

Fagrappport geoteknikk

Reguleringsplan Haraldrudveien 20 m.fl.



Dokumentinformasjon

Oppdragsgiver:	Oslo kommune Eiendoms- og Byfornyelsesetaten
Tittel på rapport:	Fagrapport geoteknikk
Oppdragsnavn:	Ferdigstilling av reguleringsplan for Haraldrud
Oppdragsnummer:	640475-01
Utarbeidet av:	Kjersti Marie Stensrud
Oppdragsleder:	Marit Øhrn Langslet
Tilgjengelighet:	Åpen

Kort sammendrag

Det er utført en utredning av geotekniske forhold inkludert områdestabilitet for ny reguleringsplan for Haraldrud i Oslo kommune. Planforslaget ligger delvis inne i en registrert kvikkleiresone. Denne foreslås tatt ut som faresone i denne vurderingen. Utredningen dokumenterer tilfredsstillende områdestabilitet for planforslaget. Det må forventes fyllmasser over tørrskorpe/fast leire. Fra ca. 5 m dybde må det forventes bløt leire som i søndre del av planområdet må forventes å være kvikk. Det må legges til grunn pelefundamentering av større bygg og konstruksjoner. Ved begrensede laster, kan direkte fundamentering/kompensert fundamentering vurderes.

03	8. aug. 2024	Revidert beskrivelse av alternativer m.m.	KLA	KMS
02	5. jul. 2024	Revidert etter uavhengig kvalitetssikring	KMS	HD
01	6. mar. 2024	Rapport opprettet	KMS	HD
Ver	Dato	Beskrivelse	Utarb. av	KS

Forord

Rapporten omhandler geotekniske vurderinger og utredning av områdestabilitet for reguleringsplan for Haraldrud i Oslo kommune. Tiltaket er plassert i tiltakskategori K4 og planområdet ligger delvis inne i en registrert faresone for kvikkleireskred.

Revisjon 1 av denne rapporten la fram en utvidet sone. I etterkant av uavhengig kvalitetssikring, og nærmere utredning og diskusjon for å følge opp denne er det avdekket forhold som viser at faresonen kan utgå. Dette dokumenteres i revisjon 2 (foreliggende revisjon). Tilstrekkelig stabilitet kan og bør sikres gjennom byggesak og Eurokoder. Det er dokumentert at det vil være mulig å oppnå tilfredsstillende stabilitet i henhold til gjeldende regelverk for framtidig situasjon.

Sandvika, 05.07.2024

Kjersti Marie Stensrud

Sivilingeniør geoteknikk

Helene Dypbukt

Kvalitetssikrer

Innholdsfortegnelse

1. Ikke teknisk sammendrag	5
2. Bakgrunn og innledning	6
3. Beskrivelse av 0-alternativet	7
4. Beskrivelse av utredningsalternativene	8
4.1. Kort beskrivelse av fellestrekk og hovedforskjeller mellom utredningsalternativene	10
4.2. Varianter av alternativene	11
4.3. Geoteknisk vurdering av alternativene	12
5. Krav og regelverk	13
5.1. Krav til utredning på detaljreguleringsnivå	13
5.2. Krav til kvalitetssikring	13
5.3. Krav og regelverk geoteknisk prosjektering	13
5.4. Geoteknisk kategori	14
5.5. Pålitelighets- og konsekvensklasse	14
5.6. Krav til prosjekteringskontrollklasse	15
5.7. Tiltaksklasse	16
6. Tidligere utredninger	17
7. Topografi og grunnforhold	18
7.1. Topografi	18
7.2. Kartanalyse	20
7.3. Tidligere skredhendelser	22
7.4. Grunnundersøkelser og beskrivelse av grunnforhold	24
8. Områdestabilitet	30

8.1. Identifisering av aktsomhetsområder	30
8.2. Tiltakskategori	30
8.3. Sikkerhetskrav	31
8.4. Kritiske skråninger og mulige løsneområder	31
8.5. Befaring og grunnundersøkelser	34
8.6. Skredmekanismer og løsne- og utløpsområdet	37
8.7. Utmelding av sone til NVE	39
8.8. Oppsummering utredning områdestabilitet	39
 9. Stabilitetsberegninger	 41
9.1. Valg av partialfaktor/sikkerhetsfaktor	42
9.2. Materialparametere	42
9.3. Resultater	44
 10. Geotekniske vurderinger og anbefalinger	 48
 11. Anbefalte tiltak og oppfølging	 49
11.1. Forslag til punkt som innarbeides i reguleringsbestemmelser	49
 Referanser	 49

Vedlegg

Vedlegg 1: Oversiktskart snitt

Vedlegg 2: Snitt

Vedlegg 3: Rapport utredning av områdestabilitet, Rambøll – med vedlegg

Vedlegg 4: Tolkning av treaksialforsøk

1. Ikke teknisk sammendrag

Rapporten omfatter geotekniske vurderinger og anbefalinger i forbindelse med ny reguleringsplan på Haraldrud i Oslo kommune. I tråd med krav om avklaring av naturfare, inkluderer dette en utredning av områdestabilitet, og dokumentasjon på at planforslaget møter kravene til sikkerhet mot større områdeskred (kvikkleireskred). Både skred som kan utløses innenfor planområdet og skred som utløses et annet sted, men som kan ramme området. Denne bygger delvis på en tidligere områdestabilitetsvurdering utført av Rambøll i 2020 i rapport ved navn «1350018948 rap.nr 2 rev.3 Rapport – Utredning av områdestabilitet» [1].

Massene innenfor planområdet består av leire under et lag av fyllmasser. Rett under fyllmassene, er det i hovedsak påtruffet fast tørrskorpeleire/fast leire. Fra 5 m dybde består grunnen av bløt leire. I søndre del av planområdet er det påvist kvikkleire.

Utredningen innebærer at faresonen foreslås tatt ut av farekartet, da lagdeling og topografi viser at man ikke kan få retrogressiv skredutvikling, samt at skredet heller ikke kan utløses naturlig. En eventuell utglidning vil dermed være utløst av et konkret tiltak og utbredelsen av skredet vil begrenses av ikke-kvikke lag i betydelig mektighet over kvikkleira. Dermed vil ordinær prosjektering i henhold til TEK 17 og Eurokode ivareta stabiliteten i området på en tilfredsstillende måte.

Utredningen viser at foreliggende plan kan gjennomføres med tilfredsstillende sikkerhet innenfor gjeldende regelverk, under forutsetning av at konstruksjoner kan utføres uten at det medfører økt belastning i øvre del av skråningen innenfor sonen. Det innebærer enten fundamentering på peler eller at grunnen avlastes for samme belastning som den blir påført, såkalt kompensert fundamentering. I praksis innebærer dette at det fjernes masser tilsvarende lasten fra bygget.

Det er lagt inn reguleringsbestemmelser som skal sikre at stabiliteten skal ivaretas for alle eventuelle tiltak innenfor planen, og at dette skal gjelde alle faser, inkludert utførelsesfase.

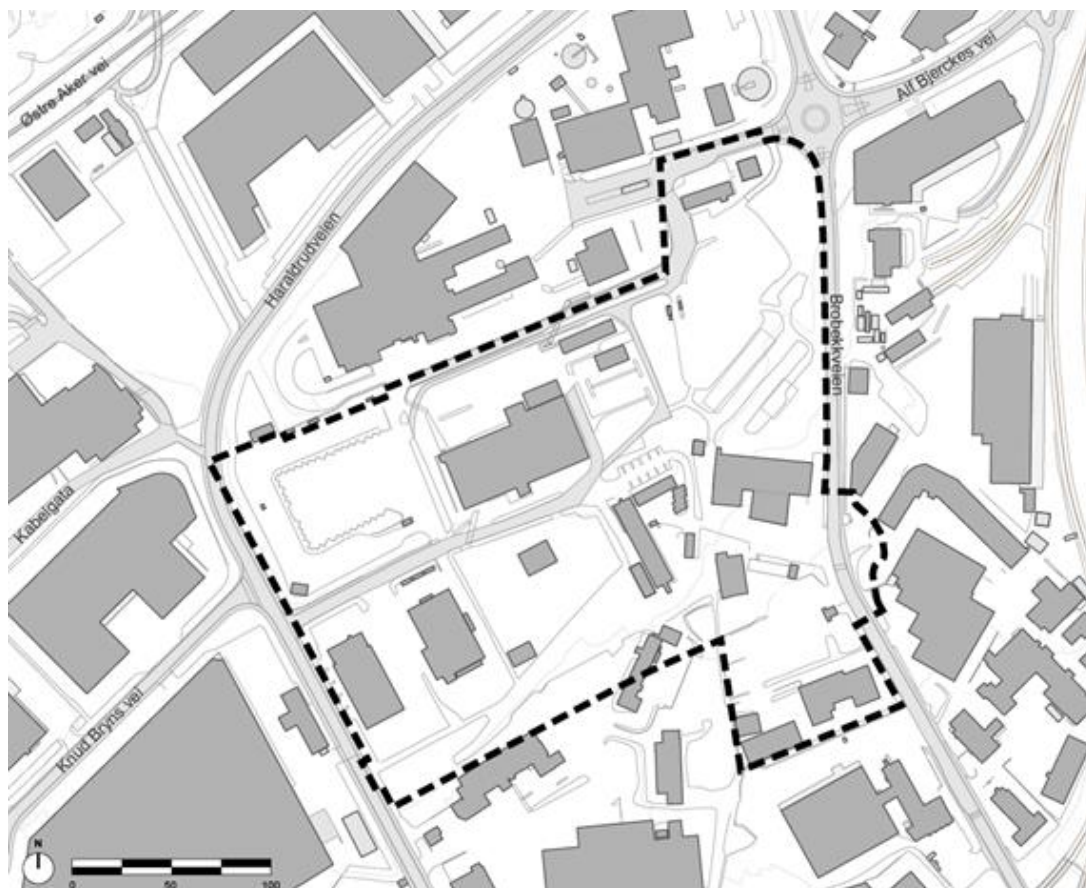
2. Bakgrunn og innledning

Asplan Viak har på oppdrag fra Eiendoms og Byfornyelsesetaten, EBY, i Oslo kommune, utarbeidet et reguleringsplanforslag med konsekvensutredning for Haraldrudveien 20 m.fl. I tråd med utredningsprogrammet i fastsatt planprogram skal områdestabilitet utredes.

Områdestabiliteten er utredet i henhold til NVE-veileder 1/2019 *Sikkerhet mot kvikkleireskred*. Det er i tillegg gitt føringer og anbefalinger knyttet til grunnforhold, fundamentering og utgraving.

3. Beskrivelse av 0-alternativet

Som 0-alternativ (referansealternativ) legges det til grunn eksisterende situasjon i området. I dette alternativet tas dermed ikke konsekvenser av allerede vedtatte eller planlagte utbygginger i eller utenfor planområdet med. 0-alternativet er et referansealternativ for å utrede konsekvenser av ulike planalternativ opp mot.



Figur 1 0-Alternativet (referansealternativ) med eksisterende situasjon.

Regelverket for kvikkleireutredninger er knyttet til selve tiltaket. En ny regulering er i seg selv et tiltak, selv dersom det ikke innebærer terrenginngrep. I dette tilfellet er det ikke aktuelt å regulere 0-alternativet, og utløser dermed i utgangspunktet ikke krav om utredning av områdestabilitet og/eller krav om tiltak for å ivareta områdestabilitet. Samtidig vil søknadspliktige tiltak innenfor en eksisterende reguleringsplan utløse krav til å dokumentere stabilitet, dersom disse ikke er gjort som del av reguleringen. Opprettelse eller endring av en sone vil utløse de samme kravene for alle områder inkludert i sonen, uavhengig av om de reguleres på nytt.

4. Beskrivelse av utredningsalternativene

Planprogram for Haraldrud definerer tre utredningsalternativer som skal utredes eller undersøkes: Alternativ 1A, alternativ 1B og alternativ 2. Alternativene skal vurderes opp mot ett referansealternativ som er dagens situasjon.

Det er i tillegg identifisert tre varianter av alternativene som skal vurderes i samsvar med planprogrammet (følsomhetsanalyser).

Hovedanleggene som søkes innpasset i området omfatter (i prioritert rekkefølge):

- Ettersorteringsanlegg for restavfall med mottakshall, sorteringshall og ferdigvarelager for plast og restavfall. Dersom ikke ettersorteringsanlegg: Omlastestasjon for restavfall.
- Omlastestasjon for glass/metall og matavfall, om mulig med utvidelsesmulighet.
- Logistikkcenter for farlig avfall
- Gjenbruksstasjon, om mulig med mottak for hageavfall

I tillegg kommer nødvendige drifts- og vedlikeholds funksjoner til hovedanleggene: Garderober, kantine, administrasjon for drift, lager/logistikk, interne veisystemer, verksteder og lastebilvekter for inn- og utveiing. Andre mulige funksjoner er informasjons-/undervisningssenter, ombruksmottak/bruktbutikk, REG sin administrasjon og annen lager/logistikk.

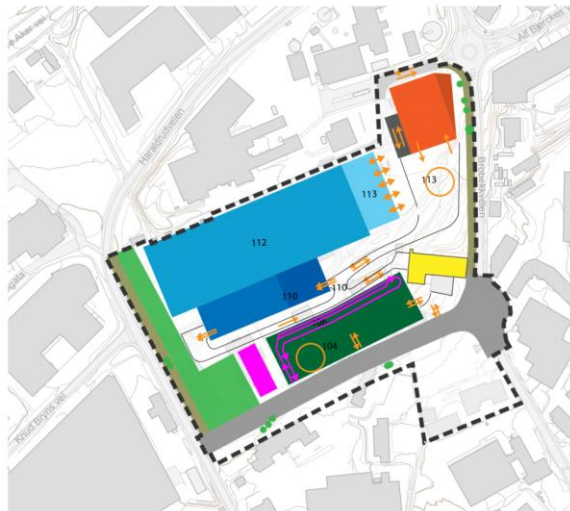
Hovedfunksjonene/anleggene er nærmere beskrevet i planprogrammet.

De tre utredningsalternativene er nærmere illustrert i vedlegg til planforslaget
Illustrasjonsvedlegg: Utredningsalternativer, varianter og illustrasjonsprosjekt.

