Haugen - Nybyen, Longyearbyen

Skredfarevurdering av mulig byggeområde

934063-1 28 mai 1993

Oppdragsgiver: Svalbard Samfunnsdrift A/S

Kontaktperson: Overing. Ole I. Reistad
Kontrakt: OIR/310 av 03.05.1993

For Norges Geotekniske Institutt

Prosjektleder: Erik Hestnes

Rapport kontrollert av: Karstein Lied

Norges Geotekniske Institutt
Sognsveien 72

Postadr.:
Postboks 3930 Ullevål Hageby
0806 Oslo

Telefon:
22 23 03 88

Telefaks:
22 23 04 48

Telex:
19787 ngi n

048. Bra-Trykk AS

Sammendrag

Norges Geotekniske Institutt har på oppdrag fra Svalbard Samfunnsdrift A/S ved brev av 3 mai d.å. vurdert faren for skred fra Gruvefjellet mot det aktuelle utbyggingsområdet på elvesletta mellom Haugen og Nybyen (ref. OIR/310). Det er ikke gjennomført særskilt befaring i anledning av dette prosjektet, ettersom NGI kjenner det aktuelle området godt fra tidligere feltarbeide i Longyearbyen.

Våre konklusjoner er basert på en samlet evaluering av terrengforhold, meteorologiske data og bruk av beregningsmodeller i vurderingen av rekkevidden til snøskred. Plan- og bygningslovens krav til sikkerhet mot skred for ny bebyggelse er benyttet som referanse for våre konklusjoner.

Både snøskred, flomskred og steinskred kan nå ned i planområdet fra den ovaforliggende fjellsida, men det er faren for snøskred som setter grenser for utnyttingen av området.

Snøskred med gjennomsnittlig gjentakelsesintervall på 1000 år kan nå omlag 200 meter utover elvesletta i den sørlige delen av det aktuelle byggområdet. Videre nordover går grensa like øst for skolebygningen og opp mot sørenden av SNSK's kontorbygning.

Faregrensa vil sannsynligvis kunne overskrides av mindre mengder vann og flomskredmasser i området ved skolen, men NGI regner ikke med at disse forhold representerer noen fare sett i relasjon til Byggeforskriftens krav til sikkerhet mot skred. Steinskred vil ikke kunne nå ut til den angitte faregrensa, mens faren for fjellskred anses for å være neglisjerbar.

Det er mulig å utnytte til byggeformål områder som i utgangspunktet har et for høgt risikonivå. Det forutsetter at det etableres risikoreduserende tiltak for de aktuelle områder eller bygninger.

Så vidt NGI kjenner til er det ikke krav til sikkerhet mot skred for lokalisering av idrettsplasser. Dersom flytting av idrettsplassen er en aktuell problemstilling, så ser ikke NGI noen betenkelighet med å lokalisere den til det angitte fareområdet på elvesletta.

048 Bra-Trykk AS

INNHOLD

SAMMENDRAG 2

INNLEDNING 4

SKREDFAREN I PLANOMRÅDET 5

Snøskred 5

Flomskred og løsmasseskred 8

Steinskred og fjellskred 10

RISIKOREDUSERENDE TILTAK 10

EVENTUELL FLYTTING AV IDRETTSPLASS 11

6 vedlegg (se egen oversikt, s. 12)

Dokumentkontrollside
Referanseside

048. Bra-Trykk AS

INNLEDNING

Det aktuelle byggeområdet ligger på elvesletta langs foten av Gruvefjellet mellom Haugen og Nybyen. Hele fjellsida i undersøkelsesområdet er nordvestvendt (Fig. 1-2).

Mot nord er fjellsidas høgde bestemt av Vannledningsdalens nedskjæring. Nærmest Haugen er terrenget nesten jevnt, men etterhvert som høgda tiltar blir det små forsenkninger og dreneringspor. Videre mot sør utgjør den 50-80 meter høge platåkanten til Gruvefjellet toppen av fjellsida. Innunder brattkanten er det tildels store forsenkninger med mellomliggende rygger, og markerte dreneringsspor leder ned mot skredviftene i skråningsfoten. (Jfr. Foto 1-4).

