
RAPPORT

Lagerbygg Nordset

OPPDRAKSGIVER

Nordset Industripark AS

EMNE

Geoteknisk vurdering regulering

DATO / REVISJON: 10. mai 2022 / 00

DOKUMENTKODE: 10242296-RIG-RAP-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. Tredje parter 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	Lagerbygg Nordset	DOKUMENTKODE	10242296-RIG-RAP-001
EMNE	Geoteknisk vurdering regulering	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Nordset Industripark AS	OPPDRAGSLEDER	Martin Okstad
KONTAKTPERSON	Øyvind Rånes	UTARBEIDET AV	Yeganeh Attari
KOORDINATER	Sone: 33 Øst: 271868 Nord: 7031048	ANSVARLIG ENHET	10234011 Geoteknikk Midt
GNR./BNR./SNR.	501 / 42 / - / Trondheim		

SAMMENDRAG

Multiconsult er engasjert av Nordset Industripark AS til å utføre geotekniske vurdering av stabilitet i forbindelse med planlagt utbygging ved Nidelven Camping i Nordset i Trondheim kommune.

Det planlegges utbygging av 4 stk. lagerbygg på tomte til tidligere Nidelven Camping i Trondheim kommune. Lagerbygg antas direktefundamentert på en oppfylling bestående av kvalitetsmasser etablert på kote ca. 74,5 meter. Det medfører utgraving i søndre del av tomte. Kote ferdig gulv antas å ligge på kote +75,0 eller høyere.

Løsmassene i området består av et topplag med fyllmasse og tørrskorpeleire over siltig/sanding leire. Tomte ligger utenfor kjente kvikkleirefaresoner, men det er avdekket kvikkleire og sprøbruddmateriale i noen av borpunkter i området, mellom 8-25 meter dybde under terreng.

Foreliggende notat omfatter en vurdering av dagens områdestabilitet for utbyggingsområdet, etter retningslinjene i NVEs veileder 1/2019. Utbyggingen havner i tiltakskategori K1 iht. NVE kvikkleire veileder [1] grunnet begrenset personopphold. Notatet presenterer avgrensning faresoner ved utbyggingsområdet på Nidelven Camping.

I tillegg er lokalstabilitet med hensyn til planlagt utgraving på tomte vurdert iht. Eurokode 7 [2].

00	10-05-2022	Geoteknisk vurdering regulering	Yeganeh Attari	Alberto Montafia	Håvard Narjord
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	5
1.1	Formål og bakgrunn	5
1.2	Planlagt utbygging	6
2	Grunnlag.....	7
2.1	Befaring.....	7
2.2	Tidligere grunnundersøkelser	7
2.3	Utførte grunnundersøkelser	8
3	Områdebeskrivelse	9
3.1	Topografi.....	9
3.2	Kvartærgeologi	10
3.3	Kvikkleire.....	11
3.4	Grunnforhold	12
3.4.1	Løsmasser	12
3.4.2	Berg.....	16
3.4.3	Grunnvann	17
4	Sikkerhetskrav for planlagt påbygg	18
4.1	Relevant regleverk	18
4.2	Tiltakskategori.....	18
4.3	Krav til sikkerhet	19
5	Geoteknisk vurdering av planlagt utbygging	20
5.1	Områdestabilitet	20
5.1.1	Oppsummering vurdering områdestabilitet	20
5.2	Lokalstabilitet.....	21
5.3	Byggbarhet.....	23
6	Referanser	24

VEDLEGG: A – Beregningshefte stabilitetsvurdering

1 Innledning

1.1 Formål og bakgrunn

Nordset Industripark AS planlegger å bygge 4 lagerbygg på tomte til tidligere Nidelven camping i Trondheim kommune. Plantegning av planlagt utbygging av 4 stk. lagbygger (gul merking) ved Nidelven Camping er vist i Figur 1-1.

Multiconsult er engasjert av Nordset Industripark AS for å gi geoteknisk bistand og rådgiving mot reguleringsarbeider.

Tidligere grunnundersøkelser i området har påvist kvikkleire/sprøbruddmateriale. I byggesaksbehandlingen er det da krav om utredning av områdestabilitet. Dette må utføres i forbindelse med reguleringsarbeidet for å svare ut konsekvenser for/fra omgivelsene.

Foreliggende notat inneholder geotekniske vurderinger for reguleringsfasen, inkludert utredning av fare for områdeskred og vurdering av byggbarhet. Utredningen følger framgangsmåten beskrevet i NVEs veileder 1/2019 [1].



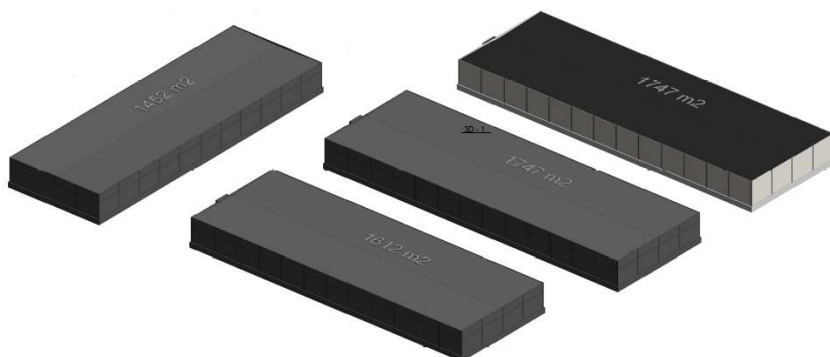
Figur 1-1 Plantegning av planlagt utbygging av 4 stk. lagbygger (gul merking) ved Nidelven Camping

1.2 Planlagt utbygging

Det planlegges utbygging av 4 stk. lagerbygninger på tomta til tidligere Nidelven Camping i Trondheim kommune. Lagerbygninger har areal mellom ca. 1450 – 1750 kvadratmeter.

Tomta ligger langs Nidelva og er i et flomutsatt område. Vassdragsteknisk analyse [14] av flomfare viser at vannstanden ved flom kan være på kote +74,5. Deler av tomta ligger noe lavere enn dette og terrenget må heves til denne koten. I søndre del av tomta ligger terrenget vesentlig høyere enn denne koten og terrenget må senkes, siden en generell terrengheving til kote +76,5 er lite hensiktsmessig. Lagerbyggene antas direktefundamentert på kvalitetsmassene som forutsettes benyttet for tomteopparbeidelsen.

Figur 1-2 og Figur 1-3 viser to utsnitt av 3D modellen. I Figur 1-2 vises planlagte lagerbygg sett fra sør mot nord.



Figur 1-2 Utsnitt av 3D modellen av planlagte lagerbygg (utarbeidet av Metall Bygg AS).



Figur 1-3 Utsnitt av 3D modellen av planlagt utbygging (utarbeidet av Metall Bygg AS)

2 Grunnlag

2.1 Befaring

Befaring av området ble utført av Multiconsult ved geoteknikere Alberto Montafia og Yeganeh Attari den 7. april 2022. I forbindelse med befaringen ble det utført prøvegraving i 13 prøvegroper på tomta. Berg i dagen og erosjonsforhold kunne ikke undersøkes nøye på grunn av snø på bakken.

2.2 Tidligere grunnundersøkelser

Det er tidligere utført grunnundersøkelser i området. En oversikt over geotekniske dokumenter for området er presentert i Tabell 2-1.

Tabell 2-1 Oversikt over rapporter/notater fra grunnundersøkelser som er lagt til grunn for vurderingen

Ref.	Aktør	Oppdrag	Rapport nr.	Datert
[4]	Trondheim kommune	Nordsetfossen – Amundsbekken Datarapport	R.1603	03.07.2014
[5]	Rambøll	Fylling Klæbu Nordset – Grunnundersøkelser Datarapport	1350002779 Rapport nr.1	12.05.2014
[6]	Statens vegvesen	Fv 922 Rassikring ved Nordset sentrum – Grunnundersøkelser Datarapport	Ud628C-91-R1	04.07.1991
[7]	Statens vegvesen	Fv 922 Ras i fylling ved Nordsetsaga	Ud628B-90-R1	05.07.1990
[8]	Statens vegvesen	Fv 922 Ras i skjæring ved Nordset	Ud628A-90-R1	05.07.1990
[9]	Kummeneje AS	Statens naturskadefond skred, Nordset Klæbu	o.5633 Rapport nr. 1	20.11.1985

Multiconsult Norge AS anser det geotekniske underlaget tilstrekkelig for vurderinger av aktuell utbygging.

2.3 Utførte grunnundersøkelser

Det ble utført prøvegraving i 13 punkter, hvorav 12 ligger innenfor planlagt utbyggingsområde.

Koordinater (UTM sone 32) for 12 av prøvegroppene er gitt i Tabell 2-2. En ytterligere prøvegropp ble bestemt åpnet på stedet og ble ikke målt inn. Prøvedybde i alle punkter er omtrent 1,5-2 meter.

