
RAPPORT

Kalnes næringsområde

OPPDRAKSGIVER

Skolt Utvikling AS

EMNE

Vurdering av områdestabilitet iht. NVE
1/2019

DATO / REVISJON: 15. januar 2024 / 01

DOKUMENTKODE: 10253565-RIG-NOT-001



Multiconsult

Dette dokumentet har blitt utarbeidet av Multiconsult på vegne av Multiconsult Norge AS eller selskapets klient. Klientens rettigheter til dokumentet er gitt for den aktuelle oppdragsavtalen eller ved anmodning. Tredjeparter har ingen rettigheter til bruk av dokumentet (eller deler av det) uten skriftlig forhåndsgodkjenning fra Multiconsult. Enhver bruk av dokumentet (eller deler av det) til andre formål, på andre måter eller av andre personer eller enheter enn de som er godkjent skriftlig av Multiconsult, er forbudt, og Multiconsult påtar seg intet ansvar for slikt bruk. Deler av dokumentet kan være beskyttet av immaterielle rettigheter og/eller eiendomsrettigheter. Kopiering, distribusjon, endring, behandling eller annen bruk av dokumentet er ikke tillatt uten skriftlig forhåndssamtykke fra Multiconsult eller annen innehaver av slike rettigheter.

RAPPORT

OPPDRAG	Kalnes næringsområde	DOKUMENTKODE	10253565-RIG-NOT-001
EMNE	Vurdering av områdestabilitet iht. NVE 1/2019	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Skolt Utvikling AS	OPPDRAGSLEDER	Espen Fiskum
KONTAKTPERSON	Per Olav Bernhardsen	UTARBEIDET AV	Isolde Syversen
KOORDINATER	Sone: Øst: Nord:	ANSVARLIG ENHET	10111063 Seksjon Geoteknikk
GNR./BNR./SNR.	/ / / Sarpsborg		

SAMMENDRAG

Multiconsult Norge AS er engasjert til å gjennomføre en vurdering av områdestabilitet iht. NVEs veileder 1/2019, for etablering av Kalnes næringsområde. Multiconsult har tidligere gjennomført grunnundersøkelser og vurdering av områdestabiliteten til tomte etter tidligere NVE veileder i 2012. Tiltaket omfatter regulering av et område sørvest for E6 ved Bjørnstad i Sarpsborg kommune.

Tidligere grunnundersøkelser viser at det er forekomster av kvikkleire/sprøbruddmateriale i nordøst, på flaten mot E6. Høyere i terrenget er det grovere morenemasser fra Raet som avgrenser fareområde. Gjennomførte stabilitetsberegninger viser at det ikke er behov for å gjennomføre stabiliserende tiltak for å igangsette tiltaket, der stabiliteten til tiltaket må dokumenteres i geoteknisk detaljprosjektering.

Tiltaket faller innenfor tiltakskategori K4, der faresonen klassifiseres som:

Lav faregrad

Alvorlig konsekvensklasse

Risikoklasse 2

Det stilles krav til at foreliggende rapport vedrørende områdestabilitet skal kvalitetssikres av et uavhengig foretak. Kompetansekrav for de som utfører kvalitetssikringen er gitt i NVE Veileder nr. 1/2019, kapittel 3.1.

REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV
01	12.01.2024	Revidert etter kommentarer fra UAK	Isolde Syversen	Espen Fiskum	Espen Fiskum
00	25.09.2023	Utarbeidet notat	Isolde Syversen	Espen Fiskum	Espen Fiskum

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning og oppsummering av områdestabilitetsvurdering	5
1.1	Generelt	5
1.2	Hovedresultater	5
2	Regelverk.....	7
2.1	Kvalitetssikring og standardkrav	7
2.2	Innhold og bruk av rapporten	7
2.3	Relevant regelverk	7
3	Grunnlag.....	8
3.1	Befaring.....	8
3.2	Grunnundersøkelser	8
3.3	Grunnlagsdokumenter.....	8
3.4	Koordinat og høydesystem	8
4	Områdebeskrivelse	9
4.1	Topografi.....	9
4.2	Løsmasser	9
4.3	Berg.....	10
4.4	Nærliggende vassdrag.....	10
4.5	Grunnvannstand og poretrykk.....	10
5	Potensiell fare knyttet til vassdrag/sjø.....	11
5.1	Flom og erosjon	11
5.2	Stormflo	11
6	Gjennomgang av prosedyre NVE 1/2019.....	12
6.1	Steg 1: «Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området»	12
6.2	Steg 2: «Avgrens områder med mulig marin leire»	12
6.3	Steg 3: «Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred»	13
6.4	Steg 4: «Bestem tiltakskategori»	15
6.5	Steg 5: «Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde»	16
6.6	Steg 6: «Befaring».....	16
6.7	Steg 7: «Gjennomfør grunnundersøkelser».....	16
6.8	Steg 8: «Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder»	17
6.8.1	Aktuell skredmekanisme.....	17
6.8.2	Avgrensning av mulig løsne- og utløpsområde	18
6.9	Steg 9: «Klassifiser faresoner»	18
6.10	Steg 10: «Dokumentér tilfredsstillende sikkerhet»	18
6.10.1	Sikkerhetskrav.....	18
6.10.2	Plassering av beregningsprofiler	19
6.10.3	Beregningsresultater.....	20
6.10.4	Erosjonssikring	20
6.11	Steg 11: «Meld inn faresoner og grunnundersøkelser».....	20
7	Innspill planbestemmelser	21
8	Uavhengig kvalitetssikring	21
9	Sluttkommentar	21
10	Referanser	22

TEGNINGER

10253565-RIG-TEG	-001	Situasjonsplan med løsne- og utløpsområde
	-700	Profil A med tolket lagdeling
	-800	Profil A, stabilitetsberegning dagens situasjon, ADP- og aφ-analyse

VEDLEGG

- A. Evaluering av faregrad, konsekvens og risikoklasse
- B. Beregningsforutsetninger og parametervalg

1 Innledning og oppsummering av områdestabilitetsvurdering

1.1 Generelt

Foreliggende rapport presenterer vurdering av områdestabilitet etter NVE Veileder nr. 1/2019 for Kalnes næringspark i Sarpsborg kommune.

Det er tidligere gjennomført en områdestabilitetsvurdering i forbindelse med prosjektet, men etter eldre NVE veileder. Tiltaket vil medføre utbygging av et næringsområde på Bjørnstad mellom Grålum og Kalnes. Det er tidligere gjennomført grunnundersøkelser i området, og tiltaket må utredes for områdeskredfare iht. NVEs veileder 1/2019.

Konklusjon i foreliggende rapport friskmelder ikke områdene utenfor.

1.2 Hovedresultater

Tabell 1-1 viser en oppsummering av gjennomgang av prosedyren for utredning av aktsomhetsområder og faresoner, definert i avsnitt 3.2 i ref. [1]. Vurdering av punktene er videre gitt i avsnitt 6.1 tom. 6.11.

Tabell 1-1: Oppsummering av gjennomgang av prosedyren i NVE Veileder nr. 1/2019

Pkt.	Overskrift	Kommentar	Kan fare for områdeskred utelukkes i dette trinnet?
1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området	Det er registrert en kvikkleiresone ca. 100 m sør for prosjektområdet.	Nei
2	Avgrens områder med mulig marin leire	Aktsomhetskart for marin leire indikerer at prosjektområdet ligger innenfor aktsomhetssone for marin leire. Kvartærgeologisk kart indikerer også at det kan forventes tykk havavsetning på tomte. Forekomst av sprøbruddmateriale kan ikke utelukkes.	Nei
3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred	Terrenghelningen ved prosjektområdet er generelt brattere enn 1:15. Området har en helning fra nordvest til sørøst. Der det er slakere enn 1:15 nordvest og sørøst for tiltaket.	Nei
4	Bestem tiltakskategori	Den planlagte utbyggingen havner i tiltakskategori K4, da tiltaket medfører større personopphold.	-
5	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde	Området har en helning brattere enn 1:15, der kritisk skråning blir begrenset av gode grunnforhold. Kritisk skråning omfatter området der det er antatt mulighet for sprøbruddmateriale, 1:15 og høydeforskjell mer enn 5 meter.	Nei
6	Befaring	Det er gjennomført befaring i forbindelse med grunnundersøkelser og tidligere områdestabilitetsvurdering, men ikke i nyere tid.	-
7	Gjennomfør grunnundersøkelser	Multiconsult utførte geotekniske grunnundersøkelser i 2012, hvor det ble påvist kvikkleire og sprøbruddmateriale i borpunkt 19 og 24.	Nei

Vurdering av områdestabilitet iht. NVE 1/2019

8	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder	Aktuell skredmekanisme er hovedsakelig vurdert til rotasjonsskred eller flakskred. I områder hvor det er noe usikkerhet knyttet til bruddmekanisme, er retrogressivt skred lagt til grunn.	Nei
9	Klassifiser faresoner	Faregrad = LAV Konsekvens = ALVORLIG Risikoklasse = 2	Nei
10	Dokumentér tilfredsstillende sikkerhet	Beregninger viser tilfredsstillende sikkerhet for dagens situasjon. Det er vurdert at sikkerhet mot områdeskred for planlagt utbygging må dokumenteres i alle faser av utbyggingen.	Nei
11	Meld inn faresoner og grunnundersøkelser	UAK er gjennomført og faresonen er meldt inn til NVE.	Ja
Konklusjon		Med bakgrunn i topografi, terrenanalyser, stabilitetsberegninger og utførte grunnundersøkelser som har påvist sprøbruddmateriale, er det kartlagt en faresone ved prosjektområdet for Kalnes næringsområde.	

2 Regelverk

2.1 Kvalitetssikring og standardkrav

NVE Veileder nr. 1/2019 stiller krav til bemanning og kompetanse for utredning av steg 4-11. Multiconsults bemanning oppfyller disse kravene for dette prosjektet.

