

Skredfarevurdering - kva kan kommunane sjølve gjere



Snøskred 2. april 2011 i Fjærland. Foto Rune Aa.

Asbjørn Rune Aa og Stein Bondevik
Avdeling for ingeniør- og naturfag, november
2014



TITTEL Skredfarevurdering - kva kan kommunane sjølve gjere	NOTATNR. 8/14	DATO 15.11.2014
PROSJEKTTITTEL	TILGJENGE	TAL SIDER
FORFATTAR Asbjørn Rune Aa og Stein Bondevik	PROSJEKTTLEIAR/-ANSVARLEG Stein Bondevik	
OPPDRAGSGJEVAR Vestlandsforsking	EMNEORD Skredfarevurdering, skred, planlegging	
SAMANDRAG <p>Formålet er å gje eit oversyn over kva som bør vera med i ei skredfarevurdering, og vurdere kor stor del kommunane sjølve kan gjere av dette arbeidet. Ei slik skredfarevurdering kan delast i: 1. Innsamling av grunnlagsmateriale som ulike kart og data. 2. Feltarbeid, og 3. Samanstilling og vurdering. Kommunane kan sjølve gjere mykje av del 1, og spare tid og utgifter. Pkt. 2 og 3 må gjerast av fagfolk som fyller krava i NVE sine retningsliner.</p> <p>Aktsemdkarta for skred syner oftast for store areal som er skredutsette, og feltarbeid vil erfaringsmessig avgrense desse skredutsette areala. Lokalhistorie er eit viktig grunnlag for skredfarevurdering, då databasen skrednett ikkje har med alle hendingar, og heller ikkje areal med rekkevidde for skreda, men berre punktregistrering. Rapporten gir også eksempel, mest frå bratt terreng på Vestlandet, på skredtypar som går inn i ei skredfarevurdering.</p>		
PRIS	ISSN 0806-1696	ANSVARLEG SIGNATUR

Innhald

Innleiing	3
Kva skredfarevurdering omfattar	3
Steg 1: Grunnlagsmateriale	4
Steg 2 Feltarbeid og synfaring.....	9
Steg 3. Samanstilling og vurdering.....	9
Vurdering av skredfarerapportar og tilbod.	10
Skredtypar som skal vurderast i ein skredfarerapport.....	11
1. Steinsprang og steinskred.....	12
2. Fjellskred	14
3. Jordskred.....	16
4. Flaumskred	17
5. Snøskred	18
6. Sørpeskred.....	19
7. Skredgenererte flodbølgjer	19
8. Kvikkleireskred.....	20
Konklusjon	20
Litteratur.....	21
Vedlegg 1	21

Innleiing

I denne rapporten er noko av oppdraget å peike på kva kommunane sjølve kan hjelpe til med i ei skredfarevurdering, både for å redusere tidsbruk og kostnader for kommunen. Men kanskje viktigast, å finne fram til data som gjer at kommunen får ein best og rettast mogeleg skredfarerapport. Vi går i gjennom kva ein ferdig skredfarerapport bør innehalde og kva krav kommunen kan stille til personane/firmaet som gjennomfører skredfarevurderinga. I tillegg diskuterer vi korleis kommunane skal handtere skredrapportar som har ulike konklusjonar og faresonegrenser - kva rapport er best? Vi tar også med nokre eksempel på skredtypar, med illustrasjonar som vi trur kan gjere det lettare å kjenne att skredtypane i kommunen.

NVE har i 2011 gitt ut retningslinjer for kartlegging og vurdering av flaum – og skredfare i tilknytning til arealplanlegging på ulike nivå i kommunane (Retningslinjer nr. 2/2011), og ein teknisk rettleiar for «Kartlegging og vurdering av skredfare i arealplaner (Vedlegg 2 til dei nemnde retningslinjene). I tida etter skal skredrapportane ha følgd desse retningslinjene. Ein svært grundig og god rapport som følgjer desse retningslinjene er Blikra, Hole og Anda sin skredfarerapport frå Hellesylt (2011). Den rapporten har ein god gjennomgang av NVE sine retningslinjer og eit utdrag frå den rapporten som omhandlar dette vert lagt med som vedlegg (vedlegg 1) .

Kva skredfarevurdering omfattar

I skredfarevurderingar vert prinsippet om at «the past is the key to the future» brukt. Dette er ei omskriving av det geologiske prinsippet som James Hutton (1726-1797) har fått æra av, men som vart formulert av Charles Lyell på 1830-talet «the present is the key to the past». David Hume skreiv i 1777: "...all inferences from experience suppose... that the future will resemble the past..." James Hutton skreiv i 1788: "... from what has actually been, we have data for concluding with regard to that which is to happen thereafter." Dette prinsippet slår fast at har det gått skred i eit område så vil det i framtida også kunne gå skred der. Difor er feltarbeidet i ei slik skredfarevurdering svært avgjerande der tidlegare spor etter skredlaup, utløyingsområde og utbreiing av skredavsetjingar vert kartlagde. Kommunane bør difor alltid krevja at ein skredfarerapport byggjer på synfaring og feltkartlegging. Historisk kjende skredhendingar i eit område skal også dokumenterast. Dette kan gjerast ved intervju av eldre personar i frå området med syn og evne for lokalhistorie.

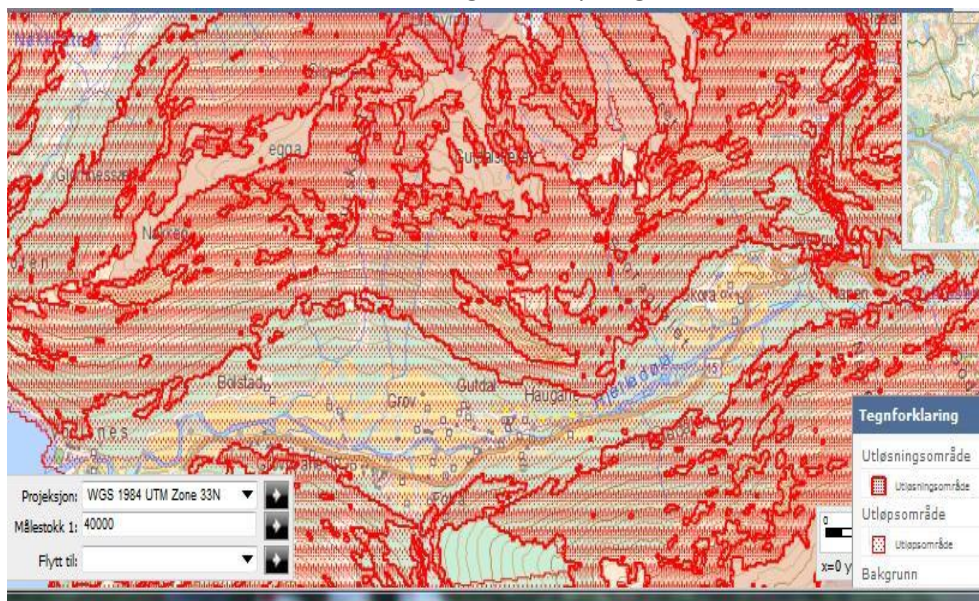
Det viktigaste resultatet frå skredfarerapporten er kart som syner rekkevidde til ulike aktuelle skredtypar, 100-, 1000- og 5000-års skred. For bustader og hytter er det rekkevidda til 1000-års skredet som skal inn på kart. Her skal det vera eit kart for kvar aktuell skredtype. Til slutt skal det lagast eit kart med ei samla faregrense, og den skredtypen med størst rekkevidde bestemmer denne grensa. Å få til ei rett grense for 1000-års skredet er det vanskelegaste arbeidet i ei skredfarevurdering. Det vil alltid vere knytt ein viss grad av skjønn til slike grenser. Grensene kan vere usikre, erfaringa fagfolk har kan gjere vurderinga sikrere.