Tabell 2-2: Koordinater av prøvegropper

Grop nr.	Koordinater	
	X	Y
	[m]	[m]
PG1	7023780,6	572148,8
PG2	7023749,3	572167,3
PG3	7023719,2	572186,1
PG4	7023760,6	572114,6
PG5	7023729,1	572133,3
PG6	7023697,7	572151,9
PG7	7023740,4	572080,5
PG8	7023713,7	572096,4
PG9	7023686,9	572112,2
PG10	7023789,5	572109,8
PG11	7023772,5	572083,1
PG12	7023755,7	572054,7

Prøvegropenes plassering (inkludert den som ikke var planlagt) er vist på borplan, se Figur 3-9.

3 Områdebeskrivelse

3.1 Topografi

Nidelven Camping ligger på Nordset i Trondheim kommune. Tomta ligger ved siden av Nidelva og terrenget faller slakt mot elva. Figur 3-1 og Figur 3-2 viser historiske flyfoto over området i henholdsvis 1964 og 2020.

Terrenget på den aktuelle tomte ligger mellom ca. kote +74 og +77. Terrengnivået stiger til ca. kote +90/+95 ved Nordsetvegen sør fra planområdet. Figur 3-3 gir et inntrykk av topografien i området (tomta er markert med rød).



Figur 3-1 Historisk flyfoto over området 1964 (kilde: kart.finn.no [13])



Figur 3-2 Historisk flyfoto over området 2020 (kilde: kart.finn.no [13])



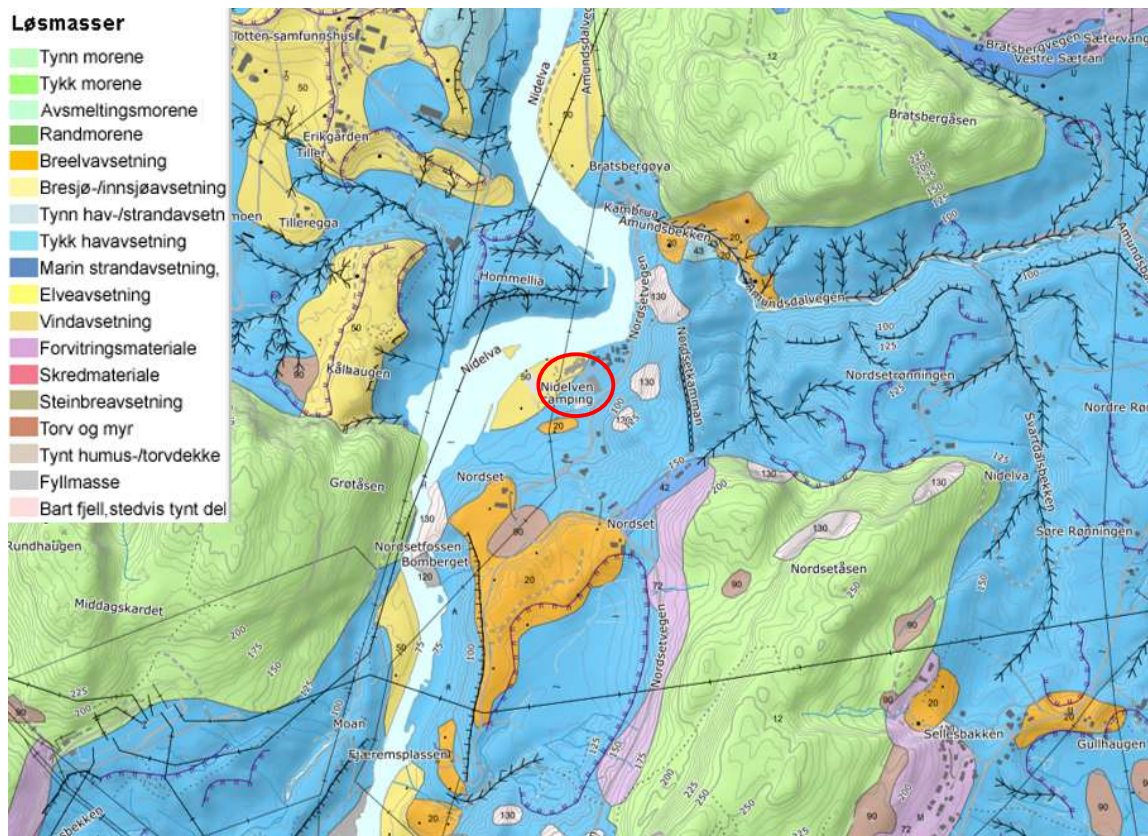
Figur 3-3 3D kart over området sett fra det andre side av elva (planområdet i reguleringsprosess er markert med rød), (kilde: Google maps).

3.2 Kvartærgeologi

Det kvartærgeologiske kartet over området er vist i Figur 3-4, og antyder at massene i området hovedsakelig består av hav- og fjordavsetning og elve- og bekkeavsetning.

I området hvor det er markert hav- og fjordavsetning finnes det finkornige, marine avsetninger med mektighet fra 0,5 til flere ti-tall meter. Avsetningstypen omfatter også skredmasser fra kvikkleireskred, ofte angitt med tilleggssymbol. I områder hvor det er markert elveavsetning dominerer sand og grus med mektigheten av 0,5 til mer enn 10 meter, og materialet er sortert og rundet.

Kvartærgeologisk kart gir kun en indikasjon av øvre lag i jordprofilet og er basert på en grov overflatekartlegging. Kartet gir derfor ingen informasjon om løsmassenes fordeling i dybden.

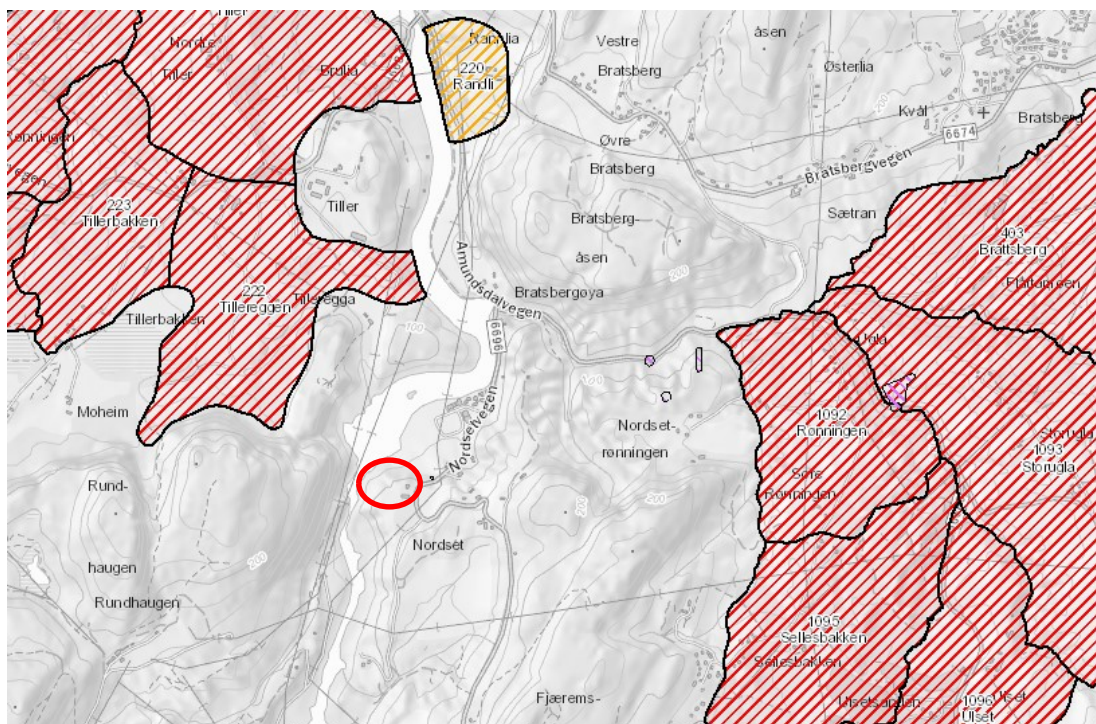


Figur 3-4: Kvartærgeologisk kart over området, hentet fra NGUs løsmassekart [11]. Omtrentlig plassering av delområdet er markert med rødt.

3.3 Kvikkleire

I henhold til faresonekart på NVE-Atlas er det ingen kartlagte faresoner for kvikkleireskred i tiltaksområdet (se Figur 3-5). Tomta ligger utenfor kjente og allerede kartlagte faresone for kvikkleireskred.

Kvikkleire er registret i nærheten av planområdet i noen av borpunkter ved tidligere utførte grunnundersøkelser [12]. Det er nærmere beskrevet i kapittel 3.4.1.



