

Akershus universitetssykehus HF

► **Omregulering Barnehageområdet**

Områdestabilitetsvurdering

Geoteknikk

Oppdragsnr.: **52203003** Dokumentnr.: **RIG-R02** Versjon: **J01** Dato: **2025-06-24**



Oppdragsgiver: Akershus universitetssykehus HF
Oppdragsgivers kontaktperson: Ahmad Harris Khan
Rådgiver: Norconsult Norge AS, Stortorget 2, NO-9008 Tromsø
Oppdragsleder: Kåre Kallmyr
Fagansvarlig: Henning Tiarks
Andre nøkkelpersoner: Simon Prochaska

J01	2025-06-24	Kvalitetssikret av uavhengig foretak - til bruk	SimPro	HeTia	KKa
J01	2025-04-23	Til bruk	SimPro	HeTia	KKa
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

► Sammendrag

Akershus Universitetssykehus HF har engasjert Norconsult Norge AS for å vurdere områdestabiliteten i forbindelse med omreguleringen av barnehageområdet vest for Akershus Universitetssykehus.

Det aktuelle området er kvartærgeologisk sett under marin grense og det kan dermed forekomme sensitive leire i grunn. Det er kvikkleiresoner, aktsomhetsområder for kvikkleireskred og aktsomhetsområder for flom i det nærmere området. I prosjektområdet er det kun aktsomhetsområde for kvikkleireskred.

Det er påvist kvikkleire i prosjektets grunnundersøkelser utført i 2024.

I planområdet er det vurdert kritiske snitt og i tillegg er det gjennomført stabilitetsberegninger i et representativt snitt. Med grunnlag i stabilitetsvurderinger utrede en ny faresone for kvikkleireskred med løсне- og utløpsområder for områdeskred, aktuelle skredmekanisme og risiko- og skadekonsekvensklasser.

Sikkerhetskravene oppfylles med bruk av forbedringsprinsippet jf. NVE-Veileder. Det må etableres en motfylling i ravinedalen slik stabiliteten forbedres og bygging i løснеområdet oppfyller sikkerhetskraven for områdestabilitet i den nye faresonen Nordbyhaga.

Med beskrevet tiltak er krav til områdestabilitet etter TEK 17 § 7-3 Sikkerhet mot skred og NVEs veileder 1/2019 ivarettatt.

Alternativt kan det bygges utenfor løśnieområde, uten å etablere stabiliserende tiltak.

Byggetiltak faller under tiltakskategori K4 og utredningen **skal kvalitetssikres av uavhengig foretak. Det er oppdragsgivers ansvar at dette dokumenteres.**

Rapporten er kvalitetssikret av OPV Consulting. OPV Consulting har ingen merknader til styringssystemet og rutiner for kvalitetssikring av arbeidet. Rutiner og krav er også fulgt og dokumentert. Ingen avvik er funnet.

Tegningsoversikt

Innhold	Tegnings nr.
Snitt D-D utgangssituasjon	201
Snitt D-D motfylling	202
Snitt D-D med motfylling og kjeller/bygg	203

► Innhold

1	Innledning	5
1.1	Dagens tomt	5
1.2	Planlagt tiltak	6
1.3	Vurdering av områdets stabilitet	6
2	Myndighetskrav og sikkerhetsprinsipper	8
2.1	Styrende dokumenter	8
2.2	Klassifisering	8
3	Terreng og grunnforhold	9
3.1	Terrengforhold	9
3.2	Grunnforhold	11
3.2.1	Datagrunnlag og lagdeling	11
3.3	NADAG	12
3.4	Grunnundersøkelser Norconsult Norge AS og Head Energy 2024/2025	12
3.4.1	Grunnvann	13
3.5	Naturfarer	13
4	Befaring	15
5	Grunnundersøkelser	16
5.1.1	Tryksondering og Laboratorieresultater	16
6	Vurdering av skredmekanisme	19
6.1	Skredmekanisme	19
6.2	Potensielt løsne- og utløpsområde for kvikkleirefaresone Nordbyhaga	22
7	Faregradsevaluering av kvikkleirefaresonen	22
8	Kritiske snitt og beregningsparametere	25
8.1	Kritisk terrengsnitt	25
8.2	Geotekniske beregningsparametere	25
9	Områdeskredvurdering og stabilitetsberegninger	26
9.1	Krav	26
9.2	Stabilitetsberegninger Snitt D-D	26
9.3	Diskusjon av beregningsresultat områdestabilitet	27
10	Konklusjon av områdestabilitet	28
11	Referanser	29

1 Innledning

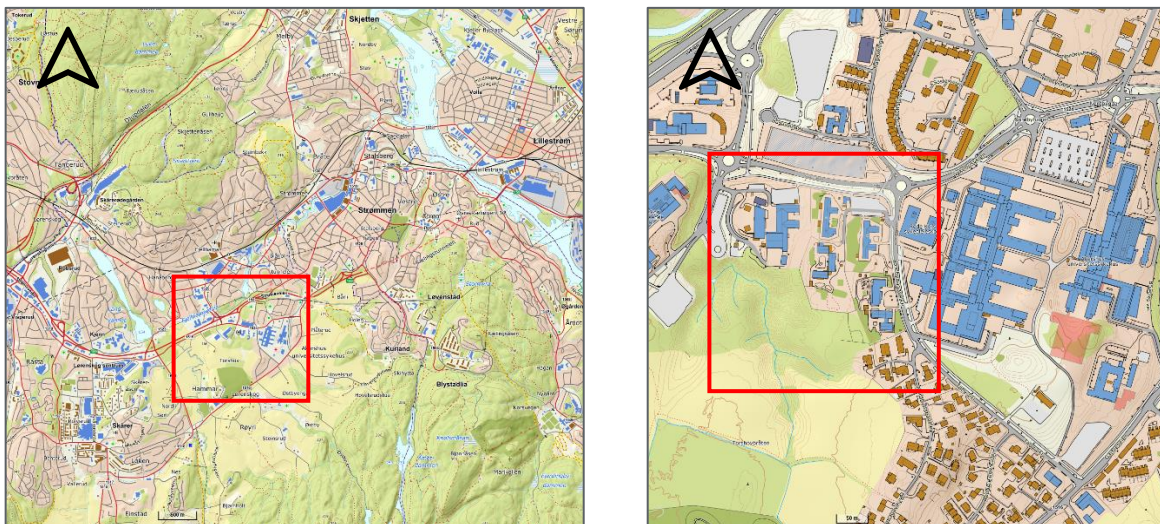
Akershus Universitetssykehus HF har engasjert Norconsult Norge AS for å vurdere områdestabiliteten i forbindelse med omregulering av barnehageområdet vest for Akershus Universitetssykehus.

Området ligger sør-vest for Lillestrøm ved Akershus Universitetssykehus, sør for Sykehusveien og vest for Nordbyhagaveien. Per i dag er det fem barnehager i planområdet. Vest for planområde befinner seg en helikopterbase (Figur 1-1).

Norconsult Norge AS har samlet resultater fra grunn- og laboratorieundersøkelser i en datarapport, ref. [1]. Datarapporten gi grunnlag for geotekniske områdestabilitetsvurdering.

Ifølge NVE-Atlas ligger tomta under den marine grensen, som betyr at det kan være sensitive leire i grunn. Følgelig utløses krav til vurdering av fare for kvikkleireskred i henhold til NVEs veileder 1/2019, ref. [2].

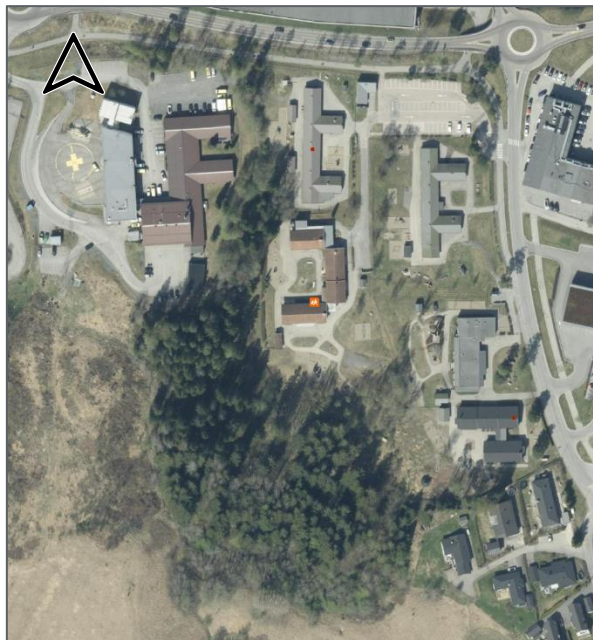
Alle høyder i denne rapporten referer til høydesystem NN2000.



Figur 1-1: Oversiktskart til venstre og detaljkart over Akershus Sykehus området mot høyre. (Kilde: norgeskart.no)

1.1 Dagens tomt

Det aktuelle området ligger sør for byområdet. Sør for det aktuelle området er det landbruksarealer. Det vises barnehagene og helikopterbasen samt et skogareal i det aktuelle bildet i Figur 1-2. Høyre bildet i Figur 1-2 viser en historisk bild fra 1946 da planområdet besto av skog og landbruksarealer.



Figur 1-2: Aktuelt bilde anno 2024 (venstre) og historiske bilde anno 1946 (høyre). (Kilde: finn.no)

1.2 Planlagt tiltak

Omregulering omfatter sykehusbygg. Det legges til grunn bygninger i syv etasjer inkludert kjeller

1.3 Vurdering av områdets stabilitet

Tabell 1: Prosedyre for utredning av områdeskredfare.

