

NOTAT

Oppdragsnavn **Uavhengig kvalitetssikring av skredsikkerhetsutredning for Kjøpmannsgata områdeplan**

Prosjekt nr. **1350036418**

Kunde **Trondheim kommune**

Notat nr. **002**

Versjon **0**

Til **Tone Furuberg**

Fra **Maj Gøril Bæverfjord**

Kopi **Anders Gylland, Multiconsult**

Utført av **Maj Gøril Bæverfjord**

Kontrollert av **Per Arne Wangen**

Godkjent av **Maj Gøril Bæverfjord**

1 Bakgrunn

Dato 21.11.2019

Rambøll utfører på oppdrag fra Trondheim kommune uavhengig kvalitetskontroll av skredfarevurdering for Kjøpmannsgata områdeplan (inkl bryggerekka), utført av Multiconsult. Bryggerekka har høy antikvarisk verdi og Byplankontoret ønsker å gjennomføre tiltak som stimulerer til økt bruk av bryggene, som igjen kan utløse midler til å bevare bryggene. Som en del av dette foreslås det at enkelte av bryggene kan tas i bruk til boligformål, eventuelt kommunal virksomhet/kulturformål. For en slik omregulering må tilstrekkelig sikkerhet mot naturfare i henhold til TEK17 dokumenteres.

Rambøll
Kobbegate 2
PB 9420 Torgarden
N-7493 Trondheim

Utredningen tar sikte på å dokumentere sikkerheten mot kvikkleireskred i form av direkte påvirkning fra slike skred og mot sekundærvirkninger.

T +47 73 84 10 00
<https://no.ramboll.com>

Etter en innledende gjennomgang av grunnlaget utarbeidet av Multiconsult stilte Rambøll spørsmål ved forutsetningene lagt til grunn for noen av vurderingene, spesielt med hensyn på sikring mot sekundærvirkninger av skred. Det foreligger i dag lite erfaringsdata fra tilsvarende utredninger og det er i den sammenheng nødvendig å gjøre noen prinsipielle avklaringer. Rambølls innspill er oppsummert i 1350036418 G-not-001 datert 04.10.2019, og kan oppsummeres som følger:

- Hvilke sekundæreffekter av skred må det dokumenteres sikkerhet mot?
 - Påvirkning fra oppskylling/flodbølge fra rasmasser ut i elva?
 - Flodbølge fra dambrudd gjennom oppdemte rasmasser i elva?
- Hvordan dokumentere påvirkning fra disse sekundæreffektene?
- Hva er relevante tiltak for sikring mot disse sekundæreffektene?
- Hvordan dokumentere tilstrekkelig sikkerhet mot disse sekundæreffektene?

Vi vurderer det dithen at løsningene som velges i dette utredningsarbeidet vil skape presedens ved behandling av tilsvarende saker senere. Det er derfor vesentlig at fremgangsmåte, metoder og sikkerhetsfilosofi avklares.

Innspillene har blitt diskutert i arbeidsmøter med Trondheim kommune, NVE, Multiconsult og Rambøll 30.10. og 08.11. i 2019. Møtene er referatført av Trondheim kommune. Det er i disse møtene etablert enighet om at det i tillegg

til sikkerhet mot lokalskred og områdeskred må dokumenteres sikkerhet mot relevante sekundæreffekter. Dvs. oppskylling/flodbølge fra skredmasser som renner ut i elva, tilhørende transport av skredmasser i vannet nedover i elveløpet og flodbølge fra dambrudd gjennom oppdemte rasmasser i elva. Hvilke tiltak som kan være relevante for sikring mot slike sekundæreffekter, og hvordan en tilhørende og tilstrekkelig sikkerhet kan dokumenteres, er fremdeles åpne problemstillinger.

Foreliggende notat presenterer Rambølls kontroll av Multiconsults utredning.