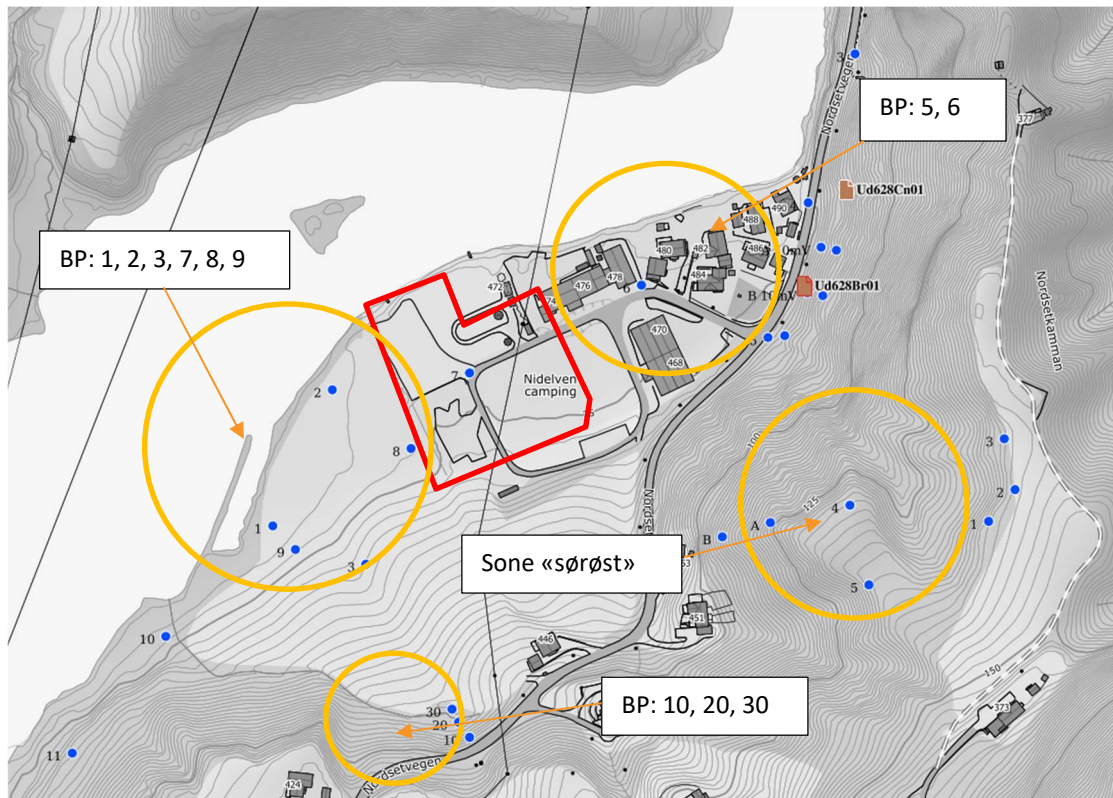
Figur 3-5 Registrerte faresoner for kvikkleireskred i nærheten av planområdet markert med rød, [12]

3.4 Grunnforhold

3.4.1 Løsmasser

Tidligere grunnundersøkelser

Figur 3-6 viser utsnitt av borplan med tidligere utførte grunnundersøkelser i området (oppsummert i Tabell 2-1). Resultater fra tidligere grunnundersøkelser viser at løsmasser på tomta generelt består av et topplag av fyllmasse (sand og grus) over siltig/sandig leire. Lengre ned i dybde ligger det fast leire med innslag av grovere masser.



Figur 3-6 Borplan med tidligere utførte grunnundersøkelser i området. Aktuell tomt er vist i rødt (kilde: geo.ngu.no/kart/nadag-avansert)

Rett vest for planområdet hvor borpunkter 7, 8 og 9 ligger, ble det påvist topplag av fyllmasse over siltig/sandig leire [4]. Soneringsresultater viser mulig sprøbruddmateriale ca. 23 meter under terreng ved borpunkt 7 og 8, og ca. 8 meter under terreng ved borpunkt 9 [4] (se Figur 3-7).

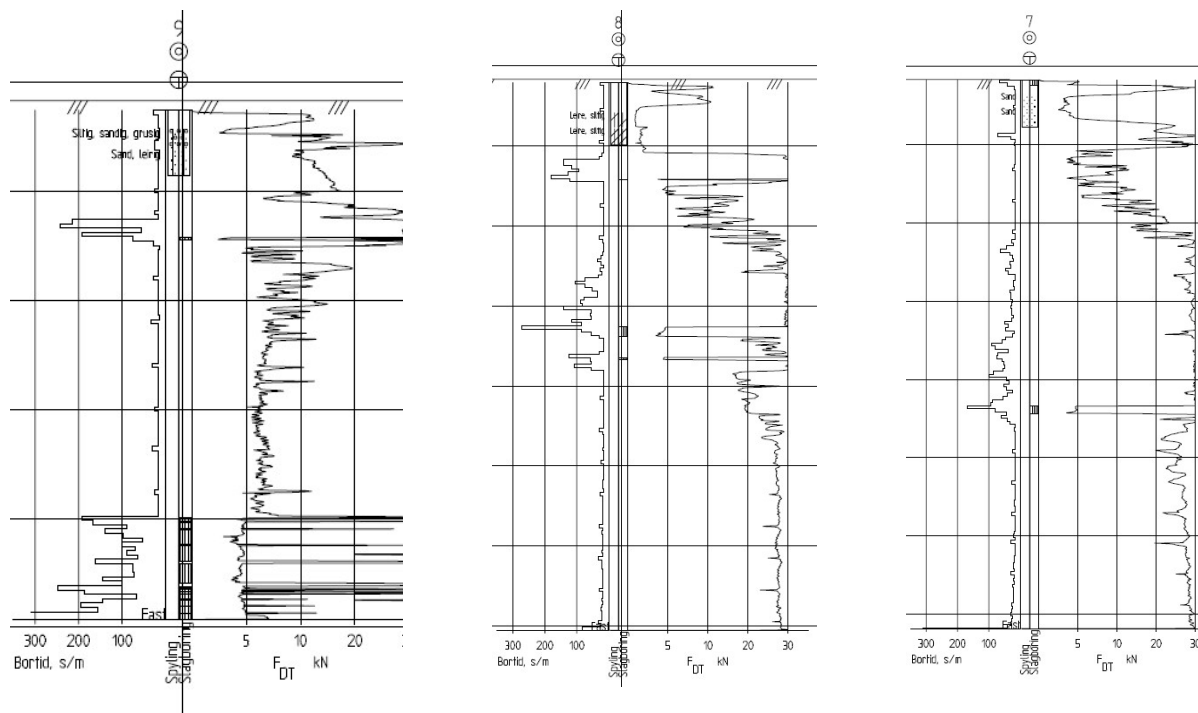
Soneringsresultater ved borpunkt 2 viser sand/grus over tørrskorpeleire (med udrenert skjærfasthet av ca. 130 kPa) over et fast sandlag [5] (se Figur 3-8). Ved borpunkt 1 er kvikkleire påvist ca. 11 meter under terreng.

Resultater fra grunnundersøkelser sør for planområdet ved Nordsetvegen viser et topplag av humus, leirig sandig silt over siltig leire [7]. Kvikkleire er påvist mellom 10 – 15 meter under terreng ved borpunkt 20 og 30.

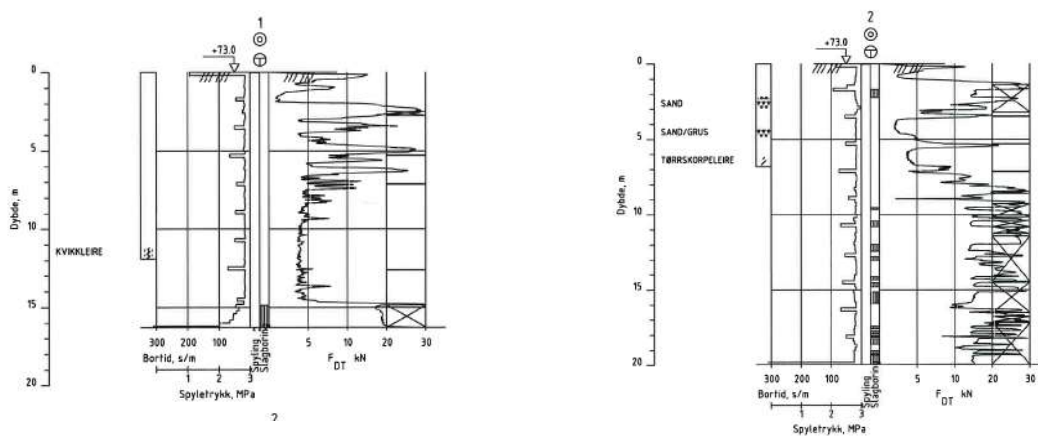
Langs Nordsetvegen øst for planområdet, ved borpunkt 5 og 6, ligger et topplag av fyllmasse, over siltig leire over et fast sandig lag [4].

