

E6 Kvithammar – Åsen

Detaljregulering Stjørdal kommune

Geoteknisk fagrapport for reguleringsplan Stjørdal

Rapport nr.	Dato
R1-GEOT-09	25.08.2020
HÆHRE	AAS-JAKOBSEN VIANOVA NETTVERKET

Revisjonshistorikk

NGI

Rev.	Dato	Beskrivelse	Sign.	Kont.	Godkj.
00	25.08.2020	Detaljregulering	BKB	VG	AKL

RAPPORT

E6 Kvithammar-Åsen

R1-GEOT-09 GEOTEKNISK FAGRAPPORT FOR REGULERINGSPLAN STJØRDAL

DOK.NR. 20180628-14-R
REV.NR. 00 / 2020-08-25

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
NGI.NO

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-09 Geoteknisk fagrapport for reguleringsplan Stjørdal
Dokumentnr.:	20180628-14-R
Dato:	2020-08-25
Rev.nr. / Rev.dato:	00

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:	Bjørn Kristian Bache Anders Lindgård Alf Kristian Lund
Kontrollert av:	Vidar Gjelsvik

Sammendrag

I forbindelse med utbygging av E6 mellom Kvithammar og Åsen er NGI engasjert som geoteknisk rådgiver for Hæhre entreprenør. Vegen planlegges bygd som en firefelts motorveg med fartsgrense 110 km/t. Prosjektet består av en dagsone på Stjørdal før veglinja går inn i tunnel gjennom Forbordsfjellet. Videre nordover kommer vegen ut i dagen og krysser Langsteindalen før den igjen går inn i Høghåmmårtunnelen og fortsetter nordover inn i Levanger kommune. Foreliggende rapport inneholder geotekniske vurderinger for strekningen som ligger i Stjørdal kommune.

I dagsonen sør for Forbordsfjelltunnelen går veglinja gjennom to kvikkleiresoner i det den krysser Vollselva. For å ivareta sikkerhet for områdestabilitet må Vollselva heves og det må etableres motfyllinger opp mot ravineskråningene. Veglinja ligger ikke i fare for å bli rammet av utløp fra soner lenger oppstrøms Vollselva.

Vest for E6 er det planlagt å etablere en jernbaneundergang ved Holan. Denne planlegges fundamentert på hel bunnplate i den gamle fyllingen for Nordlandsbanen.

E6 krysser over Vollselva og Nordlandsbanen med Vollselvbrua, en bru for hver kjøreretning. Vollselvbrua er planlagt fundamentert direkte på berg på sørsiden av elva og til berg med utstøpte stålrør eller stålkjernepeler der bergdybden er for stor for direkte fundamentering. Nord for Nordlandsbanen lander vegen på en større fylling før den går inn i Forbordsfjelltunnelen. For å sikre stabilitet mot jernbanen må det gjøres grunnforsterkning med kalksement i et belte med bredde ca. 50 meter. Videre må det installeres vertikaldren og etableres en forbelastning for å håndtere setninger inn mot brua.

I det E6 kommer ut av Forbordsfjelltunnelen i nord går den gjennom Langsteindalen på en stor fylling. Her må det gjøres grunnforsterkning med kalksement i et belte på ca. 25 meter mot Langsteinelva for å sikre stabilitet av fyllinga. Østre del av fyllinga er meget bratt. Her må det stabiliseres i et noe bredere belte, ca. 40. meter, for å sikre stabiliteten. Videre må det installeres vertikaldren for å håndtere setninger og for å gradvis konsolidere leira til en høyere skjærfasthet etter hvert som oppfyllingen pågår.

Under fyllinga for E6 krysser Langsteinvegen i kulvert. Det må gjøres grunnforsterkning under undergangen for å unngå for store setninger. I tillegg må det stabiliseres for stabiliteten av skjæringene/fyllingene inn mot undergangen. Langsteinelva kulvert krysser også under fyllinga i Langsteindalen. Denne er planlagt fundamentert direkte på ca. 2 meter masseutskifting med sprengt stein.

Innhold

1 Innledning 6
2 Beskrivelse av grunnforhold og tiltak 6
2.1 Oversikt over grunnforholdene 6
2.2 Grunnforhold langs E6 10
2.3 Tiltak utenom E6 20
2.4 Riggområder og deponier 30
2.5 Konstruksjoner 34
3 Styrende dokumenter og prosjekteringsforutsetninger 40
4 Geoteknisk prosjektering for reguleringsplan 41
4.1 Utredning av områdestabilitet 41
4.2 Tiltak langs E6 43
4.3 Tiltak utenom E6 45
4.4 Deponier og riggområder 46
4.5 Konstruksjoner 46
5 Risikoer ved utførelse 48
6 Rekkefølgebestemmelser 48
7 Plan for kontroll og overvåkning 48
8 Videre arbeid 49
9 Referanser 50

Tegning

Tegning nr. 001 Oversiktskart Skatval 1:50 000
Tegning nr. 010 – 012 Plankart med angivelse av området Stjørdal
Tegning nr. 013 Plankart med angivelse av området Langsteindalen
Tegning nr. 014 – 015 Plankart med oversikt over grunnforsterkning og vertikaldren
Tegning nr. 020 – 029 Plankart utredning områdestabilitet Vollselva
Tegning nr. 100 – 170 Profiltegninger kvikkleiresone nr. 609 Vollan
Tegning nr. 200 – 250 Profiltegninger kvikkleiresone nr. 607 Voll
Tegning nr. 300 – 380 Profiltegninger kvikkleiresone nr. 608 Hollan
Tegning nr. 400 – 422 Profiltegninger stabilitet

Vedlegg

Vedlegg A Styrende dokumenter og prosjekteringsforutsetninger
Vedlegg B Utredning av områdestabilitet Vollselva
Vedlegg C Stabilitet skjæringer og fyllinger
Vedlegg D Setningsberegninger
Vedlegg E Verifikasjonsskjema Multiconsult

Kontroll- og referanseside

1 Innledning

Nye Veier planlegger ny E6 fra Kvithammar til Åsen i Stjørdal og Levanger kommune. Vegen planlegges som firefelts motorveg med fartsgrense 110 km/t på hele strekningen, og vil redusere reisetiden mellom Åsen og Stjørdal med 9 minutter.

Dagens E6 mellom Stjørdal og Åsen er en tofelts veg med fartsgrense 70 km/t på store deler av strekningen. Forbi Skatval er det mange kryss og avkjørsler, mens det på strekningen fra Skatval til Åsen er lite bebyggelse langs E6. Her går imidlertid vegen i sidebratt terreng parallelt med jernbanen, en strekning som er svært sårbar ved hendelser. I nord går eksisterende E6 gjennom Åsen sentrum.

Strekningen er ulykkesutsatt med en ulykkefrekvens som er dobbelt så høy som tilsvarende veger. ÅDT på dagens veg er ca. 12000 på strekningen Kvithammar – Skatval, mens det på strekningen Skatval – Åsen er en ÅDT på ca. 8800. Gjennom Åsen sentrum er ÅDT på ca. 8400. Tungtrafikkandelen er ca. 16 % (trafikktallene er 2019-tall fra NVDB).

Planforslaget går ut på å bygge firefelts veg på strekningen. Total lengde på ny E6 er 19,8 km, hvorav 9,3 km ligger i Stjørdal kommune. Det skal bygges to tunneler i Stjørdal kommune, Forbordsfjelltunnelen (6080 m) og Høghåmmårtunnelen (1360 m). Kommunegrensa mellom Stjørdal og Levanger går midt i Høghåmmårtunnelen. På strekningen mellom Kvithammar og Holan bygges det ny bru over Vollselva og Nordlandsbanen, Vollselvbrua. Kvithammarkrysset vil bygges om med større rundkjøringer og nye nordvendte ramper. Det etableres ingen andre kryss på strekningen i Stjørdal kommune. I Langsteindalen vil Langsteinvegen gå under E6 i en ny undergang.

Dagens E6 vil bli nedklassifisert til fylkesveg og kobles til eksisterende vegnett i Kvithammarkrysset.

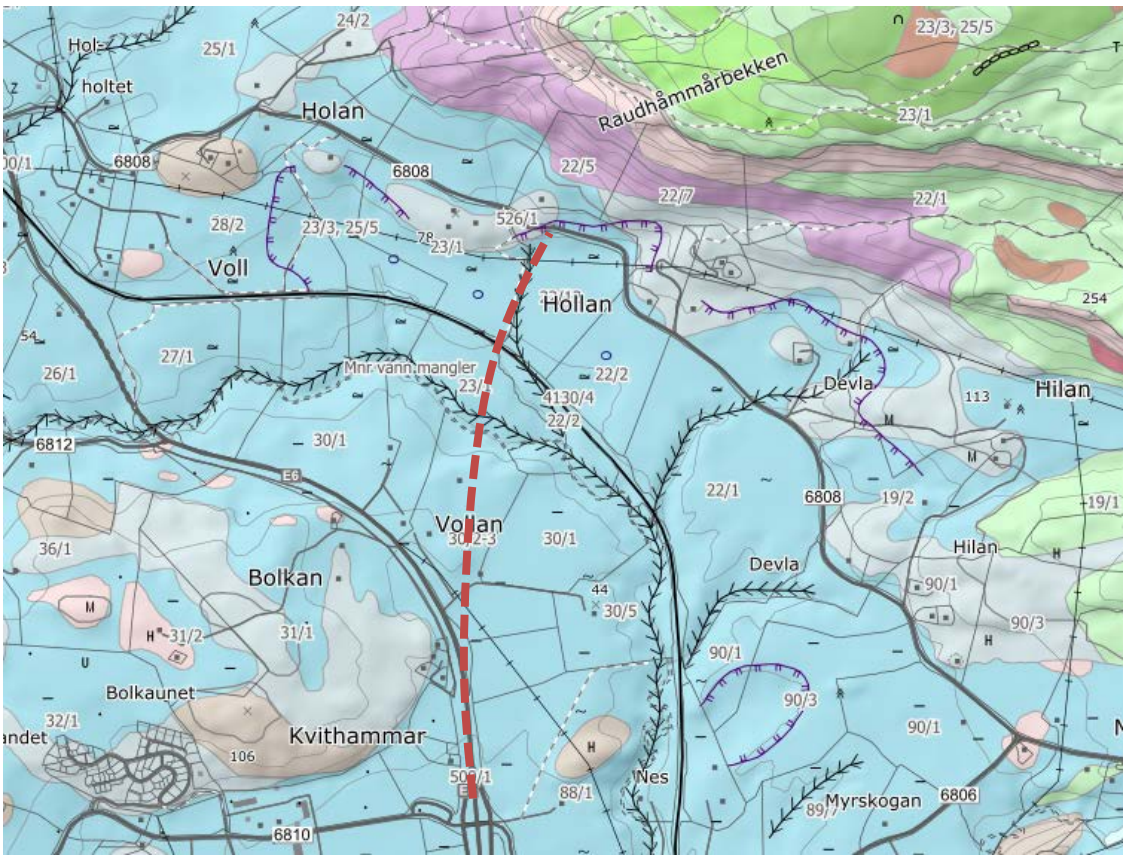
Beregningene i reguleringsfasen er noe konservativt forenklet og myntet på å dokumentere gjennomførbarhet. I detaljprosjekteringen vil omfang og løsninger kunne justeres basert på mer detaljerte beregninger og vurderinger.

2 Beskrivelse av grunnforhold og tiltak

2.1 Oversikt over grunnforholdene

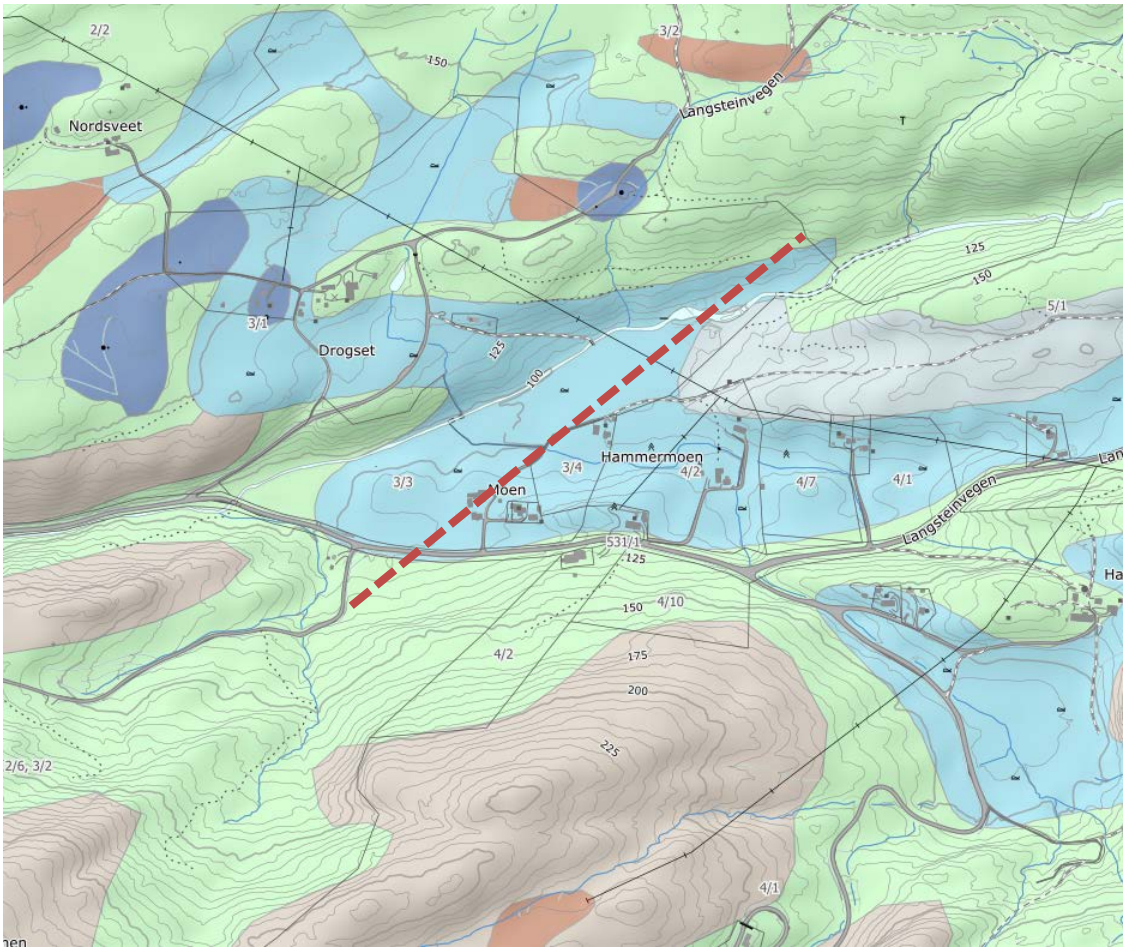
Alle tiltak i dagsonen sør for Forbordsfjelltunnelen foregår under marin grense og ifølge NGUs løsmassekart [1] hovedsakelig på "tykk havavsetning" (turkis farge), se figur 1. Ved Kvithammar og øvre deler ved Hollan, før tunnelen, er det noe "tynne hav-/strandavsetninger" (lys blå). I de tykke havavsetningene er det forventet å finne leire. Det kan også være kvikkleire. I de høyereliggende områdene, som er markert som strandsoneavsetninger, er det forventet å finne mer lagdelt silt og leire, og ofte er disse løsmassene noe fastere enn de dype havavsetningene. Videre ser man av figur 1 at området er

ravinert, hvor Vollselva er hovedravinen som renner fra vest mot sørøst. Vollselva har sideraviner. Ravinene er markert med sorte haker. Fiolette streker markerer kartlagte skredgroper. Det er tydelig at det har pågått erosjon og skredaktivitet over lang tid i området. Med denne bakgrunnskunnskapen er det forventet at det er stabilitetsutfordringer i området.



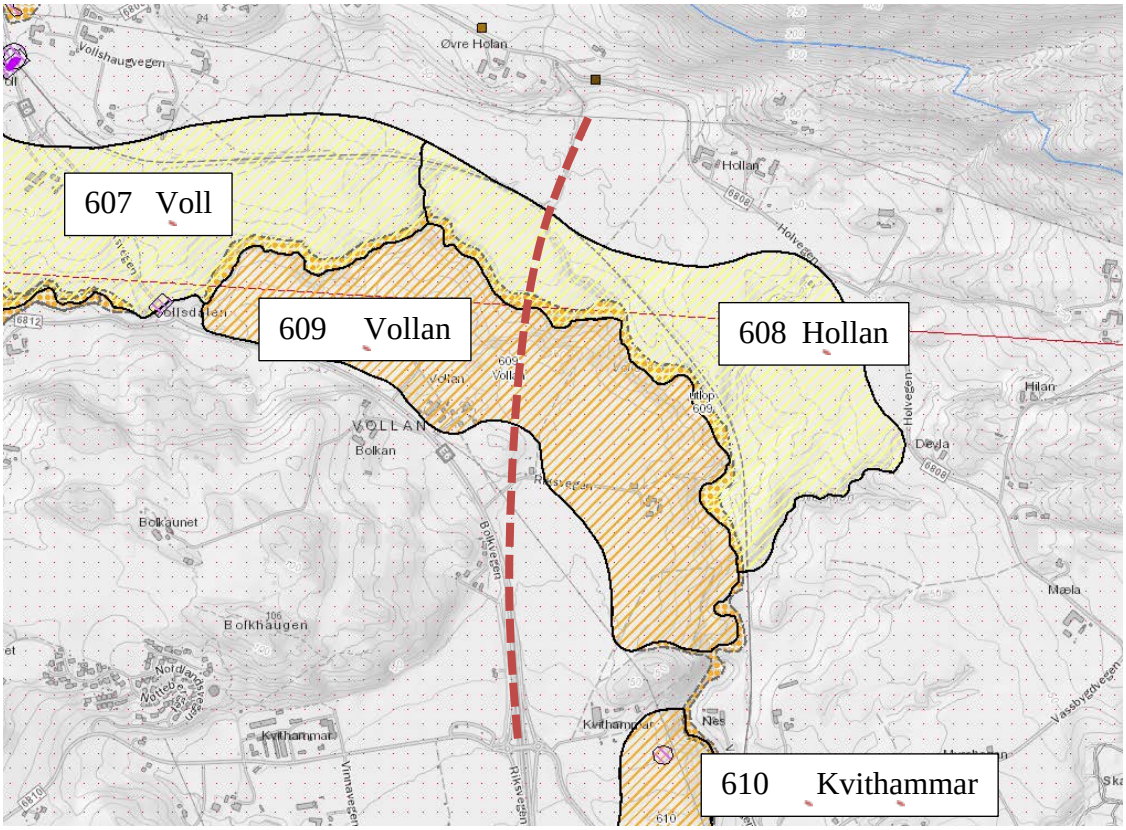
Figur 1 Kvartærgeologisk kart over dagsonen sør for Forbordsfjelltunnelen. E6 traseen er skissert med rød stiplet linje. [1]

Dagsonen nord for Forbordsfjelltunnelen i Langsteindalen er skissert på figur 2. De brattere dalsidene består av tynn morene (lys grønn), mens dalbunnen består av tykk havavsetning (turkis farge). Langsteinelva renner mot vest på dalens nordside, men den har ikke gravd en ravine. Terrenget stiger gradvis mot øst.



Figur 2 Kvartærgeologisk kart over dagsonen nord for Forbordsfjelltunnelen. E6 traseen er skissert med rød stiplet linje. [1]

Sør for Forbordsfjelltunnelen eksisterer det flere kartlagte kvikkleiresoner som ny E6 kommer i berøring med. Disse er vist i figur 3. I Langsteindalen er det ikke registrert kvikkleirefaresoner.



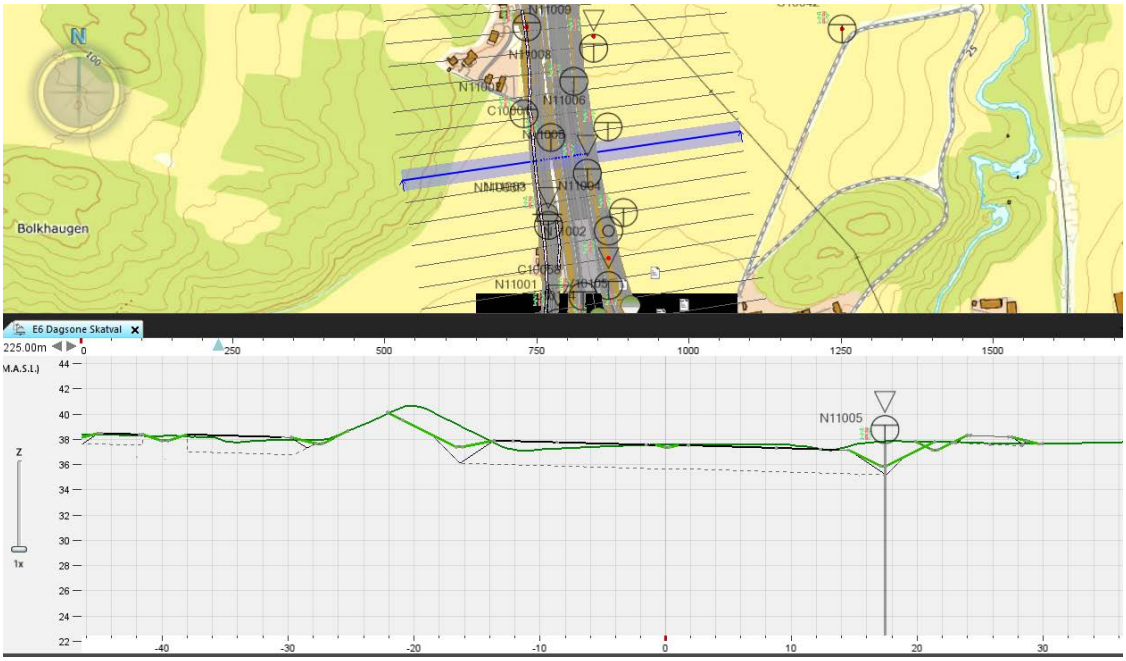
Figur 3 Kartlagte kvikkleirefaresoner. Ny E6 er skissert med rødt. [2]

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, og sammenhengen mellom gamle grunnundersøkelser og nye navn i modellen er gitt i rapport [3]. 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.

2.2 Grunnforhold langs E6

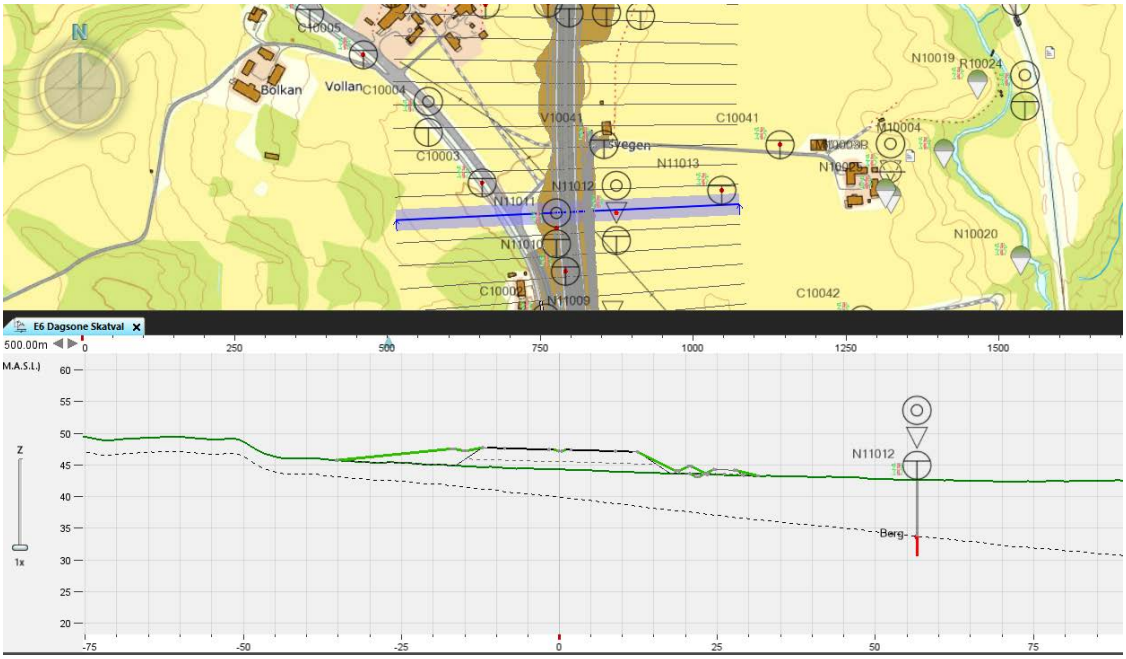
2.2.1 E6 Pr. 0 – 880 dagsone Kvithammar

E6 utvides til 4-felts motorvei nord for Kvithammarkrysset. Ny E6 dreier av østover, mens eksisterende E6 består som en lokalveg. Landskapet er et relativt flatt landbruksområde som faller mot Vollselva i øst og nord. De første ca. 300 m består tiltaket av skjæringer på inntil ca. 2 m dybde for å få plass til nye bredere grøfter, se figur 4. Det er utført grunnundersøkelser i området [3] og de nærmeste sonderingene indikerer et topplag av middels fast til fast leire, før den fra ca. 2 m dyp karakteriseres som bløt til middels fast, ikke sensitiv leire. Dybden til berg er stor og skjærfastheten øker med dybden. Tiltaket består av mindre skjæringer og fyllinger, og er av så begrenset omfang at det ikke vurderes som nødvendig med geotekniske beregninger verken av stabilitet eller setninger. Her vil det være tilstrekkelig med en angivelse av skråningshellinger i tråd med Statens Vegvesens håndbok V221 [4]. Dette er gitt i vedlegg C.



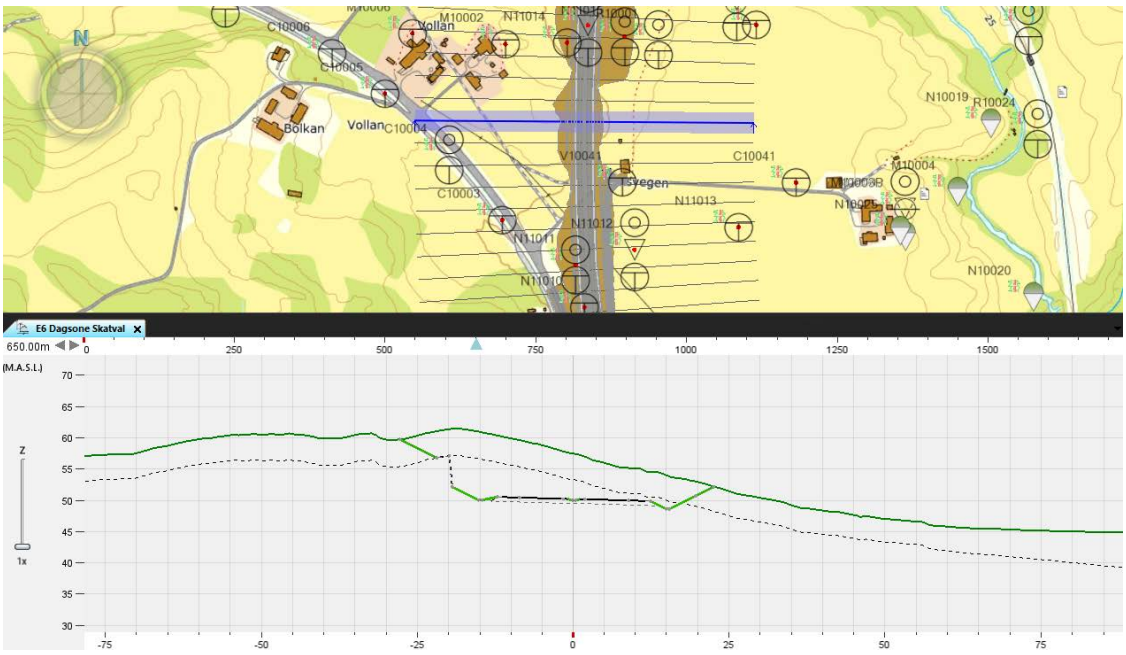
Figur 4 Plan og profil ca. 250 m nord for Kvithammarkrysset. Vegen ligger nøytralt i terrenget, men det blir mindre skjæringer for nye grøfter.

Videre nordover ligger vegen på lav fylling, ca. 2,5 – 3,5 m høy. Berget er grunt, spesielt på vestsiden, se figur 5. Det er utført grunnundersøkelser i området [3] og de nærmeste sonderingene indikerer et topplag av middels fast til fast leire, før den fra ca. 1 - 2 m dyp karakteriseres som bløt til middels fast, ikke sensitiv leire. Dybden til berg er ca. 2 m i vest og ca. 5 m i øst og blir grunnere nordover. Skjærfastheten øker med dybden. Tiltaket er av så begrenset omfang at det ikke vurderes som nødvendig med geotekniske beregninger verken av stabilitet eller setninger. Her vil det være tilstrekkelig med en angivelse av skråningshellinger i tråd med Statens Vegvesens håndbok V221 [4]. Dette er gitt i vedlegg C.



Figur 5 Plan og profil ca. 500 m nord for Kvithammarkrysset. E6 ligger her på 3,2 m fylling og berget synker østover.

Fra ca. 600 m nord for Kvithammarkrysset går vegen inn i en skjæring som er ca. 100 m lang. Skjæringen er ca. 11,5 m høy og består av ca. 5 m løsmasse over berg og det er sannsynlig at bergnivået kan variere noe over området, se figur 6. Over denne ryggen er det ikke utført grunnundersøkelser, men grunnundersøkelser like nord og sør for ryggen indikerer middels fast siltig leire med sandlag og berg i liten dybde [3]. Tiltaket er av så begrenset omfang at det ikke vurderes som nødvendig med geotekniske beregninger verken av stabilitet eller setninger. Her vil det være tilstrekkelig med en angivelse av skråningshellinger i tråd med Statens Vegvesens håndbok V221 [4], gitt i vedlegg C.



Figur 6 Plan og profil ca. 650 m nord for Kvithammarkrysset. Ca. 11,5 m skjæring gjennom en terrengrygg med liten løsmasseoverdekning.

Fra ca. 700 m nord for Kvithammarkrysset og frem mot Vollselvbrua ligger E6 på lav fylling (inntil 4 m) med slake sideskråninger (1:10), se figur 7. Det er utført grunnundersøkelser i området [3]. Grunnundersøkelsene viser et topplag av middels fast til fast leire, før den fra ca. 1 - 2 m dyp karakteriseres som bløt til middels fast, ikke sensitiv, siltig leire med enkelte sandlag. Dybden til berg er ca. 6 m i sør og stiger opp til berg i dagen ved Vollselvbrua i nord. Tiltaket er av så begrenset omfang at det ikke vurderes som nødvendig med geotekniske beregninger verken av stabilitet eller setninger. Her vil det være tilstrekkelig med en angivelse av skråningshellinger i tråd med Statens Vegvesens håndbok V221 [4], dette er gitt i vedlegg C. Øst for fyllingsutslaget er det identifisert kvikkleire og derfor behandles stabiliteten av skråningen mot Vollselva i øst i vedlegg B, oppsummert i kapittel 4.2.1.



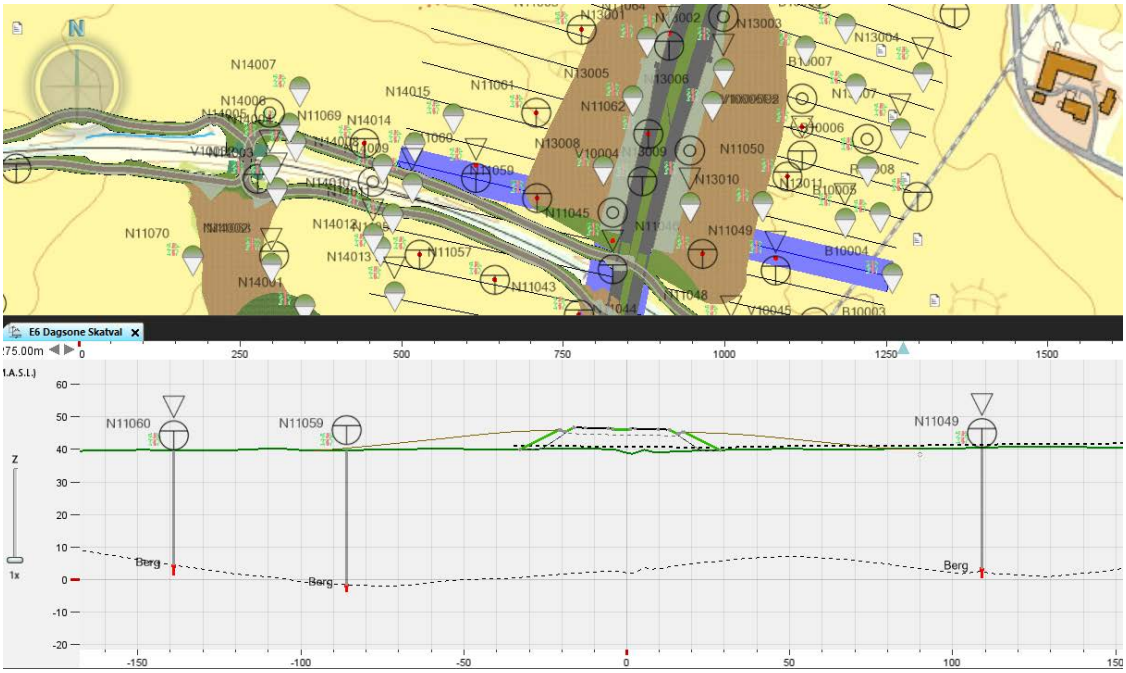
Figur 7 Plan og profil ca. 800 m nord for Kvithammarkrysset. Lav fylling med slake sideskråninger.

2.2.2 E6 Pr. 1 240 – 1 550 Dagsone Holan inkl. forskjæring og portal

Ca. 1240 m nord for Kvithammarkrysset "lander" E6 på en tilløpsfylling etter å ha krysset Vollselva og jernbanen på Vollselvbrua. Tilløpsfyllinga er ca. 7 m høy og har sideskråninger slakere enn 1:8 for å kunne benyttes til landbruk, se figur 8. Terrenget stiger slakt mot nord og fyllingen blir gradvis lavere før den går over i forskjæring for Forbordsfjelltunnelen. Forskjæringa blir en kombinert løsmasse- og bergskjæring og det skal bygges portaler med lengde 26 og 29 meter, se figur 9. Det er utført både setnings- og stabilitetsvurderinger for fyllinga nord for jernbanen, se kapittel 4.2.2

Det er utført grunnundersøkelser i området [3]. Grunnundersøkelsene viser at berget ligger på ca. 40 m dyp der tilløpsfyllinga ender i Vollselvbrua. Videre nordover stiger berget gradvis. Forskjæringen stater ca. 1475 m nord for Kvithammarkrysset og strekker seg over en strekning på ca. 75 m før tunnelpåhugget. Berget ligger høyere i vest enn i øst.

Over berget består løsmassene av leire med tynne siltlag. Grunnundersøkelsene viser et topplag på ca. 1-3 m mektighet av matjord og middels fast til fast leire. Under dette er leira bløt til middels fast. Rundt forskjæringa er løsmassemektigheten redusert til 2-3 m. Leira er middels fast til fast og inneholder flere silt- og sandlag. Langs veglinja er det en forekomst av kvikkleire i området under nordre del av fyllinga og inn mot tunnelpåhugget, vist på tegning 021. I forskjæringsområdet er det funnet bløt og forstyrret leire like over berget og her er det også silt- og sandlag og enkelte gruskorn.



Figur 8 Plan og profil der Vollselvbrua "lander" på tilløpsfylling, ca. 1275 m nord for Kvithammarkrysset.



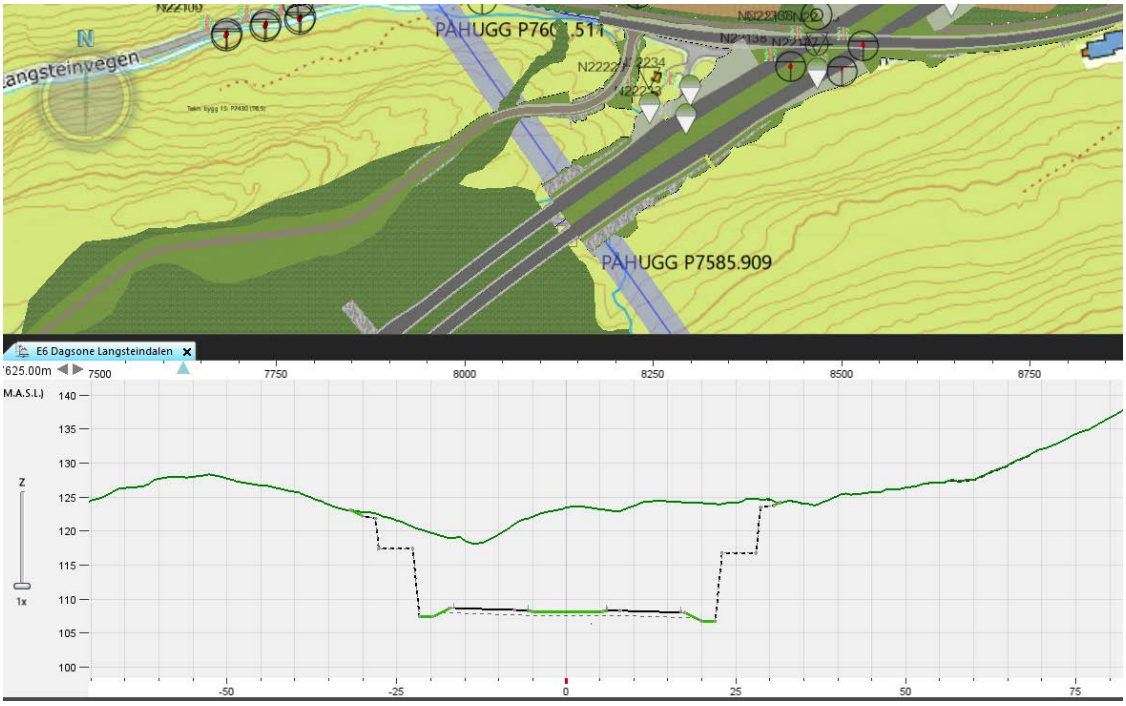
Figur 9 Plan og profil gjennom forskjæringa til Forbordsfjelltunnelen.

2.2.3 E6 Pr. 1 520 – 7 620 Forbordsfjelltunnellen

Forbordsfjelltunnelen skal bygges under jomfruelig terreng mellom Kvithammar og Langsteindalen. Tunnelen drives hovedsakelig gjennom fyllitt i sør og grønnstein i nord. Tunnelen er beskrevet i ingeniørgeologisk fagrapport [5]. Grunnen over tunnelen består av forvitringsmateriale, morene, tynt humusdekke og berg i dagen, se figur 1 og figur 2. Ingeniørgeologisk rapport [5] identifiserer et influensområde og mulige konsekvenser, der konsekvensene angår ytre miljø. Dette er håndtert ved å sette innlekkasjekrav. Det er ikke setningsømfintlige grunnforhold, bebyggelse, infrastruktur eller annet over tunnelen som krever geotekniske vurderinger eller beregninger. Bergtunnelen behandles derfor ikke videre i denne rapporten.

2.2.4 E6 Pr. 7 620 – 8 680 Dagsone Langsteindalen, forskjæringer og portaler

Forbordsfjelltunnelen slutter ca. i profil 7 620 og vegen går ut i en forskjæring. Terrenget heller relativt bratt ned mot Langsteindalen og det er et tynt løsmassedekke. Forskjæringa behandles i ingeniørgeologisk rapport [5], se figur 10.



Figur 10 Plan og profil av forskjæring ved nordre påhugg til Forbordsfjelltunnelen.

Videre nordover går vegen over i en halvskjæring hvor det blir ca. 3 m høy fylling på venstre side, se figur 11, før den krysser over Langsteinvegen undergang og går over på en større fylling. Det er utført grunnundersøkelser i området [3]. Grunnundersøkelsene viser at berget ligger ca. 7 m under terreng ved fyllingsfot. Løsmassene består av middels fast leire med siltlag. Undergangen er håndtert i kapittel 4.5.3.



Figur 11 Plan og profil av halvskjæring sør i Langsteindalen.

Gjennom Langsteindalen legges E6 på en inntil ca. 14 m høy fylling. Terrenget på begge sider tilpasses med slake fyllinger for å legge til rette for landbruk oppå fyllinga. Til høyre fylles det mot stigende terreng. Mot venstre heller fyllinga ca. 1:9 frem mot en brattere (høyde 4 m 1:2) avslutning mot Langsteinelva, se figur 12. Det er utført grunnundersøkelser i området [3]. Grunnundersøkelsene viser at berget ligger med varierende dybder, inntil ca. 30 m under terreng på det dypeste. Løsmassene består av leire og enkelte steder er leira bløt og kvikk allerede fra 1 m dybde under terreng. Fra midt i dalen, ca. profilet angitt i figur 12, er det et topplag med sand som øker i mektighet nordover, og ved kryssing av Langsteinelva er det ca. 9 m tykt med silt-, sand- og gruslag. Det er tatt en prøveserie som viser at det er kvikkleire fra ca. 10 m dyp. Setninger og stabilitet av fyllingen i Langsteindalen er håndtert i kapittel 4.2.3.



Figur 12 Plan og profil av fyllinga gjennom Langsteindalen.

Fra Langsteinelva kulvert og nordover mot Høghåmmårtunnelen ligger vegen i halvskjæring. På venstre side er det skjæring i tynt løsmassedekke og berg, mens det på høyre side er 14 m høy fylling, vist på figur 13. Fyllingsskråningen er bratt (1:1,25) for å gi plass til Langsteinelva mellom fyllingsfoten og adkomsten til inntaksdammen. Også dette vises på figur 13. Påhugget til Høghåmmårtunnelen er i terreng med tynt løsmassedekke og behandles i ingeniørgeologisk rapport [6]. Stabilitet av fyllingen er håndtert i kapittel 4.2.3, mens kulverten er beskrevet i kapittel 4.5.4.



Figur 13 Plan og profil av 14 meter høy fylling ved Langsteinelva.

2.2.5 E6 8 680 – 9 620 Høghåmmårtunnelen

Høghåmmårtunnelen skal bygges under jomfruelig terreng mellom Langsteindalen og Vuddudalen. Tunnelen skal i hovedsak drives gjennom grønnstein og går over i konglomerat de siste 100-200 meter i nord. Tunnelen er beskrevet i ingeniørgeologisk fagrapport [6]. Grunnen over tunnelen består av morene og tynt humusdekke, se figur 2. Det er ikke setningsømfintlige grunnforhold, bebyggelse, infrastruktur eller annet over tunnelen som krever geotekniske vurderinger eller beregninger. Bergtunnelen behandles derfor ikke videre i denne rapporten.

2.3 Tiltak utenom E6

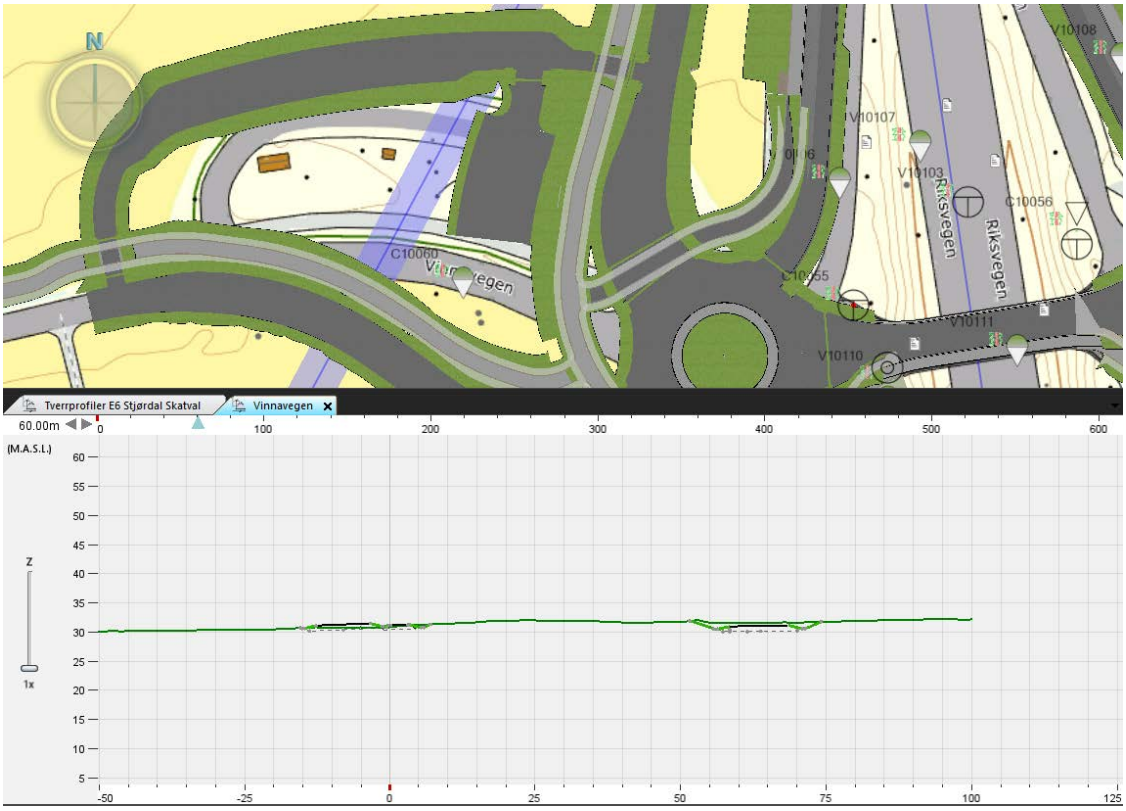
2.3.1 Kvithammarkrysset vest: Rundkjøring, ramper, GS-veger, GS-veg langs fv. 6810 Vinnavegen

Det skal bygges en ca. 600 m lang gang- og sykkelveg fra Kvithammarkrysset og vest-over til Kvithammar Vestre hvor det etableres en forlegningsrigg [7]. Gang- og sykkel-vegen innebærer permanente skjæringer og fyllinger på inntil 1,2 m. Midlertidig vil det være nødvendig med skjæring inntil ca. 1,5 m for å etablere vegkroppen. Denne skjær-inga er dypest i vest ved Kvithammar Vestre, se plan og profil vist i figur 14. For øvrig medfører vegen over jordet mellom Kvithammarkrysset og Kvithammar Vestre en fylling på ca. 0,3 m over dagens terreng og terrenget heller slakt sørover. Grunnen består av leire. Det er utført grunnundersøkelser som er rapportert i datarapport [8] og presen-tert i prosjektets 3D-modell. Grunnundersøkelsene langs vegen viser ikke kvikkleire. Nærmeste sensitive leire er 80 m sør for vegen helt i vest (Borhull R10018). Tiltaket er av så begrenset omfang at det ikke vurderes som nødvendig med geotekniske beregning-er verken av stabilitet eller setninger. Her vil det være tilstrekkelig med en angivelse av skråningshellinger i tråd med Statens Vegvesens håndbok V221 [4], gitt i vedlegg C.



Figur 14 Plan og profil av gang- og sykkelveg langs Vinnuvegen. Profilet er plassert der skjær-ingen er på sitt dypeste. Permanent skjæring er 1,2 m, midlertidig skjæring er ca. 1,5 m.

Dagens rasteplass erstattes av en ny rasteplass. Tiltaket medfører terrengendringer på mindre enn 1 m. Plan og profil er vist i figur 15. Det er utført en grunnundersøkelse i området, se [3]. Sonderingen (C10060) indikerer at grunnen består av leire. Leira tolkes ikke som kvikk. Tiltaket er av så begrenset omfang at det ikke vurderes som nødvendig med geotekniske beregninger verken av stabilitet eller setninger. Her vil det være tilstrekkelig med en angivelse av skråningshellinger i tråd med Statens Vegvesens håndbok V221 [4], gitt i vedlegg C.



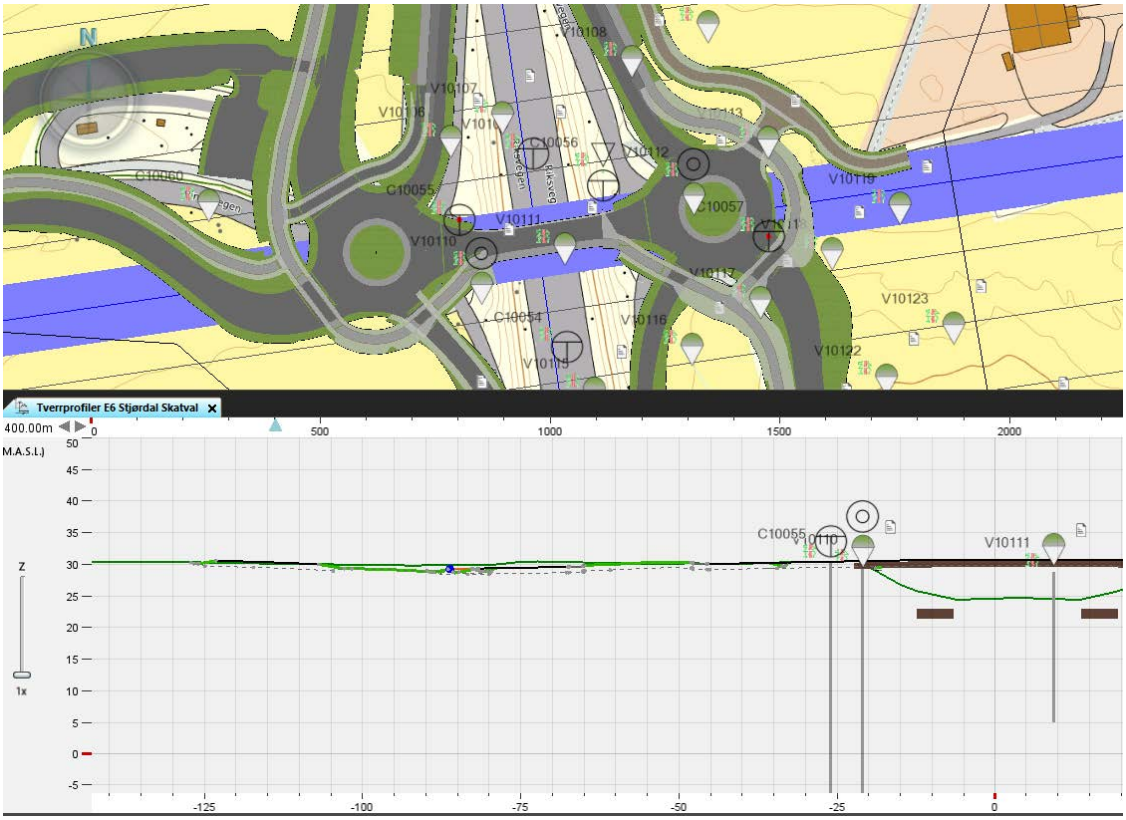
Figur 15 Plan og profil av rasteplassen på Kvithammar, terrengendringer er mindre enn 1 m.

Sørgående påkjøringsrampe skal legges litt mot vest i forhold til dagens rampe. Dette medfører en permanent skjæring på ca. 1 m, mens den midlertidige skjæringa blir ca. 2 m dyp. Se plan og profil i figur 16. Det er utført grunnundersøkelser i området [3], og den nærmeste sonderingen (V10114) indikerer et topplag av middels fast til fast leire, før den fra ca. 2 m dyp karakteriseres som bløt til middels fast, ikke sensitiv leire. Skjærfastheten øker med dybden. Tiltaket er av så begrenset omfang at det ikke vurderes som nødvendig med geotekniske beregninger verken av stabilitet eller setninger. Her vil det være tilstrekkelig med en angivelse av skråningshellinger i tråd med Statens Vegvesens håndbok V221 [4], gitt i vedlegg C.



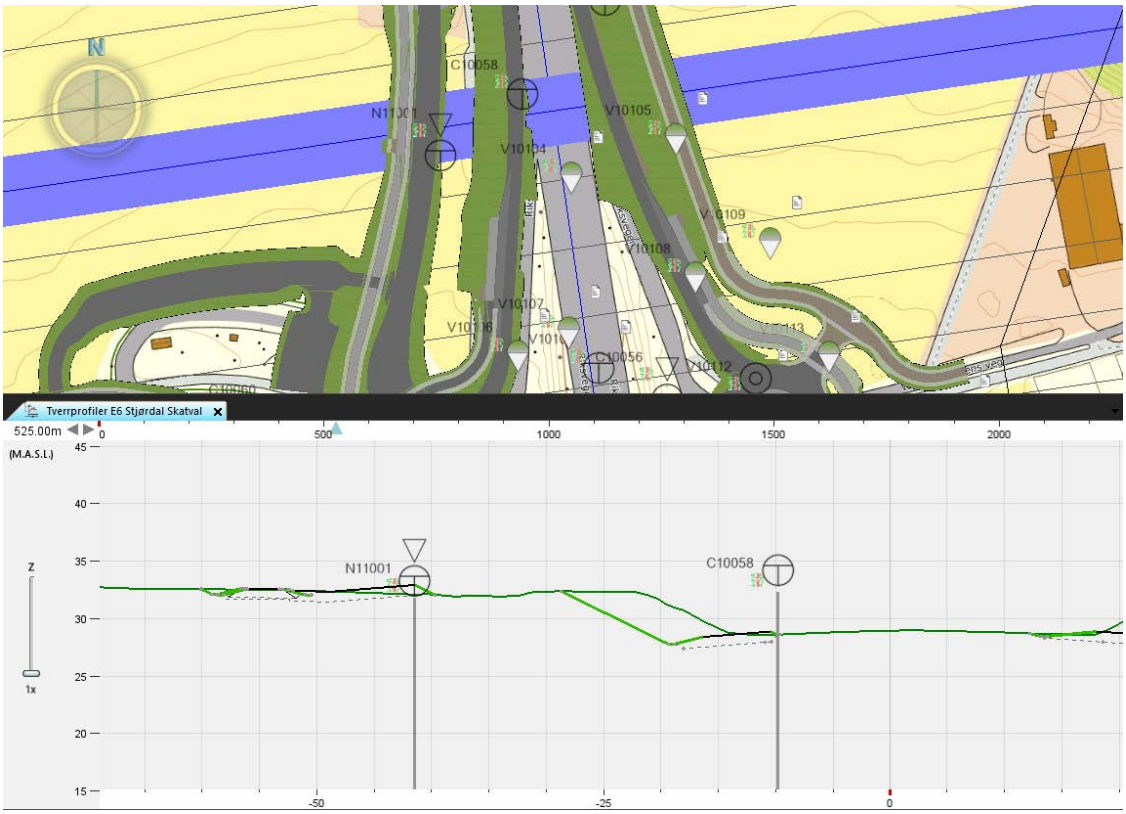
Figur 16 Plan og profil av sørgående på-rampe.

Vestre rundkjøring i Kvithammarkrysset flyttes litt vestover og utvides noe. Tiltaket innebærer fyllinger og skjæringer på inntil ca. 0,8 m på det meste. Se plan og profil i figur 17. Det er utført grunnundersøkelser i området [3] og den nærmeste sonderingen (V10110 og C10055) indikerer et topplag av middels fast til fast leire, før den fra ca. 2 m dyp karakteriseres som bløt til middels fast, ikke sensitiv leire. Skjærfastheten øker med dybden. Tiltaket er av så begrenset omfang at det ikke vurderes som nødvendig med geotekniske beregninger verken av stabilitet eller setninger. Her vil det være tilstrekkelig med en angivelse av skråningshellinger i tråd med Statens Vegvesens håndbok V221 [4], gitt i vedlegg C.



Figur 17 Plan og profil gjennom Kvithammarkrysset.

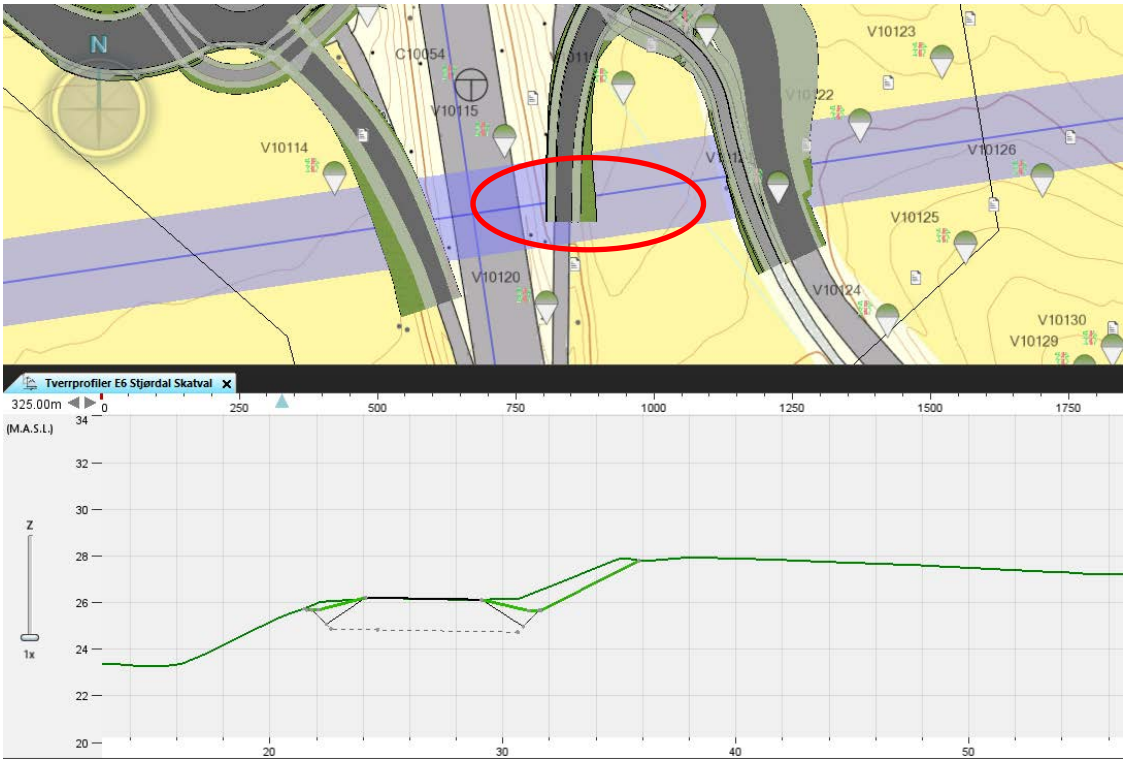
Nordvest for Kvithammarkrysset skal det bygges ny sørgående avkjøringsrampe med gangveg frem til busstopp. Videre skal det bygges ny lokalveg for sammenkobling med det som er dagens E6. Sørgående avkjøringsrampe innebærer på det dypeste permanente skjæringer på inntil ca. 4,4 m dybde og midlertidige skjæringer på inntil ca. 4,7 m dybde. Det er utført grunnundersøkelser i området [3], og den nærmeste sonderingen (N11001 og C10058) indikerer et topplag av middels fast til fast leire, før den fra ca. 2 m dyp karakteriseres som bløt til middels fast, ikke sensitiv leire. Skjærfastheten øker med dybden. Skjæringen er nærmere omtalt i kapittel 4.3.1. Lokalvegen innebærer generelt mindre tiltak med skjæringer og fyllinger innenfor 2 m høyde. Dette er av så begrenset omfang at det ikke vurderes som nødvendig med geotekniske beregninger verken av stabilitet eller setninger.



Figur 18 Plan og profil av lokalveg og sørgående avkjøringsrampe til Kvithammarkrysset. Kun små terrenginngrep for lokalvegen, mens av-rampe innebærer skjæring på ca. 4,7 m dybde.

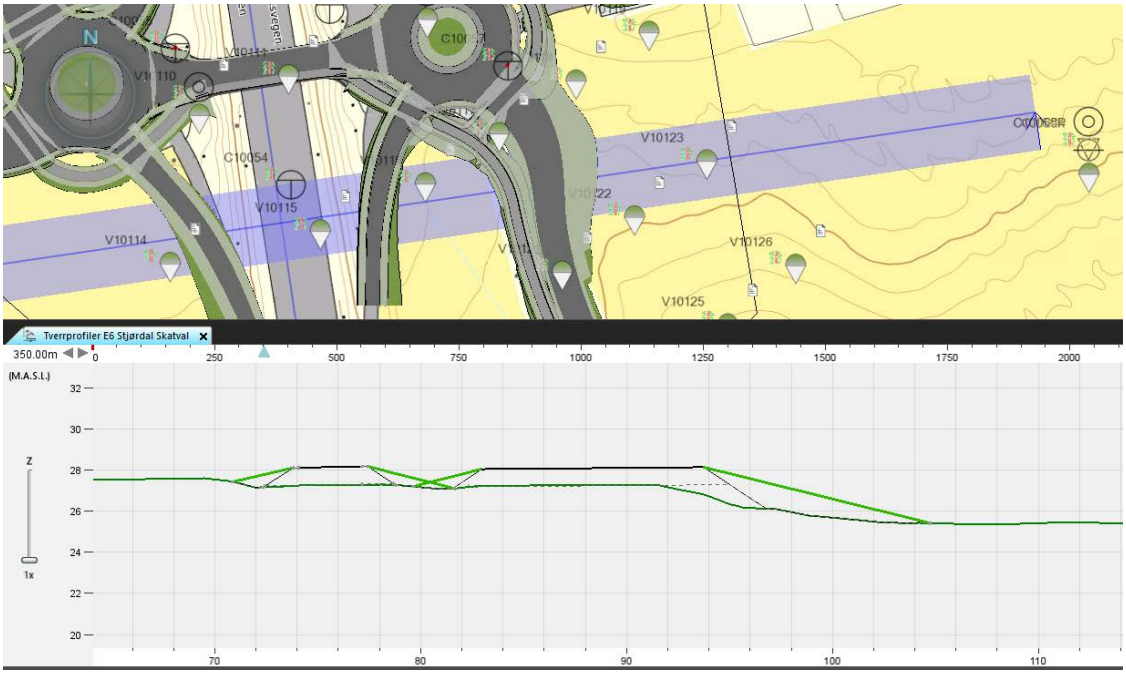
2.3.2 Kvithammarkrysset øst: Rundkjøring, ramper, GS-veger, GS-veg til riggområde, adkomstveger.

Østre rundkjøring i Kvithammarkrysset skal flyttes litt mot øst og utvides noe, noe som medfører at nordgående avkjøringsrampe også flyttes ca. 2 m østover. Det vil også være behov for inntil 2 m dype midlertidige skjæringer, se figur 19. Det er utført grunnundersøkelser i området [3], og den nærmeste sonderingen (V10115, C10116 og V10120) indikerer et topplag av middels fast leire, før den fra ca. 1 - 2 m dyp karakteriseres som bløt til middels fast, ikke sensitiv leire. Skjærfastheten øker med dybden. Tiltaket er av så begrenset omfang at det ikke vurderes som nødvendig med geotekniske beregninger verken av stabilitet eller setninger. Her vil det være tilstrekkelig med en angivelse av skråningshellinger i tråd med Statens Vegvesens håndbok V221 [4], omtalt i vedlegg C.



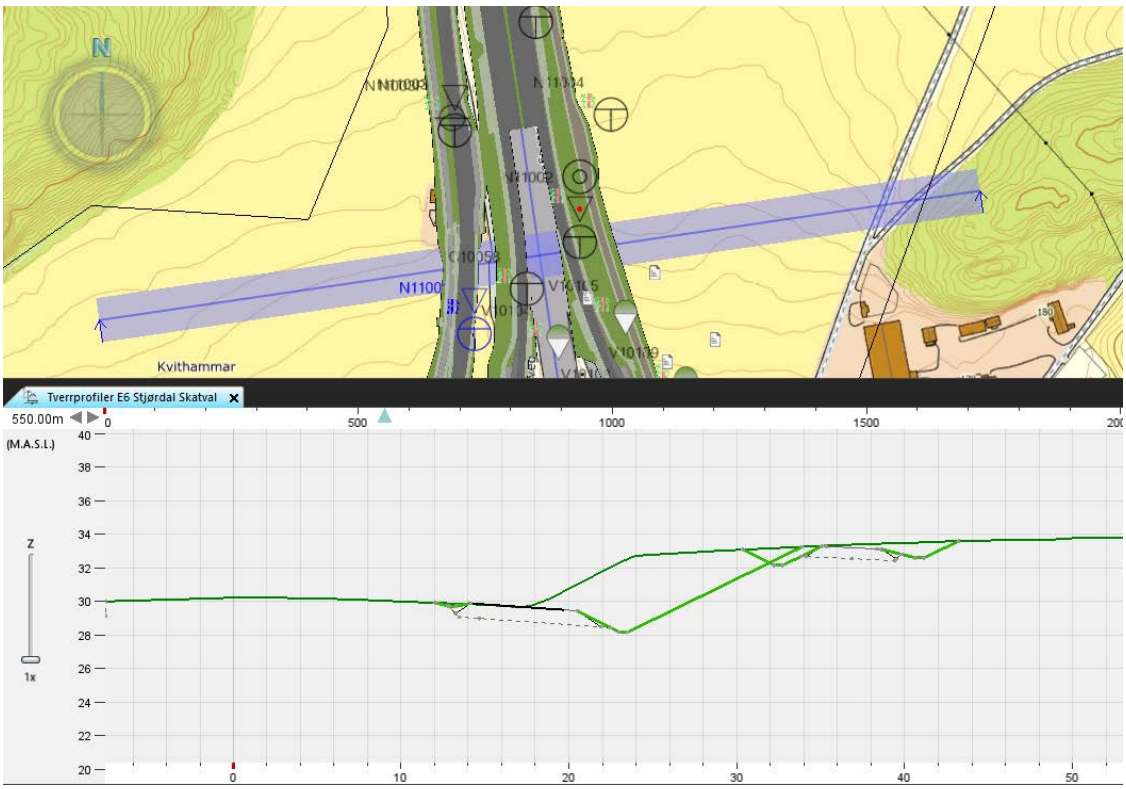
Figur 19 Plan og profil av nordgående avkjøringsrampe til Kvithammarkrysset, kun små terrenginngrep, mindre enn 2 m dybde.

William Holmens veg, sørøst for Kvithammarkrysset, legges ut på en inntil 2 m høy fylling inn mot rundkjøringen. Fyllingen planlegges med helling 1:4. Det er utført grunnundersøkelser i området [3], og den nærmeste sonderingen (V10117, V120118, V10121, V10122 og V10123) indikerer et topplag av middels fast leire, før den fra ca. 1 - 2 m dyp karakteriseres som bløt til middels fast, ikke sensitiv leire. Skjærfastheten øker med dybden. Tiltaket er av så begrenset omfang at det ikke vurderes som nødvendig med geotekniske beregninger verken av stabilitet eller setninger. Her vil det være tilstrekkelig med en angivelse av skråningshellinger i tråd med Statens Vegvesens håndbok V221 [4], omtalt i vedlegg C. Rundkjøringa i seg selv er et mindre tiltak og omtales ikke videre.



Figur 20 Plan og profil av William Holmens veg sørøst for Kvithammarkrysset. Vegen legges ut på en inntil 2 m høy fylling inn mot rundkjøringen.

Nordover fra Kvithammarkrysset skal nordgående påkjøringsrampe legges ca. 8-10 m Østover, noe som medfører en skjæring på inntil ca. 4,5 m. Skjæringen er nærmere omtalt i kapittel 4.3.1. Oppå skjæringa og videre nordover skal det bygges en adkomstveg, se figur 21. Adkomstvegen medfører kun små terrenginngrep og omhandles ikke videre. Det er utført grunnundersøkelser i området [3], og den nærmeste undersøkelsen til påkjøringsrampen er (N11002). Den indikerer et topplag av middels fast leire, før den fra ca. 3 - 4 m dyp karakteriseres som middels fast, ikke sensitiv leire. Skjærfastheten øker med dybden.



