



E6 Kvithammar – Åsen

Detaljregulering Holvegen

Geoteknisk fagrapport for reguleringsplan Holvegen

Rapport nr.

R1-GEOT-07

Dato

15.04.2020



Revisjonshistorikk

NGI				
Rev.	Dato	Sign.	Kont.	Godkj.
00	17.01.2020	AKL	SRO	AKL
01	07.02.2020	AKL	SRO	AKL
02	28.02.2020	AKL	SRO	AKL
03	02.04.2020	AKL	SRO	AKL
04	15.04.2020	AKL	SRO	AKL



RAPPORT

E6 Kvithammar-Åsen

R1-GEOT-07 GEOTEKNISK FAGRAPPORT FOR
REGULERINGSPLAN HOLVEGEN

DOK.NR. 20180628-13-R

REV.NR. 4 / 2020-04-15

Ved elektronisk overføring kan ikke konfidensialiteten eller autentisiteten av dette dokumentet garanteres. Adressaten bør vurdere denne risikoen og ta fullt ansvar for bruk av dette dokumentet.

Dokumentet skal ikke benyttes i utdrag eller til andre formål enn det dokumentet omhandler. Dokumentet må ikke reproduseres eller leveres til tredjemann uten eiers samtykke. Dokumentet må ikke endres uten samtykke fra NGI.

Neither the confidentiality nor the integrity of this document can be guaranteed following electronic transmission. The addressee should consider this risk and take full responsibility for use of this document.

This document shall not be used in parts, or for other purposes than the document was prepared for. The document shall not be copied, in parts or in whole, or be given to a third party without the owner's consent. No changes to the document shall be made without consent from NGI.



Prosjekt

Prosjekttittel: E6 Kvithammar-Åsen
Dokumenttittel: R1-GEOT-07 Geoteknisk fagrapport for reguleringsplan Holvegen
Dokumentnr.: 20180628-13-R
Dato: 2020-01-17
Rev.nr. / Rev.dato: 4 / 2020-04-15

Oppdragsgiver

Oppdragsgiver: Aas- Jakobsen Trondheim AS
Kontaktperson: Hans-Petter Hansen
Kontraktreferanse: Oppdragsbekreftelse samhandlingsfase E6 K-Å_NGI, datert 06.05.2019

for NGI

Prosjektleder: Alf Kristian Lund
Utarbeidet av: Alf Kristian Lund
Kontrollert av: Sigbjørn Rønning

Sammendrag

Hæhre AS utarbeider reguleringsplan for prosjektet E6 Kvithammar – Åsen på oppdrag for Nye Veier AS. Dr. Ing. A. Aas Jakobsen Trondheim AS er hovedrådgiver for arbeidene med NGI som underrådgiver for fagområdet geoteknikk.

I forbindelse med arbeidet med ny E6 på strekningen Kvithammer Åsen utarbeides en egen reguleringsplan for Holvegen. Formålet med denne planen er å tilrettelegge for adkomst og trafiksikker anleggstransport i forbindelse med anleggsvirksomheten på Holan-Kvithammar området.

Hovedelementene i planen er:

- ↗ Bygging av ny midlertidig rundkjøring mellom Holvegen og E6
- ↗ Riggområde i vest for Holvegenarbeidene
- ↗ Ny gang- og sykkelveg langs nedre del av Holvegen
- ↗ Bredeutvidelser langs Holvegen for å bedre sikt- og trafikkforholdene
- ↗ Avkjørsler til eiendommene langs Holvegen for å bedre trafiksikkerheten
- ↗ Midlertidig anleggsveg over jordet nordvest for Holvegen for å avlaste boligområdene
- ↗ Riggområde i øst for de fremtidige tunnelarbeidene
- ↗ Forskjæring for Forbordsfjelltunnelen

Som grunnlag for de geotekniske arbeidene med reguleringsplanen er det innhentet resultater fra tidligere utførte grunnundersøkelser i området. Der det har manglet data er det utført supplerende grunnundersøkelser. Utførte grunnundersøkelser gir et godt grunnlag for reguleringsplanen og det trengs kun et begrenset supplement for å gjennomføre byggeplanen.

Hele planområdet ligger under marin grense. I hovedsak består grunnen ved tiltakene av leire. I de vestre delene av området er det kvikkleireforekomster. To tidligere kartlagte kvikkleiresoner er vurdert og revidert med bakgrunn i nye grunnundersøkelser. I tillegg er det opprettet en ny kvikkleiresone.

Det er beregnet stabilitet i et utvalg av tiltakene og tilfredsstillende stabilitet for planforslaget er dokumentert. Det må utføres enkelte tiltak for å oppnå påkrevet sikkerhet:

- ↗ Motfylling for å sikre en stabilitetsforbedring i et område med lav, beregningsmessig sikkerhet.
- ↗ Erosjonssikring i Holelva for å hindre en forverring av stabiliteten over tid.
- ↗ Grunnforsterkning med kalk-sementpeler i en skjæring i bløt, sensitiv leire.

En viktig geoteknisk risiko som må håndteres i neste fase er:

- ↗ Fare for grunnbrudd dersom det gjøres tiltak som ikke er planlagt.

Innhold

1	Innledning	6
2	Beskrivelse av tiltakene	8
2.1	Oversikt	8
2.2	Rundkjøring	9
2.3	Gang- og sykkelveg	11
2.4	Ny midlertidig anleggsveg	12
2.5	Breddeutvidelser og avkjørslar på Holvegen	13
2.6	Riggområder	16
3	Topografi og grunnforhold	18
3.1	Kvartærgeologi og områdebeskrivelse	18
3.2	Grunnundersøkelser	19
3.3	Kvikkleire	19
3.4	Rundkjøring	20
3.5	Gang- og sykkelveg	21
3.6	Ny midlertidig anleggsveg	22
3.7	Breddeutvidelser og avkjørslar på Holvegen	23
3.8	Riggområder	25
3.9	Forskjæring for Forbordsfjelltunnelen	27
4	Styrende dokumenter / Prosjekteringsforutsetninger	27
4.1	Geotekniske kategorier	27
4.2	Konsekvensklasse	29
4.3	Prosjekteringskontrollklasse	30
4.4	Utførelseskontrollklasse	31
4.5	Krav til kontrollform	31
4.6	Tiltakskategori	31
4.7	Lokalstabilitet	32
4.8	Områdestabilitet	32
4.9	Sikkerhet for eksisterende veg	33
5	Geoteknisk prosjektering til reguleringsplan	33
5.1	Oppsummering	33
5.2	Rundkjøring	33
5.3	Gang- og sykkelveg	35
5.4	Ny midlertidig anleggsvei	36
5.5	Breddeutvidelser og avkjørslar på Holvegen	36
5.6	Riggområder	37
5.7	Forskjæring for Forbordsfjelltunnelen	38
6	Risikoer ved utførelse	38
7	Videre arbeid	38
8	Referanser	39

Vedlegg

Vedlegg A Utvidet kontroll av geotekniske fagrapporter for reguleringsplan Holvegen

Kontroll- og referanseside

1 Innledning

Hæhre AS utarbeider reguleringsplan for prosjektet E6 Kvithammar – Åsen på oppdrag for Nye Veier AS. Dr. Ing. A. Aas Jakobsen Trondheim AS er hovedrådgiver for arbeidene med NGI som underrådgiver for fagområdet geoteknikk.

I forbindelse med arbeidet med ny E6 på strekningen Kvithammer Åsen utarbeides en egen reguleringsplan for Holvegen. Formålet med denne planen er å tilrettelegge for adkomst og trafiksikker anleggstransport i forbindelse med anleggsvirksomheten på Holan-Kvithammar området. Utfordringen er å sørge for fremkommelighet generelt samt at trafiksikkerheten for gående og syklende, inkludert skoleveg for barn, blir ivaretatt.

Holvegen, som er en fylkesvei, vil bli brukt i forbindelse med massetransport, tiltransport av betong for sikring av tunnel, innsatsvarer og daglig inn/ut-transport av mannskaper og andre som skal besøke anlegget. Anleggstrafikken vil øke ÅDT med 2-400 kjøretøy til 4-600. Tungbil- andelen vil øke vesentlig og antas å kunne utgjøre 40-50%.

For å kunne ivareta en trafiksikker anleggstransport i forbindelse med bygging av ny E6 er det nødvendig å foreta avbøtende tiltak. Det foreslås ombygging av krysset mellom eksisterende E6 og Holvegen (fv. 6808), etablering av midlertidig anleggsvei, til rette-lagte møteplasser, siktutbedringer, omlegging av adkomstveger, midlertidig gangveg med tilrettelagte krysningspunkt og tilbud om skoleskyss til skolebarn som bor langs Holvegen.

Anleggsfasen for arbeidene med ny E6 har en varighet på inntil 5 år med ferdigstillelse i 2025/26. Massetransporten fra tunneldrivingen vil ha en varighet inntil 3 år, i verste tilfelle kan anleggstrafikken utgjøre 30 lastebillass i timen i denne perioden.

Denne rapporten er geoteknisk fagrapport for reguleringsplan for utbedringer langs Holvegen (Fv. 6808) på Skatval i Stjørdal. Holvegen vil være en viktig adkomst til søndre tunnelpåkugg til Forbordsfjelltunnelen. Planområdet ligger under marin grense og det er kvikkleire i området.

Hovedelementene i planen er listet under og vist i Figur 1:

- ↗ Bygging av ny midlertidig rundkjøring mellom Holvegen og E6
- ↗ Riggområde i vest for Holvegenarbeidene
- ↗ Ny gang- og sykkelveg langs nedre del av Holvegen
- ↗ Breddutvidelser langs Holvegen for å bedre sikt- og trafikkforholdene
- ↗ Avkjørsler til eiendommene langs Holvegen for å bedre trafiksikkerheten
- ↗ Midlertidig anleggsveg over jordet nordvest for Holvegen for å avlaste bolig-områdene
- ↗ Riggområde i øst for de fremtidige tunnelarbeidene
- ↗ Forskjæring for Forbordsfjelltunnelen

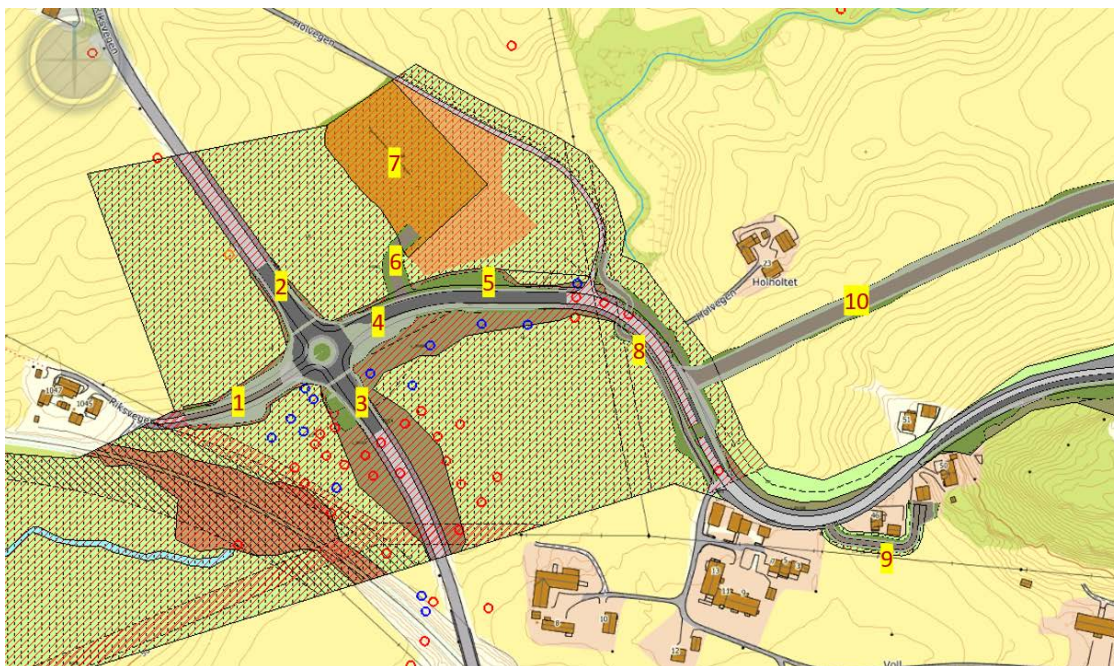


Figur 1: Planen starter i vest med ny rundkjøring på E6 og et riggområde for entreprenøren som skal utføre arbeidene. Deretter en ca. 200 m lang gang- og sykkelveg. Forbi Holthaugen velges enten en anleggsveg over jordet eller trafiksikkerhetstiltak langs Holvegen. Fra Holan til øvre Holan planlegges breddeutvidelser og avkjørsler. Ved Forbordsfjelltunnelen planlegges det etablert et riggområde for tunneldriften og uttak av forskjæring. Gule rammer viser utsnittene som er vist i Figur 2, Figur 3 og Figur 4.