Steg	Beskrivelse	Utredning
1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området	NVE Atlas viser kvikkleireområdet nord og kvikkleirefaresone (utløps- og løsneområde) sør for prosjektområdet. I prosjektområdet finnes det ikke kvikkleirefaresoner.
2	Avgrens områder med mulig marin leire	Areal ligger under den marine grensen og er derfor i aktsomhetsområdet for marin leire. Berg er ikke påvist < 2m og områdeskred kan derfor utløses, om det er forekomst av kvikkleire og egnet terreng (steg 3).
3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred	Terreng som kan inngå i løsneområdet for et skred, er angitt som terreng med total skråningshøyde (i løsmasser) over 5 meter eller jevnt hellende terreng brattere enn 1:20 og høydeforskjell over 5 m. I kapittel 3 vises areal som inngå i løsneområde for områdeskred. Arealet ligger ikke innenfor aktsomhetsområde for utløpsområde.
4	Bestem tiltakskategori	Tiltak relatert til sykehusdrift faller under tiltakskategori K4. 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

5	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde	Figur 3-4 og Figur 5-1 viser borplanen og kritiske skråninger og snitt. Det eksisterer ikke nok informasjon om grunnforhold og dermed er det behov for befaring og grunnundersøkelser.
6	Befaring	Det er befart terrenget for å vurdere erosjonsforhold.
7	Gjennomfør grunnundersøkelser	Det er utført grunnundersøkelser i området som er beskrevet i datarapporten (ref. [1]) og i kapittel 3.4. Det er påvist sprøbruddmaterialer i 110NO24, 114NO24 og 115NO24. Borplanen (Figur 3-4) viser lokasjon av borhullene.
8	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder	Den aktuelle skredmekanismen vurderes å være rotasjonsskred. Løsne- og utløpsområde er vist i Error! Reference source not found..
9	Klassifiser faresoner	Faresoner klassifiseres med faregrad og konsekvens som beskrevet i kap. 4.7 i veilederen. Området ligger i faregrad «lav». Skadekonsekvens er «meget alvorlig» og Risikoklasse er 3. Mer informasjon er gitt i kap. 0.
10	Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet	Det er dokumentert tilfredsstillende sikkerhet ved etablering av motfylling og kjeller under planlagte bygg.
11	Meld inn faresoner og grunnundersøkelser	Det skal meldes inn en ny faresone Nordbyhaga og grunnundersøkelser til NADAG.

2 Myndighetskrav og sikkerhetsprinsipper

2.1 Styrende dokumenter

Følgende dokumenter er styrende for vurdering av områdestabilitet:

- Plan og bygningsloven, pbl § 28-1 (ref. [3])
- Sikkerhet mot naturpåkjenninger, TEK 17 § 7-3 (ref. [4])
- Konstruksjonssikkerhet, TEK17 §10-2 (ref. [4])
- Byggesaksforskriften (ref. [5])
- Veiledninger og standarder (ref. [2], [6])

2.2 Klassifisering

Det skal etableres syv etasjer inkludert kjeller i planområdet og tiltak klassifiseres som tiltakskategori K4.

3 Terreng og grunnforhold

3.1 Terrengforhold

Terrenget på byggetomta er flat. På sør-vestside for barnehagene er det en ravinedal med en skråningshøyde inntil 12 m. Ravinedalbunnen ligger på ca. kote +161 og den høyeste punkt på tomta lengst øst er rundt kote +176. Skråningen ned til ravinedalen heller med ca. 1:4. Snitt S1 og snitt S2 viser terrengforhold fra vest mot øst (Figur 3-1). I ravinedalen renner det en bekk med tett vegetasjon, lite vannføring og fall. Bekken viser ingen tegn på erosjon.

Det aktuelle området ligger under den marine grensen. Det er ikke berg i dagen eller antatt berg i < 2m dybde. Dermed ligger tomta innenfor aktsomhetsområde for marine leire.

I en topografisk kontekst ligger tomta nesten på høyeste delen i området. Arealer som er i høyere liggende terreng ansees ikke som løснеområde, da terrengkriteriet på helning 1:20 eller brattere ikke oppfylles. Dermed ligger tomta ikke innenfor aktsomhetsområde for utløpsområde.

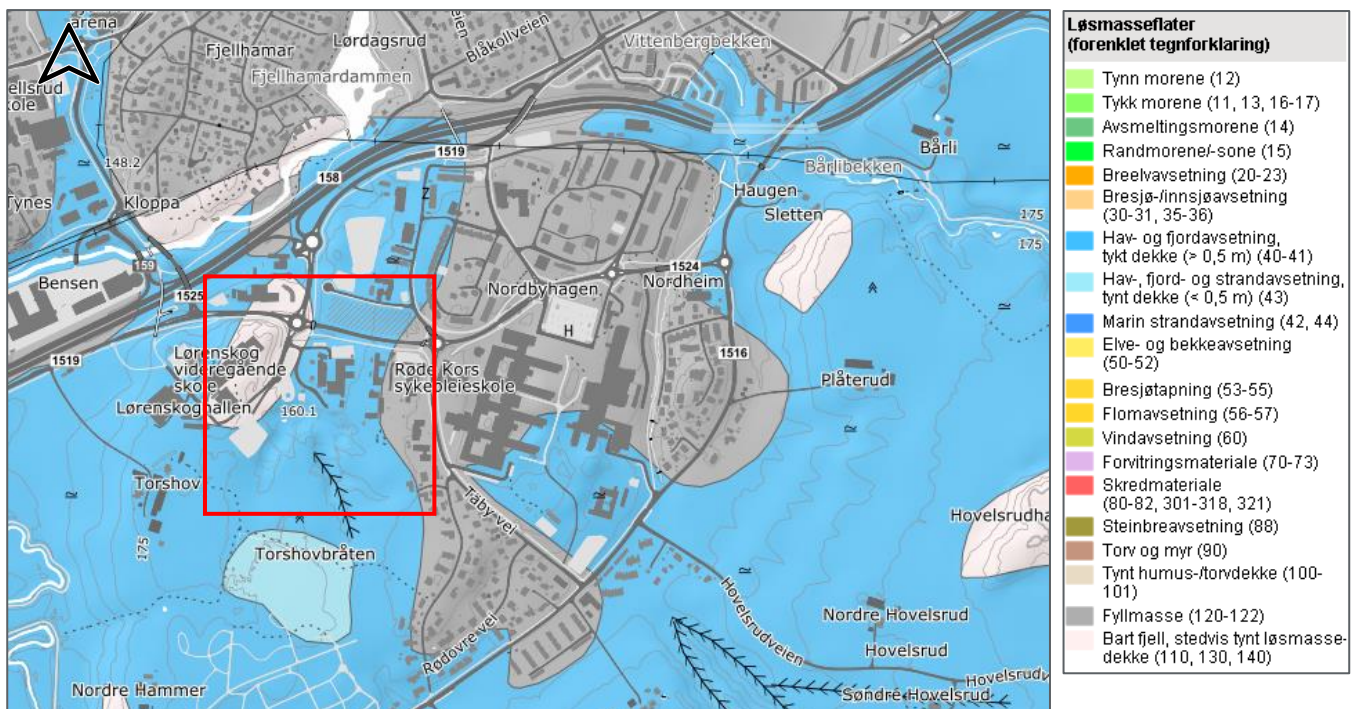


Figur 3-1: Det er vist to snitter (S1 og S2) gjennom prosjektområdet. Begge er på østside nesten flat (1:35-1:40). Skråningen ned til ravinedalen er ca. 1:4. Hvite og røde fargene viser relativt høyt terreng mens grønne fargene viser lavt terreng. (Kilde: hoydedata.no)

3.2 Grunnforhold

3.2.1 Datagrunnlag og lagdeling

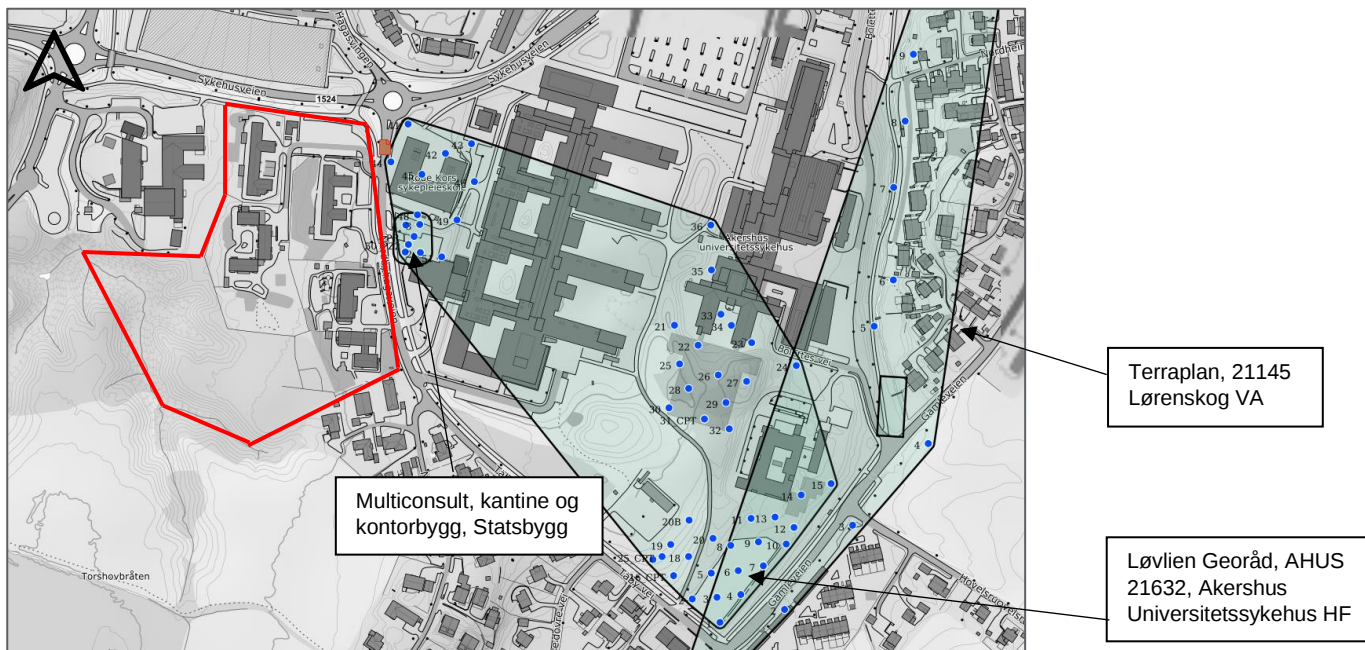
Løsmassekartet (Figur 3-2) viser marine avsetninger, fyllmasser og stedvis bart fjell. Det aktuelle området ligger under den marine grensen. Dette betyr at det kan forekomme hav- og fjordavsetninger som kan inneholde kvikkleire og sprøbruddmateriale i hele undersøkelsesområdet. Løsmassekartet gir kun en indikasjon på hva et øvre lag i jordprofilen består av.



Figur 3-2: NGUs løsmassekart viser marine avsetninger og fyllmasser i det aktuelle området. Videre er det visst bart fjell i flere arealer.

