

## NOTAT

OPPDRAG	<b>Fengselstomta - Stabiliseringstiltak mot Nidelva</b>	DOKUMENTKODE	10200316-RIG-NOT-001
EMNE		TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	<b>Studentersamfundet i Trondhjem</b>	OPPDRAGSLEDER	Anders Gylland
KONTAKTPERSON	Karl Knudsen AS v. Svein Sødahl Kvam	SAKSBEHANDLER	Anders Samstad Gylland
KOPI		ANSVARLIG ENHET	3012 Midt Geoteknikk

## SAMMENDRAG

Studentersamfundet ser på muligheten for å bygge på fengselstomta. Fengselstomta ligger i et område med kvikkleire i grunnen. En utbygging vurderes å være svært krevende og konsekvensen av en skredhendelse vil være katastrofal. For å kunne bebygge tomte er det behov for stabiliserende tiltak.

Ett mulig tiltak for stabilisering av skråningene er å legge en fylling i Nidelva. Det vil være behov for en fylling på ca. 15 000 m<sup>3</sup> til en estimert total kostnad på 6-8 MNOK. Alternativt kan skråninga stabiliseres ved å avlaste skråningstopp, dvs. flytte eksisterende bebyggelse nord for Klostergata, grave ut rundt 2 m med masser og sette husene tilbake på kjellere eller lettfylling. Kostnad er grovt estimert til 25-30 MNOK.

Det må påregnes en lengre prosess mot kommune og andre interessenter for evt. å få godkjenning

## 1 Innledning

Studentersamfundet ser på muligheten for å bygge på fengselstomta. Utbygging på denne tomte vil kreve stabiliserende tiltak knyttet til kvikkleireproblematikk. Dette 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. /1/
- Multiconsult (2017) NTNU Campusutvikling. Geoteknisk vurdering av stabiliserende motfylling i Nidelva. 418290-RIG-NOT-002 rev 00 datert 22.02.2017. /2/

I tillegg er det utført en Masteroppgave ved NTNU som studerte stabilisering av skråninga med terengtiltak: Kim-Levi Wood (2017) «Fengselstomta – en naturlig skråning med marginal sikkerhet» /6/.

Foreliggende notat oppsummerer problemstillingen og presenterer hovedkonklusjonene fra det tidligere arbeidet med fokus på anbefalt løsning og omfang og kostnader knyttet til dette.

## 2 Bakgrunn

Fengselstomta ligger i et område med kvikkleire i grunnen. En utbygging vurderes å være svært krevende og konsekvensen av en skredhendelse vil være katastrofal. Dagens stabilitet er marginal og selv små inngrep kan utløse et skred hvis det ikke gjøres korrekt.

På grunn av kvikkleireforekomsten må ny bebyggelse på tomte utredes i henhold til TEK10 /3/ og NVEs veileder 7/2014 /4/. Vurderingen må også tilfredsstillende kravene i Eurokode 7 /5/.

00	18.09.2017	Utsendelse av notat	Anders Gylland	Arne Vik	Arne Vik
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

I tidligere rapport (Multiconsult rapport 418290-RIG-RAP-002 /1/) er det konkludert at det er behov for stabiliserende tiltak for å kunne bygge på fengselstomta. En gjennomgang av grunnforhold og vurdering av stabilitet er gitt i nevnte rapport.

For fengselstomta må stabiliseringen forbedre stabilitet for skråningen mot Nidelva, samt hindre at fengselstomta blir involvert i et eventuelt skred på Baklandet.

### 3 Stabiliserende tiltak

I Multiconsult rapport 418290-RIG-RAP-002 /1/ er flere alternative stabiliseringsmetoder vurdert.

- Motfylling i Nidelva
  - Terrenginngrep i form av motfylling vurderes praktisk sett å være den enkleste fremgangsmåten.
- Avlastning av skråningstopp
  - Involverer midlertidig flytting av bebyggelse nord for Klostergata og utgraving av flere kjelleretasjer eller gjenfylling med lettmasser (f.eks. skumglass)
  - Vil praktisk sett være krevende med flytting av bebyggelse og stengning/reetablering av Klostergata
  - Det er tidligere anslått at ca 2 m terrengsenkning er tilstrekkelig for å oppnå krav til stabilitet /1/ og /6/.
- Grunnforsterkning
  - Vil kunne kreve FoU for utvikling og tilpasning av metoder egnet til formålet
  - Alternativene med grunnforsterkning har vesentlige kostnader knyttet til seg (50-60 MNOK) samt usikkerhet pga. nødvendig FoU-arbeid.

I første omgang vil det på bakgrunn av dette være relevant å undersøke muligheten for å etablere en motfylling i Nidelva.

### 4 Etablering av motfylling i Nidelva

Sikring av Fengselstomta kan gjøres ved å legge en fylling i Nidelva. Dette tiltaket vil sikre skråninga ned mot Nidelva samtidig som det sikres mot en skredhendelse på Baklandet. Motfyllinga vil også sikre deler av dagens kvikkleiresone 183 Øvre Baklandet – Nedre Singsaker. Dette er et område som per i dag i praksis har byggeforbud pga. kvikkleireproblematikk. Således vil en motfylling være et vesentlig bidrag til sikkerhet og byutvikling i dette området.

Omfang av nødvendig motfylling er vurdert i 418290-RIG-NOT-002 /2/. Det estimeres et behov for en pukk-fylling som legger seg 0,5 til 1,0 m over dagens gang/sykkelveg med en breddeutvidelse som tilsvarer ca. 5 m ut fra dagens terreng. Geometrisk utforming er noe fleksibel og kan tilpasses eksisterende landskap.

Totalt fyllingsvolum anslås til ca. 15 000 m<sup>3</sup>. Antas denne etablert med pukk til ca. 300 NOK/m<sup>3</sup> blir det en kostnad på ca. 4,5 MNOK for fyllinga. I tillegg vil det tilkomme kostnader til tilrigging, beplantning etc., geoteknisk prosjektering og andre fag (f.eks. landskapsarkitekt). Totalt estimeres en kostnad på ca. 6-8 MNOK. Estimerte kostnader er inkl. mva.

En slik motfylling vil endre terrenget langs ett av Trondheims kjennemerker, elvepromenaden, og det må påregnes en lengre prosess mot kommune og andre interessenter for å få godkjenning. I forbindelse med tidligere oppdrag ble det avholdt et møte med geotekniker i Trondheim kommune. Noen forhold som må vurderes og belyses ble da trukket frem: riksantikvaren, beboere i området, Trondheims befolkning, endrede strømningsforhold og biologisk i Nidelva. En innsnevring av Nidelva

vil trolig endre flomhøyder ved bla. Nidarø og Marinen, og vil sannsynligvis ikke være akseptabelt for NVE.

Motfyllingas volum kan reduseres ved å benytte tyngre bergarter som f.eks. Eklogitt. Kostnaden vil totalt sett bli større, men det kan være lettere å få godkjenning for gjennomføring av tiltaket.

## 5 Avlastning av skråningstopp

Fra et overordnet geoteknisk perspektiv er det prinsipielt mer gunstig å avlaste en skråning fremfor å stabilisere i bunn eller iverksette grunnforsterkning.

Innledende beregninger viser at det vil være behov for en effektiv lastreduksjon tilsvarende ca. 2 m dyp utgraving for å tilfredsstille dette kravet. Antas en utgravingsdybde på 2 til 3 m, igjenfylling med skumglass, og et omfang på bygninger på ca. 9 tomter blir det en kostnad i størrelsesorden 13 MNOK i lette fyllmasser. I tillegg kommer kostnader knyttet til flytting av hus, graving og sannsynligvis en oppstøttingsløsning i form av spunt i gravefasen. Totalt estimeres en kostnad på ca. 25-30 MNOK.

Flytting av bebyggelsen er helt klart et vanskelig tema, men kostnadene og ulempene med flytting og/eller erstatning av eksisterende bebyggelse kan kompenseres ved økt tomteverdi og nye muligheter for utvikling og nye bygg i dette sentrale området. På grunn av skråningas lave stabilitet er det per i dag ikke mulig med nybygg eller økning i antall boenheter i eksisterende bebyggelse.

Det er ikke detaljvurdert hvor mange hus som må flyttes og det er dermed stor usikkerhet knyttet til omfang og kostnad av dette tiltaket. Det vurderes likevel å ha klart større kostnad enn etablering av motfylling i Nidelva.

## 6 Forbehold

Oppgitt størrelse på tiltak forutsetter en omklassifisering fra høy til middels faregrad for kvikkleiresone 183 Øvre Bakklandet – Nedre Singsaker. Det er i rapport 418290-RIG-RAP-002 /1/ sannsynliggjort at dette kan gjøres. Hvis en omklassifisering ikke lar seg gjøre vil motfyllinga utgjøre en breddeutvidelse på ca. 10-12 m ut fra dagens terreng (omtrent en dobling av volum).

Ved en eventuell utbygging av fengselstomta vil det stilles krav til uavhengig kvalitetssikring i henhold til NVEs veileder 7/2014 /4/. Det bemerkes at uavhengig kontrollør kan bestride de vurderinger og konklusjoner som er gjort her vedrørende områdestabilitet.

## 7 Konklusjon

Fengselstomta ligger i et område hvor en utbygging vurderes å være svært krevende. På grunn av funn av kvikkleire utløses et omfattende regelverk som legger føringer for en eventuell utbygging.

For fengselstomta er det behov for stabilisering av skråningen ned mot Nidelva og tiltak som skjermer mot et eventuelt skred på Bakklandet.

Ett mulig tiltak for stabilisering av skråningene er å legge en fylling i Nidelva. Dette tiltaket vil også stabilisere store deler av dagens kvikkleiresone 183 Øvre Bakklandet – Nedre Singsaker. Det vil være behov for en fylling på ca. 15 000 m<sup>3</sup> til en total kostnad på rundt 6-8 MNOK.

Alternativt kan skråninga stabiliseres ved å avlaste skråningstopp, dvs. flytte eksisterende bebyggelse nord for Klostergata, grave ut rundt 2 m med masser og sette husene tilbake på kjellere eller lettfylling. Kostnad er grovt estimert til 25-30 MNOK.

Det må påregnes en lengre prosess mot kommune og andre interessenter for evt. å få godkjenning.