2 Beskrivelse av tiltakene

2.1 Oversikt

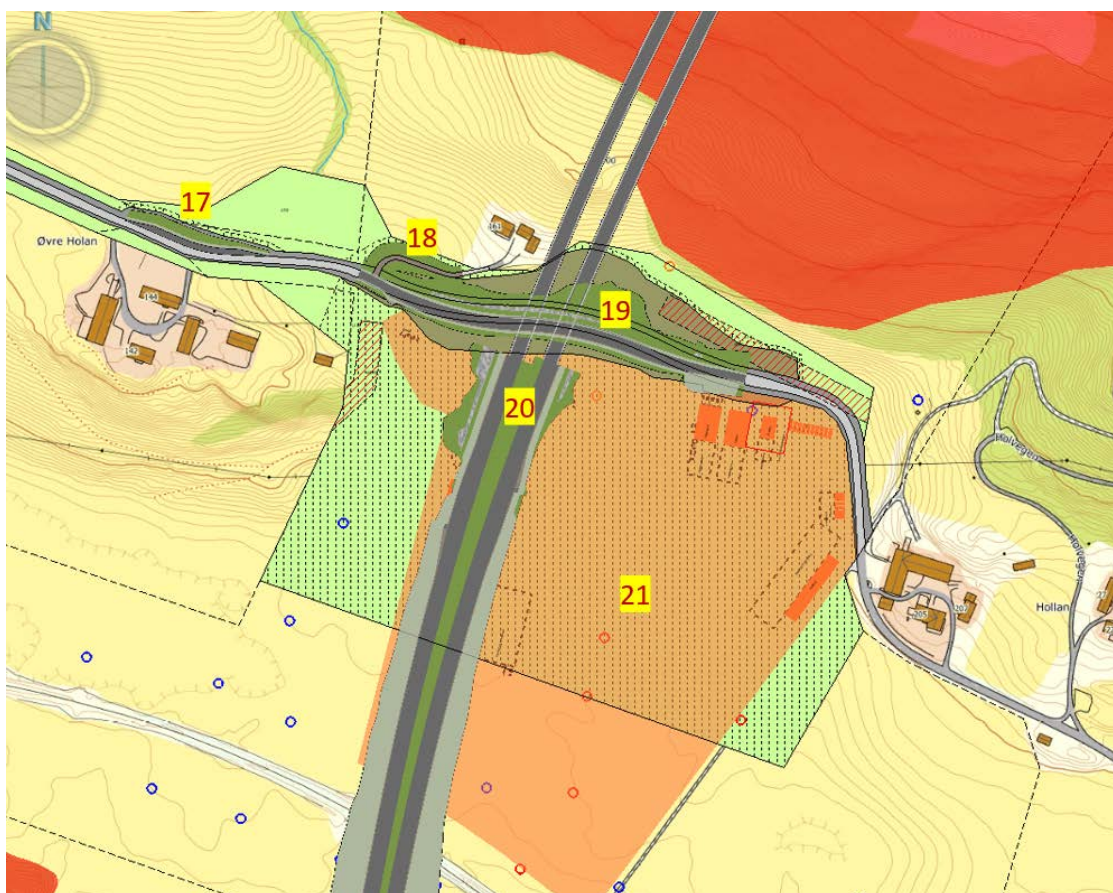
Planen er lang og smal og inneholder en rekke mindre tiltak, se Figur 2, Figur 3 og Figur 4 for en oversikt. Nummereringen vist på figurene blir brukt gjennom rapporten.



Figur 2: Oversikt over tiltakene i vestre del av planen.



Figur 3: Oversikt over tiltakene i midtre del av planen.



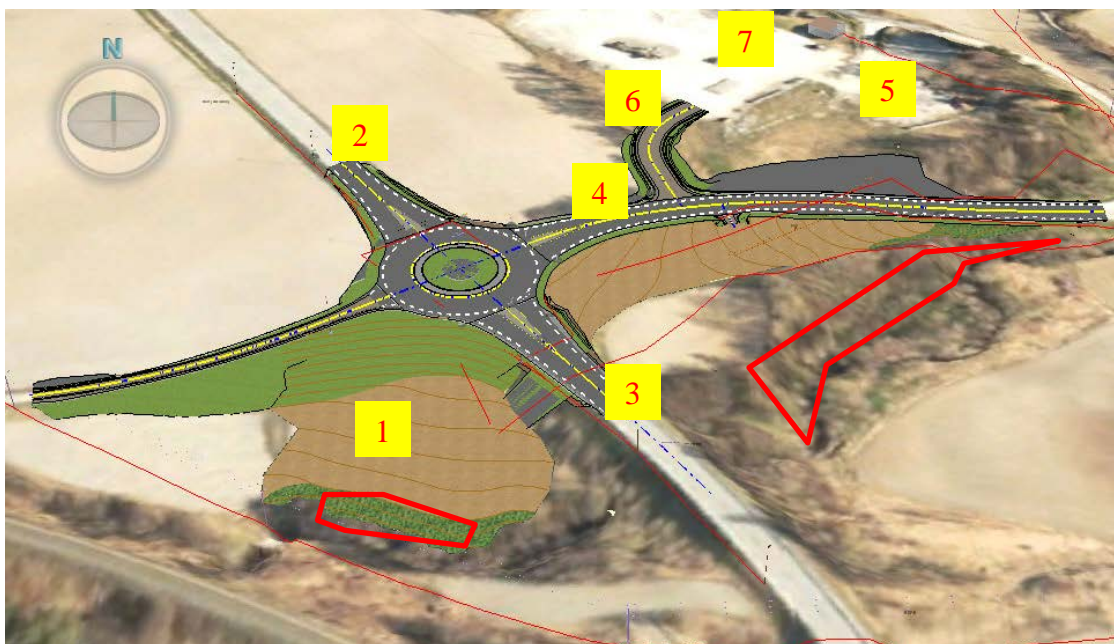
Figur 4: Oversikt over tiltakene i østre del av planen.

2.2 Rundkjøring

For å bedre trafikksikkerheten i anleggsperioden i krysset mellom E6 og Holvegen skal det etableres en midlertidig rundkjøring i stedet for eksisterende T-kryss. Rundkjøringen flyttes ca. 30 m nordover i forhold til dagens kryss. På E6 blir det noe breddeutvidelse av dagens fylling inn mot rundkjøringen, ca. 30 cm fylling (3 og 2). Rundkjøringen og avkjørselen vestover (1) legges på lave fyllinger. Holvegen legges nærmest rundkjøringen på lav fylling (4) som går over i halvskjæring (5) mot øst. Se Figur 5.

I permanent fase planlegges det å fjerne rundkjøringen og reetablere T-kryss og avkjørsel, se Figur 6. Dette innebærer minimale terrengtilpasninger med massene som allerede er der, ingen endring i last eller stabilitet.

Som en følge av at de planlagte tiltakene er i kvikkeliresoner, skal erosjon i Holveva stanses ved erosjonssikring. Omfanget er skissemessig vist i Figur 5 og Figur 6.



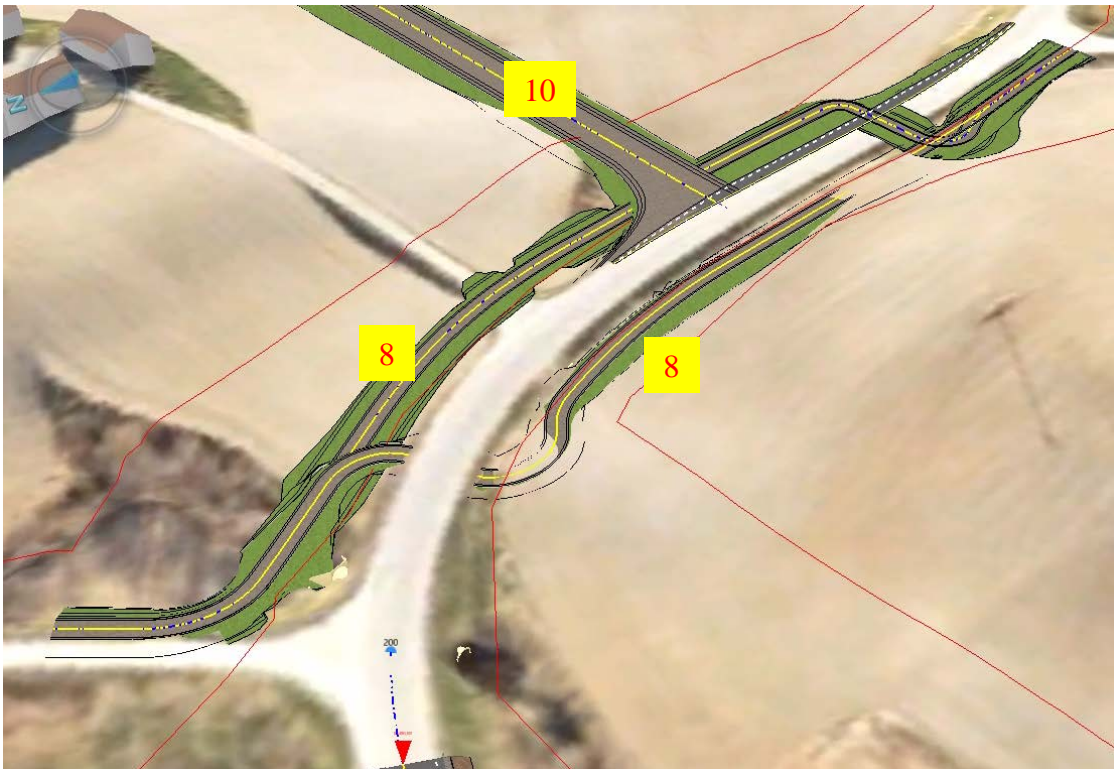
Figur 5: Perspektiv av ny rundkjøring i krysset mellom E6 og Holvegen. (Motfyllingen blir noe mindre i utstrekning, slik at den ikke går helt ned i Holelva, men det finnes ikke bedre illustrasjon enn denne per nå.) Omfang erosjonssikring er skissemessig vist med røde polygoner.



Figur 6: Ved anleggets slutt planlegges det å tilbakeføre krysset til et T-kryss og avkjørsel. Omfang erosjonssikring er skissemessig vist med røde polygoner.

2.3 Gang- og sykkelveg

For å bedre situasjonen til myke trafikanter skal det bygges en gang- og sykkelveg (8) fra boligene i Vollshaugvegen og videre nordover på Holvegen. Dersom det utføres utbedringer videre på Holvegen (Alt. 1) og anleggsveg over jordet ikke bygges, velges gang- og sykkelvegen som går langs østsiden nordfra og krysser lengst sør. Dersom det velges å bygge anleggsveg over jordet (alt. 2) vil gang- og sykkelvegen krysse Holvegen lenger nord og følge sørover på vestsiden, for å slippe å krysse anleggsvegen. Begge alternativene innebærer lave fyllinger og skjæringer, inntil ca. 2 m. Se Figur 7.



Figur 7: Viser Gang- og sykkelveg fra nord langs Holvegens østside. Dersom anleggsveg over jordet bygges, velger man alternativet som krysser Holvegen lengst nord (nærmest ståstedet) Dersom anleggsveg ikke bygges, så krysser gang- og sykkelvegen lenger sør (lengst unna ståstedet). Kun ett av alternativene skal bygges.

2.4 Ny midlertidig anleggsveg

For å lede anleggstrafikken utenom boligene langs Holvegen er det et alternativ å bygge en midlertidig anleggsveg over jordet (10), som vist i Figur 8. Anleggsvegen er ca. 500 m lang, den ligger relativt nøytralt i terrenget på rettstrekket i vest, før den svinger mot sør og stiger opp til Holan på en 3-4 m høy fylling. Siste del av vegen går i halvskjæring, dels i løsmasse og dels i berg.



Figur 8: Alternativet med midlertidig anleggsveg over jordet, sett fra vest. Dersom anleggsvegen bygges, er det for å redusere trafikkbelastningen på boligene til høyre på figuren.

