

Skredfare, boligplanlegning og ekspertens rolle overfor oppdragsgiver

Karstein Lied*

Det er ikke uvanlig med boligreising i områder med en viss skredfare i Norge i dag. Hvilket risikonivå som er akseptabelt er et politisk-økonomisk spørsmål, og må ses i forhold til risikonivået ved andre aktiviteter. Risikonivået kan uttrykkes ved dødsfrekvensen (P_f), dvs. den gjennomsnittlige sannsynlighet for død pr. times deltakelse i en aktivitet. For naturkatastrofer i Norge er $P_f \approx 4.5 \cdot 10^{-10}$, og for bilkjøring er $P_f \approx 1 \cdot 10^{-6}$. Det førstnevnte skulle tilsvare skredulykker med et gjennomsnittlig gjentakelsesintervall på 200.000 år. Det vil neppe være samfunnsøkonomisk riktig å ta hensyn til så sjeldne skred i praktisk boligbygningspolitikk. I Sveits er det vanlig å bruke "300-års skredet's" utbredelse som grense for boligbebyggelsen, dvs. $P_f \approx 4 \cdot 10^{-7}$. I bygningsloven § 68, 1. ledd står det: "Grunn kan bare bygges dersom det er tilstrekkelig sikkert mot

synkning, vannsig, flom, ras e.l.". Det kan her se ut til at bygningsloven legger opp til samme risikonivå for hele landet, tilsvarende landsgjennomsnittet eller lavere ($P_f \leq 4.5 \cdot 10^{-10}$). Samtidig tilsier landets topografi og klima at det ikke finnes tilstrekkelige bebyggbare arealer med en slik sikkerhet.

De nasjonale eller lokale politiske myndigheter må avgjøre hvilke risikonivå som kan tolereres. Konsulentens oppgave er å klarlegge risikonivået på det aktuelle sted, slik at oppdragsgiver kan ta sine beslutninger. Eventuell vurdering av sikringstiltak må komme som et selvstendig avsnitt i konsulentens rapport. Ideelt sett bør oppdragsgiver/kommunen vurdere totalbehovet for forebyggende sikringstiltak (herunder f.eks. gangveger, brannvern m.m.) før beslutninger om bygging av sikringstiltak mot skred fattes.

Innledning

Trange dalfører og bratte fjellsider er svært vanlig i vårt land og i fjord- og dalstrøkene særlig på Vestlandet og i Nord-Norge er naturødeleggelse i form av skred en realitet. I mange dalfører er f.eks. gårdsbebyggelsen plassert først og fremst av hensyn til skredfaren.

I de senere år er det blitt stadig mer alminnelig å planlegge ny bebyggelse i konsentrerte boligfelt der utnyttelsesgraden, dvs. boligtettheten, er forholds-

vis høy. Samtidig har ønsket om å verne dyrkbare områder ført til at nye boligfelt forskyves bort fra de flater dalbunnområdene, til skråninger i eller nær fjellsider der man ikke kommer i konflikt med jordbruksinteressene. Mange steder finnes det heller ikke andre muligheter for ekspansjon rundt tettstedene enn i de nærliggende fjellsider.

Følgen av disse forhold, dvs. de store konsentrerte boligfelt og plasseringene i eller nær fjellsiden er en økende fare for ulykker som følge av skred. Oftest er det i slike tilfelle ikke mulig helt å uteslukke faren for f.eks. flomskred, snøskred, utglidninger av løsmasser eller steinsprang så lenge området lig-

ger i nærheten av en fjellside. Denne boligbyggingen vil derfor nær sagt alltid medføre en viss risiko for uønskede skredhendelser (Fig. 1—2).

Det ville også være urealistisk og økonomisk sett utforsvarlig å plassere bebyggelse ut fra det hensyn at den skulle være 100 % sikker mot skred. Hvor sikker bebyggelsen skal være er imidlertid mer et politisk/økonomisk spørsmål enn et faglig. Det fagmannen kan gjøre er å beskrive muligheten eller sannsynligheten for at skred skal forekomme, og så får de politiske myndigheter avgjøre om risikoen for skred er liten nok til å kunne aksepteres.

Hvilket risikonivå som er akseptabelt er både et følelsesmessig og et samfunnsøkonomisk spørsmål. Følelsesmessig fordi enkelte mennesker aksepterer en høyere risiko for skred enn andre vil gjøre. Samfunnsøkonomisk fordi det i bunn og grunn er et spørsmål om hvilken pris samfunnet er villig til å betale for inbyggernes sikkerhet mot denne form for fare. Sannsynligvis bør man komme fram til et akseptert risikonivå for naturskader når f.eks. grensene for et boligfelt skal trekkes mot et område der skred kan tenkes å forekomme.

