

NOTAT

OPPDRAAG	Prosjektering av fylling i Nidelva	DOKUMENTKODE	10200316-03-RIG-NOT-002
EMNE	Vurdering av områdestabilitet	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	Studentersamfundet i Trondhjem	OPPDRAAGSLEDER	Hilde Bendiksen Grunnan
KONTAKTPERSON	Svein Sødahl Kvam	SAKSBEHANDLER	Anders Samstad Gylland
KOPI		ANSVARLIG ENHET	10234011 Geoteknikk Midt

SAMMENDRAG

Fengselstomta ligger i et kvikkleireområde. For å kunne bebygge tomta må det sikres mot at en eventuell skredhendelse i skråningen mot Nidelva, ikke utvikler seg bakover til å involvere selve tomta. I foreliggende notat er det vist at en stabiliserende fylling i Nidelva kan gi tilstrekkelig stabilitet i henhold til gjeldende regelverkskrav for områdestabilitet (NVE 7/2014). Fyllinga er dimensjonert til å gi en prosentvis økning i stabilitet på minimum 10% (kvikkleiresone med middels faregrad og K4-tiltak).

1 Innledning

Studentersamfundet ser på muligheten for å bygge på fengselstomta, rett øst for dagens bygg (Figur 1). På grunn av lav stabilitet i skråninga ned mot Nidelva, og funn av kvikkleire, vil utbygging på denne tomta kreve stabiliserende tiltak.

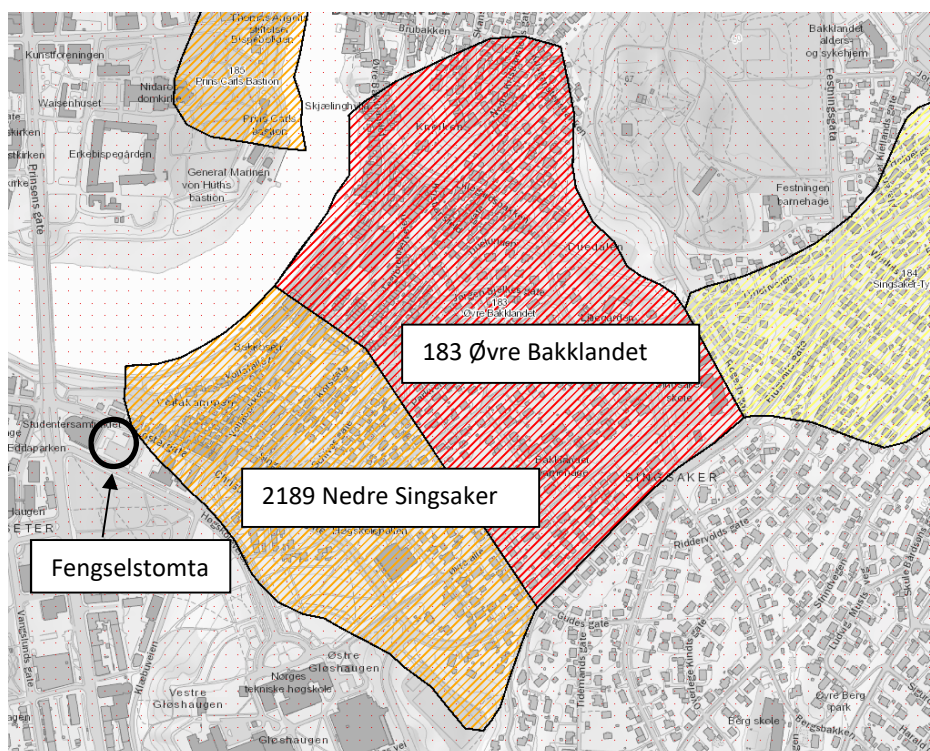
Sikring av fengselstomta kan gjøres ved å legge en fylling i Nidelva. Fyllingen planlegges utlagt på et ca. 240 meter langt strekke fra Elgeseter bru og østover ved søndre elvebredd av Nidelva (Figur 3). Dette tiltaket vil sikre skråninga ned mot Nidelva samtidig som det sikres mot en skredhendelse på Bakklandet. Motfyllinga vil også sikre deler av dagens kvikkleiresone 2189 Nedre Singsaker. Kvikkleiresonen er vist i Figur 1.

