



Detaljregulering E18 Kragerø – Bamble: Fagrapport geoteknikk, Områdestabilitet Sannidal

Nasjonal PlanID:

Kragerø: 3814_201

Bamble: 3813_369

Prosjektoversikt

Prosjekt nr.:	10227421
Oppdragsgiver:	Nye Veier AS
Dokumentnummer:	NV40E18KB-GTK-RAP-0002

Revisjonsoversikt

Revisjon	Dato	Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av
01	19.03.24	NOBEMA/Sweco	NONARS/Sweco	NOHOLL/Sweco
02	12.08.2024	NOBEMA/Sweco	NOASHY/Sweco	NOHOLL/Sweco

Endringsoversikt

Revisjon	Endringsbeskrivelse
01	<i>Første leveranse til uavhengig kvalitetssikring</i>
02	Revidering etter uavhengig kvalitetssikring

Forsidebilde er fra dagens E18 ved Bakkevann. (Kilde: Sweco).

Kontaktinformasjon:

Karl Arne Hollingsholm, prosjektleder, Sweco

Tlf. 930 16 226, e-post karl.arne.hollingsholm@sweco.no

Forord

E18 på strekningen gjennom Kragerø og Bamble kommuner er en del av hovedveiforbindelsen mellom Kristiansand og Oslo. Nye Veier har ansvar for planlegging, bygging og drift av fremtidig E18 på denne veistrekningen. Planarbeidet ledes av Nye Veier i samarbeid med et interkommunalt plansamarbeid (IKP)¹ mellom åtte kommuner i Agder og Telemark fylke.

Bakgrunnen for planarbeidet er at dagens E18 har en variasjon i veibredde, bruk av midtdeler og fartsgrense som er et resultat av etappevis utbygging og utbedring over mange år. Variasjon i veistandard medfører redusert fremkommelighet på deler av strekningen.

Sweco bistår Nye Veier med utarbeidelse av en detaljregulering med tilhørende fagrapporter for E18 Kragerø – Bamble. Reguleringsplanprosessen har utviklet seg gjennom flere faser siden den ble startet i 2020. Detaljreguleringen gir rammer for en helhetlig og balansert løsning for fremtidig E18, der ulike hensyn og interesser er avveid mot prosjektets mål. Detaljreguleringen er et samlet svar på innsigelser og merknader som er fremkommet underveis i prosessen.

Fagrapport geoteknikk, Områdestabilitet Sannidal er utarbeidet i henhold til NVE veileder 1/2019 *Sikkerhet mot kvikkleireskred*, og inngår som en del av grunnlaget for detaljregulering av E18 Kragerø – Bamble.

¹ Interkommunalt plansamarbeid (IKP) etter plan- og bygningsloven kap. 9. IKP består av kommunene Tvedestrand, Risør, Vegårshei, Gjerstad, Kragerø, Bamble, Arendal og Grimstad.

Innhold

1	Sammendrag	5
2	Grunnlag for fagrapporten	6
	2.1 Bakgrunn for planarbeidet	6
	2.2 Planområdet	6
	2.3 Mål med planarbeidet	7
	2.4 Tiltaket	8
	2.5 Hensikt med områdestabilitet Sannidal.....	9
3	Prosjekteringsforutsetninger	9
	3.1 Regelverk og standard	9
	3.2 Geoteknisk kategori	10
	3.3 Konsekvens-/pålitelighetsklasse (CC/RC)	10
	3.4 Tiltaksklasse i henhold til Plan og Bygningsloven.....	10
	3.5 TEK17 § 7, Sikkerhet mot naturpåkjenning.....	10
	3.6 Krav til kontroll	11
4	Grunnforhold.....	11
	4.1 Terreng og topografi.....	11
	4.2 Kvartærgeologiske kart og marin grense.....	12
	4.3 Grunnundersøkelser.....	13
	4.4 Tolkede Grunnforhold	15
	4.5 Erosjon langs Heglandselva	17
	4.6 Beskrivelse av kartlagte kvikkleiresoner	18
5	Aktuelle skredmekanismer og avgrensning av faresoner	21
6	Utvidelse av faresone	22
7	Kritiske snitt og materialparametere	24
8	Stabilitetsvurderinger	27
9	Stabiliserende tiltak	28
10	Konklusjon	30
11	Referanser	31
12	Vedlegg.....	32

1 Sammendrag

Nye Veier startet planarbeidet i 2020. Et planforslag på strekningen Tvedestrand – Bamble lå ute til offentlig ettersyn høsten 2021. Innkomne merknader og innsigelser viste at det ikke var tilslutning til forslaget.

Strekningen gjennomgikk en verdioptimalisering i 2022 som pekte på at økt grad av gjenbruk kan øke den samfunnsøkonomiske lønnsomheten. Prosjektet ble delt i tre deler.

På strekningen Gjerstad – Bamble ble planprosessen videreført med en tilleggsvarsling, oppdatert konsekvensutredning, og nytt forslag til detaljregulering.

Foreliggende rapport dokumenterer vurderinger av sikkerhet mot kvikkleireskred i henhold til NVE veileder 1/2019 *Sikkerhet mot kvikkleireskred* [1] av en adkomstvei til ny E18 i Sannidal i Telemark fylke. Vurderingene er basert på topografiske forhold og tilgjengelige grunnundersøkelser.

I kartleggingsområdet er det to eksisterende faresoner. En utvidelse av faresonen 3.1-2 *Sannidal 2* har blitt gjennomført på grunnlag av tilstedeværelsen av kvikkleire i nærheten av en skråning med lav beregnet stabilitet. Skråningen ligger rett nordøst for kulverten som går over Heglandselva, ved på- og avkjøringen til eksisterende E18. Løsne- og utløpsområdet er tegnet basert på terrengkriteriet med vurdert skredmekanisme som rotasjonskred. Det er videre identifisert og vurdert et ytterligere aktsomhetsområde for områdeskred. Derimot er det konkludert at et skred herifra ikke vil påvirke tiltaket. Avgrensingen er gjort med hensyn til grunnundersøkelser, topografi og forventet skredmekanisme.

Tiltaket er plassert i forskjellige tiltakskategorier. Tiltak med forventet ÅDT over 1500 blir plassert i K4, men tiltak med forventet ÅDT under 1500 blir plassert i K3. Ny gang- og sykkelbru blir plassert i tiltakskategori K1. Fjerning av asfalt langs eksisterende avkjørsel av E18 blir plassert i tiltakskategori K0.

Planlagt tiltak med tiltakskategori K4 er innenfor eksisterende faresone 3.1-2 *Sannidal 2*. Stabilitetsberegningene viser at sikkerheten i snitt C-C ikke er tilfredsstillende, verken i dagens situasjon eller situasjon etter utført tiltak. Det er foreslått bruk av lette masser for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet. Stabilitetsberegningene i snitt E-E viser heller ikke tilfredsstillende sikkerhet. Det er videre uklart om strekket av Heglandselva i nedkant av skråningen er erosjonssikret, som er et krav fra NVEs veileder 1/2019 [1]. Derfor er det foreslått å bruke en steinplastring som både vil fungere som erosjonssikring og gi tilstrekkelig sikkerhet i henhold til Tabell 3.3 og Figur 3.3 i NVEs veileder 1/2019 [1], som krever en forbedring på 10 % av sikkerhetsfaktoren.

Alle tiltak med tiltakskategori K3 og K4 må kvalitetssikres av uavhengig foretak [1].

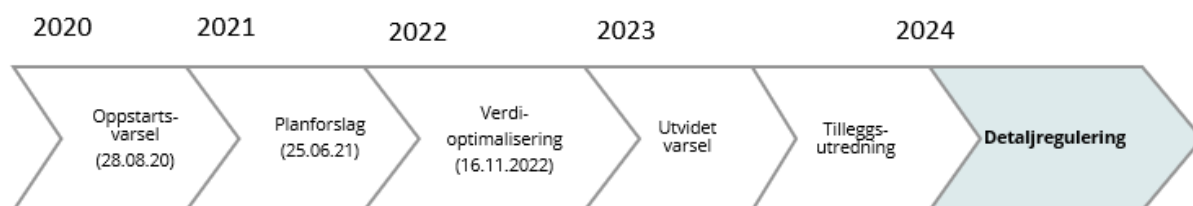
2 Grunnlag for fagrapporten

2.1 Bakgrunn for planarbeidet

En kommunedelplan med konsekvensutredning for strekningen Dørdal – Grimstad ble vedtatt i 2019. Nye Veier fortsatte planleggingen med en reguleringsplan på strekningen Tvedestrand – Bamble. I 2021 var et planforslag på offentlig ettersyn og høring (heretter kalt planforslag 2021). Summen av innkomne merknader og innsigelser viste at det ikke var tilslutning til planforslaget, og at det ikke gav et samfunnsøkonomisk lønnsomt prosjekt.

Med bakgrunn i merknadene og prosjektets kostnadsnivå ble det gjennomført en verdioptimalisering (Nye Veier, 2022), med mål om økte kostnads- og miljømessige gevinster. Verdioptimaliseringen pekte på at økt grad av gjenbruk kan øke den samfunnsøkonomiske lønnsomheten. Strekningen mellom Tvedestrand – Bamble ble deretter delt i tre deler med ulike tidshorisonter og planprosesser. For delstrekningen gjennom Kragerø og Bamble kommuner anbefalte verdioptimaliseringen videre utredning av to alternativer.

Planprosessen ble videreført, og det er utarbeidet en tilleggsutredning av alternativer og en detaljregulering med tilhørende fagrapporter. I løsningsutviklingen av tiltaket er det vurdert optimaliseringsalternativer, for å bedre den samfunnsøkonomiske lønnsomheten.



Figur 2-1: Viser planprosessen for detaljregulering E18 Kragerø – Bamble. (Kilde: Sweco).

2.2 Planområdet

Planområdet er det arealet som kan bli berørt av tiltaket. Dette gjelder både midlertidig og permanent arealbruksendring. Planområdet er likt for alle fagtemaene, og det strekker seg fra Bråtvann i Gjerstad kommune til Dørdal i Bamble kommune.



Figur 2-2: Viser planområdet med regulert plangrense. (Kilde: Sweco).

2.3 Mål med planarbeidet

Målet med planarbeidet er å skape et effektivt, miljøvennlig og trygt transportsystem i 2050, i tråd med Nasjonal transportplan (NTP). Av dette følger fem likestilte mål:



Figur 2-3: De overordnede målene i Nasjonal transportplan 2025-2036. (Kilde: NTP, 2024).

I tillegg er det definert mål for detaljreguleringen om høyest mulig samfunnsøkonomisk lønnsomhet, lavest mulig klimagassutslipp og Breeam Infrastructure-sertifisering som minst «very good».

2.4 Tiltaket

Samferdselstiltaket er det fysiske anlegget som det knyttes kostnader til. Det inkluderer permanente og midlertidige tiltak, i både drifts- og anleggsperioden. Tiltaket planlegges etter krav i gjeldende lovverk og konkrete føringer i bl.a. Statens vegvesens håndbøker. Det er imidlertid behov for enkelte fravik fra gjeldende normaler, hovedsakelig for å kunne øke grad av gjenbruk.

Gjenbruk av dagens E18 er et hovedgrep ved samferdselstiltaket. Gjenbruk gir lavere kostnader, reduserer arealbeslag og gir lavere klimagassutslipp, sammenliknet med planforslaget fra 2021. En viktig forutsetning for mer gjenbruk er endret hastighet fra 110 km/t til 100 km/t. Prinsipper som er lagt til grunn for gjenbruk er:

- Bredeutvidelse for fremtidig E18 er lagt på én side av dagens vei.
- Horisontal- og vertikalkurvatur følger dagens vei, med mindre geometrien må forbedres.
- Dagens bruer og underganger som har en restlevetid av betydning gjenbrukes, og for bredeutvidelsen av kjørefelt bygges det nye bruer og underganger parallelt med eller i forlengelse av dagens.

Fremtidig E18 planlegges som nasjonal hovedvei (H3), firefelts motorvei med midtdeler og fartsgrense 100 km/t. Tverrprofil som legges til grunn i planleggingen er 21 meter. Dette er basert på trafikkmengde (ÅDT) med mer enn 12 000 kjøretøy per døgn (kjt/døgn). Prognose for trafikkmengde i år 2060 viser ca. 14 000 kjt/døgn sør for Sannidal og ca. 17 000 kjt/døgn nord for Gjerdemyra.

Sideveier inngår i tiltaket der det er behov for tilpasning av eksisterende sideveinett og sammenhengende forbindelser for lokaltrafikk. Dette innebærer både nye veier og nedklassifisering eller fjerning av eksisterende veier. Sideveier planlegges med ulike veiklasser, avhengig av veitype og veimyndighet.

Nye eller gjenbruk av konstruksjoner, som bruer og underganger, utføres i utgangspunktet med bredde tilpasset tverrprofilet. Der dagens bruer kan gjenbrukes benyttes de til én kjøreretning, og hvor det planlegges nye bruer for motsatt kjøreretning.

Veigrøftene dimensjoneres for håndtering, rensing og infiltrering av veiovervann. Utformingen varierer med veiføringen og sideterrenget. Rensebasseng planlegges der det er behov, for å håndtere forurensning fra veioverflater og beskytte lokale vannkilder mot forurensning.

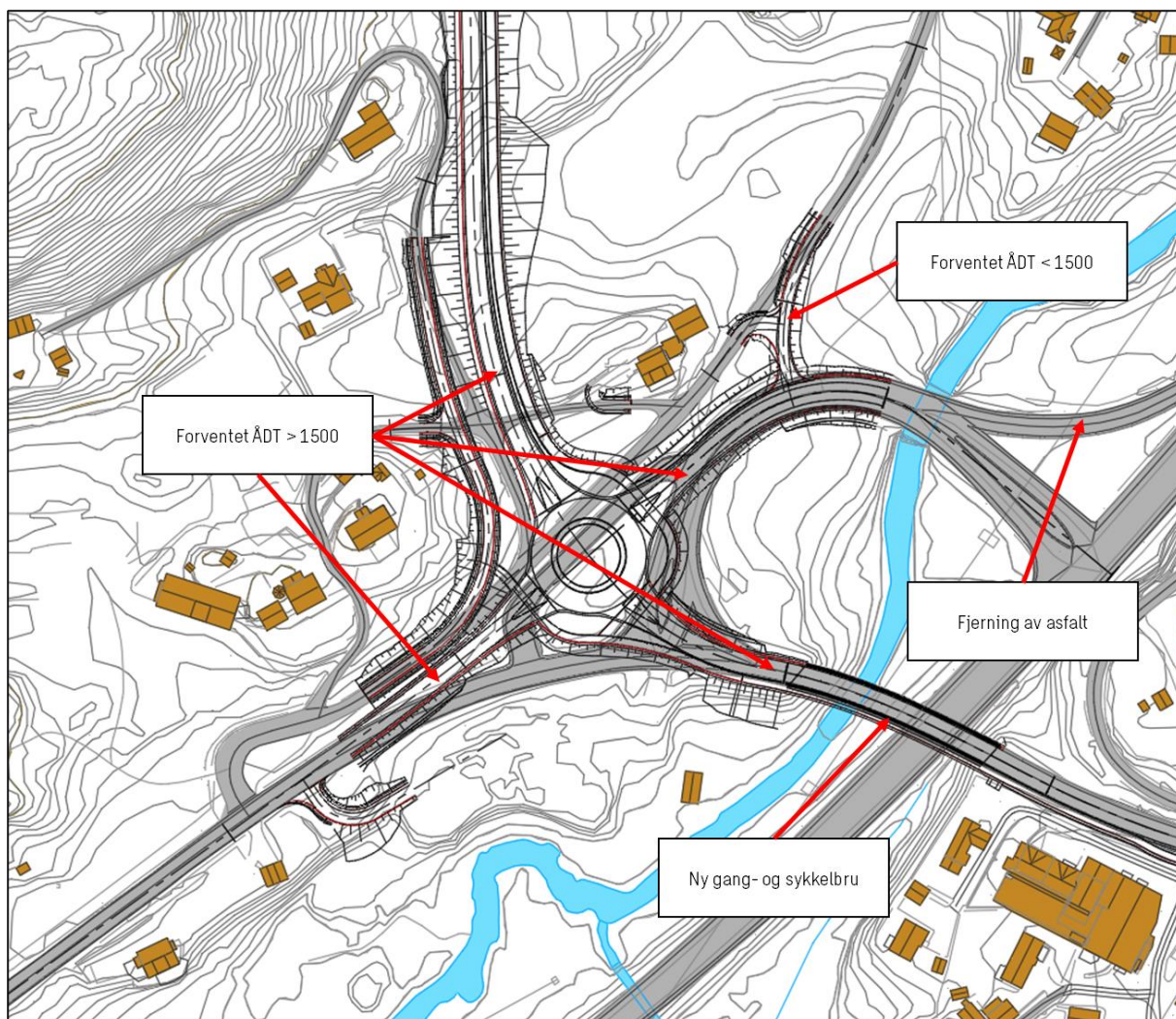
Sideterrenget utformes med fylling eller skjæring mot eksisterende terreng. Etablering av ny vegetasjon følger prinsippet om naturlig revegetering med stedege arter.

Massebalansen baseres på prinsipp om å begrense masseflyttingen og begrense behovet for permanente masselager. Masser fra anlegget skal gjenbrukes i veibyggingen, så langt det lar seg gjøre. Masseoverskudd som ikke brukes legges i planlagte områder for permanent masselager.

Anleggsgjennomføringen omfatter flere faser og skal foregå innenfor det regulerte planområdet. Eksisterende veier vil gi adkomst til anleggsområdet. I hovedsak vil ikke eksisterende veier bli benyttet til anleggstrafikk eller massetransport, med unntak av strekninger med gjenbruk av dagens E18. I anleggsgjennomføringen gir gjenbruk større utfordringer rettet mot tredjepart, og det er behov for å ta særlig hensyn til sikkerhet, helse og arbeidsmiljø. Anleggsperioden antas å vare i fire år.

2.5 Hensikt med områdestabilitet Sannidal

Tiltaksområdet ligger i Sannidal i Telemark fylke. Plassering av de ulike tiltakene er vist i Figur 2-4. Formålet med tiltaket er å etablere en tilførselsvei som vil knytte seg til ny E18 ved Fikkjebakk-krysset. Tilførselsveien har en beregnet ÅDT på 2000, og vil bli koblet til det eksisterende veinettet gjennom en ny rundkjøring i Sannidal. I tillegg vil det bli etablert en ny gang- og sykkelbru ved å utvide eksisterende Tangen bru. Som følge av tiltaket vil ÅDT på dagens E18-vei bli vesentlig redusert, og det er derfor foreslått fra RIVei å fjerne deler av veibanen for å gi tilbake områdene til naturen.



Figur 2-4 Planlagte tiltak i Sannidal. (Kilde: Sweco).