Risikoanalyse

Det er her av betydning å være klar over at absolutt sikker kan man ikke være i noen situasjon i livet. Risiko er tilstede i alle forhold til alle tider. Risikonivået kan være vesentlig forskjellig for ulike forhold, f.eks. er dødsfrekvensen for naturkatastrofer (snøskred, jordskjelv etc.) ca. 1/2000 av dødsfrekvensen for bilkjøring. Sikkerheten kan imidlertid aldri bli absolutt. Begrepene risiko og sannsynlighet er behandlet i Jensen & Sande (1974): "Risikoanalyse — Konkretisering av fare som ledd i beslutningsprosessen".

* Head of Avalanche Group
Norwegian Geotechnical Institute
Oslo

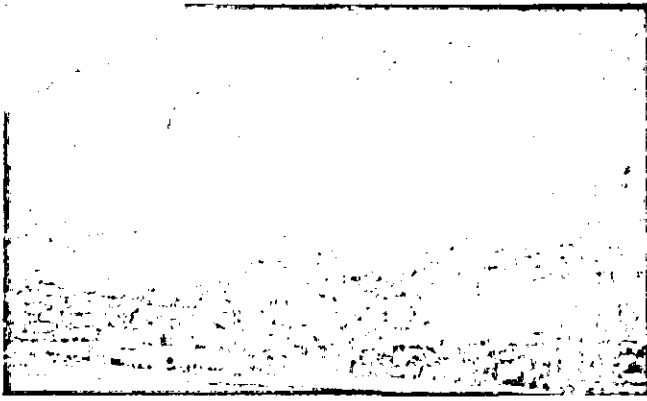


Fig 1. Ofte ligger bebyggelsen i bratte dalsider. Voss

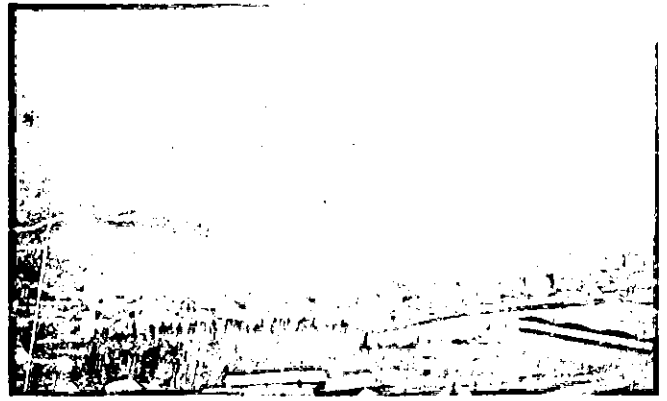


Fig 2. Trange dalsjører medfører at bebyggelsen skyves inn mot fjellsidene. Dale, Vaksdal

Ifølge boken kan dødsfrekvensen P_f uttrykkes ved følgende forhold:

$$P_f = \frac{D}{N \cdot h}$$

- D = antall dødsfall i et tidsintervall som følge av en gitt aktivitet
- N = antall personer som har deltatt i aktiviteten i tidsintervallet
- h = gjennomsnittlig antall timers deltagelse i tidsintervallet.

Dødsfrekvensen betegner altså den gjennomsnittlige sannsynlighet for død pr. times deltagelse i aktiviteten i tidsintervallet.

I Norge er dødsfrekvensen, P_f , for snøskred og andre naturkatastrofer ca. $4.5 \cdot 10^{-10}$. For trafikkulykker med dødelig utgang er P_f ca. $1 \cdot 10^{-6}$. Sjansen for å omkomme ved bilkjøring eller i trafikken er altså ca. 1 milliontedel i gjennomsnitt pr. times deltagelse. Den tilsvarende mulighet for at en vilkårlig valgt person i Norge skal omkomme på grunn av en naturkatastrofe i løpet av 1 time er ca. 2200 ganger mindre.

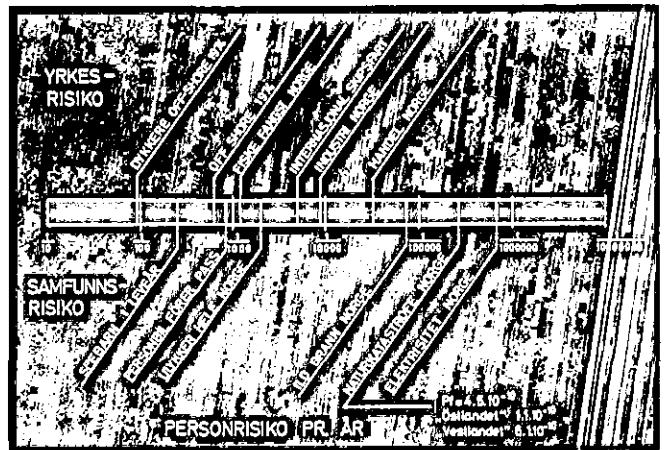
Det aksepterte risikonivå er forskjellig i de forskjellige situasjoner og er, som nevnt, avhengig av flere ting, vesentlig av psykologiske forhold og av samfunnsøkonomiske interesser.