3.3 NADAG

Nasjonal database for grunnundersøkelser (NADAG) angir tidligere grunnundersøkelser på østre side av prosjektområdet. Disse vises i Figur 3-3.

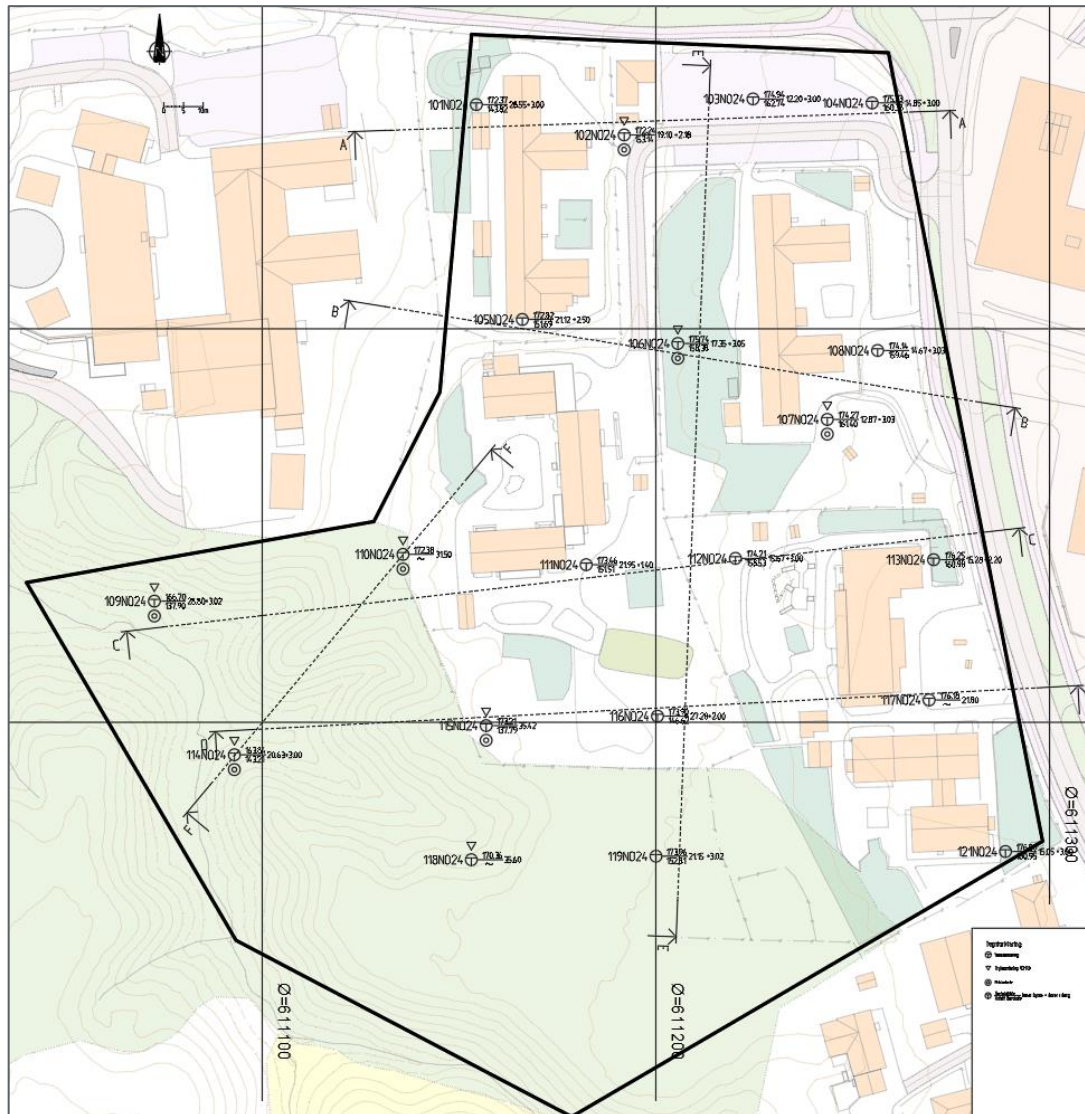


Figur 3-3: Tidligere grunnundersøkelser hentet fra NADAG. Det aktuelle området er vist i rød. (Kilde: geo.ngu.no)

3.4 Grunnundersøkelser Norconsult Norge AS og Head Energy 2024/2025

Norconsult Norge AS lagte borplanen som var utført av Head Energy i slutten av 2024 og begynnelse av 2025. Detaljerte informasjonen fra boringene gis i ref. [1]. Det tilhører 20 totalsonderinger, 8 trykksønderinger og 7 prøveserier til det aktuelle området. Borplanen gis i Figur 3-4. Totalsonderingssymbolene er vist i forskjellige farger. Blå betyr ikke antatt sprøbruddmaterialer, oransje er mulig sprøbruddmaterialer og rød er påvist sprøbruddmaterialer. Videre er det visst flere snitter som gis i datarapporten (ref. [1])

Generelt er det grunnprofil med 3-6m friksjonsmasser over leire. Leiremektigheten varierer mellom 7-23m. I overgang til berg er det høy spissmotstand som er enten morene eller berg av dårlig kvalitet. Under er det antatt berg. Figur 5-1 viser tre representative borprofiler (114NO24 og 115NO24, 116NO24) i snitt D-D.



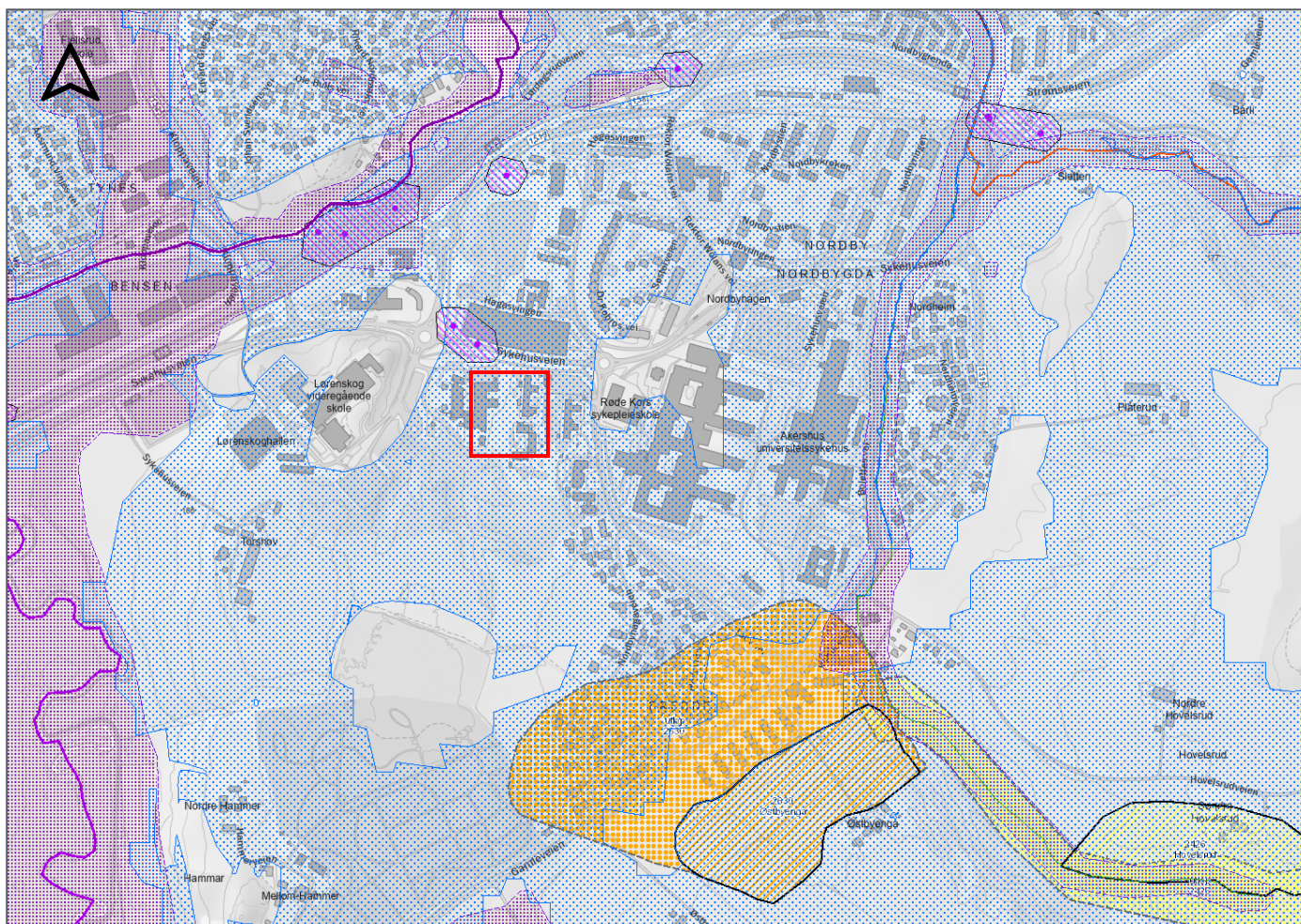
Figur 3-4: Utklipp fra borplanen. Borplanen i full resolusjon vises i ref. [1] Tomta er vist i svart.

3.4.1 Grunnvann

Grunnvann er målt i flere borehull under feltarbeidet. Videre er det installert tre piezometere. Grunnvannstand i 114NO24 er ca. 4-4,5m og i 106NO24 er det 2,7m ved prøvetakingsdato.. Nærmere informasjon finnes i datarapporten RIG-R01 (ref. [1]).

3.5 Naturfarer

NVE-Atlas viser rundt prosjektområde forskjellige naturfarer (Figur 3-5). Det er kvikkleiresoner, aktsomhetsområder for kvikkleireskred og aktsomhetsområder for flom. I prosjektområdet er det kun aktsomhetsområde for kvikkleireskred.



Figur 3-5: Naturfare. Det er vist forskjellige fareområder. Blå viser aktsomhetsområde for kvikkleireskred. Oransje viser kvikkleiresoner med faregrad middels (løsne- og utløpsområde). Gul er kvikkleiresone (løsne- og utløpsområde) med faregrad lav. Lilla angir kvikkleireområder og lilla langs elvene er aktsomhetsområde for flom. Rød firkant viser prosjektområdet. (Kilde: atlas.nve.no)

4 Befaring

Det er gjennomført en befaring av terrenget den 2. april 2025 for å vurdere erosjonsforhold i bekkedalen (se Figur 4-1). Ravinedalen preges av en små bekk med tett vegetasjon, lite vannføring og slak fall. Bekken viser ingen tegn på erosjon.