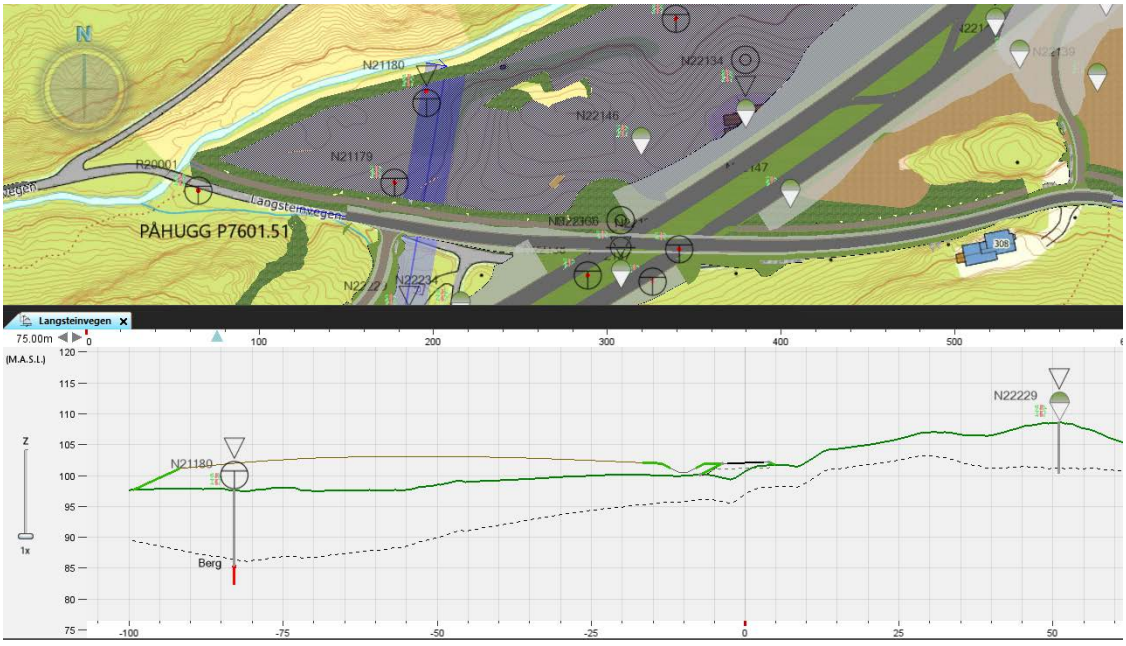
Figur 21 Plan og profil av nordgående påkjøringsrampe fra Kvithammarkrysset. Skjæringen er ca. 4,5 m dyp og med adkomstveg oppå.

2.3.3 Heving av Vollselva

På grunn av stabilitetsutfordringer og nærliggende kvikkleiresoner må det gjøres en heving av Vollselva for å sikre områdestabiliteten før tiltaket kan iverksettes. Dette er beskrevet i kapittel 4.3.2. Grunnen i Vollselva består av de samme leiravsetningene som resten av området, men de er noe fastere i bunnen av ravina enn oppe på platået. Terrenget langs elva er preget av enkelte mindre utglidninger, og sidekantene i ravina kan forventes å ha lav overflatestabilitet. Det forventes også noe poreovertrykk i foten av de bratteste skråningene. Dybden til berg varierer langs elva og er flere steder over 20 meter.

2.3.4 Fylkesveg Langsteindalen, inkl. bekkeomlegging og adkomst til inntaksdam

Vest for Langsteinvegen undergang legges Langsteinvegen litt nord for dagens trasé, som vist på figur 22. Like nord for Langsteinvegen legges bekk i åpen trasé. Nord for bekken igjen ligger den store fyllingen, som strekker seg fra E6 til Langsteinelva. Det er utført grunnundersøkelser i området [3], disse viser at grunnen består av leire med siltlag og at berget antas å ligge i ca. 4 -10 m dybde. Fyllinger og skjæringer inn mot kulverten er håndtert i kapittel 4.3.3.



Figur 22 Plan og profil av Langsteinvegen vest for Langsteinvegen undergang.

Øst for Langsteinvegen undergang skal vegen senkes ca. 4 m i forhold til dagens veg. På høyre side blir det hovedsakelig skjæring i berg, men det kan være noe løsmasse over berget. På venstre side blir det ca. 4 m skjæring i leire med siltlag [3], se figur 23. Selve Langsteinvegen kulvert er beskrevet i kapittel 2.5.5.



Figur 23 Plan og profil av Langsteinvegen øst for Langsteinvegen undergang.

2.3.5 Inntaksdam Salmar

Salmar har en inntaksdam i Langsteinelva, nedstrøms plassering av ny E6. Denne skal flyttes oppstrøms ny E6. Selve flyttingen av inntaksdammen er ikke en del av reguleringsplanen, men inntaksdammen reguleres gjennom reguleringsplanen. Det er utarbeidet en geoteknisk parameterrapport basert på aktuelle grunnundersøkelser for dette arbeidet, [9]. Inntaksdammen beskrives ikke nærmere i denne rapporten.

2.4 Riggområder og deponier

2.4.1 Deponier Langsteindalen, inkl. adkomst

Sør i Langsteindalen, over Forbordsfjelltunnelen, planlegges det to deponier for overskuddsmasse fra tunneldriving. Deponiene vil bli inntil ca. 25 m høye. De plasseres i dalsøkk mot stigende terreng. Nordover mot Langsteindalen faller terrenget unna med helling ca. 1:3 i det nordvestre deponer og ca. 1:1,5 i det sørøstre. Det er ikke utført grunnundersøkelser i området utover befaringer som bekrefter det kvartærgeologiske kartet i figur 2, som angir løsmassene som tynn morene, se figur 24. Ved utlegging av masser i terreng med helning brattere enn 1:3 bør det etableres fortanning mot undergrunnen. Ut over dette anses deponiet som relativt rett fram og håndteres derfor ikke videre i denne rapporten.



Figur 24 Plan og profil gjennom deponiområder i Langsteindalen.

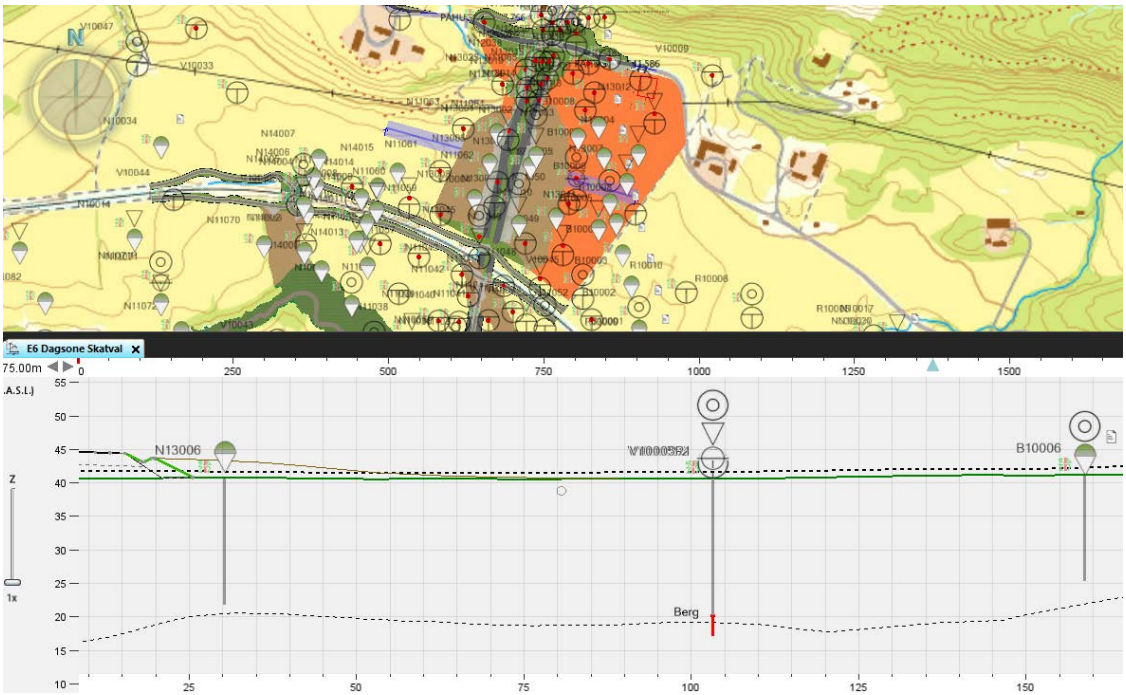
2.4.2 Riggområde ved Kvithammar

Vest for Kvithammarkrysset, langs Vinnavegen skal det etableres en forlegningsrigg. Denne er behandlet i egen geoteknisk fagrapport for byggeplan, se [7]. Riggområdet håndteres derfor ikke videre her.

2.4.3 Riggområde ved Holan

Sørøst for tunnelportalene på Holan skal det etableres et riggområde for driving av Forbordsfjelltunnelen. Det vil foregå omlasting av stein fra tunnelen og etableres nødvendige kjørbare arealer, haller og brakkelokaler. Bæredyktige arealer er tenkt etablert ved å fylle inn stein med høyde ca. 1 – 2 m, se figur 25. De øvre jordlagene som skal gjenbrukes oppå den permanente fyllingen for å reetablere landbruksarealer, skal også mellomlagres i området. Tiltaket er nærmere beskrevet i kapittel 4.4.1.

Det er utført grunnundersøkelser i området [3]. Dybden til berg varierer fra ca. 40 m nede ved Nordlandsbanen, minkende til ca. 5 m oppe ved Holvegen. Over berget består løsmassene av leire med tynne siltlag. Grunnundersøkelsene viser et topplag på ca. 1-3 m mektighet av matjord og middels fast til fast leire. I hovedsak er det ikke funnet sensitiv leire. 70 m øst for fyllingsfoten er det funnet sensitiv leire i 11 m dyp i borbunkt B10006. Langs Holvegen er det funnet bløt og forstyrret leire like over berget, og her er det også silt- og sandlag, samt enkelte gruskorn.

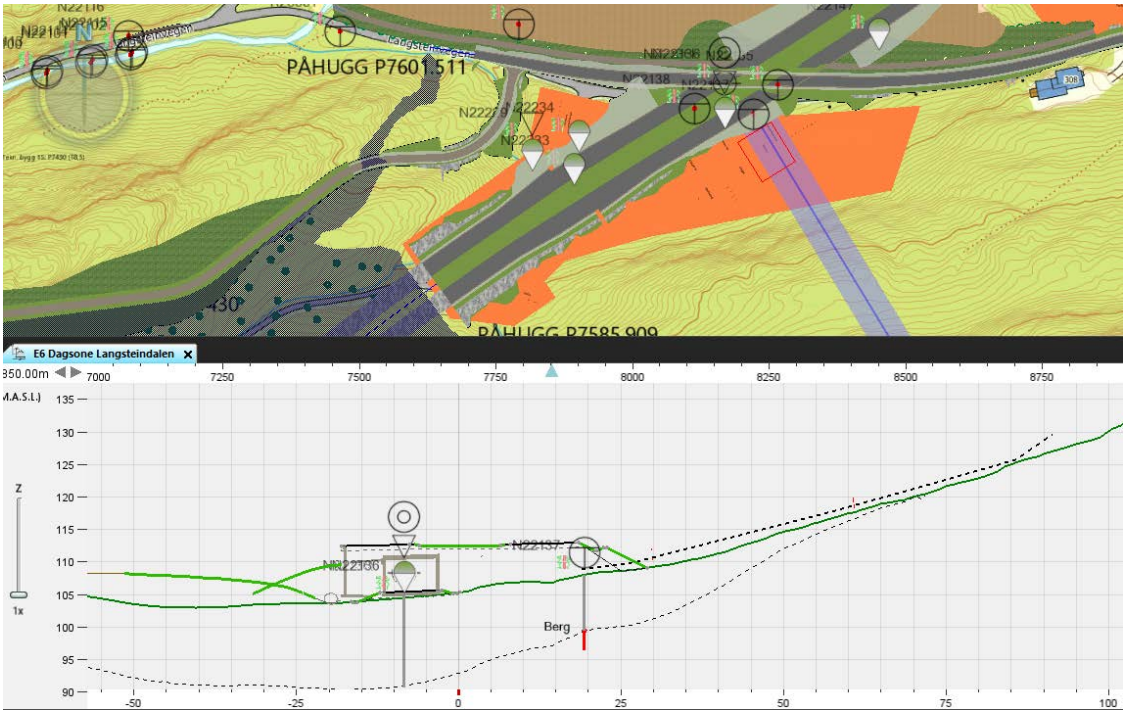


Figur 25 Plan og profil av riggområde (oransje) ved Holan.

2.4.4 Riggområde Langsteindalen

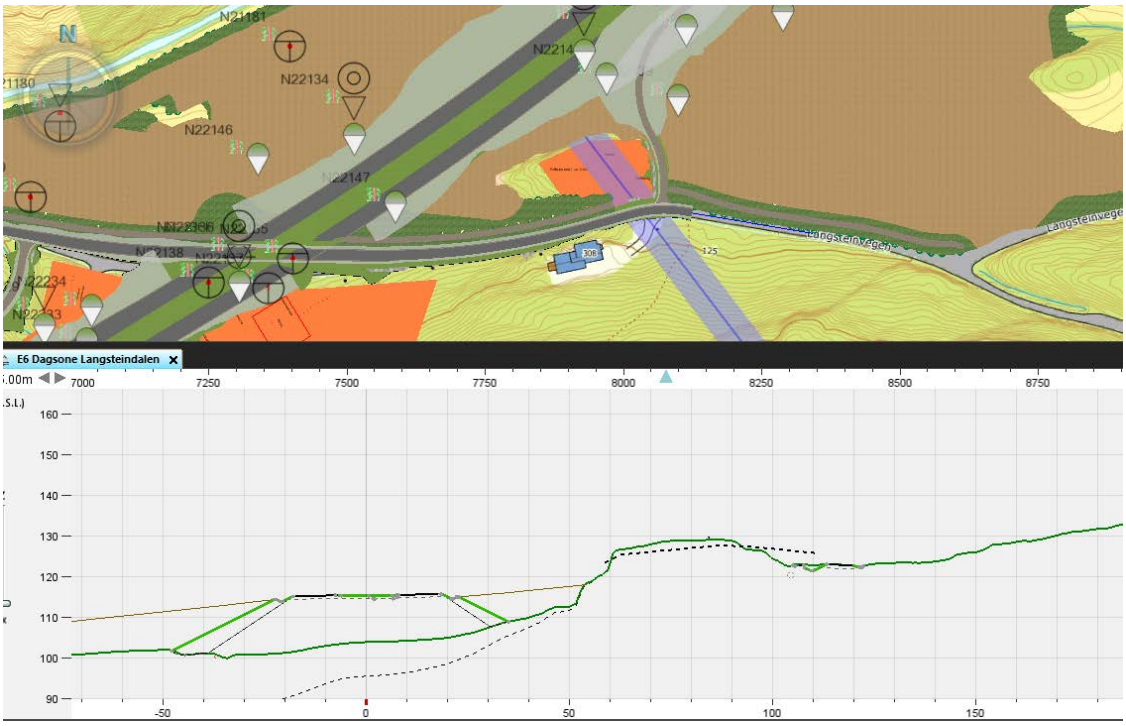
Nord for Forbordsfjelltunnelen planlegges det riggområde for driving av Forbords-fjelltunnelen. Det skal foregå omlasting av stein fra tunnelen og etableres nødvendige arealer og haller. Bæredyktige arealer er tenkt etablert ved å fylle inn stein, se figur 26. Føringer for riggområdet er nærmere beskrevet i kapittel 4.4.2.

Det er utført grunnundersøkelser i området [3], og disse viser at grunnen består av silt og leire. Prøveserie ved Langsteinvegen undergang viser kvikkleire. Dybden til berg varierer fra ca. 10 m nede ved Langsteinvegen, minkende til berg i dagen øverst, i sør.



Figur 26 Plan og profil av riggområde (oransje) nord for Forbordsfjelltunnelen.

Like nord for Langsteinvegen vil det bli etableret en kontorrigg. Denne blir liggende på en høyde med berg i dagen, se figur 27.



Figur 27 Plan og profil gjennom kontorrigg (oransje) nord for Langsteinvegen.

Sør for Høghåmmårtunnelen skal det etableres et riggområde innenfor det arealet som er tenkt til vegfylling, se figur 28. For beskrivelse av grunnforholdene se kapittel 2.2.5.



Figur 28 Plan og profil for riggområde (oransje) sør for Høghåmmårtunnelen.

2.5 Konstruksjoner

2.5.1 Vollselvbrua

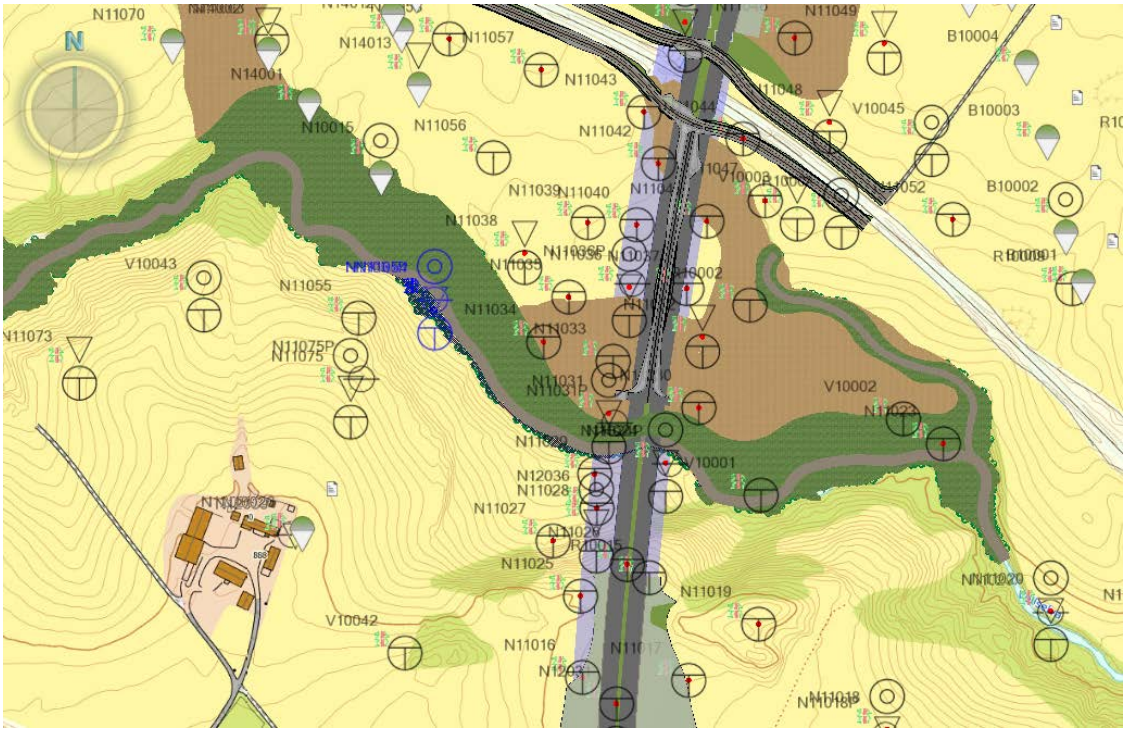
Vollselvbrua bygges som to separate bruer, en for nordgående og en for sørgående trafikk. Bruene blir ca. 350 m lange og krysser over Vollselva og Nordlandsbanen. Avstanden mellom bruene varierer fra ca. 1,6 m i sør til ca. 5,2 m i nord på grunn av tilpasning mot Forbordsfjelltunnelen. Brudekkene består av prefabrikkerte betongelementer som spenner over 10 spenn av varierende lengde fra ca. 25 m til ca. 40 m. I sør står landkar akse 1 og pilar akse 2 på berg. I de øvrige aksene er pilarer og landkar fundamentert på spissbærende stålkjernepeler eller utstøpte stålrørspeler til berg, se figur 29, figur 30 og figur 31.

Fra sør er terrenget flatt på ca. kote +50 frem mot landkar i akse 1 og herfra faller terrenget relativt bratt ned mot Vollselva ca. kote +25. Fra Vollselva stiger terrenget noe slakere opp igjen mot nord og det er et platå med åker og jernbane på ca. kote +34 - +37. Ved landkar i akse 11 er terrenget på ca. kote +40.

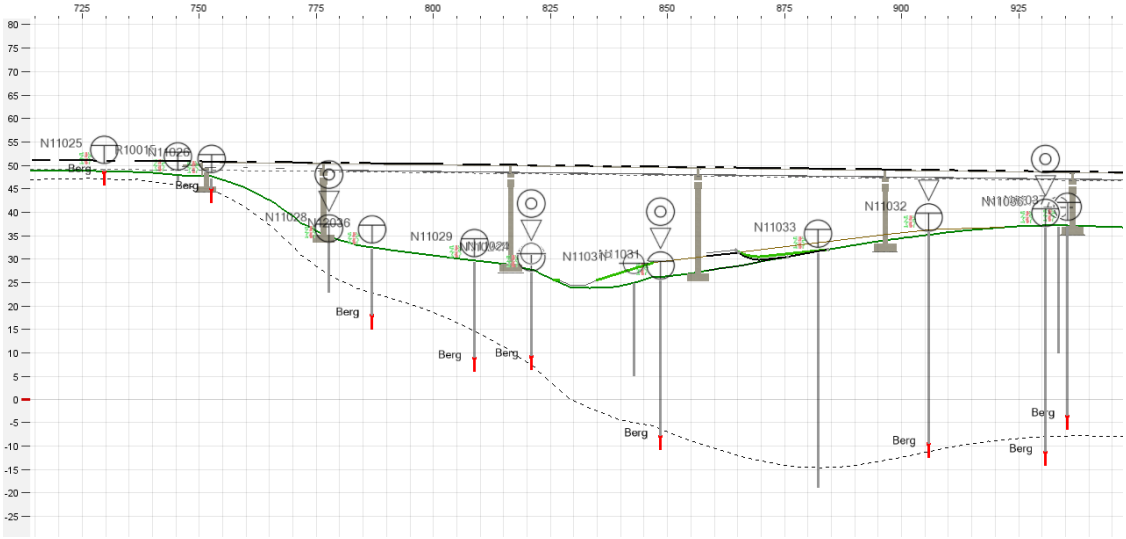
Bergoverflaten ligger grunt, ca. 2 – 3 m dyp, ved landkar i akse 1. Herfra synker berget bratt ned til ca. kote -15 mellom akse 4 og 5. Herfra stiger berget slakt, men noe undulerende nordover til det er på ca. kote 0 ved landkar akse 11.

Det er utført grunnundersøkelser i området [3], og grunnundersøkelsene viser et topplag av middels fast til fast leire, før den fra ca. 1 - 2 m dyp karakteriseres som bløt til middels fast leire med tynne siltlag. Fastheten øker med dybden. Sør for Vollselva er leira ikke sensitiv, og mellom akse 4 og 7 er det en lomme med sensitiv leire, videre nordover til og med landkaret i akse 11 er leira ikke sensitiv.

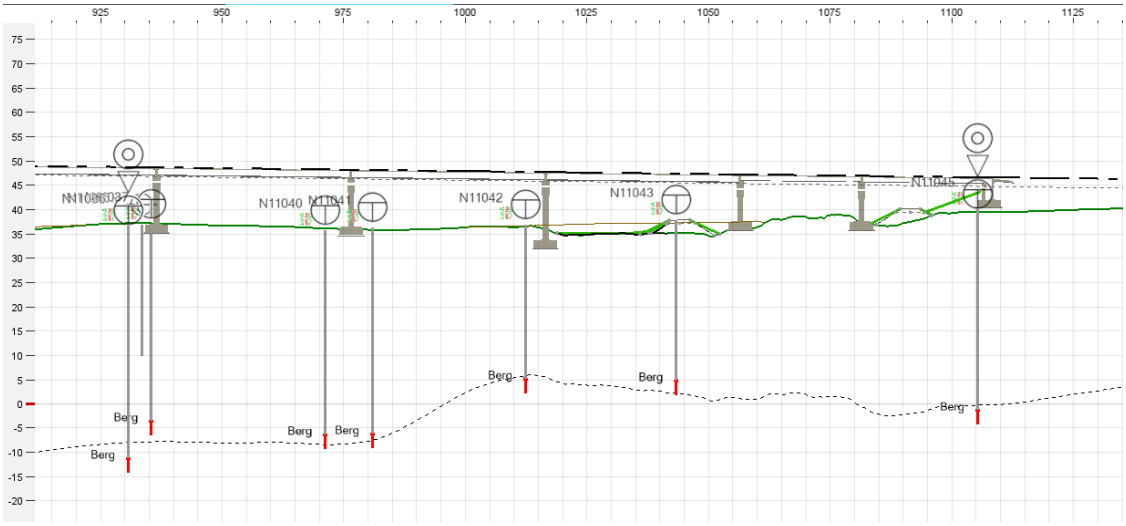
Fundamenteringsprinsipper for Vollselvbrua behandles videre i kapittel 4.5.1 og områdestabilitet ved Vollselva behandles i kapittel 4.1. Nord for landkar i akse 11 skal vegen legges på en ca. 8 m høy fylling på ca. 40 m tykk leire. Setninger og stabilitet av denne fyllinga omtales i kapittel 4.2.2.



Figur 29 Planskisse av Vollselvbrua med utførte grunnundersøkelser. Heving av Vollselva og terrengtilpasning vises også.



Figur 30 Lengdesnitt av Vollselvbrua akse 1-6.



Figur 31 Lengdesnitt av Vollselvbrua akse 6-11.

2.5.2 Holan jernbaneundergang og driftsveger

Ca. 300 m vest for der Vollselvbrua krysser Nordlandsbanen skal det bygges en jernbaneundergang for å erstatte flere planoverganger. Undergangen skal hete Holan jernbaneundergang og skal også benyttes til anleggstrafikk under anleggsarbeidene. Holan jernbaneundergang har tverrsnitt H = 5 m og B = 6 m og bygges av prefabrikkerte betongelementer direktefundamentert på stedlige løsmasser. Der undergangen etableres ligger jernbanen på en ca. 4 meter høy fylling. Videre skal det bygges driftsveger i åkerkanten på begge sider av Nordlandsbanen, både øst og vest for undergangen. Disse driftsvegene ligger helt nøytralt i terrenget og medfører svært begrensede terrenginngrep. Inn mot undergangens nordside vil det bli skjæring på ca. 2 m dybde under naturlig terreng. Plassering av kulverten i jernbanefyllinga er vist på figur 32.

Terrenget er generelt flatt åkerlandskap med svak helling sørover. Åkeren i sør gjennomskjæres av en sideravine fra Vollselva, og denne er planlagt gjenfylt i løpet av prosjektet, som et ledd i å sikre mot kvikkleireskred.

Det er utført grunnundersøkelser i området [3] og grunnundersøkelsene viser at berget ligger ca. 20 m under terreng og at løsmassene består av leire med enkelte siltlag. Det er ikke påvist sensitiv leire i området ved undergangen. Det må forventes at undergangen ligger i en gjenfylt ravinedal og at massene kan være noe varierende de øverste meterne. Undergangen beskrives videre i kapittel 4.5.2.



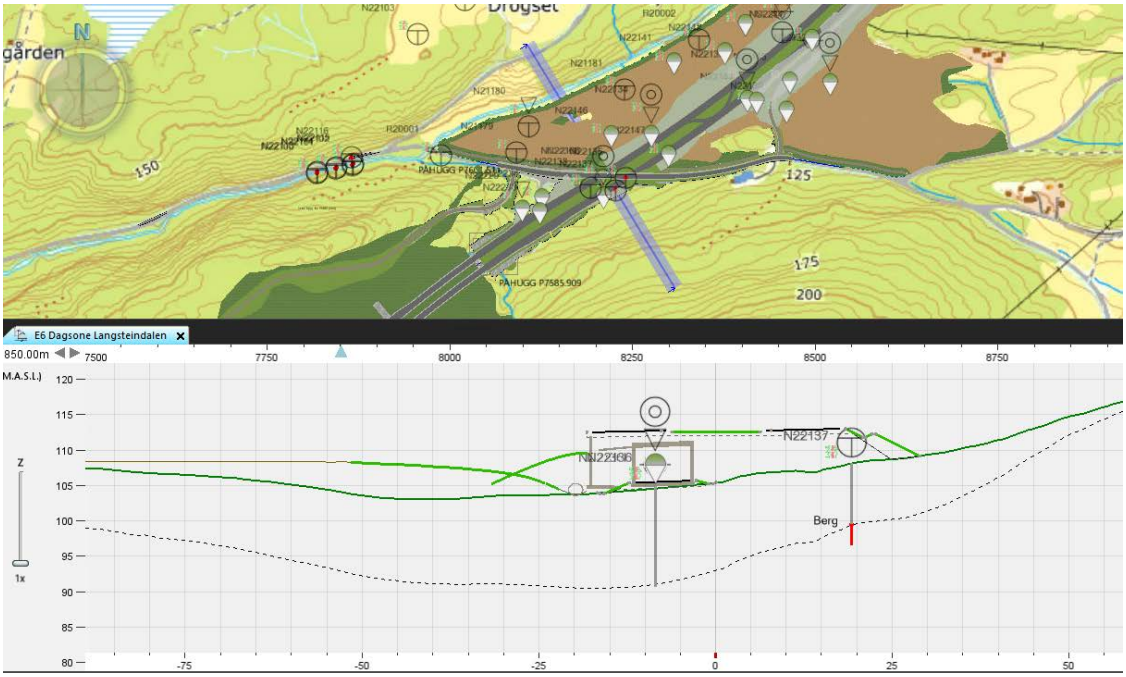
Figur 32 Plan og profil ved Holan jernbaneundergang.

2.5.3 Tunnelportaler

Det skal etableres tre tunnelportaler i området; sør og nord for Forbordsfjelltunnelen og sør for Høghåmmårtunnelen. I områdene der det er tunnelportaler, blir portalene liggende enten på sprengt berg i forskjæringa eller i områder med tynt løsmassedekke over berg. Alle tunnelportalene er derfor tenkt fundamentert på sprengt stein over berg eller direkte på berg. Tunnelportalene beskrives ikke nærmere i denne rapporten.

2.5.4 Langsteinvegen undergang

Fv. 6816 Langsteinvegen skal krysse under E6 gjennom Langsteinvegen undergang. Undergangen har et rektangulært tverrsnitt med bredde 6,5 m og høyde 4,9 m, se figur 33. Det er utført grunnundersøkelser i området [3] og grunnundersøkelsene viser at berget ligger ca. 10-14 m under terreng og at løsmassene består av leire med silt-, sand- og gruslag. Det er tatt en prøveserie som viser at det er sprøbruddmateriale fra ca. 3 meter dyp. Undergangen er nærmere beskrevet i kapittel 4.5.3.



Figur 33 Plan og profil ved Langsteinvegen undergang.

2.5.5 Langsteinelva kulvert

Langsteinelva skal krysse under E6 i en stålhvelvskulvert, se figur 13. Det er utført grunnundersøkelser i området [3] og grunnundersøkelsene viser at berget ligger med varierende dybder, ca. 5 – 10 m under terreng. Like utenfor inntaket består løsmassene av siltig og sandig leire med noe grus, mens det sør for utløpet er ca. 9 m sand over leire. Løsmassene består av leire og enkelte steder er leira bløt og kvikk allerede fra 1 m dybde under terreng. Kulverten er nærmere beskrevet i kapittel 4.5.4.



Figur 34 Plan og profil ved Langsteinelva Kulvert.

3 Styrende dokumenter og prosjekteringsforutsetninger

N200 Vegbygging fra 2018 [10] definerer hvilke Eurokoder og andre regelverk og veiledninger geoteknisk prosjektering skal forholde seg til for å oppnå foreskrevet sikkerhet på vegen. Tilsvarende vil N400 Bruprosjektering fra 2015 [11] angi krav for prosjektering av konstruksjoner. Der prosjektet påvirker jernbanen vil Bane NORs tekniske regelverk [12] definere kravene.

I vedlegg A er det beskrevet begrunnede valg gjeldende prosjekteringsforutsetninger. Resultatet oppsummeres i tabell 1.

Tabell 1 Oppsummering av Geoteknisk kategori, konsekvens- og pålitelighetsklasse (CC/RC) og minste prosjekterings- og utførelseskontrollklasse (PKKK og UKK) for de ulike delområdene av planen.

Delområde	Geoteknisk kategori	CC/RC	PKK	UKK
Dagsone Kvithammar	2	2	2	2
Dagsone Holan	3	3	3	3
Dagsone Langsteindalen	3	3	3	3
Kvithammarkrysset vest	2	2	2	2
Kvithammarkrysset øst	2	2	2	2
Fylkesveg Langsteindalen	3	3	3	3
Heving Vollselva	2	2	2	3*
Deponier Langsteindalen	2	2	2	2
Riggområde Kvithammar	1	2	2	2
Riggområde Holan	3	3	3	3
Riggområde Langstein	3	3	3	3
Vollselvbrua	3	3	3	3
Holan Jernbaneundergang	2	3	3	3
Tunnelportaler	1	2	2	2
Langsteinvegen undergang	3	3	3	3
Langsteinelva kulvert	3	3	3	3

** UKK Heving av Vollselva settes i UKK3, da dette tiltaket er svært avhengig av korrekte utførelse og vurderinger på stedet for å fungere etter hensikten og for ikke å forverre stabiliteten underveis.*

4 Geoteknisk prosjektering for reguleringsplan

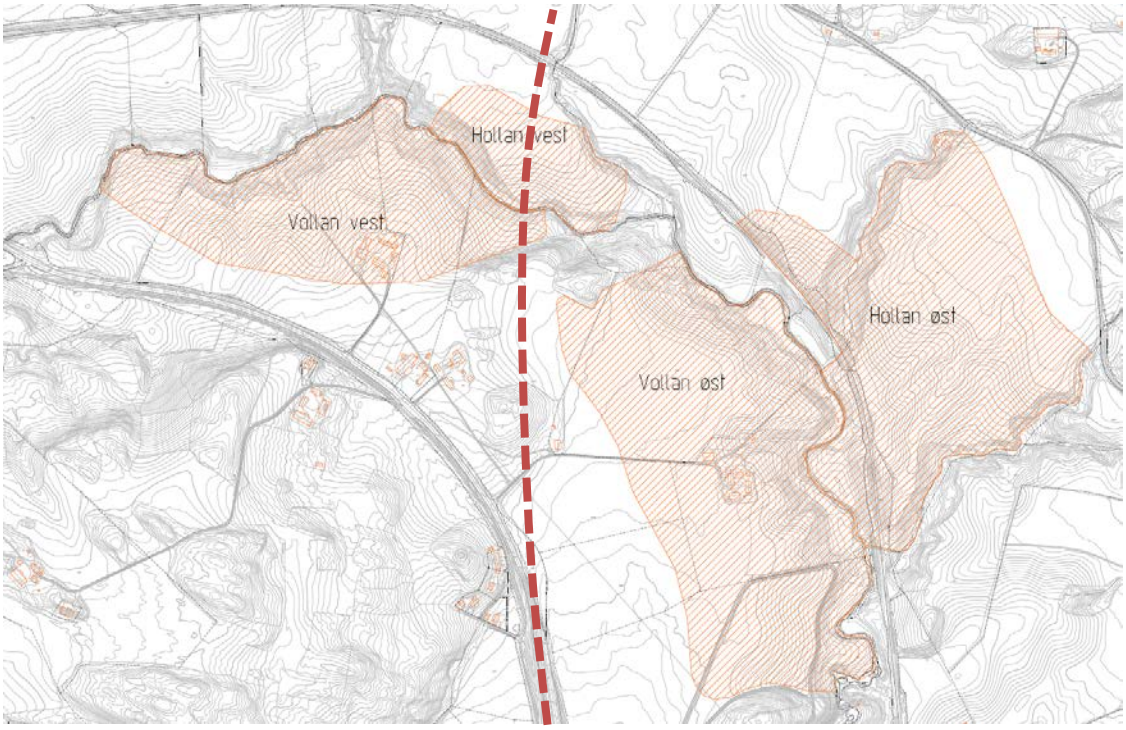
4.1 Utredning av områdestabilitet

4.1.1 Stjørdal

Som vist i figur 3 går veglinja gjennom to større kvikkleiresoner, sone 609 *Vollan* og sone 608 *Hollan*. I tillegg kan veglinja være utsatt for utløp fra sone 607 *Voll* som ligger oppstrøms for veglinja. Vegen passerer også i nærheten av sone 610 *Kvithammar*, men ligger ikke innenfor løsneområdet for denne.

Det er gjort en rekke supplerende grunnundersøkelser i sone 607, 608 og 609 for å få en bedre oversikt over grunnforholdene og for å kunne avgrense løsneområder og anslå utløpslengder mer nøyaktig. Detaljerte vurderinger av områdestabiliteten er vist i vedlegg B, med konklusjon som oppsummert under.

Figur 35 viser en avgrensning av nye kvikkleirefaresoner ved Vollselva. Sone 608 Hollan er delt i to, Hollan øst og Hollan vest, fordi det er funnet større områder uten sprøbruddmateriale i midtre del av sonen. Det samme gjelder for sone 609 Vollan, der en bergrygg kommer frem fra sørvest og deler sonen i to. Denne er delt i Vollan øst og Vollan vest. Alle de nye sonene har middels faregrad.



Figur 35 Oversikt over ny avgrensing av kvikkleirefaresoner. Omtrentlig plassering av veglinje er vist som rød stiplet linje.

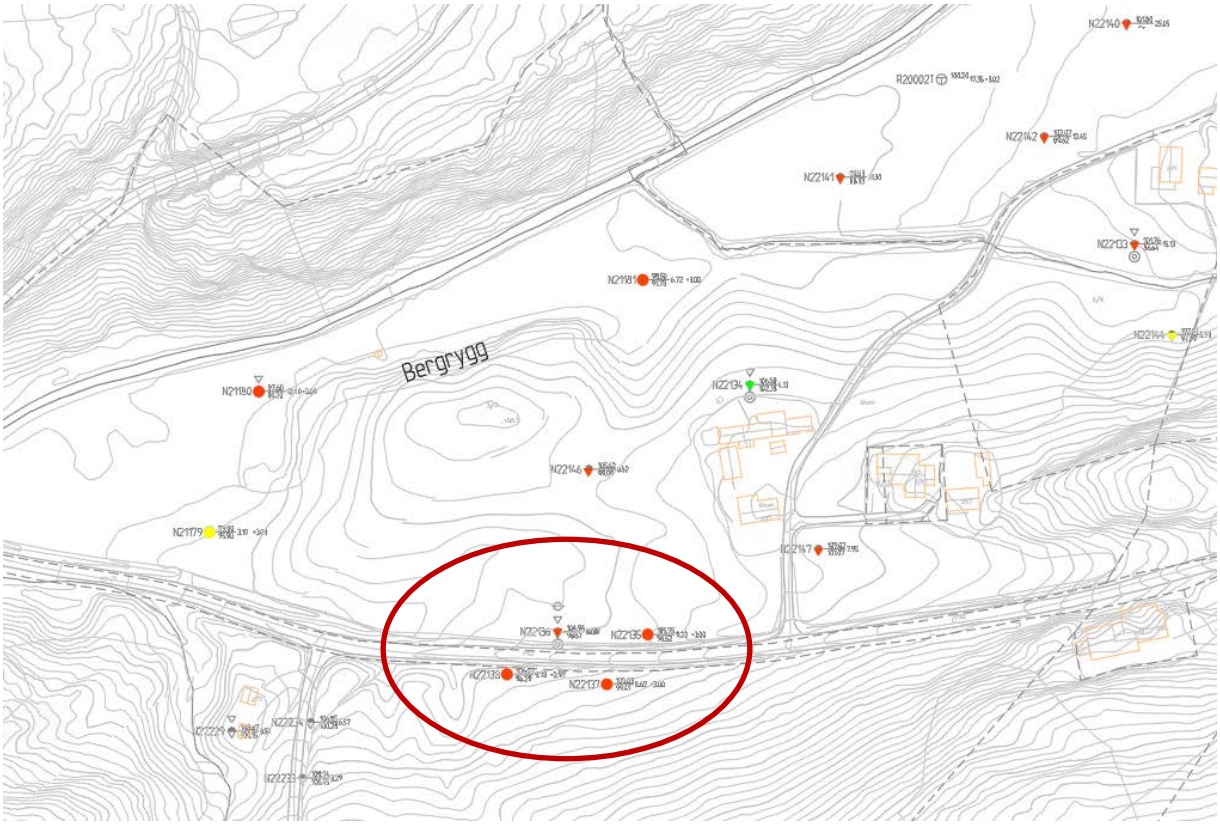
Planlagt veglinje ligger på fylling på bergryggen sør for sone Vollan vest og går deretter i bru over Vollan vest, Hollan vest og jernbanen. Brufundamentene for Vollselvbrua blir dermed stående innenfor kvikkleiresonene. Krav til områdestabilitet for tiltaksklasse K4 i soner med middels faregrad er sikkerhet over 1,4 eller prosentvis forbedring av sikkerheten. I dette tilfellet benyttes prinsippet om prosentvis forbedring. Dette oppnås ved å heve Vollselva med opptil 2,5 meter. Oppfyllingen gjøres slik at forbedring oppnås for alle glideflater med sikkerhet under 1,4. Ved E6 er det mulig å oppnå sikkerhet >1,6 med heving av elva og motfylling. Dermed vil både områdestabilitet og lokal stabilitet for E6 være ivaretatt.

Utløp fra sonene oppstrøms E6 kan berøre vegen ved at skredmasser rammer brufundamentene. Det er gjort en vurdering av utløpslengden fra sone 607 Voll og vestre del av Vollan vest. Tolking av lagdeling og løsneområder viser utløpslengden fra disse sonene ikke vil nå fram til brua for E6.

Sonene Hollan øst og Vollan øst ligger nedstrøms E6. Skred og utløp fra disse sonene er vurdert å ikke har noen innvirkning på E6. Det samme gjelder dersom skred gir en oppdemming av elva, da dette ikke vil medføre annet enn at brufundamentene for Vollselvbrua blir stående under vann.

4.1.2 Langsteindalen

Det er funnet store forekomster av bløt kvikkleire oppe i Langsteindalen, i området der planlagt E6 krysser dalen. Forekomstene av kvikkleire er i hovedsak registrert på elvesletten, med unntak av en mindre tunge som strekker seg opp mot planlagt kulvert for Fv. 6816 fra vest, se figur 36. Nede på elvesletten er terrenget tilnærmet flatt, så området tilfredsstiller ikke de topografiske kravene til et aktsomhetsområde. For forekomsten inn mot Langsteinvegen kulvert er denne såpass smal og liten at den vurderes som for liten til å opprette et løsneområde. Fraværet av en eventuell sone har ingen praktisk betydning for prosjektet. Tiltakene i området håndteres uansett med krav til sikkerhet 1,6 for lokalstabilitet, noe som er strengere enn kravene gitt i NVE veileder 7/2014.



Figur 36 Utklipp av område ved kulvert for Langsteinvegen, markert med rød ring. I nord ligger en bergforekomst som trolig strekker seg østover. Forekomsten av kvikkleire vurderes å være avgrenset mot både sør og nord, og er for lokal til å utgjøre et eget løsneområde.

4.2 Tiltak langs E6

4.2.1 E6 Pr. 0 – 880 dagsone Kvithammar

Langs dette strekket går E6 stort sett på mindre fyllinger og skjæringer, som anses å være uproblematisk. Unntaket er fyllingen i profil 700 – 860, der foten av fyllingen kommer innenfor løsneområdet for kvikkleiresone Vollan øst. Det er utført beregninger som viser at fyllingen har tilstrekkelig lokalstabilitet og at vegfyllingen også har tilstrekkelig stabilitet selv om løsneområdet for kvikkleiresonen raser ut. Fyllingen tilfredsstiller dermed kravene i N200 og NVE veileder 7/2014. Beregningene er vist i vedlegg B (profil Vollan 2). Skjæringer i leire må forventes å erosjonssikres i overflaten med sprengstein.

4.2.2 E6 Pr. 1 240 – 1 550 Dagsone Holan

Nord for jernbanen er det en fylling med høyde opptil 7 meter mellom Vollselvbrua og forskjæringa for Forbordsfjelltunnelen. Fyllinga legges ut med slake fyllingsskråninger på tvers av vegen, men mot Nordlandsbanen blir fyllinga bratt, med helning 1:3 til 1:2. Dette gjør at stabiliteten mot Nordlandsbanen ikke er tilstrekkelig uten tiltak. For å sikre stabiliteten mot Nordlandsbanen må det etableres et ca. 50 meter bredt belte med grunnforsterkning med kalksement til 22 meters dyp under den delen av fyllinga som vender mot Nordlandsbanen. Bredden på dette beltet kan reduseres mot sidene av fyllingen etter hvert som fyllingshøyden avtar. I tillegg må fyllingen bygges opp med gradvis konsolidering av grunnen for å gradvis øke leiras skjærfasthet. Installasjon av kalksementpeler vil være ca. 20 meter fra Nordlandsbanen på det nærmeste, og arbeidene vil ha ubetydelig innvirkning på banen. Beregninger og dokumentasjon av stabiliteten av fyllingen er vist i vedlegg C og på tegning nr. 403 til 409.

Den høye fyllingen vil også medføre store setninger på veglinjen og fare for setninger på Nordlandsbanen. Dette er vurdert og beregnet i vedlegg D. Beregninger viser at det kan forventes setninger opptil 1,2 meter for selve fyllingen og at det kan oppstå opptil 7 cm setninger på Nordlandsbanen. Setningene vil påløpe jevnt over en strekning på ca. 150 meter, og antas å gå i null på hver side av fyllingen. Konsolideringstiden for fyllingen er lang, så det må installeres vertikaldren for å gjøre unna størsteparten setningene innenfor anleggsperioden. Innledende beregninger viser at installeringa av vertikaldren med en senteravstand på 1,5 meter vil være tilstrekkelig. Det må også legges opp en forbelastning på ca. 3 meter for å motvirke langtids krypsetninger. Liggetid for forbelastningen bør være min. 1 år.

Estimert omfang av grunnforsterkning og vertikaldren i dagsone Holan er vist på tegning 014.

4.2.3 E6 Pr. 7620 – 8 680 Dagsone Langstein

I Langsteindalen skal det etableres en større fylling for E6, med høyde opptil 14 meter. Fyllingen etableres med et brattere parti mot elva og skråner bakover mot E6 slak helning videre opp mot E6 som muliggjør landbruk. For å sikre stabilitet av fyllingen må det etableres et belte av kalksement fra fyllingsfoten og bakover i hele fyllingens lengde. Bredden på et slikt belte må være ca. 25 meter for det meste av fyllingen, men øker opp mot 40 meter i nordre del der fyllingsskråningene strammes opp inn mot Langsteinelva kulvert.

I tillegg til kalksement må fyllingen bygges opp gradvis i flere lag der poreovertrykket i leira får tid til å dissipere ut før neste lag legges. Dette vil gjøre at leira under fyllinga gradvis bygger opp styrke etter hvert som fyllingshøyden øker. For å redusere tiden det tar før leira konsoliderer, planlegges det å etablere vertikaldren under fyllinga. Ved installasjon av dren ned til fast grunn med senteravstand c/c 1,5 meter kan konsolideringstiden mellom hvert lag reduseres til 1-2 mnd., som anses å være tilstrekkelig raskt for å opprettholde god drift i anlegget. Beregninger av stabiliteten er vist i vedlegg C.

Det vil oppstå store setninger som følge av oppfyllingen og beregninger viser at disse kan komme opp i 1,4 meter for områdene med størst leirmektighet og fyllingshøyde. Vertikaldren som installeres for å konsolidere leira vil gjøre at primærsetningene langs veglinja påløper i byggetiden. Etter vegen er ferdig vil det påløpe krypsetninger som følge av at leira lastes til et nivå høyere enn hva den har vært utsatt for tidligere. Krypsetninger vil håndteres videre i byggeplan og antas å være av en størrelsesorden som er uproblematisk for differansesetninger på veglinjen. Beregninger av setninger er vist i vedlegg D.

Estimert omfang av grunnforsterkning og vertikaldren i dagsone Langstein er vist på tegning 015.

4.3 Tiltak utenom E6

4.3.1 Kvithammarkrysset

Skjæringer og fyllinger som er nødvendige for utvidelse av Kvithammarkrysset er generelt små og kan uten videre utføres med helning 1:2. Unntak er ved nordgående påkjøringsrampe der det er en skjæring med 4,5 meter høyde. Denne er kontrollert ved en stabilitetsberegning, se vedlegg C og tegning 401 til 402. Beregningen viser at også denne skråningen kan anlegges med helning 1:2. Sikring av overflaten med stein må påregnes.

4.3.2 Heving av Vollselva

For å bedre stabiliteten i eksisterende kvikkleiresoner må det gjøres en heving av Vollselva. VA og LARK har gjort en midlertidig prosjektering av denne hevinga. Prosjektert heving og motfyllinger er lagt inn i beregninger av områdestabiliteten, og viser at prosjektert heving forbedrer stabiliteten tilstrekkelig iht. NVE og SVVs regelverk [10], [13]. Tiltaket medfører også en økt sikkerhet for Nordlandsbanen. Beregninger av stabilitet mot Vollselva er vist som en del av områdestabiliteten i vedlegg B.

4.3.3 Fv. 6816 Langsteinvegen

Fylkesveg 6816 krysser under E6 i Langstein kulvert. På begge sidene av kulverten blir det bratte skråninger opp mot fyllingen for E6. Grunnen i området er meget bløt, så det må gjøres tiltak med grunnforsterkning med kalksement for å sikre stabilitet av skråningene. Det samme gjelder for området sør for østre del av kulverten, der det må etableres en skjæring for å få plass til kulverten. Dybden til berg varierer. Der dette er innenfor rekkevidde kan grunnen masseutskiftes til berg for å sikre stabilitet av fyllinger.

4.4 Deponier og riggområder

4.4.1 Riggområde ved Holan.

I Riggområdet ved Holan er terrenget nokså flatt og området skal delvis fylles opp med 1-2 meter stein for å bedre bæreevne og forme terrenget. Basert på grunnens bæreevne settes en begrensning for fyllingshøyder på 3 meter, tilsvarende begrenset til 60 kPa for lagring av materialer. Beregning av bæreevne er vist i vedlegg C. Dette må detaljeres grundigere i en riggplan for byggeplan.

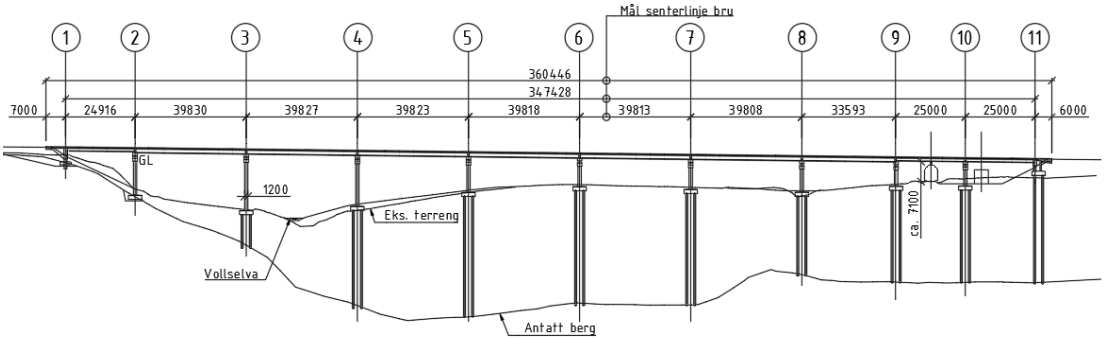
4.4.2 Riggområde Langsteindalen

Sør for nordre tunnelpåhugg for Forbordsfjellet i Langsteindalen er det planlagt et riggområde. Riggområdet planlegges etablert ved terrassering og oppfylling i nokså skrått terreng. Det er ikke gjort grunnundersøkelser i riggområdet, men kvartærgeologisk kart antyder at løsmassene består av tynt morenedekke over berg. Det kan likevel ikke fylles ukritisk. Ved oppfylling og terrengtilpassing anbefales det at fot av fyllinger etableres på berg. Mot Langsteinvegen er stabiliteten lav og oppfyllingen bør derfor begrenses mot vegen. Endelig utforming av riggområdet må gjøres i samråd med geotekniker i en detaljert riggplan for byggeplan.

4.5 Konstruksjoner

4.5.1 Vollselvbrua

Vollselvbrua bygges som to separate bruer for nord- og sørgående E6 og spenner over Vollselva og jernbanen i 10 spenn I sør fundamenteres lankaraksene og søylene i akse 2 direkte på berg. Akse 3 ligger sør for Vollselva, mens akse 4 til 11 ligger på nordsiden av elva. Akse 3 – 11 er tenkt fundamentert på utstøpte borede stålrørspeler til berg eller stålkjernepeler til berg. Lengdesnitt av brua er vist på figur 37.



Figur 37 Oppriss av nordgående Vollselvbru.

Lengden på pelene blir opptil 40 meter lange. Erfaringer viser at rensk av såpass lange stålrør er utfordrende og derfor vurderes stålkjerner som det beste alternativet. Stålkjerner vil også kunne ta strekk ved behov. Boring av stålkjernepeler har også liten massefortrengning. Boring og installering av pelene vil ha ubetydelig innvirkning på Nordlandsbanen.

Grunnen i området består av bløt og middels fast leire. For å øke pelenes horisontalkapasitet planlegges det å stabilisere øvre ca. 5 meter av grunnen med kalksementpeler. Tilsvarende planlegges det å stabilisere med kalksement til ca. 20 meters dyp der pelene bores for å øke knekkapasiteten til pelene.

4.5.2 Holan jernbaneundergang

Holan jernbaneundergang planlegges fundamentert direkte i eksisterende jernbanefylling. Avhengig av kvaliteten på fyllmassene kan det bli behov for å frostsikre kulverten. Kulverten vil medføre en mindre last på fyllingen enn tidligere, så setninger kan neglisjeres. Bæreevne anses også uproblematisk for kulvert med hel bunnplate. Kulverten vil måtte etableres i en togfri helg/periode. Dersom tilbakefylling og komprimering av masser inntil kulverten gjøres godt, vil påvirkningen på Nordlandsbanen bli liten, anslått til 10-20 mm. Erfaringsmessig må det imidlertid påregnes noe deformasjon av sporet inn mot kulverten det første året etter ferdigstillelse. Dette vil løses ved ekstra komprimering inntil kulverten og ved å pukke opp sporet.

4.5.3 Langsteinvegen undergang

Undergangen for fylkesvegen ved Langstein blir liggende på bløt, delvis kvikk leire, og det skal etableres en stor fylling på begge sider og over undergangen. Innledende beregninger viser at det kan oppstå setninger på 0,6 – 0,7 m på undergangen. Det planlegges derfor å stabilisere grunnen under undergangen med kalksement for å sikre at undergangen ikke påføres for store deformasjoner. Terrenget på siden av undergangen vil likevel få store setninger som kan gi påhengskrefter på undergangen. Om disse viser seg å være for store kan setningene reduseres ved å stabilisere med kalksement et lite stykke ut på siden av undergangen.

4.5.4 Langsteinelva kulvert

Undergangen i Langsteinelva er en stålhvelvskulvert som fundamenteres direkte på banketter. Ved vestre del av undergangen må grunnen stabiliseres med kalksement for å sikre stabilitet av fyllingen over undergangen. Deler av undergangen blir derfor fundamentert på kalksementstabilisert grunn. I overgangen fra stabilisert til ustabilisert grunn må stabiliseringen fases ut langs undergangen for å motvirke store sprang i setninger langs undergangen. Dette er vurdert nærmere i vedlegg D.

5 Risikoer ved utførelse

Punktliste som oppsummerer identifiserte risikoer.

- Overflateglidninger og erosjon i skjæringer i silt og leire. Dersom ugunstige forhold som lagdeling og vannfrembrudd identifiseres, må øverste 0,5 m masseutskiftes med samfengt knust stein. Det kan legges vekstlag og revegeteres utenpå dette.
- Erosjon under vegfylling som følge av vann på avveie. Overflatevann må ledes i tette og erosjonssikre grøfter der vegen ligger på løsmasser. Dersom man i midlertidige eller permanente skjæringer støter på vannfrembrudd, må vannet håndteres og ledes ut på en sikker måte. Vann (overflatevann eller grunnvann) kan ikke ledes ukontrollert gjennom vegfylling over naturlige løsmasser.
- Grunnbrudd og kvikkleireskred. Rekkefølgekrav og begrensninger på terrengendringer, må tydelig beskrives, forstås og følges.
- Utvasking av finstoff som følge av arbeider i Vollselva og Langsteinelva.
- Fare for at vannet i Vollselva renner i steinfyllingen, ikke oppå. Foreslår en "workshop" sammen med nøkkelpersoner fra NVE anlegg for å få innspill på planen og å detaljere opp plan for utførelse.

6 Rekkefølgebestemmelser

- Vollselva heves tilstrekkelig før Vollselvbrua kan bygges og tiltak gjøres innenfor kvikkleiresoner.
- Grunnforsterkning ved Langsteinelva utføres før fylling legges ut. Utfylling skal starte i stabilisert område og fylles bakover mot stigende terreng.
- Ledning fra inntaksdammen til Salmar krysser under fyllinga for E6. I dette området bør grunnforsterkning med kalksement gjøres før ledningen etableres. Eventuelt må grunnforsterkningen tilpasses ledningen om denne legges først.

7 Plan for kontroll og overvåkning

Ved utførelse kreves særlig kontroll av følgende arbeider:

- Poretrykksoppfølging av de store fyllingene nord for Vollselva og i Langsteindalen. Stabiliteten av fyllingene er avhengig av at grunnen konsolideres opp til et høyere nivå. Dette kontrolleres ved å måle økning i poretrykk.
- Setningsoppfølging av fyllingen nord for Vollselva og langs jernbanen. Dette er viktig for å vite når forbelastningen for fyllingen kan fjernes, og for å ha kontroll og dokumentasjon på hvor store setninger som påføres jernbanen, samt setninger i påkjøringen til Vollselvbrua.
- Heving av Vollselva. Dette er arbeid hvor feil utførelse kan føre til utglidninger og kvikkleireskred. Arbeidene underlegges ekstra krav til kontroll for å sikre riktig utførelse.

- Grunnforsterkning med kalksement. Utførelse og kvalitet av pelene må kontrolleres for å sikre at grunnforsterkningen oppnår sin konstruktive funksjon.

8 Videre arbeid

I reguleringsplanarbeidet er det avdekket enkelte usikkerheter i grunnlaget som er benyttet. Videre følger en oversikt over områder det bør gjøres supplerende undersøkelser eller mer arbeid for å redusere usikkerhet og optimalisere løsninger.

- Dagsone Langstein. Supplerende grunnundersøkelser for å kartlegge lagdeling, bergdybde og styrke bedre, samt å optimalisere gjennomførbarheten for grunnforsterkning. Særlig gjelder dette mot Langsteinelva og i nordre del av fyllingen der det stedvis er større mektighet av sand, som gjør at behovet for grunnforsterkning kan falle bort.
- Ca. pr. 7925 - 8575 Fylling mot Langsteinelva. Supplerende grunnundersøkelser i fyllingsfot mot elva for å kartlegge lagdeling, bergdybde og styrke bedre. Beregningsgrunnlaget i fyllingsfot mot elva er noe mangelfullt.
- Langsteindalen og Stjørdal. Gjennomføre laboratorieforsøk og etablere testfelt for grunnforsterkning med kalksement for å bestemme styrkeparametere til stabilisert material.
- Høykvalitets prøvetaking. Miniblokkprøver eller blokkprøver kan gi høyere stivhet- og styrkeparametere og mindre konservativt design.

I detaljprosjekteringen vil omfang og løsninger kunne justeres basert på mer detaljerte beregninger og vurderinger.

9 Referanser

[1] NGU, «http://geo.ngu.no/kart/losmasse/,» NGU, [Internett]. Available: http://geo.ngu.no/kart/losmasse/. [Funnet 15 01 2020].

[2] NVE, «NVE Atlas,» NVE, [Internett]. Available: https://atlas.nve.no/Html5Viewer/index.html?viewer=nveatlas#. [Funnet 19 02 2020].

[3] Norges Geotekniske Institutt, 20180628-06-R_R1-GEOT-02 rev.02. E6 Kvithammar-Åsen Datarapport grunnundersøkelser Holvegen og E6 Stjørdal. 20180628-06-R, 27.04.2020.

[4] Statens vegvesen, Håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger, 2012.

[5] Sweco, «Forbordsfjelltunnelen, Ingeniørgeologisk rapport til reguleringsplan,» R1-GEOL-02 rev.03. 25.08.2020.

[6] Sweco, «Høghåmmårtunnelen, Ingeniørgeologisk rapport til reguleringsplan,» R1-GEOL-03, rev.03. 25.08.2020.

[7] Norges Geotekniske Institutt, «20180628-26-R_R1-GEOT-13. E6 Kvithammar - Åsen. Geoteknisk byggeplanrapport Kvithammar Forsøksgård,» 13.03.2020.

[8] Norges Geotekniske Institutt, «20180628-06-R_R1-GEOT-02 rev.02. E6 Kvithammar - Åsen. Datarapport grunnundersøkelser Holvegen og E6 Stjørdal,» 27.03.2020.

[9] NGI, «R1-GEOT-05 Geoteknisk parameterrapport inntaksdam Langsteindalen,» 20180628-27-R, 01.04.2020.

[10] Statens vegvesen, *N200 Vegbygging*, 2018.

[11] Statens Vegvesen, «N400 Bruprosjektering,» 2015.

[12] Bane NOR, «Teknisk regelverk,» Bane NOR, 05 02 2020. [Internett]. Available: https://trv.banenor.no/wiki/Forside. [Funnet 02 05 2020].

[13] Norges Vassdrags- og energidirektorat, «Sikkerhet mot kvikkleireskred - Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper,» NVE, 2014.

[14] Norges Geotekniske Institutt, «20180628-27-R_R1-GEOT-05 E6 Kvithammar - Åsen. Inntaksdam Langstein, Geoteknisk parameterrapport inntaksdam Langstein,» NGI, 2020.



Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
01	Utvidelse til reguleringsplan Stjørdal	27.03.2020	KKs	AKL	AKL

Nye Veier AS
E6 Kvithammar-Åsen

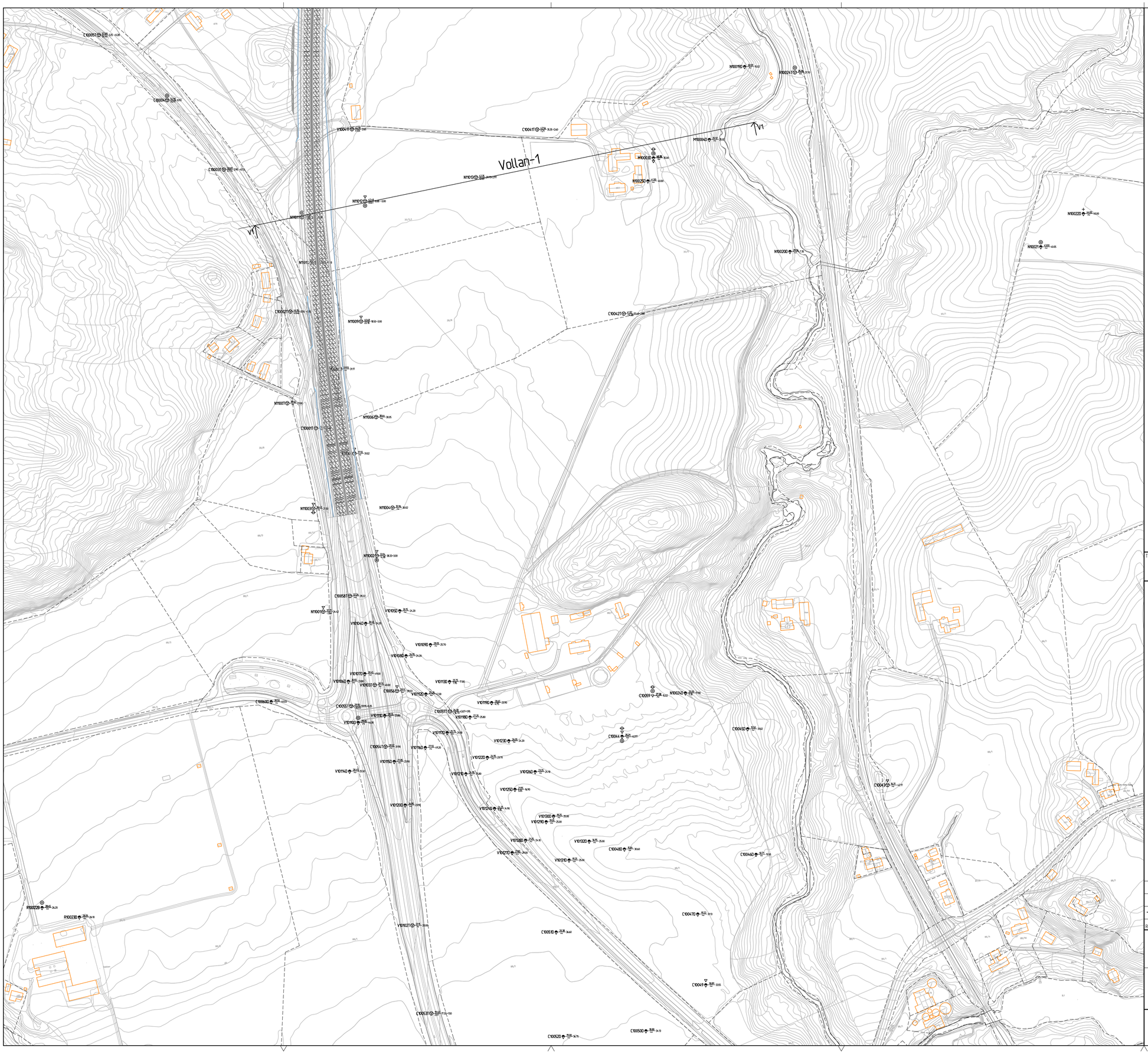
Oversiktskart

Status: Rapporttegning
Original format: A-4
Tegningens filnavn: oversiktskart_rev1.dwg
Målestokk: 1:50000

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
05.11.2019	KKs	SRo	AKL

Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
20180628	001	01



FORKLARINGER:

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- Trykksondering
- Fjellkontrollboring
- Dreietrykksondering
- Totalsondering
- Prøveserie
- Prøvegrop
- Vingeboring
- Poretrykksmåling
- Fjell i dagen

Borhull nr. Terreng (bunn) kote / Antatt fjellkote Boret dybde + (boret i fjell)

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Tegningstittel.	Tegningsnr.	Rev.
E6 Kvithammar - Åsen	010	-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

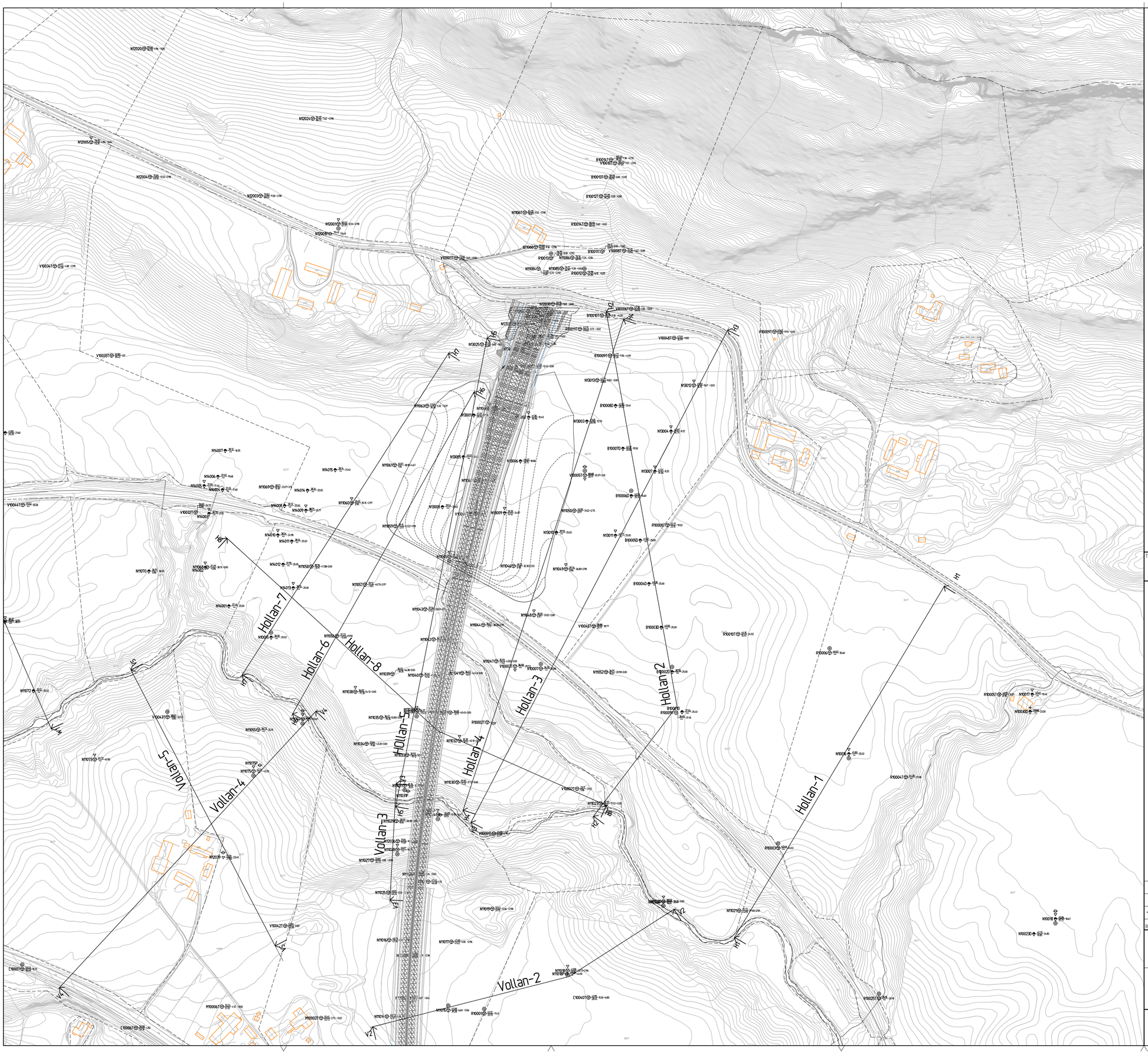
Oversiktskart

Status: —
Original format: A1
Tegningens filnavn: T_V_Plan Tegninger rapport regplan Stjørdal.dwg
Målestokk: 1:2000

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
13.05.2020	BKB	VG	AKL

Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
20180628	010	-



FORKLARINGER:

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- Trykksondering
- Fjellkontrollboring
- Dreietrykksondering
- Totalsondering
- Prøveserie
- Prøvegrop
- Vingeboring
- Poretrykksmåling
- Fjell i dagen

Borhull nr. Terreng (bunn) kote / Antatt fjellkote Boret dybde + (boret i fjell)

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Tegningstittel.	Tegningsnr.	Rev.
E6 Kvithammar - Åsen	011	-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

Oversiktskart

Status: —
Original format: A1
Tegningens filnavn: T_V_Plan Tegninger rapport regplan Stjørdal.dwg
Målestokk: 1:2000

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
13.05.2020	BKB	VG	AKL

Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
20180628	011	-

FORKLARINGER:

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- Trykksondering
- Fjellkontrollboring
- Dreietrykksondering
- Totalsondering
- Prøveserie
- Prøvegrop
- Vingeboring
- Poretrykksmåling
- Fjell i dagen

Borhull nr. Terreng (bunn) kote / Antatt fjellkote Boret dybde + (boret i fjell)

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Voll 5

Voll 4

Voll 3

Voll 2

Voll-1

Vollan-7

Vollan-6

Tegningstittel.	Tegningsnr.	Rev.
E6 Kvithammar - Åsen	012	-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

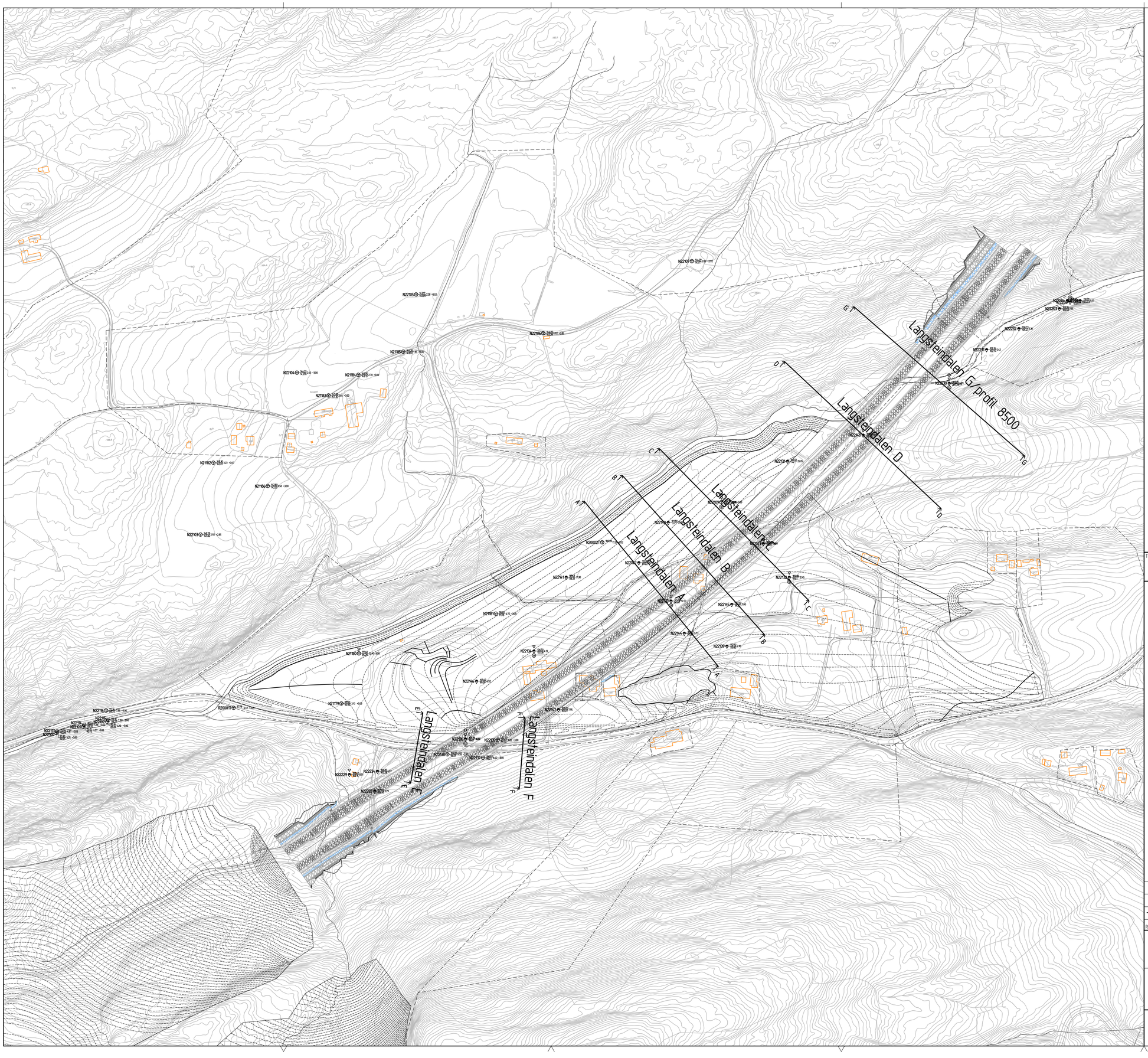
Oversiktskart

Status: -
Original format: A1
Tegningens filnavn: T_V_Plan Tegninger rapport regplan Stjørdal.dwg
Målestokk: 1:2000

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
13.05.2020	BKB	VG	AKL

Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
20180628	012	-



FORKLARINGER:

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- Trykksondering
- Fjellkontrollboring
- Dreietrykksondering
- Totalsondering
- Prøveserie
- Prøvegrop
- Vingeboring
- Poretrykksmåling
- Fjell i dagen

Borhull nr. Terreng (bunn) kote / Antatt fjellkote Boret dybde + (boret i fjell)

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Tegningstittel	Tegningsnr.	Rev.
E6 Kvithammar - Åsen	013	-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

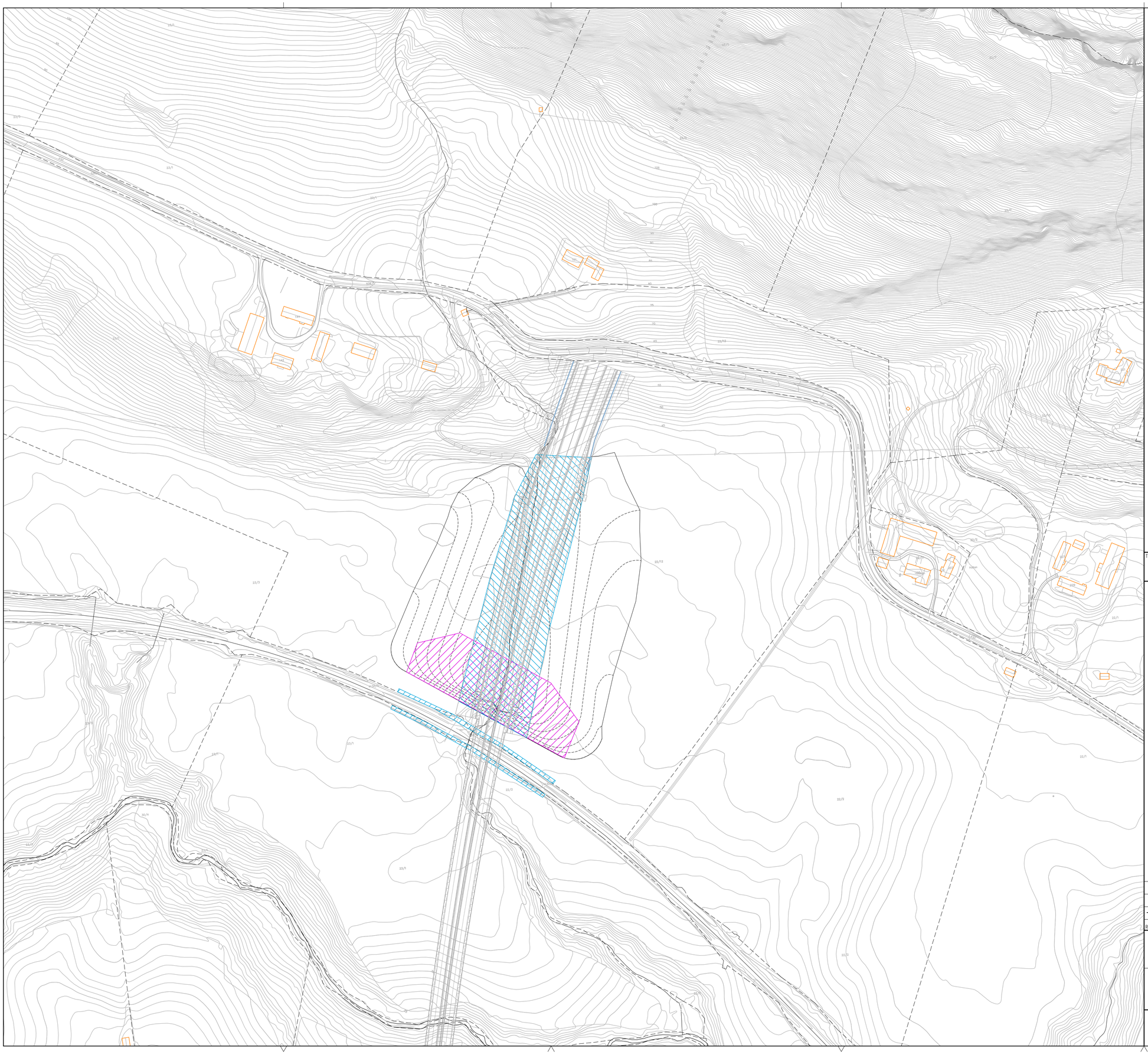
Oversiktskart

Status: —
Original format: A1
Tegningens filnavn: T_V_Plan Tegninger rapport regplan Stjørdal.dwg
Målestokk: 1:2000

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
13.05.2020	BKB	VG	AKL

Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
20180628	013	-



FORKLARINGER:

Grunnforsterkning

Vertikaldren

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Tegningstittel.	Tegningsnr.	Rev.
E6 Kvithammar - Åsen	014	-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

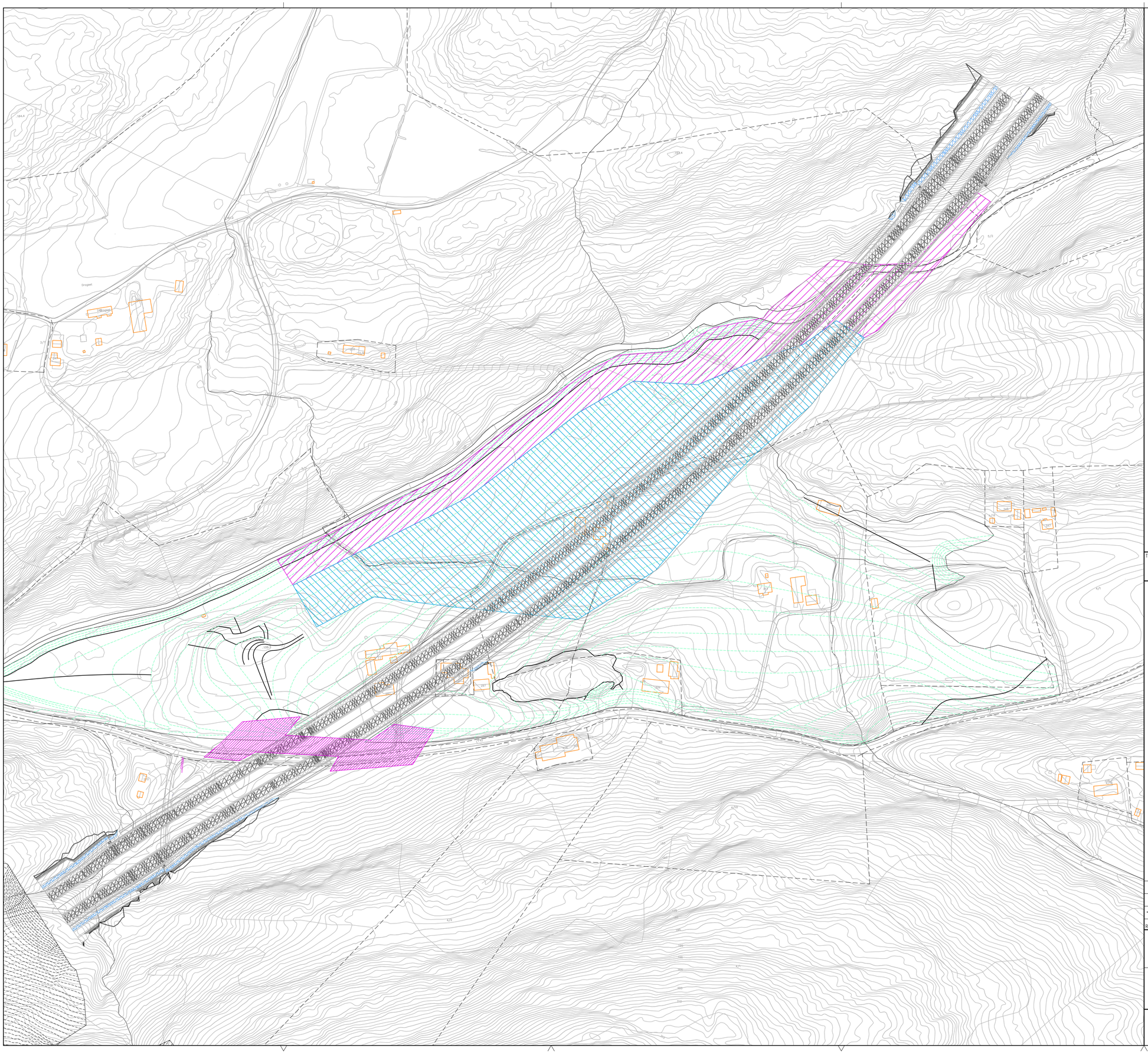
Oversikt vertikaldren og grunnforsterkning Stjørdal

Status: —
Original format: A1
Tegningens filnavn: T_V_Plan KS og vertikaldren.dwg
Målestokk: 1:500

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
14.05.2020	BKB	VG	AKL

Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
20180628	014	-



FORKLARINGER:

Grunnforsterkning

Vertikaldren

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Tegningstittel.	Tegningsnr.	Rev.
E6 Kvithammar - Åsen	015	-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

Oversikt vertikaldren og grunnforsterkning
Langsteindalen

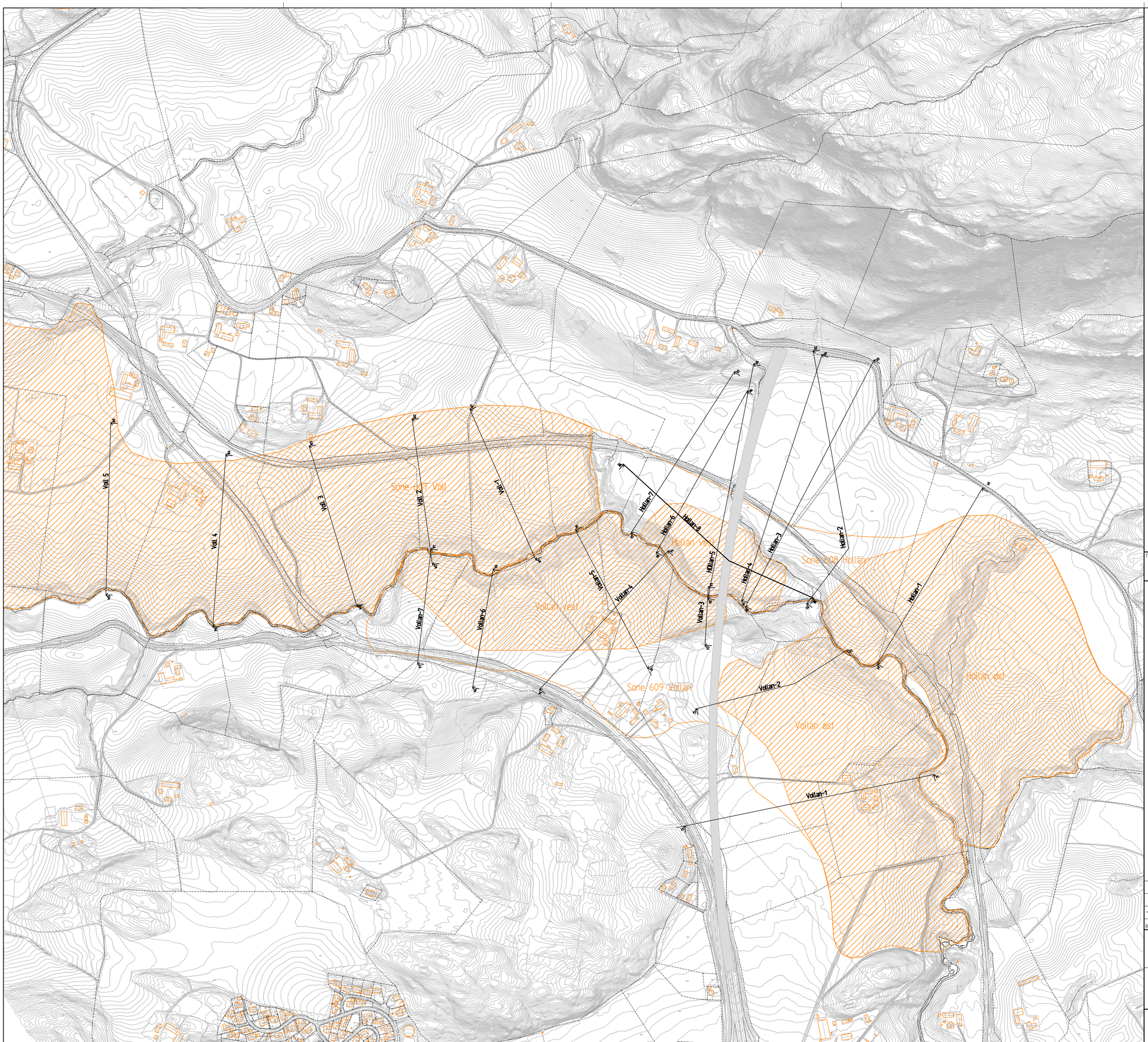
Status

Original format
A1
Tegningens filnavn
T_V_Plan KS og vertikaldren.dwg
Målestokk
1:1500

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
14.05.2020	BKB	VG	AKL

Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
20180628	015	-



FORKLARINGER:

- Nye løsneområder
- Korridor E6

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Tegningstittel	Tegningsnr.	Rev.
E6 Kvithammar - Åsen	020	-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

Områdestabilitet Vollselva
Oversikt profiler og løsneområder

Status: -
Original format: A1
Tegningens filnavn: T_V_Plan Løsneområder og utløpslengder tegning 020.dwg
Målestokk: 1:4000

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
28.05.2020	BKB	VG	AKL

Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
20180628	020	-

FORKLARINGER:

- Reviderte sonegrenser
- Tolket sprøbruddmateriale
- Usikker tolkning / tynne lag
- Ikke sprøbruddmateriale

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Hollan vest

Vollan vest

Hollan-1
Hollan-2
Hollan-3
Hollan-4
Hollan-5
Hollan-6
Hollan-7
Hollan-8
Vollan-2
Vollan-3
Vollan-4
Vollan-5

Tegningstittel:	Tegningsnr:	Rev:
E6 Kvithammar - Åsen	021	-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

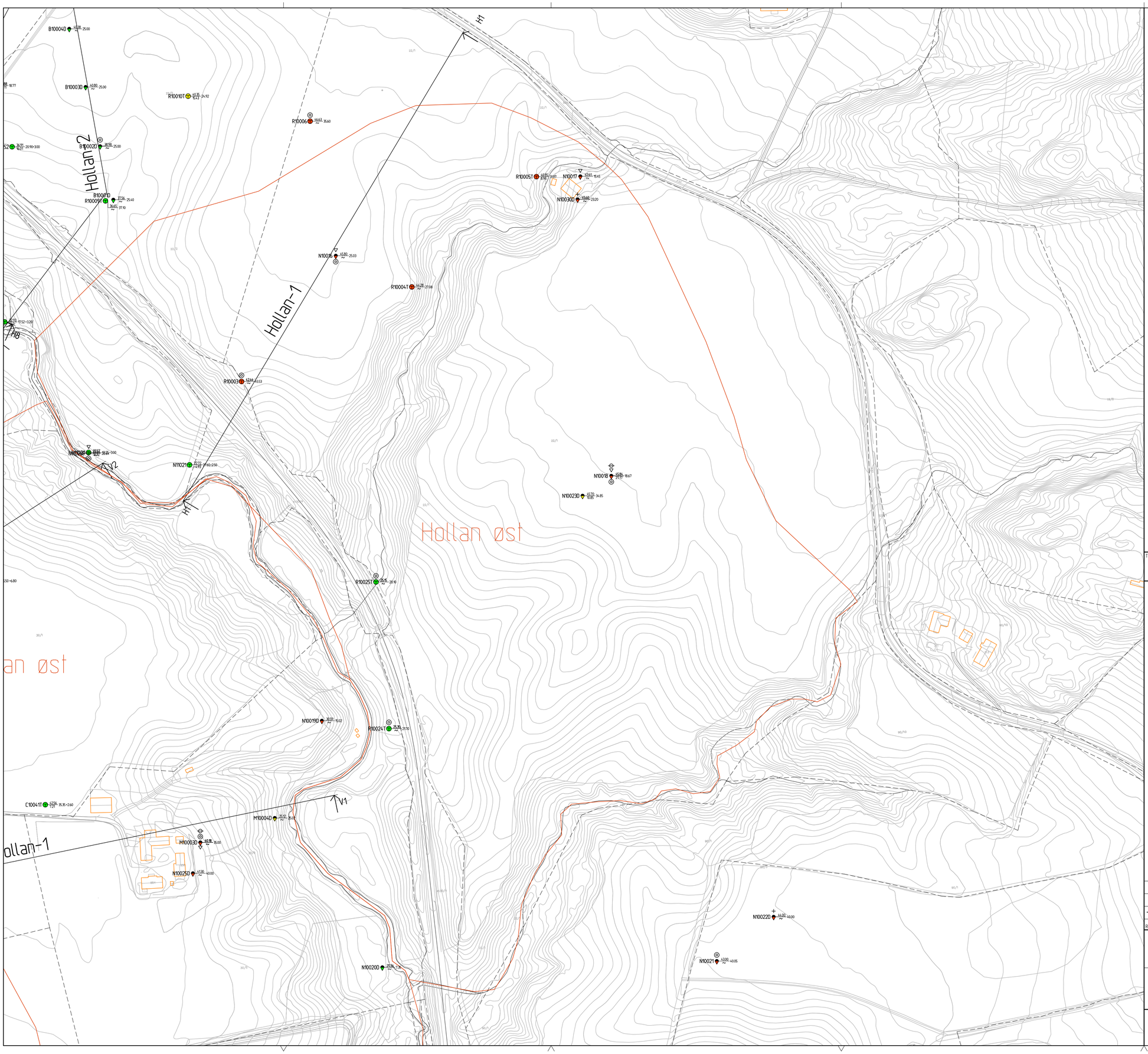
E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

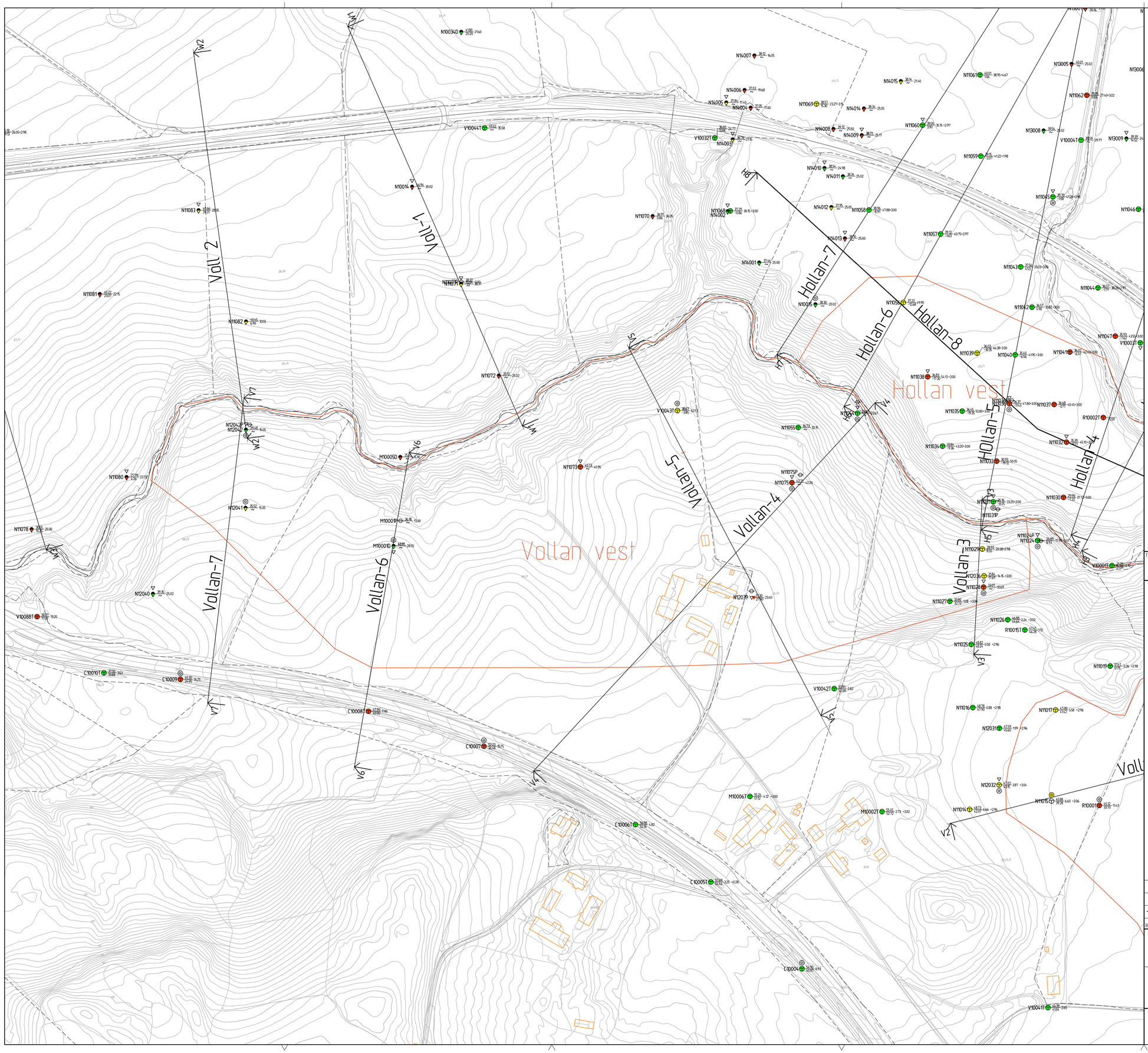
Områdestabilitet Vollselva
Oversikt sprøbruddmateriale, profiler og løsneområder
Hollan vest

Status: -
Original format: A1
Tegningens filnavn: T_V_Plan Løsneområder og utløpslengder.dwg
Målestokk: 1:500

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
28.05.2020	BKB	VG	AKL
Oppdragsnr: 20180628	Tegningsnr: 021		Rev: -


Hollan-2
Hollan-1
H1
V1
Hollan øst
B100040
B100030
B100020
B100010
R100070
R100060
R100050
R100040
R100030
R100020
R100010
N100170
N100180
N100190
N100200
N100210
N100220
N100230
N100240
N100250
N100260
N100270
N100280
N100290
N100300
N100310
N100320
N100330
N100340
N100350
N100360
N100370
N100380
N100390
N100400
N100410
N100420
N100430
N100440
N100450
N100460
N100470
N100480
N100490
N100500
N100510
N100520
N100530
N100540
N100550
N100560



FORKLARINGER:

- Reviderte sonegrenser
- Tolket sprøbruddmateriale
- Usikker tolkning / tynne lag
- Ikke sprøbruddmateriale

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Tegningstittel.	Tegningsnr.	Rev.
E6 Kvithammar - Åsen	023	-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

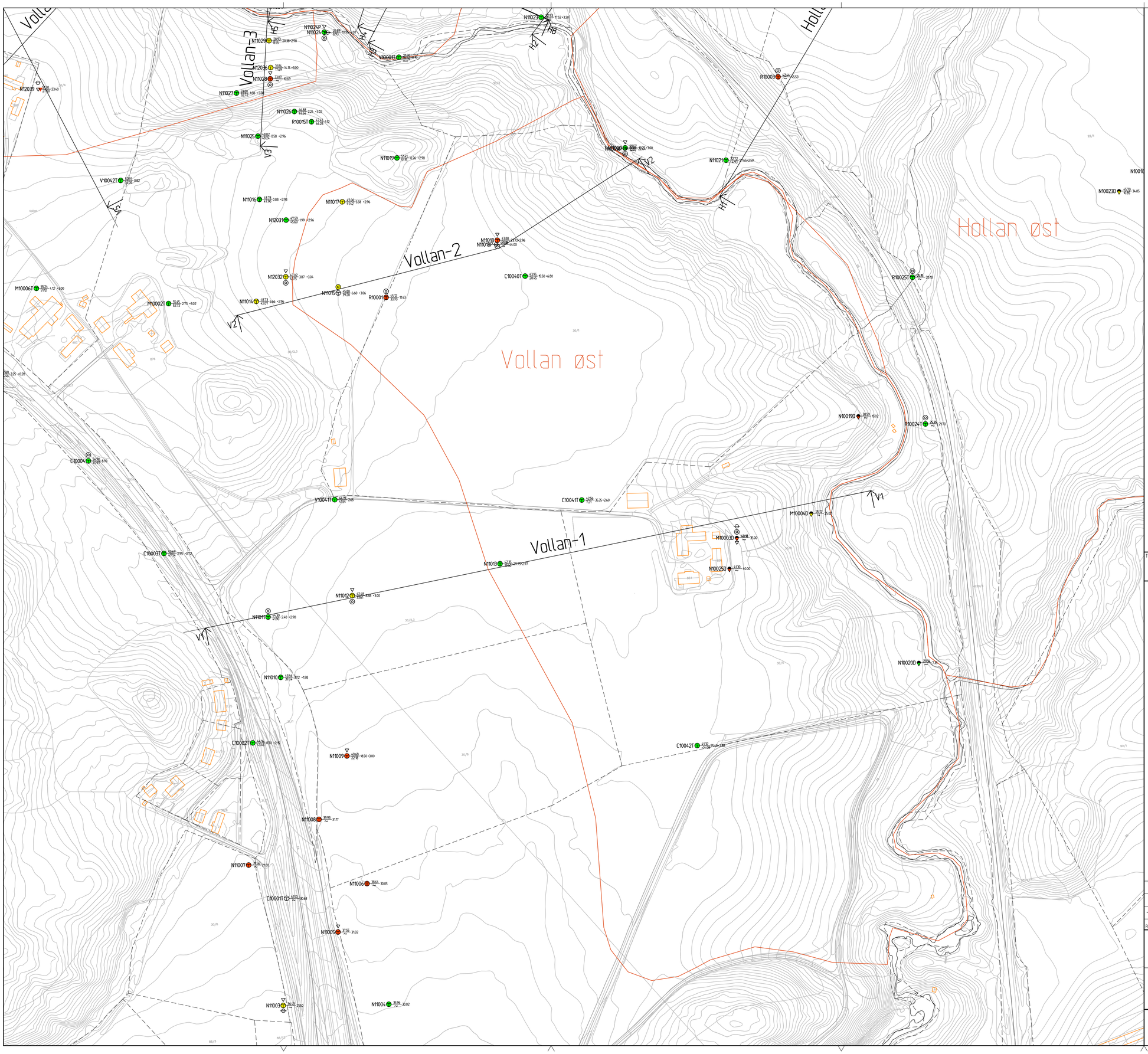
Områdestabilitet Vollselva
Oversikt sprøbruddmateriale, profiler og løsneområder
Vollan vest

Status: —
Original format: A1
Tegningens filnavn: 1_V_Plan Løsneområder og utløpslengder.dwg
Målestokk: 1:500

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
28.05.2020	BKB	VG	AKL

Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
20180628	023	-



FORKLARINGER:

Reviderte sonegrenser

- Tolket sprøbruddmateriale
- Usikker tolkning / tynne lag
- Ikke sprøbruddmateriale

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Tegningstittel.	Tegningsnr.	Rev.
E6 Kvithammar - Åsen	024	-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

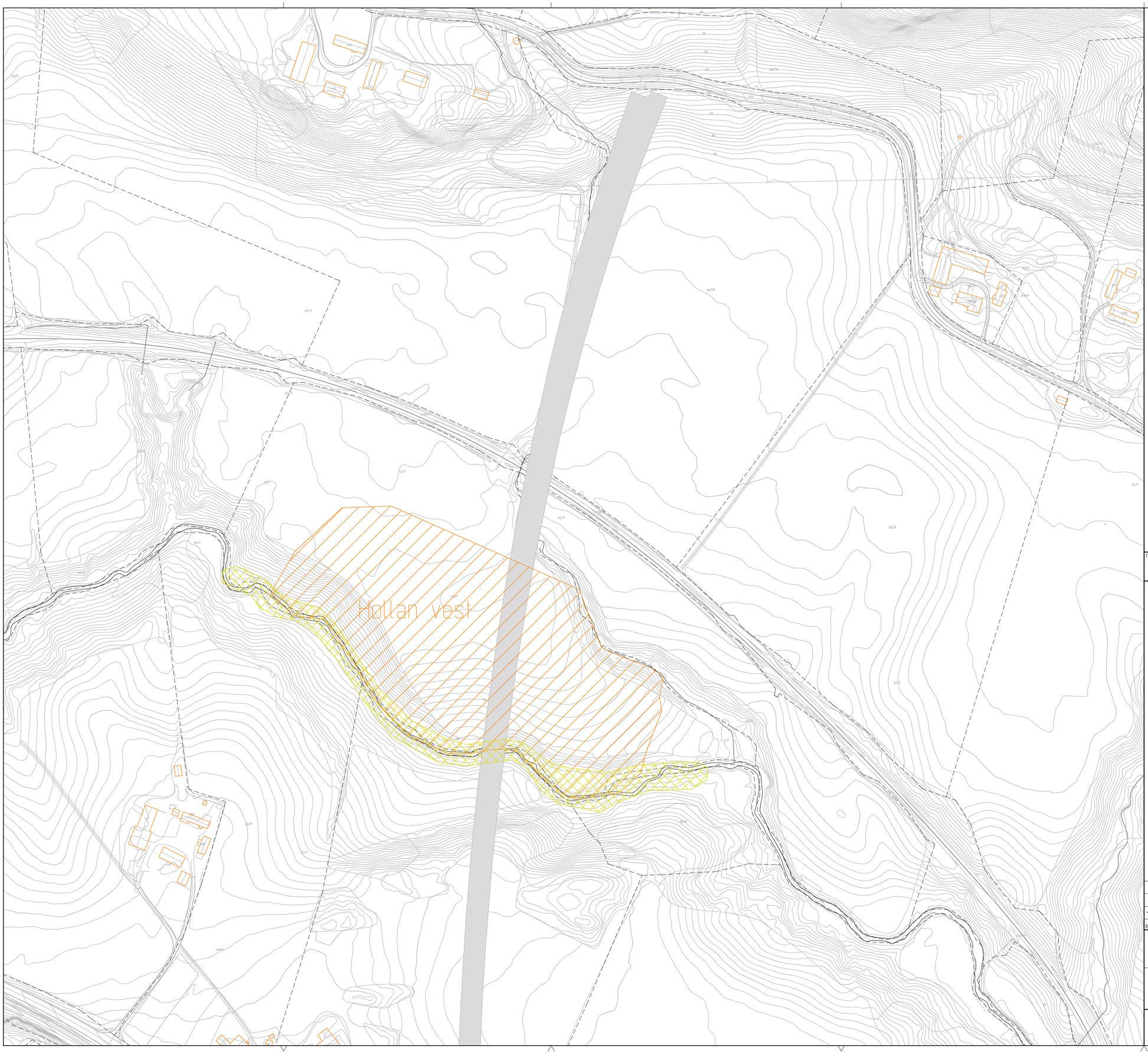
Områdestabilitet Vollselva
Oversikt sprøbruddmateriale, profiler og løsneområder
Vollan øst

Status: —
Original format: A1
Tegningens filnavn: T_V_Plan Løsneområder og utløpslengder.dwg
Målestokk: 1:1500

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
28.05.2020	BKB	VG	AKL

Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
20180628	024	-



FORKLARINGER:

- Løsneområde
- Utløpsområde
- Korridor E6

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Tegningstittel:	Tegningsnr:	Rev:
E6 Kvithammar - Åsen	025	-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

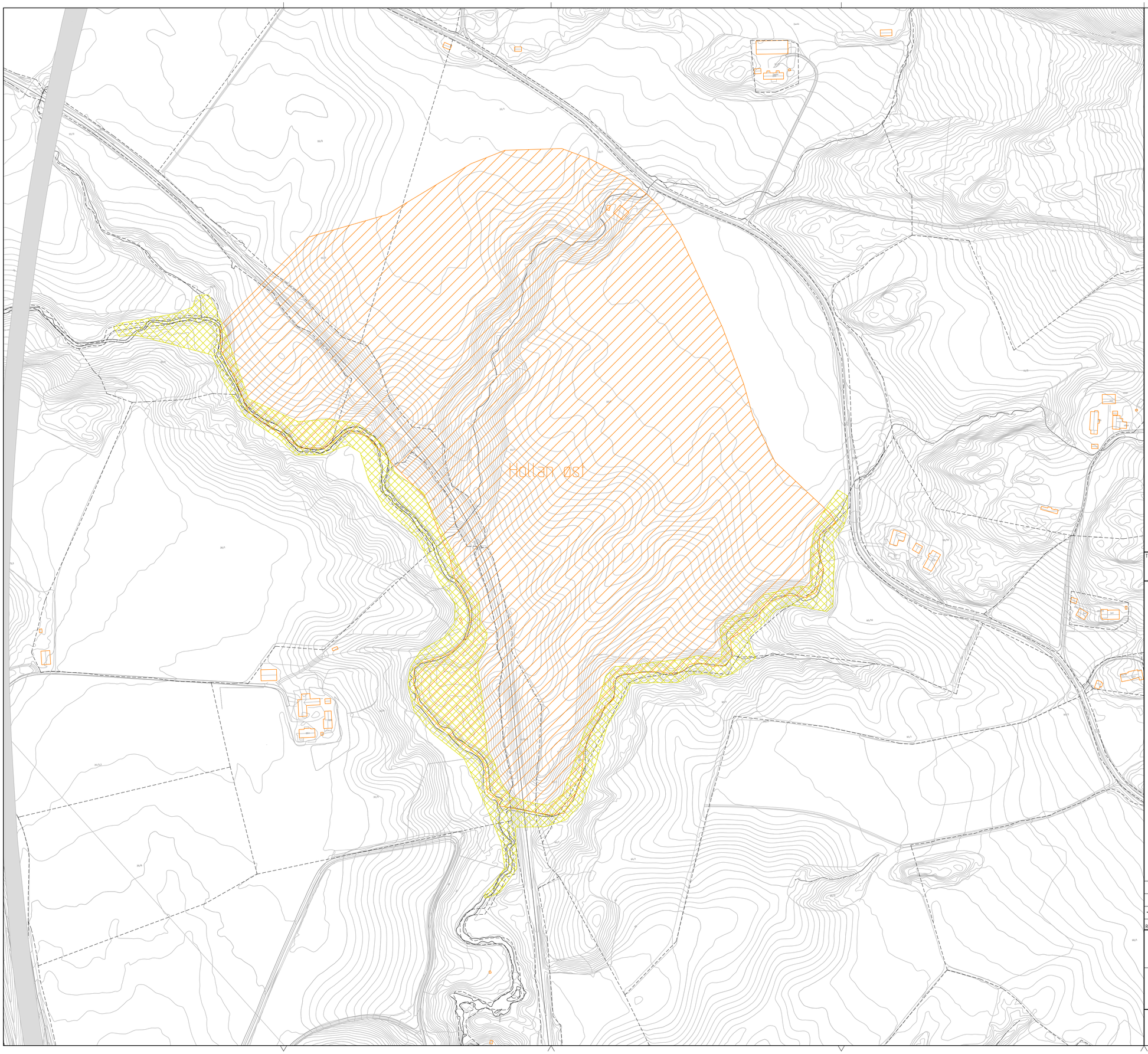
Områdestabilitet Vollselva
Løsne- og utløpsområde
Hollan vest

Status: —
Original format: A1
Tegningens filnavn: T_V_Plan Løsneområder og utløpslengder.dwg
Målestokk: 1:500

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
28.05.2020	BKB	VG	AKL

Oppdragsnr:	Tegningsnr:	Rev:
20180628	025	-



FORKLARINGER:

Løsneområde

Utløpsområde

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Tegningstittel.	Tegningsnr.	Rev.
E6 Kvithammar - Åsen	026	-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

Områdestabilitet Vollselva
Løsne- og utløpsområde
Hollan øst

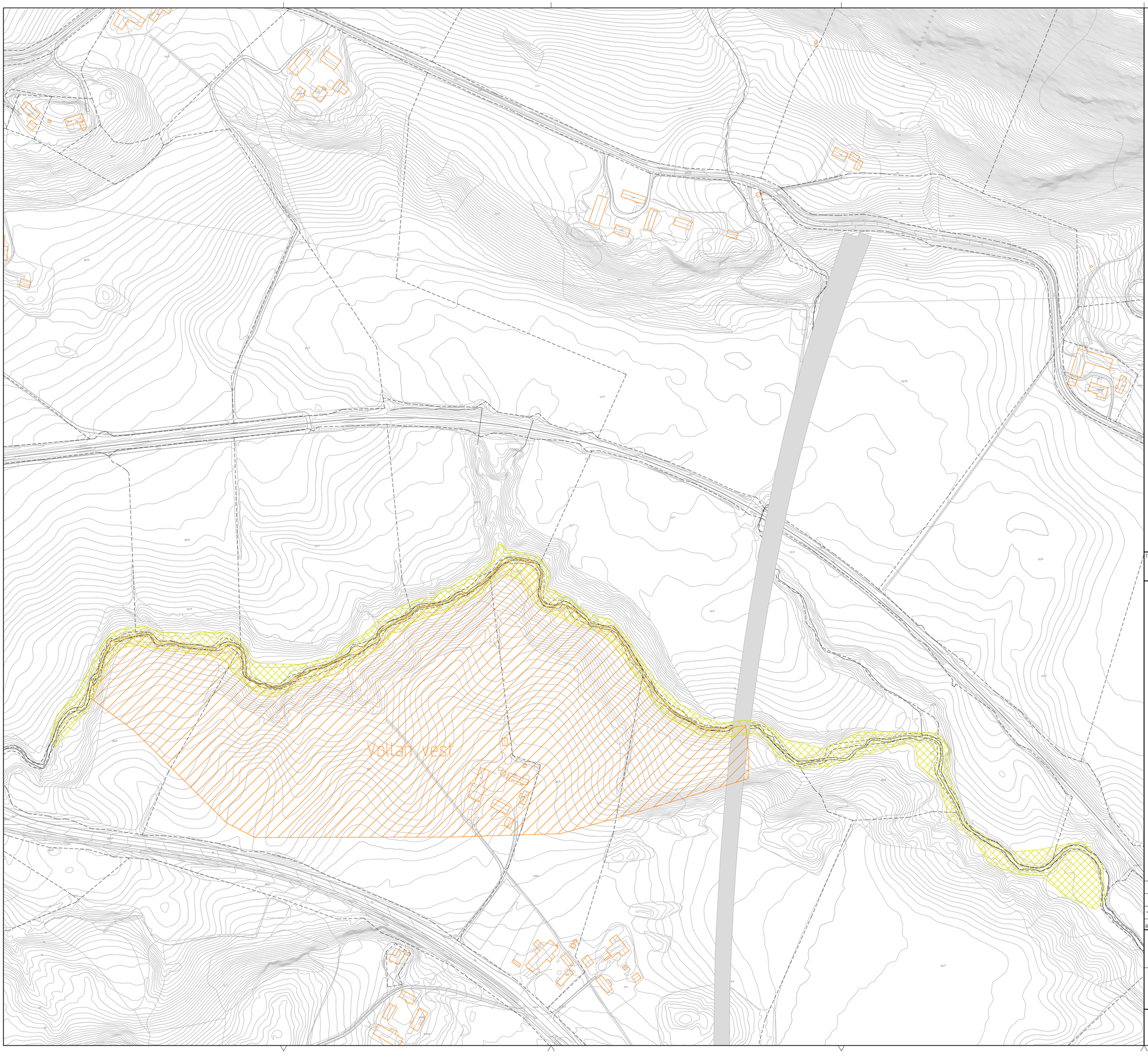
Status

Original format
A1
Tegningens filnavn
Y_V_Plan Løsneområder og utløpslengder.dwg
Målestokk
1:2000

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
28.05.2020	BKB	VG	AKL

Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
20180628	026	-



FORKLARINGER:

- Løsneområde
- Utløpsområde
- Korridor E6

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Tegningstittel: E6 Kvithammar - Åsen

Tegningsnr.: 027

Rev.: -

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

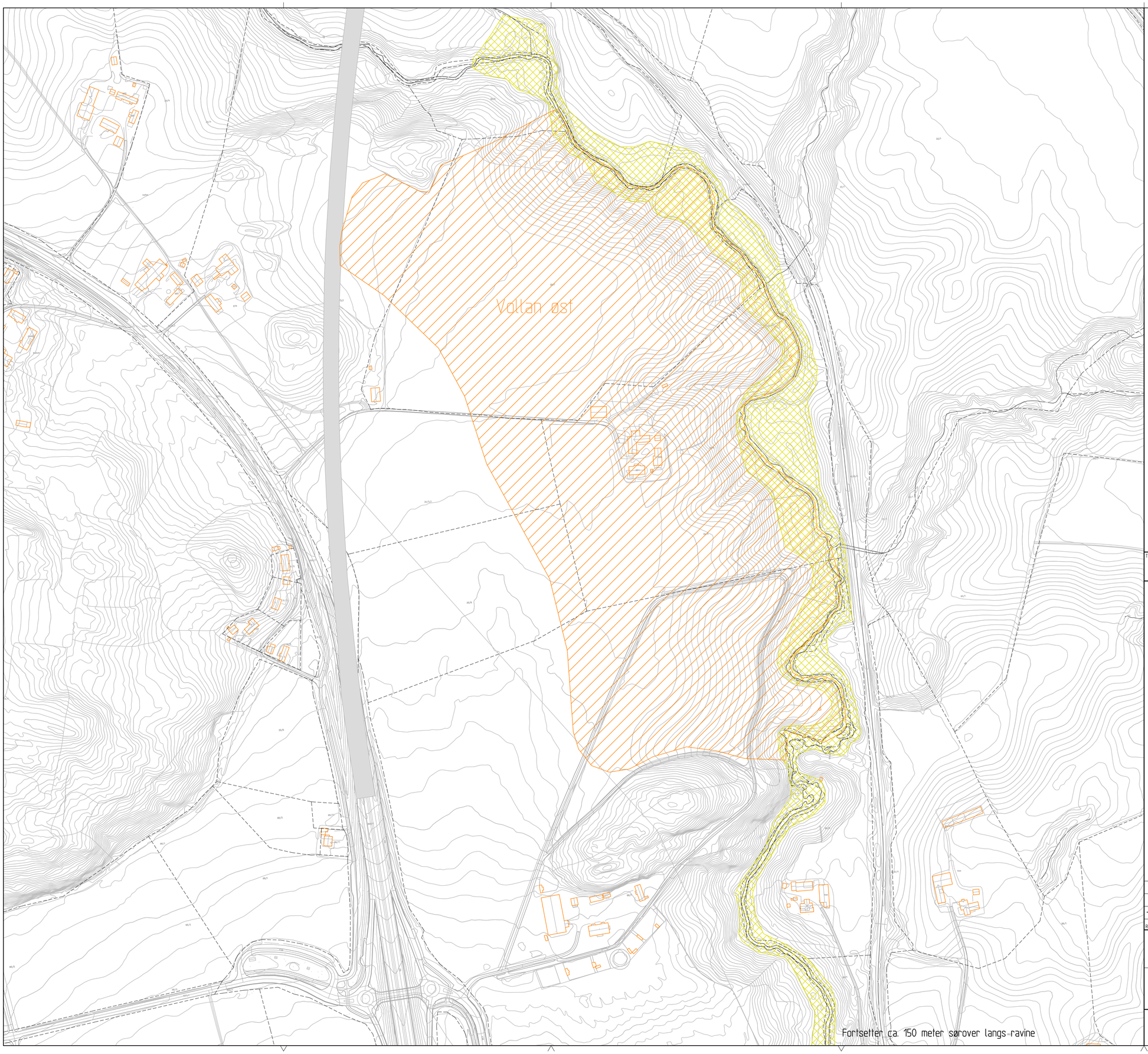
Områdestabilitet Vollselva
Løsne- og utløpsområde
Vollan vest

Status: —
Original format: A1
Tegningens filnavn: T_V_Plan Løsneområder og utløpslengder.dwg
Målestokk: 1:2000

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
28.05.2020	BKB	VG	AKL

Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
20180628	027	-



FORKLARINGER:

- Løsneområde
- Utløpsområde
- Korridor E6

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Tegningstittel.	Tegningsnr.	Rev.
E6 Kvithammar - Åsen	028	-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

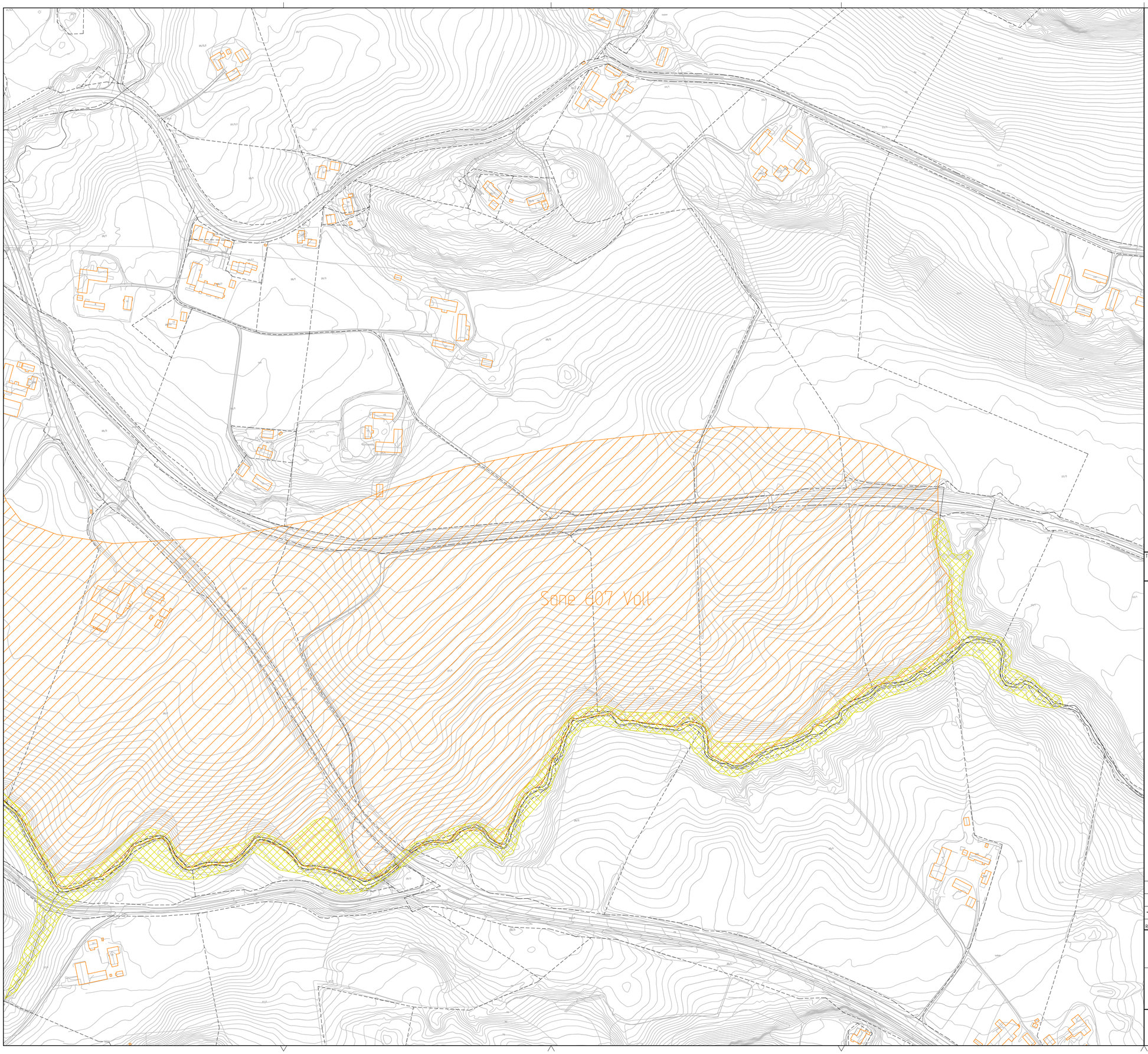
Områdestabilitet Vollselva
Løsne- og utløpsområde
Vollan øst

Status: —
Original format: A1
Tegningens filnavn: T_V_Plan Løsneområder og utløpslengder.dwg
Målestokk: 1:2000

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
28.05.2020	BKB	VG	AKL

Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
20180628	028	-



FORKLARINGER:

Løsneområde

Utløpsområde

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Tegningstittel.	Tegningsnr.	Rev.
E6 Kvithammar - Åsen	029	-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

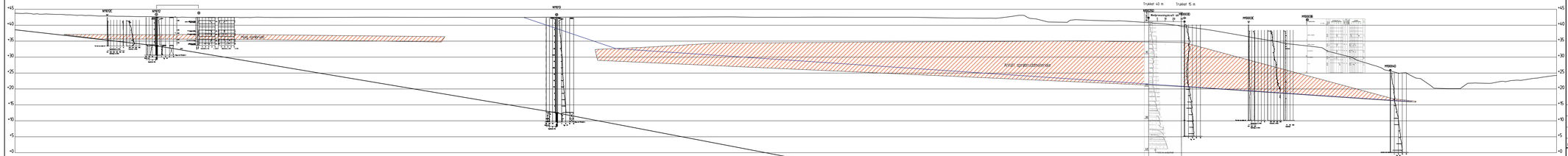
Områdestabilitet Vollselva
Løsne- og utløpsområde
Sone 607 Voll

Status: —
Original format: A1
Tegningens filnavn: T_V_Plan Løsneområder og utløpslengder.dwg
Målestokk: 1:1500

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
28.05.2020	BKB	VG	AKL

Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
20180628	029	-



FORKLARINGER:

Løsnelengde

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

Områdestabilitet Vollselva
Profil Vollan 1
Lagdeling og løsnelengde

Status: -

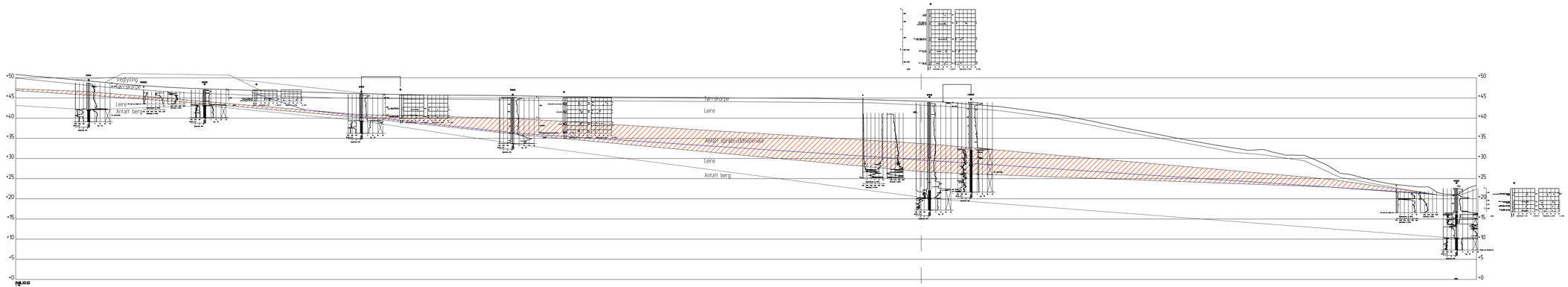
Original format: A3 liggende

Tegningens filnavn: 1 V - Profil Vollan-1 Lagdeling.dwg

Målestokk: 1500

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
27.05.2020	BKB	VG	AKL
Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
20180628	110		-



FORKLARINGER:

Løsnelengde

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

Status

-

Original format

A3 L

Tegnenavn filnavn

T_V...Profil Vollan-2 Lagdeling.dwg

Målestokk

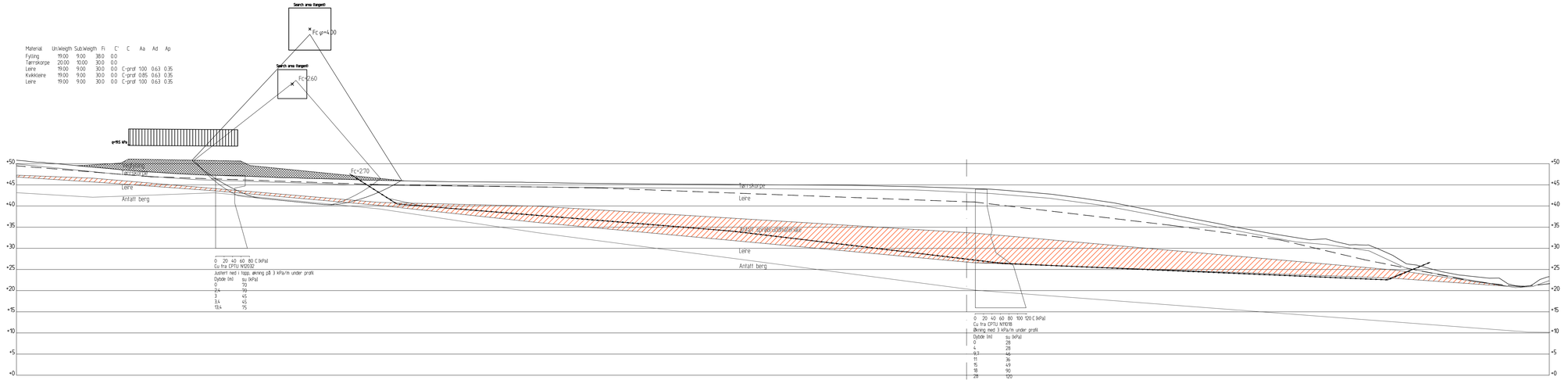
1:400

E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

Områdestabilitet Vollselva
Profil Vollan 2
Lagdeling og løsnelengde

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
27.05.2020	BKB	VG	AKL
Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
20180628	120		-



FORKLARINGER:

-

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

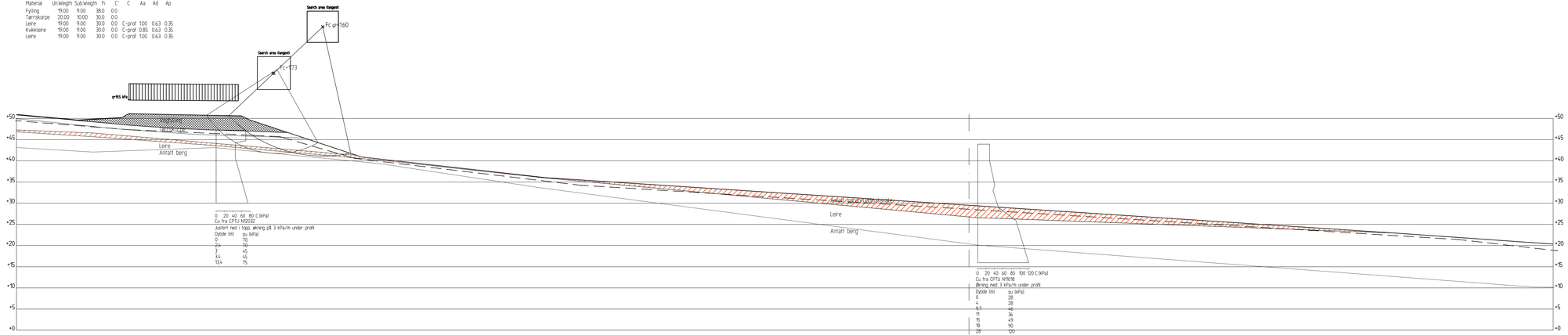
E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

Områdestabilitet Vollselva
Profil Vollan 2
Stabilitet veglinje

Status: -
Original format: A3 lo
Tegningens filnavn: 0_x_Profil Vollan 2 Stabilitet veglinje.dwg
Målestokk: 1:400

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Kontr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
28.05.2020	BKB	VG	AKL
Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
20180628	121		-



FORKLARINGER:

-

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

Status

-

Original format

A3 ß

Tegningens tittel

E_v_Profil Vollan 2 Stabilitet vegfylling etter skred.dwg

E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

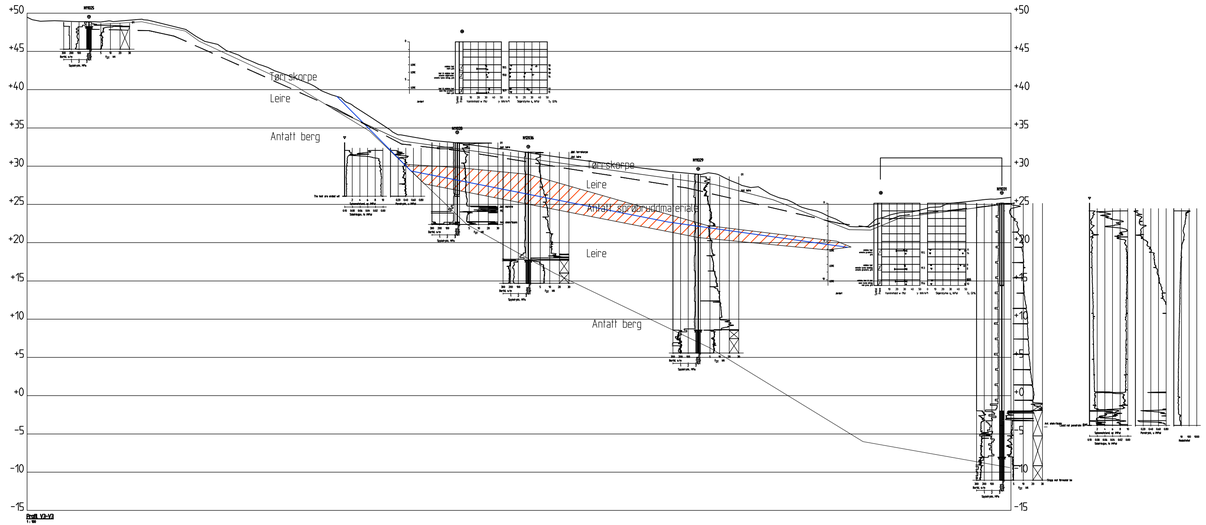
Områdestabilitet Vollselva
Profil Vollan 2
Stabilitet veglinje, etter skred

Målestokk

1:400

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
28.05.2020	BKB	VG	AKL
Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
20180628	122		-



FORKLARINGER:

Løsnelengde

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

Områdestabilitet Vollselva
Profil Vollan 3
Lagdeling og løsnelengde

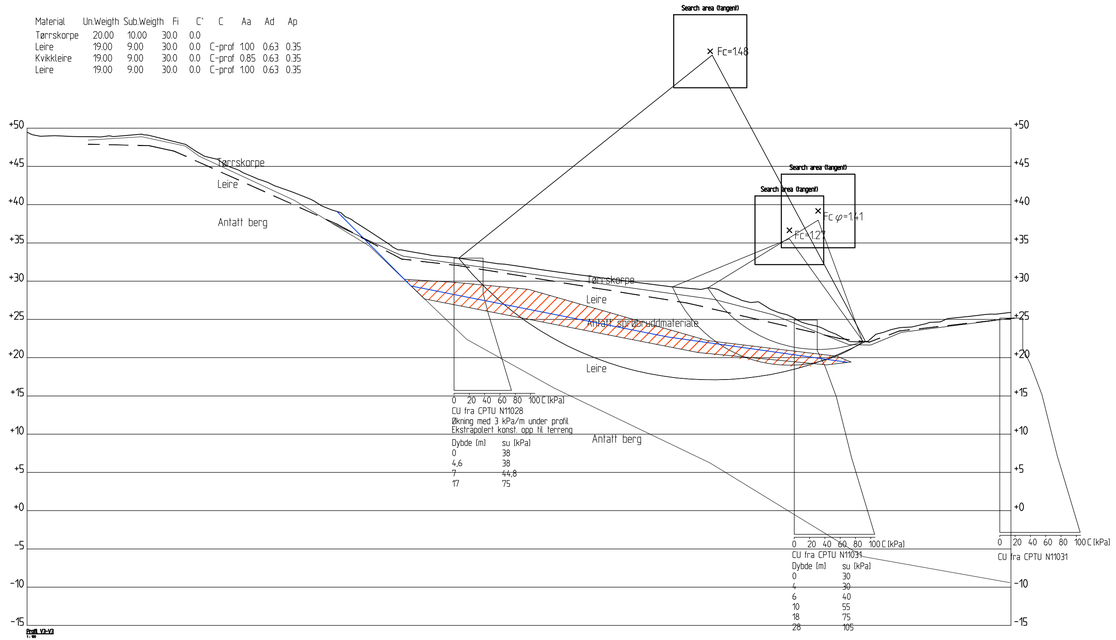
Status: -
Original format: A3.1
Tegningens filnavn: T_V_Profil Vollan-3 Lagdeling.dwg
Målestokk: 1400

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
14.05.2020	BKB	VG	AKL

Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
20180628	130	-

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	20.00	10.00	30.0	0.0				
Leire	19.00	9.00	30.0	0.0	C-prof	1.00	0.63	0.35
Kvikkleire	19.00	9.00	30.0	0.0	C-prof	0.85	0.63	0.35
Leire	19.00	9.00	30.0	0.0	C-prof	1.00	0.63	0.35



FORKLARINGER:

-

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

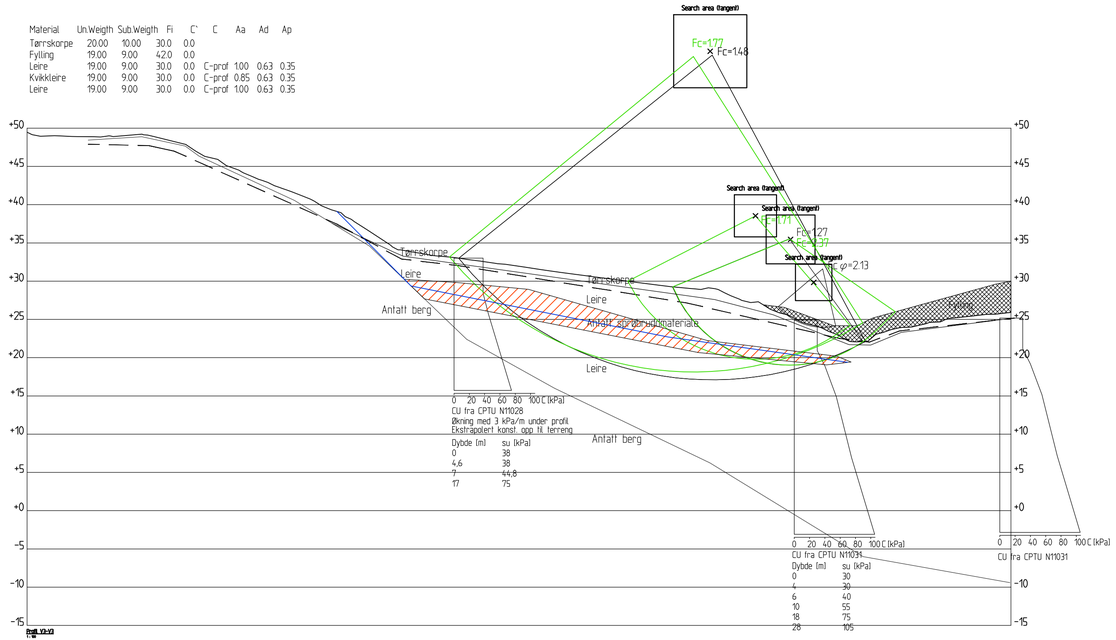
Områdestabilitet Vollselva
Profil Vollan 3
Stabilitet dagens situasjon

Status: —
Original format: A3.1
Tegningens filnavn: Y_V_Profil Vollan-3 Stabilitet dagens situasjon.dwg
M&Bestokk: 1400

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
14.05.2020	BKB	VG	AKL

Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
20180628	131	-



FORKLARINGER:

-

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

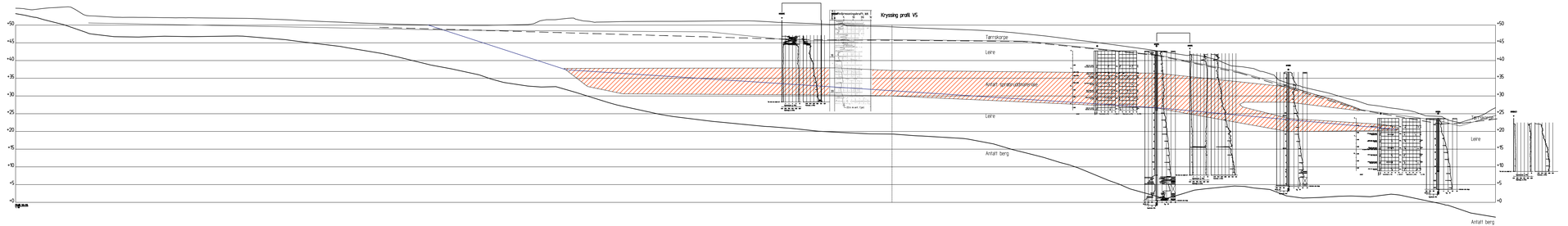
Områdestabilitet Vollselva
Profil Vollan 3
Stabilitet etter bekkeheving

Status: —
Original format: A3.1
Tegningens filnavn: T_V...Profil Vollan-3 Stabilitet etter bekkeheving.dwg
M-Bestokk: 1400

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
14.05.2020	BKB	VG	AKL

Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
20180628	132	-



FORKLARINGER:

Løsnelengde

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

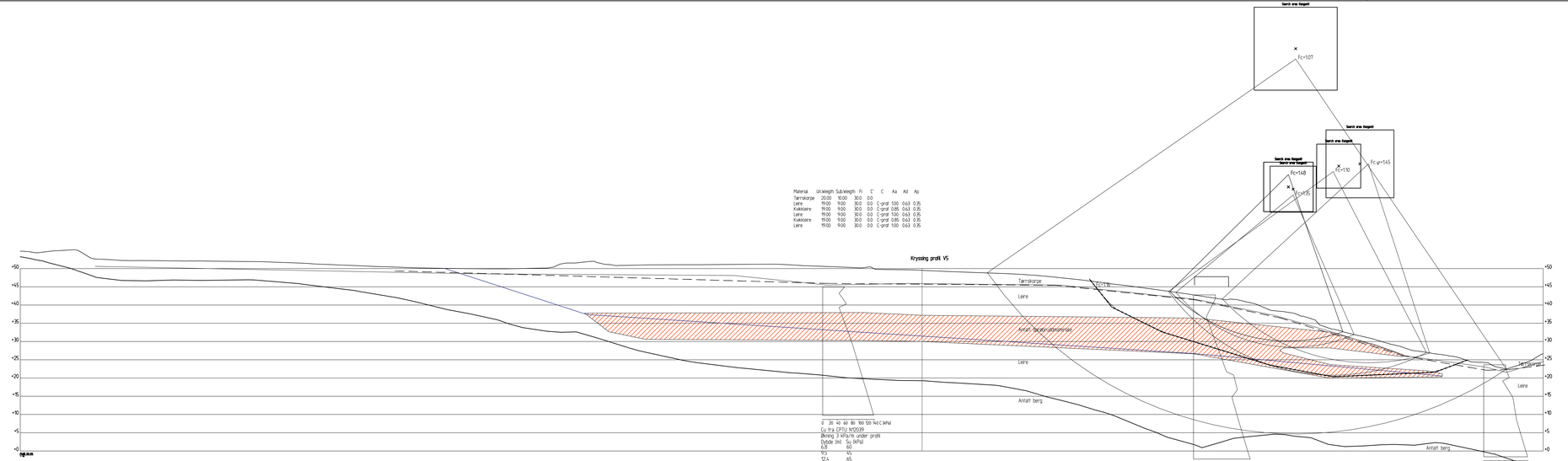
14.05.2020
Reguleringsplan Stjørdal

Områdestabilitet Vollselva
Profil Vollan 4
Lagdeling og løsnelengde

Status
-
Original format
A3 L
Tegningens filnavn
T_V...Profil Vollan-4. Lagdeling.dwg
Målestokk
1500

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
27.04.2020	BKB	VG	AKL
Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
20180628	140		-



FORKLARINGER:

-

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

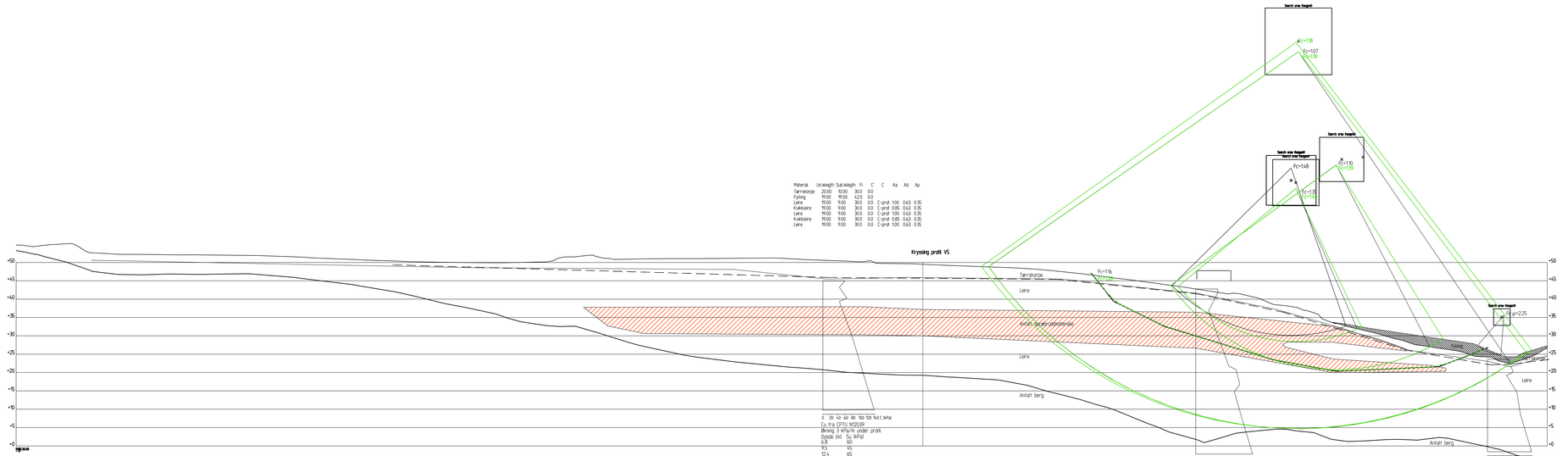
E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

Områdestabilitet Vollselva
Profil Vollan 4
Stabilitet dagens situasjon

Status
-
Original format
A3 L
Tegningens filnavn
S_V_Profil Vollan 4 Stabilitet dagens situasjon.dwg
Målestokk
1500

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Kontr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
29.04.2020	BKB	VG	AKL
Oppdragsnr	Tegningsnr		Rev.
20180628	141		-



FORKLARINGER:

-

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

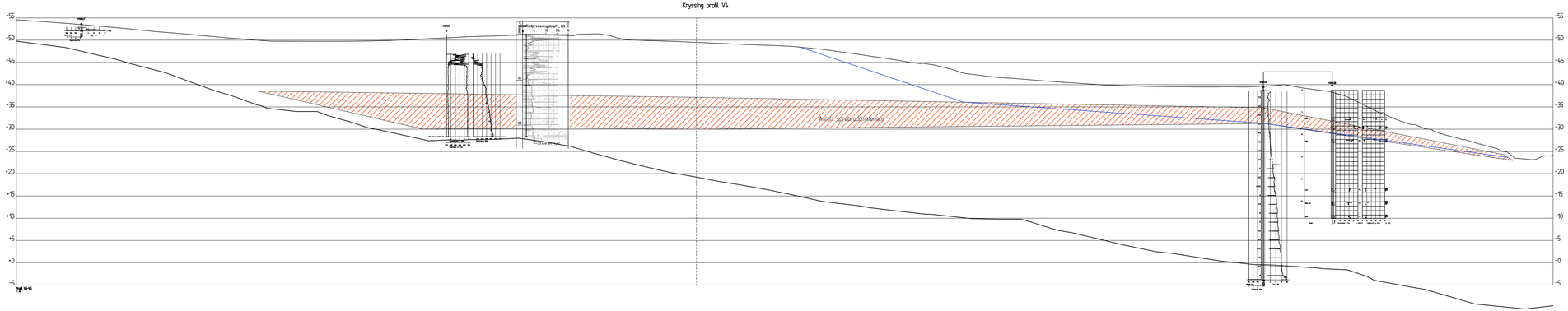
E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

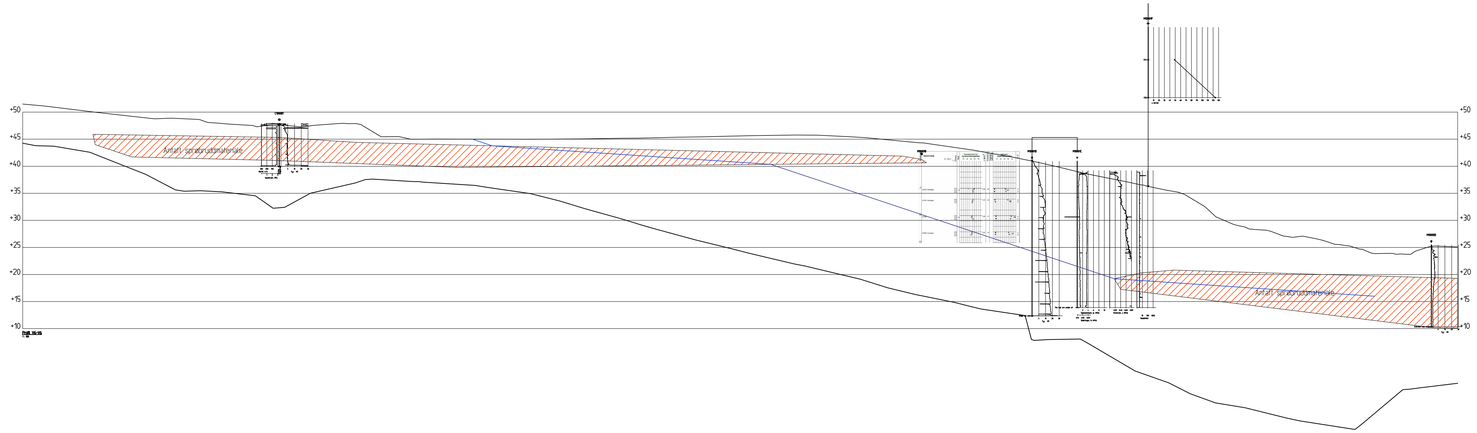
Områdestabilitet Vollselva
Profil Vollan 4
Stabilitet etter bekkeheving

Status
-
Original format
A3 L
Tegningens filnavn
S_V_Profil Vollan 4-Stabilitet bekkeheving.dwg
Målestokk
1500

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Kontr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
14.05.2020	BKB	VG	AKL
Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
20180628	142		-


Kryssing profil V4
Fyllmasse
Betongpressningsskjerm, bilt
Fyllmasse
Fyllmasse
Fyllmasse



FORKLARINGER:

Løsnelengde

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

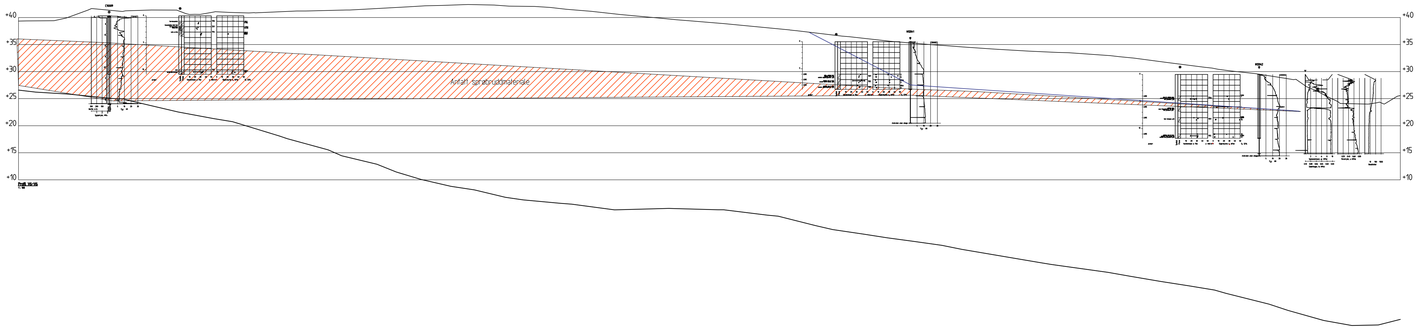
E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

Områdestabilitet Vollselva
Profil Vollan 6
Lagdeling og løsnelengde

Status
-
Original format
A3 L
Tegningens filnavn
T_V...Profil Vollan-6 Lagdeling.dwg
Målestokk
1:400

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
14.05.2020	BKB	VG	AKL
Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
20180628	160		-



FORKLARINGER:

Løsnelengde

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

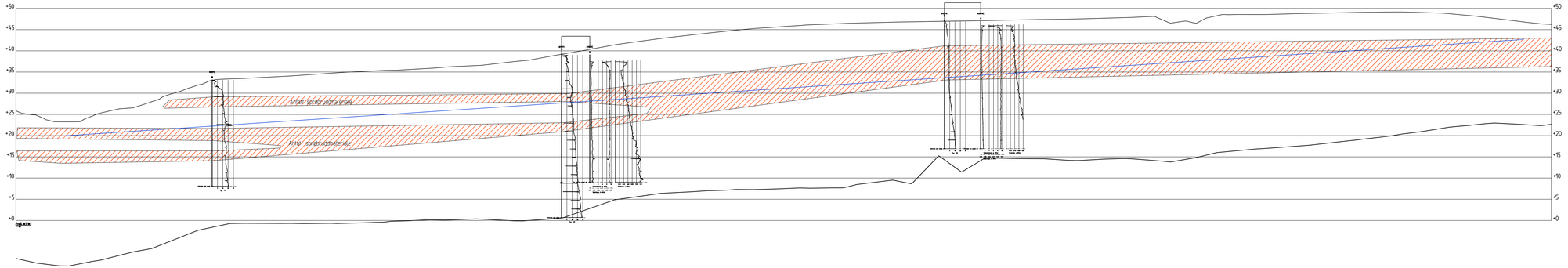
E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

Områdestabilitet Vollselva
Profil Vollan 7
Lagdeling og løsnelengde

Status
-
Original format
A3 L
Tegningens filnavn
7 - V - Profil Vollan-7 Lagdeling.dwg
Målestokk
1:400

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
Opprettet 27.04.2020	BKB	VG	AKL
Oppdragsnr. 20180628	Tegningsnr. 170		Rev. -



FORKLARINGER:

Løsnelengde

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

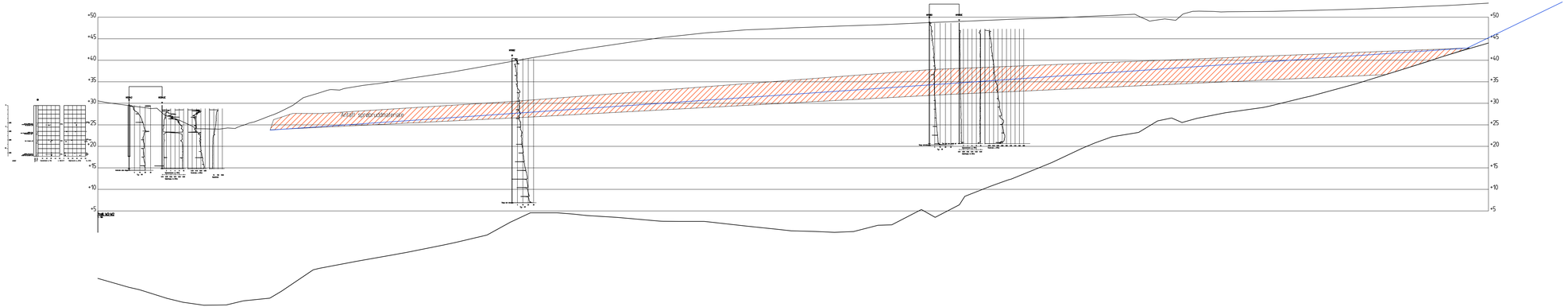
E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

Områdestabilitet Vollselva
Profil Voll 1
Lagdeling og løsnelengde

Status
-
Original format
A3 L
Tegningens filnavn
T_V...Profil Voll-1 Lagdeling.dwg
Målestokk
1:400

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
14.05.2020	BKB	VG	AKL
Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
20180628	210		-



FORKLARINGER:

Løsnelengde

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

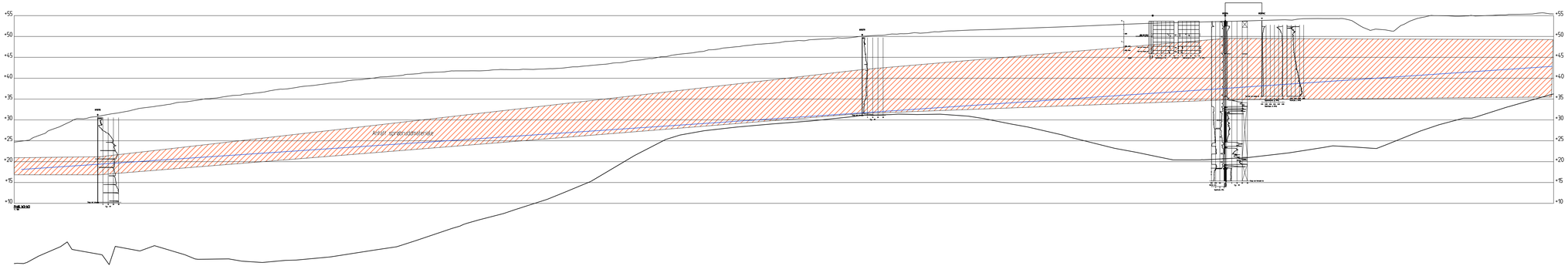
E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

Områdestabilitet Vollselva
Profil Voll 2
Lagdeling og løsnelengde

Status: -
Original format: A3 L
Tegnings filnavn: 7 V...Profil Voll-2 Lagdeling.dwg
Målestokk: 1:400

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
14.05.2020	BKB	VG	AKL
Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
20180628	220		-



FORKLARINGER:

Løsnelengde

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

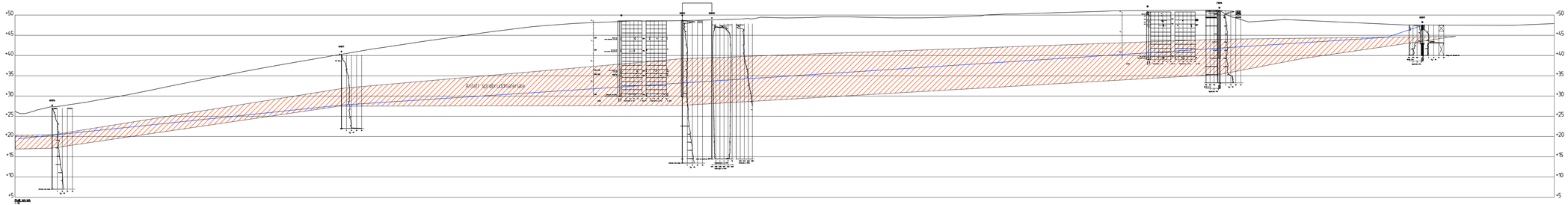
E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

Områdestabilitet Vollselva
Profil Voll 3
Lagdeling og løsnelengde

Status: -
Orginal format: A3 liggende
Tegningens filnavn: 3_V...Profil Voll-3 Lagdeling.dwg
Målestokk: 1:400

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
29.05.2020	BKB	VG	AKL
Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
20180628	230		-



FORKLARINGER:

Løsnelengde

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

Status
-

Original format
A3 L

Tegnenr. filnavn
T_V...Profil Voll-4 Lagdeling.dwg

E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

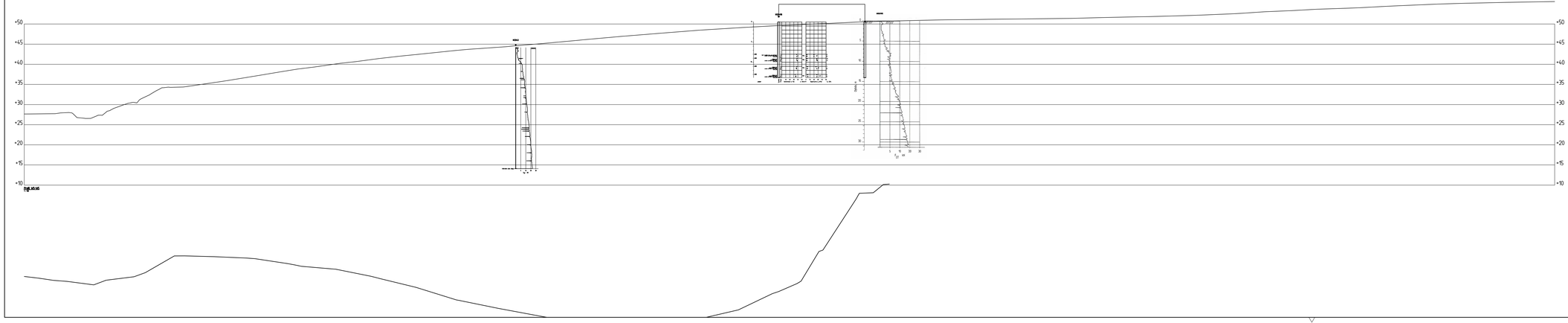
Områdestabilitet Vollselva
Profil Voll 4
Lagdeling og løsnelengde

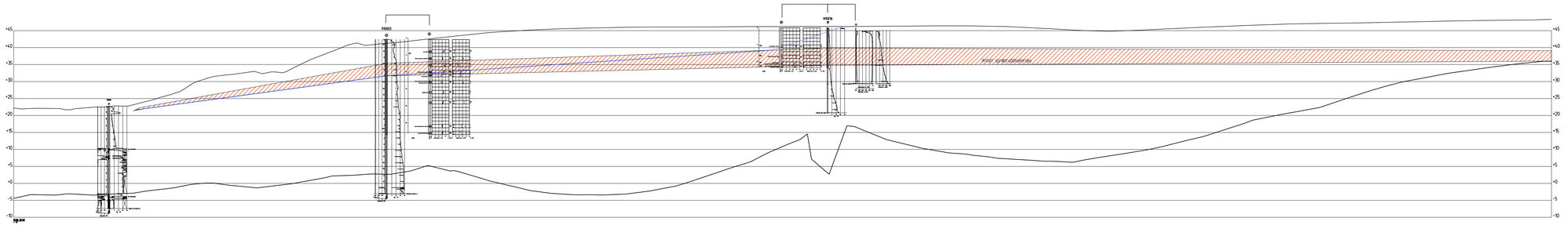
Målestokk
1:400

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
14.05.2020	BKB	VG	AKL

Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
20180628	240	-


+50
+45
+40
+35
+30
+25
+20
+15
+10
Fyllingsmasser
Leire
Leire
Leire



FORKLARINGER:

Løsnelengde

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

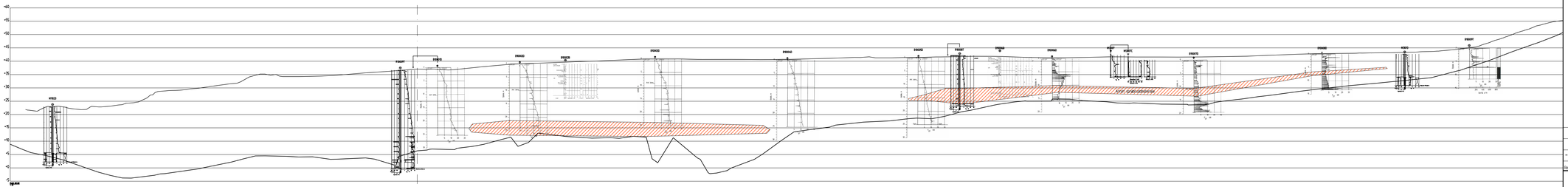
E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

Områdestabilitet Vollselva
Profil Hollan 1
Lagdeling og løsnelengde

Status
-
Original format
A3 L
Tegnegrg. filnavn
T - V - Profil Hollan-1 Lagdeling.dwg
Målestokk
1500

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
27.05.2020	BKB	VG	AKL
Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
20180628	310		-



FORKLARINGER:

-

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

Status

-

Original format

a3.1

Tegnegrp. filnavn

1 V - Profil Hollan-2 Lagdeling.dwg

E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

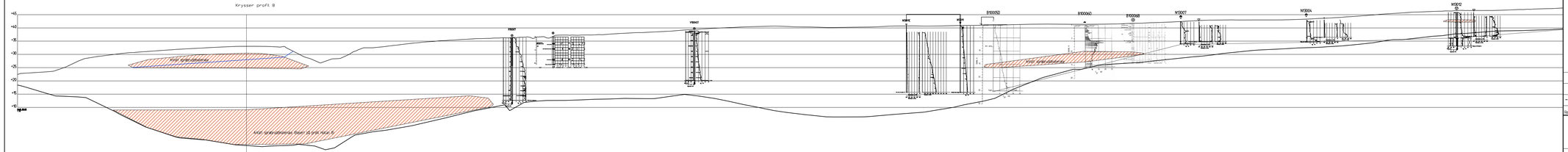
Områdestabilitet Vollselva
Profil Hollan 2
Lagdeling

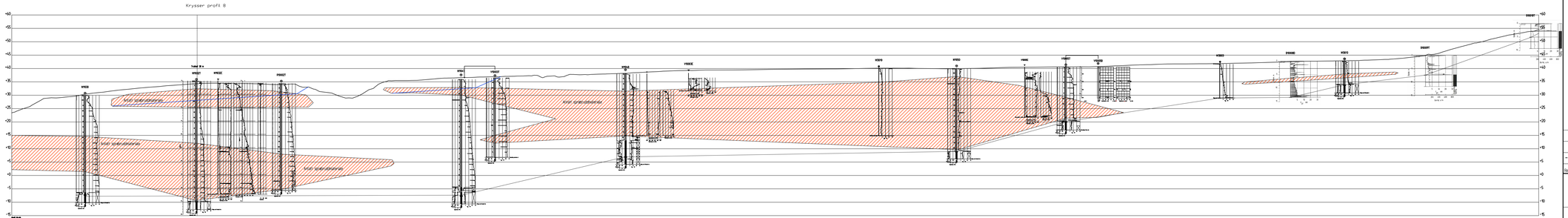
Målestokk

1600

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
Opprettet: 27.04.2020	BKB	VG	AKL
Oppdragsnr: 20180628	Tegningsnr: 320		Rev: -


Krysser profil 8
+45
+40
+35
+30
+25
+20
+15
+10
NN2000
Antatt grunnforhold
Antatt grunnforhold
Antatt grunnforhold



FORKLARINGER:

Løsnelengde

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

Status

-

Original format

A3 L

Tegnenr. filnavn

T_V...Profil Hollan 4 Lagdeling.dwg

Målestokk

1600

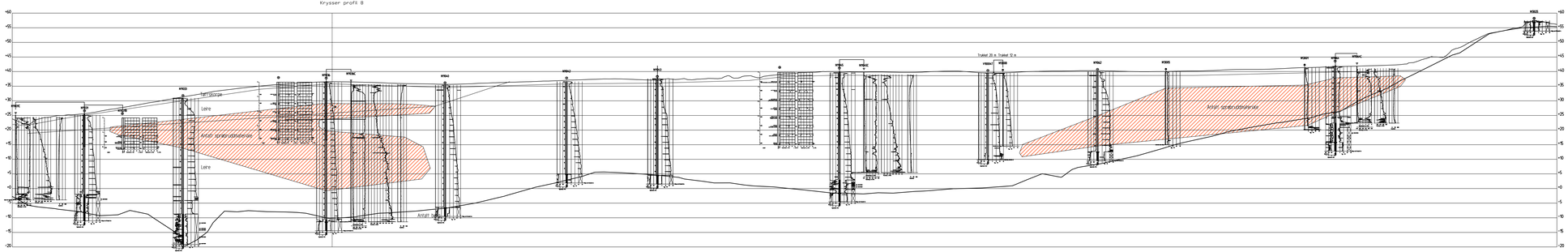
E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

Områdestabilitet Vollselva
Profil Hollan 4
Lagdeling og løsnelengde

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
29.05.2020	BKB	VG	AKL

Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
20180628	340	-



FORKLARINGER:

-

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

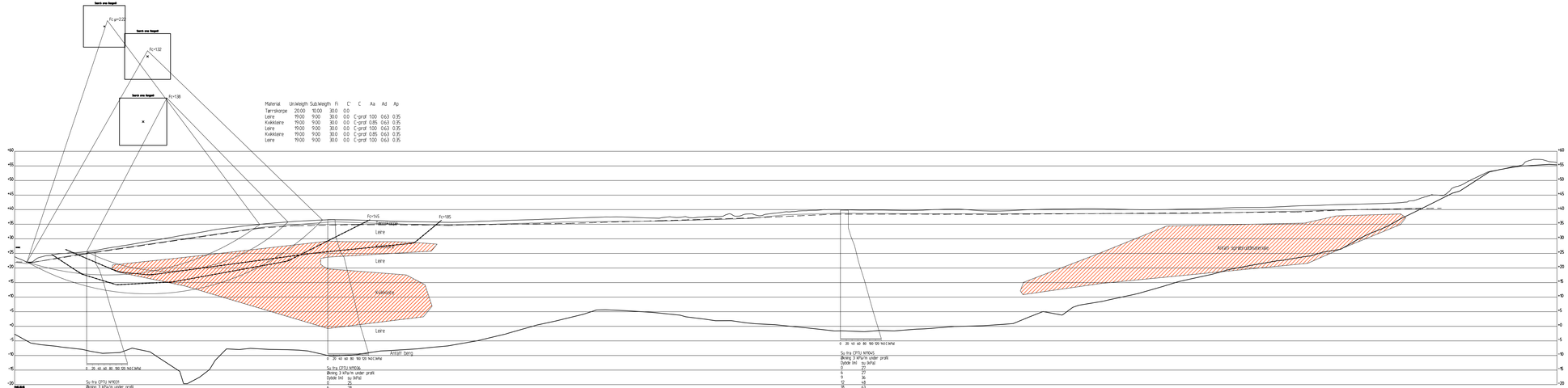
E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

Områdestabilitet Vollselva
Profil Hollan 5
Lagdeling og løsnelengde

Status
-
Original format
A3 L
Tegnings filnavn
1 V - Profil Hollan-5 Lagdeling.dwg
Målestokk
1600

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
27.05.2020	BKB	VG	AKL
Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
20180628	350		-



FORKLARINGER:

-

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

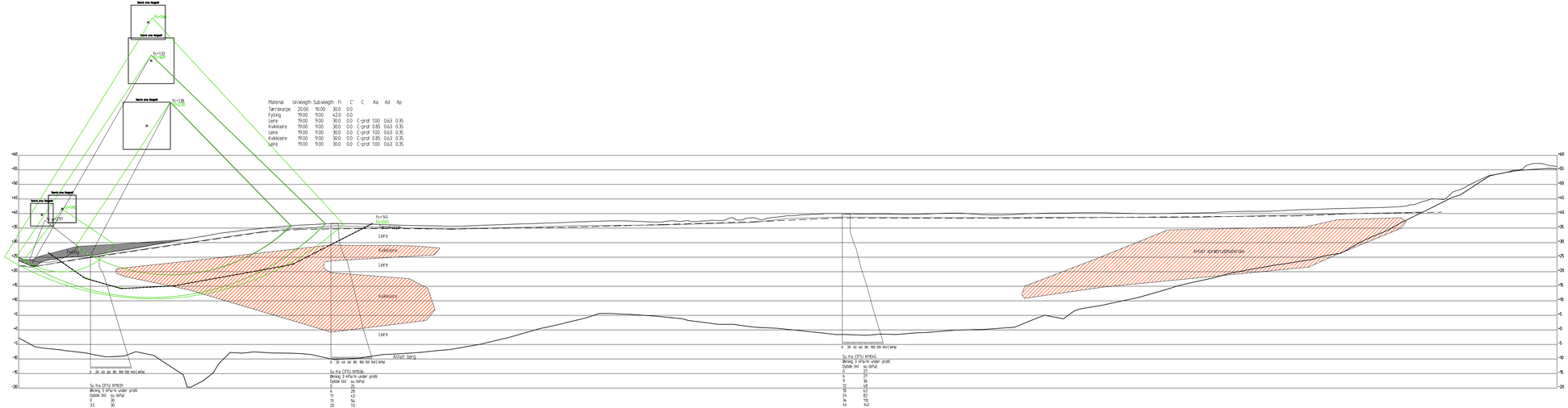
E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

Områdestabilitet Vollselva
Profil Hollan 5
Stabilitet dagens situasjon

Status
-
Original format
A3 L
Tegningens filnavn
S_V_Profil Hollan 5 Stabilitet dagens situas jon.dwg
Målestokk
1600

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Kontr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
27.05.2020	BKB	VG	AKL
Oppdragsnr	Tegningsnr		Rev.
20180628	351		-



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	20.00	10.00	30.0	0.0				
Fylling	19.00	9.00	42.0	0.0				
Leire	19.00	9.00	30.0	0.0	C-grad 1.00	0.63	0.35	
Kvikkleire	19.00	9.00	30.0	0.0	C-grad 0.85	0.63	0.35	
Leire	19.00	9.00	30.0	0.0	C-grad 1.00	0.63	0.35	
Kvikkleire	19.00	9.00	30.0	0.0	C-grad 0.85	0.63	0.35	
Leire	19.00	9.00	30.0	0.0	C-grad 1.00	0.63	0.35	

FORKLARINGER:

-

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

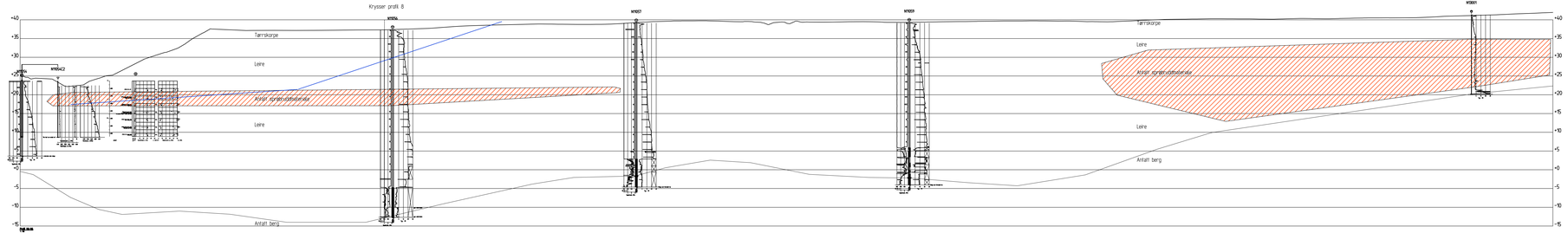
E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

Områdestabilitet Vollselva
Profil Hollan 5
Stabilitet etter bekkeheving

Status
-
Original format
A3 L
Tegningens filnavn
5_V_Profil Hollan 5 Stabilitet bekkeheving.dwg
Målestokk
1600

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Kontr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
27.05.2020	BKB	VG	AKL
Oppdragsnr	Tegningsnr		Rev.
20180628	352		-



FORKLARINGER:

-

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

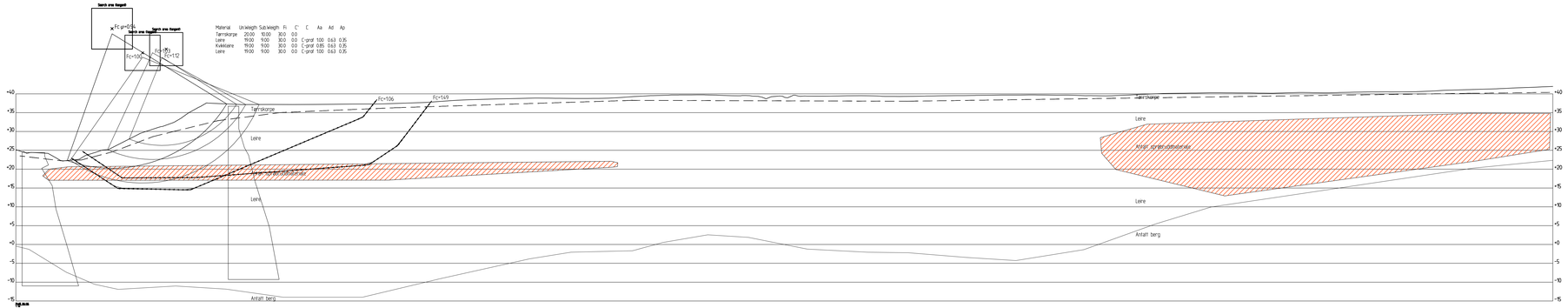
E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

Områdestabilitet Vollselva
Profil Hollan 6
Lagdeling og løsnelengde

Status
-
Original format
A3 L
Tegnings filnavn
T_V...Profil Hollan-6 Lagdeling.dwg
Målestokk
1500

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
14.05.2020	BKB	VG	AKL
Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
20180628	360		-



FORKLARINGER:

-

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

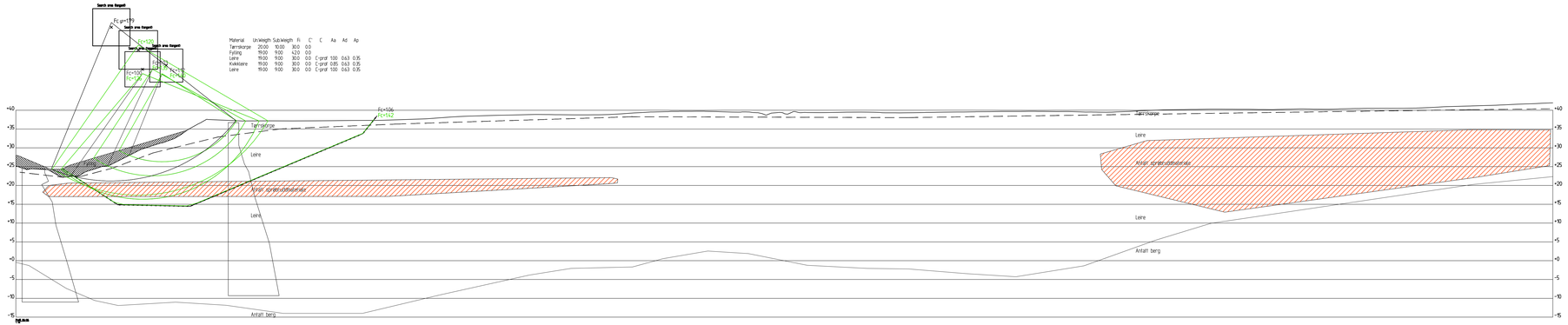
E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

Områdestabilitet Vollselva
Profil Hollan 6
Stabilitet dagens situasjon

Status: -
Original format: A3 liggende
Tegningens filnavn: S_V_Profil Hollan 6 Stabilitet dagens situasjon.dwg
Målestokk: 1500

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
14.05.2020	BKB	VG	AKL
Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
20180628	361		-



FORKLARINGER:

-

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

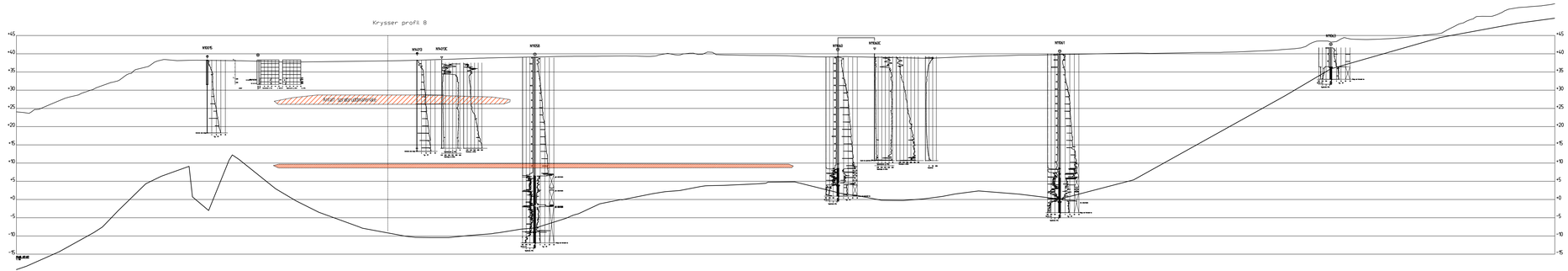
E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

Områdestabilitet Vollselva
Profil Hollan 6
Stabilitet etter bekkeheving

Status
-
Original format
A3 L
Tegningens tittelnavn
S_V_Profil Hollan 6 Stabilitet bekkeheving.dwg
Målestokk
1500

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr / Tegnet	Kontrollert	Godkjent
14.05.2020	BKB	VG	AKL
Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
20180628	362		-



FORKLARINGER:

-

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

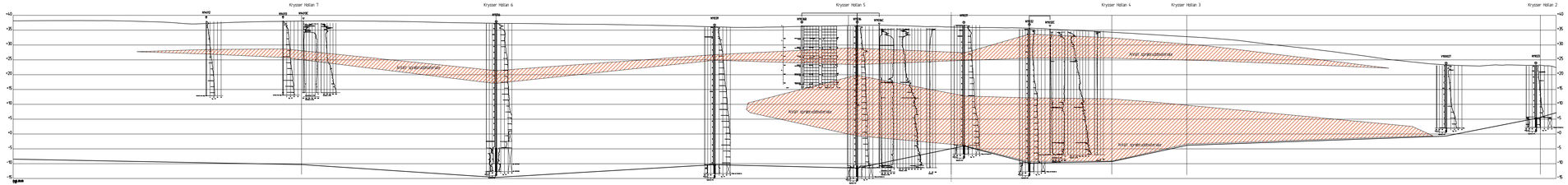
E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

Områdestabilitet Vollselva
Profil Hollan 7
Lagdeling

Status
-
Original format
A3 L
Tegningens filnavn
7 - V - Profil Hollan-7 Lagdeling.dwg
Målestokk
1500

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
14.05.2020	BKB	VG	AKL
Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
20180628	370		-



FORKLARINGER:

-

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

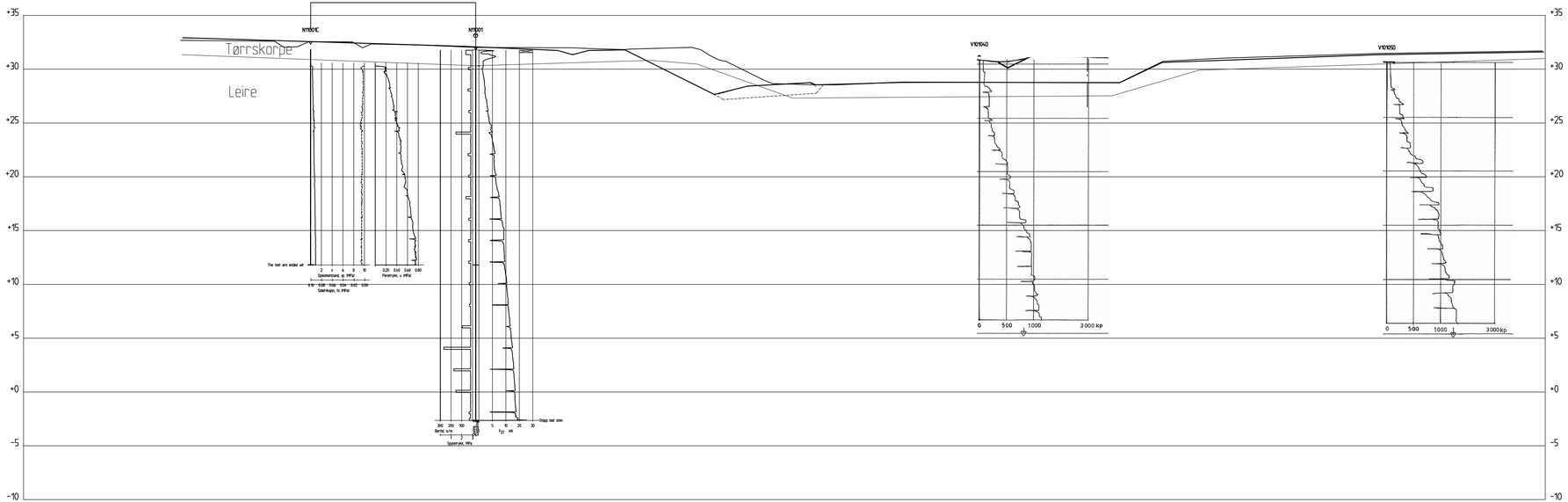
E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

Områdestabilitet Vollselva
Profil Hollan 8 - tverrprofil
Lagdeling

Status
-
Original format
A3 L
Tegnegrg. filnavn
T - V - Profil Hollan-8 Lagdeling.dwg
Målestokk
1500

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
29.05.2020	BKB	VG	AKL
Oppdragsnr	Tegningsnr		Rev.
20180628	380		-



FORKLARINGER:

-

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

Kvithammarkrysset
Stabilitet sørgående avkjøringsrampe
Stabilitet anleggsfase

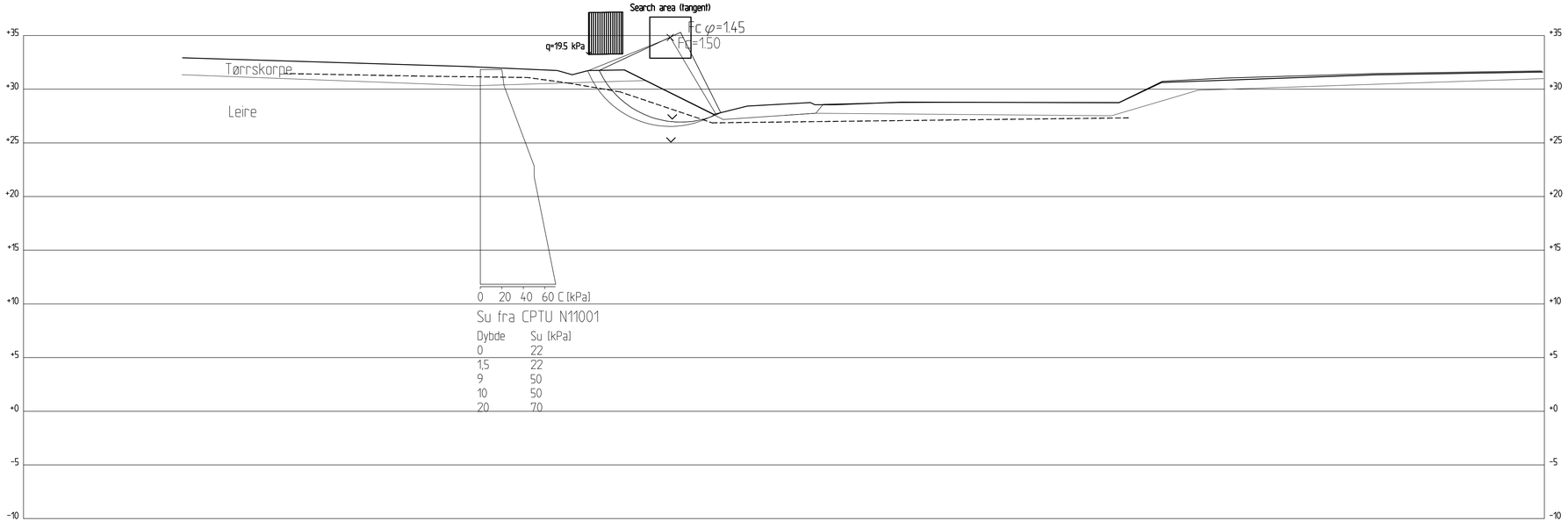
Status: —
Original format: A3.1
Tegningens filnavn: Y_V_Profil Kvithammarkrysset 1 - Lagdeling.dwg
M&Bestokk: 1:250

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
04.05.2020	BKB	VG	AKL

Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
20180628	401	-

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Tørrskorpe	20.00	10.00	30.0	0.0				
Leire	19.00	9.00	28.5	2.7	C-prof	1.00	0.63	0.35



FORKLARINGER:

-

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

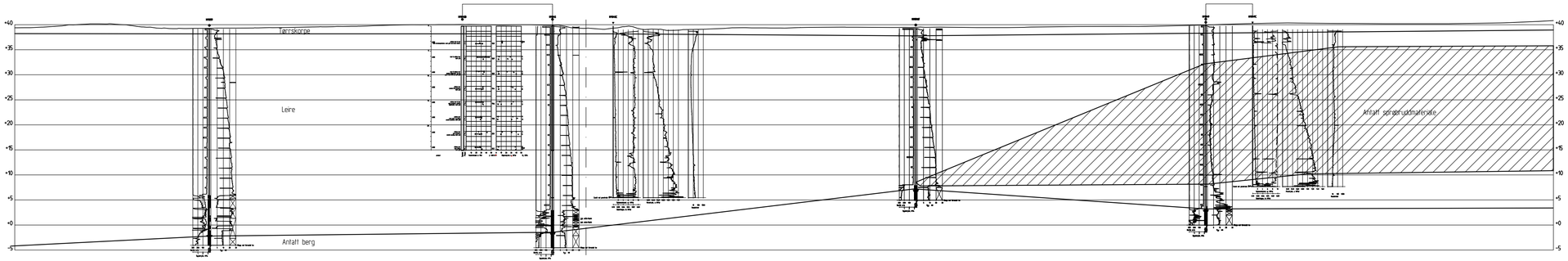
Kvithammarkrysset
Stabilitet sørgående avkjøringsrampe
Stabilitet

Status: —
Original format: A3.1
Tegningens filnavn: T_V_Profil Kvithammarkrysset 1 - Stabilitet.dwg
Målestokk: 1:250

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
04.05.2020	BKB	VG	AKL

Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
20180628	402	-



FORKLARINGER:

-

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

E6 Kvithammar - Åsen
Regueringsplan

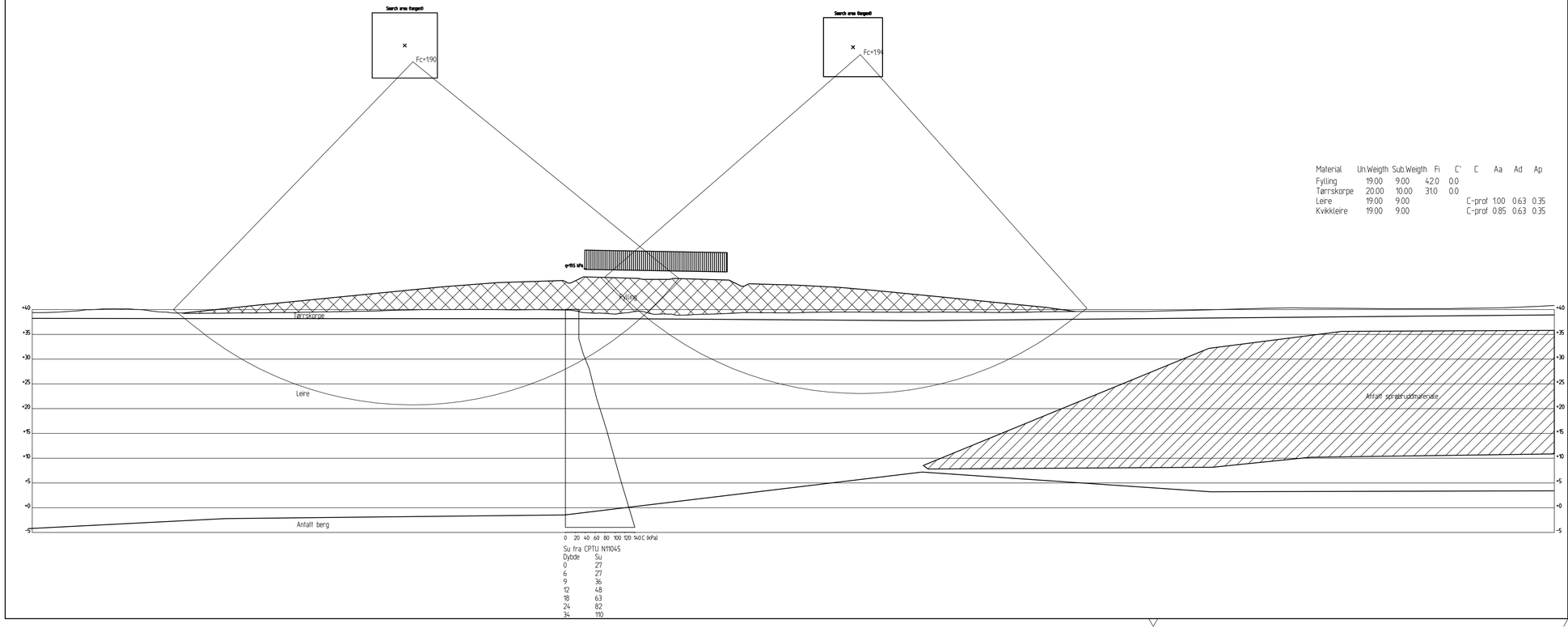
Stabilitet fylling nord for jernbanen
Profil Hollan 9
Lagdeling

Status: —
Original format: A3.1
Tegningens filnavn: T_V_Profil Hollan-9 Lagdeling.dwg
Målestokk: 1500

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
04.05.2020	BKB	VG	AKL

Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
20180628	403	-



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Fylling	19.00	9.00	42.0	0.0				
Tørrskorpe	20.00	10.00	31.0	0.0				
Leire	19.00	9.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Kvikkleire	19.00	9.00			C-prof	0.85	0.63	0.35

Su fra CPTU N11045

Dybde	Su
0	27
6	27
9	36
12	48
18	63
24	82
34	110

FORKLARINGER:

-

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

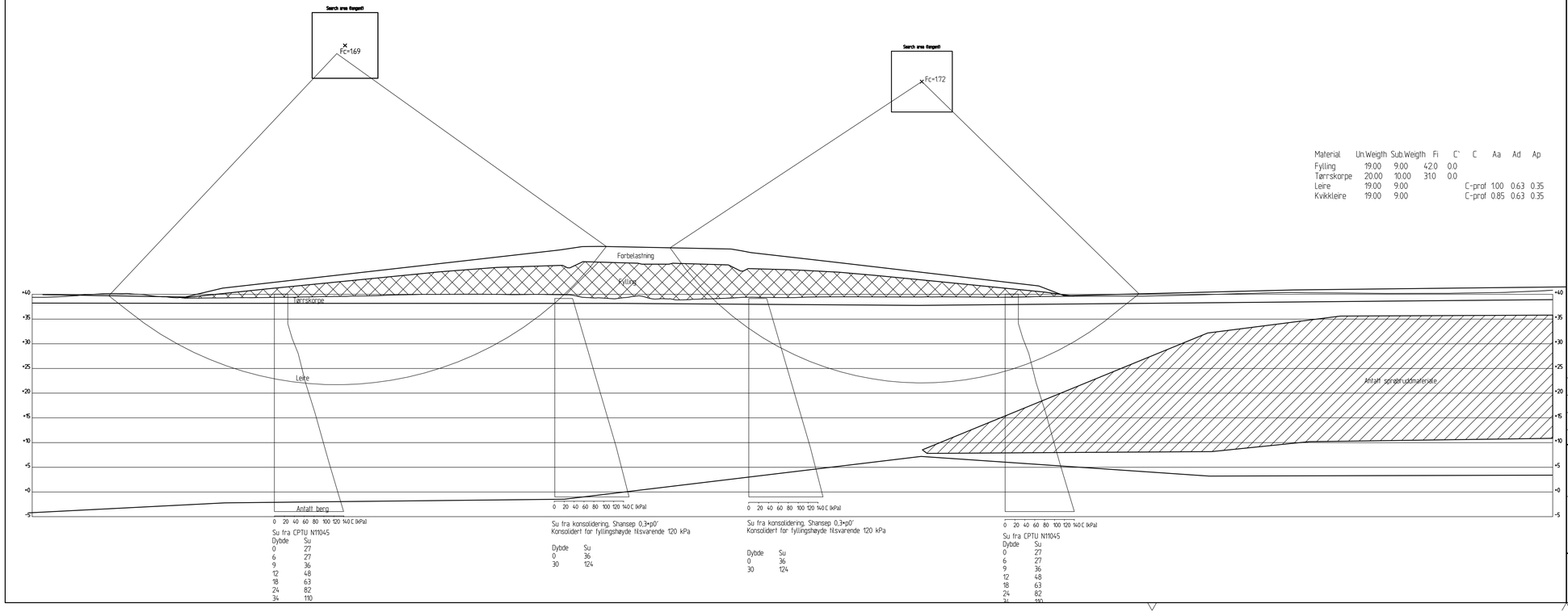
Stabilitet fylling nord for jernbanen
Profil Hollan 9
Stabilitet

Status: —
Original format: A3.1
Tegningens filnavn: T_V_Profil Hollan-9 Stabilitet.dwg
Målestokk: 1500

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
04.05.2020	BKB	VG	AKL

Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
20180628	404	-



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fylling	19.00	9.00	42.0	0.0				
Tørrskorpe	20.00	10.00	31.0	0.0				
Leire	19.00	9.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Kvikkleire	19.00	9.00			C-prof	0.85	0.63	0.35

FORKLARINGER:

-

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

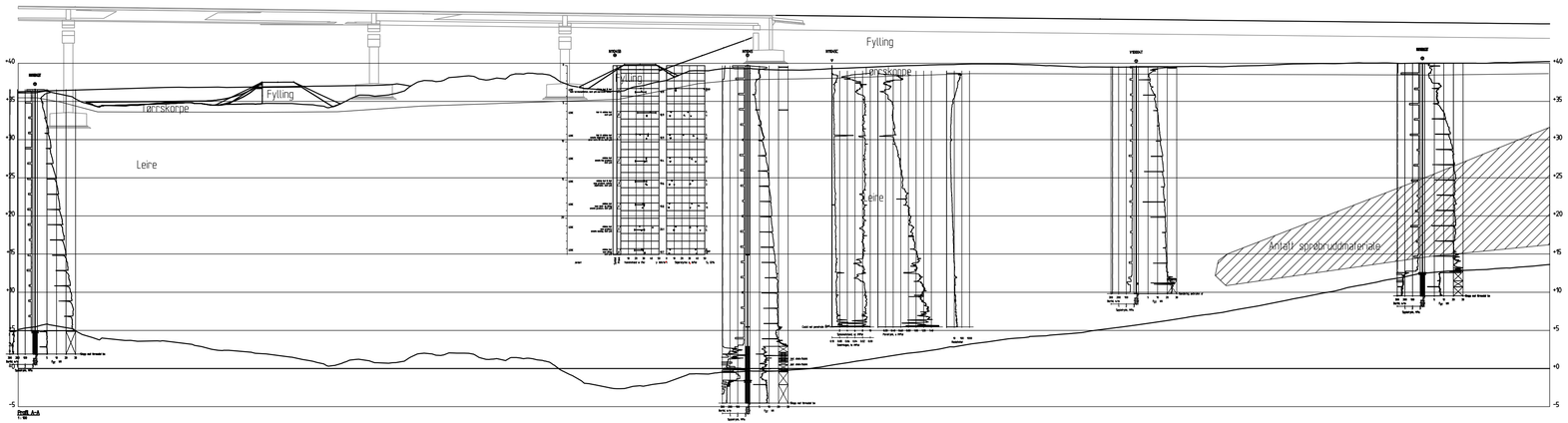
E6 Kvithammar - Åsen
Regueringsplan Stjørdal

Stabilitet fylling nord for jernbanen
Profil Hollan 9
Stabilitet forbelastning, konsolidert 120 kPa

Status: —
Original format: A3.1
Tegningens filnavn: T_V...Profil Hollan-9 Stabilitet forbelastning.dwg
Målestokk: 1500

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
04.05.2020	BKB	VG	AKL
Oppdragsnr.	**Tegningsnr.**		**Rev.**
20180628	405		-



FORKLARINGER:

-

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

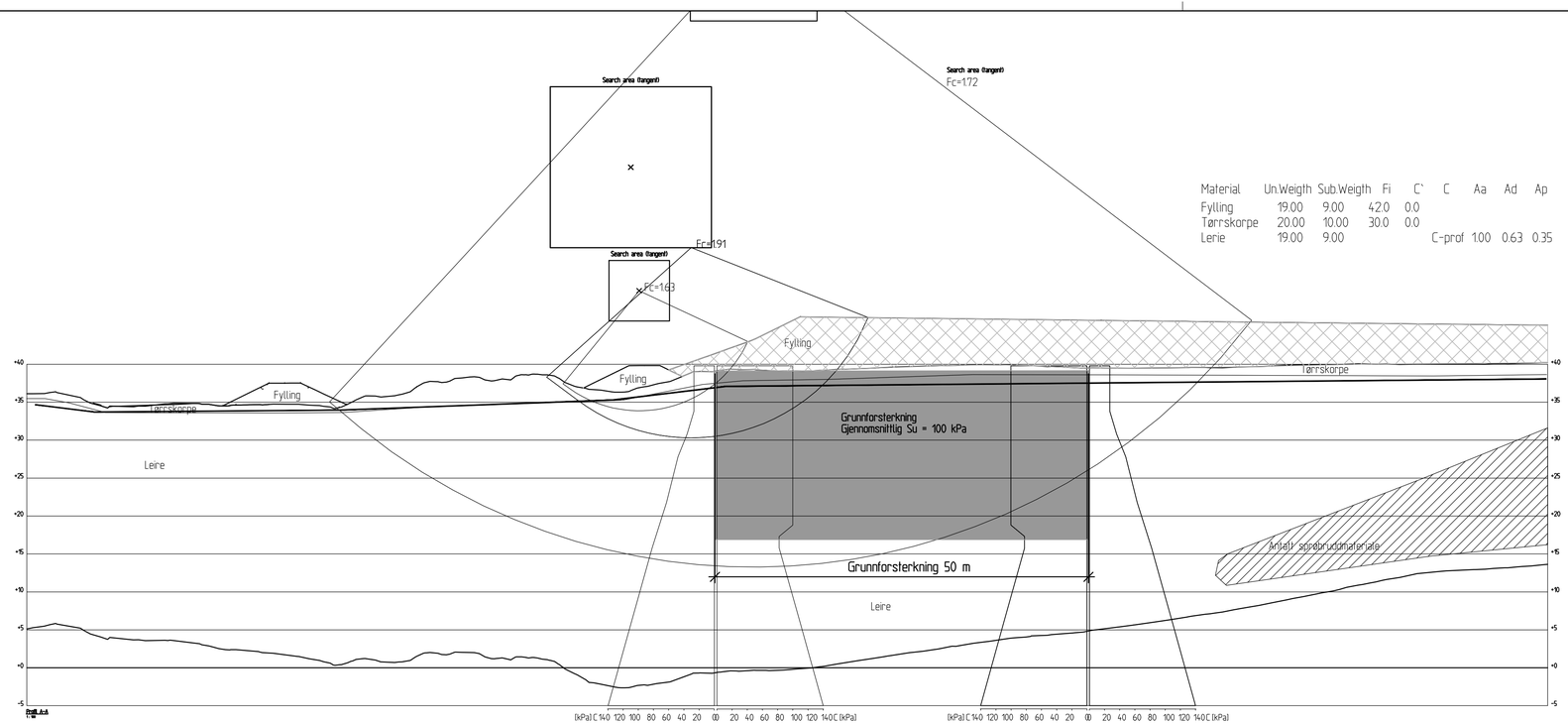
Fylling nord for jernbanen
Lengdesnitt langs E6
Lagdeling