Risiko ser imidlertid ut til å kunne deles i 2 hovedgrupper:

- (a) Frivillig risiko, dvs. risiko fra aktiviteter som enkeltindivider har valgt selv.
- (b) Ufrivillig risiko, dvs. risiko fra aktiviteter som er påført enkeltindivider av andre (f.eks. av samfunnet).

I boken "Risikoanalyse" av Jensen & Sande er det nevnt at frivillig risiko (som f.eks. bilkjøring) ser ut til å ha dødsfrekvensen på $P_f \approx 1 \cdot 10^{-6}$, og ufrivillig risiko (naturkatastrofer) en dødsfrekvens på $P_f \approx 1 \cdot 10^{-9}$. Det er etter en forskjell mellom frivillig og ufrivillig risiko på 1000: 1.

Fig 3. Yrkes- og samfunnsrisiko i Norge



Videre er det foreslått at kravet til sikkerhet vel bør være forskjellig for *bestående* og *planlagte* forhold, og følgende minstekrav er antydnet:

Bestående forhold

- Frivillige aktiviteter $P_f \leq 1 \cdot 10^{-6}$
- Ufrivillige aktiviteter $P_f \leq 1 \cdot 10^{-9}$

Planlagte forhold

- Frivillige aktiviteter $P_f \leq 1 \cdot 10^{-7}$
- Ufrivillige aktiviteter $P_f \leq 1 \cdot 10^{-10}$

P_f , dødsfrekvensen, uttrykker sannsynlighet for død pr. time. I ett år er det 8760 timer. Hvis man forenkler regnestykket og forhøyer til 10 000 timer pr. år, dvs. 10^4 timer, vil 100 år inneholde 10^6 timer. Dette medfører at man med en dødsfrekvens på $1 \cdot 10^{-6}$, som f.eks. gjelder bilkjøring, i gjennomsnitt kan kjøre bil i 100 år før man forulykker med døden til følge (Fig. 3).

Risikonivå for bebyggelsen

Hvis man aksepterer et risikonivå for naturkatastrofer på $1 \cdot 10^{-9}$, medfører således dette at bebyggelsen ikke skal treffes av skred som i gjennomsnitt går oftere enn én gang pr. 100 000 år. Planlagt bebyggelse skal videre ligge i sikkerhet for "million-årsskredet" hvis de foreslåtte risikonivåer skal tas til følge. (10^{10} timer tilsvarer omkring 1 million år.)

Disse lave risikonivåer der det er snakk om "100 000" og "million-årsskred", vil medføre at svært mye av bebyggelsen i Norge har et altfor høyt risikonivå, fordi nær sagt alle størrelser og typer av skred kan tenkes å forekomme i løpet av et så langt tidsrom. Planleggingen av boligfelt ville også bli nokså umulig hvis man skulle ta hensyn til slike sjeldne hendelser. Konsekvensen ville i såfall bli at all bebyggelse måtte planlegges på "flat mark" langt borte fra fjellsidene. I såfall ville andre konkurrerende hensyn komme inn, bl.a. måtte dyrket mark i høyere grad tas i bruk som byggeleiland. I vårt land ville derfor et slikt risikonivå for bebyggelse med hensyn til skredfare være for lavt fordi det samfunnsøkonomisk ikke er forsvarlig, da risikoen for skred blir uforholdsmessig mye mindre enn den risikoen man utsettes for ved andre aktiviteter, f.eks. bilkjøring.

Bedømmelse av faren for skred

De ytre nedbrytende krefter som virker på jordoverflatens former foregår uavbrutt. Det vil si at i løpet av det man kan kalle et geologisk tidsrom, vil alle ujevnheter i jordoverflaten brytes ned, med andre ord ender fjellkjedene i havnivå. Dette medfører igjen at alle fjellsider avtar i høyde og steilhet. Alle fjellskråninger er derfor "dømt til a

ramle ned", i smått eller stort. Og er skråningen brattere enn ca. 40°, som er fjellets friksjonsvinkel, er det sannsynlig at endel av denne nedbrytningen foregår som større eller mindre skred. Slike fjellskred kan bli meget store, men som regel foregår nedfallene som mindre steinsprang. Å avgjøre med absolutt sikkerhet om en slik bratt fjellside vil ramle ned som et stort fjellskred som f.eks. i Loen, eller i form av tusenvis av mindre steinsprang, er ofte ikke mulig (Fig. 4).

Når man vurderer disse forhold i en aktuell fjellside, uttrykkes faren for den ene eller annen ytterlighet ved hjelp av sannsynligheter, og bedømmelsen blir mer eller mindre subjektiv fordi objektive og sikre målemetoder ikke finnes. Når sagt alle fjellside av noen størrelse er oppsprukket og sprekkesystemene danner ofte et komplekst mønster. Sett over et lengre tidsrom der de ytre nedbrytende krefter virker uavbrutt, har vi ikke målemetoder eller kriterier som med sikkerhet forteller oss hvordan stabiliteten er. Det er derfor meget vanskelig å avgjøre om, og når, eventuelle utfall vil forekomme og hvor store disse vil bli.