2.2 Innhold og bruk av rapporten

Foreliggende rapport inneholder ikke geoteknisk prosjektering av planlagt tiltak eller eventuelle stabiliserende tiltak.

2.3 Relevant regelverk

- Plan- og bygningsloven, § 28-1
- Sikkerhet mot naturpåkjenninger, Byggteknisk forskrift, TEK 17 §7-3 med tilhørende veiledning
- Konstruksjonssikkerhet, Byggteknisk forskrift, TEK 17 §10-2 med tilhørende veiledning
- Byggesaksforskriften, SAK 10
- NVE veileder nr. 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred»
- NVEs retningslinjer nr. 2/2011 «Flaum og skredfare i arealplanar»
- NVE Ekstern rapport 9/2020 «Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred»

3 Grunnlag

3.1 Befaring

Det er gjennomført befaring i forbindelse med tidligere grunnundersøkelser, men ikke av nyere dato, se avsnitt 6.6.

3.2 Grunnundersøkelser

Multiconsult har utført grunnundersøkelser i det aktuelle området, i tillegg er det gjennomført grunnundersøkelser på nabotomta av COWI. Tabell 3-1 viser grunnundersøkelser som er benyttet som grunnlag ved geoteknisk vurdering. Plassering av borpunkt og type undersøkelser, kommer frem av tegning RIG-TEG-001. Plasseringene til COWIs borer er hentet fra NADAG.

Tabell 3-1 Grunnundersøkelser benyttet som grunnlag ved geoteknisk vurdering.

Rapport nr.	Tittel/kommentarer	Utarbeidet av	Datert	Ref.
511513-2	Grunnforhold, datarapport Bjørnstad næringspark	Multiconsult Norge AS	08.10.2012	[2]
A074925-RIG-RAP-001	Bjørnstad, Sarpsborg – Datarapport geotekniske grunnundersøkelser	COWI AS	28.02.2016	[3]

3.3 Grunnlagsdokumenter

Utover de utførte grunnundersøkelsene, er tegninger/dokumenter benyttet som grunnlag ved geoteknisk vurdering presentert i Tabell 3-2.

Tabell 3-2 Grunnlagsdokumenter benyttet som grunnlag ved geoteknisk vurdering.

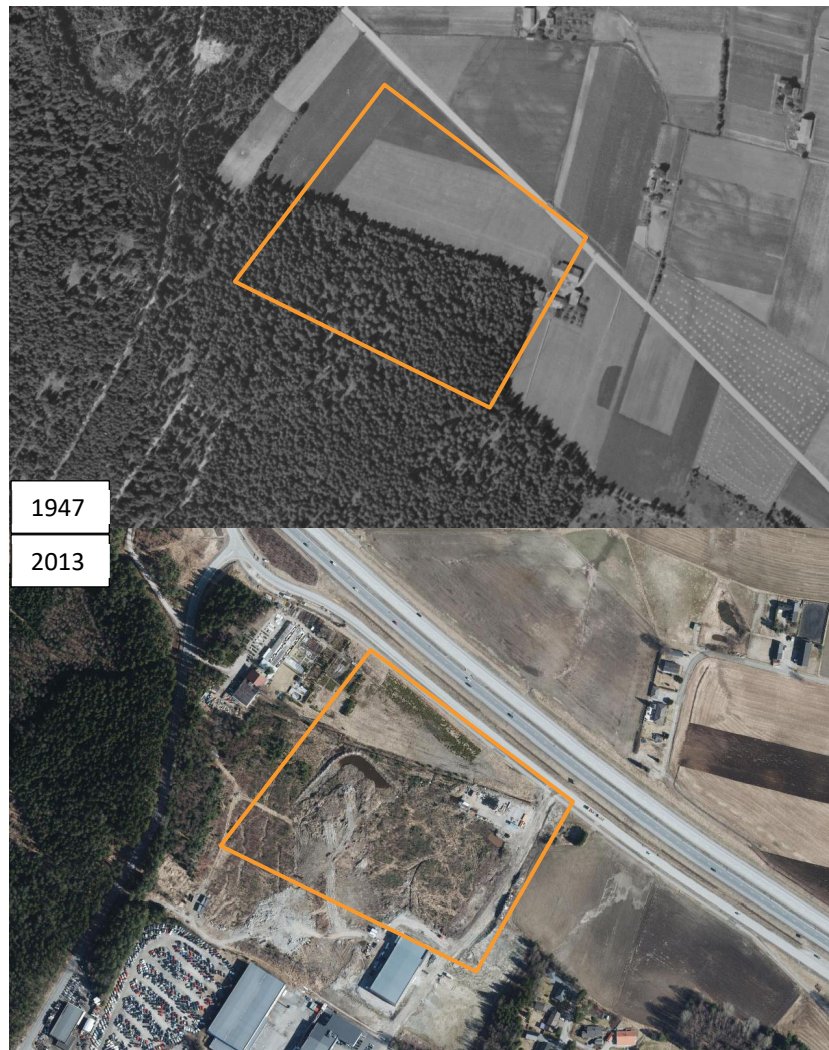
Tegning/dokument	Tittel/kommentar	Utarbeidet av	Datert
2021-001-B01	Plantegning veiplan	Park og anlegg AS	14.06.2023
A257433-IG-H01	Vann- og avløpsplan	COWI AS	16.06.2023

3.4 Koordinat og høydesystem

I foreliggende rapport er geografisk sone UTM 32 og høydesystem NN2000 benyttet.

4 Områdebeskrivelse

Planområdet består av tidligere skogområde og jordbruksområde, grenser til E6 og nærliggende industribygg. Basert på historiske flyfoto ble skogsområdet hogd ned rundt 2007. Det er ikke registrert noen bekker eller elver i området, og det fremkommer ikke noe erosjon fra bekker i området fra historiske flyfoto. Økt avrenning fra område som følge av avskogingen medfører dermed ikke økt vannføring i bekker eller elver som kan påvirke tiltaket.



Figur 4.1 Historiske flyfoto over tiltaksområdet, markert i oransje. Bildene er hentet fra norgebilder.no

4.1 Topografi

Området heller generelt fra sørvest til nordøst, der tiltaksområdet har en helning på ca. 1:13 ned mot E6 og som deretter flater ut før E6. Nord for E6 er det relativt flatt før det skråner ned mot Vestvannet. Tiltaksområdet faller ikke innenfor 1:15 for skråningen ned mot Vestvannet eller skråningen i bakkant mot sørvest.

4.2 Løsmasser

Multiconsult har tidligere gjennomført grunnundersøkelser i forbindelse med prosjektet i 2012 [2]. Følgende er hentet fra datarapporten:

Alle boringene er avsluttet i faste morenemasser i dybder varierende fra ca. 11 til 16 m, for bygning i det sørøstre hjørnet er boringene avsluttet på 30 meter.

De sydligste totalsonderingene viser generelt fast lagrede masser nesten helt fra toppen. Lenger nord viser totalsonderingene at det er lag med løsere lagrede masser ned til rundt 10 m dybde og derunder fast lagrede masser. I disse lagene er det flere steder jevn bormotstand i dybden, noe som indikerer at det kan være kvikkleire eller materiale med sprøbruddsegenskaper.

Prøveserien tatt opp nordøst på tomta, ved totalsondering 24 som viser løst lagrede masser i rundt 2 – 3 m og 5 – 8 m dybde. Prøveserien viser generelt finsand ned til ca. 5 m dybde. Øverst er det mye silt i finsanden og den er også leirig. Vanninnholdet i dette laget er ca. 15 % noe som tilsier lite kompressible masser. Fra rundt 5 – 8 m dybde der prøveserien ble avsluttet, er det middels fast siltig leire. Leirens udrenerte skjærfasthet er $S_u \sim 30 - 40$ kN/m². Omrørt skjærfasthet varierer fra rundt 2.5 øverst til ca. 1.3 i 7 – 8 m dybde. Sensitiviteten er 12 i den øverste meteren, og 22 – 23 derunder. Det vil si at selv om det ikke er kvikkleire defineres leiren i 6 – 8 m dybde som et sprøbruddmateriale (masser som mister det alt vesentlige av sin fasthet ved omrøring/forstyrrelser).

Prøveserien v/19 også nord på tomten viser varierende masser de øverste meterne med sandig silt, siltig leire og siltig sand, fra 4 m dybde er det funnet kvikkleire med sensitivitet på 33-34 og en omrørt styrke ned mot 0. Prøveserien er avsluttet ca. ved 5 m dybde.

Prøveserien v/29 viser i de øverste 2 meterne fyllmasser med sand og grus, derunder silt og siltig sandig leire ned til en dybde på ca. 7 meter hvor prøveserien er avsluttet. Sensitiviteten er varierende nedover i dybden og ligger mellom 5-23. Vanninnholdet er ca. 20 % fra 2-5 meter derunder ca. 16%. Omrørt skjærstyrke er lav for profilet og under 3, noe som tyder på sprøbruddmateriale.

Skovlboringen ved totalsondering 8 viser generelt sand med silt ned til ca. 4 m dybde der skovlboringen er avsluttet.

4.3 Berg

Grunnundersøkelser i området viser at det generelt er store dybder til berg. Flyfoto, lidar laserscanning og gatebilder viser ingen indikasjon på berg i dagen i området.

4.4 Nærliggende vassdrag

Det er ikke registrert bekker eller elver i nærheten. Historiske flyfoto indikerer ikke at det har foregått erosjon i området. Erosjon omtales nærmere i avsnitt 5.1.

4.5 Grunnvannstand og poretrykk

Det er ikke installert piezometere på den aktuelle tomta, men på nabotomta i øst av COWI i 2017 [3].