## Referanser

- /1/ 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/ Direktoratet for byggkvalitet (2016) Byggteknisk forskrift (TEK 10)  
Publikasjonsnummer: HO-2/2011
- /4/ NVE (2014) Sikkerhet mot kvikkleireskred. Veileder nr. 7/2014.
- /5/ Standard Norge (2016) NS-EN 1997-1:2004 + A1:2013 + NA:2016 (Eurokode 7, del 1)
- /6/ Kim-Levi Wood (2017) «Fengselstomta – en naturlig skråning med marginal sikkerhet». Masteroppgave ned faggruppe for Geoteknikk, NTNU. 11.06.2017.

## NOTAT

OPPDRAAG	<b>Fengselstomta - Stabiliseringstiltak i Nidelva</b>	DOKUMENTKODE	10200316-RIG-NOT-002
EMNE	Revisjon av kvikkleiresone 183 Øvre Bakklandet - Nedre Singsaker	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	<b>Studentersamfundet i Trondheim</b>	OPPDRAAGSLEDER	Anders Samstad Gylland
KONTAKTPERSON	Karl Knudsen AS v. Svein Sødahl Kvam	SAKSBEHANDLER	Anders Samstad Gylland
KOPI		ANSVARLIG ENHET	3012 Midt Geoteknikk

## SAMMENDRAG

Studentersamfundet ser på muligheten for å bygge på fengselstomta. I den sammenheng er det sett på muligheten for å for å revidere utstrekning og klassifisering av kvikkleiresone 183 Øvre Bakklandet – Nedre Singsaker (høy faregrad). Basert på en gjennomgang av tidligere grunnundersøkelser og skredtekniske vurderinger foreslås det å dele dagens kvikkleiresone 183 Øvre Bakklandet – Nedre Singsaker i to, en sørlig og en nordlig del. For den nordlige delen av sonen foreslås dagens klassifisering av skadekonsekvens- og fareklasse videreført. Det er utført en ny skadekonsekvens og faregradsevaluering av den sørlige sonen som konkluderer med meget høy skadekonsekvens, middels faregrad og risikoklasse 5.

## 1 Bakgrunn

Studentersamfundet ser på muligheten for å bygge på fengselstomta. 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. 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 183 Øvre Bakklandet – Nedre Singsaker (høy faregrad).

Stabiliserende tiltak i form av en motfylling vil måtte dimensjoneres etter NVE veileder nr. 7/2014 /1/. En utførlig gjennomgang av regelverk er gitt i rapport 418290-RIG-RAP-002 /2/.

Med bakgrunn i dette er det sett på muligheten for å for å revidere utstrekning og klassifisering av kvikkleiresone 183 Øvre Bakklandet – Nedre Singsaker (høy faregrad).

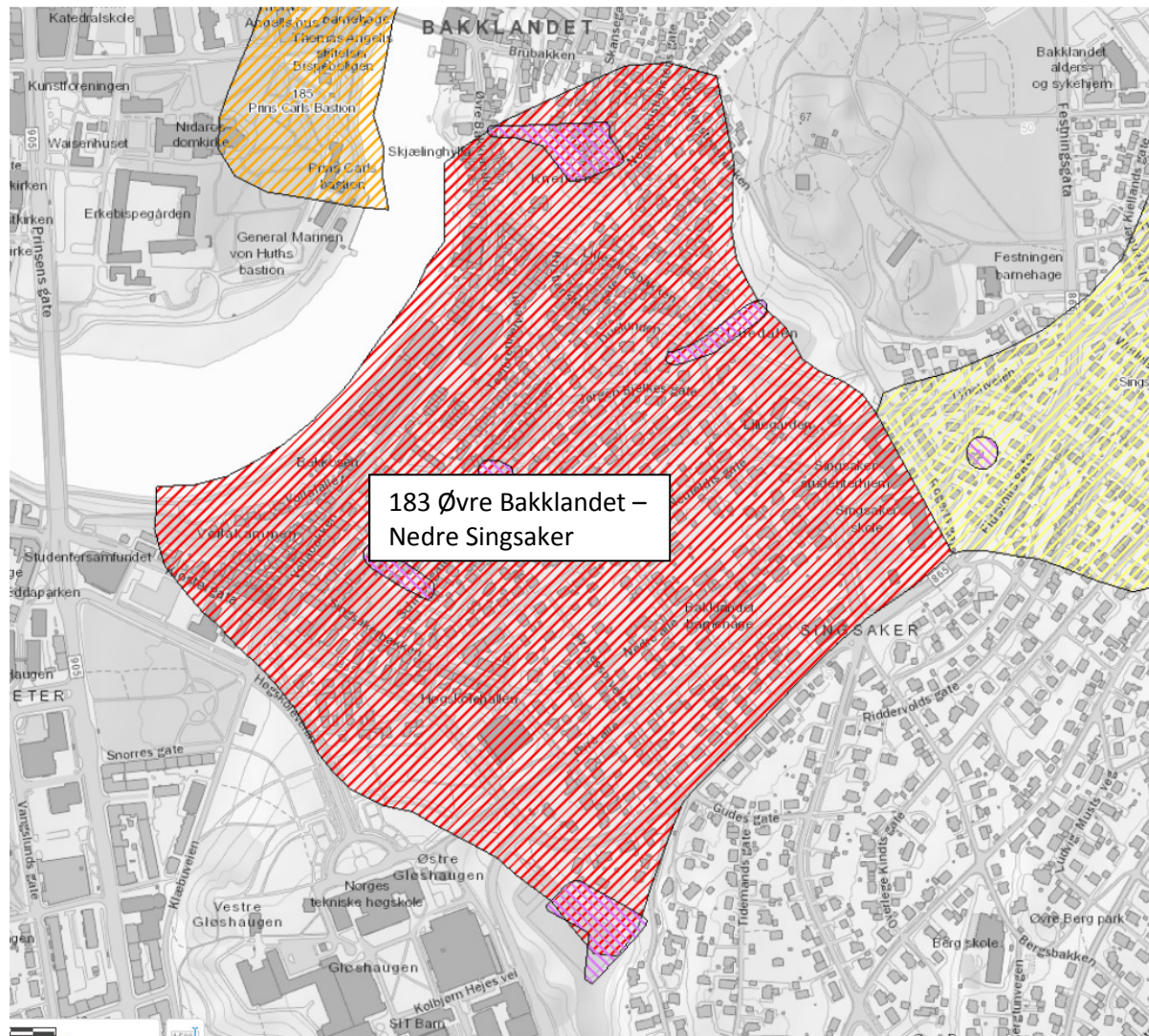
## 2 Dagens kvikkleiresone 183

### 2.1 Sone som registrert i skrednett.no

Utsrekning av dagens kvikkleiresone 183 Øvre Bakklandet – Nedre Singsaker er vist i Figur 1.

01	04.12.2017	Revisjon etter innspill fra uavhengig kontroll	Anders Gylland	Arne Vik	Arne Vik
00	31.10.2017	Notat til uavhengig kontroll	Anders Gylland	Arne Vik	Arne Vik
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

## Revisjon av kvikkleiresone 183 Øvre Bakklandet - Nedre Singsaker



Figur 1 Kvikkleiresone 183 Øvre Bakklandet – Nedre Singsaker (skrednett.no)

Dagens faregradsklassifisering er gjengitt i Tabell 1.

Tabell 1 Dagens klassifisering (fra skrednett.no)

Faktorer	Vekttall	Score	Produkt	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	3	3	Skredgrop Duedalen 1625. Yttersving for Nidelva og teglverksdrift. Småras i begynnelsen av 1900
Skråningshøyde	2	3	6	Hs=30 m (totalt for hele sonen 40m)
OCR	2	1	2	Antas noe overkonsolidert basert på prøver fra nabosone og terrengbeligghet
Poretrykk	3/-3	0	0	Målte poretrykk viser noe under hydrostatisk poretrykk for alle målere bortsett fra en ved Lillegårdsbakken som viser noe poreovertrykk
Kvikkleiremektighet	2	3	6	Kvikkleire lag ned til under Nidelva 3-5 m og bakover over 20 m kvikkleire delt med lag av grov silt
Sensitivitet	1	3	3	St=30-310

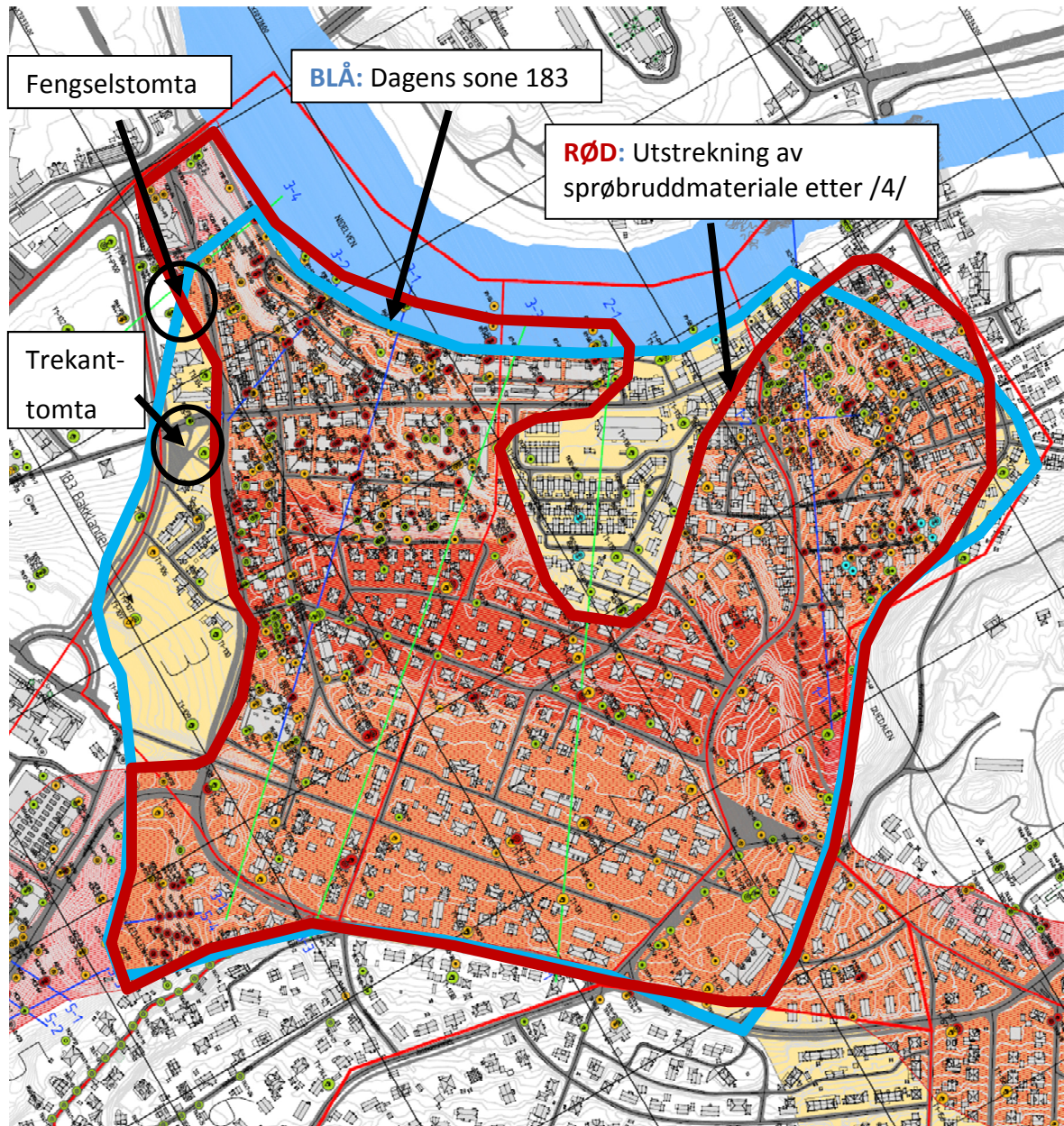
Faktorer	Vekttall	Score	Produkt	Merknad/vurdering
Erosjon	3	3	9	Yttersvingen av Nidelva er plastret og «kai» forbygd i øvre del, men det er ikke utført så mye plastring som anbefalt av rådgivende geotekniker av arkitektoniske hensyn. I nedre del er støttemur og plastring i relativt dårlig forfatning. Opplodning av elvebunnen indikerer også at det pågår erosjon.
Inngrep	3/-3	0	0	Kjenner ikke til andre tiltak enn plastring og erosjonsbeskyttelse langs elvebredden. Den vurderes ikke til å ha betydelig forbedring, bare opprettholdelse av dagens situasjon.
<b>Poengverdi</b>			<b>29</b>	<b>Gir faregradsklasse "Høy"</b>