2 Problemstilling

Grovt oppsummert dokumenterer Multiconsult skredsikkerheten for bryggerekka med hensyn på:

Lokalstabilitet

- Lokale skred langs bryggerekka
- Lokale skred langs bryggerekka som kan utvikle seg til områdeskred

Områdeskred – direkte påvirkning

- Sikkerhet mot at bryggerekka skades direkte av skredmasser fra skred i kvikkleiresonene Nedre Bakklandet, Øvre Bakklandet og Nedre Singsaker

Områdeskred – sekundæreffekter

- Sikkerhet mot at bryggerekka påvirkes av sekundæreffekter knyttet til skredhendelse i kvikkleiresonene Prins Carls Bastion, Nedre Bakklandet, Øvre Bakklandet og Nedre Singsaker

Det er enighet om at tilstrekkelig sikkerhet mot sekundæreffekter av skred i form av flodbølger, både oppskylling fra skredmasser som renner ut i elva og fra dambrudd i oppdemte skredmasser må inkluderes i utredningsarbeidet.

Det er videre enighet om at bryggenes fundamentering i form av peler i elveløpet gjør disse mer sårbare for påvirkning fra både flodbølger og skredmasser enn for nyere bygg som f.eks. Adressabygget med spuntvegg ut mot elva.

3 Diskusjon og Rambølls vurdering

3.1 Sikkerhet mot lokalskred langs bryggerekka

Vi er enige i at tilstrekkelig sikkerhet mot lokalskred langs bryggerekka må dokumenteres. En vurdering av hvorvidt dette er oppnådd er ikke en del av denne kontrollen.

3.2 Sikkerhet mot at lokalskred langs bryggerekka kan utvikle seg til områdeskred

Vi er enige i at dette må dokumenteres. Multiconsult beskriver at «Eventuelle funn av sprøbruddmateriale/kvikkleire vil ikke påvirke gjennomførbarhet av omregulering». Rambøll forutsetter at dette betyr at foreliggende grunnundersøkelser og data fra området er gjennomgått og funnet tilstrekkelige til å kunne dokumentere at eventuelle forekomster av kvikkleire/sprøbruddmateriale langs bryggerekka vil være i form av lommer og ikke være del av større, gjennomgående lagpakker som kan utvikle seg til områdeskred.

3.3 Sikkerhet mot at bryggerekka skades direkte av skredmasser fra områdeskred

Vi oppfatter Multiconsult dithen at beregningene utført ved utredning av skredsikkerheten for Thora Storm VGS er representativ for områdestabiliteten i Prins Carls Bastion kvikkleiresone. I så fall kan vi

ikke se at det er påkrevd å vurdere løsneområde for skredhendelser fra Prins Carls Bastion, slik som 4.3.1 legger opp til.

Kvikkleiresone 182 Nedre Bakklandet er utredet av Rambøll i 2007. Utredningen er følgelig ikke utført etter dagens regelverk, men i praksis er beregnet stabilitet tilfredsstillende i henhold til NVE 7/2014 og tiltaksklasse K4.

Det beskrives at nordre del av sone 183 Øvre Bakklandet kan ha utløp i retning bryggerekka. Det refereres til utførte beregninger med en sikkerhetsfaktor på 1.01 for en om lag 100 meter lang skjærflate, i Trondheim kommune sin rapport fra 2013. I vurdering av utløpslengde for et eventuelt skred i dette området legger Multiconsult til grunn en antatt kombinasjon av et rotasjonsskred og et retrogressivt skred i åpent terreng og regner utløpslengden til å være $1 * \text{lengde på løsneområdet}$. I så fall stopper utløpsområdet før Gamle bybro. Legges retrogressiv skredutvikling til grunn vil derimot antatt utløpslengde være $1.5 * \text{lengde på løsneområdet}$, og skredmassene vil kunne nå lengre enn Gamle Bybro. Dersom vurderingen av at utløpslengden vil begrense seg til $1 * \text{lengde på løsneområdet}$ kan argumenteres for/dokumenteres stiller vi oss bak vurderingen av at skredmasser fra nordre del av Øvre Bakklandet ikke vil kunne skade bryggerekka direkte.