Tegnforklaring utredningsalternativer og varianter

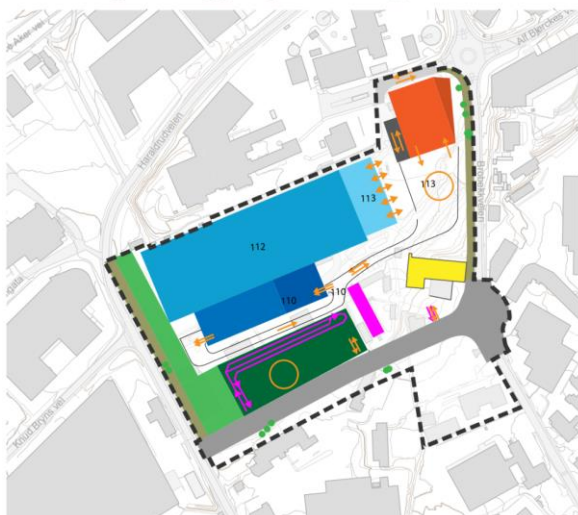
- Planavgrensning
- Ettersorteringsanlegg sortingshall
- Ettersorteringsanlegg mottakshall
- Ettersorteringsanlegg ferdigvarelager med utvidelsesmulighet (utkjøring restavfall)
- Omlastestasjon matavfall og glass og metall med utvidelsesmulighet
- Omlastestasjon restavfall
- Gjenbruksstasjon
- Logistikkcenter for farlig avfall
- Bygg som kan romme gjenbruksbutikk, læringscenter, garderobes, driftsadm. m.v.
- Bygg som kan romme forskning og innovasjon innenfor renovasjonsformål
- Vekt
- Driftstrafikk (tungtrafikk)
- Persontrafikk
- Park / den grønne ringen
- Areal avsatt til fremtidige veiutvidelser
- 1 1 1 Kotehøyder hhv. dagens, framtidig, Tverrgata

Utredningsalternativ 1A - med ettersorteringsanlegg



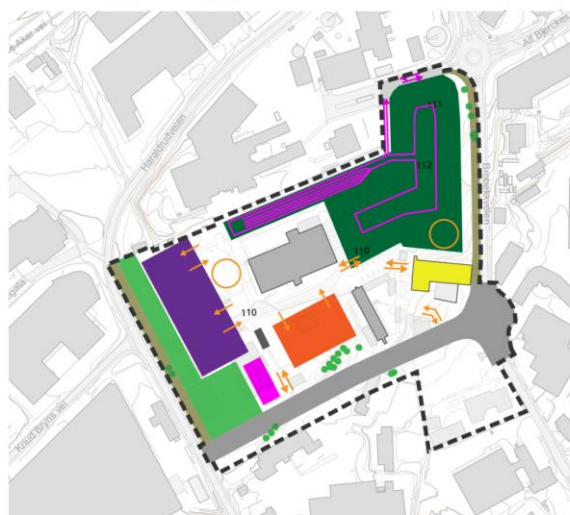
Alternativet løser behovene innenfor området iht. forutsetningene, med unntak av at gjenbruksstasjon er redusert og mottak for hageavfall må løses annet sted. Brobekkvn. 101 bevares. Bygg for politiets hundetjeneste og store trær kan ikke bevares. Gjenbruksstasjon har kapasitet ca. som Smestad. Grønn ring bredder iht. VPOR (18x150 m + 60x60 m = gj. snitt 30 m bred).

Utredningsalternativ 1B - med ettersorteringsanlegg og bevaring kulturminne



Alternativet viser mulighet for bevaring og bruk av bygg for politiets hundetjeneste. Sammenlignet med 1A: Bygg mot grønn ring tatt ut. Det er lagt inn et bygg over gjenbruksstasjonen. Brobekkvn. 101 får redusert kjøretilgang til øvre nivå. Med redusert grønn ring som vist (fra 60 til 42,5 m i bred del): Gjenbruksstasjon ca. 90 % av areal i 1A. Med full grønn ring: Gjenbruksstasjon ca. 80 % av areal i 1A.

Utredningsalternativ 2 - uten ettersorteringsanlegg



Alternativet løser behovene innenfor området iht. forutsetningene dersom det ikke etableres ettersorteringsanlegg på Haraldrud. Inkluderer omlastestasjon for restavfall og stor gjenbruksstasjon med mottak for hageavfall mot Brobekkvn. Bygg for politiets hundetjeneste, Haraldrudvn. 20 og Brobekkvn. 101 kan bevares, i tillegg til en del store trær mot Tverrgata. Lang fasade mot grønn ring.

4.1. Kort beskrivelse av fellestrekk og hovedforskjeller mellom utredningsalternativene

Fellestrekk:

- Alternativene har identisk ytre avgrensning mot omgivelsene. Eiendommer som er berørt av alternativene er angitt i planprogrammet, kap. 1.2.4. Planområdet utgjør ca. 99 dekar.
- Tverrgata mellom Haraldrudveien og Brobekkveien inngår i alle alternativene og selve veitraseen har identisk plassering.
- Alle alternativene avsetter areal til framtidige utvidelser av Brobekkveien og Haraldrudveien.
- I alle alternativene er det avsatt et areal til grønn ring mot Haraldrudveien. Arealet har noe ulik utforming (reduisert areal i alternativ 1B).
- Dagens atkomst fra Haraldrudveien stenges, men det opprettholdes en nødatskomst/brannoppstilling i grønn ring. Atkomst via rundkjøring i Brobekkveien opprettholdes. Det etableres nye atkomster fra Tverrgata.

Hovedforskjeller:

- Alternativene viser ulik plassering av funksjoner innenfor området, slik det fremgår av illustrasjonsskisser. Skisser med volum og høyder av de ulike hovedanleggene fremgår av Illustrasjonsvedlegg: Utredningsalternativer, varianter og illustrasjonsprosjekt. Her er det også skissert teoretisk maksimal høyde av de ulike byggene innenfor planforslagets høydebegrensninger.
- Alternativ 1A og 1B innebærer etablering av et ettersorteringsanlegg. Dette anlegget inngår ikke i alternativ 2. Ettersorteringsanlegget er en bygning med grunnflate på ca. 26 dekar, og utgjør dermed ca. ¼ del av det totale grunnarealet. Byggets/funksjonens størrelse har stor betydning for hvordan øvrige funksjoner kan innpasses.
- I alternativ 2 er det forutsatt en omlastestasjon for restavfall for transport ut av området for videre behandling. Denne omlastestasjonen erstatter ettersorteringsanlegget i alternativene 1A og 1B.
- I alternativ 2 er det mulig å få plass til en større gjenbruksstasjon enn i alternativ 1A og 1B. Alternativet muliggjør også at flere av de eksisterende bygningene innenfor området kan videreføres, f.eks. REG sitt administrasjonsbygg og bygg for politiets hundetjeneste.
- Alternativene innebærer ulik terrengbehandling. I alternativ 1A og 1B er det nødvendig å senke terrenget i området ved gjenvinningsstasjonen for å etablere et plan for denne. I dette området er det registrert vanskelige grunnforhold, og det er vurdert som uaktuelt å fylle opp.
- Det er ulikt omfang og fordeling av trafikk til området. I alternativ 1A og 1B er atkomst til og fra ettersorteringsanlegg og omlastestasjon i nordøst (fra rundkjøring i Brobekkveien, i

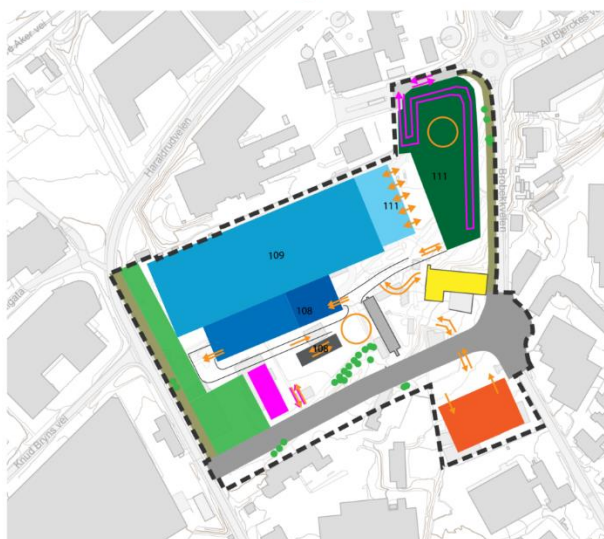
hovedsak næringstrafikk) mens gjenvinningsstasjon får atkomst fra den nye Tverrgata (i hovedsak personbiltrafikk).

Ettersorteringsanlegget er i alle alternativer og varianter plassert i den nordre delen av planområdet. I dette området er planområdet relativt flatt, og et stort bygg på en flate kan etableres uten omfattende terrengbearbeiding.

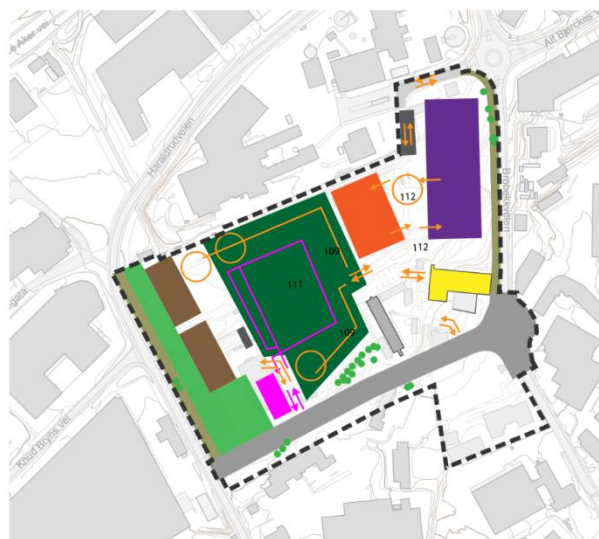
4.2. Varianter av alternativene

Planprogrammet beskriver at det skal gjøres en vurdering / følsomhetsanalyse av om det er andre kombinasjoner, plasseringer eller størrelser av anlegg som kan gi større, mindre eller andre typer virkninger for miljø eller samfunn og som derfor eventuelt kan kreve avbøtende tiltak eller resultere i begrensninger i fleksibiliteten i planalternativet. Det er i planarbeidet identifisert tre varianter av utredningsalternativene som beskrives kort under.



Variant 2 av utredningsalternativ 1

Hensikten med varianten er å vise mulig løsning dersom Brobekkveien 103/105 tas i bruk til omlastestasjon. Gir mulighet for at gjenbruksstasjon ca. 120 % av areal i A1 og bevaring av en del store trær langs Tverrgata. Omlastestasjon må ha egen vekt.

Variant 1 av utredningsalternativ 2

Hensikten med varianten er å vise en annen mulig organisering av området innenfor alternativ 2. Haraldrudveien 20 tatt ut, bygg for forskning og innovasjon innenfor renovasjonsformål tatt inn mot grønn ring. Lang fasade mot Brobekkvn.

4.3. Geoteknisk vurdering av alternativene

Det er i hovedsak nedre del av planområdet som er relevant med tanke på områdestabilitet. Området ned mot Tverrgata. Denne er plassert på samme nivå i både alternativene 1A/1B og alternativ 2. Alternativene 1A og 1B er geoteknisk sett relativt like med tanke på terrenginngrep. Begge innebærer en betydelig avlastning av terreng på nordsiden av den foreslåtte Tverrgata. Alternativ 2 innebærer at eksisterende terreng i større grad ivaretas, og dermed med noe brattere skråninger ned mot Tverrgata. RIG har hentet ut kritisk snitt i samråd med LARK, som viser terrenginngrepene. Resultatene er presentert i kapittel 8.

5. Krav og regelverk

5.1. Krav til utredning på detaljreguleringsnivå

I henhold til §4-3 i Plan- og bygningsloven skal reell fare for områdeskred være avklart ved offentlig ettersyn av detaljreguleringsplan. Det innebærer at kravene i PBL § 28-1 og § 29-5, TEK 17 kapittel 7 og NVEs veileder 1/2019 [2] skal legges til grunn for utredning av skredfare.

5.2. Krav til kvalitetssikring

Det er i tidligere faser avdekket sprøbruddmateriale innenfor planområdet, og videre utredet en faresone som er innmeldt til NVE. Denne har imidlertid ikke vært gjennom godkjent uavhengig kvalitetssikring.

Lagt til grunn at tiltaket ligger i en registrert faresone og må plasseres i tiltakskategori K4, utløses krav til uavhengig kvalitetssikring uavhengig av konklusjonen i denne rapporten.

Det presiserer at kvalitetssikring i henhold til NVE 1/2019 [2] må utføres av foretak med fagansvarlig med formell kompetanse (tilsvarende MSc) i geoteknikk, og kunne dokumentere minimum 5 års erfaring som geotekniker inkludert utredning iht. NVEs kvikkleireveileder.

Områdestabilitetsvurderingen som følger denne rapporten, tar utgangspunkt i vurderinger og tolkninger gjort av Rambøll i forbindelse med tidligere planarbeid innenfor samme planområde [1], men tilpasset ny veileder og endret planforslag. Det er ikke gjort egne grunnundersøkelser i forbindelse med nytt planforslag.

5.3. Krav og regelverk geoteknisk prosjektering

Gjeldende regelverk og prosjekteringsstandarder er lagt til grunn for den geotekniske prosjekteringen:

Byggesaksforskriften SAK 10.

Byggeteknisk forskrift TEK17.

NS-EN 1990-1:2002+A1:2005+NA:2016 Eurokode 0-Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner.

NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2020 Eurokode 7-Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmenne regler.

Statens vegvesen Håndbok V220 Geoteknikk i vegbygging.

NVEs veileder 1/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred.

5.4. Geoteknisk kategori

Geoteknisk kategori avhenger av kompleksitet og grunnforhold, der geoteknisk kategori 2 i henhold til Eurokode 7 omfatter «konvensjonelle typer konstruksjoner og fundamenter uten unormale risikoer eller vanskelige grunn- og belastningsforhold...». Geoteknisk kategori 3 omfatter videre «svært store eller uvanlige konstruksjoner, konstruksjoner som innebærer unormale risikoer eller uvanlige eller eksepsjonelt vanskelige grunn- eller belastningsforhold, konstruksjoner i jordskjelvutsatte områder, konstruksjoner i områder der det er sannsynlig at grunnen er ustabil...».

Foreliggende reguleringsplan er i liten grad detaljert med tanke på type og plassering av konstruksjoner. Endelig plassering i geoteknisk kategori vil være avhengig av type konstruksjon og valgte fundamenteringsløsninger.

I områder med kvikkleire og særlig innenfor eksisterende faresoner eller der stabilitetsberegninger viser at det må tas særlige hensyn for å ivareta stabiliteten, er det naturlig å plassere større konstruksjoner i **geoteknisk kategori 3**. Ved gunstige forhold eller lite komplekse konstruksjoner kan tiltak nedkategoriseres til **geoteknisk kategori 2** selv i områder med kvikkleire.

Foreliggende utredning viser at man enten har eller kan oppnå tilfredsstillende stabilitet uten særskilte eller svært kompliserende tiltak. Det er derfor forutsatt at tiltak innenfor reguleringsområdet i hovedsak kan plasseres i geoteknisk kategori 2, men at større konstruksjoner kan havne i geoteknisk kategori 3. Det presiseres at det er detaljprosjekterende som er ansvarlig for endelig plassering i geoteknisk kategori basert på det konkrete tiltaket som skal utføres.

5.5. Pålitelighets- og konsekvensklasse

NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016, Eurokode 0, klassifiserer konstruksjonen i fire ulike pålitelighetsklasser (CC/CR). Konsekvensklasser er behandlet i standardens tillegg B (informativt), mens veiledende eksempler på klassifisering av ulike byggverk og konstruksjoner i pålitelighetsklasser er vist i nasjonalt tillegg NA (informativt), tabell NA.A1(901).

Veiledende eksempler for klassifisering av byggverk, konstruksjoner og konstruksjonsdeler	Pålitelighetsklasse ²⁾ (CC/RC)			
	1	2	3	4
Atomreaktorer, lager for radioaktivt avfall				x
Dammer			x	(x)
Marine konstruksjoner for petroleumsindustrien			x	(x)
Grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg i kompliserte tilfeller ¹⁾		(x)	x	(x)
Veg- og jernbanebruer			x	
Byggverk med store ansamlinger av mennesker (tribuner, kinosaler, sportshaller, kjøpesentre, forsamlingslokaler, osv.)		(x)	x	
Kai- og havneanlegg		x	(x)	
Tårn, master, skorsteiner, siloer		x	(x)	
Industrianlegg		x	(x)	
Kontor- og forretningsbygg, skoler, institusjonsbygg, boligbygg osv.		x	(x)	
Oppdrettsanlegg		x	(x)	
Landbruksbygg	(x)	x		
Feste av kledninger, taktekking og lignende komponenter	x	(x)		
Grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg ved enkle og oversiktlige grunnforhold ¹⁾	x	(x)		
Småhus, rekkehus, mindre lagerhus osv.	x			
Kaier og fortøyningsanlegg for sport og fritid	x			
¹⁾ Ved vurdering av pålitelighetsklasse for grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg skal det også tas hensyn til omkringliggende områder og byggverk. ²⁾ Kryss uten parentes angir normalt valg av pålitelighetsklasse.				