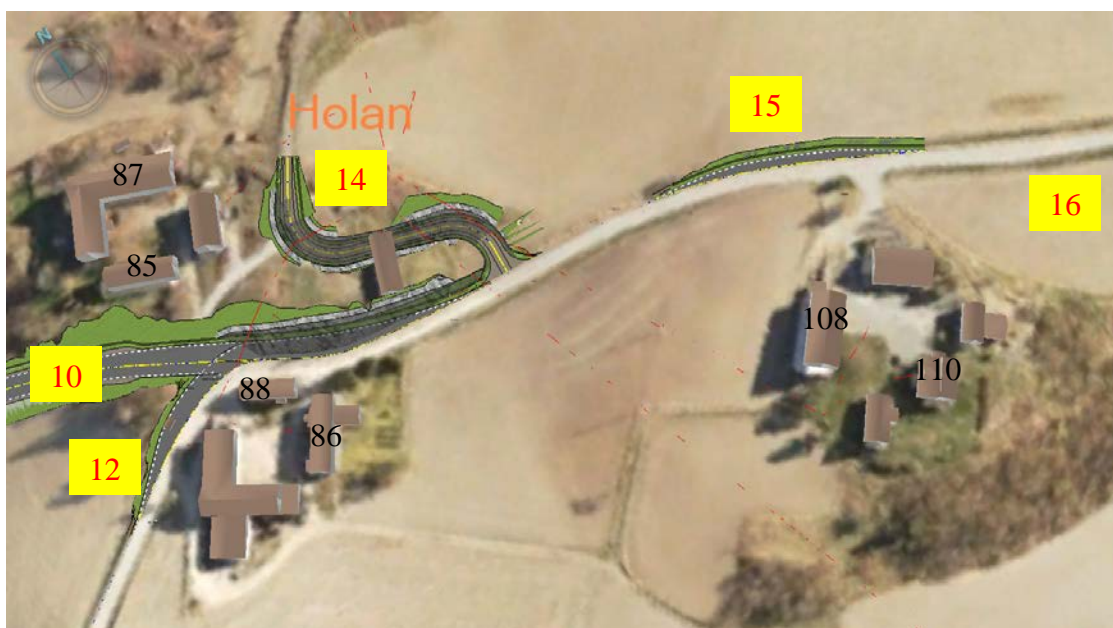
2.5 Breiddeutvidelser og avkjørsler på Holvegen

Dersom anleggsvegen beskrevet i forrige kapittel ikke bygges, vil det være behov for tiltak langs Holvegen. Holvegen 46 og 50 har i dag hver sin avkjørsel, til høyre for Holvegen i Figur 9. For å bedre trafikksikkerheten er det et alternativ å samle disse i en felles avkjørsel som legges på baksiden av 46 (9). Videre langs Holthaugen planlegges en breiddeutvidelse i form av skjæring på høyre side (11). Skjæringen blir dels i berg og dels i løsmasse, deler av løsmasseskjæringen vil det være aktuelt å stramme opp med en støttemur for å gjøre mindre permanent inngripen i naboeiendommen.



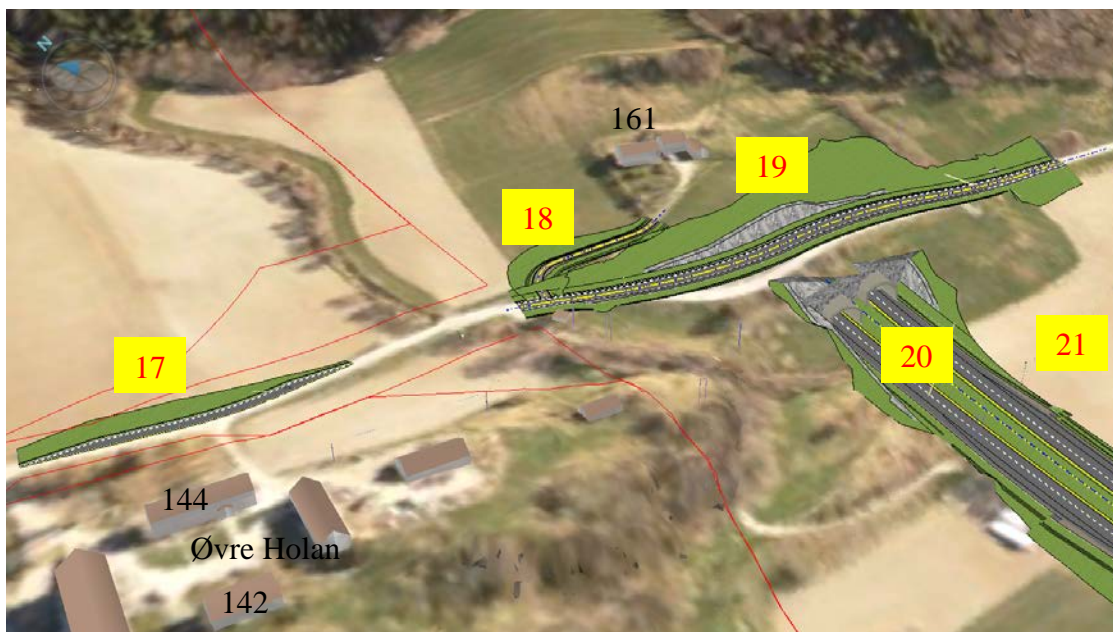
Figur 9: Felles avkjørsel for Holvegen 46 og 50 bak Holvegen 46. Breiddeutvidelse av Holvegen med skjæring i Holthaugen.

Mellom Holvegen 86 og 85 planlegges en breddeutvidelse, det gir fylling i vest og mot nordvest (12). Holvegen 85 og 87 skal ha ny avkjørsel lenger mot øst (14). Vis a vis Holvegen 108 og 110 planlegges en mindre breddeutvidelse i skjæring (15), se Figur 10. Eventuelt kan breddeutvidelsen legges litt lenger øst på fylling (16).



Figur 10: Fra nærmest ståstedet (nederst) vises breddeutvidelse på fylling, venstre side frem mot kurven, deretter breddeutvidelse i skjæring. Øst for kurven vises ny avkjørsel til Holvegen 85 og 87. lengst til høyre ses breddeutvidelse i skjæring til venstre eller fylling til høyre (kun markert med nummer, dette tiltaket er vurdert, men funnet overflødig).

Ovenfor Øvre Holan, Holvegen 142 og 144 planlegges en breddeutvidelse i skjæring (17). Over påhugget (20) til Forbordsfjelltunnelen planlegges en skjæring for bedre siktforhold (19), samt ny avkjørsel til Holvegen 161 (18). Se Figur 11.



Figur 11: Breddeutvidelse i skjæring på motsatt side av Øvre Holan. Skjæring for bedre sikt og ny adkomst opp til Holvegen 161 over påhugget til Forbordsfjelltunnelen.

2.6 Riggområder

Nordøst for rundkjøringen ligger det et planert og gruset område som planlegges å benyttes som riggområde (7) for entreprenøren som skal utføre utbedringene på Holvegen. Området er allerede tilrettelagt, slik at det planlegges ingen terrengendringer her utover en adkomst fra Holvegen (6). Se Figur 12.



Figur 12: Det planlegges ny adkomstveg til riggområdet øst for rundkjøringen.

Øst for planlagt tunnelpåhugg (20) reguleres det et areal for riggområde (21). Området er tiltenkt etablering av tunnelrigg, det vil si verkstedhaller og brakkerigger. Siden terrenget ligger på et jorde vil det være nødvendig med avtaking av matjord og etablering av plan og bæredyktig grunn. Se Figur 13.

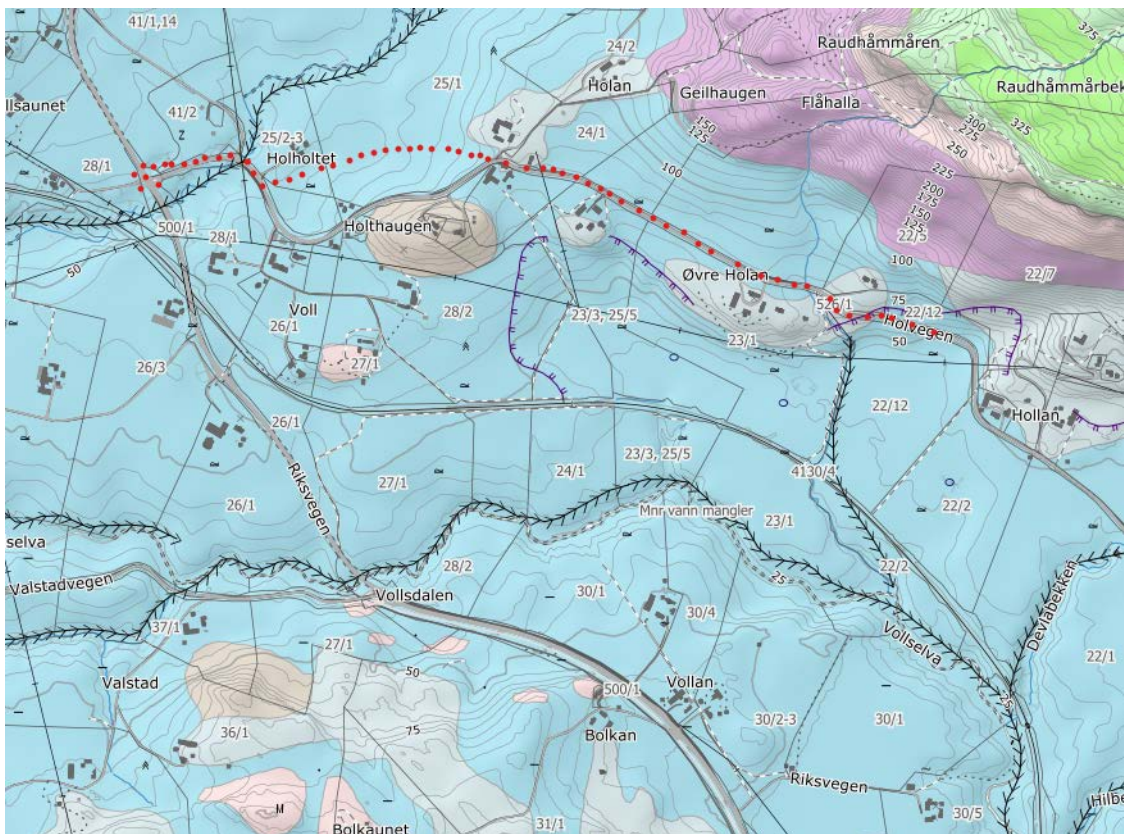


Figur 13: Perspektiv fra modell, hvor området tiltenkt etablering av tunnelrigg er markert med oransje. Plassering av telthaller er vist på figuren, men dette må tilpasses grunnforholdene og prosjekteres i byggeplan.

3 Topografi og grunnforhold

3.1 Kwartærgeologi og områdebeskrivelse

Hele planområdet ligger under marin grense og består av havavsetninger av varierende tykkelse. Ut fra dette er det forventet at grunnen i hovedsak består av leire. Planområdet går gjennom et jordbruksområde som heller ned mot ravinene til hhv Holelva i nordvest og mot Vollselva i sør. Mot nordøst stiger terrenget bratt opp mot Forbordsfjellet. Topografien legger til rette for potensielt artesiske poretrykk under leira og også dannelse av kvikkleire. Topografien vitner om, og kvartærgeologisk kart (Figur 14) beskriver tidligere stor skredaktivitet. Det er kartlagt flere skredkanter langs øvre del av jordbrukslandskapet.



Figur 14: Utsnitt av kvartærgeologisk kart fra ngu.no, [1]. Holvegen (med midlertidig anleggsveg) er markert med rød stipling. Området ligger i sin helhet på marine avsetninger. I hovedsak på "tykk havavsetning" (mørk blå). Holhaugen består av "tynt humus-/torvdekke". Flere av gårdsbrukene ligger på lys blå farge, det vil si "tynn hav-/strandavsetning". Over planområdet finnes "forvitningsmateriale (rosa), bart berg (lys rosa) og morene (grønn)". Sorte streker med hakker markerer ravinene. Lilla linjer med fallstreker markerer skredkanter.

3.2 Grunnundersøkelser

Det er utført grunnundersøkelser i planområdet i flere faser, senest som supplement til denne planen. Alle tilgjengelige og relevante grunnundersøkelser er presentert i prosjektets BIM-modell, sammenhengen mellom gamle grunnundersøkelser og nye navn i modellen er gitt i rapport [2]. Alle med behov for tilgang til datarapporten i modell får tilgang til BIM-modellen på forespørsel. Permanent leveres dataene i NADAG senest ved prosjektets avslutning.

3.3 Kvikkleire

Planområdet påvirkes av to kartlagte kvikkleiresoner. I tillegg har grunnundersøkelsene for dette planarbeidet resultert i opprettelsen av en ny kvikkleiresone, se Figur 15. Sikkerhet mot kvikkleireskred er dokumentert i egen rapport [3]. Praktiske konsekvenser av dette, som tiltak for å sikre tilstrekkelig stabilitet tas inn i kapittel 5, mens for grunnlaget for vurderingene og beregninger etc., henvises til kvikkleirerapporten [3].



Figur 15: Røde omriss viser Kvikkleiresone Skatvalshaugen med revidert omfang, Flæten med revidert omfang og nyopprettede Holvegen.

3.4 Rundkjøring

Rundkjøringen (1-4) skal etableres like nord for dagens kryss på lav fylling. Det er utført mange grunnundersøkelser i området tidligere se Figur 16. Terrenget heller mot sørøst og Hølelva. Rundkjøringen ligger i nedre del av kvikkleiresonene Skatvalshaugen. Grunnen består av et tynt lag tørrskorpeleire over leire med større mektighet enn 20 m. I varierende dybde er det påvist kvikkleire i deler av området.

Østre del av ombygd Holvegen inn mot rundkjøringen går i en inntil 7 m dyp skjæring (5). Skjæringen er nordover mot det planlagte riggområdet. Dette området er tidligere dels nedplanert og dels oppfylt. Den planlagte skjæringen ligger i et område som ser ut til å være nedplanert. Grunnen er sannsynligvis sensitiv eller kvikk.



Figur 16: Rundkjøringa og utførte grunnundersøkelser.