3.4 Sikkerhet mot at bryggerekka skades av flodbølge knyttet til skredhendelse fra de nærliggende kvikkleiresonene

Et mulig scenario er påvirkning fra oppskylling/flodbølge som oppstår som følge av at rasmasser treffer elva. Selve oppskyllingen/flodbølgen kan være relativt beskjeden, men det vurderes at en slik oppskylling/flodbølge også kan transportere betydelige mengder rasmasser som også inneholder bygningsrester. Bryggerekka er fundamentert på peler, og byggene anses derfor som sårbare for påvirkning fra en slik oppskylling/flodbølge.

Et annet scenario er at rasmassene som går ut i Nidelva demmer opp elva, og at de oppdemte vannmassene på et senere tidspunkt bryter gjennom demningen rasmassene har lagt opp. Det anses som at de pelefundamenterte byggene også vil være sårbare for en slik flodbølge.

Det er enighet mellom Multiconsult, Rambøll, NVE og Trondheim kommune at det er relevant å dokumentere tilstrekkelig sikkerhet mot disse to scenarioene for bryggerekka.

Om tilstrekkelig sikkerhet mot disse to scenarioene skal kunne dokumenteres, må det beregnes hvor store laster dette vil gi på pelefundamentene til bryggerekka. Dette må da danne basis for et dimensjoneringskriterie for refundamentering av byggene.

TEK17 beskriver at i og med at kvikkleireskred er en ikke-gjentagende hendelse, er det med dagens metoder ikke mulig å gi en eksakt årlig nominell sannsynlighet. Tilsvarende kan det ikke angis en årlig nominell sannsynlighet for at det går en flodbølge fra skredmasser som går ut i elva eller at skredmasser demmer opp elva. Det er derfor krevende å dokumentere tilstrekkelig sikkerhet for disse hendelsene. I praksis håndteres dette per i dag gjennom at sikkerhet mot kvikkleireskred og sekundæreffekter av disse må dokumenteres i henhold til NVEs retningslinje 2/2011, *Flaum- og skredfare i arealplanar* og tilhørende veileder 7/2014 *Sikkerhet mot kvikkleireskred*.

Sikkerhet mot sekundæreffekter som skadelig påvirkning fra skredmasser håndteres gjennom omforente faglige anbefalinger i NIFS-rapport 14/2016 *Metode for vurdering av løsne- og utløpsområder for områdeskred*. Dette gjelder imidlertid bare angivelse av et utløpsområde for skredmasser og ikke

andre sekundærvirkninger som de som diskuteres her. Det foreligger ikke et tilsvarende rammeverk/kjent omforent praksis for vurdering av flombølgepåvirkning fra kvikkleireskred. Dette påpekes også i forordet til NIFS-rapport 14/2016: «Det vil være nødvendig å utarbeide metoder for vurdering av løsne- og utløpsområder for skred i sjø/vann, herunder også virkninger av sekundæreffekter som oppskylling/flodbølge.»

Utredningen som er framlagt for uavhengig kvalitetssikring tar utgangspunkt i en tenkt skredhendelse på Bakklandet som beskrevet i DSBs rapport «Nasjonalt risikobilde 2013», med et totalt skredvolum på 3 millioner m³ rasmasse. Det er betraktelig større enn hva som framlegges som aktuelle skredvolum i RIG-TEG-001. Multiconsult bruker sine beregnede volum i den videre utredningen, noe som virker fornuftig. DSBs rapport tar utgangspunkt i et initialskred en natt, og et hovedskred påfølgende natt, samt vannføring i Nidelva på 100-200m³/s. Multiconsult tar også utgangspunkt at hovedskredet kommer et døgn senere, og en vannføring i Nidelva på 100m³/s¹. Det er flere eksempler på at initialskred og hovedskred går relativt tett i tid (Rissaraset og Kattmarkraset er kjente eksempler), og vi mener at det ikke kan legges til grunn for utredningsarbeidet at det vil gå et døgn mellom initialskred og hovedskred. Utredningen må ta høyde for en skredutvikling som tar minutter.

