NGI

Barnehage, Longyearbyen.

Vurdering av skredfaren mot aktuelle tomter for ny barnehage ved kirka

954103-1 5 januar 1996

Oppdragsgiver: **Svalbard Samfunnsdrift A/S**

Kontaktperson: Ole I. Reistad
Kontraktreferanse: Møte/befaring 05.10.1995

For Norges Geotekniske Institutt

Prosjektleder: Erik Hestnes

Rapport utarbeidet av: Erik Hestnes

Kontrollert av: Steinar Bakkehøi

Norges Geotekniske Institutt
Sognsveien 72

Postadresse:
Postboks 3930 Ullevål Hageby
0806 Oslo

Telefon:
22 02 30 00

Telefaks:
22 23 04 48

Telex:
19787 ngi n

Sammendrag

Norges Geotekniske Institutt har på anmodning fra Svalbard Samfunnsdrift A/S vurdert faren for flomskred og snøskred mot aktuelle tomter for ny barnehage ved kirka, og behovet for sikring av den eksisterende bebyggelsen på stedet. Befaring i sakens anledning fant sted 05.10.95 ved E. Hestnes, NGI.

Skredfaren i området er tidligere vurdert i NGI-rapport 914030-1. Faregrensa for snøskred fra nevnte rapport er revurdert blant annet ved hjelp av forbedrede beregningsmodeller for skredutløp.

Snøskred med en sannsynlighet på 1/1000 pr år kan nå omlag til atkomstvegen til kirka, barnehagen og hus 355. Det er ikke mulig å garantere absolutt sikkerhet mellom de to vegene vis a vis kirka/barnehagen og ovafor vegen mellom avkjøringa til kirka og krysset på Skjæringa. I sør er det også områder på nedsida av nedre veg som ikke er sikre.

Både hus 355, barnehagen og kirka kan nås av flomskred. Det vil være relativt begrensede mengder skredmaterial som når barnehagen og kirka. Videre mot nord avtar faren for flomskred.

Konklusjoner:

- De vurderte tomtearealer for ny barnehage oppfyller ikke Byggeforskriftens krav til sikkerhet mot skred.
- Det anses som urealistisk å gi nåværende barnepark (hus 355) og barnehage en sikkerhet mot snøskred som tilsvarer kravet til sikkerhet for ny bebyggelse. På sikt bør man derfor vurdere å flytte aktivitetene til andre lokaler.
- Sikkerheten kan også ivaretas ved etablering av rutiner for skredfarevarsling og tiltak ved akutt skredfare. Flyttebehovet er derfor ikke akutt.
- Bygningene bør kunne brukes til formål som normalt krever lavere sikkerhet
- Faren for snøskred mot kirka er så liten at sikring synes unødvendig.
- Både hus 355, barnehagen og kirka kan sikres mot flomskred ved drensgrøfter og flettverksgjerder, eller sikringsvoller med fanggroper.

Innhold

1 INNLEDNING 4

2 SKREDFAREN I PLANOMRÅDET 4
2.1 Flomskred 4
2.2 Snøskred 5
2.2.1 Utløsningsområdene for snøskred 5
2.2.2 Vilkårene for snøskred 5
2.2.3 Sannsynlig rekkevidde for snøskred 6

3 FORSLAG TIL RISIKOREDUSERENDE TILTAK FOR EKSISTERENDE BEBYGGELSE 7
3.1 Snøskred 7
3.1.1 Tiltak ved hus 355 og barnehagen 7
3.1.2 Tiltak ved kirka 8
3.2 Flomskred 8
3.2.1 Tiltak ved hus 355 og barnehagen 8
3.2.2 Tiltak ved kirka 9

Liste over vedlegg 10

Kontroll- og referanseside.

1 INNLEDNING

Områdene ved barnehagen og kirka er aktuelle for lokalisering av planlagt utvidelse av barnehagetilbudet i Longyearbyen. De aktuelle arealene ligger langs foten av den nordøstlige delen av Sverdruphamaren. Fjellsida er østvendt (Fig. 1-2, Foto 1-4).

Skredfaren i området er tidligere vurdert i NGI-rapport 914030-1. Det ble ved den anledning foretatt en analyse av hvor ofte værforholdene kan gi store skred i området og hvor langt sjeldne skred kan nå. Det ble konkludert med fare for flomskred mot eksisterende bebyggelse, mens hus 355, barnehagen og kirka ble vurdert til å ligge i sikkerhet for snøskred med gjennomsnittlig sannsynlighet på 1/1000 pr år.

Ved befaringen den 05.10.95 ble det konstatert at NGI i 1991, hadde undervurdert de topografiske betingelsene for snøskred i det aktuelle området. På bakgrunn av denne erkjennelsen har vi revurdert faregrensa for snøskred ved hjelp av de forbedrede modeller som vi i dag har til rådighet (Vedlegg A).

Til hjelp ved skredfarevurderingen er det ellers benyttet foto, flyfoto og kart i målestokk 1:5000 og 1:1000.

Foreløpig orientering om skredforholdene og oppsummering av NGI's vurderinger, ble oversendt hhv. den 17.10 og 26.10.1995 (Vedlegg B). Vårt referansegrunnlag er Plan- og bygningslovens krav til sikkerhet mot skred for ny bebyggelse (Vedlegg C).

2 SKREDFAREN I PLANOMRÅDET

2.1 Flomskred

Faren for flomskred innen det aktuelle området er beskrevet i NGI-rapport 914030-1. Der ble det i hovedsak konkludert med følgende:

- Det alt vesentlige av området sør for barnehagen kan nås av flomskred.
- I forbindelse med særlig kraftige nedbør- og/eller avsmeltingssituasjoner kan barnehagen og kirka nås av flomskred. Det vil imidlertid være relativt begrensede mengder skredmateriale som når så langt ned.
- Videre mot nord avtar faren for flomskred.

Den aktuelle grensa for hvor det er fare for skade som følge av flomskred er gjengitt på figur 2 i denne rapporten.