Status: —
Original format: A3.1
Tegningens filnavn: Y_V_Profil - lengdesnitt fylling Hollan Lagdeling.dwg
M&Bestokk: 1400

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
05.05.2020	BKB	VG	AKL

Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
20180628	406	-



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Fylling	19.00	9.00	42.0	0.0				
Tørrskorpe	20.00	10.00	30.0	0.0				
Lerie	19.00	9.00			C-prof	1.00	0.63	0.35

Su fra CPTU 11045

Dybde	Su (kPa)
0	27
6	27
9	36
12	48
18	63
24	82
34	110
44	140

Su fra CPTU 11045
KS øverste 21 m

Dybde	Su (kPa)
0	100
21	100
22,5	80
24	82
34	110
44	140

Su fra CPTU 11045
KS øverste 21 m

Dybde	Su (kPa)
0	100
21	100
22,5	80
24	82
34	110
44	140

Su fra CPTU 11045

Dybde	Su (kPa)
0	27
6	27
9	36
12	48
18	63
24	82
34	110
44	140

FORKLARINGER:

-

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

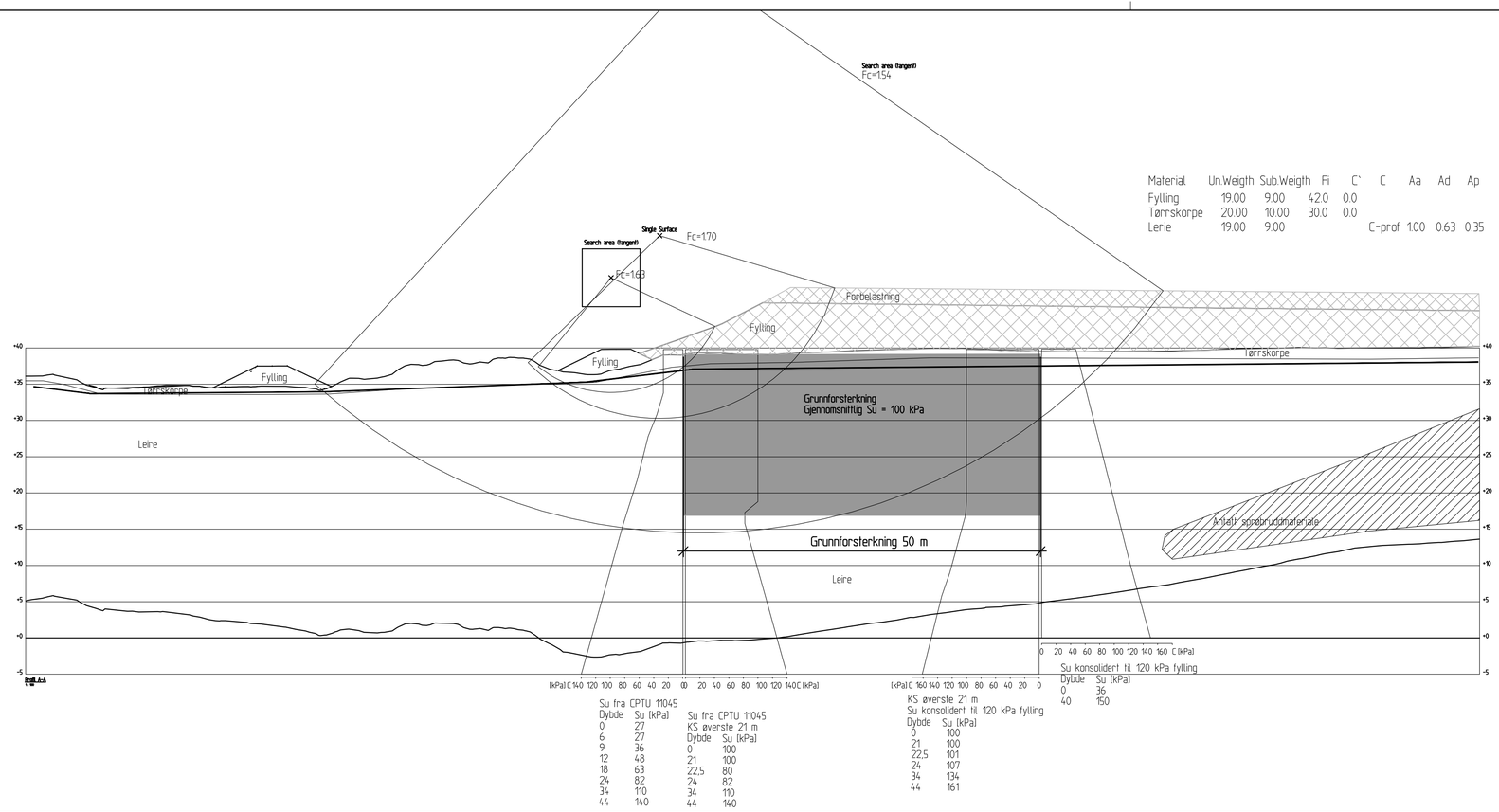
E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

Fylling nord for jernbanen
Lengdesnitt langs E6
Stabilitet med grunnforsterkning

Status: —
Original format: A3.1
Tegningens filnavn: T_V_Profil - lengdesnitt fylling Hellan Stabilitet med KS.dwg
M/Bestokk: 1400

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
05.05.2020	BKB	VG	AKL
Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
20180628	407		-



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Fylling	19.00	9.00	42.0	0.0				
Tørrskorpe	20.00	10.00	30.0	0.0				
Lerie	19.00	9.00			C-prof	1.00	0.63	0.35

Su fra CPTU 11045

Dybde	Su (kPa)
0	27
6	27
9	36
12	48
18	63
24	82
34	110
44	140

Su fra CPTU 11045
KS øverste 21 m

Dybde	Su (kPa)
0	100
21	100
22,5	80
24	82
34	110
44	140

KS øverste 21 m
Su konsolidert til 120 kPa fylling

Dybde	Su (kPa)
0	100
21	100
22,5	101
24	107
34	134
44	161

Su konsolidert til 120 kPa fylling

Dybde	Su (kPa)
0	36
40	150

FORKLARINGER:

-

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

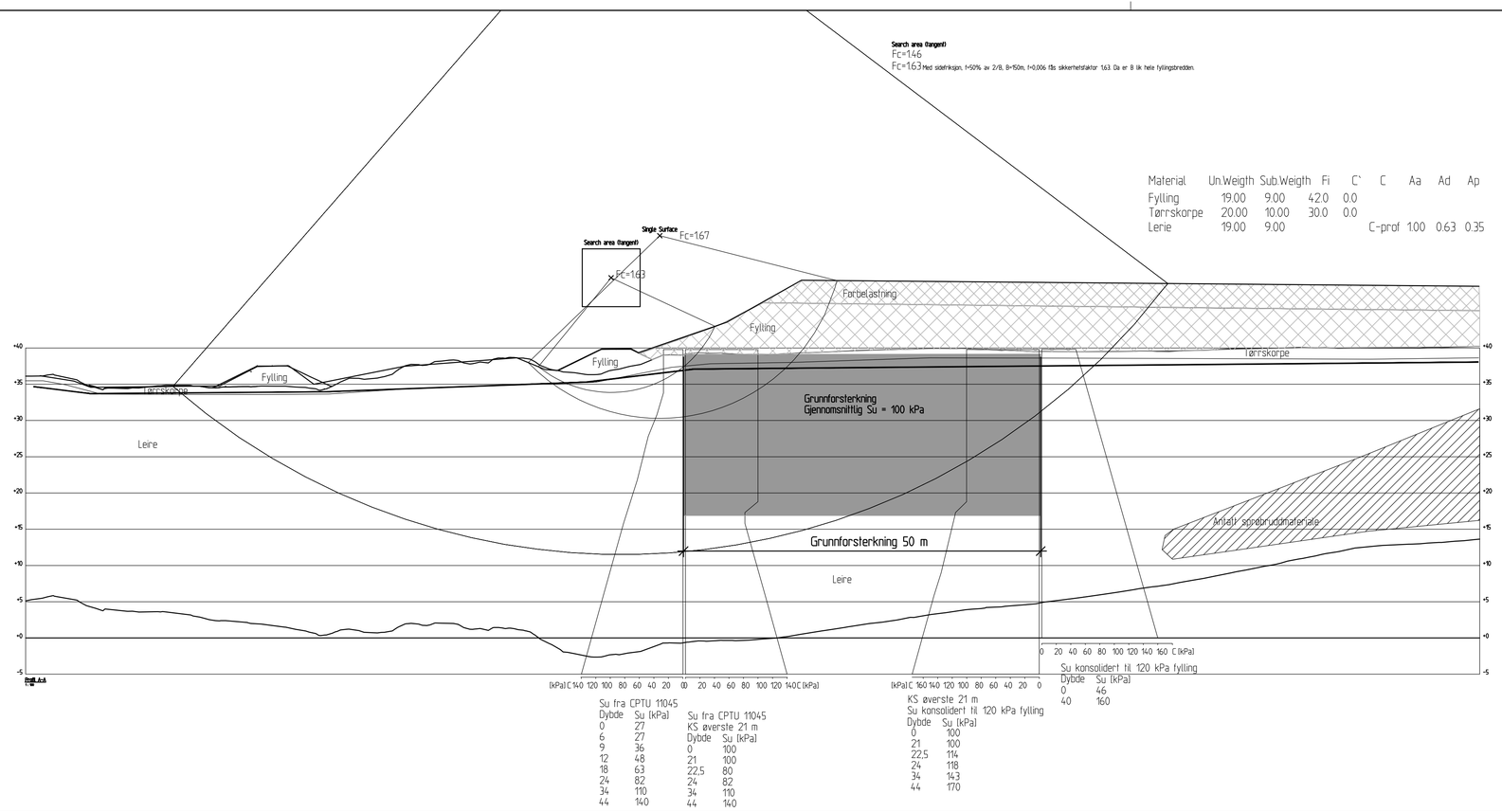
E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

Fylling nord for jernbanen
Lengdesnitt langs E6
Stabilitet 8 m, konsolidert for 6 m fylling

Status: —
Original format: A3.1
Tegningens filnavn: T_V_Profil - lengdesnitt fylling Hellan Stabilitet fylling 8 m.dwg
Målestokk: 1400

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
05.05.2020	BKB	VG	AKL
Oppdragsnr.	**Tegningsnr.**		**Rev.**
20180628	408		-



FORKLARINGER:

-

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

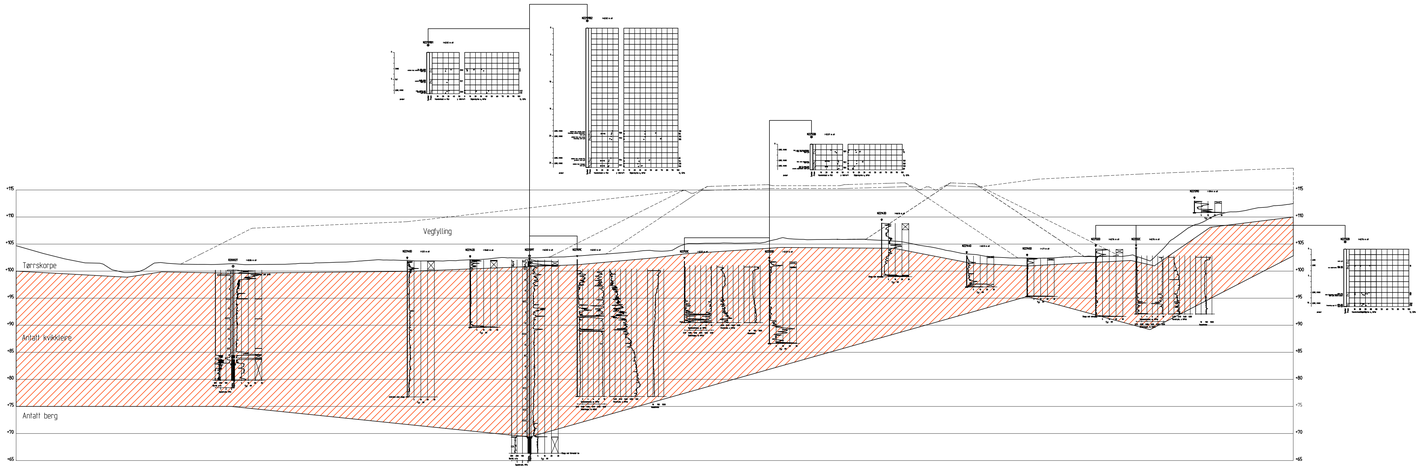
E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

Fylling nord for jernbanen
Lengdesnitt langs E6
Stabilitet 9 m, konsolidert for 8 m fylling

Status: —
Original format: A3.1
Tegningens filnavn: T_V_Profil - lengdesnitt fylling Hellan Stabilitet fylling 9 m.dwg
M&Bestokk: 1400

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
05.05.2020	BKB	VG	AKL
Oppdragsnr. 20180628	Tegningsnr. 409		Rev. -



FORKLARINGER:

-

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

Status	-
Original format	A3 lå
Tegningens filnavn	T_V_Profil Langsteindalen B Lagdeling.dwg
Målestokk	1:400

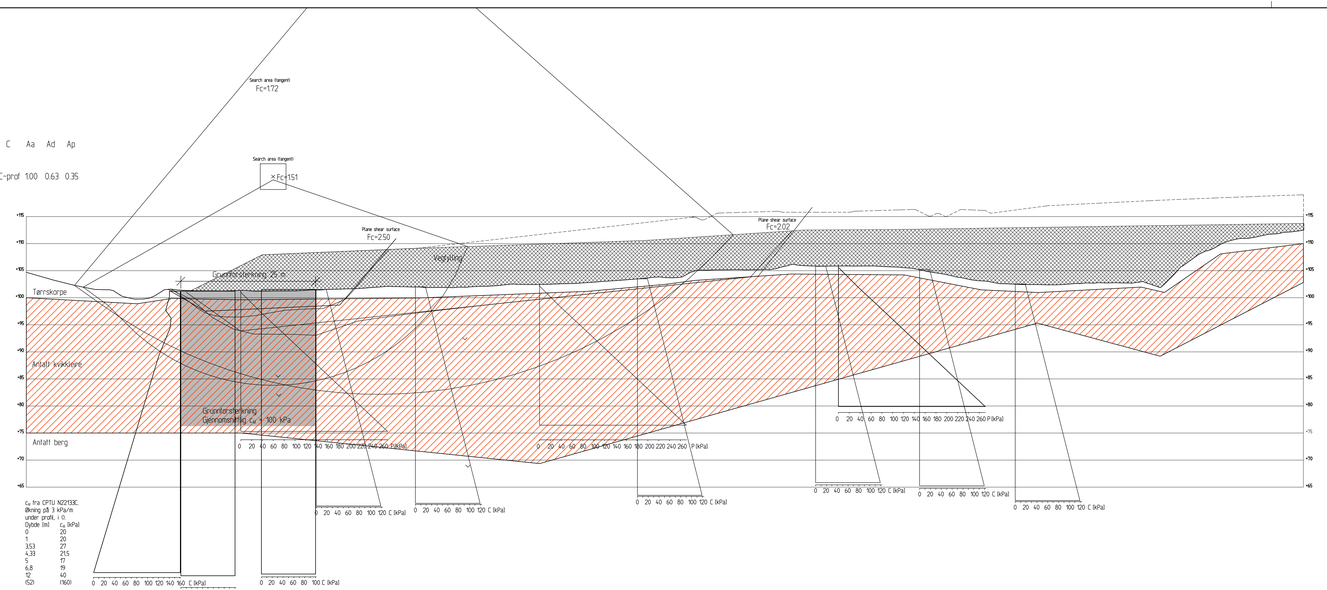
E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

Veglylling Langsteindalen
Profil Langsteindalen B
Lagdeling

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
05.05.2020	AnL	VG	AKL
Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
20180628	410		0

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fylling	19.00	9.00	42.0	0.0				
Tørrskorpe	19.00	9.00	31.0	0.0				
Kvikkleire	19.00	9.00			C-prof	1.00	0.63	0.35



c_u fra CPTU N22913C.
Økning på 3 kPa/m
under profil, i ti

Dybde (m)	c_u (kPa)
0	20
1	20
3.53	27
4.33	215
5	17
6.8	19
10	40
1520	1760

FORKLARINGER:

-

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

Veglylling Langsteindalen
Profil Langsteindalen B
Stabilitet 7 m fyllingshøyde, konsolidert til 3,5 m fylling

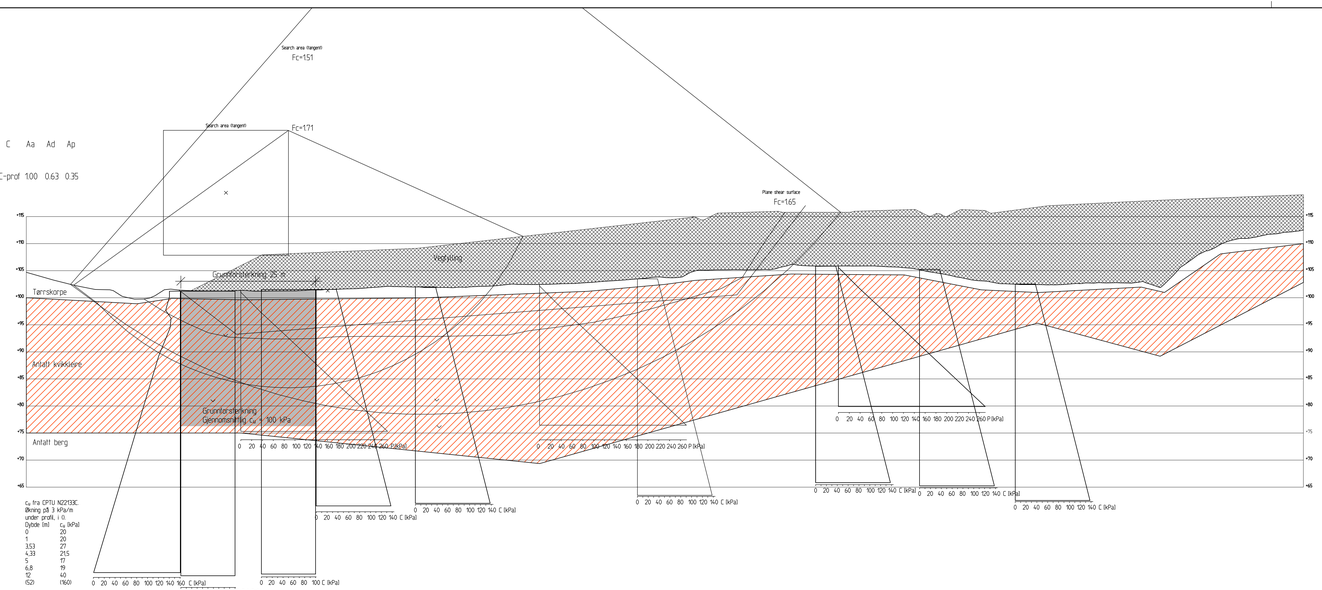
Status: —
Original format: A3 lå
Tegningens filnavn: 1_3_Profil Langsteindalen B_stabilitet 7 m konsolidert 10 3,5 m.dwg
Målestokk: 1:400

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
06.05.2020	AnL	VG	AKL

Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
20180628	411	0

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Fylling	19.00	9.00	42.0	0.0				
Tørrskorpe	19.00	9.00	31.0	0.0				
Kvikkleire	19.00	9.00			C-prof	1.00	0.63	0.35



FORKLARINGER:

-

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

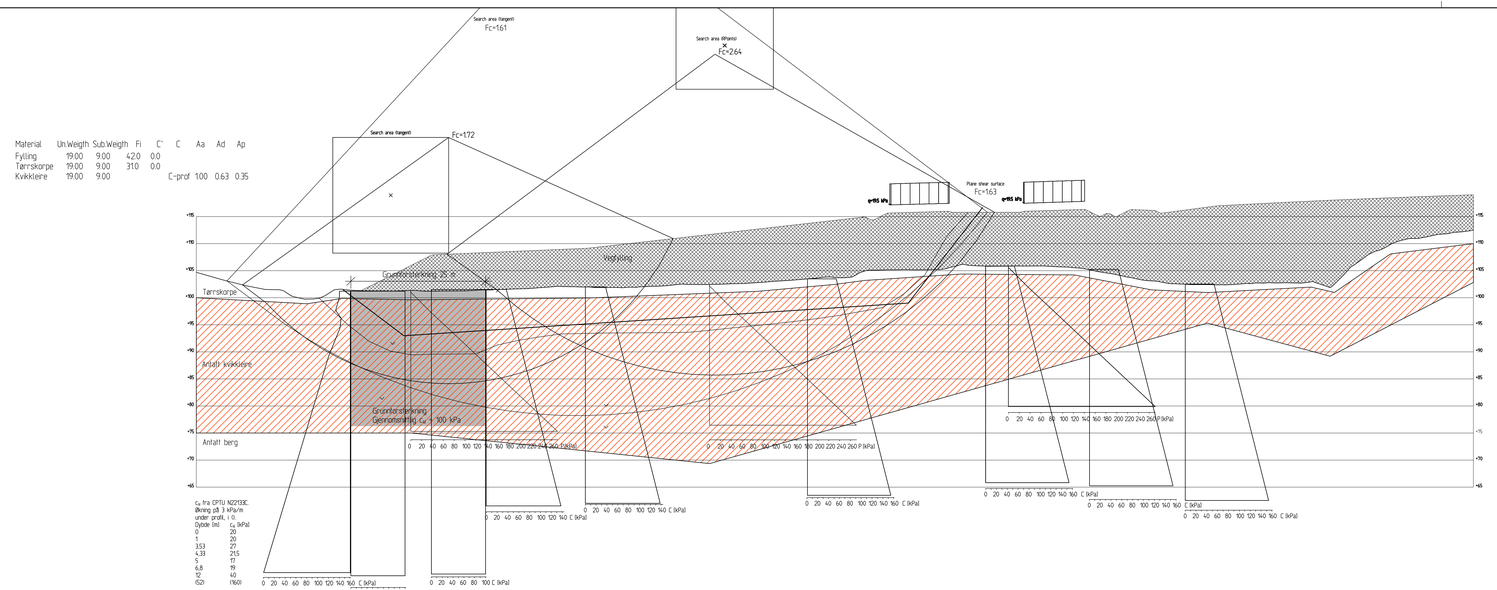
Veglylling Langsteindalen
Profil Langsteindalen B
Stabilitet endelig geometri, konsolidert til 7 m fylling

Status: -
Original format: A3 lå
Tegningens filnavn: C:\...\Profil Langsteindalen B, stabilitet endelig geometri, konsolidert til 7 m.fyllg
Målestokk: 1:400

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
06.05.2020	AnL	VG	AKL

Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
20180628	412	0



FORKLARINGER:

-

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

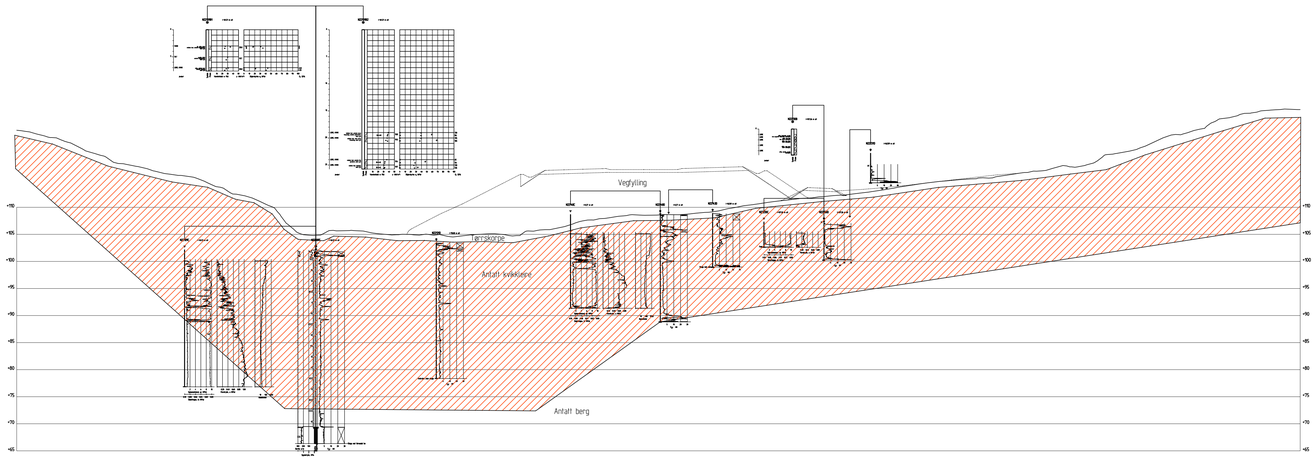
E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

Veglylling Langsteindalen
Profil Langsteindalen B
Stabilitet ferdig situasjon

Status
—
Original format
A3 ß
Tegningens filnavn
1_x_Profil Langsteindalen B_stabilitet ferdig situasjon.dwg
Målestokk
1:400

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
06.05.2020	AnL	VG	AKL
Oppdragsnr	Tegningsnr		Rev.
20180628	413		0



FORKLARINGER:

-

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

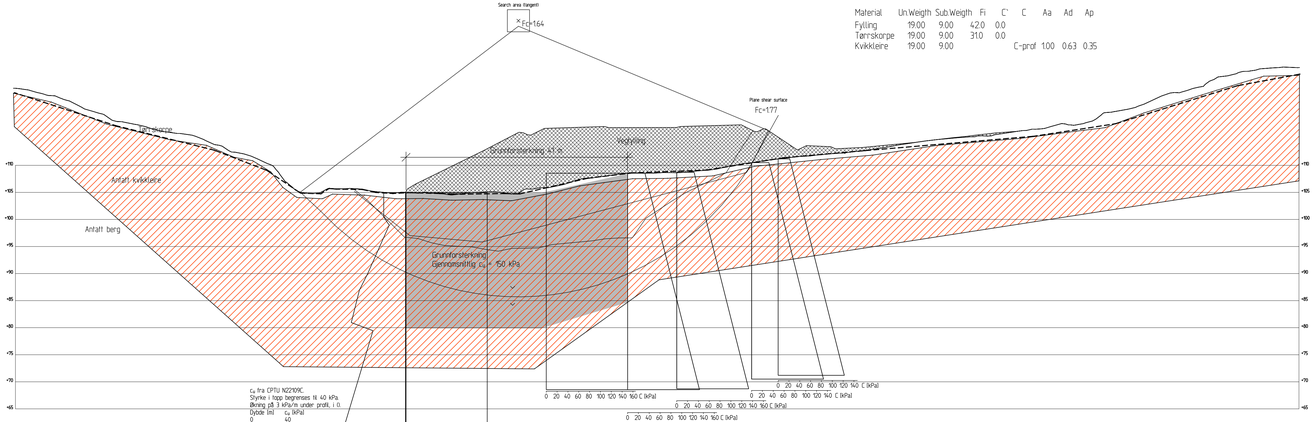
Vegfylling Langsteindalen
Profil Langsteindalen D
Lagdeling

Status: -
Original format: A3 ß
Tegningens filnavn: T_V_Profil Langsteindalen D Lagdeling.dwg
Målestokk: 1:400

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
06.05.2020	AnL	VG	AKL

Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
20180628	414	0



FORKLARINGER:

-

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godk.
-	-	-	-	-	-

E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

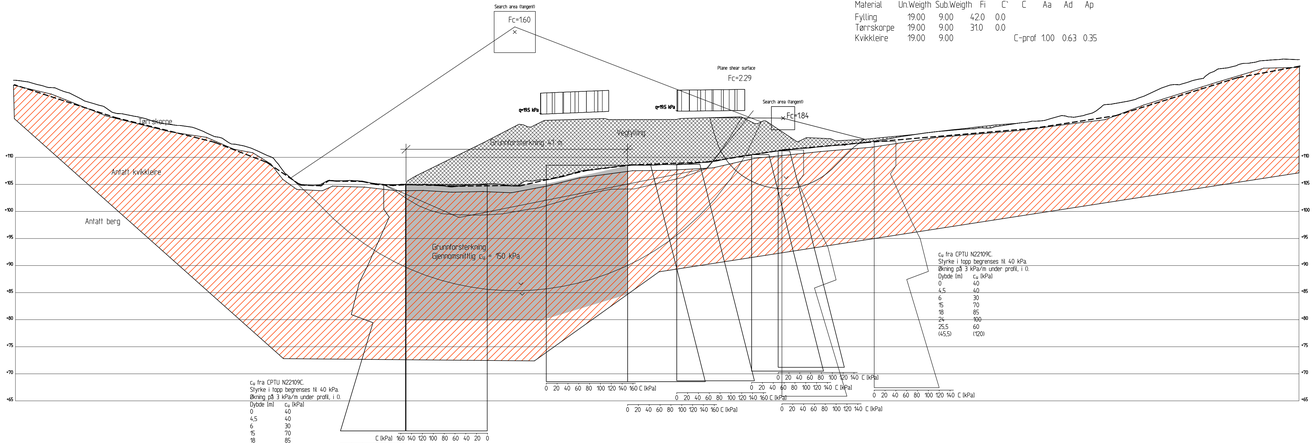
Veglylling Langsteindalen
Profil Langsteindalen D
Stabilitet endelig geometri, konsolidert til 6 m fylling

Status: —
Original format: A3 ß
Tegningens tittelnr.: C_A_PLAN Langsteindalen D_stabilitet endelig geometri_konsolidert 6 m fylling
Målestokk: 1:400

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Kontr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
06.05.2020	AnL	VG	AKL

Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
20180628	415	0



FORKLARINGER:

-

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godk.
-	-	-	-	-	-

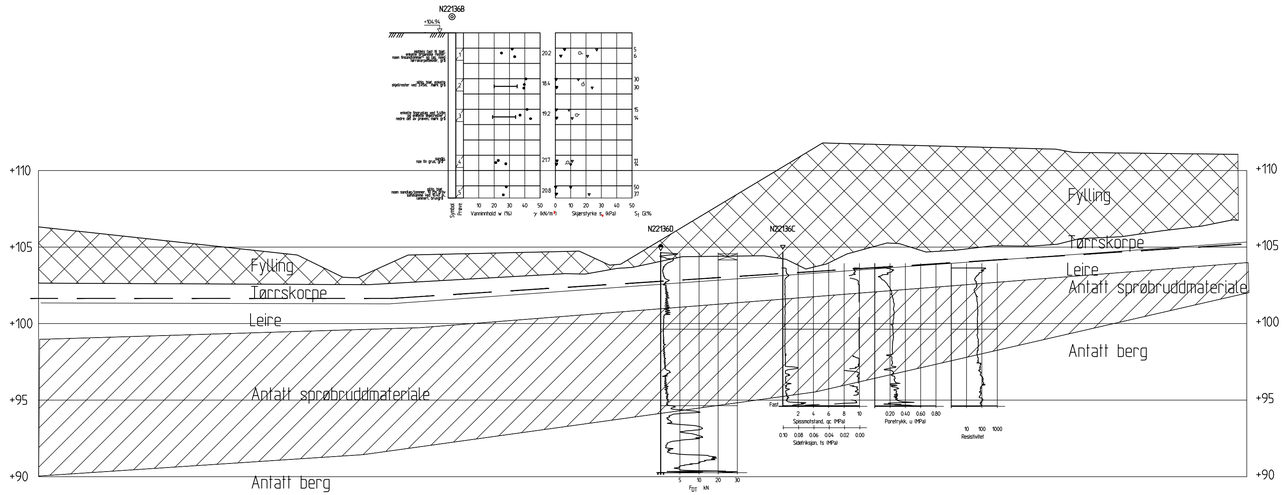
E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

Veglylling Langsteindalen
Profil Langsteindalen D
Stabilitet ferdig situasjon

Status: —
Original format: A3 lå
Tegningens filnavn: 1_x_Profil Langsteindalen D_stabilitet ferdig situasjon.dwg
Målestokk: 1:400

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Kontr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
06.05.2020	AnL	VG	AKL
Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
20180628	416		0



FORKLARINGER:

-

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

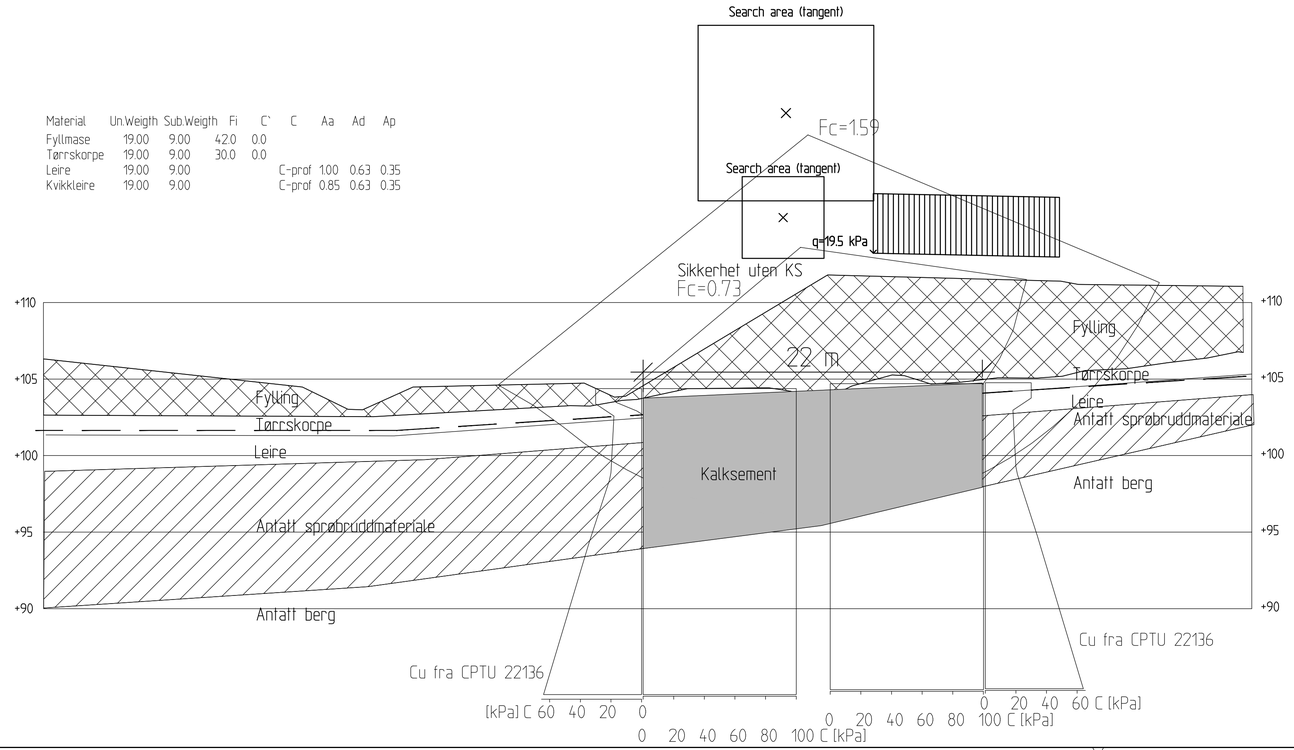
Stabilitet Langsteindalen
Profil E Langsteinelva kulvert
Lagdeling

Status

Original format
A3.1
Tegningens filnavn
T_V_Profil Langstein kulvert E Lagdeling.dwg
Målestokk
1200

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
09.05.2020	BKB	VG	AKL
Oppdragsnr.	**Tegningsnr.**		**Rev.**
20180628	417		-



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C`	C	Aa	Ad	Ap
Fyllmase	19.00	9.00	42.0	0.0				
Tørrskorpe	19.00	9.00	30.0	0.0				
Leire	19.00	9.00			C-prof	1.00	0.63	0.35
Kvikkleire	19.00	9.00			C-prof	0.85	0.63	0.35

FORKLARINGER:

-

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

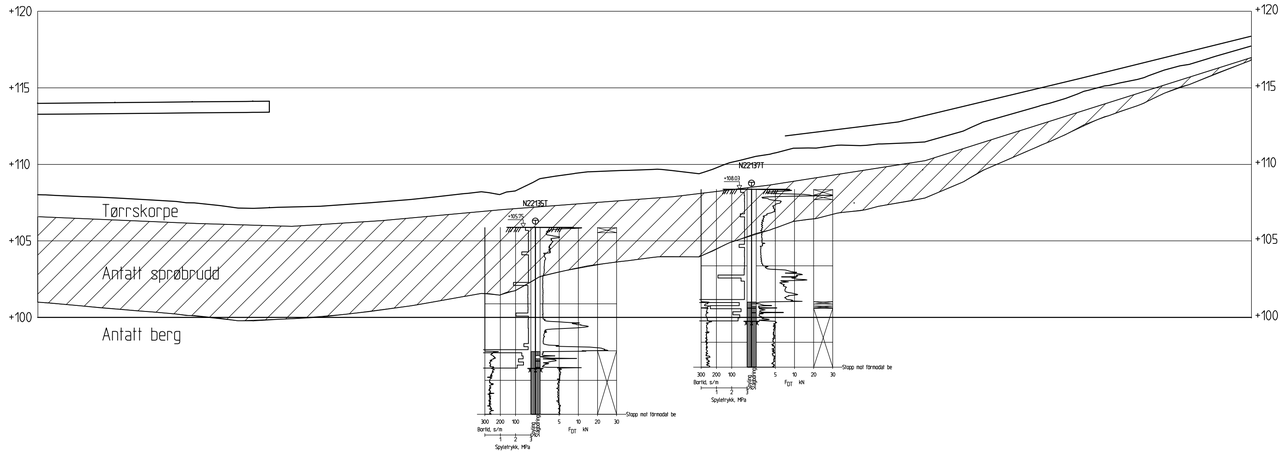
Stabilitet Langsteindalen
Profil E Langsteinelva kulvert
Stabilitet med KS

Status: —
Original format: A3.1
Tegningens filnavn: T_V_Profil Langstein kulvert E Stabilitet KS.dwg
Målestokk: 1:200

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
09.05.2020	BKB	VG	AKL

Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
20180628	418	-



EXPLANATIONS:

-

PROVISIONS:

-

REFERENCES:

-

Rev.	Description	Date	Drawn	Checked	Approved
-	-	-	-	-	-

E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

Stabilitet Langsteindalen
Profil F Langstein kulvert
Lagdeling

Status: —
Original format: A3.1
Drawing filename: -
Scale: 1200

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

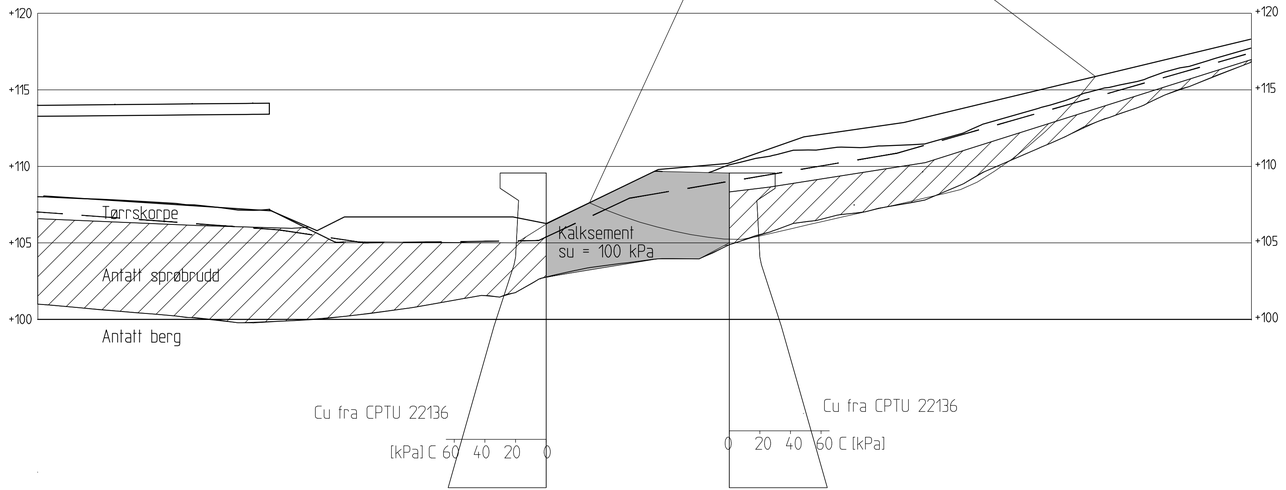
Date	Drawn by	Checked	Approved
11.05.2020	BKB	VG	AKL

Contract no.	Drawing nr.	Rev.
20180628	419	-

Search area (tangent)

Fq=1.72

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fyllmase	19.00	9.00	42.0	0.0				
Tørrskorpe	19.00	9.00	30.0	0.0				
Kvikkleire	19.00	9.00			C-prof	0.85	0.63	0.35



EXPLANATIONS:

-

PROVISIONS:

-

REFERENCES:

-

Rev.	Description	Date	Drawn	Checked	Approved
-	-	-	-	-	-

E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

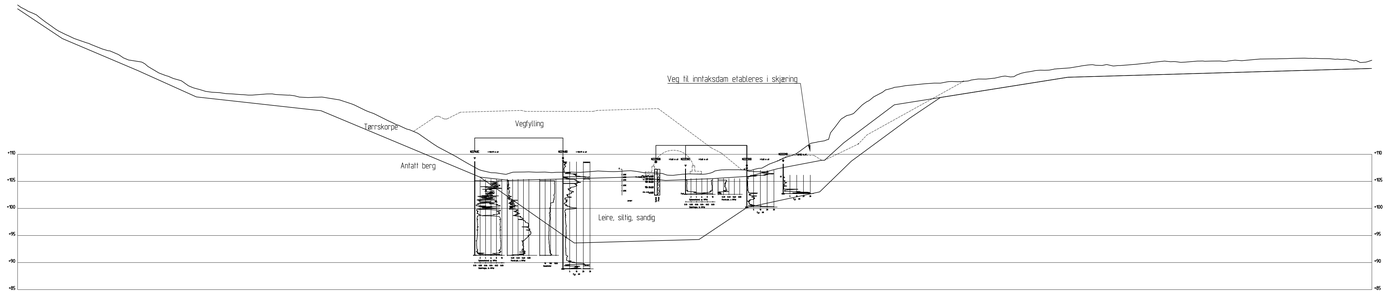
Stabilitet Langsteindalen
Profil F Langstein kulvert
Lagdeling

Status: —
Original format: A3.1
Drawing filename: -
Scale: 1200

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Date	Drawn by	Checked	Approved
11.05.2020	BKB	VG	AKL

Contract no.	Drawing nr.	Rev.
20180628	420	-



FORKLARINGER:

-

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

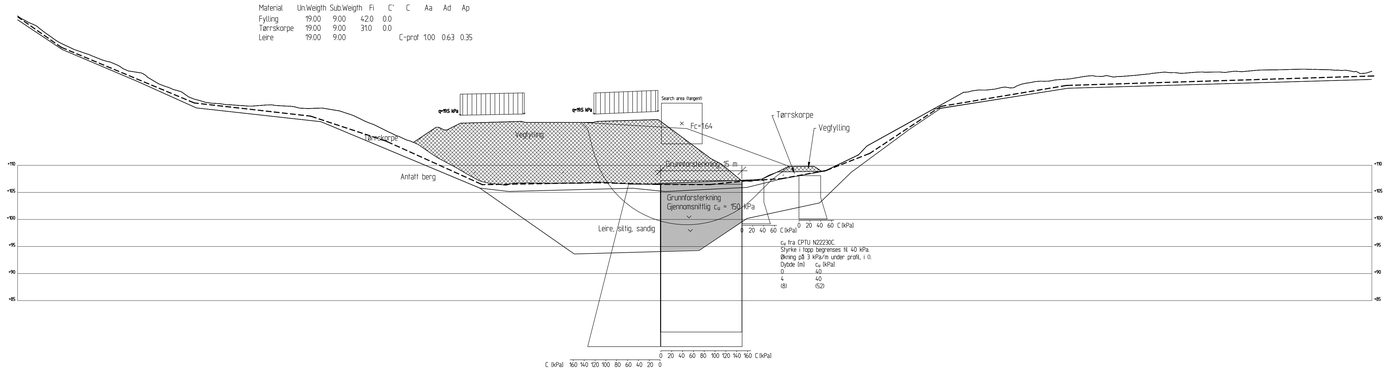
Vegfylling Langsteindalen
Profil Langsteindalen G
Lagdeling

Status: —
Original format: A3 ß
Tegningens filnavn: T_e_Profil Langsteindalen G Lagdeling.dwg
Målestokk: 1:400

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
10.05.2020	AnL	VG	AKL

Oppdragsnr.	Tegningsnr.	Rev.
20180628	421	0



FORKLARINGER:

-

BESTEMMELSER:

-

HENVISNINGER:

-

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
-	-	-	-	-	-

E6 Kvithammar - Åsen
Reguleringsplan Stjørdal

Veglylling Langsteindalen
Profil Langsteindalen G
Stabilitet ferdig situasjon

Kartsys.: —
Original format: A3 ß
Tegningens filnavn: 1_x_Profil Langsteindalen G_stabilitet ferdig situasjon.dwg
Målestokk: 1:400

NGI
Sognsveien 72 - PO Box 3930 Ullevål Stadion
NO-0806 Oslo, Norway
T: (+47) 22 02 30 00 F: (+47) 22 23 04 48
www.ngi.no

Dato	Konstr./Tegnet	Kontrollert	Godkjent
10.05.2020	AnL	VG	AKL
Oppdragsnr.	Tegningsnr.		Rev.
20180628	422		0

Vedlegg A

STYRENDE DOKUMENTER OG
PROSJEKTERINGSFORUTSETNINGER

Innhold

A1 Styrende dokumenter 2
A2 Geotekniske kategorier 2
A3 Konsekvensklasse 3
A4 Prosjekteringskontrollklasse 4
A5 Utførelseskontrollklasse 5
A6 Krav til kontrollform 5
A7 Lokalstabilitet og bæreevne 6
A8 Områdestabilitet 7
A9 Referanser 8

A1 Styrende dokumenter

N200 Vegbygging fra 2018 [1] definerer hvilke Eurokoder og andre regelverk og veiledninger geoteknisk prosjektering skal forholde seg til for å oppnå foreskrevet sikkerhet på veien. Tilsvarende vil N400 Bruprosjektering fra 2015 [2] angi krav for prosjektering av konstruksjoner. Der prosjektet påvirker jernbanen vil Bane NORs tekniske regelverk [3] definere kravene.

A2 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 [4]. Ulike deler av prosjektet kan plasseres i ulik geoteknisk kategori. Tilstøtende områder og konstruksjoner skal også være en del av vurderingen.

Spesielt nevner N200 [1] 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 [4] 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 og kvantitative beregninger i henhold til kap 4.3.1 i [4].

Med bakgrunn i ovenstående plasseres tiltakene som påvirkes av kvikkleireproblematikk i geoteknisk kategori 3.

Områder som belastes ut over grunnens prekonsolidering, regnes som "unormalt belastningsforhold" og plassers i geoteknisk kategori 3.

Konstruksjoner, skjæringer og fyllinger i og på leirgrunn som ikke påvirkes av kvikkleireproblematikk og som ikke belaster grunnen ut over prekonsolideringen, regnes som geoteknisk kategori 2.

Portalkonstruksjoner på steinfylling over berg har minimal risiko for lav stabilitet eller bevegelser i grunnen og plasseres derfor i geoteknisk kategori 1.

A3 Konsekvensklasse

Konsekvensklasse (CC) skal velges etter Eurokode 0 [5]. Se figur 1 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.

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)	
Tårn, 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, taktekking 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 1 Veiledende eksempler for valg av konsekvensklasse [5].

I denne planen styres konsekvens både av konstruksjonstype, tiltakstype og av grunnforholdene.

Veg- og jernbanebruer plasseres i CC/RC3 i tråd med figur 1.

Tiltak som påvirkes av kvikkleireproblematikk kategoriseres i utgangspunktet som "grunn- og fundamenteringsarbeider i kompliserte tilfeller" og skal som hovedregel plasseres i CC/RC3. Unntak fra dette er terrengendringer i skogs- eller landbruksområder. For eksempel heving av Vollselva, eller planering av landbruksarealer. Slike tiltak kan vurderes å plasseres i CC/RC2, basert på en spesiell vurdering av årsak til brudd og konsekvens av brudd for det enkelte tiltaket.

Tunnelportaler vurderes å være i CC/RC2. Dette begrunnes med at det er enkle og oversiktlige grunnforhold i kombinasjon med begrenset konsekvens og høy kostnad.

Øvrig vegbygging på løsmasser, deponier og riggområder havner i CC/RC2, med begrunnelsen at det er "grunn- og fundamenteringsarbeider under normale forhold".

Svært enkle tiltak med liten konsekvens av brudd og enkle og oversiktlige grunnforhold kan plasseres i CC/RC1. Dette gjelder i hovedsak tiltak utenom E6.

A4 Prosjekteringskontrollklasse

I henhold til N200 [1] skal minste prosjekteringskontrollklasse (PKK) bestemmes ut ifra både pålitelighetsklasse og geoteknisk kategori, som vist i figur 2.

Pålitelighetsklasse (RC) / Geoteknisk kategori	1	2	3	4 [1)]
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 2 Valg av prosjekteringskontrollklasse, geoteknikk. [1]

A5 Utførelseskontrollklasse

I henhold til N200 [1] skal minste utførelseskontrollklasse (UKK) bestemmes ut ifra både pålitelighetsklasse og geoteknisk kategori, som vist i figur 3.

Pålitelighetsklasse (RC) / Geoteknisk kategori	1	2	3	4 [1)]
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 3 Valg av utførelseskontrollklasse, geoteknikk. [1]

A6 Krav til kontrollform

Kontroll skal utføres i samsvar med figur 4. Utvidet kontroll i PKK3 skal gjennomføres fra og med reguleringsplan til og med byggefasen. I henhold til N200 og Eurokode 0 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 [1].

Kontroll-klasse	Kontrollform					
	Ved prosjektering			Ved utførelse		
	Egen-kontroll	Intern, system-atisk kontroll (kollegakontroll)	Utvidet kontroll	Egen-kontroll	Intern, system-atisk 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 4 Krav til kontrollform, [1].

A7 Lokalstabilitet og bæreevne

Lokalstabilitet defineres av bruddet som begrenses til det lokale påvirkningsområdet for spenningsendringen som har oppstått i skråningen [6].

Vegdirektoratets N200 [1] og N400 [2] stiller krav til partialfaktor for lokalstabilitet og bæreevne som konsekvens av bruddmekanisme og konsekvensklasse, angitt i figur 5.

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 5 Krav til partialfaktor for lokalstabilitet og bæreevne. [1]

Bane NORs tekniske regelverk [3] sier at jernbanebruer skal prosjekteres etter Eurokode 0 [7] og eurokode 7 [8]. Og har, som Vegdirektoratet bestemt sitt eget sett med krav til partialfaktorer / sikkerhetsnivå, se figur 6, disse er for øvrig like som Vegdirektoratets krav.

Tabell 1: Partialfaktor γ_M ved stabilitets- og bæreevneberegninger med ADP-metoden

Analysetype	Konsekvensklasse	Bruddmekanisme		
		Seigt	Nøytralt	Sprøtt
Totalspenningsanalyse, ADP-metoden	CC1 Mindre alvorlig	1,40	1,40	1,40
	CC2 Alvorlig	1,40	1,40	1,50
	CC3 Meget alvorlig	1,40	1,50	1,60

Tabell 2: Partialfaktor γ_M ved stabilitets- og bæreevneberegninger med effektivspenningsmetoden

Analysetype	Konsekvensklasse	Bruddmekanisme		
		Seigt	Nøytralt	Sprøtt
Effektivspenningsanalyse, aφ-metoden	CC1 Mindre alvorlig	1,25	1,30	1,40
	CC2 Alvorlig	1,30	1,40	1,50
	CC3 Meget alvorlig	1,40	1,50	1,60

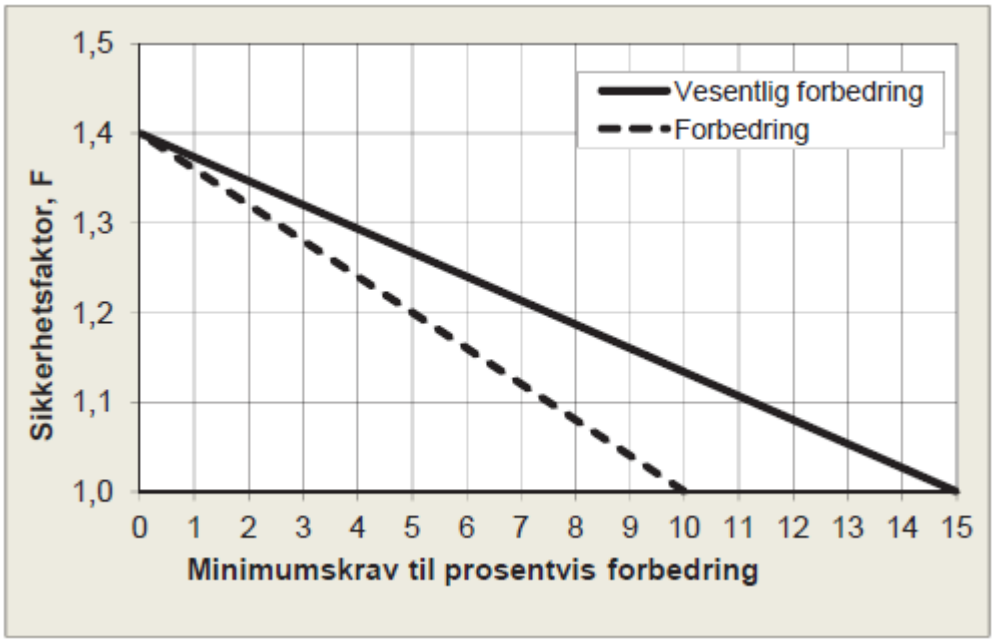
Figur 6 Partialfaktorer for materialegenskap ved fundamentering av jernbanebruer.

A8 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 [6]. Denne baserer seg på en inndeling i tiltakskategorier K0-K4.

NVE 7/2014 [6] definerer 5 tiltakskategorier basert på tiltakets påvirkning av områdestabiliteten og av konsekvensene ved skred. For utbygging av ny E6 velges tiltakskategori K4 fordi tiltaket medfører større personopphold og har en viktig samfunnsfunksjon. K4 er strengeste tiltakskategori. For tiltak i kategori K4 stilles det krav om stabilitetsanalyser som dokumenterer tilfredsstillende områdestabilitet.

Samtlige aktuelle faresoner for denne reguleringsplanen har middels faregrad før utbygging. For middels faregrad kreves enten Sikkerhetsfaktor for områdestabilitet F > 1,4 eller "forbedring" slik NVE definerer det, gjengitt i figur 7.



Figur 7 Krav til prosentvis forbedring ved topografiske endringer eller bruk av lette masser. [6]

A9 Referanser

[1] Statens vegvesen, *N200 Vegbygging*, 2018.

[2] Statens Vegvesen, «N400 Bruprosjektering,» 2015.

[3] Bane NOR, «Teknisk regelverk,» Bane NOR, 05 02 2020. [Internett]. Available: https://trv.banenor.no/wiki/Forside. [Funnet 02 05 2020].

[4] Standard Norge, *NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016 Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmenne regler*, 2016.

[5] Standard Norge, *NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner*, 2016.

[6] NVE, *Sikkerhet mot kvikkleireskred*, 2014.

[7] Standard Norge, Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner, 1990:2002+A1:2005+NA:2016.

[8] Standard Norge, NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016 Geoteknisk prosjektering, Del 1: Allmenne regler, 2016.

Vedlegg B

OMRÅDESTABILITET

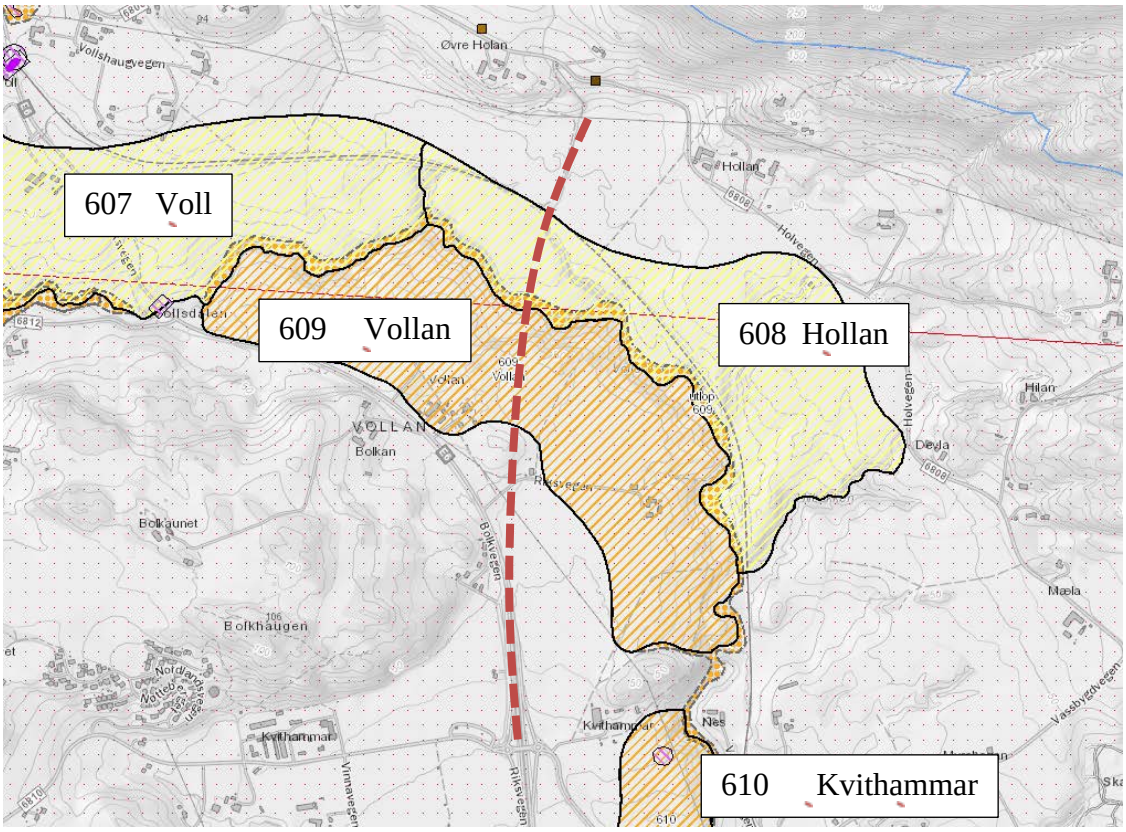
Utført av (egenkontroll):	Bjørn Kristian Bache	Dato:	2020-05-03
Kontrollert av (sidemannskontroll):	Vidar Gjelsvik	Dato:	2020-05-14
Godkjent av prosjektleder:	Alf Kristian Lund	Dato:	2020-05-15

Innhold

B1 Aktuelle soner **2**
B2 Grunnlag **3**
B3 Topografi og grunnforhold **4**
B4 Soneavgrensning og klassifisering **6**
B4.1 Begrensning av løsneområde 6
B4.2 Soneavgrensning 6
B4.3 Faregrad, skadekonsekvens og risikoklasse 7
B5 Sikkerhetskrav for planlagte tiltak **8**
B6 Grunnlag for stabilitetsvurderinger **9**
B6.1 Aktuelle beregningsprofiler 9
B6.2 Tolkning av lagdeling 10
B6.3 Grunnvannstand og poretrykk 10
B6.4 Tolkning av parametere 10
B7 Stabilitetsvurderinger **11**
B7.1 Stabilitet i dagens situasjon 11
B7.2 Stabilitet etter tiltak 11
B8 Avgrensning av utløpsområde **12**
B9 Sammendrag **14**
B10 Tabeller med faregrad og skadekonsekvens **15**
B10.1 Faregrad 15
B11 Skadekonsekvens **17**
B12 Referanser **19**

B1 Aktuelle soner

Planlagt veglinje svinger nordover fra dagens E6 ved Kvithammar og går gjennom kvikkleiresone 609 Vollan med middels faregrad og 608 Hollan med lav faregrad, se figur 1. Veglinjen er dermed underlagt krav gitt i NVE veileder 7/2014 for sikkerhet mot kvikkleireskred [1]. Kvikkleiresonene er nokså store og supplerende undersøkelser viser at det er grunnlag for å revidere utstrekningen av disse sonene.



Figur 1 Oversikt over kvikkleiresoner i nærheten av planlagt E6 i Stjørdal.

Sone 607 Voll ligger oppstrøms E6. Dersom utløpslengden fra denne sonen er tilstrekkelig lang vil det kunne berøre E6. Utløp fra soner lenger oppstrøms enn sone 607 Voll er ikke vurdert. Årsaken til dette er at maksimal utløpslengde etter NIFS-rapport 14/2016 [2] er 3*Løsnelengden. Maksimal løsnelengde er etter NVE veileder 7/2014 [1] 15*skråningshøyden. Skråningshøyden for soner ovenfor sone 607 Voll har en skråningshøyde på opptil 25 meter. Dette gir en potensiell løsnelengde på 25*15 = 375 m og en potensiell utløpslengde på 3*375 = 1 125 m. Målt langs utløpsvegen, som vil være ravine for Vollselva, er avstanden til nærmeste sone oppstrøms sone 607 Voll ca. 1,5 km. Utløp fra disse sonene vil derfor etter disse kriteriene ikke berøre ny E6.

Sone 610 Kvithammar ligger ved siden av ny veglinje, men såpass langt unna at et skred ikke vil ha innvirkning på E6.

B2 Grunnlag

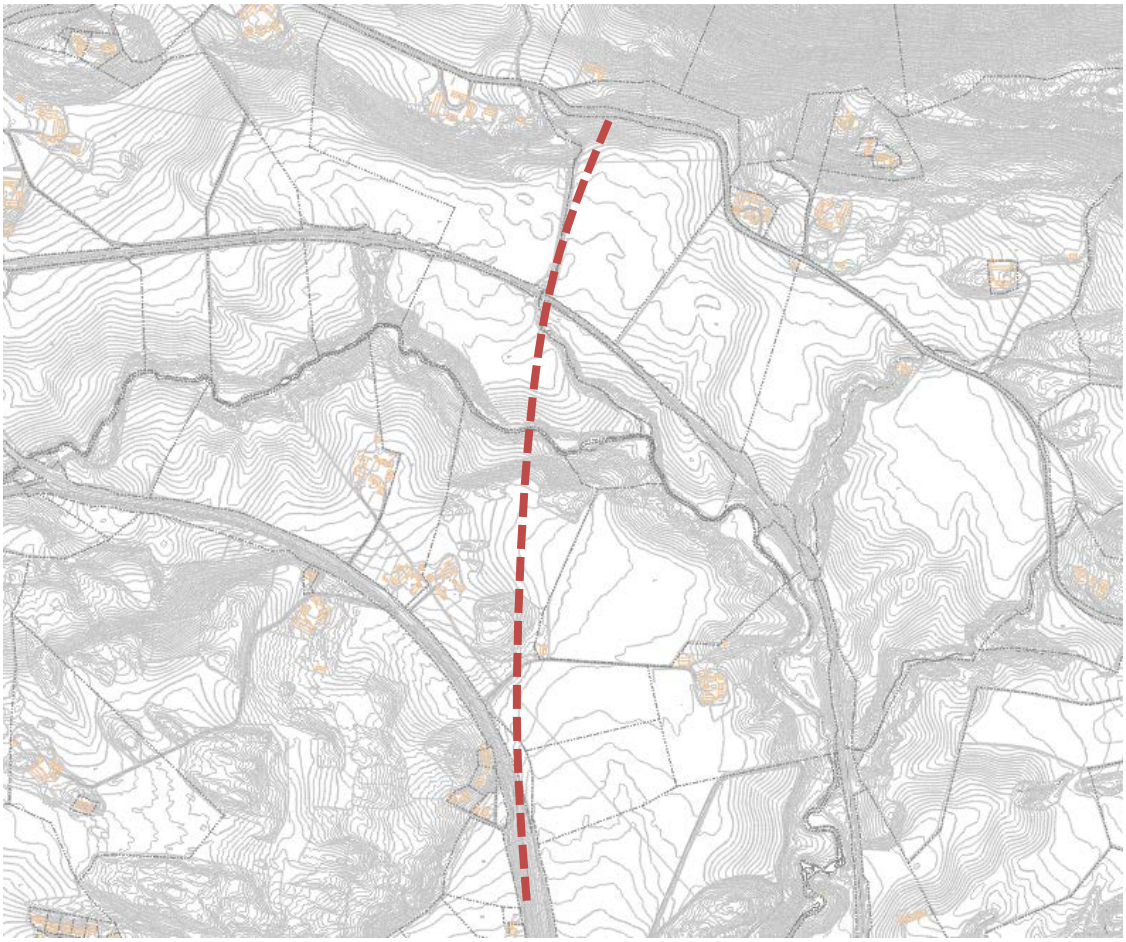
Det er utført grunnundersøkelser i flere runder i området. Disse er vist i følgende rapporter:

- Geo Vest-Haugland, 2011043-1E6 Kvithammar – Skatval, GS-veg, Supplerende grunnundersøkelser – Datarapport [3]
- Grunnteknikk AS, 110867r1 E6 Kvithammar – Åsen KDP. Datarapport profil 0 – 23000. Geoteknisk datarapport [4]
- Multiconsult rapport 10200526-RIG-RAP-001, kvikkleiresoneutredning "light" Trøndelag, utlysningsområde 2 – Stjørdal. Datarapport – Geotekniske undersøkelser. [5]
- NGI, 82033-2 Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred. Kartblad Stjørdal, Boreresultater [6]
- NGI rapport 20160026-03-R Detaljprosjektering Stjørdal – Steinkjer, Datarapport grunnundersøkelser [7]
- NGI rapport 20180628-06-R_R1-GEOT-02 Datarapport grunnundersøkelser Holvegen og E6 Stjørdal [8]
- Norconsult, 5120221-3 E6 Kvithammar – Skatval, GS-veg, Supplerende grunnundersøkelser – Datarapport [9]
- Norconsult, PTF-01-A-00045 rev. 01A, Nordlandsbanen, Stjørdal – Åsen, Tiltaksplan, KU og reguleringsplan, Geoteknisk datarapport [10]
- Statens vegvesen, Vd1363A Geoteknikk, E6 Kvithammar – Åsen, datarapport [11]
- Statens vegvesen, Vd886A X E6/Fv 37, Skatval, Grunnundersøkelser for omlegging [12]
- Statens vegvesen, Vd1371A Fv.39 Vollsdalen – Skatval, Grunnundersøkelser [13]
- Statens vegvesen, Vd1181A E6 HP 05 ved Vold, Passeringslomme og avkjørsel [14]
- Statens vegvesen, Vd1196A E6 Vollsdalen, Passeringslomme [15]
- Statens vegvesen, Ud450Qr03 E6 Værnes – Kvithammar, Grunnundersøkelser og geoteknisk vurderingsrapport [16]
- Statens vegvesen, Vd855Cr01 E6 Tangen – Kvithammar, Grunnundersøkelser for hovedplan [17]

Alle aktuelle undersøkelser er sammenstilt i datarapport for prosjektet, 20180628-06-R_R-GEOT-02 [8].