Foreliggende notat dokumenterer at planlagt fylling tilfredsstiller krav til områdestabilitet etter NVE 7/2014 /1/.

Revisjon 01 av notatet er oppdatert til å inkludere endret fyllingsgeometri ved Elgeseter bru. Figur 2 viser geometri som lå til grunn for rev 00 av notatet og Figur 3 viser endelig geometri. Det er vurdert at endring av fyllingsgeometri ikke påvirker vurderingene knyttet til områdestabilitet for Fengselstomta. Geometri som vist i Figur 3 har samme størrelse i beregningsprofilene, kun avslutning mot Elgeseter bru er endret.

01	30.01.2020	Revidert etter endret fyllingsgeometri	Anders Samstad Gylland	Sivert Møllerssen Hallsteinsen	Håvard Narjord
00	16.05.2019	Notat utsendt	Anders Samstad Gylland	Sivert M. Hallsteinsen	Håvard Narjord
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

Vurdering av områdestabilitet



Figur 1 Kvikkleiresone 2189 Nedre Singsaker (skrednett.no)



Figur 2 Foreløpig illustrasjonsplan pr. 6.3.2019. Utarbeidet av Agraff Arkitektur AS.



Figur 3 Illustrasjonsplan pr. 09.12.2019. Utarbeidet av Agraff Arkitektur AS.

2 Grunnlag

Fengselstomta ligger inntil kvikkleiresone 2189 «Nedre Singsaker» (Figur 1). Sonen har middels faregrad og var tidligere en del av sone 183 [1]. På grunn av kvikkleireforekomsten må ny bebyggelse på tomte utredes i henhold til NVEs veileder 7/2014 /1/.

Vurdering av områdestabilitet og sikringstiltak har tidligere vært vurdert av Multiconsult for NTNU Campusprosjekt i rapport:

- Multiconsult (2017) NTNU Campusutvikling. Geoteknisk vurderingsrapport, Fengselstomta og Trekanttomta. 418290-RIG-RAP-002 rev 02 datert 13-02-2017 /2/
- Multiconsult (2017) NTNU Campusutvikling. Geoteknisk vurdering av stabiliserende motfylling i Nidelva. 418290-RIG-NOT-002 rev 00 datert 22.02.2017 /3/

Grunnundersøkelse for vurdering av områdestabilitet er rapportert i:

- Multiconsult (2019) Prosjektering av fylling i Nidelva. Geoteknisk datarapport. 10200316-03-RIG-RAP-001 datert 20.02.2019 /4/
- Multiconsult (2016) NTNU Campusutvikling. Datarapport grunnundersøkelser. 418290-RIG-RAP-001 rev 00 datert 15-12-2016 /5/

Videre er det utført geotekniske vurderinger for Studentersamfundet i Trondhjem knyttet til fylling i Nidelva, og bygging på Fengselstomta:

- Multiconsult (2017) Studentersamfundet i Trondhjem. Fengselstomta – Stabiliseringstiltak mot Nidelva. 10200316-RIG-NOT-001 rev 00 datert 18.09.2017 /6/

- Multiconsult (2018) Studentersamfundet i Trondhjem. Fengselstomta – Stabiliseringstiltak mot Nidelva. Revisjon av kvikkleiresone 183 Øvre Bakklandet – Nedre Singsaker. 10200316-RIG-NOT-002 rev 02 datert 08.02.2018 /7/
- Multiconsult (2017) Studentersamfundet i Trondhjem. Fengselstomta – Stabiliseringstiltak mot Nidelva. Stabilitetsberegninger basert på førstrutkast av motfyllingas utforming fra Agraff. 10200316-RIG-NOT-003 rev 00 datert 08.11.2017 /8/
- Multiconsult (2018) Studentersamfundet i Trondhjem. Fengselstomta – Stabiliseringstiltak mot Nidelva. Innledende vurdering av lokalstabilitet for fyllinga i Nidelva. 10200316-RIG-NOT-004 rev 00 datert 11.04.2018 /9/
- Multiconsult (2019) Studentersamfundet i Trondhjem. Fengselstomta – Stabiliseringstiltak mot Nidelva. Vurdering av områder som får forbedret stabilitetssituasjon som følge av utfylling i Nidelva. 10200316-RIG-NOT-005 rev 02 datert 04.01.2019 /10/
- Multiconsult (2018) Studentersamfundet i Trondhjem. Fengselstomta – Stabiliseringstiltak mot Nidelva. Innledende vurdering av regelverk knyttet til lokalstabilitet på Fengselstomta. 10200316-RIG-NOT-006 rev 00 datert 25.04.2018 /11/

