

---

RAPPORT

# Nardovegen 2-5

---

OPPDRAKSGIVER

Godhavn AS

EMNE

Geoteknisk vurdering områdestabilitet vest

DATO / REVISJON: 21. oktober 2022 / 00

DOKUMENTKODE: 10228329-RIG-RAP-002

---



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Hvis kunden i samsvar med oppdragsavtalen gir tredjepart tilgang til rapporten, har ikke tredjepart andre eller større rettigheter enn det han kan utlede fra kunden. Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

## RAPPORT

OPPDRAG	<b>Nardovegen 2-5</b>	DOKUMENTKODE	10228329-RIG-RAP-002
EMNE	Geoteknisk vurdering områdestabilitet vest	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	<b>Godhavn AS</b>	OPPDRAGSLEDER	Ida Elise Overgård
KONTAKTPERSON	Gro Brandstadmoen	UTARBEIDET AV	Mari Melhus Romstad/Ida Elise Overgård
KOORDINATER	SONE: 32 ØST: 570731 NORD: 7032213	ANSVARLIG ENHET	10234011 Geoteknikk Midt
GNR./BNR./SNR.	66/502 / 66/266 / 66/243 / Trondheim		

## SAMMENDRAG

Godhavn AS planlegger å utvikle Nardovegen 2-5 på Nardo i Trondheim til bolig-/næringsformål.

Foreliggende notat omhandler en vurdering av områdeskredfaren i skråningene vest for utbyggingsområdet. Tiltaksområde ligger i et potensielt utløpsområde for et skred fra disse skråningene.

Det er utført en vurdering av skredfare etter prosedyre gitt i NVEs kvikkleireveileder 1/2019. Det vil si en avgrensning basert på topografi, marin grense, kvartærgeologiske løsmassekart, tidligere kartlegging og grunnundersøkelser.

Nardovegen 2-5 vurderes som klarert med tanke på områdeskred fra skråningene vest for tomta. Aktuell skredmekanisme i skråningene hvor det er påvist kvikkleire er rotasjonsskred. Disse skråningene ligger sørvest for tomta og det vurderes at tiltaket ikke ligger innenfor et løsne- eller utløpsområde for kvikkleireskred. I skråningene vest for tomta er det ikke påvist masser med sprøbruddegenskaper, men skråningene er bratte og består av et leirlag med stor mektighet. Tomta vil ligge i et potensielt utløpsområde for et lokalt rotasjonsskred, og skråningene er vurdert for robusthet. Beregninger viser at skråninga tilfredsstiller krav etter NVE 1/2019.

Det bemerkes at lokalstabilitet må ivaretas for alle faser av utbygging. Supplerende grunnundersøkelser anbefales som del av videre vurderinger.

Nardovegen 2-5 er tidligere klarert med tanke på områdeskred fra skråningene øst for tomta. Nardovegen 2-5 vurderes derfor som klarert med tanke på områdeskred. Vurderingene i foreliggende notat må kvalitetssikret av uavhengig foretak.

00	21.10.22	Vurderingsrapport områdestabilitet	Ida Elise Overgård	Mari Melhus Romstad	Anders Gylland
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

**INNHOLDSFORTEGNELSE**

<b>1</b>	<b>Innledning .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Grunnforhold.....</b>	<b>7</b>
	2.1 Områdebeskrivelse .....	7
	2.2 Tidligere utførte grunnundersøkelser.....	7
	2.3 Løsmasser .....	9
	2.1 Grunnvann .....	11
	2.2 Berg.....	11
<b>3</b>	<b>Vurdering av områdestabilitet .....</b>	<b>11</b>
	3.1 Undersøk om det finnes registrerte faresoner i området. ....	12
	3.2 Undersøk om hele eller deler av området ligger under marin grense .....	12
	3.3 Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred. ....	13
	3.4 Bestem tiltakskategori .....	13
	3.5 Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde .....	13
	3.6 Befaring.....	14
	3.7 Gjennomfør grunnundersøkelser .....	14
	3.8 Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder .....	15
	3.8.1 Profil A fra Multiconsult rapport 300937-1, Kringsjøveien 5 [2] .....	16
	3.8.2 Profil B og C fra Multiconsult rapport 415451-RIG-RAP-002 [15] .....	16
	3.8.3 Snitt 1 fra Norconsult rapport 5202958-RIG-06 [17] .....	18
<b>4</b>	<b>Geoteknisk vurdering av stabilitet .....</b>	<b>19</b>
<b>5</b>	<b>Konklusjon.....</b>	<b>19</b>
<b>6</b>	<b>Referanser .....</b>	<b>20</b>

## TEGNINGER:

10228329-RIG-TEG- 804: Stabilitetsberegninger profil A fra Multiconsult rapport 300937-1

## VEDLEGG:

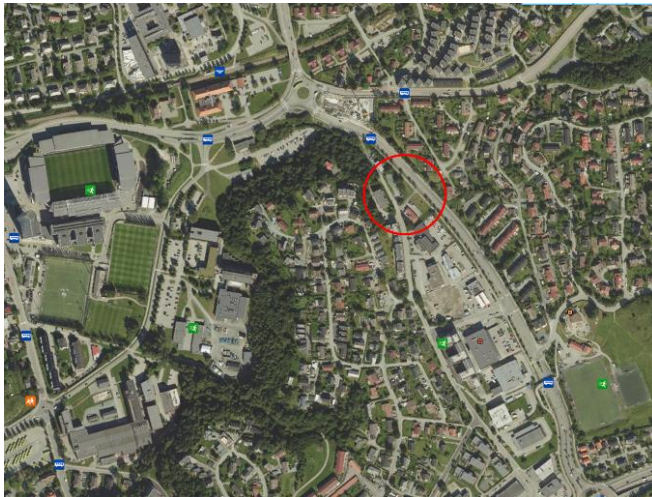
A: Materialparameter

## 1 Innledning

Godhavn AS planlegger å utvikle eiendommene Nardovegen 2-5 i Trondheim til bolig-/næringsformål. Figur 1-1 til Figur 1-3 viser aktuell tomt og planlagt utbygging.

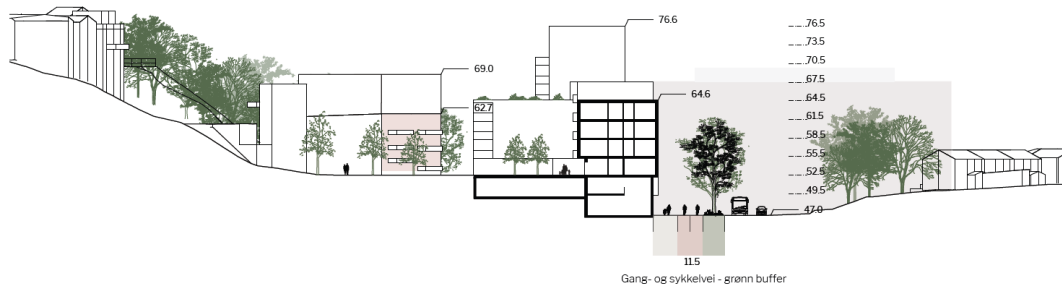
Foreliggende rapport gir en oppsummering av grunnforhold og vurderer områdeskredfare fra vest på planområdet.

Områdestabilitet mot øst er tidligere vurdert og presentert i Multiconsult rapport nr. 10228329-RIG-RAP-001\_rev01 [1]. Nardovegen 2-5 vurderes som klarert med tanke på områdeskred fra øst.

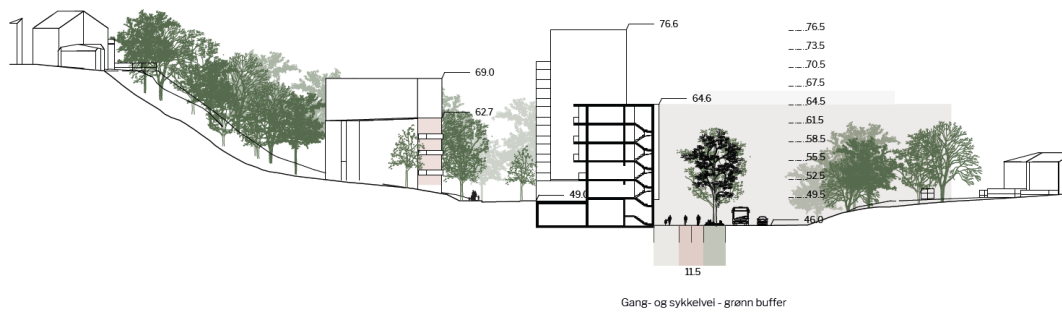


Figur 1-1 Oversiktskart og utsnitt av ortofoto med tomte, med ca. plassering av bygg i hvitt og forslag til utbredelse av parkeringskjeller markert med blått. Lokalstabilitet for utgraving for kjeller må ivaretas gjennom geoteknisk prosjektering.

Snitt AA, bakgård sør, 1 : 500



Snitt BB, bakgård nord, 1 : 500



Figur 1-2 Tversnitt av utbyggingen, mottatt fra YME arkitekter 11.02.2022



Figur 1-3 Utomhusplan, mottatt fra YME arkitekter 11.02.2022

## 2 Grunnforhold

### 2.1 Områdebeskrivelse

Den aktuelle tomte ligger på Nardo i Trondheim og har gårds- og bruksnummer 66/502, 66/266 og 66/425. Eldre flyfoto, se Figur 2-1, tilsier at tomte i tidligere tider har vært dyrka mark og at den på 1970/1980-tallet ble bebygd med enebolig og leilighetsbygg over 4 etasjer. Eneboligen er bygd med sokkeletasje og det er naturlig å anta at også leilighetsbygg er bygd med sokkeletasje. Eneboligen på området skal rives, men leilighetsbygget skal bevares.

Tomta er i dag i bruk til bolig, næring og parkeringsplass. Terrenget stiger vestover fra ca. kote +46 ved Torbjørn Bratts veg opp til kote +58 nedenfor Kringsjøvegen 5.