I det følgjande går vi igjennom dei ulike stega i ein skredfarevurdering. Steg 1 er å finne fram grunnlagsmateriale frå det aktuelle området, steg 2 er feltarbeid og synfaring, og steg 3 er å utarbeide og samanstillere rapporten med faresonekarta som viktigaste resultat.

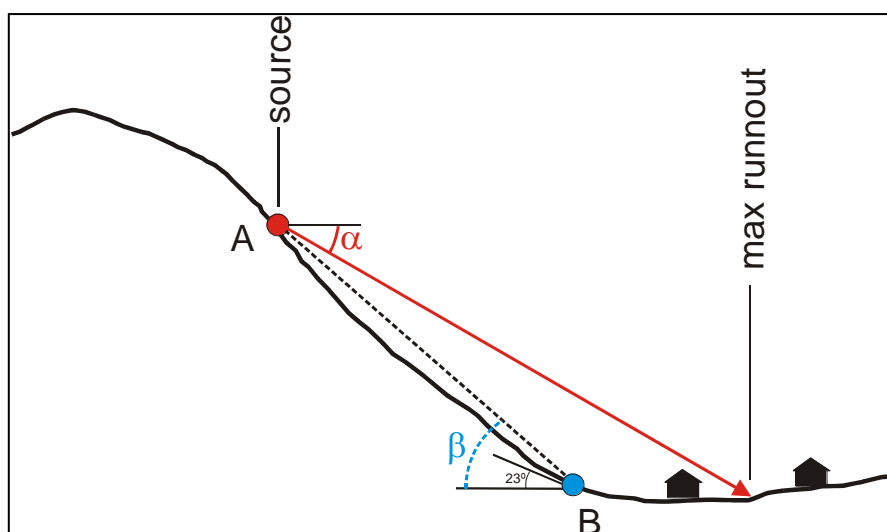
Steg 1: Grunnlagsmateriale

a. Aktsemdskart

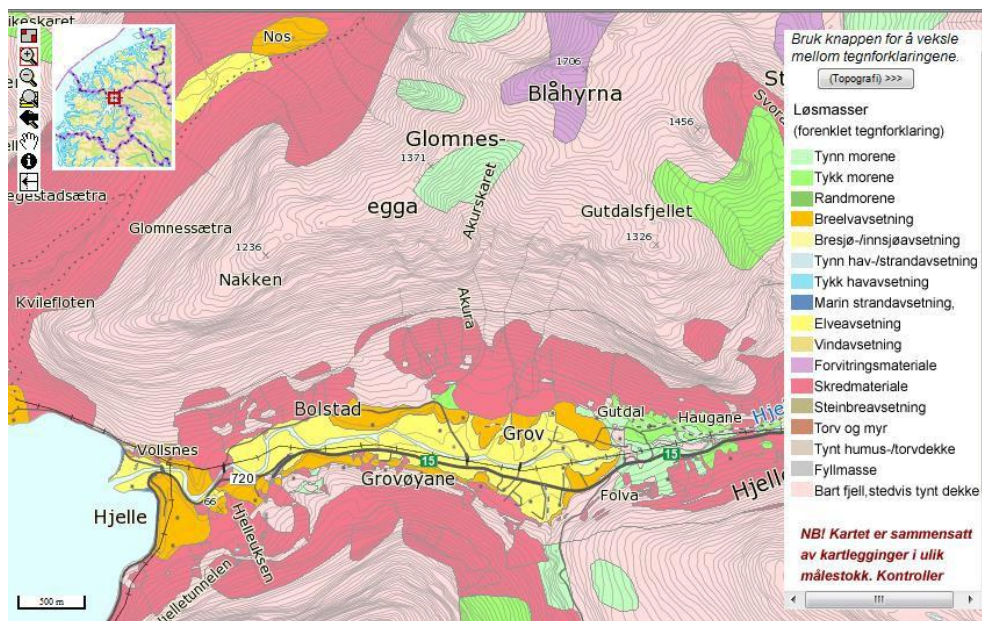
I dag finst det aktsemdskart for steinsprang og for snøskred for heile Noreg på skrednett.no. Desse syner potensielle losneområde med ein skravur og teoretisk utbreiing og rekkevidde med ein annan skravur (Figur 1). Desse karta er laga ut frå ein terrengmodell frå Statens kartverk med oppløysing 25x25 meter, 20 meters høgdekoter og målestokk 1:50 000. For steinsprang er losneområda sett til skråningar brattare enn 45° og rekkevidda er berekna med ein empirisk formel, den såkalla alfa-beta metoden (Figur 2). For snøskred er losneområda definerte som skråningar mellom 30 og 50 grader, rekkevidda er berekna ut frå alfa-beta metoden. Det er ei datamaskin som har laga karta og det er ikkje gjort andre vurderingar, som for eksempel om det fell snø i det heile i området, eller om det går steinsprang der.



Figur 1. Aktsemdkart (henta frå skrednett.no) for snøskred i Hjelledalen i Oppstryn syner at heile dalbotnen er utsett. Ved hjelp av topografisk kart, kvartærgeologisk kart, skredkart og feltarbeid kan det likevel skiljast ut areal som er trygge.



Figur 2: Alfa-beta metoden for å finna maksimal rekkevidde for steinsprang er basert på ein empirisk formel frå studie av skredbanene til steinsprang i Noreg. Metoden er utvikla av U. Domaas ved NGI. Vinkelen α gir den maksimale rekkevidda og er gitt ved: $\alpha = 0,77 \cdot \beta + 3,9^\circ$



Figur 3. Kvartærgeologisk kart over Hjelledalen (frå NGU). Kartet syner mindre utbreiing av skredmateriale enn det aktsemdkartet syner.

Det som er viktig å påpeika her er at desse karta ikkje kan brukast til å førebu byggesaker eller reguleringsplanar, men dei gir ein oversikt over kva område det bør gjerast meir detaljerte skredfarevurderingar. Byggesaker og reguleringsplanar må baserast på faresonekart.

Vår erfaring med aktsemdskarta er at dei syner ei mykje større rekkevidde enn det som faresonekarta gjer. Vi legg ved eit eksempel frå Stryn der ein kan samanlikna rekkevidda frå aktsemdskart mot kartlagde skredavsetjingar på kvartærgeologisk kart og kart over tidlegare snøskred. Aktsemdskartet for snøskred syner at snøskred kan gå tvers over dalen – heile dalbotnen er kartlagd som mogeleg rekkevidde for snøskred (Figur 1), medan det kvartærgeologiske kartet frå det same området (Figur 3) syner ei mykje mindre utbreiing av skredavsetjingar der mykje av dalbotn er utan skredmateriale. Figur 4 syner utbreiing av historiske snøskred i Hjelledalen som er i samsvar med det kvartærgeologiske kartet. Aktsemdskartet fungerer til å syna kvar det kan vera utsett for snøskred, men det kvartærgeologiske kartet og snøskredkartet syner kvar det faktisk går skred og er såleis svært nyttige i arbeidet med skredfarerapport og i arealplanlegging.



