
NOTAT

OPPDRAG Vassenden kraftverk, prosjektering	OPPDRAGSLEDER Arild Høydal	DATO 14.10.2015
OPPDRAGSNUMMER 11091002	OPPRETTET AV Espen Eidsvåg	NUMMER 01

SKREDFAREVURDERING**Innledning**

Helgeland Kraft AS ønsker å bygge Vassenden kraftverk i Leirfjord kommune i Nordland (figur 1). På NVE sine aktsomhetskart og i ingeniørgeologisk rapport fra Sweco er det påpekt at deler av området som skal utbygges kan være utsatt for steinsprang og snøskred.

I det følgende notat er det gjort vurderinger av faren for skred mot arealer som er planlagt brukt i anleggs- og driftsfasen av kraftverket ved Vassenden. Det er også gjort vurderinger av skredfare ved inntak i Sørrelva. Der det er aktuelt er det gitt anbefalinger til tiltak som kan sikre utsatte deler av anlegget mot skred.

Grunnlag

Vi har benyttet følgende grunnlagsmateriale i vår vurdering:

- Lovgrunnlag fra Plan- og bygningslovens tekniske forskrift (TEK10) § 7-3, samt veileder til forskriften av Direktoratet for byggkvalitet, www.lovdatab.no og www.dibk.no.
- Veileder til kartlegging av flom- og skredfare i arealplaner fra NVE, www.nve.no.
- Berggrunnskart og løsmassekart fra NGU, www.ngu.no.
- Informasjon om tidligere skredhendelser og aktsomhetskart fra NVE, www.skrednett.no.
- Digital terrengmodell 10x10 m hentet fra Statens kartverk, www.statkart.no.
- 3D-kart fra Norge i 3D, www.norgei3d.no.
- Klimadata fra Meteorologisk institutt, www.eklima.no
- RAMMS, program for utløpsmodellering av snøskred i en 3D-modell av terrenget, <http://ramms.slf.ch/ramms/>.
- RockyFor3D, program for utløpsmodellering av steinsprang i en 3D-modell av terrenget, www.ecorisq.org.
- Tidligere rapporter fra området utarbeidet av blant annet Sweco.
- NVE rapport 22/2014: «Hvordan beregne ekstremverdier for gitte gjentaksintervaller?»
- NS 5815 Risikovurdering av anleggsarbeid

1 (10)