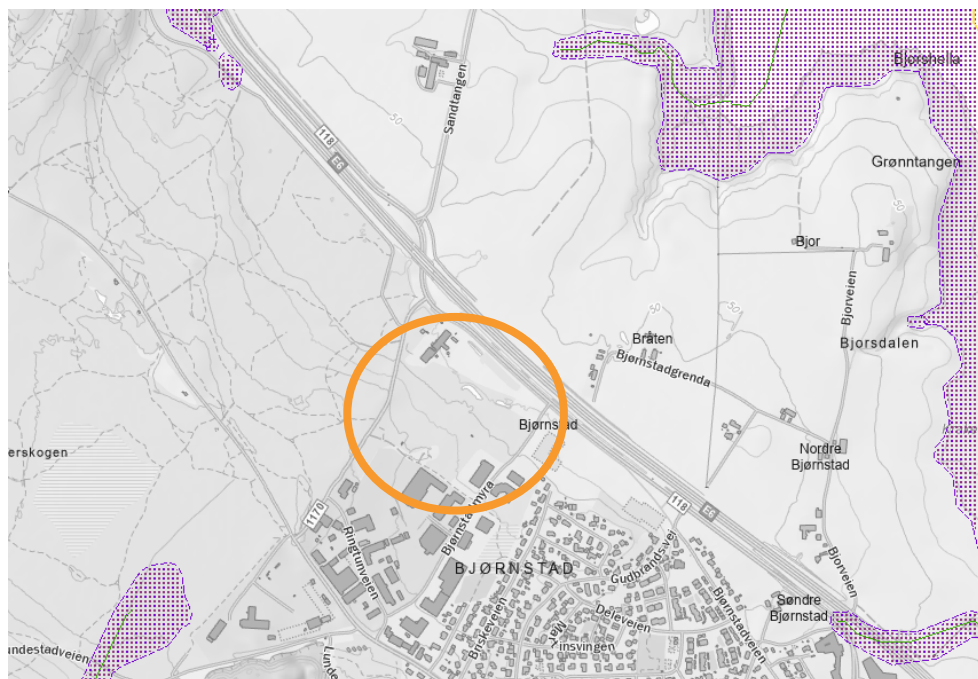
Det er installert to piezometere ned mot E6, i dybde 4 og 10 meter fra terreng høyde +53,5, der avlesningene var ca. 1 og 2,5 meter under terreng. I tillegg er det installert et piezometer høyere i terrenget ved kote +59, i 4,7 meters dybde, der avlesningen lå 3,5 meter under terreng [3].

5 Potensiell fare knyttet til vassdrag/sjø

I henhold til TEK 17 §7-1(1) skal byggverk plasseres, prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot skade eller vesentlig ulempe fra naturpåkjenninger (flom, stormflo og skred).

5.1 Flom og erosjon

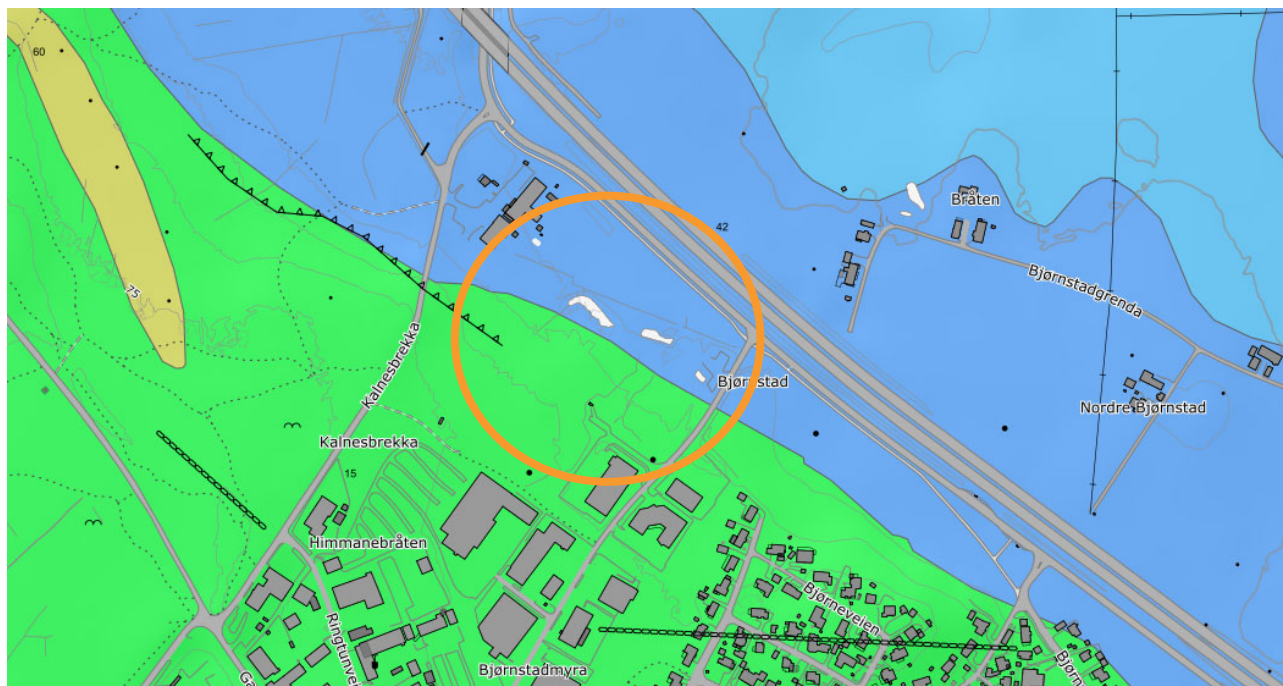
Figur 5.1 viser aktsomhetsområde for flom og er hentet fra kartverket til NVE atlas. Som vist i figuren, ligger prosjektområdet ved Bjørnstad utenfor aktsomhetsområdet for flom.



Figur 5.1: Aktsomhetsområde for flom [atlas.nve.no]. Prosjektområdet er markert med oransje sirkel.

5.2 Stormflo

Tiltaket er ikke i fare for å bli berørt av stormflo.



Figur 6.2 Utsnitt fra NVEs løsmassekart. Prosjektområdet er markert med oransje sirkel.

6.3 Steg 3: «Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred»

I henhold til NVE Veileder nr. 1/2019, ref. [1], kan det utføres terrengeanalyser for å begrense aktsomhetsområdene til områder der terrenghelning gir mulighet for områdeskred. Kriteriene som benyttes for å tegne opp aktsomhetsområder for områdeskred kan deles inn i terreng som kan inngå i løsneområdet for et skred og terreng som kan inngå i utløpsområdet for et skred:

Terreng som kan inngå i løsneområdet (aktsomhetsområde) for et skred:

- Total skråningshøyde (i løsmasser) over 5 meter
- Jevnt hellende terreng brattere enn 1:20 og høydeforskjell over 5 meter
- Aktsomhetsområder som ligger innenfor $20 \times$ skråningshøyden, H, målt fra bunn av skråning (ravnebunn, bunn av elv eller marbakke i sjø (inntil 25 m.u.h.))

Terreng som kan inngå i utløpsområdet (aktsomhetsområde) for et skred:

- 3 x lengden til løsneområdet lengde. Løsneområdet er enten en eksisterende faresone eller et aktsomhetsområde
- Utløpsone som allerede er kartlagt

Kriteriene nevnt over benyttes for å tegne opp aktsomhetsområder for områdeskred. En mer nøyaktig avgrensning av faresonen, dette inngår i prosedyrens del 2.

Dersom planlagte tiltak ligger i terreng som er innenfor et aktsomhetsområde, må det utredes videre av **geotekniker** iht. prosedyrens punkt 4-11.

Figur 6.3 indikerer terrenghelning angitt i grader. Det er ikke noe som tyder på at det er berg i dagen i området. Terrenghelningen er generelt brattere enn 1:20 (ca. 3 grader) i tiltaksområdet. Ellers er området relativt flatt og slakere enn 1:20 grader. Det er derfor vurdert at tiltaksområdet ligger innenfor et potensielt løsneområde for områdeskred.

6.4 Steg 4: «Bestem tiltakskategori»

Det er planlagt utbygging av et industriområde, som medfører større personopphold. I henhold til Tabell 3.2 i NVE Veileder nr. 1/2019, faller den planlagt utbyggingen i tiltakskategori K4, da tiltaket medfører større tilflytting/personopphold.