3 Prosjekteringsforutsetninger

3.1 Regelverk og standard

Gjeldende regelverk og standarder legges til grunn for den geotekniske prosjekteringen:

- Plan og bygningsloven, pbl § 28-1
- Sikkerhet mot naturpåkjenning, TEK 17 § 7-3
- Konstruksjonssikkerhet, TEK 17 § 10-2

- Byggesakforskriften (SAK 10)
- Statens vegvesen, Håndbok N200 Vegbygging, 01.11.22
- NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 (Eurokode 0 Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner)
- NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020 (Eurokode 7 Geoteknisk prosjektering – Del 1: Allmenne regler)

I tillegg, i den grad de er relevante, benyttes følgende veiledninger og håndbøker:

- Veiledning til TEK 17
- Veiledning til SAK 10
- Statens vegvesen, Håndbok N-V220 Geoteknikk i vegbygging, 18.08.23
- Statens vegvesen, Håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger, 2014
- Norges vassdrag- og energidirektorat, Veileder nr. 1/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred, 2020
- Norges vassdrag- og energidirektorat, Ekstern rapport nr. 9/2020 Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred, 2020

3.2 Geoteknisk kategori

NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020 [2] stiller krav til prosjektering ut fra tre ulike geotekniske kategorier. Valg av kategori gjøres ut fra standardens punkt 2.1 «Krav til prosjektering». Vegprosjekter i områder med kvikkleire (sprøbruddmateriale) skal i henhold til N200 [3] plasseres i geoteknisk kategori 3. Prosjektet kan nedklassifiseres til geoteknisk kategori 2 dersom det er spesielt gunstige forhold. Tiltaket er satt til geoteknisk kategori 3.

3.3 Konsekvens-/pålitelighetsklasse (CC/RC)

NS-EN 1990:2002+A1:2005+AC:2010+NA:2016 [4] definerer byggverks plassering med hensyn til konsekvensklasse og pålitelighetsklasse (CC/RC). Konsekvensklasser er behandlet i standardens tillegg B i tabell B1 (informativt), mens veiledende eksempler på klassifisering av byggverk i pålitelighetsklasser er vist i nasjonalt tillegg NA (informativt), tabell NA.A1 (901). For den geotekniske prosjekteringen av tiltaket er det valgt konsekvensklasse CC = 2, etter veiledende kriterier basert på forventet ÅDT (se kapittel 3.5) fra N-V220 (tabell 1.1.1-1) [5]. Fra tabell 1.1.3-1 i N200 settes pålitelighetsklassen til RC = 2.

3.4 Tiltaksklasse i henhold til Plan og Bygningsloven

I henhold til SAK 10 § 9-4 [6] er tiltaket plassert i tiltaksklasse 3. Dette er grunnet at tiltaket omfatter oppgaver av middels kompleksitet og vanskelighetsgrad, men der mangler eller feil kan føre til store konsekvenser for helse, miljø og sikkerhet.

3.5 TEK17 § 7, Sikkerhet mot naturpåkjenning

I henhold til TEK 17 § 7 [7] skal byggverk plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger (flom, stormflo og skred).

Det er påtruffet sprøbruddmateriale og kvikkleire i grunnundersøkelsene. Tiltaket må derfor plasseres i en tiltakskategori etter NVEs veileder 1/2019 *sikkerhet mot kvikkleireskred* [1]. Det er gitt følgende beskrivelse av tiltakskategorier i N-V220 (tabell 1.5-1) [5]:

- Rundkjøring og veier med forventet ÅDT > 1500 (se Figur 2-4) plasseres i tiltakskategori K4.

- Veier med forventet $\text{ÅDT} < 1500$ med omkjøringsmuligheter plasseres i tiltakskategori K3.
- Ny gang- og sykkelbru plasseres i tiltakskategori K1.
- Fjerning av asfalt, på østsiden av Heglandselva, ved dagens avkjørsel fra E18 plasseres i tiltakskategori K0.

3.6 Krav til kontroll

NS-EN 1990:2002+A1:2005+AC:2010+NA:2016 [3] gir føringer for krav til omfang av prosjekterings- og utførelseskontrollklasse avhengig av pålitelighetsklasse. Dette er gitt i henhold til tabell NA.A1 (902) og NA.A1 (903). Veiledning for valg av prosjekteringskontrollklasse (PKK) og utførelseskontrollklasse (UKK) er angitt henholdsvis i tabell 1.2.1-1 og 1.2.2-1 i N200. For det geotekniske arbeidet kan det forutsettes en prosjekteringskontrollklasse 2 og en utførelseskontrollklasse 2.

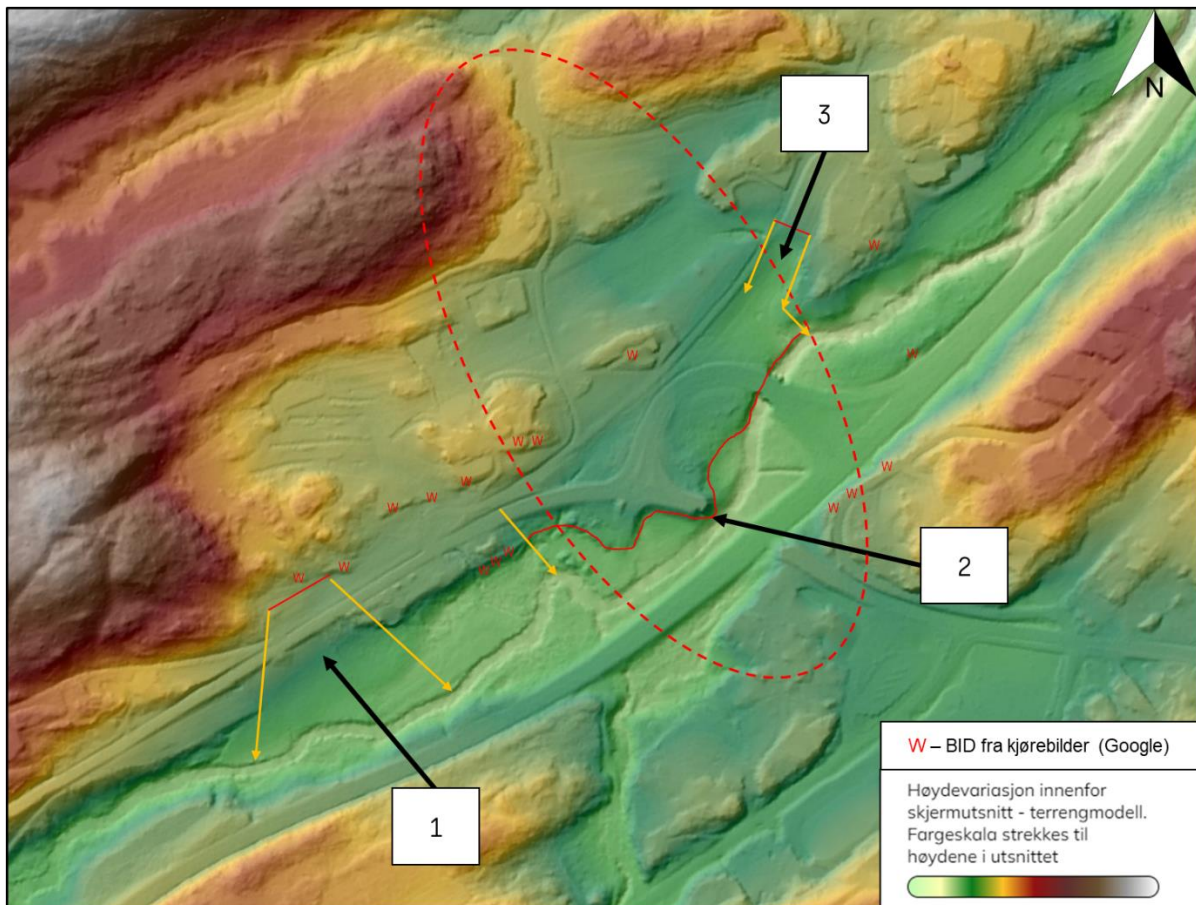
For geoteknisk prosjektering og utførelse av arbeidene skal det utføres egenkontroll (DSL 1), intern systematisk kontroll (DSL 2) og i tillegg utvidet kontroll (DSL 3). I henhold til standarden kan i klasser PKK2 og UKK2 begrenses til en kontroll av at egenkontroll og intern systematisk kontroll er gjennomført og dokumentert av det prosjekterende foretaket.

Det er videre krav fra NVEs veileder 1/2019 kap. 3.3.6 at vurderingene og utarbeidelsen av dokumentasjon skal kvalitetssikres av uavhengig foretak [1].

4 Grunnforhold

4.1 Terreng og topografi

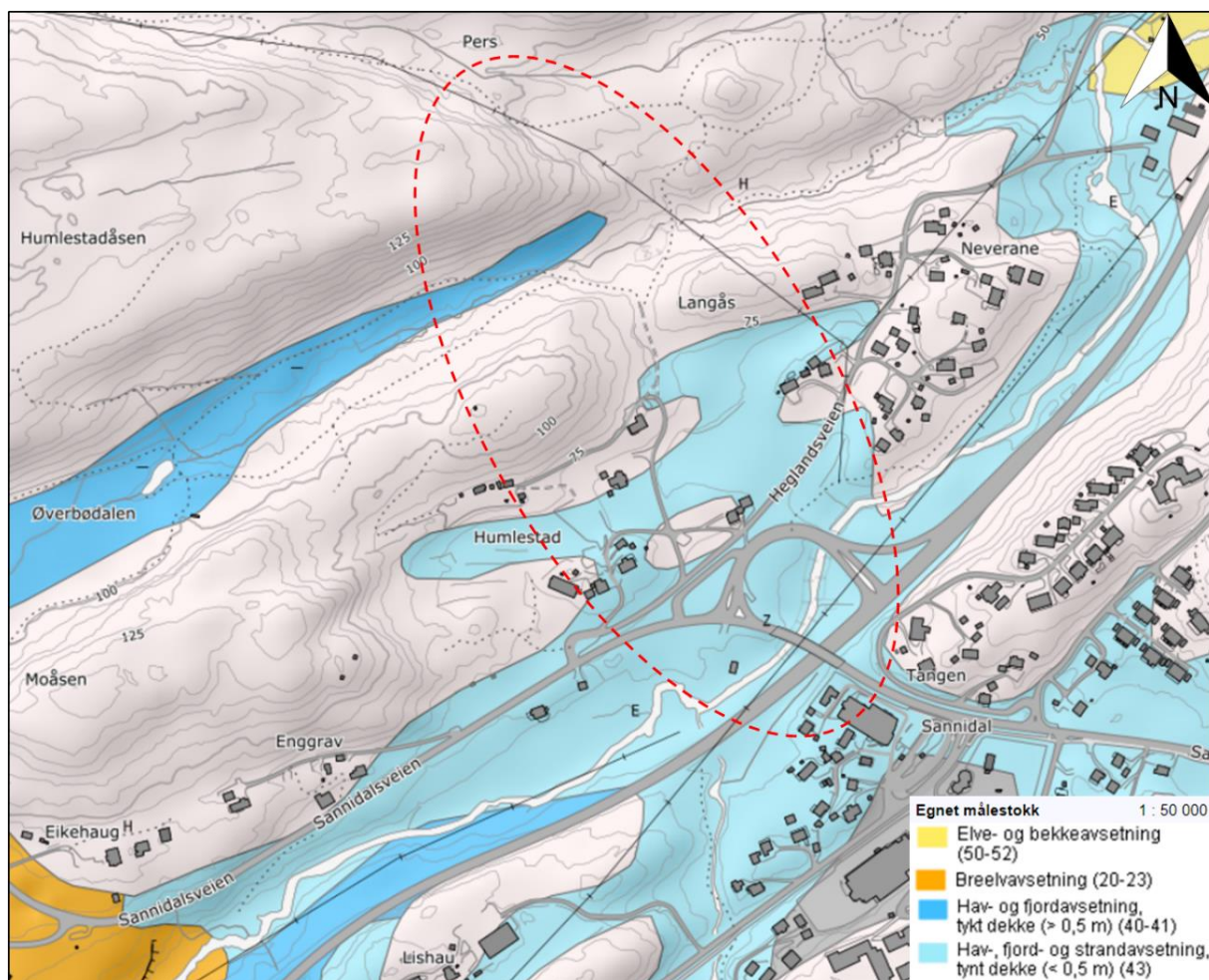
Topografien i området er vist i Figur 4-1. Mørkere rød farge indikerer høyereliggende områder, men grønne områder ligger lavere. Det har blitt identifisert tre skråninger relevant for tiltaket. Skråningene viser en generell brattere helning enn 1:15. Det er bergforekomster rett nord og nordvest for den planlagte rundkjøringen.



Figur 4-1 Terrengekart (Kilde: <https://hoydedata.no/LaserInnsyn2/>). Den rødstiplede sirkelen markerer omfanget av tiltaket. Nummereringen fra 1-3 markerer aktuelle skråninger for tiltaket. Utbredelsen av skråning 1-3 er markert med rød sammenhengende strek. De oransje strekene indikerer hvilken retning det forventes skred fra de ulike skråningene.

4.2 Kvartærgeologiske kart og marin grense

Figur 4-2 viser at tiltaksområdet er preget av et tynt dekke av hav-, fjord- og strandavsetninger [8]. Hele området er under marin grense [9].



Figur 4-2 Kvartærgeologisk løsmassekart. Den rødstiplede sirkelen markerer omfanget av tiltaket. (Kilde: https://geo.ngu.no/kart/losmasse_mobil/).

4.3 Grunnundersøkelser

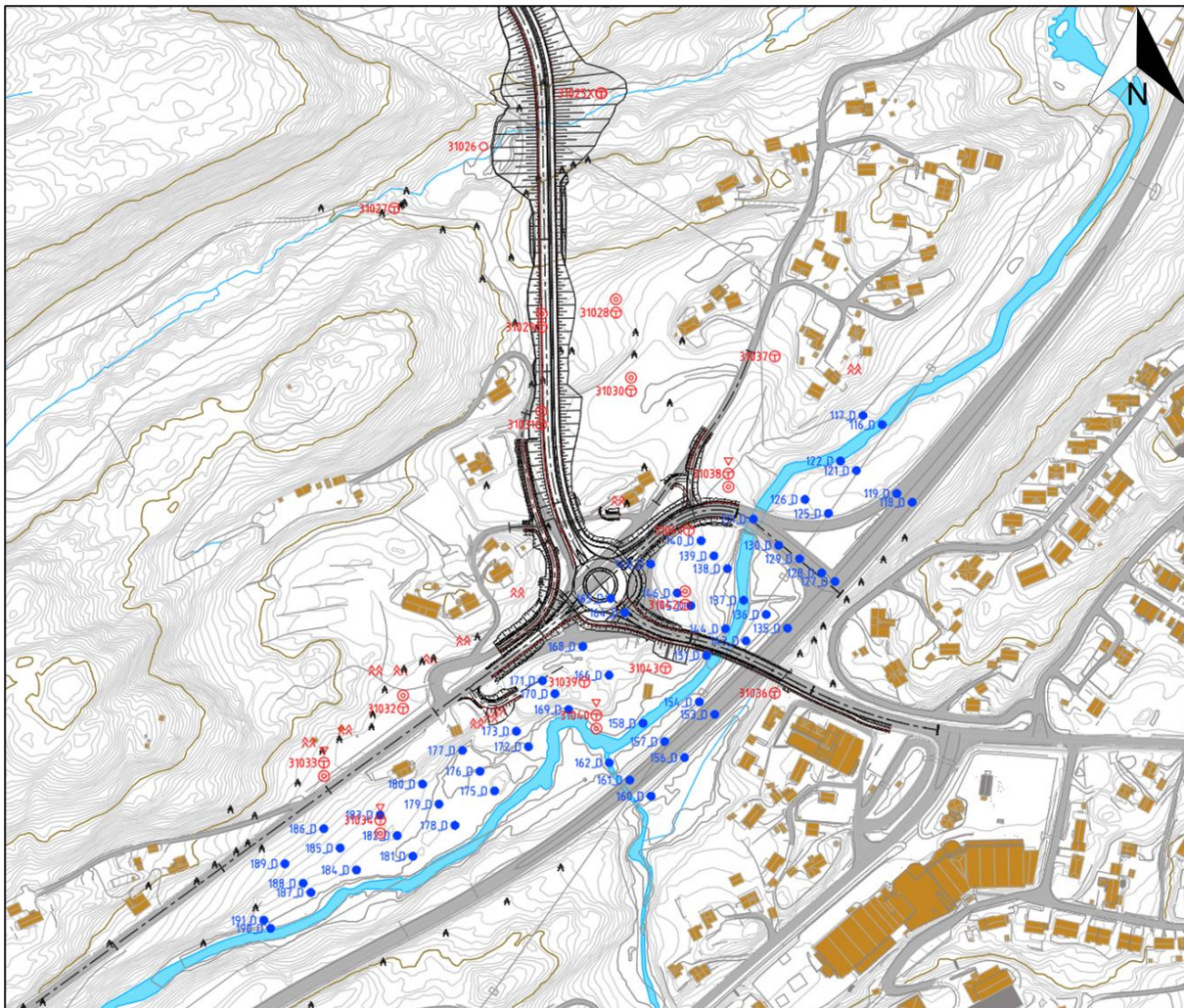
Det er tidligere gjennomført flere geotekniske grunnundersøkelser i tiltaksområdet, som er oppsummert i Tabell 4-1. Dette inkluderer dreiesonderinger utført av Statens vegvesen i 1969-1971, samt nyere undersøkelser fra planforslag 2021.

Tabell 4-1 Utførte grunnundersøkelser.

