

RAPPORT

KARTLEGGING AV SNØSKRED- OG
STEINSPRANG VED HJELP AV EDB
BASERTE METODER

av

R. Toppe og K. Lied

58930-3 15. DESEMBER 1984

KARTLEGGING AV SNØSKRED- OG STEINSPRANGFARE VED HJELP AV EDB BASERTE METODER

R. Toppe og K. Lied, Norges Geotekniske Institutt

SAMMENDRAG

For å unngå at boligfelt planlegges i skredfarlig terreng er det satt i gang kartlegging av områder utsatt for snøskred- og steinskredfare i Norge. Kartleggingen er basert på topografiske kart i målestokk 1:50.000. Disse kartene leveres nå også i digital form, og sammen med utviklingen av metoder der en på grunnlag av topografiske parametre beregner utløpsdistansen til snøskred og steinskred, har dette gjort det aktuelt å ta i bruk EDB-baserte hjelpemidler. Det er utviklet et digitalt kartleggingssystem som gjør at deler av kartleggingen kan foregå automatisk, samtidig som tegning og editering av grenser på kartet kan gjøres enklere enn ved manuell kartlegging.

INNLEDNING

Trange dalfører og bratte fjellsider er svært vanlig i Norge, og særlig i fjord og dalstrøkene på Vestlandet og i Nord-Norge er naturødeleggelse i form av skred en realitet. I de senere år er det blitt stadig mer alminnelig å planlegge ny bebyggelse i konsentrerte boligfelt der boligtettheten er høy. Samtidig forskyves nye boligfelt bort fra de flatere 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. En følge av dette er en økende fare for ulykker som følge av skred.

Den norske bygningsloven er forholdsvis streng når det gjelder bygging i skredutsatte områder, og det heter i lovens paragraf 68:

"Grunn kan bare bebygges dersom det er tilstrekkelig sikkerhet mot synking, vannsig, flom, ras, e.lign."

Ras omfatter alle typer utglidninger, bl.a. kvikkleireskred, andre løsmasse-skred, steinskred og snøskred.

Begrepet "tilstrekkelig sikkerhet" er en tøyelig formulering som kan fortolkes skjønnsmessig. For å presisere begrepet vil norske myndigheter innføre kvantifiserte risikogrenser fra 1/1-85. I utgangspunktet skal all bebyggelse plasseres slik at skred ikke medfører risiko for skader på mennesker. Der det er mangel på områder uten fare for skred kan likevel bygningsrådet tillate plassering av bygninger der den gjennomsnittlige årlige sannsynlighet for skred ikke overstiger 3×10^{-3} . Dette tilsvarer et gjennomsnittlig gjentakelsesintervall for skred på 333 år.

SKREDFAREKARTLEGGING

Som et hjelpemiddel for å hindre at det skjer boligbygging i skredutsatte områder har Statens naturskadefond satt i gang en landsomfattende kartlegging av områder utsatt for snø- og steinskred. Kartleggingen foregår på kart i målestokk 1:50.000, med ekvidistanse 20 m (Norges geografiske oppmålings M711 serie) (Hestnes og Lied 1980).

Kartleggingen av snø og steinskredutsatte områder går ut på å identifisere potensielt skredfarlig terreng ved hjelp av de informasjonen om topografien som finnes på kartet, med støtte av flybilder. Det er spesielt skredenes rekkevidde fra fjellsiden og ut i dalbunnen det er viktig å bestemme, og i Skredseksjonen ved NGI er det utviklet en statistisk-topografisk metode for beregning av maksimal utløpsdistanse (Lied og Bakkehøi 1980).

Metoden er basert på den maksimalt kjente rekkevidden til ca 200 snøskred. Disse skredene er kjent fra meget lang tid tilbake, og det er antatt at hvert av dem minst én gang har gått i sin maksimale utbredelse. Ved å sammenligne de topografiske forholdene i hver enkel skredbane med hverandre har det vært mulig å lage en statistisk beregningsmodell som kan forutsi den sannsynlige maksimale rekkevidde av snøskred i de områder som blir kartlagt.

Maksimal rekkevidde beskrives ved hjelp av vinkelen som er forholdet mellom total fallhøyde og horisontal utstrekning (se fig. 1). Denne vinkelen beregnes ved hjelp av fire parametre som alle finnes ut fra den informasjonen som kartet gir:

Skredets totale fallhøyde, H .