Det er videre kjent at store fjellskred har en mye større rekkevidde enn mindre utfall som steinskred eller steinsprang. Rekkevidden er noenlunde proporsjonal med utfallets størrelse fordi friksjonen nedsettes med økende masse. Den gjennomsnittlige friksjonskoeffisient for forskjellige store fjellskred er belyst av bl.a. Scheidegger (1975). Han har funnet at skred med masse 10^4 m^3 har en gjennomsnittlig friksjonskoeffisient, f , på ca. 1. Når massen øker til 10^{10} m^3 , avtar f til ca. 0.1. Derved blir rekkevidden for store skred betraktelig større enn for små skred (Fig. 5).

Hvis det kriterium ble lagt til grunn for bebyggelsens sikkerhet at denne skulle ligge utenfor rekkevidden av de maksimale fjellskred som overhodet kunne tenkes å oppstå i en fjellside, ville dette føre til at svært mye av bebyggelsen på Vestlandet og i Nord-Norge måtte flyttes og store områder erklæres for ubrukelige til byggeformål. Det er imidlertid lite sannsynlig at samfunnet er villig til å ta konsekvensene av et slikt syn, fordi kostnadene er for store sammenliknet med faren for slike skred.

Liknende betraktninger kan også gjennomføres for de fleste typer løsmasse-skred. Der forholdsvis bratte skråninger er dekket av løsmasser som f.eks. organisk jord, bunnmoreneavsetninger, silt- og sandavsetninger eller av urmasser, vil det alltid være en viss mulighet for at massene raser ut. Skred i denne type løsmasser skjer oftest på



Fig 4. Avsetninger etter fjellskred som ligger tvers over dalføret. Hvilken frekvens har slike skred i dette området? Urdehørdi, Rauland

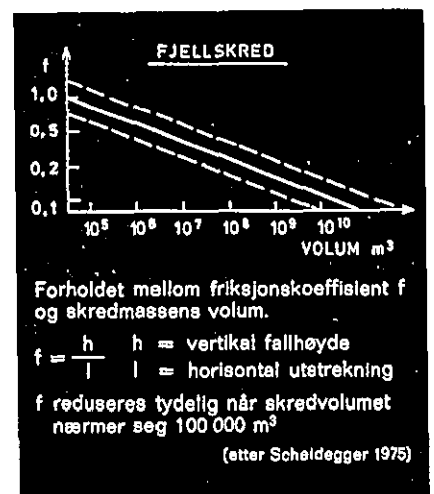


Fig 5. Friksjonskoeffisienten avtar med økende skredvolum

grunn av unormalt store poretrykk i løsmaterialet forårsaket av intens nedbør. Men det er ikke mulig å avgjøre hvilke nedbørsforhold som fører til skred, eller ved undersøkelser og målinger å si noe bestemt om graden av fare. Rekkevidden av slike skred vil i høy grad være avhengig av vanninnholdet. Hvis vannmengden blir stor nok, vil skredet bevege seg nærmest som en væske, uten at rekkevidden kan avgjøres på forhånd.

Det er hevet over tvil at mye bebyggelse ligger eksponert for slike skred i vårt land. Faren for utrasning er imidlertid såpass liten, sett i forhold til bebyggelsens levetid, at risikoen for skred aksepteres. Geologisk sett er det imidlertid tenkelig at slike løsmasseforekomster en eller annen gang vil rase ut i form av skred. Det tidsrom man da snakker om, kanskje av størrelsesorden 10 000 år, er imidlertid forholdsvis stort og sjansen for en utrasning statistisk sett tilsvarende liten (Fig. 6—7).

Det er kjent at snøskred oftest går i de samme skredfår, men med varierende hyppighet, avhengig av topografi og

klima. Enkelte skred går flere ganger pr. år, andre med flere 100-års mellomrom. Utbredelsen av et og samme skred varierer på tilsvarende vis, "normalt" har skredet en viss utbredelse, enkelte år kan skredet få svært stor rekkevidde på grunn av spesielle vær- og snøforhold.

I Sveits er det vanlig å bruke det såkalte "300-årsskredets" utbredelse som grense for boligbebyggelsen. Uttrykt i sannsynlighet pr. time gir 300-årsskredet et risikonivå på ca. $4 \cdot 10^{-7}$, dvs. fire timilliontedels sjanse pr. time i gjennomsnitt for at bebyggelsen skal treffes av skred.

Dette kan synes som et svært lavt tall, dvs. høy sikkerhet, men sammenliknet med den gjennomsnittlige sannsynlighet for at en vilkårlig valgt person i Norge skal omkomme på grunn av en naturkatastrofe, er tallet høyt. Som nevnt foran, er risikoen for en slik hendelse så lav som ca. $4.5 \cdot 10^{-10}$.