Figur 2 Tabell NA.A1 (901) om plassering i pålitelighets-/konsekvensklasser, relevant klassifisering avmerket i rødt)

Relevante tiltak innenfor foreslått regulering er vurdert å kunne plasseres innenfor begge de markerte eksemplene, avhengig av størrelse og kompleksitet. Større konstruksjoner/bygg som i tillegg vil innebære en del personopphold bør plasseres i pålitelighetsklasse 2, alternativt 3 ved høy kompleksitet.

Endelig valg av pålitelighets-/konsekvensklasse gjøres av detaljprosjekterende for det enkelte tiltak.

5.6. Krav til prosjekteringskontrollklasse

NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016, Eurokode (0), og nasjonalt tillegg definerer krav til prosjekteringskontroll i henhold til pålitelighetsklasse i tabell NA.A1 (902).

Tabell NA.A1(902) – Valg av prosjekteringskontrollklasse og krav til kontrollform ved prosjektering

Valg av prosjekteringskontrollklasse		Krav til kontrollform		
Pålitelighetsklasse	Minste prosjekteringskontrollklasse	Egenkontroll (DSL 1) ¹⁾	Intern systematisk kontroll (DSL 2) ¹⁾	Utvidet kontroll (DSL 3) ¹⁾
1	PKK1 ²⁾	kreves	kreves ikke	kreves ikke
2	PKK2 ²⁾	kreves	kreves	kreves
3	PKK3	kreves	kreves	kreves
4	Skal spesifiseres	kreves	kreves	kreves
¹⁾ Se punkt B4 (informativt tillegg B) for betegnelsen DSL.				
²⁾ Det kan velges høyere prosjekteringskontrollklasse.				

Figur 3 Tabell NA.A1(902) om valg av prosjekteringskontrollklasse

Prosjekteringskontrollklassen følger i hovedsak av pålitelighetsklasse, og det må dermed påregnes enten PKK2 eller PKK3. Det innebærer både egenkontroll, intern systematisk kontroll og utvidet kontroll. Utvidet kontroll i PKK3 innebærer en mer omfattende utvidet kontroll enn for PKK2.

5.7. Tiltaksklasse

SAK 10 §9-4 angir tiltaksklasser for ulike byggeprosjekter og fagområder. Veilederen (DIBK Veiledning om byggesak §9-4 Oppdeling i tiltaksklasser) vektlegger vanskelighetsgraden av grunnforholdene/fundamenteringsforholdene, hvor anerkjente metoder som skal benyttes for sikring/utgraving av fundamentering, hvilken pålitelighetsklasse bygget plasseres i iht. NS-EN 1990 +NA og antallet etasjer.

Tiltaksklassen er knyttet til konkrete tiltak, ikke reguleringen. Denne må dermed vurderes særskilt for hvert enkelt tiltak. Det anbefales at tiltak som kan ha betydning for stabilitetsforholdene plasseres minimum i tiltaksklasse 2.

6. Tidligere utredninger

Det har vært utført en områdestabilitetsvurdering for planområdet i en tidligere fase med Rambøll som geoteknisk prosjekterende. De utførte grunnundersøkelser og utredning av områdestabilitet i henhold til NVEs veileder 7/2014 [3]. Tiltaket ble den gang plassert i tiltakskategori K4 i henhold til tabell 5.2 i 2014-veilederen. Utredningen innebar stabilitetsberegninger, soneutredning og anbefalinger om geotekniske tiltak for å ivareta stabiliteten. Sonen er registret i NVE sitt kartverk, men har ikke vært gjennom godkjent kvalitetssikring.

Arbeidene er nå tatt opp igjen, men med noe endret løsning. Det har også kommet en ny kvikkleireveileder, slik at eksisterende vurdering i alle tilfeller må oppdateres for ny veileder.

Det ble i forrige fase identifisert en sone som er gitt skadekonsekvensklasse alvorlig, faregradklasse middels og risikoklasse 4. Soneavgrensninga er i hovedsak basert på topografi. Stabilitetsberegninger viste tilfredsstillende sikkerhet mot skred for dagens situasjon, men at det lokalt var behov for tiltak tilknyttet etableringen av planlagt tverrgate.

Asplan Viak sine videre vurderinger i denne rapporten bygger i stor grad på underlaget slik det presenteres av Rambøll i den opprinnelige områdestabilitetsrapporten, men det er i tillegg hentet inn underlag fra NADAG (Nasjonal Database for grunnundersøkelser). Underlaget er blitt benyttet som kontroll av vurderinger, forutsetninger og tolkninger av grunnforhold og lagdeling som er presentert i Rambøll-rapporten [1]. Asplan Viak har også gjort en selvstendig vurdering av løsne- og utløpsområder. Rapporten fra Rambøll følger i sin helhet som vedlegg til denne rapporten (Vedlegg 3).

7. Topografi og grunnforhold

Området ligger under marin grense og innenfor aktsomhetsområde for kvikkleireskred. I forbindelse med tidligere planarbeider er det identifisert og soneutredet en kvikkleiresone. Denne er meldt inn til NVE, men uten godkjent kvalitetssikring.

Utgangspunktet for vurderingen er foreløpig plankart vist i Figur 4. Denne må forventes at kan endres før endelig framlegging av planforslag. Det er etablert hensynssone for den delen av planen som går inn i den registrerte kvikkleiresona slik denne er definert av Rambøll i 2020.

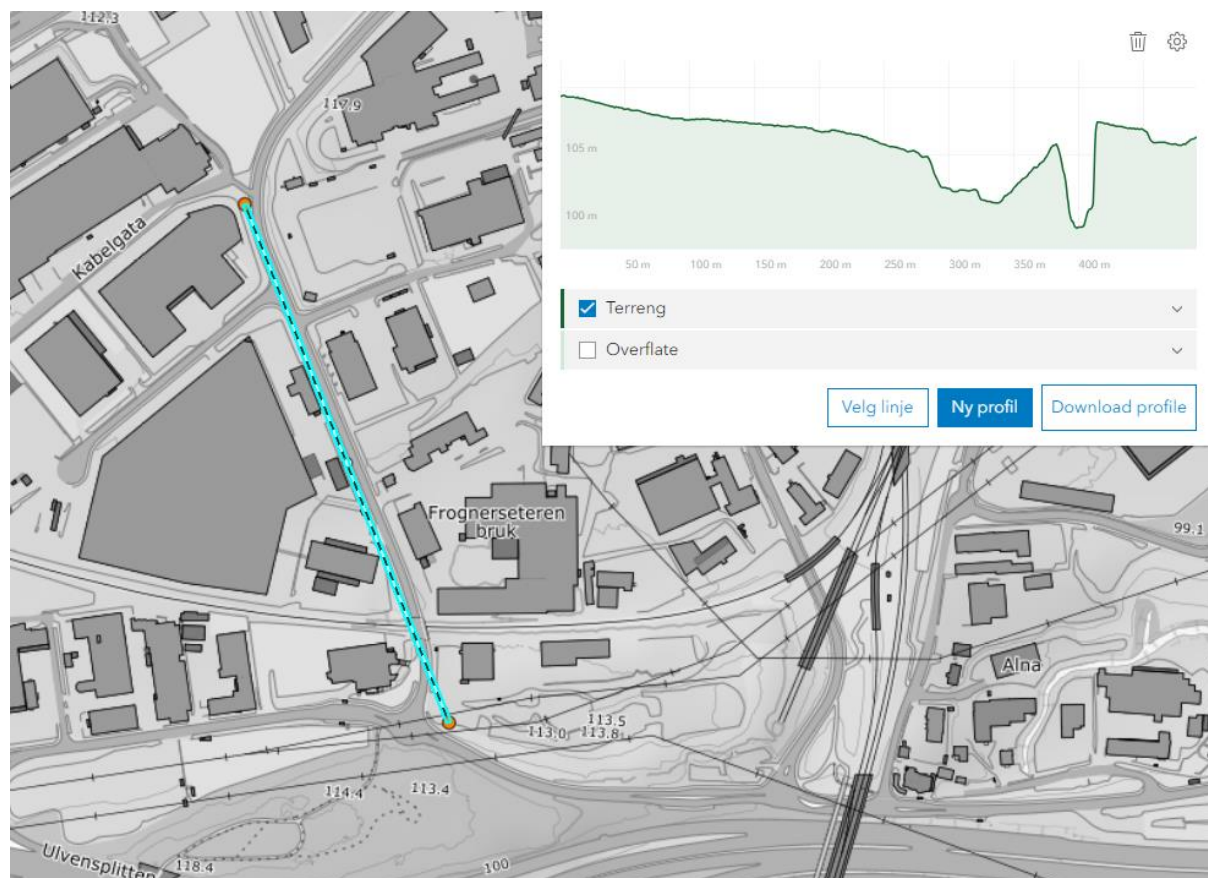


Figur 4 Foreløpig forslag til plankart som utgangspunkt for utredninger.

7.1. Topografi

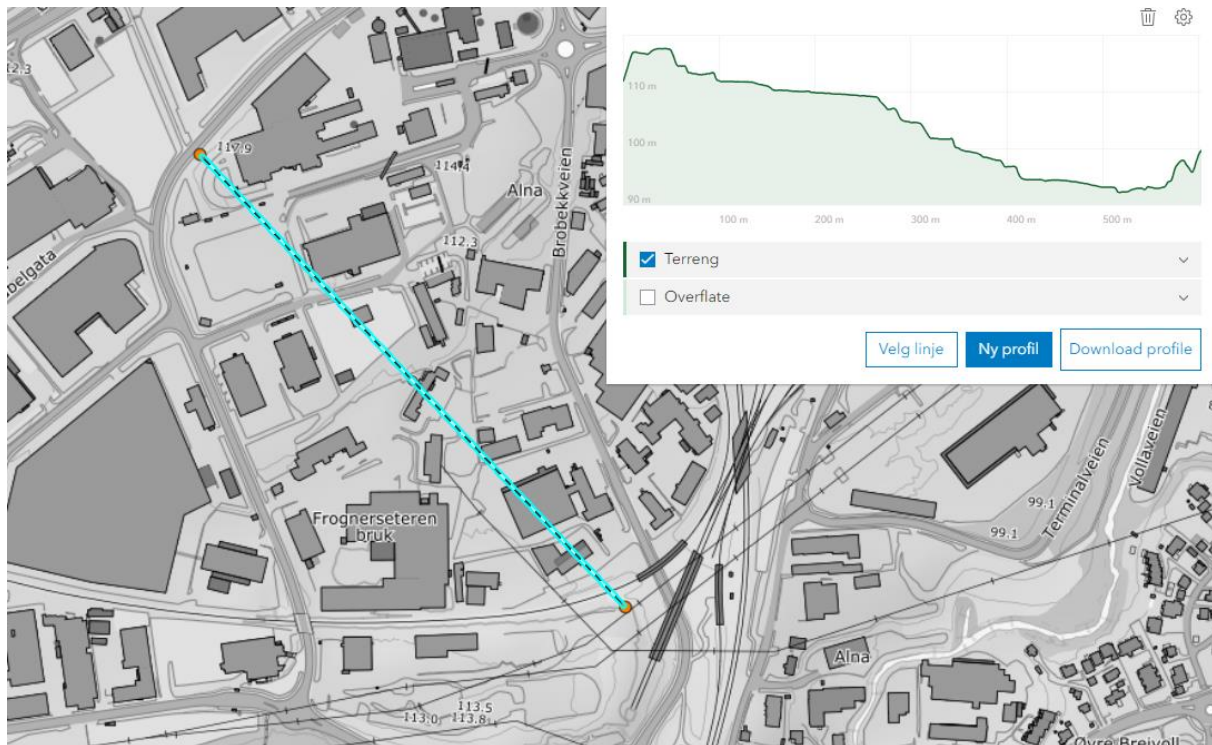
Terrenget innenfor planområdet heller fra nord mot sør, og varierer mellom ca. kote 113 og kote 107.

Langs Haraldrudveien i ytterkanten av planområdet, faller terrenget relativt slakt av, med en høydeforskjell på rundt 7 m.

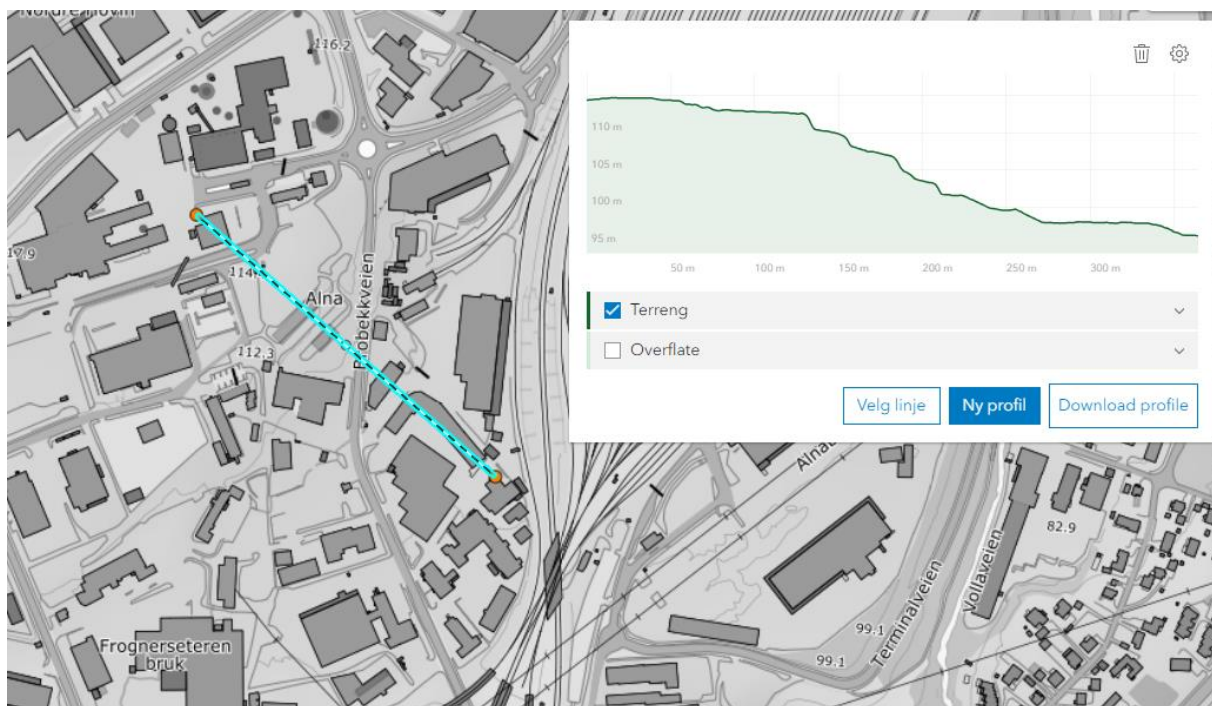


Figur 5 Snitt 1 fra høydedata.no - Haraldrudveien

Mer sentralt inne på planområdet er topografien mer terrassert, med et øvre nivå rundt kote 113 i nord/nordvest og deretter noe mer skrånende terreng ned mot kote 107, deretter skråner terrenget videre ned mot toglinja i sør. Her ligger terrenget rundt kote 96. Bratteste terrenghelling er mot Brobekkveien, med en helling på 1:10.



Figur 6 Snitt 2 over planområdet (hoydedata.no)



Figur 7 Snitt 3 over planområdet (hoydedata.no)

7.2. Kartanalyse

NGUs løsmassekart oppgir at området må forventes å være dominert av marine avsetninger, med et mindre område med antatte forvitningsmasser rett sør for planområdet.