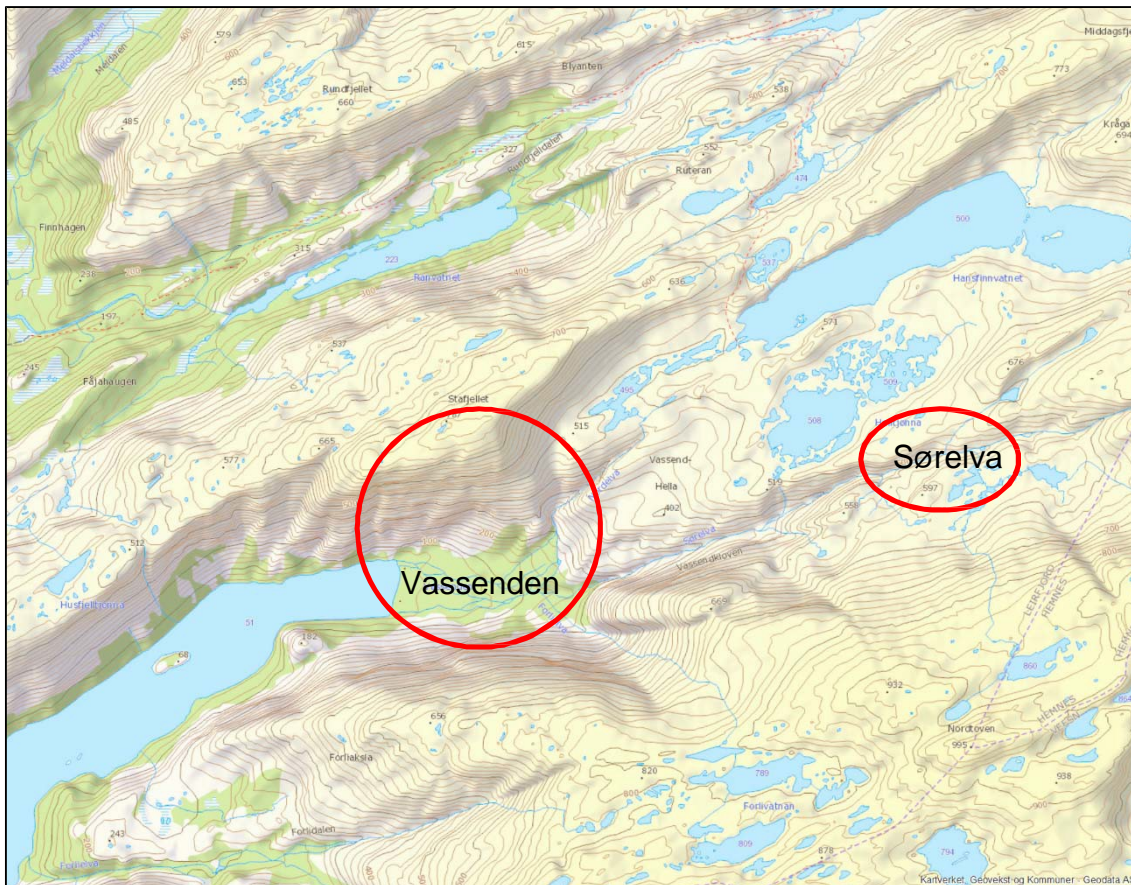
Sweco
Storetveitvegen 98NO-5072 Bergen, Norge
Telefonnummer +47 55 275000
Faks +47 55 275001
www.sweco.noSweco Norge AS Org.nr:
967032271
Hovedkontor: OsloEspen Eidsvåg Geolog
Bygg - AnleggMobil +47 45881478
espen.eidsvag@sweco.no

Utførte undersøkelser

Det er utført befarings i helikopter og til fots i terrenget den 8. oktober 2015. Til stede på befaringen var geologene Espen Eidsvåg og Roger Sørstø Andersen fra Sweco, samt Terje Karstensen fra Helgeland Kraft.

I tillegg til befarings er det utført kartstudier, klimatiske analyser, samt modelleringer av snøskred og steinsprang, som omtalt i de ulike overskriftene under.

Tema som beliggenhet og topografi, berggrunn og løsmasser er beskrevet i ingeniørgeologisk rapport, og det vises derfor til denne for ytterligere info om disse tema.



Figur 1: Oversiktskart over Vassenden og Sørrelva de undersøkte områdene er vist med rød markering.