3 Topografi og grunnforhold

Fyllingen planlegges utlagt på et ca. 300 meter langt strekke fra Elgeseter bru og østover ved søndre elvebredd av Nidelva (Figur 2). Langs strekket går det i dag en gangsti som ligger på kote ca. +3. Videre oppover Vollakammen skråner terrenget relativt bratt med en gjennomsnittlig helning på ca. 1:1,5 til Klostergata og Vollabakken. Området ved Vollafallet og Vollakammen skråner generelt oppover mot sør, og på Fengselstomta er terrenghøyden på ca. kote +20. Det har tidligere gått flere skred i Vollafallet og Vollakammen. Dette synes i dag ved at terrenget går innover mot sør i et parti av Vollakammen.

Grunnundersøkelsene viser at løsmassene i planområdet på land er lagdelt. Generelt består løsmassene av et topplag av fyllmasser/sand, alternativt et siltig, sandig materiale med en mektighet mellom 5 og 12 meter over et lag av silt, alternativt leirig silt. Laget har en mektighet mellom 5 og 11 meter. Under dette er det påvist kvikkleire og sprøbruddmateriale med økende mektighet med høyere terreng, hvilket tyder på at massene er avsatt naturlig skrått. Kvikkleira/sprøbruddmaterialet har en mektighet mellom 6 og 28 meter, og under dette finnes et tilnærmet horisontalt lag av overkonsolidert leire, hvilket markerer et skille på når massene ble avsatt. Grunnundersøkelsene viser at lagdelingen i grunnen på land også fortsetter med de samme hovedtrekkene under elva, med unntak av at lagdelingen mellom de øverste sand -og siltlaget ikke er like tydelig, og at mektigheten av topplaget og kvikkleire/sprøbruddmaterialet er mindre. Se lagdeling i stabilitetsberegninger tegning RIG-TEG-800-802.

For videre detaljer vedr. topografi og grunnforhold vises det til geoteknisk datarapport 10200316-RIG-RAP-001 /4/ og notat med prosjekteringsforutsetninger 10200316-03-RIG-NOT-001 /12/.

4 Regelverk

4.1 Regelverk

Ved vurdering av områdestabilitet knyttet til kvikkleireproblemstikk etter NVEs veileder nr. 7/2014 /1/ skal følgende verifiseres:

1. Bygging skal ikke utløse skred i kvikkleire
2. Bygg skal ikke bli involvert i et kvikkleireskred som starter et annet sted, men som deretter suksessivt utvider seg

3. Bygg skal ikke bli truffet at skredmasser fra et kvikkleireskred

En utvidelse av Studentsamfundet plasseres i tiltakskategori K4. I en kvikkleiresone med middels faregrad medfører dette beregningsmessig krav til sikkerhetsfaktor for områdestabilitet over 1,4 ($F \geq 1,40$) eller forbedring hvis $F < 1,40$.

Skråninga mot Nidelva er stabilisert på 60-tallet med en motfylling langs samme strekke som nå planlegges. Dagens gangsti langs elva ligger på denne fyllinga. Som utgangspunkt for %-vis forbedring tas det utgangspunkt i terreng før utlegging av fyllinga på 60-tallet. Grunnlag for bestemmelse av dette terrenget er gitt i 10200316-03-RIG-NOT-001 /12/.