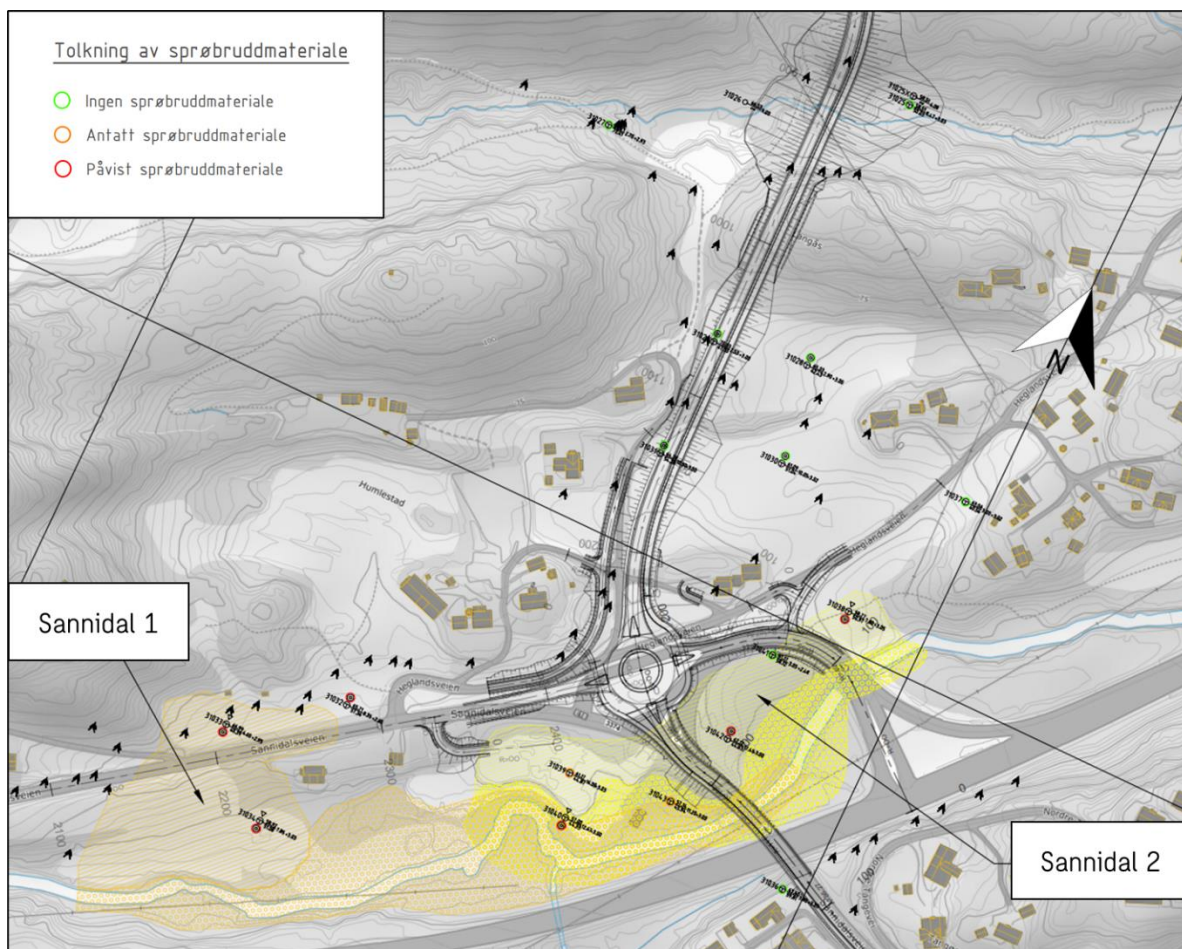
Beskrivelse	Dokument nr.	Dato	Utarbeidet av
Datarapport – grunnundersøkelser [10]	NV38E18TB-GTK-RAP-0002	15.06.21	COWI
Redegjørelse for fundamenteringsforholdene for ramper og overgangsbru i 2-planskrysset ved Humlestad [11]	47 H 67 D2	22.09.71	Statens Vegvesen

Grunnundersøkelser for motorveg E18 i Kragerø parsell Humlestad – Nygård pel 1520-1880 [12]	47 H 67 D	11.04.69	Statens Vegvesen
---	-----------	----------	------------------

Figur 4-3 viser tiltaket med de utførte borpunktene. De blå borpunktene representerer gamle dreiesonderinger fra Statens vegvesen [11] [12], og de røde borpunktene er totalsonderinger, CPTU-sonderinger og prøveserier fra planforslag 2021 [10]. Figur 4-4 viser i hvilke borhull det er påtruffet sprøbruddmateriale.



Figur 4-3 Eksisterende borpunkter rundt Sannidal. (Kilde: Sweco).



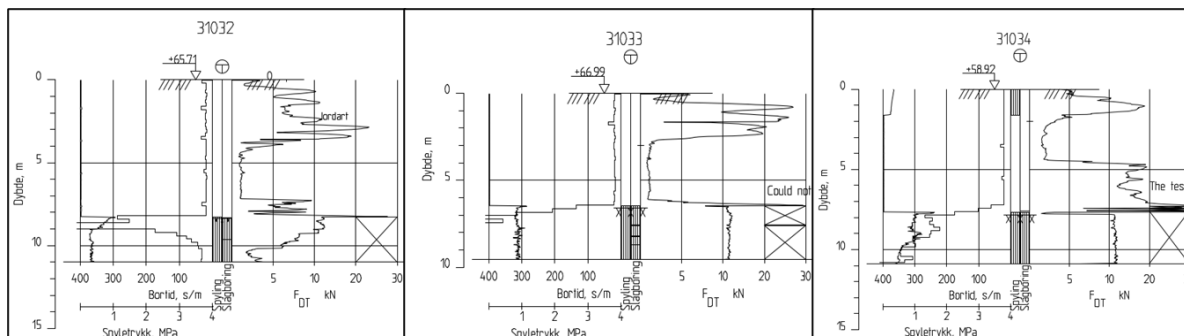
Figur 4-4 Tolkning av sprøbruddmateriale. (Kilde: Sweco).

4.4 Tolkede Grunnforhold

Det er utført et betydelig antall dreiesonderinger på sørsiden av Sannidalsveien (1969 og 1971), men det er begrenset informasjon tilgjengelig fra flere av disse boringene. Kun noen få av borpunktene har tilgjengelig borprofil. For øvrige borpunkter var det kun oppgitt dybde til antatt berg. Ved sammenligning med de nyere utførte totalsonderingene, kan det se ut til at flere av dreiesonderingene har stoppet i fastere lag og ikke klart å nå helt ned til berg. De tolkede grunnforholdene har derfor lagt vekt på de nyeste utførte boringene. Imidlertid er det valgt å bruke dreiesonderiene i tilfeller der det ikke er annen tilgjengelig informasjon om grunnforholdene.

4.4.1 Skråning 1

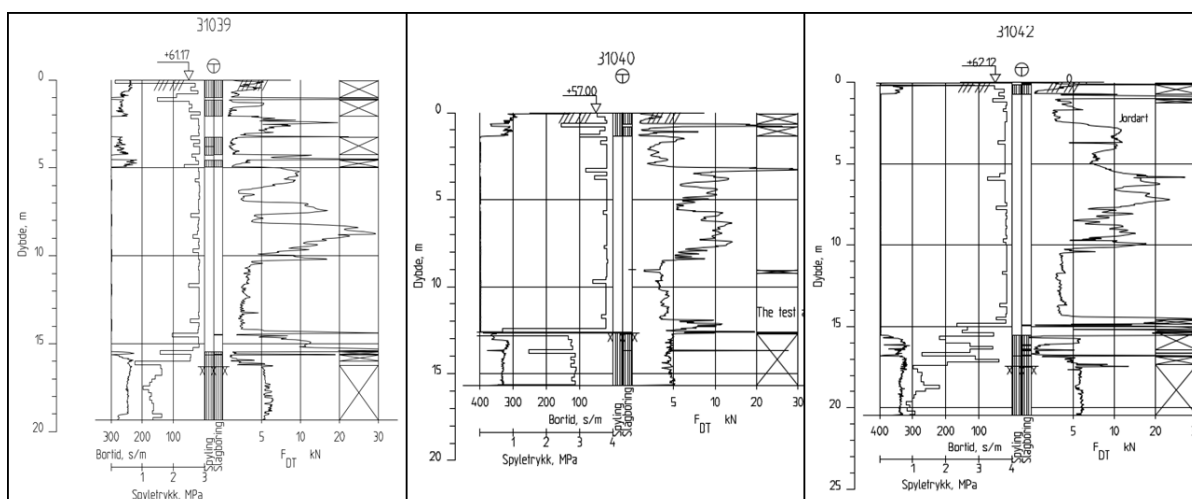
Skråning 1 ligger ca. 250 m sørvest for tiltaket med en skråningshøyde på ca. 15 m. Grunnundersøkelsene viser et topplag av friksjonsmasser på 2-4 m over kvikkleire. Mektigheten til kvikkleirelaget varierer mellom 3-4 m og er påvist i borpunkt 31032, 31033 og 31034 (se Figur 4-5). Det er et friksjonsmasselag over berg med en varierende mektighet på 0,5-3,5 m.



Figur 4-5 Utklipp av totalsondering 31032-31034. (Kilde: Datarapport – grunnundersøkelser [10]).

4.4.2 Skråning 2

Skråning 2 definerer hele skråningen som faller fra nordøst til sørvest for den planlagte rundkjøringen og ned til Heglandselva, markert med den røde linjen i Figur 4-1. Skråningshøyden er maksimalt ca. 11 m. Grunnundersøkelsene viser at det er et topplag på 8-10 m bestående av fyllmasser, og siltige- og sandige friksjonsmasser over et leirelag med en mektighet på rundt 4 m. Det er påvist sprøbruddmateriale i borpunkt 31040 og 31042 (se Figur 4-6).



Figur 4-6 Utklipp av totalsondering 31039, 31040 og 31042. (Kilde: Datarapport – grunnundersøkelser [10]).

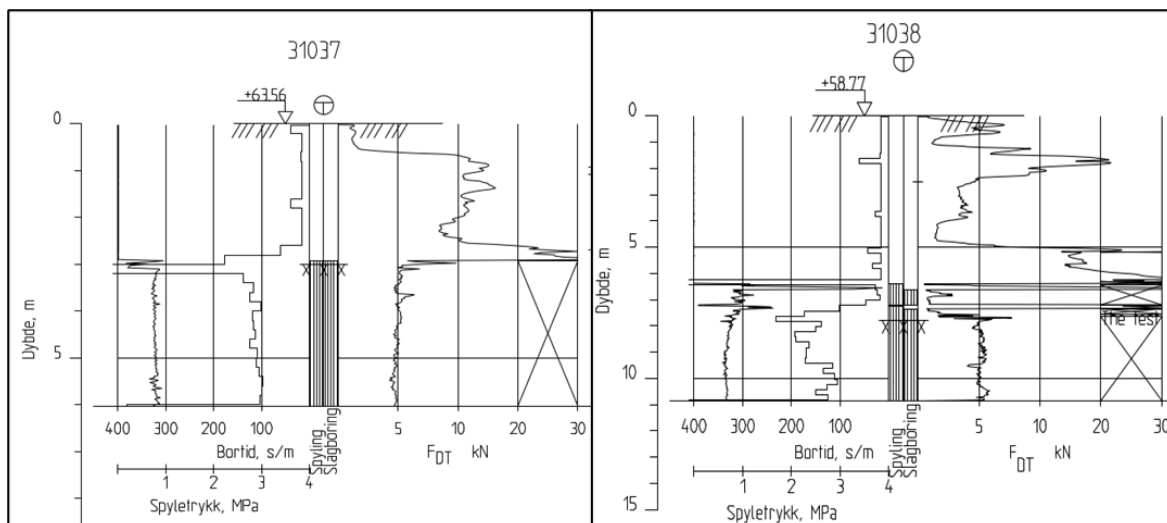
Historiske flyfoto viser at det har blitt utført utfylling med antatt fyllmasser mellom Sannidalsveien og Heglandselva. Dette fyllmasselaget er synlig i borpunkt 31039.

Dreiesonderingene 164_D og 165_D ved den planlagte rundkjøringen indikerer at det er grunt til berg, med en varierende løsmassemektighet på 1-3 m. Derimot er det mulig at dreiesonderingene kan ha stoppet i fastere masser og dermed ikke klart å påvise mulige bløtere masser i underkant.

I borpunkt 31038 (se Figur 4-7), er det påvist sprøbruddmateriale i et sjikt på 0,5 m. Sprøbruddlaget treffes på dybde 4 m med friksjonsmasser i overkant. Det er 8 m til berg i dette borpunktet. Dette borpunktet ligger omtrent 120 m nordøst for den planlagte rundkjøringen. Ca. 30 m sørøst for borpunktet faller terrenget brått ned mot Heglandselva. Her er skråningshøyden 7 m med en maksimal helning på 35 grader.

4.4.3 Skråning 3

Skråning 3 har en høyde på omtrent 9 m, og toppen ligger ca. 300 m nordøst for planlagt rundkjøring. Skråningen har en helning på omtrent 1:7. Ved borpunkt 31037 (se Figur 4-7), som ligger omtrent halvveis opp i skråningen, domineres grunnforholdene av antatt friksjonsmasser og det er grunt til berg (3 m). Det er ikke påvist sprøbruddmateriale i dette borpunktet.



Figur 4-7 Utklipp av totalsondering 31037 og 31038. (Kilde: Datarapport – grunnundersøkelser [10]).

4.5 Erosjon langs Heglandselva

Det ble som en del av planforslaget fra 2021 gjennomført en kartlegging av erosjonen langs Heglandselva [13]. Ved skråning 1 ble det observert tegn til aktiv erosjon på begge sider av elva, men ved skråning 2 var det større områder langs elva som var sikret mot erosjon. På de områdene som ikke var sikret, ble det ikke observert noen tegn til erosjon. Erosjonen langs Heglandselva nord for påkjøringsfeltet fra Sannidalsveien til E18 er ikke kartlagt.

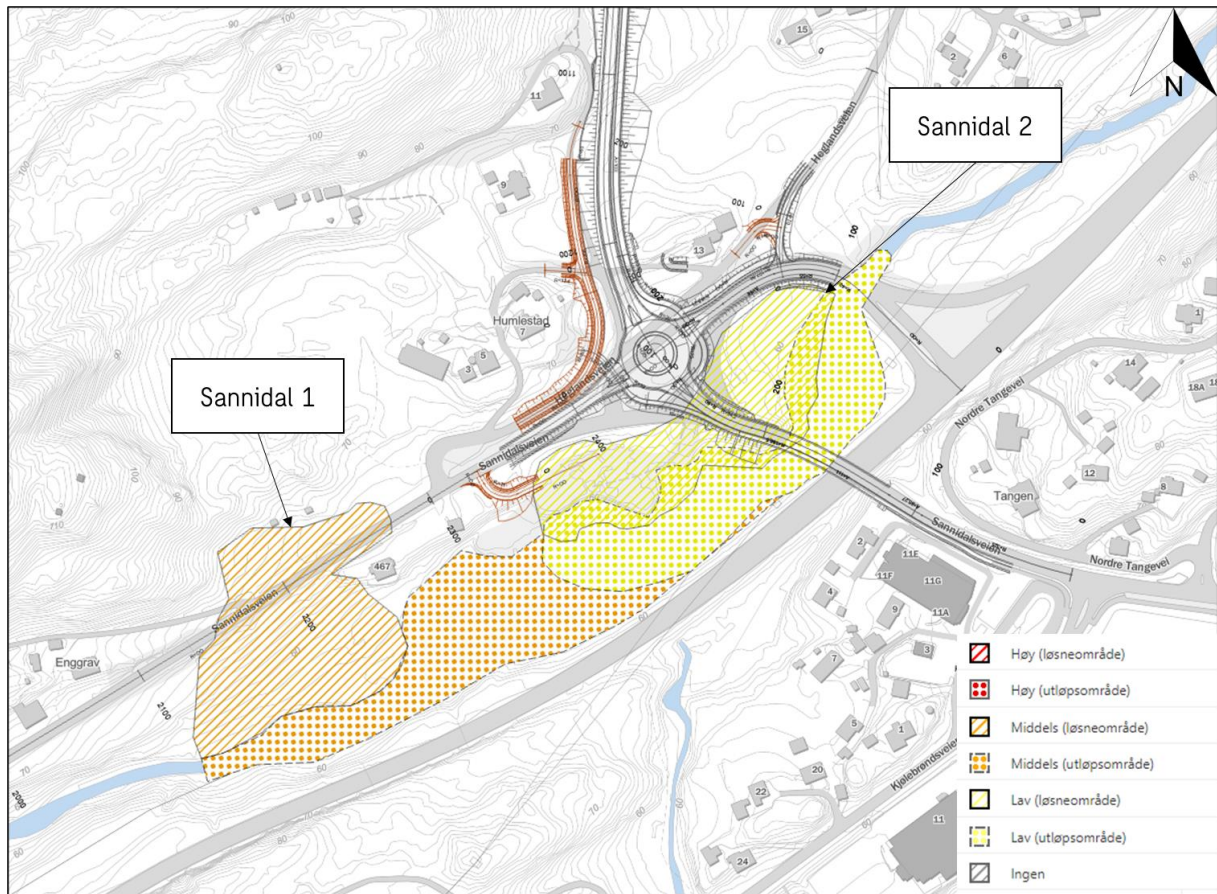
Historiske flyfoto viser at Heglandselva har hatt en annen trasé tidligere. Dagens situasjon kan observeres på et flyfoto i Figur 4-8, som er tatt i 2020. Det opprinnelige elveleiet er markert med en rød linje på bildet.



Figur 4-8 Den opprinnelige og dagens trasé av Heglandselva basert på historiske flyfoto. (Kilde: <https://kart.finn.no/>).

4.6 Beskrivelse av kartlagte kvikkleiresoner

Det er to eksisterende faresoner i området, henholdsvis 3.1-2 Sannidal 1 og 3.1-2 Sannidal 2 som vist i Figur 4-9. Som illustrert ligger den planlagte rundkjøringen rett utenfor faresonen 3.1-2 Sannidal 2. Faregrad, konsekvens og risiko knyttet til sonene er oppsummert i Tabell 4-2.



Figur 4-9 Kvikkleiresoner i Sannidal. (Kilde: Sweco).

Tabell 4-2 Evaluering av eksisterende faresoners faregrad-, konsekvens- og risikoklasse.