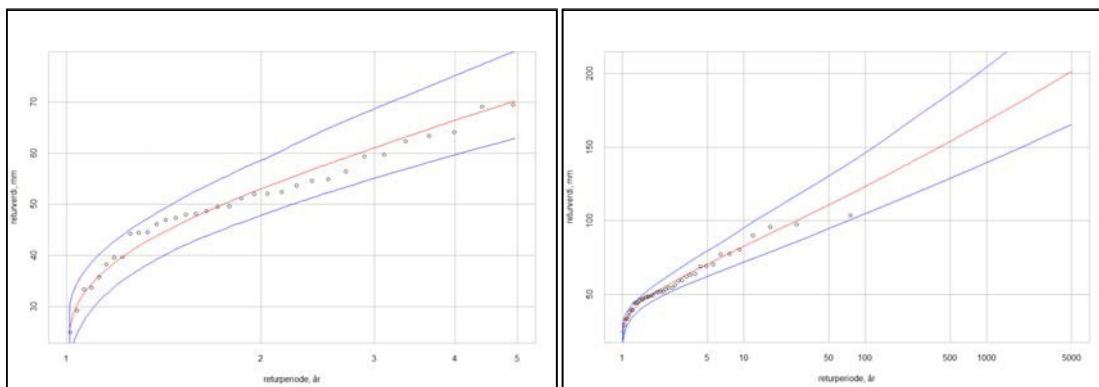
Klimaanalyse

Det er hentet nedbørsdata fra eKlima for værstasjonen Bardal (39 moh.) som ligger om lag 12 km nord-nordøst for Vassenden. Vi har analysert maksimal døgnetnedbør for en gitt returperiode etter metoden beskrevet av NVEs rapport 22/2014. For snøskred er det først og fremst mektigheten på snølaget som kan løsne i denne betrakningsperioden som er interessant.

Basert på temperaturdata fra målestasjonene Leirfjord (53 moh.) og Mo i Rana III (41 moh.) er

det antatt at nedbør som kommer mellom november og mars kan komme som snø. Det er derfor bare nedbørsdata fra disse månedene som er analysert. Værdataene baserer seg på måleserie fra 1972-2013, og usikkerheten, spesielt ved lange returperioder er dermed svært stor.

Figur 2 og tabell 1 viser maksimal døgnet nedbør som er forventet for ulike returperioder ved ekstreme nedbørshendelser.



Figur 2: Beregnet nedbør som kan komme med ulike returperioder: Til venstre vist for returperiode 1-5 år, til høyre vist for returperioder 1-5000 år.

Tabell 1: Forventet nedbør for ulike returperioder, basert på den utførte klimaanalysen.

Returperiode	1 døgns nedbør (mm)
2 år	55
5 år	70
10 år	80
50 år	110
100 år	125
500 år	150
1000 år	170
5000 år	200

Når nedbøren faller som snø vil 1 mm målt nedbør grovt sett tilsvare 10 mm snø. Det må i tillegg tas høyde for effekten av drivsnø, som lokalt kan være betydelig. Snø som kan føre til utløsning av snøskred kan også gjerne komme som følge av intense nedbørsperioder over flere dager, noe som også gjør at en må ta høyde for større nedbørsverdier enn det tabellen over viser.

Basert på dette vurderer vi at det årlig kan komme ustabile snølag på om lag 1 m. Videre er det neppe urealistisk at det kan komme om lag 2 m snø i løpet av noen dager ca. hvert tiende år. Ved sjeldne ekstremværhendelser (returperiode 100-5000 år) kan man forvente 3-4 m snø i løpet av få dager. Klimatisk er derfor forutsetningene for at det utløses snøskred i høyeste grad til stede i området, spesielt i høyden.

Observasjoner

Ved Vassenden er det en bratt fjellside bestående av slett berg opp på nordsiden av dalen. Det er tydelige avskallingsprekker stedvis i skråningen. Skråningen går opp til over 700 m o.h. Det er ikke observert større bergpartier som er tydelig avgrenset, men det er en rekke overflateparallele sprekker som går ut i skråningen og danner avgrensede partier som kan falle ut. Sprekkemønstrene som preger skråningen er som følger:

- Orientering: strøk Ø-V, fall 40°S
- Orientering: strøk Ø-NØ, fall 90°
- Orientering: strøk NV-SØ, fall 70°NØ

Den vestligste delen av skråningen er den bratteste (Figur 3a), her er terrenget stort sett brattere enn 45°. Det er imidlertid ikke mye løst berg her. I øst er det enkelte partier som er mellom 30-45°, men også her er terrenget stort sett brattere enn 45°. I den østlige delen av skråningen er det flere og større partier som er avgrenset og kan falle ut.

Over skråningen er terrenget preget av berg. Der er en del mindre svakhetssoner i berget som gjør at det enkelte steder kan samles snø og vann som vil drenere ned mot konkrete punkt i skråningen.