2.2 Snøskred

2.2.1 Utløsningsområdene for snøskred

Snøskred utløses først og fremst i terreng som er brattere enn 30°. Jo brattere terrenget er, jo hyppigere vil skred kunne inntreffe. Blir terrenget brattere enn ca 60° vil snøen vanligvis gli ut uten at det bygger seg opp til større skred. Et skred i bevegelse kan ta opp i seg snø som ligger i terreng som er betydelig slakere enn 30°. Vær- og snøforholdene er avgjørende for om det er fare for snøskred, og hvordan skredene vil bre seg ut i terrengets fallretning.

De aktuelle bruksområdene for ny barnehage er i tilknytning til bebyggelsen på figur 2, dvs. mellom profil P1 og P9. Mellom disse profilene er det potensielle løsneområder for snøskred i tre ulike høgdenivå (Foto 1-2). Det øverste er mellom kotene 300-220, det mellomste mellom kotene 210-160/170 og det nederste når fra øvre taubanetrasèe og ned til kote 95. Hvilke områder som er brattere enn 30° er tilnærmet angitt på kartet, og på terrengprofilene (Fig. 3-5). Det høgestliggende utløsningsområdet har et gjennomsnittlig fall på mellom 34-42°. I de to andre hovedområdene varierer terrenghelningen fra 30-37°. Terrenget i utløsningsområdene er småblokkig og uten ujevnheter av betydning (Foto 5-6). De ujevnhetene som finnes fylles fort opp av drivsnø (Foto 2).

2.2.2 Vilkårene for snøskred

De generelle vilkår for skred i området er beskrevet i NGI-rapport 914030-1. De aktuelle løsneområdene for snøskred ligger i le for vind fra sektoren SV-NNV. Dette er sammenfallende med den framherskende nedbørførende vindretning om vinteren. Det kommer imidlertid også en del snø med østlig vind. Likevel vil snøskred opptre sjelden i den aktuelle fjellsida.

Hovedårsakene til dette er:

- Nedbørintensiteten og nedbørmengden er vanligvis liten i Longyearbyen
- Lokaltopografien i fjellsida sammen med vekslinger i vindhastighet og retningen, gir vindeffekter som reduserer muligheten for utvikling av et ustabilt snødekke
- Hovedvindretningen utenom snøfallene fra SØ, eroderer snøen i fjellsida

NGI har imidlertid tidligere dokumentert at større snøfall kan forekomme, og at det kan skje både i relativt rolig vær og på relativt stabil vindretning (NGI-rapport 914030-1). Det er slike situasjoner som primært vil kunne føre til snøskred i den aktuelle fjellsida.

Dersom større snøfall starter når det er vindstille eller når det er velutviklede rimkrystaller på den gamle snøoverflata, vil man kunne få et særlig ustabilt lag som samtidig kan være et godt glidelag. Dersom det i en slik situasjon ligger

lett og luftig snø i terrenget videre nedover mot elvesletta, vil man ha ideelle betingelser for lange skredutløp.

2.2.3 Sannsynlig rekkevidde for snøskred

Sannsynlig rekkevidde for snøskred fastlegges utfra faglig erfaring. Det finnes ikke metoder som gir eksakte svar på problem av denne typen. I praksis sammenholdes og beregningsresultatene fra 4 ulike modeller (Vedlegg A), med erfaringer med skredutløp på steder med sammenlignbare topografiske og lokalklimatiske forhold.

I det aktuelle området er det beregnet skredutløp etter profilene P1-P9. Det er gjennomført beregninger for skredutløsning i ulike høgdenivå (Fig. 3-4) og med ulike snøhøgder i utløsningsområdet. Eksempel på beregnet rekkevidde etter profil P3 ved tre av modellene, er vist i figur 6-7.

Erfaring viser at under snøforhold som er ideelle for særlig lange skredutløp, så vil snøskred først bremses opp når terrenghellingen er lavere enn ca 10°. I det aktuelle området er terrengets fall større enn 10° nesten ned til eksisterende barnehage (Fig. 2). Det indikerer at snøskred under nevnte forhold vil kunne nå barnehagen med relativt høg hastighet (jfr. Fig. 6).

Det er ett forhold som særlig vil medvirke til å begrense rekkevidden i det aktuelle utløpsområdet, sett i forhold til rekkevidden i sammenlignbare skredområder. Det er de relativt moderate snømengdene som kan forventes. Et relativt sett lite utløsningsområde i forhold til størrelsen på utløpsområdet, virker rimeligvis også gunstig i så måte.

På bakgrunn av en samlet vurdering av beregningene og forholdene på stedet, har NGI kommet til følgende konklusjoner:

- Snøskred med en sannsynlighet på 1/1000 pr år, er i området sør for kirka vurdert til å kunne nå ned mot atkomstvegen til barnehagen/hus 355. Ved kirka svinger faregrensa noe oppover (mot nord).
- Det er ikke mulig å garantere absolutt sikkerhet mot snøskred mellom de to vegene vis a vis barnehagen/kirka, ei heller ovafor vegen mellom avkjøringen til kirka og krysset på Skjæringa. I sør er det også områder på nedsida av nedre veg som ikke er sikre.

Byggeforskriften setter nærmest krav til absolutt sikkerhet mot skred ved etablering av nye barnehager (Vedlegg C). De vurderte tomtearealene oppfyller med andre ord ikke dette krav.

Forløpet til de to beskrevne egrensene er angitt på figur 2. NGI har ikke tatt stilling til den absolutte rekkevidde for ekstreme snøskred i området.

3 FORSLAG TIL RISIKOREDUSERENDE TILTAK FOR EKSISTERENDE BEBYGGELSE

3.1 Snøskred

Beregnet skredhastighet for snøskred med gjennomsnittlig gjentakelsesintervall på 1000 år, ovafor den eksisterende bebyggelsen, er som følger:

• Hus 355:	v/kote 55	profil P2	ca	20 m/s
• Barnehagen:	v/kote 60	profil P3	ca	20 m/s
• Barnehagen:	v/kote 60	profil P5	>	15 m/s
• Kirka:	v/kote 55	profil P5	ca	10 m/s
• Kirka:	v/kote 55	profil P6	>	10 m/s

NGI har erfaring for at snøskred med hastighet omkring 20 m/s, bestående av tørr snø, kan gå over 15 meter høge fangvoller.

