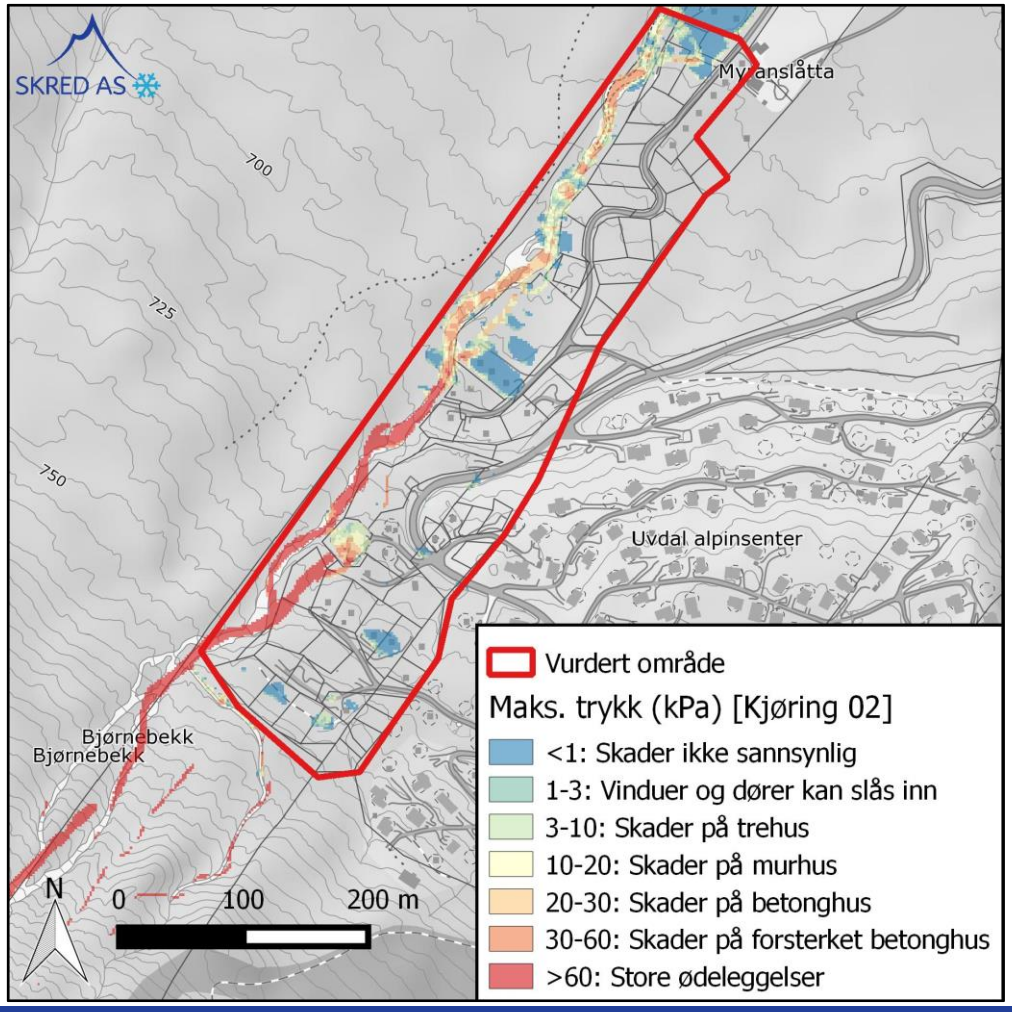
Nore og Uvdal, Uvdal alpinsenter - Flom- og skredfare langs Bjørnebekk

Vurderinger av skred- og flomfare



Oppdragsgiver: Numedal Tomteservice AS

Kontaktperson: Ole Gunnar Haug

Rapport nr.: 15084-01-1

Dato: 2016-01-28

Utført av: Kalle Kronholm

SKRED AS

Skred AS
Baklivegen 27
3570 Ål

Foretaksregisteret:
NO 914 596 890 MVA
Konto nr.: 2320 17 26158

T: 473 48 221
E: post@skred.as
W: www.skred.as

Sammendrag

Det er utført flom- og skredfarevurderinger for et område på sørøstsiden av Bjørnebekk i Uvdal alpinsenter, Nore og Uvdal kommune. Krav til sikkerhet mot skred og flom, definert i TEK10, legges til grunn for vurderingene. Det vurderte området omfatter flere tomter. Vi kjenner ikke detaljene for utbyggingen.

Det er utarbeidet faresoner for skred i henhold til kravene i TEK10, for følgende sikkerhetsklasser for skred: S2 og S3. Største tillatte nominelle årlige sannsynlighet for skred er hhv. 1/1000 og 1/5000. Kravene i TEK10 omfatter følgende skredtyper i bratt terreng:

- Snøskred (inklusive sørpeskred)
- Steinsprang
- Løsmasseskred (flomskred og jordskred)

Dimensjonerende skredtype i det vurderte området er sørpeskred og delvis flomskred og steinsprang fra en løsmasseskjæring. Flere av tomtene i det vurderte området tilfredsstiller ikke kravene til sikkerhet mot skred i sikkerhetsklasse S2. På disse tomtene kan det ikke bygges hytter uten etablering av sikringstiltak mot vannrelaterte skred. Faresonene ligger nedenfor svinger der skredmasser vil hoppe ut av eksisterende bekkeløp. Det mest opplagte sikringstiltaket i disse svingene, er å sørge for at det er større høyde fra Bjørnebekk til toppen av terrenget i yttersvingen. Det kan gjøres ved å forhøye terrenget med en voll i løsmasse. Vollen må erosjonssikres og den må stå stabilt.

Større deler av området tilfredsstiller ikke kravene til sikkerhet mot skred i sikkerhetsklasse S3. På disse tomtene kan det ikke bygges for eksempel hoteller. Det vil være vanskelig å sikre området opp til kravene i sikkerhetsklasse S3. Vi anbefaler derfor å unngå plassering av denne typen bygninger i faresonen.