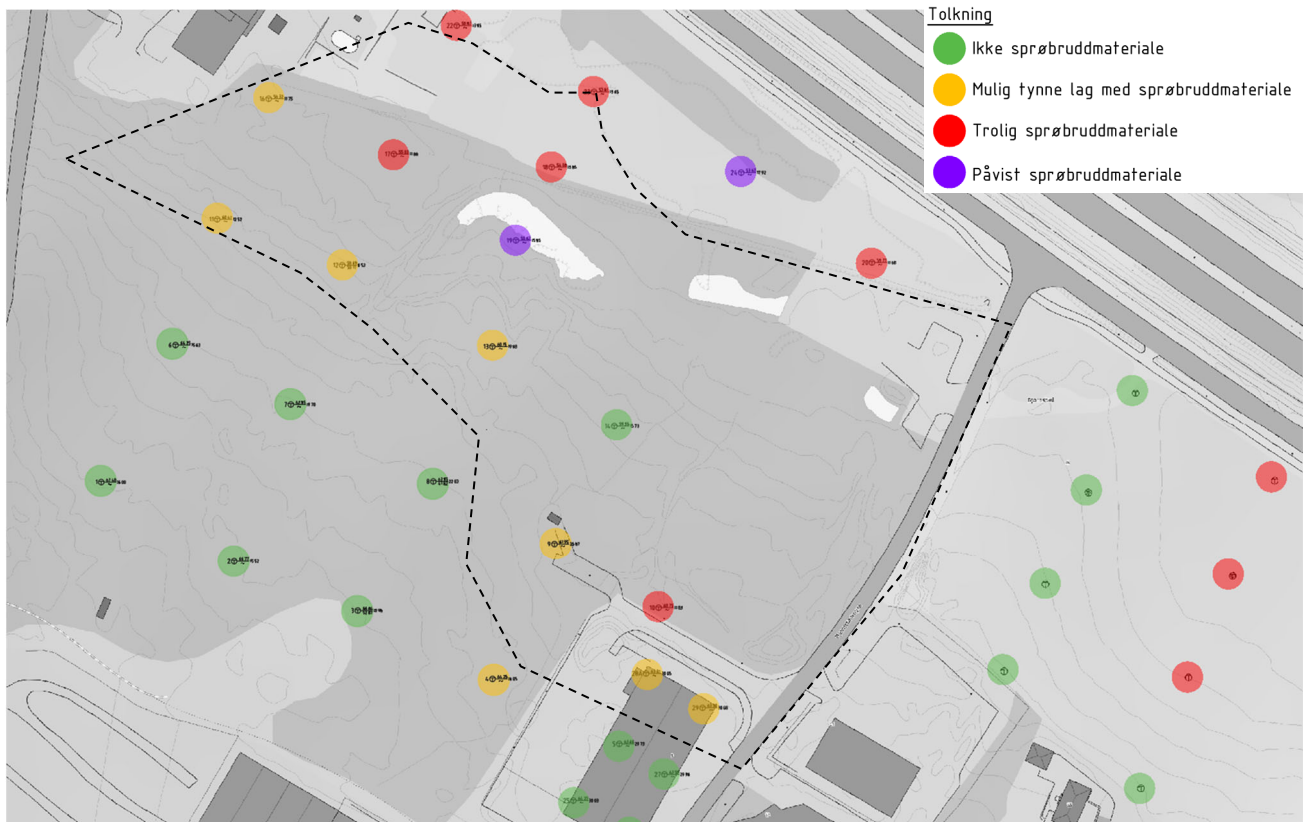


Figur 6.4 Utklipp fra veiplan utarbeidet av Park og Anlegg AS, tegningsnr. 2021-001-B001, revisjon 0, datert 03.08.2023.

6.5 Steg 5: «Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løснеområde»

Potensielle løснеområder for områdeskred med lengde $L = 15H$ tegnes som grunnlag for befaring, grunnundersøkelser og stabilitetsberegninger. Avgrensningen av tidligere registrerte soner må verifiseres iht. dagens kartgrunnlag. Det vil i noen tilfeller være behov for å justere sonegrensene eller dele opp sonene.

Eksisterende grunnundersøkelser viser at det trolig er sprøbruddmateriale i grunnen. Gjennomførte prøveserier har påvist forekomst av kvikkleire og sprøbruddmateriale, se Figur 6.5. Kritiske snitt er vist på -RIG-TEG-001.



Figur 6.5 Innrammet område markerer tolket/påvist sprøbruddmateriale og 1:15 helning

6.6 Steg 6: «Befaring»

Det er tidligere gjennomført befaringer i forbindelse med prøvegravinger, bestemmelse av omfang grunnundersøkelser og vurdering av områdestabilitet i 2012 [4]. Det ble ikke avdekket berg i dagen i området, eller bekker som kan føre til erosjon.

Det er ikke gjennomført befaring i senere tid. Insar-scanning tilgjengelig på hoydedata.no og historiske bilder indikerer ikke berg i dagen eller bekker i nærheten.

6.7 Steg 7: «Gjennomfør grunnundersøkelser»

Det er gjennomført grunnundersøkelser i forbindelse med prosjektet i 2012. Grunnundersøkelsene er sammenstilt i rapporten med rapportnr. 511513-1, datert 22.06.2012. I tillegg er det gjennomført grunnundersøkelser på nabotomta, se rapport med rapportnr. A074925-RAP-RIG-001 datert 28.02.2016. For en nærmere beskrivelse av grunnforholdene, se kapittel 3.2.

Det ble påvist sprøbruddmateriale i to av borpunktene ned mot E6, se Figur 6.5.

6.8 Steg 8: «Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder»

Aktuelle skredmekanismer i sprøbruddmateriale er bl.a. avhengig av terrengforhold, sprøbruddmaterialets beliggenhet og leiras omrørte fasthet. Metodikk for bestemmelse av aktuell skredmekaniske og nærmere avgrensning av løsneområdet er beskrevet i veilederens kapittel 4.5.

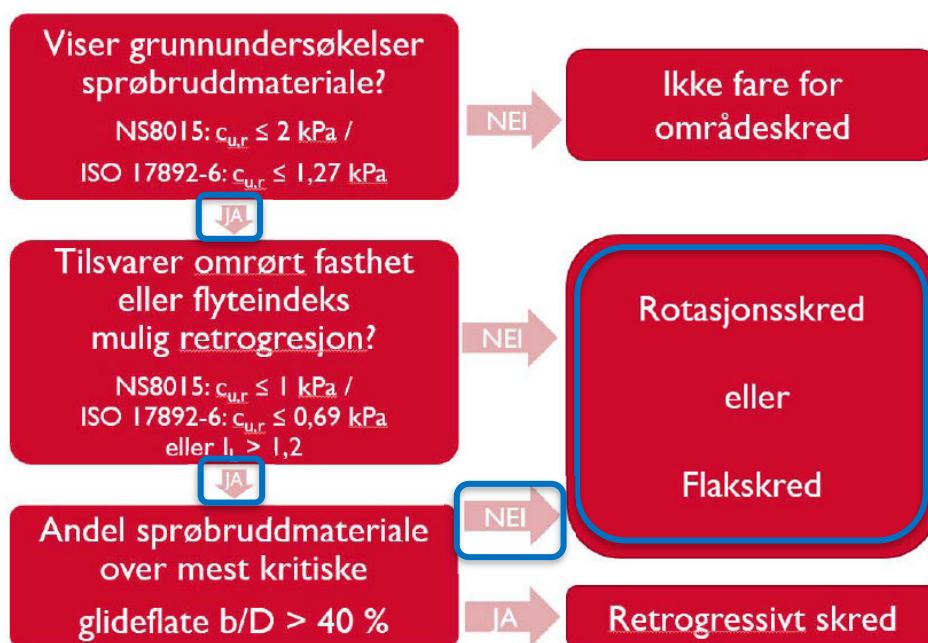
Utløpsområdets utstrekning er avhengig av aktuell skredmekanisme, løsneområdets størrelse og terrengforholdene i utløpsområdet. Hvordan avgrense utløpsområder er nærmere beskrevet i veilederens kapittel 4.6.

Aktuell skredmekaniske er vurdert for antatt kritisk profil A-A. Det er i tillegg til dette tegnet opp 4 supplerende snitt (B-B tom E-E), for vurdering av lagdeling, aktuelle skredmekanismer og utstrekning av løsneområdet.

6.8.1 Aktuell skredmekanisme

Å identifisere en reell skredmekanisme er avgjørende for størrelsen på løsne- og utløpsområdet, og gjøres iht. NVE Veileder nr. 1/2019, kapittel 4.5. Utklipp av flytskjema gitt i veilederen for vurdering av aktuell skredmekanisme er vist i Figur 6.6. Det er tatt utgangspunkt i det mest kritiske profilet for området.

Profil A-A



Figur 4.3 Flytskjema for vurdering av aktuell skredmekanisme

Figur 6.6 Flytskjema fra NVE Veileder nr. 1/2019 for vurdering av aktuell skredmekanisme.

1. Viser grunnundersøkelser sprøbruddmateriale?

Ja, det er påvist sprøbruddmateriale i borpunkt 19 og 24, 80 meter nordvest for profilet. Lagdelingen er basert på gjennomførte grunnundersøkelser og prøvegroper. Det er noe usikkerhet knyttet til utstrekningen av det bløte laget mellom borpunktene mellom toppen og bunnen av skråningen.

2. Tilsvare omrørt skjærfasthet eller flyteindeks mulig retrogresjon?

Ja, i borpunkt 19 er laveste omrørte skjærfasthet mellom ca. 0,33 og 1 kPa i dybde 3- 5 meter.

3. Andel sprøbruddmateriale over mest kritiske glideflate $b/D > 40$ %?

Nei, $b=0$, aktuell skredmekanisme for profil A-A vil derfor være rotasjonsskred eller flakskred. Basert på kriteriene gitt i kapittel 4.5.3 i veilederen, vil trolig relevant skredmekanisme for skråningen være flakskred, da $L > 5 \cdot H$ ($L=197$, $H=10,6$ meter). Terrenget er jevnt hellende, og skredmassene har mulighet til å gli ut i åpent terreng. Flakskredet vil bli begrenset av grove masser i bakkant av skråningen.

6.8.2 Avgrensning av mulig løsne- og utløpsområde

Løsneområde

Løsneområdet vil strekke seg fra bunnen av skråningen til toppen av skråningen hvor grunnundersøkelsene viser faste masser.

Utløpsområde

Utløpsområde for et potensielt områdeskred er vurdert til å være i åpent terreng med $L_u=0,5 \cdot L$, som skissert på tegning RIG-TEG-001.

6.9 Steg 9: «Klassifiser faresoner»

Løsne- og utløpsområdet for et potensielt områdeskred utgjør faresonen. Faresonen klassifiseres med faregrad, konsekvensklasse og risikoklasse iht. metoden beskrevet i kapittel 4 i NVE Ekstern rapport 9/2020 «Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred – Metodebeskrivelse». Det er dagens situasjon som er utgangspunktet for evalueringen. Tabell 6-1 presenterer resultatene fra evaluering av faregrads-, skadekonsekvens- og risikoklasse. Detaljerte vurderinger er vist i *Vedlegg A*.

Tabell 6-1: Resulterende faregrad-, konsekvens- og risikoklasse

Faregrad			Konsekvens			Risiko	
Score	% av max	Klasse	Score	% av max	Klasse	Score	Klasse
8	16%	Lav faregrad	12	27 %	Alvorlig	418	2

6.10 Steg 10: «Dokumentér tilfredsstillende sikkerhet»

Sikkerhet mot områdeskred skal dokumenteres, og kravene til sikkerhet avhenger av tiltakskategori, faregrad og tiltakets påvirkning av skråningenes stabilitet. Kravene til sikkerhet gjelder om det planlagte tiltaket ligger i eller nær en skråning og kan bli berørt av løsneområdet til et skred, eller om tiltaket ligger i utløpsområdet for et skred.