Sone	Faregrad	Konsekvens	Risiko
2730, 3.1-2 Sannidal 1	Middels	Alvorlig	2
2731, 3.1-2 Sannidal 2	Lav	Alvorlig	2

4.6.1 Sone 2730, 3.1-2 Sannidal 1

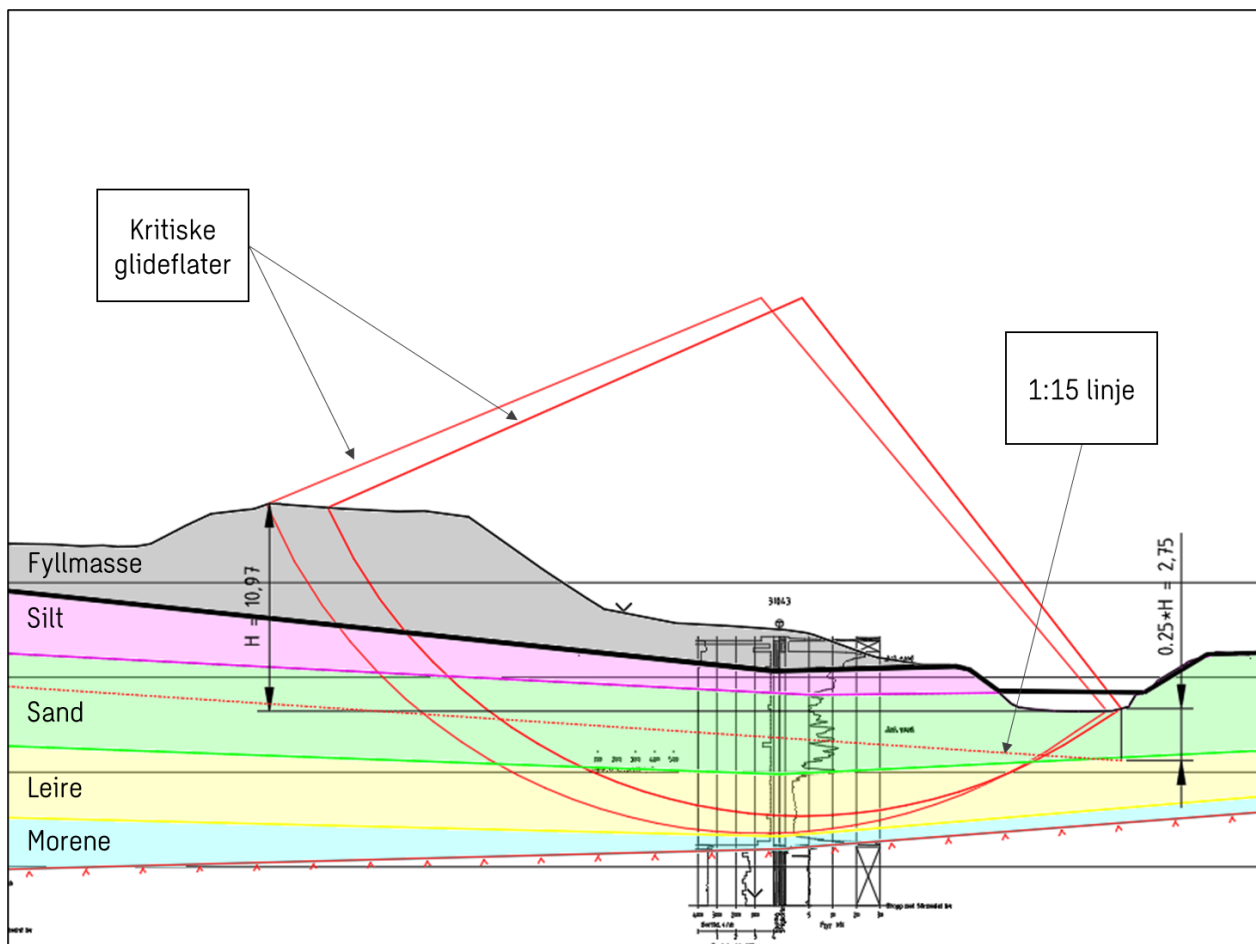
Det er påvist kvikkleire i punkt 31032, 31033 og 31034 i faresonen 3.1-2 Sannidal 1. I henhold til flytskjemaet i kapittel 4.5 i NVEs veileder 1/2019 [1] kan aktuell skredmekanisme settes til retrogressivt på grunn av at andel sprøbruddmaterialet over antatt kritiske glideflate kan overstige 40 %, som beskrevet i planforslaget 2021 i Vedlegg 4 til Fagrapport geoteknikk [13] og illustrert i tegning V3.1-2-A01 i Vedlegg 11 til Fagrapport geoteknikk [14]. Lengden på løsneområdet strekker seg fra Heglandselva i sør mot 25 m nord for borpunkt 31033, hvor det er berg i dagen. Dette resulterer i en lengde på løsneområdet på 125 m.

Lengden på utløpsområdet bestemmes som en funksjon av lengden på løsneområdet. Grunnet at det ikke kan utelukkes retrogressivt skred, samt at terrenget er kanalisert, er utløpsområdet satt til tre ganger løsneområdet. Dette gir en total utløpslengde på ca. 375 m. Fyllingen på sørsiden av landkaret ved eksisterende Tangen bru ligger i utløpssonene fra Sannidal 1. Likevel anses det kun som en teoretisk mulighet at tiltaket skal bli truffet av skredmasser. I praksis ligger

tiltaket helt i enden av utløpsområdet, og for at massene fra løснеområdet skal kunne nå helt til tiltaket er det nødvendig med en større mektighet av sprøbruddmateriale enn det som er til stede i sonen. Det er en meander i Heglandselva hvor det er fylt opp med fyllmasser ved elvesletten i bakkant yttersving, og hvis det skulle gå et skred, vil disse massene i tillegg til meanderen bremse massene. Dermed vurderes det som ikke sannsynlig at skredet vil kunne nå helt til tiltaket.

4.6.2 Sone 2731, 3.1-2 Sannidal 2

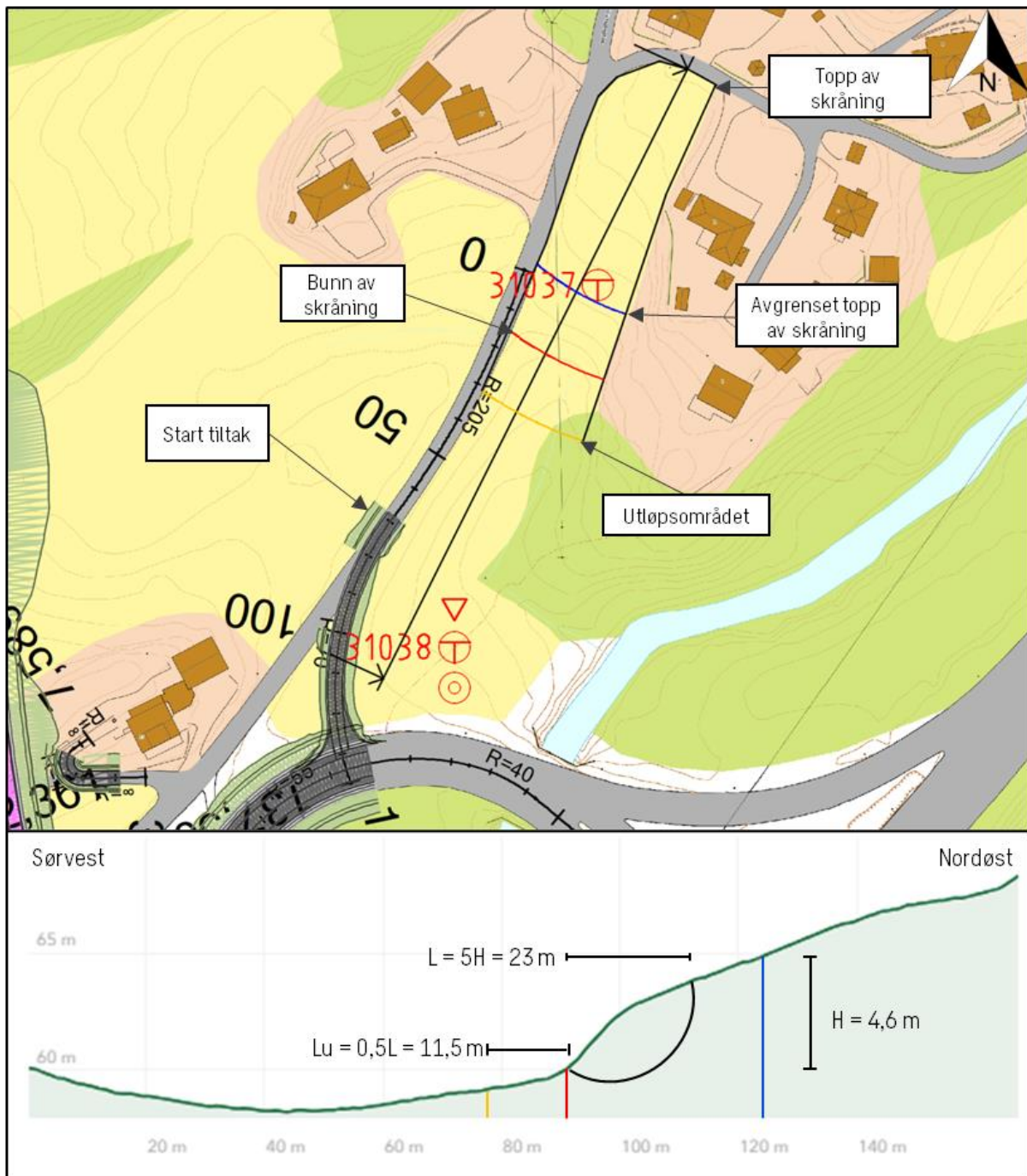
I borpunktene 31038, 31039, 31040, 31042 og 31043 er påtruffet sprøbruddmateriale. Imidlertid er andelen av sprøbruddmateriale ved kritisk glideflate under 40 %, som illustrert i Figur 4-10. Derfor kan retrogressivt skredmekanisme utelukkes, og den mest sannsynlige skredmekanismen er rotasjonsskred, basert på kap. 4.5.1 og flytskjema i figur 4.3 i NVEs veileder 1/2019 [1]. For rotasjonsskred kan det forventes et løснеområde på fem ganger høyden til skråningen, dvs. opptil 55 m. Den sørøstlige delen av den planlagte rundkjøringen ligger innenfor denne faresonen. Utløpsområdet er gitt ved halvparten av distansen til løснеområdet, som tilsvarer ca. 27 m.



Figur 4-10 Illustrasjon av kritiske glideflater i snitt C-C med 1:15 linjen. (Kilde: Sweco).

5 Aktuelle skredmekanismer og avgrensning av faresoner

Det er et aktsomhetsområde tilknyttet skråning 3 nordøst for den planlagte rundkjøringen. Derimot er det vurdert at skråning 3 ikke vil påvirke tiltaket, da et eventuelt skred herfra ikke vil nå frem til tiltaket, som illustrert i Figur 5-1. Skråningen kan avgrenses i overkant ved sondering 31037 da det ikke er påvist sprøbruddmateriale i punktet. Det er ikke utført sonderinger i bunnen av skråningen. Imidlertid kan det antas at det finnes sprøbruddmateriale, hvis man tar utgangspunkt i like grunnforhold som i borpunkt 31038. Dette borpunktet ligger omtrent 80 m sørvest for bunnen av skråningen, hvor det er påvist et sjikt på 0,5 m med sprøbruddmateriale. Skråningen er vurdert til å ha rotasjonsskred som aktuell skredmekanisme. Skråningshøyden er bestemt til 4,6 m, som gir et løsneområde på 23 m. Utløpsområdet vil være på 11,5 m, som er for lite til å kunne treffe tiltaket.



Figur 5-1 Vurdering av løsningsområde og utløpsområde for skråning 3. (Kilde: Sweco og <https://hoydedata.no/LaserInnsyn2/>).

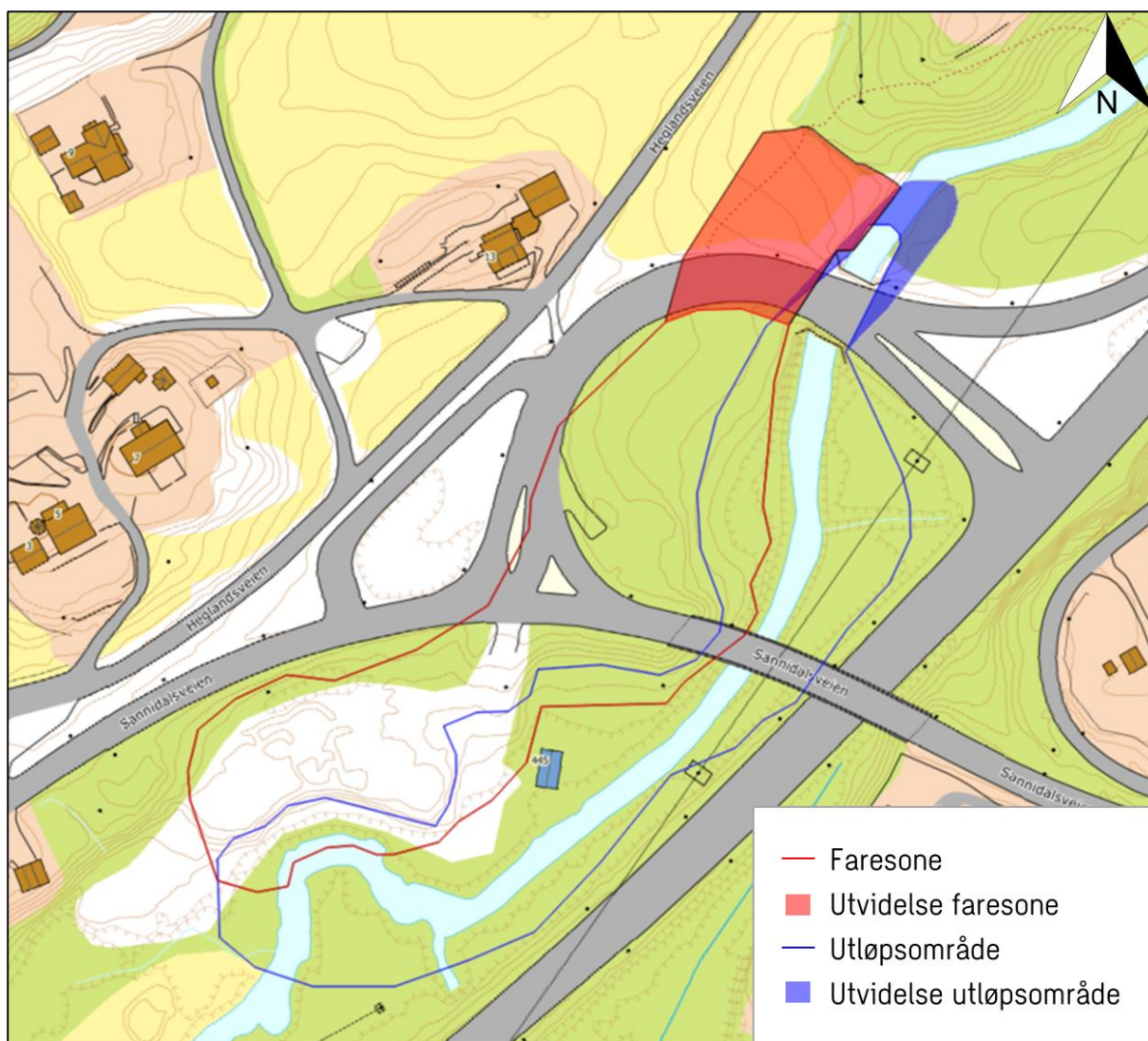
6 Utvidelse av faresone

En utvidelse av kvikkleiresonen 3.1-2 Sannidal 2 har blitt gjennomført i henhold til prosedyre for utredning av områdeskredfare [1]. Området ved den bratte skråningen ned mot vestsiden av Heglandselva, rett nord for avkjøringsfeltet fra E18 til Sannidalsveien, kan inngå i løsningsområdet for et skred. Skråningen ned mot Heglandselva er estimert til å ha en høyde på 7 m målt fra bunnen av elva. Terrenget i bakkant av denne skråningen er flatt.

I borpunkt 31038, som er lokalisert omtrent 25 m i bakkant av toppen av skråningen, er det påvist sprøbruddmateriale. Skråningen er vurdert med utgangspunkt i konservative antagelser fra dette borpunktet. Det er konkludert at det ikke er tilstrekkelige mektigheter av sprøbruddmateriale, som beskrevet i Kapittel 4.4.2, til å forårsake et retrogressivt skred, og den mest sannsynlige skredtypen er derfor et rotasjonsskred. Dette er gjort i henhold til kapittel 4.5.1 og Figur 4.3 i NVEs veileder 1/2019 [1].

Basert på en skråningshøyde på 7 meter, er løsneområdet beregnet til 35 meter. Utløpsområdet er videre estimert til å være halvparten av løsneområdets lengde. Soneutvidelsen er utført basert på terrengkriteriet med en antagelse om rotasjonsskred. Den utvidede sonen er avgrenset i nordøst av en bekkeslukt som løper fra vest mot øst og ned i Heglandselva. Den foreslåtte endringen av faresonen og utløpsområdet er illustrert i Figur 6-1.

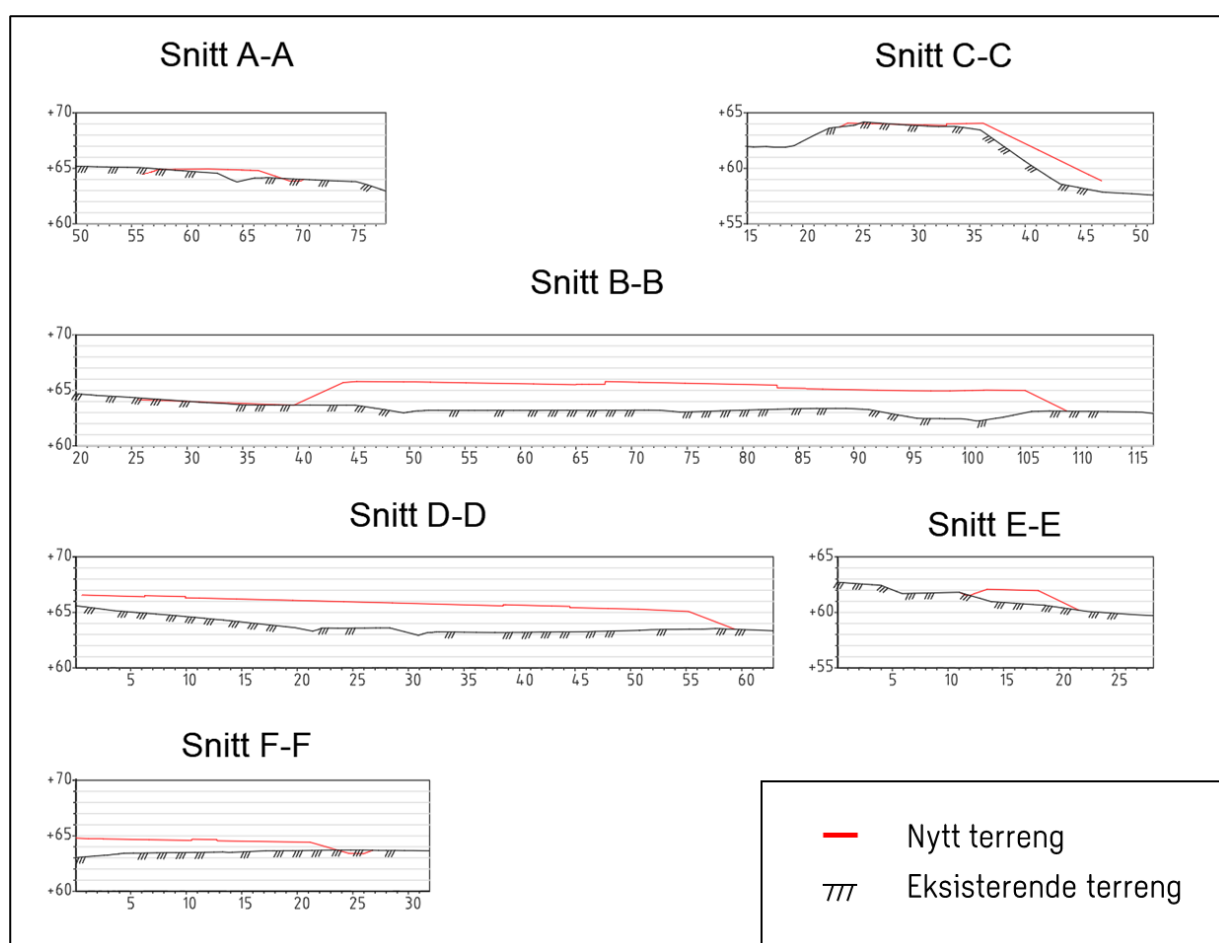
Det har ikke blitt utført en reklassifisering av kvikkleiresonen 3.1-2 Sannidal 2, ettersom utvidelsen av sonen ikke resulterte i noen endring i vurdering av faregrad, konsekvens eller risiko [15].



Figur 6-1 Utvidelse av faresone og utløpsområdet for Sannidal 2. (Kilde: Sweco).