For fastlands-Norge setter Plan- og Bygningsloven krav til sikkerhet mot skred ved etablering av ny og rehabilitering av eldre bebyggelse. Loven og Byggeforskriften er ikke formelt gjort gjeldende for Svalbard, men Svalbard Samfunnsdrift A/S har tidligere gitt uttrykk for at de ønsker å legge sikkerhetsnormene i Byggeforskriften til grunn for bebyggelse på Svalbard (Vedlegg 1).

Når det gjelder sikkerhet mot skred skiller Byggeforskriften mellom ulike bruddkonsekvensklasser. For bygninger i Bruddkonsekvensklasse 3 - meget alvorlig risiko for skade på mennesker - er kravet til sikkerhet at største nominelle årlige sannsynlighet for skred skal være $< 10^{-3}$. Den største nominelle årlige sannsynlighet for skred skal, for denne bygningskategori, godkjennes av bygningsrådet i det enkelte tilfelle.

NGIs vurderinger i denne rapporten er basert på den kjennskap vi har fått til skredfaren i den aktuelle fjellsida ved tidligere feltarbeid i Longyearbyen. Vi vil i den sammenheng spesielt peke på vår kartlegging av løsmasseformer og utglidninger i området høsten 1985 (Lied & Hestnes 1986), feltarbeidet i forbindelse med NGI-rapport 904025-1 og akuttbefaringen ved K. Lied og E. Hestnes 28.-29. mars d.å.

Til hjelp ved skredfarevurderingen er benyttet foto, kart i målestokk 1:5000, og meteorologiske data fra Longyearbyen (1957-1976) og Svalbard Lufthavn (1975-1993) (Vedlegg 2). Til hjelp ved fastlegging av rekkevidden til snøskred er det dessuten benyttet tre forskjellige beregningsmodeller (Vedlegg 3).

048 Bra-Trykk AS

En foreløpig oppsummering av NGIs konklusjoner ble oversendt 25.05.1993 (Vedlegg 4). Våre konklusjoner er basert på en samlet vurdering av de lokaltopografiske forhold, meteorologiske data, felterfaringer og beregningsresultat.

SKREDFAREN I PLANOMRÅDET

Hele fjellsida ovafor det aktuelle byggeområdet er bratt nok til at det kan løsne snøskred og flomskred/løsmasseskred (Foto 1). Steinskred kan bare komme fra den bratte platåkanten til Gruvefjellet og enkelte lavereliggende fjellknauser (Foto 4).

Snøskred

Snøskred kan løsne i terreng som er brattere enn 30°. Der hvor terrenghelningen er lavere enn 35° vil skredfrekvensen være liten. Dette gjelder for eksempel den lave og åpne fjellsida nærmest Haugen. De skålformede forsenkningene oppunder den bratte platåkanten har en helning på 35-40°. Dette er terrengforhold som gjerne gir opphav til hyppige skred. (Jfr. Fig. 2-4, Foto 1-4).

Den nordvestvendte fjellsida ligger i le for vind fra sektoren ØNØ-S. I den sørlige delen vil dessuten vind som stryker langs fjellsida lokalt kunne akkumulere noe snø i forsenkningene (Fig. 2, Foto 3).

En gjennomgang av de meteorologiske data for Longyearbyen og Svalbard Lufthavn viser at framherskende nedbørførende vindretning om vinteren er fra sektoren SSV-NNV. Det kommer imidlertid også snø med østlig vind. Som regel er snøfallene ledsaget av vind som omfordeler snøen. Hovedvindretning utenom snøfallene er fra sektoren ØSØ-S (Vedlegg 5). Mellom snøfallene er likevel perioder med klart, kaldt vær, lite vind og sterk utstråling langt mer framtredende enn periodene med snødrift. I slike perioder dannes det gjerne rimkrystaller på snøoverflata.

Nedbørregistreringen fra Longyearbyen (Skjæringa) og Svalbard Lufthavn viser at det kommer mer nedbør på Skjæringa enn på flyplassen. Vanligvis er nedbørmengdene beskjedne, men statistikken for observert og påregnelig nedbør i vintermånedene viser at det også kan komme relativt store nedbørmengder på kort tid (Vedlegg 2, Fig. 5).