3.5 Gang- og sykkelveg

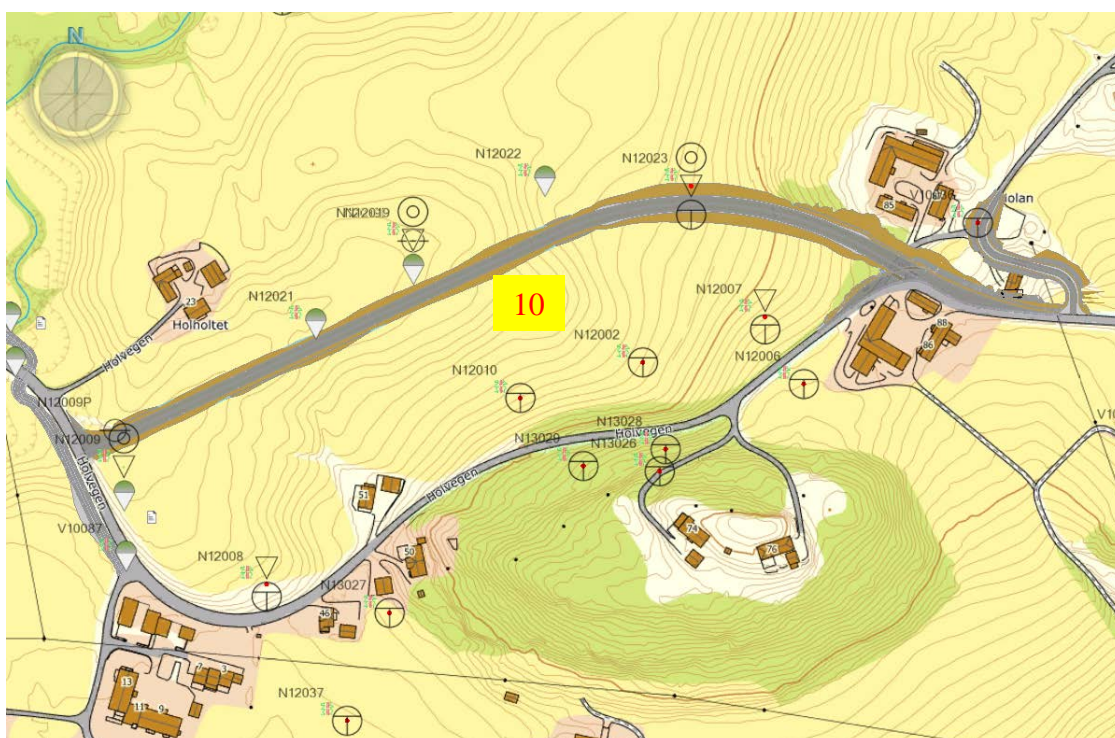
Det skal etableres ett av to gang- og sykkelveg-alternativer (8), begge er tegnet inn på Figur 17. I forhold til geoteknikk på reguleringsplannivå, er de likeverdige og vurderingene kan benyttes uansett hvilket alternativ som velges. Grunnforholdene består av 2.5 m tørrskorpeleire over kvikkleire. På bakgrunn av resultatene fra grunnundersøkelsene er det foreslått opprettet en ny kvikkleirefarezone ("Holvegen") sørøst for Holelva, som beskrevet i [3]. Se også Figur 15.



Figur 17: Ett av to gang- og sykkelveg-alternativer skal bygges. Det er utført grunnundersøkelser langs traseen.

3.6 Ny midlertidig anleggsveg

Nedre del av anleggsvegen (10) frem til og med N12022D, går på et tynt tørrskorpelag over kvikkleire. I borpunkt N12019 i 12 m dyp er det målt poretrykk tilsvarende vannsøyle 5,5 m over terreng. Videre opp mot Holan er ikke lenger leiren kvikk.



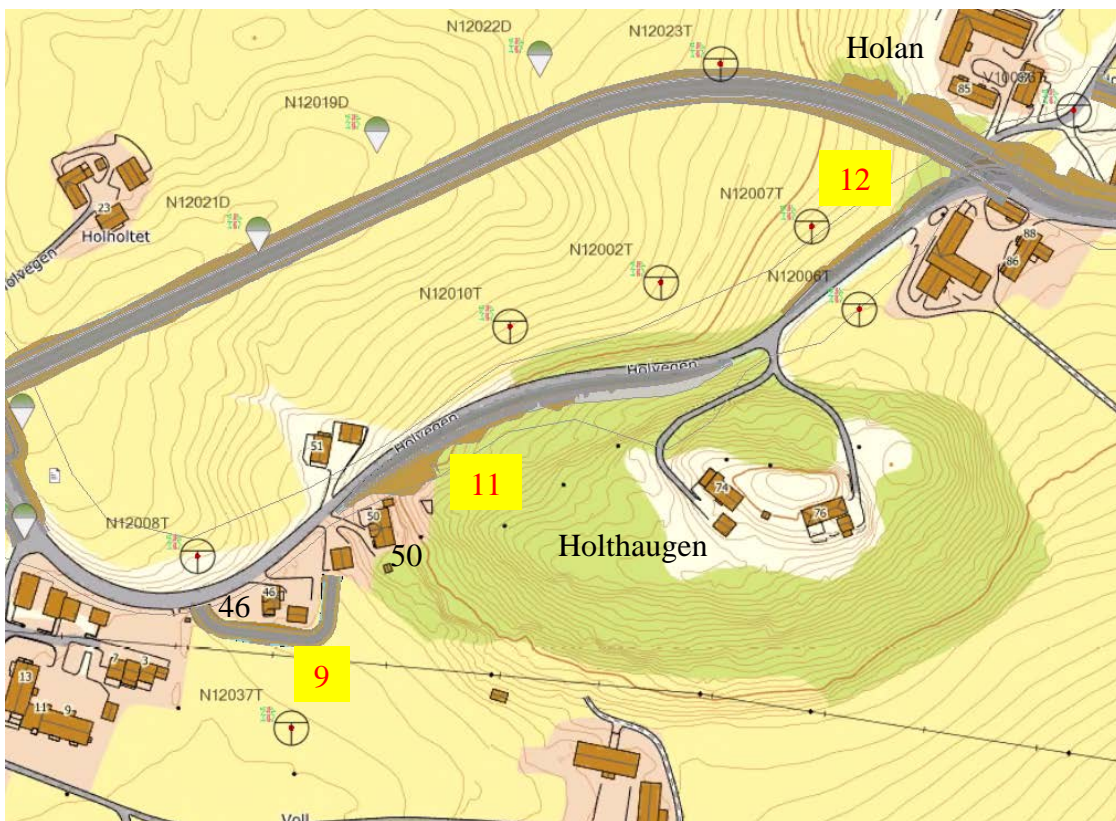
Figur 18: Det er gjort grunnundersøkelser for ny midlertidig anleggsveg over jordet.

3.7 Bredeutvidelser og avkjørsler på Holvegen

I forbindelse med ny avkjørsel (9) for Holvegen 46 og 50 er det sonderet på nordsiden av Holvegen, her det ca. 7 m, lagdelt leire over noe fastere, antatt morene og berg i 9,5 m dyp. Sør for avkjørselen er det funnet ca. 3 m tørrskorpe over det som tolkes som kvikk-leire ned til berg i 16 m dybde. Se N12008 og N12037 på Figur 19.

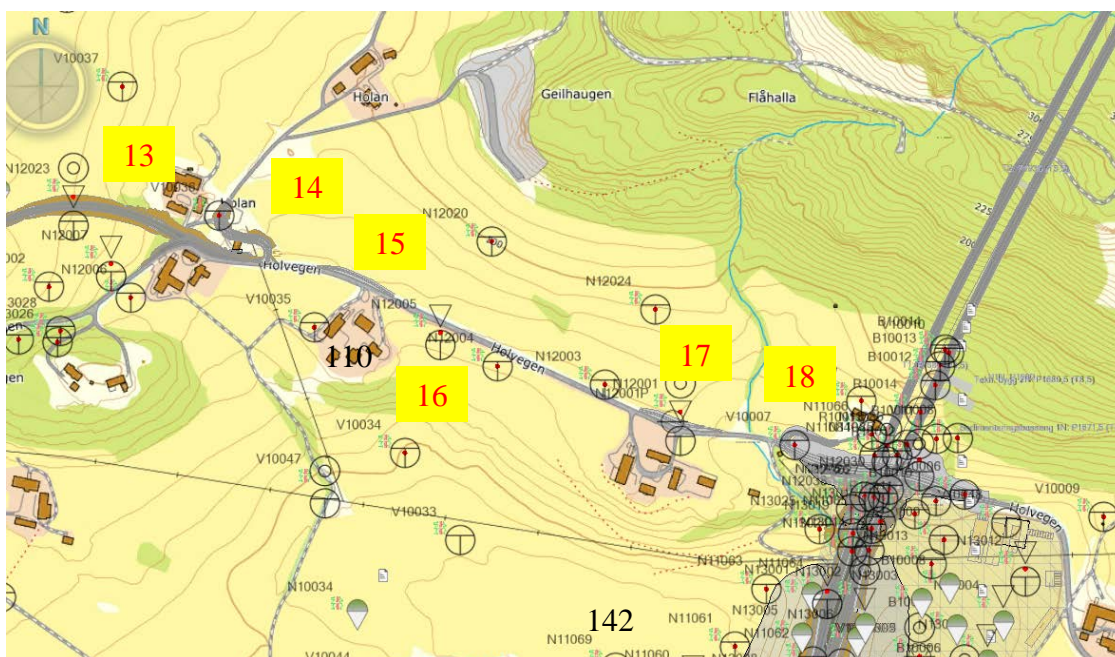
Skjæring på høyre side av Holvegen mot Holthaugen (11) vil skje i tynt løsmassedekke eller berg. Grunnundersøkelser er ikke utført.

For bredeutvidelsen (12) på venstre side mellom Holthaugen og Holan er det boret på begge sider av veien. Begge viser at det er 4-6 m til berg og at løsmassene består av antatt lagdelt silt og leire. Den er ikke tolket som kvikk. Se N12006 og N12007 på Figur 19.



Figur 19: Det er utført sonderinger i forbindelse med ny adkomst til Holvegen 46 og 50 og bredeutvidelsen mellom Holthaugen og Holan.

Det er utført en rekke sonderinger langs begge sider av Holvegen (13-18) og opp i skråningen ovenfor Holvegen. Samtlige viser relativt fast, lagdelt grunn, ikke kvikkleire og berg i dybder inntil ca. 5 m dyp der det er planlagt tiltak. Mellom Holvegen 110 og 142 er det ikke planlagt tiltak, her er det ca. 12 m leire over berg, men den ser ikke ut til å være kvikk. Se Figur 20.



Figur 20: Grunnundersøkelser mellom Holan og påhuggsområdet.

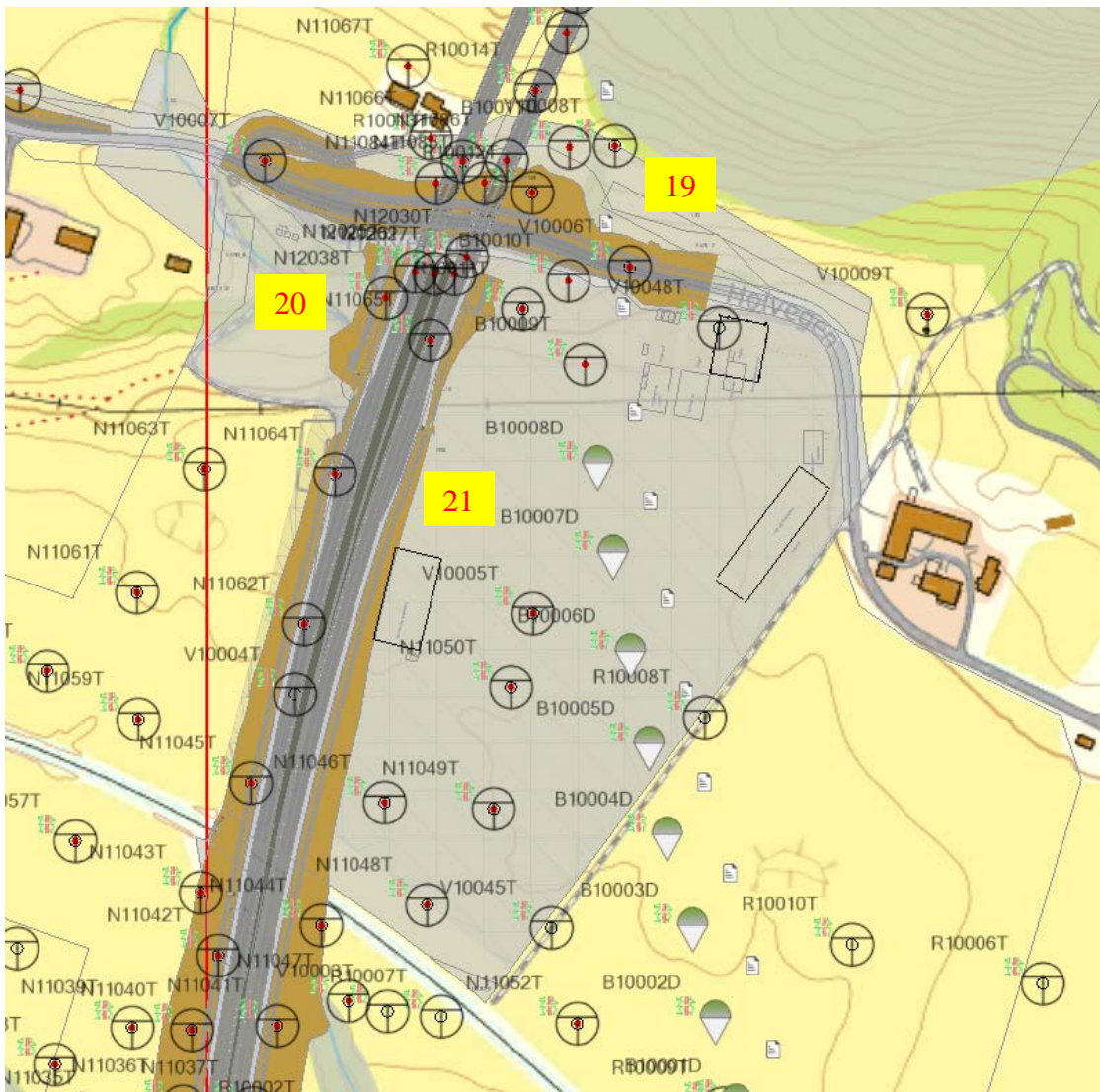
3.8 Riggområder

På riggområdet (7) som er planlagt ved rundkjøringa er det utført grunnundersøkelser. se Figur 21. Området ligger i kvikkleirefarezone Skatvalshaugen. Det er utført supplerende sonderinger på riggområdet, disse viser et tynt toppdekke over bløt leire til stort dyp. Området kan være sensitivt eller kvikt. Inn til riggområdet skal det bygges en adkomst fra Holvegen (6) Denne følger ganske nøytralt i terrenget over det som vurderes å være en gjenfylt ravine.



