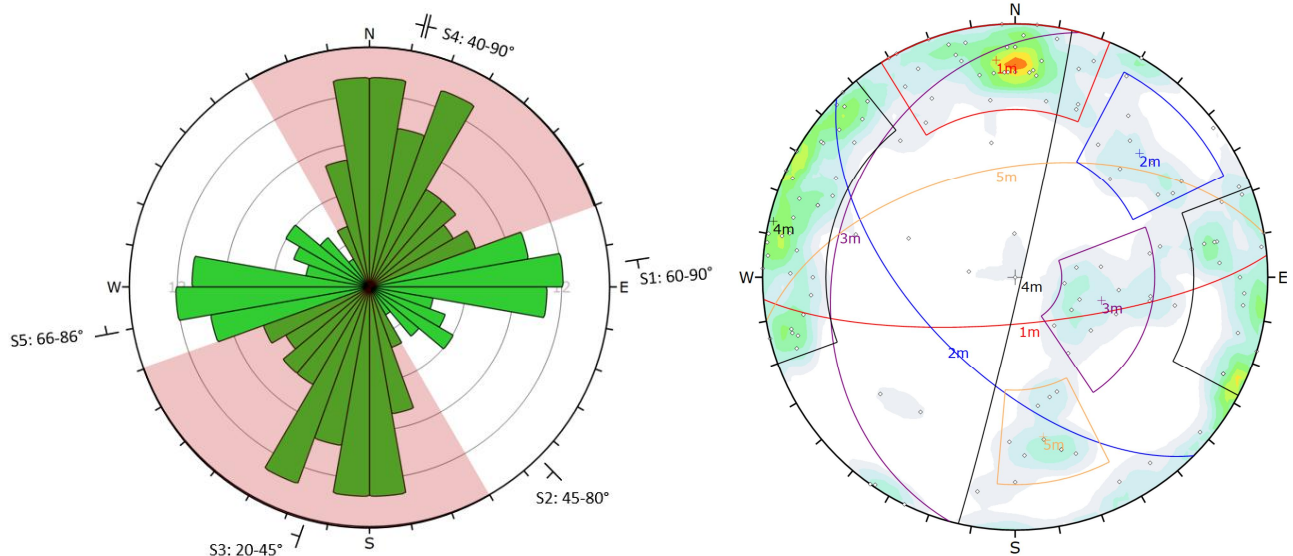
12.1 Utfallsmekanismer i bergskjæringer

12.1.1 Skjæringer i profil 3000-13150

Tolkninger av sprekkesett:

Basert på observasjoner og tolkninger i felt og Dipsanalyse ble det funnet 5 sprekkesett langs profil 2000-13150. Disse er oppgitt i fall/fallretning under:

- Sprekkesett S1: 75/175
- Sprekkesett S2: 59/225
- Sprekkesett S3: 29/285
- Sprekkesett S4: 88/103
- Sprekkesett S5: 54/350

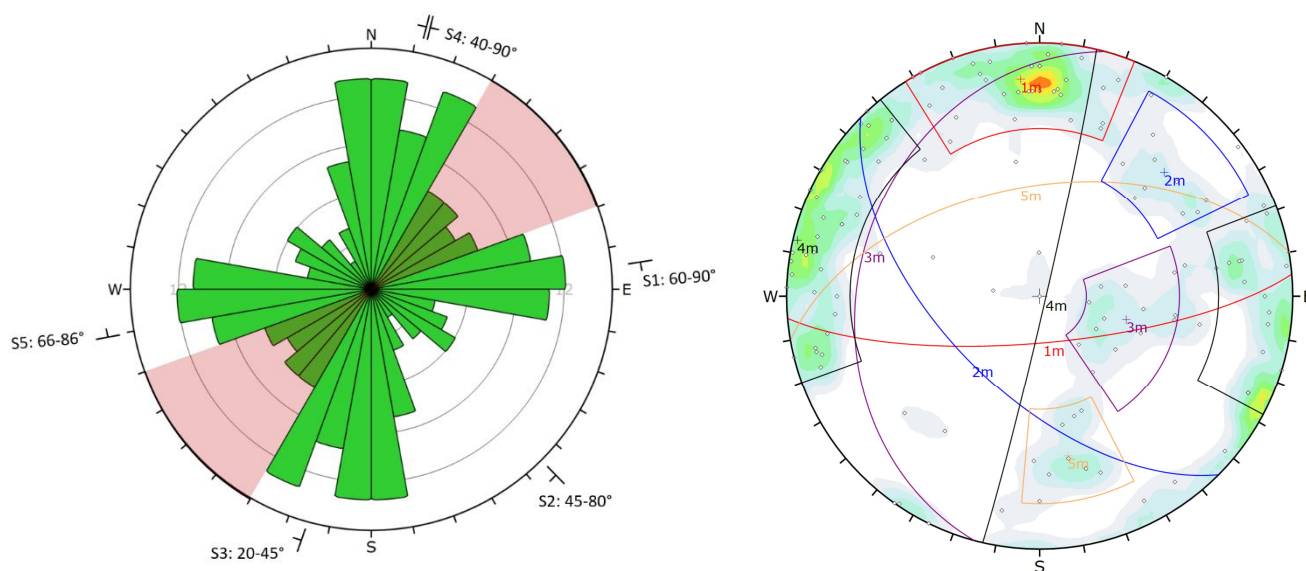


Figur 38: Polplot og sprekke diagram for trase mellom profil 3000-13150. Lyserødt område indikerer variasjoner i trasé.

12.1.2 Kinematisk analyse for østlige skjæringer i profil 4160-7040

Traseen beveger seg hovedsakelig i sørvestlig-nordøstlig retning. De meste kritiske utglidningsmekanismene anses som;

- Toppling som følge av sprekkesett S1 og S4. Toppling er den utfallsmekanismen som er klart mest framtrædende når traséen går langs denne.
- Plan utglidning langs S5 når traséen går parallelt denne.
- Kiledannelse kan også oppstå som følge av at
 - o S2 krysser med S5.
 - o S2 krysser med S4.
 - o S5 krysser med S3.



Figur 39: Polplot og sprekke-diagram for trase mellom profil 4160-7040. Lyserødt område indikerer variasjoner i trasé.

12.1.3 Kinematisk analyse for vestlige skjæringer i profil 4160-7040

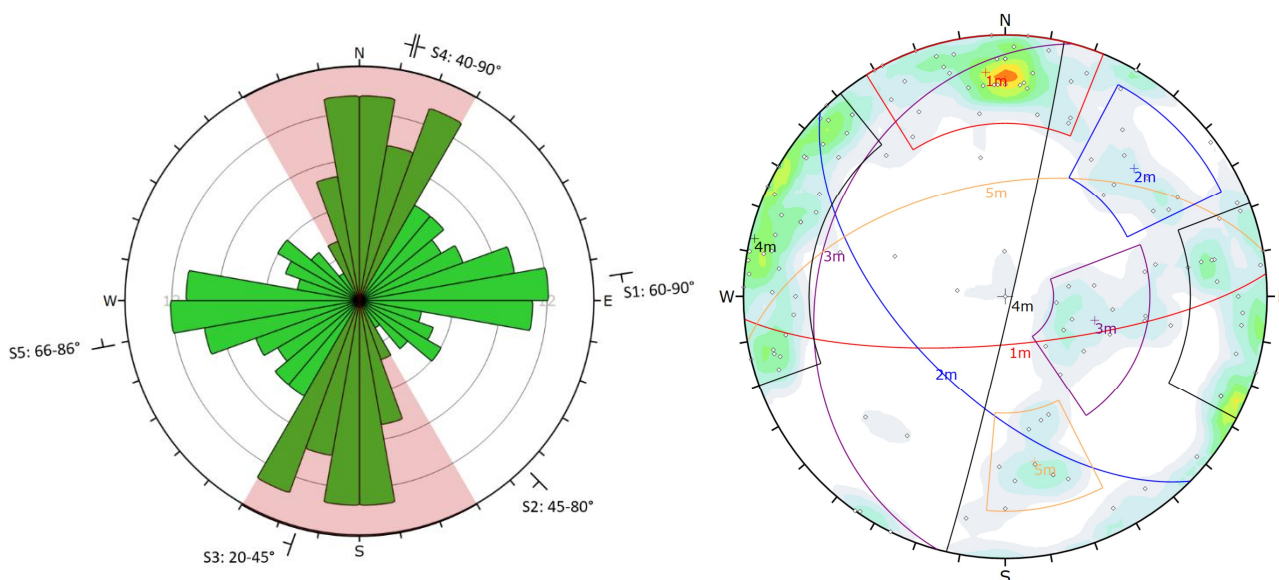
De mest kritiske utglidningsmekanismene anses som;

- Toppling som følge av sprekkesett S5.
- Planar utglidning som følge av sprekkesett S1 og S4 som faller skarpt og parallelt inn mot veilinjen når veilinjen går parallelt denne. Planar utglidning er den utfallsmekanismen som er mest dominerende når traséen går langs med denne.
- Kiledannelse som følge av at
 - o S2 krysser med S4.
 - o S1 krysser med S4.

12.1.4 Kinematisk analyse for østlige skjæringer i profil 7470-12910

Traseen beveger seg hovedsakelig i nord-sørlig retning. De meste kritiske utglidningsmekanismene anses som;

- Toppling som følge av sprekkesett S4.
- Planar utglidning langs sprekkesett S2, S3 og S4 når traseen går parallelt med disse.
- Kiledannelse kan også oppstå som følge av at
 - o S2 krysser med S5.
 - o S2 krysser med S4.
 - o S2 krysser med S1
 - o S5 krysser med S3.



Figur 40: Polplot og sprekke-diagram for trase mellom profil 7470-12910. Lyserødt område indikerer variasjoner i trasé.

12.1.5 Kinematisk analyse for vestlige skjæringer i profil 7470-12910

De mest kritiske utglidningsmekanismene anses som;

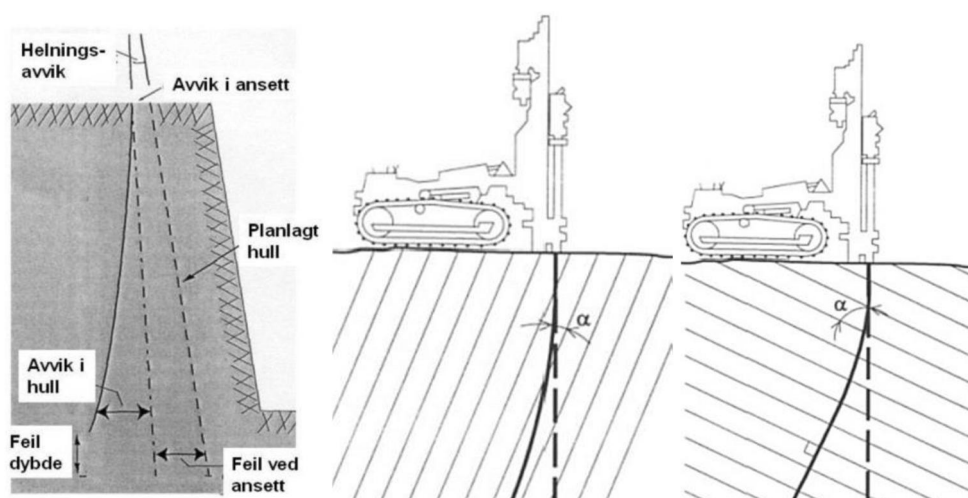
- Toppling som følge av sprekkesett S3 og S4 som faller inn i bergskjæringen.
- Planar utglidning som følge av sprekkesett S4 som faller skarpt og parallelt inn mot veilinjen når veilinjen går parallelt denne. Planar utglidning er den utfallsmekanismen som er mest dominerende når traseen går langs med denne.
- Kiledannelse som følge av at S5 krysser med S4.

12.2 Boravvik

Med tanke på boravvik vurderes det at det er mest sannsynlig at dette kan forekomme ved at borhullene står i spiss vinkel til foliasjonen og at hullene kan bli dratt langs foliasjonsplanet.

Dette vil kunne bli mest kritisk med tanke på boravvik som påvirker sprengingsprofilen 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 steileste sprekkeretningene og bøye av parallelt disse (se Figur 41).

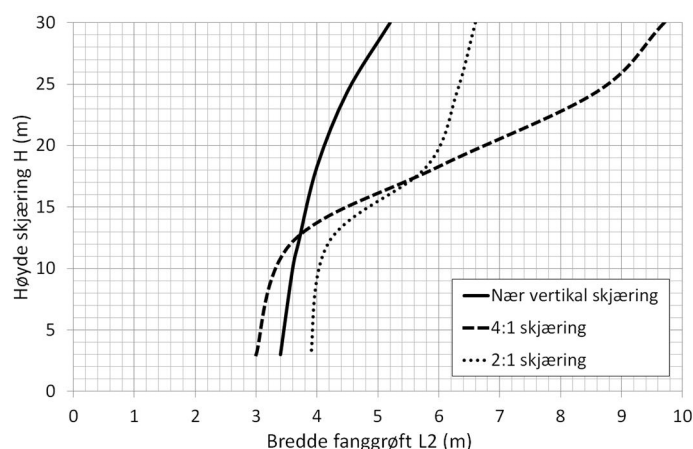
Prinsippene for mulige årsaker til boravvik er vist i (se Figur 41).



Figur 41: 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 [18].

13 Vurdering av geometrisk utforming av skjæringer

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



Figur 42: Bredde på fanggrøft ihht N200 [19]

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. 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 kontursprengning (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.

14 Bergsikring – metode og mengder

14.1 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 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 opp, 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 utsprenkning 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, sognemur eller ulike typer erosjonsnett som boltes gjennom løsmasser og forankres til berggrunnen med fjellband.

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 m² skjæringsvegg.
- Boltelengder 3,0 meter (45%), 4,0 meter (40%), 5,0 meter (10%) og 6,0 meter (5%).
- Forbolting av hele bergskjæringens lengde der pall er benyttet, antatt c/c 1 meter.
- 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 i denne rapporten, men forutsettes tatt med i reguleringsplanrapport for tunnel.