B3 Topografi og grunnforhold

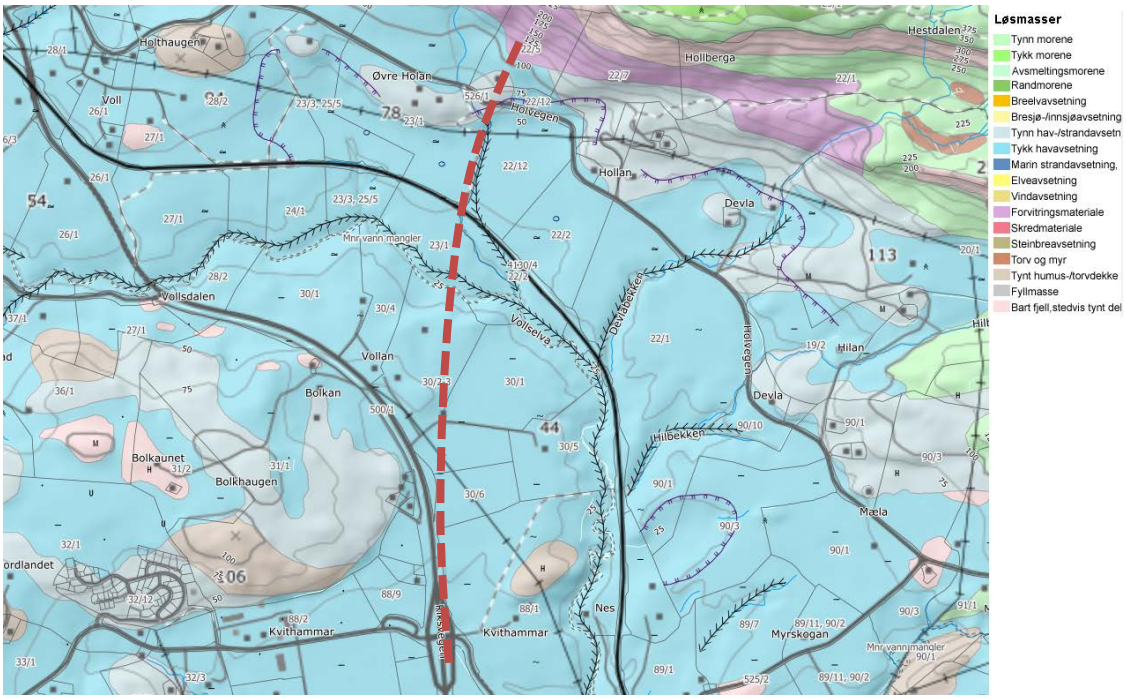
Topografien i det aktuelle området består i hovedsak av nokså slakt hellende terreng av antatt sjøbunn fra ca. kt. +40 til +50. Gjennom dette platået har Vollselva og flere sidebekker gravd ut dype raviner i terrenget. Dybdene på disse ravinene er opptil 25 meter. Terrenget heller generelt svakt mot disse ravinene. Nord i området skråner terrenget bratt oppover mot Forbordsfjellet, mens det i sørvest kommer en bergrygg inn i området. Mot sørøst slaker terrenget ut mot Stjørdal. Figur 2 viser en oversikt over området.



Figur 2 Oversikt over topografien i området. Vollselva renner fra vest mot sørøst i bildet. Omtrentlig plassering av veglinja er markert med rød stiplet linje.

Kvartærgeologisk kart over området, se figur 3, viser at grunnen i hovedsak består av tykk hav- og fjordavsetning. Dette stemmer overens med grunnundersøkelsene som er utført. Disse viser at grunnen i området generelt består av et øvre lag av tørrskorpeleire med tykkelse 1-2 meter, over leire til stort dyp. Leira er generelt lite overkonsolidert, middels fast til fast, og er stedvis kvikk eller av sprøbruddkarakter. Forekomstene av sprøbruddmateriale er dels usammenhengende og finnes på ulike dybder og i ulik ut-

strekning. Tolkning av lagdeling i området tyder på at det er flere adskilte forekomster av sprøbruddmateriale i området.



Figur 3 Kvartærgeologisk kart over området. Omtrentlig plassering av veglinja er vist med rød stiplet linje.

Poretrykksforholdene i området varierer noe, men i hovedsak drenerer grunnvannet ut mot ravinene. Dette gir seg utslag i at poretrykket langt unna ravinene er tilnærmet hydrostatisk, mens det på toppen av ravinen vil være en poretrykksøkning med dybden som er mindre enn hydrostatisk. I bunn av ravinene er det som regel overhydrostatisk poretrykk. Alt dette følger naturlig av strømningen i grunnen, noe som er dokumentert med flere poretrykksmålere i området, vist i geoteknisk tolkningsrapport [18]. Grunnvannsstanden ligger generelt nokså grunt, ca. 1 – 2 meter under terreng.

B4 Soneavgrensning og klassifisering

B4.1 Begrensning av løsneområde

Det er utført en tolkning av samtlige grunnundersøkelser i området for å kartlegge utbredelse av kvikkleire og sprøbruddmateriale. Denne tolkningen er vist som en oversikt på tegning 020 og mer detaljert på tegning 021 til 024. Tolkede borpunkter er merket med rød skravur for kvikkleire/sprøbruddmateriale, gul skravur for usikker tolkning og tynne lag av sprøbruddmateriale, og grønn skravur for borpunkter uten sprøbruddmateriale.

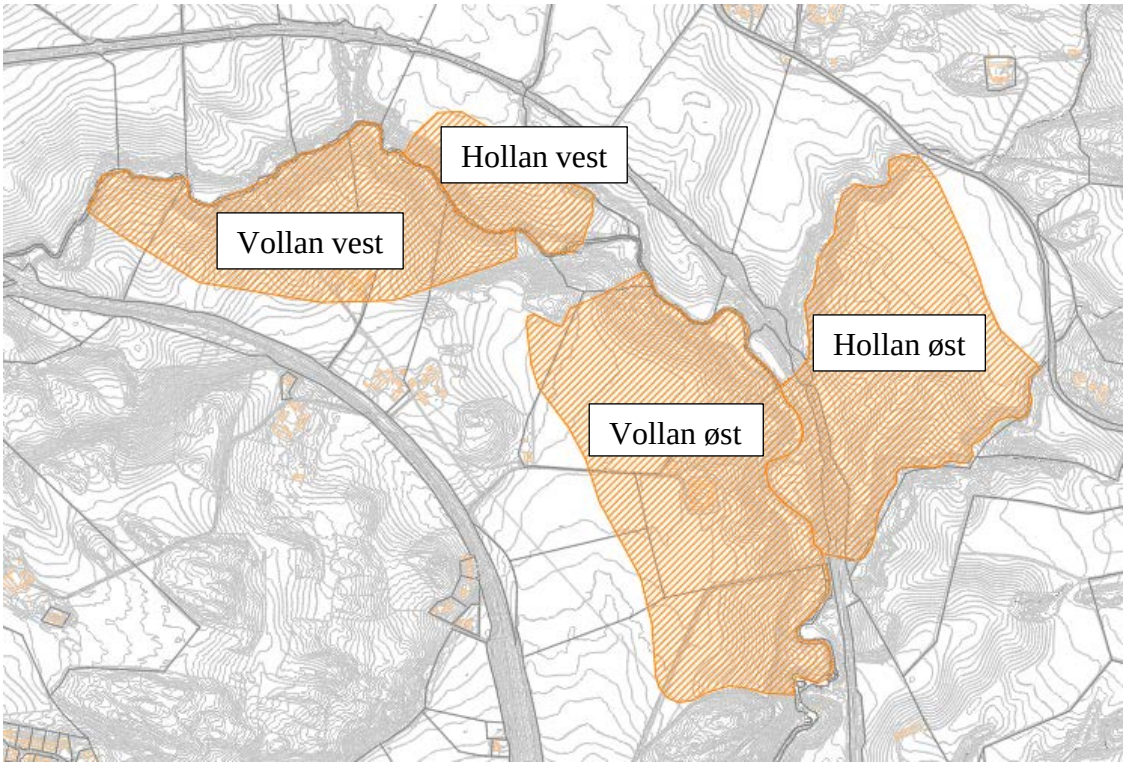
Det er også tegnet opp profiler og tolket lagdeling for sone 607 Voll, 608 Hollan og 609 Vollan for å kartlegge lengde på løsneområder. Disse er vist på tegning 1X0 (Vollan), 2X0 (Voll) og 3X0 (Hollan), der X markerer løpenummer for profilnummerering. Plassering av profilene i planet er vist på oversiktstegning 020 og mer detaljert på tegning 021 til 024. Løsnelengdene resulterer i løsneområde som vist på tegningene.

Løsnelengdene er bestemt ved å legge en linje på 1:15 gjennom sprøbruddmateriale fra en dybde på ca. 0,25*H under skråningsfoten. Dersom sprøbruddmaterialet heller brattere enn 1:15 er også 1:15-linja lagt brattere for ikke å skjære ut under sprøbruddmaterialet. Der 1:15-linja skjærer ut av sprøbruddmaterialet i overkant er linjen fortsatt med helning 1:3 opp til terreng. Dette er som vist i figur 1 i NIFS-rapport 14/2016 [2], men er ikke helt i tråd med den empiriske metoden for vurdering av utløp slik det er beskrevet. Dette er en forenkling for å kunne vurdere løsnelengde uten å måtte gjøre en beregning først for å ha en kritisk glideflate å ta utgangspunkt i. Metoden som er benyttet vurderes å være i tråd med intensjonen i veilederen, og gir etter NGIs syn en realistisk og tilstrekkelig konservativ vurdering av løsnelengden.

B4.2 Soneavgrensning

Basert på bestemmelse av sprøbruddmateriale og løsneområder er det kommet frem til at eksisterende sone 608 Hollan og 609 Vollan kan deles i mindre soner, som vist på figur 4.

I sone 608 Hollan er det et større område midt i sonen der det kun er funnet leire som ikke har sprøbruddegenskaper eller der beliggenhet av sprøbruddmateriale er slik at den ikke utgjør noen risiko for et løsneområde. Sonen deles i en vestre del, Hollan vest, og en østre del, Hollan Øst. Utstrekningen av sone Hollan vest er basert på bestemmelse av lagdeling og løsnelengder, som vist på tegning 330 til 380. For Hollan øst er grunnlaget nokså tynt, så her er løsnelengden basert på en maksimumslengde på 15*skråningshøyden.



Figur 4 Oversikt over nye soneavgrensninger

I sone 609 Vollan er det en bergrygg som kommer inn fra sørvest og går gjennom sonen. Denne deler sonen i to, Vollan vest og Vollan øst. Løsneområdet i Vollan vest er basert på bestemmelse av lagdeling og løsnelengder som vist på tegning 130 til 170. Løsneområdet i Vollan øst er basert på lagdeling og løsnelengder som vist på tegning 110 – 120 i nordre del, mens den i søndre del er uendret fra eksisterende sone.

B4.3 Faregrad, skadekonsekvens og risikoklasse

Det er utført en evaluering av faregrad, skadekonsekvens og risikoklasse for de fire nye sonene. Evalueringen er utført for tilstanden før tiltak, slik NVE beskriver det i [1]. Vurderingen er vist til slutt i vedlegget og er oppsummert i tabell 1 under.

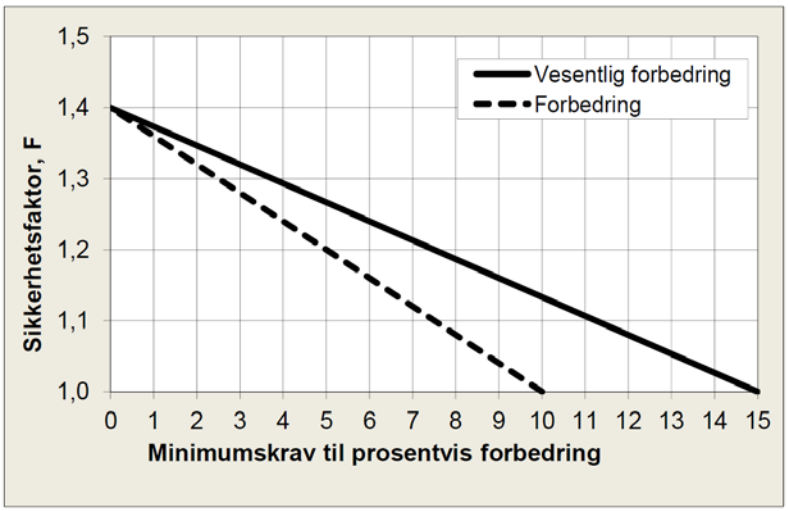
Tabell 1 Oppsummering av faregrad, skadekonsekvens og risikoklasse for de nye kvikkleire-sonene.

Sone	Faregrad	Skadekonsekvens	Risikoklasse
Hollan vest	22	4	88
	Middels	Mindre alvorlig	Risikoklasse 1
Hollan øst	19	10	190
	Middels	Alvorlig	Risikoklasse 2
Vollan vest	23	8	184
	Middels	Alvorlig	Risikoklasse 2
Vollan øst	23	9	207
	Middels	Alvorlig	Risikoklasse 2

B5 Sikkerhetskrav for planlagte tiltak

Tiltaket med ny veglinje faller inn under tiltakskategori K4. Krav til sikkerhet for soner med lav og middels faregrad er dermed:

a) Sikkerhetsfaktor for områdeskred F > 1,4, *eller*
b) Forbedring hvis F < 1,4, se figur 5



Figur 5 Prinsipp for krav til prosentvis forbedring av sikkerhet.

B6 Grunnlag for stabilitetsvurderinger

B6.1 Aktuelle beregningsprofiler

Det er tegnet opp en rekke snitt for tolking av lagdeling og bestemmelse av løsnelengder. Disse er vist på tegning 020. Følgende profiler velges for beregninger:

- Sone Vollan øst – profil Vollan 2
  Profilet er aktuelt fordi løsneområdet ligger nært inntil E6 og fordi foten av en planlagt landbruksfylling blir liggende innenfor sonen. Profilet beregnes for å kontrollere stabiliteten av landbruksfyllingen og for å kontrollere at fyllingen for veglinjen har tilstrekkelig sikkerhet om hele løsneområdet raser ut. Det gjøres ikke beregninger av skråningen mot elva i dette profilet. Dette vurderes ikke som nødvendig ettersom det tas høyde for at løsneområdet kan rase ut.

- Sone Vollan vest – profil Vollan 3
  Profilet er aktuelt fordi det ligger inntil de kommende brufundamentene for Vollselvbruene, og gir et inntrykk av sikkerheten for skråningene her.

- Sone Vollan vest – profil Vollan 4
  Profilet er aktuelt fordi det er profilet med størst høydeforskjell mot Vollselva og således kan være dimensjonerende for bekkehevingen.

- Sone Hollan vest – profil Hollan 5
  Profilet er aktuelt fordi det ligger inntil kommende brufundamenter for Vollselvbruene og gir et inntrykk av sikkerheten for skråningene her. Profilet har høyere skråningshøyde enn profil Hollan 4 og Hollan 3 og velges som representativt for disse.

- Sone Hollan vest – profil Hollan 6
  Profilet er aktuelt fordi det er profilet med størst høydeforskjell og brattest skråninger mot elva i løsneområdet og kan derfor være dimensjonerende for bekkehevingen. Hollan 7 er tilnærmet identisk med Hollan 6, med mindre sprøbruddmateriale.

Profil Vollan 5, 6 og 7 i vestre del av sone Vollan vest beregnes ikke. Dette er fordi vurderingen av utløpsområdet (se kapitel 8) er slik at utløp fra skred i denne delen av sonen ikke vil ha betydning for brua og E6. Se for øvrig kapittel B8.

Det gjøres ikke beregninger av profilene i sone 607 Voll. Disse profilene er tegnet opp kun for å vurdere løsne- og utløpslengder.

B6.2 Tolkning av lagdeling

Tolket lagdeling er vist på tegning 1X0 for sonene Vollan vest og øst, og tegning 3X0 for sonene Hollan vest og øst. X henviser til løpenummer for profilnummerering.

B6.3 Grunnvannstand og poretrykk

I beregningene er grunnvannsstanden modellert som et grunnvannsspeil med hydrostatisk økning av poretrykket med dybden. Dette er en forenkling som gjør at poretrykket overestimeres i topp av skråning og underestimeres i foten av skråningen. Dette har liten/ingen betydning, ettersom kritiske glideflater er udrenerte. Ved tolking av CPTU-sonderinger og spesifisering av treaks og ødometerforsøk er riktig poretrykk lagt til grunn, slik at udrenerte styrkeparametere blir riktige.

B6.4 Tolkning av parametere

Tolkning av parametere er utført i en egen rapport, 20180628-12-R_R1-GEOT-08 [18]. De viktigste beregningsparameterne er oppsummert i tabell 2.

Tabell 2 Beregningsparametere for stabilitetsberegninger ved beregning av områdestabilitet

	Tyngdetetthet [kN/m^3]	**Friksjonsvinkel [^{o}]**	**Attraksjon [kPa]**
Tørrskorpe	20	30	0
Leire	19	30	0
Kvikkleire	19	30	0
Fylling	19	42	0

Udrenert skjærfasthet er basert på utførte treaksialforsøk og tolking av CPTU-sonderinger som vist i [18]. I beregningene er det skrevet på hvilken CPTU som er lagt til grunn, samt en tabell med verdier for dybde og skjærfasthet slik at dette er sporbart. I flere av beregningene er skjærfasthetsprofilet forlenget med dybden med en økning i skjærfasthet på 3 kPa/m. Dette har liten betydning for beregnede resultater og er gjort for å bedre interpolasjonen mellom su-profiler og å hindre skjærflater å søke under su-profilene.

Ved beregninger brukes et anisotropiforhold på 1,0/0,63/0,35 for aktiv, direkte og passiv skjærfasthet. Dette er i tråd med NVEs anbefalinger for leire med lav plastisitet [19]. For sprøbruddmateriale reduseres skjærfastheten med 15% fordi CPTU-korrelasjonene som benyttes er korrelert mot høykvalitets blokkprøver. I praksis gjøres dette ved å redusere ADP-forholdet til 0,85/0,63/0,35.

Ved beregning av profil Hollan 6 ble sikkerheten av kritisk glideflate beregnet til 0,94 (ikke vist på tegning). I dette profilet ble skjærfastheten korrigert ved å øke ADP-forholdet med 1/0,94. Dette gir et ADP-forhold på 1,06/0,67/0,37 for leire og

0,9/0,67/0,37 for sprøbruddmateriale. Ved bruk av dette ADP-forholdet ble beregnet sikkerhet 1,00, som vurderes å være riktig nivå å ta utgangspunkt i ved dimensjonering av bekkeheving. Dette profilet ligger i yttersving i en ravine og det forventes derfor å finne sikkerhet i nærheten av 1,0. Etter vår oppfatning dokumenterer dette resultatet at grunnens fasthetsegenskaper er valgt slik de skal, som en forsiktig vektet middelverdi. Samtidig indikerer det at det kan være en liten margin å hente på å ta opp prøver med bedre prøvekvalitet.

B7 Stabilitetsvurderinger

B7.1 Stabilitet i dagens situasjon

Beregninger viser at sikkerheten i dagens situasjon er under kravet på 1,4. Det må derfor gjøres tiltak for å sikre sonene. Dette gjøres ved å heve bekken og å etablere motfyllinger. Et slikt tiltak tjener flere formål, både bedring av stabiliteten, reduksjon av masseoverskudd i prosjektet, og at motfyllingen kan formes til å fungere som anleggsveg i prosjektet. Beregninger av stabilitet før tiltak er vist på tegning 131, 141, 351 og 361.

B7.2 Stabilitet etter tiltak

Beregninger viser at tilstrekkelig økning av sikkerhet kan oppnås ved å heve Vollselva og å etablere motfyllinger. Nivået Vollselva kan heves til er begrenset av høyden på en kulvert under E6 lenger oppstrøms elva. I prosjektet er det derfor gjort en foreløpig prosjektering av elvehevingen og motfyllinger. Denne er lagt inn i beregningsprofilene for å kontrollere at prosjektert elveheving og motfyllinger gir tilstrekkelig sikkerhet. Beregninger av stabilitet etter tiltak er vist på tegning 132, 142, 352 og 362. Beregnet sikkerhet av utvalgte glideflater før og etter tiltak, samt krav til forbedring er vist i tabell 3.

Beregninger av landskapsfyllingen som etableres innenfor løsneområdet for Vollan øst viser at fyllingen lokalt har sikkerhet >1,4. Sikkerhet for denne er dermed tilfredsstilt. For veglinjen som ligger like bak løsneområdet viser beregninger at vegen har tilstrekkelig sikkerhet selv om hele løsneområdet raser ut. Det er noe usikkert om det kan være sprøbruddmateriale videre inn under fyllingen for E6. Om dette skulle være tilfelle viser stabilitetsberegningene at forholdene ikke ligger til rette for retrogressiv utvikling i bakre del av løsneområdet, ettersom løsmassemektigheten her er liten og beregnet sikkerhet relativ høy. En utglidning vil dermed stoppe lenge før den når bak til E6. Disse beregningene er vist på tegning 121 og 122. Resultatene av disse beregningene er ikke tatt med i tabell 3.

Tabell 3 Oppsummering av beregnet sikkerhet før og etter tiltak for utvalgte glideflater.

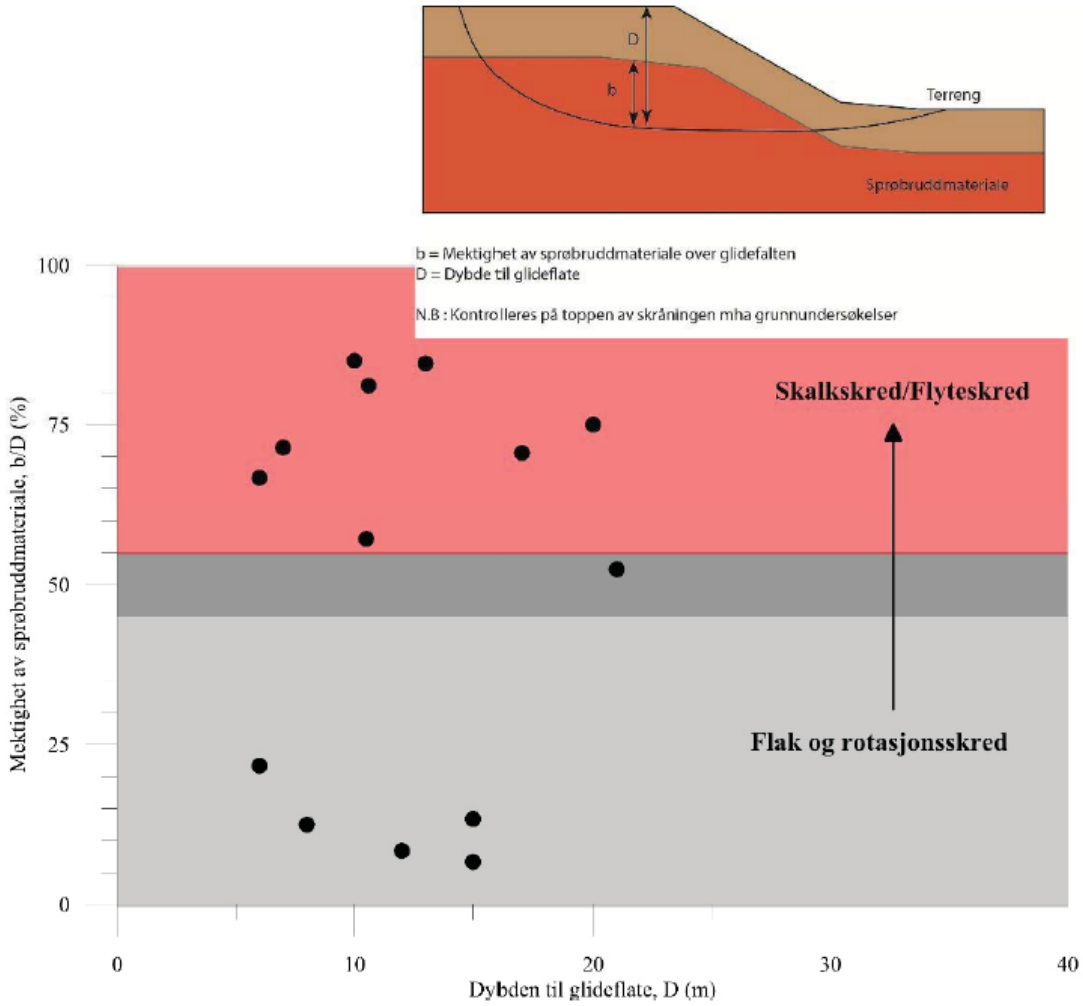
Profil	Før tiltak	Etter tiltak	Krav
Hollan 5	1,32	1,69	1,35 (+2%)
	1,36	2,20	1,37 (+1%)
	1,45	2,03	>1,4
Hollan 6	1,00	1,26	1,10 (+10%)
	1,03	1,35	1,13 (+9,3%)
	1,06	1,40	1,15 (+8,5%)
	1,12	1,42	1,20 (+7,0%)
Vollan 3	1,27	2,37	1,31 (+3,3 %)
	1,48	1,77	>1,4
Vollan 4	1,07	1,18	1,16 (+8,3%)
	1,10	1,38	1,18 (+7,5%)
	1,35	1,40	>1,4

B8 Avgrensning av utløpsområde

Basert på løsnelengde, lagdeling og prosentandel kvikkleire/sprøbruddmateriale som vil inngå i et skred, er det gjort en vurdering av utløpslengden for de fire nye løsneområdene, samt eksisterende kvikkleiresone 607 Voll. Vurderingen av utløpslengden baserer seg på NIFS-rapport 14/2016. Veilederen angir at mektigheten av kvikkleire som inngår i et skred styrer hvilken skredmekanisme som oppstår. For kvikkleiremektighet under 45% vil skredet arte seg som et rotasjonsskred eller flakskred, mens det for tilfeller med mektighet over 55% vil bli et flyteskred/ retrogressivt skred. Prinsippet er vist i figur 6.

Type skred er avgjørende for å bestemme utløpslengden av løsneområder. NIFS-rapport 14/2016 angir at følgende sammenhenger kan benyttes:

- Ved retrogressive skred i kanalisert terreng
  - Utløpsdistanse (Lu) = 3*Løsnedistanse (L)
- Ved retrogressive skred i åpent terreng
  - Utløpsdistanse (Lu) = 1,5*Løsnedistanse (L)
- Ved flaksred eller rotasjonsskred i alle typer terreng
  - Utløpsdistanse (Lu) = 0,5*Løsnedistanse (L)



Figur 6 Prinsipp for vurdering av skredmekanisme, hentet fra NIFS-rapport 14/2016 [2].

En oppsummering av utløpslengdene for de ulike områdene ved Vollselva er gitt under. Vurderingene resulterer i utløpsområdene som vist på tegning 025 til 029.

Hollan vest

I dette området viser lagdeling og løsnelengde at mengden sprøbruddmateriale som vil inngå i et skred vil være mindre enn 45%. Skredtypen vil dermed være rotasjonsskred og utløpslengden blir 0,5*L. Løsne- og utløpsområde er vist på tegning 057.

Hollan øst

I dette området er det ikke tegnet opp noe profil som viser lagdelingen, men sonderingene i området viser at mengden sprøbruddmateriale er liten. Det vurderes at mengden sprøbruddmateriale i et skred vil være langt mindre enn 45% og at skredtypen vil være rotasjonsskred og utløpslengden 0,5*L. Løsne- og utløpsområde er vist på tegning 026.

Vollan vest
I dette området viser lagdeling og løsnelengde at mengden sprøbruddmateriale som vil inngå i et skred vil være større enn 55% for fremre del av skredet, mens prosentandelen sprøbruddmateriale avtar bakover. Det antas at skredtypen vil dermed vil kunne utarte seg som et skalkskred/flyteskred og utløpslengden blir 3*L. Løsne- og utløpsområde er vist på tegning 027.

Vollan øst
I dette området viser tolkning av lagdeling og løsnelengde at mengden sprøbruddmateriale som inngår i løsneområdet er større enn 55%. Et skred her vil derfor utarte seg som et skalkskred/flyteskred i ravinert terreng og utløpslengden vurderes å være 3*L. Løsne- og utløpsområde er vist på tegning 028.

Sone 607 Voll
Tolkning av lagdeling og løsneområde for denne sonen viser at mengden sprøbruddmateriale er over 50% i bakre del av løsneområdet. I fremre del av løsneområdet er imidlertid mengden sprøbruddmateriale mindre. Vet et eventuelt skred antas det at de ikke-sensitive massene vil stuves opp i ravinen og blokkere for utløp av bakenforliggende masser. Skredmekanismen vurderes derfor som et rotasjonsskred med utløpslengde 0,5*L. Den delen av løsne- og utløpsområdet som er relevant for prosjektet er vist på tegning 029.

B9 Sammendrag

Planlagt veglinje går gjennom kvikkleiresonene 608 Hollan og 609 Vollan. Basert på nye grunnundersøkelser er begge disse sonene er delt i to og det er opprettet 4 nye mindre soner: Hollan vest, Hollan øst, Vollan vest og Vollan øst. Alle de nye sonene har middels faregrad og veglinjen er definert i tiltaksklasse K4. Dette gir krav til sikkerhet >1,4 eller *Forbedring*.

Etter opprettelse av nye løsneområder blir veglinjen gående gjennom Hollan vest og Vollan vest. Stabiliteten i disse sonene er for lav og det må gjøres tiltak for å øke sikkerheten. Dette oppnås ved å heve Vollselva og å etablere motfyllinger på begge sider av elva.

Sone Hollan øst og Vollan øst ligger nedstrøms ny E6. Utløp fra disse sonene er vurdert å ikke ha innvirkning på ny veg og det gjøres derfor ikke tiltak for disse sonene. Det samme gjelder for sone 607 Vollan. Denne sonen ligger oppstrøms E6, men løsneområdet vil ikke berøre E6.

B10 Tabeller med faregrad og skadekonsekvens

B10.1 Faregrad

Sone: Hollan vest

		Faregrad score						
Faktorer	**Vekttall**	**3**	**2**	**1**	**0**	**Valgt**	**Score**	**Kommentar**
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	
Skråningshøyde, meter	2	>30	20 - 30	15 - 20	<15	1	2	14-15 m
Tidligere terrengnivå/OCR	2	1,0 - 1,2	1,2 - 1,5	1,5 - 2,0	>2,0	1	2	1,3
Poreovertrykk, kPa	3	>+30	10 - 30	0 - 10	Hydrostatisk	2	6	Hydrostatisk N11036
Poreundertrykk, kPa	-3	< -50	-(20 - 50)	-(0 - 20)	Hydrostatisk		0	Overtrykk i N11031
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2 - H/4	<H/4	Tynt lag	2	4	< H/2 over bekkebunn, mer i dypet
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	2	2	under 100
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	2	6	NVE rapport Stjørdal del III
Inngrep forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen		0	
Inngrep forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen		0	
						SUM	**23**	**Middels**

Sone: Hollan øst

		Faregrad score						
Faktorer	**Vekttall**	**3**	**2**	**1**	**0**	**Valgt**	**Score**	
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	
Skråningshøyde, meter	2	>30	20 - 30	15 - 20	<15	1	2	13-14 m
Tidligere terrengnivå/OCR	2	1,0 - 1,2	1,2 - 1,5	1,5 - 2,0	>2,0	2	4	1,3
Poreovertrykk, kPa	3	>+30	10 - 30	0 - 10	Hydrostatisk	0	0	Antatt hydrostatisk
Poreundertrykk, kPa	-3	< -50	-(20 - 50)	-(0 - 20)	Hydrostatisk		0	
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2 - H/4	<H/4	Tynt lag	2	4	
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	3	3	>100
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	2	6	NVE rapport Stjørdal del III
Inngrep forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen		0	Ingen
Inngrep forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen		0	Ingen
						SUM	**20**	**Middels**

Sone: Vollan vest

		Faregrad score						
Faktorer	**Vekttall**	**3**	**2**	**1**	**0**	**Valgt**	**Score**	Kommentar
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Ingen
Skråningshøyde, meter	2	>30	20 - 30	15 - 20	<15	2	4	25 m
Tidligere terrengnivå/OCR	2	1,0 - 1,2	1,2 - 1,5	1,5 - 2,0	>2,0	2	4	1,3
Poreovertrykk, kPa	3	>+30	10 - 30	0 - 10	Hydrostatisk		0	
Poreundertrykk, kPa	-3	< -50	-(20 - 50)	-(0 - 20)	Hydrostatisk	1	-3	N11018
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2 - H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	max >15 m
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	3	3	70-90
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	3	9	
Inngrep forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen		0	
Inngrep forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen		0	
						SUM	**24**	**Middels**

Sone: Vollan øst

		Faregrad score						
Faktorer	**Vekttall**	**3**	**2**	**1**	**0**	**Valgt**	**Score**	Kommentar
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	1	1	Ingen
Skråningshøyde, meter	2	>30	20 - 30	15 - 20	<15	2	4	25 m
Tidligere terrengnivå/OCR	2	1,0 - 1,2	1,2 - 1,5	1,5 - 2,0	>2,0	2	4	1,3 på større dyp
Poreovertrykk, kPa	3	>+30	10 - 30	0 - 10	Hydrostatisk		0	
Poreundertrykk, kPa	-3	< -50	-(20 - 50)	-(0 - 20)	Hydrostatisk	1	-3	N11018
Kvikkleiremektighet	2	>H/2	H/2 - H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	max >15 m
Sensitivitet	1	>100	30-100	20-30	<20	3	3	70-90
Erosjon	3	Aktiv/glidn.	Noe	Lite	Ingen	3	9	
Inngrep forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen		0	
Inngrep forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen		0	
						SUM	**24**	**Middels**

B11 Skadekonsekvens

Sone: Hollan vest

		Skadekonsekvens, score						
Faktorer	**Vekttall**	**3**	**2**	**1**	**0**	**Valgt**	**Score**	
Boliger, antall	4	Tett >5	Spredt >5	Spredt <5	Ingen	0	0	
Næringsbygg, personer	3	>50	10 - 50	< 10	Ingen	0	0	
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen	0	0	
Vei, ÅDT	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100	0	0	
Jernbane, baneprioritet	2	1 - 2	3 - 4	5	Ingen	0	0	
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal	0	0	
Oppdemming/flom	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen	2	4	Kan berøre bebyggelse i Stjørdal
						SUM	4	Mindre alvorlig

Sone: Hollan øst

		Skadekonsekvens, score						
Faktorer	**Vekttall**	**3**	**2**	**1**	**0**	**Valgt**	**Score**	
Boliger, antall	4	Tett >5	Spredt >5	Spredt <5	Ingen	0	0	
Næringsbygg, personer	3	>50	10 - 50	< 10	Ingen	0	0	
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen	0	0	
Vei, ÅDT	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100	0	0	
Jernbane, baneprioritet	2	1 - 2	3 - 4	5	Ingen	3	6	Nordlandsbanen
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal	0	0	
Oppdemming/flom	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen	2	4	Kan ramme jernbane og Stjørdal nedstrøms
						SUM	**10**	**Alvorlig**

Sone: Vollan vest

		Skadekonsekvens, score						
Faktorer	**Vekttall**	**3**	**2**	**1**	**0**	**Valgt**	**Score**	
Boliger, antall	4	Tett >5	Spredt >5	Spredt <5	Ingen	1	4	Ett gårdsbruk
Næringsbygg, personer	3	>50	10 - 50	< 10	Ingen	0	0	
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen	0	0	
Vei, ÅDT	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100	0	0	
Jernbane, baneprioritet	2	1 - 2	3 - 4	5	Ingen	0	0	
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal	0	0	
Oppdemming/flom	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen	2	4	Flombølge kan berøre bebyggelse i Stjørdal
						SUM	**8**	**Alvorlig**

Sone: Vollan øst

		Skadekonsekvens, score						
Faktorer	**Vekttall**	**3**	**2**	**1**	**0**	**Valgt**	**Score**	
Boliger, antall	4	Tett >5	Spredt >5	Spredt <5	Ingen	1	4	ett gårdsbruk
Næringsbygg, personer	3	>50	10 - 50	< 10	Ingen	0	0	
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen	0	0	
Vei, ÅDT	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100	0	0	
Jernbane, baneprioritet	2	1 - 2	3 - 4	5	Ingen	0	0	
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal	1	1	Antatt lokal distribusjon
Oppdemming/flom	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen	2	4	Flombølge kan berøre bebyggelse i Stjørdal
						SUM	**9**	**Alvorlig**

B12 Referanser

[1] Norges Vassdrags- og energidirektorat, «Sikkerhet mot kvikkleireskred - Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper,» NVE, 2014.

[2] Norges vassdrags- og energidirektorat, «NIFS rapport nr. 14-2016, Metode for vurdering av løsne- og utløpsområder for områdeskred,» NVE, 2016.

[3] Geo Vest-Haugland, «2011043-1 E6 Kvithammar - Skatval. GS-veg, Supplerende grunnundersøkelser - Datarapport,» Geo Vest-Haugland, 2012.

[4] Grunnteknikk AS, «110867r1 E6 Kvithammar - Åsen KDP. Datarapport profil 0 - 23000, Geoteknisk datarapport,» Grunnteknikk AS, 2015.

[5] Multiconsult AS, «10200526-RIG-RAP-001 Kvikkleiresonutredning "light" Trøndelag. Utlysningsområde 2 - Stjørdal. Datarapport - geotekniske undersøkelser.,» NVE, 2018.

[6] Norges Geotekniske Institutt, «82033-2 Kartlegging av områder med potensiell fare for kvikkleireskred. Kartblad Stjørdal. Boreresultater,» NGI, 1989.

[7] Norges Geotekniske Institutt, «Detaljprosjektering Stjørdal - Steinkjer,» NGI, 2016.

[8] Norges Geotekniske Institutt, «20180628-06-R_R1-GEOT-02-Datarapport grunnundersøkelser Holvegen og E6 Stjørdal,» NGI, Trondheim, 2020.

[9] Norconsult, «5120221-3 E6 Kvithammar - Skatval, GS-veg, supplerende grunnundersøkelser, datarapport,» Norconsult, 2012.

[10] Norconsult , «PTF-01-A-00045 rev. 01A Nordlandsbanen, Stjørdal - Åsen, Tiltaksplan KU og reguleringsplan, Geoteknisk datarapport,» BaneNOR, 2016.

[11] Statens vegvesen, «Vd1363A Geoteknikk, E6 Kvithammar - Åsen, Datarapport,» Statens vegvesen, 2013.

[12] Statens vegvesen, «Vd886A X E6/Fv.37, Skatval, grunnundersøkelser for omlegging,» Statens vegvesen, 1989.

[13] Statens vegvesen, «Vd1371A Fv.39 Vollsdalen - Skatval, Grunnundersøkelser».

[14] Statens vegvesen, «Vd1181A E6 HP 05 ved Vold, Passeringslomme og avkjørsel,» Statens vegvesen, 2014.

[15] Statens vegvesen, «Vd1196A E6 Vollsdalen, Passeringslomm,» Statens vegvesen, 2014.

[16] Statens vegvesen, «Ud450Qr03 E6 Værnes - Kvithammar, Grunnundersøkelser og geoteknisk vurderingsrapport,» Statens vegvesen, 2006.

[17] Statensv vegvesen, «Vd855Cr01 E6 Tangen - Kvithammar, Grunnundersøkelser for hovedplan,» Statens vegvesen, 1990.

[18] Norges Geotekniske Institutt, «20180628-12-R_R1-GEOT-08 Tolkning av geotekniske parametere Stjørdal,» NGI, Trondheim, 2020.

[19] Norges Vassdrags- og energidirektorat, «En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer,» NVE, 2014.

Vedlegg C

STABILITET FYLLINGER OG SKJÆRINGER

Innhold

C1 Introduksjon 2
C2 Beregningsforutsetninger 3
C3 Fyllinger 4
C3.1 Fyllinger generelt 4
C3.2 Fylling ved pr. 700 - 860 5
C3.3 Fylling nord for Nordlandsbanen 6
C3.4 Riggområde øst for tunnelportalen 8
C3.5 Deponi Langsteindalen 8
C3.6 Fylling for Fv. 6816 Langsteinvegen 9
C3.7 Fylling i Langsteindalen, stabilitet mot nordvest 10
C3.8 Fylling mot Langsteinelva, stabilitet mot sørøst 13
C4 Skjæringer 15
C4.1 Skjæringer generelt 15
C4.2 Skjæring ved Kvithammarkrysset 15
C4.3 Skjæring over tunnelportal 16
C4.4 Skjæring ved Langsteinvegen kulvert 16

C1 Introduksjon

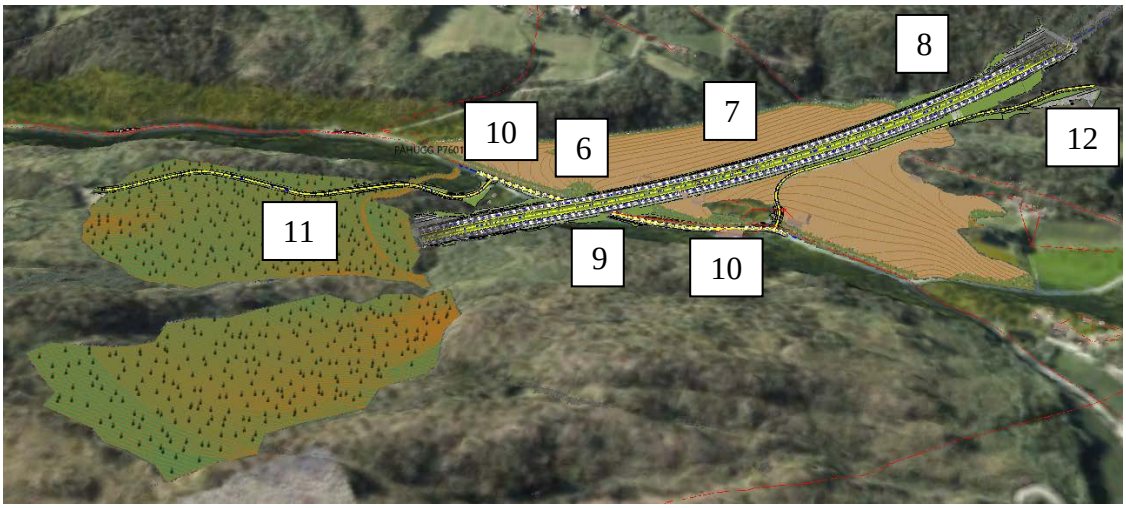
Det er flere fyllinger og skjæringer i prosjektområdet som må vurderes i forbindelse med reguleringsplan. Dette gjelder både skjæringer og fyllinger for veglinje, men også fyllinger for riggområder, mellomlagring av masser og deponier. Dette vedlegget tar for seg stabilitet av skjæringer og fyllinger. Kvikkleiresoner og områdestabiliteten er håndtert i vedlegg B. Figur 1 viser et oversiktsbilde over området sør for Forbordsfjelltunnelen. E6 går fra sør (venstre) mot nord (høyre) i bildet. Nede til venstre vises Kvithammarkrysset hvor Fv.6810 krysser over E6. Videre mot høyre i bildet vises brua over Vollselva og fyllingen som går inn mot Forbordsfjelltunnelen til høyre i bildet.



Figur 1 Oversikt over prosjektområdet sør for Forbordsfjelltunnelen. Nede til venstre ses Kvithammarkrysset, mens veglinje fortsetter nordover over Vollselvbrua og en større fylling før den går inn i Forbordsfjelltunnelen.

For selve E6 består tiltakene i hovedsak av skjæringer ved kryssområde ved Kvithammar (1) og en større fylling i området mellom Nordlandsbanen og tunnelpåhugget til Forbordsfjelltunnelen (2). Utenom E6 består tiltakene av mindre fyllinger/skjæringer for Fv.6810 til hver side av E6 fra Kvithammarkrysset (3), en jernbaneundergang ved Hollan (4) og et riggområde øst for veglinjen ved Hollan (5).

Figur 2 viser et oversiktsbilde over området i Langsteindalen. E6 går fra sørvest (venstre) mot nordøst (høyre) i bildet. Nede til venstre vises deponiområder. Til høyre for disse kommer E6 ut av Forbordsfjelltunnelen og krysser over Fv.6816 på fylling. Videre fortsetter E6 på fylling gjennom dalen og over Langsteinelva før vegen går inn i Høghåmmårtunnelen til høyre i bildet.



Figur 2 Oversikt over prosjektområdet i Langsteindalen. E6 krysser dalen hovedsakelig på fylling. Dette inkluderer kryssing av Fv.6816 og Langsteinelva. Nede til venstre ses deponier.

For selve E6 består tiltakene i hovedsak i fylling for å krysse Fv. 6816 (6), en større fylling for E6 gjennom dalen (7) og for kryssing av Langsteinelva (8), og skjæring ved Langsteinvegen kulvert (9). Utenom E6 består tiltakene av mindre fyllinger/skjæringer for Fv.6816 (10), etablering av deponier med tilhørende anleggsveg (11) og lokalveg frem til inntaksdam (12).

C2 Beregningsforutsetninger

Beregningsforutsetninger for prosjektet er gitt i vedlegg A. Som en oppsummering nevnes krav til partialfaktor for beregninger, som bestemmes fra konsekvensklasse og bruddmekanisme. Kravene er oppsummert i tabell 1 under.

Tabell 1 Oversikt over krav til partialfaktor for stabilitetsberegninger. En gjengivelse av SVV håndbok N200 [1] tabell 205.1 og 205.2.

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

C3 Fyllinger

C3.1 Fyllinger generelt

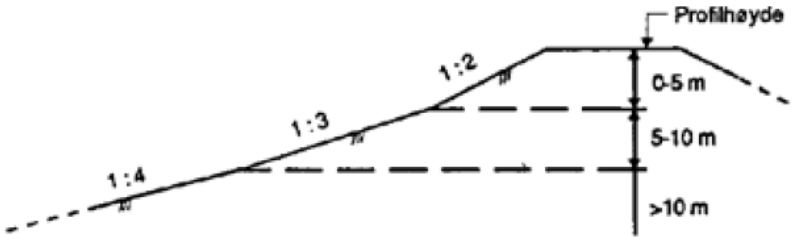
Fyllinger i flatt terreng begrenses av grunnens bæreevne. Grunnen i størsteparten av områdene består av et tørrskorpelag på 1-2 meter over leire. Laveste aktive udrenerte skjærfasthet i leira er 25 kPa. Beregning av bæreevne ved $\sigma = N_c * s_{u.d} / \gamma_m$ gir tillatt fyllingshøyde på ca. 3 meter ved $\gamma_m = 1{,}4$ og $s_{u,D}/s_{u,A} = 0{,}63$. De fleste fyllingene i området faller inn under denne kategorien, og anses å være ivaretatt. Ved utlegging av fyllinger gjelder samme begrensning med høyde på tipp.

Angående fyllingshelninger bør disse etableres med helning ikke brattere enn anbefalinger gitt i figur 2-0-8 og 2-0-9 i SVV håndbok V221, gjengitt i figur 3 under.

Materialer	Største skråningshelning
Stein	1: 1,25 1)
Grus	1:1,5
Sand	1:1,5
Finsand/silt	1:2
Leire	Se Figur 2-0- 9

1) Fylling av sprengt stein kan legges med helning brattere enn 1:1,25.Det forutsettes lagvis utlegging og stein med egnet form og størrelse i skråningsflaten.

Figur 2-0- 8 Største skråningshelning for vegfyllinger

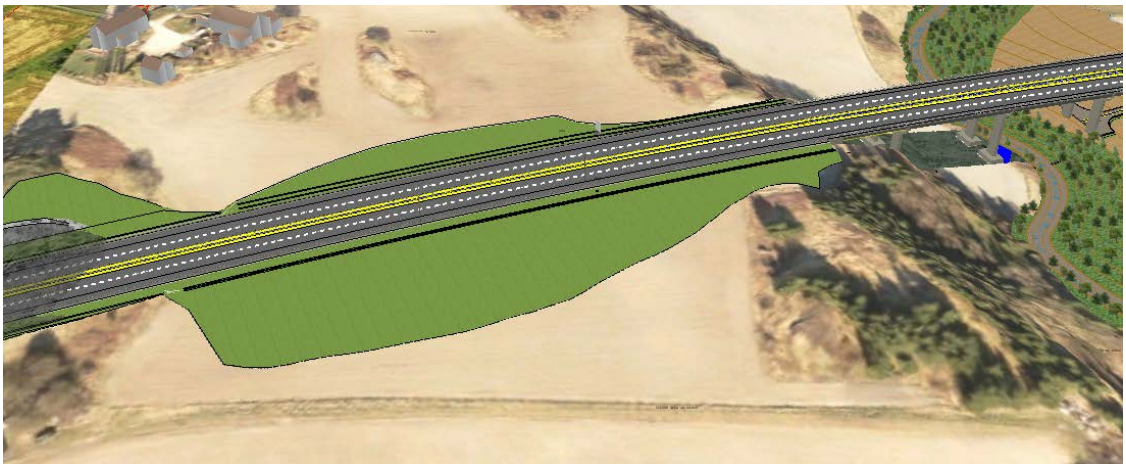


Figur 2-0- 9 Største tillatte skråningshelning for leirfylling

Figur 3 Utsnitt fra SVV håndbok V221 for fyllingsskråninger i ulike materialer.

C3.2 Fylling ved pr. 700 - 860

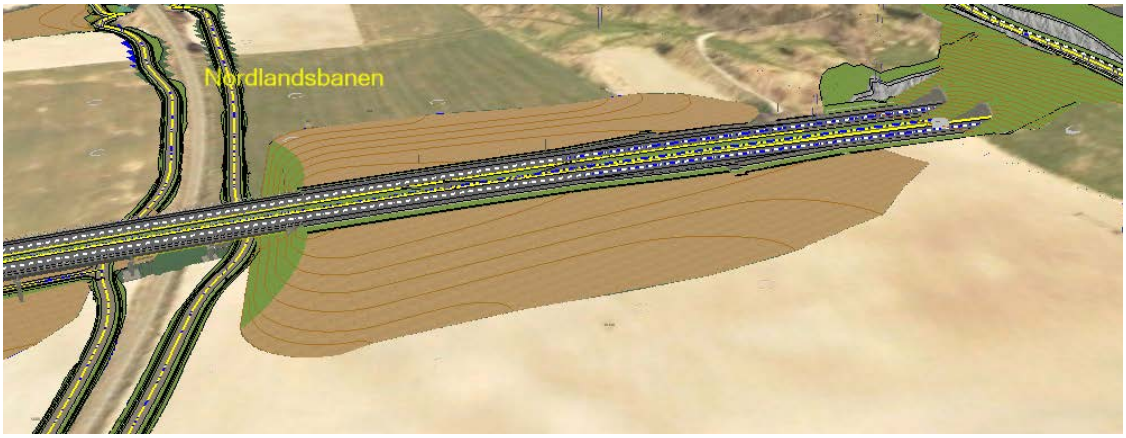
Ved profil 700 - 860 ligger E6 på en fylling som delvis strekker seg inn i kvikkleiresone Vollan øst. Stabiliteten av denne fyllingen er dokumentert som en del av områdestabiliteten i vedlegg B. Vegfyllingen har tilstrekkelig stabilitet selv om løsneområdet for kvikkleiresonen skulle rase ut. Fyllingen er vist på figur 4.



Figur 4 Fylling profil 700 – 860. Fyllingen er en slak jordbruksfylling som strekker seg delvis inn i løsneområdet for sone Vollan øst, se vedlegg B.

C3.3 Fylling nord for Nordlandsbanen

Mellom Nordlandsbanen og tunnelpåhugget for Forbordsfjelltunnelen ligger det det en større fylling i det Vollselvbrua lander på en tilløpsfylling nord for Nordlandsbanen. Fyllingen har slak geometri med helning < 1:7 på tvers av veglinjen for å muliggjøre jordbruk. Mot Nordlandsbanen er derimot fyllingen nokså bratt, med helning på 1:3 til 1:2. Høyden på fyllingen i ferdig tilstand er ca. 6,5 meter, men på grunn av setninger (se vedlegg D) må det etableres en midlertidig forbelastningsfylling på ca. 3 meter. Dette gjør at total fyllingshøyde blir opptil 9,5 meter. Fyllingen (uten forbelastning) er vist på figur 5.



Figur 5 Fylling mellom Nordlandsbanen og tunnelportalen for Forbordsfjelltunnelen.

Beregninger viser at stabiliteten mot jernbanen er for lav. For å sikre tilstrekkelig stabilitet av fyllingen må det etableres et belte med grunnforsterkning med kalksement under fyllingen langs jernbanen. Det må stabiliseres i en bredde på ca. 50 meter til en dybde på 20 – 22 meter. Dette er innenfor rekkevidden av hva normale grunnforsterkningsrigger klarer.

Det er antatt en gjennomsnittlig skjærfasthet i kalksementstabilisert materiale på 100 kPa. Dette er godt innenfor hva som erfaringsmessig oppnås ved stabilisering av trønderske leirer. For beregning av mengder benyttes en skjærfasthet på 250 kPa i stabilisert materiale og 30 kPa i ustabilisert leire. Dette gir en nødvendig dekningsgrad på ca. 30 %. Stabilisering av et belte på 50 meter i en lengde på 150 meter langs fyllingen til en dybde på 22 meter medfører et stabilisert volum på 50m * 150m * 22m * 30% = ca. 50 000 m^3.

I tillegg til grunnforsterkning må fyllingen bygges opp trinnvis med tid til konsolidering mellom trinnene. Dette vil gradvis øke leiras skjærfasthet før neste trinn legges ut. Beregninger viser at dette er mulig å oppnå ved å legge ut fyllingen i tre trinn, med oppfylling til 6,5 meter (ferdig fylling), 8,5 meter og 9,5 meter. For å gjøre unna setningene under fyllinga skal det installeres vertikaldren (se vedlegg D). Dette medfører også at konsolideringstiden mellom de ulike lagene går ned til et akseptabelt nivå, antatt

1-2 mnd. I tiden fyllingen konsolideres kan masser fra tunnelen kjøres til erosjonssikring i Vollselva.

Stabiliteten på tvers av fyllingen er tilfredsstilt uten grunnforsterkning med kalksement eller trinnvis konsolidering av grunnen.

Beregninger av fyllingen er vist på tegning nr. 403 til 409.

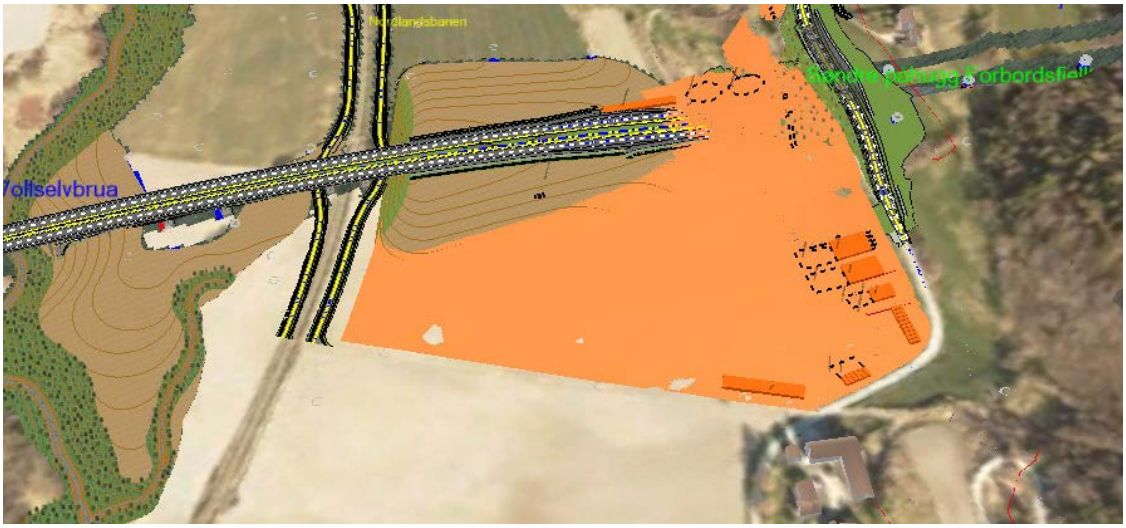
Vertikaldren må installeres i hele fyllingens lengde på ca. 250 meter. Vertikaldrenene må som et minimum dekke hele kjernefyllingens bredde på ca. 60 meter. Det må også dreneres under jordbruksfyllinga til ca. 90 meter nord for Nordlandsbanen for å tillate rask konsolidering og økt styrke i leira under utlegging. I tillegg bør det settes dren på begge sider av jernbanen så tett inntil sporet som mulig for å unngå langtids setninger på jernbanen. Totalt gir dette et område på ca. 15 000 m^2 i tillegg til drenering langs jernbanen. Det planlegges å sette dren i et trekantmønster med c/c 1,5 m. Ett dren dekker da 1,06 m^2. Totalt nødvendig antall dren blir da 15 000m^2 / 1,06 dren/m^2 = ca. 14 000 dren. Hvert dren må installeres til underkant av leira. Det antas en gjennomsnittlig dybde på 40 meter. En skisse av arealer som må stabiliseres med kalksement og dreneres med vertikaldren er vist i figur 6.



Figur 6 Fyllingen nord for Nordlandsbanen. Estimert areal som må forsterkes med kalksement er vist med lilla skravur, mens område som må dreneres er angitt med blå skravur. Arealene er gjengitt på tegning 014.

C3.4 Riggområde øst for tunnelportalen

Det skal etableres et riggområde øst for tunnelportalen ved Hollan, markert med oransje på figur 7. Området skal blant annet brukes til materiallager, mellomlagring av masser og brakkefasiliteter. For å sikre trafikkerbarhet i riggområdet er det planlagt å rette av området med et lag med sprengt stein med tykkelse på 1-2 meter. Riggområdet ligger i et flatt område langt unna raviner, med unntak av sideravinen for Vollselva som skal fylles igjen. Oppfyllingen vurderes derfor å ikke utgjøre noen fare for stabiliteten i området, ref. fyllingshøyder beskrevet i kapittel C3.1.

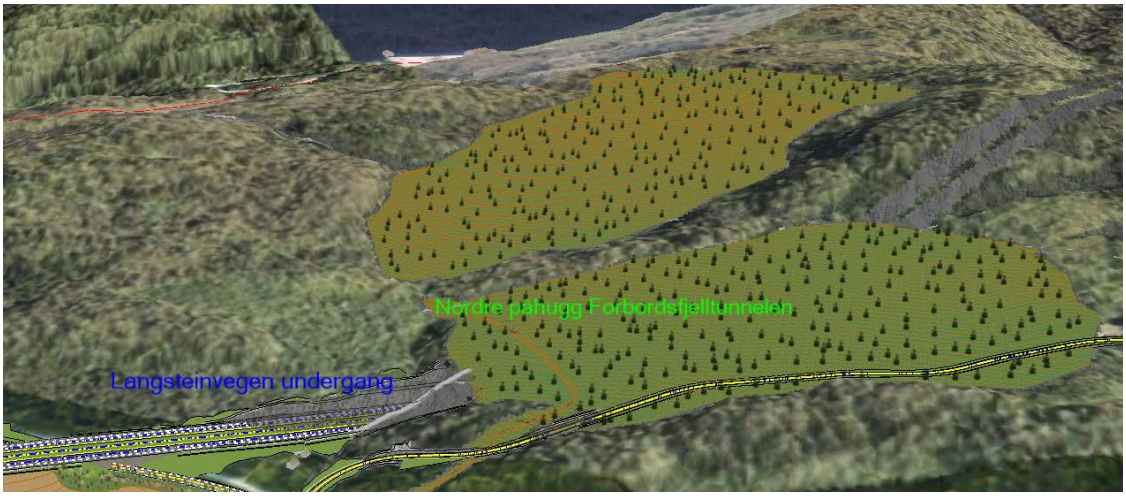


Figur 7 Plassering av riggområde øst for tunnelportalen ved Holan.

Innenfor riggområdet vil oppfyllingen av stein føre til at bæreevnen for laster med mindre utstrekning er bedret, ettersom spenningene vil spres gjennom steinfyllingen. Større laster, som masselagring eller lagring av materiell begrenses til 3 meter fyllingshøyde eller 60 kPa.

C3.5 Deponi Langsteindalen

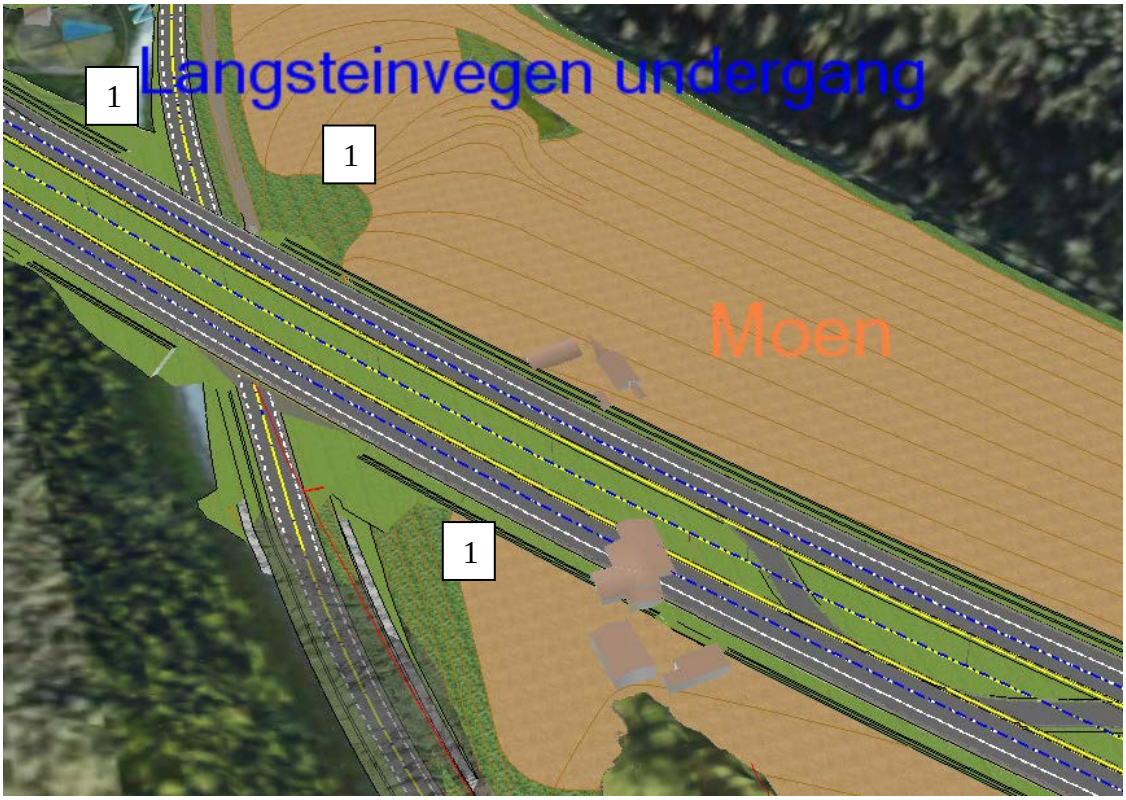
Over nordre tunnelpåhugg for Forbordsfjelltunnelen er det tenkt etablert et massedeponi for tunnelmasser, se figur 8. Kvartærgeologisk kart antyder at grunnen består av et tynt morenedekke, og bart berg er synlig flere steder i områder. Stabiliteten av selve steinfyllingen anses som uproblematisk. Terrenget og fyllingene er imidlertid stedvis bratte. Ved etablering av fyllinger i terreng brattere enn helning 1:3 bør det etableres en fortanning mot terrenget.



Figur 8 Plassering av deponi over nordre tunnelpåhugg for Forbordsfjelltunnelen vist med grønn skravur.

C3.6 Fylling for Fv. 6816 Langsteinvegen

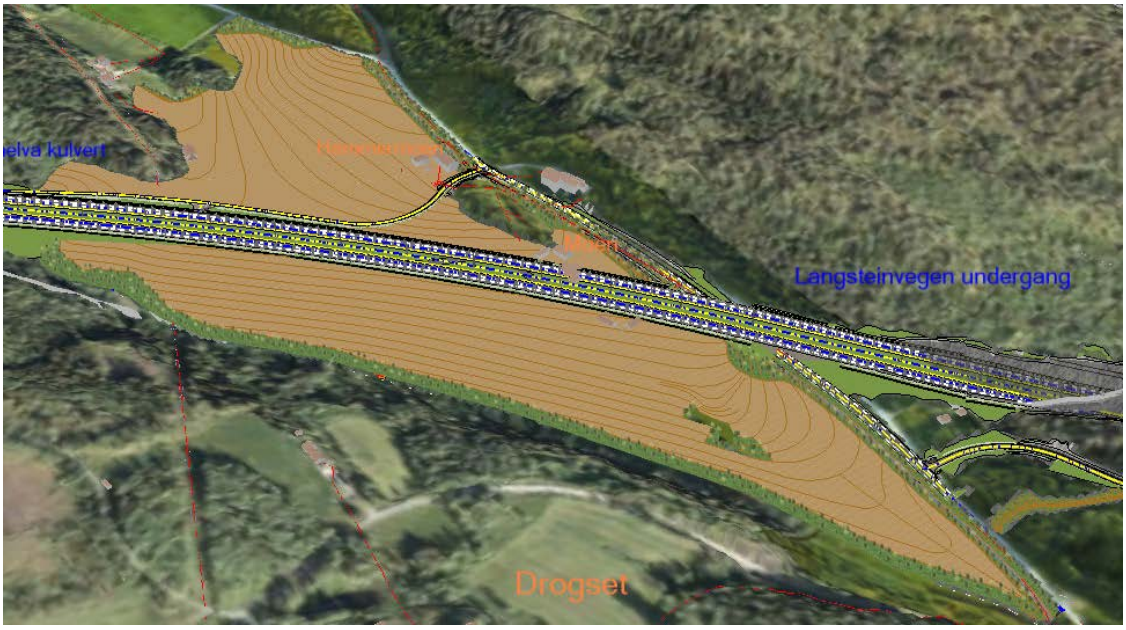
Fv. 6816 Langsteinvegen passerer under den planlagte fyllingen i Langsteindalen gjennom en kulvert, se figur 9. På begge sider av kulverten blir det bratte fyllingsskråninger opp mot fyllingen. Dybden til berg ved kulverten er opptil 10 meter for vestre del av kulverten, mens berget kommer opp i dagen øst for kulverten. Leira i området er bløt, og er registrert som kvikk fra ca. 2,5 til 3 meters dyp. Stabilitetsberegninger viser at stabiliteten mot Fv.6816 er for lav. For å komme opp til gjeldende krav må det stabiliseres med kalksement i ca. 20 meters bredde fra fyllingsfot og innover i fyllingen. Alternativt kan det masseutskiftes med sprengstein til berg der dette ligger innenfor rekkevidde. Der skråningene er lavere enn ca. 3,5 meter kan de etableres uten grunnforsterkning. Beregning av en av fyllingene er vist på tegning 417 – 418. Beregningen anses å være gjeldende for fyllinger på begge sider av kulverten.



Figur 9 Utklipp av Fv. 6816 fra øst. Det blir høye fyllinger med bratte skråninger i fyllingen inn mot kulverten (1).

C3.7 Fylling i Langsteindalen, stabilitet mot nordvest

E6 legges på en større fylling gjennom Langsteindalen. Fyllingen har høyde på opptil ca. 14 m i vegens senterlinje. Terrenget på begge sider tilpasses med slake fyllinger for å legge til rette for landbruk oppå fyllinga. Sørøst for veglinja fylles det mot stigende terreng, med unntak av en bratt skråning lengst nordøst i dalen ved kryssingen av Langsteinelva. Dette området er behandlet i kapittel C3.8. Mot nordvest heller fyllingen ca. 1:9 frem mot en brattere (1:2) avslutning mot Langsteinelva. Vest i dalen er den bratte skråningen ca. 4 m høy, langs store deler av fyllingen er den ca. 6-7 m høy og ved kryssingen av Langsteinelva er den ca. 12 m høy. Fyllingen er vist på figur 10.