Det er gjennomført stabilitetsberegninger i mest kritisk snitt, Profil A-A, se Figur 6.7 og RIG-TEG-001 for plassering og -RIG-TEG-800 for resultater. Stabilitetsberegningene viser at det i dagens situasjon er tilstrekkelig sikkerhet iht. sikkerhetskravene gitt i NVEs veileder 1/2019.

6.10.1 Sikkerhetskrav

Tiltakskategori K4 og en faresone med lav faregrad gir krav til sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,40 \cdot f_s$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$. Sprøbruddforholdet f_s er 1,15 ved forverring og 1,0 ellers. Ved bruk av prosentvis forbedring

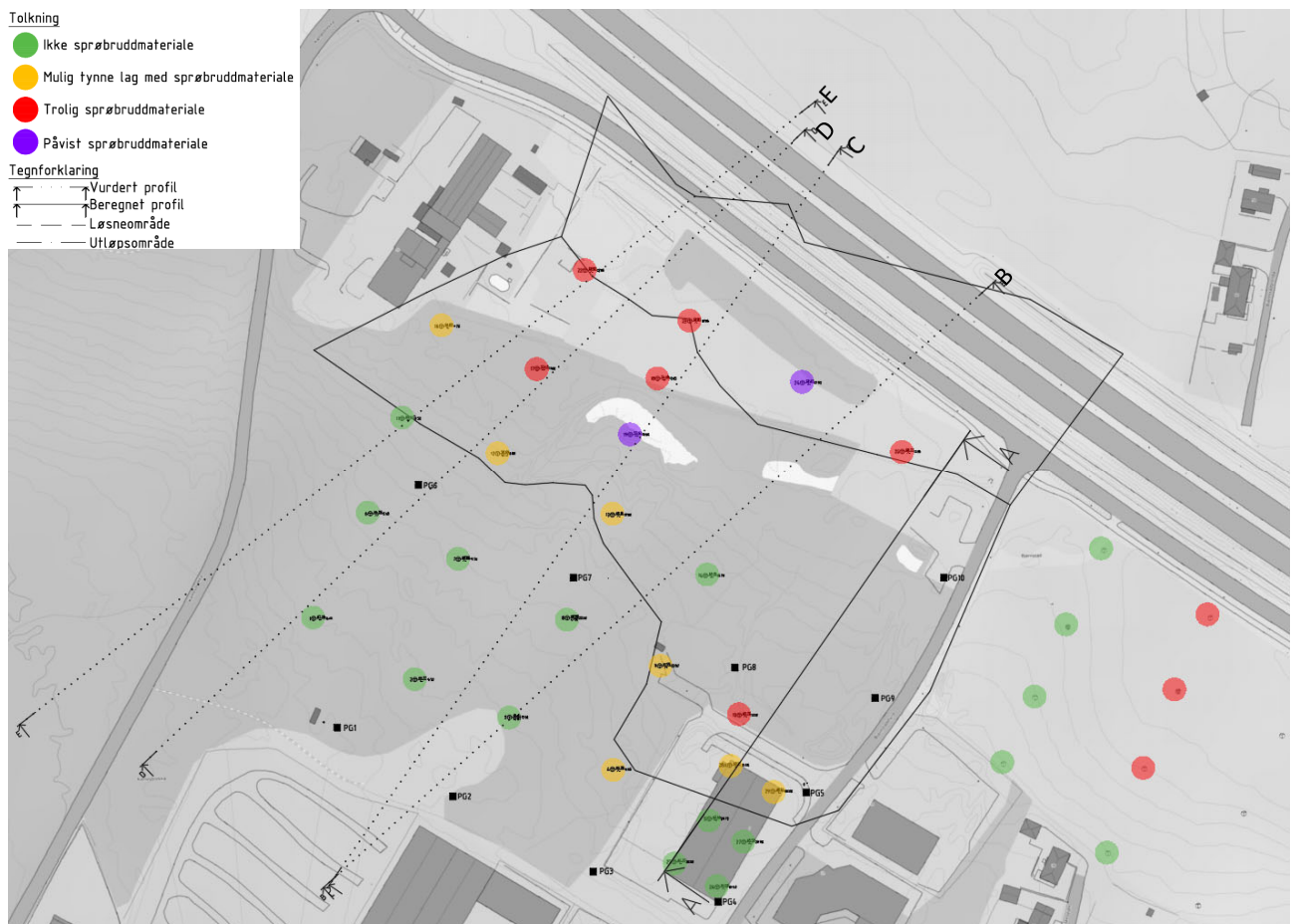
skal «forbedring» i figur 3.3 i NVE 1/2019 benyttes. I tillegg kreves at «erosjon som kan utløse skred som kan ramme tiltaket må forebygges».

For skråninger i faresonen som ligger utenfor influensområdet til tiltaket, gjelder krav til sikkerhet $F_{c\phi} \geq 1.25$ og $F_{cu} \geq 1.20$, evt. prosentvis «forbedring».

Influensområdet defineres til å involvere et område fra skråningstå til en lengde på $2 \times$ skråningshøyde bak skråningstopp (sørvest). Skråningene nordvest og sørøst vil kunne klassifiseres som «utenfor influensområdet».

6.10.2 Plassering av beregningsprofiler

Det er plassert beregningsprofiler som skissert i Figur 6.7 og detaljert i -RIG-TEG-001. Profilene er plassert for å fange stabilitetssituasjoner knyttet til terrenginngrep i forbindelse med utbygging av næringsparken, samt stabilitetssituasjoner knyttet til de kritiske skråningene som identifisert i faresonevurderingen. For stabilitetsberegningene er det vurdert flere snitt i området, der det er beregnet stabilitet for det mest kritiske snittet, profil A. Figur 6.7 inkluderer profilene som er inkludert i vurderingen, der det ikke er gjennomført beregninger for disse, da det mest kritiske snittet viser tilstrekkelig sikkerhet.



Figur 6.7 Plassering av beregningsprofiler, se -RIG-TEG-001

En kort beskrivelse av hvert profil er gitt under.

- Profil A-A – Størst høydeforskjell og størst forekomst av sprøbruddmateriale
- Profil B-B – Bratt helning med påvist kvikkleire i bunnen av terrenget
- Profil C-C – Bratt helning med påvist kvikkleire noe høyere i terrenget

Vurdering av områdestabilitet iht. NVE 1/2019

- Profil D-D – Bratt helning med trolig sprøbruddmateriale i bunnen av terrenget
- Profil E-E – Inkluderer forhøyningen av terrenget i sørvest og trolig sprøbruddmateriale

Profilene er tegnet opp for å undersøke hvilke profil som har mest kritisk lagdeling og helning. Det er vurdert at Profil A har størst utbredelse av kvikkleire/sprøbruddmateriale i hellende terreng, der resterende profiler har sprøbruddmateriale i nedre del av profilene. Det er derfor kun gjennomført stabilitetsberegninger for profil A-A, da dette profilet hadde tilstrekkelig sikkerhet med konservative parametervalg.

6.10.3 Beregningsresultater

Beregnete sikkerhetsfaktorer er vist i Tabell 6-2 for situasjon før utbygging. Tabellen inkluderer også sikkerhetskrav etter NVE 1/2019. Vedlegg C gjennomgår parametergrunnlag, beregningsforutsetninger og beregningsresultater i detalj.

Tabell 6-2: Beregningsresultater

Profil	Situasjon	Sikkerhetsfaktor	Sikkerhetskrav	Tegningsnr.
		Før utbygging		
A-A	Udrenert	1,87	1,40 - OK	800
	Drenert	2,50	1,25 - OK	

6.10.4 Erosjonssikring

I henhold til NVE veileder 1/2019 må all erosjon som kan påvirke tiltaket forebygges for tiltakskategori K4. Det er ikke kartlagt bekker eller elver i området.

6.11 Steg 11: «Meld inn faresoner og grunnundersøkelser»

Faresonen vil rapporteres inn til NVE etter uavhengig kontroll er gjennomført.

7 Innspill planbestemmelser

Det er ikke behov for sikringstiltak for å ivareta sikkerhet mot skred før igangsettelse av øvrige utbyggingsarbeider. Før igangsettingstillatelse for byggetiltak innenfor planområdet gis, skal det foreligge en detaljert geoteknisk prosjektering. Det er viktig at stabiliteten ikke forverres i byggeprosessen/ved etablering av et stabiliserende tiltak. Stabiliteten til tiltakene må dokumenteres i detaljprosjekteringen.