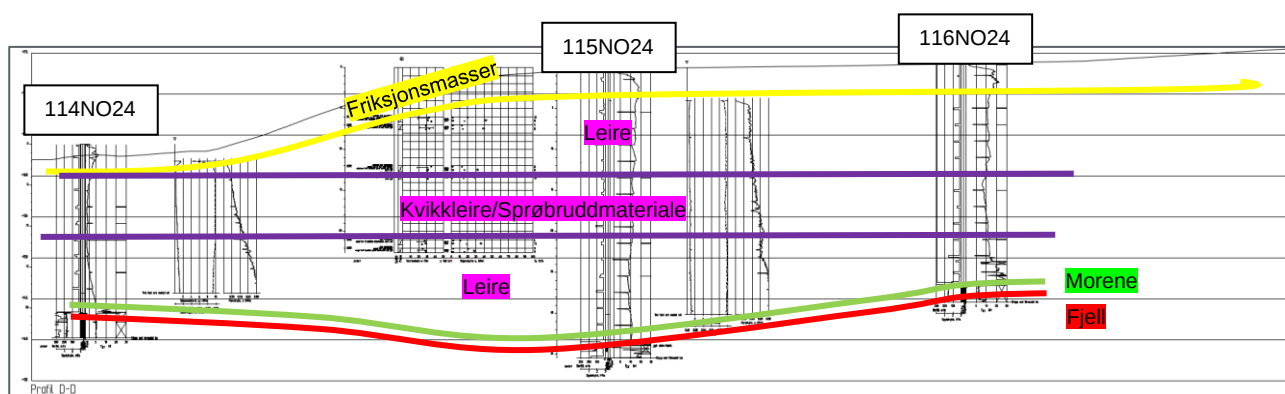


Figur 4-1: Bilde fra befaring som vurderer erosjonsforhold.

5 Grunnundersøkelser

For vurdering av planområdet er det utført supplerende grunnundersøkelser i 2024/2025, som er dokumentert i datarapport (ref. [1]). Kvalitet av grunnundersøkelser er vurdert som god. Grunnundersøkelser er utført jf. bransjestandard som dokumentert i NGF-meldinger.

Det hele benyttede geotekniske datagrunnlaget vurderes som tilfredsstillende for å avgrense kvikkleireforekomster og for bestemmelse av geotekniske parametere. Borplanen er vist i Figur 3-4 og representativ lagdeling vises i Figur 5-1.



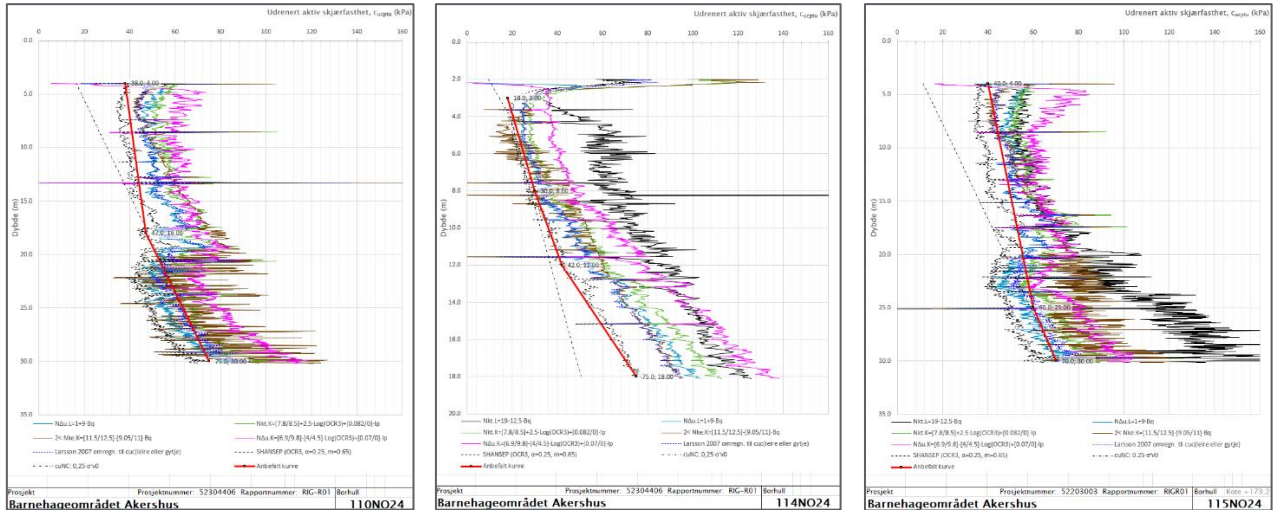
Figur 5-1: Snitt D-D viser representativ lagdeling for undersøkelsesområdet.

5.1 Tryksondering og Laboratorieresultater

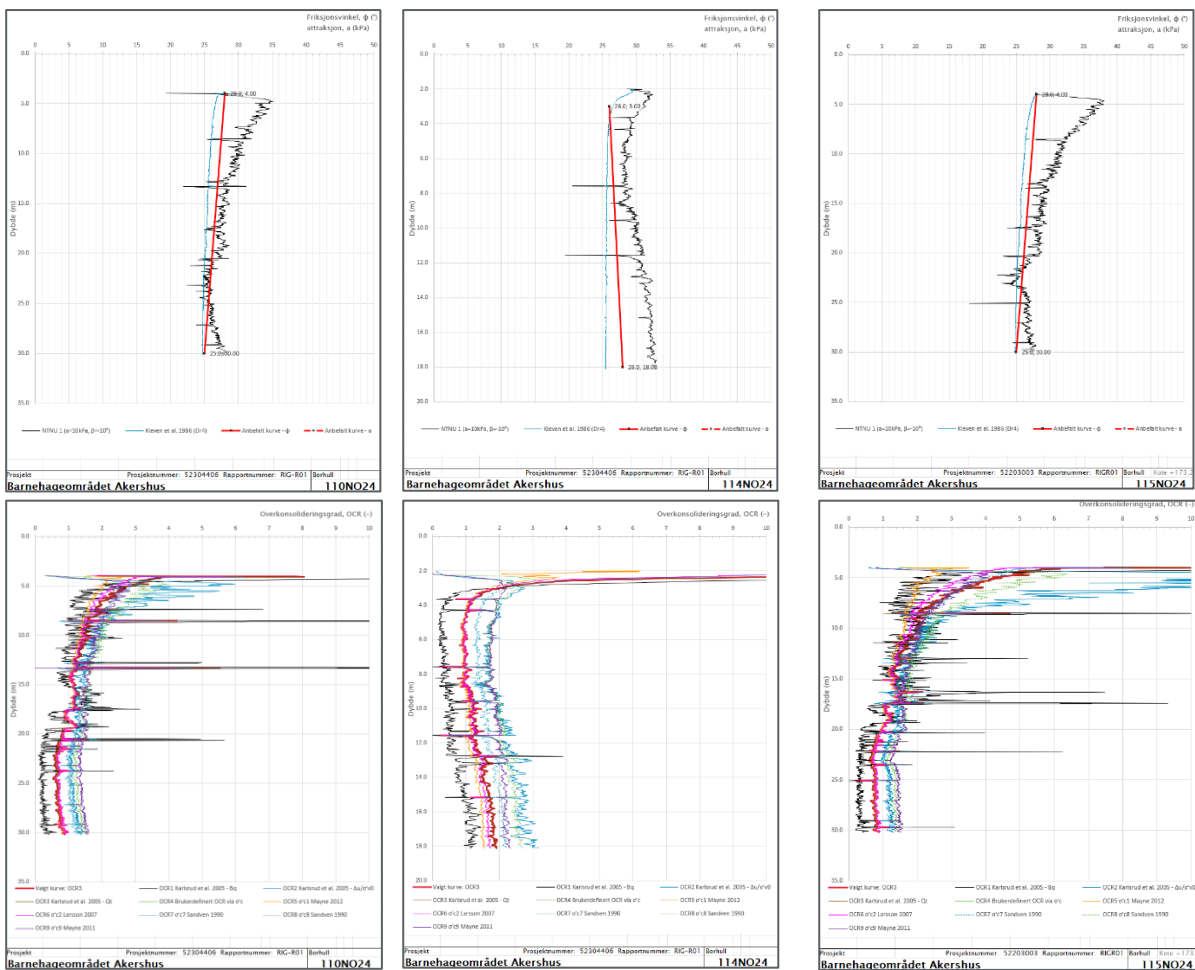
Det var kjørt 8 tryksonderinger (CPTu) som viser tolket udrenert aktiv skjærfasthet $C_{u\text{CPTu}}$ mellom 18-75 kPa. Laveste verdiene er mellom 28-40 kPa og høyeste verdiene er mellom 70-75 kPa (i dypeste delen av tryksonderingen). Friksjonsvinkel ϕ for leirelag varierer mellom 25-28.

Overkonsolideringsgrad OCR er for 102NO24, 106 NO24 og 107NO24 1 og større enn 1. Det tolkes som normal til overkonsolidert. For 109NO24 og 114NO24 er OCR <1, som er underkonsolidert. For 110NO24, 115NO24 og 118NO24 er underste delen av CPTu sonderingen underkonsolidert, resten tolkes som overkonsolidert.

Figur 5-2 viser udrenert aktiv skjærfasthet for 110NO24, 114NO24 og 115NO24 mens Figur 5-3 viser tolkning av friksjonsvinkel og overkonsolideringsgrad OCR 110NO24, 114NO24 og 115NO24.



Figur 5-2: Udrenert aktiv skjærfasthet (C_{ucpu}) av 110NO24, 114NO24 og 115NO24.



Figur 5-3: Friksjonsvinkel (ϕ) og overkonsolideringsgrad OCR av 110NO24, 114NO24 og 115NO24.

Laboratorieresultater viser for 110NO24, 114NO24 og 115NO24 umrørt skjærfasthet $C_{urfc} < 1,27$. Dermed er det påvist sprøbruddmaterialer i disse posisjoner. Laboratoriedata er vist i Figur 5-4.