I området sørøst for tomten, i toppen av skråningen øst for Nordsetvegen, er det påvist leire uten sprøbruddegenskaper.

Geoteknisk vurdering regulering



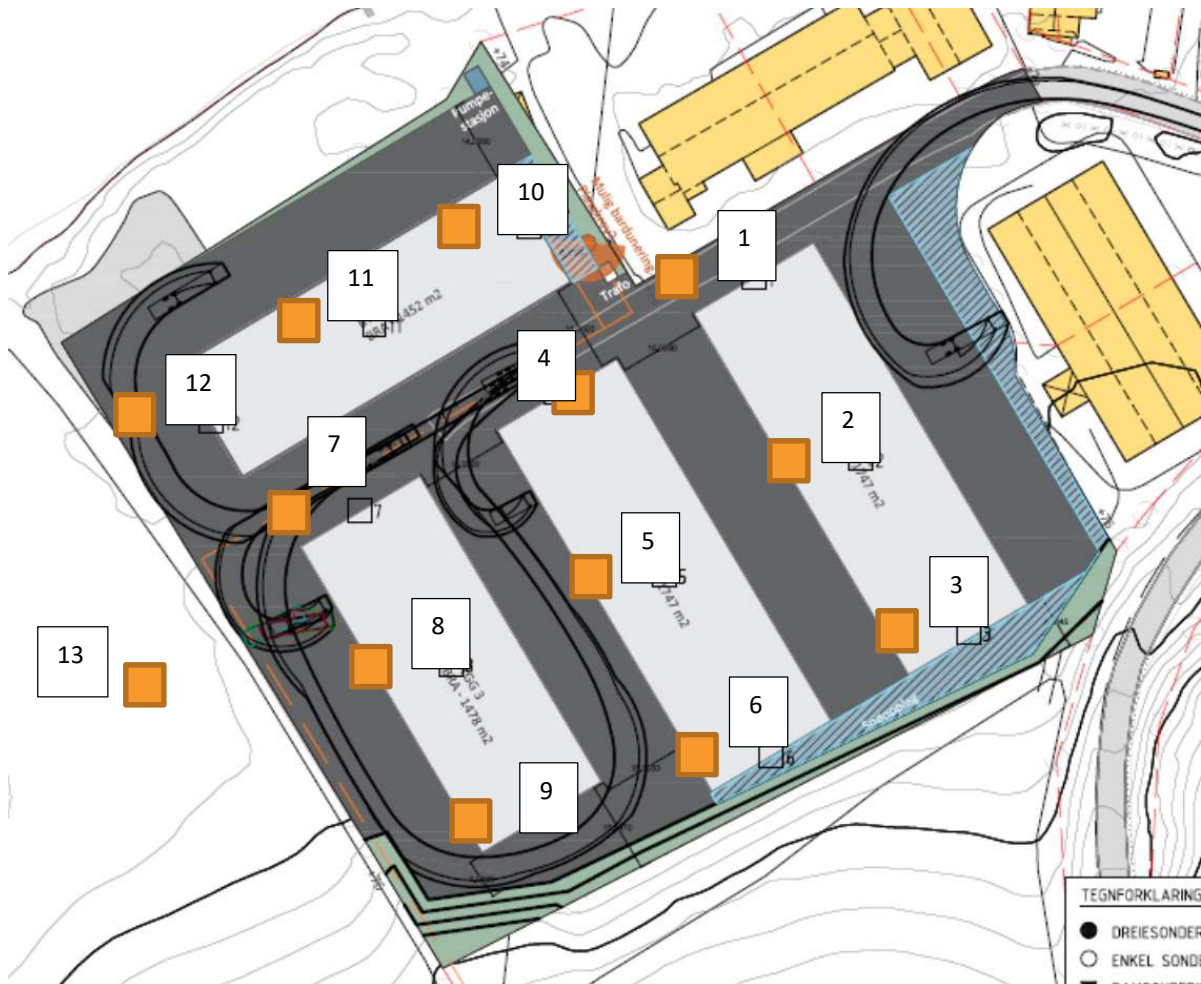
Figur 3-7 Sonderingsresultater fra tidligere grunnundersøkelser øst for planområdet [4]



Figur 3-8 Sonderingsresultater fra tidligere grunnundersøkelser øst for planområdet [5]

Prøvegraving

Prøvegraving utført 7. april viser et topplag av fyllmasse og matjord. Figur 3-12 t.o.m. Figur 3-17 viser bilder av noen av prøvegroper. Spor av geotekstil er observert ca. 0,5-1 meter under terreng ved prøvegraving (se Figur 3-14 og Figur 3-15).



Figur 3-9: Omtrentlig plassering av prøvegroperne i forhold til plassering av planlagte lagerbygg.

I prøvegroper 1 til 9 ble det generelt observert inhomogene masser som tyder på at terrenget er blitt planert. Det er også funnet rester av geotekstil (separasjonsduk) og andre spor etter menneskelig aktivitet (ledninger og søppel) som bekrefter dette.

Flybilder viser at mellom prøvegroperne 1, 2, 4, og 5 lå det et lite vått område (vann er synlig i flybildene, se Figur 3-10). Grunnen i prøvegroperne 2 og 5 er fortsatt bløtere enn i området rundt, og det ble observert betydelig mer innsig av grunnvann her enn andre steder.

Ved prøvegroperne 10, 11 og 12 ble det observert tørr homogen sand i hele gravedybden.

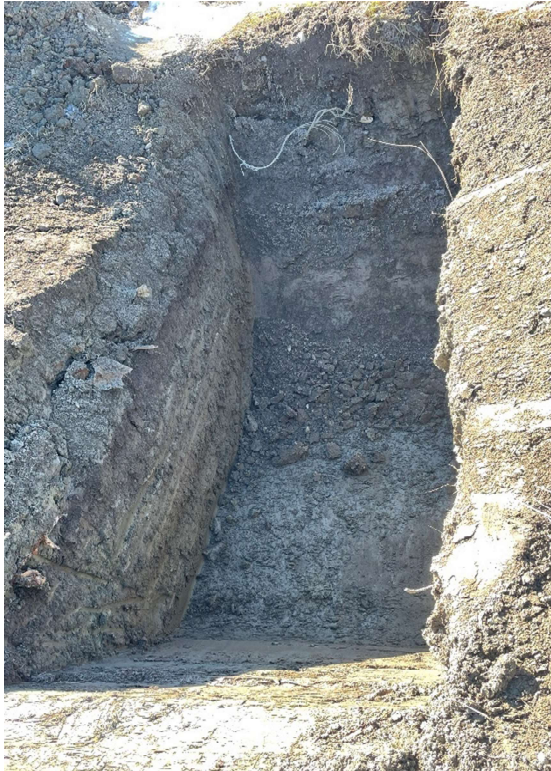
I forbindelse med gjennomgang av flybilder over området ble det oppdaget at det foregikk omfattende planeringsarbeider på tomta og området rundt mellom slutten av 1950-tallet og starten av 1960-tallet. Flybilde fra 1963 viser at det ble hentet sand fra elva og massene ble brukt på tomta, se Figur 3-11.



Figur 3-10 Flybilde fra 1947. Vått område mellom prøvegroppene vist i rød



Figur 3-11: Flybilde fra 1963. Tydelige spor etter mudring i elva nordvest for tomta



Figur 3-12 Bilde av prøvegropp 1



Figur 3-13 Bilde av prøvegropp 3



Figur 3-14 Bilde av prøvegropp 6



Figur 3-15 Bilde av prøvegropp 9

3.4.2 Berg

Berg er ikke påtruffet ved tidligere grunnundersøkelser i umiddelbar nærhet av tomta. Berg er påvist ved nordøst av planområdet.

3.4.3 Grunnvann

Det er ikke utført målinger av grunnvannstand i tidligere eller nåværende grunnundersøkelser. Det er observert innsig av vann i noen av prøvegroper (se Figur 3-16 og Figur 3-17). Grunnvannstanden antas dermed å ligge mellom 0,2-2 meter under terreng.



Figur 3-16 Bilde av prøvegrop 2



Figur 3-17 Bilde av prøvegrop 5

4 Sikkerhetskrav for planlagte bygg

4.1 Relevant regleverk

Den planlagte utbyggingen av området må tilfredsstille følgende regelverk med hensyn til skredfare:

- TEK17 § 7-3 Sikkerhet mot skred [2]
- TEK17 § 10-2 Konstruksjonssikkerhet [2]
- NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020 (Eurokode 7, del 1) [3]

Kravene stilt i gjeldende regelverk med tanke på skredfare kan anses som tilfredsstillt der områdestabilitetsvurderinger er utført i henhold til NVEs veileder nr. 1/2019 [1].