3.1.1 Tiltak ved hus 355 (barneparken) og barnehagen

Byggeforskriften har ingen formelle krav til sikkerhet mot skred for eksisterende bebyggelse. Ethvert sikringstiltak ovafor hus 355 og barnehagen vil gjøre forholdene bedre enn de er i dag. De beregnede skredhastighetene er imidlertid så høge at å gi bygningene en sikkerhet mot snøskred som samsvarer med kravet til sikkerhet for ny bebyggelse, vil koste mange ganger bygningenes verdi.

NGI foreslår at sikkerheten bedres ved at:

- SSD på sikt vurderer flytting av barneparken og barnehagen til annen lokalitet.
- Inntil eventuell flytting skjer bør SSD etablere en rutine for evaluering av faren for snøskred i det aktuelle området og tiltak ved akutt skredfare.

Snøskredfrekvensen i området er som tidligere nevnt lav. Det kan gå atskillige år mellom hver gang det vil være behov for å evakuere/stenge bygningene på grunn av akutt skredfare. NGI anser derfor ikke flyttebehovet for å være akutt, men man bør ivareta personsikkerheten ved en tilfredsstillende varslingsrutine.

NGI mener det er rom for å benytte bygningsmassen til andre formål, for eksempel aktiviteter som normalt krever mindre sikkerhet mot skred i henhold til Byggeforskriften.

3.1.2 Tiltak ved kirka

Snøskred med en sannsynlighet på 1/1000 pr år vil kunne nå kirka med en hastighet på ca 10 m/s. Det er mulig å sikre kirka mot slike skred med ledevoll av løsmasser.

Det framgår av figur 2 at slike skred bare vil nå like forbi kirka. Det betyr at snøskred fram til kirka også vil forekomme relativt sjelden. NGI vil anslå en sannsynlighet på $3x10^{-3}$ pr år, det vil si et gjennomsnittlig gjentakelsesintervall på ca 300 år. Det er et spørsmål om spesielle fysiske tiltak bør iverksettes ved en så lav skredfrekvens. Det er normalt ikke vanlig på fastlandet.

NGI foreslår følgende vedrørende tiltak mot snøskred ved kirka:

- Personsikkerheten ivaretas ved rutinemessig vurdering av akutt skredfare
- NGI kan dimensjonere tiltak mot snøskred dersom det er ønskelig.

3.2 Flomskred

Flomskredløpene i det aktuelle området viser at slike hendelser forekommer relativt ofte (Foto 4). De ferskeste er mindre enn 20 år gamle. Flomskred som treffer bygninger vil normalt forårsake materielle skader. Det kan også være fare for skade på personer. Det er derfor aktuelt å sikre de skredutsatte bygningene mot flomskred.

3.2.1 Tiltak ved hus 355 og barnehagen

Ovafor disse to bygningene er det anlagt avskjærende dreneringsgrøfter. Det er naturlig å anlegge sikring mot flomskred i tilknytning til disse grøftene.

Ved befaringen ble en opparbeiding av grøftene til fanggrop med ledevoll, diskutert. Et annet alternativ er å sette opp flettverksgjerder langs toppen av gravemassene fra de nevnte grøftene. NGI har flere eksempler på at netting-gjerder har vist seg å være effektive stoppere av flomskredmasser (Foto 7). Det er imidlertid vanskelig å forutsi hvor mye skredmasse som kan komme i en kritisk situasjon og hvor lett massene lar seg avbøye når de treffer en voll eller et gjerde.

Dersom vi forutsetter at ei vollside står med et tverrfall på 1:1.5 mot skredretningen, anslår NGI at tilstrekkelig høgde der hvor skredet treffer vollen, vil være 2.5 meter. Dette gir et effektivt fangvolum på ca 10 m^3 pr løpemeter voll. For øvrig anslås en vollhøgde på 1.0-1.5 meter å være tilstrekkelig. Problemet er at man vet ikke hvor de neste skredene vil treffe. Følgelig vil det være behov for 2.5 meters effektiv høgde på en slik sikringsvoll (Fig. 8).

Et 1.5 meter høgt flettverksgjerde med standard maskevidde og trådtjukkelse (50 mm/2.7 mm) plassert på toppen av gravemassene fra grøfta, vil ha omlag tilsvarenede fangvolum som den beskrevne vollen. NGI mener at et slik gjerde vil ha omlag samme effekt som en voll. Vi forutsetter da at gravemassene ligger langs yttersida av drensgrøfta, og at nivåforskjellen mellom bunnen av drensgrøfta og toppen av gravemassene er minimum 1 meter. Et slik gjerde vil også være mindre dominerende enn en voll (Fig. 8, Foto 8).

Gjerdestolpene må fundamenteres i permafrosten. Senteravstanden mellom stolpene vil avhenge av materialvalg og dimensjon. Stolpeavstanden kan vurderes når eventuelt valg av stolpetype er kjent. Flettverksgjerdet må festes på den sida som vender mot fjellsida.

NGI's forslag til sikring mot flomskred er:

- Flettverksgjerder - 1.5 m høge - langs grøftene bak hus 355 og barnehagen. Gjerdene plasseres på gravemasser, minimum 1 meter over bunn grøft.
- Alternativt kan man anlegge en 2.5 meter høg ledevoll av løsmasser.

Foreslått plassering av flettverksgjerder er vist på figur 2 og foto 4. Fanggrøfta langs en eventuell ledevoll vil kunne følge drensgrøfta ovafor barnehagen og gå litt høgere i terrenget enn nåværende drensgrøft mellom profil P3 og P2 (Fig. 2).

3.2.2 Tiltak ved kirka

Den enkleste måten å sikre kirka mot flomskred på er å anlegge ei drensgrøft med flettverksgjerde på toppen av gravemasser, som beskrevet i pkt. 3.2.1. Dreneringen må utformes slik at de avledede massene ikke går mot bygningen. NGI's forslag til plassering er vist på figur 2. Om ønskelig kan høgda på flettverksgjerdet ved kirka reduseres til 1.2 meter.