Figur 4. Kart over snøskred i Hjelledalen (NGI 1977). Utbreiing av skreda er avgrensa med svart strek. Difor er dette meir nyttig informasjon for arealplanlegging enn punktinformasjonen om historiske skred på Skrednett.

b. Kartdata.

Gode kart er som sagt svært viktige i skredfarevurderingane. Dei fleste skredgeologane vil nok ha bruk for ein terrengmodell over kommunen som tilsvarar 5 m ekvidistanse og 10 x 10 m oppløysing for å utarbeida ulike kart som syner hellinga i området og for å kunna enkelt ta ut moglege skredbaner. Har kommunen terrengmodell med betre oppløysing t.d 5 x 5 m og 1 m ekvidistanse vil det hjelpa mykje i modelleringa av rekkevidda for skred. Eksemplet frå Hellesylt rapporten er at detaljerte kart reduserte den modellerte rekkevidda for steinsprang monaleg.

Det gamle økonomiske kartverket har ein god del detaljar som kan mangle i dei digitale terrengmodellane, det gjeld markslagsgrenser, ur osv. I skredfarearbeidet må terrengmodellen minst ha 5 m høgdekoter for å få fram mindre skrentar og andre terrengformer, og økonomisk kartverket høver difor godt.



Figur 5. Flyfoto frå Bolstad i Hjelledalen. Fjellryggen som er markert med blå strek, leier skreda i austleg retning som dei blå pilene viser. Arealet nedanfor fjellryggen er difor trygt. Det same gjeld klyngetunet midt på fotoet (Frå Norge i bilder). Her har historia fortalt kvar skreda går, og husa er plasserte etter det. Dette har folk lært og erfart gjennom generasjonar. Moderne arealplanlegging bør også nytte seg av slik kunnskap.

Geologane nyttar ofte flyfoto (Figur 5) og skråfoto som hjelp i kartlegginga av skredavsetjingar og sprekkar. Svart-kvitt foto frå Statens kartverk har ofte den beste oppløysinga og gir geologen mogelegheit til å sjå terrenget tredimensjonalt. Samanlikning av gamle flyfoto med nyare flyfoto kan vera svært nyttig for å sjå på endringar (i tilhøva) i skråninga. Kommunane har ofte ulike flyfoto, og ved å finna fram slike vil det vera ei god hjelp og lette i kartleggingsarbeidet.

Kart som syner berggrunnen og lausmassane i Noreg digitalt hjå NGU (www.ngu.no). I utgangspunktet er dette kart i målestokk 1: 50 000. Lausmassekarta har også symbol for skredavsetjingar, men vår erfaring er at dei er av ulik kvalitet og nøyaktighetsgrad, då dei for nokre område byggjer berre på flyfototolkning. Berggrunnskart kan gje informasjon om ustabil fjell og sprekkar. Kvartærgeologiske kart syner lausmasse typane i området. Dette kan vera viktig fordi ulike lausmassar har ulik stabilitet, bl.a. er det viktig å vite om området ligg under marin grense og om det er marine avsetjingar som kan innehalde kvikkleire i området.

c. Tidlegare skredrapportar og historiske data.

Innhenting av data på historiske skred er svært viktig i ein skredfarerapport. Lokalkunnskap må då kome inn, og den kan kommunane stå for. Kommunen kan gjerne oppnemne ei skred-/naturfare-gruppe på 2-4 personar som har kontakt med lokalkjende, særleg eldre. Dette er vanleg i Sveits og Østerrike. For ein utanforståande skredeskperter kan det ta ein del tid å finna fram til dei som har slik lokalkunnskap om eit område i ein kommune. Ofte kan dette vere vanskeleg også. Folk som bur i skredutsette område kan ha ein tendens til å gløyme hendingar eller fortrenge dei. Dei kan også vilja at område skal byggjast ut eller ikkje byggjast ut og såleis vera partiske i si framstilling. Men vår erfaring er at skredfarevurderingane med fordel kan innehalde meir om tidlegare historiske skredhendingar. Geologane går først og fremst til skrednett.no som ofte ikkje har registrerte hendingar frå eit område sjølv om det har gått mange skred der. Det er ein stor svakheit med nettstaden skrednett.no. Grunnen er at kommunane eller enkeltpersonar ikkje registrerer hendingane der. Vegvesenet og Jernbaneverket registrerer alle skred mot veg og jernbane på skrednett.no. Difor ser ein at langs veg og jernbane er det registrert veldig mange skredhendingar, men at områda utanfor veg/jernbane har færre registrerte skredhendingar.

Alle kommunar bør samle tidlegare skredrapportar i kommunen i ein database som kan gjerast tilgjengeleg frå nettet. Dette vil vere svært nyttig. Mange kommunar har ikkje god oversikt over tidlegare skredfarerapportar og det kan ta tid for ein skredeskperter å finne fram til desse rapportane. Spesielt viktig er det å vite om det finst rapportar frå nærliggjande skråningar, og konklusjonar som der er trekte. Dette vil spare kommunane for utgifter og gi betre rapportar. Også i akutte situasjonar for skredfare vil ein slik nett-tilgang gi geologane ein rask oversikt over problemområda, som dei kan setje seg inn i før dei rykkjer ut. Årdal kommune har utvikla ein god og svært nyttig database over skredrapportar frå kommunen som kan gjerast tilgjengeleg for aktuelle personar. Eit interkommunalt samarbeid om skreddatabase kan vere lettare å gjennomføre enn database for kvar kommune.

Det er fleire svakheiter med databasen skrednett.no som oftast vert brukt for å seia noko om

historiske skred i eit område. Det første og viktigaste er at det er ei heil rekkje med skredhendingar som har skjedd dei siste åra som ikkje har vorte registrerte. Det andre er at skreda er kartlagde som eit punkt og ikkje som eit areal med rekkevidde. Kommunane bør ha ein person som har ansvar for å registrere alle nye skredhendingar med foto, kart og utbreiing og losneområde, og lagra denne informasjonen i ein database. Denne databasen kan sikkert også vera ein del av skrednett.no.

d. Meteorologiske data

Data som syner nedbør, snødekke, temperatur, dominerande vindretning for akkumulasjon av snø er også viktig og data finst tilgjengeleg på eklima met. no.