En drensgrøft sørvest for det vurderte området, har forholdsvis stor dimensjonerende flomvannføring. Det må sikres at drensgrøften kan ta unna dimensjonerende vannmengde, og at den er erosjonssikret til dimensjonerende flomvannføring. En mer detaljert vurdering av dette, krever oppmåling av tverrsnitt flere steder i bekken og flere beregninger basert på oppmålingene.

Innhold

1 Innledning 5
1.1 Bakgrunn 5
1.2 Mål 5
1.3 Forbehold og avgrensninger 5
1.4 Grunnlag 6
1.5 Om de vurderte skredtypene 7
2 Krav til sikkerhet mot skred 9
2.1 Generelt 9
2.2 Krav til sikkerhet mot skred 9
2.3 Krav til sikkerhet mot flom 10
3 Beskrivelse av området 11
3.1 Tidligere vurderinger 11
3.2 Topografi, vegetasjon og geologi 11
3.3 Klima 12
3.4 Registrerte skredhendelser 12
3.5 Observasjoner i terrenget 12
4 Vurdering av skredfare 13
4.1 Snøskred 13
4.2 Sørpeskred 13
4.3 Skred i fast fjell 15
4.4 Løsmasseskred 17
4.5 Faresoner for skred 17
4.6 Forutsetninger for faresonene 17
5 Flomvurdering 18
5.1 Flomvannføring 18
6 Konklusjon og mulige sikringstiltak 19
7 Referanseliste 20

Figurer

Figur 1: Kart over det vurderte området. Bakgrunnskart © Kartverket, www.kartverket.no. 6
Figur 2: Bilde av Bjørnebekk vest for 10/72, sett oppover i bekkeløpet, mot sørvest. Foto: Ole Gunnar Haug. 15
Figur 3: Bilde av en del av løsmasseskjæringen bak 10/65 og 10/66. Foto: Lisa Kristiansen. 16

Tabeller

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde. Fra veileder til byggteknisk forskrift, TEK10 (DiBK, 2015). 9

Tabell 2: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i flomutsatt område. Fra veileder til byggteknisk forskrift, TEK10 (DiBK, 2015). 10

Tabell 3: Ulike parametersett i RAMMS testet for å vurdere sensitivitet. Utløsningsområdet er vurderte fra ortofoto, kartgrunnlag og erfaring. 13

Kartbilag

1) Terrenghelning og skyggerelieff.
2) Faresoner for skred.

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Det planlegges utbygging langs sørsiden av Bjørnebekk i Uvdal alpinsenter, og det er nylig etablert hytter på flere tomter i området. Området langs Bjørnebekk ligger i aktsomhetssonen for jord- og flomskred (NVE, 2015). Den øvre delen av utbyggingsområdet ligger i aktsomhetsområdet for snøskred (NVE, 2015).

I forbindelsen med utbygging på tomtene 10/65 og 10/66, ønsket kommunen en vurdering av faren for flom og skred. Skred AS ble bedt om å vurdere dette. Senere er vi bedt om å utvide vurderingen til følgende tomter: 10/16, 10/17, 10/23, 10/27, 10/42, 10/43, 10/44, 10/45, 10/46, 10/47, 10/51, 10/53, 10/54, 10/55, 10/65, 10/67, 10/68, 10/69, 10/70, 10/72, 10/73, 10/74, 10/78, 10/79, 10/80, 10/81, 10/82, 11/3, 11/4, 11/5, 11/6, 11/7, 11/8, 16/8, 16/16, 16/17, 16/18, 16/19, 16/20, 16/22, 16/23 og 16/24. Tomtene ligger på sørøstsiden av Bjørnebekk. Skred og flom er flatedekkende prosesser, som ikke skiller på tomtegrenser. Vi har derfor utført en skredfarevurdering for et større område langs sørøstsiden av Bjørnebekk (Figur 1).