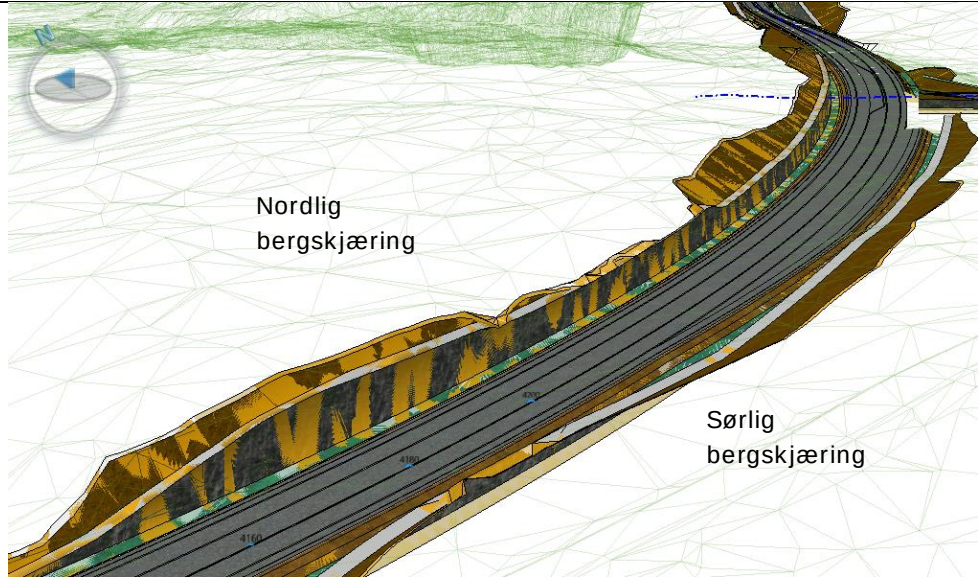
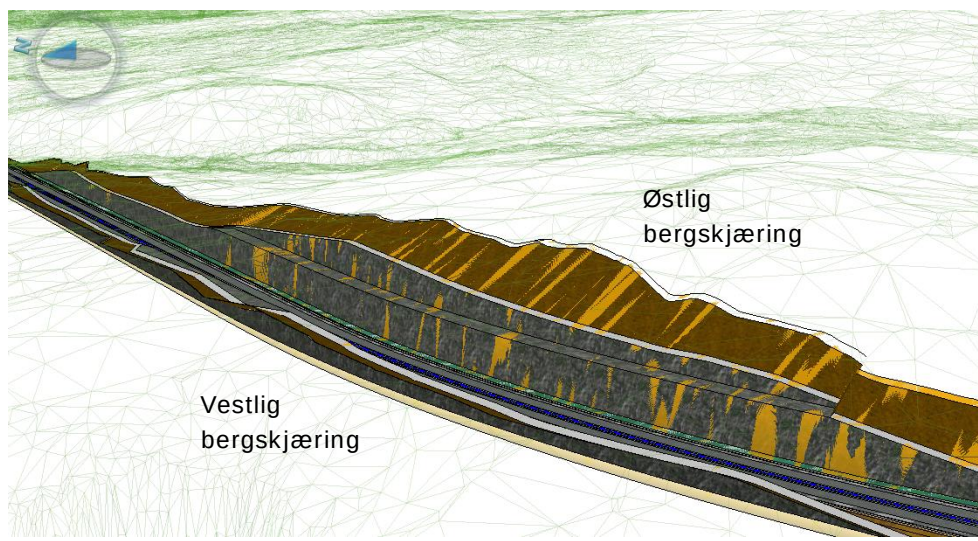
Behov for isnett er vurdert basert på hydrologiske og hydrogeologiske forhold ved de aktuelle skjæringene.

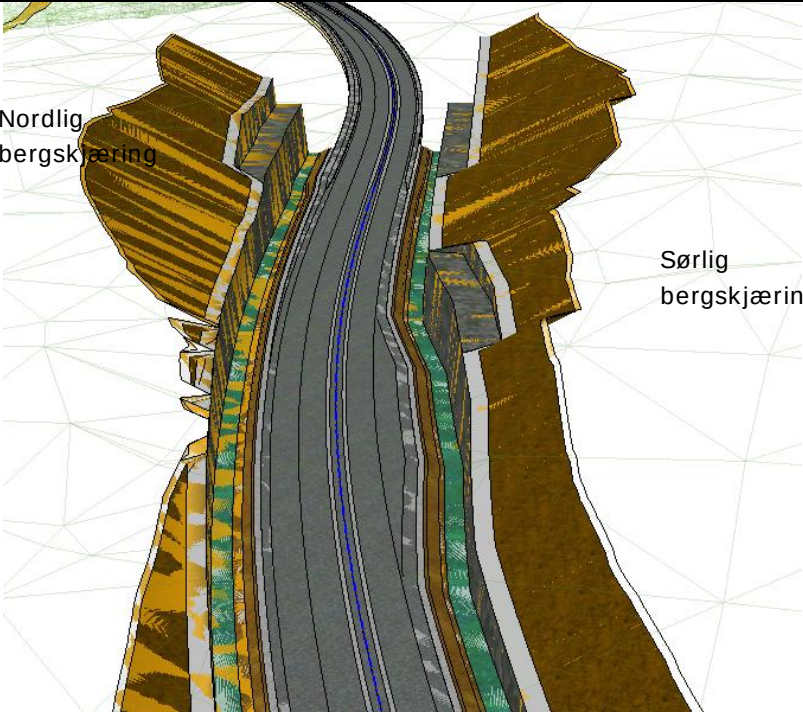
All sikringen som er beskrevet over skal utføres ihht. til kvalitet og beskrivelse som angitt i Håndbok R761 Prosesskode 1 - Statens vegvesen.

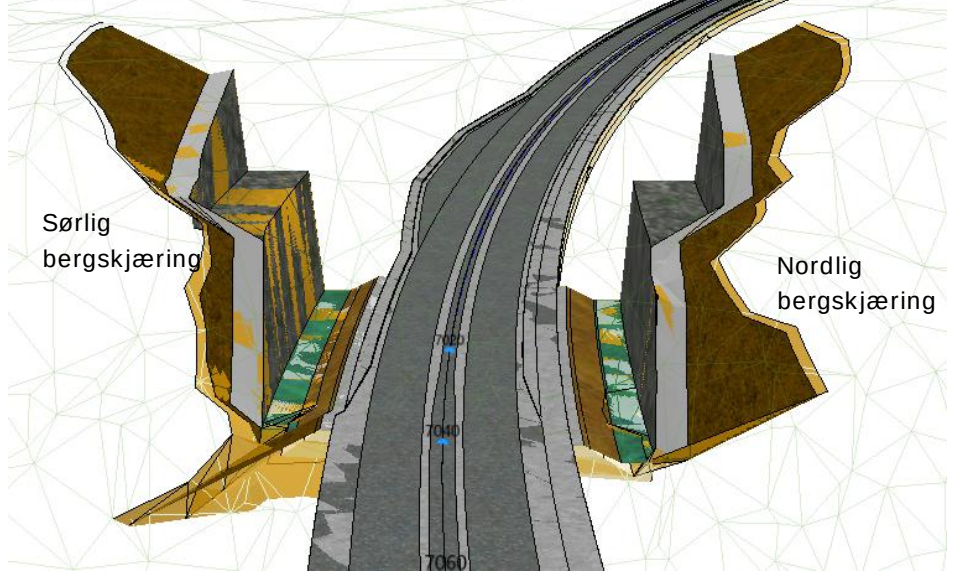
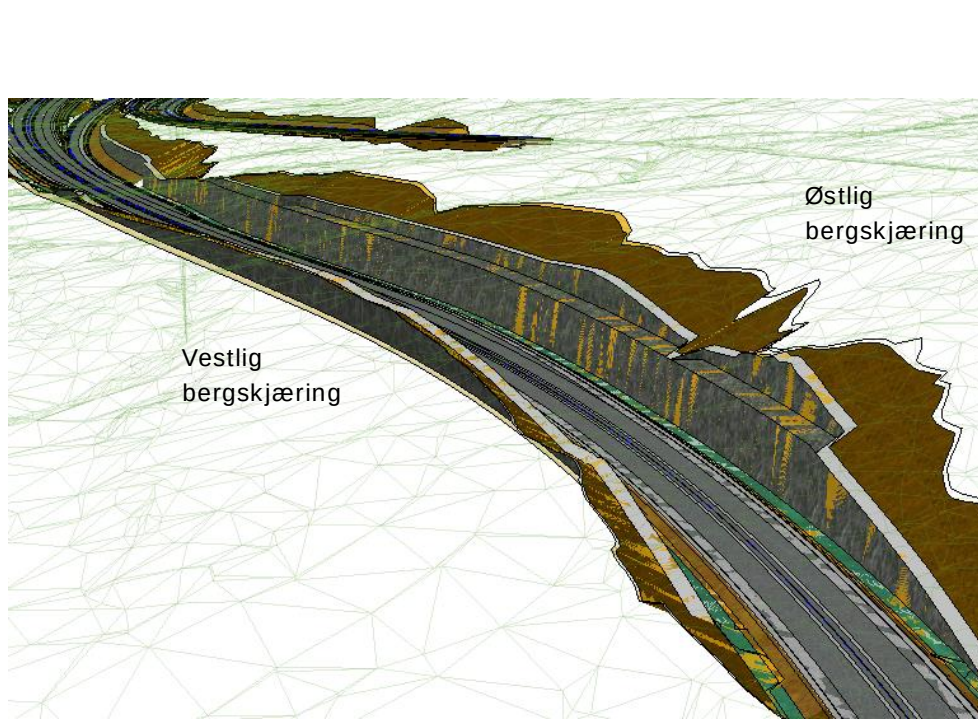
14.2 Bergsikringsmengder

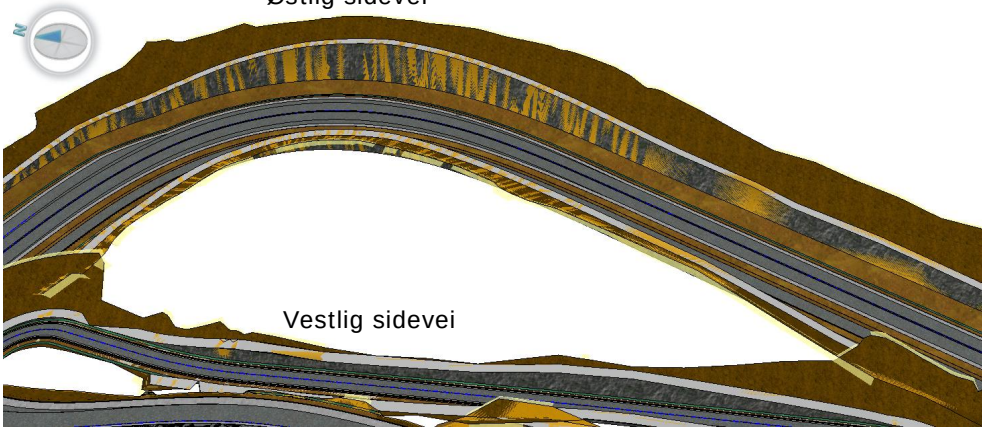
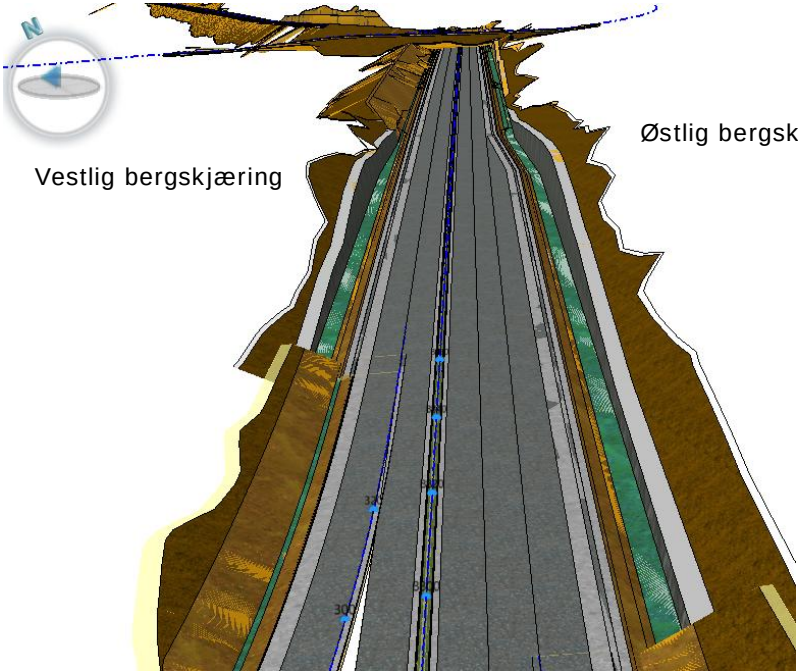
En oversikt over skjæringer samt lengde og høyder er vist under i Tabell 1. Det forventes behov for bergsikring i form av bergbolter, steinsprangnett og isnett samt fjellband. Det forventes ikke bruk av plankestengsel (sognemur) for å stabilere mindre jordskjæringer over bergskjæring.