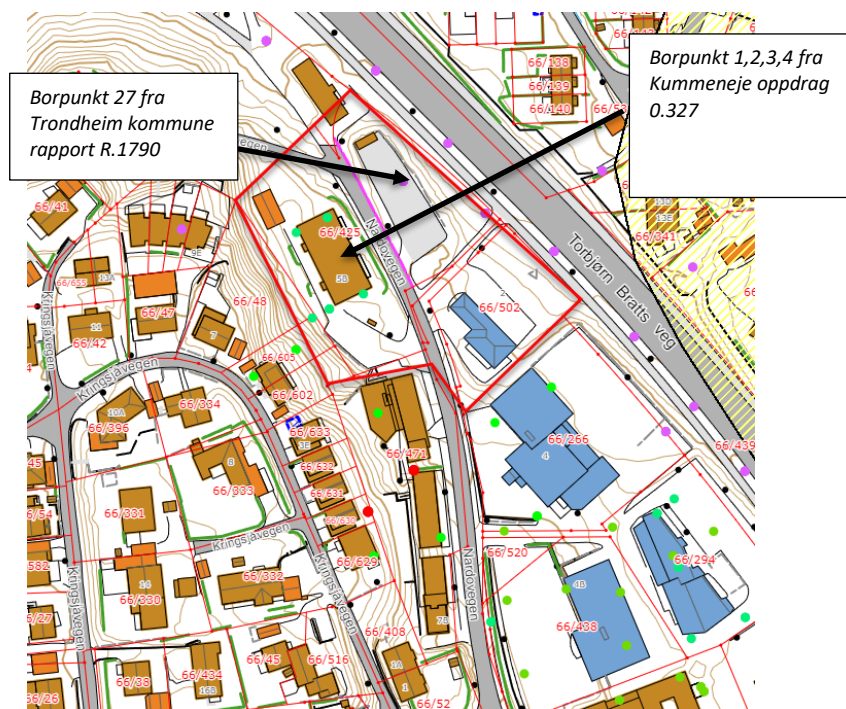
På nærliggende tomter er det boligbebyggelse i vest med rekkehus og eneboliger og mot nord er det nærings-/lagerbygg.



Figur 2-1 Flyfoto fra 1964 med omtrentlig planområde skissert i rødt [kart.finn.no]

### 2.2 Tidligere utførte grunnundersøkelser

Det er utført grunnundersøkelser på selve tomte. Det er også utført flere grunnundersøkelser på nabolotter i forbindelse med tidligere utbygginger, se Figur 2-2.



Figur 2-2 Kart fra Trondheim kommunes kartløsning med utførte borer. Aktuell tomt for utbygging omtrentlig plassert med rødt. Plassering av borpunkt 27 er markert. Sørvest for tomta er det påvist kvikkleire i 2 punkter (røde punkter).

En oversikt over relevante grunnundersøkelser er vist i Tabell 2-1.

Tabell 2-1: Tidligere relevante grunnundersøkelser i området

Ref.	Rapport nr.	Utført av.	År	Oppdragsnavn	Tilgjengelig for Multiconsult
[2]	300937-1	Multiconsult Norge AS	2002	Kringsjøveien 5, Grunnundersøkelser	Ja
[3]	R. 1576	Trondheim kommune	2014	Blomsterbyen kvikkleirekartlegging	Ja
[4]	R. 1576-4	Trondheim kommune	2015	Blomsterbyen, supplerende grunnundersøkelser	Ja
[5]	R. 1790	Trondheim kommune	2020	Fossumdalen, etappe 7	Ja
[6]	576481 GEO-02 rev 2	Norconsult	2014	Torbjørn Bratts veg/Nardovegen. Geoteknisk vurdering	Ja
[7]	415541-RIG-RAP-001	Multiconsult	2012	Nardovegen 7, Trondheim	Ja
[8]	10219420-RIG-RAP-001	Multiconsult	2020	Nardobakken 3	Ja
[9]	10220499-RIG-RAP-001	Multiconsult	2021	Torbjørn Bratts vei 11	Ja
[10]	20048-RIG01	ERA Geo	2021	Blåklukkevegen 15	Ja
[11]	O-nr: 0327	Kummeneje	1964	Boligblokk, Nardovegen	Nei, kun tegninger



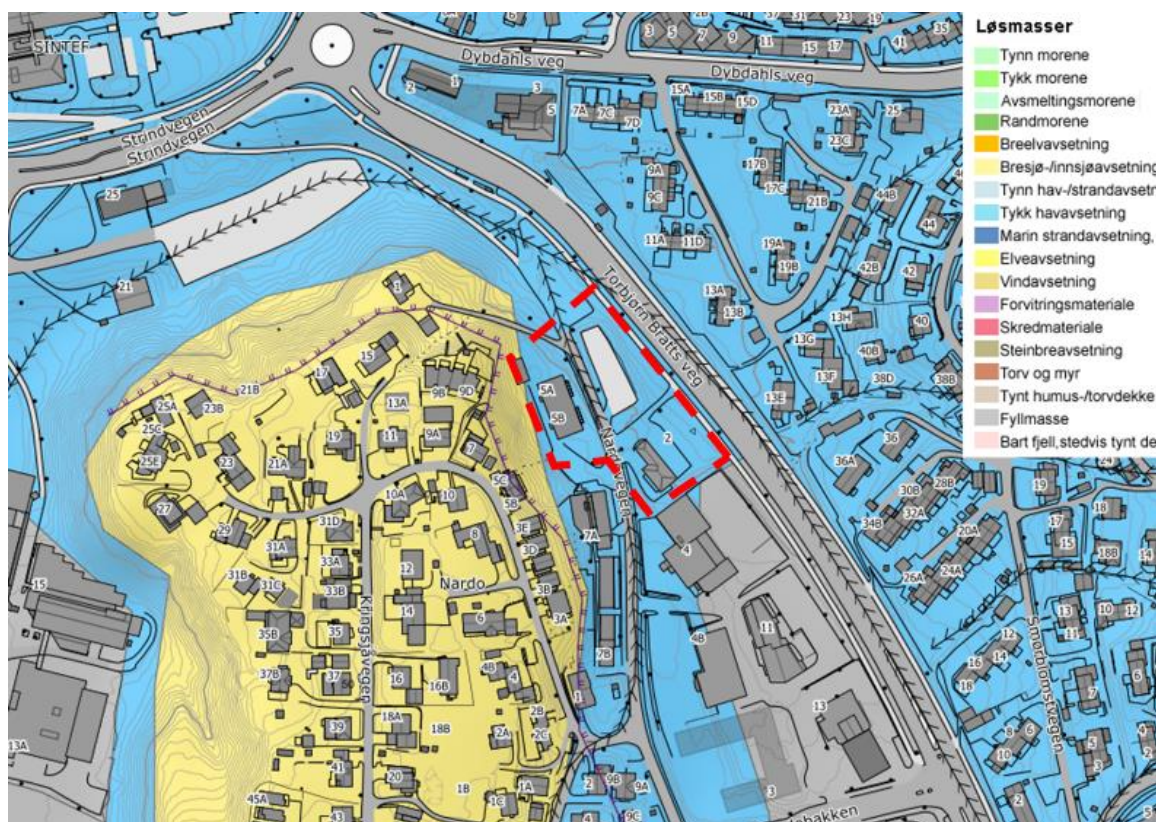
### 2.3 Løsmasser

Nardoplatået som ligger på rundt kote +70-75 består av rest fra tidevannssletter ved Nidelvas delta, dannet for ca. 9300 år siden. Deltasanden i skråningen vest for Nardovegen 2-5 registreres i grunnundersøkelser med overgang fra deltasand til marin leire på rundt kote +55. Ut mot Torbjørn Bratts veg registreres noe mer lagdelte masser, trolig rekonsoliderte skredmasser fra skred i historisk tid.

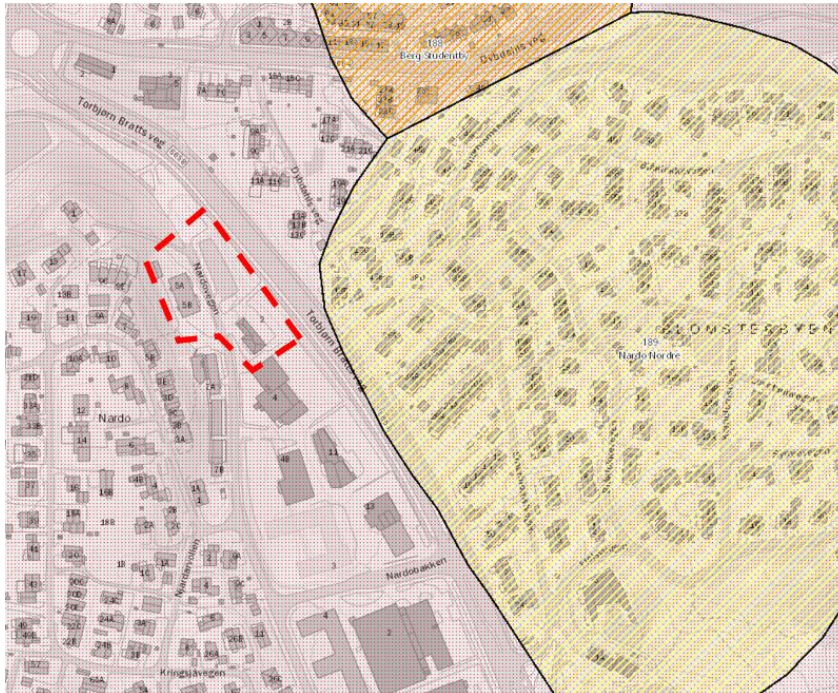
Figur 2-3 viser et utsnitt av kvartærgeologisk kart for den aktuelle tomten. Kartet indikerer at løsmassene i øvre lag hovedsakelig består av leire, sand og fyllmasser, som ikke er uvanlig i tett bebygde områder.

Det kvartærgeologiske kartgrunnet gir en visuell oversikt over landskapsformende prosesser over tid, samt løsmassenes overordnede fordeling. Utgangspunktet for disse oversiktskartene er i all hovedsak visuell overflatekartlegging, og kun i begrenset omfang fysiske undersøkelser. Kartene gir derfor ingen informasjon om løsmassefordeling i dybden og kun begrenset informasjon om løsmassemekthet. På grunn av at området ligger under marin grense, må det forventes forekomst av havavsetninger i form av leire og siltig leire, muligens sprøbrudd eller kvikk, under fyllmasser.

Tomten ligger ikke innenfor noen kartlagte kvikkeiresoner iht. NVEs atlas [12], men sonene 188 Berg studentby og 189 Nardo Nordre ligger øst for tiltaksområde, se Figur 2-4.