LISTE OVER VEDLEGG

Vedlegg A	Beregningsmodeller for rekkevidde av snøskred
Vedlegg B	954103 Skredforholdene ved barnehagen/kirka. Faks datert 17.10.1995 og 26.10.1995
Vedlegg C	Plan- og Bygningslov §§ 25 og 68, Byggeforskrift 1987, kap. 51 og Veiledning til Byggeforskrift 1987, kap 51.
Vedlegg D	Foto og figurer

Vedlegg A

Beregningsmodeller for rekkevidde av snøskred

BEREGNINGSMODELLER FOR REKKEVIDDE AV SNØSKRED

NGI benytter fire ulike matematiske modeller for å beregne rekkevidden av snøskred

STATISTISK REGNEMODELL (NGI-MODELL)

Den statistiske modellen er utviklet ved NGI og er basert på at det hovedsakelig er de topografiske forhold som bestemmer rekkevidden av skred. I alt er det benyttet data fra 206 skredbaner med god informasjon om skred med særlig lang rekkevidde for å bygge opp modellen. Det største kjente skredutløpet for hver av skredbanene er korrelert med et utvalg av topografiske parametre, og ved hjelp av regresjonsanalyse har man funnet de likninger som best beskriver utløpsdistansen for snøskred.

Modellen egner seg best for analyse av skredutløp etter skredbaner som har typisk konkavt lengdeprofil med tilnærmet parabolsk form. Den beregner skredutløp for skred som vil inntreffe når snøforholdene ligger til rette for særlig lang rekkevidde.

SAMMENLIGNINGSMETODEN («Nærmeste-nabo-metoden»)

Sammenligningsmetoden er også utviklet ved NGI. Databasen med opplysninger om skredbanetopografi og rekkevidde til det største kjente skredet i banen, er benyttet til å utarbeide kriterier for hva som karakteriserer en skredbane med hensyn til skredutløp og en metode for å sammenlikne i hvilken grad skredbaner likner på hverandre.

Når man skal vurdere sannsynlig rekkevidde for skred med særlig lange utløp i et undersøkelsesområdet, beskriver man de aktuelle skredbaner ved hjelp av terrengprofil. Koordinatene for disse baneprofilene legges inn i den matematiske modellen. Modellen plotter da ut de 5 skredbaner fra databasen som samsvarer best med hvert av de profil som undersøkes, og viser hvor langt snøskred har nådd i disse banene.

DYNAMISK REGNEMODELL (PCM-MODELL)

Denne dynamiske regnemodellen er utviklet i Canada. Den tar utgangspunkt i matematiske likninger for bevegelsen der verdien for friksjon kan varieres. Modellen beregner hastigheten på fritt valgte steder langs skredbaneprofilet og angir dessuten stopp-punktet. Ved å variere friksjonsverdiene innafor sannsynlige intervaller, gir modellen en indikasjon på rekkevidden av snøskred langs de skredbaner som blir analysert. Omvendt vil man kunne bestemme hastigheten i gitte punkt på banen dersom man lar den statistiske modellen bestemme skredets rekkevidde.

DYNAMISK REGNEMODELL (NIS-MODELL)

Denne dynamiske regnemodellen brukes til å beregne hastigheter, flytehøgder, utløpstid og utløpsdistanse for snøskred i deres utløpsområder. Den er utviklet på basis av data fra fullskalaforsøk med snøskred ved NGIs forskningsstasjon på Strynefjellet og matematiske likninger for kontinuum mekanikk. Skredmaterialet er modellert som et ikke-lineært visko-elastisk-plastisk kontinuum. Skredbane og utløpsområde defineres ved koordinatpunkter og materialet ved parametre som representerer snøens mekaniske egenskaper.

REGNEMODELLENE - ET HJELPEMIDDEL

De tre regnemodellene inneholder nødvendigvis en del antakelser og forenklinger. Det pågår dessuten et kontinuerlig arbeid for å gjøre dem bedre og nøyaktigere i bruk. Både den statistiske og de dynamiske regnemodellene gir skredutløp beregnet med en viss sannsynlighet. Denne sannsynligheten må vurderes for hver enkelt skredbane. For å vurdere sannsynligheten tar man blant annet hensyn til de meteorologiske forholdene på stedet og hvordan fjellsida ligger i forhold til de nedbørførende vindretningene. For to til-nærmet like skredbaner vil sannsynligheten for lange skredutløp være større i den skredbanen som ligger i lé og samler mye snø, enn i den som ligger i lo og får lite snø. Den maksimalt tenkelige utløpsdistansen for skred i de to skredbanene sett over en uendelig lang tidsperiode vil imidlertid være den samme.

Å fastlegge grense for skredutløp med en bestemt sannsynlighet, for eksempel skred med sannsynligheten 10^{-3} pr. år, er derfor vanskelig. Modellene er imidlertid et godt hjelpemiddel til å angi riktig størrelsesorden både på frekvens og rekkevidde for snøskred.

Dersom man bygger på nedsida av ei definert skredfaregrense, vil det fortsatt være mulighet for skred forbi denne grensa. Dersom ei grense angir en sannsynlighet på 10^{-3} pr. år, så betyr det at skred vil nå forbi grensa i gjennomsnitt én gang pr. tusen år. Med andre ord vil det være 1% sjanse for at et skred skal nå forbi denne grensa i løpet av en ti-årsperiode. Har man i en kommune 100 bolighus som har dette risikonivået, vil således i gjennomsnitt ett av disse husa nås av skred hvert tiende år.

Vedlegg B

Skredforholdene ved barnehagen/kirka.
Faks datert 17.10.1995 og 26.10.1995

Telefaks/*Telefax*

NGI

NGI Faks/*Fax*: (+47) 22 23 04 48
NGI Tlf./*Tel.*: (+47) 22 02 30 00
Dir. Tlf./*Dir. Tel.*: (+47) 22 02 30 84

Til/*To:*	**Svalbard Samfunnsdrift**		
v/ *Attn.:*	**Ole I Reistad**	Faks/*Fax:*	79 02 12 10
Kopi/*Copy:*		Faks/*Fax:*	
Dato/*Date:*	17 oktober 1995		
Side 1 av/*Page 1 of:*	1		
Fra/*From:*	Erik Hestnes		

Prosjekt/*Project:* **954103 Skredforholdene ved barnehagen/kirka**

Beskjed/*Message:*

NGI beklager å måtte meddele at vi fortsatt trenger noen dager på å komme fram til en konklusjon vedrørende faregrad og nødvendige tiltak i området ved barnehagen/kirka.