7 Kritiske snitt og materialparametere

Forliggende kapittel oppsummerer stabilitetsbergingene utført i beregningsprogrammet Geosuite Stability versjon 24.0.7.0. Det er beregnet seks snitt, som illustrert i Figur 7-2 og Tegning V002 i vedlegg. Det er vurdert at snitt C-C er mest kritisk for tiltaket. Det er videre svært lav beregningsmessig stabilitet i snitt E-E, men stabiliteten blir ikke forverret av tiltaket. Alle snittene er beregnet på total- og effektivspenningsbasis. Det er videre vurdert dagens situasjon samt hvordan tiltaket påvirker stabiliteten. Figur 7-1 viser hvordan det nye terrenget blir liggende i forhold til det eksisterende. De illustrerte snittene viser kun områdene hvor det er terrengendringer som følge av tiltaket. For å se de fullstendige snittene, henvises det til beregningssnittene i vedlegget.



Figur 7-1 Nytt og eksisterende terreng snitt A-A til F-F. (Kilde: Sweco).

Det er benyttet en dimensjonerende trafikklast $q_d = 19,5 \text{ kPa}$ i henhold til kap. 1.4.5 i N200 [3]. I beregningene er det videre brukt en dimensjonerende anleggslast som tilsvarer trafikklasten. Grunnet at trafikklastene langs Heglandsveien og Sannidalsveien har en gunstig effekt på stabiliteten i snitt A-A, er disse lastene ikke inkludert i stabilitetsberegningene.

Det er utført måling av grunnvannstand i borpunkt 31034, som ligger ca. 280 m sørvest for den planlagte rundkjøringen. Det er vanskelig å fastslå om disse målingene er representative for området rundt rundkjøringen. Det er observert store variasjoner i målt vannstand i borpunkt

31034, med forskjell i vannstand på opptil 2,5 m (mellom kote +57,5 og +60,0). Det har derfor blitt antatt hydrostatisk poretrykk med grunnvannstand plassert i underkant av fyllmasselaget.

Basert på ødometerforsøk (CRS) i borpunkt 31040 er leirelaget overkonsolidert med OCR lik 3,88 [16].

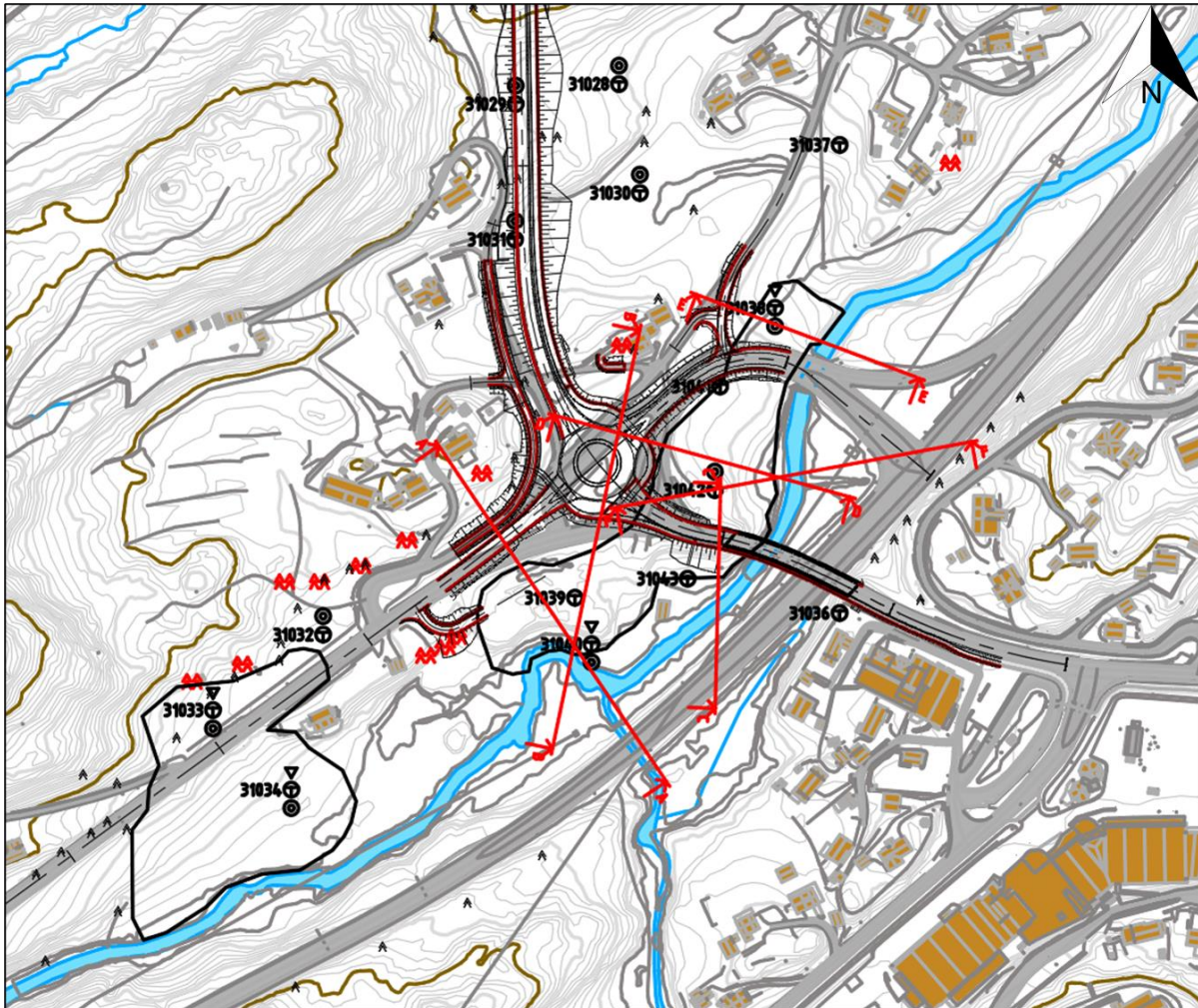
Plastisitetsindeksen er bestemt til 19 %, hvor vanninnholdet varierer mellom 26,7 % og 42,7 % for leirelaget i borpunkt 31040. Det er benyttet anisotropifaktorer for leirelaget basert på plastisitetsindeksen I_p etter anbefalinger fra NVEs rapport 10/2014 [17], følgende verdier er benyttet:

$$c_{uD} / c_{uC} = 0,67$$

$$c_{uE} / c_{uC} = 0,38$$

Det opplyses at de drenerte materialparameterne tar utgangspunkt i erfaringstall fra tabell 3.6.2-1 i håndbok N-V220 [5]. Styrkeparametere benyttet i stabilitetsberegningene er oppsummert i Tabell 7-1.

Valget av c-profil i beregningene er basert på skjærfasthetsmålinger fra enaksialforsøk, konusforsøk og CPTu-tolkning. Skjærfasthetsprofilene er oppsummert i Tabell 7-2. For snitt A-A til D-D er den mest konservative skjærprofilen fra borpunkt 31042 benyttet i de borpunktene hvor det ikke var utført lab- eller CPTu-prøver.



Figur 7-2 Beregningsnitt A-A, B-B, C-C, D-D og E-E. (Kilde: Sweco).

Tabell 7-1 Parametere benyttet i stabilitetsberegninger.

Lag	Tyngdetetthet ρ [kN/m ³]	Effektiv tyngdetetthet ρ' [kN/m ³]	Friksjonsvinkel ϕ [°]	Kohesjon C' [kPa]	Udrenert skjærstyrke C [kPa]
Fyllmasse	19	9	35	0	
Silt	19	9	31	0	
Sand	19	9	33	0	
Leire, sprø*	18	8	20 (24**)	0 (2**)	C-profil
Morene	19	9	35	0	

*A/D/P = 1,00/0,67/0,38, basert på $I_p \leq 19\%$ [17]

**Oppjusterte materialparametere i snitt E-E

Tabell 7-2 Oppsummering av valgte C-profiler. Type forsøk: K = Konusforsøk, E = Enaksialtrykkforsøk og CPTu = Trykksondering.

Borpunkt	Type forsøk	Valgt profil [kPa]	Kilde / Tegning
31038	E, K	70-9 (70-16*)	V012
31040	E, K, CPTu	68-75	[16]
31042	K	60-72	[16]
* Oppjusterte materialparametere i snitt E-E			

8 Stabilitetsvurderinger

Grunnet tilstedeværelse av sprøbruddmateriale, er sprøhetsforholdet $f_s = 1,15$ blitt inkludert i $F_{Cu} \geq 1,40 * f_s = 1,61$. I henhold til kapittel 3.3.6 i NVEs veileder 1/2019 [1] skal dermed en sikkerhetsfaktor ved totalspenningsanalyse $F_{Cu} \geq 1,61$ og effektivspenningsanalyse $F_{C\phi} \geq 1,25$ dokumenteres ved en stabilitetsberegning.

Videre er det forskjellige sikkerhetskrav basert på valg av tiltakskategori. For tiltakskategori K0-K2 er krav til sikkerhet oppfylt så lenge tiltaket ikke forverrer stabiliteten. For snitt A-A, B-B, D-D, E-E og F-F gir tiltaket ingen forverring av stabiliteten. Imidlertid er det en forverring av stabiliteten i snitt C-C som et resultat av tiltaket. I Tabell 8-1 er sikkerhetsfaktorene oppsummert.

Beregningene viser tilfredsstillende sikkerhet i snitt A-A, B-B, D-D og F-F, men for snitt C-C er ikke sikkerheten tilstrekkelig verken i dagens situasjon eller i situasjon etter utført tiltak. Sikkerheten både på effektiv- og totalspenningsbasis var under 1,0 for snitt E-E for dagens situasjon langs elva. Materialparameterne for leirelaget ble derfor oppjustert til det ble dokumentert en sikkerhetsfaktor $F = 1,0$. Det er vurdert at skråningen i snitt E-E kan påvirke tiltak med tiltakskategori K4. Imidlertid viser stabilitetsberegningene at tiltaket ikke vil forverre stabiliteten til skråningen. Det er viktig å merke seg at skråningen i snitt E-E ligger utenfor influensområdet til tiltaket. I henhold til NVEs veileder 1/2019 [1] kreves det likevel følgende krav til sikkerhet $F_{C\phi} \geq 1,25$ og robusthet $F_{Cu} \geq 1,20$. Snitt E-E har dermed verken tilstrekkelig sikkerhet eller robusthet.

Øst for Heglandselva er det planlagt å fjerne asfalten langs dagens avkjørsel fra E18, som vist i Figur 2-4. Dette arbeidet er klassifisert som tiltakskategori K0, som innebærer at kravene til sikkerhet oppfylles hvis det kan dokumenteres at tiltaket ikke forverrer stabiliteten [1]. Siden tiltaket innebærer fjerning av eksisterende materialer, og ikke tilføring av nye laster, vil ikke dette medføre noen forverring av stabiliteten. Dermed vil kravene til sikkerhet være oppfylt.

Tabell 8-1 Beregnet sikkerhetsnivå fra stabilitetsberegninger i Geosuite Stability. Sikkerhetsfaktorene markert i rødt er ikke innenfor kravet i henhold til NVEs veileder 1/2019 [1].

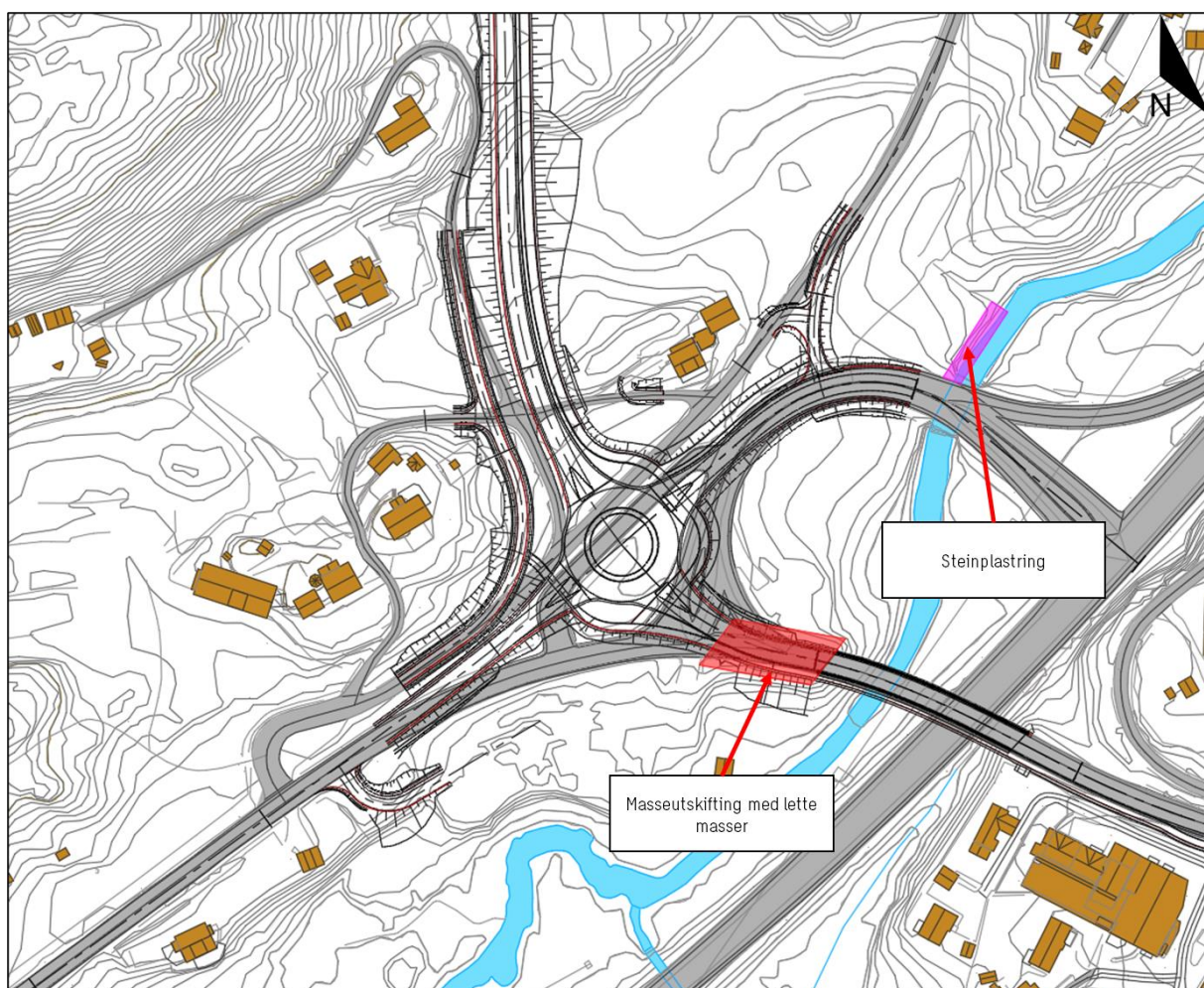
Profil	Situasjon	Sikkerhetsfaktor (a-phi)	Sikkerhetsfaktor (Cu)	Tegning
Snitt A-A	Tiltak	1,27	1,83	V004
Snitt B-B	Tiltak	1,39	2,00	V005
Snitt C-C	Dagens	1,42	1,57	V006
	Tiltak	1,34	1,46	V007
Snitt D-D	Tiltak	1,95	2,50	V009
Snitt E-E	Tiltak	1,00	1,00	V010
Snitt F-F	Tiltak	1,35	1,91	V012

9 Stabiliserende tiltak

På grunn av ikke tilstrekkelig stabilitet i snitt C-C er det foreslått tiltak for å stabilisere området. Tabell 9-1 viser at sikkerhetskravene er oppfylt etter de stabiliserende tiltakene som inkluderer bruk av lette masser. Brukte materialparametere for lettklinker er vist i Tabell 9-2, og er hentet fra håndbok V221 [18]. I beregningene har en fylling med lettklinker på 2,5 m blitt benyttet, og i henhold til håndbok V221 [18] skal fyllingen ha en overdekning med fyllmasser på minst 80 cm. Siden fyllingen er relativt høy, anbefales det å bruke ranker på 1:1,5 eller brattere som fyllingen kan komprimeres mot i nedre halvdel. I tillegg skal det legges en fiberduk av klasse 3 over lettklinkerfyllingen. Figur 9-1 illustrerer området hvor masseutskifting med lette masser er nødvendig. Området har et areal på ca. 720 m², med en fyllingshøyde på 2,5 m vil det være behov for rundt 1800 m³ med lettklinker. Dette volumet kan reduseres ved bruk av skumglass eller EPS (ekspandert polystyren). Det er vurdert at denne løsningen vil være gjennomførbar under anleggsfasen, der masseutskiftingen ved toppen av skråningen vil føre til en mer gunstig situasjon med tanke på skråningsstabilitet. Videre er det vurdert at kvikkleirelaget ligger såpass dypt at det ikke vil være noen fare for å komme ned til dette laget under utgraving. [Det forventes ingen oppdrift i lettklinkerlaget på grunn av at maksimal vannstigning i Heglandselva \(NVE, temakart Flom, aktsomhetsområde \[19\]\) vil ligge ca. på kote +60, lavere enn bunn av lettklinkerlaget .](#)

Det er ikke kjent om Heglandselva i snitt E-E er erosjonssikret eller ikke. NVEs veileder 1/2019 [1] krever at «Erosjon som kan utløse skred som kan ramme tiltaket må forebygges». Dette gjelder for tiltaksklasse K4. Det anbefales derfor å utføre erosjonssikring av Heglandselva i dette strekket. Erosjonssikringen vil ha en positiv effekt på stabiliteten i skråningen. Snitt E-E tilfredstiller ikke kravene til sikkerhet og robusthet. $F_{C\phi}$ og F_{Cu} må dermed økes prosentvis i henhold til Tabell 3.3 og Figur 3.3 i NVEs veileder 1/2019 [1]. Basert på Tabell 3.3 og Figur 3.3 kreves det en 10 % forbedring av sikkerhetsfaktor, $F_{C\phi}$ og F_{Cu} . Det er utført nye stabilitetsberegninger hvor det benyttes steinplastring med en bredde på 1 m langs med og opp i skråningen, som vist i Figur 9-1. Materialeparametere for steinfyllingen er vist i Tabell 9-2 og oppnådde sikkerhetsnivå er vist i Tabell 9-1. Som sett tilfredsstilles kravene til sikkerhet og robusthet. Tiltaket kan gjennomføres ved å benytte en gravemaskin som får tilgang til

Heglandselva via et jorde i bakkant av skråningen. For å minimere risikoen for utglidninger i skråningen under anleggsfasen, kan det være nødvendig å fjerne masser i toppen av skråningen og benytte en langgraver. På den andre siden vil denne løsningen kunne ha en negativ innvirkning på det biologiske mangfoldet siden trær må felles i skråningen og det er forventet dårligere forhold for fisk i Heglandselva. Det bør tilstrebes å legge til rette for gode biologiske løsninger i plastringen.



Figur 9-1 Aktuelle områder for stabiliserende tiltak. (Kilde: Sweco).