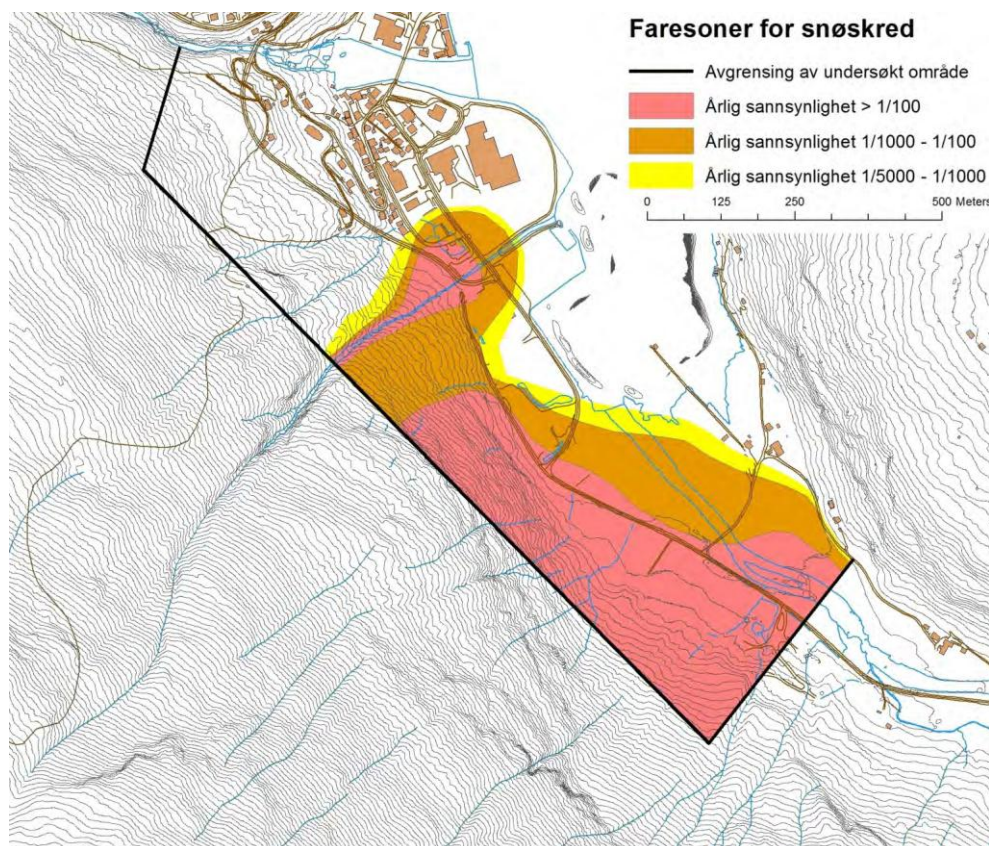
Steg 2 Feltarbeid og synfaring

Registrering av bl.a. førhistoriske skredspor må gjerast av fagfolk. Medverknad frå kommunen og lokalkjende kan gjere feltarbeidet meir effektivt og tolkinga sikrare. Under feltarbeidet må ein kontrollere informasjonen i grunnlagsmaterialet, og bl.a. kartlegge fjellsprekker og tidlegare skredspor og skredavsetjingar. Dette må gjerast av fagfolk. Men det viktig at kommunen er med på ei første synfaring, for å avgrense planområdet. Under arbeidet kan det også vere aktuelt å diskutere alternative planløyisingar, evt. flytting av planlagde bygg, mm. Informasjon frå lokalkjende, td. om tidlegare hendingar på lokaliteten, kan i denne fasen gjere tolkingsarbeidet sikrare. Det er viktig at geologane får arbeidsro og fred under feltarbeidet. Feltarbeid er avgjerande viktig og vil i dei fleste tilfella avgrense aktsemdareala. Det kan difor vere lønsamt for kommunane.

For å kunna seia noko om frekvensen av skred bakover i tid kan det verta aktuelt med gravarbeid med gravemaskin. Her kan kommunen stilla med graveløyve og gravemaskin.

Steg 3. Samanstilling og vurdering

Vurdering og samanstilling av grunnlagsmaterialet med faresonekart som resultat må også gjerast av fagfolk. Faresonekart for kvar skredtype (Figur 6) må først utarbeidast. På grunnlag av desse kan samla faresoner teiknast inn på kart. I desse må krava for kvar skredtype oppretthaldast. Den skredtypen som ha størst rekkevidde vil bli dimensjonerande, eller avgjerande yttergrensa for faresona. Det er også krav om å ta omsyn til framtidig våtare klima.



Figur 6. Faresoner for snøskred, eksempel frå Hellesylt (Blikra m.fl. 2011)

Vurdering av skredfarerapportar og tilbod.

Ein god rapport må oppfylle følgjande retningslinjer frå NVE:

1. Teoretisk kompetanse til personell på master og dr.grads nivå i geologi, naturgeografi, ingeniørgeologi, geofare og meterologi, og praktisk erfaring innafor kartlegging og vurdering av skredfare.
2. Bruk av topografiske kart med ekvidistanse 5 m, eller mindre, og temakart i berggrunn, lausmassar, vegetasjon, nedbør og aktsemdkart.
3. Utarbeiding av faresonekart med faregrenser som samsvarar med krava i byggeføreskriftene.
4. Er det gjort modellering, kor godt er samsvaret mellom rekkevidda i modellering og feltdata?

Skredtypar som skal vurderast i ein skredfarerapport

I NVE sine retningslinjer er det gjennomgått skredtypar som skal vurderast i samband med arealplanlegging på ulike nivå. Hellesyltrapporten (Blikra m.fl. 2011) har oppsummert dette for arealplanlegging på reguleringsplannivå.

1. Steinsprang og steinskred
2. Fjellskred
3. Jordskred (lausmasseskred i bratt terreng)
4. Flaumskred
5. Snøskred
6. Sørpeskred
7. Skredgenererte flodbølger
8. Kvikkleireskred

Vi vil prøve å beskrive kort, og illustrere desse skredtypane slik at dei kanskje blir lettare å kjenne igjen (Figur 7). Det er ikkje alltid lett. På same staden kan det vere ei blanding av ulike skred. Nokre skredvifter er oppbygde av både snøskred og flaumskred.

PROSESS Process	AVSETNINGSFORMER Deposits	SKRÅNINGS-GRADIENTER Angle of repose	FIGURER Figures
1. FJELLSKRED OG STEINSPRANG Rockslide and rockfall	1.1 FJELLSKREDTUNGE Rock slide tongue	0°–15°	
	1.2 STEINSPRANGSKRÅNING Rockfall slope	20°–45°	
	1.3 STEINSPRANGKJEGLE Rockfall fan	20°–45°	
2. SNØSKRED Snow avalanche	2.1 SNØSKREDBLOKKTUNGE Avalanche boulder tongue	0°–35°	
	2.2 SNØSKREDVIFTE Avalanche fan	15°–40°	
	2.3 SNØSKREDDOLLER OG SNØSKREDDGROPER Avalanche impact pits and pools		
	2.3.1 SNØSKREDDVOLL DISTALT FOR ELV Avalanche impact tongue		
	2.3.2 SNØSKREDDVOLL MED GROP Avalanche impact pit		
3. GROVE MASSESTRØMMER Debris flow	3.1 GROV MASSESTRØMSVIFTE Debris flow fan	5°–40°	
	3.2 GROV MASSESTRØMTUNGE Debris flow tongue	0°–20°	
4. FLOMSKRED Flash flood	4.1 FLOMSKREDVIFTE Flash flood fan	5°–25°	

Figur 7. Skredtypar, avsetningsformer med gradientar. Frå Blikra m. fl. 1989.

Tabell 1. Nokre vilkår for å få skred

Prosess	Kor bratt er utløysingsområdet? (grader)	Andre vilkår for skredutløysing
Steinsprang	45-90	Sprekker Vasstrykk i sprekker Frostsprenging Trerøter veks i sprekker
Jordskred	25-40	Lausmassar Regn – mengde - intensitet Snøsmelting Dreneringsforhold
Snøskred	30-60	Lesider Botnar og skar Konvekse strekksoner Nysnø – mengde intensitet
Leirskred	3	Kvikkleire, når salt blir Vaska ut

1. Steinsprang og steinskred

Steinsprang er mindre skred med utløyst volum opptil 100 m³. Enkelsteinar blir utløyste frå hamrar og fjellsider brattare enn 45°. Dette er vanlegast når temperaturen ofte svingar rundt 0°. Veksande trerøter i sprekker er ein faktor, og nedbør kan gje auka vasstrykk i sprekkene. Steinane bevegar seg nedover ved fritt fall, hopping eller rulling, avhengig av kor bratt terrenget er (Figur 2).