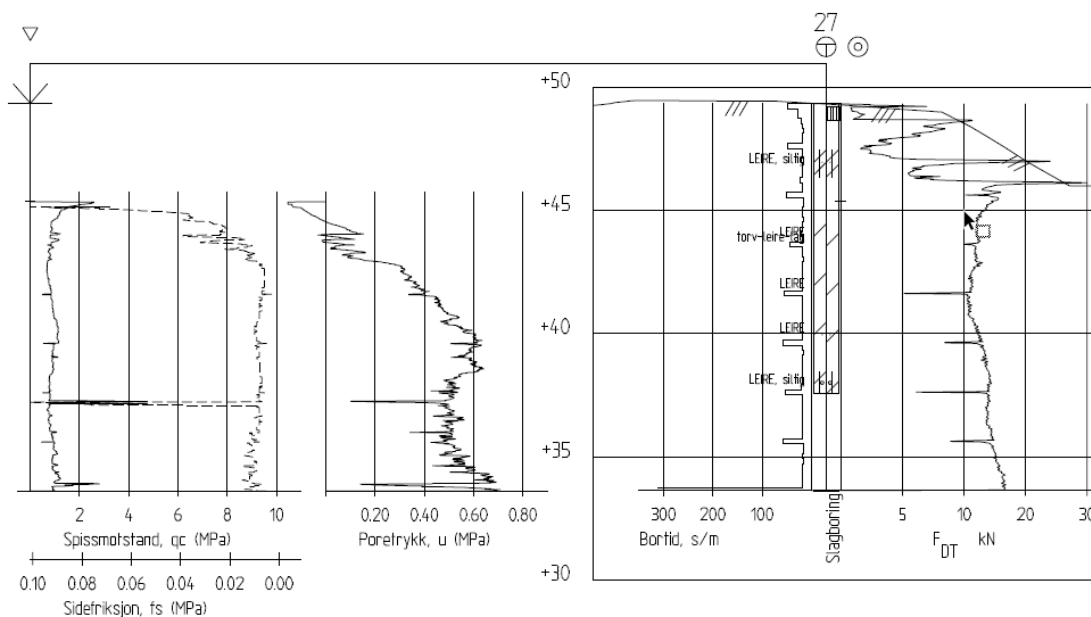
Figur 2-3 Kvartærgeologisk kart over området (kilde: ngu.no). Tiltaksområdet markert med rød, stiplert linje.



Figur 2-4 Faresoner for kvikkleireskred og skredhendelser. Røde prikker indikerer at området er kartlagt for fare for kvikkleireskred (kilde: atlas.nve.no). Tiltaksområdet er omkranset med rød, stiplet linje.

Tilgjengelige grunnundersøkelser indikerer at løsmassene på tomta består av et øvre lag med varierende masser (Trondheim kommune rapport R.1790 og Kummeneje O-nr 0327). Det er registrert leire, sand og fyllmasser med varierende mektighet i topplaget. Derunder er det indikert leire til avslutningsdybde på sonderinger. Det er påvist et torvlag 5 m under terreng. Det er ikke påvist kvikkleire på tomta.

Under skredmassene indikerer sonderingene middels fast leire i stor dybde. Grunnundersøkelser fra området indikerer at leira er noe overkonsolidert og i liten grad kompressibel så lenge historisk belastning ikke overskrides. Bopunkt 27 fra Trondheim kommune rapport R. 1790 antas å være representativt for østre del av tomta og er vist i Figur 2-5.



Figur 2-5: Figur 2 5. Utsnitt av tegning nr. 015 som viser sondering, CPTU og prøveserie på tomta [rapport R. 1790 Trondheim kommune [5]]

## 2.1 Grunnvann

Det er ikke utført poretrykksmålinger på planområdet. Basert på topografi, grunnforhold og nærliggende poretrykksmålinger antas grunnvannstand å ligge på 2-3 m dybde under terreng på sentrale deler av området, under sandlaget vest på tomta.

## 2.2 Berg

Det er ikke utført borer til berg på tomta. Grunnundersøkelser 60 m sør for Nardovegen 2 viser at berg er påtruffet ved ca. kote +30-35. Borer i skråningen vest for Nardovegen 5 viser at sondering er avsluttet ved kote +25 uten å treffe berg.

## 3 Vurdering av områdestabilitet

Fare for områdeskred skal utredes for å tilfredsstillere krav til NVEs kvikkleireveileder [13] og TEK17 [14].

Utredningen skal bekrefte eller avkrefte reell fare for områdeskred. Kapittel 3 i NVE-veilederen beskriver prosedyrer for utredning av områdeskredfare. Prosedyren er delt inn i 2 hoveddeler: Del 1 (steg 1-3) som omfatter innledende vurderinger og avgrensning av aktsomhetsområder for områdeskredfare, og del 2 (steg 4-11) for utredning av faresoner med tilhørende dokumentasjon.

Det er planlagt oppføring av nye bolig- og forretningsbygg i tiltaksområdet. Tabell 3.2 i NVE-veileder plasserer tiltaket i tiltakskategori K4. For tiltak plassert i tiltakskategori K4 krever veilederen at faresoner som kan berøre tiltaket må avgrenses og utredes for områdeskredfare. Krav til utredning gjelder også hvis tiltaket ligger i et utløpsområde. For nærmere gjennomgang av krav til K4 tiltak vises det til kapittel 3.3.6 i veilederen.

Gjennomgang av prosedyren er vist med utfyllende beskrivelse av valgene i underliggende kapitler 3.1 til 0, Tabell 3-1 oppsummerer gjennomgangen.

Tabell 3-1: Oppsummering av gjennomgang av fare for områdeskred iht. NVEs kvikkleireveileder

Pkt.	Overskrift	Kommentar
1.	Undersøk om det finnes registrerte faresoner i området	Det er iht. NVE Atlas kartlagt faresoner for kvikkleireskred øst for tiltaksområdet. Kvikkleiresone 189 Nardo Nordre ligger like ved tiltaksområdet.
2.	Undersøk om hele eller deler av området ligger under marin grense	Hele området ligger under marin grense.
3.	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred	Total skråningshøyde vest for tomta er over 5 m og terrenget er brattere enn 1:20.
4.	Bestem tiltakskategori	Basert på konsekvens ved skred, plasseres tiltaket i tiltakskategori K4.
5.	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skrånninger og mulig løsneområde	Gjennomgang av tidligere grunnlag viser at det er påvist kvikkleire i skrånningen sørvest for tomta.
6.	Befaring	Befaring er gjennomført på området.
7.	Gjennomfør grunnundersøkelser	Gjennomgang av eksisterende grunnundersøkelser i området rundt den aktuelle tomta indikerer et akseptabelt grunnlag for vurdering av områdestabilitet.
8.	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder.	Aktuell skredmekanisme i skrånningene sørvest for planområdet er rotasjonsskred. Basert på dette vurderes tiltaket å ikke ligge innenfor et løsne- eller utløpsområde for kvikkleireskred.  I skrånningene vest for tomta er det ikke påvist masser med sprøbruddegenskaper, men skrånningen er bratte og består av et leirlag med stor mektighet. Tomta vil ligge i et potensielt utløpsområde for et lokalt rotasjonsskred, og robusthet av skrånningen må kontrolleres.
9.	Avgrens og faregradklassifisere faresoner	Ikke utført. Det er ikke påvist masser med sprøbruddegenskaper i skrånningene vest for tomta.
10.	Stabilitetsvurdering. Dokumentasjon av tilfredsstillende sikkerhet	Skrånningene er vurdert for robusthet. Profil A fra Multiconsult rapport 300937-1 viser tilstrekkelig robusthet.
	<b>Konklusjon</b>	Basert på vurdering av aktuell skredmekanisme og avgrensning av løsne- og utløpsområder vurderes tomta som klarert mtp. fare for områdeskred.

### 3.1 Undersøk om det finnes registrerte faresoner i området.

NVEs atlas [12] viser at kvikkleiresone 189 Nardo Nordre ligger øst for tiltaksområde, se Figur 2-4. Kvikkleiresonen har faregrad lav og konsekvens alvorlig, den er plassert i risikoklasse 3. Det er i tillegg påtruffet kvikkleire i skrånningen sørvest for planlagt utbygging, se Figur 2-2.

### 3.2 Undersøk om hele eller deler av området ligger under marin grense

Hele området ligger under marin grense.

### 3.3 Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred.

I henhold til NVEs kvikkleireveileder 1/2019 [13] skal det utføres en terrengeanalyse med konservative kriterier for å begrense aktsomhetsområdene til områder der topografien gir mulighet for områdeskred.

Følgende kriterier skal benyttes på dette stadiet i utredningen:

- Jevnt hellende terreng brattere enn 1:20 og total skråningshøyde > ca. 5 m
- I platåterreng: høydeforskjeller på 5 m og mer
- Maksimal bakovergripende skredutbredelse = 20 x skråningshøyde målt fra fot skråning.

Terrenget på tomta er relativt flatt, og tilfredsstillende dermed kravet i NVE-veilederen om maksimal skråningshelning på 1:20.

Imidlertid stiger terrenget øst og vest for tomta med helninger brattere enn 1:15. I øst stiger terrenget med helning på ca. 1:10, og i vest med en helning på ca. 1:1,5-1:2 med høydeforskjell på ca. 20 m. Terrenget i området overskrider dermed kravet i NVE-veileder om maksimal skråningshelning på 1:20.

### 3.4 Bestem tiltakskategori

Det skal bygges leilighet- og næringsbygg. Dette vil være et tiltak som medfører større tilflytting/personopphold. På bakgrunn av dette plasseres tiltaket i tiltakskategori K4.

