

# Skred og skredfare

## Skredforskning ved NGI

Allerede samme år som NGI offisielt ble opprettet fikk man i oppdrag å undersøke kvikkleireskredet som gikk på Bekkelaget ved Oslo 7. oktober 1953. Dette var det første av en lang rekke skred i marin leire som Instituttet gjennom årene har undersøkt. Vi kan her bare nevne som eksempel noen av de største eller viktigste leirskredene ved

Borgen, Ullensaker	23. desember 1953
Lodalen, Oslo	6. oktober 1954
Drammen	6. januar 1955
Vibstad, Namdalen	22. februar 1959
Furre, Namdalen	14. april 1959
Sokkelvik, Nordreisa	7. mai 1959
Sandnes	12. august 1963
Selnes, Klinga	18. april 1965
Båstad, Trøgstad	5. desember 1974

Parallelt med studiene av leirskred har det foregått undersøkelser av andre typer løsmasseskred. En interessant, men relativt sjelden type skred er flyteskredene som man her i landet særlig kjenner fra Trøndelag og Nordland.

Helt fra starten har Instituttet også beskjeftiget seg med stein- og fjellskred, den første tiden særlig som konsulent for Landbruksdepartementet, senere Statens naturskadefond. Spesielt i de senere årene er det prosjektert en del større sikringsanlegg.

Stortinget besluttet i desember 1972 at det skulle settes i gang organisert snøforskning i Norge og at den del som omfatter snøskred og sikringstiltak skulle tillegges NGI. Allerede i løpet av 1973 sto NGIs snøskredstasjon ferdig i Grasdalen i Stryn. Her har man siden foretatt observasjoner og målinger av snøegenskaper og skred gjennom vinteren og på den måten ervervet seg bedre grunnlag for vurdering av fare for snøskred.

## Forutsetningene for skred

Faren for skred er avhengig av geologien, topografien og klimaet. I et fullkomment flatt landskap kan det ikke oppstå skred. Topografien er betinget av geologien på to måter. For det første er den avhengig av hva slags materiale undergrunnen består av, om det er løsmasser eller berggrunn, og for det annet hvilket trinn i den geologiske utviklingen man betrakter. På grunn av meget gammel berggrunn i Norge, relativt nye jordskorpebevegelser, samt istiden er forutsetningen lagt til rette for en mangfoldighet av skred. Steinsprang kan nær sagt forekomme hvor som helst der berggrunnen stikker i dagen i en skrent, mens de store fjellskredene går der topografien er voldsom, til fjells, på Vestlandet og i Nord-Norge. Istiden etterlot seg store mengder moreneavsetninger som særlig i dalførene er utsatt for skred ved snøsmelting og stor nedbør. Isdekket under istiden presset landet ned og resulterte i at vi i dag har noen av de best oppdyrkede områder rundt Oslofjorden og i Trøndelag på gammel sjøbunn med marin leire som er utsatt for leirskred. Der snøen legger seg i hellende terreng vil det kunne gå snøskred avhengig av snømengde, nedbørsintensitet og den utvikling snøen har gjennomgått siden den falt. De topografiske betingelser for snøskred er stort sett de samme som for stein- og fjellskred.

## Skred i Norge og deres konsekvenser

Skred er ikke noe spesielt for Norge, men på grunn av den særegne natur, den geologiske historie Norge har gjennomlevd samt klimaet her har vi antagelig flere forskjellige typer skred enn de fleste andre land.

De geologiske konsekvenser av skred er relativt ubetydelige sett med menneskelig tidsmålestokk. Til fjells finnes det utstrakte forvittringsurer som skyldes steinsprang, og her og der kan det være kolossale urer som er resultat av fjellskred. Både jordskred og

fjellskred kan herje rent lokalt, demme opp bekker og elver til nye vann eller tvinge dem til å ta nye løp. Gjennom lengre tidsrom er de imidlertid alle med på å omvandle landskapet og jevne ut jordoverflaten.