Tabell 9-1 Beregnet sikkerhetsnivå fra stabilitetsberegninger i Geosuite Stability etter stabiliserende tiltak.

Profil	Situasjon	Sikkerhetsfaktor (a-phi)	Sikkerhetsfaktor (Cu)	Tegning
Snitt C-C	Tiltak med lette masser	1,45	1,64	V008
Snitt E-E	Tiltak med steinplastring	1,25	1,26	V011

Tabell 9-2 Parametere for stabiliserende masser benyttet i stabilitetsberegninger.

Lag	Tyngdetetthet ρ [kN/m ³]	Effektiv tyngdetetthet ρ' [kN/m ³]	Friksjonsvinkel ϕ [°]	Kohesjon C' [kPa]	Udrenert skjærstyrke C [kPa]
Steinplastring	20	10	42	4,5	-
Lettklinker	4,5	4,5	35	0,0	-

Tabell 9-3 Overslag av mengden stabiliserende masser.

Type stabiliserende masser	Overslag masser [m ³]
Lettklinker	1800
Steinplastring	220

10 Konklusjon

Det har blitt gjennomført en vurdering av sikkerhet mot kvikkleireskred i henhold til NVEs veileder 1/2019 [1] av tiltaksområdet i Sannidal. Det er to relevante faresoner i området, hvor faresonen 3.1-2 Sannidal 2 har blitt utvidet grunnet tilstedeværelse av sprøbruddmateriale i nærheten av en skråning med lav beregnet stabilitet.

Det er beregnet seks snitt, hvor snitt C-C og E-E ikke oppfyller kravet til sikkerhet gitt i NVEs veileder 1/2019 [1]. Imidlertid vil masseutskifting med lette masser i snitt C-C og bruk av steinplastring som både fungerer som en motfylling og erosjonssikring være tilstrekkelig for å sikre at tiltaket er i samsvar med regelverket. Det er vurdert at de stabiliserende tiltakene er gjennomførbare, men steinplastringen vil kunne ha negative miljø- og landskapspåvirkninger.

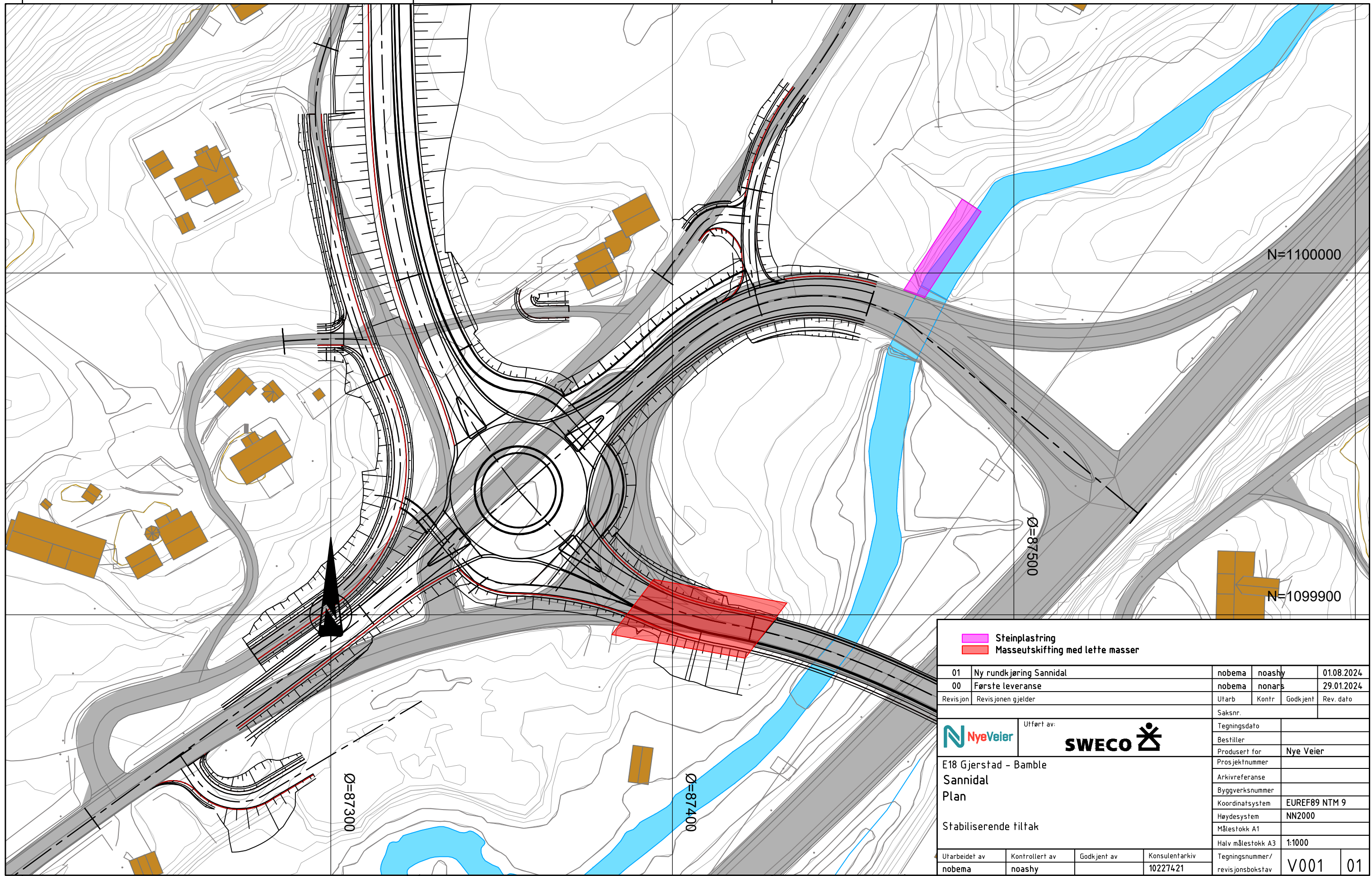
Alle tiltak med tiltakskategori K3 og K4 må kvalitetssikres av uavhengig foretak [1].

11 Referanser

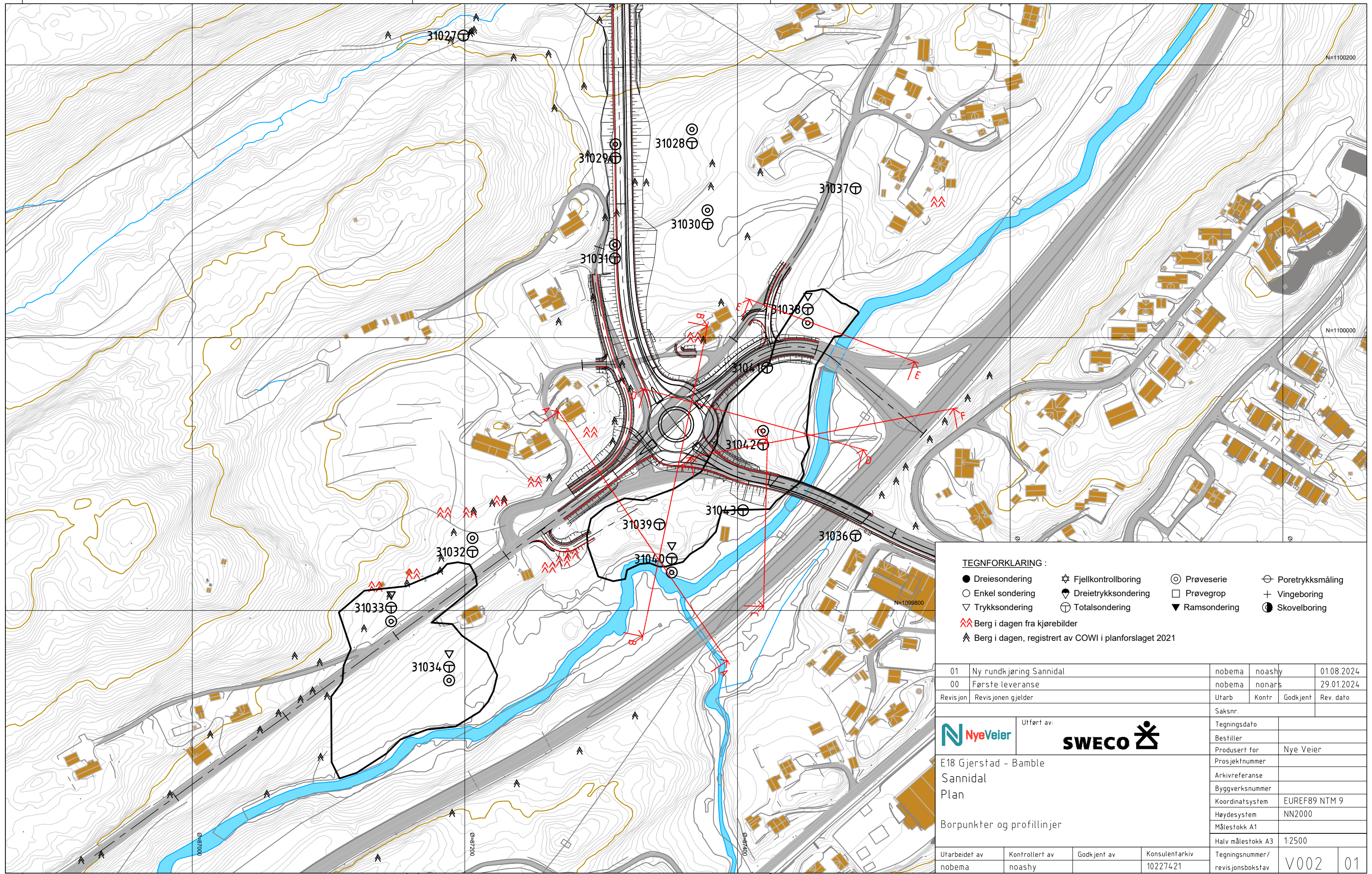
- [1] Norges vassdrag- og energidirektorat (NVE), «NVEs Veileder nr. 1/2019_ Sikkerhet mot kvikkleireskred,» 2020.
- [2] Standard Norge, «Eurokode 7 — Geoteknisk prosjektering — Del 1: Allmenne regler,» Standard Norge, Lysaker, NO, 2004.
- [3] Statens Vegvesen, «Håndbok N200: Vegbygging,» 2022.
- [4] Standard Norge, «Eurokode — Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner,» Standard Norge, Lysaker, NO, 2002.
- [5] Statens Vegvesen, «Geoteknikk i vegbygging, håndbok N-V220,» 2023.
- [6] Direktoratet for byggkvalitet, Byggesaksforskriften (SAK 10) - Kapittel 9 Foretak og tiltaksklasser - § 9-4. Oppdeling i tiltaksklasser, 2021.
- [7] Direktoratet for byggkvalitet, Byggteknisk forskrift (TEK17) - Kapittel 7 Sikkerhet mot naturpåkjenning, 2023.
- [8] Norges Geologiske Undersøkelse (NGU), «Løsmasser - Nasjonale løsmassedatabase,» 2023.
- [9] Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), « NVE Temakart kvikkleire,» 2023.
- [10] COWI, «Datarappport - grunnundersøkelser,» Nye Veier, 2021.
- [11] Veglaboratoriet, «Redgjørelse for fundamenteringsforholdene: Kryss ved Humlestad for overgangsbru, ramper og tilførselsveger,» Vegdirektoratet, 1971.
- [12] Veglaboratoriet, «Grunnundersøkelser for motorveg E 18 i Kragerø persell Humlestad - Nygård pel 1520-1880,» Vegdirektoratet, 1969.
- [13] COWI, «Vedlegg 4 til NV38E18TB-GTK-RAP-0001 Fagrappport geoteknikk - Utredning av sikkerhet mot kvikkleireskred - område 3.1-2, Sannidal,» Nye Veier, 2021.
- [14] Cowi, Vedlegg 11 til NV38E18TB-GTK-RAP-0001 Fagrappport geoteknikk - Utredning av sikkerhet mot kvikkleireskred - Plan-, snitt, og beregningstegninger, 2021.
- [15] Norges vassdrag- og energidirektorat (NVE), «Ekstern Rapport 9/2020 Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad,» 2020.
- [16] COWI, «Vedlegg 10 til NV38E18TB-GTK-RAP-0001 Fagrappport geoteknikk - kvikkleireskred - Parameterrappport,» 2021.
- [17] NIFS, «En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske,» 2014.
- [18] Statens Vegvesen, «Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger, håndbok V221,» 2014.
- [19] Norges vassdrag- og energidirektorat (NVE), NVE Temakart Flom, aktsomhetsområde, 2024.

12 Vedlegg

Navn	Type	Beskrivelse
V001	Plantegning	Stabiliserende tiltak Sannidal
V002	Plantegning	Borpunkter og profilinjer Sannidal
V003	Plantegning	Faresone kvikkleire Løsne- og utløpsområde Sone 2731, 3.1-2 Sannidal 2
V004	Beregningsnitt	Snitt A-A Situasjon etter tiltak Stabilitetsberegning
V005	Beregningsnitt	Snitt B-B Situasjon etter tiltak Stabilitetsberegning
V006	Beregningsnitt	Snitt C-C Dagens situasjon Stabilitetsberegning
V007	Beregningsnitt	Snitt C-C Situasjon etter tiltak Stabilitetsberegning
V008	Beregningsnitt	Snitt C-C Situasjon etter stabiliserende tiltak Stabilitetsberegning
V009	Beregningsnitt	Snitt D-D Situasjon etter tiltak Stabilitetsberegning
V010	Beregningsnitt	Snitt E-E Situasjon etter tiltak Stabilitetsberegning
V011	Beregningsnitt	Snitt E-E Situasjon etter stabiliserende tiltak Stabilitetsberegning
V012	Beregningsnitt	Snitt F-F Situasjon etter tiltak Stabilitetsberegning
V013	Figur	Tolkning av skjærfasthet Borpunkt 31038




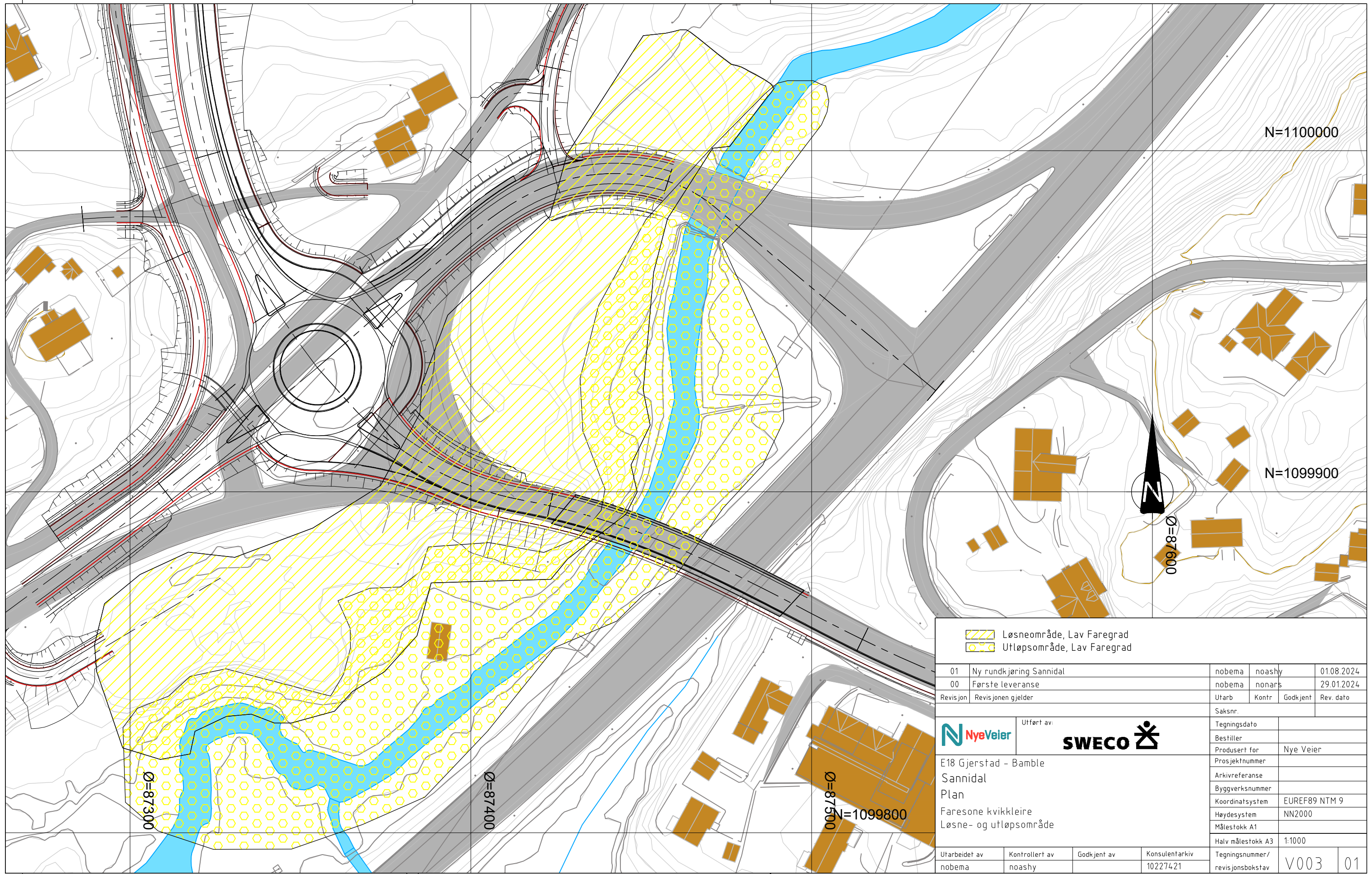
<p> ■ Steinplastring ■ Masseutskifting med lette masser </p>					
01	Ny rundkjøring Sannidal	nobema	noashy	01.08.2024	
00	Første leveranse	nobema	nonars	29.01.2024	
Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato
Saksnr.:					
				Tegningsdato	
E18 Gjerstad - Bamble		Utført av:		Bestiller	
Sannidal		SWECO		Produsert for Nye Veier	
Plan		Stabiliserende tiltak		Prosjektnummer	
				Arkivreferanse	
				Byggeværksnummer	
				Koordinatsystem EUREF89 NTM 9	
				Høydesystem NN2000	
				Målestokk A1	
				Halv målestokk A3 1:1000	
Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv	Tegningsnummer/ revisjonsbokstav	
nobema	noashy		102274-21	V001	01



