

NOTAT

OPPDRAAG	Kvikkleireutredning ifht. NVE veileder 7/2014	DOKUMENTKODE	10202882-01-RIG-NOT-02
EMNE	Stabilitetsberegninger, områdestabilitet Landfalløya 7	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Landfalløya 7 AS	OPPDRAAGSLEDER	Daniel Lennartsson
KONTAKTPERSON	Steinar Skui	SAKSBEH	Daniel Lennartsson
KOPI		ANSVARLIG ENHET	2013 Sør Drammen/Tbg Samferdsel og infrastruktur

SAMMENDRAG

Dette notatet omhandler geotekniske beregninger og vurderinger knyttet til områdestabiliteten ut mot Drammenselven. Beregningene er utført for to vurdert representative snitt for å vurdere stabiliteten som den er i dag. Det er i tillegg anbefalt tiltak som kan utføres for å bedre stabiliteten. Den hovedsakelige hensikten med dette notat er å vise at området er byggbart utfra geoteknisk fra geoteknisk perspektiv.

00	25.01.2018	Utarbeidet	DL	Maris	DL
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	3
2	Grunnforhold	4
3	Geotekniske prosjekteringsforutsetninger	5
4	Beregningsforutsetninger	5
4.1	Beregningsverktøy og -metode	5
4.2	Tolkning av beregningsparametere	5
4.2.1	Udrenerte parameterer	5
4.2.2	Drenerte parameterer	6
4.3	Geometri, laginndeling og beregningsprofil	7
4.1	Lastforutsetninger	8
5	Beregningsresultater	8
5.1	Stabilitet	8
6	Sammenfatning og anbefalinger	9
	Referanser	10

Vedlegg A: Stabilitetsberegninger

1 Innledning

Landfalløya 7 AS har ønske om å etablere boligfelt på eiendommen for gamle sentralgarasjen, Landfalløya 7 i Drammen, Drammen kommune. Den aktuelle tomten grenser mot Drammenselven og ligger i et område hvor det er registrert kvikkleire på store deler av eiendommen. Området er markert på Figur 1-1.

Dette notatet omhandler geotekniske beregninger og vurderinger knyttet til områdestabiliteten ut mot Drammenselven. Beregningene er utført for to vurdert representative snitt for å vurdere stabiliteten som den er i dag. Det er i tillegg anbefalt tiltak som kan utføres for å bedre stabiliteten. Den hovedsakelige hensikten med dette notat er å vise at området er byggbart utfra geoteknisk fra geoteknisk perspektiv.

Multiconsult Norge AS har i flere omganger utført geotekniske undersøkelser på eiendommen og i området. Det henvises til ref. /1/, den siste undersøkelsen er utført i 2017.



Figur 1-1 Oversiktsbilde (kilde: google.maps.com)

2 Grunnforhold

For beskrivelse av grunnforhold vises det til utførte grunnundersøkelser, ref. /1/. Borplan fra utførte grunnundersøkelser i nærområdet er vist på Figur 2-1 fra ref. /1/.

Generell beskrivelse av grunnforholdene oppsummeres som (nærmere omtalt i ref. /1/):

Topplag:

Det er registrert grusige sandige siltige fyllmasser/tørreskorpemasser i det øverste 3-4 m over området.

Mellomliggende lag:

Under topplaget er det registrert et lavplastisk lag av siltig leire og leire ned til berg i borpunkt 5 og 6. Dette laget er også registrert ned til ca 17 m dybde ved borpunkt 1 og 2. I borpunkt 7 er det samme laget registrert ned til ca 12 m dybde. Øst for borpunkt 7 forekommer ikke lenger dette laget.

Dette laget er registrert som middels fast, og lavt sensitivt. Romvekten for dette laget er noe høyere enn underliggende lag, det er målt 19,5-20,5 kN/m³ i romvekt i dette laget.