Figur 10 Fylling gjennom Langsteindalen.

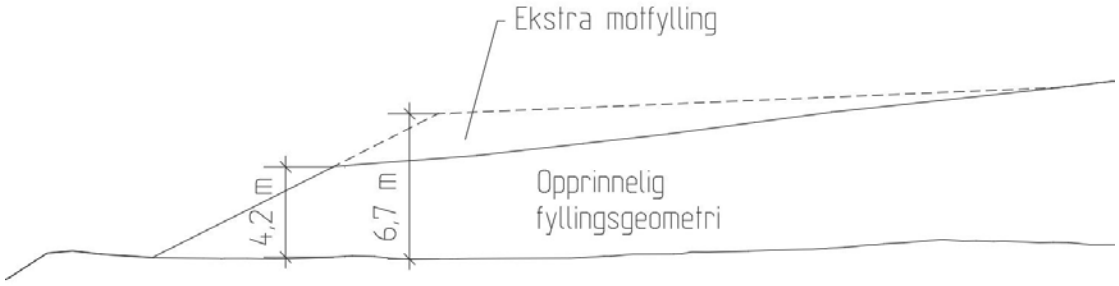
Sørøst for veglinja fylles det slakt mot stigende terreng, og dette medfører derfor ikke stabilitetsutfordringer så lenge fyllingen etableres med jevne lagtykkelser. Mot Langsteinelva i nordvest viser beregninger at stabiliteten er for lav. For å sikre tilstrekkelig stabilitet av fyllingen må det etableres et belte med grunnforsterkning med kalksement bak fyllingsfoten langs elva. Det må stabiliseres til berg, eventuelt maksimalt til en dybde på ca. 25 meter. Dette er innenfor rekkevidden av hva normale grunnforsterkningsrigger klarer. Beregninger viser at det må stabiliseres i en bredde på ca. 25 meter bak fyllingsfot over store deler av dalen, der hvor avstanden mellom veglinja og Langsteinelva er relativt stor. I dette området er det nødvendig med en gjennomsnittlig skjærfasthet i kalksementstabilisert materiale på 100 kPa. I området hvor veglinja krysser Langsteinelva er den bratte delen på nordvestsiden av fyllingen høyere, og dette krever større tiltak. Her er det nødvendig å stabilisere grunnen til ca. 40 m bak fyllingsfot, og det kreves en gjennomsnittlig skjærfasthet i kalksementstabilisert materiale på ca. 150 kPa.

Denne økningen i gjennomsnittlig skjærfasthet i kalksementstabilisert materiale er godt innenfor hva som erfaringsmessig oppnås ved stabilisering av trønderske leirer. For beregning av mengder benyttes en skjærfasthet på 250 kPa i stabilisert materiale og 30 kPa i ustabilisert leire. For området med 100 kPa gjennomsnittlig skjærfasthet i kalksementstabilisert materiale gir dette en nødvendig dekningsgrad på ca. 30 %. Stabilisering av et belte på 25 meter i en lengde på 350 meter langs fyllingen til en antatt gjennomsnittlig dybde på 20 meter medfører et stabilisert volum på 25 m * 350 m * 20 m * 30 % = 53 000 m^3. For området med 150 kPa gjennomsnittlig skjærfasthet i kalksementstabilisert materiale gir dette en nødvendig dekningsgrad på ca. 55 %. Stabilisering av et belte på 40 meter i en lengde på 200 meter langs nordvestsiden av fyllingen til en antatt gjennomsnittlig dybde på 20 meter medfører et stabilisert volum på 40 m * 200 m * 20 m * 55 % = 88 000 m^3. Under den vestligste delen av fyllingen er det ikke

nødvendig å forsterke grunnen med kalksement fordi det er grunt til berg og fremspring av berg i dagen i området som ligger mellom fyllingsfoten og veglinjen. For å jevne ut setninger mellom forsterket og ustabilisert grunn er det nødvendig å fase ut grunnforsterkningen i en overgangssone. Det legges derfor til grunn et stabilisert volum på 160 000 m^3 for å ivareta stabiliteten. Mengden av stabilisert materiale optimaliseres i byggeplan på bakgrunn av supplerende grunnundersøkelser og testfelt for kalksementstabilisering.

I tillegg til grunnforsterkning må fyllingen bygges opp trinnvis med tid til konsolidering mellom trinnene. Dette vil gradvis øke leiras skjærfasthet før neste trinn legges ut. Beregninger i området med størst avstand mellom veglinja og Langsteinelva viser at dette er mulig å oppnå ved å legge ut fyllingen i tre trinn, med oppfylling til 3,5 meter, 7 meter og til endelig fyllingsgeometri. I området ved kryssingen av Langsteinelva viser beregninger at det er mulig å bygge fyllingen opp til endelig geometri etter å ha konsolidert fyllingen til 6 m høyde, på grunn av større omfang av grunnforstekning i dette området.

Det må også gjøres en endring i geometrien til fyllingen, ved at høyden på det bratte partiet opp fra elvebredden med ca. 2,5 meter. Dette vil fungere som en ekstra stabilisering av fyllingen. Prinsippet er vist på figur 11.



Figur 11 Prinsipp for geometriendring for fyllingen i Langsteindalen.

For å gjøre unna setningene under fyllingen skal det installeres vertikaldren (se vedlegg D). Dette medfører også at konsolideringstiden mellom de ulike lagene går ned til et akseptabelt nivå, antatt 1-2 mnd. Ettersom arealet av fyllingen er såpass stort vil det alltid være mulig å finne områder som er konsolidert tilstrekkelig til at man kan bli kvitt masser fra tunneldriften.

Vertikaldren må installeres under store deler av fyllingen for å sørge for tilstrekkelig rask oppbygning av skjærstyrken i leiren pga. konsolidering og for å sikre at setninger blir unnagjort i løpet av byggeperioden. Det er ikke nødvendig med vertikaldrenering der grunnen forsterkes med kalksement, der det er begrenset dybde til berg eller der det finnes drenerende lag i grunnen. Totalt gir dette et område på ca. 63 000 m^2. Det planlegges å sette dren i et trekantmønster med c/c 1,5 m. Ett dren dekker da 1,06 m^2. Totalt nødvendig antall dren blir da 63 000 m^2 / 1,06 dren/m^2 = ca. 60 000 dren. Hvert dren må installeres til underkant av leira. Det antas en gjennomsnittlig dybde på 20 meter.

Beregninger av stabilitet av fyllingen mot nordvest er vist på tegning nr. 410 til 416. Figur 13 viser område som må forsterkes med kalksement og område hvor det må installeres vertikaldren.

C3.8 Fylling mot Langsteinelva, stabilitet mot sørøst

Lengst nordøst i Langsteindalen legges E6 på en fylling med høyde opptil ca. 12 m. Mot sørøst er skråningshelningen 1:1,25 for å ikke fylle igjen Langsteinelva. Fyllingen er vist på figur 12.



Figur 12 Fylling med helning 1:1,25 ned mot Langsteinelva.

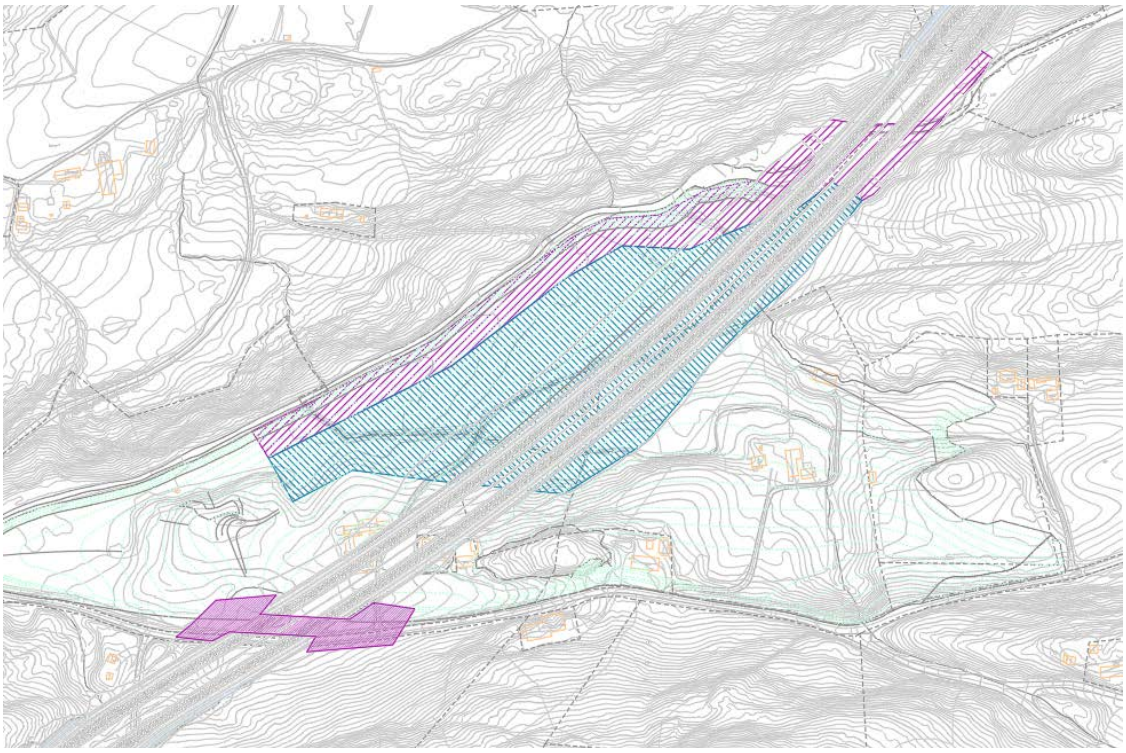
Beregninger viser at stabiliteten mot Langsteinelva i sørøst er for lav uten tiltak. For å sikre tilstrekkelig stabilitet av fyllingen må det etableres et belte med grunnforsterkning med kalksement bak fyllingsfoten langs elva. Det må stabiliseres til berg, eventuelt maksimalt til en dybde på ca. 15 meter. Dette er innenfor rekkevidden av hva normale grunnforsterkningsrigger klarer. Lagdelt grunn med leire som er siltig, sandig og med noe grus kan gi utfordringer med tanke på nedtrengningsevne for grunnforsterknings-rigg. Det er derfor nødvendig å utføre supplerende grunnundersøkelser i byggeplan for å kartlegge lagdeling og dybde til berg. Et alternativ til grunnforsterkning kan være geonett. Dette bør utredes i byggeplan.

Beregninger viser at det må stabiliseres i en bredde på ca. 15 meter bak fyllingsfot der skråningshelningen er 1:1,25. Det er nødvendig med en gjennomsnittlig skjærfasthet i kalksementstabilisert materiale på 150 kPa. Denne økningen i gjennomsnittlig skjærfast-het i kalksementstabilisert materiale er godt innenfor hva som erfaringsmessig oppnås ved stabilisering av trønderske leirer. For beregning av mengder benyttes en skjærfasthet på 250 kPa i stabilisert materiale og 30 kPa i ustabilisert leire. Dette gir en nødvendig dekningsgrad på ca. 55 %. Stabilisering av et belte på 15 meter i en lengde på 150 meter langs sørøstsiden av fyllingen til en dybde på 15 meter medfører et stabilisert volum på 15 m * 150 m * 15 m * 55 % = 18 600 m^3. For å jevne ut setninger mellom forsterket og ustabilisert grunn er det nødvendig å fase ut grunnforsterkningen i en overgangssone.

Det legges derfor til grunn et stabilisert volum på 20 000 m^3 for å ivareta stabiliteten. Mengden av stabilisert materiale optimaliseres i byggeplan på bakgrunn av supplerende grunnundersøkelser og testfelt for kalksementstabilisering.

I tillegg til grunnforsterkning må fyllingen bygges opp trinnvis med tid til konsolidering mellom trinnene. Dette vil gradvis øke leiras skjærfasthet før neste trinn legges ut. Basert på beregningene av stabiliteten mot Langsteinelva i kapittel C3.7 anses dette som gjennomførbart. For å gjøre unna setningene under fyllingen skal det installeres vertikaldren (se vedlegg D). Dette er behandlet i kapittel C3.7.

Beregninger av stabilitet mot sørøst av fyllingen ved Langsteinelva er vist på tegning nr. 421 og 422. Figur 13 viser område som må forsterkes med kalksement og område hvor det må installeres vertikaldren.



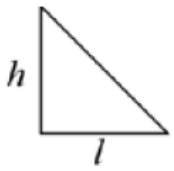
Figur 13 Fyllingen i Langsteindalen. Estimert areal som må forsterkes med kalksement er vist med lilla skravur, mens område det må installeres vertikaldren er vist med blå skravur. Gjengitt på tegning 015.

C4 Skjæringer

C4.1 Skjæringer generelt

Tilsvarende som for fyllinger anses sikkerheten av skjæringer med høyde mindre enn tre meter å være ivaretatt, gitt at terrenget på topp av skjæring er tilnærmet flatt. Skjæringer i foten av skråninger må imidlertid kontrolleres nærmere. Tilsvarende begrensning på 3 meter gjelder også for stuffhøyde ved utgraving av større skjæringer. For skjæringer anbefales følgende skråningshelninger iht. SVV håndbok V221 [1] gjengitt på figur 14 under.

Grunnforhold	Største skråningshelning (h : l)	
		Spesielle overflatetiltak må planlegges
Stein	1:1,5	1:1,25
Grus	1:2	1:1,5
Sand $C_u \geq 5$	1:2	1:1,5
Finsand/silt		
- tørr	1:3	1:2
- lagdelt	1)	1)
- vannmettet	1)	1)
Leire		
- skjæringsdybde 0-10 m	1:3	1:2 2)
- skjæringsdybde > 10 m	1:3 2)	



1) Ved lagdelt og/eller vannmettet finsand/silt bør skråningshelning vurderes spesielt. Profilet skal da vurderes i sammenheng med sikringstiltak.
2) Stabilitet mot dyperegående glidninger skal undersøkes.

Figur 14 Føringer for helning på skjæringer Utklipp fra SVV håndbok V221 fig. 3-1-1.

C4.2 Skjæring ved Kvithammarkrysset

Ved Kvithammarkrysset medfører utvidelsen av påkjøringsrampen for nordgående felt en skjæring på opptil 4,7 meter, se figur 15. Tilsvarende er det en skjæring for avkjøringsrampen for sørgående felt. Det er utført en stabilitetsberegning for skjæringen, vist på tegning 401 og 402. Beregningsparametere er basert på tolking gitt i parameterrapport [2], og parametere som er benyttet er gjengitt på tegning. CC/RC for påkjøringsrampen defineres som CC/RC 2 fordi det ikke er sprøbruddmateriale i området. Konsekvensen av et brudd er dermed begrense, og bruddmekanismen er nøytral. Krav til partialfaktor for sikkerhet blir dermed F > 1,4.

Beregningen viser udrenert sikkerhet F = 1,50 og drenert sikkerhet Fc,ϕ = 1,45. Den drenerte sikkerheten er sterkt knyttet til poretrykksforholdene i skråningen. Dersom det påtreffes vannførende lag eller vannfremspring i skråningen må dette plastres med sprengt stein eller tilsvarende for å hindre erosjonssår i skråningen. Beregningene er vist på tegning 401 og 402.



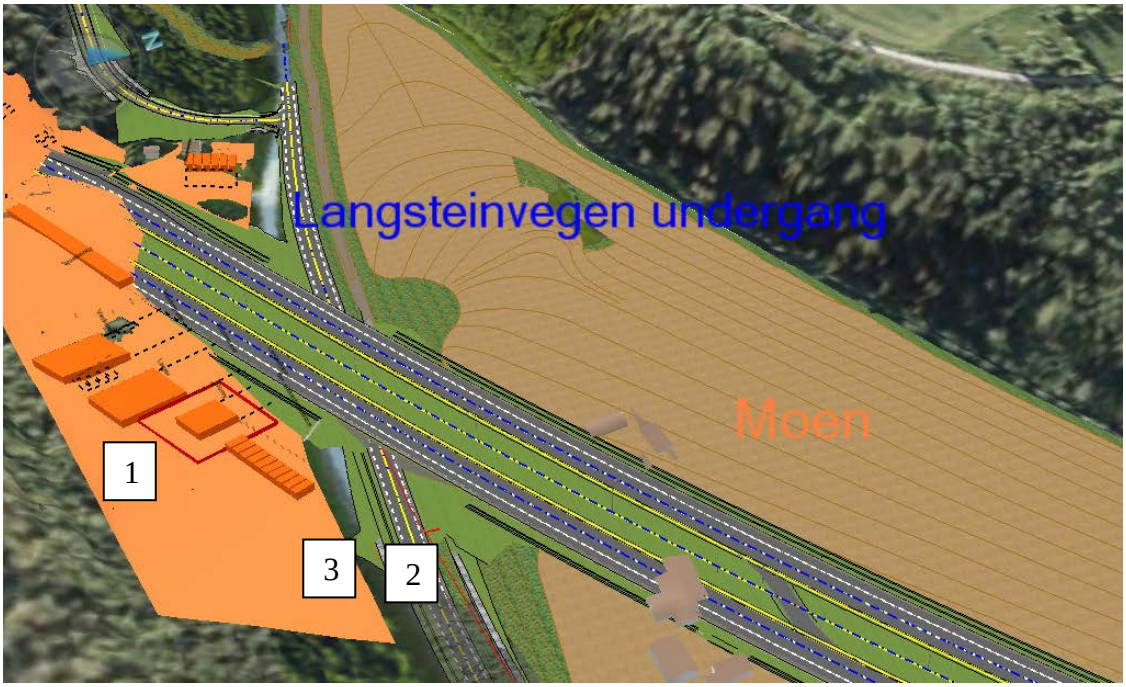
Figur 15 Skjæring ved Kvithammarkrysset. Skjæringen er ca. 4,7 meter høy og med en adkomst-veg oppå.

C4.3 Skjæring over tunnelportal

Over berget ved Forbordsfjelltunnelen er det en del løsmasser. Dette medfører at det må tas ut en løsmasseskjæring for å komme ned til berget slik at en får tatt ut forskjæringen til tunnelen. For selve påhugget er løsmassemektigheten liten og leira er av fastere karakter. Skjæringen er håndtert i reguleringsplanrapport for Holvegen, [3].

C4.4 Skjæring ved Langsteinvegen kulvert

Sør for Fv.6816 øst for kulverten skal det etableres et riggområde, se figur 16. Her består grunnen av leire som strekker seg oppover i skråningen, og nede ved vegen er leira kvikk. Det må gjøres tiltak både for skjæringen for vegen og for eventuelt utfylling for riggområdet. Dette kan gjøres enten ved grunnforsterkning eller ved å masseutskifte til berg der dette ligger innenfor rekkevidde. Beregning av skjæringen er vist på tegning 419 og 420.



Figur 16 Sør for kulverten for Langsteinvegen skal det etableres et riggområde, vist med oransje (1). Etablering av kulvert og riggområde medfører både skjæring i eksisterende terreng (2) og fylling på toppen (3).

Vedlegg D

SETNINGSBEREGNINGER

Innhold

D1 Introduksjon **2**
D2 Topografi og grunnforhold **3**
D2.1 Fylling nord for Nordlandsbanen 3
D2.2 Fylling i Langsteindalen 4
D3 Beregninger **6**
D3.1 Beregningsforutsetninger 6
D3.2 Beregningsmodell 8
D3.3 Beregningsparametere 8
D4 Resultater **14**
D4.1 Fylling nord for Nordlandsbanen 14
D4.2 Fylling i Langsteindalen 16

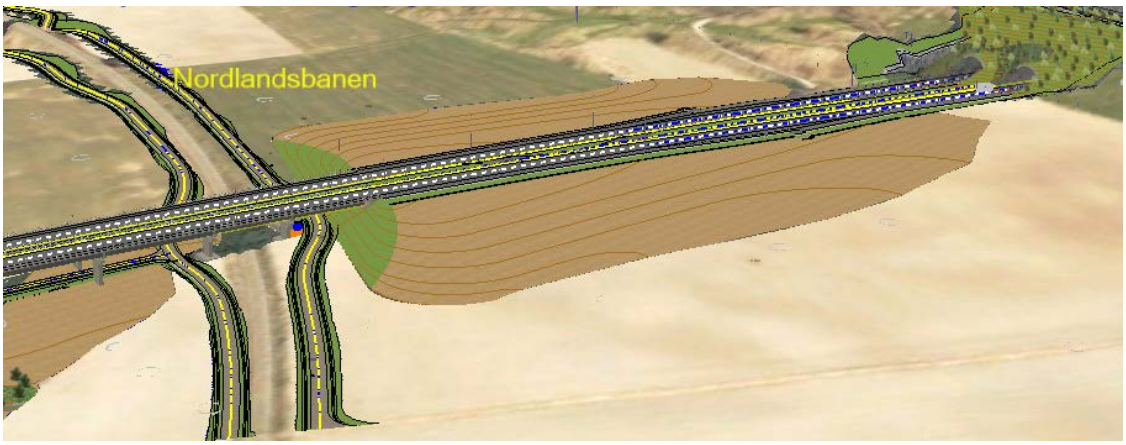
D1 Introduksjon

Innenfor reguleringsplanen for Stjørdal kommune vil setninger være en problemstilling for E6 i to områder. Det ene er fyllingen mellom Nordlandsbanen og Forbordsfjell-tunnelen, det andre er fyllingen gjennom Langsteindalen.

Planlagt E6 krysser over Vollselva og Nordlandsbanen med ei bru, og kommer i land på en større fylling nord for Nordlandsbanen. Høyden på fyllingen er opptil 7 meter. I området der fyllingen etableres er det bløt til middels fast leire til 40 meters dyp, og fyllingen forventes å få store setninger. Bruene over Vollselva fundamenteres på peler til berg, så det vil oppstå differansesetninger mellom landkaret og tilløpsfyllinga. I tillegg ligger fyllinga såpass nært jernbanen at det vil kunne oppstå deformasjoner på sporet.

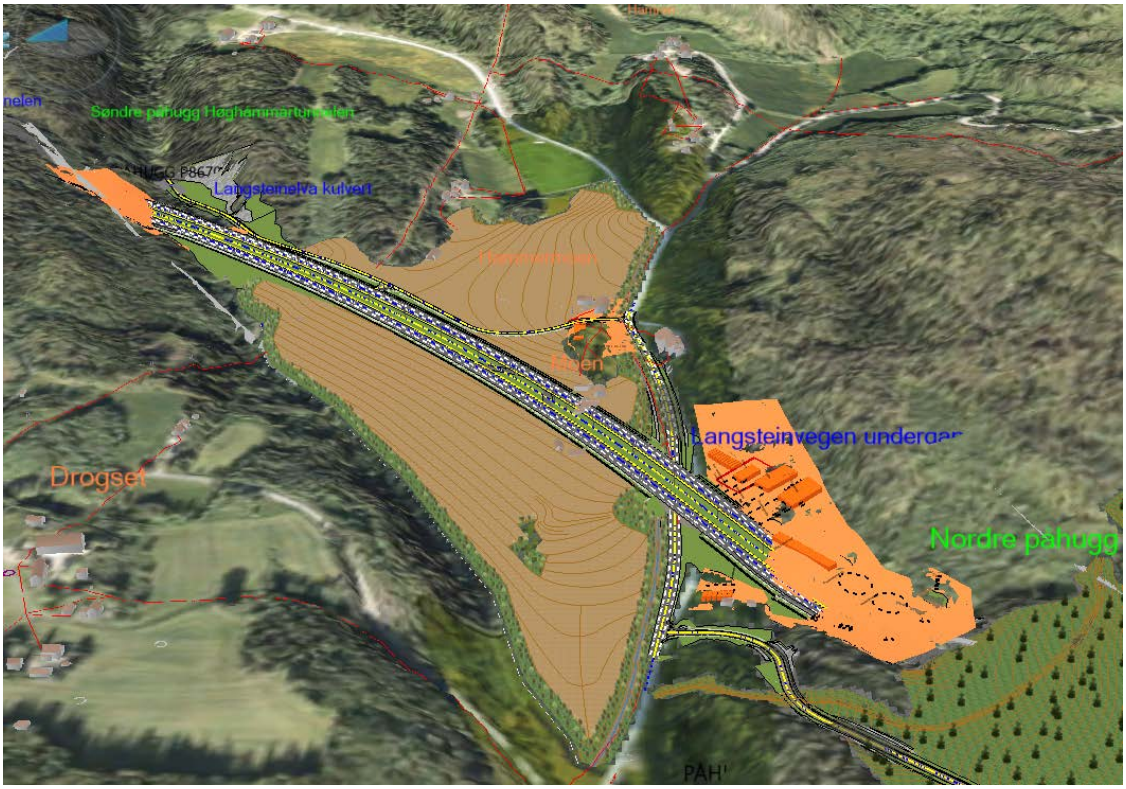
Planlagt E6 krysser Langsteindalen på en større fylling. Høyden på fyllingen er opptil 14 meter i vegens senterlinje. I området der fyllingen etableres er det et tørrskorpelag på 1 – 2 meter over bløt til middels fast leire ned til berg på opptil 30 meters dyp. og fyllingen forventes å få store setninger. Det vil oppstå differansesetninger under fyllingen på grunn av varierende dybde til berg, varierende høyde av fyllingen og at deler av fyllingen og Langsteinvegen undergang etableres på grunn forsterket med kalksement.

Første halvdel av dette vedlegget omhandler setninger for tilløpsfyllingen til brua, herunder også forventede deformasjoner på jernbanen. Stabilitet av fyllingen er håndtert i vedlegg C. Plassering av fyllinga er vist på figur 1.



Figur 1 Fylling nord for Nordlandsbanen sett fra vest. E6 kommer i bru over Vollselva og Nordlandsbanen før den lander på fyllinga.

Den andre delen av dette vedlegget omhandler setningene av fyllingen i Langsteindalen, herunder forventede differansesetninger i vegens lengderetning, ved Langsteinvegen undergang og i området ved Langsteinelva kulvert. Stabilitet av fyllingen er håndtert i vedlegg C. Plassering av fyllingen er vist på figur 2.

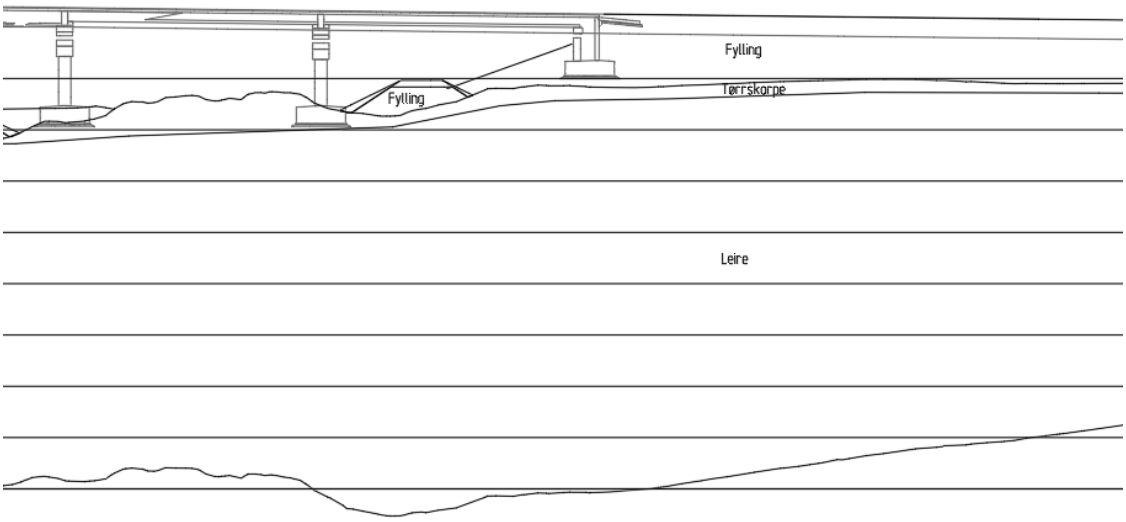


Figur 2 Fylling i Langsteindalen sett fra vest. E6 krysser dalen på fyllingen.

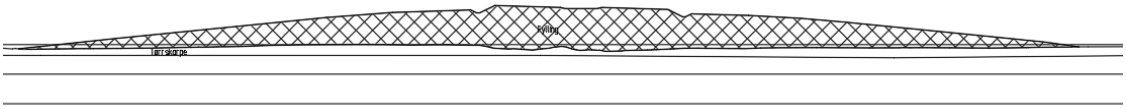
D2 Topografi og grunnforhold

D2.1 Fylling nord for Nordlandsbanen

Terrenget der fyllingen legges ut er relativt flatt, og heller slakt nedover mot Vollselva. Fyllingen som skal etableres er nokså bratt mot Jernbanen, med helning 1:2 til 1:3. Mot siden etableres en slakere fylling med skråningshelning 1:7 slik at jordbruk muliggjøres oppå fyllingen. Lengde- og tverrprofil av fyllingen er vist på figur 3 og figur 4. Plantegning av fyllingen og nærliggende boringer er vist på tegning 011.



Figur 3 Lengdesnitt av fyllinga ved Nordlandsbanen. Dybden til berg ved landkaret er ca. 40 meter, og avtar gradvis bakover mot tunnelpåhugget. Avstand mellom de horisontale linjene er 5 meter.



Figur 4 Tverrsnitt av fyllinga. Fyllinga etableres med slak helning sideveis for å muliggjøre jordbruk.

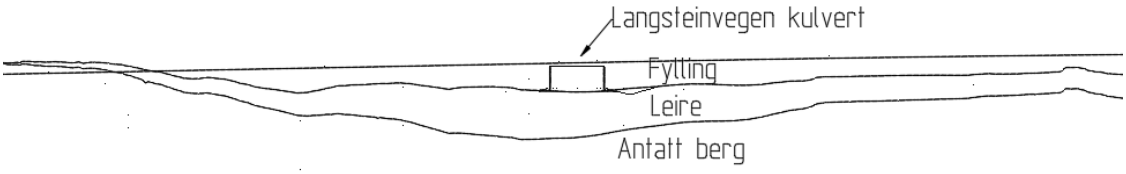
Grunnen i området består av et tynt tørrskorpelag på 1 – 2 meter over bløt til middels fast leire over berg, med mektighet på 35-40 meter. Leira er overkonsolidert til 50-60 kPa over *in situ* spenninger, og vanninnholdet ligger i hovedsak mellom 30 og 35%. Basert på den lave overkonsolideringen forventes leira å få relativt store setninger ved utlegging av fyllingen.

I vedlegg C er stabiliteten av fyllingen håndtert. For å sikre stabilitet mot jernbanen må det gjøres grunnforsterkning med kalksement i et belte med bredde på ca. 50 meter mot jernbanen. Stabilisering med kalksement øker stivheten til leira, og vil dermed sørge for mindre setninger der det er stabilisert. Stabilisering vil gjøres til ca. 10-22 m dyp.

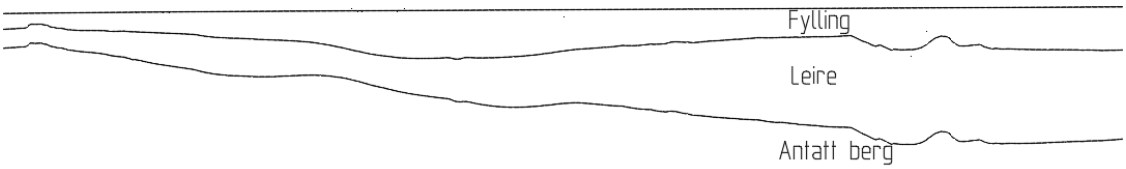
D2.2 Fylling i Langsteindalen

Terrenget der det skal etableres fylling i Langsteindalen er preget av en relativt flat dal-bunn ned mot Langsteinelva i nordvest og småkupert terreng som stiger mot sørøst. Det kuperte terrenget fører til at fyllingen får relativt store variasjoner i høyde, både i vegens lengde- og tverretning. I veglinjen faller berget generelt mot nordvest. Dette fører til at

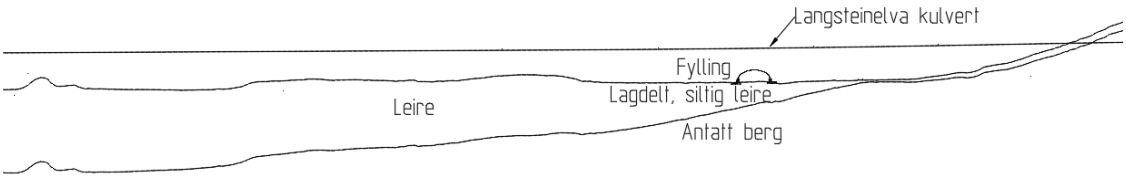
høyeste fylling mange steder vil sammenfalle med største dybde til berg når man betrakter et tverrsnitt av vegen. Dette fører til differansesetninger på tvers av veglinjen. Dette håndteres i byggeplan. Lengdesnitt gjennom hele fyllinga og to typiske tverrsnitt er vist i figur 5 til figur 9.



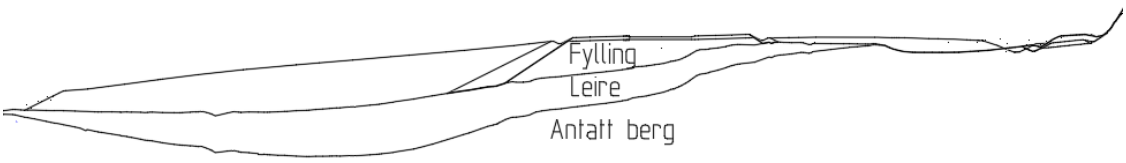
Figur 5 Lengdesnitt gjennom vegfylling i sørligste del av Langsteindalen. Ca. profil 7730-8000.



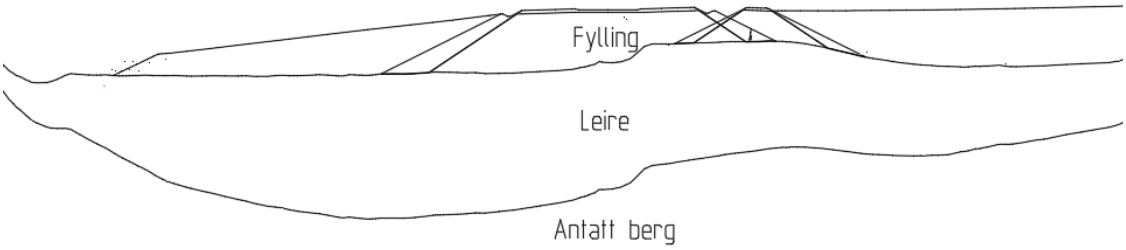
Figur 6 Lengdesnitt gjennom vegfylling i midtre del av Langsteindalen. Ca. profil 7970-8300.



Figur 7 Lengdesnitt gjennom vegfylling i nordligste del av Langsteindalen. Ca. profil 8230-8590.



Figur 8 Tverrsnitt gjennom vegfylling i profil 8000. Relativt lav fylling i sørligste halvdel av Langsteindalen. Løsmassemektigheten øker mot vest.



Figur 9 Tverrsnitt gjennom vegfylling i profil 8250. Relativt høy fylling i nordligste halvdel av Langsteindalen.

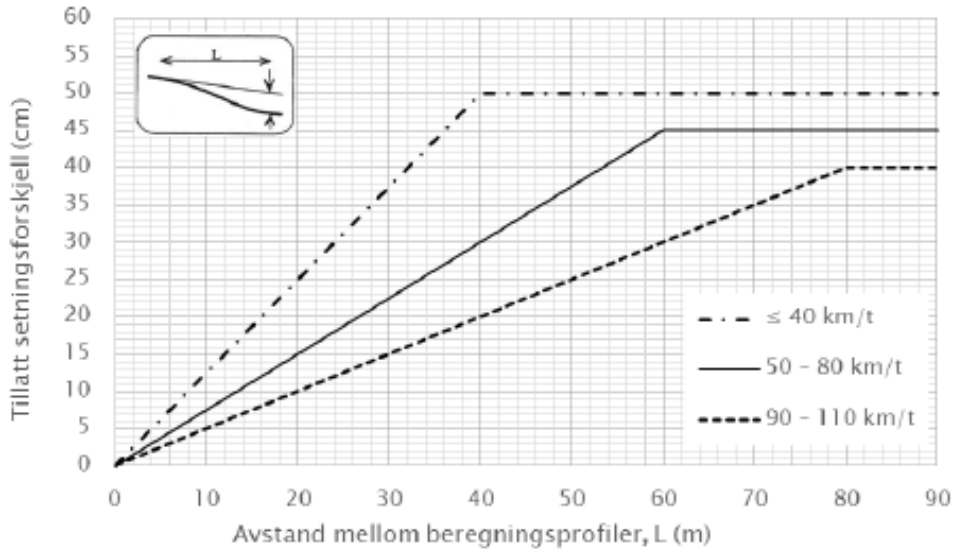
Grunnen der fyllingen skal etableres i Langsteindalen består hovedsakelig av leire over berg, med mektighet opp til omtrent 35 m. Mye av leira karakteriseres som kvikkleire. I området der veglinja krysser Langsteinelva er grunnen lagdelt med leire og silt. Under den sørligste delen av veglinja er leira overkonsolidert til omtrent 60 kPa over *in situ* spenninger. Under den nordligste delen er leira overkonsolidert til omtrent 130 kPa. Vanninnholdet varierer en del, men ligger i hovedsak mellom 25 og 40 %. Basert på den relativt lave overkonsolideringen forventes leira å få relativt store setninger ved utlegging av fyllingen.

I vedlegg C er stabiliteten av fyllingen håndtert. For å sikre stabilitet av fyllingen må det gjøres grunnforsterkning med kalksement i et belte med bredde på ca. 25 m under fyllingsfoten mot Langsteinelva, samt i enda større omfang i området hvor veglinja krysser Langsteinelva. Det må også stabiliseres for å begrense setningene under kulverten for Langsteinvegen undergang. Stabilisering med kalksement øker stivheten til leira, og vil dermed sørge for mindre setninger der det er stabilisert. Dette kan føre til problemer med differansesetninger mot ustabilisert grunn.

D3 Beregninger

D3.1 Beregningsforutsetninger

Ved beregning av setningsforskjell i lengderetning inn mot landkaret for Vollselvbruene og langs veglinja i Langsteindalen gjelder verdier fra vegvesenets håndbok N200 figur 206.1, gjengitt i figur 10 under. For veg med fartsgrense 110 km/t skal setningsdifferanse være mindre enn 0,5 cm/m, oppad begrenset til 40 cm over en strekning på 80 meter.



Figur 10 Krav til setninger for veglinje, hentet fra N200 [1].

For beregning av setninger på jernbanen benyttes krav gitt i BaneNOR sitt tekniske regelverk. Kravene til setning på langs av sporet er gjengitt i tabell 1.

Tabell 1 Gjengivelse av BaneNORs krav til differansesetning langs spor.

Tidspunkt hvor det stilles setningskrav	**Tillatt differansesetninger over lengdeintervall ΔL**		
	ΔL = 100 m	ΔL = 50 m	ΔL = 25 m
T = 3 år	14 cm / 1,4 %	11 cm / 2,2 ‰	7 cm / 2,8 ‰
T = 9 år	23 cm / 2,3%	28 cm / 2,6 ‰	12 cm / 4,8 ‰

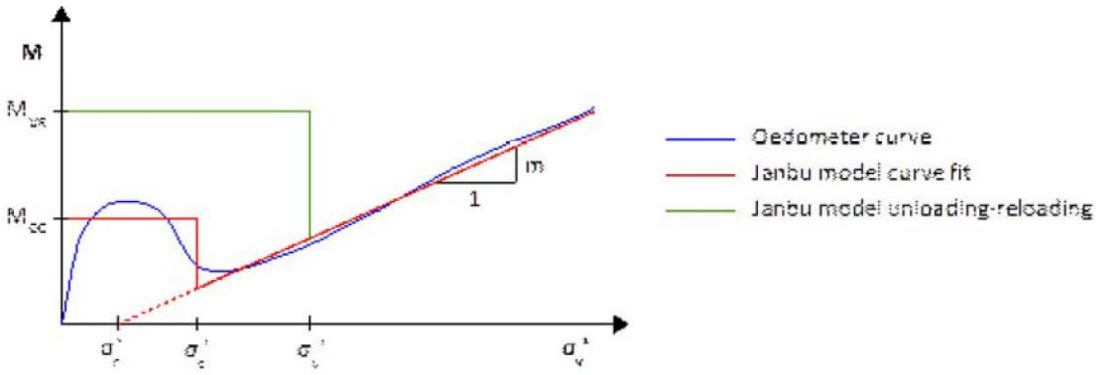
Fyllingen som legges ut nord for Nordlandsbanen belaster leira til over prekonsolideringsspenningene. Dette vil initiere sekundærsetninger, også kjent som kryp. For å håndtere dette planlegges det å legge ut fyllingen med en overlast som fjernes etter en viss liggetid. Formålet med dette er at leira konsolideres til en høyere spenning enn for ferdigtilstand. Med utgangspunkt i isotacher fra Bjerrums krypteori [2] vil dette i prinsippet være tilstrekkelig til å redusere krypsetningene til et neglisjerbart nivå. Beregninger av krypsetninger og betydningen av disse utføres i byggeplan.

Fyllingen i Langsteindalen kan ikke legges ut med overhøyde på samme måte som nord for Nordlandsbanen. Dette er på grunn av at beregnet stabilitet for fyllingen stedvis er bare akkurat tilstrekkelig. Fyllingen som legges ut i Langsteindalen belaster leira til over prekonsolideringsspenningene. Dette vil initiere kryp. Beregninger av krypsetninger og betydningen av disse utføres i byggeplan.

D3.2 Beregningsmodell

Beregningene utføres i beregningsprogrammet Geosuite Settlements. Det benyttes Janbus konsolideringsteori for å estimere primærsetninger. I tillegg benyttes program<-met til å beregne tilleggsspenninger i grunnen som kan benyttes videre i manuelle krypberegninger.

Beregningsmodellen regner ulik stivhet for jorda over og under prekonsolideringsspenningen, p_c'. For belastning mellom vertikal effektivspenning, p_0' og p_c' benyttes en ødometermodul, M_0, mens stivheten for belastning over p_c' beregnes med et modultall, p_0' og en referansespenning, p_r'. Ved utregning av stivhet etter p_c' benyttes uttrykket $M=m*(p'-p_r')$, hvor p' er vertikal effektivspenning etter belastning. Prinsippet er vist i figur 11.



Figur 11 Prinsipp for beregning av setninger etter Janbu, hentet fra Geosuites brukermanual.

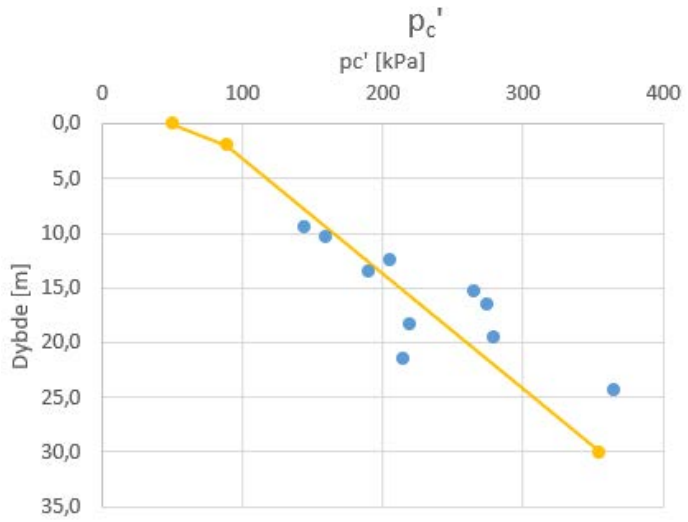
D3.3 Beregningsparametere

Beregningsparametere i modellen er basert på tolkede ødometerforsøk i Stjørdal, vist i geoteknisk tolkningsrapport [3]. I området nord for Nordlandsbanen er kvaliteten på ødometerforsøkene dårlig, noe som gjør det vanskelig å tolke ut gode parametere. Valg av stivhetsparametere er derfor i hovedsak gjort på grunnlag av samleplott fra hele området. Valg av prekonsolideringsspenning er gjort basert på lokale forsøk.

I Langsteindalen er kvaliteten på ødometerforsøkene relativt mye bedre, og det er derfor lettere å tolke ut gode parametere. Valg av parametere er basert på samleplott for hele Stjørdal. På grunn av bedre prøvekvalitet samsvarer tolkede parametere fra forsøkene i Langsteindalen bedre med trendlinjene i samleplott enn forsøkene ved fyllinga nord for Nordlandsbanen. Det er benyttet to parametersett for fyllingen i Langsteindalen. "Leire type 1" brukes i sørlig del av dalen, fram til omtrent profil 8175. Nord for dette benyttes "leire type 2".

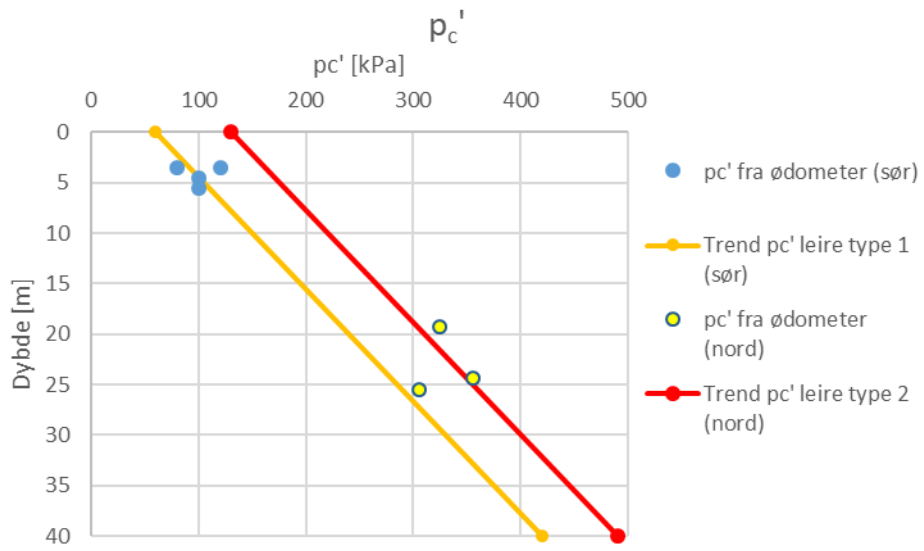
Prekonsolideringsspenning, p_c'

Prekonsolideringsspenningen beskriver hvilken spenning leira har opplevd tidligere. Parameteren bestemmes ut fra tolkninger av ødometerforsøk fra parameterrapporten. Prekonsolideringsspenningen ses i sammenheng med in situ effektivspenninger, p_0'. For fyllingen nord for Nordlandsbanen er det benyttet en p_c' som ligger 50 kPa over p_0'. Valgt trendlinje for p_c' er vist i figur 12.



Figur 12 Sammenstilling av prekonsolideringsspenning, p_c', mot dybden for ødometerforsøk fra borhull N11045 og N11036 ved fyllingen.

I Langsteindalen er det benyttet to trendlinjer for prekonsolideringsspenning. For den sørligste delen av dalen, frem til profil 8175, er det benyttet en p_c' som ligger 60 kPa over p_0'. Nord for dette er det benyttet en p_c' som ligger 130 kPa over p_0'. Tolkede p_c' fra ødometerforsøk i Langsteindalen og valgte trendlinjer for p_c' er vist i figur 13.

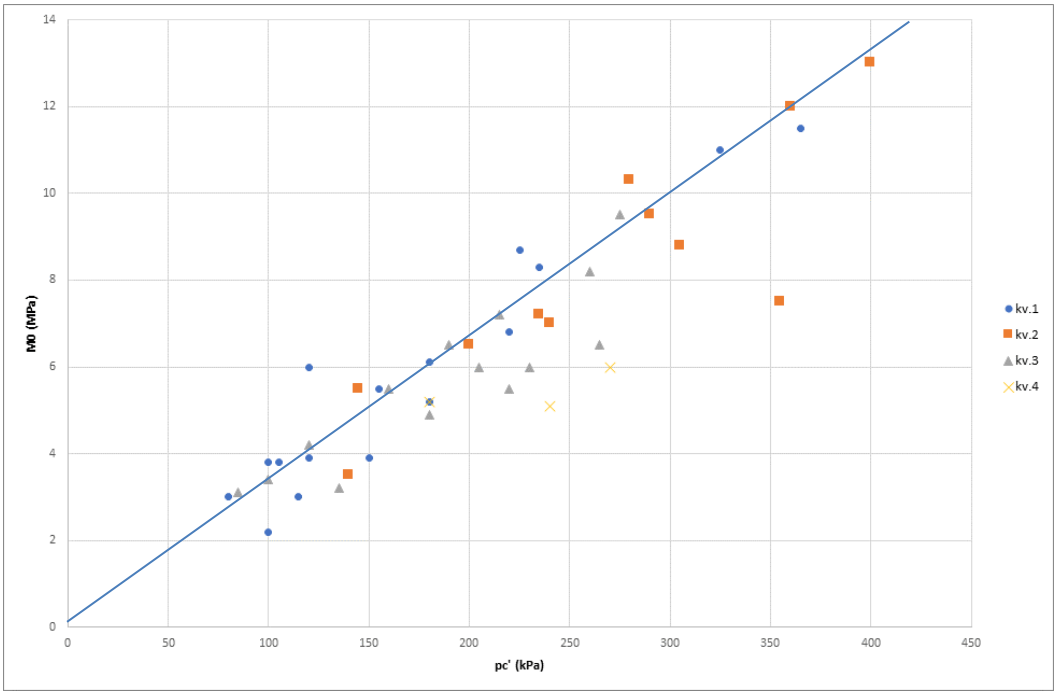


Figur 13 Sammenstilling av prekonsolideringsspenning, p_c', mot dybden for ødometerforsøk fra borhull N22133 (sør), N22136 (sør) og N22109 (nord) ved fyllingen i Langsteindalen, samt trendlinjer for p_c' i sørlig og nordlig del av Langsteindalen.

Ødometermodul, M_0

Ødometermodul velges basert på samleplott av M_0 mot prekonsolideringsspenningen, p_c', som vist i figur 14 under, ref. [3]. De ulike symbolene viser prøver av ulik kvalitet. Trendlinjen er lagt i øvre del av plottet, der også hovedandelen av forsøkene med av god kvalitet ligger. Valgt trendlinje for M_0 er vist i figur 14.

Som nevnt tidligere må det stabiliseres med kalksement under deler av fyllingen nord for Nordlandsbanen for å oppnå tilstrekkelig stabilitet. I det stabiliserte området antas det stabiliserte leirvolumet å oppføre seg som en overkonsolidert leire. Stivhet i dette området, $M_{0,KS}$, beregnes fra stivheten i det stabiliserte materialet multiplisert med dekningsgraden. Det er antatt en dekningsgrad på 25 % og en ødometermodul i stabilisert materiale et sted mellom 50 og 75 MPa basert på et stivhetsestimat på 250*su. I beregningene er 16 MPa benyttet.

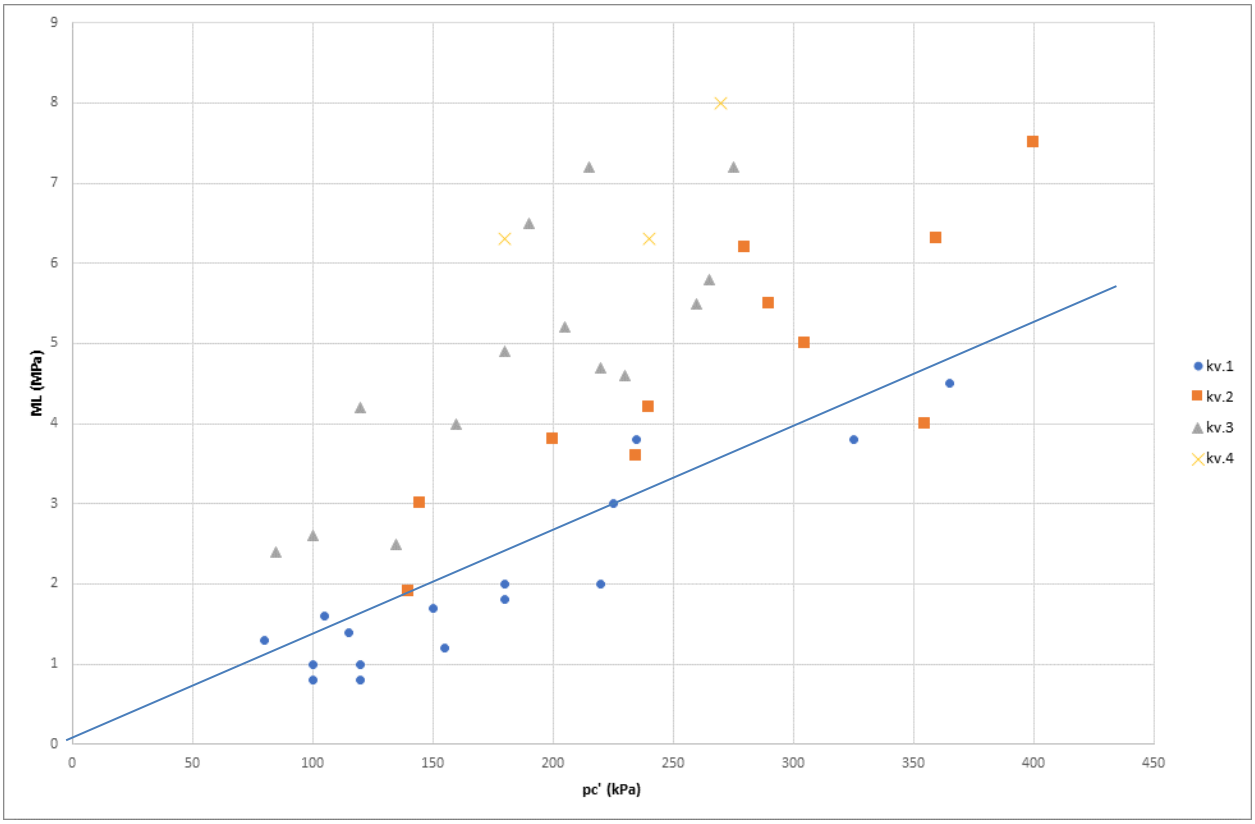


Figur 14 Sammenstilling av M_0 mot p_c' og valgt trendlinje for alle tolkede ødometerforsøk i området. De ulike symbolene angir prøvekvalitet.

Modultall m, referansespenning p_r' og minimumsmodul M_L

Modultallet, m, beskriver økningen i jordas stivhet med økte spenninger etter pre-konsolideringsspenningen p_c' er nådd. Parameteren er bestemt fra siste del av ødometer-forsøkene ved fyllingene, som tolket i parameterrapporten [3]. Modultall m = 20 er benyttet, som stemmer godt over ens med figur 14 i parameterrapporten [3] for leire med vanninnhold 30 – 35 %.

I beregningsmodellen inngår referansespenningen, p_r'. Denne styrer stivheten av jorda, M_L i området like etter p_c' er passert. M_L inngår ikke direkte som en parameter i beregningsmodellen, men kan uttrykkes som $m*(p_c'-p_r')$. For å anslå p_r' tolkes M_L og m fra ødometerforsøk og deretter tilbakeregnes p_r'. M_L er bestemt på samme måte som M_0, fra en sammenstilling av alle ødometer i området. Sammenstillingen og valgt trendlinje for M_L er vist i figur 15.



Figur 15 Sammenstilling av M_L mot p_c' og valgt trendlinje for alle tolkede ødometerforsøk i området. De ulike symbolene angir prøvekvalitet, der kvalitet 1 er best og kvalitet 4 er dårligst.

Konsolideringskoeffisient

Konsolideringstid beregnes ved hjelp av konsolideringskoeffisienten c_v. Denne deles i to, en før og etter p_c', henholdsvis $c_{v,oc}$ og $c_{v,nc}$. Parameterne velges basert på tolket c_v fra ødometerforsøk utført i borhull N11045 og N11036 ved fyllingen nord for Nordlandsbanen, samt borhull N22109, N22133 og N22136 ved fyllingen i Langsteindalen. I beregningene benyttes henholdsvis 6,5 m^2/år og 13 m^2/år for henholdsvis $c_{v,nc}$ og $c_{v,oc}$.

Innledningsvis kan konsolideringstiden for fyllingen nord for Nordlandsbanen anslås med $t_P=H^2/cv$, der H er drensvegen. Dersom en antar at leira kan dreneres mot overflaten og mot berg blir drensvegen halvparten av lagtykkelsen, dvs. 20 meter. Estimert konsolideringstid blir da 67 år. Dette er naturligvis uakseptabelt i prosjektet. For å løse dette planlegges det å installere vertikaldren under tilløpsfyllingen for å gjøre unna konsolideringen tidligere.

En innledende vurdering av konsolideringstid for vertikaldren basert på metodikk gitt i SVV håndbok V221 [4] kap 1.6 viser at 90 % konsolidering innenfor ett års liggetid kan oppnås med senteravstand mellom vertikaldren på 2,0 meter. For å ta høyde for noe usikkerhet legges en senteravstand på 1,5 meter til grunn i reguleringsplan for fyllingen nord for Nordlandsbanen.

Ved en tilsvarende betraktning av fyllingen i Langsteindalen estimeres konsolideringstiden uten vertikaldren til 35 år. Dette gjelder for områder hvor leirlaget er 30 m tykt. Trinnvis konsolidering og styrkeoppbygning er avgjørende for å kunne etablere fyllingen på bløt grunn. Derfor legges det til grunn i reguleringsplan at vertikaldren installeres under hele fyllingen med senteravstand 1,5 m.

Sammenstilling

En sammenstilling av alle beregningsparametere for fyllingen nord for Nordlandsbanen og i Langstein er gitt i tabell 2, tabell 3 og tabell 4.

Tabell 2 Sammenstilling av beregningsparametere for fyllingen nord for Nordlandsbanen.

Dybde [m]	P_0' [kPa]	P_c' [kPa]	P_r' [kPa]	m [-]	M_L [MPa]	M_0 [MPa]	$M_{0,KS}$ [MPa]	$C_{v\ NC/OC}$ [m^2/år]
0	0	50	20	20	1,2	3,0	16	6/13
2	39	89	30	20	1,2	3,0	16	6/13
10	115	165	60	20	2,1	5,5	16	6/13
20	210	260	90	20	3,4	8,7	16	6/13
30	305	355	120	20	4,7	11,8	-	6/13
32	381	406	130	20	5,4	13,3	-	6/13
40	400	450	150	20	6,0	15,0	-	6/13

Tabell 3 Sammenstilling av beregningsparametere for fyllingen i sørligste del av Langsteindalen, "leire type 1". Parameterne gjelder sør for profil 8175.

Dybde [m]	P_0' [kPa]	P_c' [kPa]	P_r' [kPa]	m [-]	M_L [MPa]	M_0 [MPa]	$C_{v\ NC/OC}$ [m^2/år]
0	0	60	21	20	0,78	2,0	6,5/13
1	9	69	23	20	0,92	2,3	6,5/13
10	90	150	50	20	2	5,0	6,5/13
20	180	240	80	20	3,2	8,0	6,5/13
30	270	330	110	20	4,4	11,0	6,5/13
35	315	375	125	20	5	12,5	6,5/13
40	360	420	140	20	5,6	14,0	6,5/13

Tabell 4 Sammenstilling av beregningsparametere for fyllingen i nordligste del av Langsteindalen, "leire type 2". Parameterne gjelder nord for profil 8175.

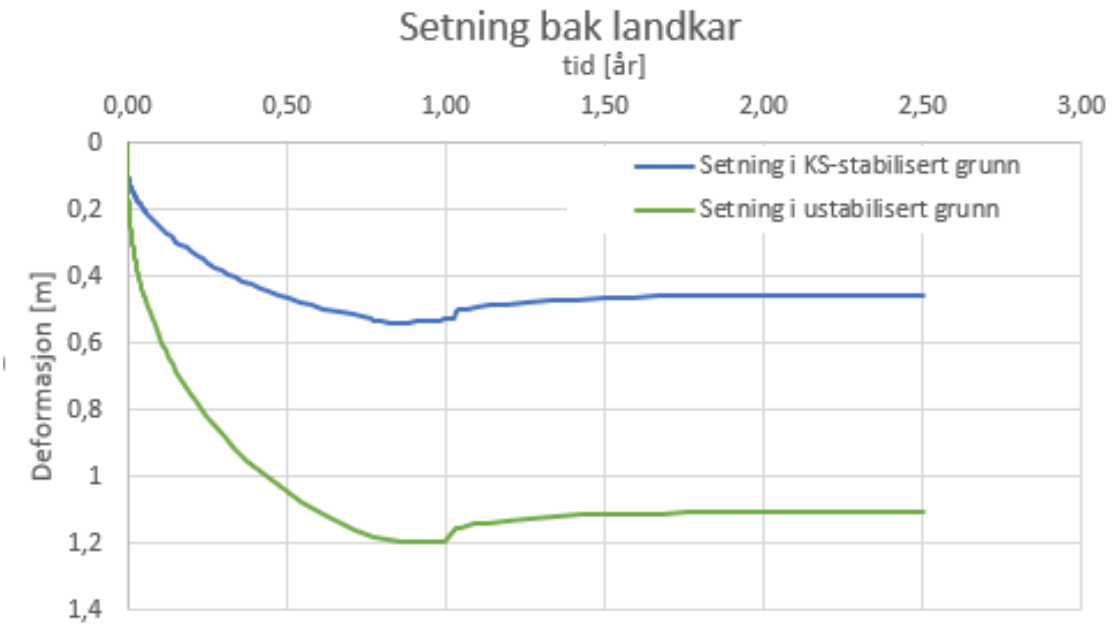
Dybde [m]	P_0' [kPa]	P_c' [kPa]	P_r' [kPa]	m [-]	M_L [MPa]	M_0 [MPa]	$C_{v\ NC/OC}$ [m^2/år]
0	0	130	43	20	1,74	4,3	6,5/13
1	9	139	46	20	1,86	4,6	6,5/13
10	90	220	73	20	2,94	7,3	6,5/13
20	180	310	103	20	4,14	10,3	6,5/13
30	270	400	133	20	5,34	13,3	6,5/13
35	315	445	148	20	5,94	14,8	6,5/13
40	360	490	163	20	6,54	16,3	6,5/13

D4 Resultater

D4.1 Fylling nord for Nordlandsbanen

D4.1.1 Veglinje

Beregninger viser at det kan forventes setninger i størrelsesorden 1,1 – 1,2 meter i området, se figur 16. I beregningene er det lagt inn en 3 meter høy forbelastningsfylling som fjernes etter ett års liggetid. Ved bruk av vertikaldren vil primærsetningene da være unnagjort, og krypsetninger vil være minimert grunnet forbelastningen. Setninger som påløper etter forbelastningen er fjernet er minimale, og kravene til setninger inn mot landkaret vil oppfylles. Optimalisering av grunnforsterkning og vertikaldren gjøres i byggeplan.

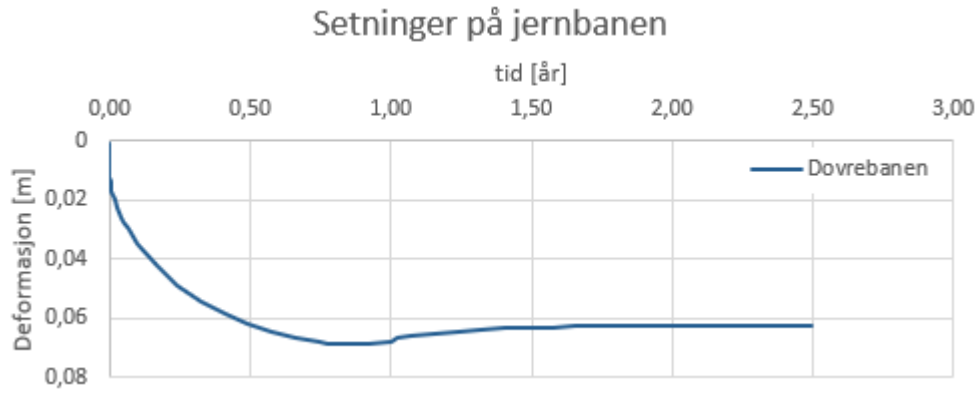


Figur 16 Beregnede setninger bak landkar. Beregninger utført for leire med og uten grunnforsterkning.

D4.1.2 Nordlandsbanen

Beregninger antyder at det vil oppstå setninger på Nordlandsbanen, i størrelsesorden 5 til 7 cm, som vist på figur 17. I likhet med for veglinjen kan det installeres vertikaldren inntil jernbanen for å sørge for rask konsolidering. Setningene vil påløpe jevnt langs jernbanen over en lengde på ca. 150 meter, og antas å gå i null på hver side av fyllingen. Med 6 cm setning over en lengde på 75 meter (halve fyllingslengden) utgjør det 0,08%. Dette er innenfor alle kravene i gitt i tabell 1. Deformasjonene påløper såpass raskt vil det kunne gjøres en sporjustering etter at forbelastningen er fjernet.

Tilleggsspenningene under Nordlandsbanen vil ikke overskride prekonsolideringsspenningen, p_c'. Krypdeformasjoner antas derfor å være neglisjerbare.



Figur 17 Beregnede deformasjoner på Nordlandsbanen.

D4.2 Fylling i Langsteindalen

De totale setningene av fyllingen er ikke et problem i seg selv i områder hvor det ikke skal etableres konstruksjoner. Differansesetninger er imidlertid et problem. Disse kan påløpe på grunn av variasjon i fyllingshøyde og løsmassemektighet, samt i overgangen mellom områder med og uten vertikaldren, og mellom ustabilisert grunn og grunn forsterket med kalksement.

D4.2.1 Veglinje

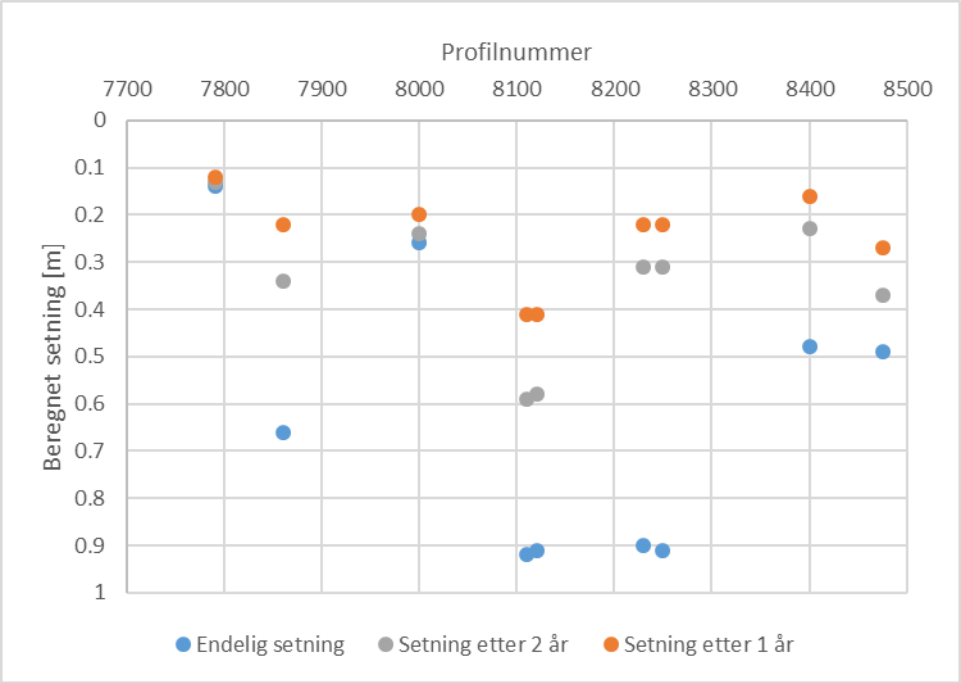
Beregninger viser at det kan forventes totale setninger i størrelsesorden 1 meter der løsmassetykkelsen er størst (ca. profil 8230) og der fyllingen er høyest (ca. profil 8110), se figur 18.