Det er intet fylke i landet som ikke merker ulemper eller skader av skred. Det som vel må sies å være det alminneligste er innvirkning på kommunikasjonslinjer, veier, jernbaner, kraftlinjer, telefon, men i tillegg går det ut over skog, dyrket mark, boligbebyggelse og i sjeldne tilfelle industrianlegg. Materielle skader som er anrettet gjennom tidene kan man bare ane. Om det eldgamle leirskred i Gauldalen år 1345 blir det f.eks. anført at det ødela 48 gårder, samt noen kirker. Et visst inntrykk av skredenes skadevirkning og potensielle fare i nyere tid gir de saker som er behandlet av Statens naturskadefond. Dette gjelder kun skader på eller fare for private eiendommer, ikke statlige eller kommunale. Skadetakst for skred i 15-årsperioden 1962–76 var vel 30 mill. kroner, og i samme periode ble det bevilget vel 26 mill. kroner til sikring mot skred. Om Gauldalsskredet blir det nevnt at 250 mennesker omkom og like mange veifarende og fattigfolk! Ellers må vi helt frem til 1830-årenes offisielle statistikk for å få bedre rede på antatt omkomne. I 10-årene 1836–1845 omkom det f.eks. 80 mennesker ved snøskred, og i neste 10-år 175, mens det bare i året 1868 ble drept 161 mennesker av snøskred. I 100-årsperioden 1871–1970 omkom det totalt 1424 mennesker ved skred her i landet hvorav 55 % ved snøskred, 24 % ved steinskred og 20 % ved jord- og leirskred.

### Litt om skredtyper

I dialektene finnes en rekke forskjellige ord for skred. De kan brukes alene og generelt eller med et forledd som normalt sier hva slags materiale skredet består



Fig. 1. Snøskred ved Tokheim, Odda 1967.  
(Foto Eidnes, Odda).

*Snow avalanche at Odda in Hardanger, Western Norway, 1967.*

av. De vanligste er: Braut, brest, fall, fonn, jerve, laup, rap, ras (res, rås), rone (rønne), skott, skre (skrede, skreå, skriu, skrøv, skrei osv.), sprang, svor.

*Snøskred* (Fig. 1) blir tradisjonelt i Norge delt i *mjellskred* bestående av tørr, løs snø og *kramskred* som består av våt, tung snø. I dag er det på forskningshold vanlig i skille mellom *flakskred* og *løs-snøskred* etter måten skredene løsner. Hvis snøskredene har meget stort vanninnhold eller de blander seg med vann kaller vi det *sørpeskred*.

*Bergskred* (Fig. 2) kan etter størrelsen deles i *steinsprang* (volum < 100 m<sup>3</sup>), *steinskred* (< 10 000 m<sup>3</sup>) og *fjellskred* (> 10 000 m<sup>3</sup> ofte opp til mange mill. m<sup>3</sup>). Steinsprang og oftest steinskred skyldes utløsning av overflateoppsprukket fjell, fjellskred avløses etter dypereleggende glideflater. Ved steinsprang kommer materialet hoppende og trillende, mens i steinskred og fjellskred kommer skredmassene samlet nedover, ofte iblandet ur- og morenemateriale. Erfaring viser



Fig. 2. Lite steinskred 13.3.1953 på Trontveit i Nissedal.  
*Small rockslide at Trontveit in Nissedal, Telemark, 1953.*

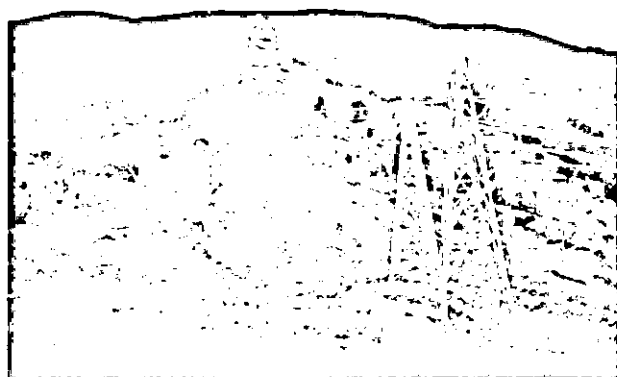


Fig. 3. Jordskred 2.11.1971 som skyldes ekstrem stor nedbør, Fardalen, Øvre Årdal, fotografert 5 år etter.  
*Earthflow in November 1971 in Øvre Årdal, Western Norway, caused by excessive precipitation.*