Når det gjelder etablering av ny bebyggelse (barnehage) krever Byggeforskrift 1987 at sikkerheten skal være høgere enn 1/1000 pr. år, dvs. i praksis absolutt sikkerhet mot skred.

Ved befaringen den 5 oktober ble det konstatert at NGI i 1991 kan ha undervurdert snøskredfaren i det aktuelle området. Vi har derfor funnet det nødvendig å vurdere faregrensene på nytt blant annet ved hjelp av de forbedrede modeller som vi i dag har til rådighet. Vi regner med at vår konklusjon vil være klar i uke 43.

Med vennlig hilsen
for NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT

Karstein Lied
Avdelingsleder

Erik Hestnes
Prosjektleder

f:\brukere\eh\954103.fx1

Telefaks/*Telefax*

NGI

NGI Faks/*Fax*: **(+47) 22 23 04 48**
NGI Tlf./*Tel.*: **(+47) 22 02 30 00**

Til/*To:*	**Svalbard Samfunnsdrift A/S**		
v/*Att.:*	**Ole I Reistad**	Faks/*Fax:*	79 02 12 10
Kopi/*Copy:*		Faks/*Fax:*	
Dato/*Date:*	26 oktober 1995		
Side 1 av/*Page 1 of:*	1		
Fra/*From:*	Erik Hestnes	Vår/*Our ref:*	f:\brukere\eh\954103.fx2
Prosjekt/*Project:*	**954103 SKREDFORHOLDENE VED BARNEHAGEN/KIRKA**		

Beskjed/*Message:*

Norges Geotekniske Institutt har på anmodning fra Svalbard Samfunnsdrift A/S vurdert faren for skred mot det aktuelle området for ny barnehage ved kirka.

Skredfaren i området er tidligere vurdert i NGI-rapport 914030-1. Det ble der konkludert med fare for flomskred, mens hus 355, barnehagen og kirka ble vurdert til å ligge sikkert for snøskred med gjennomsnittlig gjentakelsesintervall 1/1000 pr år.

Ved befaringen den 5 oktober d.å. ble det konstatert at NGI i 1991, høgst sannsynlig, hadde undervurdert snøskredfaren i området. På bakgrunn av denne erkjennelsen har vi revurdert faregrensa for snøskred ved hjelp av de forbedrede modeller som vi i dag har til rådighet.

Våre konklusjoner er som følger:

- **Snøskred med gjennomsnittlig gjentakelsesintervall 1/1000 pr år, er i området sør for kirka vurdert til å kunne nå ned mot atkomstvegen til barnehagen/hus 355. Ved kirka svinger faregrensa noe oppover (mot nordvest).**
- **Det er ikke mulig å garantere absolutt sikkerhet mot snøskred mellom de to vegene vis a vis barnehagen/kirka og ovafor atkomstvegen til kirka i nord.**

Nærmere orientering om farevurdering og mulige tiltak for å bedre sikkerheten for eksisterende bebyggelse vil bli gitt i vår rapport.

Med vennlig hilsen
for NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT

Erik Hestnes

Kontroll: Steinar Bakkehøi

Norges Geotekniske Institutt | *Norwegian Geotechnical Institute* | *Postal address:* P.O. Box 3930 Ullevaal Hageby N-0806 Oslo | *Street Address:* Sognsveien 72 | *Telex:* 19787 ngi n

Vedlegg C

- **Plan- og Bygningsloven §§ 25 og 68**
- **Byggeforskrift 1987, kap. 51 og**
- **Veiledning til Byggeforskrift 1987, kap 51**

PLAN- OG BYGNINGSLOV

av 14. juni 1985 nr. 77
Ajourført med endringer, senest 20. juni 1986

Kap. VII. Reguleringsplan.

§ 25.[1] *Reguleringsformål*

I reguleringsplanen avsettes i nødvendig utstrekning:

5. Fareområder:
Områder for høyspenningsanlegg, skytebaner, ildsfarlig opplag og andre innretninger som kan være farlige for allmennheten, og områder som på grunn av ras- og flomfare eller annen særlig fare ikke tillates bebygget eller bare skal utbygges på nærmere vilkår av hensyn til sikkerheten.

Kap. XII. Byggetomta.

§ 68.[1] *Byggegrunn. Miljøforhold*

Grunn kan bare deles eller bebygges dersom det er tilstrekkelig sikkerhet mot fare eller vesentlig ulempe som følge av natur- eller miljøforhold.

Bygningsrådet kan for grunn eller område som nevnt i første ledd, om nødvendig nedlegge forbud mot bebyggelse eller stille særlige krav til byggegrunn, bebyggelse og uteareal.

1 Endret ved lov 20. juni 1986

BYGGE-FORSKRIFT

1987

KAP. 51 BÆREEVNE OG SIKKERHET

51:1 Innledning

Bygninger, herunder konstruksjoner og anlegg, inndeles i tre sikkerhetsklasser og tilsvarende tre bruddkonsekvensklasser. Inndelingen er basert på NS 3479.

Sikkerhetsklassene er basert på en beregnet, nominell sannsynlighet for at bygningen skal bryte sammen.

Bruddkonsekvensklassene er basert på den fare for skade på mennesker som sammenbrudd av bygningen antas å gi.

Disse klasser er:

1. Mindre alvorlig risiko for skade på mennesker
2. Alvorlig risiko for skade på mennesker
3. Meget alvorlig risiko for skade på mennesker.

De enkelte klasser regnes å omfatte følgende bygningskategorier:

Bruddkonsekvensklasse 1:

- garasjer for høyst to biler, båtnaust o.l.
- lagerskur o.l. der mennesker bare unntaksvis oppholder seg
- haller av duk eller folie
- driftsbygninger i landbruket mv, med mindre byggherren kan dokumentere tilfredstillende sikkerhet ved enklere utførelse. Overstiger frekvens og varighet av menneskeopphold det som er vanlig i driftsbygninger følges bruddkonsekvensklasse 2 eller 3

Bruddkonsekvensklasse 2:

- bygninger i høyst to etasjer med moderate spennvidder der mennesker normalt oppholder seg
- industri- og lagerbygninger i en etasje, som ikke er tilgjengelige for allmennheten, og der det arbeider høyst 5 personer pr. 100 m^2, forutsatt at avstanden til annen bygning, plass, gate eller veg som betjener annet enn vedkommende bygning, er minst lik bygningens fasadehøyde
- større master, frittstående tårn, siloer og skorsteiner utenfor bebygd område.