## 2.2 Utbredelse av kvikkleire og mulige skredhendelser

Utbredelse av kvikkleire i og nær sone 183 Øvre Bakklandet – Nedre Singsaker ble undersøkt av Multiconsult på oppdrag av Trondheim Kommune i oppdrag 414871 «Gløshaugen – Bakklandet kvikkleireutredning. Geoteknisk vurdering – forprosjekt» /3/ og oppdrag 415913 «Gløshaugen-Bakklandet kvikkleireområde. Hovedprosjekt Trinn 1. Geoteknisk vurdering – prinsipper for videre utredning av områdestabilitet» /4/. Utstrekning av sprøbruddmateriale i og nær sone 183 fra disse undersøkelsene sammen med omriss av dagens sone, er vist i Figur 2. Det observeres noe avvik mellom dagens sone og registrert forekomst av sprøbruddmateriale, spesielt gjelder dette sør for Cristian Frederiks gate. Kvikkleireforekomsten er også tolket noe mer mot vest ved Elgeseter bru. Det bemerkes i utredningen at det er et sammenhengende lag med sprøbruddmateriale gjennom Gløshaugen som forbinder sone 183 med sone «188 Berg studentby».

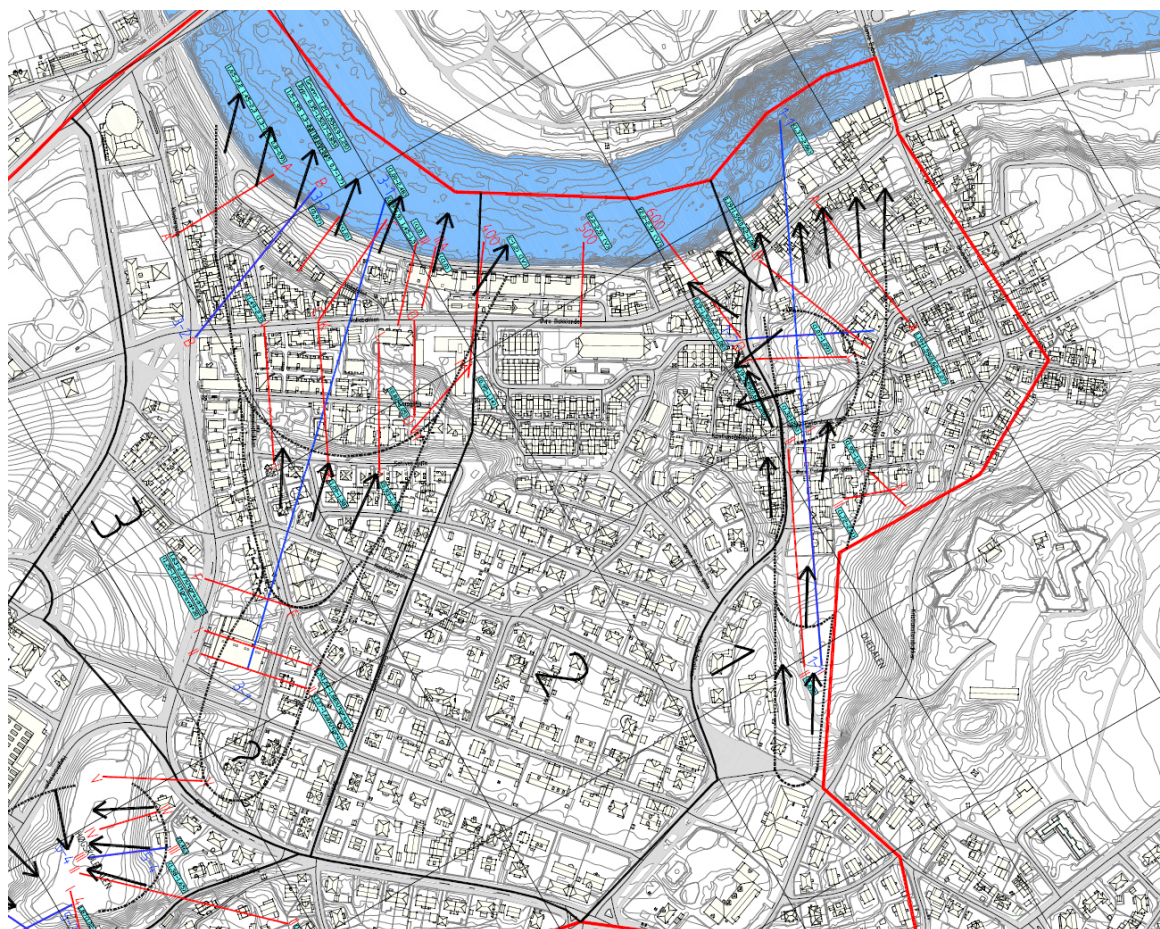
I oppdrag 414871 /3/ er det utført en vurdering av antatt skredutvikling langs forventede kritiske profiler i sone 183. Et utsnitt av tegninger er vist i Figur 3. I hovedsak identifiseres det en skredhendelse som involverer området ved Vollabakken/Singsakerbakken sør i sonen, og et område mot nord som involverer skråningen vest for festningen.

På oppdrag av NTNU Campusutvikling har Multiconsult utført stabilitetsberegninger og skredtekniske vurderinger for fengselstomta og trekanttomta (se Figur 3) /2/. For fengselstomta vurderes det at denne ikke direkte kan utelukkes involvert i en skredhendelse sør i sone 183. For trekanttomta er følgende skrevet: «For å vurdere om en skredhendelse ved Nidelva kan utvikle seg retrogressivt bakover til å involvere trekanttomta benyttes metodikk iht. tabell 6.1 i NIFS-rapport 14/2016 (..). Det konkluderes med at et retrogressivt skred kan forplante seg bakover med en helning gitt av  $L/H=15$ . (..) Omtrent ved Vollabakken går linja inn i masser som antas å ikke ha sprøbruddegenskaper. En eventuell retrogressiv skredutvikling vil dermed ikke utvikle seg lengre bakover enn Vollabakken og trekanttomta kan anses som trygg.»



Figur 2 Utstrekning av sprøbruddmateriale. Tilpasset fra figur 415913-RIG-TEG-005 i /4/





Figur 3 Potensielle skredutviklinger i sone 183 (414871 tegning 4 /3/)

### 3 Ny vurdering av kvikkleiresone 183

#### 3.1 Soneavgrensning

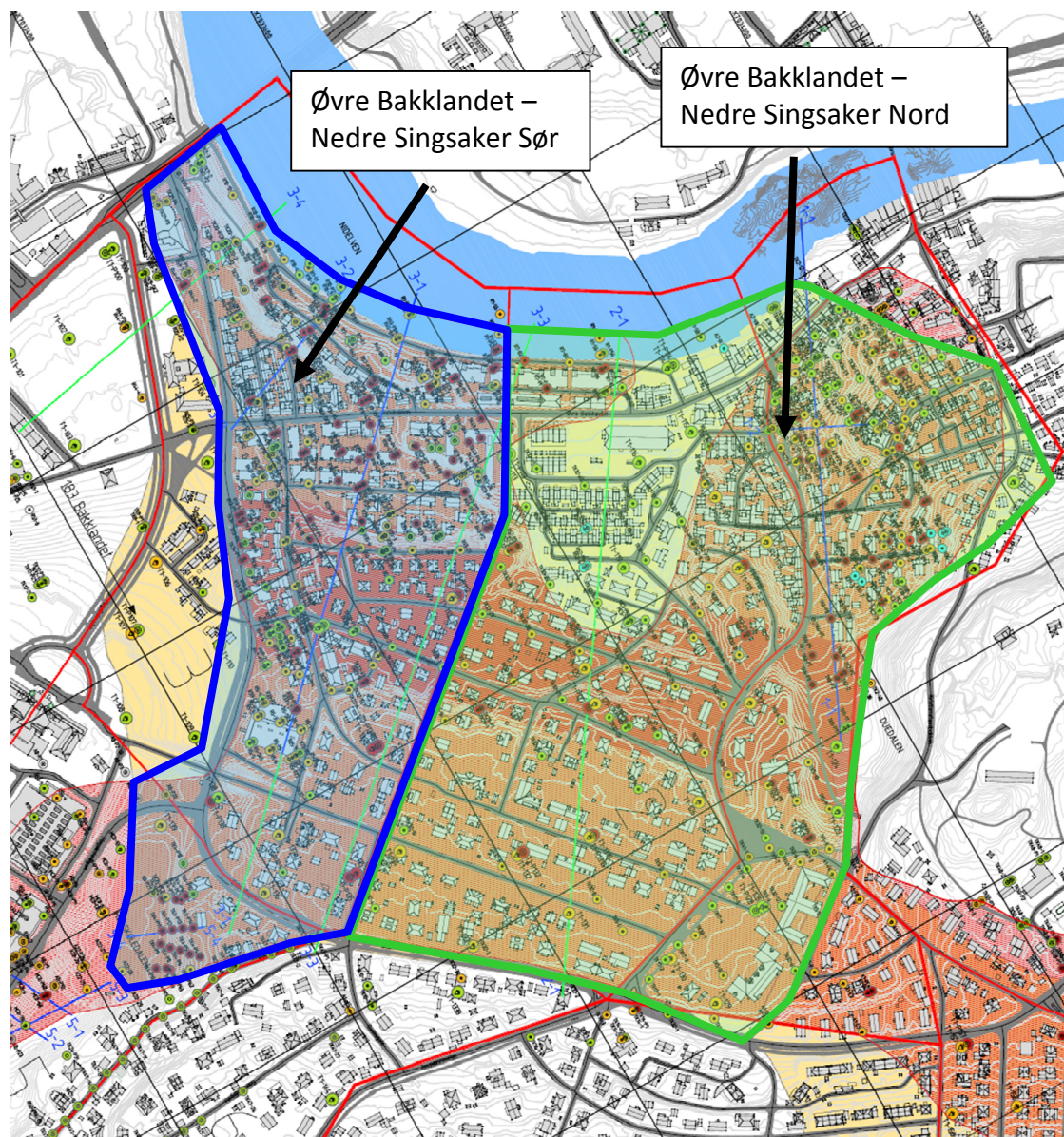
På bakgrunn av tilgjengelig informasjon om forekomst av sprøbruddmateriale, og potensielle skredhendelser, som vist i avsnitt 2.2, foreslås her:

- 1) En deling av sone 183 Øvre Baklandet – Nedre Singsaker i to soner, nord og sør. Dagens sone 183 er relativt stor i utstrekning og dekker minst to separate skredhendelser og erosjonsforhold i Nidelva. Med bakgrunn i en tanke om å ha en skredhendelse per sone, samt mer presis evaluering av fare, konsekvens og risiko, foreslås en deling av sonen.
- 2) En justering av soneavgrensning for den sørlige sonen basert oppdatert kunnskap om sprøbruddsmaterialets utstrekning i grunnen og omfang av en eventuell skredhendelse.

I vurderingen av soneutstrekning er det valgt å ikke inkludere kvikkleire opp mot Dødens dal og Gløshaugen da dette bør vurderes som en egen sone knyttet til egen skredhendelse.

Soneavgrensning for sone Øvre Baklandet – Nedre Singsaker Sør og Nord er gitt i Figur 4. Vurdering av skadekonsekvens, faregradsklasse og risikoklasse for Øvre Baklandet – Nedre Singsaker Sør er gitt i avsnitt 3.2. Det er i dette arbeidet ikke utført en oppdatert vurdering av Øvre Baklandet – Nedre Singsaker Nord og dagens klassifisering foreslås videreført for denne sonen.

Foreslått navngiving må anses som midlertidig og det bør vurderes nye, kortere navn, ved evt. oppdatering av sonene.



Figur 4 Foreslått soneavgrensing for kvikkleiresoner Øvre Bakklandet – Nedre Singsaker Nord og Sør

### 3.2 Skadekonsekvens og faregradsevaluering av Øvre Bakklandet – Nedre Singsaker Sør

Skadekonsekvens og faregradsevalueringen er utført i henhold til retningslinjer i NGI-rapport nr. 20001008-2, rev. 3 datert 08.10.2008 «Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire» /5/.

#### 3.2.1 Skadekonsekvensklasse

Oversikt over vurderingskriterier for skadekonsekvens er gitt i Tabell 2. Vurdering av skadekonsekvensklasse for Øvre Bakklandet – nedre Singsaker Sør er gitt i Tabell 3. Det konkluderes med skadekonsekvensklasse «Meget alvorlig».

Tabell 2 Grunnlag for evaluering av skadekonsekvensklasse

Faktorer	Vekttall	Skadekonsekvens, score			
		3	2	1	0
Boligheter, antall	4	Tett>5	Spredt>5	Spredt<5	Ingen
Næringsbygg, personer	3	> 50	10-50	<10	Ingen
Annen bebyggelse, verdi	1	Stor	Betydelig	Begrenset	Ingen
Vei, ÅDT	2	>5000	1001-5000	100-1001	<100
Toglinje, baneprioritet	2	1-2	3-4	5	Ingen
Kraftnett	1	Sentral	Regional	Distribusjon	Lokal
Oppdemning/flom	2	Alvorlig	Middels	Liten	Ingen
<b>Sum poeng</b>		<b>45</b>	<b>30</b>	<b>15</b>	<b>0</b>
<b>% av maksimal poengsum</b>		<b>100 %</b>	<b>67 %</b>	<b>33 %</b>	<b>0 %</b>

Skadekonsekvensklassene er delt inn i tre klasser:

- Skadekonsekvensklasse mindre alvorlig: Poengverdi fra 0 til 6
- Skadekonsekvensklasse alvorlig: Poengverdi 7 til 22
- Skadekonsekvensklasse meget alvorlig: Poengverdi 23 til 45

Tabell 3 Skadekonsekvensevaluering av Øvre Bakklandet – Nedre Singsaker Sør

Faktorer	Vekttall	Score	Produkt	Merknad/vurdering
Boligheter, antall	4	3	12	Tettbebyggelse
Næringsbygg, personer	3	3	9	Diverse industri og skoler
Annen bebyggelse, verdi	1	3	3	Diverse verneverdige bygg
Vei, ÅDT	2	2	4	Kommunale veier
Toglinje, baneprioritet	2	0	0	Ingen
Kraftnett	1	1	1	Distribusjonsnett
Oppdemning/flom	2	3	6	Hvis det skjer et stort skred vil Nidelva bli oppdemt
<b>Poengverdi</b>			<b>35</b>	<b>Gir skadekonsekvensklasse "Meget alvorlig"</b>

### 3.2.2 Faregradsklasse

Vurderingskriterier for faregradsklasse er gitt i Tabell 4 og vurdering av sone Øvre Bakklandet – nedre Singsaker Sør er gitt i Tabell 5. Det konkluderes med faregradsklasse «middels».

Tabell 4 Grunnlag for evaluering av faregrad

Faktorer	Vekt-tall	Faregrad, score				
		3	2	1	0	
Tidl. skredaktivitet	1	Høy	Noe	Lav	Ingen	
Skråningshøyde, meter	2	> 30	20 - 30	15 - 20	< 15	
Tidligere/ nåværende terrengnivå (OCR)	2	1,0 – 1,2	1,2 – 1,5	1,5 – 2,0	> 2,0	
Poretrykk	Overtrykk, kPa	+3	> + 30	10 – 30	0 – 10	Hydrostatisk
	Undertrykk, kPa	-3	> -50	- (20 – 50)	- (0 – 20)	
Kvikkleiremektighet	2	> H/2	H/2 – H/4	< H/4	Tynt lag	
Sensitivitet	1	> 100	30 - 100	20 - 30	< 20	
Erosjon	3	Aktiv/ glidning	Noe	Lite	Ingen	
Inngrep	Forverring	+3	Stor	Noe	Liten	Ingen
	Forbedring	-3	Stor	Noe	Liten	
<b>Sum poeng</b>			<b>51</b>	<b>34</b>	<b>17</b>	<b>0</b>
<b>% av maksimal poengsum</b>			<b>100 %</b>	<b>67 %</b>	<b>33 %</b>	<b>0 %</b>

Faregradsklassene er inndelt i tre faresoner:

- Faregradsklasse lav: Poengverdi fra 0 til 17
- Faregradsklasse middels: Poengverdi 18 til 25
- Faregradsklasse høy: Poengverdi 26 til 51

Tabell 5 Faregradsevaluering av Øvre Bakklandet – Nedre Singsaker Sør

Faktorer	Vekttall	Score	Produkt	Merknad/vurdering
Tidl. skredaktivitet	1	3	3	Historiske skred i Bakklandet-område
Skråningshøyde	2	2	4	20-30 m
OCR	2	2	4	Noe overkonsolidert på bakgrunn av utførte ødometer- og trykkforsøk
Poretrykk	3/-3	0	0	Noe poreundertrykk under fengselstomta, men antas hydrostatisk generelt
Kvikkleiremektighet	2	2	4	Beregninger viser rundt eller under H/4. Antar konservativt score 2
Sensitivitet	1	3	3	St=43-280

Revisjon av kvikkleiresone 183 Øvre Bakklandet - Nedre Singsaker

Faktorer	Vekttall	Score	Produkt	Merknad/vurdering
Erosjon	3	2	6	Yttersvingen av Nidelva er plastret i bunn av foreslått sone. Antas konservativt noe erosjon.
Inngrep	3/-3	1	-3	Motfylling som er lagt i foten av skråningen på 60-tallet har bidratt til liten forbedring av stabiliteten (5%)
<b>Poengverdi</b>			<b>21</b>	<b>Gir faregradsklasse "Middels"</b>

### 3.2.3 Risikoklasse

Risikoklasse for Øvre Bakklandet – Nedre Singsaker Sør

- Sonen klassifiseres i risikoklasse 5 (tallverdi  $(100 \cdot 35/45 \cdot 100 \cdot 21/51) = 3203$ )

## 4 Konklusjon

Basert på en gjennomgang av tidligere grunnundersøkelser og skredtekniske vurderinger foreslås det å dele dagens kvikkleiresone 183 Øvre Bakklandet – Nedre Singsaker i to, en sørlig og en nordlig del. For den nordlige delen av sonen foreslås dagens klassifisering av skadekonsekvens- og fareklasse videreført. Det er utført en ny skadekonsekvens og faregradsevaluering av den sørlige sonen som konkluderer med meget høy skadekonsekvens, middels faregrad og risikoklasse 5.