1.2 Mål

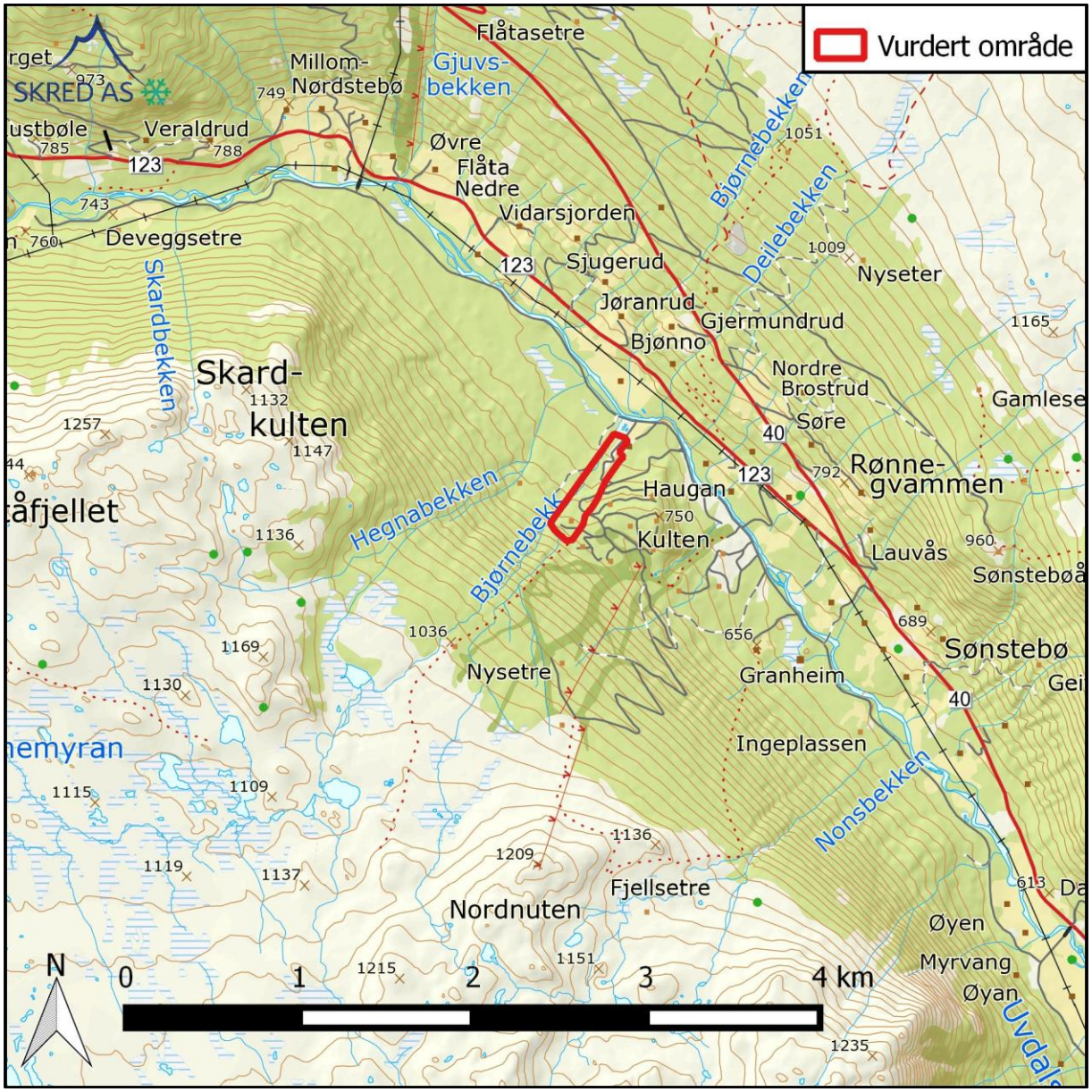
Skred AS er bedt om å utføre en detaljert skredfarevurdering samt en flomvurdering for det området. Krav til sikkerhet mot skred og flom, definert i TEK10, legges til grunn for vurderingene. Eventuelle faresoner for skred i det vurderte området skal tegnes i kart. Om nødvendig skal mulige sikringstiltak skisseres.

Anvendt metode for skredfarevurderingen skal følge NVE-veileder nr. 8-2014 «Sikkerhet mot skred i bratt terreng. Kartlegging av skredfare i arealplanlegging og byggesak» (NVE, 2014).

1.3 Forbehold og avgrensninger

Informasjon om tidligere skredhendelser er viktige for vurdering av skredfare. Dersom det kommer mer informasjon om tidligere skred, bør det tas med i betraktningene.

Vurderingene er gjort ut fra terreng og vegetasjon slik det ble observert på befaringene, på bildegrunnlag oversendt av oppdragsgiver, på tilgjengelige flyfoto og på tilgjengelig kotegrunnlag. Hvis terreng eller vegetasjon endres betydelig, kan det ha betydning for skredforholdene. Da anbefales det å utføre en ny vurdering.



Figur 1: Kart over det vurderte området. Bakgrunnskart © Kartverket, www.kartverket.no.

1.4 Grunnlag

1.4.1 Terrengmodell

Vi har kjøpt kotegrunnlag gjennom Infoland. Fra dalbunnen opp til omtrent kote 1050 er det koter med 1 m ekvidistanse. Ovenfor kote 1050 er det koter med 5 m ekvidistanse. Basert på dette kotegrunnlaget, har vi laget en digital terrengmodell med horisontal oppløsning på 1 m x 1 m. Beregnet terrenghelning er vist i Kartbilag 1.

1.4.2 Befaring

Den 21. august 2013 utførte Kalle Kronholm befaring i området. Befaringen ble utført i forbindelse med vurderingene beskrevet i Asplan Viak rapporten fra 2013. Det var god sikt

på befaringsdagen. Området ble befart til fots. Vi har også mottatt bilde fra området, tatt 2. januar 2016.

1.5 Om de vurderte skredtypene

Skredtypene steinsprang, snø-, sørpe-, jord- og flomskred inngår i vurderingene. Bare skred fra naturlige skråninger er vurdert, ikke stabilitet av menneskeskapte skråninger (utsprengte fjellpartier, utgravinger, skjæringer osv.).

1.5.1 Snøskred

Snøskred utløses vanligvis der terrenget er mellom 30° og 50° bratt. Der det er brattere, glir snøen fortløpende ut, før det bygges opp snødekke av betydning. Det vil derfor ikke dannes større snøskred. Fjellsider som ligger i le for de vanligste nedbørførende vindretninger er mest utsatt for snøskred. Likeledes går det oftest skred i skar, bekkedaler og andre forsenkninger fordi det samles opp mest snø på slike steder.

Fjellrygger og fremstikkende knauser blåses som regel frie for snø. Hvis skogen står tett i fjellsiden vil dette hindre utløsning av snøskred. Det er tilfellet i store deler av de vurderte områdene. Forutsetningen er at trærne er så høye at de ikke snør ned. Som regel må det komme fra 0,5-1 m snø i løpet av to til tre døgn sammen med sterk vind for at store snøskred skal bli utløst. Markerte temperaturstigninger kan også føre til at det går snøskred.

1.5.2 Sørpeskred

Sørpeskred er en spesiell type snøskred der snøen inneholder så mye vann at den blir flytende. Skredene følger helst bekke- og elvedrag som myrområder, vann eller slake forsenkninger. I de her vurderte områdene, vil de hovedsakelig følge samme raviner som kanaliserte løsmasseskred. Sørpeskredene kan forekomme i ulike terrengtyper og kan være vanskelig å forutsi. De utløses helst når snøen er løs og lett, i nysnø eller grovkornet løs snø, som følge av sterkt regn eller snøsmelting. Sørpeskred kan nå langt selv i slakt terreng.