At "300-årsskredet" utgjør et høyt risikonivå kan også illustreres ved følgende: Hvis hele Norges befolkning (4 mill. mennesker) bodde like innen-



Fig 6. Løsmasseskred. Nordfjordeid. Urmasser utløst av mindre steinsprang har nådd ned i et nytt boligfelt. (Utsnitt)



Fig 7. Løsmasseskred. Nordfjordeid. Skredmassene og et ødelagt bolighus på nært hold

for 300-års snøskredets rekkevidde skulle 13 383 mennesker omkomme pr. år som følge av slike skred:

$$\left(\frac{1}{300} \cdot 4 \text{ mill.} = 13\,383 \right).$$

Hva bygningsloven sier om skredfare

Tidligere er det sagt at sannsynligheten pr. time for at en tilfeldig valgt person i Norge skal omkomme som følge av skred i gjennomsnitt er ca. $4.5 \cdot 10^{-10}$ eller en halv milliardedels sjanse pr. time. Dette tilsvarer ca. 250 000 årsskredet. Ifølge Jensen & Sande, om "ufrivillige aktiviteter i planlagte forhold", bør risikonivået ikke overstige: $P_f = 1 \cdot 10^{-10}$ (million-årsskredet). Å snakke om slike sjeldne skred er ikke realistisk, og selvfølgelig ikke mulig å ta konsekvensen av i praktisk boligbyggingspolitikk. Hvis bebyggelsen i Norge skal ha en fornuftig plassering, sett i sammenheng med andre samsfunnsforhold, er vi tvunget til å akseptere et langt høyere risikonivå. Dette gjelder særlig i de strøk av landet som er mest ustatt for skred. Hvis disse strøkene forsatt skal bebos, og det er det vel ingen tvil om, må man legge bebyggelse på steder som har et høyere risikonivå for skred enn hele landet sett under ett. Herav følger at det heller ikke er mulig å garantere sikkerhet for slik bebyggelse. Hvis garanti skulle gis, ville svært mange dalfører på Vestlandet og i Nord-Norge være ubeboelige. 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."

Et interessant spørsmål er hva som i denne sammenheng menes med "tilstrekkelig sikkerhet". Er det sikkerheten sammenlignet med andre boligfelt i kommunen, i fylket eller på landsbasis? Hvor liten skal skredfrekvensen

eller risikoen for skred være før sikkerheten er "tilstrekkelig"? Tar man gjennomsnittet av hele befolkningen som utgangspunkt, kan man med en viss rett hevde at "tilstrekkelig sikkerhet" medfører et risikonivå likt eller lavere enn gjennomsnittet, dvs. $P_f = 4.5 \cdot 10^{-10}$ ("250 000 årsskredet"). I såfall kan bygningslovens intensjoner ikke praktiseres svært mange steder i landet, ganske enkelt fordi den sikkerhet man da krever blir så høy at det ikke finnes plass for bebyggelsen.

Det synes derfor innlysende at man for mange områder i Norge må akseptere et forholdsvis høyt risikonivå. Dette bør både eksperter på skred, planleggere av boligområder, forsikrings- og erstatningsmyndigheter og politikere være oppmerksom på. Vest-Norge har f.eks. ca. 6 ganger større ulykkesfrekvens enn Øst-Norge ved naturkatastrofer (Vest-Norge $P_f = 6.1 \cdot 10^{-10}$, Øst-Norge $P_f = 1.1 \cdot 10^{-10}$) (Fig. 3).

Loven har ingen forskrifter som presiserer begrepet "tilstrekkelig sikkerhet". I forbindelse med flom og ras-katastrofer har departementet riktignok sendt to rundskriv til fylkene vedrørende flom, skred og geotekniske forhold h.h.v. i 1968 og 1969.

I rundskrivet fra 1968 heter det bl.a at fylkesmennene "overfor de kommunale myndigheter innskjerper nødvendigheten av at man nøye passer på at det ikke skjer bebyggelse i potensielle fareområder". Det heter videre: "Ekspertundersøkelser bør også foretas i områder hvor de topografiske, meteorologiske og geologiske forhold medfører risiko for steinskred, snøskred m.v."

I rundskrivet fra 1969 nevnes at: "Åpenbare og potensielle fareområder innenfor mulige utbyggings- eller anleggsområder skal vurderes spesielt, idet graden av fare presiseres". "Potensielle fareområder" og "områder hvor forholdene medfører risiko for skred" skal etter dette ikke bebygges.

Lovens formulering har store konsekvenser hvis loven tolkes bokstavelig.

Etter mitt skjønn pålegges man å ta hensyn til helt ekstreme skredsituasjoner både m.h.t. frekvens og størrelse. Svært sjeldne skred og ekstremt store skred må trekkes inn i vurderingen. Hendelser som "Stor-Ofsen" og skred av Tafjord-Loen-typen omfattes av loven.

Det kan derfor se ut til at bygningsloven legger opp til et risikonivå som tilsvarer det som tidligere er nevnt, altså $P_f = 4.5 \cdot 10^{-10}$ eller "250 000 årsskredet", eller enda lavere.