Fig. 4. Kvikkleireskred ved Båstad i Trøgstad 5.12.1974.  
*Quick clay slide, Båstad, Trøgstad, Southeastern Norway, 1974.*

at bergskred kan dra med seg løsmasser av et volum som er opp til 10 ganger større enn det som raser ut fra fjellet. Man kan derfor si at de forårsaker en type jordskred. Fjellskred som raser ned i vann eller fjorder kan resultere i katastrofale skredbølger.

*Jordskred* eller løsmasseskred går ofte når finkornige jordarter som f.eks. leire og morene blir oppbløtt. Forskjellige typer jordskred skyldes teløsning, snø-

smelting eller stor nedbør (Fig. 3). Jordskred med stort vanninnhold eller som nærmer seg fluvial massetransport kalles *flomskred* (kalles også vasskred).

*Leirskred* er større eller mindre utrasing i marine leiravsetninger av forskjellig form og årsak. En helt spesiell type leirskred er *kvikkleireskred* (Fig. 4). *Flyteskred* er undervannsutrasning i løst lagret finsand eller grovsilt som også kan kalles undervannsskred.

## Vurdering av skredfare

For vurdering av faren for visse typer skred har man relativt gode undersøkelsesmetoder og beregningsmetoder. Man kan på den måten komme frem til en såkalt sikkerhetsfaktor som er et mål for forholdet mellom de krefter som holder på plass og de krefter som søker å rive ned. For andre typer skred finnes ikke slike metoder. Man har derfor vært henvist til å vurdere eller anslå faren for skred på grunnlag av det foreliggende materiale. Den sakkyndige har derfor ofte vært tvunget til å komme med såvidt upresise uttalelser som «stor skredfare» eller «liten skredfare». Dette har vært en medvirkende årsak til at man i den senere tid har vurdert muligheten av å komme frem til et tallmessig uttrykk for sannsynligheten for at et skred skal inntreffe. Man har også vært mer interessert i å analysere konsekvensen av skred *hvis* de går.

## Skred og risiko

Bygningslovens § 68 omhandler byggegrunn og drenering, og første ledd har følgende ordlyd: «Grunn kan bare bebygges dersom det er tilstrekkelig sikkerhet mot synkning, vannsig, flom, ras e.l.». I to rundskriv vedrørende boligbygging, flom og skredfare skriver Kommunal- og arbeidsdepartementet at bygging ikke må skje i «potensielle fareområder» eller i områder hvor «forholdene medfører risiko for skred».

Loven og forskriftene inneholder imidlertid ingen bestemmelser om *hvor* sikre boligområder skal være, eller hvilken risiko for skred som eventuelt kan aksepteres.

Tolker man dette bokstavelig, medfører det at bygging av hus bare kan skje i områder som er helt sikre mot skred.

Alle som har arbeidet med skred, eller med risikoanalyse, vet at absolutt sikkerhet mot uønskede hendelser ikke er oppnåelig. Alle aktiviteter medfører en

viss risiko for skader, ulykker, sammenbrudd av konstruksjoner o.l.

Å akseptere risiko for skred ved boligbygging kan høres brutalt ut. På den annen side er geologi, topografi og klima av en slik art i Norge at man i svært mange områder må godta en viss risiko for i det hele tatt å finne plass til bebyggelsen. Dette gjelder særlig på Vestlandet og i Nord-Norge der trange dalfører og bratte fjellsider medfører at bebyggelsen ofte må forskyves inn mot eller opp i skråninger og dalsider. Hensynet til dyrket mark, som jo legger beslag på de flate dalbunnområdene, fører ofte til det samme.

Disse forhold har medført at nye boligfelter mange steder oppføres i områder hvor det er mulighet for skred. I enhver skråning, nær sagt uansett hvor slak eller bratt den er, kan det tenkes å gå skred. M.h.t. snøskred er det f.eks. en nokså klar sammenheng mellom gradient og skredhyppighet.