**Referanser**

- /1/ NVE (2014) Sikkerhet mot kvikkleireskred. 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 (2011) Gløshaugen – Bakklandet kvikkleireutredning. Geoteknisk vurdering – forprosjekt. 414871 – 001. datert 14.10.2011
- /4/ Multiconsult (2014) Gløshaugen-Bakklandet kvikkleireområde. Hovedprosjekt Trinn 1. Geoteknisk vurdering – prinsipper for videre utredning av områdestabilitet. 415913-RIG-RAP-002\_rev00 datert 07.04.2014
- /5/ NGI (2008) Metode for kartlegging og klassifisering av faresoner, kvikkleire. Rapport nr. 20001008-2, rev. 3 datert 08.10.2008

## NOTAT

OPPDRAAG	<b>Fengselstomta - Stabiliseringstiltak i Nidelva</b>	DOKUMENTKODE	10200316-RIG-NOT-003
EMNE	Stabilitetsberegninger basert på førsteutkast av motfyllingas utforming fra Agraff	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	<b>Studentersamfundet i Trondheim</b>	OPPDRAAGSLEDER	Anders Samstad Gylland
KONTAKTPERSON	Karl Knudsen AS v. Svein Sødahl Kvam	SAKSBEHANDLER	Anders Samstad Gylland
KOPI		ANSVARLIG ENHET	3012 Midt Geoteknikk

## SAMMENDRAG

Studentersamfundet ser på muligheten for å bygge på fengselstomta. På grunn av lav stabilitet i skråninga ned mot Nidelva, og funn av kvikkleire, vil utbygging på denne tomte kreve stabiliserende tiltak. Det utredes mulighet for en motfylling som tiltak. Foreliggende notat omfatter stabilitetsberegninger hvor det er tatt utgangspunkt i Agraffs innledende forslag til utforming av motfyllinga.

- Geometri som skissert av Agraff viser tilfredsstillende stabilitet, men det anbefales å utvide fyllinga med rundt 0,5 m for å bygge inn noe robusthet i løsningen på dette stadium.
- Det anbefales å forbedre beregningsgrunnlaget ved å utføre stabilitetsberegninger i en mer avansert modell
- Lokalstabilitet av motfyllinga bør følges opp i det videre arbeidet
- Det bør gjøres et arbeid for å vurdere avgrensning av motfyllinga i retning Nidelven terrasse.

## 1 Bakgrunn

Studentersamfundet ser på muligheten for å bygge på fengselstomta. På grunn av lav stabilitet i skråninga ned mot Nidelva, og funn av kvikkleire, vil utbygging på denne tomte kreve stabiliserende tiltak.

Sikring av fengselstomta kan gjøres ved å legge en fylling i Nidelva. Det er tidligere gjort en vurdering for å anslå størrelsen av en slik motfylling /3/. På bakgrunn av disse beregningene har Agraff laget en skisse av mulig utforming. For å kontrollere at denne skissen oppfyller krav til stabilitet er det i foreliggende notat utført oppdaterte stabilitetsberegninger som baserer seg på Agraffs førsteutkast til utforming av motfyllinga.

## 2 Regelverk

Stabiliserende tiltak i form av en motfylling vil måtte dimensjoneres etter NVE veileder nr. 7/2014 /1/. En utførlig gjennomgang av regelverk er gitt i rapport 418290-RIG-RAP-002 /2/.

Terrengtiltak i form av en motfylling åpner for bruk av prinsipp om prosentvis forbedring. Tiltak i form av en utvidelse av Samfundet vurderes plassert i tiltakskategori K4. Krav til prosentvis forbedring styres da av kvikkleireforekomstens faregrad. Ved lav og middels faregrad stilles det krav til «forbedring». Ved høy faregrad stilles det krav til «vesentlig forbedring».

00	08.11.2017	Utsendt notat	Anders Gylland	Arne Vik	Arne Vik
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

Stabilitetsberegninger basert på førsteutkast fra Agraff

I rapport 418290-RIG-RAP-002 /2/ er det sannsynliggjort at faresonen kan nedklassifiseres til «middels faregrad» ved profil 1 og profil 2 (tegning 10200316-RIG-TEG-001). Dette er fulgt opp i eget notat /4/. Dette gir krav til «forbedring» etter NVE 7/2014 /1/. I praksis innebærer dette behov for en mindre motfylling sammenlignet med «vesentlig forbedring». I og med at dette er et realistisk scenario, er arbeidet valgt å studere situasjonen med «forbedring».

I og med at opprinnelig situasjon, før utlegging av dagens fylling på 60-tallet, er beregnet til en materialfaktor på 1,00 for både profil 1 og 2, vil det stilles krav til beregningsmessig sikkerhet på henholdsvis 1,10 for «forbedring». Det er avklart mot NVE at motfyllinga på 60-tallet kan tas til inntekt som en forbedring i dagens dimensjonering.

### 3 Motfylling

Motfyllingas utforming er vurdert i to beregningsprofiler (profil 1 og 2) basert på snitt oversendt fra Agraff. Oversendte snitt passet ikke helt over ens med beregningsprofilene og det er derfor gjort en tilpasning inn mot beregningsprofilene hvor det er styrt etter oppgitte kotehøyder.

Beregningsresultater er vist i tegning 10200316-RIG-TEG-300.1 og -301.1. Beregningsverktøy og materialparametere er gitt i rapport 418290-RIG-RAP-002 /2/.

I begge profilene beregnes tilstrekkelig stabilitet med gjeldende utforming, men følgende aspekter fremheves:

- Beregnet stabilitet er helt samsvarende med kravet. Det innebærer at det er ingenting å gå på med tanke på endringer i geometri eller beregningsforutsetninger.
  - Det anbefales å utvide fyllingen med 0,5 m. Man bygger da inn litt ekstra robusthet i skissestadiet.
- Beregningsverktøyet finner sammensatte skjærflater som mest kritisk. Dette er en situasjon hvor verktøyet har en svakhet. En motfylling i Nidelva er et sensitivt prosjekt og alt av vurderinger og prosjektering må være så uangripelig som mulig.
  - På bakgrunn av dette anbefales det utført avanserte stabilitetsberegninger i elementmetodeprogram for verifisering av resultatene.
- Loakstabilitet av fyllinga i Nidelva er ikke undersøkt i detalj i denne fasen. Det er gjort innledende vurderinger som viser tilfredsstillende forhold.
  - Lokalstabilitet må følges opp i det videre arbeidet
- Beregningene er ikke godkjent av uavhengig kontrollør på nåværende stadium

Det bemerkes at det enda ikke er gjort spesifikke vurderinger av motfyllingas størrelse ved Nidelven terrasse og nordover. Terrenget bak dette området har mindre helning enn i området ved profil 1 og 2. Det forventes dermed behov for mindre motfylling i dette området, men er noe som bør avklares i det videre arbeidet.

### 4 Konklusjon

- Geometri som skissert av Agraff viser tilfredsstillende stabilitet, men det anbefales å utvide fyllinga rundt 0,5 m for å bygge inn noe robusthet i løsningen på dette stadium.
- Det anbefales å forbedre beregningsgrunnlaget ved å utføre stabilitetsberegninger i en mer avansert modell
- Lokalstabilitet av motfyllinga bør følges opp i det videre arbeidet
- Det bør gjøres et arbeid for å vurdere avgrensning av motfyllinga i retning Nidelven terrasse.



Stabilitetsberegninger basert på førsteutkast fra Agraff

## Referanser

- /1/ NVE (2014) Sikkerhet mot kvikkleireskred. 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 (2017) Fengselstomta - Stabiliseringstiltak i Nidelva. Endring av kvikkleiresone 183 Øvre Bakklandet - Nedre Singsaker. 10200316-RIG-NOT-002\_rev00 datert 31.10.2017

## Tegningsvedlegg

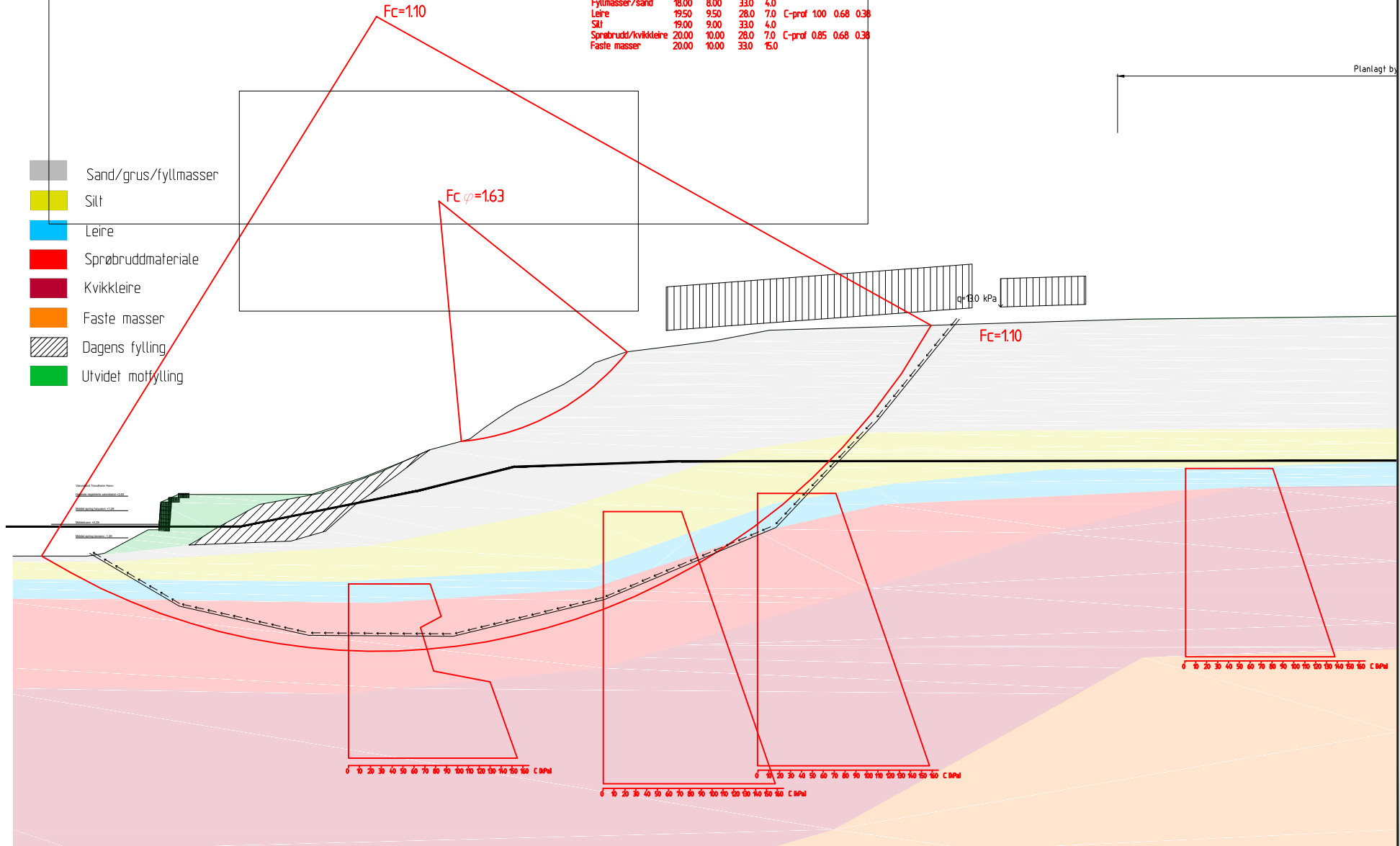
10200316-RIG-TEG-001	Plankart med plassering av beregningsprofiler
10200316-RIG-TEG-300.1	Stabilitetsberegning, Profil 1-1
10200316-RIG-TEG-301.1	Stabilitetsberegning, Profil 2.2