Prøve identifikasjon					Konus				ISO 17892-6		NS 8015:1988 (tilbaketrukket)			Anmerkning
Boring	Tube	Part	Test	Dybde [m]	Uforstyrret masse [g]	i [mm]	Omrørt masse [g]	i [mm]	cufc [kPa]	curfc [kPa]	cufc [kPa]	curfc [kPa]	St [-]	
110NO24	1			6.1	100	9.2	60	9.1	9.3	1.9	14	2.9	4.8	
110NO24	1			6.55	100	9.1	60	10.2	9.5	1.5	15	2.4	6.3	
110NO24	2			8.1	100	8.3	60	8.3	11	2.3	18	3.5	5.1	
110NO24	2			8.6	100	7.2	60	8.4	15	2.3	23	3.4	6.8	
110NO24	3			16.15	100	6.3	60	7.2	20	3.1	28	4.5	6.2	
110NO24	3			16.55	100	5.9	60	8.3	23	2.3	31	3.5	8.9	
110NO24	4			17.15	100	6.2	60	7.4	20	2.9	29	4.3	6.7	
110NO24	4			17.55	100	5.9	60	7.7	23	2.7	31	4	7.8	
110NO24	5			22.15			10	16.1		0.1		0.1		intakt utgår pga. forstyrret prøve
110NO24	5			22.55	60	6.1	10	17.7	4.3	0.1	6.4	0.1	64.0	
110NO24	6			23.15			10	16.5		0.1		0.1		intakt utgår pga. forstyrret prøve
110NO24	6			23.3			10	18.7		0.1		0.1		intakt utgår pga. forstyrret prøve
114NO24	1			3.15	100	8.9	10	8.4	9.9	0.4	15	0.6	25.0	
114NO24	1			3.55	60	5.8	10	18.3	4.7	0.1	7	0.1	70.0	
114NO24	2			4.15			10	22.0		0.1		0.1		intakt utgår pga. forstyrret prøve
114NO24	2			4.65			10	22.0		0.1		0.1		intakt utgår pga. forstyrret prøve
114NO24	3			5.15	60	7.0	10	20.0	3.2	0.1	4.8	0.1	48.0	
114NO24	3			5.4	60	7.1	10	20.0	3.2	0.1	4.6	0.1	46.0	
Prøve identifikasjon					Konus				ISO 17892-6		NS 8015:1988 (tilbaketrukket)			Anmerkning
Boring	Tube	Part	Test	Dybde [m]	Uforstyrret masse [g]	i [mm]	Omrørt masse [g]	i [mm]	cufc [kPa]	curfc [kPa]	cufc [kPa]	curfc [kPa]	St [-]	
115NO24	1			6.15	100	6.3	60	9.9	20	1.6	28	2.5	11.2	
115NO24	1			6.55	100	6.9	60	9.1	16	1.9	25	2.9	8.6	
115NO24	2			7.12	100	7.9	60	9.3	13	1.8	19	2.8	6.8	
115NO24	2			7.53	100	7.5	60	9.3	14	1.8	21	2.8	7.5	
115NO24	3			12.15	100	7.8	60	10.0	13	1.6	20	2.5	8.0	
115NO24	3			12.57	100	7.0	60	9.0	16	2	24	2.9	8.3	
115NO24	4			13.15	100	8.1	60	9.9	12	1.6	18	2.5	7.2	
115NO24	4			13.55	100	7.2	60	13.8	15	0.8	23	1.3	17.7	
115NO24	5			21.15	100	8.3	60	8.5	11	2.2	18	3.3	5.5	
115NO24	5			21.55	100	6.5	60	9.3	19	1.8	27	2.8	9.6	
115NO24	6			22.15	100	6.1	60	8.4	21	2.3	30	3.4	8.8	
115NO24	6			22.55	100	6.9	60	9.3	16	1.8	25	2.8	8.9	

Figur 5-4: Laboratorieresultater for borhull 110NO24, 114NO24 og 115NO24. Kvikkmaterialer er markert i rødt.

6 Vurdering av skredmekanisme

6.1 Skredmekanisme

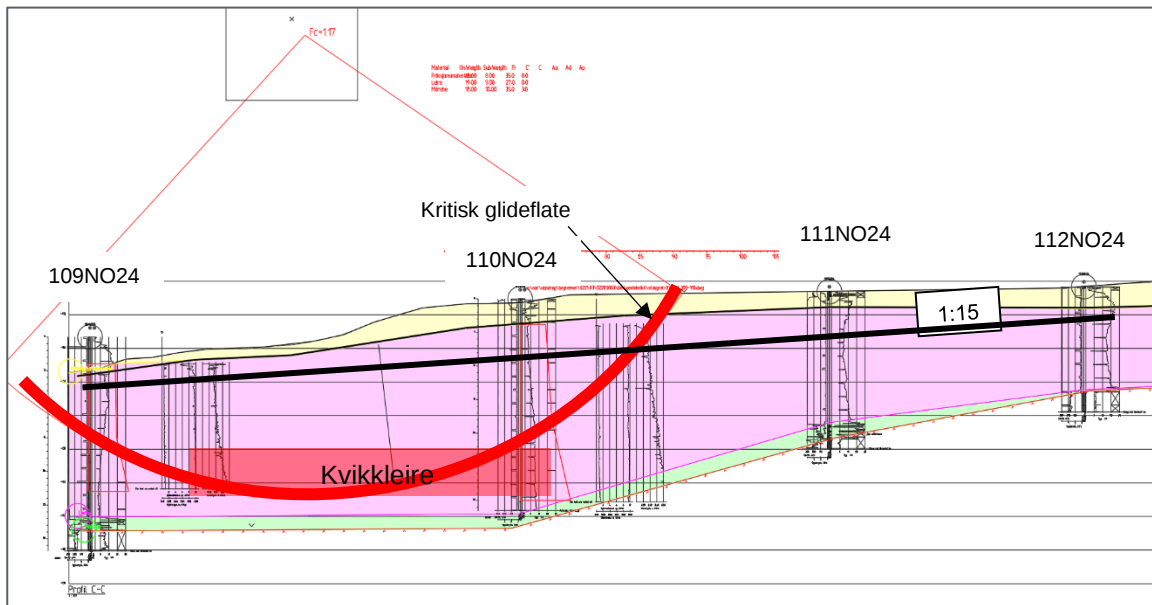
Det er påtruffet sprøbruddmateriale i ravinedalområdet (Figur 6-2, Figur 6-3 og Figur 6-4). Dermed må det vurderes aktuelle skredmekanismer og avgrensning av løснеområde etter flytskjema, Figur 4.3 i NVEs veileder, ref. [2] (Figur 6-1). Sprøbruddmaterialer viser $c_{u,r} < 0,69$ i 110NO24 og 114NO24. 115NO24 viser $c_{u,r} = 0,8$.

Det er ikke sprøbruddmateriale over 1:15 linja (se Figur 6-2, Figur 6-3 og Figur 6-4), som betyr at ett initialskred ikke vil utvikle seg til et retrogressivt skred (andel sprøbruddmaterialer over kritisk glideflate er under 40%). Den aktuelle skredmekanisme vurderes å være rotasjonsskred eller flaskred.

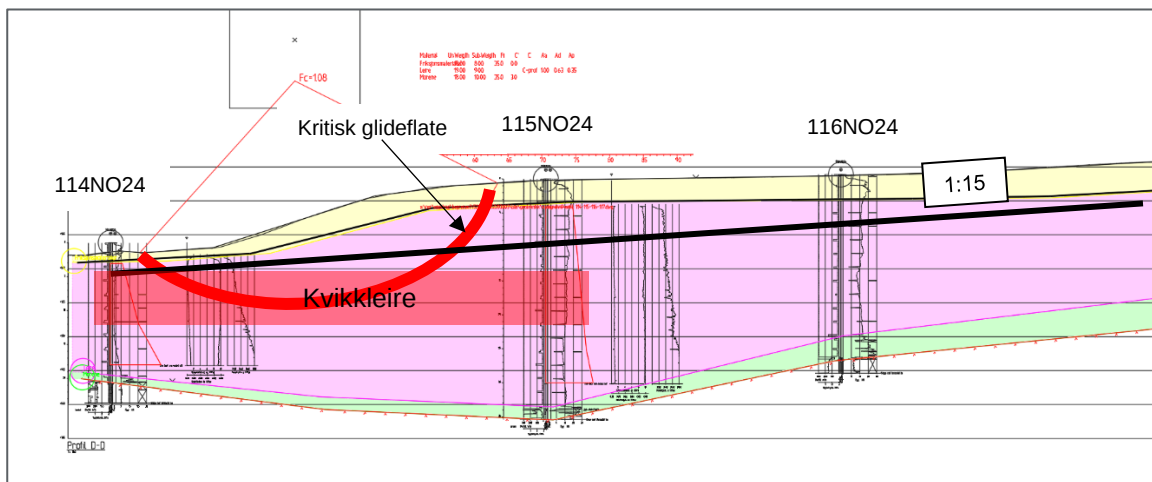
Kriterier for flaskskred er at det trenges et kvikkleirelag parallelt med terrenget. Det er ikke tilfellet. Det betyr at den aktuelle skredmekanisme er rotasjonsskred. Iht. NVEs veileder (ref. [2]) er løснеområde for rotasjonsskred fra dalbunnen $L < 5 \times H$ (= maks. 60m).