1.5.3 Steinsprang

Steinsprang forekommer vanligvis i bratte oppsprukne fjellpartier der terrenghelningen er større enn 40-45°. Steinsprangene utløses fra steile sprekker og overheng som har utviklet seg over lang tid. Det vanligste er mindre utfall på noen fåtalls kubikkmeter, men større steinskred kan også forekomme. Steinsprang forekommer helst om våren og høsten, enten som følge av frysing/tining og rotsprenging eller pga. store nedbørmengder som fører til høyt vanntrykk i sprekkene i fjellet. Frittliggende blokker kan remobiliseres i bratt terreng, for eksempel ved rotvelt.

1.5.4 Jordskred

Jordskred utløses i bratte fjellsider der det ligger løsmasser og hvor terrenget er brattere enn 25-30°. Løsmasser med stort innhold av finstoff kan bli utløst i enda slakkere terreng.

1.5.5 Flomskred

Flomskred som følger bekker og elver kan bli utløst i løp med helning helt ned mot 15°. Jord- og flomskred blir gjerne utløst etter langvarig nedbør, eller etter korte, men intense regnskyll.

Sterk snøsmelting kan også føre til utløsning av slike skred, men da oftest i kombinasjon med regn.

Som en samlebetegnelse for jord- og flomskred anvendes i resten av rapporten betegnelsen løsmasseskred. Det skilles mellom kanaliserte og ikke-kanaliserte løsmasseskred. På grunn av terrenget i de vurderte områdene, vil løsmasseskred hovedsakelig kanaliseres i eksisterende raviner. Dette gjelder ikke nødvendigvis dimensjonerende løsmasseskred med årlig sannsynlighet på 1/5000.

1.5.6 Effekt av skog

Tett skog reduserer sannsynlighet for utløsning av løsmasseskred og snøskred. Tett skog kan også bremse opp snøskred, løsmasseskred og steinsprang. Skogen er derfor viktig å ta med i vurderingene.

2 Krav til sikkerhet mot skred

2.1 Generelt

Plan- og bygningsloven § 28-1 stiller krav om tilstrekkelig sikkerhet mot fare for nybygg og tilbygg:

«Grunn kan bare bebygges, eller eiendom opprettes eller endres, dersom det er tilstrekkelig sikkerhet mot fare eller vesentlig ulempe som følge av natur- eller miljøforhold. Det samme gjelder for grunn som utsettes for fare eller vesentlig ulempe som følge av tiltak.»

Vi kjenner ikke til de detaljerte planer for utbygging i området.

2.2 Krav til sikkerhet mot skred

Byggteknisk forskrift TEK10 § 7-3 definerer krav til sikkerhet mot skred for nybygg og tilhørende uteareal (Tabell 1). I veilederen til TEK10 gis retningsgivende eksempler på byggverk som kommer inn under de ulike sikkerhetsklassene for skred (DiBK, 2015).

Sannsynligheten i Tabell 1 angir den årlige sannsynligheten for skredskader av betydning, dvs. skred med intensitet som kan medføre fare for liv og helse og/eller større materielle skader.

Tabell 1: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i skredfareområde. Fra veileder til byggteknisk forskrift, TEK10 (DiBK, 2015).

Sikkerhetsklasse for skred	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet
S1	Liten	1/100
S2	Middels	1/1000
S3	Stor	1/5000

Vanlige hytter skal tilfredsstille kravet til sikkerhet mot skred i sikkerhetsklasse S2. For hoteller eller andre bygg der det normalt oppholder seg mer enn 25 personer, gjelder kravet til sikkerhet mot skred i sikkerhetsklasse S3. For uteareal kan sikkerhetsklassen reduseres ett nivå i forhold til kravet som gjelder for tilhørende bygning. Vi kjenner ikke til detaljplanene for utbygging, men har valgt å tegne faresoner for skred, svarende til kravene for sikkerhetsklasse S2 (årlig sannsynlighet ≥ 1/1000) og S3 (årlig sannsynlighet ≥ 1/5000).

I TEK10 er det spesifisert at samlet sannsynlighet for alle skredtyper skal legges til grunn for vurderingen av årlig sannsynlighet. Vi har derfor vurdert følgende skredtyper:

- Skred i fast fjell
- Skred i løsmasser
- Snøskred, inkludert sørpeskred

Den endelige vurderingen av skredfare er samlet nominell årlig sannsynlighet for skred, som kan sammenliknes direkte med kravene i Tabell 1.

2.3 Krav til sikkerhet mot flom

Byggteknisk forskrift TEK10 § 7-2 definerer krav til sikkerhet mot flom og stormflo (Tabell 2). I veilederen til TEK10 gis retningsgivende eksempler på byggverk som kommer inn under de ulike sikkerhetsklassene for skred (DiBK, 2015). Sannsynligheten i Tabell 2 gjelder sakte voksende flommer. For typer av flommer som kan medføre fare for tap av menneskeliv gjelder kravene for skred, avsnitt 2.2.

Tabell 2: Sikkerhetsklasser ved plassering av byggverk i flomutsatt område. Fra veileder til byggteknisk forskrift, TEK10 (DiBK, 2015).

Sikkerhetsklasse for flom	Konsekvens	Største nominelle årlige sannsynlighet
F1	Liten	1/20
F2	Middels	1/200
F3	Stor	1/1000

For det vurderte området skal nye bygninger mest sannsynlig tilfredsstille kravene til sikkerhet mot flom i sikkerhetsklasse F2. I praksis betyr det, at tiltak i forbindelse med bekker skal dimensjoneres for 200-års flom, for eksempel stikkrenner og erosjonssikring av bekkeløp. Lovverket stiller også krav om at byggverk skal plasseres eller sikres slik at det ikke oppstår skade ved erosjon.

3 Beskrivelse av området

Planområdet ligger i Uvdal alpinsenter, 8 km nord for Imingfjell og 14 km sør for Dagali.