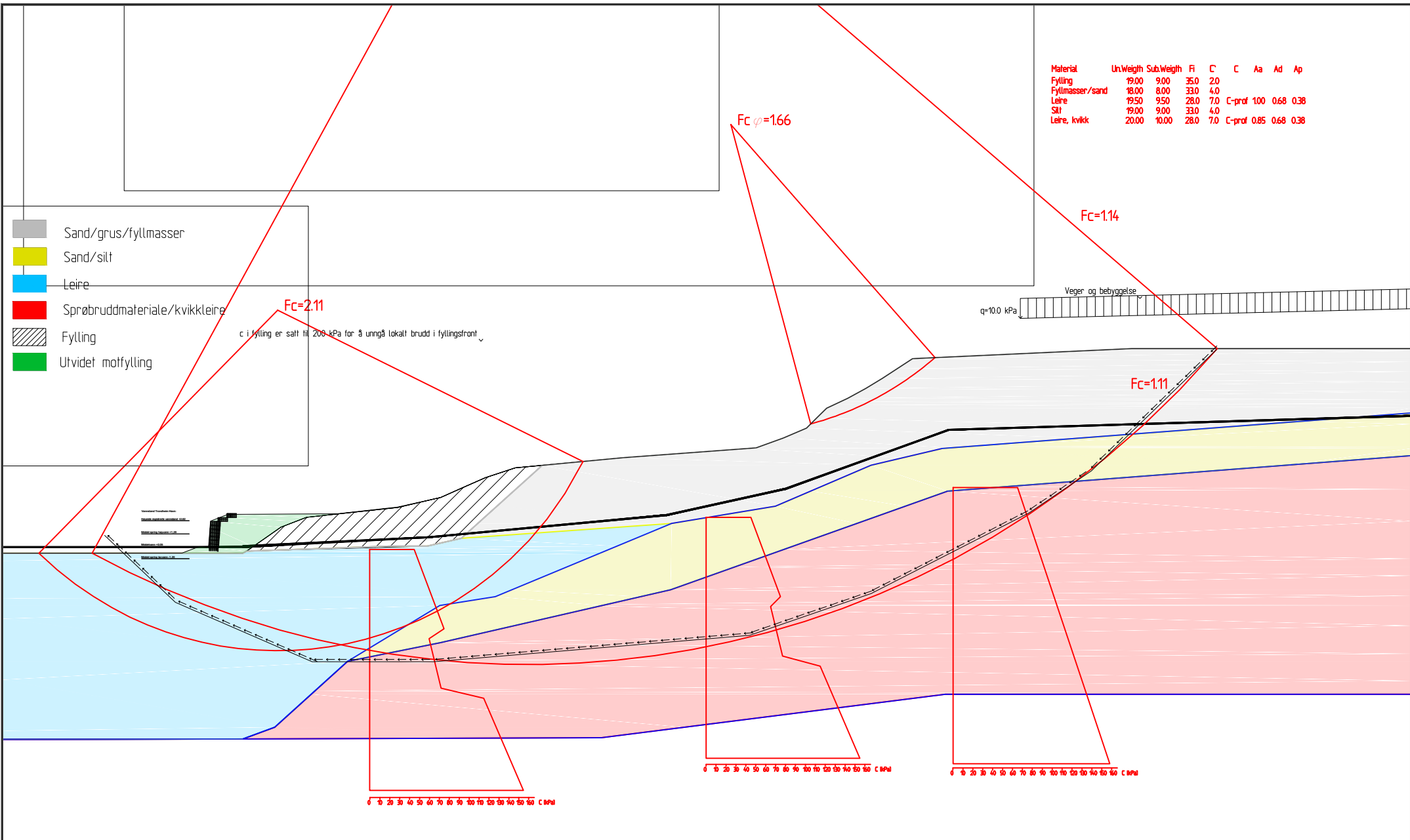


Status	Utsendt	Fag	Geoteknikk	Original format	A4	Dato	03.11.2017
Konstr./Tegnet	ANG	Kontrollert	ARV	Godkjent	ARV	Målestokk	1:2500
Oppdragsnr.	10200316	Tegningsnr.	RIG-TEG-001		Rev.	00	

Material	Un.Weight	Sub.Weight	FI	C	C	Aa	Ad	Ap
Fylling	19.00	9.00	35.0	2.0				
Fyllmasser/sand	18.00	8.00	33.0	4.0				
Leire	19.50	9.50	28.0	7.0	C-prof	1.00	0.68	0.38
Silt	19.00	9.00	33.0	4.0				
Sprøbrudd/kvikkleire	20.00	10.00	28.0	7.0	C-prof	0.85	0.68	0.38
Faste masser	20.00	10.00	33.0	15.0				

- Sand/grus/fyllmasser
- Silt
- Leire
- Sprøbruddmateriale
- Kvikkleire
- Faste masser
- Dagens fylling
- Utvidet motfylling






Material	Un.Weigh	Sub.Weigh	Fi	C	C	Aa	Ad	Ap
Fylling	19.00	9.00	35.0	2.0				
Fyllmasser/sand	18.00	8.00	33.0	4.0				
Leire	19.50	9.50	28.0	7.0	C-prof	1.00	0.68	0.38
Silt	19.00	9.00	33.0	4.0				
Leire, kvikk	20.00	10.00	28.0	7.0	C-prof	0.85	0.68	0.38

- Sand/grus/fyllmasser
- Sand/silt
- Leire
- Sprøbruddmateriale/kvikkleire
- Fylling
- Utvidet motfylling

c i fylling er satt til 200 kPa for å unngå lokalt brudd i fyllingsfront

 <a href="http://www.multiconsult.no">www.multiconsult.no</a>	<b>Fengselstomta</b> Omfang av motfylling i Nidelva Førsteutkast Agraff Stabilitetsberegning - Profil 2-2	Status Utsendt	Fag Geoteknikk	Original format A4	Dato 01.11.2017
		Konstr./Tegnet ANG	Kontrollert ARV	Godkjent ARV	Målestokk 1:500
		Oppdragsnr. 10200316	Tegningsnr. RIG-TEG-301.1	Rev. 00	

## NOTAT

OPPDRAAG	<b>Nybygg fengselstomta</b>	DOKUMENTKODE	10211326-RIG-NOT-001
EMNE	Innledende geoteknisk vurdering til skisseprosjekt	TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAAGSGIVER	<b>Studentersamfundet i Trondheim</b>	OPPDRAAGSLEDER	Anders Samstad Gylland
KONTAKTPERSON	Karl Knudsen AS v/Ine Maribu	SAKSBEHANDLER	Anders Samstad Gylland
KOPI		ANSVARLIG ENHET	10234011 Geoteknikk Midt

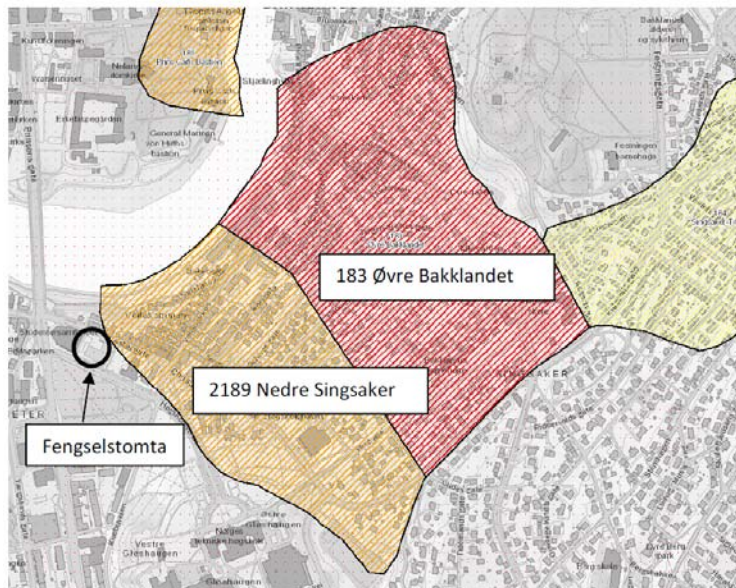
## SAMMENDRAG

Studentersamfundet i Trondheim planlegger en utvidelse av Studentersamfundet på den såkalte fengselstomta, øst for dagens bygg. Foreliggende notat gir innledende geotekniske vurderinger og kostnadsoverslag knyttet til etablering av byggegrøp og fundamentering.

### 1 Om prosjektet

Studentersamfundet i Trondheim planlegger en utvidelse av Studentersamfundet på den såkalte fengselstomta, øst for dagens bygg (Figur 1). Ca 1/3 av tomtearealet planlegges utbygd med ca 4000 m<sup>2</sup> fordelt over to etasjer under bakken og tre over bakken. Illustrasjon av tilbygget er vist i Figur 2 og Figur 3 viser kjellerplan.

Foreliggende notat gir innledende geotekniske vurderinger knyttet til etablering av byggegrøp og fundamentering.