I dalbunnen møter den bratte skråningen en tilnærmet flat elveslette. Akkurat i overgangen mellom fjellsiden og dalbunnen er det en del steinur. Størrelsen på denne varierer fra å være ganske liten i vest til å være svært stor og mektig i øst (Figur 3b). Dette gjenspeiler til en viss grad kvaliteten på berget i forhold til hvor mye steinsprang som har løsnet i skråningen. Også utenfor kanten av steinuren er det observert en del blokker på opptil flere m³ som bærer tydelig preg av å stamme fra steinsprang da de er kantene. Enkelte av blokkene har også et relativt ferskt utseende, mens andre er mer mosegrodd og forvitret. Lengste utløp på blokkene varierer noe, men generelt sett er det ganske få blokker som har passert på sørsiden av der det er planlagt anleggsvei.

Nederst i skråningen i vest er det enkelte mindre vifteformer bestående av steinblokker og noe trær. På den ene av disse viftene er det observert blokker som ligger løst plassert oppå andre blokker, og stedvis også oppå trær eller røtter (Figur 3d). Flere trær er veltet i retning nedover viften. Det er også observert tydelige kanaler i viftene med ingen vegetasjon og blokker med ferskt utseende. Ytterst i viftene er det også observert mindre blokkrygger som går ut fra viften.

I den østlige delen av skråningen er det som nevnt en større steinur. Denne består i nedre del stort sett av blokker som er 1-10 m³. Lengre oppe i uren er det en del mindre blokker. Også utenfor foten av uren er det her observert en del blokker, for det meste fra ca. 0,5-5 m³ (Figur 3c). Lengst øst, nær planlagt påhugg, er det observert en moreneavsetning som stikker en del

opp i terrenget i forhold til elvesletten. Denne har en bratt skråning ned mot elvesletten for øvrig. Også oppå moreneavsetningen er det observert en del blokker som virker å stamme fra steinsprang.



Figur 3: Bilder fra feltbefaring. a) Den vestlige delen av skråningen ved Vassenden, her er det begrensede urmasser, men enkelte mindre skredvifter. b) Den østlige delen av skråningen hvor det er en større ur. c) Et eksempel på en steinsprangblokk som er observert oppå moreneavsetningen i øst hvor det øvre riggområdet er planlagt. d) Blokk som ligger løst oppå veltede trær på en skredvifte i vest. Dette er tegn på

relativt nylige snøskred. e) Et oppsprukket bergparti på sørsiden av Sørrelva. f) Det oppsprukkede bergpartiet fra bilde e) er indikert i rødt.

Ved Sørrelva er det bratte skrenter, spesielt på sørsiden av elvedalen hvor det er planlagt bekkeinntak. Det er observert spesielt ett sted hvor det er oppsprukkede blokker i et bergparti (Figur 3e og f). Under dette bergpartiet er det en grov ur som går ned i elva, rett nedstrøms for der hvor det kommer ned en bekk på nordsiden av elva. Blokkene over denne uren er tilsynelatende svært avgrenset, og enkelte av dem står helt på kanten av en skrent. Enkelte av blokkene er flere m³. Det er for øvrig ur flere steder langs Sørrelva, men de andre stedene består ikke uren av like grove blokker som her.

Tidligere skredhendelser

Det er registrert en snøskredhendelse i Vassenden i NVE sin skreddatabase:

«Den 23. november 1882 omkom Hans Olai Mørk Larsen, 27 år, med bustad på Vatne. "et sneskred faldt over ham". Det står nemnt det same i klokkeboka. Dette var ein plass som låg aust for Storvantet, på Vassenden. Dette er ein stad som no er fråflytta.»

Modellering

RAMMS

Det er modellert snøskred i det dynamiske 3D-simuleringsprogrammet RAMMS. Modelleringene ble imidlertid utført før feltbefaring. I etterkant har vi vurdert at de modellerte scenariene neppe er realistiske, og videre at det ikke er behov for ytterligere modelleringer av snøskred.

RockyFor3D

Det er utført modelleringer av steinsprang i modelleringsprogrammet RockyFor3D. Det er simulert steinsprang som er 0,5x0,5x0,5 m fra vestre del av skråningen og steinsprang som er 2x2x2 m fra den østre delen av skråningen. Det digitale kartgrunnlaget som er benyttet er noe grovt, en terrengmodell med celler som er 10x10 m, noe som i de fleste tilfeller vil medføre for lange utløpslengder i modellen i forhold til i virkeligheten. Det er utført modelleringer både med og uten skredvoll.