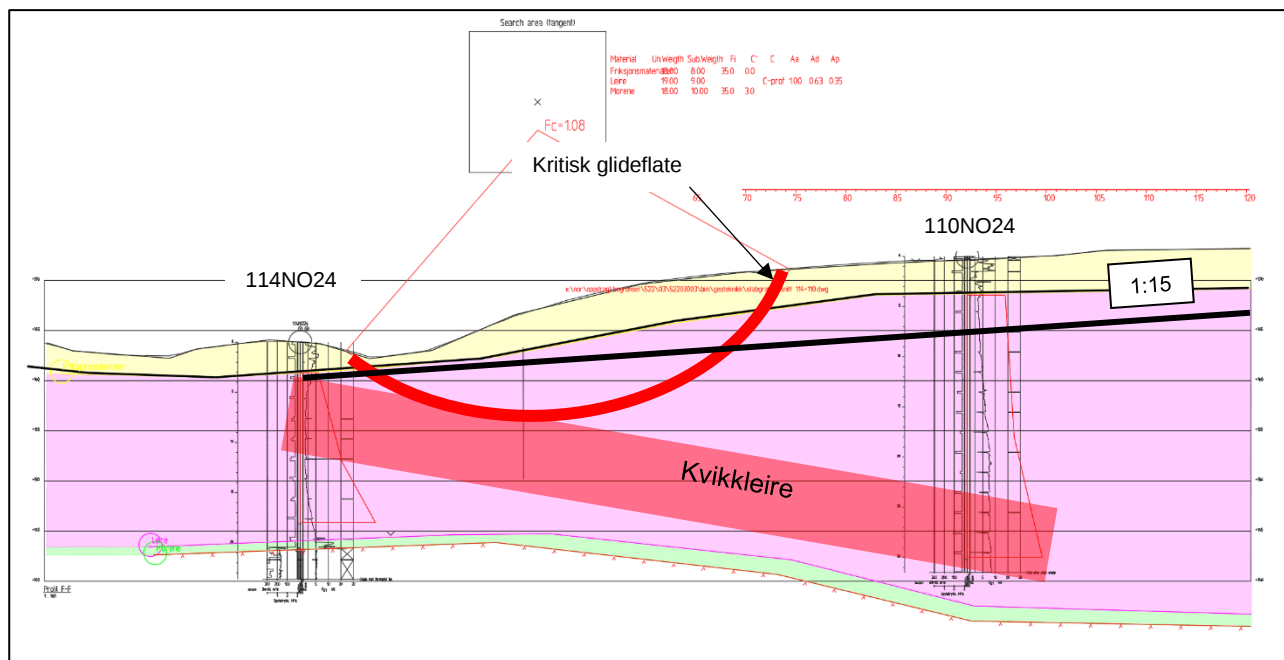
Figur 6-1: Vurdering av aktuelle skredmekanisme etter Figur 4.3 i NVEs veileder, ref. [2].



Figur 6-2: Snitt C-C. Boringene 109 og 110. Kvikkleirelag vurderes å ligge for dybt for at det kan utvikle seg et områdeskred.



Figur 6-3: Profil D-D. Boringene 114-115-116. Kvikkleirelag ligger grunt og berøres av den kritiske skjørflaten i aktiv sone slik at et rotasjonsskred vurderes som relevant.

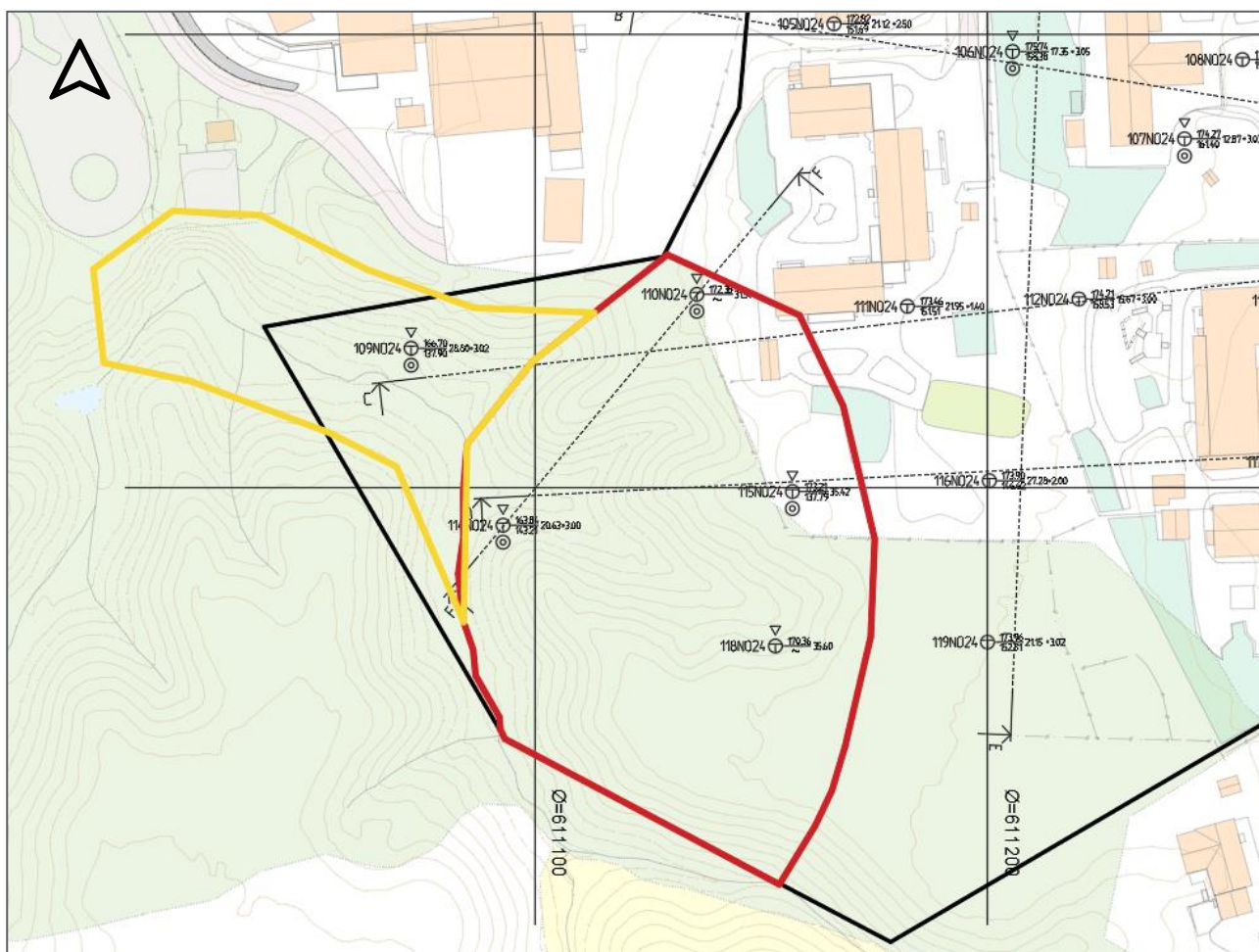


Figur 6-4: Snitt F-F. Boringene 114 og 110. Kvikkleirelag vurderes å ligge for dybt for at det kan utvikle seg et områdeskred.

6.2 Potensielt løсне- og utløpsområde for kvikkleirefaresone Nordbyhaga

Utløpsområde av områdeskred vurderes etter figur 4.10 i NVEs veileder (ref. [2]). Som beskrevet i kap. 6.1 er løснеområde målt fra dalbunnen $L < 5 \times H$, hvor H er skråningshøyde. Løснеområde er dermed 60m fra dalbunnen. Pga. ravinedalen er det skred i kanalisert terreng. Løśnieområdet er $L = 60$ m som betyr at utløpsområde er i teorien $0,5 \times L = 30$ m. Derimot ville utløpsområde tilpasse seg til ravineterreng.

Løśnie- og utløpsområder er vist i Figur 6-5.



Figur 6-5: Løśnie- og utløpsområdet er vist i rød og gul.

7 Faregradsevaluering av kvikkleirefaresonen

Faresoner klassifiseres med faregrad, konsekvensklasse og risikoklasse iht. metoden beskrevet i kap. 4 i NVE Ekstern rapport 9/2020 (ref. [6]). Dette gir faregrad «lav». Figur 7-1 viser gjennomført faregradsvurdering. Figur 7-2 gir skadekonsekvens «meget alvorlig» etter evaluering i henhold til NVEs eksterne rapport (ref. [6]).

Risiko er lik skadekonsekvens x faregrad. Risiko er inndelt i fem klasser. Dette er gjort for å skille ut soner med aller lavest risiko og aller høyest risiko. Tallverdien for risiko fremkommer således ved å multiplisere %-tallet for skadekonsekvens med %-tallet for faregrad. Det gir et produkt av 1431 og derfor **Risikoklasse 3**.

Klassifisering av kvikkleirefaresone

Norconsult

Basert på: "Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred." NVE Ekstern rapport nr. 9/2020

Norconsult-oppgdragsnr.

52203003

Oppdragsgiver:

Akershus universitetssykehus HF

Oppdragsnavn:

Omregulering Barnehageområdet

Sted:

Akershus

Faktor	Vekttall	Konsekvens, score				Score	Sum	Kommentar
		3	2	1	0			
Tidligere skredaktivitet	1 Høy	Noe	Lav	Ingen	0	0	Ingen historik/skredhendelser/skredgroper	
Skråningshøyde (m)	2 >30	20-30	15-20	<15	0	0	ca. 10-12m	
Tidligere/nåværende terrengnivå (OCR)	2 1.0-1.2	1.2-1.5	1.5-2.0	>2.0	3	6	Boringene er normalkonsolidert (f.eks. 114) til overkonsolidert (f.eks. 110)	
Poretrykk, Overtrykk (kPa)	3 >+30	10-30	0-10	Hydrostatisk	0	0		
Poretrykk, Undertrykk (kPa)	-3 >-50	-(20-50)	-(0-20)	Hydrostatisk	0	0	Jf. Poretrykksmåler 110 og 115 antas poretrykket å være hydrostatisk	
Kvikkleiremektighet	2 >H/2	H/2-H/4	<H/4	Tynt lag	3	6	ca. 7m (se profil D-D og F-F)	
Sensitivitet	1 Se	30-100	20-30	<20	2	2	25-47	
Erosjon	3 Aktiv/glidn.	Noe	Liten	Ingen	0	0	Tørrt ravinedal	
Inngrep: Forverring	3 Stor	Noe	Liten	Ingen	2	6	Planlagt tiltak med 6 etasje bygg	
Inngrep: Forbedring	-3 Stor	Noe	Liten	Ingen	2	-6	motfylling	
Sum						14		
% av maksimal poengsum						27		
Faregrad						lav		
0-17=lav								
18-25=middels								
26-51=høy								
Dato	2025-02-25							
Utført	SimPro							
Kontrollert	HeTia							
Godkient	HeTia							

Figur 7-1: Evaluering av faregrad for ny faresone Nordbyhaga.

Evaluering av skadekonsekvens

Norconsult

Basert på: "Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred." NVE Ekstern rapport nr. 9/2020

Norconsult-oppdagsnr.