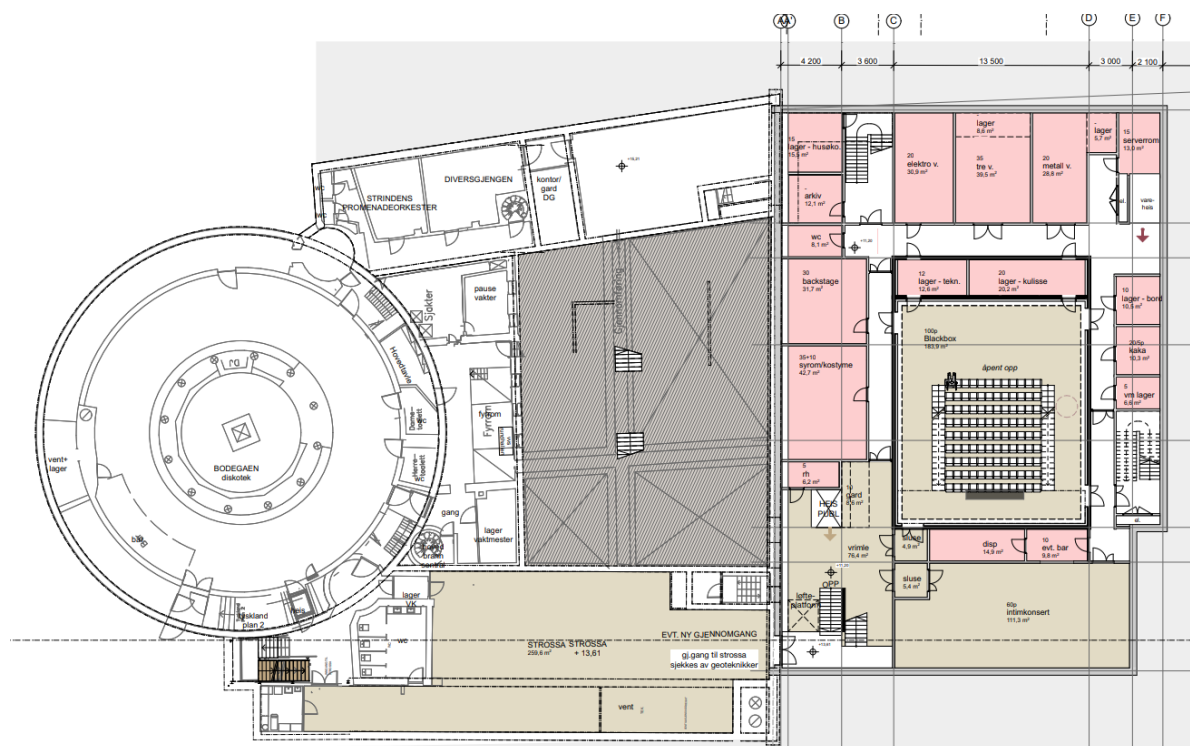


Figur 1 Lokasjon av fengselstomta samt kvikkleiresoner i nærheten

00	17.02.2020	Til bruk i konsept -og kostnadsvurdering av fundamentering og etablering av byggegrøp	Anders Gylland	Sivert Møllersen Hallsteinsen	Håvard Narjord
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV



Figur 2 Illustrasjon av tilbygg. Fra konkurranseutkast til Eggen Arkitekter AS høst 2018



Figur 3 Kjellerplan. Eggen Arkitekter AS, tegning A10-01 27.01.2020

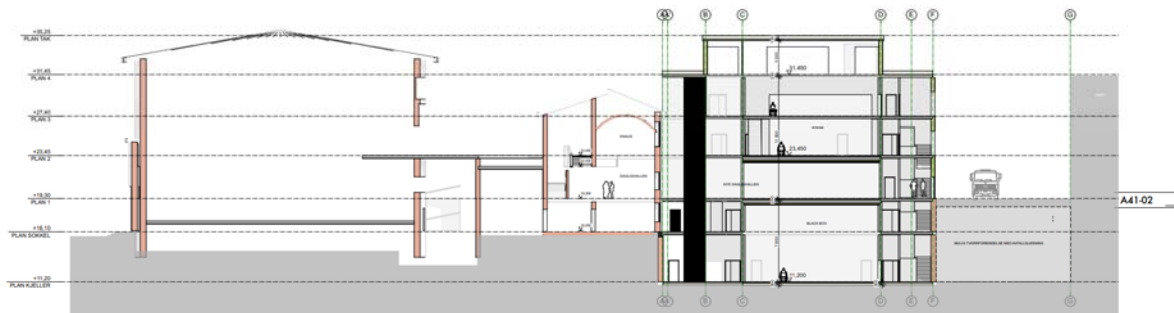
## 2 Grunnforhold

Området ved Studentersamfundet er avsatt lagvis mens isen trakk seg tilbake og landheving skjedde f.o.m. rundt 10 000 år siden. Disse prosessene har avsatt finkornede sedimenter i de dypeste lag av løsmassene (under 10-15 m under terreng). Over dette er massene elve- og strandavsetninger bestående av sand/grus og silt. Grunnvannstand er undersøkt på fengselstomta. Det er minst to grunnvannsspeil, ett ved ca. 7 m under terreng og ett ved ca. 13 m under terreng.

Det er påvist kvikkleire under 10 m dybde. Som vist i Figur 1 er det påvist kvikkleire i store områder nært tomta.

### 3 Etablering av byggegrop

Et snitt fra vest mot øst gjennom dagens bygg, og nybygg viser at utgravingsnivå for nybygg vil ligge under dagens fundamenteringsnivå for Studentersamfundet. Dagens fundamenteringsnivå kan ikke undergraves uten oppstøttingstiltak.



Figur 4 Snitt gjennom dagens Studentersamfundet og skissert nybygg. Eggen Arkitekter, tegning A41-02 27.01.2020

Det er ønskelig å utnytte arealet mest mulig effektivt inn mot dagens bygg. Utgraving med graveskråninger inn i byggegropa kan da ikke benyttes som alternativ. Det må benyttes en oppstøttingsløsning. For resten av byggegrop kan det benyttes spunt med enten innvendig eller utvendig avstiving, samt jet-peler. Fordeler og bakdeler er listet opp under.

Mot Samfundet:

- Jet-peling anbefales. Dette er en robust løsning med liten risiko for skader på dagens bygg.
- Spunt er et alternativ til jet-peler. Spunt kan ha lavere kostnad, men medfører samtidig høyere risiko for skader på Samfundet fra ramming og påfølgende utgraving.

Løsning for byggegrop med spunt (alternativer)

1. Innvendig avstiving av spunt med skråstag mot bunnplate. Hjørnestivere vil også benyttes. Dette er en robust løsning, men kompliserer anleggsgjennomføringen. Løsningen forutsetter også hel bunnplate. Dette må avklares mot RIB med tanke på lastnedføring.
2. Innvendig avstiving av spunt med rørstivere over byggegropa. Sannsynligvis mer kostbar sammenlignet med alternativ 1.
3. Utvendig avstiving av spunt med stag. Fordelen er en fri byggegrop og ingen avhengighet til bunnplate. Men det er usikkerheter knyttet til antall stag (disse må strekkprøves etter installasjon) og skader på nabobygg og veier. Stagene bores rundt 20-25 m ut fra spuntlinje. Å sette stag tar også noe mer tid enn å etablere innvendig avstiving.

Løsning for byggegrop med jetpeler

- Det er mulig å etablere hele byggegropa med jetpeler. Pele-veggen vil dimensjoneres til å stå uten behov for hverken innvendig eller utvendig avstiving. For å oppnå dette forutsettes hel bunnplate og seksjonsvis utgraving og utstøping for denne.
- Ved bruk av jet-peler oppnår man en mer effektiv anleggsgjennomføring sammenlignet med innvendig avstiving, og samtidig unngår usikkerhetene med utvendige stag.

### 4 Fundamenteringsmetoder

Med to kjelleretasjer og tre etasjer over bakken vil bygget være fullt kompensert med tanke på fundamentering. Det vil si at bygget veier det samme, eller mindre, enn de jordmassene som graves

## Innledende geoteknisk vurdering til skisseprosjekt

ut. Grunnforholdene er relativt gunstige med tanke på direktefundamentering. Det vurderes ikke å være behov for pelefundamentering. Direktefundamentering på banketter eller hel bunnplate vurderes som mest relevant. Merk at noen av løsningene for etablering av byggegrop forutsetter hel bunnplate.

## 5 Generelt

- På grunn av kvikkleireproblematikk må det etableres en stabiliserende fylling i Nidelva før arbeider kan påbegynnes på tomta.
- For alle byggegrop-alternativer vil det være fordelaktig med noe terrengavlasting mot øst.
- Det vil være et relativt stort jordtrykk på kjellervegger. Plasstøpt betong anbefales.
- Basert på tilgjengelige målinger ser det ut til at drenering i UK fundament er greit. Det blir da ikke behov for vanntett betong.

## 6 Kostnadsoverslag

Med utgangspunkt i enkle overslag er det i Tabell 1 estimert en kostnad for etablering av ferdig byggegrunn for alternativer som gitt under. Formålet med kalkylen er å sammenligne disse alternativene.

- 3/4 Innvendig: Jetpeler mot Samfundet, spunt i resten av byggegrop, innvendig avstiving
- 4/4 Innvendig: Hele byggegropa etableres med spunt, innvendig avstiving
- 3/4 Utvendig: Jetpeler mot Samfundet, spunt i resten av byggegrop, utvendig avstiving
- 4/4 Utvendig: Hele byggegropa etableres med spunt, utvendig avstiving
- Jetpeler: Hele byggegrop etableres med jetpeler

Kalkylen inkluderer kostnader til supplerende grunnundersøkelser og oppfølging i byggefase. Kostnader til prosjektering er ikke inkludert. Det er usikkerheter i dette kostnadsanslaget da det ikke er prosjektert en løsning per nå. Kalkyleusikkerheten antas å være i området 20-30%. Benyttet BTA er 5105 m<sup>2</sup>. Øvrige forutsetninger for kalkylen er gitt i Bilag A. Grunnlag for prising av jet-peler, samt tilhørende forutsetninger og forbehold, er gjengitt i bilag B.