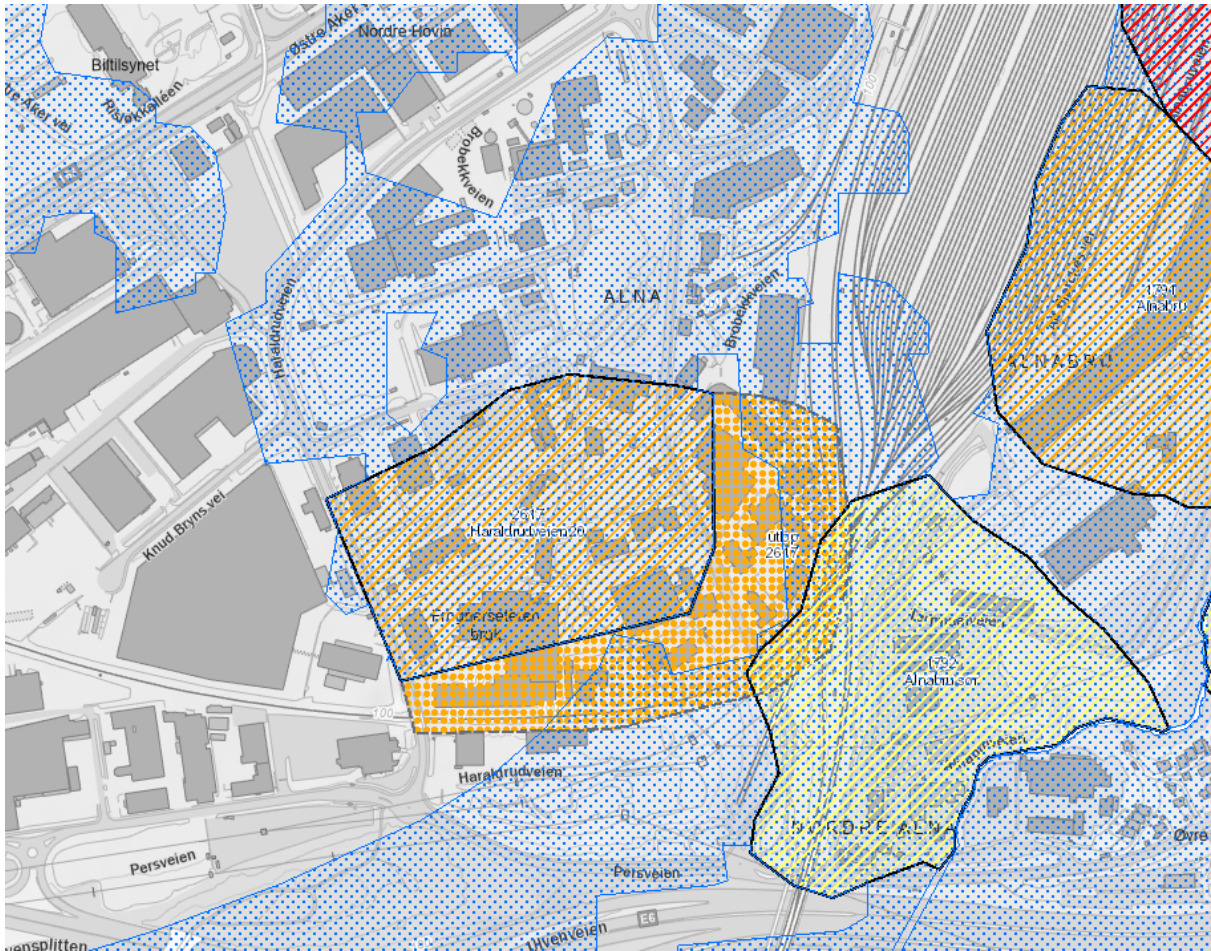


Figur 8 Utsnitt fra NGU løsmassekart (www.ngu.no)

Utsnitt fra NVE Atlas (Figur 9) viser aktsomhetsområdet for kvikkleireskred og plasseringen av eksisterende sone, Haraldrudveien 20.

NVEs aktsomhetskart for kvikkleireskred ble utgitt våren 2024. I motsetning til aktsomhetskartet for marine avsetninger, er hensikten med dette kartet å avdekke hvilke områder det er relevant å utrede videre utover stegene 1-3 i NVEs kvikkleireveileder [2]. Det vil si at kartet avgrenser aktsomhetsområdet til områder der også de topografiske er oppfylt.

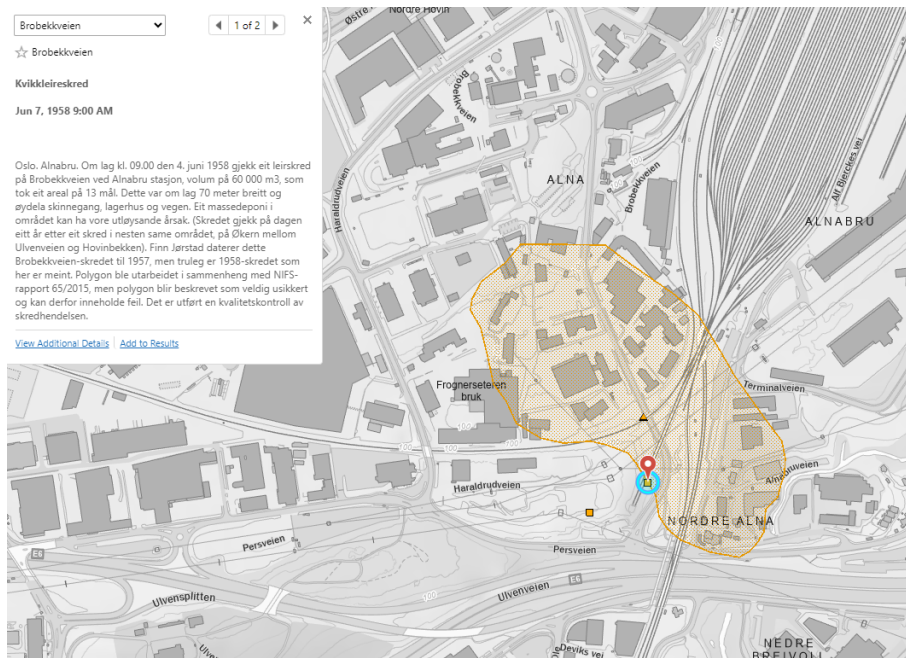
Eksisterende sone, Haraldrudveien 20 går delvis inn i planområdet. Dette er sonen Rambøll utredet i sin rapport for et tidligere reguleringsforslag [1].



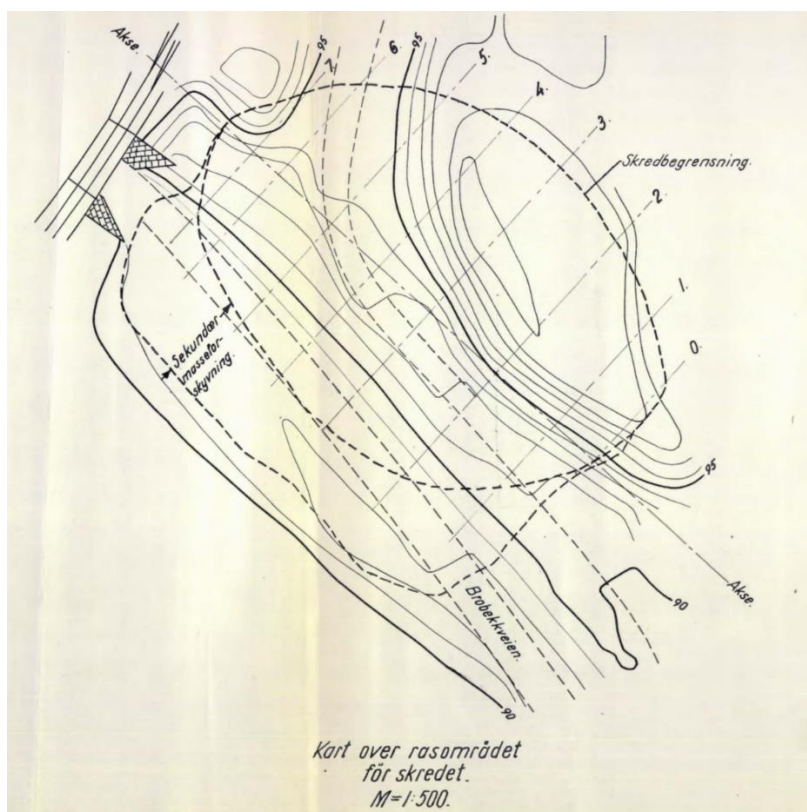
Figur 9 Utsnitt fra NVE Atlas (atlas.nve.no), aktsomhetsområde for kvikkleireskred og eksisterende faresoner

7.3. Tidligere skredhendelser

Det er registrert 2 tidligere skredhendelser sør for planområdet, juni 1957 og juni 1958. Anslått utløpsområde i NVE Atlas går delvis inn på planområdet. En analyse av skredet utført av NSB kort tid etter skredet i 1958 viser en mer begrenset utbredelse på sørsiden av jernbaneundergangen i Brobekkveien [4].



Figur 10 Utsnitt skredhendelser fra NVE Atlas



Figur 11 Figur av skredområdet fra 1958 fra NSB-rapport om skredet [4]



Figur 12 Omtrentlig avgrensning av planområdet (nord) i forhold til utbredelse av 1958-skredet i henhold til NSBs rapport [4].

7.4. Grunnundersøkelser og beskrivelse av grunnforhold

Det foreligger grunnundersøkelser fra flere perioder. Følgende undersøkelser er lagt til grunn for vurderingene:

G-Rap-001 1350018948 Datarapport - rev.01 *Grunnundersøkelser Haraldrudområdet, Oslo*, Rambøll 18.09.2018 [5]

G-Rap - 001 1350014000 Datarapport - rev.02 *Grunnundersøkelser Haraldrudområdet, Oslo*, Rambøll 06.05.2016 [6]

G-Rap-001 1350026399-rev-01 *Ny Gjenbrukstasjon Haraldrud. Geoteknisk forprosjektrapport*, Rambøll 19.09.2018 [7]

11011 Rapport nr. 2, *Haraldrud Gjenbrukstasjon, Grunnundersøkelser datarapport*, Løvlien 26.06.14 [8]

I tillegg foreligger det grunnboringskart fra Undergrunnskartverket i Oslo. Det er også hentet ned følgende rapporter fra NADAG som er benyttet som underlag i den grad de er relevante:

40847-01 *BC Terminalen, Haraldrudveien 10, Borplan, Noteby* 15.03.88 [9]

R-1341 Rapport over: *Bru i Haraldrudveien over Alnabanen, Oslo kommune, geoteknisk kontor* 09.01.76 [10]

R-281-59 *Rapport over grunnundersøkelser for nytt lagerhus på Frognerseieren bruk, Haraldsrud, Oslo kommune, den geotekniske konsulent, 13.10.59* [11]

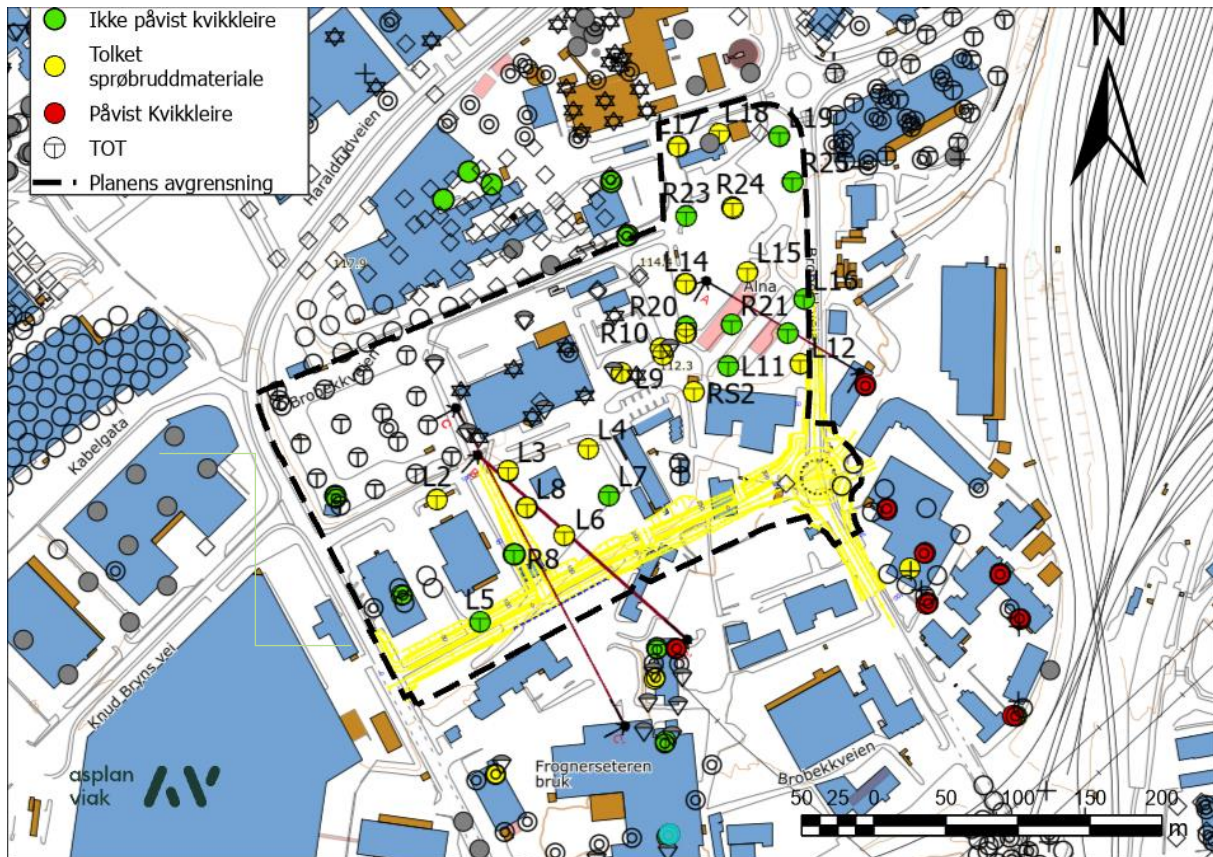
G549 *Brobekkveien, Knoph, 24.12.1958* [12]

Rapport nr. 98017.01, rev.1 *Grunnundersøkelser for Norsk Gjenvinning AS, geoteknisk rapport, NVK Terraplan AS, 03.04.1998* [13]

111970-1 *Oslo Politikammer - Hundetjenesten - Ny spesialgarasje i Haraldrudveien 12E, Multiconsult, 17.06.2004.*