Fig. 5 viser at snøskred forekommer i helninger ned mot 10° og opp mot 60–70°, men at frekvensen da er liten. Størst frekvens finner vi rundt 40–50°. Sørpeskred og flomskred opptrer også gjerne i skråninger med liten gradient. På lignende vis vil steinsprang og steinskred kunne forekomme i skråninger som er brattere enn fjellets friksjonsvinkel, dvs. ca. 40°. For alle de nevnte skredtyper øker rekkevidden med økende skredvolum. For sørpe- og flomskred er

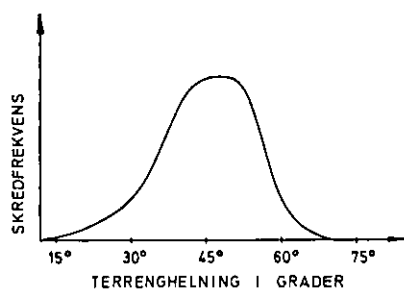


Fig. 5. Snøskredfrekvens i forhold til terrenghelning.  
*Frequency of snow avalanches versus slope angle.*

## SNØSKRED REKKEVIDDE. PRINSIPPSKISSE

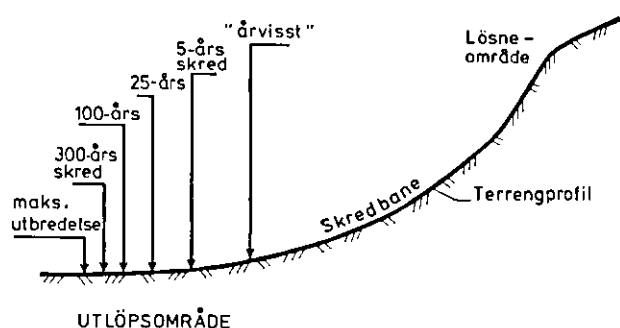


Fig. 6. Prinsippskisse som viser snøskredenes rekkevidde.  
Diagram visualizing the reach of snow avalanches.

rekkevidden i stor grad avhengig også av vanninnholdet.

Disse skredene er alle mer eller mindre betinget av været, og de utløses gjerne som følge av «ekstreme» nedbørforhold. For snøskred er det god sammenheng mellom nedbørsintensitet og skredfrekvens/skredstørrelse; og steinskred, sørpeskred og flomskred utløses ofte også ved intense regnskyll.

Graden av fare må derfor ses i sammenheng både med topografiske og klimatiske forhold for et aktuelt byggeområde. Ut fra det som er antydnet foran om topografi, klima og skredfare, fremgår det at et område i eller ved en skråning som regel ikke kan klassifiseres som «farlig» eller «sikkert». Det er alltid snakk om graden av sikkerhet, eller risiko for skred, avhengig av skråningens art (geologisk sammensetning, skråningsgradient) og stedlige klimatiske forhold.

Vi kan forsøke å belyse forholdet med et snøskred-eksempel. Snøskred i dalsider med fall på 500–1000 m er et vanlig fenomen i mange områder av landet. Skredene går som regel i faste skredfår, og frekvens og rekkevidde avhenger av topografi og klima. Vi tenker oss nå at et boligfelt skal plasseres i dalbunnen nedenfor snøskredområdet. På grunn av plassmangel,

tomtekostnader etc. må boligfeltet ligge så nær opptil snøskredet som mulig «uten at fare oppstår».

Erfaringsmessig vet vi at snøskredet normalt har en viss utbredelse, men at det enkelte år kan gå mye lenger enn vanlig. Den uvanlige rekkevidden skyldes mer eller mindre ekstreme snøfall kombinert med vind av en viss retning. Den maksimale utbredelsen av snøskredet hittil er kjent da dalføret har vært bebodd i flere hundre år (Fig. 6).

Utbredelsen av 300-årsskredet f.eks. kan beregnes noenlunde. Velger man å la byggegrensen gå ved 300-års utbredelsen, blir risikoen for de øverste husene årlig  $1/300 \approx 3.3 \cdot 10^{-3}$ . 300 år er jo et langt tidsrom, og det er heller ikke sikkert at 300-årsskredet inntreffer i 300-årsperioden. Sjansen for det er statistisk 67 %.