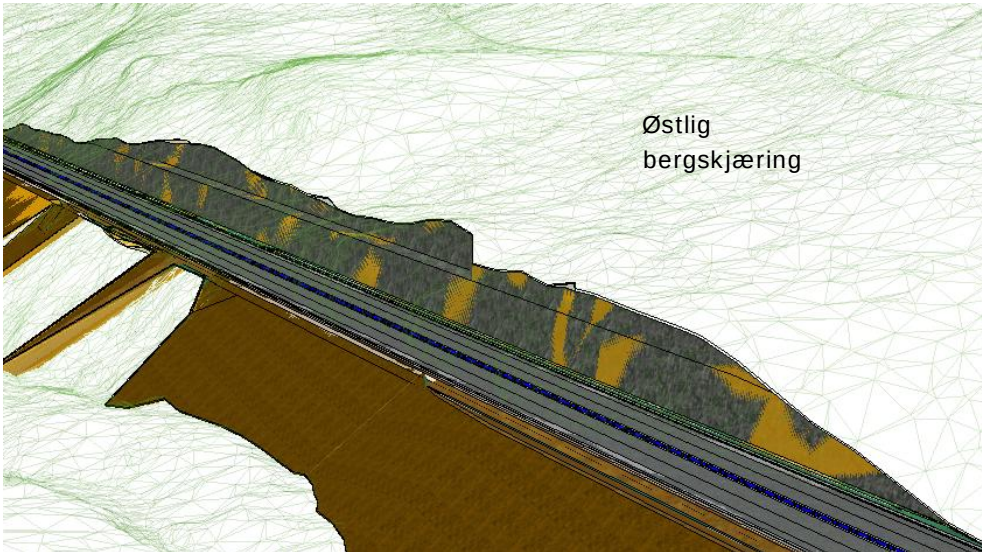
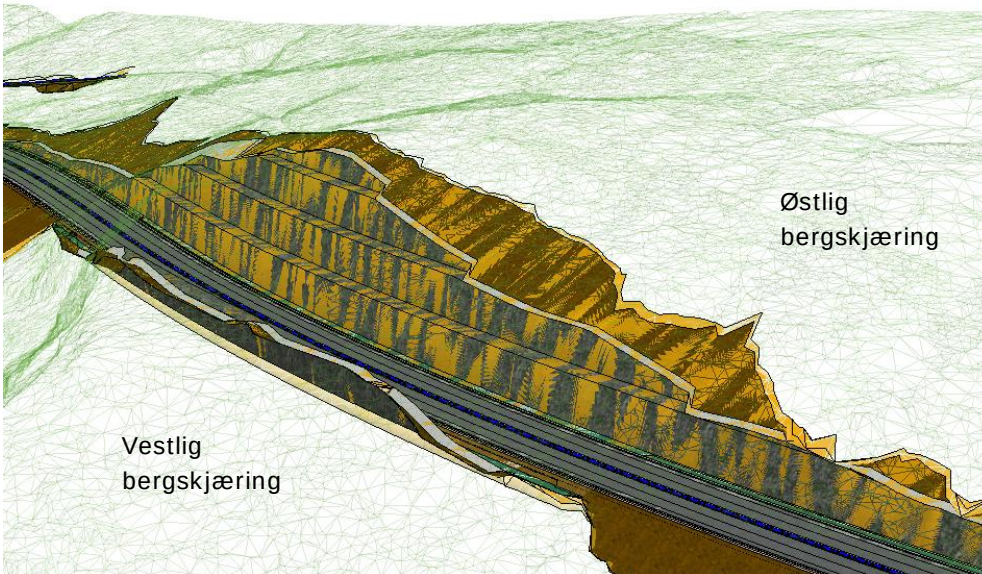
Under er det tatt med areal for skjæringer over 3 meter som grunnlag for beregning av mengder.

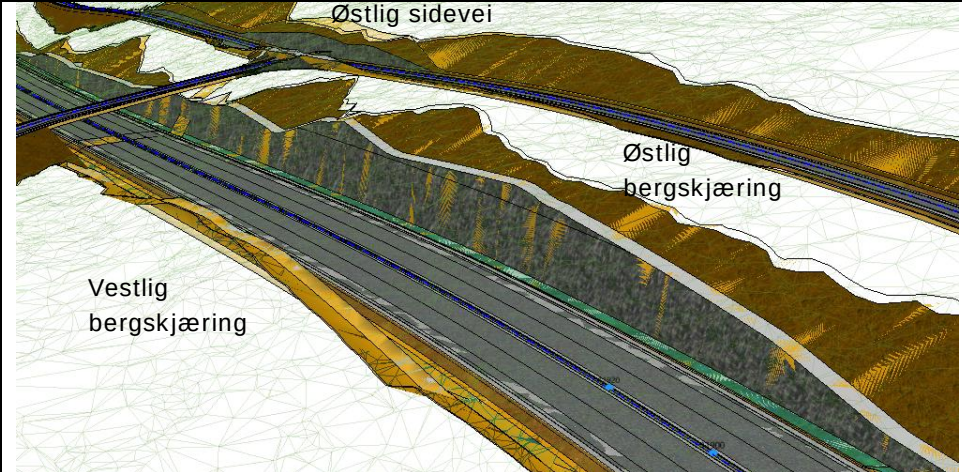
Delstrekning	Lengde skjæring s-vegg	Areal skjæring s-vegg
 Nordlig bergskjæring Sørlig bergskjæring Nordlig bergskjæring ved profilnummer 4160-4470. Bergskjæringen har en gjennomsnittlig høyde på 4 meter. Maks høyde er rundt 5 meter. Sørlig bergskjæring overstiger ikke 3 meter høyde.	Nordlig side: 310m Sørlig side:	Nordlig side: 1240m² Sørlig side: m²
 Østlig bergskjæring Vestlig bergskjæring Dobbeltsidig bergskjæring ved profilnummer 4600-5100. Østlig bergskjæring har høyde >10 meter i forhold til ferdig vei mellom profilnummer 4800-4880 og 5030-5050. Gjennomsnittlig høyde er 8 meter. Maks høyde er 12 meter. Vestlig bergskjæring har høyde >10 meter ved profilnummer 4660-4900. Gjennomsnittlig høyde er omtrent 12 meter. Maks høyde er 17 meter.	Vestlig side: 500 m Østlig side: 500	Vestlig side: 6000m² Østlig side: 4000m²

	Nordlig side: 210m (30 m) Sørlig side: 210m (30 m)	Nordlig side: 1470m² (400 m²) Sørlig side: 2730m² (400 m²)
Tosidig bergskjæring ved profilnummer 6360-6570. Sørlig bergskjæring ved profilnummer 6440-6470 og 6520-6570 har høyde >10 meter i forhold til ferdig vei. Gjennomsnittlig høyde er omtrent 13 meter. Maks høyde er 23 meter. (Tunnelpåhugg kan bli justert til profil 6600 pga liten overdekning. Ekstra mengder tatt med i parentes) Nordlig bergskjæring ved profilnummer 6510-6570 har høyde >10 meter. Gjennomsnittlig høyde er omtrent 7 meter. Maks høyde er 16 meter.		

 Tosidig bergskjæring ved profilnummer 7000-7040. Nordlig og sørlig bergskjæring ved profilnummer 7000-7020 har høyde >10 meter i forhold til ferdig vei. Gjennomsnittlig høyde på begge sider er omtrent 10 meter. Maks høyde er 19 meter på nordlig side og 17 meter på sørlig side.	Sørlig side: 40m Nordlig side: 40m	Sørlig side: 400m² Nordlig side: 400m²
 Tosidig bergskjæring ved profilnummer 7500-7880. Østlig bergskjæring strekker seg fra profilnummer 7470-8060. Fra profilnummer 7910 til 8060 er østlig bergskjæring en del av en avkjøringsrampe. Gjennomsnittlig høyde til ferdig vei er omtrent 12 meter. Maks høyde er 15 meter. Vestlig bergskjæring ved profilnummer 7500-7880. Gjennomsnittlig høyde til ferdig vei er omtrent 5 meter. Maks høyde er 9 meter.	Østlig side: 590m Vestlig side: 380m	Østlig side: 7080m² Vestlig side: 1900m²

 Tosidige bergskjæringer langs sideveier (sør for Ulsberg). Østlig sidevei har tosidig bergskjæring ved profilnummer 30-340. Gjennomsnittlig høyde til ferdig vei er omtrent 8 meter for begge sidene. Maks høyde er 14 meter. Vestlig sidevei har tosidig bergskjæring ved profilnummer 60-200. Gjennomsnittlig høyde til ferdig vei er omtrent 2 meter for begge sidene. Maks høyde er 4 meter.	Østlig sidevei: 340m Vestlig sidevei: 140m	Østlig sidevei: 2720m² Vestlig sidevei: 280m²
 Tosidig bergskjæring ved profilnummer 8860-9060. Østlig bergskjæring har en gjennomsnittlig høyde til ferdig vei på omtrent 5 meter. Maks høyde er 7 meter. Vestlig bergskjæring har en gjennomsnittlig høyde på omtrent 3 meter. Maks høyde er 5 meter.	Østlig side: 200m Vestlig side: 200m	Østlig side: 1000m² Vestlig side: 600m²

 Østlig bergskjæring Østlig bergskjæring ved profilnummer 9960-10500. Ved profilnummer 10000-10360 har bergskjæringen høyde >10 meter i forhold til ferdig vei. Gjennomsnittlig høyde til ferdig vei er omtrent 12 meter. Maks høyde er 18 meter.	Østlig side: 540m	Østlig side: 6480m²
 Østlig bergskjæring Vestlig bergskjæring Tosidig bergskjæring ved profilnummer 11200-11360. Østlig bergskjæring ved profilnummer 11160-11430 har høyde >10 meter i forhold til ferdig vei. Totalt strekker bergskjæringen seg fra profilnummer 10970-11580. Gjennomsnittlig høyde på bergskjæringen er omtrent 15 meter. Maks høyde er 35 meter. Vestlig vendt bergskjæring ved profilnummer 11200-11360. Gjennomsnittlig høyde på bergskjæringen er omtrent 6 meter. Maks høyde er 8 meter.	Østlig side: 610m Vestlig side: 160m	Østlig side: 9150m² Vestlig side: 960m²
	Østlig sidevei: 90m	Østlig sidevei: 360m²

 Tosidig bergskjæring. Østlig bergskjæring ved profilnummer 11880-12220. Bergskjæringen har ved profilnummer 11950-12040 høyde >10 meter i forhold til ferdig vei. Gjennomsnittlig høyde til ferdig vei er omtrent 8 meter. Maks høyde er 13 meter. Vestlig bergskjæring ved profilnummer 11960-12040. Bergskjæringen har en gjennomsnittlig høyde til ferdig vei er omtrent 2 meter. Maks høyde er 5 meter. Østlig sidevei ved profilnummer 460-550. Den tosidige bergskjæringen har en gjennomsnittlig høyde til ferdig vei på omtrent 4 meter for begge sidene. Maks høyde er 5 meter.	Østlig side: 340m Vestlig side: 80m	Østlig side: 2720m² Vestlig side: 160m²
 Tosidig bergskjæring. Østlig bergskjæring ved profilnummer 12650-12880. Bergskjæringen har en gjennomsnittlig høyde til ferdig vei på omtrent 5 meter. Maks høyde er 10 meter. Vestlig bergskjæring ved profilnummer 12700-12910. Bergskjæringen har en gjennomsnittlig høyde til ferdig vei på omtrent 5 meter. Maks høyde er 9 meter.	Vestlig side: 210m Østlig side: 230m	Vestlig side: 1050m² Østlig side: 1150m²
	5920m	51850m ²

Tabell 3: Estimerte mengder bergsikring

Bergsikring	Enhet	Antall
Bolt à 3 meter	stk	1950 (*15)
Bolt à 4 meter	stk	1730 (*15)
Bolt à 5 meter	stk	430 (*5)
Bolt à 6 meter	stk	210
Forbolting	stk	1910
Steinsprangnett	m ²	7800 (*60)
Isnett	m ²	7800 (*60)
Fjellbånd à 3 meter	stk	100
Fiberforsterket sprøytebetong	m ³	20

* = Tunnelpåhugg kan bli justert til profil 6600. Evt ekstra mengder tatt med

15 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 [19].

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.

I siste del av strekningen er det observert en mer oppsprukket gråvakke som er kartlagt som metaleirstein med noe mer utpreget skifrighet enn resten av strekningen. Det er derfor størst usikkerhet knyttet til anvendbarheten av massene til øvre lag av veikroppen mellom profil ca 11800 – 12700.

Det er ikke observert noe grønnstein i felt slik det mellom 12700-13150.

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.

16 Vurdering av skredfare

Skredfare vurderes å være begrenset til skred langs linjen som vist i Figur 36 og Figur 37. For nærmere vurdering henvises det til rapport for skredfarevurdering langs østre alternativ [17].