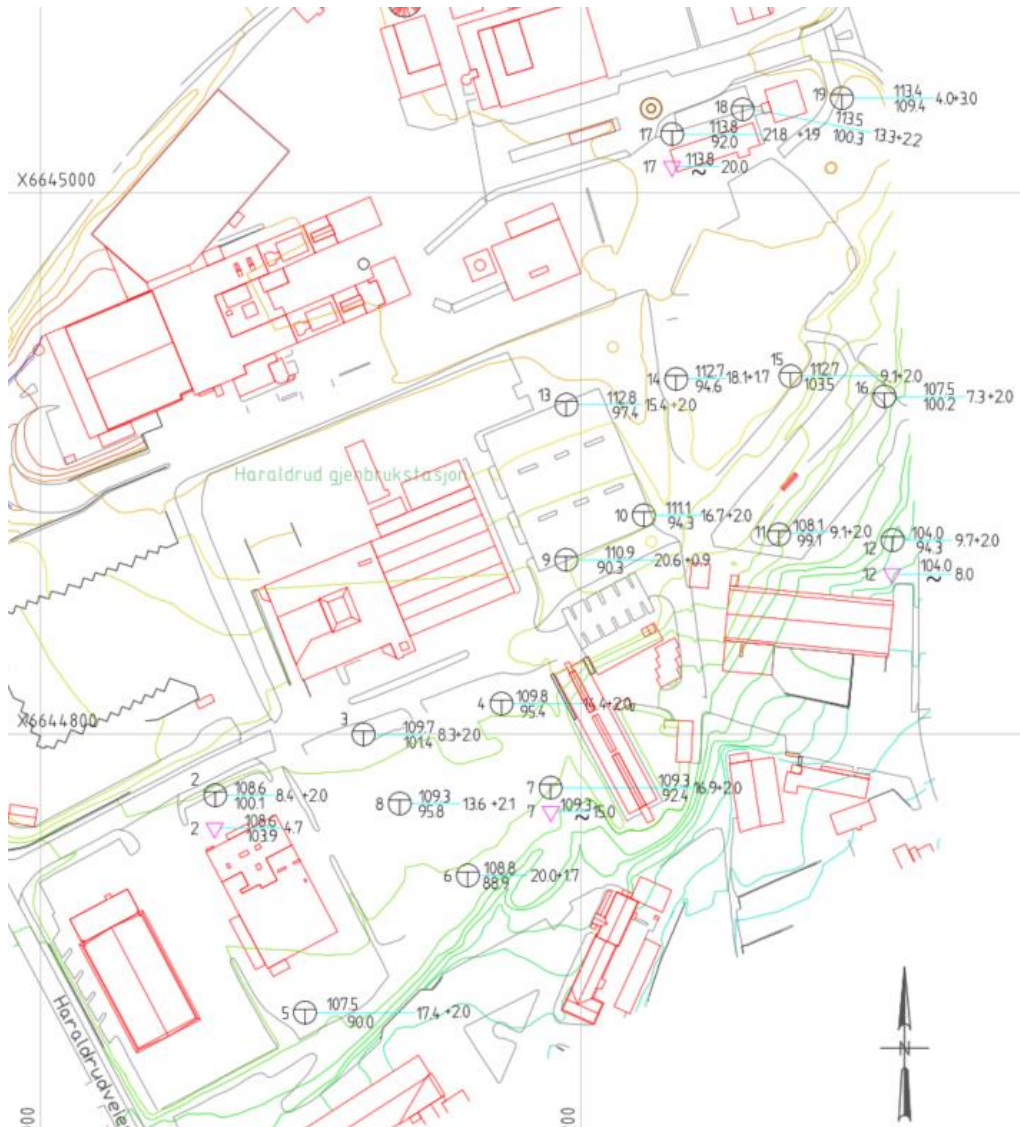
25037 *Skred i Brobekkveien 4/6-58. NSB, juni 1958* [4]

Vi har ikke hatt tilgang til rådatafiler eller digitale data for borpunktene som ikke er meldt inn til NADAG. Figur 13 er en sammenstilling som viser boringene registrert i NADAG. I tillegg er boringene utført av Rambøll og Løvlén manuelt lagt inn med omtrentlig plassering. Vi har videre hentet ut de rapportene som er tilgjengelig, men har ikke kontaktet enkeltaktører med tanke på innkjøp av rapporter som ikke er tilgjengelige via NADAG. Ved videre detaljering av prosjektet, anbefales det å kontakte de ulike aktørene for oversendelse av rådatafiler, samt søke å anskaffe rapporter som per i dag ikke er tilgjengelige.



Figur 13 Oversiktskart over planområde med grunnundersøkelser fra Løvlien Georåd, Rambøll og NADAG.

Løvlien Georåd utførte grunnundersøkelser innenfor planområdet i 2014. Borplanen er gjengitt i Figur 1421.

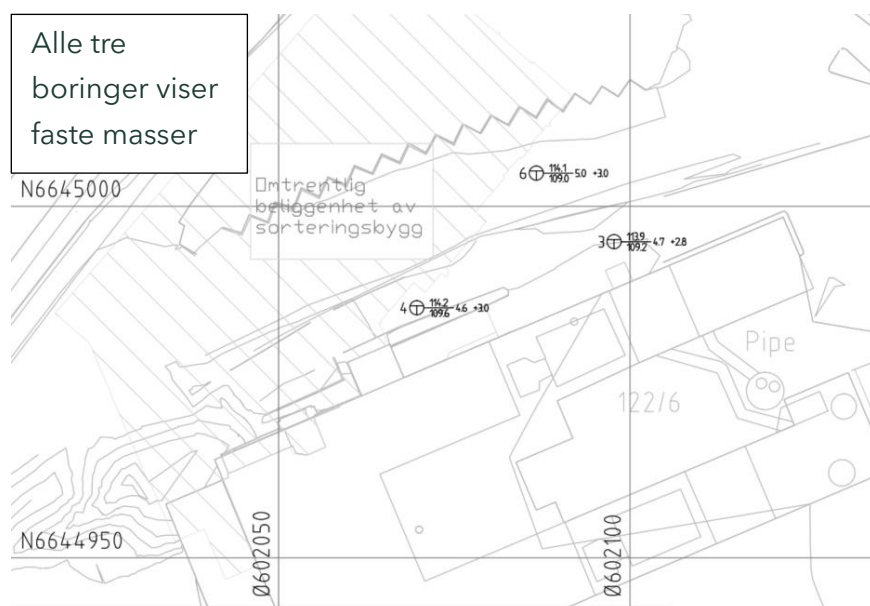


Figur 14 Utsnitt av borplan Løvlien Georåd [8]

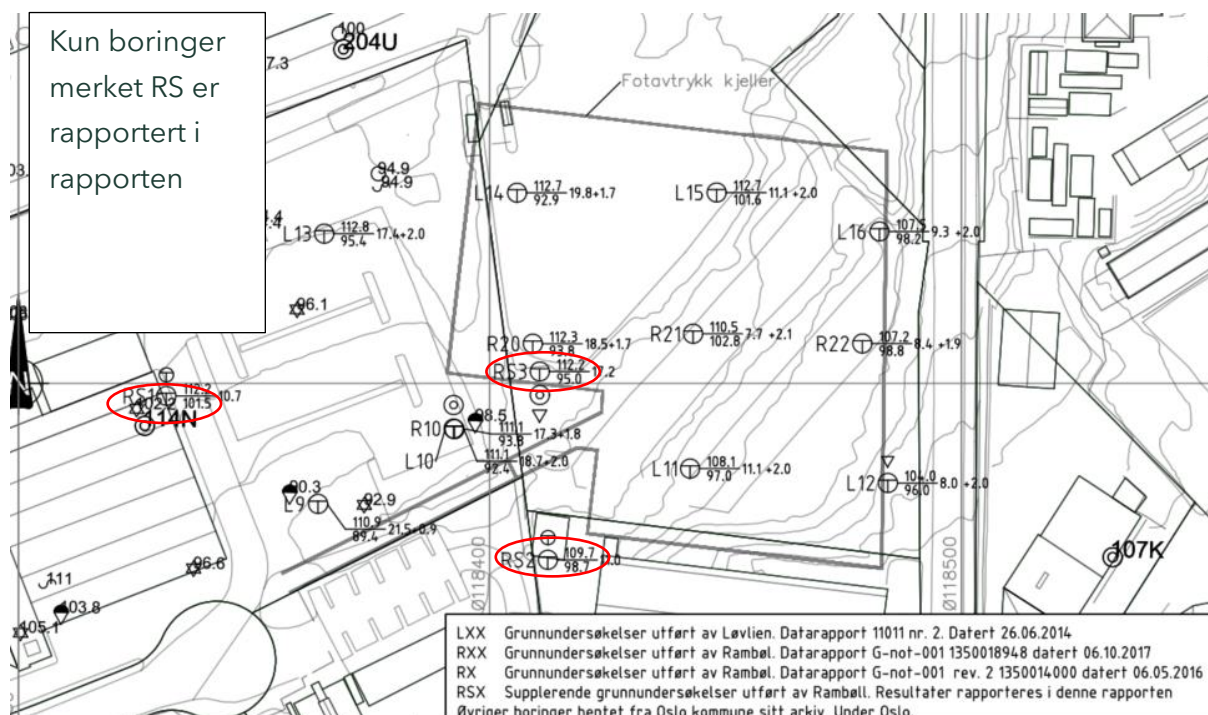
Rambøll har gjort supplerende undersøkelser i 3 omganger. Disse er vist i figurene under.



Figur 15 Utsnitt av borplan, undersøkelser utført av Rambøll 2018 [5]



Figur 16 Utsnitt av borplan, undersøkelser utført av Rambøll 2016 [6]



Figur 17 Utdrag av oversiktsplan som inkluderer supplerende boringer utført av Rambøll 2018 [7]

Grunnundersøkelsene viser at berget faller av fra nord mot sør, fra kote 108 og ned mot rundt kote 90. Løsmassemekktigheter varierer fra 5 til 25 m. På andre siden av Brobekkveien finner vi berg ned mot kote 70. Det er betydelig variasjon i bergforløpet.

Massene består som hovedregel av et lag med fyllmasser, over tørrskorpe over leire. Flere prøveserier har vist sprøbruddmateriale, varierende fra 5-15 m dyp. Grunnundersøkelsene detaljeres nærmere i forbindelse med områdestabilitetsvurderingen i kapittel 8 om områdestabilitet.

8. Områdestabilitet

Kapittelet omfatter områdestabilitetsvurderingen av området, og oppsummeres i tabellform nederst i kapittelet. Stabilitetsberegninger og parametervalg er presentert i kapittel 9.

8.1. Identifisering av aktsomhetsområder

Som det framkommer av Figur 8 og Figur 916 ligger området i sin helhet under marin grense og i et område med forventede marine avsetninger. Figur 1016 viser også at planområdet delvis ligger innenfor en tidligere identifisert faresone for kvikkleireskred med faregrad lav og risikoklasse 4. Utløpsområdet ligger imidlertid utenfor aktsomhetsområdet. Dette innebærer videre utledning i henhold til veilederen.

8.2. Tiltakskategori

I henhold til NVE 1/2019 skal tiltak plasseres i tiltakskategori ut fra konsekvens for tiltaket ved skred, og videre utredning vil avhenge av denne.

Tiltakskategoriene er definert ut fra tabell 3.2 i veilederen [2] gjengitt i Figur 18.

Tiltaket omfatter ettersorteringsanlegg for restavfall, gjenbruksstasjon (av ulik størrelse og plassering), omlastestasjon for glass og metall (ulik plassering) og logistikkcenter for farlig avfall, og etablering av en tverrgate. Det innebærer en plassering i tiltakskategori K4 (nærings- og industribygg). Det er ikke vurdert som hensiktsmessig å differensiere mellom tverrgata og de øvrige tiltakene, selv om dette kan innebære lavere klassifisering av tverrgata, da stabiliteten av gata i alle tilfeller er kritisk for stabiliteten til tiltaket for øvrig.

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 trafiksikkerhetstiltak (G/S-veg, midtdeler)
K2	Tiltak som kun innebærer terrengendring; utgraving, opp- og utfylling og masseflytting Massedeponier, 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 18 Tabell 3.2 - tiltakskategorier - fra NVE 1/2019

8.3. Sikkerhetskrav

Plassering i tiltakskategori K4 innebærer soneutredning både dersom tiltaket ligger i et løснеområde og dersom tiltaket ligger i et utløpsområde for skred. I tillegg må erosjon som kan ramme tiltaket forebygges.

For tiltak som forverrer stabiliteten skal det kreves absolutt sikkerhetsfaktor $F_{cu} \geq 1,40 \cdot f_s$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$, hvor $f_s = 1,15$ er sprøhetsforholdet som korrigerer for sprøbruddeffekt i de udrenerte beregningene.

Dersom tiltaket ikke forverrer stabiliteten, er kravet til sikkerhet $F_{cu} \geq 1,40$ og $F_{c\phi} \geq 1,25$.

For skråninger i faresonen som ligger utenfor influensområdet til tiltaket, gjelder krav til sikkerhet $F_{c\phi} \geq 1,25$, samt krav til robusthet $F_{cu} \geq 1,20$.

8.4. Kritiske skråninger og mulige løснеområder

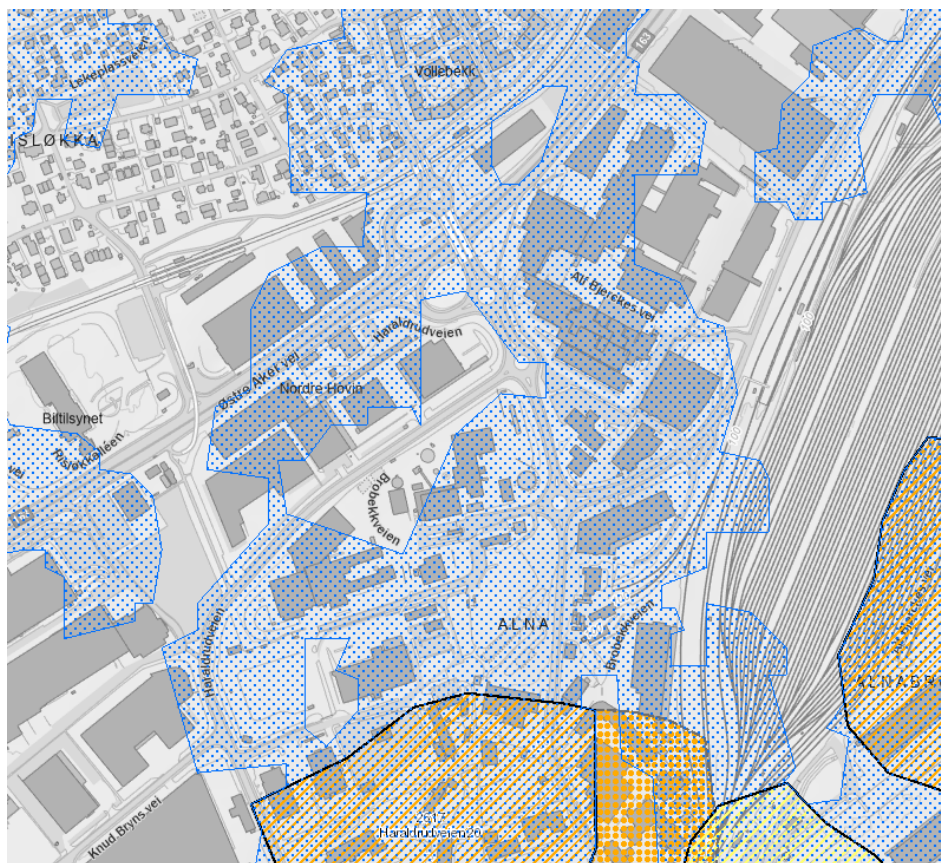
8.4.1. Kritiske skråninger innenfor planområdet

Planområdet ligger delvis innenfor en kartlagt kvikkleiresone, som dermed også utgjør et potensielt løснеområde for skred. Rambøll kartla i sin undersøkelse 3 kritiske snitt der det ble

utført stabilitetsberegninger. Disse er videreført med noen tilpasninger knyttet til planlagte tiltak i denne reguleringsplanen. Disse er presentert i vedlegg 2. Basert på dagens foreslåtte løsninger er det regnet stabilitet i 3 snitt, som er presentert i kapittel 9.