Bruddkonsekvensklasse 3:

bygninger som ikke faller inn under bruddkonsekvensklassene 1 og 2.

51:2 **Dokumentasjon**

Det skal ved beregninger eller prøving godtgjøres at bygninger og bygningskonstruksjoner oppfyller kravene i dette kapittel.

Slik dokumentasjon kan bortfalle i tilfelle der det er umiddelbart innlysende at kravene er oppfylt.

51:3 **Generelt**

Bygning og umiddelbart tilhørende utvendige bruksarealer skal plasseres, dimensjoneres og utføres slik at den gir rimelig sikkerhet mot skade på mennesker på grunn av svikt som følge av laster som kan forutses.

Bæreevne under brann skal være tilstrekkelig til å tillate rømning.

Bygning der omfattende sammenbrudd vil medføre alvorlig eller meget alvorlig risiko for skade på mennesker, skal utføres eller plasseres slik at ulykkeslast på en mindre del av bygningen ikke vil føre til omfattende sammenbrudd.

51:4 **Plassering av bygning**

Bygning og utearealer dimensjoneres eller sikres slik at sikkerhetsnormene i tabell 51:4 er oppfylte.

Tabell 51:4 Krav til sikkerhet ved plassering av bygning.

Bruddkonsekvens-klasse	Sikkerhets-klasse	Største nominelle. årlige sannsynlig-het for skred.
Mindre alvorlig	1	10^{-2}
Alvorlig	2	10^{-3}
Meget alvorlig	3	$< 10^{-3}$ 1)

1) Største nominelle årlige sannsynlighet for skred skal godkjennes av bygningsrådet i det enkelte tilfelle.

51:5 **Bærende system**

51:51 Bygning der sammenbrudd medfører risiko for skade på mennesker, skal utføres og dimensjoneres i sikkerhetsklasse etter tabell 51:5.

Bygning der sammenbrudd medfører meget alvorlig risiko for skade på mennesker kan likevel utføres i sikkerhetsklasse 2, dersom den på grunn av materialene som er brukt og sammenføyningene har en bæreevnereserve utover den beregnede. Enkelte bærende ledd i bygninger som kreves utført i sikkerhetsklasse 3 eller 2, kan utføres i henholdsvis sikkerhets-klasse 2 eller 1, forutsatt at sammenbrudd av disse ledd ikke vesentlig reduserer det bærende systems sikkerhet.

Tabell 51:5 Krav til sikkerhet mot sammenbrudd av bygninger.

Bruddkonsekvens-klasse	Sikkerhets-klasse	Største nominelle, årlige sannsynlig-het for sammenbrudd.
Mindre alvorlig	1	10^{-3}
Alvorlig	2	10^{-5}
Meget alvorlig	3	10^{-7}

51:52 For bygninger der sammenbrudd kan medføre fare for særlig omfattende personskader, kan bygningsrådet i det enkelte tilfelle skjerpe kravene i 51:51.

UTDRAG AV

RETT OG SLETT

Veiledning til Byggeforskrift 1987

Kap 51 Bæreevne og sikkerhet

51:1 Innledning

Byggeforskriftens krav tar sikte på en minste sikkerhet mot sammenstyrtning og ramming av skred av bygninger, konstruksjoner og anlegg over og under bakkenivå; hendelser som kan medføre fare for skade på mennesker. Andre hensyn, f.eks. til brukskrav og økonomi, vil i enkelte tilfelle føre til dimensjonering utover forskriftens minstekrav. Et eksempel på dette er deformasjoner i bruksgrensetilstanden. Spørsmålet om hvor store nedbøyninger kan være, bør avgjøres på grunnlag av bygningens konstruksjon, bruk og vedlikeholdshensyn. Håndbøker og publikasjoner som NBI Byggdetaljblad vil gi de nødvendige retningslinjer.

Med hensyn til sikkerhet mot skred anbefales det at driftsbygninger i landbruket plasseres i sikkerhetsklasse (bruddkonsekvensklasse) 2. Byggeforskriften krever ikke bedre sikkerhet enn klasse 1, men siden det ofte kan være betydelige verdier nedlagt i slike bygninger, bør større sikkerhet vurderes.

Sikkerhetsklasse 2 bør normalt benyttes for hyttebebyggelse i områder der skredfare opptrer samtidig med at bygningene er i bruk, f.eks. for fjellhytter.

Kravene til bærende systemer etter 51:5 kan godtgjøres oppfylt ved bruk av følgende Norsk Standard (se kapittel 13):

• • • • • •

Hvis beregninger utføres etter andre regler enn de som er angitt i Norsk Standard, må det dokumenteres at disse gir minst den sikkerhet forskriften krever. Forøvrig henvises til veiledningens kapittel 13.

Kravene til sikkerhet ved plassering av bygning tilsvarer kravene til sikkerhet mot konstruksjonssammenbrudd.

I forskriften brukes uttrykkene "sannsynlighet" og "risiko" slik de er definert i publikasjonen
Vurdering av ulykkesrisiko forfattet av Hovden, utgitt av Norges teknisk-naturvitenskaplige Forskningsråd.

Sannsynlighet og risiko

"Sannsynlighet for sammenbrudd" er et rent kvantitativt begrep og gjelder bare hendelsen sammenbrudd uten hensyn til omfang og konsekvenser.

"Risiko" omfatter både sannsynlighet og konsekvenser. "Meget alvorlig risiko for skade på mennesker" omfatter derfor både tilfeller der få mennesker vil bli skadet, men sannsynligheten for dette er stor, og tilfeller der mange mennesker kan få alvorlige skader, men sannsynligheten for dette er liten. Størrelsen av risiko kan altså ikke bestemmes bare ved beregning, verdien av det som står på spill må også vurderes.