### 3.5 Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde

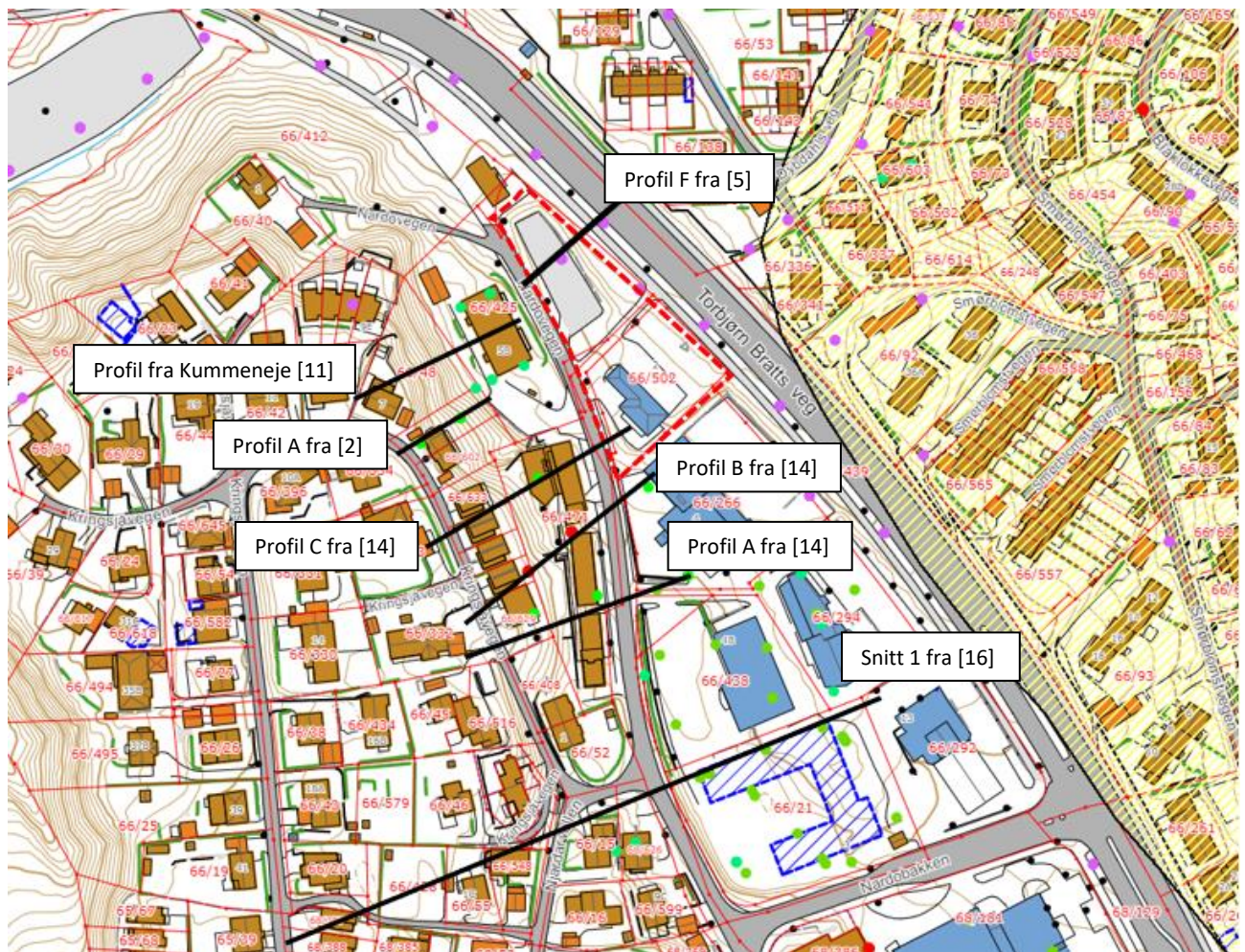
Vurderinger i foreliggende underkapittel redegjør og oppsummerer relevant grunnlag. Arbeidet er utført av Trondheim kommune, Norconsult og Multiconsult. For detaljert beskrivelse og vurderinger henvises det til aktuelle rapporter og notater.

Det er utført grunnundersøkelser i store deler av området vest for Nardovegen 2-5. Figur 3-1 viser et utsnitt av Trondheim kommunes kartløsning med borpunkter i området og det er inntegnet relevante profiler fra geotekniske rapporter. Multiconsult har utført grunnundersøkelser og geotekniske vurderinger i profil A, B og C, sørvest for området [15]. Multiconsult (tidligere Noteby) har også utført grunnundersøkelser i snitt A vest for området [2].

Norconsult har vurdert stabilitetsforhold i 2020 [16] og [17] mot øst og vest for Nardobakken 3 som ligger sør for Nardovegen 2-5. Multiconsult har utført vurderinger for Torbjørn Bratts vei 11 som ligger ca. 70 m sør for Nardovegen 2-5 [18].

Det er tolket sprøbruddmateriale i profil A og B [15], samt i snitt 1 [17].

Utbyggingsområdet vurderes å ligge i en potensiell utløpssone for profil A [2] og profil B og C [15], og profil fra Kummeneje [11].



Figur 3-1 Vurderte profiler fra tidligere rapporter.

Områdestabilitet mot øst er tidligere vurdert og presentert i Multiconsult rapport nr. 10228329-RIG-RAP-001\_rev01 [1]. Nardovegen 2-5 vurderes som klarert med tanke på områdeskred fra kvikkleiresone 189 Nardo nordre.

### 3.6 Befaring

Det er utført befaring på området.

### 3.7 Gjennomfør grunnundersøkelser

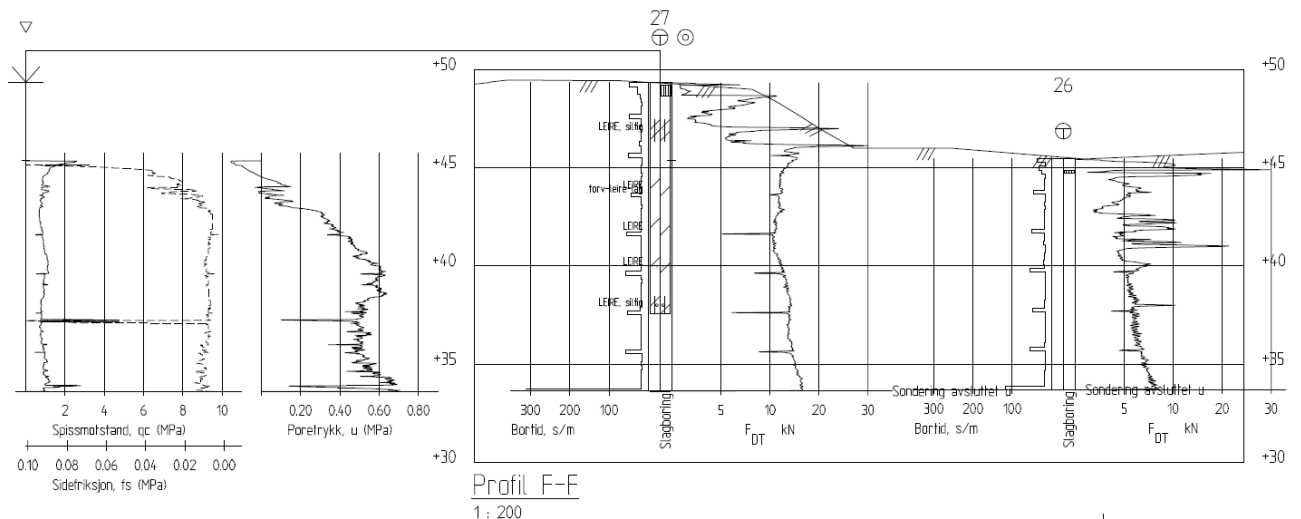
Gjennomgang av eksisterende grunnundersøkelser i området rundt den aktuelle tomte indikerer et generelt godt grunnlag for vurdering av områdestabilitet, og det er ikke nødvendig med supplerende grunnundersøkelser.

### 3.8 Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder

Terrenget på tomta er relativt flatt, og tilfredsstilles dermed kravet i NVE-veilederen om maksimal skråningshelning på 1:20. Tomta ligger ikke innenfor et potensielt løsneområde. Det er ikke påtruffet leire med sprøbruddegenskaper i tidligere grunnundersøkelser innenfor planområdet, Figur 3-2 viser utsnitt av utførte grunnundersøkelser i profil F fra Trondheim kommune rapport R.1790 [5].

Den aktuelle tomta ligger i et potensielt utløpsområde for et skred som starter i skråningen i vest (Profil A [2], og Profil B og C [15]). Beliggenheten av profilene er vist på Figur 3-1.

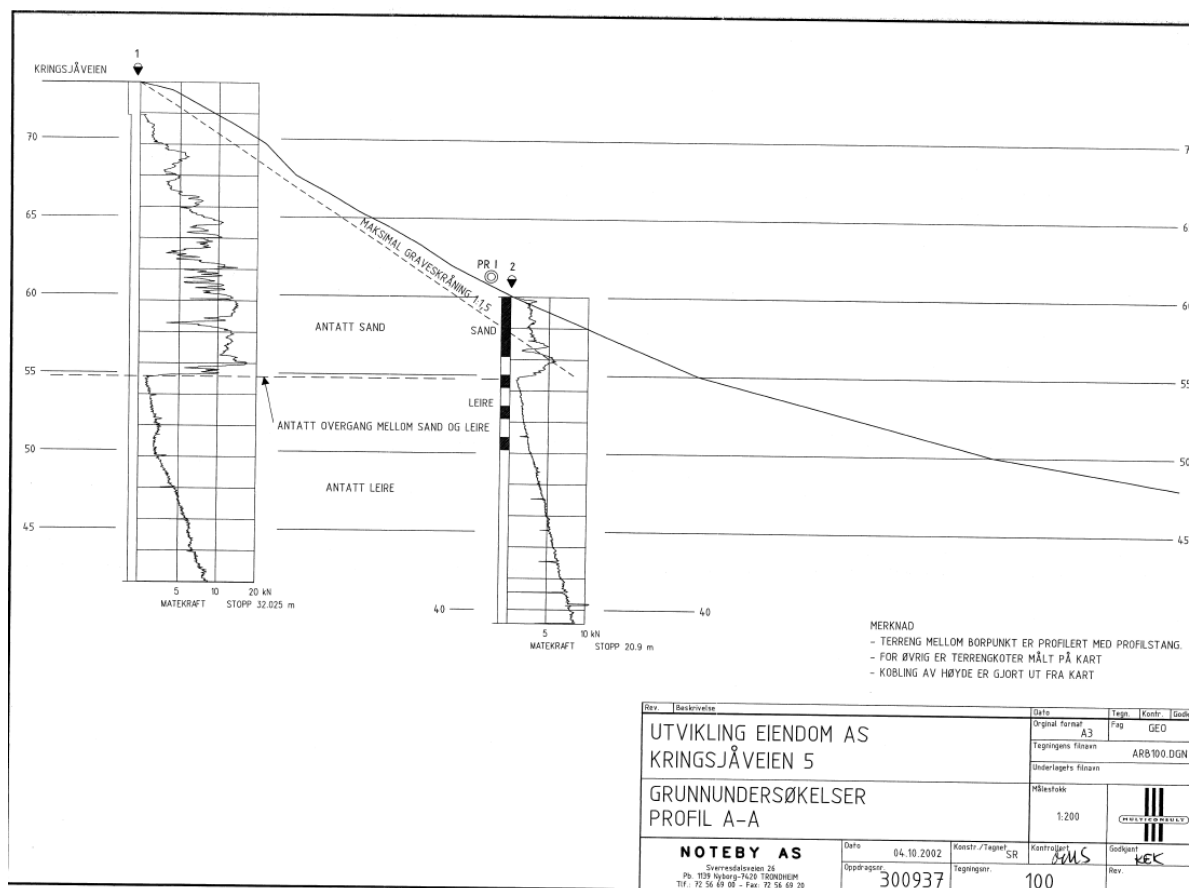
Det er i foreliggende delkapittel vurdert potensiale for skred og vurdering av skredmekanisme i de ulike profilene for å vurdere utløpsområdet. Basert på vurderingene i foreliggende delkapittel vurderes tiltaket å ikke ligge innenfor et løsne- eller utløpsområde for kvikkleireskred. Basert på begrenset grunnlag av opptatte prøver fra skråningene i nord har det også blitt gjort en innledende vurdering av stabiliteten til skråningene. Tomta vil ligge i et potensielt utløpsområde for et lokalt rotasjonsskred, og robusthet av skråningen må kontrolleres.



Figur 3-2 Profil F-F fra Trondheim kommune rapport R.1790 [5]. Det er ikke påvist leire med sprøbruddegenskaper i borpunkt 27.