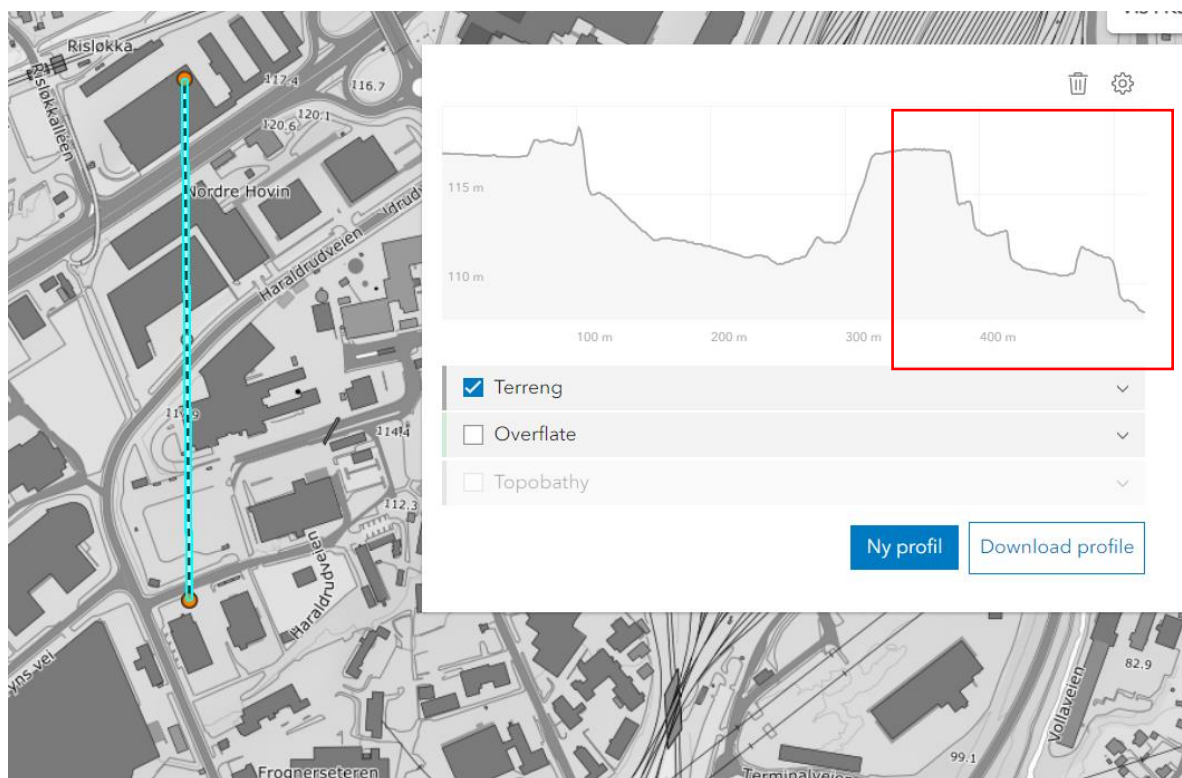
8.4.2. Kritiske skråninger utenfor planområdet

Generelt heller terrenget i området som helhet fra nord mot sør. Hele planområdet og området opp mot Haraldrudveien i nord er i hovedsak del av et sammenhengende aktsomhetsområde, og i noe mindre grad videre nordøst for tiltaksområde.



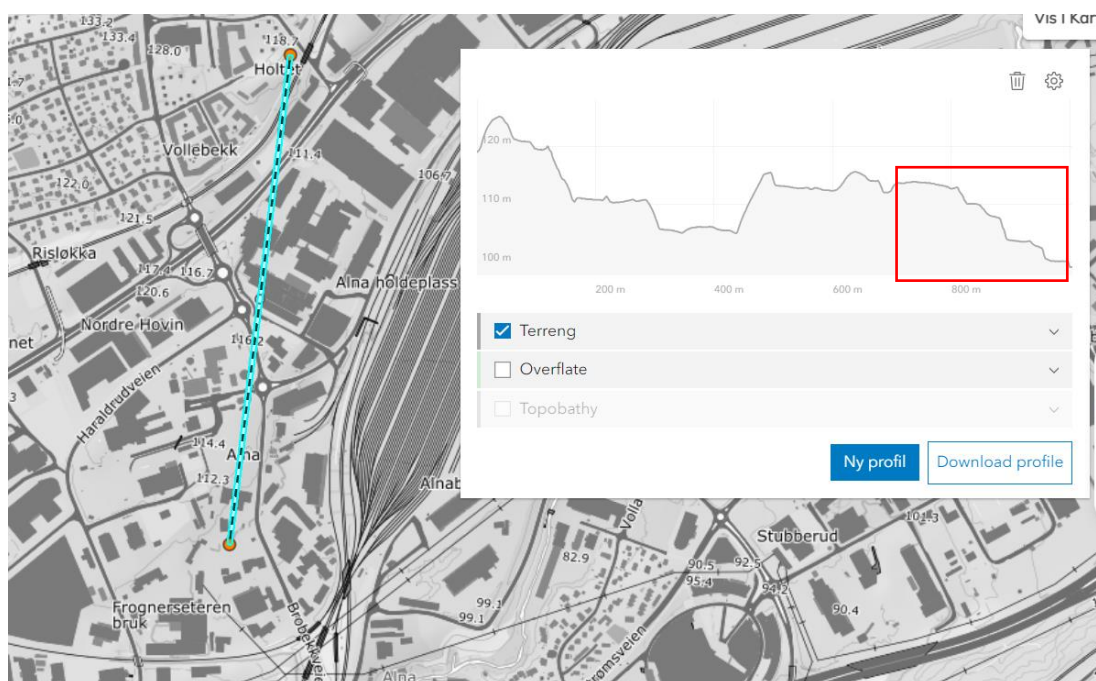
Figur 19 Utsnitt NVE Atlas - aktsomhetsområder nord for tiltaksområdet - potensielle løsneområder der tiltaket havner i utløpsområdet

Det er tatt ut snitt fra www.hoydedata.no for å vurdere nærmere risikoen for at tiltaket ligger i et utløpsområde for skred.



Figur 20

Snitt 1 - terrenghelling nord for tiltaksområdet (hoydedata.no) - tiltaksområdet i rødt



Figur 21 Snitt 2 - terrenghelling nord for tiltaksområdet (hoydedata.no) - tiltaksområdet i rødt

Det er tatt ut to snitt med utgangspunkt i aktsomhetsområdet. Disse viser betydelige variasjoner i topografi, antatt forårsaket av terrengjusteringer, fyllinger og murer i tilknytning til vegger og bebyggelse. Relevante skråninger som kan utgjøre løseområder nord for tiltaket vil kanaliseres vekk i lavereliggende partier før de kan nå fram til tiltaket, eksemplifisert med snitt i Figur 20 og Figur 21. Tiltaket ligger dermed ikke i utløpsområdet for skred utløst utenfor tomta.

8.5. Befaring og grunnundersøkelser

Asplan Viak har ikke utført nye undersøkelser i denne fasen. Vurderingen er basert på tidligere grunnundersøkelser omtalt i kapittel 7.4. Befaring i planområdet ble gjennomført den 19. juni 2023. Det ble ikke observert berg i dagen. Det er ingen bekker/vannveier gjennom området der det er relevant å vurdere erosjon.

Grunnundersøkelsene har avdekket forekomster av kvikkleire/sprøbruddmateriale i området. Som hovedregel viser totalsonderingene avtakende motstand mot nedtrengning i grunnen, noe som også kan indikere sprøbrudd.

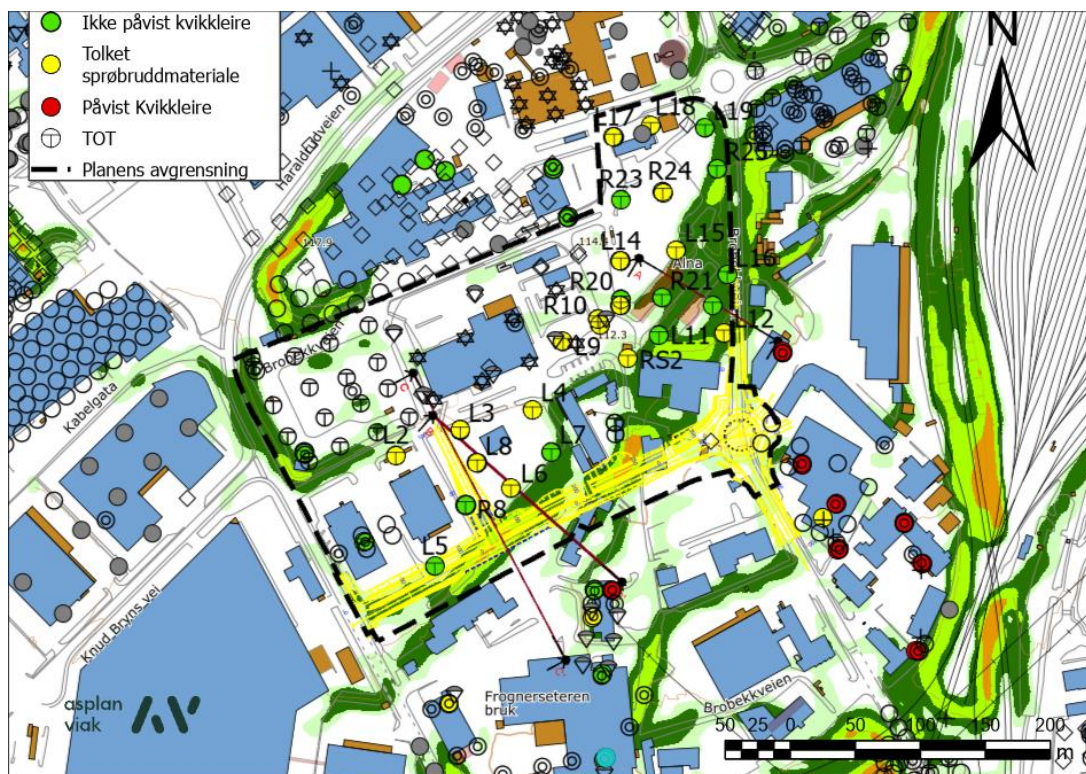
8.5.1. Tolkning av grunnforhold og forekomst av sprøbruddmateriale

Med tanke på å verifisere Rambøll sin tolkning av forekomster av kvikkleire/sprøbruddmateriale er det gjort en gjennomgang av CPTU-sonderinger og prøveserier fra grunnundersøkelsene til henholdsvis Løvlien [8] og Rambøll [1], [6], [5].

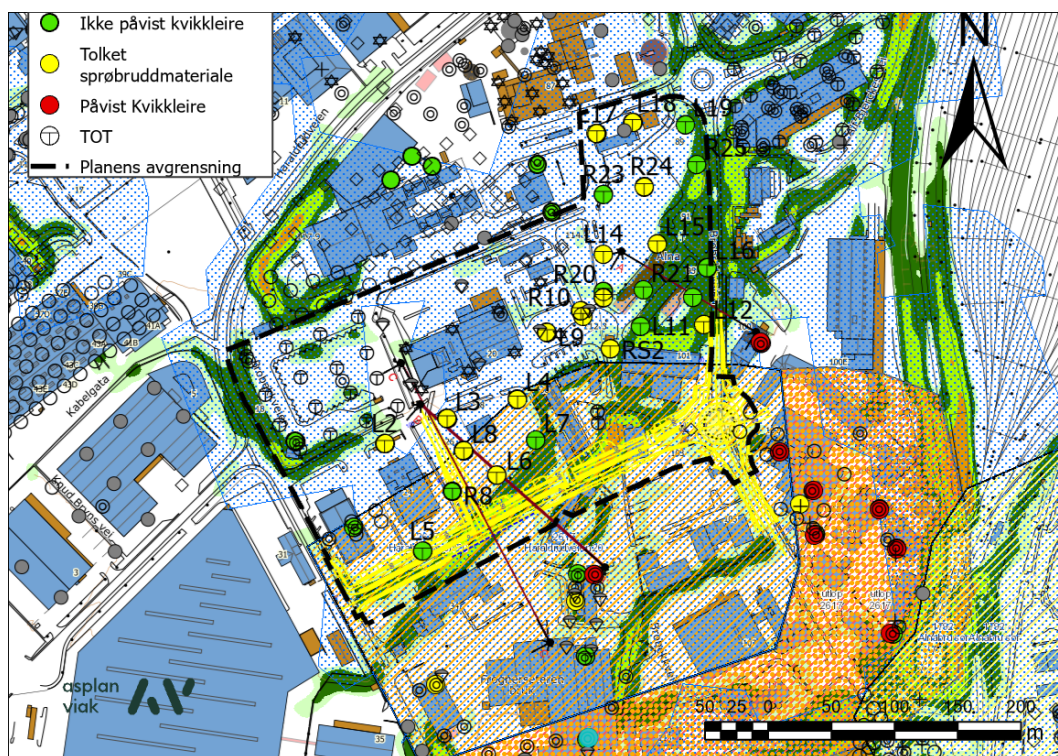
I tillegg er eldre rapporter gjennomgått med tanke på å dokumentere hvor det er påvist kvikkleire i prøver og ikke.

Figur 29 viser grunnundersøkelser i området i og rundt eksisterende faresone. Snittlinjene viser til hvor det er utført stabilitetsberegninger, jf. kapittel 9. I mange tilfeller er de avmerkede prøvene fra NADAG i realiteten skovlboringer uten informasjon om skjærfasthet. Her er det ikke angitt noen tolkning. Det er også varierende hvilken metodikk som er benyttet og hvor lesbare utskriftene er. Det er derfor ikke gjort vurderinger av sonderingsprofilene for andre boringer enn dem som er utført av Løvlien eller Rambøll.

Boringene i figur 29 viser også forekomst av påvist kvikkleire, tolket sprøbruddmateriale og boringen uten kvikkleire.



Figur 22: Oversiktskart over bratthet og grunnundersøkelsene, tolkning av kvikkleire



Figur 23 Oversiktskart over aktsomhetsområdet inntegnet grunnundersøkelser, tolkning av kvikkleire og utbredelse av faresonen

Vi har ikke rådatafiler fra CPTU-sonderingene, verken fra Rambøll eller Løvlien. Løvlien-rapporten inkluderer deres tolkning, men det ikke oppgitt hvordan sonderingene er tolket. Tolkningene viser verdier for B_q og sidefriksjon f_s som er compatible med kvikkleire i punktene 7 og 17.

Samtidig er det tatt opp prøveserie i punkt 17 som viser en middels sensitiv leire med omrørt skjærfasthet rundt 5 kN/m^2 . Det vil si at massene ikke har sprøbruddegenskaper. Det er tatt opp et antall sylindere som må regnes som representativt for relevant del av dybden til berg. For punkt 17 er det dermed lagt til grunn at leira ikke har sprøbruddegenskaper. Det må legges til grunn at dette er relevant også for flere av de omkringliggende totalsonderingene selv om disse viser avtakende motstand mot nedtrengning.