Figur 21: Grunnundersøkelser for vestre riggområde.

Øst for tunnelpåhugget er det også planlagt et riggområde (21). I øvre del av området er terrenget bratt opp mot Holvegen, før det slaker ut til en liten helling sørover. I de bratteste partiene er sonderingene 5-15 m dype og viser en sterkt lagdelt avsetning. Antagelig blanding av leire, silt og sand. Nede på det flatere området øker mektigheten og leirinnholdet. Ved B10007D er det 20 m leire over berg. Fra V10005T og B10006D og nedover ser leira ut til å kunne være kvikk.



Figur 22: Utførte grunnundersøkelser ved påhuggsområdet.

3.9 Forskjæring for Forbordsfjelltunnelen

Figur 22 viser utførte grunnundersøkelser rundt forskjæringa (20) for Forbordsfjelltunnelen. Grunnundersøkelsene viser at det er grunt til berg, mindre enn 5 m og at løsmassene består av lagdelt grunn, antagelig sand, silt og leire i varierende omfang.

På grunn av etableringen av tunnelpåhugget må Holvegen flyttes ca. 10 m mot nord. Vegen legges da inn i en kombinert berg- og løsmasseskjæring (19). Det er utført grunnundersøkelser som viser at løsmassene i skjæringsområdet består av inntil ca. 7 m leire. Leira er ikke kvikk.

4 Styrende dokumenter / Prosjekteringsforutsetninger

N200 Vegbygging fra 2018 [4] definerer hvilke eurokoder og andre regelverk og veiledninger geoteknisk prosjektering skal forholde seg til for å oppnå foreskrevet sikkerhet på veien.

4.1 Geotekniske kategorier

Prosjekter klassifiseres i geoteknisk kategori 1, 2 og 3 avhengig av kompleksitet og risiko. Kategori bestemmes i henhold til Eurokode 7 del 1 [5]. Ulike deler av prosjektet kan plasseres i ulik geoteknisk kategori. Tilstøtende områder og konstruksjoner skal også være en del av vurderingen.

Spesielt nevner N200 [4] at i områder med kvikkleire (sprøbruddmaterialer) skal vegprosjekter plasseres i geoteknisk kategori 3. Videre står det at geoteknisk kategori kan justeres ned til 2 under spesielt gunstige forutsetninger og ved en skriftlig begrunnelse.

Eurokode 7 [5] beskriver de geotekniske kategoriene slik:

- Geoteknisk kategori 1 bør bare inkludere små og relativt enkle konstruksjoner med minimal risiko for stabilitet eller bevegelser i grunnen. Utgravinger bør ikke være dypere enn grunnvannstanden.
- Geoteknisk kategori 2 bør omfatte konvensjonelle typer konstruksjoner og fundamenter uten unormale risikoer, eller grunn- eller belastningsforhold. Eksempelvis nevnes Sålefundamentering, platefundamentering, pelefundamentering, vegger og andre støttekonstruksjoner, utgravinger, fyllinger etc.
- Geoteknisk kategori 3 bør omfatte deler av konstruksjoner som faller utenfor ovennevnte. Eksempelvis svært store eller uvanlige konstruksjoner, unormale risikoer, uvanlige eller eksepsjonelt vanskelige grunn- eller belastningsforhold, ustabil grunn og områder med vedvarende bevegelser.

Med høyere geoteknisk kategori øker kravet til mengden grunnundersøkelser, kvantitative beregninger og utførelseskontroll, se Figur 23.

Kontroll av	Geoteknisk kategori		
	1	2	3
Utførelse	Inspeksjon, enkle kvalitetskontroller, kvalitativ bedømmelse	Grunnens egenskaper, arbeidsrekkefølge, konstruksjonens oppførsel	Tilleggsmålinger der det er aktuelt: - av grunn og grunnvann, - arbeidsrekkefølgen, - materialenes kvalitet, - tegninger, - avvik fra prosjektering - resultat av målinger, - observasj. av miljøforh. - uforutsette hendelser
Grunnforhold	Befaring, registrering av jord og berg som avdekkes ved graving	Kontroll av egenskap til jord og berg i fundamentnivå	Ekstra undersøkelser av jord og berg som kan være viktige for konstruksjonen
Grunnvann	Dokumentert erfaring	Observasjoner/målinger	
Byggeplass	Ikke krav til tidsplan	Utførelsesrekkefølge angis i prosjekteringsrapport	
Overvåkning	Enkel, kvalitativ kontroll	Måling av bevegelser på utvalgte punkter	Måling av bevegelser og analyser av konstruksjon

Figur 23: Krav til kontrolltiltak relatert til geoteknisk kategori, fig 0.12 [5].

Med bakgrunn i ovenstående plasseres tiltakene som innebærer masseflytting og som påvirkes av kvikkleireproblematikk i geoteknisk kategori 3. Dette fordi det enkelte steder er dokumentert lav stabilitet og konsekvensen av brudd kan bli stor. Dette gjelder rundkjøringa (1-5), avkjørsel til vestre riggområde (6) Gang- og sykkelvegen (8), midlertidig anleggsveg (10) og avkjørsel (9) ved Holvegen 46 og 50.

Breddeutvidelser og avkjørsler på Holvegen (11-19) der det ikke er kvikkleire plasseres i geoteknisk kategori 2, da grunnforhold og risikoer må anses som normale.

Ved forskjæringa (20) til tunnelene er det ikke registrert kvikkleire og det er relativt små løsmassemektheter, her velges geoteknisk kategori 2.

Ved riggområdet ved rundkjøringa (7) skal det ikke gjøres terrenginngrep, det er allerede tilrettelagt. Dette settes allikevel i geoteknisk kategori 2, siden det er kvikkleire i området.

Ved riggområdet ved tunnelen (21) er det kvikkleire i de nedre delene av området, dette området settes derfor i geoteknisk kategori 3.

4.2 Konsekvensklasse

Konsekvensklasse (CC) skal velges etter Eurokode 0 [6]. Se Figur 24 for veiledende eksempler. Pålitelighetsklasse (RC) er direkte knyttet til konsekvensklasse. Klassifiseringen skal ta hensyn til årsak til brudd, konsekvenser av svikt, allmennhetens oppfatning av svikt og kostnader. Klassifiseringen kan gjelde hele konstruksjonen og/eller konstruksjonsdeler.

I denne planen styres konsekvens i hovedsak av kvikkleireforekomstene, de tiltakene som havnet i geoteknisk kategori 3 havner med samme begrunnelse i CC/RC3, dette gjelder rundkjøringa, adkomst til vestre riggområde gang- og sykkelvegen, ny anleggsveg over jordet og avkjørsel sør for Holvegen 46 og 50. Begrunnelsen er at det er "grunn- og fundamenteringsarbeider i kompliserte forhold".

Øvrige breddeutvidelser og riggområder havner i CC/RC2, med begrunnelsen at det er "grunn- og fundamenteringsarbeider under normale forhold"

Tabell NA.A1(901) – Veiledende eksempler for klassifisering av byggverk, konstruksjoner og konstruksjonsdeler

Veiledende eksempler for klassifisering av byggverk, konstruksjoner og konstruksjonsdeler	Pålitelighetsklasse ²⁾ (CC/RC)			
	1	2	3	4
Atomreaktorer, lager for radioaktivt avfall				x
Dammer			x	(x)
Marine konstruksjoner for petroleumsindustrien			x	(x)
Grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg i kompliserte tilfeller ¹⁾		(x)	x	(x)
Veg- og jernbanebruer			x	
Byggverk med store ansamlinger av mennesker (tribuner, kinosaler, sportshaller, kjøpesentre, forsamlingslokaler, osv.)		(x)	x	
Kai- og havneanlegg		x	(x)	
Tåm, master, skorsteiner, siloer		x	(x)	
Industrianlegg		x	(x)	
Kontor- og forretningsbygg, skoler, institusjonsbygg, boligbygg osv.		x	(x)	
Oppdrettsanlegg		x	(x)	
Landbruksbygg	(x)	x		
Feste av kledninger, taktekkning og lignende komponenter	x	(x)		
Grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg ved enkle og oversiktlige grunnforhold ¹⁾	x	(x)		
Småhus, rekkehus, mindre lagerhus osv.	x			
Kaier og fortøyningsanlegg for sport og fritid	x			

¹⁾ Ved vurdering av pålitelighetsklasse for grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg skal det også tas hensyn til omkringliggende områder og byggverk.
²⁾ Kryss uten parentes angir normalt valg av pålitelighetsklasse.

Figur 24: Veiledende eksempler for valg av konsekvensklasse [6].

4.3 Prosjekteringskontrollklasse

I henhold til N200 [4] skal prosjekteringskontrollklasse (PKK) bestemmes ut ifra både pålitelighetsklasse og geoteknisk kategori, som vist i Figur 25.

Pålitelighetsklasse (RC)	1	2	3	4 ¹⁾
Geoteknisk kategori				
Geoteknisk kategori 1	PKK1	PKK2		
Geoteknisk kategori 2	PKK2	PKK2	PKK3	
Geoteknisk kategori 3		PKK2	PKK3	Skal spesifiseres

¹⁾ Pålitelighetsklasse 4 omtales i nasjonalt tillegg (NA) til Eurokode 0 [21] og er aktuelt bl.a. ved grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg i svært kompliserte tilfeller.

Figur 25: Valg av prosjekteringskontrollklasse, geoteknikk. [4]

4.4 Utførelseskontrollklasse

I henhold til N200 [4] skal utførelseskontrollklasse (UKK) bestemmes ut ifra både pålitelighetsklasse og geoteknisk kategori, som vist i Figur 26.

Pålitelighetsklasse (RC)	1	2	3	4 ¹⁾
Geoteknisk kategori				
Geoteknisk kategori 1	UKK1	UKK2		
Geoteknisk kategori 2	UKK2	UKK2	UKK3	
Geoteknisk kategori 3		UKK2	UKK3	UKK3 med eventuelle tilleggsbestemmelser

¹⁾ Pålitelighetsklasse 4 omtales i nasjonalt tillegg (NA) til Eurokode 0 [21] og er aktuelt bl.a. ved grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg i svært kompliserte tilfeller.

Figur 26: Valg av utførelseskontrollklasse, geoteknikk. [4]

4.5 Krav til kontrollform

Kontroll skal utføres i samsvar med Figur 27. Utvidet kontroll i PKK3 skal gjennomføres fra og med reguleringsplan til og med byggefasen. I henhold til N200 [4] og Eurokode 0 [6] skal utvidet prosjekteringskontroll og utvidet utførelseskontroll utføres i byggherrens regi enten av byggherrens egen organisasjon eller et annet foretak som er uavhengig av foretaket som utførte arbeidene. Omfang prosjekteringskontroll er vist i kapittel 203.4 i N200 [4]. Utvidet prosjekteringskontroll er utført [7] og vist i vedlegg A.

Kontroll-klasse	Kontrollform					
	Ved prosjektering			Ved utførelse		
	Egenkontroll	Intern, systematisk kontroll (kollegakontroll)	Utvidet kontroll	Egenkontroll	Intern, systematisk kontroll (kollegakontroll)	Utvidet kontroll
PKK1/UKK1	Kreves	Kreves ikke	Kreves ikke	Kreves	Kreves ikke	Kreves ikke
PKK2/UKK2	Kreves	Kreves	Kreves ¹⁾	Kreves	Kreves	Kreves ¹⁾
PKK3/UKK3	Kreves	Kreves	Kreves ²⁾	Kreves	Kreves	Kreves ²⁾

¹⁾ Utvidet kontroll i prosjekterings- og utførelseskontrollklasse PKK2/UKK2 kan begrenses til en kontroll av at egenkontroll og intern systematisk kontroll (kollegakontroll) er gjennomført og dokumentert.