### 3.8.1 Profil A fra Multiconsult rapport 300937-1, Kringsjøveien 5 [2]

Figur 3-3 viser profil A fra Multiconsult rapport 300937-1 [2]. Grunnforholdene er i rapporten vurdert å bestå av sand over leire. Dybde til fjell antas å være stor. Sanden er noe grusig. Basert på utførte sonderinger og opptatte prøver er det ikke påvist masser med sprøbruddegenskaper i dette profilet, men det kan ikke utelukkes en forekomst ved ca. kote 52 i sondering 1 (Figur 3-3)



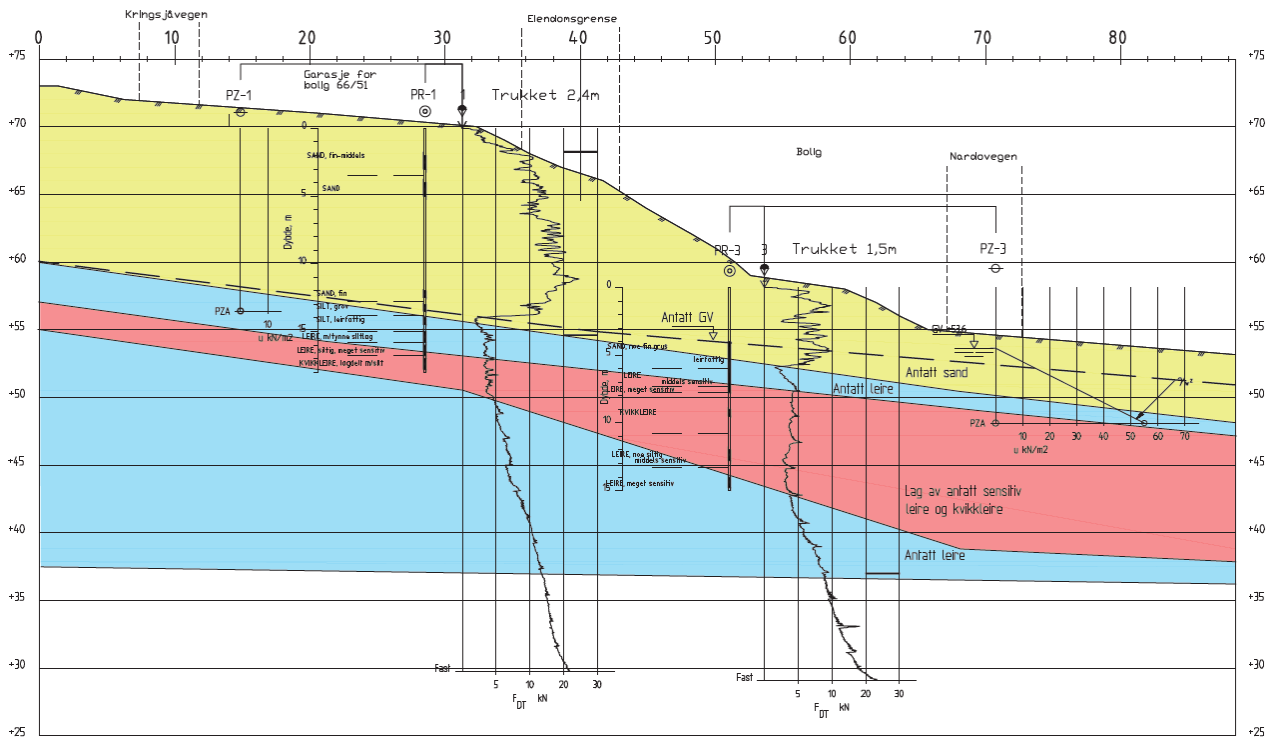
Figur 3-3 Profil A-A fra [19].

### 3.8.2 Profil B og C fra Multiconsult rapport 415451-RIG-RAP-002 [15]

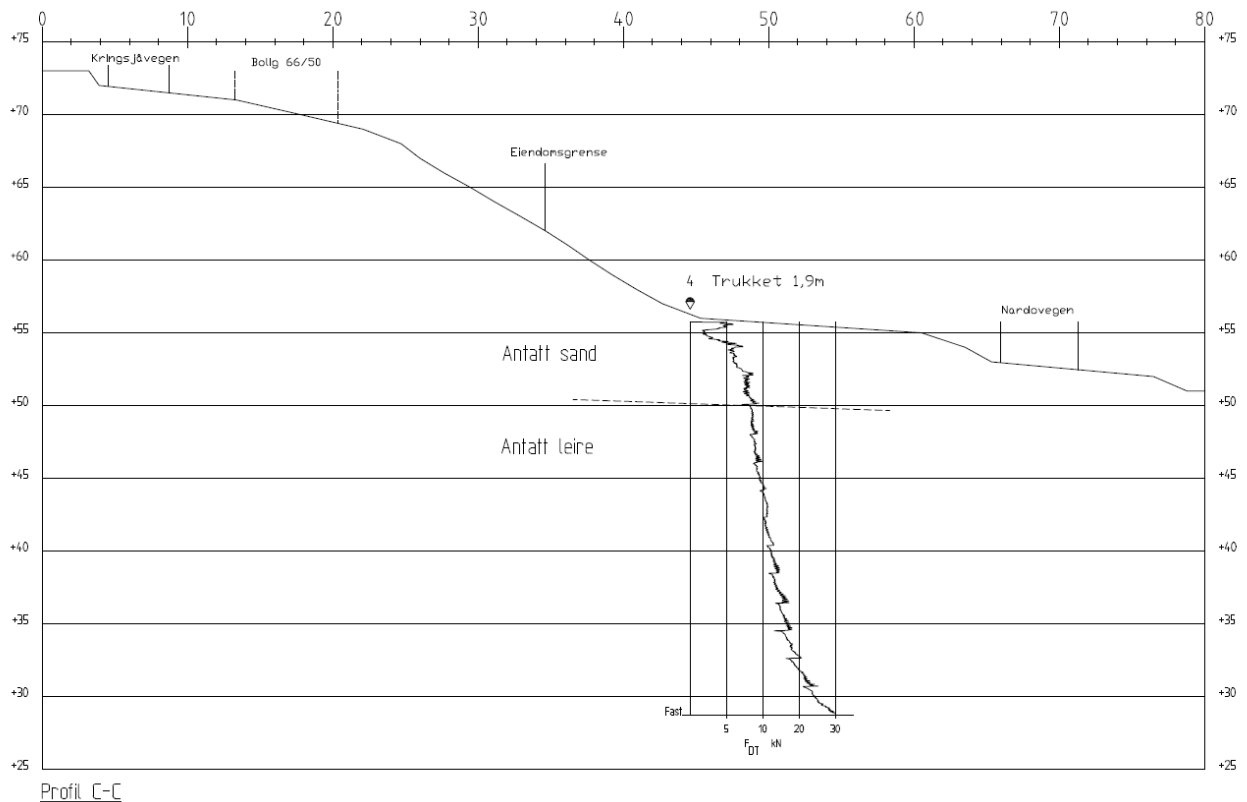
Figur 3-4 viser tolket lagdeling i Profil B fra Multiconsult rapport 415451-RIG-RAP-002 [15]. Vurderinger i [15] viser at det kan ligge et lag med mektighet på ca. 2-10 m av antatt sensitiv leire og kvikkleire i profil B. Mulig kvikkleire ligger på ca. kote +37 til +57. Det er utført stabilitetsberegninger for profil B, hvor beregningene viser tilfredsstillende lokal- og områdestabilitet etter utbygging basert på prosentvis forbedring iht. NVE veileder 7/2014 [19]. Vurderingene er presentert i Multiconsult rapport 415451-RIG-RAP-003 [20]. I profil C fra rapport 415451-RIG-RAP-001 indikerer sonderingene leire til stor dybde, se Figur 3-5 [7]. Det er ikke tolket sprøbruddmaterialet i dette profilet.

Basert på beliggenhet av kvikkleira i profil B vurderes mulig skredmekanisme som rotasjonsskred fra profil B og mot sør. Terreng ved etablerte bygg ved Nardovegen 7 ligger på ca kote +55. Topp skråning ligger på kote +73. Løsneområdet lengde vurderes å være  $L=5 \times H = 18 \times 5 = 90$  m. Dette medfører et potensielt utløpsområde på 45 m, se Figur 3-6. Det forutsettes at lokalstabiliteten ved utgraving ivaretas og at utgraving ikke forverrer stabiliteten i profil B og C fra [15].

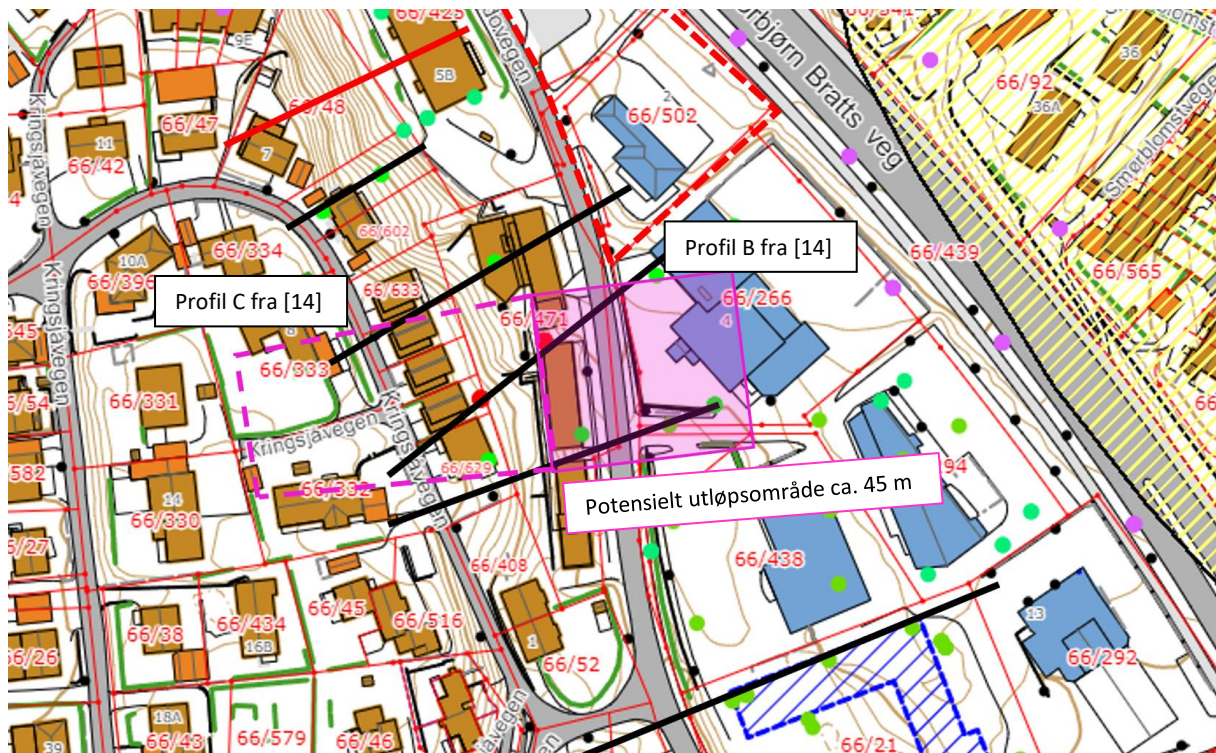




Figur 3-4 Tolket lagdeling profil B fra [15]



Figur 3-5 Profil C fra [7]



Figur 3-6 Potensielt utløpsområde for skråning vest for Nardovegen 7. Nord for dette området er det ikke påvist leire med sprøbruddegenskaper.