Sikkerhetsklassene er basert på beregnet nominell sannsynlighet, dette innebærer at verdiene i tabell 51:4 og 51:5 ikke gir pålitelig opplysning om den enkelte bygnings faktiske sikkerhet. Sannsynligheten er en tallverdi beregnet på grunnlag av forenklede forutsetninger og etter retningslinjer beskrevet i Nordisk komité for bygningsbestemmelsers rapport

NKB 55 *Retningslinier for last- og sikkerhedsbestemmelser for bærende konstruktioner*

Byggeforskriftens sikkerhetskrav forutsettes oppfylt ved bruk av bestemte kombinasjoner av regler for prosjektering og regler for utførelse av bærende konstruksjoner, f.eks ved at de norske standarder for lastbestemmelse og konstruksjon benyttes.

51:2 Dokumentasjon

Generelt

Søknaden skal dokumentere at krav gitt i eller i medhold av plan- og bygningsloven er oppfylt. Om bruk av søknadsskjema og krav til vedlegg se kapittel 14:1 og 14:2. Om bruk av Norsk Standard se kapittel 13.

Kravene til sikkerhet ved plassering av bygning tilsvarer kravene til sikkerhet mot konstruksjonssammenbrudd.

Bygningsmyndighetene kan kreve ytterligere opplysninger og dokumentasjon, herunder fagkyndige uttalelser, dersom dette er nødvendig for å ta stilling til søknaden. Bruk av sakkyndig bistand kan med samtykke av byggherren, gjøres for dennes regning, se plan- og bygningslovens § 109.

• • • • • •

51:3 Generelt

Byggeforskriftens funksjonskrav vil i alminnelighet være oppfylt ved bruk av tabellene i 51:4 og 51:5. I enkelte tilfeller, f.eks. for elementbygg og søyledragersystem, kan det være nødvendig å påvise at det er tatt hensyn til mulig ulykkesgrensetilstand. Fordi sannsynlighet og størrelse av ulykkeslast vanskelig kan angis, blir det en ren vurdering når spesielle tiltak er nødvendige.

Brann betraktes som ulykkesgrensetilstand med slik sannsynlighet og konsekvens at den kan bli dimensjonerende. Dette tas i betraktning i kapitlene 30-39. Brann skal ikke regnes å forekomme sammen med andre ulykkesgrensetilstander.

Skred skal betraktes som en ulykkesgrensetilstand.

51:4 Plassering av bygning

Byggeforskriftens hovedintensjon er at bebyggelse skal plasseres sikkert med hensyn til skred. Ved planlegging/etablering av ny bebyggelse skal bygningsrådet påse at denne får forsvarlig sikkerhet mot skred. Dette kravet anses for å være oppfylt når forskriftens krav til nominell årlig sannsynlighet for skred er overholdt, se tabell 51:4. Den nominelle, årlige sannsynlighet er relatert til bygning og nærmeste utearealer.

Kravene i tabell 51:4 bør ikke fravikes ved nyetableringer i skredutsatte områder.

Ved gjenoppbygging etter brann eller annen skade og ved nødvendig utvidelse av eksisterende bygning eller driftsenhet, kan bygningsrådet redusere kravet til nominell sannsynlighet for skred i sikkerhetsklassene 2 og 3. Den gjennomsnittlige årlige sannsynlighet for skred må likevel ikke overstige $3x10^{-3}$ for klasse 2 og 10^{-3} for klasse 3. Slik reduksjon kan er imidlertid betinget av dispensasjon, se om dispensasjon under innledningen til veiledningen.

Byggverk kan sikres mot eller dimensjoneres for å motstå skred med utgangspunkt i kravene til sikkerhet ved plassering av bygning, spesifisert i tabell 51:4. Dersom byggherren samtidig sikrer de utvendige bruksarealer, eller sannsynliggjør at bruken av disse ikke vil medføre en høyere personrisiko enn det som følger av forskriften, vil det være mulig å utnytte til byggeformål arealer som i utgangspunktet har en høyere nominell sannsynlighet for skred enn det forskriften generelt foreskriver. Skredlastens størrelse må i slike tilfelle beregnes av en skred-teknisk kyndig person.

De nominelle faregrensene for skred som er angitt i forskriften er som regel vanskelig å fastlegge helt nøyaktig i terrenget. Vanligvis er det imidlertid mulig å skille mellom områder som ligger mer utsatt eller mindre utsatt enn de grenseverdier som forskriften angir.

Tillatt nominell årlig sannsynlighet for skred for bygninger i sikkerhetsklasse 3 ($<10^{-3}$), skal fastsettes ut fra hvilken risiko skred kan medføre. Jo større konsekvensen kan bli desto lavere sannsynlighet for skred skal fastsettes.

De angitte krav til sikkerhet mot skred er vesentlig høyere enn tilsvarende sikkerhetsforutsetninger for snølast og vindlast. For snølast på tak gjelder en generell nominell årlig sannsynlighet på $2x10^{-1}$, mens den nominelle sannsynlighet for snølast på tak som er vanskelig tilgjengelig for rydding er satt til $5x10^{-2}$ pr. år. For vindlast er sannsynligheten satt til $2x10^{-2}$ pr. år, se

NS 3479 *Prosjektering av bygningskonstruksjoner. Dimensjonerende laster.*

Sammenbrudd som følge av snølast på tak og vindlast medfører vanligvis mindre skader på person enn sammenbrudd forårsaket av skred. De fastsatte nominelle krav til sikkerhet mot skred er følgelig sammenlignbare med andre sikkerhetskrav.

Problemer i tilknytning til skred er behandlet i NBI Byggdetaljblad A 511.202 *Skredfarevurdering. Del 1 og 2.*

Landbruksdepartementet ved Statens Naturskadefond er i ferd med å utarbeide oversiktskart over potensielle fareområder for stein-og snøskred og potensielle fareområder for kvikkleireskred. Kommunene anbefales å samarbeide med Norges Geotekniske Institutt for å kartlegge skredfarlige områder i plansammenheng.

• • • • • •

Vedlegg D

Foto og figurer

Foto 1 Hus 355, barnehagen og kirka med ovaforliggende fjellside. (Foto 05.10.95) Snøskred kan nå bebyggelse fra det relativt slette området ved de nordligste fjellknausene, skråningene ovafor øvre og omkring nedre taubanetrasè.