I tillegg til å vurdere områdestabiliteten, så må det i prosjektering påses at lokalstabiliteten er tilfredsstillende iht. Eurokode 7 [3]. Evaluering av sistnevnte er også vurdert i forliggende rapport ved evaluering av mulige skredmekanismer og sikkerhetsfaktor i et kritisk snitt.

4.2 Tiltakskategori

Lagerbygg med lite personopphold er plassert i **tiltakskategori K1** som vist i Figur 4-1.

Tiltaks-kategori	Type tiltak
K0	Små tiltak som medfører svært begrensede terrenginngrep. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer Garasjer, naust, tilbygg/påbygg til eksisterende bebyggelse, frittstående uthus, redskapsbod, landbruk- og skogsveger
K1	Tiltak av begrenset størrelse. Lite personopphold. Ingen tilflytting av personer Mindre driftsbygninger i landbruket, lagerbygg av begrenset verdi, lokale VA-anlegg, private og kommunale veger, mindre parkeringsanlegg og trafikksikkerhetstiltak (G/S-veg, midtdeler)
K2	Tiltak som kun innebærer terrengendring; utgraving, opp- og utfylling og masseflytting Massedepotier, komposteringsanlegg, bakkeplanering/nydyrking, massetak, andre massefyllinger
K3	Tiltak som medfører tilflytting av personer med inntil to boenheter, større byggverk med begrenset personopphold eller tiltak med stor verdi Bolighus/fritidsbolig med inntil to boenheter, større driftsbygninger i landbruket, lagerbygg med større verdi, mindre nærings- og industribygg, mindre utendørs publikumsanlegg, større VA-anlegg
K4	Tiltak som medfører større tilflytting/personopphold, samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner Bolighus/fritidsboliger med mer enn to boenheter, sykehjem, sykehus, skoler, barnehager, idrettshaller, utendørs publikumsanlegg og nærings- og industribygg

Figur 4-1 Tiltakskategori iht. tabell 3.2 i NVEs veileder nr. 1/2019 [1].

4.3 Krav til sikkerhet

Tiltak i K1 tilfredsstillir sikkerhetskravet hvis tiltaket ikke forverrer stabiliteten. Hvis tiltaket forverrer stabiliteten skal det kreves absolutt sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,60 = 1,40 \cdot f_s$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$, hvor f_s er sprøhetsforholdet som korrigerer for sprøbruddeffekt i de udrenerte beregningene.

Eurokode 7 [3] stiller krav til at stabilitetsberegninger på totalspenningsbasis tilfredsstillir en sikkerhetsfaktor større eller lik 1,40, og på effektivspenningsbasis større eller lik 1,25. Dette gjelder ved nybygg og ved bruksendring.

Krav til sikkerhetsfaktor for udrenerte beregninger i NVEs kvikkleireveileder er strengere enn Eurokoden, og det er da dette som anses som gjeldende.

OBS: Sikkerhetsfaktor på 1,60 forutsetter at glideflater går gjennom lag med sprøbruddmateriale/kvikkleire. Det er lite som tyder på at relevante glideflater gjør det, men det velges dette sikkerhetsnivået for å kompensere for usikkerheten i vurderingsgrunnlaget.

5 Geoteknisk vurdering av planlagt utbygging

5.1 Områdestabilitet

Stabilitetsforhold for det aktuelle tiltaket er vurdert vha. to profiler (1 og 2) gjennom planområdet. Plassering av profilene er vist i vedlegg A.

Disse profilene anses som representative snitt for vurdering av områdestabilitet. Kritiske profiler velges basert på en helhetsvurdering av skråningshøyde og -helning, mektighet og plassering av sprøbruddmaterialet, samt beliggenhet mot planlagt utbyggingsområde. Lagdeling i profilene er tolket ut fra resultatene av tilgjengelige tidligere utførte grunnundersøkelser.

Avgrensning av mulig løснеområde for de to relevante profilene 1 og 2 er utført basert på NVEs kvikkleireveileder [1]. Løснеområdet avgrenses ved hjelp av hjelpelinjer. Hjelpelinjer har 1:15 helning når den går gjennom sprøbruddmateriale/kvikkleire og 1:3 helning gjennom ikke-sensitive masser (NGI metode) [1].

Profil 1

Avgrensning av løснеområdet ved profil 1 er vist i vedlegg A.

Terreng- og grunnforhold lengst nord i profil 1 viser at eventuelle glidninger i Nidelva ikke vil kunne forplante seg inn i planområdet, hovedsakelig fordi den ikke er påvist sensitive masser hvor retrogressivt brudd kan skje. Ved å legge til grunn NGI-metoden beskrevet i NVEs kvikkleireveileder, vil hjelpelinje med 1:3 helning krysse terrenget nord for tomtegrensen.

Sør for tomta har terrenget større helning enn 1:15. Basert på resultatet av grunnundersøkelsene utført i området, er det lite sannsynlig at det foreligger sammenhengende lag med sprøbruddmateriale i kritisk dybde. Ettersom lagerbyggene planlegges etablert på en lavere kote enn dagens terreng i søndre del av tomta, vil det bli et terrenginngrep. Det vurderes at områdestabilitet er ivaretatt så lenge lokalstabilitet er ivaretatt.

Lokalstabilitet omtales i kapittel 5.2.

Profil 2

Hele profil 2 er tegnet vest for planområdet.

Avgrensning av løснеområdet ved profil 2 hvor hjelpelinja med helning 1:15 går gjennom profilet er vist i vedlegg A. Hjelpelinja er tegnet ut fra en omtrentlig forskjell på 4 m mellom terrenget ved elvebredden og elvebunnen. 1:15-linjen krysser ikke sprøbruddmateriale, og dermed kan ikke utglidninger i elva forplante seg bakover.

Der hvor terrenget i profilet er brattere enn 1:15 er vi utenfor planområdet. Lengst sør i profilet går 1:15-linjen like over påvist kvikkleire (jf. kapittel 3.4.1), men på grunn av stor avstand til byggetomta vil planlagt utbygging ikke påvirke denne forekomsten.

5.1.1 Oppsummering vurdering områdestabilitet

Basert på lokale topografiske forhold og resultatet fra tidligere grunnundersøkelser i området rundt den aktuelle tomta, vurderes det at områdestabilitet er ivaretatt forutsatt at lokalstabilitet av skråningen ved søndre tomtegrense har tilfredsstillende stabilitet i kritisk fase ved senking av terrenget i søndre del av tomta.

Området hvor det er påvist kvikkleire langs Nordsetvegen sør for planområdet blir ikke påvirket av planlagt utbygging.

5.2 Lokalstabilitet

Flomanalysen for tomta [14] viser at lagerbyggene må bygges med ferdig gulv på kote +74,5 eller høyere. I dette stadiet i prosjektet er det vurdert hvordan en generell terrengsenking/utgraving til kote +74,5 vil kunne påvirke stabiliteten i skråningen ved søndre tomtegrense. Det er derfor utført stabilitetsberegninger i et eget kritisk profil, betegnet profil 3. Plassering samt med lagdeling av profil 3 er vist i vedlegg A.

Lagdeling i profilet er basert på grunnlaget presentert i kapittel 2. Grunnen er konservativt modellert som et topplag av sand over leire, over et mektigere lag med sand. Grunnvannet er modellert basert på observasjonene fra prøvegravingen. Det ble gjort en sensitivitetsanalyse på mektigheten av leirlaget, men effekten på sikkerhetsfaktoren er minimal.

Materialparametere i sand er valgt ut fra erfaringsverdener. Skjærstyrke i leire er valgt ut fra verdiene målt i området [4],[5].

Profil 3

Dagens terreng i det aktuelle området ligger omtrent på kote +76,7. Graveutslaget ved en generell terrengsenking på 2 m er betydelig og beslaglegger et «bånd» på minst 4 m langs tomtegrensa. Det kan være behov for å bruke en støttemur for å begrense arealet som blir beslaglagt. Også dette tilfellet med støttemuren er vurdert for profil 3.

Støttemuren er modellert som en bratt skråning (helning 3:1) og glideflatene er styrt slik at skråningens stabilitet blir undersøkt, og ikke stabiliteten på selve støttemuren. Det bemerkes at en eventuell støttemur i foten av denne skråningen er underlagt geoteknisk prosjektering dersom oppstøttingshøyden er større enn 1,5 m, og at denne må prosjekteres i henhold til Eurokodesystemet.