Det tas utgangspunkt i en årlig sannsynlighet for kvikkleireskred på 0,04% per år. Dette er hentet fra DSBs rapport, og basert på et anslag om at så store skred inntreffer i løpet av en periode på 2000-3000 år. Rambøll bemerker at DSB tar utgangspunkt i et skredvolum på 3 millioner m³, mens løsneområdene lagt til grunn i vurderingene er mellom 410 000 m³ og 610 000m³. NIFS-rapport 38/2013 viser til 6 kvikkleireskred over 1 mill m³ bare de siste 100 årene.

Det beskrives videre at det vurderes som 50% sannsynlig at skredmasser demmer opp hele Nidelva og 50% sannsynlig at det dannes en tett dam. En total sannsynlighet beregnes da til 0,04% * 0,5 * 0,5 = 0,01%, som oppgis som lavere enn kravet for høyeste sikkerhetsklasse for skred i TEK17. Det vises ikke til dokumentasjon for sannsynlighetene som legges til grunn. Det legges ofte skjønn og empiri til grunn for skredfarevurderinger, men i dette tilfellet kan vi ikke se at det foreligger noe vesentlig empirisk grunnlag.

Dette tas i praksis hensyn til, ved at Multiconsult tilråder et designprinsipp som er basert på at:

- 1) Bryggene må motstå oppskylling/flodbølge som følge av initialskred.
- 2) På grunn av lav sannsynlighet for en slik skredhendelse vurderes det tilstrekkelig at fundamenteringen er slik at bygningens integritet etter hendelsen fortsatt tillater evakuering uten fare for menneskeliv.
- 3) Det må utarbeides beredskapsplaner som håndterer en større flodbølge som av oppdemming av Nidelva.

Det er Rambølls vurdering at det må avklares hvorvidt disse prinsippene oppfyller kravene i TEK17:

- 1) Punkt 1&2: Det må avklares om dette er i henhold til §7-3 i TEK 17 annet ledd².
 - (a) De arkitektoniske konsekvensene av et slikt sikringsarbeid må også vurderes, da det i realiteten kanskje ikke er hensiktsmessig med et sikringsarbeid som gir så store estetiske konsekvenser slik at det i seg selv reduserer verneverdien.

¹ DSBs rapport tar utgangspunkt i stor vannføring i elva som samtidig hendelse, Multiconsult tar utgangspunkt i middel vannføring.

² «Forutsetningen for å plassere byggverket i område der sannsynligheten for skred er større enn minstekravet i forskriften, er at det gjennomføres sikringstiltak som reduserer sannsynligheten for skred mot byggverket og tilhørende uteareal, til det nivået som er angitt i forskriften, eller ved å dimensjonere og konstruere byggverket slik at det tåler belastningene et skred kan medføre. Bygninger kan dimensjoneres til å tåle krefter fra skred dersom skredlastene ikke er for store. Maksimal skredlast bør ikke være større enn anslagsvis 50 kPa.»

(b) Prinsippet om prosentvis forbedring har blitt tatt opp i arbeidsmøtene. Om man skal gå videre med en slik tilnærming til sikring av bryggene må det først avklares om det er i henhold til §7-3 i TEK 17 annet ledd.³

2) Punkt 2&3: Det må avklares om organisatoriske tiltak som lagt opp til i §7-4 i TEK 17 kan komme til anvendelse i dette tilfellet.