3.1 Tidligere vurderinger

Vi har kjennskap til følgende rapporter fra området:

- Asplan Viak rapport datert 2013-09-13, Områderegulering Øvre Uvdal - Skredfarevurdering område 15, 83F, 11B (Asplan Viak, 2013). Rapporten beskriver grunnlaget for skredfarevurderinger for to områder i Uvdal Alpinsenter. Det er blant annet utført detaljert klimaanalyse og beregninger av utbredelse av løsmasseskred. Det anbefales å regulere skogsdriften i et område for å unngå økning av skredaktiviteten.
- Skred AS rapport 15051-02-1, Nore og Uvdal, Uvdal alpinsenter - Flom- og skredvurdering reguleringsplan - Flomvurdering og faresoner for skred (Skred AS, 2015). Området for den vurderte reguleringsplanen ligger også i Uvdal alpinsenter, omtrent 500 m sørøst for det her vurderte området. Rapporten foreslår ulike tiltak for å redusere problemer med flombekker i området.

3.2 Topografi, vegetasjon og geologi

Terrenget i det vurderte området er relativt slakt, med typisk terrenghelning mindre enn 20° (Kartbilag 1). Unntaket er fyllingene mellom tomtene og nedenfor veger. Enkelte av disse er brattere enn 50°. Terrenget i det vurderte området skråner mot nordøst.

Ovenfor det vurderte området øker terrenghelningen jevnt opp mot kote 920. Mellom kote 800 og 920 har omtrent halvparten av terrenget en helning på 30-45°. Ovenfor kote 930 blir terrenget slakere, hovedsakelig rundt 20° opp til Bjønnetjørn, 1064 m o.h. og myrområdene rundt.

Løsmassedekket er kartlagt i målestokk 1:250.000 (NGU, 2015a). Kartene viser tykk morenedekke langs Bjørnebekk. En mindre rygg nordøst for Bjørnetjørn er en randmorene. Observasjoner i felt og på flyfoto tyder på at løsmassedekket langs Bjørnebekk er erodert vekk, eller forholdsvis tynt. Andre steder er tykkelsen på løsmassedekket minst 5 m. Nasjonal berggrunnsdatabase viser at berggrunnen i området hovedsakelig er metaryolitt (NGU, 2015b).

Terrenget rundt Bjørnebekken har flere tydelige forsenkninger (raviner) mellom det vurderte området og Bjønnetjørn. Disse ses best i kartet med skyggerelieff (Kartbilag 1). Ravinene kan være dannet ved erosjon der bekken har hatt løp siden siste istid, ved tidligere løsmasseskred, eller en kombinasjon. På kartgrunnlaget ses ikke tydelige leveer langs ravinene. Koter med ekvidistanse på 1 m gir grunnlag for å se det, hvis de finnes. Vi tolker det derfor slik at ravinene fortrinnsvis er dannet ved erosjon fra ulike løp av Bjørnebekk.

Skogens tetthet avtar med høyden. Opp til rundt kote 800 er skogen relativt tett og består av furu, gran og bjørk. Diameter på stammene er typisk 20-30 cm. Ovenfor kote 800 er skogen glissen og består hovedsakelig av bjørk med enkelte furuer. Diameter på stammene er typisk 10-20 cm.

Det naturlige nedslagsfeltet til Bjørnebekk er forholdsvis stort. Grøfter i forbindelse med terrenginngrep i nedfartsløypene, gjør nedslagsfeltet komplisert.

3.3 Klima

For en detaljert gjennomgang av klima i området, henvises til rapporten utført av Asplan Viak (Asplan Viak, 2013). Mesteparten av nedbøren i planområdet, kommer i løpet av sommeren. Normal nedbørførende vindretning er fra sørvest over vest til nordvest. Nedbør med vind fra østlig retning er ikke vanlig, men kan ikke utelukkes.

3.4 Registrerte skredhendelser

I den nasjonale skreddatabasen (NVE, 2015) er det registrert flere skredhendelser i øvre del av Uvdal, men ingen skredhendelser i det vurderte området. Se Asplan Viak rapporten fra 2013 for oversikt. Skredhendelsene er hovedsakelig løsmasseskred.

3.5 Observasjoner i terrenget

Under befaringen ble det observert erosjons- og stabilitetsproblemer i bratte vegskjæringer. Bortsett fra dette, ble det ikke observert tydelige skredskader eller andre tegn etter skred i terrenget ovenfor planområdet.

En del av grøftene i terrenget ovenfor planområdet ble studert under befaringen. Det er store forskjeller i størrelsen på grøftene. Enkelte er med dybde og bredde på 1-1,5 m, mens andre er små forsenkninger.

4 Vurdering av skredfare

4.1 Snøskred

En del av fjellsiden ovenfor det vurderte området er brattere enn 30°. Disse områdene er derfor potensielle utløsningsområder for snøskred. På grunn av skogen, anser vi sannsynlighet for utløsning av snøskred som meget liten. Skogen ovenfor det vurderte området har derfor stor betydning for utstrekningen av faresonene. Skogen bør derfor underlegges krav om skjøtsel.

Snøskred er ikke dimensjonerende skredtype. Vi har derfor ikke utført beregninger av utbredelse for ulike scenarioer.

4.2 Sørpeskred

Sørpeskred er ikke kjent fra området. Allikevel mener vi at Bjønnetjørn og myrområdene rundt, utgjør et potensielt utløsningsområde for sørpeskred. Sørpeskred vil dreneres ned gjennom Bjørnebekk.

4.2.1 Beregninger

Det er utført beregninger av skredutbredelse med modulen for løsmasseskred i RAMMS (Christen et al., 2010). Flytebevegelsen for sørpeskred er ikke helt ulik løsmasseskred med stor vannmetning. Modellresultatene er brukt som støtte for å vurdere flytebevegelsen i sørpeskred. Vi er ikke kjent med sørpeskredhendelser fra området, og parametersettet er derfor ikke justert til lokale forhold. I stedet har vi tatt utgangspunkt i andre kjente sørpeskredhendelser, som vi har kjørt beregninger for. Modellresultatene skal ikke ses som endelig svar på skredbevegelsen, men som en støtte for vurderingene.