52203003

Oppdragsgiver:

Akershus Universitetssykehus HF

Oppdragsnavn:

Regulering Barnehageområdet

Sted:

Akershus

Faktor	Vekttall	Konsekvens, score				Score	Sum	Kommentar
		3	2	1	0			
Boligheter, antall	4	Tett>5	Spredt>5	Spredt<5	Ingen	3	12	Skred ville gå mellom skole og helikopterbasen
Næringsbygg, personer	3	>50	10-50	<10	Ingen	3	9	
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen	3	3	Helikopterbasen
Vei, ÅDT	2	>5000	1001-5000	100-1000	<100	0	0	
Toglinje, bruk	2	Persontrafikk	Godstrafikk	Normalt ingen trafikk	Ingen	0	0	
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal	0	0	
Oppdemning og flodbølge	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen	0	0	
Sum							24	
% av maksimal poengsum							53	

Faregrad

Meget alvorlig

0-6 poen = Mindre alvorlig

7-22 poeng = Alvorlig

23-45 poeng = Meget alvorlig

Dato

2025-02-25

Utført

SimPro

Kontrollert

HeTia

Godkjent

HeTia

Figur 7-2: Evaluering av skadekonsekvens for ny faresone Nordbyhaga.

8 Kritiske snitt og beregningsparametere

8.1 Kritisk terrengsnitt

Det vurderes snitt D-D som være kritisk pga. kvikkleireforekomst i aktiv og passiv sonen. I snitt C-C og F-F er det ikke kvikkleire i aktiv sonen av kritisk glideflate. Dermed er det gjennomført beregninger kun i snitt D-D.

8.2 Geotekniske beregningsparametere

Materialparametere er vist i Tabell 2. Disse følger i hovedsak verdier tolket fra CPTu presentert i kapitel 5 og erfaringsverdier angitt i Statens vegvesens Hb. V220 (ref. [7]).

Tabell 2: Materialparametere (tyngdetetthet og styrke)

Materiale	Tyngdetetthet/Neddykket tyngdetetthet γ / γ'	Friksjonsvinkel ϕ	Kohesjon, c'	Udrenert aktiv skjærfasthet, C_{uA}
Friksjonsmasser	18 kPa / 8 kPa	35	0	
Leire/Sprøbruddmaterialer	19 kPa / 9 kPa	27	10	18-75 kPa
Morenematerialer	18 kPa / 10 kPa	35	3	

9 Områdeskredvurdering og stabilitetsberegninger

9.1 Krav

Partialfaktorer (sikkerhetsfaktorer) for jordas styrke er som følger i henhold til Eurokode 7 (ref. [8])

- Friksjonsvinkel, Φ : $\gamma_M \geq 1,25$
- Attraksjon/Kohesjon, a/c' : $\gamma_M \geq 1,25$
- Udrenert skjærfasthet, c_u : $\gamma_M \geq 1,40$
- Tyngdetetthet, γ : $\gamma_M \geq 1,00$

Med grunnlag i NVE's tiltakskategori K4 og lav faregrad settes følgende krav til sikkerhetsfaktoren F:

Totalspenningsanalyse:

$F_{cu} \geq 1,4 * fs$ forutsatt **forverring** for prosjektert terreng

$F_{cu} \geq 1,4$ forutsatt **ikke forverring** for prosjektert terreng

$F_{cu} \geq 1,2$ om skråningen er **utenfor** tiltakets influensområde (robust skråning, avstand $2 \times H$)

Effektivpenningsanalyse:

$F_\phi \geq 1,25$

Ved lavere sikkerhet kreves prosentvis forbedring av stabiliteten jf. tabell 3.3 i NVE-veileder (ref. [2]). Erosjon som kan utløse skred som kan ramme tiltaket må forebygges. **Det stilles krav om kvalitetssikring av uavhengig foretak.**

9.2 Stabilitetsberegninger Snitt D-D

Det er gjennomført beregninger for utgangssituasjonen og ferdigprosjekterte situasjon. Resultater vises i Tabell 3.

Tabell 3: Resultater stabilitetsberegninger snitt D-D

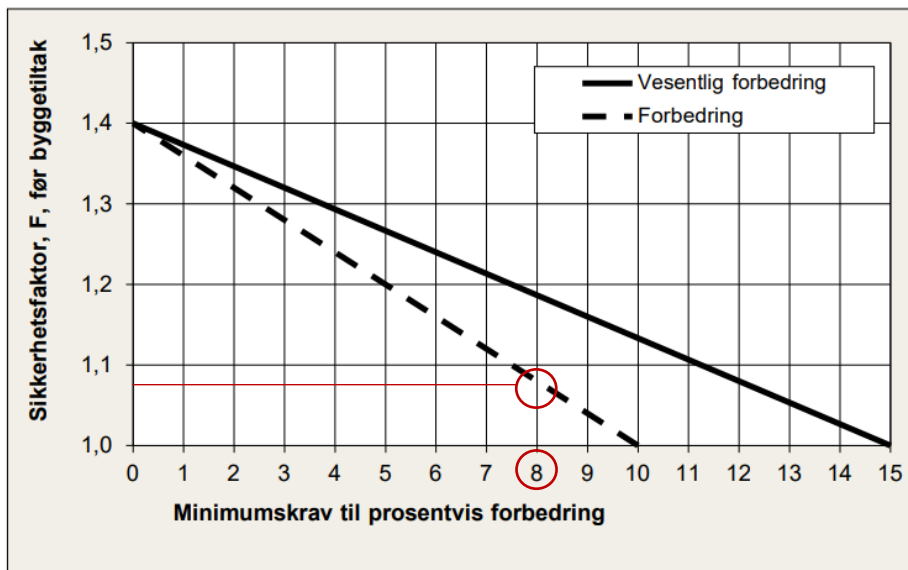
Situasjon	Tegningsnummer	Sikkerhetsfaktor i udrenert analyse, F_{cu}	Sikkerhetsfaktor i drenertanalyse, $F_{c\phi}$
Snitt D-D utgangssituasjon	201	1,08	1,68
Snitt D-D motfylling	202	1,23/1,60	2,25/2,27
Snitt D-D med motfylling og kjeller/bygg	203	1,16/1,60	2,24/2,31

Sikkerhetsverdier skrevet i kursiv er sikkerhetsverdier for motfyllingen

9.3 Diskusjon av beregningsresultat områdestabilitet

Eksisterende terreng/utgangssituasjon

Beregninger med totalspenningsanalysen viser at eksisterende terreng har for lite sikkerhetsmargin ($F_c = 1,08$). Krav til sikkerhetsfaktor F_c er ikke oppfylt (se tegning 201 i vedlegg). Det er nødvendig med stabilitetsforbedrende tiltak.



Figur 9-1: Krav til prosentvis forbedring av sikkerhetsfakoren i totalspennings- og effektivspenningsanalyse. (Kilde: NVE-veileder 1-2019).

Anleggsfase - motfylling

Det må etableres en motfylling før etableringen av planlagt tiltak, f.eks. sykehusbygg. Motfyllingen skal tilfredsstillende prosentvis forbedring av sikkerhetsfaktor, som der er framstilt i Figur 9-1. For aktuelt prosjekt må krav til «Forbedring» oppfylles, som ta utgangspunkt i sikkerhetsfaktor for eksisterende terreng (utgangssituasjon).

I Snitt D-D må sikkerhetsfaktor forbedres med minst 8 prosent, dvs. $F_c \geq 1,16$. Dette oppnås med etablering av motfylling med minst. 3m høyde. Dette resulterer i sikkerhetsfaktor **$F_c = 1,23$** (se tegning 202 i vedlegg).

Sikkerhetsfaktoren for motfylling er 1,60, som oppfyller kravene iht. NVEs veileder.

Motfyllingen må detaljprosjekteres.

Permanentsituasjon etter etablering av bygg og kjeller

For å ivareta prosentvis forbedring må UK kjeller være etablert minst 3m under eksisterende terreng. Ved etablering av bygg med last 85 kPa er prosentvis forbedring gitt. Sikkerhetsfaktoren er **$F_c = 1,16$** og dermed er 8% forbedring oppfylt. Sikkerhetsfaktoren for motfylling er **$F_c = 1,60$** .

10 Konklusjon av områdestabilitet

Områdestabilitet og sikkerhet mot løsmasseskred er vurdert som tilfredsstillende for planområdet når følgende tiltak utføres:

1. Etablering av motfylling i ravinedalen med høyde 3m til ca. kote +166.
2. Bygningslast begrenses til syv etasjers bygg inkludert kjeller.

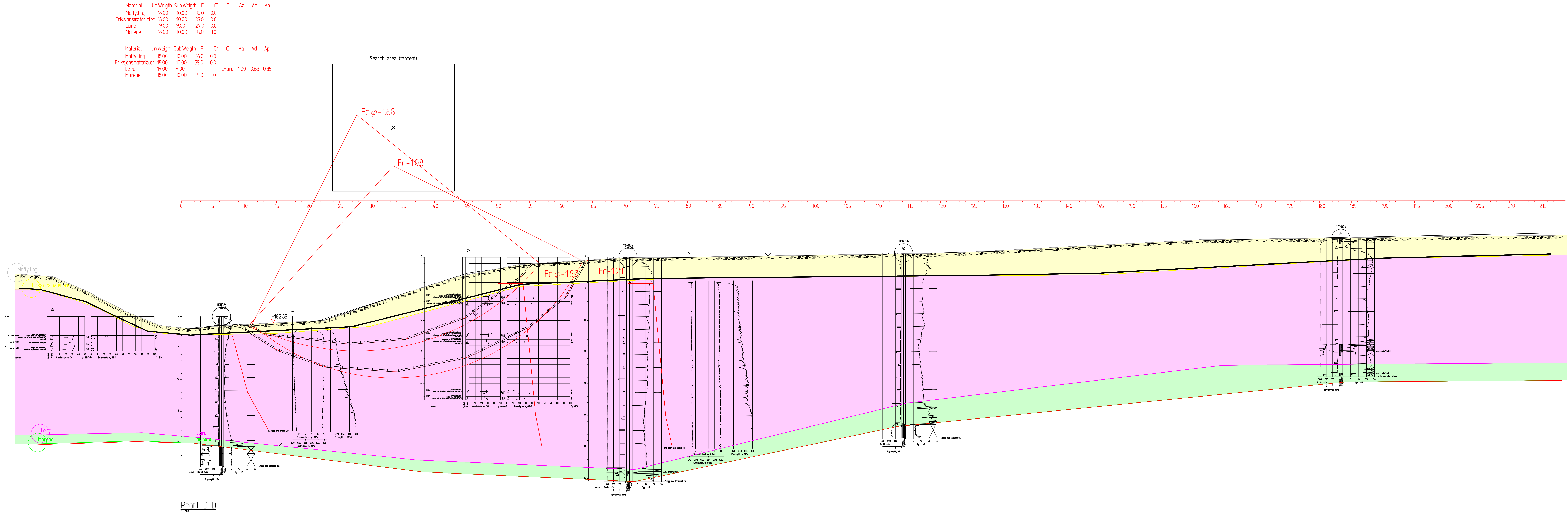
Krav til sikkerhet som skal legges til grunn ved regulering og bygging jf. TEK17 er oppfylt. Motfyllingen må detaljprosjekteres som framstilt i beregningsnitt for anleggsfasen (Tegning 202).