17 Vurderinger – hydrologi/hydrogeologi

Kryssende bekker:

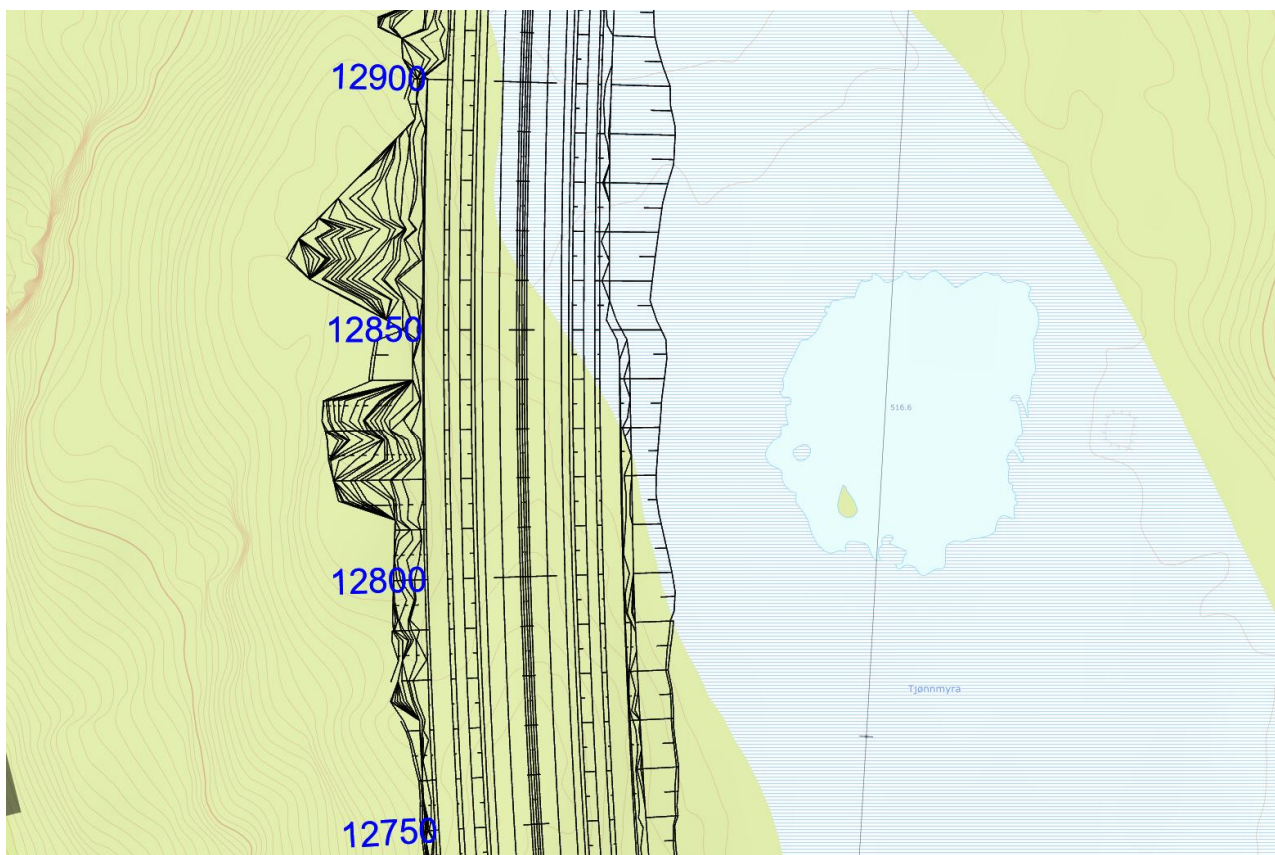
Det er to bekker som krysser vei der det er prosjektert og planlagt bergskjæring i hovedlinjen (bekk ved profil ca. 7700 og 13350). Bekkene kan tas ned i bergnisje og ned i kum som leder vannet i et drens-system under veien.

Vann fra terrenget og mindre bekker kan likevel forekomme også i disse områdene. Vann som kommer ned over skjæringene 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. Ellers kan disse etableres og sprenges etter at skjæringer er sprengt.

Myrer/ vann:

Det er i planfasen tidligere vurdert metode med drensbarriere for å bevare Tjønnyra. 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 Tjønnyra 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 [20].



Figur 43: Tjønnyras 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.

18 Vurderinger tiltak i forhold til omgivelser

Bygninger:

Ved sprengning nær bebyggelse skal krav til rystelser bestemmes ihht NS8141 (2001) [10]. 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 eller på berg med tynt avretningslag over berg. I vedlegg 3 er det lagt ved de beregnede rystelseskravene for sprengning med avstand opp til 100 meter fra sprengningssted for vanlig hus/Industri- og kontorbygg, på morenegrunn og med forskjellig fundamenteringsmetode. Hvis sprengning foregår nærmere bygninger vil det være mindre strenge rystelser slik at beregnede rystelser dekker de fleste forhold. Rystelsene kan imidlertid beregnes for hvert enkelt tilfelle for å optimalisere rystelsesgrense. De er i vedlegg 3 også lagt ved en beregning av rystelseskraav der bygninger er fundamentert på berg.

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

Jernbane:

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 rystelseskraav ihht 8141 (2001) [10] og denne er vedlagt i vedlegg 4. Det må sprenges for å overholde kraavene i denne standarden. Restriksjonene gjelder i områdene som er angitt i kapittel 9 *Omgivelser* der det omtales hvilke områder jernbanen er i nærhet til.

Det må være beredskap og sikkerhetsmann i forbindelse med arbeid nært spor. Sprengning 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 [21]. 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.

19 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.

20 Vannømfintlighet, dypsprenging, grunnsprenging

Bergartene i området sør for profil 11800 forventes ikke å være vannømfintlige da granodioritt og gråvakke typisk ikke er bergarter der dette er et problem. Det er dermed sannsynlig at det kan legges opptil dypsprenging i dette området. Det kan selvfølgelig være områder som avviker fra det som er kartlagt og som krever at det grunnsprenges.

Det må i den sammenheng nevnes at ifølge NGUs berggrunnsgeologiske kart (1:250000) området som er som angitt Gråvakke som hovedbergart er i et felt som er angitt som «Gråvakke og leirskifer» på kartet. Dette kan antyde at det kan være steder der det kan være leirskifer. I utgangspunktet er leirskifer en bergart som havner i kategorien bergarter som vil kunne være vannømfintlig. Leirskifer er for øvrig ikke nevnt som bergart i 1:50 000 kart fra NGU, der bergarten er benevnt som Gråvakke.

Ved profil 12410 er det kartlagt det som er Rambøll har kartlagt som metaleirstein. Denne er noe mer oppsprukket har noe mer utpreget skifrichet enn resten av strekningen. Det er derfor størst usikkerhet knyttet til vannømfintligheten av disse bergmassene, og det bør i utgangspunktet legges opp til grunnsprenging i området mellom ca 11800 – 12700 der det er størst usikkerhet knyttet til mulig vannømfintlighet.

Mellom 12700 og parsellslutt ved profil 13150 er det ifølge NGU`s kart grønnstein som i utgangspunktet ikke skal være spesielt vannømfintlig og det antas derfor at det kan legges opp til dypsprenging mellom ca profil 12700 – 13150.

Det bør gjøres flere undersøkelser i senere planfaser for å bestemme bergmassens vannømfintlighet. Det må også gjøres undersøkelser i byggefasen. Bruk av dyp- og grunnsprengning må vurderes fortløpende i anleggsperioden etter hvert som bergoverflaten avdekkes og skjæringene tas ut.

21 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.

Det må gjøres en vurdering og eventuelle tiltak for å unngå steinsprang og snøskred i områdene som er angitt som skredfarlig. Se egen rapport for skredvurdering [17].

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.

22 Anbefalte videre undersøkelser

- Rutinemessige miljøundersøkelser med tanke på håndtering av sprengsteinsmasser. Dette gjelder testing av bergarter for syredannende egenskaper, radongass og tungmetaller.

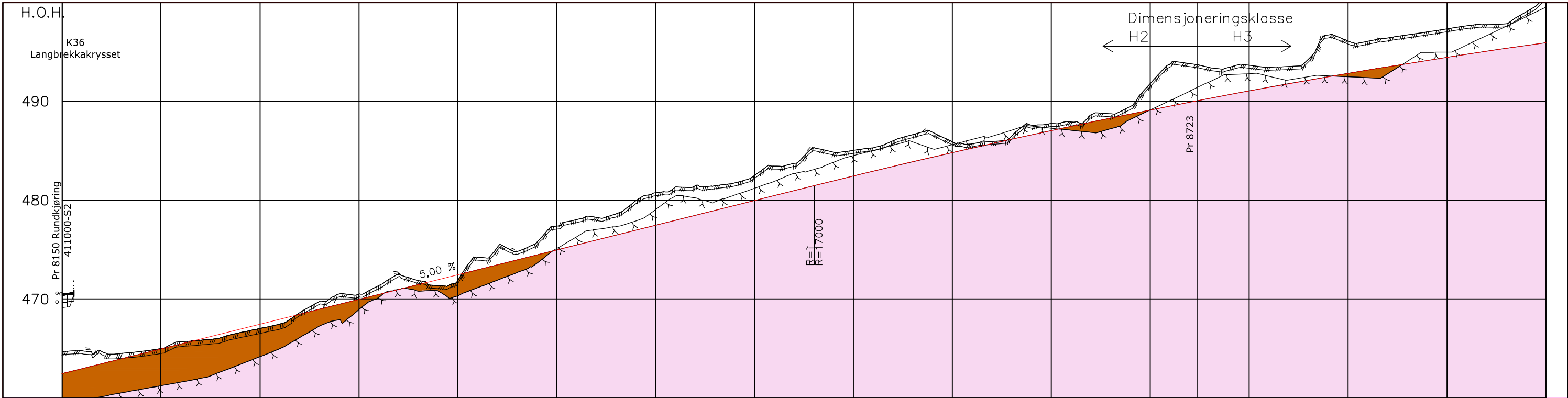
- Flere Micro-Deval- tester og LA-tester av granodioritt og gråvakke for å få et større statistisk prøvemateriale for å bestemme egnetheten til bergmassen til bruk til veiformål.
- Testing av bergartens vannømfintlighet hvis det identifiseres bergmasse av leirskifer der det sprenges i veikroppen. Det 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. Dette bør også gjøres i etterfølgende planfaser før bygging.
- Vanntapsmåling for testing av hydrauliske konduktivitet av bergmasse ved Tjønnyra for å kunne vurdere nødvendighet av sementinjeksjon for å begrense og minske risiko for drenering av myr gjennom bergmassen.

23 Kilder

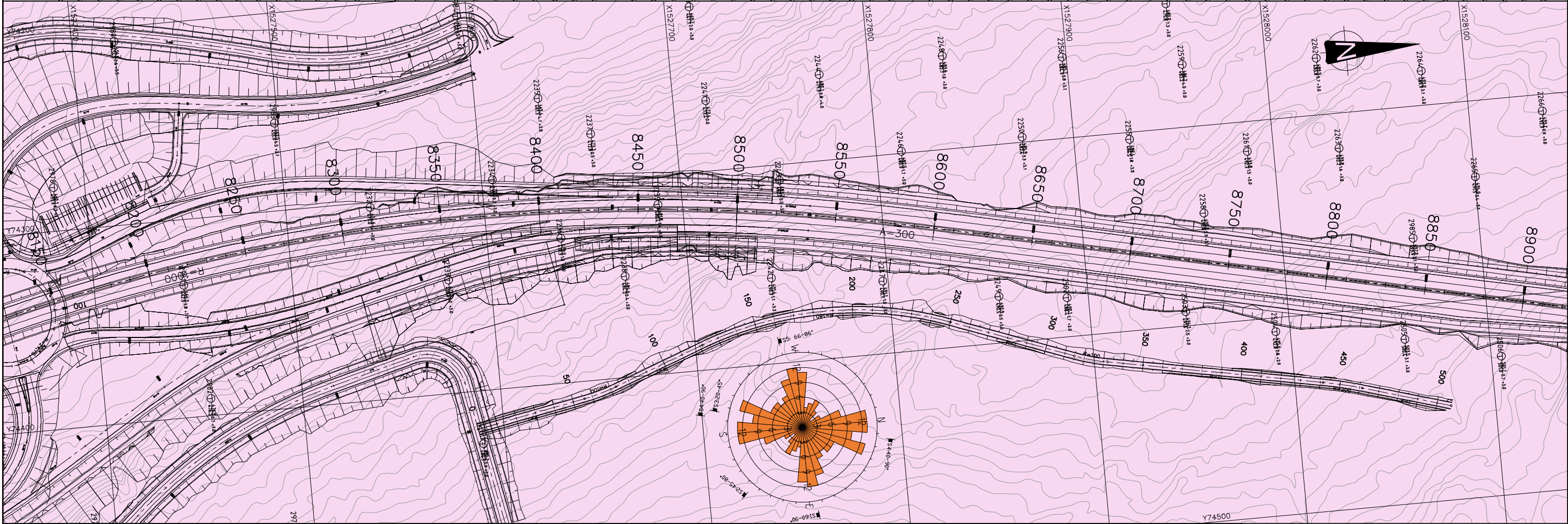
- [1] «Detaljregulering Ulsberg – Vindåsliene Ingeniørgeologisk rapport Skjæringer i berg,» Sweco, 05.03.2019.
- [2] «Detaljregulering for E6 Ulsberg – Vindåsliene, Ingeniørgeologisk rapport - Ulsberg tunnelen,» Sweco, 2019.
- [3] «NV50E6UV-GTK-RAP-0009_datarapport_omr. 2B,» Rambøll, 2021.
- [4] «NV50E6NB-GTK-RAP-0001-Geoteknisk prosj.rap. for Nedgård-Toset, alternativ øst,» Rambøll, 2022.
- [5] «GPX20431_RAPPORT 20431 Refraksjonsseismikk E6 Vindåsliene-Ulsberg_final,» Geophysix, 2020.
- [6] 2020-R-119 Mekanisk Større stener for lab knusing Rambøll 4 prøver-signert, Veidekke Industri As, 2020.
- [7] 2020-R-117 Mekanisk Håndstykker for lab knusing Rambøll Ulsberg profil 7760-signert, Veidekke Industri As, 2020.
- [8] Statens vegvesen, Håndbok N200, Vegbygging, Vegdirektoratet, 2018.
- [9] NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020, Eurokode 7 Geoteknisk prosjektering - Del 1: Almenne regler", Standard Norge, 2020.
- [10] NS 8141:2001», Vibrasjoner og støt, Norsk Standard, 2001.
- [11] Norsk bergmekanikkgruppe, «Veileder for bruk av Eurokode 7 til bergteknisk prosjektering,» Norsk bergmekanikkgruppe, 2011.
- [12] Norges geologiske undersøkelse (NGU), «Berggrunnskart,» 2020.
- [13] «Løsmassekart/Kvartærgeologiske kart, URL: http://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/,» 2021. [Internett].
- [14] «Radon aktsomhetskart,» Norges geologiske undersøkelse (NGU), 2020. [Internett].
- [15] «Granada (Grunnvannsborehull), URL: https://geo.ngu.no/kart/granada_mobil/,» 2021. [Internett].
- [16] NVE, «NVE skredatlas [Skredenett.no]».
- [17] Rambøll, «NV50E6NB-GEO-RAP-0006 Skredfarevurdering Nedgård-Toset- Østre Alternativ,» 2022.
- [18] SVV, «Vegbygging håndbok N200,» 2018.
- [19] Håndbok N200 Vegbygging, 2021: Statens Vegvesen.
- [20] «YML-NOT-005 Kryssing av myrområder,» Rambøll, 2021.
- [21] «Søknad om tiltak nær jernbane, <https://www.banenor.no/nabo/Soknad-om-tiltak-naer-jernbane/>,» Bane NOR..