Resultatene fra modelleringen gjenspeiler omtrentlig lengste utløp av steinblokker som er observert i felt. I modellen går imidlertid steinsprang noe lenger enn det som er observert, dette trolig på grunn av at det er benyttet en ganske grov terrengmodell. Modelleringene viser videre at en voll med 3 m høyde vil stoppe alle steinsprang.

Skredfarevurdering

Vurderinger av skredfare er gjort i henhold til sikkerhetsklasser for bygg definert i plan- og bygningslovens tekniske forskrift (TEK 10) § 7-3. Disse sikkerhetsklassene er satt på bakgrunn av de forventede konsekvensene en eventuell skredhendelse vil ha for ulike typer bygg, og gjelder både for personelle, økonomiske og andre samfunnsmessige hensyn (tabell). I forskriften presiseres det at byggverk hvor konsekvensene av en skredhendelse vil være særlig stor og gi uakseptable konsekvenser for samfunnet ikke skal plasseres i skredfarlig terreng.

Det er noe uklart hvorvidt TEK 10 er gjeldende for de permanente konstruksjonene i dette tilfellet, men det er like fullt tegnet faresoner og gitt anbefalinger på bakgrunn av de ulike sikkerhetsklassene i tabell 2.

Tabell 2: Sikkerhetsklasser for skred i henhold til TEK10 § 7-3.

Sikkerhetsklasse for skred	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet
S1	liten	1/100
S2	middels	1/1000
S3	stor	1/5000

I anleggsfasen legges det til grunn NS 5815 Risikovurdering av anleggsarbeid. Denne standarden gir ingen konkrete akseptkriterier for skred. Vi foreslår at sikkerhetsklassene i TEK 10 kan brukes som veiledende akseptkriterier ved å legge til grunn sikkerhetsklasse S2 for riggområder og påhuggsområde, altså steder med tidvis betydelig personopphold. Det anbefales videre å legge til grunn sikkerhetsklasse S1 for anleggsvei, kaianlegg og andre arealer med mer begrenset personopphold. For steder hvor det kun blir personopphold en kortere periode vil høyere skredfare enn 1/100 også være akseptabelt forutsatt at en tar hensyn til værforhold og unngår arbeid under værforhold som medfører høy skredfare.

Steinsprang

Fjellsiden i nord er bratt og det er tydelige sprekker som kan avløse steinblokker. Det er også tydelige avsetninger som viser at det har gått mye steinsprang i fjellsiden tidligere både i form av en steinur inntil fjellsiden og spredte steinblokker lenger ute i dalbunnen. Enkelte mindre steinsprangavsetninger som har ligget på dalbunnen kan ha blitt vasket bort av flommer. De største blokkene som er observert er imidlertid så store at de trolig ville blitt liggende uansett. De største steinblokkene er ofte de som går lengst ut ved steinsprang. Det antas derfor at de ytterste steinblokkene som er observert i dalbunnen for det meste representerer de lengste steinsprangutløpene som har vært i Vassenden siden sist istid. De observasjonene som er gjort av steinsprangavsetninger, sammen med de utførte modelleringene, gir et visst grunnlag for å anslå sannsynligheter for steinsprang fra skråningen.

Vi vurderer at steinsprang kan nå ned til foten av uren og stedvis noe lenger ut med nominell årlig sannsynlighet større enn 1/100. Videre vurderer vi at steinsprang kan nå omtrent til veien med nominell årlig sannsynlighet større enn 1/1000. Steinsprang vurderes å kunne nå et lite stykke forbi veien med nominell årlig sannsynlighet større enn 1/5000.

Det er enkelte lokale variasjoner i utløpslenger på steinsprang som følge av topografiske forhold. Utløpet av steinsprang med de ulike sannsynlighetene er vist i faresonekartet i vedlegg 1.