8 Uavhengig kvalitetssikring

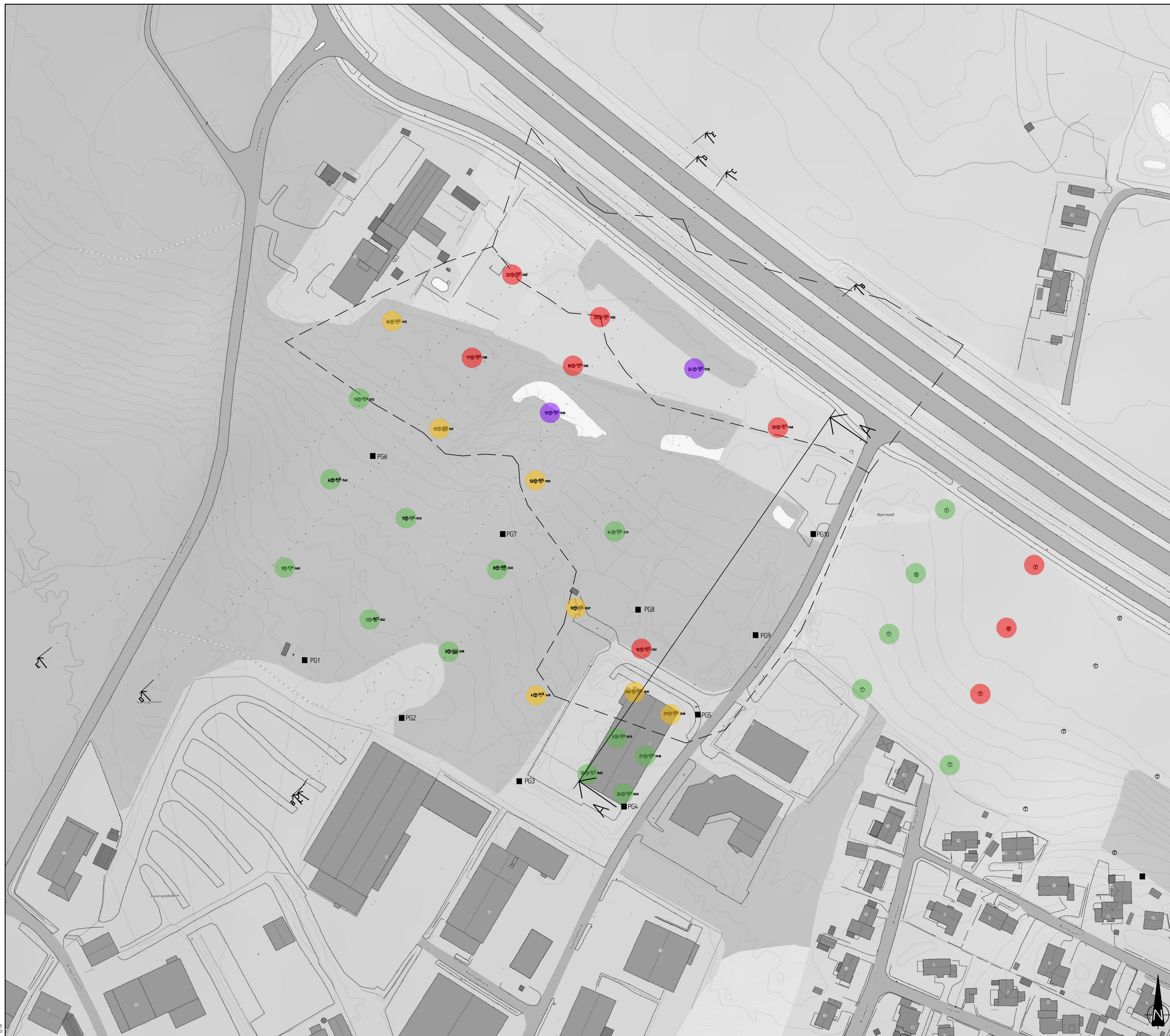
Tiltaket er plassert i tiltakskategori K4, og NVE 1/2019 [1] stiller dermed krav til at det utføres uavhengig kvalitetssikring før utredningen av områdestabilitet kan anses som gyldig.

9 Sluttkommentar

Oppsummering av utredningen er gitt i avsnitt 1.2. Det bemerkes at foreliggende rapport ikke inneholder geoteknisk detaljering av planlagt tiltak eller eventuelle stabiliserende tiltak. Konklusjon i foreliggende rapport friskmelder ikke områdene utenfor. Tiltaket er plassert i tiltakskategori K4, og NVE 1/2019 [1] stiller dermed krav til at det utføres uavhengig kvalitetssikring før utredningen av områdestabilitet kan anses som gyldig.

10 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 (V:1-2019)», NVE, Veileder 1–2019, Desember 2020.
- [2] Multiconsult Norge AS, «511513-2 Grunnforhold, datarapport Bjørnstad næringspark», 511513–2, aug. 2012.
- [3] COWI AS, «BJØRNSTAD, SARPSBORG - DATARAPPORT GEOTEKNISKE GRUNNUNDERSØKELSER», A074925-RIG-RAP-001, feb. 2016.
- [4] Multiconsult Norge AS, «511513-3 Bjørnstad næringspark ROS-analyse», 511513–3, aug. 2013.



- Tolkning**
- Ikke sprøbruddmateriale
 - Mulig tynne lag med sprøbruddmateriale
 - Trolig sprøbruddmateriale
 - Påvist sprøbruddmateriale

- Tegnforklaring**
- Vurdert profil
 - Beregnet profil
 - Løsneområde
 - Utløpsområde

Henvisninger
 Plasseringene av boringene øst for området er hentet fra NADAG. Sonderingsresultatene er hentet fra: A074925-RAP-RIG-001 Bjørnstad, Sarpsborg-Datarapport geotekniske grunnundersøkelser av COWI AS.

Visningsnummer: 02 HelsestadProsjekt\1\0253565-01\0253565-01-04 ARBEIDSDOKUMENTER\1\0253565-01-04 TEGNINGER\0253565-01-04 RIG-TEG-001_01.dwg - Layout: 001(A1). - Plottet av: lgs. Date: 2024.01.17 kl 13:35

01	Tegning gjennomgått UAK	15.01.2024	ILGS	ESF	ESF
00	Utarbeidet tegning før UAK	25.09.2023	ILGS	ESF	ESF
Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.
			RIG		A1
Skolt Utvikling AS Kalnes næringsområde Sitasjonsplan med løsne- og utløpsområde					Dato: 25.09.2023 Målestokk: 1:1000
Multiconsult Status: UTSENDT Oppdragsnr: 10253565		Konstr./Tegnet: ILGS Tegningsnr: RIG-TEG-001	Kontrollert: ESF Godkjent: ESF	Rev.: 01	
www.multiconsult.no		10253565	RIG-TEG-001	01	

Vedlegg A

Faregradsvurdering

Innholdsfortegnelse

A.1	Faregradsvurdering.....	2
A.2	Skadekonsekvensvaluering	3
A.3	Risikoklasser	5

A.1 Faregradsvurdering

Faregradsevalueringen gjøres med utgangspunkt i Tabell 1 i NVE ekstern rapport nr. 9/2020, gjengitt under i Tabell 1-1. Faregraden bestemmes for antatt kritiske snitt i hver enkelt sone.

Betegnelsen kritisk snitt gjelder her for det snittet som gir høyeste poengscore etter Tabell 1-1 og ikke nødvendigvis snittet der den beregningsmessige sikkerheten er lavest.

Beregning og vurdering av faregrad er vist i Tabell 1-2.

Tabell 1-1: Tabell 1 i NVE ekstern rapport nr. 9/2020

Faktorer	Vekttall	Faregrad, score			
		3	2	1	0
Tidligere skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen
Skråningshøyde, meter	2	> 30	20 - 30	15 - 20	< 15
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0 – 1,2	1,2 – 1,5	1,5 – 2,0	> 2,0
Poreovertrykk, kPa	3	> +30	10 - 30	0 - 10	Hydrostatisk
Poreundertrykk, kPa	-3	> -50	-(20 – 50)	-(0-20)	
Kvikkleiremektighet	2	> H/2	H/2 – H/4	< H/4	Tynt lag
Sensitivitet	1	> 100	30 - 100	20 - 30	< 20
Erosjon	3	Kraftig	Noe	Litt	Ingen
Inngrep: forverring	3	Stor	Noe	Liten	Ingen
Inngrep: forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	Ingen
Sum		51	34	17	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %
Faresonene fordeles i faregradsklasser etter samlet poengsum:					
Lav faregrad:		0 – 17 poeng			
Middels faregrad:		18 – 25 poeng			
Høy faregrad:		26 – 51 poeng			

Tabell 1-2: Faregradsklassifisering i henhold til NVE eksternrapport 9/2020.

Faktor	Vekttall	Score	Poeng	Kommentar
Tidligere skredaktivitet	1	0	0	Det er ikke registrert tidligere skredaktiviteter i området, og laserscanninger i området tyder heller ikke på dette.

Faktor	Vekttall	Score	Poeng	Kommentar
Skråningshøyde, m	2	0	0	Høydeforskjellen er mellom 7 og 12 meter.
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2	1	2	Området er trolig overkonsolidert på grunn av raet (endemorenen).
Poretrykk	3	0	0	Nærmeste piezometere viser at det ikke er poreovertrykk.
	-3	0	0	
Kvikkleiremektighet	2	2	4	Grunnundersøkelsen viser mektighet på H/2-H/4.
Sensitivitet	1	2	2	Grunnundersøkelser viser at sensitiviteten stedvis er 34.
Erosjon	3	0	0	Det er ingen indikasjon på bekker i området.
Inngrep	3	0	0	Historiske flyfoto viser at det er fjernet vegetasjon i området, men at det ikke er noen bekker i nærheten av tiltaket som kan påvirkes av økt avrenning.
	-3	0	0	
SUM			8	En poengsum på 8 gir «Lav» faregrad som går fra 0-17 poeng.

A.2 Skadekonsekvensevaluering

Evaluering av skadekonsekvensklasse gjøres med utgangspunkt i Tabell 2 i NVE ekstern rapport nr. 9/2020, gjengitt under i Tabell 2-1. Evaluering av skadekonsekvens gjøres for hele faresonen, det vil si en samlet vurdering for løsne- og utløpsområdet.

Beregning og vurdering av skadekonsekvens er vist i Tabell 2-2.