Foto 2 Snøforholdene i undersøkelsesområdet 27.03.93. Varierende vindretning har erodert og pakket snøen i de områder av utløsningsområdene som grenser mot den nordvendte fjellsida ovafor Skjæringa.

Foto 3 Terrengforholdene i undersøkelsesområdet ovafor barnehagen sett fra helikopter den 27.03.93. (Høgre del av bildet.)

Foto 4 Bebyggelsen i undersøkelsesområdet sett fra øvre taubanetrasèe. Spor etter relativt ferske flomskred avtegner seg tildels tydelig i terrenget.
Eventuelle sikringsgjerder mot flomskred kan plasseres som vis på foto.

Foto 5 Det potensielle utløsningsområdet for snøskred mot den sørligste del av det aktuelle utbyggingsområdet, er til høgre for den opptrukne linja på bildet.

Foto 6 Den småblokkige terrengoverflata i det høgestliggende utløsningsområdet for snøskred, dvs. over kote 220.

Foto 7 Et eksempel på at et sauegjerde har begrenset utbredelsen av flomskredmasser.

Foto 8 Nåværende grøft ovafor barnehagen har et tverrsnitt som nesten samsvarer med den foreslåtte utforming av sikring med nettinggjerde mot flomskred.

BARNEHAGE, LONGYEARBYEN

Rapport nr.	Figur nr.
954103-1	1
Tegner EH	Dato 96-01-05
Kontrollert	
Godkjent	

UNDERSØKELSESOMRÅDETS BELIGGENHET

A. Kart M 1 : 100 000
B. Kart M 1 : 5 000

NGI

BARNEHAGE, LONGYEARBYEN		Rapport nr. 954103-1	Figur nr. 5
TERRENGPROFIL P9		Tegner EH	Dato 96-01-05
Terreng brattere enn 30°	F Skredfaregrense $1x10^{-3}$	Kontrollert	NGI
ß 10°-punktet i terrenget	M 1 : 2 500	Godkjent	

ami-leuch-ag. 3097 liebefeld-bern

Barnehage, Longyearbyen
Skredbaneprofil P3

NGI

Navn på skredet	**Barnehage**
Viktig dok.	**Skredbaneprofil P3 ovafor Barnehage, Longyearbyen**
Skredets filnavn	**954103P3**
NGI - oppdragsnr.	**954103**

Materialdata

Friksjonsparameter	**0.32**	Flytehøyde	**1.00**
Viskositet	**0.0011**	Skredlengde	**81.4**

Utløpsvinkel og Utløpsdistanse

NIS		Utløpsvinkel	**25.25**	Utløpsdistanse (x)	**537.63**
BETA	**30.10**	Utløpsvinkel	**27.40**	Utløpsdistanse (x)	**487.01**

A

B

C

BARNEHAGE, LONGYEARBYEN	Rapport nr. 954103-1	Figur nr. 6
BEREGNET REKKEVIDDE AV SNØSKRED	Tegner EH	Dato 96-01-05
A. Beregnet flytehøgde v/NIS-modellen B. Beregnet skredhastighet v/NIS-modellen C. Beregnet rekkevidde v/NGI-modell (u/st.avvik) og NIS-modell	Kontrollert Godkjent	NGI

BARNEHAGE, LONGYEARBYEN	Rapport nr. 954103-1	Figur nr. 8
ALTERNATIVE SIKRINGSTILTAK MOT FLOMSKRED	Tegner EH	Dato 96-01-05
A. Sikringsvoll med fangvolum ca 10 m^3 B. Flettverksgjerde med fangvolum ca 10 m^3	Kontrollert	NGI
M 1 : 100	Godkjent	

Kontroll- og referanseside/
Review and reference page

Oppdragsgiver/*Client* Svalbard Samfunnsdrift A/S **Kontraktsreferanse/ *Contract reference*** Møte/befaring 05.10.1995	**Dokument nr/*Document No.*** 954103-1 **Dato/*Date*** 5 januar 1996
Dokumenttittel/*Document title* Barnehage, Longyearbyen. **Prosjektleder/*Project Manager*** Erik Hestnes **Utarbeidet av/*Prepared by*** Erik Hestnes	**Distribusjon/*Distribution*** ☐ **Fri/*Unlimited*** ☒ **Begrenset/*Limited*** ☐ **Ingen/*None***
Emneord/*Keywords* Arealplanlegging, skredfarevurdering, snøskred, flomskred, sikringstiltak	
Land, fylke/*Country, County* Norge, Svalbard **Kommune/*Municipality*** Svalbard **Sted/*Location*** Longyearbyen **Kartblad/*Map*** Blad C9 **UTM-koordinater/*UTM-coordinates***	**Havområde/*Offshore area*** **Feltnavn/*Field name*** **Sted/*Location*** **Felt, blokknr./*Field, Block No.***

Kvalitetssikring i henhold til/*Quality assurance according to* NS-EN ISO9001

Kontrollert av/ *Reviewed by*	Kontrolltype/ *Type of review*	Dokument/*Document*		Revisjon 1/*Revision 1*		Revisjon 2/*Revision 2*	
		Kontrollert/*Reviewed*		Kontrollert/*Reviewed*		Kontrollert/*Reviewed*	
		Dato/*Date*	Sign.	Dato/*Date*	Sign.	Dato/*Date*	Sign.
	Helhetsvurdering/ *General Evaluation* *						
SBa	Språk/*Style*	5/1-96	SBa.				
SBa	Teknisk/Technical - Skjønn/*Intelligence*	— " —	SBa.				
SBa	- Total/*Extensive* - Tverrfaglig/ *Interdisciplinary*	— " —	SBa.				
SBa		— " —	SBa.				
SBa	Utforming/*Layout*	— " —	SBa				
EH	Slutt/*Final*	— " —	Bth				
JGS	Kopiering/*Copy quality*	12/1-96	JS.				

* Gjennomlesning av hele rapporten og skjønnsmessig vurdering av innhold og presentasjonsform/ *On the basis of an overall evaluation of the report, its technical content and form of presentation*

Dokument godkjent for utsendelse/ *Document approved for release*	**Dato/*Date*** *05.01.1996*	**Sign.** Erik Hestnes