4.2 Ikke utløse skred

Problemstillinger knyttet til bygging på selve Fengselstomta og regelverk relatert til lokalstabilitet er omhandlet i 10200316-RIG-NOT-006 /11/. Dette temaet vil omhandles i større detalj som del av prosjektering av bygget. I reguleringsarbeidet er det forutsatt kompensert fundamentering.

4.3 Ikke bli involvert i skred

Hovedutfordringen ved bygg på Fengselstomta når det gjelder kvikkleireproblematikk og områdestabilitet er å ikke bli involvert i skred som starter utenfor tiltaksområdet. Det er sammenhengende kvikkleire fra Bakklundet, Vollafallet og inn på Fengselstomta. En skredhendelse som evt. starter i Nidelva på strekningen mellom Elgeseter bru og Vollafallet har potensiale til å utvikle seg bakover/retrogressivt til å involvere Fengselstomta. Foreliggende notat dokumenterer at prosjektert fylling i Nidelva gir tilfredsstillende sikkerhet for denne problemstillingen iht. NVE 7/2014 /1/. 10200316-RIG-NOT-005 /10/ gir en vurdering av hvilke områder ut over Fengselstomta som blir sikret med tanke på denne problemstillingen.

4.4 Ikke bli truffet av skredmasser

Det vurderes at Fengselstomta ligger slik at den ikke kan bli truffet av skredmasser fra nærliggende kvikkleiresoner. Naturlig utløp for sone 2189 Nedre Singsaker vil avgrenses av Christian Frederiks gate i sør, for deretter å ha retning mot nord-vest ut i Nidelva.

5 Vurdering av områdestabilitet

En oppsummering av beregninger knyttet til områdestabilitet gis her. Tegningsgrunnlag og detaljer vedrørende modellering og materialparametere er gitt i beregningshefte 10200316-03-RIB-BER-001 /13/ og 10200316-03-RIB-BER-002 /14/.

5.1 Modellering

Det er utført stabilitetsberegninger med Geosuite Stability i tre profiler som vist på tegning 10200316-03-RIG-TEG-002 /13/. Profil 1 er kontrollberegnet med Plaxis for udrenert situasjon /14/.

Ved beregning med tolkede materialparametere for udrenert skjærfasthet fra CPTU og prøvetaking ble det i alle profiler beregnet materialfaktor under 1,0 for situasjon før utlegging av fylling på 60-tallet. Materialparametere ble derfor justert opp helt til det ble beregnet materialfaktor 1,0 for denne geometrien.

Med utgangspunkt i en initialtilstand med materialfaktor på ca. 1,0 i alle profiler, blir krav etter NVE 7/2014 /1/ en forbedring på 10%.

5.2 Resultater

En oppsummering av beregningsresultatene vedr. områdestabilitet og effekt av fyllinga er vist i Tabell 1. Resultatene viser at prosjektert fylling tilfredsstiller et krav på 10% forbedring.

Ved kontrollberegning med Plaxis i profil 1 ble det funnet at Plaxis gir noe lavere materialfaktor sammenlignet med Geosuite Stability. For å ta høyde for at Geosuite Stability kan gi litt for høy beregnet materialfaktor enn hva som er reelt i de andre profilene, er fyllinga dimensjonert slik at minimumskravet overstiges.

Tabell 1 Beregningsresultater

Profil	Analyse	Verktøy	Stabilitet opprinnelig terreng	Stabilitet med tiltak	Krav	Tegning-/rapportnummer
1	Drenert	Geosuite	1,12	1,66	1,40	10200316-03-RIG-TEG-800.1 /13/
1	Udrenert	Geosuite	1,01	1,13 (+12%)	1,11 (+10%)	10200316-03-RIG-TEG-800.2 /13/
1	Udrenert	Plaxis	1,002	1,104 (+10,2%)	1,102 (+10%)	10200316-03-RIG-BER-002 /14/
2	Drenert	Geosuite	1,21	1,64	1,40	10200316-03-RIG-TEG-801.1 /13/
2	Udrenert	Geosuite	1,00	1,14 (+14%)	1,10 (+10%)	10200316-03-RIG-TEG-801.2 /13/
3	Drenert	Geosuite	1,17	1,53	1,40	10200316-03-RIG-TEG-802.1 /13/
3	Udrenert	Geosuite	1,01	1,13 (+12%)	1,11 (+10%)	10200316-03-RIG-TEG-802.2 /13/