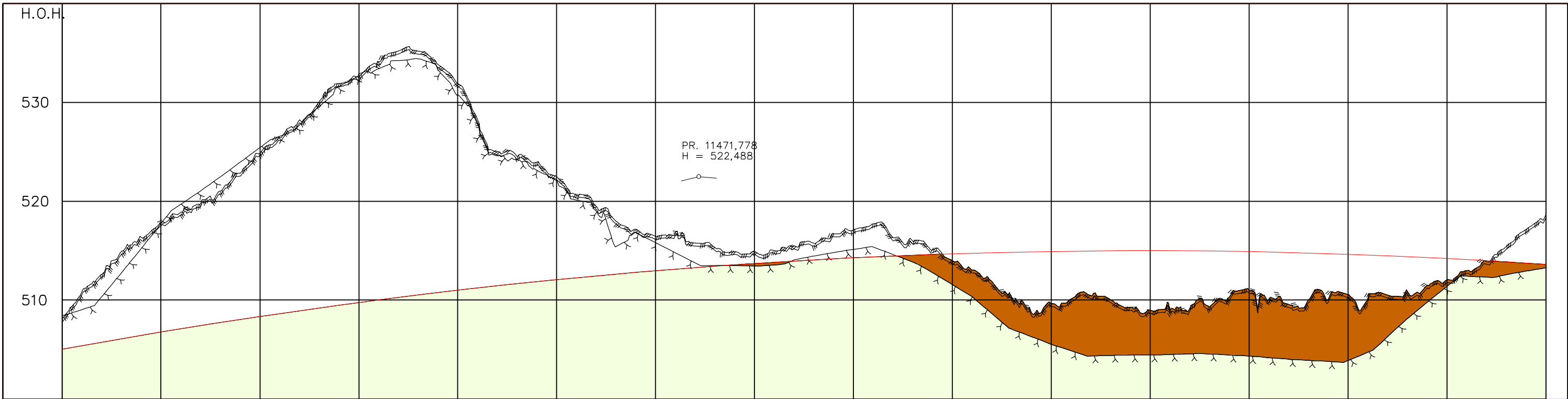
- [22] «E6 Ulsberg-Vindåsliene, Ingeniørgeologisk rapport til reguleringsplan – Vindåslitunnelen,» SWECO NORGE, 2016.
- [23] «640060A_320B_B01, E6 Vindåsliene - Fossumbrua i Midtre Gauldal. Massetak i framtidig trase.,» Rambøll, 28.08.2004.
- [24] «NADAG (<https://geo.ngu.no/kart/nadag-avansert/>),» 2022.
- [25] «DOK. NR. 18023-02-R, E6 Trøndelag – Ulsberg-Vindåsliene Leveransebeskrivelse geoskanning 2019,» EMerald Geomodelling, 13.12.2019.
- [26] «Rapport fra diamantboring på Gullvåg (Soknedalskogen) forekomsten, vinteren 1985,» Folldal Verk A/S, 1985.
- [27] «NV50E6UV-GTK-RAP-0003-Geoteknisk prosj.rap. for område 7,» Rambøll, 2021.
- [28] Rambøll, «E6UV-YML-RAP-006,» 2020.
- [29] «E6UV-RNO-PL-MAL-NN00-N00-G-001-Geokjemisk vurdering av berg med syredannende potensial-.docx,» Rambøll, 2020.
- [30] «Rapport 20431: Refraksjonsseismiske undersøkelser. Refraksjonsseismiske undersøkelser for utbygging av ny E6 Vindåsliene og Ulsberg, Trøndelag fylke.,» 14.12.2020.
- [31] 2020-R-005 Rambøll LA og MD Håndstykker for lab knusing Ved steinbrudd og ved påhogg nord-signert, Veidekke Industri As, 2020.
- [32] «2021-R-001 Sikteanalyse Håndstykker for lab knusing Vannømfintlighet profil 18000-signert,» Veidekke industri As, 2021.
- [33] 2021-R-056 Sikteanalyse Håndstykker for lab knusing Vannømfintlighet Vindåsliene-signert, Veidekke Industri As, 2021.
- [34] «2021-R-056 Sikteanalyse Håndstykker for lab knusing Vannømfintlighet Vindåsliene-signert,» Veidekke Industri As, 2021.
- [35] «NV50E6UV-GTK-RAP-0006-rev0 Geoteknisk prosjekteringsrapport for område 2B, pr 13150-16000,» Rambøll, 2021.

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

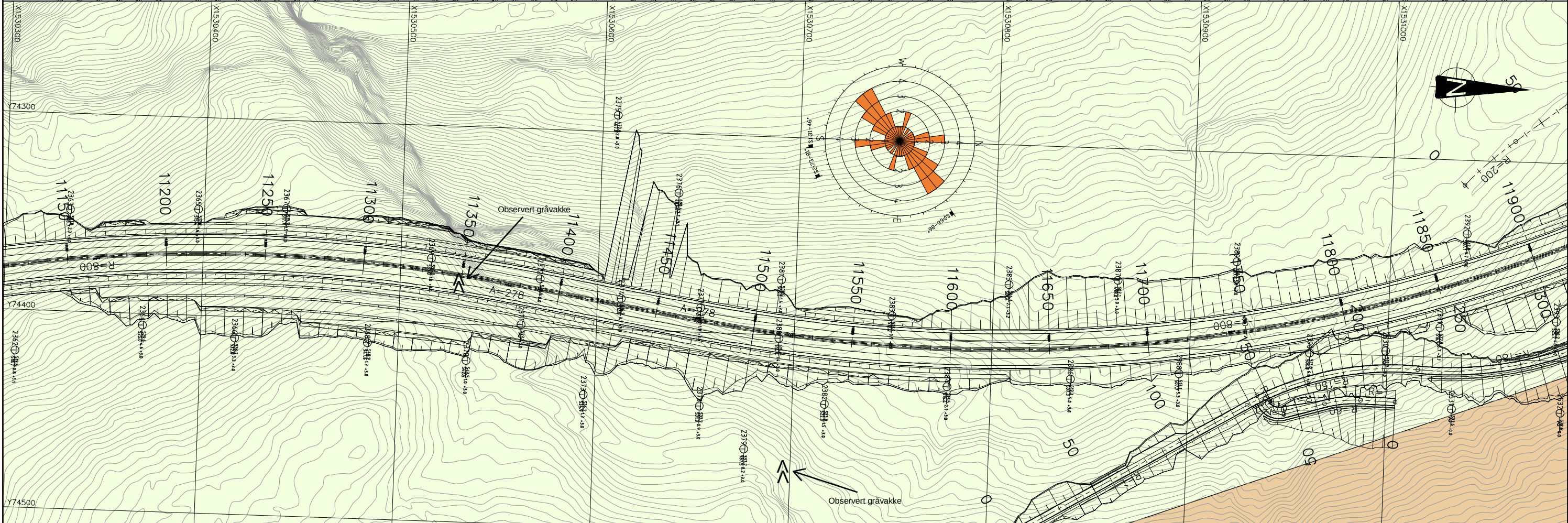


PROFIL N	8150	8200	8250	8300	8350	8400	8450	8500	8550	8600	8650	8700	8750	8800	8850	8900
PROFIL H.	464.63662,46	464.728662,96	464.79463,46	464.84463,96	464.89464,46	464.94464,96	465.09465,96	465.14466,46	465.19466,96	465.24467,46	465.29467,96	465.34468,46	465.39468,96	465.44469,46	465.49469,96	465.54470,46
TERRENG H.	464.63662,46	464.728662,96	464.79463,46	464.84463,96	464.89464,46	464.94464,96	465.09465,96	465.14466,46	465.19466,96	465.24467,46	465.29467,96	465.34468,46	465.39468,96	465.44469,46	465.49469,96	465.54470,46





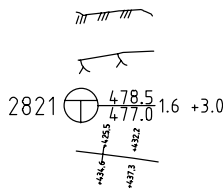
PROFIL NR.	1150	11200	11250	11300	11350	11400	11450	11500	11550	11600	11650	11700	11750	11800	11850	11900
PROFIL H.	506,03	510,83	512,57	514,94	516,34	517,27	518,07	519,73	520,98	522,82	524,33	526,45	528,23	530,06	531,88	532,55
TERRENG H.	506,03	510,83	512,57	514,94	516,34	517,27	518,07	519,73	520,98	522,82	524,33	526,45	528,23	530,06	531,88	532,55



TEGNFØRKLARING

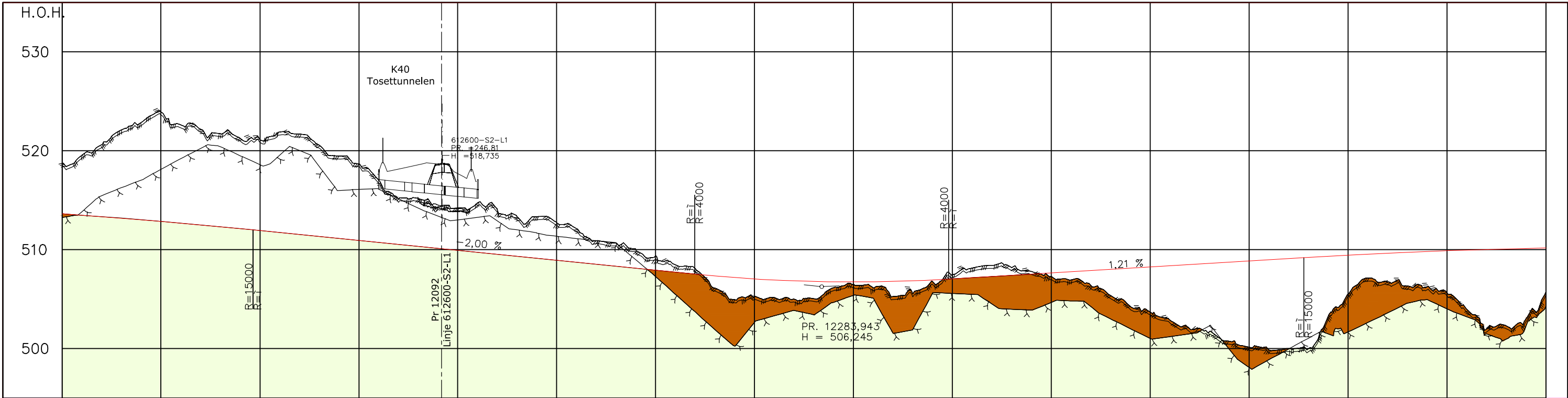
- Hornblende-biotittdioritt (Opdalitt)
- Silt og gråvakke
- Grønnstein
- Flysch sedimenter og tuffitter

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

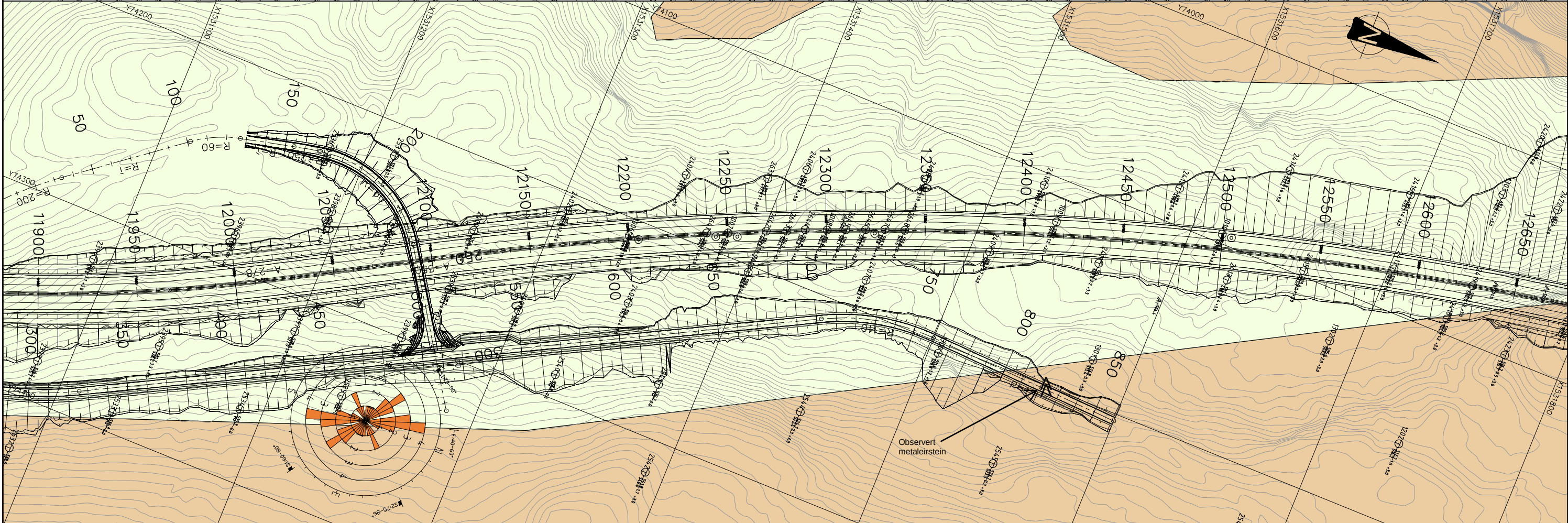


- Terrang
- Tolket berg
- Grunnboring utført
- Seismikk

Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato
Nye Veier	Utført av: RAMBØLL	Tegningsdato	05.11.2022		
		Bestiller	Nye Veier		
		Produsert for	Rambøll		
		Produsert av			
		Arkivreferanse			
		Byggeværknummer			
		Koordinatsystem	NTM10		
		Høydesystem	NN2000		
		Målestokk A1	1:1000, 1:200		
		Målestokk A3	1:2000, 1:400		
Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv	Tegningsnummer	
KAOST	SVTRH	LONTRH		Revisjonsbokstav	V1013 10