Hvis man forutsetter at det ikke installeres vertikaldren vil bare en del av disse setningene påløpe i byggeperioden. Beregninger antyder at omtrent 0,2 m av setningene vil påløpe i løpet av det første året der løsmassetykkelsen er størst. Omtrent 0,1 m vil påløpe i løpet av det neste året. I områder med mindre løsmassetykkelse vil en større andel av setningene være unnagjort i byggeperioden. Total konsolideringstid uten vertikaldren vil være 40 - 60 år.

Beregninger av differansesetninger langs veglinja i overgangen mellom profiler med liten løsmassetykkelse og relativt lav fylling og profiler med større fyllingshøyde og løsmassetykkelse antyder at det blir vanskelig å tilfredsstille krav til differansesetninger langs veglinja uten vertikaldren. Dette gjelder både for differansen mellom beregnede endelige setninger, og mellom setninger beregnet etter ett og to år. Den samme konklusjonen er også gyldig for overgangen fra stor løsmassetykkelse i ustabilisert grunn til området omkring kryssingen av Langsteinelva, som er grunnforsterket med kalksement.

Det er derfor nødvendig å installere vertikaldren for å få unnagjort primærsetningene i løpet av byggetiden. I tillegg er det nødvendig å fase ut overgangen mellom grunnfor-

sterket område og ustabilisert grunn for å jevne ut setningene. Optimalisering av grunnforsterkning og vertikaldren gjøres i byggeplan.



Figur 18 Beregnede totale setninger og setninger etter 1 og 2 år, forutsatt full fyllingshøyde ved tid null.

D4.2.2 Langsteinelva kulvert og ledning fra ny inntaksdam

Langsteinelva kulvert og ledningen som går fra ny inntaksdam til Salmar i Langstein kan få problemer med differansesetninger når vegfyllingen etableres. Langs vestsiden av vegfyllingen skal grunnen stabiliseres med kalksement for å sikre tilstrekkelig stabilitet av fyllingen, og her vil setningene være små. Det samme gjelder mot Langsteinelva på østsiden av fyllingen. For å jevne ut differansesetningene mellom grunnen som er stabilisert og ustabilisert grunn er det nødvendig å fase ut grunnforsterkningen langs kulvert og ledning. Optimalisering av grunnforsterkning gjøres i byggeplan, når dybder til berg i området ved elvekryssingen er kartlagt mer detaljert.

D4.2.3 Kulvert for Langsteinvegen undergang

Kulverten for Langsteinvegen undergang skal fundamenteres på grunn forsterket med kalksement. I området rundt kulverten må vertikaldren installeres for å gjøre unna primærsetningene i løpet av byggetiden. Vertikaldren vil imidlertid ikke føre til at de totale setningene reduseres. Beregnet setning ved siden av kulverten er i størrelsesorden 0,6 – 0,7 m. Dette vil føre til påhengskrefter på kulverten. Påhengskreftene kan reduseres ved å stabilisere grunnen omtrent 1 – 2 m utenfor kulverten. Grunnforsterkningen må

fases ut for å jevne ut differansesetninger mot ustabilisert grunn. Optimalisering av grunnforsterkning og vertikaldren gjøres i byggeplan.

D5 Referanser

[1] Vegdirektoratet, «Håndbok N200 Vegbygging,» Vegdirektoratet, 2018.

[2] L. Bjerrum, «Problems of Soil Mechanics and Construction on Soft Clays. State-of-the-art Report to Session IV, 8th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering,» Moscow, 1973.

[3] Norges Geotekniske Institutt, «20180628-12-R_R1-GEOT-08 Tolkning av geotekniske parametere Stjørdal,» NGI, Trondheim, 2020.

[4] Vegdirektoratet, «Håndbok V221, Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger,» Vegdirektoratet, 2014.

Vedlegg E

VERIFIKASJONSSKJEMA MULTICONSULT

Multiconsult

NOTAT

OPPDRAG	**E6 Kvithammar - Åsen**	DOKUMENTKODE	10214848-RIG-NOT-005
EMNE	Utvidet kontroll av rapporter for reguleringsplan i Stjørdal kommune	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	**Nye Veier AS**	OPPDRAGSLEDER	Emilie Bjarghov
KONTAKTPERSON	Kari Charlotte Sellgren	SAKSBEHANDLER	Ivana Anusic
KOPI	NGI v/Alf Kristian Lund	ANSVARLIG ENHET	10234011 Geoteknikk Midt

SAMMENDRAG

Multiconsult er engasjert av Nye Veier AS for å utføre uavhengig kontroll av NGIs geotekniske vurderinger i forbindelse med bygging av ny E6 mellom Kvithammar og Åsen, nord for Stjørdal sentrum. Prosjektet består av en dagsone på Stjørdal før veglinja går inn i tunnel gjennom Forbordsfjellet. Videre nordover kommer vegen ut i dagen og krysser Langsteindalen før den igjen går inn i Høghåmmårtunnelen og fortsetter nordover inn i Levanger kommune.

Mottatte rapporter (geoteknisk fagrapport og tolkningsrapport) gjelder for Stjørdal prosjektfase reguleringsplan. 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*. Planlagt tiltak faller inn under tiltakskategori K4 noe som innebærer at vurderingene skal kvalitetsikres av et uavhengig foretak. Kvalitetssikring er utført iht. NVEs retningslinjer nr. 2/2011 *«Flaum og skredfare i arealplanar»* og veileder nr. 7/2014 *«Sikkerhet mot kvikkleireskred».*

Foreliggende notat presenterer resultatene fra utvidet kontroll fra begge rapportene.

VEDLEGG

Vedlegg A: Verifikasjonsskjema for utført kvalitetssikring av geoteknisk fagrapport
Vedlegg B: Verifikasjonsskjema for utført kvalitetssikring av tolkningsrapport

			Ivana Anusic	EMB	
00	05.06.2020	Uavhengig kontroll geoteknisk fagrapport og tolkningsrapport Stjørdal	Ivana Anusic	Emilie Bjarghov	Roger Kristoffersen
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

1 Innledning

Nye Veier AS planlegger bygging av ny E6 mellom Kvithammar og Åsen, nord for Stjørdal sentrum. Prosjektet består av en dagsone på Stjørdal før veglinja går inn i tunnel gjennom Forbordsfjellet. Videre nordover kommer vegen ut i dagen og krysser Langsteindalen før den igjen går inn i Høghåmmårtunnelen og fortsetter nordover inn i Levanger kommune.

Det planlegges følgende arbeider i reguleringsplanen for Stjørdal:

- Bygge to tunneler i Stjørdal kommune, Forbordsfjelltunnelen og Høghåmmårtunnelen. I dagsonen sør for Forbordsfjelltunnelen går veglinja gjennom to kvikkleiresoner i det den krysser Vollselva. For å ivareta sikkerhet for områdestabilitet må Vollselva heves og det må etableres motfyllinger opp mot ravineskråningene.
- Bygge ny bru på strekningen mellom Kvithammar og Holan over Vollselva og Nordlandsbanen, Vollselvbrua. Vollselvbrua er planlagt fundamentert direkte på berg på sørsiden av elva og til berg med utstøpte stålrør eller stålkjernepeler der bergdybden er for stor for direkte fundamentering. Nord for Nordlandsbanen lander vegen på en større fylling før den går inn i Forbordsfjelltunnelen. For å sikre stabilitet mot jernbanen må det gjøres grunnforsterkning med kalksement i et belte med bredde ca. 50 meter. Videre må det installeres vertikaldren og etableres en forbelastning for å håndtere setninger inn mot brua.
- Bygge om Kvithammarkrysset med større rundkjøringer og nye nordvendte ramper
- Bygge ny undergang for Langsteinvegen under E6 i Langsteinsdalen. Det må gjøres grunnforsterkning under undergangen for å unngå for store setninger. I tillegg må det stabiliseres for stabiliteten av skjæringene/fyllingene inn mot undergangen. Langsteinelva kulvert krysser også under fyllinga i Langsteindalen. Denne er planlagt fundamentert direkte på ca. 2 meter masseutskifting med sprengt stein.
- Vest for E6 er det planlagt å etablere en jernbaneundergang ved Holan. Denne planlegges fundamentert på hel bunnplate i den gamle fyllingen for Nordlandsbanen.
- I det E6 kommer ut av Forbordsfjelltunnelen i nord går den gjennom Langsteindalen på en stor fylling. Her må det gjøres grunnforsterkning med kalksement i et belte på ca. 25 meter mot Langsteinelva for å sikre stabilitet av fyllinga. Østre del av fyllinga er meget bratt. Her må det stabiliseres i et noe bredere belte, ca. 40. meter, for å sikre stabiliteten. Videre må det installeres vertikaldren for å håndtere setninger og for å gradvis konsolidere leira til en høyere skjærfasthet etter hvert som oppfyllingen pågår.
- Etablering av riggområder og deponier

NGI har utarbeidet fagrapport som inneholder geotekniske vurderinger for strekningen for reguleringsplan for delen av strekningen som ligger i Stjørdal kommune [1]. I tillegg har de utarbeidet tolkningsrapporten hvor det er foretatt en sammenstilling og tolkning av alle undersøkelser som anses relevant for E6-utbyggingen i Stjørdal [2]. Dette ligger til grunn for geotekniske beregninger av stabilitet av naturlige skråninger, vegfyllinger og skjæringer; fundamentering av konstruksjoner og setninger av vegfyllinger.

Multiconsult Norge AS er engasjert for å utføre uavhengig kontroll av NGIs geotekniske vurderinger. Mottatte rapporter gjelder for Stjørdal prosjektfase reguleringsplan. Foreliggende notat presenterer resultatene fra uavhengig kontroll fra begge rapportene.

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* [3].

Planlagt tiltak faller inn under tiltakskategori K4 noe som innebærer at vurderingene skal kvalitetsikres av et uavhengig foretak. Kvalitetssikring er utført iht. NVEs retningslinjer nr. 2/2011 «Flaum og skredfare i arealplanar» [4] og veileder nr. 7/2014 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» [5].

Følgende dokumenter er tilsendt fra NGI som grunnlag for kontroll:

- R1-GEOT-09 rev. nr. B/2020-05-29 *«E6 Kvithammar – Åsen. Detaljregulering Stjørdal kommune. Geoteknisk fagrapport for reguleringsplan Stjørdal»* [1]
- R1-GEOT-08 rev. nr. B/2020-05-29 *«E6 Kvithammar – Åsen. Detaljregulering Stjørdal kommune. Tolkning av geotekniske parametre»* [2][1]

Relevante datarapporter som er benyttet som grunnlag for prosjekteringen er presentert i prosjektets BIM-modell. Alle med behov for tilgang til datarapporten i modell får tilgang til BIM-modellen på forespørsel.

3 Myndighetskrav

N200 Vegbygging fra 2018 [3] definerer hvilke Eurokoder og andre regelverk og veiledninger geoteknisk prosjektering skal forholde seg til for å oppnå foreskrevet sikkerhet på vegen. Tilsvarende vil N400 Bruprosjektering fra 2015 [6] angi krav for prosjektering av konstruksjoner. Der prosjektet påvirker jernbanen vil Bane NORs tekniske regelverk [7] definere kravene.

Oppsummering av Geoteknisk kategori, konsekvens- og pålitelighetsklasse (CC/RC) og minste prosjekterings- og utførelseskontrollklasse (PKKK og UKK) for de ulike delområdene av planen er gitt i Tabell 1.

Tabell 1 Oppsummering av Geoteknisk kategori, konsekvens- og pålitelighetsklasse (CC/RC) og minste prosjekterings- og utførelseskontrollklasse (PKKK og UKK) for de ulike delområdene av planen

Delområde	**Geoteknisk kategori**	**CC/RC**	**PKK**	**UKK**
Dagsone Kvithammar	2	2	2	2
Dagsone Holan	3	3	3	3
Dagsone Langsteindalen	3	3	3	3
Kvithammarkrysset vest	2	2	2	2
Kvithammarkrysset øst	2	2	2	2
Fylkesveg Langsteindalen	3	3	3	3
Heving Vollselva	2	2	2	3
Deponier Langsteindalen	2	2	2	2
Riggområde Kvithammar	1	2	2	2
Riggområde Holan	3	3	3	3
Riggområde Langstein	3	3	3	3
Vollselvbrua	3	3	3	3
Holan Jernbaneundergang	2	3	3	3

Tunnelportaler	1	2	2	2
Langsteinvegen undergang	3	3	3	3
Langsteinelva kulvert	3	3	3	3

3.1 Tiltak i geoteknisk kategori 3

Tiltak som påvirkes av kvikkleireproblematikk, samt områder som belastes ut over grunnens prekonsolidering, regnes som "unormalt belastningsforhold" og plassers i geoteknisk kategori 3.

Dette gjelder for dagsone Holan, dagsone Langsteindalen, fylkesveg Langsteindalen, riggområde Hollan, riggområde Langstein, Vollselvbrua, Langsteinvegen undergang og Lansteinelva kulvert. Dette er i tråd med anbefalinger i Eurokode 0 [8] og håndbok N200 [3], 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». Veg- og jernbanebruer plasseres normalt i CC/RC3.

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

Konstruksjoner, skjæringer og fyllinger i og på leirgrunn som ikke påvirkes av kvikkleireproblematikk og som ikke belaster grunnen ut over prekonsolideringen, regnes som geoteknisk kategori 2.

Dagsone Kvithammar, Kvithammar krysset, heving av Vollselva, deponier Langsteindalen og Holan jernbaneundergang 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». Holan jernbaneundergang er plassert i CC/RC 3.

Prosjekterings- og utførelseskontrollklasse er valgt til PKK/UKK 2. Prosjekterings- og utførelseskontrollklassen følger av valgt geoteknisk kategori. Holan jernbaneundergang settes i PKK/UKK 3. UKK Heving av Vollselva settes i UKK3, da dette tiltaket er svært avhengig av korrekte utførelse og vurderinger på stedet for å fungere etter hensikten og for ikke å forverre stabiliteten underveis.

3.3 Tiltak i geoteknisk kategori 1

Portalkonstruksjoner på steinfylling over berg har minimal risiko for lav stabilitet eller bevegelser i grunnen og plasseres derfor i geoteknisk kategori 1.

Tunnelportaler vurderes å være i CC/RC2. Dette begrunnes med at det er enkle og oversiktlige grunnforhold i kombinasjon med begrenset konsekvens og høy kostnad.

Riggområde Kvithammar havner i CC/RC2, med begrunnelsen at det er "grunn- og fundamenteringsarbeider under normale forhold".

Svært enkle tiltak med liten konsekvens av brudd og enkle og oversiktlige grunnforhold kan plasseres i CC/RC1. Dette gjelder i hovedsak tiltak utenom E6.

3.4 Tiltakskategorier iht. NVE

NGI har i kapittel A.8 i R1-GEOT-09 [1] valgt tiltakskategori K4 for utbygging av ny E6 iht. tabell 5.2 i NVEs veileder nr. 7/2014 [5] fordi tiltaket medfører større personopphold og har en viktig samfunnsfunksjon.

K4 er strengeste tiltakskategori. For tiltak i kategori K4 stilles det krav om stabilitetsanalyser som dokumenterer tilfredsstillende områdestabilitet. Tiltakskategori K4 også innebærer at vurderingene skal kvalitetsikres av et uavhengig foretak iht. NVEs retningslinjer nr. 2/2011 «Flaum og skredfare i arealplanar» [4] og veileder nr. 7/2014 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» [5].

4 Utført kvalitetssikring

Multiconsults kvalitetssikring 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 [1] og tolkningsrapport [2]. Dokumentasjon av intern kvalitetssikring hos NGI viser at det er utført sidemannskontroll av rapporten. NGIs kvalitetssystem er sertifisert iht. NS-EN ISO 9001:2008 [9].

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 verifikasjonsskjemaer (vedlegg A og B) hvilke kommentarer Multiconsult har hatt ved gjennomgang av rapportene. Alle kommentarer er lukket etter møter og korrespondanse mellom Multiconsult og NGI for revisjon 1 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] NGI (2020). *E6 Kvithammar – Åsen. Detaljregulering Stjørdal kommune. Geoteknisk fagrapport for reguleringsplan Stjørdal. Rapport nr. R1-GEOT-09, dok. Nr. 20180628-14-R, rev.nr. B/2020-05-29,* datert 08. juni 2020

[2] NGI (2020). *E6 Kvithammar – Åsen. Detaljregulering Stjørdal kommune. Tolkning av geotekniske parametre. Rapport nr. R1-GEOT-08, dok. Nr. 20180628-12-R, rev.nr. B/2020-05-29*, datert 08. juni 2020

[3] Statens vegvesen (2018). *Håndbok N200 Vegbygging*, Veidirektorat, Oslo, datert 15.07.2018

[4] NVE (2014). Retningslinjer nr. 2/2011, rev. 22 mai 2014. Flaum og skredfare i arealplanar.

[5] NVE (2014). Veileder nr. 7/2014 Sikkerhet mot kvikkleireskred, Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper.

[6] Statens vegvesen (2015). *Håndbok N400 Bruprosjektering*, Veidirektorat, Oslo, 2015

[7] Bane NOR (2020). *Teknisk regelverk*, Bane NOR, 05 02 2020. [Internett]. Available: https://trv.banenor.no/wiki/Forside. [Funnet: 02.06.2020]

[8] Standard Norge Eurokode 0, «*Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner. NS-EN 1990:2002+NA:2008+NA:2016*» 2002

[9] Standard Norge, «*Systemer for kvalitetssikring. Krav NS-EN ISO 9001:2015*» Norsk standard, 2015

Vedlegg A - Verifikasjonsskjema for utført kvalitetssikring

Multiconsult

Oppdragsgiver:	Nye Veier v/Kari Charlotte Sellgren
Oppdrag:	E6 Kvithammar-Åsen uavhengig kontroll geoteknikk
Oppdragsnummer:	10214848
Dato 3. partskontroll:	05.06.2020
Revisjonsnr. 3. partskontroll:	00
Totalt sider skjema:	14

	Dok. nr.	**Tittel**	**Dato**	**Firma**
Dok. underlagt kontroll:	R1-GEOT-09 rev. nr. B	E6 Kvithammar – Åsen. Detaljregulering Stjørdal kommune. Geoteknisk fagrapport for reguleringsplan Stjørdal	29.05.2020	NGI
Utført av:		Ivana Anusic	Ivana Anusic	
Kontrollert av:		Emilie Bjarghov	Emilie Bjarghov	
Godkjent av:		Roger Kristoffersen		

Kommentar	**Beskrivelse**	**Kategori [1)]**	**Status [2)]**
Generelt	Geoteknisk fagrapport er utarbeidet av NGI og inneholder geotekniske vurderinger for reguleringsplan for delen av strekningen som ligger i Stjørdal kommune. Multiconsult utfører utvidet kontroll ved gjennomgang av tilgjengelig materiale. Prosjekteringskontrollen utføres med utgangspunkt i N200 (2018) kapittel 203 Kontroll av planlegging, prosjektering og utførelse. Iht. N200 kapittel 203.3 kan utvidet kontroll i PKK2 begrenses til en kontroll av at egenkontroll og intern systematisk kontroll (kollegakontroll) er gjennomført og dokumentert, mens utvidet kontroll i PKK3 skal utføres som en faglig kontroll. Utvidet kontroll i PKK3 gjøres fra og med reguleringsplan til og med byggefasen og utføres iht. N200 kap. 203.4. Kapittel 203.5 beskriver krav til dokumentasjon av kontroll. Foreliggende verifikasjonsskjema ansees tilstrekkelig som dokumentasjon av utvidet kontroll i PKK3 for Stjørdal, når alle avvik er lukket. Geoteknisk fagrapport dekker de temaer som bør omhandles og har en god struktur. Utført kvalitetssikring dekker forhold nødvendig for å dekke krav i henhold til N200 for PPK2 og 3, samt NVEs retningslinjer nr. 2/2011 og NVEs veileder nr. 7/2014.	-	-
1	**Tiltakskategori**		
1.1	NGI har vurdert tiltaket å være i tiltakskategori K4 iht. tabell 5.2 i NVEs veileder nr. 7/2014. Valg av tiltakskategori begrunnes med at tiltaket medfører større personopphold og har en viktig samfunnsfunksjon.	-	L

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

[2)] Å - Åpen
L - Lukket

	Multiconsult er enig i denne klassifiseringen.		
2	**Rapportstruktur**		
2.1	Rapporten er relativt enkel å finne fram i, noe som øker lesbarhet og forenkler kontrollen.	-	L
2.2	MC: Kapittel 2 heter beskrivelse av grunnforhold og tiltak. Savner i noen kapittel en referanse til hvor tiltak er behandlet. *NGI: Inkludert i rapport.* NGI har innarbeidet kommentaren i rapporten og Multiconsult anser den som lukket.	R	L
3	**Referanser**		
3.1	MC: I B4.1 står det NVE veileder 14/2016, menes sikkert NIFS-rapport? *NGI: Ja, dette er rettet til NIFS-rapport.* NGI har innarbeidet kommentaren i rapporten og Multiconsult anser den som lukket.	R	L
4	**Tegninger**		
4.1	MC: Ønsker å se hvor mange meter sonderinger er trukket hvis det er lagt mer vekt på en av to motstridende sonderinger. *NGI: Usikker på om dere tenker på noen profiler spesielt, men har inkludert trukket avstand i profil Vollan 1 og Hollan 5.* Det er generelt praktisk informasjon å ha med hvor mange meter en sondering er trukket inn i profilet hvis det er mer enn andre boringer. Kommentaren lukkes.	R	L
4.2	MC: Tegning 120 (sammenheng med kommentar 5.1 og 5.8, Vollan 2). NGI ønsker svar på om MC tror på en videre utvikling av sprøbrudd bakover her. For å svare på det hadde det vært fordelaktig med flere prøver for å verifisere at sprøbruddlaget ikke går hele veien inn under fyllinga. Kan dette vurderes å utføres om det er borerigg i området fortsatt? *NGI: Vi er enige i at det er usikkert om det er kvikkleire inn under vegfyllinga, og har planer om å undersøke dette nærmere i byggeplan. Vi rekker imidlertid ikke dette før reguleringen. Det vi ønsker at dere tar stilling til (enig/uenig) er det som står i vedlegg B side 11. Ettersom beregnet sikkerhet er såpass høy for gjenværende veg om resten av løsneområdet skulle rase ut, mener vi forholdene ikke ligger til rette for videre retrogresjon. Utklipp:* Beregninger av landskapsfyllingen som etableres innenfor løsneområdet for Vollan øst viser at fyllingen lokalt har sikkerhet >1,4. Sikkerhet for denne er dermed tilfredsstilt. For veglinjen som ligger like bak løsneområdet viser beregninger at vegen har tilstrekkelig sikkerhet selv om hele løsneområdet raser ut. Det er noe usikkert om det kan være sprøbruddmateriale videre inn under fyllingen for E6. Om dette skulle være tilfelle viser stabilitetsberegningene at forholdene ikke ligger til rette for retrogressiv utvikling i bakre del av løsneområdet, ettersom løsmassemektigheten her er liten og beregnet sikkerhet relativ høy. En utglidning vil dermed stoppe lenge før den når bak til E6. Disse beregningene er vist på tegning 121 og 122. Resultatene av disse beregningene er ikke tatt med i tabell 3.	TS	L

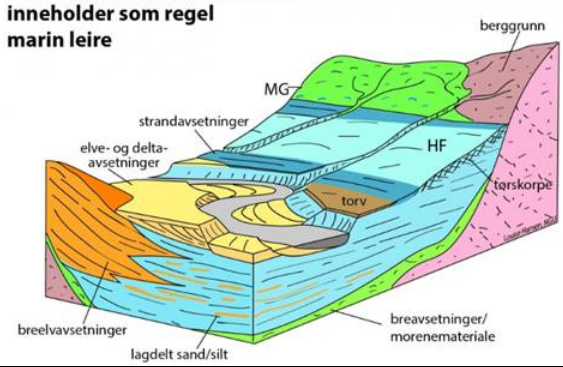
[1] MS - Manglende samsvar
TS - Teknisk spørsmål
R - Råd

[2] Å - Åpen
L - Lukket

	Om dere ikke er enige i denne vurderingen må vi få med nødvendige tiltak i reguleringsplanen. Dette kan være erosjonssikring og heving av elva (trolig uaktuelt), eller å etablere en skjerm med kalksement eller masseutskifting til berg i foten av fyllingen for å avskjære løsneområdet. MC: Vi har diskutert dette internt, og er enige i argumentet. Det er ikke utført beregninger nede ved bekken, men det er heller ikke nødvendig om det er beregnet tilstrekkelig sikkerhet for fyllinga i et worst case-scenario etter at løsneområdet er borte. Vi er enige i at løsneområdet vi stoppe nært berget og ha helning 3:1 oppover mot fyllinga. Profilet Vollan 2 befinner seg mellom to bergnabber, og vi ser det ikke som sannsynlig at et potensielt skred vil utvikle seg videre innunder fyllinga bak BP N11015. *NGI: Vi har strukket et tynt lag med sprøbruddmateriale under vegen og endret tolkingen av borpunktene i bakre del av Vollan to til gule (usikker). Løsnelengde og løsneområdet er utvidet tilsvarende.* Multiconsult aksepterer tilsvar og anser kommentaren som lukket.		
4.3	MC: Tegning 310. Kunne trukket KL-lag ned mot sondering i bunn av skråning? *NGI: Utført.* MC: Sjekket, kommentar lukkes.	TS	L
4.4	MC: Tegning 380. Har sneket seg inn et rektangel over terreng. *NGI: Fjernet. Dette var et tverrsnitt av brubanen.* MC: Sjekket, kommentar lukkes.	R	L
4.5	NGI har oppdatert følgende tegninger iht. kommentarer om tegninger over (punkt 4), samt kommentarer om lagdelinger presentert under (punkt 5): – 120-121-122: Lagdeling/beregning Vollan – 150 Lagdeling Vollan 5 – 310 Lagdeling Hollan 1 – 350-351-352 Lagdeling/beregning Hollan 5 – Justering av lagdeling gir litt lenger løsneområde. – 020 – 028 Alle plantegninger oppdatert med mindre justeringer av løsne/utløp fra Vollan øst, Hollan øst og Hollan vest I tillegg har NGI flikket litt på disse tegningene – uavhengig av kommentarer fra Multiconsult: – 230: Justert bergnivå slik at løsneområdet ikke får – 240: Lagt inn bergtolkning (denne hadde falt ut i forrige revisjon) – 340: Justert – 380: Lagdeling justert i østre del for å sikre samsvar med tolkning i profil Hollan 3 og Hollan 2	-	L

[1] MS - Manglende samsvar
TS - Teknisk spørsmål
R - Råd

[2] Å - Åpen
L - Lukket

5	**Lagdeling**		
	Det vises til møtet 13.05.2020 vedrørende lagdeling i profiler for E6 Kvithammar-Åsen (kvikkleiresoner Hollan og Vollan), samt powerpoint-presentasjon med alle kommentarene samlet. Det ble fortløpende tilbakemeldinger på flere kommentarer om lagdeling i et excel-ark, ettersom dette potensielt utløser en del merarbeid med tegninger. Kommentarer ble diskutert i møter med NGI, samt e-poster. Svar fra begge aktørene (NGI og Multiconsult) på kommentarene er oppsummert i etterfølgende punkter.	-	-
5.1	<u>Avslutning av kvikkleire/sprøbruddlag</u> MC: Der hvor det ikke foreligger grunnundersøkelser i bunnen av skråningen kan kvikkleire/sprøbruddlag vurderes å tolkes konservativt, dvs. med avslutning av laget i bunnen av vassdrag. Vi følger deres argumentasjon om avsetning til en viss grad, men kvikkleire har jo oppstått pga. grunnvannstrømninger. Det blir da et spørsmål om hva som kom først – kvikkleira eller ravinen/skråningen? *NGI: Kvikkleire avsluttes som en hovedregel ut mot skråninger som en videreføring av lagets helning, eventuelt horisontalt / svakt skrånende. Dette vurderes mer realistisk enn å dra kvikkleire ned i bunn av skråning.* MC: Hvorfor vurderes dette mer realistisk? Kan ikke helning endes hvis lagdeling, bergoverflate og terrenghelning endres? Ønsker fortsatt en begrunnelse på dette. For eksempel kan det gjøres en sammenligning med de andre profilene i området hvor det er utført sonderinger i topp og bunn. *NGI: Vi er av den oppfatning at hav og fjordavsetninger avsettes tilnærmet flatt eller med svak helning, og at sedimentene bygger lagvis på hverandre. I området ved Vollselva ser vi det som meget sannsynlig at hele området har sedimentert først, og at Vollselva har erodert i ettertid. Dette er også den alminnelige kvartærgeologiske oppfatningen av hvordan hav og fjordavsetninger dannes. Strømning og utvasking av leira som følge av høydeforskjell ned mot Vollselva tror vi derfor har skjedd langs mer permeable lag i grunnen. Det er derfor også naturlig å tro at forekomster av kvikkleire følger samme helning som lagdelingen for øvrig.* **Hav- og fjordavsetninger (HF) inneholder som regel marin leire**  	TS	L

[1] MS - Manglende samsvar
TS - Teknisk spørsmål
R - Råd

[2] Å - Åpen
L - Lukket

	Om dere er enige i begrunnelsen gjør vi ikke noe med lagdelingen. Om dere fortsatt mener kvikkleire skal trekkes ned i foten av skråningen oppdaterer vi lagdelingen for Hollan 1, Vollan 2 og Vollan 5. MC: Som oppsummert i møtet: Vi er enige i hvordan leira er avsatt. Utvasking kan foregå langs permeable lag, men kan også foregå i samme helning som bergoverflata og terrengoverflata mener vi. Vi ser også at argumentet ikke er benyttet i hele prosjektet (se for eksempel Hollan 4 og 5), hvor tolket lagdeling ikke passer med dette argumentet. Vi ble enige om å trekke KL-lag ned mot bunn av ravinen der man ikke har grunnlag for å avslutte det lenger opp. *NGI: Ser vi ikke har vært konsistente på dette i alle profiler, så oppdaterer de profilene dere har kommentert på dette (Vollan 2, Vollan 5).* Multiconsult aksepterer tilsvar og anser kommentaren som lukket.		
5.2	<u>Avslutning av kvikkleire/sprøbruddlag</u> Kvikkleirelag bør som hovedregel ha knekkpunkt i borpunkt hvor sonderingen antyder at det ikke er kvikkleirelag, dvs. laget skal forlenges til borpunkt hvor sonderingen antyder at det ikke er kvikkleirelag. NGI har innarbeidet kommentaren i rapporten og Multiconsult anser den som lukket.	R	L
5.3	<u>Tolkning av mulig sammenhengende kvikkleire/sprøbruddlag</u> I område mellom to sonderinger hvor det ikke finnes noen andre sonderinger bør kvikkleirelag tolkes mer konservativt. NGI har innebåret kommentaren i rapporten og Multiconsult anser den som lukket.	R	L
5.4	<u>Avgrensning av løsneområde</u> MC: Hva slags metodikk er brukt for vurdering av løsneområde? *NGI: Ved avgrensing av løsneområde brukes en 1:15 linje som trekkes fra ca. 0,25*H under bekk, der H er hele skråningens høyde. Der lag med sprøbrudd skråner brattere enn 1:15 legges også løsnelinja brattere for ikke å skjære ut under sprøbruddmaterialet. I materiale som ikke er sprøbrudd benyttes en linje 1:3.* Multiconsult aksepterer tilsvar og anser kommentaren som lukket.	TS	L
5.5	<u>Tolkning av sprøbruddmateriale</u> – Der hvor prøveserien indikerer $c_{u,r} < 2$ kPa bør det konservativt tolkes som sprøbruddmateriale hvis sensitiviteten er i nærheten av 15. Spesielt hvis det er sprøbruddmateriale i umiddelbar nærhet. – Hvis en sondering indikerer mulig sprøbruddmateriale i området rett under eller over allerede tolket sprøbruddlag, bør dette området også klassifiseres som sprøbrudd. Hvis det avvikes fra dette ønskes det en begrunnelse i hvert tilfelle.	R	L

[1] MS - Manglende samsvar
TS - Teknisk spørsmål
R - Råd

[2] Å - Åpen
L - Lukket

	NGI har innarbeidet kommentaren i rapporten og Multiconsult anser den som lukket.		
5.6	<u>Tolkning av sprøbruddmateriale</u> I flere punkt hvor det ikke er tatt prøver og sonderingen har fallende eller konstant motstand med dybden, argumenterer dere med at materialet ikke tolkes som sprøbrudd på grunn av høyere sidefriksjon fra CPTU (eksempel: N12032 i Profil Vollan 2, N12042 i Profil Voll 2, N11032 i Profil Hollan 4, N11036 i Profil Hollan 5). Multiconsult ber om utdypende begrunnelse for den argumentasjonen (referanse til dokumentet/artikkel/osv. hvor dette kommer fra). Se svar til kommentar 5.12.	TS	L
5.7	Profil Vollan 1 MC: Mulig sprøbruddmateriale i område utenfor NGIs tolkede sprøbruddlag. *NGI: Liten lomme med mulig sprøbrudd lagt inn ved 11012. Vurderes ikke å henge sammen med sprøbrudd for øvrig basert på at N11013 er tolket som ikke sprøbrudd.* *Mektighet økt i M10003. Fortsatt tolket ikke sprøbrudd i M10004D.* Multiconsult aksepterer tilsvar og anser kommentaren som lukket.	R	L
5.8	Profil Vollan 2 MC: Mulig sprøbruddmateriale i område utenfor NGIs tolkede sprøbruddlag. *NGI: 12032 tolkes ikke kvikk basert på høy sidefriksjon i CPTU og prøveserie ikke kvikk. Det samme gjelder for N11014, der reduksjon i bormotstand vurderes å skyldes overgang mellom et fast topplag og underliggende leire.* MC: Prøveserie ligger rett under mulig sprøbrudd i N12032. Det er uheldig at det ikke er tatt opp prøver i laget med synkende motstand i N11014. Multiconsult savner dokumentasjon på at sidefriksjon er en god parameter for å tolke sprøbrudd. Det bes om mer forklaring for bruk av sidefriksjonsargument, samt CPTU klassifisering av materiale. I tillegg anbefaler Multiconsult at det tas prøve i borpunkt N11014 i dybde mellom 2 og 4 m, slik at det verifiseres i byggeplan at det ikke er sprøbrudd. Hvis det ikke tas prøve, synes Multiconsult at det betyr stor risiko for videre faser av prosjektet. Hvis prøvetaking viser at det er sprøbrudd, hvilke konsekvenser kan dette ha for prosjektet? *NGI: Se tekst side 11 vedlegg B. Vi er enige i at det finnes en mulighet for at det kan være sprøbruddmaterial under vegen. Vi vurderer det slik at om det skulle være sprøbrudd under vegen vil det ikke har noen betydning, ettersom reststabiliteten av vegen er god og forholdene ikke ligger til rette for retrogresjon under veglinja. Se for øvrig tekst i vedlegg B, side 11. Legger inn kvikkleire i tolkningen og oppdaterer løsneområdet for å synliggjøre muligheten for kvikkleire. Beregning er oppdatert med et tynt lag kvikkleire.*	TS	L
5.9	Profil Vollan 2	R	L

[1] MS - Manglende samsvar
TS - Teknisk spørsmål
R - Råd

[2] Å - Åpen
L - Lukket

	MC: Mulig sprøbruddmateriale i område utenfor NGIs tolkede sprøbruddlag. *NGI: Sprøbrudd lagt inn i N11015.* Multiconsult aksepterer tilsvar og anser kommentaren som lukket.		
5.10	Profil Vollan 3 MC: Mulig sprøbruddmateriale i område utenfor NGIs tolkede sprøbruddlag. *NGI: Mektighet av sprøbrudd er økt i 11028.* Multiconsult aksepterer tilsvar og anser kommentaren som lukket.	R	L
5.11	Profil Vollan 3 MC: Løsnelinje er ikke 1:3 linje, ønsker forklaring. Berg i bakkant? *NGI: Berg i bakkant begrenser løsneområde. For løsneområde se kommentar 5.4.* Multiconsult aksepterer tilsvar og anser kommentaren som lukket.	TS	L
5.12	Profil Vollan 4 MC: Sondering N12039C trukket 20-30 m (?) inn i profilet. Mulig at kvikkleire lag ligger noe høyere enn antatt? (I punkt N11075 til høyre er kvikkleira på 6 m dybde). *NGI: Lagdeling vurderes OK. CPTU12039 antas ikke kvikk til ca. 13 meter basert på høyere sidefriksjon.* MC: Se svar på kommentar i 3.8 om bruk av sidefriksjon som argument for tolkning av sprøbruddmateriale. *NGI: Se samplott av NGI11075 og NGI12039 i fanen "Utklipp til svar". I NGI11075 er det prøveserie og cptu med litt oppblåst skala for sidefriksjon. Prøveserie viser at etter hvert som omrørt su øker øker også sidefriksjonen. Verdiene for sidefriksjonen i sondering 12039, som er utført i samme avsetning, er sidefriksjonen høyere enn i 11075 ved 4 og 16 meter der prøveserie viser at det ikke er sprøbruddmateriale. Merk at vi ikke tolker sprøbrudd basert på sidefriksjon fra CPTU alene. Dreietrykk N10026 viser økende motstand til samme dyp som sidefriksjonen i 12039 avtar. Vi holder derfor på den originale tolkningen her.* Multiconsult aksepterer tilsvar og anser kommentaren som lukket.	TS	L
5.13	Profil Vollan 5 MC: Mulig sprøbruddmateriale i område utenfor NGIs tolket sprøbruddlaget. *NGI: Prøveserie viser $c_{u,r}$ = 2,1 kPa, tolkes ikke sprøbrudd. Mektighet av sprøbrudd er økt oppover i 11043 fordi det ikke kan utelukkes sprøbruddmateriale over prøvene som er tatt.*	TS	L

[1] MS - Manglende samsvar
TS - Teknisk spørsmål
R - Råd

[2] Å - Åpen
L - Lukket

	Multiconsult aksepterer tilsvar og anser kommentaren som lukket.		
5.14	Profil Vollan 5 MC: Avslutning av kvikkleire/sprøbruddlag mot foten av skråningen bør tolkes mer konservativt ved tykkere lag av KL. Det er ingen sonderinger ved bekken. Område der kvikkleira forsvinner kan være lengre ned mot foten av skråningen? *NGI: Sprøbrudd trukket lenger ut mot elva. Helning på sprøbruddmateriale er fortsatt ut mot elva, ref generell kommentar 1 (her 3.1)* MC: Se svar på generell kommentar 1 (her 3.1). *NGI: Se svar kommentar 1 (her 3.1). Lagdeling endres.* Multiconsult aksepterer tilsvar og anser kommentaren som lukket.	TS	L
5.15	Profil Vollan 6 MC: Lag av kvikkleire forsvinner? Det er ingen sonderinger i område mellom C10008 og M10001. Mulig at kvikkleirelag strekker seg lengre til høyre mot M10001. *NGI: Mektighet sprøbruddmateriale økt i øvre forekomst.* Multiconsult aksepterer tilsvar og anser kommentaren som lukket.	TS	L
5.16	Profil Vollan 7 MC: Mulig sprøbruddmateriale i område utenfor NGIs tolket sprøbruddlaget. *NGI: Dropp i bormotstand skyldes overgang fra fast til mykere lag, som også ses av CPTU-tolk. Punktet tolkes ikke kvikt.* MC: Det vises en tydelig overgang mellom fast og bløtere lag i dette tilfellet. Multiconsult aksepterer tilsvar og anser kommentaren som lukket.	TS	L
5.17	Profil Voll 2 MC: Mulig sprøbruddmateriale i område utenfor NGIs tolkede sprøbruddlag. *NGI: N12042 Tolkes ikke kvikk. Synk i bormotstand skyldes en overgang fra fast til bløtere lag, som også gjenspeiles av skjærfasthet tolket fra CPTU.* Multiconsult aksepterer tilsvar og anser kommentaren som lukket.	TS	L
5.18	Profil Voll 2 MC: Avslutning av kvikkleire-/sprøbruddlaget mot foten av skråningen kan tolkes mer konservativt. *NGI: Se generell kommentar 1 (her 3.1). Løsnelengde justert noe.* Multiconsult aksepterer tilsvar og anser kommentaren som lukket.	TS	L
5.19	Profil Voll 2	TS	L

[1] MS - Manglende samsvar
TS - Teknisk spørsmål
R - Råd

[2] Å - Åpen
L - Lukket

	MC: Mulig sprøbruddmateriale i område utenfor NGIs tolkede sprøbruddlag. *NGI: Mektighet økes nedover. Mulig tynn forekomst lenger oppe vurderes ubetydelig.* Multiconsult aksepterer tilsvar og anser kommentaren som lukket.		
5.20	Profil Voll 3 MC: Hvorfor begynner 1:15 linje her? Bunn kritisk skjærflate? 0,5H? *NGI: Linje for løsneområde justeres noe.* Multiconsult aksepterer tilsvar og anser kommentaren som lukket.	TS	L
5.21	Profil Voll 4 MC: Mulig sprøbruddmateriale i område utenfor NGIs tolket sprøbruddlaget. *NGI: Se generell kommentar 2 (her 3.4). Sprøbruddmektighet justert ved N11076.* Multiconsult aksepterer tilsvar og anser kommentaren som lukket.	TS	L
5.22	Profil Voll 4 MC: Ønsker forklaring på vurdering av løsneområde. *NGI: Løsneområde er lagt så lavt som mulig i N11077. For å komme hit krevdes en brattere linje enn 1:15 for ikke å komme under sprøbruddmaterialet. Fra N11077 og bakover er 1:15 benyttet.* Multiconsult aksepterer tilsvar og anser kommentaren som lukket.	TS	L
5.23	Profil Voll 4 MC: Mulig sprøbruddmateriale i område utenfor NGIs tolkede sprøbruddlag. *NGI: Mektighet sprøbruddmateriale er økt. N112017 også tolket sprø.* Multiconsult aksepterer tilsvar og anser kommentaren som lukket.	TS	L
5.24	Profil Hollan 1 MC: Avslutning av kvikkleire-/sprøbruddlag mot foten av skråningen kan tolkes mer konservativt. *NGI: St i prøveserie er lav, beholder tolkning slik den er. Sprøbrudd mot skråning, se generell kommentar 1 (her 3.1).* MC: St i prøveserie fra 9-10.5 m er 13, er $c_{u,r}$ lavere enn 2 kPa? *NGI: Endret mektighet av sprøbruddmateriale.* Multiconsult aksepterer tilsvar og anser kommentaren som lukket.	TS	L
5.25	Profil Hollan 1 MC: Mulig sprøbruddmateriale i område utenfor NGIs tolkede sprøbruddlag.	TS	L

[1] MS - Manglende samsvar
TS - Teknisk spørsmål
R - Råd

[2] Å - Åpen
L - Lukket

	NGI: Mektighet sprøbruddmateriale økes. Multiconsult aksepterer tilsvar og anser kommentaren som lukket.		
5.26	Profil Hollan 2 MC: Mulig sprøbruddmateriale i område utenfor NGIs tolkede sprøbruddlag. *NGI: Lagt inn en dyp lomme sprøbruddmateriale ved B10002 og B10003.* Multiconsult aksepterer tilsvar og anser kommentaren som lukket.	TS	L
5.27	Profil Hollan 2 MC: Mulig sprøbruddmateriale i område utenfor NGIs tolkede sprøbruddlag. *NGI: Sprøbrudd lagt inn i B10009. Ingen betydning for løsneområde.* Multiconsult aksepterer tilsvar og anser kommentaren som lukket.	TS	L
5.28	Profil Hollan 3 MC: Mulig sprøbruddmateriale i område utenfor NGIs tolkede sprøbruddlag. *NGI: Generell økning i motstand. Beholdes uten sprøbrudd, har ingen betydning for løsneområde.* MC: OK. Økning i motstand vises bedre i sonderingene tatt fra Novapoint modell enn i tolket lagdeling som var underlagt til kontroll. Multiconsult aksepterer tilsvar og anser kommentaren som lukket.	TS	L
5.29	Profil Hollan 3 MC: Mulig sprøbruddmateriale i område utenfor NGIs tolkede sprøbruddlag. *NGI: Økning i bormotstand under det som allerede er tolket. Tolkning beholdes.* Multiconsult aksepterer tilsvar og anser kommentaren som lukket.	TS	L
5.30	Profil Hollan 4 MC: Mulig sprøbruddmateriale i område utenfor NGIs tolkede sprøbruddlag. *NGI: Kvikkleiremektighet er økt.* Multiconsult aksepterer tilsvar og anser kommentaren som lukket.	TS	L
5.31	Profil Hollan 4 MC: Mulig sprøbruddmateriale i område utenfor NGIs tolkede sprøbruddlag. *NGI: Sprøbrudd lagt inn i deler av V10003, der bormotstand er vertikal.* Multiconsult aksepterer tilsvar og anser kommentaren som lukket.	TS	L

[1] MS - Manglende samsvar
TS - Teknisk spørsmål
R - Råd

[2] Å - Åpen
L - Lukket

5.32	Profil Hollan 4 MC: Mulig sprøbruddmateriale i område utenfor NGIs tolkede sprøbruddlag. *NGI: Liten lomme sprøbrudd lagt inn ved B10008 og N13013.* Multiconsult aksepterer tilsvar og anser kommentaren som lukket.	TS	L
5.33	Profil Hollan 5 MC: Mulig sprøbruddmateriale i område utenfor NGIs tolkede sprøbruddlag. *NGI: Tolkning beholdes. Under tolket sprøbrudd har sondering økende bormotstand mellom hvert stangskift.* MC: OK. Økning i motstand vises bedre i sonderingene tatt fra Novapoint modell enn i tolket lagdeling som var underlagt til kontroll. Multiconsult aksepterer tilsvar og anser kommentaren som lukket.	TS	L
5.34	Profil Hollan 5 MC: Mulig sprøbruddmateriale i område utenfor NGIs tolkede sprøbruddlag. *NGI: Tolkes ikke sprøbrudd pga. økende bormotstand.* MC: Det er vanlig at sprøbruddmateriale markeres inntil til prøveserie hvor det er ikke påvist sprøbrudd, ikke omvendt. Dette er noe vi opplever at NGI er konsekvente på ellers. *NGI: Sprøbrudd tolket nærmere prøveserie.* Multiconsult aksepterer tilsvar og anser kommentaren som lukket.	TS	L
5.35	Profil Hollan 5 MC: Mulig sprøbruddmateriale i område utenfor NGIs tolkede sprøbruddlag. N*GI: Tolkes ikke sprøbrudd pga. økende bormotstand.* MC: Det har ingen betydning for prosjektet, kommentaren lukkes.	TS	L
3.36	Profil Hollan 5 MC: Mulig sprøbruddmateriale i område utenfor NGIs tolkede sprøbruddlag. *NGI: Tolkes ikke sprøbrudd pga. økende bormotstand. CPTU N11045 har også høyere sidefriksjon enn det som er registrert i andre borpunkter der sprøbrudd er påvist ved prøveserie.* MC: Se svar på kommentar 5.8 om bruk av sidefriksjon som argument for tolkning av sprøbruddmateriale.	TS	L

[1] MS - Manglende samsvar
TS - Teknisk spørsmål
R - Råd

[2] Å - Åpen
L - Lukket

	NGI: Som nevnt i kommentaren over (Vollan 4) tolker vi ikke sprøbrudd basert på sidefriksjon alene, men den benyttes sammen med prøveserie og sondering for å fastsette laggrenser. Sidefriksjon avhenger i stor grad av leiras omrørte skjærfasthet. Multiconsult aksepterer tilsvar og anser kommentaren som lukket.		
5.37	Profil Hollan 5 MC: Mulig sprøbruddmateriale i område utenfor NGIs tolkede sprøbruddlag. *NGI: N11062 har økende bormotstand. N11064 har høy sidefriksjon i området som er foreslått sprøbrudd. Tolkning holdes som den er.* Multiconsult aksepterer tilsvar og anser kommentaren som lukket.	TS	L
5.38	Profil Hollan 5 MC: Mulig sammenhengde kvikkleirelag? Større løsneområde? *NGI: Nei, ikke sprøbrudd, se svar på kommentarer over.* Multiconsult aksepterer tilsvar og anser kommentaren som lukket.	TS	L
5.39	Profil Hollan 6 MC: Avslutning av kvikkleire-/sprøbruddlaget mot foten av skråningen kan tolkes mer konservativt. Kvikkleirelag bør forlenges til borpunkt hvor sonderingen antyder at det ikke er kvikkleirelag. *NGI: Kvikkleire forlenget til under ravine.* Multiconsult aksepterer tilsvar og anser kommentaren som lukket.	TS	L
5.40	Profil Hollan 6 MC: Mulig sprøbruddmateriale i område utenfor NGIs tolkede sprøbruddlag. *NGI: N11056 holdes som den er. N11057 og N11059 tolkes ikke kvikk pga. økende bormotstand.* Multiconsult aksepterer tilsvar og anser kommentaren som lukket.	TS	L
	Profil Hollan 6 MC: Mulig sammenhengde kvikkleirelag? Større løsneområde? *NGI: Sprøbruddforekomst vurderes fortsatt å ikke være sammenhengende.* Multiconsult aksepterer tilsvar og anser kommentaren som lukket.	TS	L
5.41	Profil Hollan 7 MC: Mulig sprøbruddmateriale i område utenfor NGIs tolkede sprøbruddlag. *NGI: Tynt lag lagt inn nederst i N11058. Tolkning i N11063 beholdes ikke sensitiv pga. økende bormotstand.* Multiconsult aksepterer tilsvar og anser kommentaren som lukket.	TS	L

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

[2)] Å - Åpen
L - Lukket

5.42	Profil Hollan 8 MC: Mulig sprøbruddmateriale i område utenfor NGIs tolkede sprøbruddlag. *NGI: Mektighet av sprøbruddmateriale er økt*. Multiconsult aksepterer tilsvar og anser kommentaren som lukket.	TS	L
5.43	Profil Hollan 8 MC: Mulig sammenhengde kvikkleirelag? *NGI: Enig. Mulig sprøbrudd i øvre del av N11039 gjør laget sammenhengende.* Multiconsult aksepterer tilsvar og anser kommentaren som lukket.	TS	L
6	**Stabilitetsberegninger**		
6.1	NGI har tegnet opp en rekke snitt for tolkning av lagdeling og bestemmelse av løsnelengder (se tegning 020). Stabilitetsberegninger er utført i følgende profiler: Sone Vollan øst – profil Vollan 2, sone Vollan vest – profiler Vollan 3 og Vollan 4, sone Hollan vest – profiler Hollan 5 og Hollan 6. Begrunnelse for valg av beregningsprofiler er gitt i kap. B6.1. Multiconsult er enig i valg av plassering av beregningsprofiler.	-	L
6.2	Det er utført tolkninger av lagdeling i stabilitetsberegningsprofiler. Begrunnelse for utførte tolkninger, spesielt med tanke på overgang mellom leire og sprøbruddmateriale/kvikkleire, samt beliggenhet av sprøbruddmateriale mot bekken ble diskutert i detalj i punkt 5 som omfatter lagdeling. NGI har innarbeidet kommentarene i rapporten og Multiconsult anser dem som lukket.	-	L
7	**Materialparametere**		
7.1	Dette behandles i verifikasjonskjema B (tolkningsrapport R1-GEOT-08).	-	-
8	**Områdestabilitet**		
8.1	Multiconsult vurderer valgte kritiske profiler til å ha passende plassering.	-	L
8.2	Multiconsult er enig i NGI sin vurdering av løsne- og utløpsområder.	-	L
8.3	Tiltak for å bedre områdets stabilitet er vurdert og dokumentert.	-	L
8.4	Planlagt veglinje går gjennom kvikkleiresonene 608 Hollan og 609 Vollan. Basert på nye grunnundersøkelser er begge disse sonene er delt i to og det er opprettet 4 nye mindre soner: Hollan vest, Hollan øst, Vollan vest og Vollan øst. NGI har utført faregradsevaluering og skadekonsekvensvurdering av de nye soner. Multiconsult er enig i disse vurderingene.	-	L
8.5	I faregradsevalueringen er det valgt score «ingen» for «tidligere skredaktivitet» i alle soner som er utredet, men det er ikke helt i samsvar med tolkning av materialparameter fra treaksforsøk i tolkningsrapport hvor det er skrevet for f.eks. punkt N13009: «Dette forsøket kontrakterer ikke i det hele tatt. Forsøket har tilsynelatende god kvalitet, og basert på estimert OCR kan man egentlig forvente kontraktant oppførsel. Dette tyder på at prøvematerialet skiller seg fra	R	L

[1] MS - Manglende samsvar
TS - Teknisk spørsmål
R - Råd

[2] Å - Åpen
L - Lukket

	de dypere treaksene i dette punktet. Det er en vesentlig endring i vanninnhold omkring 6-7 m. Det er mulig at materialet ned til denne dybden er skredmateriale. Dette materialet bør derfor beregnes drenert.» I tillegg står det i NIFS rapport: «Tidligere skredhendelser kan gi verdifull informasjon om forventet L/H for et framtidig skred. Topografiske og kvartærgeologiske kart viser tidligere skredgroper, og L/H forhold for disse undersøkes i nærheten av studieområdet for å vurdere score. I noen tilfeller kan det være vanskelig å vurdere denne faktoren og det anbefales å velge en middels verdi dersom det ikke er registrert tidligere skredhendelser i studieområdet.» Punktet gjelder spesielt for sone Hollan vest siden bp. N13009 ligger mellom profilene Hollan 5 og 4. Faregraden vil ikke endres hvis man for eksempel velger «noe» tidligere skredaktivitet. Multiconsult ta med dette som et lukket punkt siden det ikke endrer faregraden. Ved innmelding av sonen bør det vurderes en annen score på skredaktivitet. *NGI: Vi tar inn dette i rapporten og endrer tidligere skredaktivitet for alle sonene.* *Det er ikke tegn til skredgroper mot Vollselva, og skråningene er stort sett bratte ned mot elva. Dette tyder på at ravinene er dannet av mindre/grunne glidninger. Vurderer derfor tidligere aktivitet som "lav".*		
9	**Kvalitetssikring av kollega**		
9.1	NGI har oversendt dokumentasjon av gjennomført kvalitetssikring av kollega.	-	L

[1] MS - Manglende samsvar
TS - Teknisk spørsmål
R - Råd

[2] Å - Åpen
L - Lukket

Vedlegg B - Verifikasjonsskjema for utført kvalitetssikring

Multiconsult

Oppdragsgiver:	Nye Veier v/Kari Charlotte Sellgren
Oppdrag:	E6 Kvithammar-Åsen uavhengig kontroll geoteknikk
Oppdragsnummer:	10214848
Dato 3. partskontroll:	05.06.2020
Revisjonsnr. 3. partskontroll:	00
Totalt sider skjema:	4

	Dok. nr.	**Tittel**	**Dato**	**Firma**
Dok. underlagt kontroll:	R1-GEOT-08 rev. nr. B	E6 Kvithammar – Åsen. Detaljregulering Stjørdal kommune. Tolkning av geotekniske parametere.	29.05.2020	NGI
Utført av:		Ivana Anusic	Ivana Anusic	
Kontrollert av:		Emilie Bjarghov	Emilie Bjarghov	
Godkjent av:		Roger Kristoffersen	Roger Kristoffersen	

Kommentar	**Beskrivelse**	**Kategori [1)]**	**Status [2)]**
Generelt	Denne rapporten inneholder tolkning av geotekniske parametere for Stjørdalsplanen. Hensikten med rapporten er å gi grunnlag for geotekniske vurderinger og beregninger av stabilitet og fundamentering av vei og konstruksjoner langs strekningen, inklusive vurdering av skred i omkringliggende områder som potensielt kan ramme veien. Geoteknisk tolkningsrapport dekker de temaer som bør omhandles og har en god struktur. Utført kvalitetssikring dekker forhold nødvendig for å dekke krav i henhold til N200 for PPK2 og 3, samt NVEs retningslinjer nr. 2/2011 og NVEs veileder nr. 7/2014.	-	-
1	**Tiltakskategori**		
1.1	NGI har vurdert tiltaket å være i tiltakskategori K4 iht. tabell 5.2 i NVEs veileder nr. 7/2014. Valg av tiltakskategori begrunnes med at tiltaket medfører større personopphold og har en viktig samfunnsfunksjon. Multiconsult er enig i denne klassifiseringen.	-	L
2	**Poretrykk**		
2.1	Det er flere punkter hvor det er utført poretrykksmålinger. I de fleste målepunkter er det satt ned piezometere i to nivåer, men i bunnen av raviner er det typisk satt ned én måler med antagelse om grunnvannstand i terreng. Grunnvannstand antas normalt på 1 meters dybde med unntak av punkter helt i bunnen av skråningen. Det er foretatt lineær interpolering mellom målinger og tilpasset ekstrapolering. Multiconsult stilte spørsmål om hvorfor grunnvann antas på 1 m dybde. Dette ble diskutert i et møte med NGI den 26. mai 2020. NGI	TS	L

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

2) Å - Åpen
L - Lukket

	forklarte at valg av grunnvannsdybde baserer seg på observasjoner fra felt, samt erfaring. Multiconsult aksepterer tilsvar og anser kommentaren som lukket.		
2.2	Vedlegg B i rapporten viser poretrykksmålinger innenfor ulike tidsrom (Juli – Februar, November – Februar, November – Mars). Multiconsult anbefalte at det tas nevneverdige hensyn til variasjoner i forhold til årstidsvariasjoner i fagrapport. Viser for øvrig til siste avsnitt under kap. 7.2 i NVE 7/2014.	R	L
3	**Kvalitetsskjema CPTU**		
3.1	Kvalitetsskjema for CPTU er vedlagt i BIM-modellen. Det er oppnådd anvendelsesklasse A1 for de aller fleste CPTU-sonderinger, med unntak som vist i tabell 2 i rapporten. CPTU i disse punkter tolkes konservativt.	-	L
4	**Materialparametere**		
4.1.	Vurdering av kvalitet for CAU-forsøk gjøres i henhold til kriterier gitt i NGF-melding 11. Siden vurdering av kvalitet også er knyttet til OCR vil vurderingen i realiteten være avhengig også av kvaliteten på ødometerforsøket. Ved bruk til lokal korrelasjon er det derfor lagt vekt på prøver av god kvalitet både ved CRS og CAU-forsøk. Oversikt over prøvekvalitet av treaksforsøk er vist i figur 4 i rapporten.	-	L
4.2	For vurdering av kvalitet for CRS-forsøk er det to metoder som normalt benyttes, enten (1) $\Delta e/e_0$-kriteriet, hvor Δe tas ut ved in situ effektivspenning, p_0' eller (2) M_0/M_L-kriterium. Kvalitet av ødometerforsøk er gitt i figur 5 og figur 6 i rapporten for hhv. kriterium (1) og (2).	-	L
4.3	Det stod i rapporten «Udrenert fasthet ved dilatant eller nøytral oppførsel tas i utgangspunktet ut en tolket verdi på aksiell tøyning ε_a=10%. Imidlertid modellers slik leire med drenerte parametre.» Det ble diskutert i et møte med NGI den 26. mai 2020 at Multiconsult synes at tolkning av udrenert skjærfasthet ved 10% aksiell tøyning er høyt. Siden det står i rapporten at slik leire skal modelleres med drenerte parametere, anbefales det at setningen om 10 % aksiell tøyning tas ut fra rapporten. NGI revidert dette i den siste revisjon av rapport. Det står nå: «Udrenert fasthet for leire med sprøtt brudd (dvs. med markert toppunkt på skjærspenningskurven) tolkes ved maksimal skjærspenning i forsøket. Ved nøytral oppførsel tolkes ingen udrenert fasthet da slik leire modelleres med drenerte parametere iht. kap. 5.4.3.» Multiconsult aksepterer tilsvar og anser kommentaren som lukket.	R	L
4.4	Det stod i rapporten «Siden det er lagt mest vekt på Ø72 og Ø75 mm prøver, og i mindre grad blokkprøver, i valg av c_{uA}-profil anbefaler vi at det ikke tas hensyn til sprøbruddeffekt i stabilitetsberegninger.» Dette ble diskutert i et møte med NGI den 26. mai 2020. Med utgangspunkt i diverse myndighetskrav kan det tas hensyn til sprøbruddeffekter på forskjellige måte. I SVV håndbok V200 står det at: «Partialfaktorene for sprøtt, kontraktant brudd i tabell 205.1 og	TS	L

[1] MS - Manglende samsvar
TS - Teknisk spørsmål
R - Råd

[2] Å - Åpen
L - Lukket

	205.2 i håndbok N200 (Ref. 25) tar blant annet hensyn til denne sprøbuddoppførselen. Dermed er det ikke nødvendig å redusere skjærfastheten tolket fra høykvalitetsprøver slik som anbefalt i NVE veileder nr. 7/2014 (Ref. 21) når man benytter seg av tabellene i håndbok N200 (Ref. 25). Dette innebærer også at empiriske tolkingsmetoder fra høykvalitetsprøver vil kunne benyttes direkte, uten reduksjon av skjærfastheten, ved bruk av disse tabellene.» I beregninger som omfatter områdestabilitet er det tatt hensyn til sprøbruddeffekter ved å redusere udrenert skjærstyrke med 15%. Iht. NVE 7/2014 stilles det krav til sikkerhetsfaktor for områdestabilitet på 1,4. Vegdirektoratets N200 og N400 stiller krav til partialfaktorer for lokalstabilitet og bæreevne som konsekvens av bruddmakanisme og konsekvensklasse. Derfor er det sett krav til sikkerhetsfaktor på 1,6 for lokalstabilitet av fyllinger i prosjektet. Bane NORs tekniske regelverk bestemmer krav til sikkerhetsnivå for jernbanebruer, og disse er for øvrige like som Veidirektoratets krav. NGI har slettet setningen fra siste revisjon av rapporten, kommentaren lukkes.		
4.5	I vedlegg C er det presentert resultater fra rutineundersøkelser. I noen av de borpunktene er det tolket tykkelse av sprøbruddmateriale basert på totalsonderinger eller dreitrykksonderinger. Imidlertid er det ikke inkludert i alle punkter. Multiconsult anbefalte at det gjøres med konsekvent med å inkludere tolkninger i alle borpunktene som er presentert i rapport. I den siste revisjonen av rapporten har NGI inkludert tolkning i de borpunktene der det manglet, kommentaren lukkes	R	L
4.6	Stikkprøve av utført tolkning av ødometer indikerte feil tolkning av prekonsolideringsspenning i punkt N11018. Multiconsult ønsket en vurdering rundt dette. I et møte med NGI den 26. mai forklarte NGI at for å unngå OCR mindre enn 1 settes prekonsolideringsspenning til samme verdi som vertikal effektivspenning. Multiconsult aksepterer tilsvar og anser kommentaren som lukket.	TS	L
4.7	Ved tolkning av treaksialforsøk er det tatt hensyn til korrigering for avvik mellom in situ spenninger og konsolideringsspenninger. Korrigering er utført ved å anta lik form på spenningsstien, men med utgangspunkt fra et korrigert anisotropt spenningsnivå. Ved tolkning av treaksialforsøk i punkt N11024 er det benyttet 3:1 linje fra korrigert spenning istedenfor lik form på spenningsstien. Multiconsult ønsket en forklaring for valgt av 3:1 linje.	TS	L

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

[2)] Å - Åpen
L - Lukket

	I et møte med NGI den 26. mai forklarte NGI at for enkelte forsøk har korrigering ved å anta lik form av spenningsstien gitt urimelige utslag, og derfor er det valgt å benytte 3:1 linje. Multiconsult aksepterer tilsvar og anser kommentaren som lukket.		
4.8	Multiconsult anbefales at det for leire som viser dilatant eller nøytral oppførsel ved treaksialforsøk og som modelleres som drenert material ikke tegnes c_{uA} design linje i vedlegg F. NGI har revidert rapport med hensyn til denne kommentaren. Multiconsult aksepterer tilsvar og anser kommentaren som lukket.	R	L
4.9	Multiconsult anbefales at det inkluderes SHANSEP-parametere brukt for tolkning av SHANSEP basert c_{uA} på tegninger i vedlegg F, samt at det presenteres kvalitet av labforsøk, slik at det er enklere å se når det er lagt vekt på prøver av god kvalitet (dette med tanke på valgt design linje som ligger på eller over treaksforsøk). NGI har revidert rapport med hensyn til denne kommentaren. Multiconsult aksepterer tilsvar og anser kommentaren som lukket.	R	L
5	**Stabilitetsberegninger**		
5.1	Dette behandles i verifikasjonskjema A (fagrapport R1-GEOT-09).	-	-
6	**Områdestabilitet**		
6.1	Dette behandles i verifikasjonskjema A (fagrapport R1-GEOT-09).	-	-
7	**Kvalitetssikring av kollega**		
7.1	NGI har oversendt dokumentasjon av gjennomført kvalitetssikring av kollega.	-	L

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

[2)] Å - Åpen
L - Lukket

Kontroll- og referanseside/ Review and reference page

Dokumentinformasjon/*Document information*		
Dokumenttittel/*Document title* R1-GEOT-09 Geoteknisk fagrapport for reguleringsplan Stjørdal		**Dokumentnr./*Document no.*** 20180628-14-R
Dokumenttype/*Type of document* Rapport / Report	**Oppdragsgiver/*Client*** Aas-Jakobsen Trondheim AS	**Dato/*Date*** 2020-08-25
Rettigheter til dokumentet iht kontrakt/ *Proprietary rights to the document according to contract* Oppdragsgiver / Client		**Rev.nr.&dato/*Rev.no.&date*** 00
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	**Feltnavn/*Field name***
Sted/*Location*	**Sted/*Location***
Kartblad/*Map*	**Felt, blokknr./*Field, Block No.***
UTM-koordinater/*UTM-coordinates* **Sone:** 32 **Øst:** 593800 **Nord:** 7042800	**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:***
A	Originaldokument	2020-05-14 Bjørn Kristian Fiskvik Bache	2020-05-14 Vidar Gjelsvik / Alf Kristian Lund		
B	Revidert etter kommentarer fra tredjepartskontroll	2020-05-28 Bjørn Kristian Fiskvik Bache	2020-05-29 Alf Kristian Lund		
00	Detaljregulering	2020-07-09 Bjørn Kristian Fiskvik Bache	2020-07-09 Alf Kristian Lund		

Dokument godkjent for utsendelse/ *Document approved for release*	**Dato/*Date***	**Prosjektleder/*Project Manager***
	25. august 2020	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

OSLO
TRONDHEIM
HOUSTON
PERTH

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
NGI.NO

Hovedkontor Oslo
PB. 3930 Ullevål Stadion
0806 Oslo

Avd. Trondheim
PB. 5687 Torgarden
7485 Trondheim

T 22 02 30 00
F 22 23 04 48
NGI@ngi.no

BANK
KONTO 5096 05 01281
ORG.NR 958 254 318MVA

ISO 9001/14001
CERTIFIED BY BSI
FS 32989/EMS 612006