Alternativt kan det bygges utenfor løsneområde, som er vist i Figur 6-5. Etablering av tiltak utenfor løsneområde kreves ingen stabiliserende tiltak (som f.eks. motfylling).

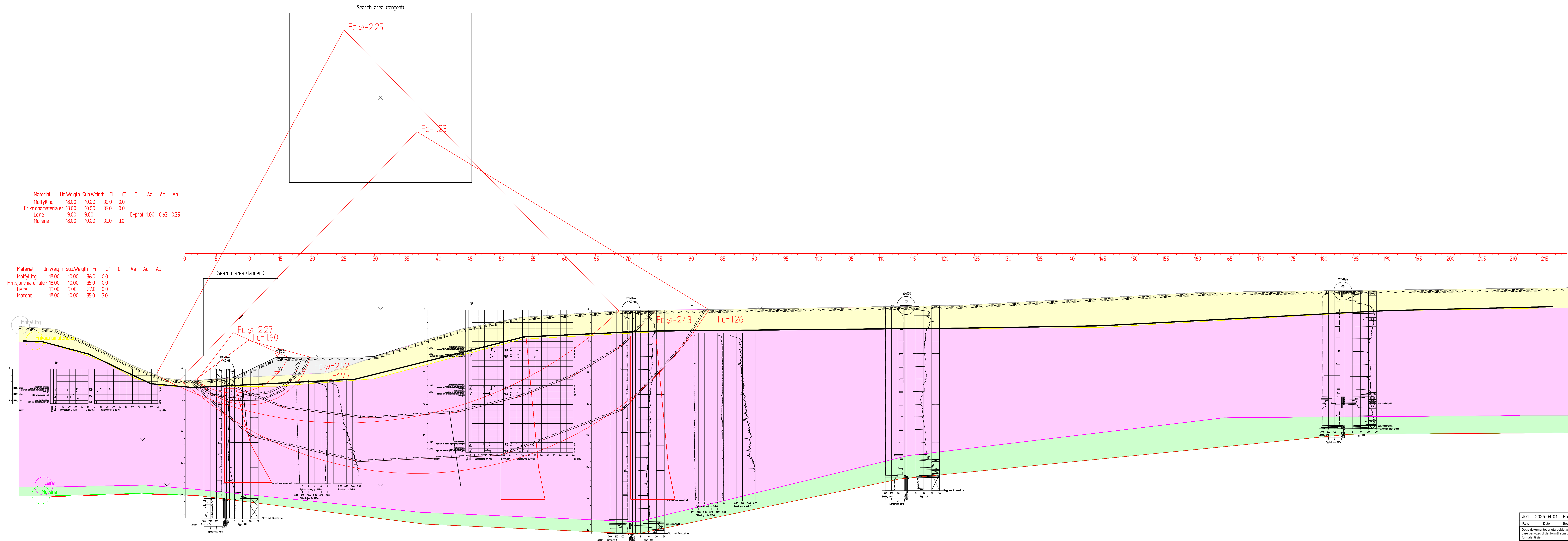
11 Referanser

- [1] Norconsult Norge AS, Omregulering Barnehageområdet Datarapport, 2025.
- [2] NVE, «ISSN: 1501-0678, Veileder Nr. 1/2019, Sikkerhet mot kvikkleireskred,» 2020.
- [3] Lovdata, «Lov om planlegging og byggesaksbehandling (Plan- og bygningsloven). Tilgjengelig på <lovdata.no>».
- [4] Direktoratet for Byggkvalitet, «Byggteknisk forskrift (TEK 17) med veiledning. Tilgjengelig på <dibk.no/regelverk/byggteknisk-forskrift-tek17>».
- [5] Direktoratet for Byggkvalitet, «Byggesaksforskriften (SAK 10) med veiledning. Tilgjengelig på <dibk.no/regelverk/sak>».
- [6] NVE, «Ekstern Rapport, Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred,» 2020.
- [7] Statens vegvesen, «N-V220 Geoteknikk i vegbygging,» 2025.
- [8] Norsk Standard, «NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020, Eurokode 7 - Geoteknisk prosjektering - Del 1: Almenne regler,» 2020.
- [9] Norsk Standard, «NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+Na2021, Eurokode 8 - Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning - Del 1: Almenne regler, seismiske laster og regler for bygninger,» 2021.

"\\norconsult.com\data\oppg\Bereg\52203003\BIM\Geoteknik\52203003 Stabilitetsberegninger for ramt.dwg - SimPro - Profil: 2025-04-01, 15:17:47 - LAYOUT = 201 - XREF = 52203003 Profil C-C, 52203003 Profil D-D"



J01	2025-04-01	For bruk	SimPro	HeTia	KKa
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utskrift	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Oppdragsdelen tilhører Norconsult. Dokumentet må kun benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet lar det.					
Akershus Universitetssykehus HF					1:200
Omregulering Barnehagetomtene					
Områdestabilitetsvurdering					
Stabilitetsberegning Snitt D-D uten last					
Norconsult			Oppdragsnummer	Tegningsnummer	Revisjon
			52203003	201	J01

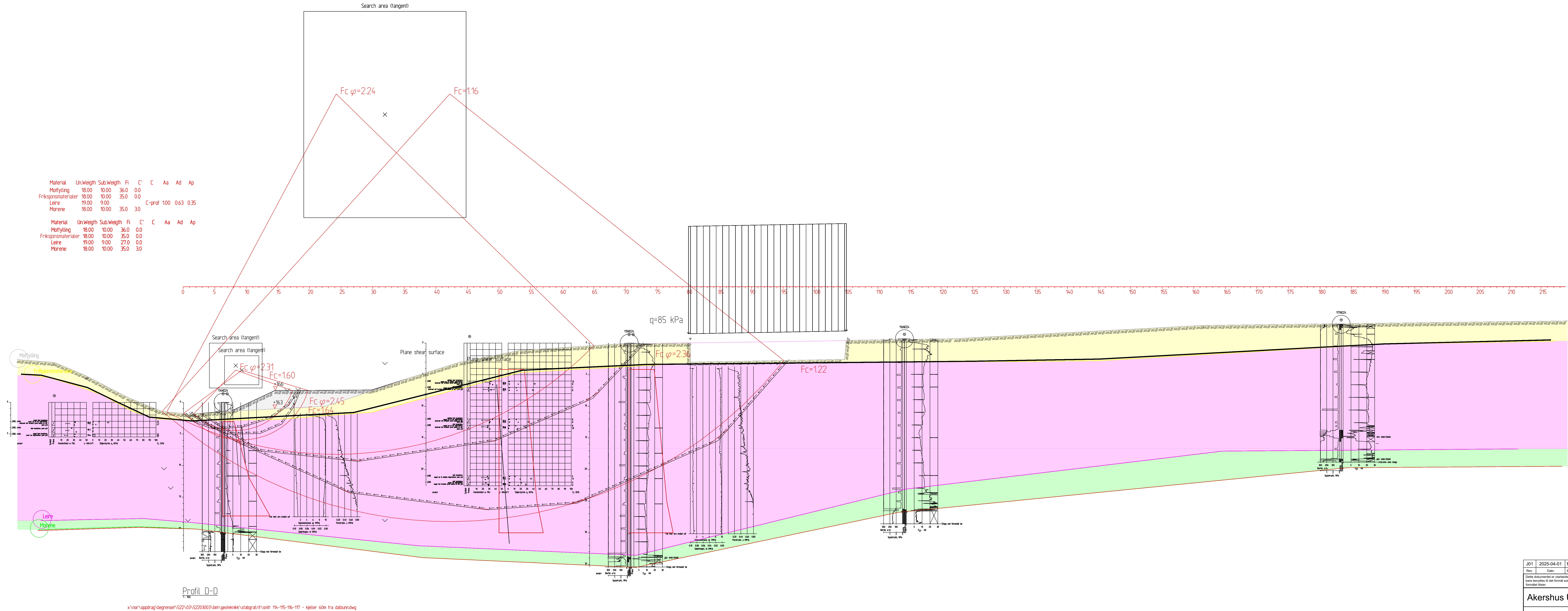


Profil D-0

x:\nor\oppdrag\begrenset\522\03\52203003\blm\geoteknikk\stabgraf\rit\snitt 114-115-116-117 - motfylling tilpasset til kjeller og bygg 60m fra dalbunn.dwg

Rev.	2025-04-01	For bruk	SimPro	HeTia	KKa
Jov.	Date	Beskrivelse	Utsendert	Fagkontroll	Godkjort
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må kun benyttes til det formål som oppdragsoppdraget består av, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i annen sammenheng uten forkjøpsskatt.					
Akershus Universitetssykehus HF				Månedss (periode-A1)	1:200
Områderegulering Barnehagetomtene					
Områdestabilitetsvurdering					
Stabilitetsberegning Snitt D-D Motfylling					
Norconsult		Oppdragsnummer	Innleggsnummer	Revisjon	
	52203003	202		J01	

"\\norconsult.com\data\oppgdrag\Beregninger\52203003\BIM\Geoteknik\52203003 Stabilitetsberegninger for snitt.dwg - SimPro - Prodet: 2025-04-03, 13:20:47 - LAYOUT = 203 - XREF = 52203003 Profil C-C, 52203003 Profil D-D"



J01	2025-04-01	For bruk	SimPro	HeTia	KKa
Rev.	Dato	Beskrivelse	Utskrifter	Fagkontroll	Godkjent
Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Dokumentet inneholder kun informasjon som er nødvendig for å forstå og bruke dokumentet. Dokumentet må ikke benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.					
Akershus Universitetssykehus HF					1:200
Omregulering Barnehagetomtene					
Områdestabilitetsvurdering					
Stabilitetsberegning Snitt D-D med motfylling og kjeller					
Norconsult	52203003	Oppdragsnummer	Tegningnummer	203	Revisjon
J01					