Det er vesentlig for ivaretagelsen av bryggerekka, som har høy nasjonal antikvarisk verdi, at byggene kan tas i bruk til andre formål enn i dag. Samtidig er det avgjørende for skredsikkerheten at det ikke åpnes for muligheter til å fravike kravene i TEK17. Rambøll er ikke kjent med at beredskapsplan er benyttet som verktøy for å ivareta sikkerhet mot kvikkleireskred i tidligere planarbeid. Vi ser at et slikt organisatorisk tiltak vil ha store konsekvenser og skaper presedens for senere utredninger hvor det kan være krevende å oppfylle kravene i TEK17. I tillegg er det knyttet stor usikkerhet ved gjennomførbarheten av en slik beredskapsplan i en skredsituasjon.

Rambølls uavhengige kvalitetssikring av «Vurdering av områdestabilitet» for Områdeplan Kjøpmannsgata er oppsummert i vedlagte verifikasjonstabell. Det er i vår gjennomgang av grunnlaget avdekket avvik som må lukkes før kvalitetssikringen kan godkjennes.

³ «Metoden med prosentvis forbedring kan bare nyttes ved å gjøre topografiske endringer og ved bruk av lette masser. Dersom man velger å bedre områdets stabilitet ved grunnforsterkning, må en oppnå beregningsmessig sikkerhetsfaktor $F \geq 1,4$ etter at tiltaket er utført.»

Uavhengig kvalitetssikring av Utredning av områdestabilitet

1350036418 G-not-002 rev.00 dat. 19.11.2019

OPPDRAGET

OPPDRAGSGIVER:	Trondheim kommune
PROSJEKT NAVN/NR:	Områdeplan Kjøpmannsgata
PLANSTATUS:	Områdeplan
KOMMUNE/SONE NR./NAVN:	Trondheim kommune

KONTROLLØR

RAMBØLL OPPDRAGSNR.:	1350036418
RAMBØLL OPPDRAGSLEDER:	Maj Gøril Bæverfjord
RAMBØLL SAKSBEHANDLER:	Maj Gøril Bæverfjord
DATO UTFØRT KONTROLL:	19.11.2019
DATO UTFØRT REV. KONTROLL:	

PROSJEKTERENDE

KONTROLLERT FIRMA:	Multiconsult ASA
OPPDRAK NR./NAVN:	10211940 Områdeplan Kjøpmannsgata
SAKSBEHANDLER:	Anders Gylland

DOKUMENT(ER) SOM INNGÅR I UTFØRT KONTROLL

DOKUMENT NR./DATO:	DOKUMENT TITTEL:	DATO MOTTATT:	UTARBEIDET AV:
10211940-RIG-RAP-001 rev01 15.08.2019	Områdeplan Kjøpmannsgata - områdestabilitet	03.09.2019	Multiconsult ASA
10211940-RIG-BER-001 rev01 13.08.2019	Dokumentasjon av grunnforhold og lokalstabilitet langs Bryggerekka	03.09.2019	Multiconsult ASA
Ikke datert	Forslag Borplan supplerende undersøkelser	03.09.2019	Multiconsult ASA

KONTROLLSTATUS	FORKLARING
OK	Kontrollert og godkjent (m/evt. kommentar)
ANM.	Kontrollert med anm. Godkjent med forbehold.
IG	Kontrollert IKKE godkjent (m/evt. kommentar)

KOMMENTAR	KOMMENTAR-KATEGORI
TS R	Teknisk spørsmål Råd
TA F	Teknisk anmerkning Forbehold
A MS	Avklares Manglende samsvar