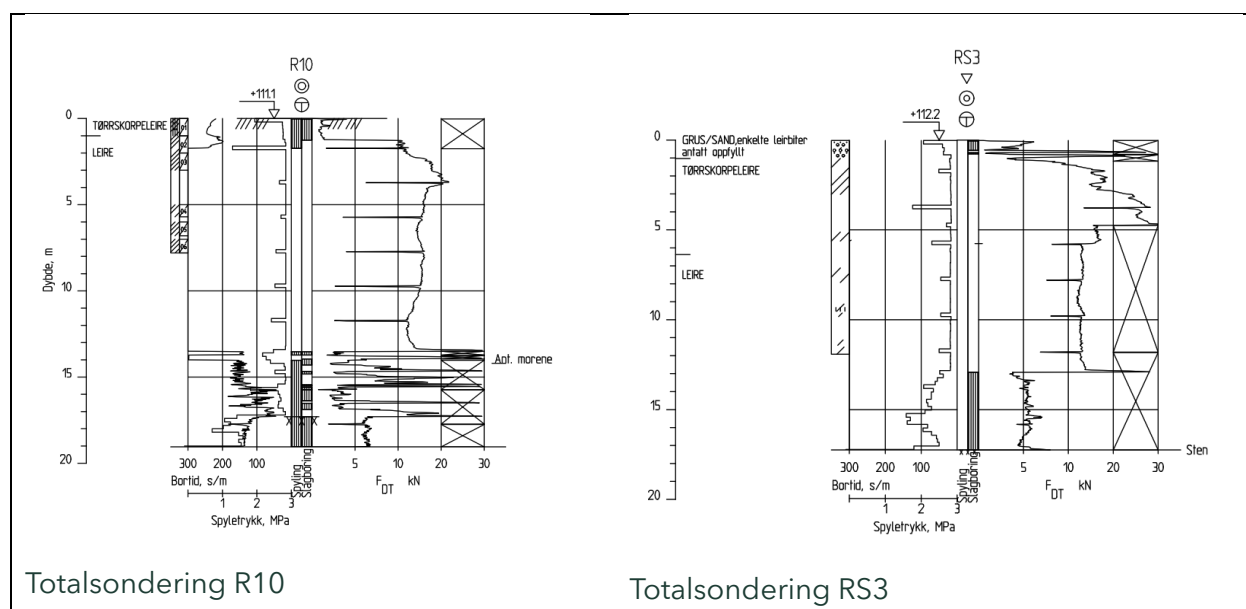
CPTU-sonderinger i punktene 2 og 12 gir resultater med større rom for tolkning. Det er konservativt lagt til grunn at massene i disse punktene kan ha sprøbruddegenskaper. Her foreligger det ikke prøveserier.

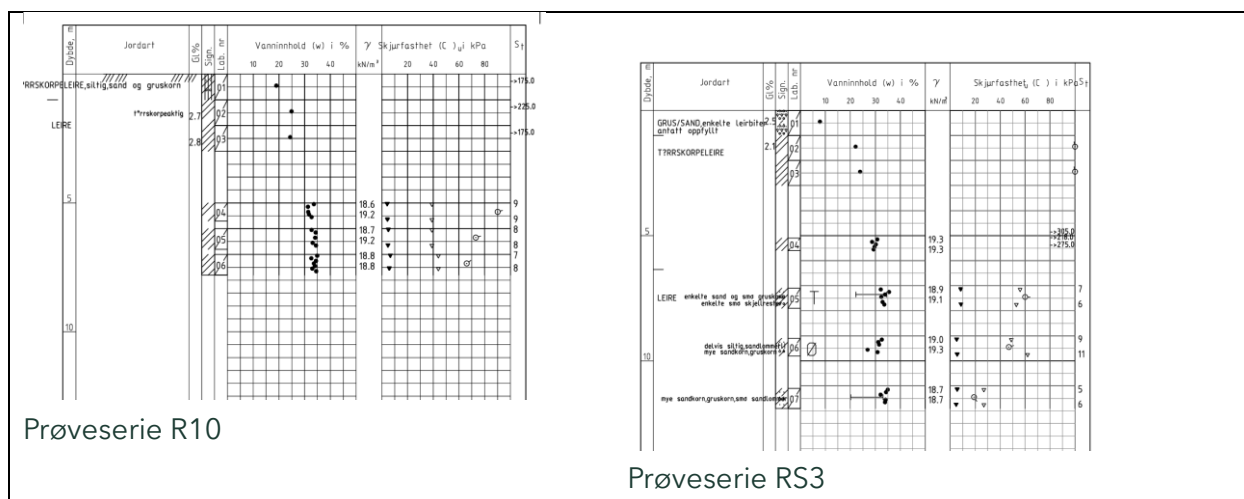
Rambøll har utført prøveserier i punktene R10 og RS3. For begge disse viste totalsonderingene avtakende eller ikke økende bormotstand. Prøveserie R10 viser ikke sprøbrudmaterie i en dybde ned til 8 m. Prøveserie RS3 inkluderer prøvetaking ned mot 12 m, og viser heller ikke sprøbrudd. Målt omrørt skjærfasthet er i samme størrelsesorden som for Løvlien sitt borpunkt 17.

De omtalte prøveseriene med tilhørende totalsonderinger er også vist i Figur 24

De to punktene er vurdert som vesentlige fordi de ligger på platået rett nord for den eksisterende kvikkleiresonen, og dermed har avgjørende betydning for avgrensningen av denne.

Grunnundersøkelsene bekrefter at det i all hovedsak er avdekket sprøbrudmateriale innenfor den allerede registrerte sonen, mens prøver tatt opp utenfor den registrerte sonen tilsier at det ikke er sammenhengende forekomster av sprøbrudmateriale.

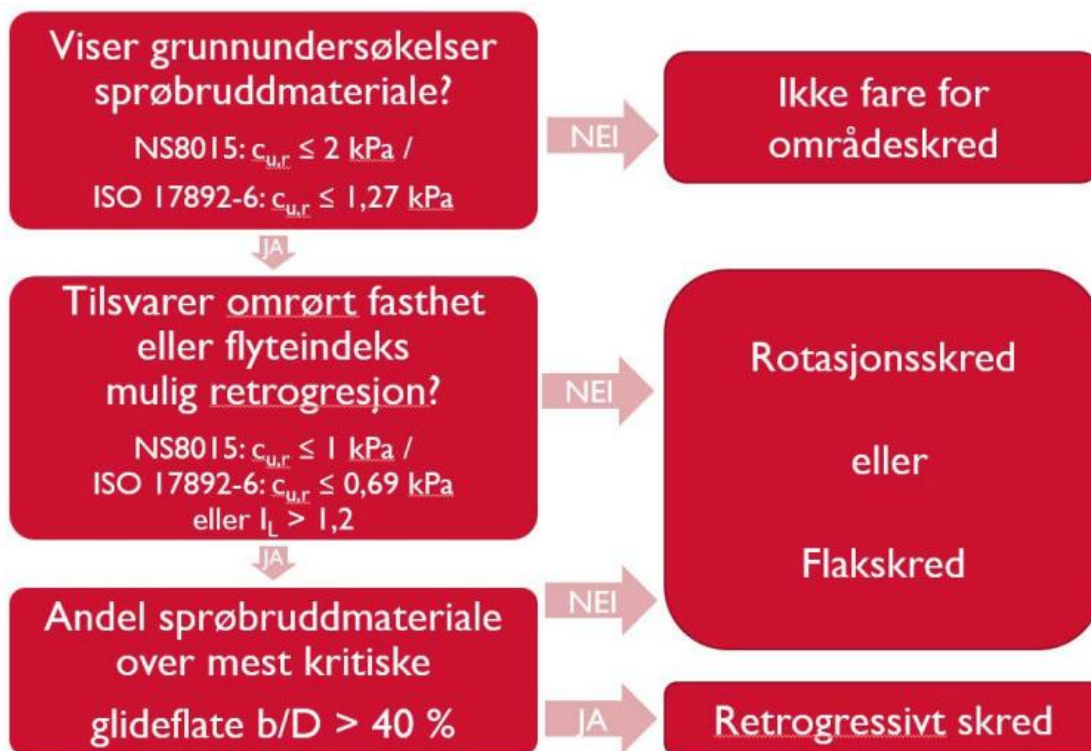




Rambøll har brukt særlig RS3 som begrunnelse for å vurdere utbredelse av opptredende kvikkleirelag. De har lagt til grunn at dette er representativt også for Løvliens punkt 14 og 15 (L14 og L15 i figurene) og R20-R24. Med det som utgangspunkt frikjente de hele skråningen fra den eksisterende sonen. Samtidig viser Løvlien sin tolkning av CPTU i sitt punkt 12 at det ikke kan utelukkes sprøbruddmateriale, og det er påvist kvikkleire i et eldre prøvepunkt rett på andre siden av Brobekkveien. Vi har konservativt lagt til grunn i vår tolkning at overgangen mot sprøbruddmateriale ligger noe lenger opp i skråningen.

8.6. Skredmekanismer og løsne- og utløpsområdet

Den innmeldte sona legger til grunn flaskkred som relevant skredmekanisme, og er definert med utløpsområde basert på dette. Det er gjort en fornyet vurdering med utgangspunkt i flytskjema som følger i figur 4.3 i kvikkleireveilederen. Den er gjengitt i Figur 25 Flytskjema for skredmekanismer fra NVE 1/2019.



Figur 4.3 Flytskjema for vurdering av aktuell skredmekanisme

Figur 25 Flytskjema for skredmekanismer fra NVE 1/2019 [2]

I dette tilfellet er det registrert omrørt skjærfasthet som ikke kan utelukke retrogresjon, det vil si at andel sprøbruddmateriale over mest kritiske glideflate blir avgjørende for skredmekanismen.

I beregningssnittene er 1:15-linja lagt inn i henhold til beskrivelse i veilederen [2]. Denne viser at andelen sprøbruddmateriale over mest kritiske glideflate (b/D) er betydelig mindre enn 40%, noe som utelukker en progressiv skredmekanisme. Det vil si at relevante skredmekanismer er flakskred eller rotasjonsskred. Beregnede snitt i vedlegg 2 viser b/D -linja inntegnet i snittene.

Forholdet er så lavt at en utglidning vil få begrenset omfang, og i svært liten grad vil føre til sideveis utbredelse. Når det i tillegg ikke er registrert bekker/vassdrag der erosjon kan utløse skred, kan området ikke kunne bli utsatt for et naturlig utløst skred. En utglidning i sprøbruddmateriale vil være direkte knyttet til konkrete tiltak innenfor planområdet.

Bestemmelser i Eurokodene sikrer at det for et hvert tiltak skal prosjekteres med tilfredsstillende sikkerhet mot lokale utglidninger (lokalstabilitet). Vår vurdering er dermed at tilfredsstillende sikkerhet vil være sikret gjennom ordinær prosjektering i en byggesak, og at det ikke er behov for en faresone for å ivareta områdestabiliteten i området.

Eksisterende faresone kan med det utgå.

8.7. Utmelding av sone til NVE

Ny rapport med dokumentasjon på at faresonen kan meldes inn til NVE når uavhengig kvalitetssikring foreligger, og endelig rapport foreligger.

8.8. Oppsummering utredning områdestabilitet

Pkt.	Tabell 3.1 kap. 3.2	Utredning
1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området	Planområdet ligger innenfor en registrert faresone.
2	Avgrens områder med mulig marine avsetninger	Marine avsetninger må forventes over hele planområdet.
3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred	Planområdet har generelt helling brattere enn 1:20 eller det er innenfor en grense på 20 x skråningshøyde.
4	Bestem tiltakskategori	Tiltakskategori er satt iht. tabell 3.2 kap. 3.3.1 i veilederen. Tiltaket må plasseres i tiltakskategori K4.
5	Identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løснеområde	Det er registrert kritiske snitt som er vist i vedlegg 1 og 2. Stabilitetsberegninger er utført, se punkt 10. Det er tatt ut snitt som vist at planområdet ikke ligger i et utløpsområde.
6	Befaring	Befaring utført 19.06.2023. Ikke registrert berg i dagen. Observasjon av erosjon ikke relevant.
7	Grunnundersøkelser	Det er gjort grunnundersøkelser i flere omganger. Disse viser varierende, men betydelige, dybder til berg og det er påtruffet kvikkleire i flere punkt, varierende fra 5 til 15 m dybde.

8	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løсне- og utløpsområder	Løsneområdet er avgrenset på topografiske kriterier, terreng og forekomst av kvikkleire, samt sonderingsprofiler. Andel sprøbruddmateriale over mest kritiske glideflate er langt mindre enn 40% og det kan heller ikke gå naturlig utløste skred i området. Stabiliteten i området kan ivaretas gjennom ordinær prosjektering i byggesak. Eksisterende faresone kan utgå. Utredningen avsluttes dermed i dette punktet
9	Klassifiser faresoner	Ikke relevant
10	Dokumenter tilfredsstillende sikkerhet	Ikke relevant
Konklusjon		Ingen vannveier som kan gi erosjon kombinert med lavt b/D-forhold tilsier at det ikke kan gå naturlig utløste skred og at et skred utløst som følge av tiltak vil få begrenset utbredelse.

9. Stabilitetsberegninger

Det er utført stabilitetsberegninger i 3 snitt. I ett snitt er det beregnet for dagens situasjon, situasjon for 1A/1B og alternativ 2 (C-C). Og for dagens situasjon og situasjon 1A/1B i ytterligere ett snitt (A-A). Det er ikke gjort beregningssnitt for anleggsfase fordi planen ikke er tilstrekkelig detaljert ut som følge av ønske om fleksibilitet i løsninger. Det er imidlertid lagt inn anbefalinger for anleggsgjennomføring basert på beregningene. Beliggenheten av snittene er vist i Figur 26 Utsnitt oversiktstegning beregnede snitt (vedlegg 1).



Figur 26 Utsnitt oversiktstegning beregnede snitt (vedlegg 1)

Stabilitetsanalysene er utført ved bruk av programmet Geosuite Stability ved bruk av Beast 2003-beregningsmetoden. Metoden baserer seg på grenselikevektsteorien og implementerer en versjon av lamellemetoden som oppfyller kravene til både kraft- og momentlikevekt. Det søkes automatisk etter kritisk sirkulær glideflate innenfor forhåndsdefinerte variasjonsområder.

Beregningene er utført med

- 1) Drenert effektivspenningsanalyse ($\alpha\phi$ -analyse)
- 2) Udrenert totalspenningsanalyse med anisotrop jordmodell (ADP-analyse)

9.1. Valg av partialfaktor/sikkerhetsfaktor

Stabilitetsberegningene ble i første omgang utført for å dokumentere tilfredsstillende stabilitet i henhold til kravene for områdestabilitet. For totalspenningsanalyse må disse regnes som konservative. Endelig valg av partialfaktor for lokalstabilitet vil avhenge av tiltaket, hvilket regelverk det er tilknyttet og endelig plassering i pålitelighetsklasse. For eksempel stiller Statens Vegvesens N200 strengere krav til partialfaktor enn det som er regulert i Eurokodene. Detaljprosjekterende for hvert enkelt tiltak står selv ansvarlig for valg av partialfaktor.

Beregningene som presenteres i dette kapittelet dokumenterer imidlertid at dagens stabilitet i all hovedsak tilfredsstiller kravene gitt i NVEs veileder, og at en stabilitetsforbedring kan oppnås innenfor planlagte tiltak.

9.2. Materialparametere

Materialparametrene benyttet i beregningene er dels basert på grunnundersøkelser og dels basert på erfaringsverdier. Designprofil benyttet for udrenert skjærfasthet er presentert for hvert enkelt snitt, og er tilpasset nærliggende prøveserier og CPTU-sonderinger. I revisjon 2 er det lagt inn en konservativ kohesjon i lagene sprøbrudd og fastleire, med kohesjon i fast leire satt til 2,4 kPa og sprøbrudd satt til 2,2 kPa. Det er gjort en vurdering av tolkningene som Rambøll la til grunn for sine beregninger [1]. Det vil si at følgende er lagt til grunn for tolkningen:

- CPTU-sonderinger L2, L7, L12 og L17
- Treaksialforsøk i borpunkt R10 (Vedlegg 5)
- Enaksialforsøk og konusforsøk fra punkt L17, R10 og RS3

Benyttede eldre prøver inkluderer 102U, 109U, 106U, 205U og 204U. Disse følger som vedlegg til den vedlagte Rambøll-rapporten (Vedlegg 3)

Rambøll utførte i samme rapport en manuell tolkning av CPTU-sondering utført på grunnlag av $N_{\Delta u}$ ettersom B_q er høyere enn 0,5. Vi har ikke gjort nye tolkninger av CPTU. Rambøll sine tolkninger er benyttet som underlag for bestemmelsen av designprofiler brukt i våre beregninger, men vi har lagt til grunn en $s_{uA} = 0,3 \cdot p'_0$, men justert profilet der prøveserier og treaksialforsøk viser høyere styrke. Dette er vurdert å være konservativt, spesielt der tolkningen tar utgangspunkt i skjærfasthet fra konus og enaks.