Tabell 2-1: Utklipp fra Tabell 2 i NVE ekstern rapport nr. 9/2020

Faktorer	Vekttall	Konsekvens, score			
		3	2	1	0
Boligenheter, antall	4	Tett > 5	Spredt > 5	Spredt < 5	Ingen
Næringsbygg, personer	3	> 50	10 - 50	< 10	Ingen
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Vei, ÅDT	2	> 5000	1001 - 5000	100 - 1000	< 100

Toglinje, bruk	2	Persontrafikk	Godstrafikk	Normal ingen trafikk	Ingen
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
Oppdemming og flodbølge	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
Sum poeng		45	30	15	0
% av maksimal poengsum		100 %	67 %	33 %	0 %
Faresonene fordeles i konsekvensklasser etter samlet poengsum:					
Mindre alvorlig: 0 – 6 poeng					
Alvorlig: 7 – 22 poeng					
Meget alvorlig: 23 – 45 poeng					

Tabell 2-2: Evaluering av skadekonsekvens i henhold til NVE eksternrapport 9/2020

Faktor	Vekttall	Score	Poeng	Kommentar
Boligheter	4	0	0	Innenfor sonen er det ingen boligheter.
Næringsbygg	3	2	6	Innenfor sonen er det to næringsbygg, et gartneri og et utsalg.
Annen bebyggelse, verdi	1	0	0	Det er ikke kjent for Multiconsult at det er annen bebyggelse med stor verdi innenfor sonen.
Vei, ÅDT	2	3	6	Sonen går på sørsiden av E6 med ÅDT > 5000.
Toglinje, bruk	2	0	0	Ingen jernbane i området.
Kraftnett	1	0	0	Det er ingen kraftnett i sonen.
Oppdemming og flodbølge	2	0	0	Antar liten fare for oppdemning.
Sum			12	12 poeng gir konsekvensklasse «Alvorlig» som går fra 7-22 poeng.

A.3 Risikoklasser

Vurdering av risikoklasse gjøres med utgangspunkt i kapittel 4.3 i NVE ekstern rapport nr. 9/2020, gjengitt under i Tabell 3-1. Risiko er her beregnet som faregradscore i prosent av maksimal score multiplisert med skadekonsekvensscore i prosent av maksimal score.

Tabell 3-1: Risikoklasser iht. NVE ekstern rapport nr. 9/2020

Risikoklasse	Tallverdi
1	0 – 170
2	171 – 630
3	631 – 1 900
4	1 901 – 3 200
5	3 201 – 10 000

Utført vurdering av faregrad og konsekvens gir risiko (skadekonsekvens x faregrad) på $(8/51 * 12/45) * 100\% = 418$ poeng, tilsvarende risikoklasse 2.

Vedlegg B

Beregningsforutsetninger og parametervalg

Innholdsfortegnelse

B.1 Beregningsforutsetninger	2
C.1.1 Kvalitet av undersøkelser	2
C.1.2 Tyngdetetthet	2
C.1.3 Laster	2
C.1.4 Grunnvannsnivå og poretrykksfordeling med dybden	2
C.1.5 Effektivspenningsparametere	2
C.1.6 Udrenert skjærfasthet	2
C.1.7 Anisotropi	3
B.2 Stabilitetsberegninger	4
C.2.1 Beregningsverktøy	4
C.2.2 Beregningsmessig sikkerhet	4
C.2.3 Stabilitetskritisk profil	4
C.2.4 Beregningsresultater	5
B.3 Referanser	6

Tegninger

10253565-RIG-TEG-	-700	Profil A med tolket lagdeling
	-800	Profil A, stabilitetsberegning dagens situasjon, ADP- og $\alpha\phi$ -analyse

B.1 Beregningsforutsetninger

Tolkning av parametere er gjort på basis av utførte laboratorieundersøkelser på opptatte 54 mm prøveserier og erfaringsverdier iht. Statens vegvesen Håndbok V220 [1].

B.1.1 Kvalitet av undersøkelser

Prøvetaking av sensitiv eller kvikk leire med 54 mm sylindrerprøver vurderes i hovedsak å ligge i Kvalitetsklasse 2, beskrevet som «Forstyrret kvalitet».

B.1.2 Tyngdetetthet

Målt tyngdetetthet på opptatte prøver er benyttet som grunnlag. Se rapport nr. 511513-2 for detaljerte geotekniske data [2].

B.1.3 Laster

Laster er tatt med i beregningene i de tilfeller ev. laster virker destabiliserende/negativt på skråningsstabiliteten.

B.1.4 Grunnvannsnivå og poretrykkfordeling med dybden

Det er ikke utført poretrykkmålinger i forbindelse med grunnundersøkelsene på tomta, men det er satt ned hydrauliske piezometer på nabotomta som er benyttet for å anta grunnvannstand, se COWI sin rapport: A074925-RIG-RAP-001. Det er installert to piezometere ned mot E6, i dybde 4 og 10 meter fra terreng høyde +53,5, der avlesningene var ca. 1 og 2,5 meter under terreng. I tillegg er det installert et piezometer høyere i terrenget ved kote +59, i 4,7 meters dybde, der avlesningen lå 3,5 meter under terreng.

B.1.5 Effektivspenningsparametere

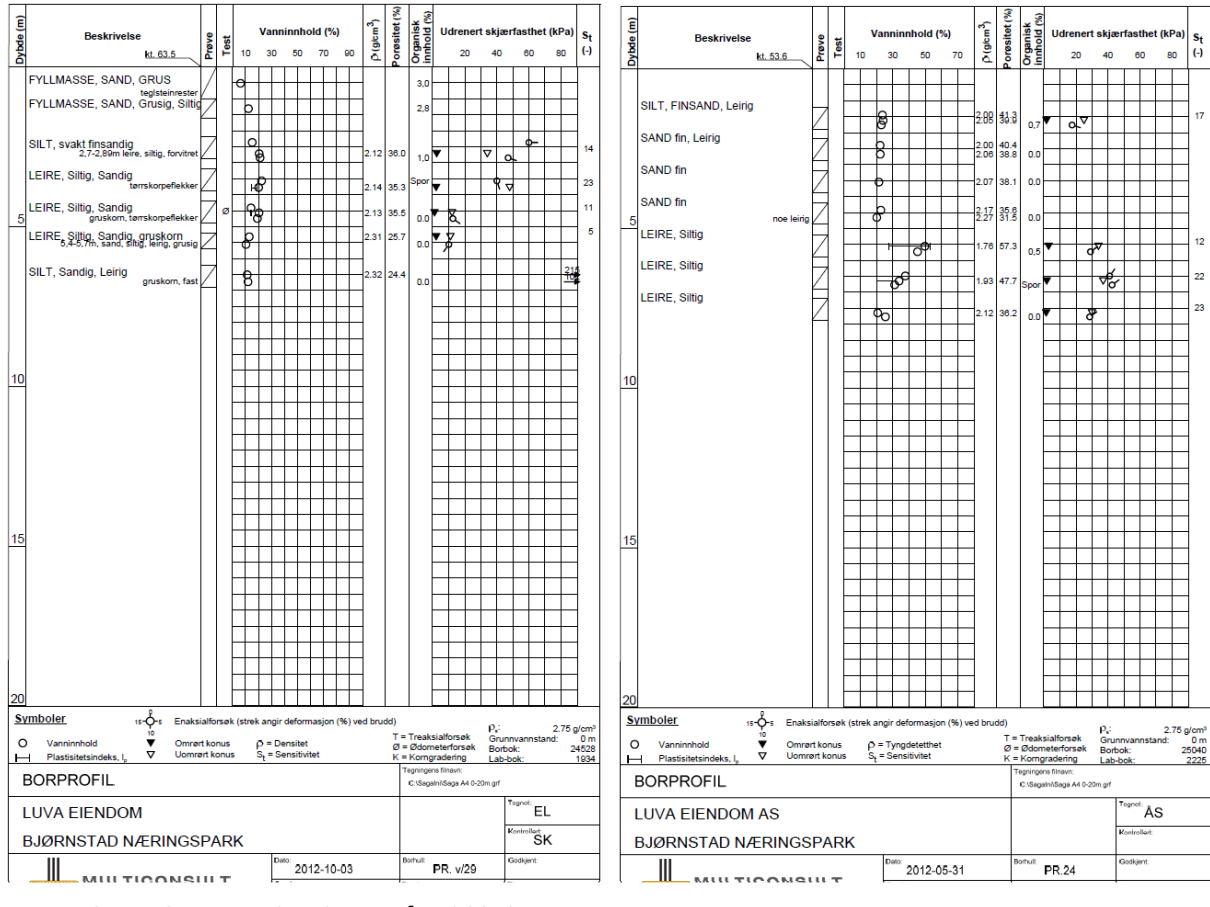
Valg av effektivspenningsparametere er basert på erfaringsverdier iht. Statens vegvesen Håndbok V220, samt erfaringer fra lignende grunnforhold. Parameterne er presentert i tabell C.1.