### 3.8.3 Snitt 1 fra Norconsult rapport 5202958-RIG-06 [17]

Figur 3-1 viser beliggenhet av snitt 1 fra Norconsult rapport 5202958-RIG-06 [17]. Basert på tolket lagdeling og beliggenhet av kvikkleira i snitt 1 vurderes mulig skredmekanisme som rotasjonsskred [17]. Nardovegen 2 og 5 vil ikke ligge i et potensielt utløpsområde for snitt 1 fra Norconsult rapport 5202958-RIG-06.

## 4 Geoteknisk vurdering av stabilitet

Selv om det ikke er påtruffet masser med sprøbruddegenskaper i skråningene vest for tomta kan det ikke utelukkes sprøbruddmateriale i dybden. Skråningene er også bratte og består av et leirlag med stor mektighet. Tomta vil ligge i et potensielt utløpsområde for et lokalt rotasjonsskred, og robusthet av skråningen må kontrolleres. For alle skråninger utenfor tiltaksområdet gjelder krav til sikkerhet  $F_{co} \geq 1,25$  og krav til robusthet  $F_{cu} \geq 1,2$  etter NVE 1/2019. Det må også dokumenteres at utgraving for kjeller ligger utenfor influensområdet til skråningen og lokalstabiliteten for utgraving må kunne tilfredsstille krav til sikkerhetsfaktor  $F_{cu} \geq 1,4$  og  $F_{co} \geq 1,25$  i henhold til Eurokode 7 [21].

For kontroll er det utført en stabilitetsberegning for Profil A fra [2]. Profilet er vist i Figur 3-3. For kontrollberegninger er det benyttet erfaringstall fra utførte grunnundersøkelser i området. Valgte materialparametere for beregninger er vist i Vedlegg A og resultater fra beregninger for dagens tilstand er vist i tegning 10228329-RIG-TEG-804.

Beregninger i Profil A fra Multiconsult rapport 300937-1 viser tilstrekkelig robusthet etter krav til skråninger utenfor tiltaksområdet. Lokalstabilitet må ivaretas gjennom geoteknisk prosjektering for alle faser av utbygginga. For dokumentasjon av robusthet er det for  $C_{UA}$ -profil i topp skråning benyttet SHANSEP med OCR=1. Dette vurderes som en konservativ antakelse. Med denne antagelsen tilfredsstiller skråningen kravet til robusthet, men det må dokumenteres at lokalstabilitet ved utgraving er ok. Generelt er  $C_{UA}$ -profil tolket fra enaks og konus, og det anbefales at det i de supplerende grunnundersøkelser utføres spesialforsøk som et bedre grunnlag for stabilitetsberegningene. Det må også utføres supplerende grunnundersøkelser ved tomta som kan dokumentere at styrkeprofilene er i henhold til antatt basert på grunnundersøkelser fra nærliggende område.

## 5 Konklusjon

Nardovegen 2-5 vurderes som klarert med tanke på områdeskred fra skråningene vest for tomta. Aktuell skredmekanisme i skråningene hvor det er påvist kvikkleire er rotasjonsskred. Disse skråningene ligger sørvest for tomta og det vurderes at tiltaket ikke ligge innenfor et løsn- eller utløpsområde for kvikkleireskred. I skråningene vest for tomta er det ikke påvist masser med sprøbruddegenskaper, men skråningene er bratte og består av et leirlag med stor mektighet. Tomta vil ligge i et potensielt utløpsområde for et lokalt rotasjonsskred, og skråningene er vurdert for robusthet. Profil A fra Multiconsult rapport 300937-1 viser tilstrekkelig robusthet iht. krav i NVE 1/2019.

Vurderingene i foreliggende notat må kvalitetssikres av uavhengig foretak.

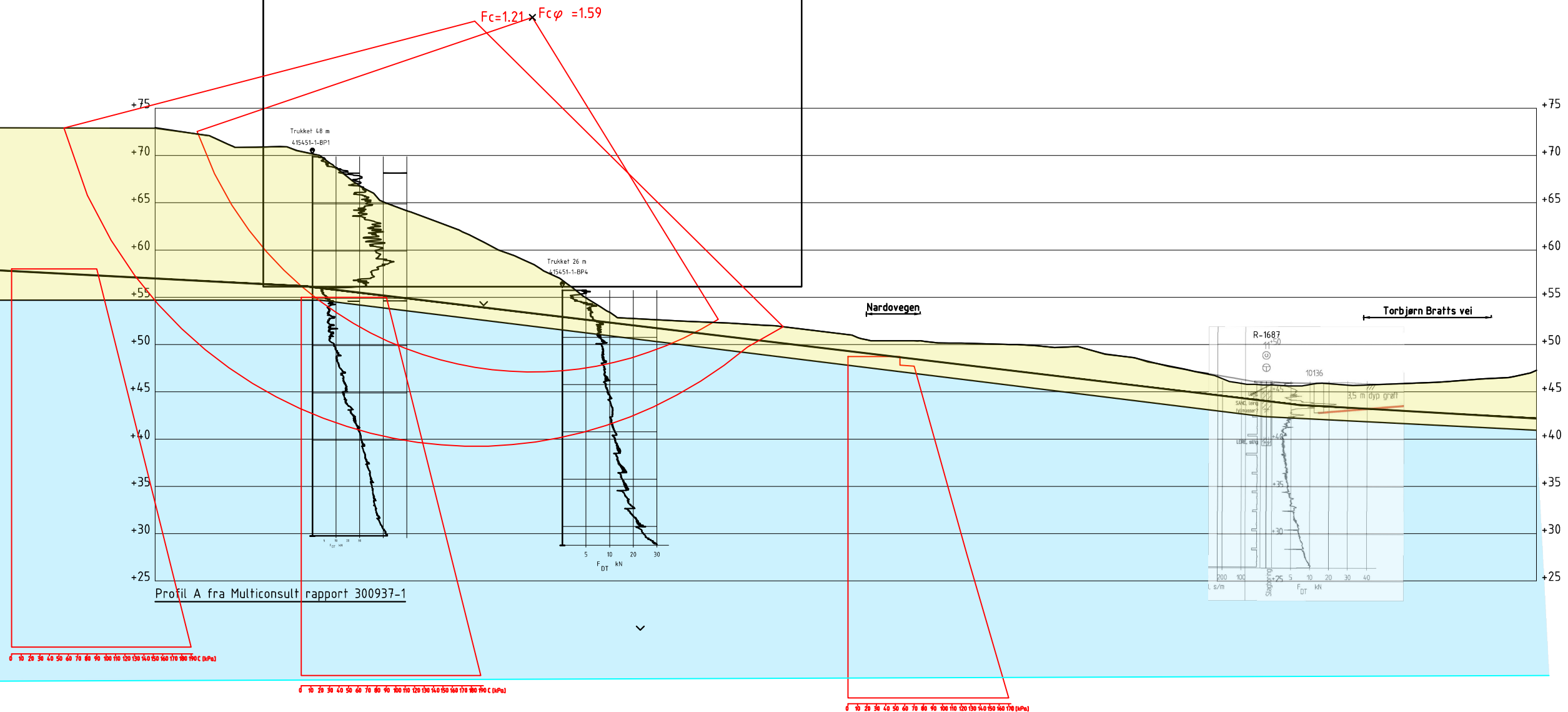
Nardovegen 2-5 er tidligere klarert med tanke på områdeskred fra skråningene øst for tomta.

Skråningene mot vest er generelt bratte og består av et leirlag med stor mektighet. Lokalstabilitet må ivaretas gjennom geoteknisk prosjektering for alle faser av utbygginga.

## 6 Referanser

- [1] Multiconsult Norge AS, «10228329-RIG-RAP-001\_rev01 Nardovegen 2-5. Geoteknisk vurdering av områdestabilitet øst,» 21.01.2022.
- [2] Multiconsult Norge AS, «300937-1-Kringsjøveien 5, Grunnundersøkelser,» 2002.
- [3] Trondheim kommune, R1575 Blomsterbyen kvikkleirekartlegging, 2014.
- [4] Trondheim kommune , R1576-4 Blomsterbyen supplerende grunnundersøkelser, 2015.
- [5] Trondheim kommune , R.1790 - Fossumdalen, etappe 7, 2020.
- [6] Norconsult, 576481 GEO-02 rev 02 Torbjørn Bratts veg/Nardovegen geoteknisk vurdering, 2014.
- [7] Multiconsult Norge AS, 415451-RIG-RAP-001 - Nardovegen 7, Grunnundersøkelser, 2012.
- [8] Multiconsult Norge AS, 10219420-RIG-RAP-001 Nardobakken 3, 2020.
- [9] Multiconsult Norge AS, 10220499-RIG-RAP-001 Geoteknisk datarapport, 2021.
- [10] ERA Geo, Blåklukkevegen 15 Geoteknisk datarapport, 2021.
- [11] Kummeneje, «0327 Boligblokk, Nardovegen,» 1964.
- [12] Norges Vassdrags-og energidirektorat(NVE), atlas.nve.no.
- [13] NVE, Veileder 1/2019 "Sikkerhet mot kvikkleireskred", 2019.
- [14] D. f. Byggkvalitet, «Byggteknisk forskrift, TEK 17, Veiledningen om tekniske kravtil byggverk,» 2017.
- [15] Multiconsult Norge AS, «415451-RIG-RAP-002 Nardovegen 7, Områdestabilitet,» 13.11.2013.
- [16] Norconsult, 5202958-RIG-05 - Nardobakken 3, Stabilitetsforhold mot øst, 2020.
- [17] Norconsult, 5202958-RIG-06 - Nardobakken 3, Stabilitetsforhold mot vest, 2020.
- [18] Multiconsult Norge AS, 10220499-RIG-NOT-001 - Torbjørn Bratts vei 11, 2020.
- [19] NVE, «Veileder 7/2014: Sikkerhet mot kvikkleireskred,» Norges vassdrags- og energidirektorat, Oslo, 2014.
- [20] Multiconsult Norge AS, «415451-RIG-RAP-003. Nardovegen 7. Byggefase stabilitetsberegningene,» 2014.
- [21] Standard Norge, Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmenne regler, Norsk standard (Eurokode) NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016+NA:2020, 2020.
- [22] NIFS, Metode for vurdering av løsn- og utløpsområder for områdeskred, 2016.

Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C'	C	Aa	Ad	Ap
Sand	18.00	8.00	36.0	3.6				
Leire	19.00	9.00	28.0	3.0	C-prof 1.00	0.63	0.35	



**Tegnforklaring:**

- Sand og grus
- Leire

KARTGRUNNLAG: DIGITALT KART FRA HØYDEDATA  
 KOORDINATSYSTEM: EUREF89, sone 32  
 HØYDEREFERANSE: NN2000

Rev.	Beskrivelse	Dato	Tegn.	Kontr.	Godkj.

**Multiconsult**  
www.multiconsult.no

Godhavn AS  
 Nardovegen 2-5  
 Områdestabilitet mot vest  
 Profil A fra Multiconsult rapport 300937-1

Status	Utsendt	Fag	RIG	Originalt format	A3	Dato	2022-10-14
Konstr./Tegnet	IEO	Kontrollert	ANG	Godkjent	ANG	Målestokk	1:400
Oppdragsnr.	10228329	Tegningsnr.	RIG-TEG-804	Rev.	00		

Z:\010228\10228329-01\10228329-01-03 ARBEIDSMAPPE\10228329-01 RIG-TEG-800 Stabilitetsberegninger profil A fra Multiconsult rapport 300937-1.dwg, - Layout: (800 (A3)); - Plottet av: ieo, Dato: 2022.10.20 kl. 13:44

# Vedlegg A

## Materialparametere

### Innholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>Tolkning av beregningsparametere</b>	<b>1</b>
1.1	Kvalitet av undersøkelser	1
1.2	Tyngdetetthet	1
1.3	Grunnvannsnivå og poretrykk	1
1.4	Tidligere overlaging	1
1.5	Udrenert skjærfasthet	2
1.6	Anisotropi	4
1.7	Effektivspenningsparametere	5
1.8	Valgte materialparametere	5
<b>2</b>	<b>Stabilitetsberegninger</b>	<b>6</b>
2.1	Generelt	6
2.2	Beregningsverktøy	6
2.3	Forutsetninger	6
2.4	Laster	7
2.5	Resultater	7
2.6	Følsomhetsvurdering	7
<b>3</b>	<b>Referanser</b>	<b>7</b>

## 1 Tolkning av beregningsparametere

Tolkning av parametere er utført på basis av utførte sonderinger og opptatte prøveserier fra Multiconsult Norge AS [1] [2] [3] og Trondheim kommune [4]. Det er også benyttet erfaringsverdier iht. Statens vegvesens Håndbok V220.

Valgte parametere er oppsummert i Tabell 1-3.

### 1.1 Kvalitet av undersøkelser

Prøver er hovedsakelig tatt med 54 mm sylindrerprøvetaker og viser noe prøveforstyrrelse. Noe prøveforstyrrelse må forventes, spesielt i masser med høyt med siltinnhold.

### 1.2 Tyngdetetthet

Det er målt tyngdetetthet for prøver av leir-masser. For materialer hvor det ikke finnes målte verdier av tyngdetetthet er det benyttet erfaringsverdier iht. Håndbok V220.

### 1.3 Grunnvannsnivå og poretrykk

Det er ikke utført poretrykksmålinger. Generelt antas grunnvannstanden å ligge i overgang mellom sand og leire.

### 1.4 Tidligere overlaging

Det er utført ødometerforsøk og vurdering av tidligere overlaging i forbindelse med utbygging ved Torbjørn Bratts veg. Basert på ødometerforsøk fra Torbjørn Bratts veg ved dybde 8,3m antas prekonsolideringsspenningen å ligge rundt 240 kPa. Ved vurdering av OCR/POP er grunnvannstanden lagt ca. 4 m under terreng.

## 1.5 Udrenert skjærfasthet

### Generelt:

Generelt er karakteristisk skjærstyrkeprofil ( $C_{UA}$ ) valgt basert på erfaringsverdier, SHANSEP-betraktninger og resultater fra konus/enaks fra representative prøveserier.

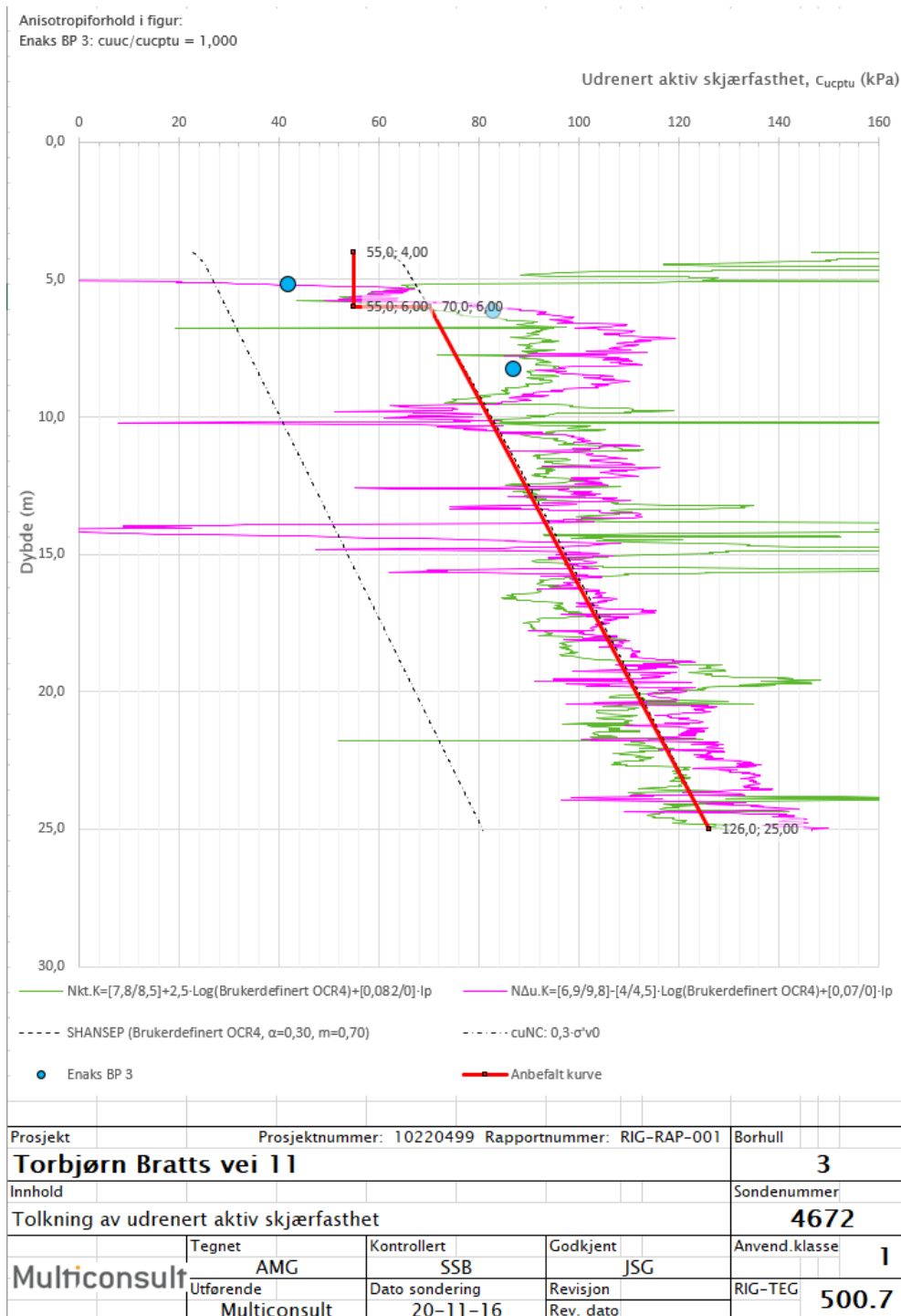
### Topp skråning

For topp skråning ble det benyttet  $C_{UA}$ -profil fra SHANSEP med OCR=1. Dette vurderes som en konservativ antagelse. Det anbefales at det utføres CPTU og opptak av prøver av leirlaget ved topp skråning for bedre beregningsgrunnlag i senere faser.

### Bunn skråning

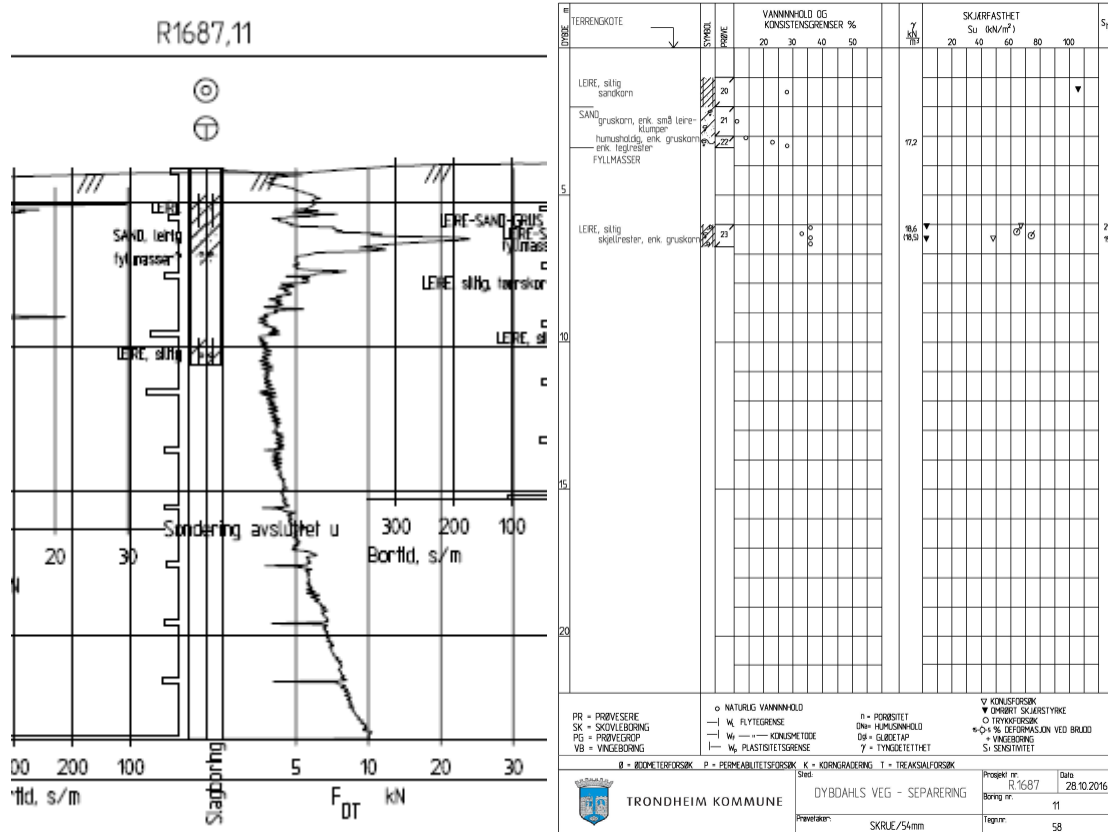
For bunn av skråning er det benyttet  $C_{UA}$ -profil fra Torbjørn Bratts veg, samt en kontroll mot opptatte prøveserier fra Trondheim kommune og Multiconsult i området.