Det er benyttet anisotropifaktorer i henhold til anbefaling [16]:

$$c_{uD} = 0,63 \cdot c_{uA}$$

$$c_{uP} = 0,35 \cdot c_{uA}$$

I forbindelse med sin utredning, utførte Rambøll ødometerforsøk i 2 ulike borpunkt. Disse viste OCR over 5 i 6,3 m dybde i R10, og 4,3 m dybde i L17. Ved 9,3 m dybde i L17 var OCR=1. Prekonsolideringsspenning $p_c' = 500 \text{ kN/m}^2$.

Det er utført to poretrykksmålinger i området, og disse er hentet fra borhull RS1 og RS2 i rapport G-rap-001-1350026399. Målingene viser at grunnvannet ligger på mellom 7,8 m og 3,9 m under terreng (kote +104,4 og +105,8) i de aktuelle punktene, basert på hydrostatisk trykk. Det er ikke tatt hensyn til over- eller undertrykk grunnet tilgangen til et piezometer i hvert borhull. Det er antatt at grunnvannet varierer mellom 3-6 meter under terreng i alle beregningene.

For beregningene er laster anvendt i alle snitt for å simulere veglast og tørrmur i snitt A-A. Spesifikt for tørrmuren i snitt A-A, er en last på 25 kPa valgt. For å representere veglasten, er en jevn last på 19 kPa benyttet. Ingen laster er inkludert når deres virkning bidrar positivt til skråningsstabiliteten.

9.2.1.1 Snitt A-A

Snitt A-A går i skråning rett nord for registrert kvikkleiresone og over Brobekkveien. Det korresponderer med snitt med samme navn i rapporten til Rambøll [1]. Det er lagt inn en lagdeling med kvikkleire i hele snittet. I vår oppdaterte profil har vi integrert en tolkning av grunnvannstanden basert på poretrykksmålinger fra rapport G-rap-001-1350026399. I praksis er det antatt en overgang mot kvikkleire i skråninga, jf. at det ikke er avdekket sprøbrudd i R10 og RS3, mens det er påvist kvikkleire på andre siden av Brobekkveien i borhull NOH3 107.

Følgende parametere er benyttet:

Snitt A-A'	Tyngdetetthet, γ , kN/m ³	Friksjonsvinkel,	kohesjon, c , kPa	Udrenert skjærstyrke c_u
Fyllmasser	19	38	0	-
Fastleire	19	26	2,4	-
Sprøbrudd	19	24	2,2	Designprofil

Designprofilen er basert på rutineforsøk (R10 og RS3) og treaksialforsøk (R10) for øvre del av skråninga, og Rambølls tolkning av CPTU L12.

Snitt A-A'					
Designprofil 1 (X = 18,14) (m)		Designprofil 2 (X = 45,89) (m)		Designprofil 3 (X = 85,51) (m)	
Dybde (m)	C (kPa)	Dybde (m)	C (kPa)	Dybde (m)	C (kPa)
106	40,00	103,5	40	100, 43	50
100	50,00	98,5	60	95,39	50

9.2.1.2 Snitt B-B

Snitt B-B'	Tyngdetetthet, γ , kN/m ³	Friksjonsvinkel,	kohesjon c, kPa	Udrenert skjærstyrke c_u
Fastleire	19	26	2,4	
Sprøbudd	19	24	2,2	Designprofil
Morene	19	40	4,2	

Vurderingen bak designprofilene i område B-B har blitt foretatt med utgangspunkt i reviderte data fra Rambølls rapporter, som primært baserte seg på CPTU-data fra lokalitet L07. Det er i likhet med profil A-A integrert en tolkning av grunnvannstanden basert på poretrykksmålinger fra rapport G-rap-001-1350026399 i disse oppdaterte profilene. Vi har også tatt hensyn til CPTUen fra L07, laboratorieresultater fra borehull i nærområdet, og valgt en konservativ tilnærming ved å ta hensyn til $p_0' \cdot 0,3$.

Snitt B-B'					
Designprofil 1 (X = 75,00) (m)		Designprofil 2 (X = 121,15) (m)		Designprofil 3 (X = 216,00) (m)	
Dybde (m)	C (kPa)	Dybde (m)	C (kPa)	Dybde (m)	C (kPa)
101,00	30	99,00	34	86,50	28
92,00	54	89,00	61	85,00	55

9.2.1.3 Snitt C-C

Det er benyttet samme parametere som for snitt B-B.

9.3. Resultater

9.3.1. Dagens situasjon

Det er gjort beregninger av dagens situasjon i 3 snitt.

Der snittene korresponderer med snitt fra Rambøll framkommer resultatene fra begge av tabellen. Det presiseres at disse ikke er direkte sammenliknbare da det både er gjort justeringer på lagdeling, materialparametere og designprofil for s_u . I tillegg er det i Rambøll sine beregninger lagt inn en reduksjon i styrken på c_{uA} på 15%, i tråd med tidligere veileder. Dagens veileder legger disse 15% til kravet til sikkerhetsfaktor som dermed blir 1,6. Vi mener likevel sammenlikningen er relevant som del av dokumentasjon på at sikkerheten i sonen.

9.3.1.1 Profil A-A

Snittet korresponderer med snitt A-A hos Rambøll.

Tegningsnr		Sikkerhetsfaktor AV	Sikkerhetsfaktor Rambøll	Krav	Kommentar
V002	ADP	2,19	2,34	1,6	OK
V002	aφ-analyse	2,69	2,29	1,25	OK

9.3.1.2 Profil B-B

Snittet korresponderer med snitt B-B hos Rambøll

Tegningsnr		Sikkerhetsfaktor AV	Sikkerhetsfaktor Rambøll	Krav	Kommentar
V004	ADP	1,72	1,68	1,6	OK
V004	aφ-analyse	3,25	2,68	1,25	OK

9.3.1.3 Profil C-C

Snittet er forskjøvet noe østover sammenliknet med Rambølls snitt C-C. Dette fordi terrenget i dette snittet er brattere enn Rambølls profil C-C, og er også vurdert å være mer kritisk enn profil B-B.

Tegningsnr		Sikkerhetsfaktor AV	Sikkerhetsfaktor Rambøll	Krav	Kommentar
V007	ADP	1,47	-	1,6	Ikke OK
V007	aφ-analyse	2,22	-	1,25	OK

Beregningen viser at det for dagens situasjon ikke er tilstrekkelig sikkerhet i henhold til krav for tiltak gitt i NVE 1/2019, men innenfor kravet for stabilitet for dagens situasjon. Ved tiltak må det påregnes stabilitetsforbedrende tiltak dersom det stilles krav til høyere sikkerhetsfaktor enn 1,4. I revisjon 2 er det også gjort grep for å få sirkelen ned i sprøskorpeleire, slik at resultatene her avviker noe fra det som ble beregnet i revisjon 1.

9.3.2. Alternativ 1A/1B

Det er beregnet stabilitet for snittene A-A og C-C.

Det er planlagt etablert en fylling for etablering av område for lagring av containere på skråningstopp i snitt A-A, slik at terrenget heves til kote 113 noe ut i skråninga. Utbredelsen av muren begrenses med en mur, og deretter noe mindre oppfylling for å sikre terrassering for overvannshåndtering.

Planlagt tiltak for vestre del av sona (snitt C-C) innebærer terrengbearbeiding som er gunstig for stabiliteten innenfor sonen, og utløser dermed ikke krav om stabilitetsforbedrende tiltak utover selve tiltaket.

SNITT A-A

Tegningsnr		Sikkerhetsfaktor AV	Sikkerhetsfaktor Rambøll	Krav	Kommentar
V003	ADP	1,65	-	1,6	OK
V003	aφ-analyse	1,87	-	1,25	OK

SNITT B-B

Tegningsnr		Sikkerhetsfaktor AV	Sikkerhetsfaktor Rambøll	Krav	Kommentar
V005	ADP	1,91	-	1,6	OK
V005	aφ-analyse	3,2	-	1,25	OK

SNITT C-C

Tegningsnr		Sikkerhetsfaktor AV	Sikkerhetsfaktor Rambøll	Krav	Kommentar
V008	ADP	1,64	-	1,6	OK
V008	aφ-analyse	2,73	-	1,25	OK, lokal i fylling

Beregningene viser at senkning av terrenget nord for Tverrgata medfører en betydelig forbedring av skråningsstabiliteten.

9.3.3. Alternativ 2

Det er regnet på snittene B-B og C-C.

På topp av skråning i snitt A-A er det planlagt en større konstruksjon, men denne er forutsatt pelet til berg, og dermed ikke ha påvirkning på stabiliteten, og er dermed ikke beregnet.

Det er lagt til grunn etablering av Tverrgata på samme nivå som for alternativ 1A/1B. I snittet er dette markert ved at vegfylling er plassert på samme nivå som for alternativ 1A/1B, men med en skråning på 1:2 opp mot eksisterende terreng. Det etableres en murløsning for å ta opp høydeforskjell mot sør. Tyngden på muren er ikke medtatt i beregningene da denne er vurdert å være stabiliserende.

SNITT B-B

Tegningsnr		Sikkerhetsfaktor AV	Sikkerhetsfaktor Rambøll	Krav	Kommentar
V006	ADP	1,79	-	1,6	OK, lokal
V006	aφ-analyse	2,76	-	1,25	OK, lokal

SNITT C-C

Tegningsnr		Sikkerhetsfaktor AV	Sikkerhetsfaktor Rambøll	Krav	Kommentar
V009	ADP	1,78	-	1,6	OK, lokal

V009	aφ-analyse	3,33	-	1,25	OK, lokal
-------------	------------	------	---	------	-----------

Det er ikke gjort aφ-analyse i snitt C-C, da snitt B-B er regnet som kritisk.

Beregningene viser at etablering av Tverrgata vil fungere som en motfylling for skråninga og dermed føre til forbedring av stabiliteten.

10. Geotekniske vurderinger og anbefalinger

Foreliggende vurdering dokumenterer at det er mulig å ivareta stabiliteten i området innenfor ordinær prosjektering i henhold til byggesak. Gjeldende faresone kan fjernes.

Det må forventes fyllmasser/tørreskorpe over leire, som kan ha betydelig mektighet, samtidig som bergforløpet kan variere. Massene må regnes som setningsømfintlige og med begrenset bæreevne.

Ved etablering av kjeller må det påregnes behov for spuntavstivning av byggegrop. Det må legges til grunn i planen at ytre del av spuntlinje ikke kan ligge nærmere konstruksjonen enn 2 m for å sikre plass til spunt, avstivning og nødvendig arbeidsrom.

For dimensjonering av veger og plasser må telefarlighetsklasse T4 og bæreevnegruppe 6 legges til grunn, med mindre man kan dokumentere at tykkelse og sammensetning av evt. fyllmasselag tilsier annen plassering.

For å sikre mot setninger og/eller der det skal store laster ned i grunnen, anbefales det pelefundamentering til berg. For bygg og konstruksjoner som vil påføre begrensede laster på grunnen kan direkte fundamentering være et alternativ, så lenge prosjekteringen dokumenterer at stabiliteten er ivaretatt i henhold til gjeldende krav i alle faser, inkludert anleggsfasen.

Planforslaget legger opp til stor grad av fleksibilitet for valg av løsninger. Foreliggende rapport dokumenterer at de vurderte alternativene er gjennomførbare på en måte som sikrer stabilitet innenfor planområdet. Det er ansett som tilstrekkelig for regulering, da utredningen dokumenterer at det vil være mulig å ivareta stabiliteten innenfor foreliggende planforslag. Som del av detaljprosjektering må det imidlertid dokumenteres at endelige løsninger fortsatt ivaretar kravene til stabilitet, slik det er forutsatt i reguleringen.

Leirmasser er tette og lite permeable, og dermed også med begrenset infiltrasjonspotensial. Overflatehåndtering av overvann og/eller lukket fordrøyning er ikke forventet å ha negativ betydning for områdestabiliteten utover evt. påvirkning av selve tiltaket. Ved etablering av grøfter og groper for VA og annen infrastruktur, må det dokumenteres at arbeidene kan utføres uten negativ betydning for stabiliteten.

11. Anbefalte tiltak og oppfølging

Det anbefales en systematisering av tilgjengelige grunnundersøkelser i en felles oversiktsplan før videre detaljering.

Det anbefales supplerende grunnundersøkelser med prøvetaking før detaljprosjektering.

Større bygg anbefales fundamentert på peler, mindre bygg og konstruksjoner kan fundamenteres direkte så lenge det dokumenteres at stabiliteten i området er ivaretatt.

Terrengjusteringer utføres ved avlastning på skråningstopp først.

Lokalstabilitet må ivaretas i detaljprosjekteringen. Dette gjelder for alle faser, inkludert anleggsfase

11.1. Forslag til punkt som innarbeides i reguleringsbestemmelser

For alle søknadspliktige tiltak som kan berøre grunnen skal det alltid foreligge geoteknisk vurdering. For bygge- og anleggstiltak skal det være dokumentert at tiltaket er prosjektert på en slik måte at stabilitet er ivaretatt i alle faser, inkludert anleggsfasen.

Referanser

- [1] Rambøll, «1350018948 Rap.2 - rev.3 Rapport - utredning av områdestabilitet.,» 05.02.2020.
- [2] NVE, «Veileder 1/2019 Sikkerhet mot kvikkleireskred - vurdering av områdestabilitet og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddsegenskaper,» 2019.
- [3] NVE, «Veileder 7/2014 Sikkerhet mot kvikkleireskred - vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre sprøbruddsegenskaper,» 2014.
- [4] NSB, «Skred i Brobekkveien 4/6-58 25037,» juni 1958.
- [5] Rambøll, «G-rap-001 1350018948 Datarapport - rev.01 Grunnundersøkelser Haraldrudområdet, Oslo,» 18.09.2018.
- [6] Rambøll, «G-rap-001 1350014000 Datarapport - rev.02 Grunnundersøkelser Haraldrudområdet, Oslo,» 06.05.2016.
- [7] Rambøll, «G-Rap-001 1350026399-rev-01 Ny gjenbrukstasjon Haraldrud, Geoteknisk forprosjektrapport,» 19.09.2018.
- [8] Løvlien , «11011 Rapport nr. 2 Haraldrud Gjenbrukstasjon, Grunnundersøkelser datarapport,» 26.06.2014.
- [9] Noteby, «40847-01 BC Terminalen, Haraldrudveien 10, Borplan,» 15.03.1988.
- [10] Oslo kommune, geoteknisk kontor, «R-1341 Rapport over: Bru i Haraldrudveien over Alnabanen,» 09.01.1976.
- [11] Oslo kommune, den geotekniske konsulent, «R-281-59 Rapport over grunnundersøkelser for nytt lagerhus på Frogneseieren bruk, Haraldsrud,» 13.10.1959.
- [12] Knoph, «G549 Brobekkveien,» 24.12.1958.
- [13] NVK Terraplan AS, «Rapport nr. 98017.01 rev.1 Grunnundersøkelser for Norsk Gjenvinning AS, geoteknisk rapport.,» 03.04.1998.
- [14] NVE, «Ekstern rapport 9/2020 Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred,» 2020.

- [15] NGI, «20001008-2 rev.3 Program for økt sikkerhet mot kvikkleireskred. Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire,» 2008.
- [16] NIFS, «Rapport 14/2014: En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer,» NVE ++, 2014.
- [17] NIFS, «Rapport 77/2014 Valg av karakteristiske cuA-profiler basert på felt- og laboratorieundersøkelser,» NVE ++, 2014.
- [18] Multiconsult, «111970-1 Oslo Politikammer - Hundetjenesten - Ny spesialgarasje i Haraldrudveien 12E.,» 17.06.2004.