Sensitivitet i modellresultater til ulike innstillinger er testet og oppsummert i Tabell 3. Fra tidligere har vi erfaring med at en horisontal oppløsning på 2 m i terrengmodellen gir bra resultater. Det er anvendt i alle modellkjøringer.

Tabell 3: Ulike parametersett i RAMMS testet for å vurdere sensitivitet. Utløsningsområdet er vurderte fra ortofoto, kartgrunnlag og erfaring.

Kjøring	My (-)	Xi (m s^2)	Bruddkant (cm)	Kommentar
02	0,07	3500	100	Parametersett som tidligere er funnet brukbart til sørpeskred.
03	0,05	3500	100	Noe lavere hastigheter enn kjøring 02. Litt mindre spredning av skredmasse utenfor eksisterende løp.
04	0,07	3000	100	Litt lavere hastigheter enn kjøring 02, men omtrent samme spredning av skredmasser.
05	0,07	4000	100	Litt høyere hastigheter enn kjøring 02, men omtrent samme spredning av skredmasser.
06	0,07	3500	150	Med større utløsningsvolum, er utbredelsen av skredmasser større, men flytemønsteret er omtrent som kjøring 02.

4.2.2 Resultat

Et utvalgt resultat fra modellberegningene er vist på figuren på forsiden av rapporten. De vesentligste resultater fra beregningene er:

- Skredmasser fra sørpeskred vil hovedsakelig følge den nordvestlige ravinen ned mot det vurderte området. Bare en liten del av skredmassene vil følge ravinen mot sørøst, som går ned mot tomtene 10/65 og 10/66. Tomtene i øvre delen av det vurderte området ligger derfor relativt trygt i forhold til sørpeskred.
- I en sving i bekkeløpet vest for tomt 10/72 (punkt 1 i Kartbilag 2), vil en del av skredmassene fortsette mot nordøst, og ikke følge svingen mot nord. Alle beregninger, med unntak av enkelte med urealistisk stor friksjon (kjøring 03), viser dette. Skredmassene går over hjørnet på 10/72, midt gjennom 10/73 og vil stoppe opp på 10/75. I beregningene med spesielt stort skredvolum (kjøring 06), fortsetter skredmassene ned på 10/20, 10/27 og 10/4/1. Dette anser vi som lite realistisk for dimensjonerende skred med årlig sannsynlighet på 1/1000. Svingen i Bjørnebekk er vist i Figur 2. I yttersvingen er det en overhøyde mellom bekk og toppen av den naturlige vollen, på omtrent 2 m. Vi mener dette er for lite for å få dimensjonerende skred til å følge svingen, og mener derfor beregningsresultatene er realistiske. Mulige sikringstiltak er skissert i avsnitt 6.
- I en sving vest for tomt 10/50 (punkt 2 i Kartbilag 2), fortsetter en liten del av skredmassene rett frem i svingen, og renner inn over tomt 10/51. Alle beregningene viser dette, men trykk fra skredmassene varierer. Det er begrenset overhøyde i den naturlige vollen på yttersiden av svingen. Vi vurderer derfor resultatene som realistiske. Mulige sikringstiltak er skissert i avsnitt 6.
- Det samme er tilfellet i en sving vest for tomt 10/79 (punkt 3 i Kartbilag 2). Her er terrenget slakt, og det er sannsynlig at skredmasser ikke vil følge svingen rundt. Mulige sikringstiltak er skissert i avsnitt 6.

Beregningsresultatene er tatt med i vurderingene ved utarbeidelse av de samlede faresoner for skred.



Figur 2: Bilde av Bjørnebekk vest for 10/72, sett oppover i bekkeløpet, mot sørvest. Foto: Ole Gunnar Haug.

4.3 Skred i fast fjell

Det er mindre kildeområder for steinsprang rundt kote 820. Det er diffuse utfallsområder, og sannsynlighet for utfall anses som liten. Vi anser det som lite sannsynlig at steinsprang fra disse områdene vil nå inn i det vurderte området.

Bak tomtene 10/65, 10/66 og 10/67, er det laget en løsmasseskjæring (Figur 3). Skjæringen har en vertikal utstrekning på omtrent 10 m. Helningen er rundt 32 grader. Ovenfor 10/66 består skråningen av morenemasser. Ovenfor 10/65 er det noe fjell i dagen, og ellers løsmasse. Det renner en liten bekk ned over fjellet på 10/65. I foten av hele skråningen er det satt opp store steinblokker. Disse stikker omtrent 0,5 m opp over terrenget. Det er lite eller ingen vegetasjon i skråningen.



Figur 3: Bilde av en del av løsmasseskjæringen bak 10/65 og 10/66. Foto: Lisa Kristiansen.

I hele skjæringen er det stein og blokker, som kan rulle ned mot hytter og utearealet. Det er begrenset størrelse på steinblokker i overflaten på skjæringa, typisk mindre enn 0,5 m^3. Steinblokker av den størrelsen vil stoppe mot blokkene i foten av skråningen. Det er enkelte større steinblokker i skråningen, men det antas at disse er stabile, siden de ikke er rensket vekk. Effekten av steinblokkene (i skråningsfoten) som "fangvoll" er størst når rullende blokker treffer en vertikal vegg. Det må derfor sørges for at grøft mellom steinblokker og skrent ikke fylles opp.

Årlig sannsynlighet for at blokker skal rulle ned fra skråningen er mindre enn 1/100, men større enn 1/1000. Blokker som ruller ned skjæringen, har begrenset med energi. Noen få meter ute på platået nedenfor foten av skjæringen, er årlig sannsynlighet for blokker i bevegelse mindre enn 1/1000. Sannsynligheten kan reduseres ytterligere ved å etablere busker, gras og annen vegetasjon i skråningen. Dette vil også redusere sannsynlighet for overflateerosjon og utglidning av løsmasse og utglidninger av snø.