Tabell 5-1 Oversikt over resultater fra stabilitetsberegninger i profil 3

Beregning nr.	Terreng	Analyse	Stabilitet i kritisk glideflate
1	Utgraving til kote +74,5	Udrenert, totalspenningsanalyse	1,97
2	Utgraving til kote +74,5	Drenert, effektivspenningsanalyse	1,69
3	Utgraving til kote +74,5 og støttemur	Udrenert, totalspenningsanalyse	1,77
4	Utgraving til kote +74,5 og støttemur	Drenert, effektivspenningsanalyse	1,26

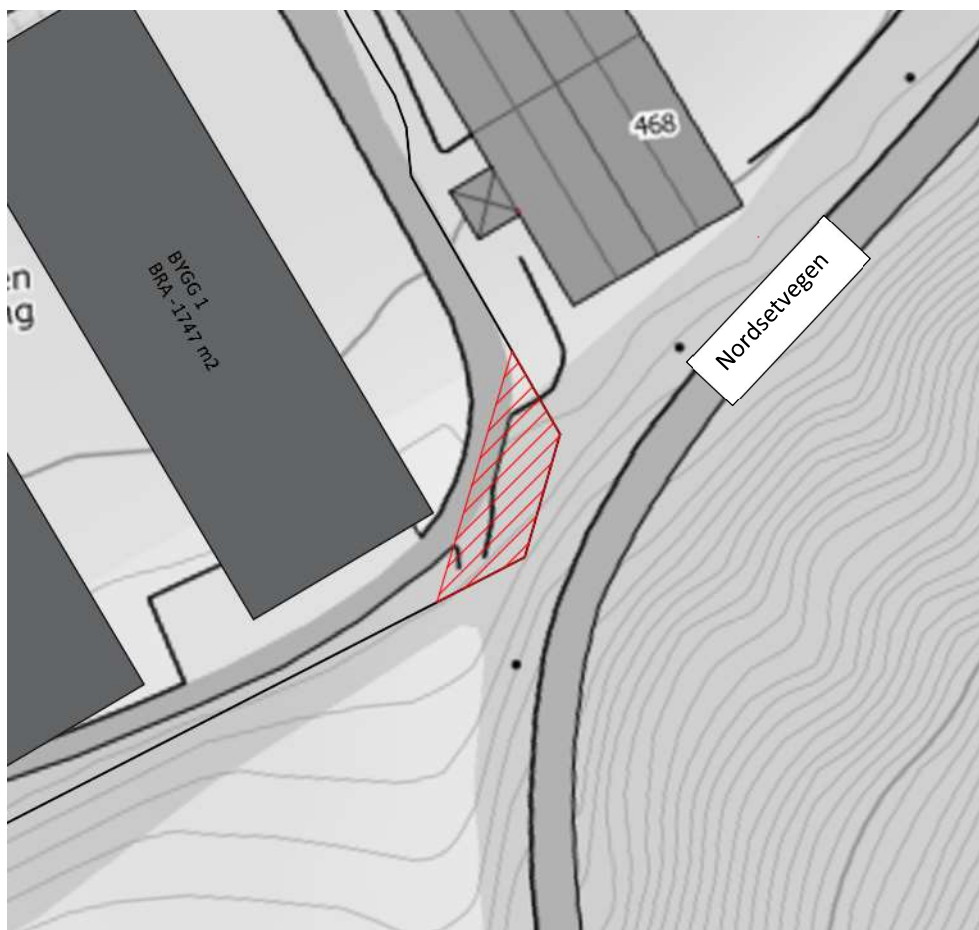
Beregningsmessig stabilitet av skråningen i profil 3 i udrenert og drenert tilstand er høyere enn kravet i NVEs veileder (se kapittel 0) for alle tilfellene vurdert som kritisk. Dermed er også områdestabilitet ivaretatt (jf. kapittel 5.1.1).

Man kan se i Tabell 5-1 at sikkerhetsfaktor for beregning nr. 4 (drenert beregning av støttemuren) ligger rett over kravet på 1,25. Dette innebærer at terrengsenking/utgraving under kote +74,5 vil gi for lav sikkerhetsfaktor.

Vegfylling i sørøstre hjørne

Det må forutsettes at planlagt tiltak ikke påvirker vegfyllingen på Nordsetvegen ved tomtas sørøstre hjørne. Dette betyr at dersom det planlegges å etablere lagerbyggene med ferdig gulv på kote +75,5 (antatt kote ferdig gulv ved terrengsenking til kote +74,5), må disse plasseres minst 8 m fra tomtegrensen. Det problematiske området er vist i Figur 5-1 med rød skravur.

Foreløpige planer viser at byggene allerede er plassert slik at dette ikke blir et kritisk moment i videre prosjektering.



Figur 5-1 Område beslaglagt ved terrengsenking til kote +74,5

5.3 Byggbarhet

Utførte stabilitetsberegninger viser at terrenget ikke kan senkes til en kote lavere enn +74,5. Dersom byggene skal etableres på et lag tilførte kvalitetsmasser, vil ferdig gulv være på kote +75,0 eller høyere.

Under prøvegravingen ble det observert i prøvegroper 2 og 5 at grunnen var bløtere og våtere enn i området rundt. Det betyr at ved en terrengheving vil setningene i dette området bli større. Terrenghevingen er av begrenset omfang og størrelsesorden på setningene er også begrenset. Ettersom det ligger dårlige masser som må fjernes over hele tomte før området blir fylt opp med kvalitetsmasser, vil setningspotensialet reduseres noe på grunn av det.

Det tilrås å la fyllmassene ligge på tomte så lenge som mulig før lagerbyggene bygges, slik at setningene får tilstrekkelig tid til å utvikle seg. Setningsforløpet bør følges opp med jevne målinger.

Foreløpig lastnedregning på fundamenter viser at planlagte lagerbygg påfører grunnen relativt beskjedne laster. Direktefundamentering på kvalitetsmasser (etter tomteopparbeidelse) vurderes å være uproblematisk.

Det vurderes at det er behov for geoteknisk prosjektering av tiltaket i videre faser i prosjektet. Geoteknisk prosjektering må dekke tomteopparbeidelsen, fundamentering av nybyggene og dokumentere stabiliteten ved terrenginngrepet i søndre del av tomte, i tillegg til eventuelle nye problemstillinger som kommer av endringer i planene.

6 Referanser

- [1] Norges vassdrags- og energidirektorat, NVE (2020). «NVEs veileder nr. 1/2019, Sikkerhet mot kvikkleireskred: vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper», datert desember 2020
- [2] Direktoratet for byggkvalitet, Byggteknisk forskrift TEK17, 2017
- [3] Standard Norge (2004). Eurokode 7 «Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmenne regler (NS-EN 1997-1:2020)», Standard Norge, Norsk standard (Eurokode) NS-EN 1997- 1:2004+A1:2013+NA:2020, nov. 2004.
- [4] Trondheim kommune AS, «R.1603 - Nordsetfossen – Amundsbekken Datarapport», 03.07.2014
- [5] Rambøll AS, «1350002779 Rapport nr.1 - Fylling Klæbu Nordset – Grunnundersøkelser Datarapport», 12.05.2014.
- [6] Statens vegvesen AS, «Ud628C-91-R1 Fv 922 - Rassikring ved Nordset sentrum – Grunnundersøkelser Datarapport», 04.07.1991.
- [7] Statens vegvesen AS, «Ud628B-91-R1 Fv 922 - Ras i fylling ved Nordsetsaga», 05.07.1990.
- [8] Statens vegvesen AS, «Ud628A-90-R1 Fv 922 - Ras i skjæring ved Nordset», 05.07.1990.
- [9] Kummeneje AS, «o.5633 Rapport nr. 1 - Statens naturskadefond skred, Nordset Klæbu», 20.11.1985.
- [10] Kartverket, «Norgeskart,» [Internett]. Available: www.norgeskart.no.
- [11] Norges geologiske undersøkelse, «NGU løsmassekart,» [Internett]. Available: <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>.
- [12] Norges vassdrags- og energidirektorat, «NVE Atlas,» [Internett]. Available: <https://atlas.nve.no/>.
- [13] <https://kart.finn.no/>
- [14] Multiconsult, «10242296-01-RIVass-NOT-001, Vannlinjeberegning Nidelva ved Nordset», datert 05.04.2022

NOTAT

Beregningshefte for utførte stabilitetsvurderinger

1 Plassering av profiler

Beliggenhet av profiler 1, 2 og 3 er visst i Figur 1-1.