Tabell 1 Innledende kalkyle for etablering av ferdig byggegrunn

	3/4 innvendig	4/4 Innvendig	3/4 utvendig	4/4 utvendig	Jetpeler
Forberedende arbeider	90 000	90 000	90 000	90 000	90 000
Utgraving og bortkjøring av masser	3 640 000	3 640 000	3 020 000	3 020 000	3 020 000
Avretting og sikring av byggegrop	950 000	950 000	950 000	950 000	950 000
Spunt	5 320 000	6 750 000	6 150 000	7 880 000	0
Jetpeler	3 500 000	0	3 500 000	0	13 000 000
Grunnundersøkelser, oppfølging	570 000	570 000	570 000	570 000	640 000
<b>Sum</b>	<b>14 080 000</b>	<b>12 000 000</b>	<b>14 280 000</b>	<b>12 500 000</b>	<b>17 690 000</b>
Kostnad per BTA	2800	2400	2800	2400	3500



## Bilag A – Forutsetninger for kalkyle

- Alle kostnader er oppgitt ekskl. mva.
- Geoteknisk kalkyle er bygd rundt en forutsetning om at det skal etableres ferdig byggegrunn
- Risiko og kostnader knyttet til setningsskader på eksisterende bygg er ikke inkludert
- Informasjon vedrørende grunnforhold er basert på tilgjengelige grunnundersøkelser. Avvikende grunnforhold vil påvirke kostnadene. I videre detaljeringsfaser vil det være behov for supplerende grunnundersøkelser tilpasset de konkrete utbyggingsplaner og problemstillinger. I kalkylearbeidet er det antatt gravedyp, spunt/pele-lengde og spunt/pele-type samt avstivingsløsning basert på erfaringer med tilsvarende forhold. Det er ikke utført noen prosjektering. Det er antatt bruk av konvensjonelle anleggsteknikker.
- For grunnarbeider inkluderes ikke kostnader knyttet til rigg og drift, og heller ikke hovedentreprenørens påslag.
- Kostnader knyttet til geoteknisk prosjektering er ikke inkludert i kalkylen.
- Kalkylen inneholder ingen kostnader knyttet til infrastruktur. Dette inkluderer bla. evt. midlertidige veger, omlegging av kabler og rør i bakken, plassutfordringer knyttet til graving og spunting etc. pga. infrastruktur over og under bakken.
- Det er antatt at andel forurensede masser utgjørt 30% av volumet i dybdeintervall 0-3 m
- Priser i kalkylen er basert på innhenting av priser fra Fundamentering AS og Veidekke Entreprenør AS samt erfaringspriser hos Multiconsult fra tilsvarende oppdrag. Det er også benyttet priser fra Norsk Prisbok 2017. Prisene er økt med 10% for å reflektere forhold gjeldende for 2020
- Jetpeling er priset på bakgrunn av kostnadsoverslag fra jet-grunn (Bilag B)
- Vannhåndtering i byggegrop antas som RS. Dette er en usikker post som avhenger av grunnforhold, gravedyp og byggetid. I kalkylen antas graving over grunnvannstand.
- Det antas at man ikke i vesentlig grad kan gjenbruke utgravde masser til igjenfylling på tomta.
- Det antas 16 m spuntlengde (AZ25, vanntett) og to avstivingsnivå
- For innvendig avstiving regnes det med senteravstand mellom stivere på 5 m
  - Rørdiameter  $\varnothing$ 500 mm for utgravingsdyp på 9 m
- For utvendig avstiving med stag regnes det cc 2,8 m, 21 m lange løsmassestag med kapasitet 500 kN
- Kostnad for oppfølging i byggefase inkluderer geoteknikk og miljøgeologi

## Bilag B – Grunnlag fra Jet-grunn

Hei,

Det vises til motatt e-poster datert 9.,14. og 21.01.20

### Underpinning av østveggen til dagens studentersamfunn og sikring av byggegrop

Jetpelene foreslåes dels benyttet som underpinning/sikring av eksisterende bygning (studentersamfunnet) hvor nye konstruksjoner kommer tett inntil og dypere enn eksisterende fundamenter, og dels som støttevegger for sikring av byggegrop. Nybygget planlegges oppført i 3 etasjer pluss 2 underetasjer.

Hvor jetpelene skal settes under eksisterende fundamenter er det som et hovedprinsipp forutsatt at jetpelene utformes slik at fundamentsbredden som et minimum opprettholdes slik at belastningen på grunnen ikke endres i forhold til dagens situasjon. Ved eventuell eksentrisk lastnedføring gjennom jetpelene må ekvivalent fundamentsbredde økes. Det er antatt at jetpelene føres ned 3,5m under graveplanum, dvs. så langt ned under graveplanum at lastspredningen i pelene sikrer full bæring. Det at nybygg blir stående tett inntil eksisterende bygg innebærer at det i alt vesentlige av fremre jetpel under østveggen i studentersamfunnet må meisles/wiresages ned til gravenivå, kote ca +11,00

#### Sikring av byggegrop

For en aktuell jetpelvegg som støttevegg rundt byggegropa har jeg lagt til grunn at det etableres 2 pelerekker. Ytre pelerekke settes med 12° helning ned til 4,0m under graveplanum, indre rekke med helning på ca. 9,5°. Første pelerekke har diameter 2,0m og c/c 1,25 m. Andre pelerekke har diameter 2,0m hvor kun hver tredje pel føres ned til 4,0m

For oppnå tilstrekkelig sikkerhet mot velting og horisontal forskyvning av veggen vil det nok være en forutsetning at utgraving og støping av bunnplata kan utføres seksjoner 10-12m lengde.

### Forutsetninger

Vedrørende beregnede kostnader

Alle kostnader er angitt eks mva.

Mengder er basert på et grovt anslag ut fra foreliggende tegninger for nybygg.

Angitte kostnader er begrenset til rene entreprenørkostnader.

Angitte løsninger er basert på en skjønnsmessig vurdering av dimensjoner og mengder.

Forventet usikkerhet i beregnede kostnadsestimat vurderes å ligge innen +/- 20%

I kostnadsestimatet er det lagt til grunn jetpeler med diameter 2,0m med karakteristisk trykkfasthet 12 MPa og stivhet på  $E = 5 \text{ GPa}$

For ordens skyld skal anføres at jetpelveggen i forbindelse med sikring av østveggen til dagens studentersamfunn dimensjoneres som gravitasjonskonstruksjon, og uten stagforankring

### Grunnforhold

Grunnforholdene på Fengselstomta består av grus/sand med mektighet på ca 10 m fra dagens planum, dvs. på ca. kote +6,0. Under dette laget består løsmassene av leire

## Mengder

Underpinning av østveggen til dagens studentersamfunn

- Løsninger er ikke prosjektert. Mengder og dimensjoner er således kun orienterende.
- Pelene skal ikke føres til berg
- Diameter jetpeler:  $\varnothing = 2,0\text{m}$  og c/c- avstand 1,35m er basert på midlere bredde (ekvivalent veggtykkelse) på jetpelene, dvs. med en gjennomsnittlig tverrsnitt igjen på 850 mm når pelen er kappet.
- Pelene føres ned til en kote ca. 7,70, dvs 3,5m under graveplanum
- Sikring av yttervegg av dagens studentersamfunn utgjør ca. = **40lm vegg**
- Diameter jetpel:  $\varnothing = 2,0\text{m}$  med c/c- avstand 1,35m gir totalt **30 peler**.
- Total pelelengde: **30 stk X 7,0m = 210,0m**

Sikring av byggegrop

- Løsninger er ikke prosjektert. Mengder og dimensjoner er således kun orienterende.
- Sikring av byggegrop utgjør ca. = **90lm vegg**
- Pelene skal ikke føres til berg
- Pelene føres opp fra kote kote ca. 7,70, dvs 3,5m under graveplanum og avsluttes antatt 2,5m under planum rundt nybygget, henholdsvis på kote +16,80 og +14,30
- Diameter jetpeler: 2,0m med c/c- avstand 1,25m i 72 peler i 1. rekke og 24 peler i 2. rekke gir en nominell bredde i topp antatt Bt =1,7m og bunn antatt Bb 3,4m,
- nominell bredde bunn antatt Bb =3,4m.
  - Total pelelengde: 96 (7,9m)= 758 m
- 

## Kostnader

**Mob./demob inkl transport t/r Trondheim –**

**Skien kr. 800.000,00**

**Underpinning av østveggen til dagens Studentersamfunn, vegg lengde 40m. kr. 2.700.000,00**

**Sikring av byggegrop for nybygg på såkalt Fengselstomt, vegg lengde, ca. 90m kr. 9.500.000,00**

I kostnadene inngår etablering av jetpeler opplasting, transport av returmasser innfor en radius på 10 km, kvalitetssikring og dokumentasjon.

Deponiavgift faktureres med et påslag på 10%.

### **Forberedende arbeider. Forhold som oppdragsgiver må fremskaffe/ordne**

I kostnadsestimatet har vi lagt til grunn at oppdragsgiver står ansvarlig for å fremskaffe/tilrettelegge for Jetgrunn følgende opplistede punkter.

1. Lomp og spiserom for 7 personer. 1 kontorplass.
2. Klargjøring av riggområde i nærheten av området peler skal etableres.
3. Strøm til riggområdet (270 A, 170 kW).
4. Vann av tilfredsstillende kvalitet (330 l/min , 3bar).
5. Fri tilgjengelighet til alle pelepunkter. Stempling av dekke hvor boreriggen skal jobbe.

## Innledende geoteknisk vurdering til skisseprosjekt

6. Påvisning av kabler og ledninger. Fjerning av evt. kabler og ledninger i grunnen som kommer i konflikt med våre arbeider, eller kan lede returmasser ut på nettet (plugge evt drensledninger).
7. Miljøtekniske undersøkelser. Det er lagt til grunn at stedlige masser er rene (masser i det nivå peler etableres).
9. Påvisning av nivå uk fundament.
10. Bygningsmessige arbeider for å sikre tilkomst for Jetgrunns utstyr.
11. Liten gravemaskin m/fører må være tilgjengelig på plassen.
13. Wireskjæring/fresing av jetpeler som kommer innenfor byggelinjen.
14. Deponi for levering av returmasser.
15. Kran til å løfte av og på utstyr til riggområdet (tyngste container veier ca 17 tonn). Vi trenger kran en lang dag i forbindelse med både opp- og nedrigging.

**Fremdrift**

**Under vegg mot øst** (dvs. at jetpelene fungerer som støttevegg/fører bygningslastene dypere ned)

Med diameter 2,0m og 7,7 m pelelengde kan vi produsere gjnsnt.3,0 peler pr. dag. Med 30 peler gir dette en produksjonstid på ca. 15 arbeidsdager.

**Sikring av byggegrop for nybygg**

Med diameter 2,0m og gjennomsnittlig ca ,7,9 m lange pler kan vi produsere gjnsnt.2,5 peler pr. dag. Med 120 peler gir dette en produksjonstid på ca. 50 arbeidsdager

I tillegg til produksjonstiden kommer opp- og nedrigging som hver vil ta ca. 1 uke.

Vi legger til grunn at vi har fri tilkomst til pelepunktene under vegg mot øst.

Foreslåtte løsninger må midlertid betraktes som foreløpge, og har først og fremst nå formål å gi grunnlag for vurdering av kostnader.

Vi håper vårt innspill er i tråd med deres forventninger. Prosjektet vil ha vår største oppmerksomhet under utførelsen.

Skulle noe være uklart – vennligst ta kontakt.

Mvh Lars Hoksrud

Tlf: +47 913 39 836

Postadresse: Postboks 337, 3701 Skien

Besøksadresse: Adjunkt Arentz gate vest 4, 3717 Skien

[lhoksrud@jetgrunn.no](mailto:lhoksrud@jetgrunn.no)

[www.jetgrunn.no](http://www.jetgrunn.no)