På generelt grunnlag anbefales det å følge med på "ferske" skjæringer i løsmasse. Skjæringen bør regelmessig ses over og eventuelle løse blokker renskes ned på kontrollert vis. Etter at vegetasjon er etablert, reduseres behovet for overvåking.

4.4 Løsmasseskred

Terrenget ovenfor det vurderte området er generelt bratt, men ikke så bratt at sannsynligheten for løsmasseskred er spesielt stor. Vi forventer at løsmasseskred hyppigst vil være flomskred, der skredmassene er fra erosjon langs bekken, i flomsituasjoner. På grunn av en drensgrøft fra nedfartsløypene, er det i perioder betydelig vannføring i bekken som renner på oversiden av det vurderte området (se avsnitt 5). Det er også et betydelig potensial for flomskred herfra.

4.4.1 Beregninger

Det er utført beregninger av skredutbredelse med modulen for løsmasseskred i RAMMS (Christen et al., 2010). Modellresultatene er brukt som støtte for å vurdere flytebevegelsen i løsmasseskred. Vi kjenner ikke til detaljerte flomskred i området, og har derfor anvendt standard parametersett til beregningene (My=0,1; Xi=200 m s^2).

Det er ikke mulig å vite akkurat hvor neste løsmasseskred utløses fra. Utløsningsområdet i beregningene er definert som et område rundt kote 920, der drensgrøfta fra alpinsenteret svinger mot nordøst, ned mot det vurderte området. Det er også kjørt beregninger med et utløsningsområde rundt kote 870 i hovedbekkeløpet til Bjørnebekk.

4.4.2 Resultat

Løsmasseskred med vanlig mobilitet, vil i stor grad følge det etablerte bekkeløpet til Bjørnebekk og bekkeløpet som avgrenser det vurderte området mot sørvest. I spesielle situasjoner, for eksempel ved avsetning av masse i bekkeløpet, eller ved uvanlig stor mobilitet vil skredmassene ta nye løp. Årlig sannsynlighet for slike hendelser, anser vi som meget liten.

4.5 Faresoner for skred

Samlede faresoner for skred er vist i Kartbilag 2. Dimensjonerende skredtype er vannrelaterte skred, sørpeskred og flomskred. Unntaket er helt sør i det vurderte området. Her har steinsprang nedenfor en løsmasseskjæring stor betydning for faresonen. Hele det vurderte området ligger terreng der Bjørnebekk kan forventes å ta nye løp med jevne mellomrom. Spesielt i tre svinger (punkt 1-3 i Kartbilag 2), er det sannsynlig at skredmasser fra sørpeskred vil hoppe ut av eksisterende bekkeløp. I disse områdene kan det vurderes sikringstiltak.

4.6 Forutsetninger for faresonene

Flatehogst av skogen i den delen av fjellsiden som er brattere enn 25°, vil øke sannsynligheten for utløsning av snø- og løsmasseskred. I slike tilfeller bør det utføres en ny skredfarevurdering. Vi anbefaler derfor regulering av skogsdriften i området mellom kote 800-920 ovenfor det vurderte området. Skogen ovenfor omtrent kote 850 er allerede registrert som vernskog (NIBIO, 2015). Skogsdrift kan reguleres som foreslått i (NGI, 2013). I tillegg bør skogsveger reguleres og utformes som beskrevet i (Fergus et al., 2011).

5 Flomvurdering

Det er utført en flomvurdering for bekken som avgrenser det vurderte området mot sørvest. Det er ikke utført en flomvurdering for Bjørnebekk. En stor del av de hydrologiske vurderingene er beskrevet i rapporten for Uvdal Panorama (Skred AS, 2015). Fort detaljer rundt beregningsgrunnlaget vises til den rapporten.

Nedslagsfeltet til den vurderte bekken er hovedsakelig styrt av en drensgrøft, som skjærer seg gjennom alpinanlegget. Drensgrøften begynner rundt kote 1050, og renner herfra omtrent mot nord. Rundt kote 925 ledes vannet fra drensgrøfta ut i et gammelt løp til Bjørnebekk.

Drensgrøfta er ikke undersøkt i detalj, men har betydelig bredde og dybde. Vi vurderer at grøfta vil lede vann under de fleste forhold, men dette avhenger av vedlikehold. Arealet av nedslagsfeltet til den vurderte bekken er 1,2 km^2.

5.1 Flomvannføring

Flomvannføring i bekken er beregnet med et nasjonalt formelverk for små nedslagsfelt. Dimensjonerende vannmengde for gjentakelsesintervall på 200 år (Q_{200}) er beregnet. Grunnlaget er gitt i (Skred AS, 2015). Dimensjonerende flomvannføring er Q_{200}= 2,4 m^3/s. Basert på tidligere vurderinger i området, er dette noe høyere enn verdier beregnet med den rasjonelle formelen.

Dimensjonerende flomvannføring i bekken er relativt stor. Det må derfor sikres at drensgrøfta kan ta unna dimensjonerende vannmengde og at den er erosjonssikret i tilstrekkelig grad. Vi har ikke kjennskap til detaljene rundt geometri, utforming og materialbruk i drensgrøfta sørvest for det vurderte området og i alpinområdet. Vi har derfor ikke hatt mulighet for å beregne for eksempel forventet strømningshastighet på vannet under dimensjonerende flom, og minimum steinstørrelse i eventuelle erosjonssikring. Dersom dette skal gjøres, må vi ha tilgang på detaljerte oppmålinger av tverrsnitt flere steder i bekken.

6 Konklusjon og mulige sikringstiltak

Flere av tomtene i det vurderte området tilfredsstiller ikke kravene til sikkerhet mot skred i sikkerhetsklasse S2. På disse tomtene kan det ikke bygges hytter uten etablering av sikringstiltak mot vannrelaterte skred. Faresonene ligger nedenfor svinger der skredmasser vil hoppe ut av eksisterende bekkeløp (punkt 1, 2 og 3 i Kartbilag 2).