Underliggende lag:

Videre i dybden er det registrert leire eller siltig leire av meget bløt karakter, plastisitetindeks er lav. Sonderingsmotstanden for totalsonderingene minker med dybden. Opptatte prøver viser kvikke masser fra under topplaget ved boring 10. Sonderingene indikerer kvikkeleire også i boring 4, 8 og 9 direkte under topplaget. For boring 1, 2 og 7 er det registrert kvikkeleire i opptatte prøver under det mellomliggende laget.

Mektigheten for kvikkeleire ser ut til å minke i vest eller nordvest, og mektigheten av de ikke kvikke massene øker i denne retningen. Kvikkeleirelaget som strekker seg ned til berg, karakteriseres som bløt kvikkeleire.

Det er boret til antatt berg i 7 av undersøkelsespunktene. Da det er et relativt stort område viser også dybden til berg stor variasjon. Det er registrert dybde til berg på 21,4 m helt i nordøstre delen av eiendommen. Nærmest Drammenselven er det registrert bergdybder på opp til 52 m. Det er indikert at berget heller vest eller sørvest ned mot Drammenselven. Dette stemmer godt overens med andre bergsonderinger som er utført i området.



Figur 2-1 Borplan fra ref. /1/.

3 Geotekniske prosjekteringsforutsetninger

Geotekniske prosjekteringsforutsetninger er beskrevet i notat 814842-RIG-NOT-01, ref /1/.

4 Beregningsforutsetninger

4.1 Beregningsverktøy og -metode

Stabilitetsberegningene er utført med beregningsprogrammet «GeoSuite Stability» /3/ med beregningsmetode Beast 2003. Beregningsmetoden er basert på grenselikevekt, og anvender en versjon av lamellemetoden som tilfredsstillende både kraft- og momentlikevekt. Programmet søker selv etter kritisk sirkulærsylindrisk glideflate for definerte variasjonsområder av sirkelsentrum. Det er også mulig å definere egne glideflater i programmet. Det er ikke tatt med 3D-effekter i beregningene av stabilitet i GeoSuite Stabilitet.

Beregningene er utført med:

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

4.2 Tolkning av beregningsparametere

Tolkning av parametere er utført på basis av foreliggende data fra grunnundersøkelsene, ref. /1/. CPTu-sonderinger over hele tomten og opptatte prøver med 54 mm prøvetaker. Sonderingene indikerer homogene masser med noe varierende mektighet av kvikkleirelaget. Kvaliteten på opptatte prøver er vurdert til middels god i leire som ikke er kvikk, og dels dårlig i kvikkleiren, utfra deformasjonsoppførsel før brudd.

4.2.1 Udrenerte parametere

Verdier for S_u fra rutineundersøkelser på opptatte prøver (enaks og konus) er i våre vurderinger benyttet som verdier for udrenert direkte skjærfasthet, S_{uD} . Deformasjonen ved brudd på enaksprøver er generelt noe større enn 5 %, som betyr at prøvene er forstyrret. Dette er typisk for prøvetaking i kvikkleire fra store dybder. Resultatene av enaksialforsøk og konusforsøk må dermed benyttes med forsiktighet.

Erfaringsdata for norske leirer som Berre. T ref. /6/ utført, viser minimumsverdier for forholdet mellom udrenert skjærfasthet, S_u og overlagingstrykket P'_0 . Tolkning av ødometerforsøk viser at massene er normalkonsoliderte. Dette gir da et laveste verdi for $S_{uA}=0,27*P'_0$ ved påvist kvikkleire.

I henhold til NVEs veileder 7/2014, ref. /4/, er aktiv udrenert fasthet (S_{uA}), som er tolket med bakgrunn i korrelasjoner på blokkprøver, redusert med 15 % i kvikkleire ved stabilitetsberegninger.