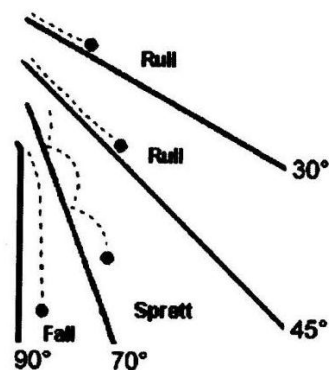


Fig. 8. Figuren viser korleis steinar bevegar seg avhengig av kor bratt terrenget er. Dette er viktig å vite med tanke på sikring. Steinane kan hoppe over skredvollar som er bygde tett ved bratte dalsider (Statens Vegvesen, 2011 a).

Blokker kan samle seg i eit spor eller skredbane, og då bygge ut vifte ved foten av fjellsida (Figur 7 (1.3), og 11). Eller dei kan vere spreidde over større areal og bli oppsamla i meir eller mindre samanhengande ur ved fjellfoten, under bratte skrentar og hamrar (Figur 7 (1.2), 8 og 9). Desse urane kan kjennast på fallsorteringa, dvs. at dei største blokkene har lengst rekkevidde og finst ved foten av skråninga. Dei fleste kjeglene er 35-40° bratte. Dei fleste steinblokkene stoppar i ura, men

Skredfarevurdering - kva kan kommunane sjølve gjere

inntil 10 % av dei rullar eller sprett lenger ut (NGI 1994).



Figur 9. Ur ved Hafsløvatnet. Fallsorteringa med dei største blokkene lengst nede, er tydeleg. På grunn av lita fallhøgde er blokkene lite oppknuste.



Figur 10 . Aktiv og passiv rasskråning, utan og med vegetasjon.

Steinskred har større massar enn steinsprang, frå 100 m³ til 10 000 m³. Utløysingsmåten er den same som for steinsprang, men dei større massene har meir energi, blir meir oppknuste og riv med andre lausmassar på vegen nedover. Dei dannar då tunger med usorterte masser, og er mindre bratte enn urane.

2. Fjellskred

Fjellskred blir av NGI definert som større utløyste masser enn 10 000 m³. Dei har same utløysingsmekaniskar som steinsprang og steinskred, bevegar seg hurtig ned fjellsider, gjerne tvers over dalbotnen og opp i motsett dalside (Figur 12 & 13). Dei kan oppføre seg som ein massestraum med lang rekkevidde (NVE 2011). Fjellskredmasser er uryddige med store og små blokker om einannan, og gjerne med holrom mellom blokkene

Fjellskred som går ned i vatn og fjordar kan generere flodbølgjer og føre til naturkatastrofar, som Loenskrede i 1905 og 1936, og Tafjord i 1934. 174 menneske omkom i desse ulukkene. Ein reknar med 2-3 slike skred pr. hundreår i vårt land. Slike ulukker kan få større omfang enn dei nemnde, om dei ikkje blir varsla, då det etter den tida har vorte større konsentrasjon av busetnad langs fjordane. NVE har ansvaret for å kartlegge potensielle fjellskred då dette er for kostbart for dei einiskilde kommunane.



Fig. 11. Ur under Bøttejuvet ved Årdalsvatnet. Ein stor del av ura er under vatn. Her kan også gå grove massestraumar (Fig. 7 (3.1)).



Figur 12. Fjellskred frå Vora i Breim. Sannsynleg utløysingsområde og skredretning er vist med stipla line, og skredavsetningane med heiltrekt strek. Fjellskredet vart utløyst øvst i det 1400 m høge fjellet, skredmassane gjekk tvers over dalen og 100 m opp i motsett dalside. Skredet er 3 km breitt, og opptil 60 m tjukt, og det demmer i dag Sandalsvatnet som oppsto då det første av skreda kom for meir enn 10 000 år sidan (Aa m.fl. 2007). På Vestlandet er det mange fjellskred av ulike alder.



Figur 13. Fjellskredet i Teigdalen vart utløyst i ein relativt låg fjellvegg og la seg som ei lang tunge tvers over dalen og opp i motsett dalside. Ukjend alder. (Foto: R. Aa, 18.09.2013).

3. Jordskred

Jordskreda blir oftast utløyste av kraftig regn der jorda frå før er oppbløytt, i terreng som er mellom 25 og 40° bratt (Figur 7 (3.1; 3.2)). 27° blir brukt som nedre grenseverdi på hellingskarta som skal lokalisere aktuelt terreng for utløysing av jordskred. Dette er utgliding av lausmassar langs ei meir eller mindre definert glideflate (NVE). Det er vassmetta massar som blir utløyste i eit punkt eller bruddsone, kan følgje kanalar, særleg i øvre enden, eller spreie seg gradvis meir nedover. Når skredmassane flyt utover kanalen, blir det avsett ryggar eller levear langs kantane der transportkapasiteten avtar, og tungar (lobar) der massane stoppar nede på flatare terreng. Etter kvart kan lobene bygge seg opp og danne vifte. Viftene har ulike gradientar, 5- 40 grader. Massar med lite vatn kan «tørke ut» og stoppe nede i dalsida (som 1993-skredet i Lærdal, Figur 14), medan «våte» massar kan flyte langt utover dalbotnen og stoppe som slake tungar som ofte har ei sone med blokker i enden (Figur 15, Anestølskredet 2007).

Eit mål for rekkevidda er siktevinkelen frå toppen av skredet til fronten. Vinkelen er normalt 25-30 grader. Store skred med høgt vassinnhald kan rekke lenger. Det største kjende jordskredet i vårt land gjekk i Arnafjorden 2. des. 1811. Det var då regn og snøsmelting. Skredet kom frå ca.1000 m høgd, hadde ei breidde på 140 m, 45 menneske omkom. Dei budde i to klyngetun som vart tekne. Kun 16 menneske i bygda overlevde.

Dei siste åra har bratte innlandsstrøk med mykje lausmassar og til vanleg lite nedbør vore mest utsette for jordskred. Det blir no utvikla aktsemdkart også for jordskred, dei første prøvekart for Otta kommune er ferdige.



Figur 14. Jordskred som stoppa før det nådde ned i den slake dalbotnen. Skredet gjekk i mai under snøsmeltinga. Det var vassmetta jord pga. høg nedbør gjennom det meste av året før (Foto: R. Aa 1993).



Figur 1 5 . Jordskred ved Anestølen i Sogndalsdalen september 2007. Skredet vart utløyst av kraftig nedbør, med høgt vassinnhald i massane flaut det langt utover dalbotnen (Foto R. Aa 2007).

4. Flaumskred

I NVE-rettleiaren er flaumskred omtalt som eit hurtig, vassrikt flaumliknande skred langs elve- og bekkeløp. Dei kan også gå langs raviner og skar der det ikkje er vassføring elles. Store mengder blokkrike massar og vegetasjon kan bli transportert og avsett i vifter som har konkavt lengdeprofil og er slakare ($8-20^\circ$) enn jordskredviftene. Den store massetransporten medfører at elveløpa oppå vifta stadig blir oppfylte, og elva skifter retning.

Flaumskredvifte er svært vanlege i overgangen mellom bratt dalside og slak dalbotn. Dei kan bli store og utgjere ein vesentleg del av aktuelt byggeareal, i mange dalføre. Skredvurdering må då gjennomførast.