Ved Sørrelva vil det være fare for steinsprang langs hele elva i området hvor bekkeinntaket er planlagt. Faren er imidlertid vurdert å være betydelig større rett under det oppsprukkede bergpartiet, der hvor uren er grovest. Her vil steinsprang også forventes å være større og ha mer destruktivt potensiale. *Det anbefales at det fullstendig unngås opphold og arbeid i denne groveste delen av uren og i elven rett under det oppsprukkede bergpartiet. I øvrige deler av elveløpet vurderes faren for steinsprang å være akseptabel i forhold til anleggsarbeid i en begrenset periode.*

Snøskred/sørpeskred

Klimatisk er forholdene til stede for at det kan komme mye snø i skråningen nord for Vassenden. Det er sannsynlig at det kan dannes snøskavler i de øvre delen av skråningen, og i de mindre bratte partiene kan det samles snø som kan rase ut som snøskred. Ved enkelte vifter i den vestlige delen av skråningen er det spor som tyder på at det har gått snøskred nylig.

Vi har imidlertid ikke observert tegn på at snøskred har nådd langt ned i dalbunnen. Vegetasjonen har ingen skader fra snøskred. Topografisk sett ligger heller ikke forholdene til rette for utløsning av store snøskred med lange utløpslengder i skråningen. Observasjonene vi har gjort antyder at det kan løsne mindre snøskred i skråningen relativt ofte, men sjeldent eller aldri snøskred som kan gå langt ut i dalbunnen. Det er en kjent snøskredhendelse i dalen, men det er usikkert hvor denne hendelsen har forekommet.

Det er også tydelige tegn på at det har gått veldig våte snøskred eller sørpeskred på enkelte vifter inntil skråningen. Slike skred dannes trolig som følge av plutselig værromslag til regn og mildvær tidlig på vinteren eller som følge av intens smelting på vårparten. Det er observert enkelte mindre søkk over skråningen hvor is og snø kan demme opp et mindre område, og når en slik dam brister vil våt snø eller sørpe gå nedover skråningen og dra med seg snø, vann og løsmasser. Viftene ved foten av skråningen hvor det er spor etter slike skred viser at dette er en aktiv prosess i skråningen. Utløpet av skredene virker imidlertid ikke å ha vært særlig langt, det er ikke observert avsetninger etter slike skred som har passert den planlagte vegen.

Vi vurderer at snøskred og sørpeskred i den vestlige delen av skråningen kan nå ned til foten av urene/viftene med nominell årlig sannsynlighet større enn 1/100. I den østlige delen vil skred av denne typen stoppe opp høyere oppe i uren. Vi vurderer videre at skred som går sjeldnere neppe vil ha vesentlig mye lengre utløp. Det tegnes derfor ikke egne faresoner for nominell årlig sannsynlighet større enn 1/1000 og 1/5000 med tanke på snøskred/sørpeskred.

Ved Sørrelva vil det være en viss fare for snøskred og sørpeskred i elven de fleste steder. Det anbefales at det unngås bygging i området på vinterstid, samt i de mest intense smelteperiodene på våren når faren for sørpeskred er størst.