PROFIL H.	518.68	519.52	520.60	522.03	522.85	523.95	522.60	522.19	521.73	521.46	518.65	517.03	515.13	515.22	514.43	514.23	514.66	514.06	513.31	513.28	512.74	512.13	510.89	510.68	509.83	509.36	508.00	506.04	504.33	505.28	505.15	506.74	506.47	506.15	506.73	506.47	506.15	505.22	505.54	506.73	507.48	507.74	507.27	506.87	506.47	505.00	502.87	500.80	500.00	500.99	503.23	505.14	507.12	506.73	506.23	505.67	504.00	501.05
TERRENG H.	518.68	519.52	520.60	522.03	522.85	523.95	522.60	522.19	521.73	521.46	518.65	517.03	515.13	515.22	514.43	514.23	514.66	514.06	513.31	513.28	512.74	512.13	510.89	510.68	509.83	509.36	508.00	506.04	504.33	505.28	505.15	506.74	506.47	506.15	506.73	506.47	506.15	505.22	505.54	506.73	507.48	507.74	507.27	506.87	506.47	505.00	502.87	500.80	500.00	500.99	503.23	505.14	507.12	506.73	506.23	505.67	504.00	501.05



TEGNFØRKLARING

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

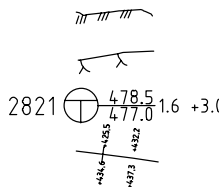
Løsmasser

Antatt svakhetssone

Strøk/fall foliasjon

Strøk/fall

Bergblotninger



Terrang

Tolket berg

Grunnboring utført

Seismikk

Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato
Nye Veier	Utført av:				
E6 Nedgård-Toset		Tegningsdato			
Ingeniørgeologisk plan og profil		05.11.2022			
Område 1. Østre alternativ		Bestiller			
Pr. 11900 - 12650		Nye Veier			
		Produkt av			
		Rambøll			
		Arkivreferanse			
		Byggeværknummer			
		Koordinatsystem			
		NTM10			
		Høydesystem			
		NN2000			
		Målestokk A1			
		1:1000, 1:200			
		Målestokk A3			
		1:2000, 1:400			
Utarbeidet av		Kontrollert av		Godkjent av	
KAOST		SVTRH		LONTRH	
Konsulentarkiv		Tegningsnummer			
		Revisjonsbokstav			
		V1014 0			

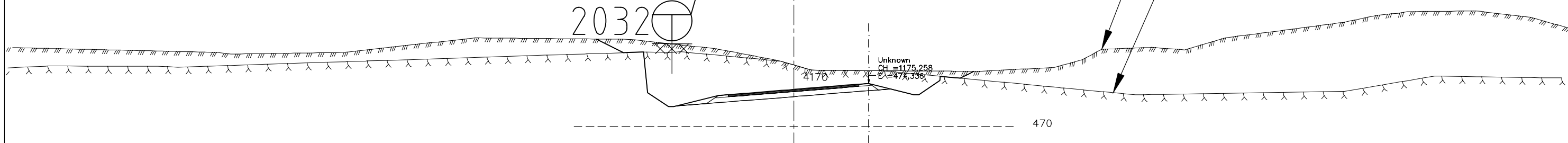
Vedlegg 2

Målestokk: 1:400 i A3

(3 m nord for tverrsnitt)

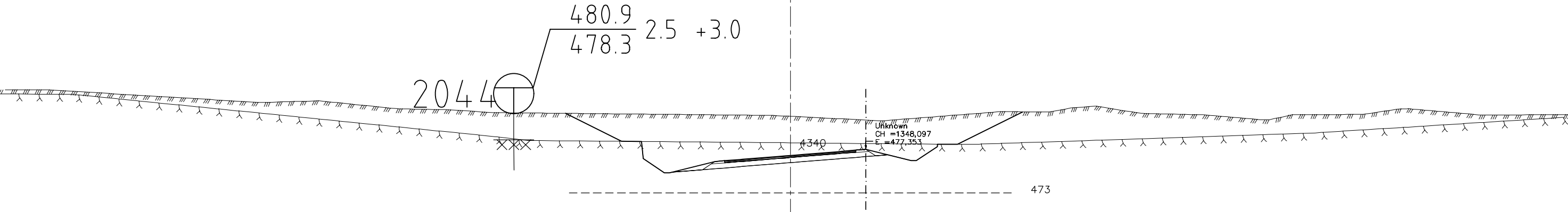
478.6
478.3 0.4 +3.0

2032

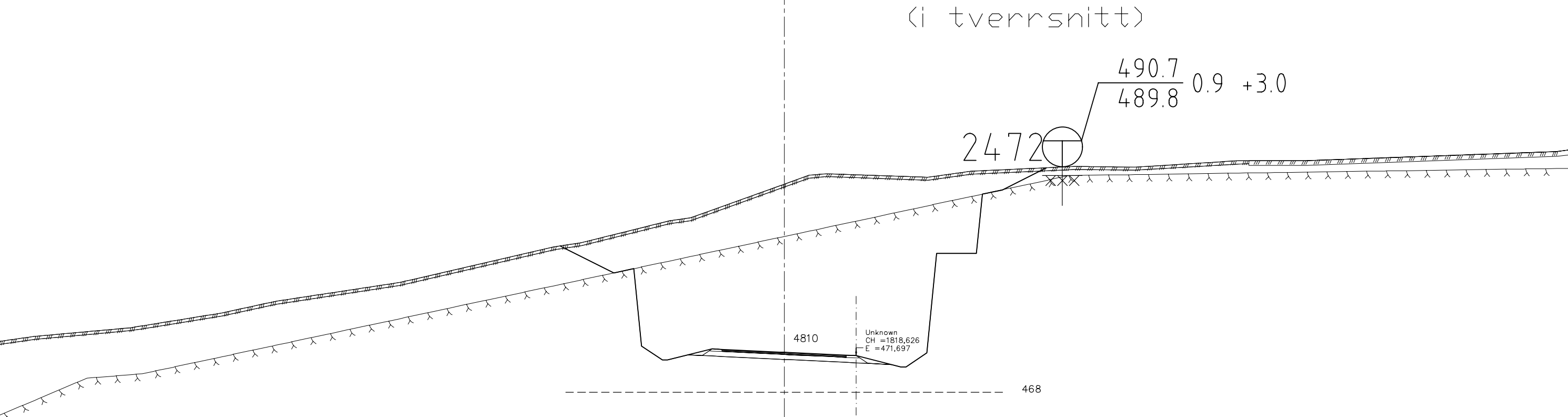


Målestokk: 1:400 i A3

(1 m nord for tverrsnitt)



Målestokk: 1:400 i A3

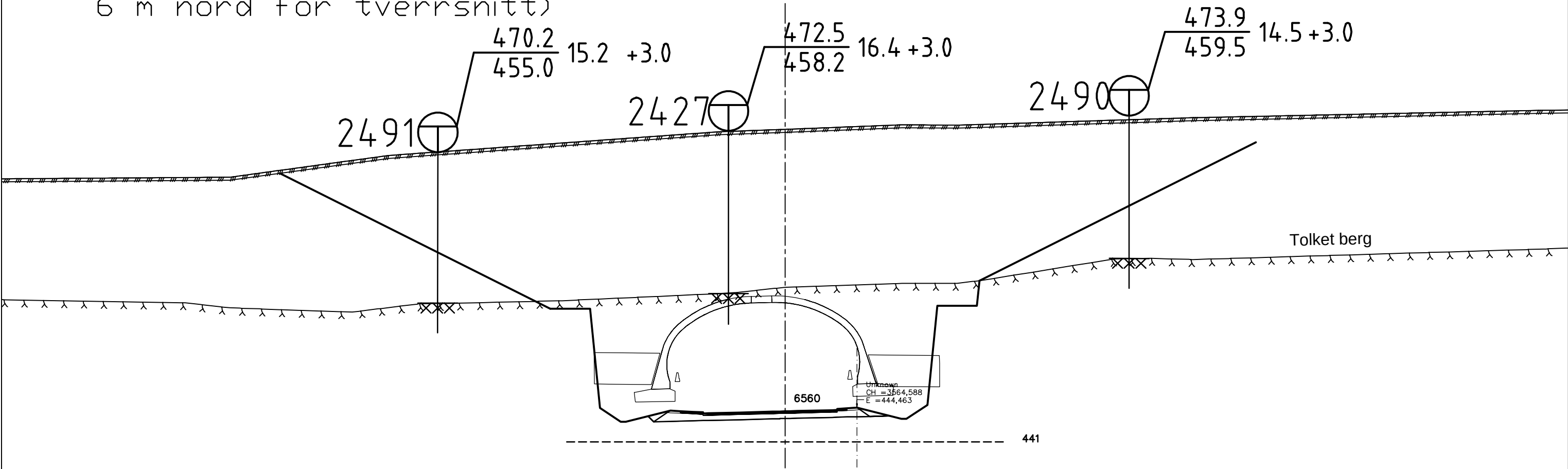


Målestokk: 1:400 i A3

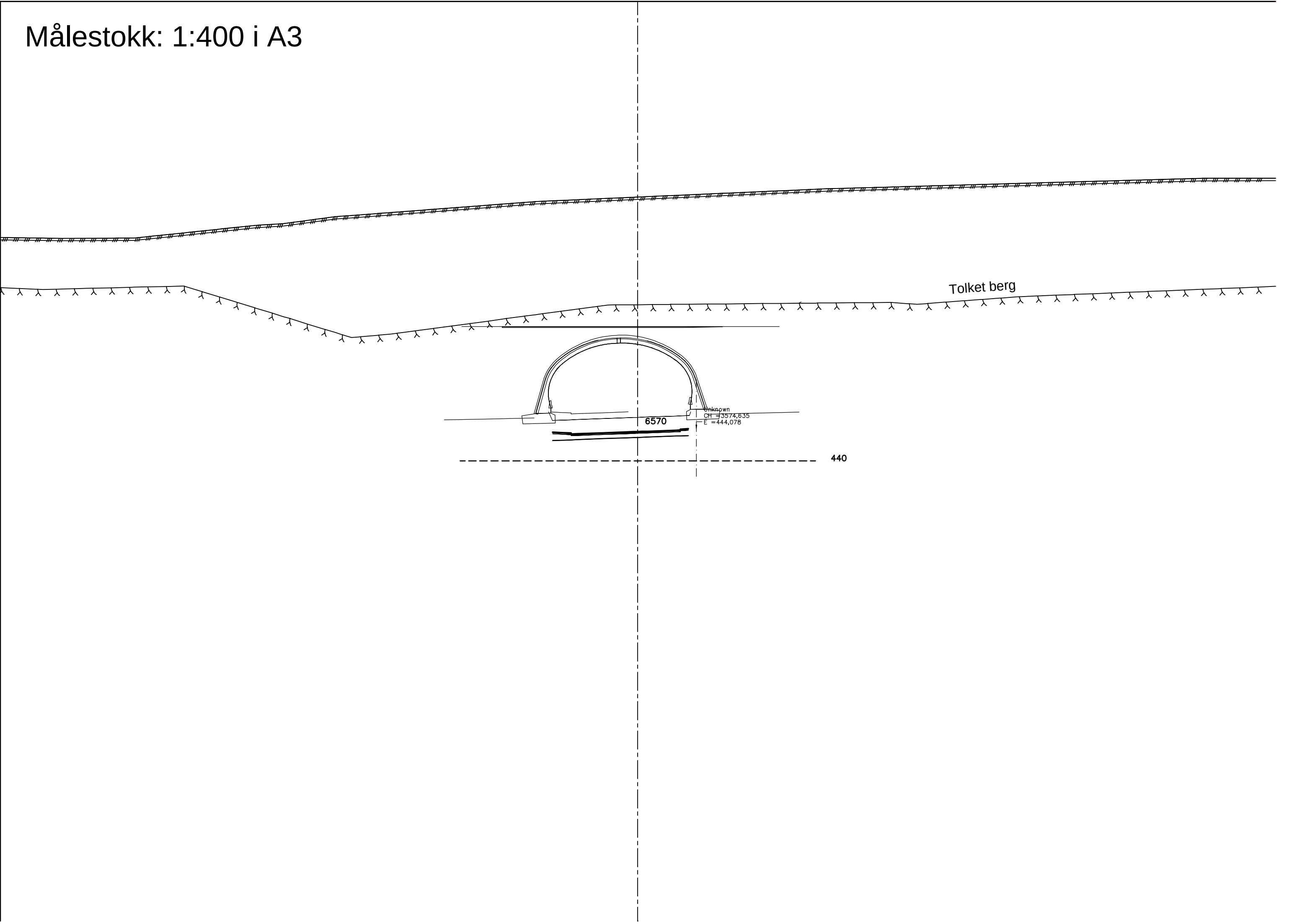
(Grunnboring utført
6 m nord for tverrsnitt)