Et slikt lavt risikonivå er det som nevnt ikke mulig å gjennomføre i svært mange distrikter, og bygningslovens formulering synes derfor urealistisk.

Konklusjonen på det som er sagt foran må bli at bygningslovens ordlyd, samt de verdier vi har for gjennomsnittlig dødsfrekvens i Norge, tilsier en ekstremt høy sikkerhet. Samtidig medfører landets topografi og klima at det tilgjengelige areal med denne sikkerhet ikke er til stede. Med den store etterspørsel man har etter byggeområder, og den utbygning som finner sted, ser det ut til at lov og praksis ikke er overensstemmende. Spørsmålet blir så: Hva skal man gjøre med dette?

Hvem skal fastsette risikonivået?

Det er ikke mulig, og blir heller neppe mulig, å gi uttrykk for en eksakt hyppighet for hverken stein, snø eller andre typer skred. Tallene som er presentert tidligere er *kun* brukt for å vise at hvis risikoen for boligbebyggelse i "skredområder" i Norge skal bli like lav som andre risikofylte forhold, plikter man å ta hensyn til svært sjeldne skred. I praksis når skredfaren skal bedømmes, bør nær sagt alle "mistenkelige" formasjoner tas hensyn til. Hva kan ikke tenkes å skje i en fjellside i løpet av f.eks. 300 år?

Det blir etterhvert stadig mere klart at spørsmålet som hvor sikkert er sikkert nok, er et politisk problem som prinsipielt må besvares av våre nasjonale, politiske myndigheter. *En* ting skulle

derfor være *sikkert*, nemlig at det ikke er eksperten eller konsulenten som skal avgjøre hva som er sikkert nok.

Sikkerhet, eller krav til sikkerhet, er ikke et absolutt begrep. Menneskets krav til sikkerhet er en følge av samfunnets sosiale og tekniske utviklings-trinn, og den politiske linje myndighetene fører. Som følge av dette vil forskjellige land ha forskjellig syn på hvilken sikkerhet innbyggerne bør ha m.h.t. uønskede hendelser.

På liknende måte vil kravet til sikkerhet og synet på tillatelig risiko overfor naturkatastrofer sannsynligvis variere fra landsdel til landsdel. Forskjellene her skyldes ulike tradisjoner og levekår, klima og topografi. I mange områder av landet oppleves snøskred f.eks. som en vanlig ting, og risikoen for skred aksepteres i høyere grad av den "innfødte" befolkning enn av en tilflytter fra et "ikke-skredområde".

Et viktig moment her er at risiko eller fare-begrepet ser ut til å kunne deles i to grupper:

- 1) reell risiko: basert på konkrete mål-bare forhold (f.eks. historiske data, ulykkesfrekvens, beregningsregler for stabilitet).
- 2) Opplevd, eller følt risiko: det inntrykk eller den følelse av fare mennesker har i en viss situasjon.

Forskjellen mellom reelt og opplevd risikonivå kan være stor, avhengig av hvilken kunnskap mennesker har om årsakene til at risiko oppstår, og i hvilken grad risikonivået lar seg beregne med eksakte metoder. Samfunnet har sannsynligvis forpliktelse til å ta hensyn til den følte risiko såvel som den reelle. Eksperten har imidlertid ikke automatisk evne til å oppleve og forstå den følte risiko, både fordi han er tilbøyelig til å anvende vitenskapelige metoder for å belyse risikonivået, og fordi han ikke selv opplever faren på kroppen. Eksperten bør f.eks. ikke med sin familie i det aktuelle skredområdet, og vurderer faren mere "objektivt". Hvis eksperten, og det er ofte tilfelle, kommer frem til at risikoen er mindre enn oppsitterens følte risiko, behøver det aldeles ikke være ekspertens syn som gir den beste løsning samfunnsmessig sett. Bygging av sikringstiltak kan f.eks. føre til at lokalsamfunn overlever. En fraflytting og nedleggning av lokalsamfunnet kan være samfunnsmessig mere kostbart enn sikring av bebyggelsen og opprettholdelse av lokalsamfunnet.

På den annen side kan det også tenkes at eksperten ut fra sine kriterier kommer frem til at faren er større enn det lokalbefolkningen har inntrykk av. Forskjellen i vurderingen av risikoen kan da vekke sterke reaksjoner på lokalt hold, når f.eks. områder blir nektet be-

bygget fordi eksperten mener å ha konstatert skredfare. Som regel er det økonomiske interesser knyttet til utnyttelsen av slike områder, og eksperten blir utsatt for sterkt press fra lokalt hold. Samtidig ligger gjerne store deler av den eldre bebyggelsen i kommunen minst like skredutsatt som området der det planlegges ny bebyggelse. I de gamle boligområdene er det imidlertid ikke foretatt noen skredundersøkelse. Konsekvensen av dette er at de nye boligfelt som føres opp der man har tatt hensyn til skredfaren, får mange ganger større sikkerhet mot skred enn den eldre bebyggelse. Dette forhold bør oppdragsgiver gjøres oppmerksom på, slik at han kan foreta en av-veining, og muligens bli i stand til å akseptere en viss risiko for skred også i de nye boligområder.