5. Snøskred

Snøskred blir inndelte etter måten dei blir utløyste på, i laussnøskred og flakskred. Laussnøskreda blir utløyste i eit punkt i snøoverflata, ofte ved at ei snøblokk fell ned på snødekket frå høgare oppe, og skreda utvidar seg nedover til ei pæreform. Flakskreda krev fastare snødekke. Dei glir på eit glideplan, og det står att ein markert og ofte lang bruddkant oppe i snødekket. Flakskreda dei største og mest skadelege.

Begge skredtypane kan få fart opptil 60 m/s, det medfører fonnvind som kan knekke tjuke tre og blåse bilar og bussar av vegen. Øvst i dei turre skreda er ei snøsky, ofte fleire titals meter høg, som kan gå tvers over dalbotnen og slå inn glasruter i motsett dalside. Det er m.a. godt kjent frå Suphellen i Fjærland.

Om ein deler skreda etter vassinnhald, kan ein skilje mellom turre, våte og sørpeskred. Dei siste er svært vassmetta, dei går i slakt terreng, gjerne under snøsmelting om våren, og ved regn i snødekket.

Snøskreda blir utløyste i 30 – 60° bratt terreng. Lesider får tilført snø med vind, så dei er mest utsette (Figur 16). På Vestlandet er dette oftast aust- og nordaustvende dalsider, men i vintrar med mykje aust- eller nordavind er det avvik frå dette.

Skredfaren blir også bestemt av nysnømengde pr tidseining, snøintensitet. I 30-35 ° bratt terreng blir snødekket ustabil ved 1-2 m nysnø på tre døgn, og ved 0,5 m i ei bratt fjellside. Med mindre snø pr. tidseining får snødekket tid til å stabilisere seg etter kvart.

Rekkevidda for skreda er viktig i arealplanlegging. Erfaringa syner at store skred kan ha ein siktevinkel frå fronten til utløysingsnivået på 18-20°. Alfa beta-metoden blir mest brukt for å finne rekkevidda.

I Stryn kommune har NGI gjennom eit prøveprosjekt utarbeidd snøskredkart (Figur 4) med data for kvart skred. Desse karta har vist seg å vere svært nyttige, og kommunen har ajourført dei etter kvart.



Figur 16. Skrednipa i Fjærland, med oppsamlende skåler i lesida (Foto: R. Aa).

6. Sørpeskred

Sørpeskred kan oppstå når snøen blir vassmetta i myrar og terrengsøkk, eller på slake svaberg med opptil 5° helling der det er lite drenering for vatnet. Skreda følgjer bekkeløp eller andre terrengsøkk nedover, og kan flyte langt utover nærast flatt terreng. Det er tette massar som kan gjere store skadar.

Sørpeskred blir utløyste under kraftig regn, etter erfaringa over 40 mm pr. døgn. Skreda har vore vanlegast i kyststrøk, gjerne samtidig med snøskred i indre strøk. Med mildare klima kan sørpeskred bli vanlegare også i indre og høgare strøk.

Den 23.03.2011 gjekk det sørpeskred/flaumskred i Balestrand. Det oppstod i eit slakt dalføre 650-700 m o.h. og fekk stor fart nedover elveløp mot fjorden. Samtidig gjekk det sørpeskred / flaumskred i langs Kongsteinsgrovi i Sogndalsdalen. Dreneringsarealet er der 800-1000 m o.h. I Kvamselvi som også munnar ut i Dalavatnet skjedde ingen ting, der rann knapt nok vatn. Der er dreneringsarealet 1000-1200 m o.h. Dette gir ei grense på 1000 m o.h. for sørpeskreda denne datoen.

7. Skredgenererte flodbølger

Dette er bølger som oppstår når skred går ned i vatn og fjordar. Slike bølger blir kalla tsunamiar. Dei kan forplante seg over store avstandar, gjennom sund, inn i hamner og innover låge landområde. Det er utvikla gode metodar for å rekne ut kor høgt flodbølger kan nå. Der flodbølger vil få lita høgde, kan det vere aktuelt med sikringsvollar som stoppar bølgene. Dette er gjort i enden av Årdalsvatnet mot Øvre Årdal. Andre stader er overvaking og varsling mest aktuelt.

8. Kvikkleireskred

Førekomstar av kvikkleire er klart avgrensa til område som har vore under havnivå etter siste istid. Det gjeld i første rekkje lågland på Austlandet opp til 220 m o.h. (marin grense) og 180 m o.h. i Trøndelag. Men også i mindre areal rundt kysten, for eksempel i Nordland, i Alta og Øksfjord i Finnmark.

Areal med leire er viste på kvartærgeologiske kart. Nokre stader kan sand og grus ligge over leire. Kvikkleire oppstår når saltet blir vaska ut, særleg av grunnvatn. Det kan oppstå skred i kvikkleire, f.eks. i erosjonsområde langs bekkar og i raviner.

Etter kvikkleireskredet på Rissa i 1978 vart det sett i gang ei nasjonal kartlegging av kvikkleire, med geotekniske boringar og prøvetaking av NGI.

Konklusjon

- Lokalhistorisk kunnskap og tidlegare skredhendingar er særleg viktig i skredfarevurdering, fordi skred går på nytt der dei har gått før, og databasen skrednett har ikkje med alle skred eller arealutbreiing av skreda. Denne delen av skredfarevurderinga kan kommunane stå for.
- Fagfolk må gjere feltarbeidet og samanstillinga av data med vurdering av rekkevidde og frekvens for skreda.
- Vurdering av skredrekkevidde byggjer på erfaring og empiriske formlar og modellering for kvar skredtype. Dette er særleg vanskeleg for jordskred der rekkevidda særleg avheng av vassinnhaldet.
- Ofte er skreda oppbygde og eroderte av fleire prosessar, som snø- og flaumskred. Skredtypen som har størst rekkevidde må bestemme faregrensene.

Etterord

Takk til Anders Solheim og Ulrik Domaas, NGI, som har lese gjennom manuskriptet og gitt konstruktive kommentarar.

Litteratur

Blikra, L.H. og Aa, A. R. 1996: Skredfarekartlegging i Lærdal i samband med den nye stamveien Oslo-Bergen. NGU-HSF rapport 96.055. 60 s. og 12 kartvedlegg.

Blikra, L.H., Hole, P. A. & Rye, N. 1989: Hurtige massebevegelser og avsetningstyper i alpine områder, Indre Nordfjord. Norges geologiske undersøkelse. Skrifter 92, 1-17.

Blikra, L. H., Hole, J., Anda, E. 2011: Skredfarevurderinger på Hellesylt, Stranda kommune. Åknes rapport 07.

NGI 1975: Prøveprosjekt vedrørende kartlegging av skred i Stryn kommune. Rapport.

NGU: www.skrednett.no

NVE 2011: Flaum- og skredfare i arealplanar. NVE retningslinjer 2, 2011.

NVE 2011: Kartlegging og vurdering av skredfare i arealplanar. Vedlegg 2 til NVEs retningslinjer: Flom og skredfare i arealplaner.

Aa, A. R. 2013: Skredfarevurdering for Bolstad, Oppstryn, Stryn kommune. Rapport for Kolfinn Bolstad.

Aa, A. R., Sjøstad, J., Sønstegaard, E. & Blikra, L.H. 2007: Chronology of Holocene rock-avalanche deposits based on Schmidt-hammer relative dating and dust stratigraphy in nearby bog deposits, Vora, inner Nordfjord, Norway. The Holocene 17,7 pp.955-964.

Vedlegg 1

Retningslinjer for kartlegging av skredfare. Utdrag frå Blikra m.fl. 2011 (side 4-8).