Tabell C.1. Materialparametere (drenert) for stabilitetsberegninger

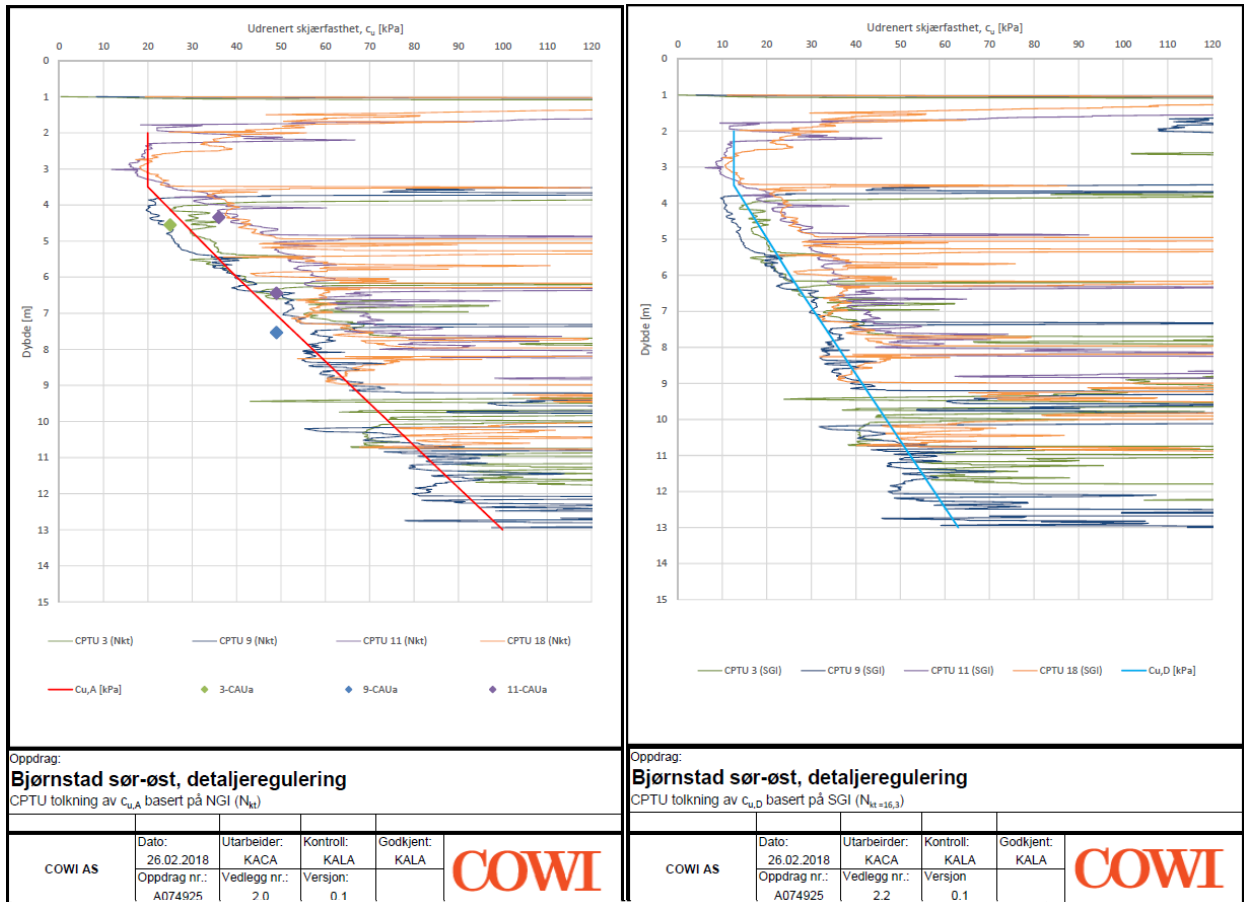
Materiale	Tyngdetetthet, γ [kN/m ³]	Friksjonsvinkel, φ_k [°]	Kohesjon [kPa]
Sand med grus	21,0	36	5,0
Moreneleire	20,0	26	0,0
Kvikkleire	19,0	20	0,0
Morene	21,0	38	5,0

B.1.6 Udrenert skjærfasthet

Verdier for c_u fra rutineundersøkelser på opptatte prøver (enaks og konus) er inkludert i vurderingen av opptredende udrenert skjærfasthet. Det er ikke utført CPTU på tomta, men gjennomført en CPTU og triaksialforsøk på nabotomta av COWI, se Figur 1.1[3]. Stabilitetsprofilen er plassert midt mellom undersøkelsene fra COWI og tidligere boringer fra Multiconsult. CPTU er gjennomført i samme terreng høyde som prøveserie i borpunkt 24, se Figur 1.1 og Figur 1.2. Det er valgt å benytte skjærstyrkeprofilen basert på CPTU og triaksialforsøkene fra COWI i profilen.



Figur 1.2 Prøveserier gjennomført i 2012



Figur 1.1 CPTU og triaksialforsøk gjennomført av COWI for nabotomta [3]

B.1.7 Anisotropi

Anisotropiforholdet er vurdert ut fra «En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer» i NIFS-rapport nr. 14/2014 [4]. Det er valgt å være konservativ ved valg av anisotropifaktorer og dermed antatt en plastisitetsindeks mindre eller lik 10%.

Benyttede anisotropifaktorer blir da som følger:

$$C_{ua} = 1,0$$

$$\frac{C_{ud}}{C_{ua}} = 0,63$$

$$\frac{C_{up}}{C_{ua}} = 0,35$$

B.2 Stabilitetsberegninger

B.2.1 Beregningsverktøy

Stabilitetsberegningene er utført med beregningsprogrammet «GeoSuite Stability» versjon 22.0.6.0 med beregningsmetode Beast 2003. Beregningsmetoden er basert på grenselikevektsmetode, og anvender en versjon av lamellmetoden som tilfredsstiller både kraft- og momentlikevekt. Programmet søker selv etter kritisk sirkulærsylindrisk glideflate for definerte variasjonsområder av sirkelsentrum. Det er også søkt etter sammensatte skjærflater, disse er inkludert hvis de er kritiske for snittet.

B.2.2 Beregningsmessig sikkerhet

For de utførte stabilitetsberegninger sammenlignes resultatene for beregnet sikkerhetsfaktor mot krav i gjeldende lovverk. Etablering av næringspark anses som økning av personopphold og vil falle inn under tiltakskategori K4 iht. NVEs veileder 1/2019.

Etablering av fortau anses som ett trafiksikkerhetstiltak og vil derfor falle inn under tiltakskategori K1 iht. NVEs veileder nr. 1/2019. Her stilles det krav til «ikke forverring» av områdestabilitet ev. absolutt sikkerhetsfaktor for tiltaket. Tiltakskategori K4 og en faresone med lav faregrad gir krav til sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,40 \cdot f_s$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$. Sprøbruddforholdet f_s er 1,15 ved forverring og 1,0 ellers. Ved bruk av prosentvis forbedring skal «forbedring» i figur 3.3 i NVE 1/2019 benyttes. I tillegg kreves at «erosjon som kan utløse skred som kan ramme tiltaket må forebygges».

For skråninger i faresonen som ligger utenfor influensområdet til tiltaket, gjelder krav til sikkerhet $F_{c\phi} \geq 1,25$ og $F_{cu} \geq 1,20$, evt. prosentvis «forbedring».

Influensområdet defineres til å involvere et område fra skråningstå til en lengde på $2 \cdot$ skråningshøyde bak skråningstopp (sørvest). Skråningene nordvest og sørøst vil kunne klassifiseres som «utenfor influensområdet».

B.2.3 Stabilitetskritisk profil

For å vurdere stabiliteten er det utført beregninger i ett profil. Profilet er plassert i skråningen ned mot E6 fra Bjørnstadmyra 9. Terrengprofilet er hentet fra digitalt kartgrunnlag.

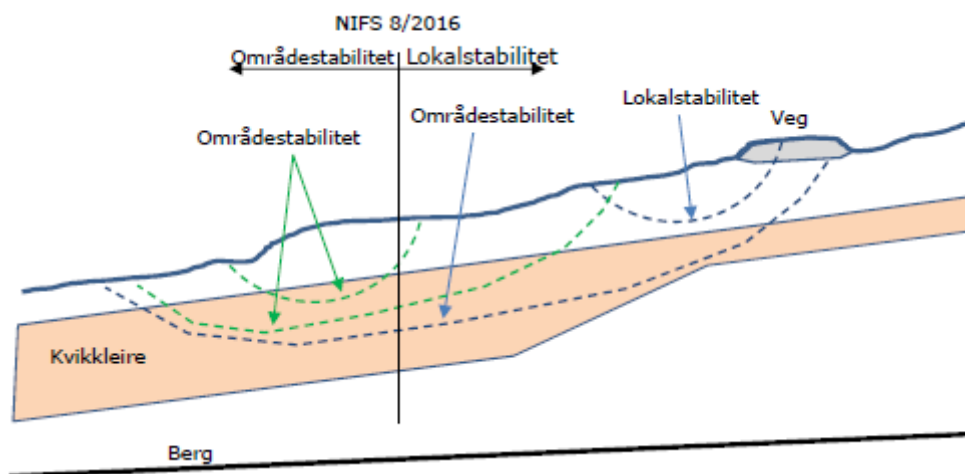
Situasjonsplan med lokasjon av profil er vist på tegning nr. 10253565-RIG-TEG-001.

Profil A-A er vist i tegning nr. 10253565-RIG-TEG-600.

B.2.4 Beregningsresultater

Beregningene er utført som udrenert totalspenningsanalyse (ADP-analyse) og drenert effektivspenningsanalyse ($\alpha\phi$ -analyse).

Beregnet sikkerhetsfaktor fra stabilitetsberegninger er vist i tabell C.4. Der lokal- og områdestabilitet er avgrenset som vist i Figur 2.1.



Figur 2.1 Illustrasjon av avgrensning mellom lokalstabilitet og områdestabilitet

Tabell C.4 Resultater fra stabilitetsanalyser

Tegning nr. 10253565-RIG- TEG	Beregning	Sikkerhetsfaktor, områdestabilitet	
		Drenert ($F_{c\phi}$)	Udrenert (F_c)
-800	Eksisterende situasjon	1,87	2,50

Resultater fra stabilitetsberegninger viser at beregnet sikkerhet er tilfredsstillende for eksisterende situasjon.

Basert på utførte stabilitetsberegninger vurderes områdestabiliteten å være ivaretatt.

B.3 Referanser

- [1] Statens vegvesen, Vegdirektoratet, «Geoteknikk i vegbygging (Håndbok V220)», Vegdirektoratet, Oslo, Veiledning, jun. 2014. [Online]. Tilgjengelig på:
https://www.vegvesen.no/_attachment/70057/binary/1305835?fast_title=H%C3%A5ndbok+V220+Geoteknikk+i+vegbygging+%2818+MB%29.pdf
- [2] COWI AS, «BJØRNSTAD, SARPSBORG - DATARAPPORT GEOTEKNISKE GRUNNUNDERSØKELSER», A074925-RIG-RAP-001, feb. 2016.
- [3] COWI AS, «GEOTEKNISK RAPPORT - PROSJEKTERINGS-FORUTSETNINGER OG PARAMETERVURDERING», A074925 Rap-Rig-002, feb. 2018.
- [4] NIFS, «Naturfareprosjektet Dp. 6 Kvikkleire En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer», Rapport nr. 14/2014.