ID nr.	KONTROLLPUNKT	KONTROLLSTATUS	KOMMENTAR	DATO & SIGN
1	<p>Multiconsult beskriver at «Eventuelle funn av sprøbruddmateriale/kvikkleire vil ikke påvirke gjennomførbarhet av omregulering». Rambøll forutsetter at dette betyr at eksisterende grunnundersøkelser er gjennomgått og funnet tilstrekkelige til å kunne dokumentere at eventuelle forekomster av kvikkleire/sprøbruddmateriale langs bryggerekka vil være i form av lommer og ikke være del av større, gjennomgående lagpakker som kan utvikle seg til områdeskred.</p> <p>Kontroll av revisjon nr. 1</p>	AMN	F	
2	<p>Vi oppfatter Multiconsult dithen at beregningene utført ved utredning av skredstabiliteten for Thora Storm VGS er representativ for områdestabiliteten i Prins Carls Bastion kvikkleiresone, og følgelig tilfredsstillende? I så fall kan vi ikke se at det er påkrevd å vurdere løsneområde for skredhendelser fra Prins Carls Bastion, slik som 4.3.1 legger opp til.</p> <p>Kontroll av revisjon nr. 1</p>	AMN	F	
3	<p>Det beskrives at nordre del av sone 183 Øvre Bakklandet kan ha utløp i retning bryggerekka. Det refereres til utførte beregninger med en sikkerhetsfaktor på 1.01 for en om lag 100 meter lang skjærflate, i Trondheim kommune sin rapport fra 2013. I vurdering av utløpslengde for et eventuelt skred i dette området legger Multiconsult til grunn en antatt kombinasjon av et rotasjonsskred og et retrogressivt skred i åpent terreng og regner utløpslengden til å være 1 * lengde på løsneområdet. I så fall stopper utløpsområdet før Gamle bybro. Legges retrogressiv skredutvikling til grunn vil derimot antatt utløpslengde være 1.5 * lengde på løsneområdet, og skredmassene vil kunne nå lengre enn Gamle Bybro. Dersom vurderingen av at utløpslengden vil begrense seg til 1 * lengde på løsneområdet kan argumenteres for/dokumenteres vil vi stille oss bak vurderingen av at skredmasser fra nordre del av Øvre Bakklandet ikke vil kunne skade bryggerekka direkte. Se også punkt 4.</p> <p>Kontroll av revisjon nr. 1</p>	IG	A	
4	<p>Når det vurderes hvorvidt skredmasser fra nordre del av Øvre Bakklandet kan demme opp Nidelva så legges det andre stabilitetsberegninger til grunn enn når det vurderes om skredmasser fra nordre del av Øvre Bakklandet kan skade bryggerekka direkte. For førstnevnte vurdering benyttes Multiconsult sin utredning fra 2011, for sistnevnte benyttes Trondheim kommune sin rapport fra 2013. Det ligger sikkert et resonnement bak dette, og det bør komme tydelig fram i rapporten.</p> <p>Kontroll av revisjon nr. 1</p>	IG	A	
5	<p>Området mellom Nidelva og Klostergata oppgis å tas ut av løsneområdet siden denne delen av sonen skal sikres med motfylling</p>	IG	A	

	i Nidelva. Dette forutsettes at denne fyllingen etableres før omreguleringen. Vil det ha konsekvenser for bryggerekka om det ikke er tilfelle?			
	Kontroll av revisjon nr. 1			
6	Vurderingen benytter §7-4 i TEK17. Det er ikke avklart hvorvidt slike organisatoriske tiltak kan benyttes i dette tilfellet.	IG	MS	
	Kontroll av revisjon nr. 1			
7	Vurderingen benytter §7-4 i TEK17 andre ledd. Det er ikke avklart hvorvidt dette kan gjøres gjeldende i dette tilfellet.	IG	MS	
	Kontroll av revisjon nr. 1			
8	Det kan ikke legges til grunn for utredningsarbeidet at det vil gå et døgn mellom initialscred og hovedscred. Utredningen må ta høyde for en skredutvikling som tar minutter, dvs at all løsmasse som har potensiale for å rase ut i elva antas gjøre det i en hendelse, med tilhørende konsekvens for oppskylling/flodbølge.	IG	MS	
	Kontroll av revisjon nr. 1			
9	Internkontroll er ikke dokumentert eller beskrevet utover signatur på 10211040-RIG-RAP-001. (10211940-RIG-BER-001 rev01 er ikke signert.)	ANM	TA	
	Kontroll av revisjon nr. 1			