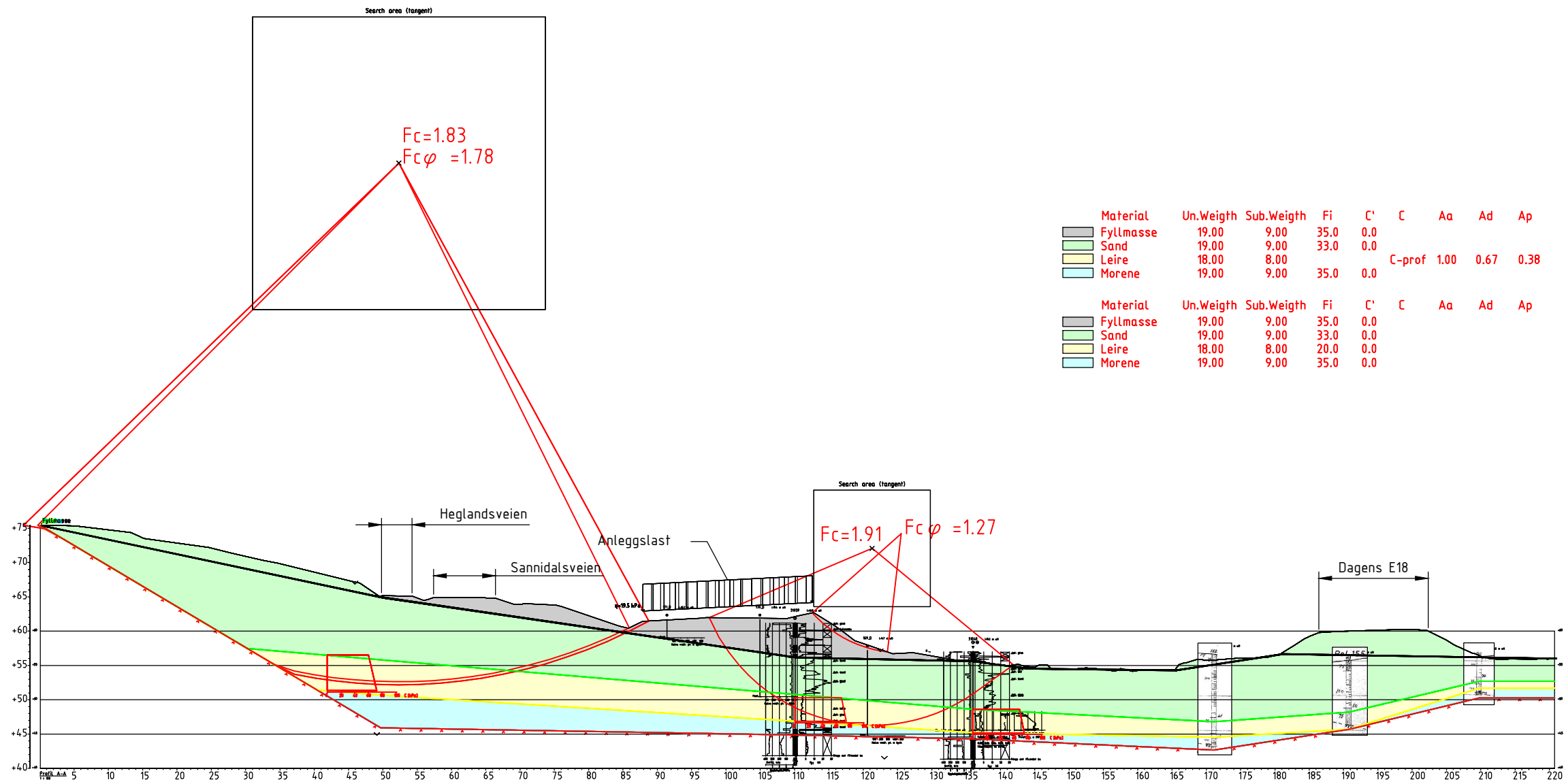
TEGNFORKLARING :

- Dreiesondering
- Enkel sondering
- ▽ Trykksondering
- ⚡ Berg i dagen fra kjørebilder
- ⚡ Berg i dagen, registrert av COWI i planforslaget 2021
- ☆ Fjellkontrollboring
- ◆ Dreietrykksondering
- ⊕ Totalsondering
- ⊙ Prøveserie
- Prøvegrop
- ▼ Ramsondering
- ⊖ Porettrykksmåling
- + Vingebooring
- ⊕ Skovelboring

01	Ny rundkjøring Sannidal	nobema	noashy	01.08.2024
00	Første leveranse	nobema	nonars	29.01.2024
Revisjon	Revisjonen gjelder	Utfarb	Kontr	Godkjent
				Rev. dato
		Saksnr.		
		Utført av: 		Tegningsdato
E18 Gjerstad - Bamble		Bestiller		Nye Veier
Sannidal		Produsert for		Nye Veier
Plan		Prosjektnummer		
Borpunkt og profillinjer		Arkivreferanse		
		Byggverksnummer		
		Koordinatsystem		EUREF89 NTM 9
		Høydesystem		NN2000
		Målestokk A1		
		Halv målestokk A3		1:2500
Utført av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv	Tegningsnummer/ revisjonsbokstav
nobema	noashy		102274.21	V002 01





Løsneområde, Lav Faregrad Utløpsområde, Lav Faregrad				
01	Ny rundkjøring Sannidal	nobema	noashy	01.08.2024
00	Første leveranse	nobema	nonars	29.01.2024
Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent
		Rev. dato		
Saksnr.				
		Utført av:		
E18 Gjerstad - Bamble		Tegningsdato		
Sannidal		Bestiller		
Plan		Produsert for Nye Veier		
Faresone kvikkleire		Prosjektnummer		
Løsne- og utløpsområde		Arkivreferanse		
		Byggverksnummer		
		Koordinatsystem EUREF89 NTM 9		
		Høydesystem NN2000		
		Målestokk A1		
		Halv målestokk A3 1:1000		
Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv	Tegningsnummer/
nobema	noashy		10227421	revisjonsbokstav
				V003
				01



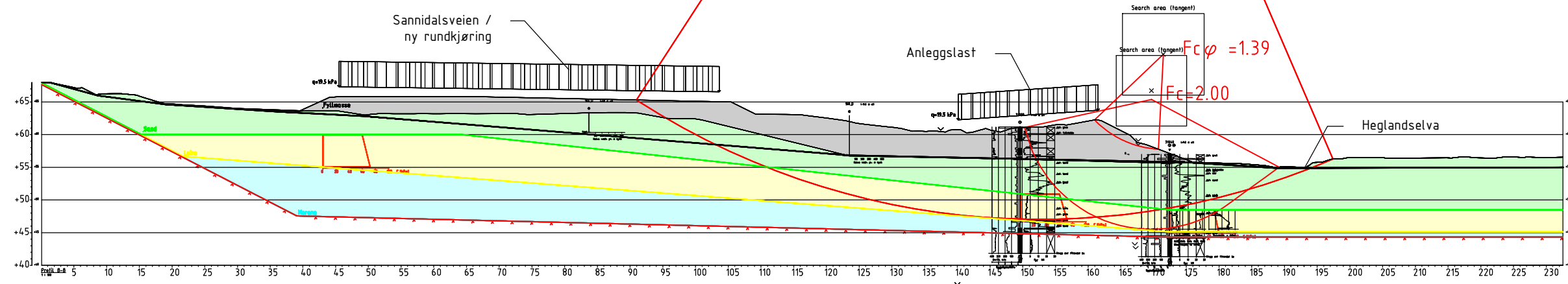
Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fyllmasse	19.00	9.00	35.0	0.0				
Sand	19.00	9.00	33.0	0.0				
Leire	18.00	8.00	20.0	0.0	C-prof	1.00	0.67	0.38
Morene	19.00	9.00	35.0	0.0				



Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fyllmasse	19.00	9.00	35.0	0.0				
Sand	19.00	9.00	33.0	0.0				
Leire	18.00	8.00	20.0	0.0				
Morene	19.00	9.00	35.0	0.0				

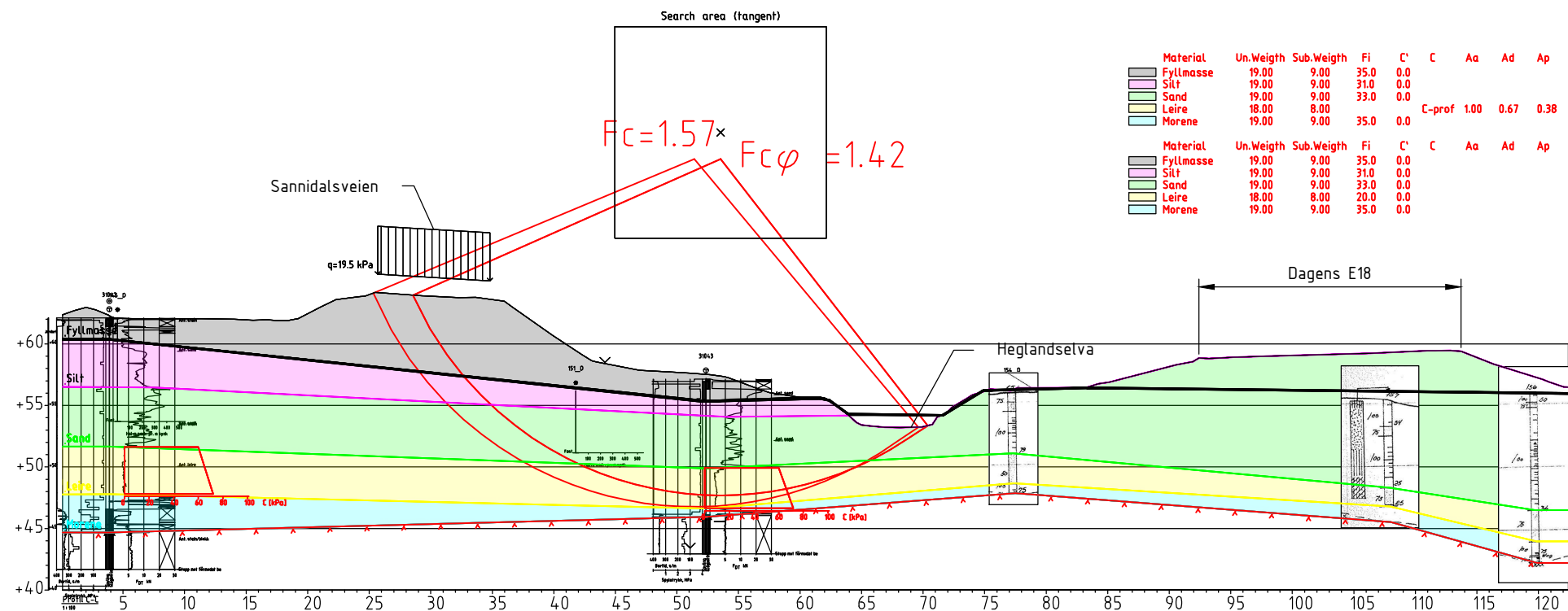
01	Ny rundkjøring Sannidal	nobema	noashy	01.08.2024
00	Første leveranse	nobema	nonars	29.01.2024
Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent
		Saksnr.		Rev. dato
 		Utført av:		
E18 Gjerstad - Bamble		Tegningsdato		
Sannidal		Bestiller		
Snitt A-A		Produsert for Nye Veier		
Situasjon etter tiltak		Prosjektnummer		
		Arkivreferanse		
		Byggverksnummer		
		Koordinatsystem EUREF89 NTM 9		
		Høydesystem NN2000		
		Målestokk A1		
		Halv målestokk A3 1:750		
Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv	Tegningsnummer/
nobema	noashy		10227421	revisjonsbokstav
				V004
				01

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fyllmasse	19.00	9.00	35.0	0.0				
Sand	19.00	9.00	33.0	0.0				
Leire	18.00	8.00			C-prof	1.00	0.67	0.38
Morene	19.00	9.00	35.0	0.0				

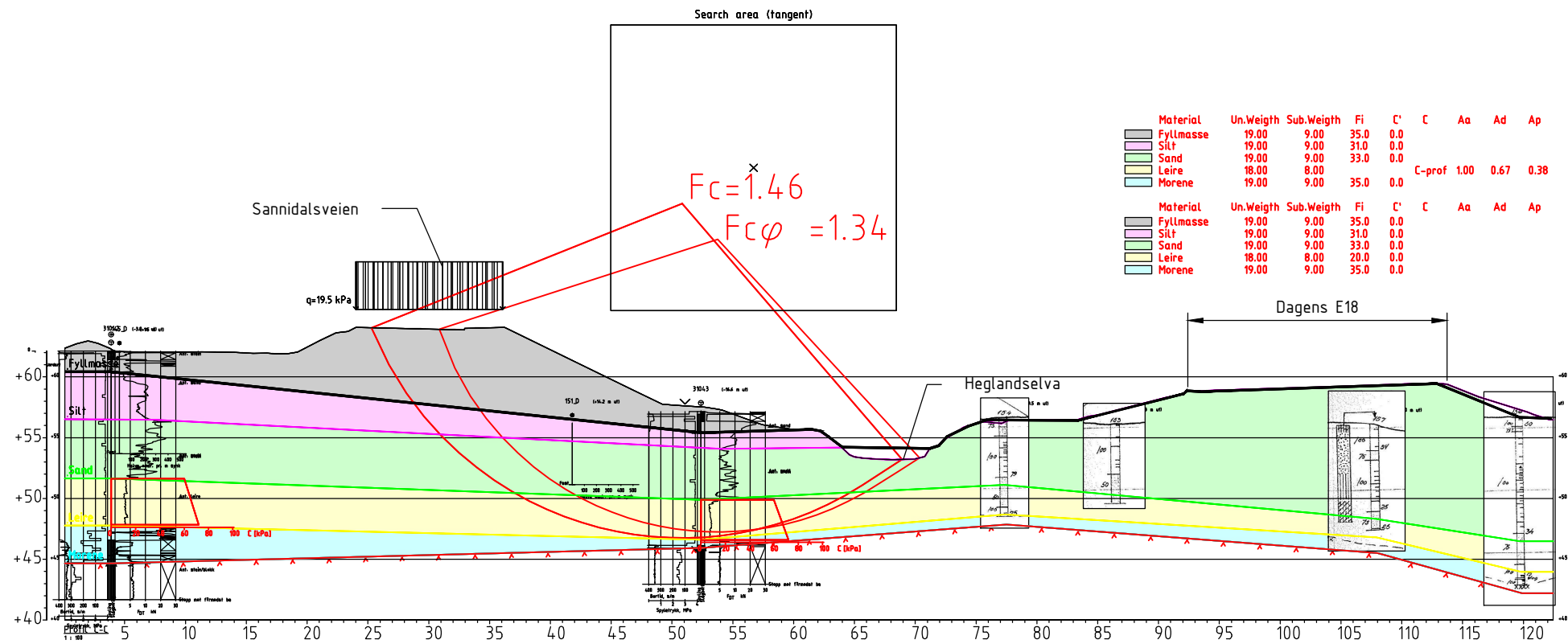
Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fyllmasse	19.00	9.00	35.0	0.0				
Sand	19.00	9.00	33.0	0.0				
Leire	18.00	8.00	20.0	0.0				
Morene	19.00	9.00	35.0	0.0				





01	Ny rundkjøring Sannidal	nobema	noashy	01.08.2024
00	Første leveranse	nobema	nonars	29.01.2024
Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent
				Rev. dato
		Saksnr.		
		Utført av: 		
E18 Gjerstad - Bamble		Tegningsdato		
Sannidal		Bestiller		
Snitt B-B		Produsert for Nye Veier		
Situasjon etter tiltak		Prosjektnummer		
		Arkivreferanse		
		Byggverksnummer		
		Koordinatsystem EUREF89 NTM 9		
		Høydesystem NN2000		
		Målestokk A1		
		Halv målestokk A3 1:750		
Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv	Tegningsnummer/
nobema	noashy		102274.21	revisjonsbokstav
				V005
				01

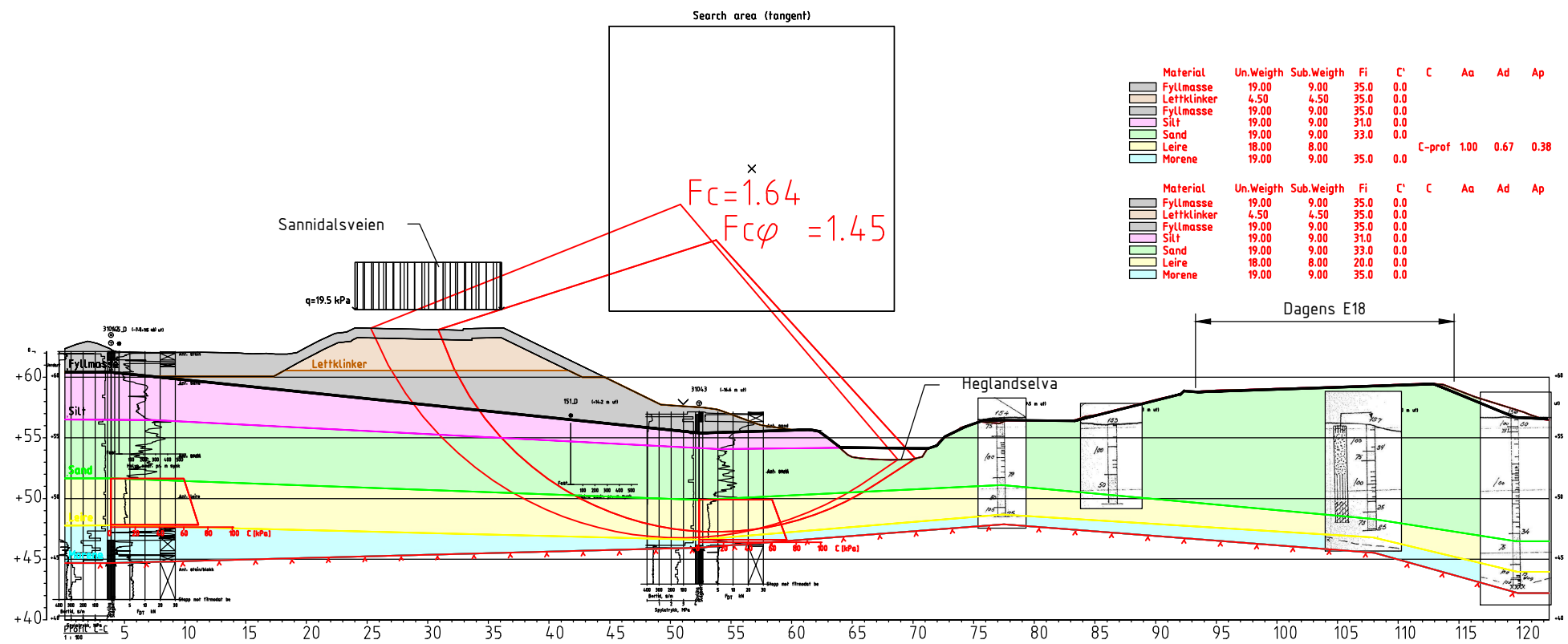


01	Ny rundkjøring Sannidal	nobema	noashy	01.08.2024
00	Første leveranse	nobema	nonars	29.01.2024
Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent
				Rev. dato
				Saksnr.
				Tegningsdato
				Bestiller
				Produsert for
				Nye Veier
				Prosjektnummer
				Arkivreferanse
				Byggeværksnummer
				Koordinatsystem
				EUREF89 NTM 9
				Høydesystem
				NN2000
				Målestokk A1
				Halv målestokk A3
				1:500
Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv	Tegningsnummer/ revisjonsbokstav
nobema	noashy		102274.21	V006 01



Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fyllmasse	19.00	9.00	35.0	0.0				
Silt	19.00	9.00	31.0	0.0				
Sand	19.00	9.00	33.0	0.0				
Leire	18.00	8.00	20.0	0.0	C-prof	1.00	0.67	0.38
Morene	19.00	9.00	35.0	0.0				

01	Ny rundkjøring Sannidal	nobema	noashy	01.08.2024	
00	Første leveranse	nobema	nonars	29.01.2024	
Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato
		Saksnr.			
		Utført av: 			
E18 Gjerstad - Bamble		Tegningsdato			
Sannidal		Bestiller			
Snitt C-C		Produsert for Nye Veier			
Situasjon etter tiltak		Prosjektnummer			
		Arkivreferanse			
		Byggverksnummer			
		Koordinatsystem EUREF89 NTM 9			
		Høydesystem NN2000			
		Målestokk A1			
		Halv målestokk A3 1:500			
Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv	Tegningsnummer/	
nobema	noashy		102274.21	revisjonsbokstav	
				V007	
				01	

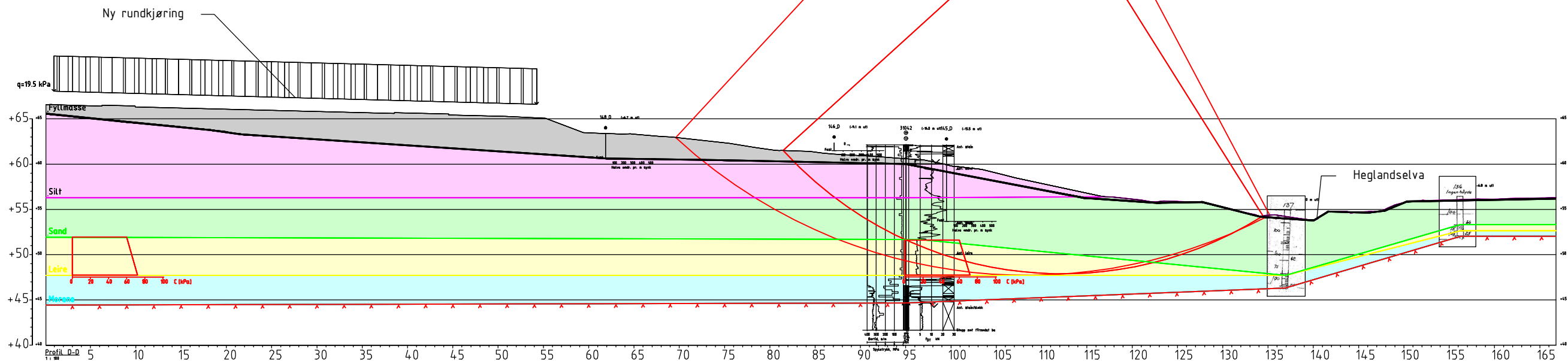
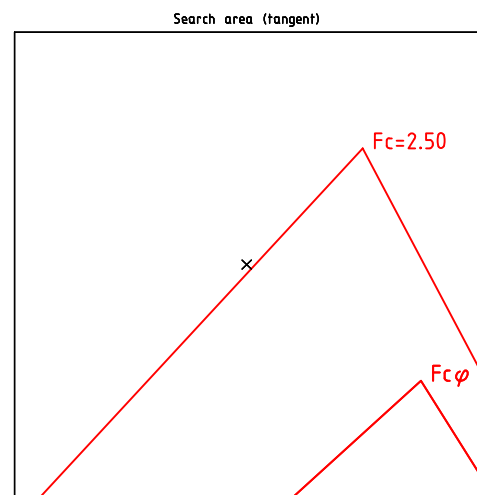



Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fyllmasse	19.00	9.00	35.0	0.0				
Lettklinker	4.50	4.50	35.0	0.0				
Fyllmasse	19.00	9.00	35.0	0.0				
Silt	19.00	9.00	31.0	0.0				
Sand	19.00	9.00	33.0	0.0				
Leire	18.00	8.00			C-prof	1.00	0.67	0.38
Morene	19.00	9.00	35.0	0.0				

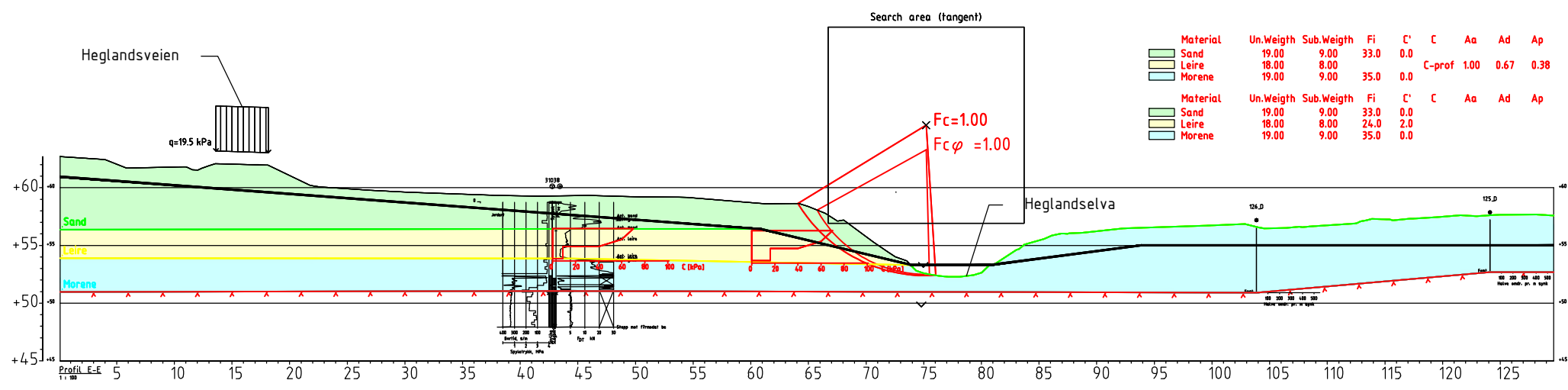
01	Ny rundkjøring Sannidal	nobema	noashy	01.08.2024	
00	Første leveranse	nobema	nonars	29.01.2024	
Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato
		Saksnr.			
		Utført av: 			
E18 Gjerstad - Bamble		Tegningsdato			
Sannidal		Bestiller			
Snitt C-C		Produsert for Nye Veier			
Situasjon etter stabiliserende tiltak		Prosjektnummer			
		Arkivreferanse			
		Byggverksnummer			
		Koordinatsystem EUREF89 NTM 9			
		Høydesystem NN2000			
		Målestokk A1			
		Halv målestokk A3 1:500			
Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv	Tegningsnummer/ revisjonsbokstav	
nobema	noashy		10227421	V008 01	

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fyllmasse	19.00	9.00	35.0	0.0				
Silt	19.00	9.00	31.0	0.0				
Sand	19.00	9.00	33.0	0.0				
Leire	18.00	8.00	20.0	0.0	C-prof	1.00	0.67	0.38
Morene	19.00	9.00	35.0	0.0				

Material	Un.Weigth	Sub.Weigth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fyllmasse	19.00	9.00	35.0	0.0				
Silt	19.00	9.00	31.0	0.0				
Sand	19.00	9.00	33.0	0.0				
Leire	18.00	8.00	20.0	0.0				
Morene	19.00	9.00	35.0	0.0				





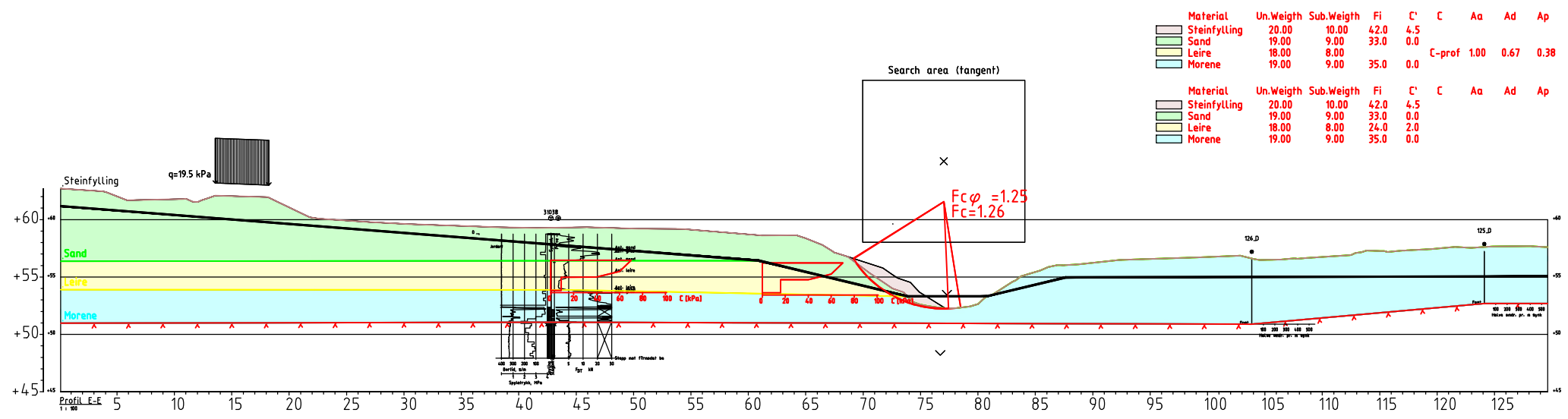
01	Ny rundkjøring Sannidal	nobema	noashy	01.08.2024
00	Første leveranse	nobema	nonars	29.01.2024
Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent
				Rev. dato
		Saksnr.		
				
E18 Gjerstad - Bamble		Tegningsdato		
Sannidal		Bestiller		
Snitt D-D		Produsert for Nye Veier		
Situasjon etter tiltak		Prosjektnummer		
		Arkivreferanse		
		Byggverksnummer		
		Koordinatsystem EUREF89 NTM 9		
		Høydesystem NN2000		
		Målestokk A1		
		Halv målestokk A3 1:500		
Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv	Tegningsnummer/
nobema	noashy		102274.21	revisjonsbokstav
				V009
				01



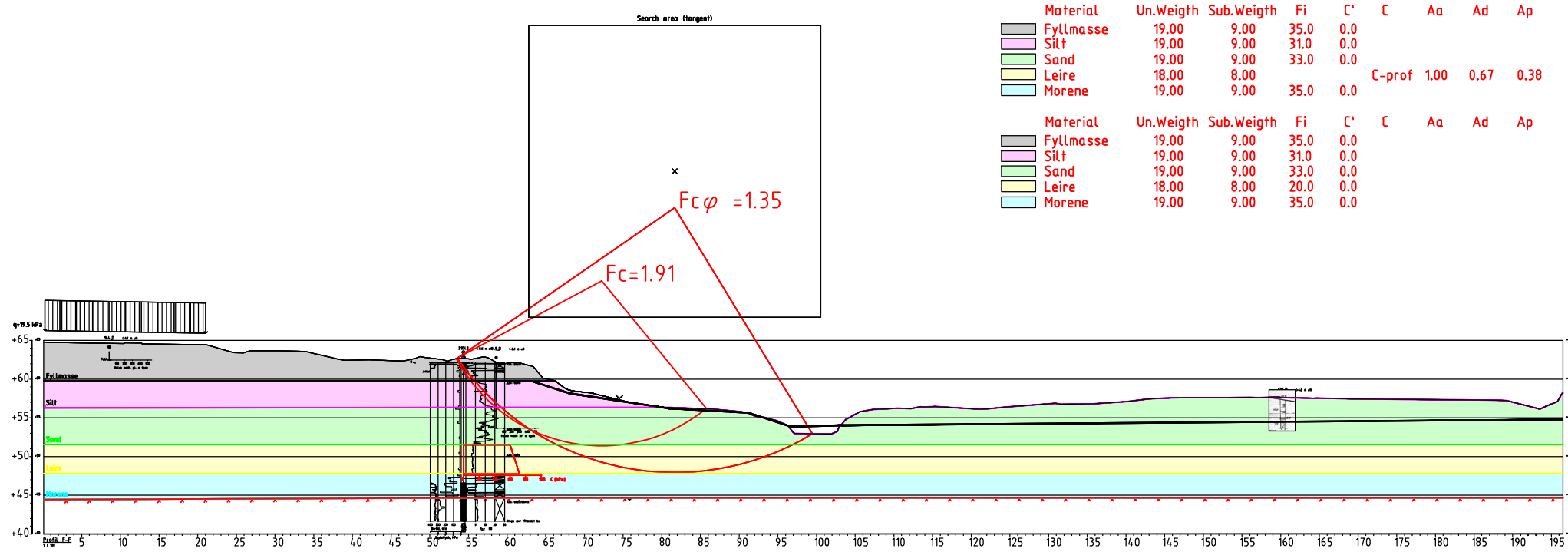
Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sand	19.00	9.00	33.0	0.0				
Leire	18.00	8.00	35.0	0.0	C-prof	1.00	0.67	0.38
Morene	19.00	9.00	35.0	0.0				

Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sand	19.00	9.00	33.0	0.0				
Leire	18.00	8.00	24.0	2.0				
Morene	19.00	9.00	35.0	0.0				

01	Ny rundkjøring Sannidal	nobema	noashy	01.08.2024	
00	Første leveranse	nobema	nonars	29.01.2024	
Revisjon	Revisjonen gjelder	Utfarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato
		Saksnr.			
		Utført av: 			
E18 Gjerstad - Bamble		Tegningsdato			
Sannidal		Bestiller			
Snitt E-E		Produsert for Nye Veier			
Situasjon etter tiltak		Prosjektnummer			
		Arkivreferanse			
		Byggverksnummer			
		Koordinatsystem EUREF89 NTM 9			
		Høydesystem NN2000			
		Målestokk A1			
		Halv målestokk A3 1:500			
Utført av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv	Tegningsnummer/	
nobema	noashy		102274.21	revisjonsbokstav	
				V010	01





01	Ny rundkjøring Sannidal	nobema	noashy	01.08.2024
00	Første leveranse	nobema	nonars	29.01.2024
Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent
				Rev. dato
		Saksnr.		
				
E18 Gjerstad - Bamble		Tegningsdato		
Sannidal		Bestiller		
Snitt E-E		Produsert for Nye Veier		
Situasjon etter stabiliserende tiltak		Prosjektnummer		
		Arkivreferanse		
		Byggverksnummer		
		Koordinatsystem EUREF89 NTM 9		
		Høydesystem NN2000		
		Målestokk A1		
		Halv målestokk A3 1:500		
Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv	Tegningsnummer/
nobema	noashy		102274-21	revisjonsbokstav
				V011
				01



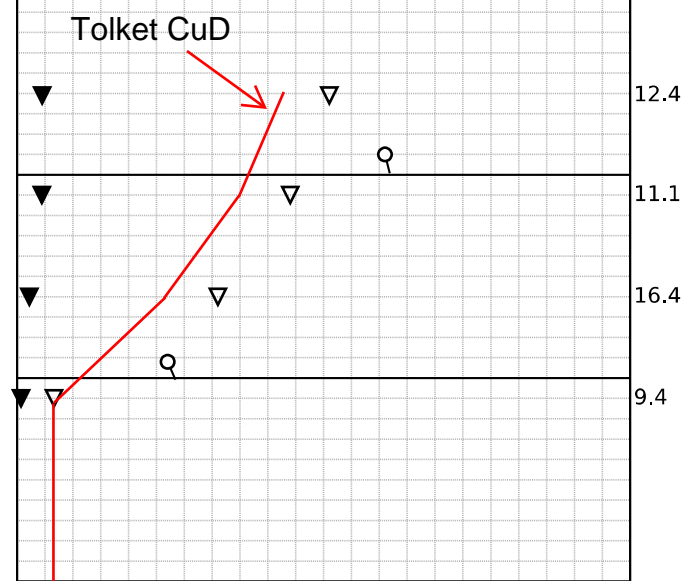
Material	Un.Weighth	Sub.Weighth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap	
Fyllmasse	19.00	9.00	35.0	0.0					
Silt	19.00	9.00	31.0	0.0					
Sand	19.00	9.00	33.0	0.0					
Leire	18.00	8.00	20.0	0.0					
Morene	19.00	9.00	35.0	0.0					
						C-prof	1.00	0.67	0.38

Material	Un.Weighth	Sub.Weighth	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Fyllmasse	19.00	9.00	35.0	0.0				
Silt	19.00	9.00	31.0	0.0				
Sand	19.00	9.00	33.0	0.0				
Leire	18.00	8.00	20.0	0.0				
Morene	19.00	9.00	35.0	0.0				

00	Nytt snitt etter uavhengig kontroll	nobema	noashy	01.08.2024	
Revisjon	Revisjonen gjelder	Utarb	Kontr	Godkjent	Rev. dato
		Saksnr.			
		Utført av: 			
E18 Gjerstad - Bamble		Tegningsdato			
Sannidal		Bestiller			
Snitt F-F		Produsert for Nye Veier			
Situasjon etter tiltak		Prosjektnummer			
		Arkivreferanse			
		Byggverksnummer			
		Koordinatsystem EUREF89 NTM 9			
		Høydesystem NN2000			
		Målestokk A1			
		Halv målestokk A3 1:750			
Utarbeidet av	Kontrollert av	Godkjent av	Konsulentarkiv	Tegningsnummer/ revisjonsbokstav	
nobema	noashy		10227421	V012 00	

H:\LABDATA\2020\20200683\index\20200683_31038_Borprofil_del 1 av 1_Rev0.pdf

Dybde (m)	Beskrivelse	Prøve Forsøk	Vanninnhold (%)							Tyngdetetthet (kN/m ³)					Porøsitet (%)	Humus (%)	Skjærfasthet (kN/m ²)										S _t (konus)					
			10	20	30	40	50	60	70	18	19	20	21	22			10	20	30	40	50	60	70	80	90	100						
1.0	<h1>V013</h1> SILT leirig, noen rustflekker, noe organisk materiale, lys brun	1																														
2.0																																
3.0			LEIRE enkelte gruskorn, noen rustflekker, noe organisk materiale, lys brun	2			○																									
3.5							○																									
4.0			LEIRE siltig, middels fast til meget bløt, noe organiske materiale, noen rustflekker, lys brun	3			○																									
4.5					○																											
5.0					○																											



Alle indeksresultatene er godkjent i KeyLAB

TEGNFORKLARING:

- Plastisitetsgrense/Vanninnhold/Flytegrense
- Enaks. trykkforsøk/def.ved brudd
- Konusforsøk, uforstyrret
- ▽— Konusforsøk, omrørt
- + Vingeboring
- S_t Sensitivitet
- Ø = Ødometerforsøk
- P = Permeabilitetsforsøk
- K = Korngraderingsanalyse
- T = Treaksialforsøk
- K/S = Kalk/Sement stabilisering
- D = Direkte skjærforsøk (DSS)

Software version 2020-09-13

E18 Tvedestrand-Bamble. Detaljreguleringsplan

Borprofil del 1 av 1
 Borpunkt nr.: 31038
 Prøvetype: poser / 54 mm
 Terrengkote (moh):
 Grunnvannstand (m):
 Dato boret:

Dokument nr. 20200683-01-R
 Figur nr.
 Dato 2021-02-16
 Tegnet av KLo