²⁾ Utvidet kontroll i prosjekterings- og utførelseskontrollklasse PKK3/UKK3 skal utføres som en faglig kontroll.

Figur 27: Krav til kontrollform, [4].

4.6 Tiltakskategori

NVE 7/2014 [8] definerer 5 tiltakskategorier basert på tiltakets påvirkning av område-stabiliteten og av konsekvensene ved skred. Ved planlegging av flere nye tiltak i en sone er det den samlede konsekvensen for tiltakene som avgjør. Temaet er behandlet i [3].

4.7 Lokalstabilitet

Lokalstabilitet defineres av bruddet som begrenses til det lokale påvirkningsområdet for spenningsendringen som har oppstått i skråningen [8].

Krav til partialfaktor for lokalstabilitet bestemmes av bruddmekanisme og konsekvensklasse, som angitt i Figur 28.

Tabell 205.1 Partialfaktorer for $\gamma_{M, \varphi'}$ og $\gamma_{M, c'}$ ved effektivspenningsanalyser

Konsekvensklasse	Bruddmekanisme		
	Seigt, dilatant brudd	Nøytralt brudd	Sprøtt, kontraktant brudd
CC1 Mindre alvorlig	1,25	1,3	1,4
CC2 Alvorlig	1,3	1,4	1,5
CC3 Meget alvorlig	1,4	1,5	1,6

Tabell 205.2 Partialfaktorer for $\gamma_{M, cu}$ ved totalspenningsanalyser

Konsekvensklasse	Bruddmekanisme		
	Seigt, dilatant brudd	Nøytralt brudd	Sprøtt, kontraktant brudd
CC1 Mindre alvorlig	1,4*	1,4*	1,4
CC2 Alvorlig	1,4*	1,4	1,5
CC3 Meget alvorlig	1,4	1,5	1,6

* Eurokode 7 krever at $\gamma_{M, cu} \geq 1,4$ ved totalspenningsanalyser

Figur 28: Krav til partialfaktor for lokalstabilitet. [4]

4.8 Områdestabilitet

Områdestabilitet defineres av en stabilitetstilstand der et initialt brudd kan igangsette en progressiv frem- eller bakoverrettet bruddutvikling i tilstøtende sprøbruddmaterialer. Områdestabilitet utredes og dokumenteres i tråd med NVEs veileder [8]. Denne baserer seg på en inndeling i tiltakskategorier K0-K4.

Med unntak av forskjæringa for Forbordsfjelltunnelen omfatter Holvegenplanen kun mindre utbedringer og trafikksikkerhetstiltak på eksisterende veg. Disse havner derfor i kategori K1 eller K2. Forskjæringa til tunnelen er en del av ny E6 med høyere kapasitet, på et nytt sted, men forskjæringa kommer ikke i befatning med kvikkleire og dermed heller ikke områdestabilitetsproblematikk. Alle relevante kvikkleiresoner har lav eller middels faregrad, dermed er det tilstrekkelig med en lokal vurdering av stabiliteten og områdestabilitet utredes ikke videre.

4.9 Sikkerhet for eksisterende veg

N200 sier følgende: *Ved utbedringer av eksisterende veg skal i utgangspunktet sikkerhetsnivået være tilsvarende som for ny veg. For mindre utbedringer på eksisterende veger kan det (i samråd med byggherren) enkelte ganger, ut fra samfunnsøkonomiske hensyn, aksepteres at sikkerhetsnivået ved geoteknisk prosjektering ikke oppnår samme krav som for ny veg. I slike tilfeller bør prosjektet gjennomgå utvidet prosjekteringskontroll. Den prosjekterende skal vurdere om det er behov for spesielle kontrolltiltak ved utførelsen, og beskrive disse.*

For tiltaket med å etablere rundkjøring på eksisterende E6, benyttes argumentasjonen over for at kravet til sikkerhet ikke er som for ny veg. Dette fordi det er et mindre tiltak på eksisterende veg for å forbedre trafikksikkerheten og det er en del av en reduksjon av trafikk på eksisterende E6. Det oppnås over 20 % forbedring av stabiliteten ved å benytte seg av topografiske tiltak (motfylling).

5 Geoteknisk prosjektering til reguleringsplan

5.1 Oppsummering

Til reguleringsplan skal det dokumenteres gjennomførbarhet av prosjektet. Det vil si at stabilitetsvurderinger og nødvendige beregninger må gjennomføres. Det må også sikres tilstrekkelig areal til å gjennomføre planen, dermed er løsmassetykkelser og tillatte skråningsutslag viktig.

I det følgende oppsummeres resultatet av stabilitetsvurderinger og beregninger. Det er utført grunnundersøkelser som grunnlag for bergmodellen som er lagt til grunn for modellering av skjæringer. Andre geotekniske problemstillinger som f.eks. setninger vurderes ikke å være nødvendig å gjennomføre for Holvegenplanen.

5.2 Rundkjøring

Rundkjøringa bygges på en lav fylling i nivå med dagens E6. Fyllingene er lave og grunnforholdene såpass jevne i forhold til setninger at setninger er vurdert å bli små, med små variasjoner. Nødvendig prosjektering på reguleringsplannivå er lokalstabilitet av fyllinger, skjæringer og skråningsstabilitet mot Holelva.

Vestre arm (avkjørsel)

Avkjørsel mot vest (1) flyttes mot nord i forhold til dagens avkjørsel. Avkjørselen er så tett på E6 og jernbanen at konsekvensklasse er valgt å være CC/RC3 for bruddflater som er dype og berører kvikkleire. Dype glideflater ned i Holelva berører kvikkleire og krav til sikkerhetsfaktor her er: $\gamma_M > 1,6$.

Grunne glideflater under fyllingsfot når ikke ned i sprøbruddmateriale, og kan ikke true jernbanen eller E6 og settes derfor i CC/RC2. kravet til sikkerhetsfaktor for disse er

derfor: $\gamma_M > 1,4$. Tilfredsstillende stabilitet er detaljert dokumentert i [3] og dimensjonerende bruddflater er oppsummert i Tabell 1.

Tabell 1: Dimensjonerende stabilitet for tiltak nr. 1 omlegging av avkjørsel vest for rundkjøring

CC/RC	Bruddmekanisme	Krav	Beregnet γ_M	Status
2	Nøytral	>1,4	1,4	OK
3	Sprø	>1,6	>1,8	OK

E6 sør for rundkjøring

Langs E6 inn mot rundkjøringa (3) må vegen utvides i bredden. Konsekvensklasse er valgt å være CC/RC3 fordi et eventuelt brudd vil omfatte E6. Dette profilet har lav stabilitet i dag. Det beregnes lav stabilitet i både drenert ($\gamma_M = 1,44$) og udrenert ($\gamma_M = 1,15$) tilstand før tiltak. Dersom breddeutvidelsen kompenseres med motfylling oppnås en forbedring av stabiliteten til hhv $\gamma_M = 1,73$ og $\gamma_M = 1,34$ for hhv drenert og udrenert analyse.

Breddeutvidelsen av E6-fyllingen over Holelva tilfredsstillende ikke kravene til absolutt sikkerhetsfaktor. Udrenert analyse oppnår $\gamma_M = 1,34$, men skulle vært $\gamma_M > 1,6$. Utvidelsen er å anse som en del av et trafikksikkerhetstiltak. NVE [8] krever i dette tilfellet "ikke forverring". N200 [4] sier at det som hovedregel skal kreves samme sikkerhet, som for ny veg, men at det kan gjøres en samfunnsøkonomisk vurdering i enkelte tilfeller. En motfylling som gir sikkerhet tilsvarende kravet for ny veg vil kreve ombygging av både elveløp, driftsveg og drifts-bru samt rør under E6 og jernbanen. Vi har sett på hvilken sikkerhet det er mulig å oppnå ved å justere terrenget i nedre del av skråningen mellom E6 og jernbanen. Ved å heve terrenget i nedre del av skråningen med inntil ca. 2 m oppnår vi over 16 % forbedring av sikkerheten, noe som overskrider NVEs betegnelse "vesentlig forbedring". Siden tiltaket er et ledd i å bygge ny E6 og at trafikkmengden på eksisterende E6 vil reduseres i permanent fase, anser vi at både NVE [8] og N200 [4] er tilfredsstillende. Se utførte beregninger i [3] for ytterligere detaljer. Resultatene er oppsummert i Tabell 2. Det vil være ekstra viktig å kommunisere risikoene i dette området til entreprenøren og å ha god kontroll på at alle tiltak virker i retning av forbedret sikkerhet. Dette tas inn som et punkt i kapittel 6.

Tabell 2: Dimensjonerende stabilitet for tiltak nr. 3 breddeutvidelse av E6 sør for rundkjøring

CC/RC	Bruddmekanisme	Krav	Beregnet γ_M før	Beregnet γ_M etter	Status
3	Sprø	1,6 eller vurdering	1,44	1,73	OK
3	Sprø	1,6 eller vurdering	1,15	1,34	OK med vurdering

E6 nord for rundkjøring

Selve rundkjøringa og E6 nordover (2) er så langt fra Holelva og innebærer så små inn-
 grep at beregninger ikke er nødvendig. Den innebærer ingen forverring av stabiliteten.

Holvegen mot øst

Armen mot øst går først på fylling (4), deretter i skjæring (5). Fyllingen er vurdert å være
 gunstigere enn vestsiden (1) med hensyn til grunnforhold og stabilitet og er derfor ikke
 beregnet. Videre går vegen i en inntil 7 m dyp skjæring, i til dels bløt og sensitiv grunn.
 Konsekvensklasse er valgt å være CC/RC3 fordi et eventuelt budd omfatter kvikkleire
 som vil ramme Holvegen og ligger tett på E6. De bløte og sensitive massene må kalk-
 sement-stabiliseres før de graves ut for å ivareta stabiliteten. Deler av området er relativt
 lett tilgjengelig for stabilisering fra det flate plataet før skjæringen graves, resten kan nå
 fra en delvis nedplanering. Det anbefales supplerende grunnundersøkelser her i bygge-
 plan for å optimalisere parametervalg og stabiliseringsomfang. Detaljerte beregninger er
 vist i [3] og oppsummert i Tabell 3. Det vil også være nødvendig med overvåkning av
 poretrykk og en tilpasset framdrift av stabiliseringen for å unngå midlertidig stabilitets-
 forverring.

Tabell 3: Dimensjonerende stabilitet for tiltak nr. 5, skjæring i kvikkleire øst for rundkjøring

CC/RC	Bruddmekanisme	Krav	Beregnet γ_M	Status
3	Sprø	>1,6	1,65	OK

5.3 Gang- og sykkelveg

Gang- og sykkelvegen (8) planlegges med mindre fyllinger og skjæringer på slakt
 terreng. Stabiliteten er dokumentert i [3]. Siden det ligger kvikkleire grunt i området
 velges konsekvensklasse CC/RC3. Dimensjonerende resultat er presentert i Tabell 4.

Tabell 4: Dimensjonerende stabilitet for tiltak nr. 8, gang- og sykkelveg

CC/RC	Bruddmekanisme	Krav	Beregnet γ_M	Status
3	Sprø	>1,6	1,6	OK

5.4 Ny midlertidig anleggsvei

For anleggsvegen (10), vil det nå i reguleringsplanen, være nødvendig å dokumentere stabiliteten. Stabiliteten er dokumentert nede på flaten der det er påvist sensitive masser og anleggsvegen går på en liten fylling. Stabiliteten her er god, $\gamma_M = 1,7$. Det er også regnet på langs av øvre del av vegen ned bakken, også her er stabiliteten god, $\gamma_M = 1,7$ se [3], oppsummert i Tabell 5.

Tabell 5: Dimensjonerende stabilitet for tiltak nr. 10 midlertidig anleggsvei

CC/RC	Bruddmekanisme	Krav	Beregnet γ_M	Status
3	sprø	>1,6	1,7	OK
3	Sprø	>1,6	1,7	OK

5.5 Breddeutvidelser og avkjørsler på Holvegen

Avkjørsel (9) Holvegen 46 og 50 planlegges lagt på lav fylling (inntil 1 m) / halvskjæring i et ganske flatt område. Det er tolket kvikkleire fra 3 m dybde i sondering N12037T nedenfor avkjørselen. Avkjørselen kan bygges av lette masser, slik at veg og grøft medfører en netto avlastning av området. Det vil også være en mulighet for at supplerende grunnundersøkelser for byggeplan vil kunne dokumentere at vegen kan bygges av konvensjonelle masser.

Skjæring ved Holthaugen (11) kan utføres med helling 10:1 i bergskjæring, 3 m rensk over berg og deretter 1:2 løsmasseskjæring. Lokalt vil det være behov for skjæring med helling 1:1,6, dette er mulig ved å utføre overflatesikring med masseutskifting. Eventuell mur ved Holvegen 50 må prosjekteres i byggeplanfasen.

Fylling nordøst for Holthaugen (12) er vurdert med bakgrunn i totalsondering N12007T, som viser 5,5 m fast leire over berg. Basert på dette vurderes det som at den planlagte breddeutvidelse med skråningshelling 1:2 er gjennomførbar uten beregning.