In-situ poretrykk for vurdering av skjærfasthetsprofiler er vurdert til 10 kPa i overtrykk, dette forutsettes i heleprofilet. Dette er noe som tilsvarer et vanntrykk i leire med en høyde av ca 1 m over terreng.

En sammenstilling av de drenerte materialparametere er vist i Tabell 4-1 Materialparametere.

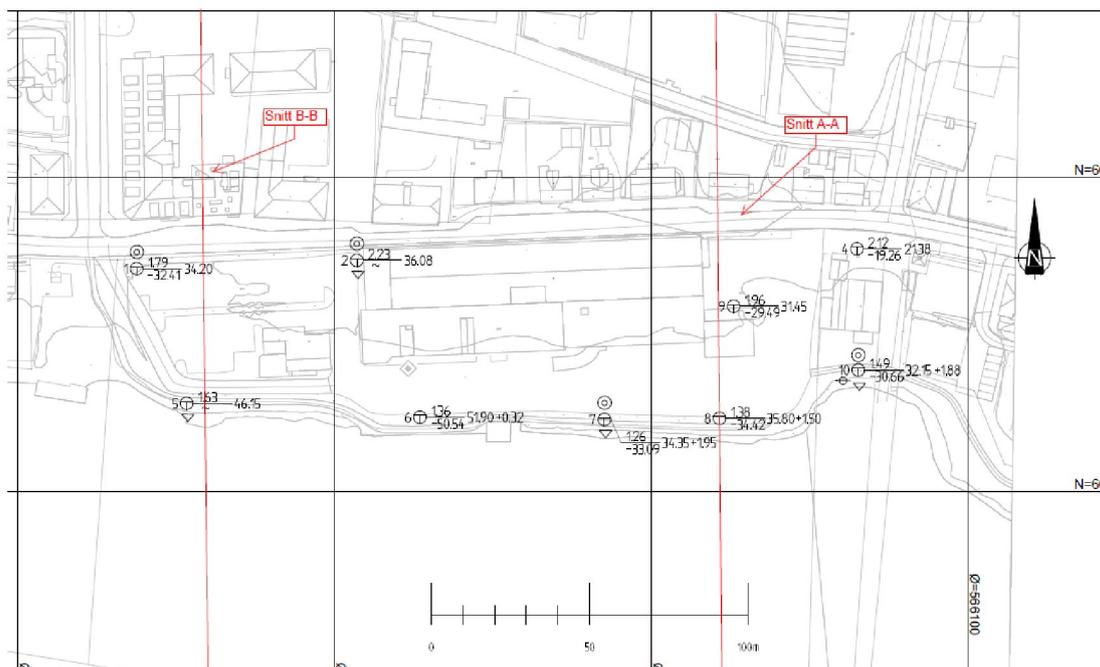
Tabell 4-2 Materialparametere

Material	Tyngdetetthet, γ	Friksjon, ϕ	Attraksjon, a
Tørrskorpe/fylling	19,0 kN/m ³	32°	0 kPa
Siltig Leire (kvikk)	20,0 kN/m ³	29°	5 kPa
Kvikkleire	19,0 kN/m ³	28°	2 kPa