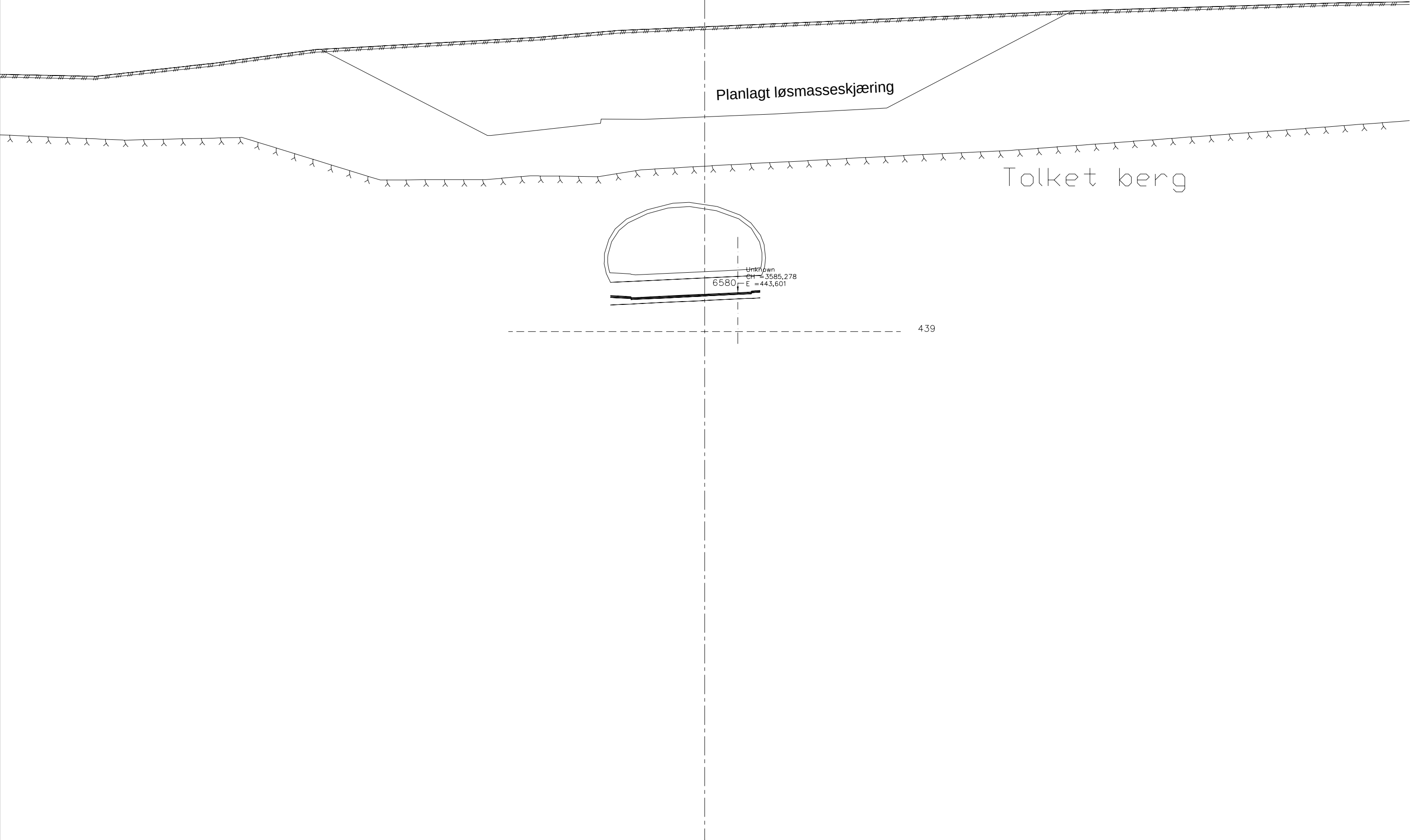
(Grunnboring utført
3 m nord for tverrsnitt)

(Grunnboring utført
6 m nord for tverrsnitt)



Målestokk: 1:400 i A3





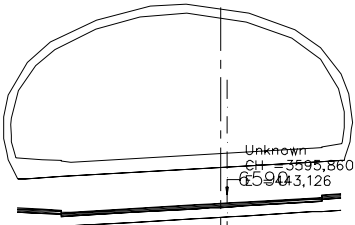
Målestokk: 1: 400 i A3

(Grunnboring utført
8 m nord for tverrsnitt)

476.4
461.1 15.4 +2.8

2428

Tolket berg



Unknown
CH = 3595.860
6590.3126

439

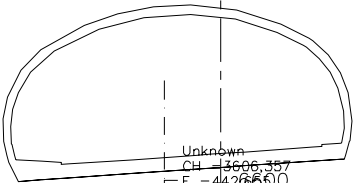
Målestokk: 1: 400 i A3

(Grunnboring utført
2 m sør for tverrsnitt)

476.4
461.1 15.4 + 2.8

2428

Tolket berg



Unknown
CH = 13606.357
E = 442655.0

438

Målestokk: 1:400 i A3

(2 m sør for tverrsnitt)

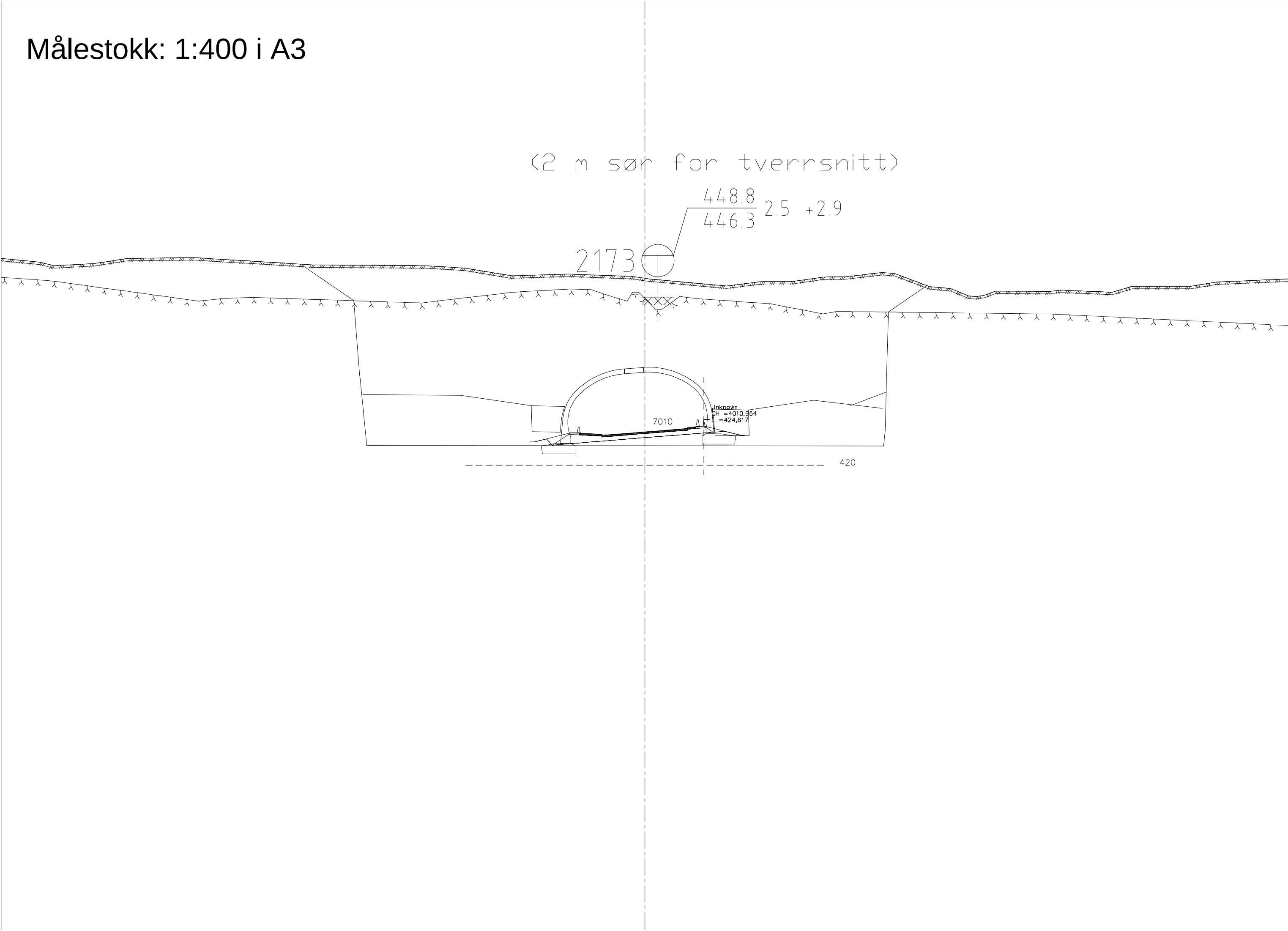
$\frac{448.8}{446.3} \quad 2.5 \quad +2.9$

2173

7010

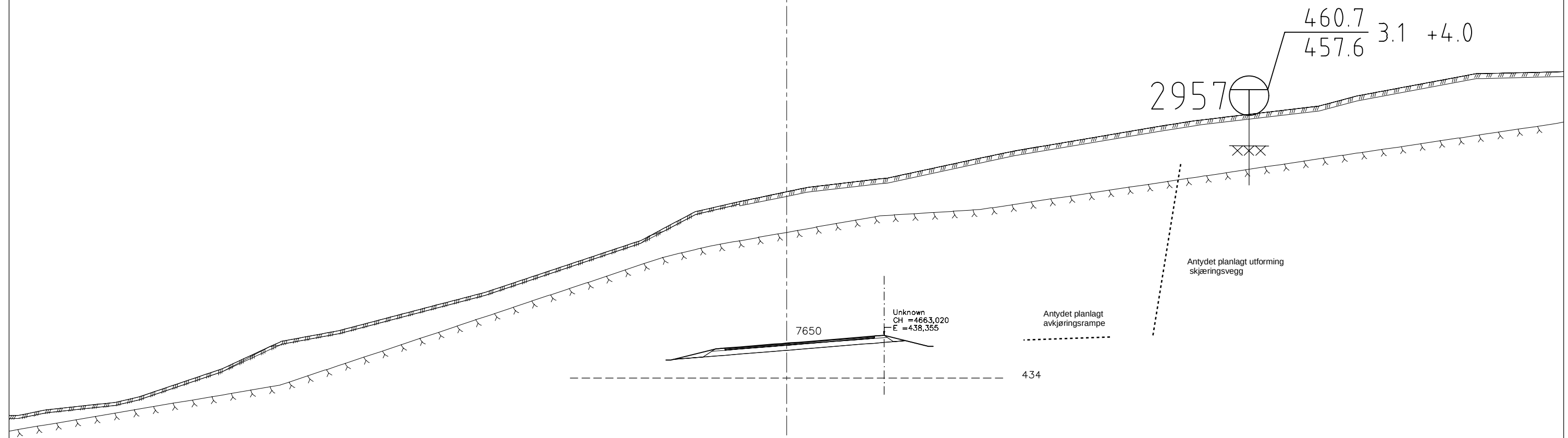
Unknown
CH = 4010,654
E = 424,817

420



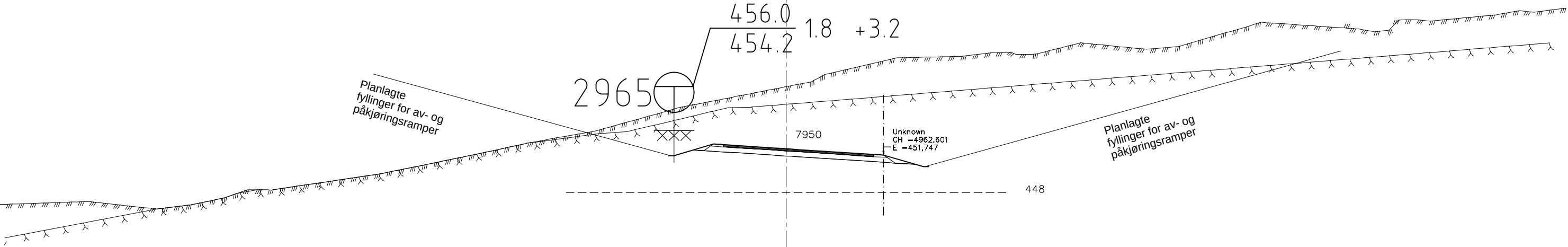
Målestokk: 1:400 i A3

(i tverrsnitt)

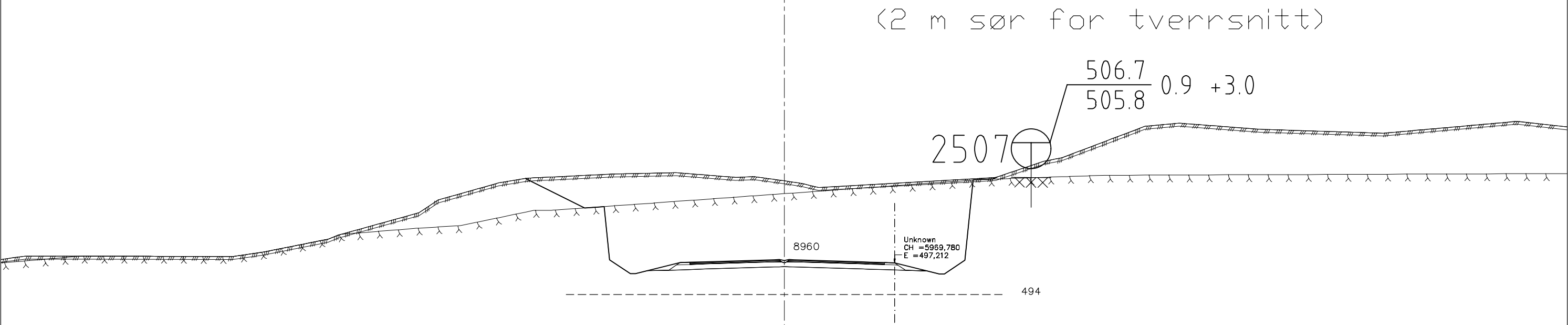


Målestokk: 1:400 i A3

(3 m sør for tverrsnitt)