Skjæring (13) på Holan kan utføres med helling 10:1 i bergskjæring, 3 m rensk over berg og deretter 1:2 løsmasseskjæring.

Avkjørsel (14) Holvegen 85 og 87 går i berg- og løsmasseskjæring. Det er ikke utført boringer i traseen, men boring i holvegen 87 og i Holvegen 108 viser begge mindre enn 5 m faste masser over berg. AEM-data mellom disse borpunktene, langs avkjørselen indikerer tilsvarende grunnforhold. På den bakgrunn vurderes det som at grunne skjæringer kan etableres med helling 1:2.

Øst for Holvegen 110 er det beregnet stabilitet for en liten fylling (16) for en breddeutvidelse, se [3]. Stabiliteten er god, og tilfredsstillende kravet til sikkerhetsfaktor [3], se Tabell 6. Alternativ kan det være en bedre trafikkmessig løsning å lage breddeutvidelsen (15) vis a vis gårdstunet, dette vurderes som uproblematisk, da det er flatere her.

Tabell 6: Dimensjonerende stabilitet for tiltak nr. 16, Fylling øst for Holvegen 110

CC/RC	Bruddmekanisme	Krav	Beregnet γ_M	Status
2	Nøytral	>1,4	1,4	OK

Ved Holvegen 144 er det beregnet stabilitet for en liten skjæring (17) for en breddeutvidelse [3], se Tabell 7. Stabiliteten er god, og tilfredsstillende kravet til sikkerhetsfaktor.

Tabell 7: Dimensjonerende stabilitet for tiltak nr. 17, skjæring ved Holvegen 144

CC/RC	Bruddmekanisme	Krav	Beregnet γ_M	Status
2	Nøytral	>1,4	1,7	OK

Over tunnelpåhugget (20) er det ikke påvist kvikkleire. Løsmassene ser ut til å være relativt faste. Over berget renskes det ca. 3 m, før løsmasseskjæring kan legges 1:2. Holvegen må dermed flyttes (19) litt nordover. Videre skjæring kan anlegges 10:1 i berg og 1:2 i løsmasser. Det er viktig med 3 m rensk over berg og masseutskifting med steinfylling for å unngå erosjon i løsmasseskjæringene dersom vannfrembrudd.

5.6 Riggområder

Riggområdet (7) ved rundkjøringa er et opparbeidet område. Geoteknisk er det fullt mulig å benytte dette området til riggområde for Holvegen-arbeidene, med noen forholdsregler. Området er tenkt benyttet til brakkerigg, og material- og masselager til Holvegenarbeidene. Mot sørøst faller terrenget ca. 4 m i en liten skråning. Til byggeplan, før utførelse må det utarbeides en rigg- og marksikringsplan for området, denne må følges av et geoteknisk notat og utvidet kontroll som dokumenterer stabiliteten for den tiltenkte utnyttelsen av området.

Adkomsten (6) til det vestre riggområdet ved rundkjøringa legges nøytralt i terrenget over det som vurderes å være en gjenfylt ravine. Det vurderes ikke nødvendig med beregninger for denne.

Riggområdet (21) ved tunnelpåhugget kan benyttes til den tiltenkte tunnelriggeren, men utnyttelsen av området må tilpasses stabiliteten i området. Området ligger utenfor kvikkleirefasesoner, så det er lokalstabilitet som er aktuell problemstilling. Stabiliteten kan ivaretas på flere måter, enten ved å tilpasse seg topografien, slik at fyllinger blir tilstrekkelig små eller ved å utføre grunnforsterking med kalk-sement. I forbindelse med reguleringsplan (denne rapporten) er det tilstrekkelig å konkludere med at området kan utnyttes som tiltenkt. Til byggeplan, før utførelse, må det utarbeides en rigg- og marksikringsplan for området, denne må følges av et geoteknisk notat og utvidet kontroll som dokumenterer stabiliteten for den tiltenkte utnyttelsen av området.

5.7 Forskjæring for Forbordsfjelltunnelen

Løsmasseskjæringer (20) i forbindelse med forskjæringa og omlegging av Holvegen over forskjæringa kan tas ut med helling 1:2 ned mot en 3 m bred rensket hylle over bergskjæringa. Dersom man støter på problemer som skyldes grunnvannsfrembrudd og erosjon, kan det masseutskiftes eller plastres med samfengt sprengstein.

6 Risikoer ved utførelse

Det er i forbindelse med reguleringsplanen avdekket enkelte risikoforhold som må håndteres i neste fase, disse nevnes her:

- Fare for grunnbrudd ved riggområdet ved rundkjøringa. Tiltak: Dokumentasjon: Rigg- og marksikringsplan skal vedlegges geoteknisk notat inklusive uavhengig kontroll.
- Fare for grunnbrudd ved riggområdet ved påhugget. Tiltak: Tilpasse oppfylling til topografi og grunnforhold, eller grunnforsterking. Dokumentasjon: Rigg- og marksikringsplan skal vedlegges geoteknisk notat inklusive uavhengig kontroll.
- Fare for grunnbrudd. I området ved rundkjøringen er det bløt grunn og det er en forutsetning i flere av områdene at alle tiltak medfører en stabilitetsforbedring. De bløte massene ligger ikke opp i dagen, så entreprenøren kan få et falskt inntrykk av at forholdene er bedre enn de er. Utførende entreprenør må ha forståelse av forholdene og viktigheten av å ikke gjøre noe som ikke er planlagt. Og det må være god kontroll av geotekniker.
- Ved skjæringene kan det være vannfrembrudd og erosjon. Et tiltak vil være masseutskifting med samfengt sprengstein før det revegeteres.

7 Videre arbeid

Følgende supplerende grunnundersøkelser anbefales utført for byggeplanprosjektering:

1. Ved skjæringen (5) på Holvegen øst for rundkjøring ved dagens E6. Det anbefales å utføre supplerende grunnundersøkelser for å optimalisere parametervalg i både leire og stabilisert materiale.
2. Ved skjæringen (5) på Holvegen øst for rundkjøring ved dagens E6. Det må overvåkes poretrykk under utførelse av stabiliseringsarbeidene.
3. Dersom avkjørsel til Holvegen 50 skal bygges, må undersøkelsene suppleres. Dette gjelder spesielt for biloppstillingsplassen sør for garasjen.
4. Forskjæring for tunnelen (20). Det bør suppleres med grunnundersøkelser for forskjæringen. For å optimalisere løsmasse- og bergskjæringer.
5. Riggområdet ved tunnelpåhugg (21). Det må utføres supplerende grunnundersøkelser for å planlegge utnyttelsen av riggområdet ved tunnelpåhugget.

8 Referanser

- [1] NGU, «<http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>,» NGU, [Internett]. Available: <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>. [Funnet 15 01 2020].
- [2] NGI, E6 Kvithammar-Åsen. R1-GEOT-02 Datarapport grunnundersøkelser Holvegen og E6 Stjørdal. 20180628-06-R, 17.01.2020.
- [3] NGI, E6 Kvithammar-Åsen. R1-GEOT-04 Sikkerhet mot kvikkleireskred for reguleringsplan - Holvegen. 20180628-09-R, 17.01.2020, rev 1, 07.02.2020.
- [4] Statens vegvesen, *N200 Vegbygging*, 2018.
- [5] Standard Norge, *NS-EN 1997-1:2004+AI:2013+NA:2016 Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmenne regler*, 2016.
- [6] Standard Norge, *NS-EN 1990:2002+AI:2005+NA:2016 Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner*, 2016.
- [7] Multiconsult, «Utvidet kontroll av geotekniske fagrapporter for reguleringsplan Holvegen.,» 10214848-RIG-NOT-002. 2020-03-16.
- [8] NVE, *Sikkerhet mot kvikkleireskred*, 2014.

Vedlegg A

UTVIDET KONTROLL AV GEOTEKNISKE
FAGRAPPORTER FOR REGULERINGSPLAN
HOLVEGEN

NOTAT

OPPDRAAG	E6 Kvithammar-Åsen	DOKUMENTKODE	10214848-RIG-NOT-002
EMNE	Utvidet kontroll av geotekniske fagrapporter for reguleringsplan Holvegen	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Nye Veier AS	OPPDRAAGSLEDER	Emilie Bjarghov
KONTAKTPERSON	Kari Charlotte Sellgren	SAKSBEHANDLER	Tore Jensås
KOPI	Alf Kristian Lund (NGI)	ANSVARLIG ENHET	10234011 Geoteknikk Midt

1 Innledning

Nye Veier AS planlegger bygging av ny E6 mellom Kvithammar og Åsen, nord for Stjørdal sentrum. I tilknytning til utbyggingen planlegges det å ruste opp Holvegen (Fv.6808) på Skatval i Stjørdal. Dette for å kunne frakte masser, materialer og utstyr til tunnelpåhugget på Forbordsfjelltunnelen. Det utarbeides egen reguleringsplan for Holvegen.

Det planlegges følgende arbeider i reguleringsplanen for Holvegen:

- Bygge en ny midlertidig rundkjøring mellom Holvegen og E6
- Etablering av riggområde vest for Holvegenarbeidene
- Riggområde sør for de fremtidige tunnelarbeidene
- Etablering av gang- og sykkelveg langs nedre del av Holvegen
- Breddeutvidelser langs Holvegen
- Avkjørsler til eiendommene langs Holvegen
- Midlertidig anleggsveg over jordet nordvest for Holvegen for å avlaste boligområdene
- Forskjæring for Forbordsfjelltunnelen

De geotekniske fagrapportene er utarbeidet av NGI. Multiconsult er engasjert for å utføre uavhengig kontroll av NGIs geotekniske vurderinger.

Mottatte fagrapporter gjelder for Holvegen prosjektfase reguleringsplan. Utvidet kontroll i PKK3 skal gjennomføres fra og med reguleringsplan til og med byggefasen iht. håndbok N200 [1]. Foreliggende notat presenterer resultatene fra utvidet kontroll.


2 Dokumentgrunnlag

Multiconsult utfører den utvidede prosjekteringskontrollen ved gjennomgang av tilgjengelig materiale. Prosjekteringskontrollen utføres med utgangspunkt i N200 (2018) kapittel 203 *Kontroll av planlegging, prosjektering og utførelse*.

Følgende dokumenter er tilsendt fra NGI som grunnlag for kontroll:

- R1-GEOT-04 rev 2 «Sikkerhet mot kvikkleireskred for reguleringsplan – Holvegen» [2]
- R1-GEOT-07 rev 2 «Geoteknisk fagrapport for reguleringsplan, Holvegen» [3]
- R1-GEOT-02 «Datarapport grunnundersøkelser Holvegen og E6 Stjørdal»

Datarapporten er gjort tilgjengelig for Multiconsult i Novapoint.

					
00	16.03.2019	Utvidet kontroll iht. N200	Tore Jensås	Emilie Bjarghov	Roger Kristoffersen
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

3 Myndighetskrav

3.1 Tiltak i geoteknisk kategori 3

Tiltak som innebærer masseflytting og som påvirkes av kvikkleireproblematikk, er plassert i geoteknisk kategori 3. Dette gjelder for rundkjøringa, avkjørsel til vestre riggområde, gang- og sykkelvegen, midlertidig anleggsvei, avkjørsel ved Holvegen 46/50 og riggområdet ved tunnelen. Dette er i tråd med anbefalinger i Eurokode 0 [4] og håndbok N200 [1], som nevner at vegprosjekter i områder med kvikkleire/sprøbruddmateriale skal plasseres i geoteknisk kategori 3.

De nevnte tiltakene plasseres i konsekvens-/pålitelighetsklasse CC/RC 3, med begrunnelse om at det er «grunn- og fundamenteringsarbeider i kompliserte tilfeller».

Prosjekterings- og utførelseskontrollklasse er valgt til PKK/UKK 3. Prosjekterings- og utførelseskontrollklassen følger av valgt pålitelighetsklasse og geoteknisk kategori.

3.2 Tiltak i geoteknisk kategori 2

Breddeutvidelser og avkjørsler på Holvegen (11-19), forskjæring til tunnelene og riggområdet ved rundkjøringa er alle plassert i geoteknisk kategori 2, da grunnforhold og risikoer ansees som normale. Dette er i tråd med anbefalinger i Eurokode 0 og håndbok N200, som nevner at vegprosjekter som innebærer «grunn og fundamenteringsarbeider ved enkle og oversiktlige forhold», uten unormale risikoer eller grunn- eller belastningsforhold faller i geoteknisk kategori 2.

De nevnte tiltakene er plassert i konsekvens-/pålitelighetsklasse CC/RC 2, med begrunnelse om at «grunn- og fundamenteringsarbeider under enkle og oversiktlige forhold».

Prosjekterings- og utførelseskontrollklasse er valgt til PKK/UKK 2. Prosjekterings- og utførelseskontrollklassen følger av valgt geoteknisk kategori.

3.3 Tiltakskategorier iht. NVE

NGI har i kapittel 1.2 i R1-GEOT-04 [2] vurdert de fleste tiltakene å være i tiltakskategori K2 iht. tabell 5.2 i NVEs veileder nr. 7/2014 [5]. Unntaket er riggområdene og adkomst til disse, som faller i tiltakskategori K0. NGI har også definert en rekke tiltak der vurdering av områdestabilitet ikke er relevant.