6 Konklusjon

Fengselstomta ligger i et kvikkleireområde, og for å kunne bebygges må det sikres mot at en evt. skredhendelse i skråningen mot Nidelva, ikke utvikler seg bakover til å involvere selve tomte. I foreliggende notat er det vist at en stabiliserende fylling i Nidelva kan gi tilstrekkelig stabilitet i henhold til gjeldende regelverkskrav for områdestabilitet.

REFERANSER

- /1/ NVE (2014) Sikkerhet mot kvikkleireskred. NVE veileder nr 7/2014
- /2/ Multiconsult (2017) NTNU Campusutvikling. Geoteknisk vurderingsrapport, Fengselstomta og Trekanttomta. 418290-RIG-RAP-002 rev 02 datert 13-02-2017
- /3/ Multiconsult (2017) NTNU Campusutvikling. Geoteknisk vurdering av stabiliserende motfylling i Nidelva. 418290-RIG-NOT-002 rev 00 datert 22.02.2017
- /4/ Multiconsult (2019) Prosjektering av fylling i Nidelva. Geoteknisk datarapport. 10200316-03-RIG-RAP-001 datert 20.02.2019
- /5/ Multiconsult (2016) NTNU Campusutvikling. Datarapport grunnundersøkelser. 418290-RIG-RAP-001 rev 00 datert 15-12-2016
- /6/ Multiconsult (2017) Studentersamfundet i Trondhjem. Fengselstomta – Stabiliseringstiltak mot Nidelva. 10200316-RIG-NOT-001 rev 00 datert 18.09.2017
- /7/ Multiconsult (2018) Studentersamfundet i Trondhjem. Fengselstomta – Stabiliseringstiltak mot Nidelva. Revisjon av kvikkleiresone 183 Øvre Bakklandet – Nedre Singsaker. 10200316-RIG-NOT-002 rev 02 datert 08.02.2018
- /8/ Multiconsult (2017) Studentersamfundet i Trondhjem. Fengselstomta – Stabiliseringstiltak mot Nidelva. Stabilitetsberegninger basert på førstrutkast av motfyllingas utforming fra Agraff. 10200316-RIG-NOT-003 rev 00 datert 08.11.2017
- /9/ Multiconsult (2018) Studentersamfundet i Trondhjem. Fengselstomta – Stabiliseringstiltak mot Nidelva. Innledende vurdering av lokalstabilitet for fyllinga i Nidelva. 10200316-RIG-NOT-004 rev 00 datert 11.04.2018
- /10/ Multiconsult (2019) Studentersamfundet i Trondhjem. Fengselstomta – Stabiliseringstiltak mot Nidelva. Vurdering av områder som får forbedret stabilitetssituasjon som følge av utfylling i Nidelva. 10200316-RIG-NOT-005 rev 02 datert 04.01.2019
- /11/ Multiconsult (2018) Studentersamfundet i Trondhjem. Fengselstomta – Stabiliseringstiltak mot Nidelva. Innledende vurdering av regelverk knyttet til lokalstabilitet på Fengselstomta. 10200316-RIG-NOT-006 rev 00 datert 25.04.2018
- /12/ Multiconsult (2019) Fylling i Nidelva, Prosjekteringsforutsetninger. Notat 10200316-03-RIG-NOT-001 rev 01 datert 15.05.2019.
- /13/ Multiconsult (2019) Prosjektering av fylling i Nidelva, Teknisk beregningshefte områdestabilitet og lokalstabilitet Geosuite stability 10200316-03-RIB-BER-001 datert 16.05.2019
- /14/ Multiconsult (2019) Prosjektering av fylling i Nidelva, Teknisk beregningshefte Plaxis 10200316-03-RIB-BER-001 datert 16.05.2019