Terrenghelningen i det området der skredet løsner, θ .

Skredbanens gjennomsnittlige helningsvinkel β , regnet fra løsneområdet til det punkt i skredbanen der terrenghelningen blir lik eller mindre enn 10° .

Terrengprofilets krumning definert som den annenderiverte av den annengradsfunksjonen som er best tilpasset terrengprofilet, y'' .

Snøskredets mest sannsynlige maksimale rekkevidde kan således beregnes ut fra de informasjonen som finnes på kartet. En lignende, men enklere metode benyttes også for å beregne rekkevidden av steinskred. Empiriske data fra steinskred som har inntruffet viser at steinskred ikke forekommer i terreng som har lavere helningsvinkel enn 30° (Hestnes 1979). Videre er det sjeldent at steinblokker får en rekkevidde utover i dalbunnen som tilsvarer en lavere verdi på siktelinjen mellom ytre steinblokk og toppen av steinuren enn 25° . (se fig. 2).

Ved hjelp av de to metodene som er beskrevet ovenfor er det mulig å fremstille et oversiktskart over potensielle fareområder for snøskred og steinskred. Metoden er imidlertid tidkrevende da hver enkelt snø- og steinskredbane må legges inn på kartet, og rekkevidden beregnes manuelt.

DIGITAL KARTLEGGING

I 1982 begynte Norges geografiske oppmåling å produsere digitale utgaver av kartene i M711 serien. Hele landet vil være dekket av det digitale kartverket i 1988, og dette gjorde det aktuelt å undersøke muligheten for å benytte EDB-baserte teknikker under skredfarekartleggingen.

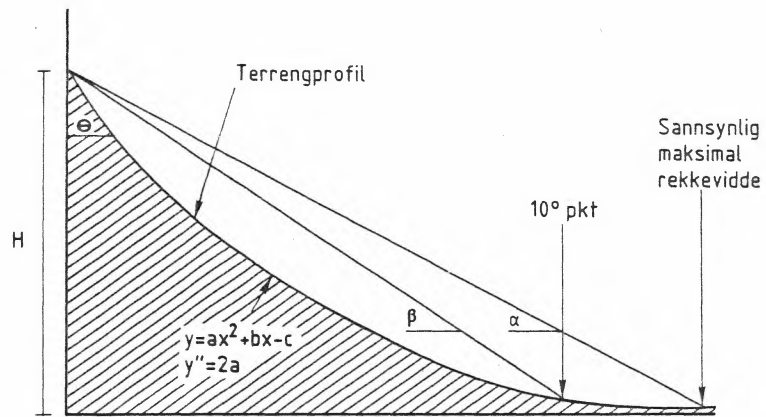


Fig. 1. Beregning av utløpsdistanse for snøskred.

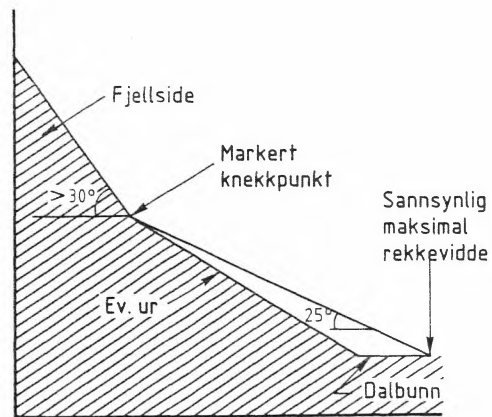


Fig. 2 Beregning av utløpsdistanse for steinskred

I 1982 ble det gjennomført et prøveprosjekt ved NGI som viser at det er mulig å effektivisere kartleggingen ved å basere seg på de digitale topografiske kartene (Toppe 1983). Avgrensning av områder med terrenghelning over en gitt grenseverdi kan foregå automatisk, og den topografiske modellen for beregning av snøskredutløp kan taes i bruk. I tillegg vil uttegningen av grensene i forbindelse med trykkingen av kartene kunne foregå maskinelt. Prøveprosjektet konkluderte dessuten med at det også i et digitalt kartleggingssystem må være mulig å justere de beregnede grensene etter feltbefaring og evt. tilleggstolkning på flybilder. Utviklingen av det EDB-baserte kartleggingssystem startet opp i januar 1983, og er gjennomført i samarbeid med Sentralinstituttet for Industriell forskning. Systemet er bygget opp av fire moduler rundt en kartdatabase:

1. Oppbygging av kartdatabasen.

Kartdatabasen kan sees på som en X/Y matrise der hvert matrisepunkt ved hjelp av interpolasjon er tilordnet høyde og terrenghelning. For vårt formål er det viktig at basen for det første gir et så riktig bilde av terrenget som mulig, og for det andre at en effektivt kan hente ut terrengprofiler. Den første forutsetningen mener vi å ha tilfredsstilt ved å benytte kurver ved interpolasjonen. Gjennom hvert matrisepunkt legges det fire rette linjer, og skjæringspunktet mellom hver linje og de to nærmeste kotene på hver side av matrisepunktet beregnes (fig. 3). Det legges en kurve igjennom de fire skjæringspunktene, og høyden pluss helningsvinkelen i matrisepunktet beregnes utifra denne kurven. Høyden i matrisepunktet blir satt lik middelet av de fire beregnede høydene, og terrenghelningen lik den største av de beregnede vinklene. Metoden kalles trippel parabolisk metode (Stabell 1981), og gir en database som både tar vare på terrengformene og sikrer at den beregnede høyden til et punkt mellom to koter alltid vil få en verdi som ligger mellom høydeverdien til de to kotene.

Høyden i et hvilket som helst punkt på "flatene" som avgrenses av matrispunktene kan bestemmes. Dette gjøres ved hjelp av de seksten matrisepunktene som ligger nærmest det aktuelle punktet, og også her benyttes interpolering ved hjelp av kurver. Ved å bruke den samme kurvefunksjonen som under konstruksjonen av databasen, er det bare databasens nøyaktighet som begrenser nøyaktigheten ved beregningen. Metoden er svært rask, og gjør det mulig å hente ut terrengprofiler langs en hvilken som helst skredbane.

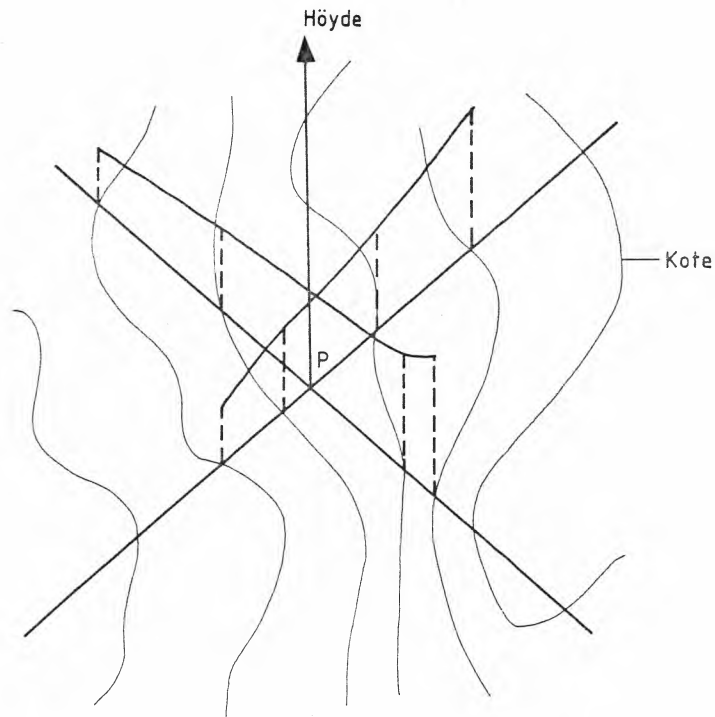


Fig. 3 Interpolering av høyden og helningsvinkelen i matrisepunktet P. Bare to av de fire linjene gjennom P er vist på figuren.

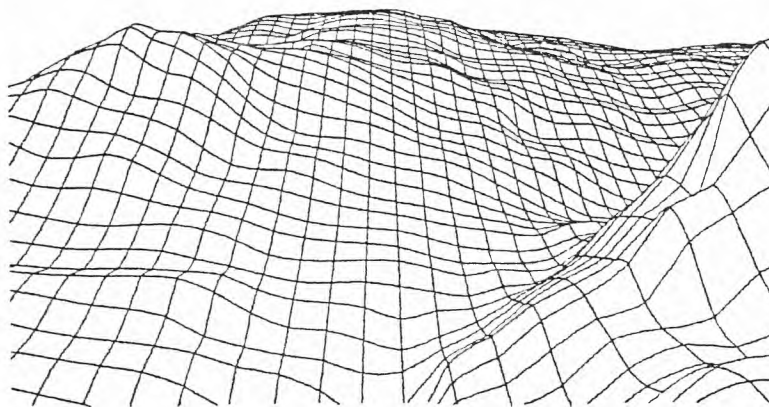


Fig. 4 Tredimensjonal terrengmodell laget med kartleggingssystemet. Skjulte linjer er fjernet (fra Stabell 1981).