Innledning

I forbindelse med utarbeidelse av reguleringsplan for Hellesylt sentrum har Åknes/Tafjord Beredskap IKS på oppdrag fra Stranda kommune foretatt skredfarevurderinger på Hellesylt. Området omfatter hele sentrumsområdet på Hellesylt (Figur 1). I tillegg til nasjonale aktsomhetskart for skred er det gjort flere skredfareundersøkelser på Hellesylt (NGI, 1999a, 2011b). Vi har lagt til grunn NVEs retningslinjer og veileder for skredfareundersøkelser, og faregrenser er angitt i forhold til kravene i Plan- og bygningsloven (PBL). Denne rapporten gir en kortfattet oppsummering av de krav som blir stilt til detaljerte skredfareundersøkelser i NVEs veiledere og retningslinjer.

Skredfareundersøkelsene er gjort av personell som oppfyller kravene til kompetanse gitt i veileder fra NVE. Dette inkluderer teoretisk kompetanse på master og dr. grads nivå innenfor geologi, naturgeografi, ingeniørgeologi, geofare og meteorologi, og praktisk erfaring innenfor kartlegging og vurdering av skredfare.



FIGUR 1. OVERSIKT OVER UNDERSØKELSEOMRÅDET I HELLESYLT.

Generell del: Veiledere og retningslinjer for kartlegging av skredfare

NVE har utarbeidet retningslinjer for flom- og skredfare i arealplaner (Retningslinjer nr. 2/2011), og en teknisk veileder som beskriver "Kartlegging og vurdering av skredfare i arealplaner" (vedlegg 2 til overnevnte retningslinjer). Det blir her gitt en kortfattet oppsummering av det viktigste forhold som har betydning for

denne rapporten. I enkelte tilfeller har vi også foretatt egne faglige vurderinger og tolkinger av veilederen sett i lys av tidligere praksis.

Skredtyper som skal vurderes i forbindelse med naturfare

Veilederen lister opp de ulike skredtypene som skal vurderes. De aktuelle skredtypene vurdert i denne rapporten er **uthevet**.

- 1. Steinsprang og steinskred**
- 2. Fjellskred**
- 3. Jordskred**
- 4. Flomskred**
- 5. Snøskred**
- 6. Sørpeskred**
7. Skredgenererte flodbølger
8. Kvikkleireskred

Vi har brukt begrepet jordskred om løsmasseskred i bratt terreng og langs bratte bekker. Det er uklare faglige grenser for disse to begrepene, og andre fagmiljø kunne derfor ha brukt flomskred om denne skredtypen. Skredgenererte flodbølger er ikke inkludert i denne rapporten, men potensielle flodbølger generert av fjellskred fra Åknes er oppsummert i Hole m.fl. (2011).

Naturfarekart

Her gis det en oversikt over ulike naturfarekart som brukes for vurdering av skredfare.

Aktsomhetskart

Disse kartene viser potensielle fareområder der farenivå ikke er tallfestet. I Norge finnes landsdekkende aktsomhetskart for steinsprang og for snøskred (www.skrednett.no), utarbeidet av NGU/NVE. Disse kartene bygger på modellberegning av utløpsrekkevidder basert på datamodeller (terrengdata), uten at det er foretatt feltbefaringer. I tillegg har NGI utarbeidet faresonekart for stein- og snøskred på oppdrag for Statens naturskadefond (www.gislink.no). Disse er i prinsippet bygd som NGU/NGIs kart, men er i tillegg basert på begrensede feltbefaringer og eventuelle tilpasninger til detaljert farekartlegginger.

Aktsomhetskartene blir brukt på kommuneplannivå i forbindelse med kommune(del)plan for arealbruk.

Faresonekart

Dette er detaljerte kart med faregrenser som samsvarer med grenseverdiene i byggforskriften. Vedlegg 2 til retningslinjene gir en detaljert beskrivelse av de tekniske kravene til utarbeidelsen av slike kart, og vi gir i denne rapporten en oppsummering av disse.

Faresonekart med tallfesting av faregrad skal benyttes på reguleringsplannivå i forbindelse med områdereguleringsplan og detaljreguleringsplan. En faresone viser rekkevidden for skred med en bestemt sannsynlighet.

Risikokart

Dette er kart som viser soner med ulik risiko, altså summen av sannsynlighet og konsekvenser. I Norge er slike kart benyttet for kvalitativ risikoklassifisering av kvikkleireområder, men er så langt ikke benyttet for andre skredtyper. Det er ikke utarbeidet risikokart i denne rapporten.

Teknisk veileder for kartlegging av skredfare

Det er utarbeidet en egen teknisk veileder for kartlegging av skredfare i retningslinjene fra NVE. Denne er basert på et utkast fra Norges Geotekniske Institutt og er noe bearbeidet av NVE. Det gis her en kort oppsummering av kravene som er stilt for detaljerte farekart for bruk på reguleringsplannivå, men i enkelte tilfeller har vi modifisert teksten og gitt tilleggsmateriale. Dette inkluderer grunnlagsmateriale, feltundersøkelser, modellering og dokumentasjon.

Grunnlagsmateriale

Det er viktig å få oversikt over og sammenstille tilgjengelig grunnlagsmateriale.

- Aktsomhetskart, eksisterende faresonekart eller enkeltvurderinger av skredfare
- Topografiske data, digitale terrengmodeller og flyfoto
- Geologiske kart. Berggrunnskart og løsmassekart
- Historisk informasjon om skredhendelser, blant annet gjennom www.skrednett.no
- Meteorologiske data

Skredfareundersøkelse på reguleringsplannivå

Det blir gitt en kort gjennomgang av de ulike trinnene eller type undersøkelser som må gjøres for utarbeidelse av faresoner med tallfestede sannsynligheter. Vi har gjort en sammenstilling og forenkling av retningslinjene og veilederen.

1. **Innsamling og gjennomgang av grunnlagsmateriale.** Dette gjøres for avgrensning og planlegging av videre undersøkelser. Identifisere potensielle fareområder (kildeområder og utløpsområder). Viktige data vil her være aktsomhetskart, eksisterende farevurderinger, geologiske kart, historiske skredhendelser, helningskart, geologiske forhold, terrengformer/geomorfologi, vegetasjon/skog, hydrologi/dreneringsforhold og klima.
2. **Feltundersøkelser.** Utarbeidelse av faresoner med tallfesting av sannsynligheter baserer seg i stor grad på feltobservasjoner. En viktig del er å kartlegge og dokumentere spor etter skred i terrenget (løsneområder, skredbaner og skredavsetninger), og forhold som har betydning for skredutløsning og rekkevidde (varierer avhengig av skredtype)
3. **Identifisering av kildeområder for skred.** For de fleste skredtyper benyttes helningskart sammen med vurdering av terrengformer. For fjellskred må det også gjøres geologiske analyser i kildeområdet for å identifisere deformasjoner og vurdere hvor aktive disse er. I veilederen er det flere detaljer knyttet til dokumentasjon og beskrivelse av kildeområder for de ulike typer skred.
4. **Identifisere forventet skredbane og beregne utløpsrekkevidde for de aktuelle skredtypene.** Her kan ulike modeller benyttes avhengig av skredtype. Disse beregningsverktøyene bør bare brukes i farevurderinger som et supplement til feltobservasjoner. Parametre som er brukt i modelleringen må dokumenteres og diskuteres, og videre bør usikkerheten i modellresultatene kvantifiseres. Det blir her gitt en kort oversikt over mulige verktøy for ulike skredtyper:

- Snøskred. Det mest brukte metoden i Norge er utviklet av NGI og er en topografisk/statistisk modell som tar utgangspunkt i kjente skredutløp for historiske skred (alfa/betamodellen). Denne modellen er utviklet med basis i over 210 skred med kjent rekkevidde. De maksimale skredlengdene i modellen refererer til skredlengder fra optimale skredbaner. Mindre optimale skredbaner vil nesten alltid gi kortere skredlengder. I tillegg kan det benyttes dynamiske modeller som forutsetter bestemmelse av parametre som beskriver de fysiske prosessene i skredbevegelsen. Disse blir oftest benyttet i forbindelse med sikringstiltak da de også gir informasjon om hastighet.
 - Sørpeskred. Det finnes ingen gode modeller for analyse av rekkevidde for sørpeskred. Feltkartlegging og detaljert analyse/tolking av topografiske forhold er sentralt for vurdering av dette.
 - Jordskred. Typisk siktevinkel fra toppen av løsnemrådet og ned til ytre skredavsetning er 25-30°. Det finnes flere dynamiske modeller for rekkevidde av jordskred, men utfordringen er å fastsette fornuftige parametre. For detaljerte skredfaresoner må slike modeller sammenholdes med feltkartlegging av skred.
 - Steinsprang og steinskred. Rekkevidden av steinsprang kan beregnes både ved bruk av topografisk/statistisk modell og dynamiske modeller. Det finnes dynamiske modeller som kan beregne utløp langs enkeltprofil, men også i et GIS grensesnitt. Dette er vanlig brukt internasjonalt, men også i Norge (NGI, 2011a). Også for steinsprang er det viktig å sammenholde modellene med feltobservasjoner.
5. **Utarbeidelse av skredfarekart med sannsynligheter og rekkevidde.** Dette vil være en totalvurdering og et faglig skjønn basert på terrengeanalyser, feltobservasjoner, geologiske forhold, historiske skredhendelser, utløpsdistanser og klimaforhold (nedbør, snøakkumulasjon etc). Det skal lages faregrenser for hver skredtype, i tillegg til en samlet faresone for all skredtyper. I enkelte tilfeller vil det være naturlig å gi faresone for flere skredtyper, slik som jordskred og flomskred og eventuelt sørpeskred. Dette må i tilfelle presiseres.
6. **Dokumentasjon.** Dette vil inkludere følgende:
- Mål, detaljeringsgrad og metoder, inkludert feltundersøkelser, analyser, beregningsmetoder.
 - Beskrivelse av området med dokumentasjon av eksisterende grunnlagsmateriale. Angi hvilke skredtyper som er relevante med begrunnelse (aktsomhetskart, bilder)
 - Analyse av topografi (inkl. helning), vegetasjon, hydrologi og klima
 - Beskrivelse og dokumentasjon av grunnforhold/geologi
 - Beskrivelse og dokumentasjon av feltundersøkelser
 - Beskrivelse og dokumentasjon av beregninger fra regneverktøy
 - Farekart med nominell årlig sannsynlighet som samsvarer med sikkerhetsnivåene i byggforskriften.
 - Forutsetninger for faregrensene, f.eks bevaring av skog.

Tilrådd kompetanse for utredning av skredfare

Detaljert farekartlegging på reguleringsplannivå skal utføres av en fagkyndig person. Det finnes ikke spesialutdanning for skredeksperter, men kompetanse kan oppnås ved en kombinasjon av relevant teoretisk utdanning og praktisk erfaring. Aktuelle fagområder for vurdering av skred er geologi, ingeniørgeologi, geoteknikk, naturgeografi og meteorologi.

Det bør avtales krav til faglig standard, forskrifter og retningslinjer for skredfareoppdraget. Retningslinjene sier også at kompetansen til utførende firma/institusjon bør dokumenteres.

Mål og metoder

Målet med arbeidet er å gjøre skredfareanalyser og lage detaljerte skredfaregrenser i sentrumsområdene på Hellesylt. Faregrensene følger grenseverdiene gitt i byggforskriften, og undersøkelsene følger retningslinjer og veileder gitt av NVE som er stilt for detaljert farekart for bruk på reguleringsplannivå. Se oppsummering av disse kravene i foregående kapittel.

Følgende metoder er benyttet i denne undersøkelsen:

1. Innsamling av grunnlagsmateriale. Dette er aktsomhetskart for skred, eksisterende detaljerte skredfarevurderinger fra området, topografiske data (inkludert tilgjengelig høyoppløselige laserdata) og geologiske kart. En analyse av meteorologiske data var allerede gjort av NGI og dette er benyttet i denne rapporten. Alle data er lagt inn i ArcGIS.
2. Innhenting av historisk informasjon om skredhendelser.
3. Topografisk analyse og produksjon av helningskart for ulike skredtyper.
4. Feltundersøkelser med inspeksjon og fotografering av kildeområdene fra helikopter og kartlegging i terrenget.
5. Analyse av kildeområde for skred ved hjelp av helningskart og terrengformer.
6. Analyse av utløpsområder for skred. Her er alfa-beta metoden brukt for snøskred (profiler) og 3D HYSTONE simulering for steinsprang.
7. Sammenstilling av alle data er gjort i ArcGIS og deretter er faglig skjønn brukt for utarbeiding av faregrenser for ulike skredtyper.

Topografi, geologi, vegetasjon og klima

Det vurderte området ligger ved foten av en nordøstvendt fjellside som strekker seg fra havnivå og opp til nesten 1300 moh i sørøst (Figur 1). Potensielle kildeområde for skred går opp mot Nakken i nordvest (730 moh) og stiger sørøstover mot Steimsnibba på 1285 moh (Figur 2, Figur 3 og Figur 4). Fjellsiden blir også brattere og mer skredutsatt mot sørøst mot Storegjølet under Steimsnibba og (Figur 2).

Fjellsiden er karakterisert av til dels tett skog (bar- og løvskog) opp til 6-700 meter, og økonomisk kartverk viser at store deler av den nordligste fjellsida har høy bonitet (Figur 5). Lenger mot sør blir skogen mer og mer skredpåvirket, og er totalt fraværende når vi nærmer oss kildeområdene for snøskreda som går ned mot Korsbrekke. I overgangssonen er det et område med enkeltstående gamle og store furuer (Figur 4 og Figur 6). Disse er trolig flere hundre år gamle og har overlevd eventuelle snøskred i området. I den nordlige fjellsiden under Nakken er det noen bratte og langsgående skrenter uten skog. Her er det avsetninger dannet av steinsprang, men urene er lokalisert langt oppe i fjellsiden og det ser ut til at rekkevidden er relativt begrenset (Figur 3).

De geologiske forholdene blir diskutert under kapitlet om feltundersøkelser. Det tilgjengelige geologiske løsmassekartet fra NGU var for grovt til å kunne brukes, og vi har derfor laget et nytt løsmassekart bygd på vår feltkartlegging og detaljerte terrengdata. Et detaljert løsmassekart er svært viktig som grunnlagsmateriale for detaljerte skredfarevurderinger, og det eksisterende kartet fra NGU er ikke godt nok. Vi vil derfor anbefale at NGU i sin kartleggingsplan fokuserer på detaljert kartlegging i de mest skredutsatte områdene. Det tilgjengelige berggrunnskartet gir liten informasjon om foliasjon og sprekker. Hele området består av gneis.