Valg av tiltakskategori K2 begrunnes med kun mindre påvirkninger av stabiliteten, og ikke en utbygging eller utvidelse av kapasitet på strekningen. I K2 er det ikke krav til uavhengig kvalitetssikring i henhold til NVEs veileder, men der tiltakene er plassert i CC/RC3 er det likevel krav til kvalitetssikring av vurderinger og beregninger.

For riggområder og adkomsten til disse som er plassert i tiltakskategori K0, begrunnes valget med inngrep innenfor 1 m eller mindre som ikke ansees påvirke stabiliteten.

For tiltak der konklusjonen er at områdestabilitet ikke er relevant, begrunnes bl.a. der det ikke er tiltak i løsmasser, svært liten mektighet av løsmasser eller er «lite sannsynlig» forekomster av kvikkleire tolket fra nærliggende borer.

4 Utført kontroll

Multiconsults kontroll av geoteknisk vurdering for tiltaket omfatter gjennomgang av de vurderinger og antakelser som ligger til grunn for prosjektert løsning presentert i NGIs fagrapport for reguleringsplan [3]. Dokumentasjon av intern kvalitetssikring hos NGI viser at det er utført sidemannskontroll av rapporten. NGIs kvalitetssystem er sertifisert iht. NS-EN ISO 9001:2008 [6].

5 Vurderinger og konklusjoner

Multiconsult har kontrollert tolkning av grunnundersøkelser, beregningsforutsetninger og vurderinger gitt i det mottatte grunnlaget. Det er ikke utført kontrollberegninger for verifikasjon av selve beregningsresultatene presentert i NGIs rapporter. Det vil fremgå av vedlagte verifikasjonsskjema (vedlegg A) hvilke kommentarer Multiconsult har hatt ved gjennomgang av rapporten. Alle kommentarer er lukket etter møte og korrespondanse mellom Multiconsult og NGI for revisjon 1 og 2 av geotekniske rapporter.

For vurderinger og forhold som fremkommer av NGIs rapport vurderer Multiconsult at det er samsvar mellom vurderingsrapport og krav og føringer i gjeldende regelverk.

6 Sluttkommentar

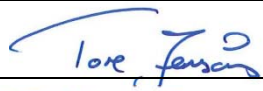


NGI har revidert sin rapport i samråd med Multiconsult sine kommentarer. Avvik er lukket og Multiconsult har dermed ingen ytterligere kommentarer.

7 Referanser

- [1] Statens vegvesen, «Håndbok N200 Vegbygging,» Vegdirektoratet, Oslo, 15.07.2018.
- [2] Norges geotekniske institutt, «R1-GEOT-04_rev 1 Sikkerhet mot kvikkleireskred for reguleringsplan - Holvegen,» 17.01.2020.
- [3] Norges geotekniske institutt, «R1-GEOT-07_rev 1 Geoteknisk fagrapport for reguleringsplan, Holvegen,» Trondheim, 07.02.2020.
- [4] Standard Norge Eurokode 0, «Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner. NS-EN 1990:2002+NA:2008+NA:2016,» 2002.
- [5] Norges vassdrags- og energidirektorat, «Veileder nr. 7/2014 Sikkerhet mot kvikkleireskred,» 2014.
- [6] Standard Norge, «Systemer for kvalitetssikring. Krav NS-EN ISO 9001:2015,» Norsk standard, 2015.
- [7] Norges vassdrags- og energidirektorat, «Retningslinjer 2/2011 Flaum- og skredfare i arealplanar,» NVE, Oslo, Rev. 22. mai 2014.

Vedlegg

Vedlegg A – Verifikasjonsskjema for utført kvalitetssikring

Vedlegg A - Verifikasjonsskjema for utført utvidet kontroll i PKK3 i henhold til N200				Multiconsult
Oppdragsgiver:	Nye Veier v/Kari Charlotte Sellgren			
Oppdrag:	E6 Kvithammar-Åsen uavhengig kontroll geoteknikk			
Oppdragsnummer:	10214848			
Dato utvidet kontroll:	16.03.2020			
Revisjonsnr. utvidet kontroll:	00			
Totalt sider skjema:	2			
	Dok. nr.	Tittel	Dato	Firma
Dok. underlagt kontroll:	R1-GEOT-04 rev 2	Sikkerhet mot kvikkleireskred for reguleringsplan - Holvegen	25.02.2020	NGI
	R1-GEOT-07 rev 2	Geoteknisk fagrapport for reguleringsplan Holvegen	28.02.2020	NGI
Utført av:	Tore Jensås			
Kontrollert av:	Emilie Bjarghov			
Godkjent av:	Roger Kristoffersen			
Kommentar	Beskrivelse	Kategori ¹⁾	Status ²⁾	
Generelt	Geotekniske rapporter dekker de temaer som bør omhandles. Utført utvidet kontroll dekker forhold nødvendig for å dekke krav i henhold til N200 for PKK2 og 3.	-	-	
1	<u>Valg av tiltakskategori</u> NGI har vurdert angitte «deltiltak» til å være i tiltakskategori K2 iht. tabell 5.2 i NVEs veileder nr. 7/2014. To av deltiltakene er angitt å være i tiltaksklasse K0 iht. tabell 5.2 i NVEs veileder nr. 7/2014. Resterende beskrevne tiltak i rapportene er vurdert ikke å ha betydning for områdestabilitet, og dermed ikke angitt noen tiltakskategori. Multiconsult er enig i denne klassifiseringen, og begrunnelsene som er beskrevet for hvert deltiltak.	R	L	
2	<u>Lesbarhet</u> Rapportene er vanskelig å finne fram i, noe som har komplisert kontrollen. Det er enighet om å omstrukturere leveransen for neste reguleringsplan for å øke lesbarheten. - Kapittel 4.1 i R1_GEOT_07 som beskriver valg av geoteknisk kategori for de ulike tiltakene, kunne vært presentert mer ryddig, eller oppsummert i tabells form. - Navn og plassering av kritiske snitt kunne vært mer systematisk	R	L	

¹⁾ MS - Manglende samsvar
TS - Teknisk spørsmål
R - Råd

²⁾ Å - Åpen
L - Lukket

	- Rekkefølge på tegninger kunne vurderes å følge tiltaksnummereringen i stedet for type tegning.		
	<u>Lesbarhet (rapport R1-GEOT-04)</u> Retningspiler for profiler i plantegningene kunne med fordel også vært med på kartene i Vedlegg B (kart med tolkning av kvikkleire).	R	L
	<u>Krav til sikkerhet – valg av sikkerhetsnivå (R1 GEOT 04)</u> I kapittel 8.1 vises det til N200 som sier at det kan aksepteres lavere sikkerhetsnivå for mindre utbedringer av eksisterende veier. NGI og MC har diskutert litt rundt denne formuleringen. MC mener at hovedregelen er at tiltak/utbedringer på eksisterende skal ha samme sikkerhet som ny vei, men at man for <i>mindre</i> tiltak kan akseptere lavere sikkerhet ut fra samfunnsøkonomiske hensyn. MC har i kontrollen stilt spørsmålstegn ved at en rundkjøring på E6 er et «mindre tiltak», og mener at andre alternativer må vurderes her (for eksempel heving av Holelva og motfylling i stedet for masseutskiftning med lette masser). I revisjon 1 og 2 av rapporten er krav til lokalstabilitet for ny veg ($F \geq 1,6$) oppfylt for alle snitt med unntak av Pn. Løsningen med motfylling (rev 1) i stedet for lette masser (rev 0) gir mye høyere sikkerhet. NGI har regnet på hva som skal til av stabiliserende tiltak for å komme opp på $F \geq 1,6$, og argumentert på bakgrunn av dette for bruk av unntaksbestemmelsen (kap 8.3.3). Multiconsult er enig i at unntaksbestemmelsen i N200 kan benyttes i dette tilfellet av samfunnsøkonomiske årsaker.	R	L
	<u>Motfylling (rapport R1-GEOT-04)</u> MC sendte en egen epost den 17.02.2020 som omhandlet parametervalg og lengde av profil Pn, samt utforming av motfylling og stabilitet mot bekken. NGI har i epostkorrespondanse med MC datert 20.02.2020, 21.02.2020 og 24.02.2020 diskutert dette og blitt enige. Det er i revisjon 2 blitt endret på motfyllingen i profil Un og Pn og introdusert avlastning for kalk-sementstabilisering i profil Nn.	R	L
	<u>Parametervalg (rapport R1-GEOT-04)</u> MC mener at det kunne vært benyttet høyere verdier på attraksjon i flere av lagene, men $a=0$ er en konservativ vurdering.	R	L
	<u>C-profiler (rapport R1-GEOT-04)</u> MC har etterspurt ISO-linjer for beregningene i snitt med c-profiler med store sprang i verdiene. Av erfaring tolker GeoSuite Stability slike C-profiler dårlig. Det har vært diskutert om svake lag bør synliggjøres på en annen måte enn et «hakk» i c-profilet. I revisjon 2 er det benyttet fornuftige c-profiler.		
	<u>Kalk-sementstabilisering (rapport R1-GEOT-04)</u> MC ønsket dokumentasjon eller nærmere beskrivelse på at stabiliteten blir ivaretatt i alle faser ved kalk-sementstabiliseringen. Dette er i revisjon 2 beskrevet og dokumentert i kapittel 8.3.5.	R	L

1) MS - Manglende samsvar
TS - Teknisk spørsmål
R - Råd

2) Å - Åpen
L - Lukket

Dokumentinformasjon/Document information		
Dokumenttittel/Document title R1-GEOT-07 Geoteknisk fagrapport for reguleringsplan Holvegen		Dokumentnr./Document no. 20180628-13-R
Dokumenttype/Type of document Rapport / Report	Oppdragsgiver/Client Aas- Jakobsen Trondheim AS	Dato/Date 2020-01-17
Rettigheter til dokumentet iht kontrakt/ Proprietary rights to the document according to contract Oppdragsgiver / Client		Rev.nr.&dato/Rev.no.&date 4 / 2020-04-15
Distribusjon/Distribution BEGRENSET: Distribueres til oppdragsgiver og er tilgjengelig for NGIs ansatte / LIMITED: Distributed to client and available for NGI employees		
Emneord/Keywords Kvikkleire		

Stedfesting/Geographical information	
Land, fylke/Country Norge, Trøndelag	Havområde/Offshore area
Kommune/Municipality Stjørdal	Felt navn/Field name
Sted/Location	Sted/Location
Kartblad/Map	Felt, blokknr./Field, Block No.
UTM-koordinater/UTM-coordinates Sone: 33 Øst: 294365 Nord: 7048640	Koordinater/Coordinates Projeksjon, datum: Øst: Nord:

Dokumentkontroll/Document control Kvalitetssikring i henhold til/Quality assurance according to NS-EN ISO9001					
Rev/Rev.	Revisjonsgrunnlag/Reason for revision	Egenkontroll av/ Self review by:	Sidemanns-kontroll av/ Colleague review by:	Uavhengig kontroll av/ Independent review by:	Tverrfaglig kontroll av/ Inter-disciplinary review by:
0	Originaldokument	2020-01-16 Alf Kristian Lund	2020-01-16 Sigbjørn Rønning		
1	Lettfylling erstattet med motfylling. Poretrykksovervåkning av KS-stabilisering.	2020-02-05 Alf Kristian Lund	2020-02-05 Sigbjørn Rønning		
2	Justert motfylling vest for rundkjøring	2020-02-28 Alf Kristian Lund	2020-02-28 Sigbjørn Rønning		
3	Lagt ved vedlegg A, tydeliggjort noen figurer og rettet skrivefeil.	2020-03-30 Alf Kristian Lund	2020-03-30 Sigbjørn Rønning		
4	Endret adkomst til Holvegen 85 og 87	2020-04-14 Alf Kristian Lund	2020-04-14 Sigbjørn Rønning		

Dokument godkjent for utsendelse/ Document approved for release	Dato/Date 15. april 2020	Prosjektleder/Project Manager Alf Kristian Lund
--	------------------------------------	---

NGI (Norges Geotekniske Institutt) er et internasjonalt ledende senter for forskning og rådgivning innen ingeniørrelaterte geofag. Vi tilbyr ekspertise om jord, berg og snø og deres påvirkning på miljøet, konstruksjoner og anlegg, og hvordan jord og berg kan benyttes som byggegrunn og byggemateriale.

Vi arbeider i følgende markeder: Offshore energi – Bygg, anlegg og samferdsel – Naturfare – Miljøteknologi.

NGI er en privat næringsdrivende stiftelse med kontor og laboratorier i Oslo, avdelingskontor i Trondheim og datterselskaper i Houston, Texas, USA og i Perth, Western Australia.

www.ngi.no

NGI (Norwegian Geotechnical Institute) is a leading international centre for research and consulting within the geosciences. NGI develops optimum solutions for society and offers expertise on the behaviour of soil, rock and snow and their interaction with the natural and built environment.

NGI works within the following sectors: Offshore energy – Building, Construction and Transportation – Natural Hazards – Environmental Engineering.

NGI is a private foundation with office and laboratories in Oslo, a branch office in Trondheim and daughter companies in Houston, Texas, USA and in Perth, Western Australia

www.ngi.no