2. Kommunikasjon mellom bruker og system.

Det er lagt vekt på at bruken av systemet skal være så enkel som mulig, og det aller meste av kommunikasjonen foregår ved å peke på et menyfelt på skjermen ved hjelp av tablet. Menyene er hierarkiske, dvs. at bare den delen av menyen som det til en hver tid er aktuelt å bruke vises på skjermen. Operatøren får respons fra systemet i form av ledetekster og evt. forståelige feilmeldinger og systemet er for en stor del selvdokumenterende.

3. Kartgrunnlagsmodul.

Under kartleggingen ser operatøren kotekartet på skjermen. Dette kartet er kun ment som et hjelpemiddel for posisjonering, profiltrekking, kontroll av beregnede grenser ol. Alle terrengdata hentes ut fra kartdatabasen, og dette foregår ved hjelp av kartgrunnlagsmodulen. Når utløpsdistansen for skred skal beregnes, må operatøren angi hvor på kartet skredet starter, og hvilken bane det følger. I denne forbindelse er det viktig at kartet tolkes riktig, og som et hjelpemiddel kan det tegnes ut en tredimensjonal modell av terrenget, sett fra den vinkel og høyde som operatøren angir. (fig. 4). Ved hjelp av opplysningene om terrenghelning lagret i databasen, er det mulig å avgrense de områdene på kartet som er brattere enn en nærmere angitt vinkel (vanligvis 30°). Også dette gjøres ved hjelp av kurveinterpolasjon, og de beregnede grensepunktene knyttes sammen ved hjelp av konturering.

4. Kartleggingsmodulen.

Denne modulen gjør operatøren i stand til å tegne grenser på kartet. Grenser tegnes som "gummistrikk-linjer" ved hjelp av tablet. Både de grensene operatøren tegner og de systemet beregner kan editeres: En kan slette hele, eller en del av en grense, og forskjellige grenser kan knyttes sammen og evt. utvides. Det er også denne modulen som brukes når det trekkes profiler på kartet for beregning av skredutløp.

Systemet må være istand til å håndtere store datamengder.

Koordinatene for et typisk digitalt kart av denne typen har en størrelse på ca. 2 Mb, databasen krever ca. 2,5 Kb pr. kvadratkilometer kart (typisk ca. 1 Mb for et helt kartblad), og data for de beregnede grensene har en størrelse på 50 - 200 Kb.

Prosesseringen krever en rask computer, og systemet er implementert på en PRIME 750 minimaskin. Selve kartleggingen vil foregå mot en TEKTRONIX 4115 rastergrafisk arbeidsstasjon. Denne skjermen har innebygget prosessor med todimensjonal koordinat transformasjon, noe som gjør det enkelt og hurtig både å lagre og tegne utsnitt av kartet.

Programmene er skrevet i FORTRAN 77, og subrutinepakken GPGS-F er brukt i de grafiske rutinene. Systemet er fortsatt under implementering for bruk mot TEKTRONIX 4115, og forventes å være operativt i løpet av -84.

LITTERATUR

- Hestnes, E. 1978: Fastlegging av fareområder ved oversiktskartlegging. NGI notat, oppdrag 78430.
- Hestnes, E. og Lied, K. 1980: Natural-Hazard Maps for Land-use planning in Norway. Journal of Glaciology, Vol. 26, No. 94.
- Lied, K. og Bakkehøi, S. 1980: Empirical calculations of snow-avalanche run-out distance based on topographic parameters. Journal of Glaciology, Vol. 26, No. 94.
- Stabell, L. E. 1981: Terreng-modellering ved hjelp datamaskin. Rapport, Sentralinstituttet for industriell forskning.
- Toppe, R. 1983: Kartlegging av skredfare ved hjelp av digitale kart. Rapport nr. 58930-1, Norges Geotekniske Institutt.