Med en viss rett kan det hevdes at nye boligfelt som anlegges, ikke bør ha midre sikkerhet enn gjennomsnitt-sikkerheten for boliger her i landet. Hvor stor er nå denne? Med utgangspunkt i foreliggende ulykkesstatistikk kan det vises at den årlige risiko for at en vilkårlig valgt person skal forulykke på grunn av skred i Norge er ca.  $1/400\,000$ .

Er sikkerheten for dette byggefeltet god nok? Sammenlignet med annen samfunns- og yrkesrisiko ser vi

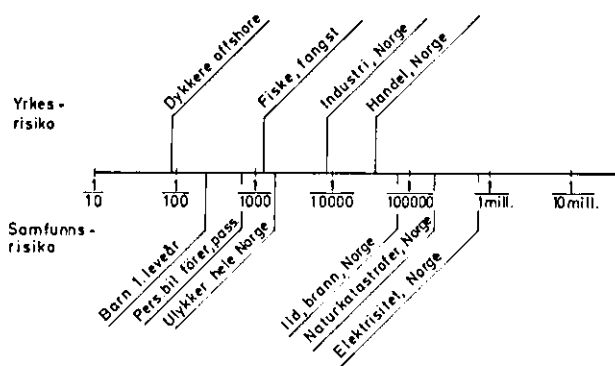


Fig. 7. Personrisiko pr. år i Norge.

Risk of being killed in one year in Norway by working accidents or other accidents.

at 1/300 årlig er et høyt risikonivå (Fig. 7). Vi forutsetter da at 300-årsskredet medfører tap av menneskeliv. Og sammenlignet med landsgjennomsnittet på 1/400 000 for skredulykker representerer 300-års skredet en meget høy risiko. Tilsvarende tankegang og analyse bør kunne utføres for de andre skredtyper, f.eks. steinsprang, sørpeskred og flomskred. En stor del av bebyggelsen i Norge er oppført på steder med tilsvarende eller dårligere sikkerhet. Som nevnt tidligere ser det imidlertid ut til at vi er tvunget til å akseptere en slik risiko hvis man i det hele tatt skal finne plass til bebyggelsen.

Det er viktig at sentrale og lokale politiske myndigheter er kjent med disse forhold. Likeledes bør bygningslovens ordlyd om «tilstrekkelig sikkerhet» og Departementets rundskriv om at bygging ikke skal skje i «potensielle fareområder» snarest tas opp til diskusjon slik at bedre forskrifter kan utarbeides. De lokale bygningsråd som tar avgjørelsen i byggesaker har også behov for bedre kriterier og retningslinjer å arbeide etter når boligbygging og skredfare skal vurderes.

### **Landslides, avalanches and risk analyses**

NGI has from its establishment in 1953 studied the mechanics and occurrence of earthslides, rockfalls, rockslides, debris-flows, earthflows and last but not least quick clay slides. Since 1972 research related to snow avalanches and prevention measures were added to the responsibility of the Institute. Factors leading to landslides and avalanches in Norway are mentioned and the main types are outlined. During the century 1871–1970 a total of 1424 persons were killed by landslides. The most devastating year as to snow avalanches was, however, in 1869 when 161 persons were lost.

Governmental building regulations state that construction must not take place in «potentially unstable

areas». The law does not specify *how* safe potential construction sites must be or how great risks are acceptable. To accept risks at all against slides may seem unreasonable, but a greater part of Norway has a topography and a climate that makes avalanches and slides a common thing. At the same time one must find sites for industry and housing, and this cannot be done without moving into areas where potential instability exists.

The essential question is how big a risk can be accepted. Should one, when planning a residential area, stay outside the theoretical reach of any potential avalanche or is «safety» against f.ex. the 300-year avalanche good enough?

The formulation «adequate safety» in the Building Code must gradually be replaced by more detailed descriptions of acceptable risk levels.

*Finn Jørstad og  
Karstein Lied*