I tillegg til disse ting har eksperten alltid manglende innsikt i lokalsamfunnets økonomiske ressurser. Bruk av sikringstiltak medfører alltid kostnader. Eksperten vet heller ingenting om lokalsamfunnets behov for andre sosiale goder og nødvendigheter. Det kan jo meget vel tenkes at investering i en sykkelsti, eller gangveier, eller utbygning/forbedring av brannvernet i kommunen ville heve innbyggernes sikkerhet i større grad enn investering i sikringstiltak mot skred.

Et vesentlig spørsmål er også om ikke all bebyggelse innen lokalsamfunnet (eller kommunen bør vurderes m.h.p. skredrisiko, før beslutningen om bygging av sikringstiltak/rafflytting i ett enkelt område blir tatt. Ved bare å vurdere det område som tilfeldigvis har fått søkelyset rettet mot seg ("en steinblokk løsnet og ramlet ned øverst i hagen 100 m fra huset"), og eventuelt foreslå sikringstiltak, kan det meget vel tenkes at andre områder i kommunen, som er mere utsatt for fare, blir liggende uten sikringstiltak fordi utfall eller skred ikke er kjent herfra. Bør eksperten i slike tilfelle foreslå hele kommunen undersøkt, slik at myndighetene tar hensyn til skredfaren der den er størst, og får oppført sikringstiltak der, i stedet for der utfallet foregikk?

Konsekvensene av en skredfareundersøkelse er jo ofte at bebyggelse nektes oppført. Men hvis nå resten av kommunen ble undersøkt, kan det tenkes at bebyggelsen likevel ble godkjent i det opprinnelige området fordi alle andre potensielle utbygningområder eller store deler av den bestående bebyggelse var like utsatt eller mere utsatt for skredfare.

Det skulle derfor være innlysende at det ikke er NGIs eller andre ekspertorganers sak å avgjøre om risikoen for skred er tillatelig eller ikke og om f.eks. bolighus skal oppføres hvis et område

kan tenkes å utsettes for skred. Spesielt er dette tilfellet når man på landsbasis ikke er kommet frem til et akseptert risikonivå for hendelser av denne art. Vi har ikke noen nosk standard som tallmessig uttrykker hvilken skadefrekvens som kan tillates hverken for bolighus eller ved anleggsdrift f.eks. Så lenge vi ikke har et politisk vedtatt regelverk, kan derfor ikke vi som eksperter uttale oss om bygging er tillatelig eller om sikring bør utføres.

Derfor må eksperterne forta en risikoanalyse som gjør det mest mulig klart for oppdragsgiver hvilket farenivå det snakkes om. M.h.t. skred må frekvens, størrelse på utfall og rekkevidde belyses best mulig. Oppdragsgiver må derpå være i stand til å ta konsekvensen av denne analysen ved f.eks. å få utført sikringstiltak.

Denne betraktningmåten medfører ikke at man skyver fra seg ansvar og er redd for å ta beslutninger. Det vi gjør er å overføre beslutningene til de riktige organer. Vi som eksperter vil ha vårt ansvar knyttet til det å uttrykke risikoen korrekt. Vår beskrivelse av utfallsmulighet, skredfrekvens, størrelse, rekkevidde og de konsekvenser dette får, medfører jo i høy grad ansvar. Er beskrivelsen gal, og dette får konsekvenser for samfunnet i form av skredulykker, er jo ansvaret vårt.

Vår erfaring har vist at en slik fremgangsmåte aksepteres og forstås av våre oppdragsgivere. En slik risikoanalyse gjør det også mulig å sammenlikne faren for skred med andre risikofylte forhold i samfunnet. Full sikkerhet mot skred på et anlegg bør ikke nødvendigvis kreves, når tunneldrift eller annet arbeid medfører risiko. Det er derfor viktig at risikoen ved de forskjellige aktiviteter veies mot hverandre og at midler til sikringstiltak anvendes der de har størst virkning for sikkerheten. Ved at sannsynlighetsbetraktninger og risikoanalyse etterhvert gjennomføres innenfor flere og flere områder, bør så våre oppdragsgivere bli i stand til å vurdere alle risikofylte forhold og derved fatte riktigere beslutninger.

Diskusjonen av hvilke sikringstiltak som eventuelt kan gjennomføres må komme som et eget avsnitt i ekspertens rapport. Avsnittet kan f.eks. starte slik: Hvis man ønsker større sikkerhet enn beskrivelsen av risikonivået i l.d. del av rapporten angir, kan følgende gjøres...