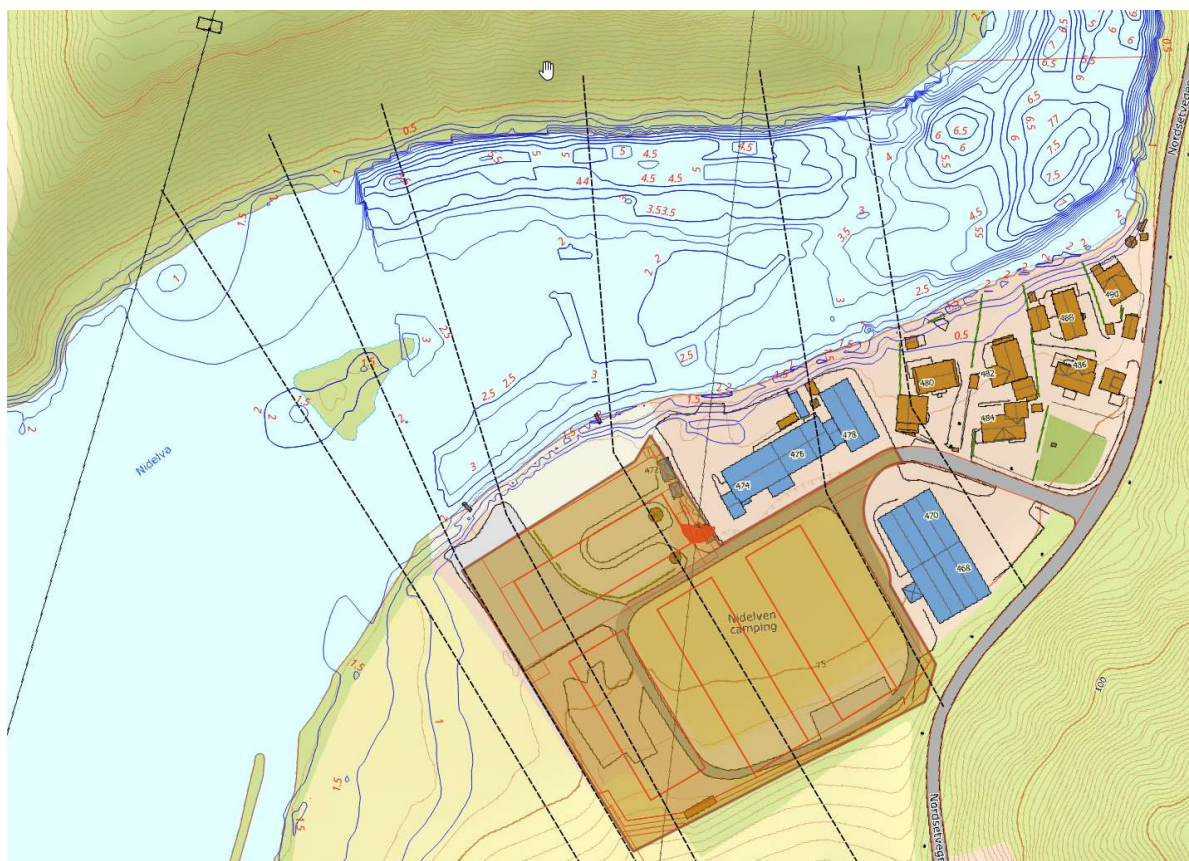


Figur 1-1 Plassering av profiler 1, 2 og 3

2 Områdestabilitet

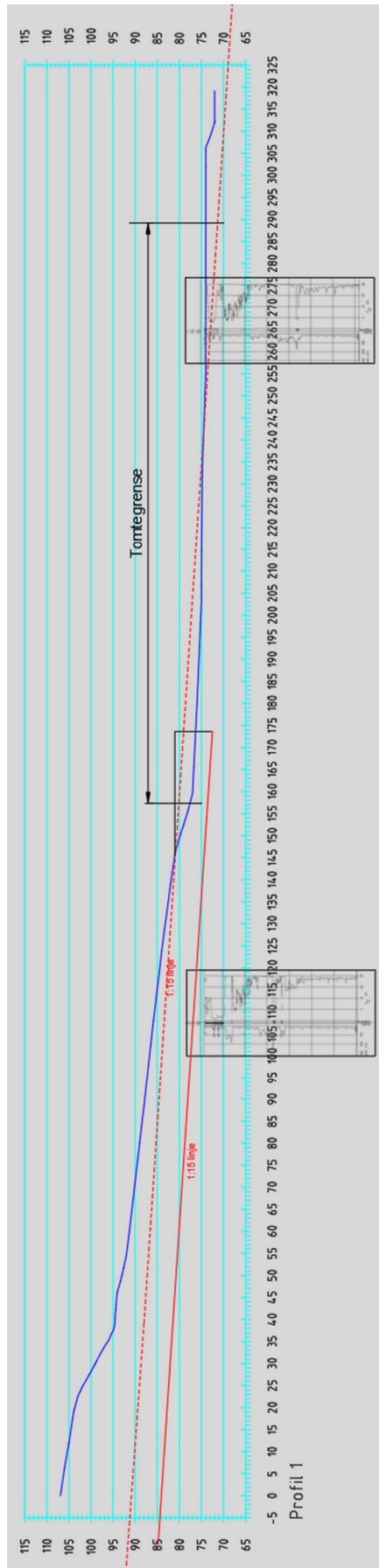
Figur 2-1 viser vanndybde i Nidelva. Dybde til elvebunnen som er brukt for stabilitetsvurdering er konservativt valgt med hensyn til vanndybde i Nidelva.

REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV
00	10-05-2022	Beregningsheftet stabilitetsvurdering	Yeganeh Attari	Alberto Montafia	Håvard Narjord

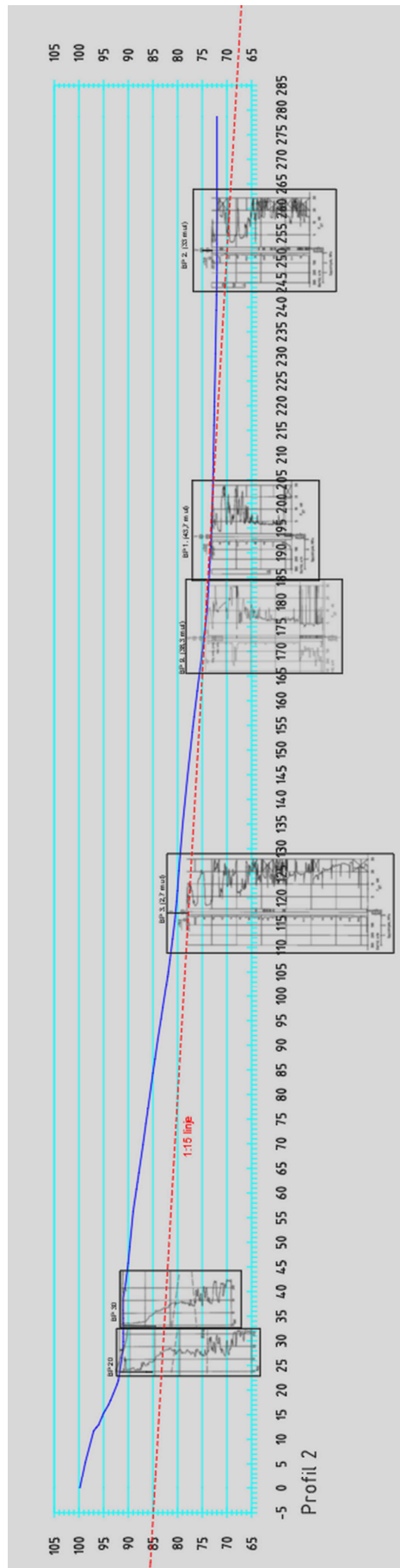


Figur 2-1 vanddybde i Nidelva (utarbeidet av Multiconsult Rivass)

Figur 2-2 og Figur 2-3 viser plassering av hjelpelinjer med helning 1:15 ved profil 1 og 2.



Figur 2-2 Profil 1



Figur 2-3 Profil 2

Stabilitetsberegning

3 Lokalstabilitet

Lokalstabilitet er vurdert ved profil 3 (plassering av profilet vises i Figur 1-1).

3.1 Geosuite Input

Jordparametere brukt i programmet Geosuite for stabilitetsberegninger (udrenert og drenert) er oppsummert i Tabell 3-1 og Tabell 3-2.