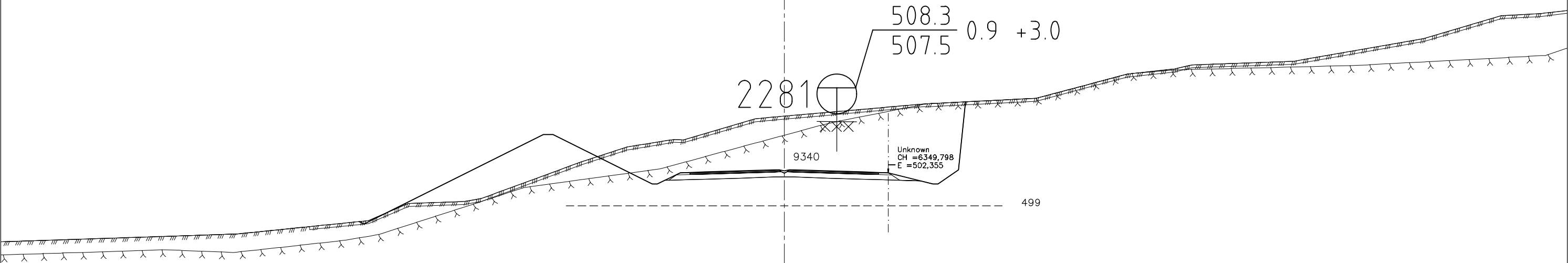


Målestokk: 1:400 i A3

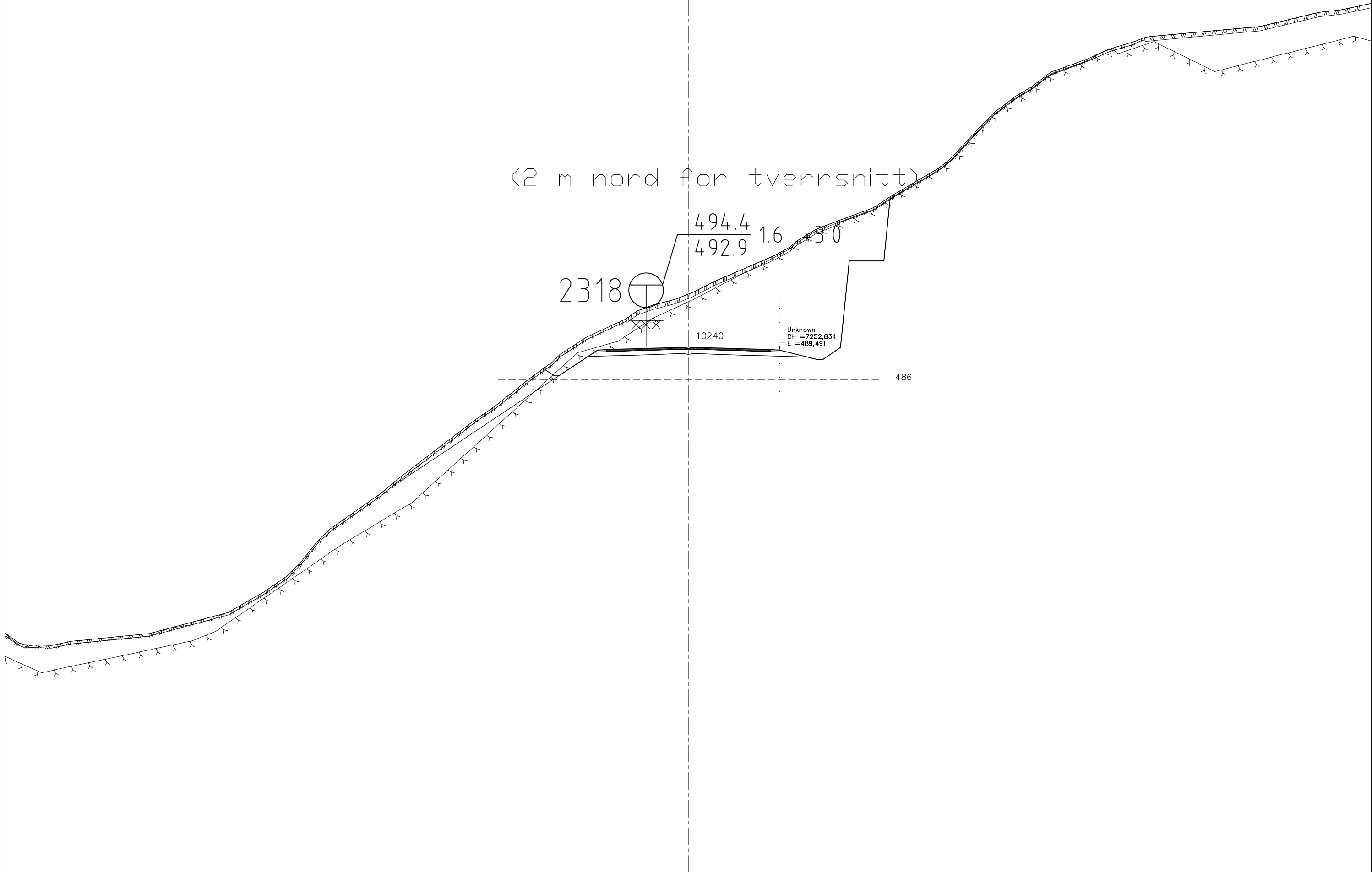


Målestokk: 1:400 i A3

(1 m sør for tverrsnitt)



Målestokk: 1:400 i A3



Målestokk: 1:400 i A3

(4 m sør for tverrsnitt)

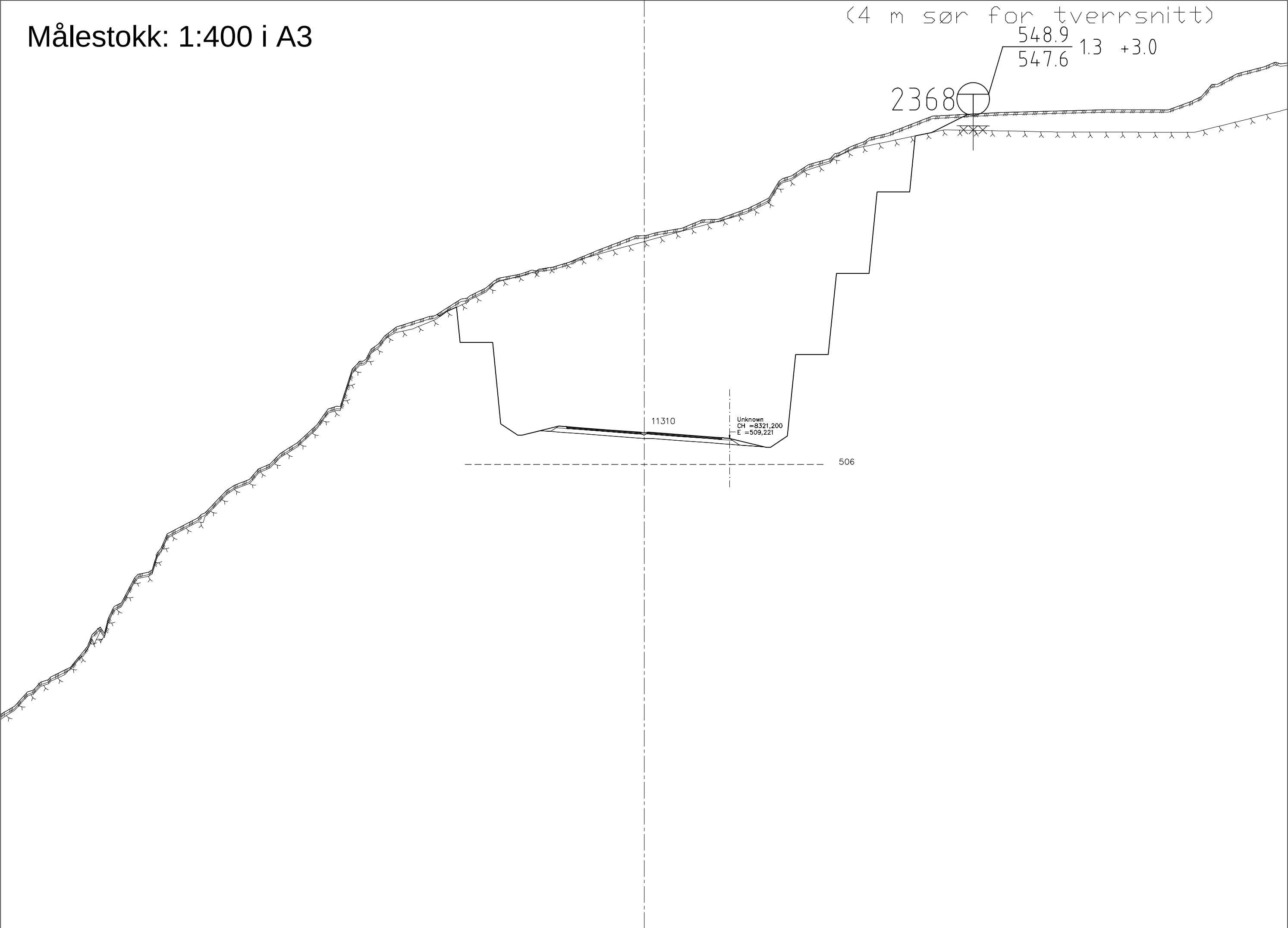
$\frac{548.9}{547.6}$ 1.3 +3.0

2368

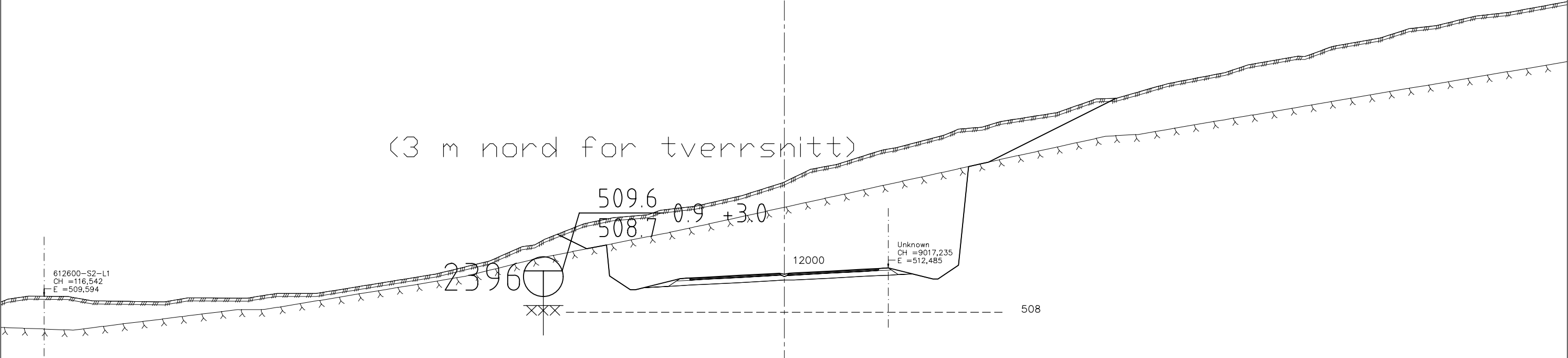
11310

Unknown
CH = 8321,200
E = 509,221

506

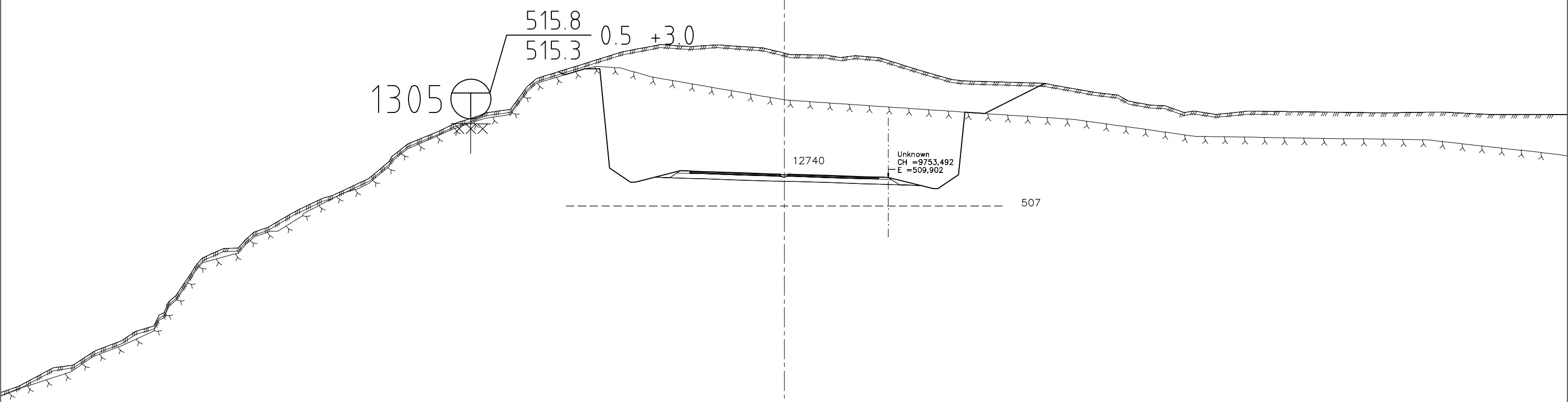


Målestokk: 1:400 i A3



Målestokk: 1:400 i A3

(1 m sør for tverrsnitt)



Bygninger fudamentert på løsmasser:

Parametere for bestemmelse av grenseverdi for vibrasjoner (NS 8141:2001), Regplan Toset - Nergård (grenser gitt i mm/s)					
	Materialfaktor	Bankett, veggskive, søylefundament	Plate	Fundamenteringsfaktor Kohesjons- eller friksjonspeler eller piler	Spissbærende peler eller piler
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
	Trykkerdet 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
	Trykkerdet 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					
Vibrasjonskilde				Sprengning	
Grunnforholdsfaktor	F_g	=	1,0		
Grenseverdi for maksimal vertikal svingehastighet, v					
Grenseverdi	v	=	49,0	mm/s	

Grenseverdi for vertikal svingehastighet etter NS 8141**Prosjektnr.:** 1350049061-003**Prosjekt:** E6 UV: Reguleringsplan Nedgård-Toset - østre 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:

 $v_0 = 20 \text{ mm/s}$ 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**

Vibrasjonskilde

Sprengning

Grunnforholdsfaktor $F_g = 1,0$ **Grenseverdi for maksimal vertikal svingehastighet, v**Grenseverdi $v = 33,1 \text{ mm/s}$