Det mest opplagte sikringstiltaket i disse svingene, er å sørge for at det er større høyde fra Bjørnebekk til toppen av terrenget i yttersvingen. Det kan gjøres ved å forhøye terrenget med en ledevoll i løsmasse, eller ved å senke bekkeløpet tilsvarende, eller en kombinasjon av utgraving og oppbygging av voll. En eventuell voll må erosjonssikres og den må stå stabilt. For punkt 1 og 2, er det i Kartbilag 2 skissert plasseringen av slike ledevoller. Et grovt estimat på nødvendig høyde av slike voller, er 1,5 m ved punkt 1 (tomt 10/72) og 1 m ved punkt 2 og punkt 3 (tomt 10/51 og 10/79). Nøyaktig plassering, form og høyde må vurderes i terrenget. Dersom vollene er tilstrekkelig dimensjonert og plassert riktig, vil faresonene for skred med årlig sannsynlighet på ≥1/1000 kunne flyttes slik at den følger toppen av ledevollene og deretter følger ytterkant av bekkeløpet videre nedover.

I bekkeløpet vest for punkt 1 (vest for tomt 10/72), kan man fjerne løsmasser for å rette ut bekkeløpet. Dette er også skissert i Kartbilag 2. Omfanget av massene som må tas ut for å sikre at skredmasser følger nytt bekkeløp, må vurderes i terrenget. Dette inngrepet kan eventuelt kombineres med oppbygging av en ledevoll på østsiden av bekken, som skissert over. Dersom det fjernes masse på vestsiden av bekken, kan høyden på vollen reduseres. Gjøres dette terrenginngrepet i stort nok omfang, kan faresonen for skred med årlig sannsynlighet på ≥1/1000 flyttes mot vest som beskrevet ovenfor. Tiltaket vil bare ha effekt umiddelbart nedstrøms punkt 1. Tiltaket vil ikke redusere omfanget av faresonen ved punkt 2 og punkt 3.

Større deler av området tilfredsstiller ikke kravene til sikkerhet mot skred i sikkerhetsklasse S3. På disse tomtene kan det ikke bygges for eksempel hoteller. Det vil være vanskelig å sikre området opp til kravene i sikkerhetsklasse S3. Vi anbefaler derfor å unngå plassering av denne typen bygninger i faresonen.

Drensgrøfta sørvest for det vurderte området, har forholdsvis stor dimensjonerende flomvannføring. Det må sikres at drensgrøften kan ta unna dimensjonerende vannmengde, og at den er erosjonssikret til dimensjonerende flomvannføring. En mer detaljert vurdering av dette, krever oppmåling av tverrsnitt flere steder i bekken og flere beregninger basert på oppmålingene.

7 Referanseliste

Asplan Viak, 2013. Områderegulering Øvre Uvdal - Skredfarevurdering område 15, 83F, 11B, Asplan Viak Rapport.

Christen, M., Kowalski, J., Bartelt, P., 2010. RAMMS: Numerical simulation of dense snow avalanches in three-dimensional terrain. Cold Reg. Sci. Technol. 63, 1–14. doi:10.1016/j.coldregions.2010.04.005

DiBK, 2015. Byggteknisk forskrift med veiledning (TEK10) [WWW Document]. Hjemmeside. URL http://dibk.no/no/BYGGEREGLER/Gjeldende-byggeregler/Veiledning-om-tekniske-krav-til-byggverk/ (accessed 10.13.15).

Fergus, T., Høydal, Ø.A., Johnsrud, T.-E., Sandersen, F., Schanche, S., 2011. Skogsveger og skredfare - veileder.

NGI, 2013. Skog og skred - Forslag til kriterier for vernskog mot skred (No. 20120078-01-R), NGI Rapport.

NGU, 2015a. Nasjonal løsmassedatabase [WWW Document]. URL http://geo.ngu.no/kart/losmasse/ (accessed 9.1.15).

NGU, 2015b. Nasjonal berggrunnsdatabase [WWW Document]. URL http://geo.ngu.no/kart/berggrunn/ (accessed 9.1.15).

NIBIO, 2015. Vernskog [WWW Document]. Hjemmeside. URL http://www.skogoglandskap.no/kart/Vernskog (accessed 11.25.15).

NVE, 2015. Skredatlas [WWW Document]. URL http://skredatlas.nve.no (accessed 9.1.15).

NVE, 2014. Sikkerhet mot skred i bratt terreng - Kartlegging av skredfare i arealplanlegging og byggesak, NVE Veileder.

Skred AS, 2015. Nore og Uvdal , Uvdal alpinsenter - Flom- og skredvurdering reguleringsplan. Flomvurdering og faresoner for skred (No. 15051-02-1), Skred AS Rapport.

Referanseside

Oppdragsgiver:	Numedal Tomteservice AS Gvammen 3630 Rødberg	
Kontaktperson:	Ole Gunnar Haug	
Oppdragstaker:	Skred AS Baklivegen 27, 3570 Ål, Norge Foretaksregisteret: NO 914 596 890 MVA	T: 473 48 221 E: post@skred.as W: www.skred.as
Prosjekt nr.:	15084	
Prosjektnavn:	Nore og Uvdal, Uvdal alpinsenter - Flom- og skredfare langs Bjørnebekk	
Prosjektleder:	Kalle Kronholm	
Rapport nr.:	15084-01	
Rapport tittel	Vurderinger av skred- og flomfare	
Utgave:	1	
Dato:	2016-01-28	
Dokumentreferanse:	15084-01-1	
Lagringsnavn:	E:\Dropbox (Skred AS)\P\15\08\15084\07 Rapport\01\15084-01-1.docx	
Utført av:	Kalle Kronholm	
Kontroll:	Kari Torgersen	