Tabell 3-1 parametere valgt for udrenert analyse

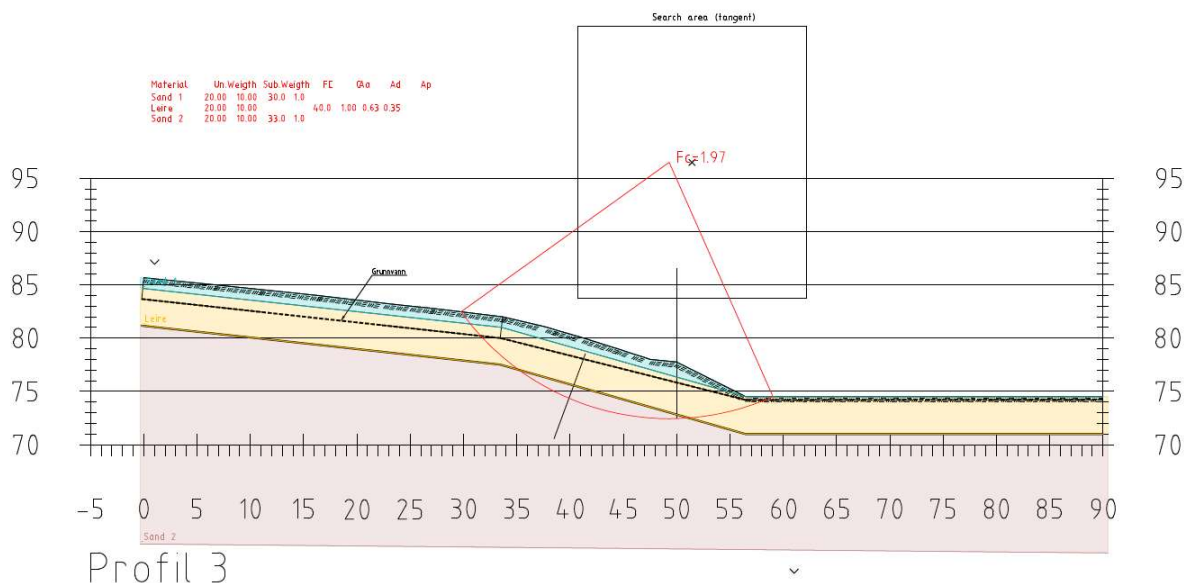
Lag	Cu (kPa)	Φ' (deg)	C (kPa)
Sand 1	-	30	1
Leire	40	-	-
Sand 2	-	33	1

Tabell 3-2 parametere valgt for drenert analyse

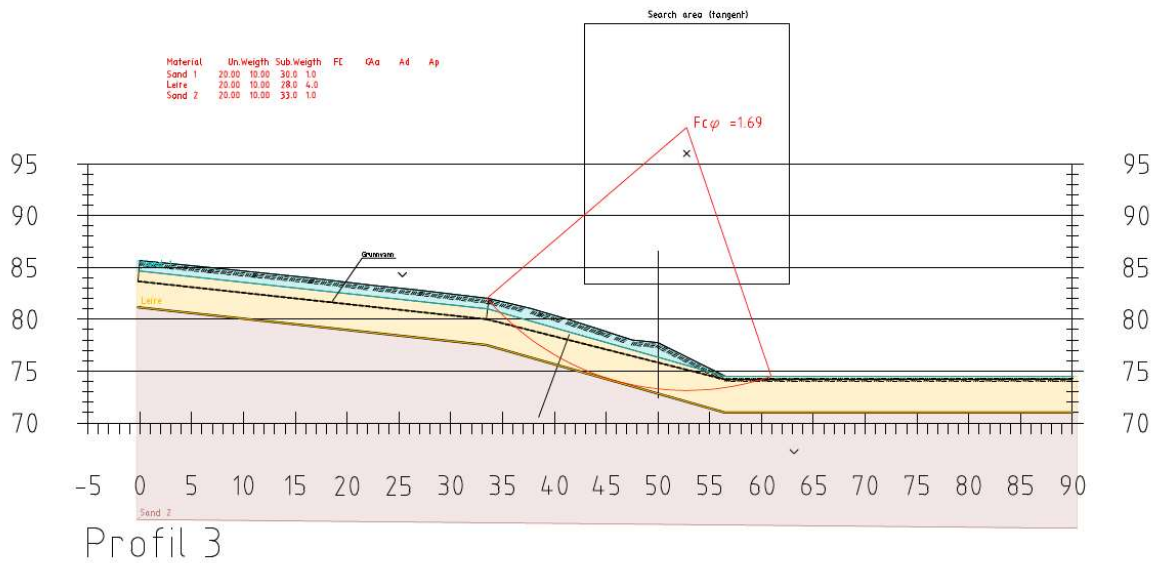
Lag	Φ' (deg)	C (kPa)
Sand 1	30	1
Leire	28	4
Sand 2	33	1

3.2 Geosuite Output

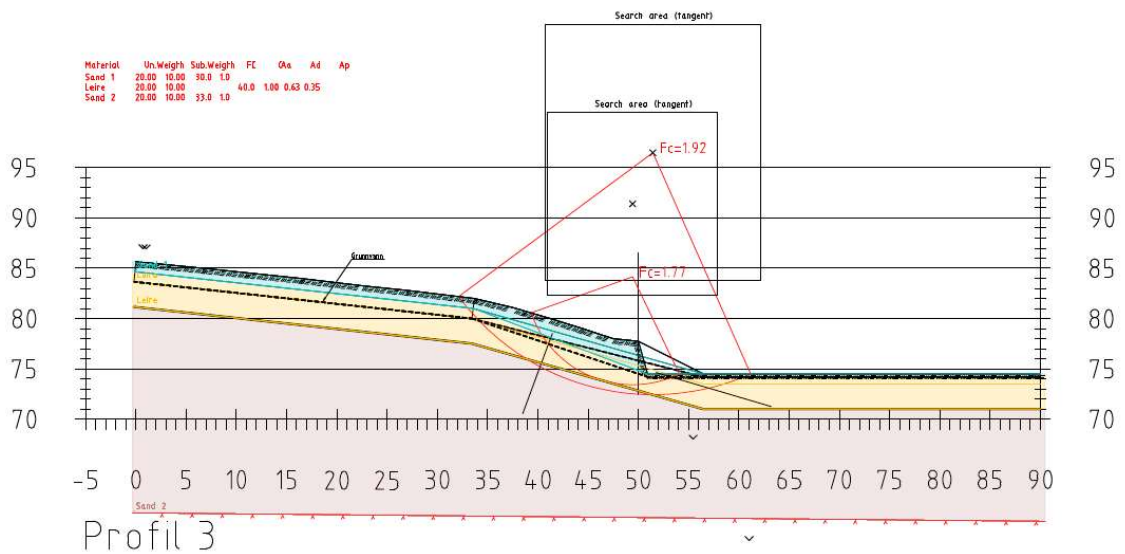
Analyser er utført for drenert og udrenert situasjon. Figur 3-1 t.o.m. Figur 3-4 viser lagdeling og beregningsresultater i profil 3. Resultater fra stabilitetsberegninger er vist i Tabell 3-3. Den vertikale streken vist ved x-koordinat 50 m er tomtegrensen.



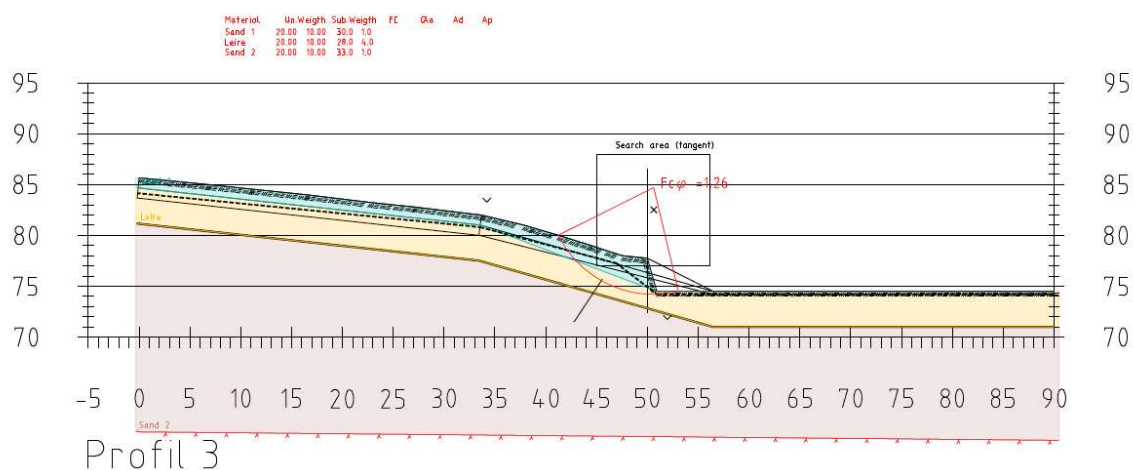
Figur 3-1 Lagdeling og resultater av stabilitetsberegning (totalspenningsanalyse) i profil 3 ved utgraving til fundamenteringsnivå



Figur 3-2 Lagdeling og resultater av stabilitetsberegning (effektivspenningsanalyse) i profil 3 ved utgraving til fundamenteringsnivå



Figur 3-3 Lagdeling og resultater av stabilitetsberegning (totalspenninganalyse) i profil 3 ved utgraving til fundamenteringsnivå og støttemur



Figur 3-4 Lagdeling og resultater av stabilitetsberegning (totalspenningsanalyse) i profil 3 ved utgraving til fundamenteringsnivå og støttemur

Tabell 3-3 Oversikt over resultater fra stabilitetsberegninger i profil 3

Beregning nr.	Terreng	Analyse	Stabilitet i kritisk glideflate
1	Utgraving til kote +74,5	Udrenert, totalspenningsanalyse	1,97
2	Utgraving til kote +74,5	Drenert, effektivspenningsanalyse	1,69
3	Utgraving til kote +74,5 og støttemur	Udrenert, totalspenningsanalyse	1,77
4	Utgraving til kote +74,5 og støttemur	Drenert, effektivspenningsanalyse	1,26