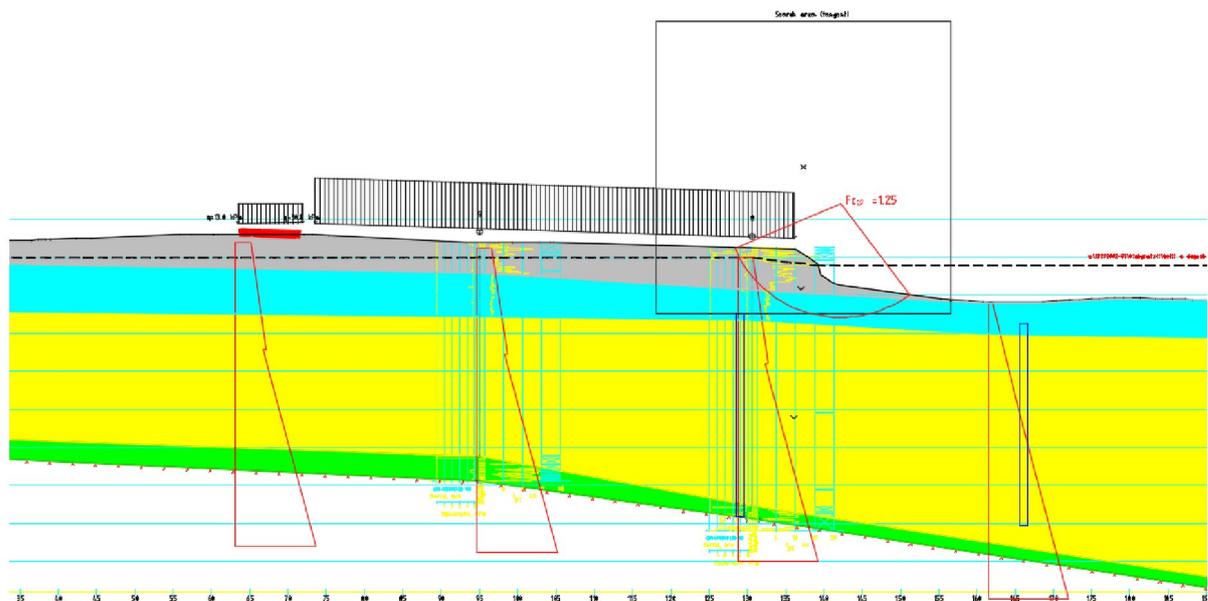
Grunnvannspeilet forutsettes i beregningene å være i nivå med Drammenselven. Høyeste vannstand mulige vannstand i området er vurdert til flomvannstanden ved et 200-årsflom. Laveste vannstanden er utfra kystverkets nettsted, ref. /10/, vurdert til kote -1,0. Dette er den kritiske vannstanden for stabilitetsprofilene ut i elven. Poretrykket i underliggende leire forutsettes å ha hydrostatisk fordeling med dybde. Det er lagt inn et poreovertrykk på 10 kPa konstant i dybden for å symbolisere målt poreovertrykk.

4.3 Geometri, laginndeling og beregningsprofil

Beregningene er utført for to representative profiler, profil A-A og Profil B-B. Plassering av profiler er vist i plan på figur. Videre er profil med forutsatt laginndeling vist i figur. Der grønt lag nærmest antatt berg er morene, gult lag er kvikkleire, blått lag er siltig kvikkleire og grått lag er syllmasser.



Figur 4-2 Plantegning fra borplan, /2/, med beregningsprofil A-A og profil B-B.



Figur 4-3 Snitt A-A med lagdeling.

4.1 Lastforutsetninger

Last på oversida skråning er delt opp tre forskjellige laster. Last fra bygget, last fra bilveg og last fra gang/sykkel-veg. Laster for veier er lagt inn i hht. notat 814842-RIG-NOT-002, ref /1/, med gang/sykkelveg mellom bygg og Drammenselven og med bilveg på Landfalløya.

Vertikale laster fra bygg er forutsatt tatt opp med peler til berg eller faste masser og ikke lagt inn i disse stabilitetsberegningene.

5 Beregningsresultater

5.1 Stabilitet

Tabell 5-1 under oppsummeres utførte stabilitetsberegninger for de to vurdert kritiske profilene for planlagt byggeprosjekt på Landfalløya 7. Beregningene er vist i vedlegg A.