Figur 1-1 viser tolket  $C_{UA}$ -profil med dybden fra CPTU fra nabotomta, Torbjørn Bratts veg 11. Figur 1-2 viser utsnitt fra sondering og opptatt prøve fra Trondheim kommune borpunkt 11, R1687. Det vurderes at grunnlaget fra Torbjørn Bratts veg 11 kan benyttes for en innledende vurdering av stabiliteten mot vest for Nardovegen 2-5.



Figur 1-1: Tolket  $c_{UA}$ -profil med dybden fra CPTU fra nabotomta, Torbjørn Bratts veg 11.





Figur 1-2: Viser sondering og opptatt prøveserie for sørøstlige hjørne av tomte for Nardovegen 2-5.

### 1.6 Anisotropi

Det er ikke utført treksialforsøk på prøver i området for vurdering av anisotropiforhold. Anisotropiforhold er vurdert ut fra publiserte «omforent anbefaling» i NIFS-rapport nr. 14/2014 [5].

Tabell 1-1: Anisotropifaktorer iht. NIFS-rapport nr. 14/2014.

$I_p$	$C_{uD}/C_{uC}$	$C_{uE}/C_{uC}$
$I_p \leq 10 \%$	0,63	0,35
$I_p \geq 10 \%$	$0,63 + 0,00425 \cdot (I_p - 10)$	$0,35 + 0,00375 \cdot (I_p - 10)$

Det er målt plastisitetsindeks på noen opptatte prøver, og denne er generelt rundt 10%. Erfaringsmessig er  $I_p$  for ikke sensitive leire i Trøndelag ca. 10-20%. Følgende anisotropiforhold er benyttet for leire i beregningene.

Tabell 1-2: Valgte ADP-faktorer.

Materiale	$I_p$ [%]	$c_{uD}/c_{uC}$	$c_{uE}/c_{uC}$
Leire	10	0,63	0,35

## 1.7 Effektivspenningsparametere

### Effektivspenningsparametere, friksjonsvinkel, $\varphi_k$

Valgte effektivspenningsparametere er basert på prøveserier samt vurdert opp mot erfaringsverdier iht. Statens vegvesen Håndbok V220.

Styrkeparametere benyttet ved beregning er angitt i Tabell 1-3.

## 1.8 Valgte materialparametere

Materialparametere benyttet ved beregning er angitt i Tabell 1-3. Aktiv udrenert skjærstyrke benyttet i udrenerte stabilitetsberegninger er vist som  $c_u$ -profiler i stabilitetstegningene, se tegning nr. –804.

Tabell 1-3: Valgte materialparametere

Material	Tyngdetetthet, $\gamma$	Friksjon, $\tan \varphi_k$	Attraksjon, $a$
Sand	18,0 kN/m <sup>3</sup>	0,73 ( $\varphi_k = 36,0^\circ$ )	5 kPa
Leire	19,0 kN/m <sup>3</sup>	0,53 ( $\varphi_k = 28,0^\circ$ )	5 kPa

## 2 Stabilitetsberegninger

### 2.1 Generelt

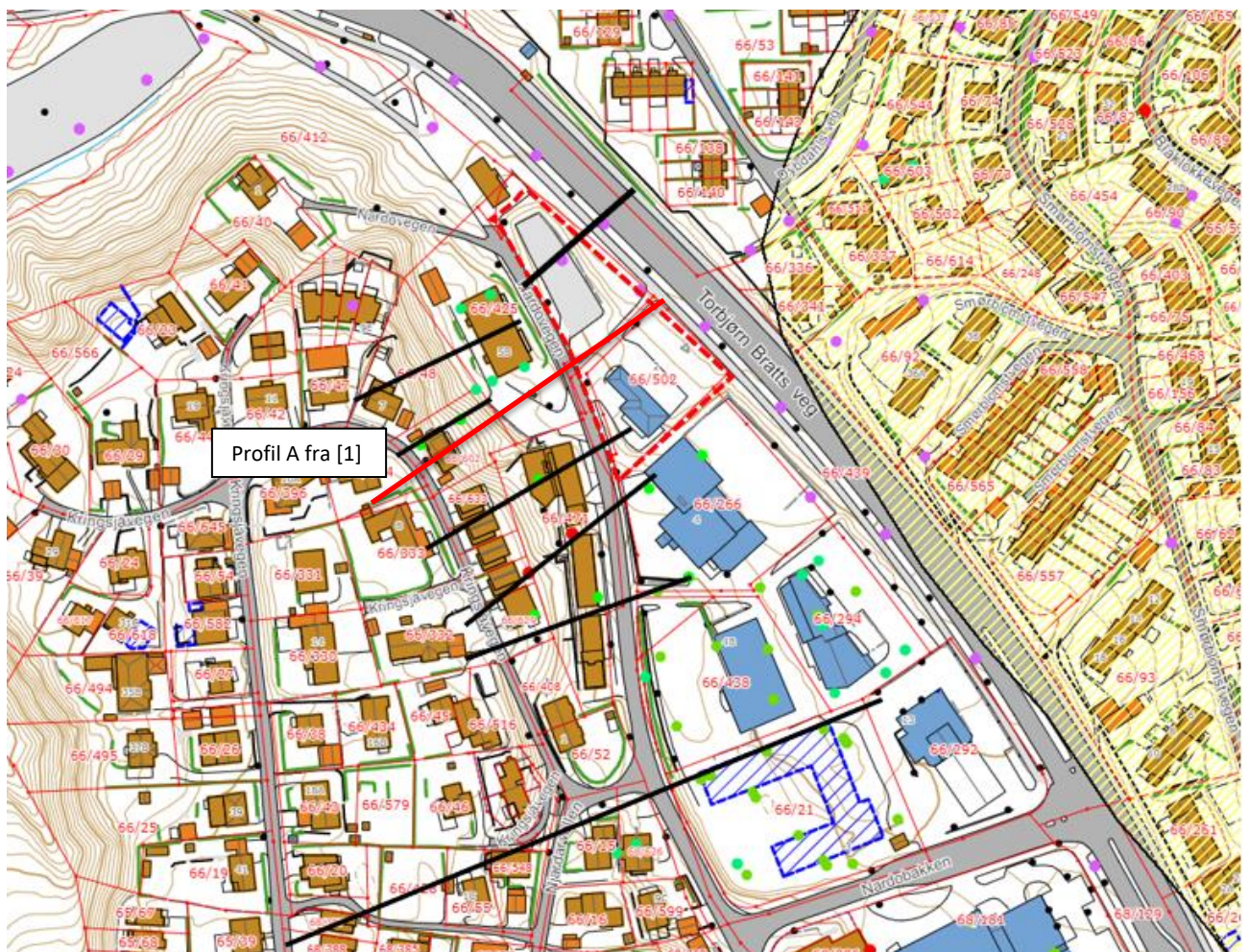
I denne faser er det utført på beregninger for et utvalgt profil hvor avstand fra bunn skråning til tomt er minst. Dette profilet er også antatt å være mest kritisk på grunn av topografi og grunnforhold. Det er utført beregninger både ved effektiv- og totalspenningsbasis. Det er søkt etter både sirkulære og sammensatte glideflater, samt for dypere flater med høyere sikkerhet en kritiske flater.

### 2.2 Beregningsverktøy

Stabilitetsberegningene er utført med beregningsprogrammet «GeoSuite Stability» versjon 22.0.1.0 med beregningsmetode «Beast 2003». Beregningsmetoden er basert på grenselikevektsmetode, og anvender en versjon av lamellmetoden som tilfredsstillende både kraft- og momentlikevekt. Programmet søker selv etter kritisk sirkulærsylindrisk glideflate for definerte variasjonsområder av sirkelsentrum. Det er også søkt etter sammensatte skjærflater.

### 2.3 Forutsetninger

Det er benyttet en forlenging av profil A fra [1] for stabilitetsberegninger, se Figur 2-1 for beliggenhet av beregningsprofil.



Figur 2-1: Vurderte profiler fra tidligere profiler. Rød markering viser omtrentlig plassering av beregningsprofil, som er like ved profil A fra [1]

## 2.4 Laster

Det er ikke benyttet noen laster i stabilitetsberegningene.

## 2.5 Resultater

Beregningsresultatene er vist på tegning nr. 10228329-RIG-TEG-804.

## 2.6 Følsomhetsvurdering

Beregningene i profilet er svært følsom for valgt  $C_{uA}$ -profil. Det må utføres supplerende grunnundersøkelser ved tomte som kan dokumentere at styrkeprofilene er i henhold til antatt basert på grunnundersøkelser fra nærliggende område. For dokumentasjon av robusthet er det for  $C_{uA}$ -profil i topp skråning benyttet SHANSEP med OCR=1. Dette vurderes som en konservativ antakelse. Skråningen tilfredsstillende kravet til robusthet iht. NVE veileder 1/2019, men det må dokumenteres at lokalstabilitet ved utgraving er ok. Generelt er  $C_{uA}$ -profil tolket fra enaks og konus, og det anbefales at det i de supplerende grunnundersøkelser utføres spesialforsøk som et bedre grunnlag for stabilitetsberegningene.

## 3 Referanser

- [1] Multiconsult Norge AS, «300937-1-Kringsjøveien 5, Grunnundersøkelser,» 2002.
- [2] Multiconsult Norge AS, «415451-RIG-RAP-002 Nardovegen 7, Områdestabilitet,» 13.11.2013.
- [3] Multiconsult Norge AS, 10220499-RIG-NOT-001 - Torbjørn Bratts vei 11, 2020.
- [4] Trondheim kommune, R.1790 - Fossumdalen, etappe 7, 2020.
- [5] NVE, «NIFS rapport 77/2014- Valg av karakteristisk  $c_{uA}$ -profil basert på felt- og laboratorieundersøkelser,» mai 2015.