Jord- og flomskred

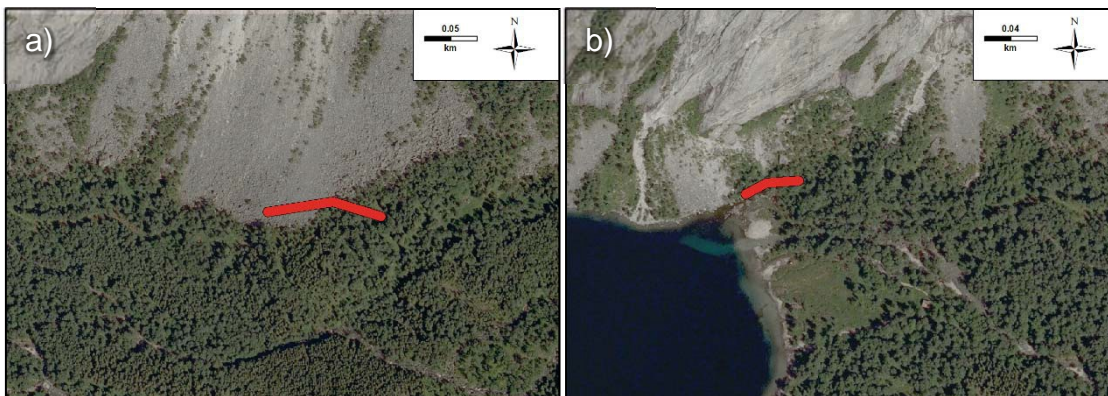
Det er så å si ingen løsmasser i den omtalte skråningen på nordsiden av Vassenden, og heller ingen tydelige dreneringsløp. Heller ikke ved Sørrelva vil jord- og flomskred være noen utfordring for arbeidene.

Det vurderes å ikke være fare for jord- eller flomskred som kan ramme de planlagte benyttede områdene.

Oppsummering og anbefalte tiltak

Skredfaren vurderes som akseptabel for de fleste av arealene som er planlagt benyttet ved Vassenden. Unntaket er det øvre riggområdet (oppå moreneavsetningen). Her er skredfaren stedvis større enn 1/1000 med tanke på steinsprang. Dersom dette arealet ønskes benyttet anbefales det å anlegge en voll som er ca. 110 m lang, 3 m høy og plassert som omtrent som vist i Figur 4. Vollen kan anlegges av stedlige masser fra uren, men bør bestå av stablede blokker og bør være minst 45-50° bratt på oversiden. I den vestligste enden av vollen danner terrenget i kanten av moreneavsetningen en naturlig voll, og dette kan vurderes benyttes i utformingen av vollen ved at vollen trekkes noe lenger sør enn indikert i figuren og forlenges østover herfra.

Også rett ved kaianlegget er det planlagt et lite riggområde. Dette kommer delvis innenfor faresonene med skredfare større enn 1/100 og 1/1000. Dersom det skal være en del personopphold ved dette riggområdet bør det anlegges en tilsvarende voll som beskrevet over rett nord for riggområdet. Lengden på en slik voll vil bli ca. 40 m.



Figur 4: Voller mot steinsprang. a) Omtrentlig plassering av en 3 m høy voll mot steinsprang i øst. Vollen kan flyttes noe for å tilpasses det lokale terrenget. b) Omtrentlig plassering av 3 m høy voll i vest, ved riggområde nær kaianlegg.

Dersom det under anleggsperioden blir behov for å arbeide innenfor områdene som er vist i vedlegg 1 med skredfare større enn 1/100 må det utvises aktsomhet. Dette gjelder spesielt ved værforhold som medfører høy skredfare. Anleggsledelsen kan benytte skredvarslene på www.varsom.no i vurdering av når det er fare for utløsning av skred. I tilfeller hvor man er i tvil om det er trygge værforhold må skredkyndig personell tilkalles for å gjøre en vurdering.

Ved Sørrelva er det ikke tegnet faresonekart. Skredfaren under arbeidene med å etablere bekkeinntak vurderes som akseptabel under følgende forutsetninger:

- Det må unngås opphold og arbeid i elven rett under et oppsprukket bergparti på sørsiden av elven, der hvor steinuren er grovere enn de øvrige stedene. Her vurderes det å være overhengende fare for steinsprang.

- Arbeid i de øvrige delen av elveløpet vurderes som akseptabelt med tanke på alle skredtyper, så fremt det ikke skjer på vinteren eller våren når skredfare er størst. Det vil være en viss skredfare her uansett årstid, men arbeidene forventes å skje i en begrenset tidsperiode, og risikoen for skredulykker vurderes derfor å være akseptabel.

Bergen, 14.10.2015
Sweco Norge AS

Utarbeidet av:



Espen Eidsvåg
Geolog

Kontrollert av:



Roger Sørstø Andersen
Geolog