Tabell 5-1 Oppsummerte beregningsresultater

Beregning	Analyse	Sikkerhetsfaktor γ_m for kritisk skjærflate	Forutsetninger
Snitt A-A	ADP-analyse	1,17	Eksisterende bygg forutsettes pelet.
Dagens situasjon	$a\phi$ -analyse	1,85	
Snitt B-B	ADP-analyse	1,25	
Dagens situasjon	$a\phi$ -analyse	1,65	

6 Sammenfatning og anbefalinger

Det er i utgangspunktet lavere stabilitet enn kravet for sikkerhet mot kvikkleireskred, ref /4/. Dette forutsetter ikke noe eksisterende spunt mot elveskråningen da vi ikke har noe kontroll på, verken plassering eller tilstand for denne.

Ved bygging av området må tiltak gjøres for å øke stabiliteten i området og lokalt ut mot elven.

Forslag på tiltak er:

- Utskifting til lette masser på topp skråning for å minske belastning av området (kan benyttes for prosentvis forbedring).
- Motfylling i Drammenselven for å øke den mothollende kraften mot ras (kan benyttes for prosentvis forbedring).
- Kalk-sement stabilisering av massene på området for å øke fastheten i massene (kan ikke benytte prosentvis forbedring her).
- Permanent spuntkonstruksjon ut mot Drammenselven (kan ikke benytte prosentvis forbedring her).

Alle bygg som fundamenteres på området er forutsatt fundamentert på spissbærende peler til berg eller faste masser. Mellomlagring av masser er i utgangspunktet ikke tillat, eventuelle lagringssteder må avklares med geotekniker i forkant av arbeidene.

Området vil være sensitivt for oppbygging av poretrykk i grunn, det er derfor krav å overvåke poretrykket ved alle installasjoner i grunnen. Valg av metode for peleinstallasjon, spunting stagboring etc. skal avklares med geotekniker i forkant.

Eiendommen er byggbar med forutsetning at det blir iverksatt stabiliserende tiltak. Dette må detaljprosjekteres av geoteknisk sakkyndig.

Referanser

- /1/ 814842-RIG-NOT-02 *Prosjekteringsforutsetninger Landfalløya 7*, datert 04.05.2017, Multiconsult oppdragsnummer: 814842, Oppdragsgiver: Profier AS.
- /2/ 814842-RIG-NOT-01 *Geoteknisk datarapport Landfalløya 7*, datert 31.03.2017, Multiconsult oppdragsnummer: 814842, Oppdragsgiver: Profier AS.
- /3/ GS Stability. Novapoint GeoSuite Toolbox. Versjon 14.1.0.0. Installasjon 14.1.0.
- /4/ NVEs Retningslinjer «Sikkerhet mot kvikkleireskred». Veileder 7/2014, Norges Vassdrags- og Energidirektorat (NVE).
- /5/ Geoteknikk i vegbygging. Statens vegvesen, Veiledning, Håndbok V220 (tidligere Håndbok 016), datert juni 2014.
- /6/ Berre, T., *Apparatur og prosedyrer i laboratoriet for å bestemme skjærstyrke av leire*, Rapport 56103-23. 1983, NGI Oslo.
- /7/ NS-EN 1997-1:2004+NA:2008 Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering, Del 1: Allmenne regler. Norsk Standard. Standard Norge.
- /8/ NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2014 Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for eismisk påvirkning, Del 1: Allmenne regler. Norsk standard. Standard Norge.
- /9/ Skredatlas NVE, nettsted: <http://gis3.nve.no/link/?link=kvikkleire>, datert 15.03.2016.
- /10/ Kystverket nettsted, *Se havnivå*: <http://www.kartverket.no/sehavniva/sehavniva-lokasjonside/?cityid=1048521&city=Landfall%C3%B8ya>, datert 07.03.2017.
- /11/ NVE notat 200905683-40, *Topografiske data, ajourføring av flomsonkart Drammen*, datert 05.09.2009.
- /12/ NVE rapport nr. 12/2014 *En omforent anbefaling for bruk av anisotropifaktorer i prosjektering i norske leirer*, datert 30.01.2014.

VEDLEGG A

Tegninger stabilitetsberegninger

(2 sider)