Etter min oppfatning bør også sikring som foreslås legges opp til forskjellige grader av sikkerhet. Prinsipielt vil ingen sikringstiltak innenfor vårt fagfelt gi full sikkerhet, uansett hvilken dimensjonering de får. Følgen av dette er at det må foretas en sannsynlighetsberegning av hvilken sikkerhet sikrings-

tiltaket gir. Noe slikt høres innvilklet og tungvint ut, men det er vel det vi gjør alle sammen, kanskje mer eller mindre ubevisst når sikring foreslås. Jeg tror likevel det er viktig at både oppdragsgiver og ekspert får best mulig klarhet i hva sikringen egentlig er ment å tåle, og spesielt for at oppdragsgiver og publikum skal forstå at 100 % sikkerhet er uoppnåelig. En sannsynlighetsberegning av sikrings-tiltak kan illustreres ved et eksempel fra flomforbygninger. Flomnivået for 50-års, 100-års og 300-årsflommen be-

regnes. Hvis samfunnet ønsker å sikre mot flom dimensjoneres de tilsvarende flomforbygningene som kan ta imot de nevnte flommene. Hvis nå flomverket skal beskytte et boligfelt blir det samfunnets (politikernes, innbyggernes) sak å avgjøre hvilken flom man ønsker å sikre seg mot. Tilsvarende fremgangsmåte må kunne benyttes overfor skred, både snøskred og steinsprang. En setning som: "Vi anser skredfaren til å være såpass liten at området kan bebygges", bør derfor ikke forekomme i en ekspertuttalelse. □

Risk of slides, housing development and the expert's relation to his client

Summary

Narrow valleys and steep mountain sides are common in Norway, and avalanches, rockfalls and slides in loose deposits are relatively common phenomena. In many places the risk of slides is the most important factor to consider when locating housing.

In recent years it has become normal practice to plan housing in concentrated building plots. At the same time the plots are pushed in towards the valley slides, due to the desire to preserve the arable land in the valley bottoms. As a result housing is subjected to slide risk, since each and every slope exhibits a certain slide risk.

A certain slide risk must therefore be accepted, especially since all life's activities result in a certain accident risk. With the help of risk analysis one can illustrate which risk levels exist for different activities.

Risk level can be expressed by a fatality frequency, P_f , which is the average likelihood of death for each hour one takes part in a given activity. For natural disasters in Norway $P_f \approx 4.5 \cdot 10^{-10}$, while for car driving $P_f \approx 1 \cdot 10^{-6}$. The value $4.5 \cdot 10^{-10}$ is equivalent to a yearly risk of approximately 1/200,000, which can be interpreted as an average

frequency of one slide per 200,000 years.

It is hardly realistic or practical to allow for such low probability of natural slide disasters in housing politics, because almost all types and sizes of slide can be imagined in the course of such a huge time interval. Slides having extreme length of reach would need to be designed against, for example large rockslides, slushes (mixtures of water and snow) and extremely large snow and soil avalanches, all of which may be expected to reach far out over valley floors.

The National Building law § 68 states in the first *paragraph*: "Ground can only be built on if there is sufficient safety against settlement, flood, avalanche, etc."

How much is sufficient safety? Is it the safety compared to the average for the whole population? If so the 200,000 year slide must be taken account of in housing planning. In memos from the Department in 1968 and 1969 it is emphasised that housing must not be built in "potential danger zones". It therefore may appear that the building law is approaching a risk level equal to or lower than the average: $P_f \approx 4.5 \cdot 10^{-10}$. At the same time the

country's topography and climate dictate that sufficient areas having the above safety level cannot be found to satisfy present housing projects.

The decision concerning risk level must be a political one. The authorities, whether national or local, must decide what risk can be tolerated. The expert should only describe the risk, that is to say how great is the slide risk at the actual location.

The slide frequency, size and length of reach should be estimated by the specialist, and the politician or other authority can thereafter come to a decision whether building can—or cannot occur.

The expert alone is unlikely to have enough knowledge of the local economy, or of the need for other types of safety measures (access, fire protection etc.) to be able to decide whether building of houses and related slide protection measures are reasonable. The consideration of possible safety or slide protection measures should be given in a separate part of the expert's report, following the description of the probability for slide or avalanche occurrence. □

Litteratur

Bygningslov av 18. juni 1965, med endringer sist ved lov av 17. desember 1976. Grøndahl & Søn, Oslo 1977

Jensen, A & Sande, T, 1973: Risikoanalyse. Konkretisering av fare som ledd i beslutningsprosessen. Forsvarets bygnings-tjeneste, Vassdrags- og havnelab., Trondheim

Kommunal- og Arbeidsdepartementet: Rundskriv av 20. mars 1968 om flom og raskatastrofer i bebygde områder

Miljøverndepartementet: Rundskriv av 28. august 1969 om retningslinjer for geotekniske vurderinger i forbindelse med generalplanarbeid

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd 1977: Rapport fra NTNFs ad hoc-utvalg for risikoanalyse

Scheidegger, A E, 1975: Physical Aspects on Natural Catastrophes. Elsevier Sc. Publ. Comp., Amsterdam

Sikkerhet, menneske og samfunn: Informasjon fra Det Norske Veritas om sikkerhet og risiko. (Udatert)