048 Bra-Trykk AS

Tabell 1 Noen værdata fra 6 vintre i perioden 1957 - 1993

Nedbør					Nedbørtype		Vindretning	
							Dekagrader	
År	Dato	Total mm	24 t mm	72 t mm	Obs.	300 m o.h.	v/ nedbør	Seinere
1958:	10.11-12.11	13,6			S-R-S	?		
	19.11-22.11	21,4			S	S	22-23	14-18
	24.12-28.12	**30,2**			S	S	27, 20	14-(18)
1959:	03.02-06.02	19,6			S	S	27 (18-34)	-
	08.02-12.02	**33,2**			S	S	26 (22-27)	-
	14.02-16.02	**41,2**	32,0	40,9	S (SL)	S	27-30	14
1959:	26.12-27.12	15,4			S	S	29, 20	16
1960:	11.01-13.01	4,2			S	S	13	29-32
	01.02-05.02	19,9			S	S	(22-25),14-18	-
	08.02-09.02	**39,2**	39,2	-	S	S	(18), 09	09→16
1960:	01.11-07.12	~16,0			S	S		16-20
	08.12-12.12	**52,7**	20,7	42,5	S	S	22-36	-
	13.12-17.12	8,4			S	S		
1966:	06.11-12.11	12,3			S	S	20-28	(27)
	19.11-22.11	**32,1**			S	S	22-34	16-19
	06.12-07.12	0,8			R	R?		
	26.12-28.12	25,7			R(→S)	R→S	18-22	-
1967:	28.01-03.02	10,6			S	S	25-35	16-18
	11.02-17.02	**32,3**	11,7	15,9	S	S	20-29 (32)	-
1974:	26.02-01.03	17,0			S	S	20, 11, 27	-
	03.03-05.03	**41,7**	34,0	41,7	SL-S-R-S	S(SL)	(20-)27	-
1985:	12.10-16.10	10,4			S	S	24-03	-
	12.11-19.11	10,4			S	S	13-27	-
1986:	05.01-06.01	5,0			S	S	24-01	-
	20.01-22.01	4,4			S	S	13-14, 35	-
	27.01	10,2			SL	S	14-18	14
	29.01-01.02	6,3			S	S	23-26	22-24
	03.02-05.02	16,0			S	S	21-27	(26-35) -
	13.02-14.02	11,8			S	S	23-34	24-27
	05.03-10.03	5,4			S	S	(10-19),25-32	-
	11.03-14.03	**35,9**	14,5	22,6	R/SL, S	S	20-26	21-25
	16.03-23.03	12,8			S	S	23-25, (13)	-

S = snø, R = regn, Sl = sludd

048 Bra-Trykk AS

Snøfall i Longyearbyen starter ofte når det er vindstille. Det er også relativt vanlig med velutviklede rimkrystaller på gammel snøoverflate. Under slike forhold kan man få et særlig ustabilt lag under de nye snøavsetningene. Mindre snøskred vil derfor kunne forekomme relativt hyppig fra typiske leområder, selv om den totale nedbøren er liten.

I observasjonsperioden 1957-1993 har det bare vært 6 vintre med så store nedbørmengder at man kunne forvente større snøskred i Longyearbyen. Fire situasjoner hadde 3-døgn nedbørsum større enn 40 mm. Alle fire hadde kalde forvintre, et par med betydelige snøfall. Disse situasjonenen inntraff vintrene 1958/59, 1959/60, desember 1960 og 1973/74. To andre vintre hadde høg totalnedbør, men lavere nedbørtopper (1965/66 og 1985/86). (Jfr. Tabell 1). Framherskende vindretninger og styrker ved de seks nevnte situasjonene er vist på figur 6.

En nærmere analyse av de meteorologiske data fra de seks vintrene har imidlertid vist at det bare er èn situasjon, vinteren 1959/60, som har hatt nedbør og vindforhold som skulle tilsi at det kan ha gått større snøskred i fjellsida mellom Haugen og Nybyen. Da kom det 39.2 mm nedbør i løpet av ett døgn i forbindelse med kraftig vind fra Ø og SSØ. Like forut hadde det kommet 19.9 mm i hovedsak på samme vindretning. Nedbøren ble etterfulgt av vedvarende vind fra samme retning, men uten ytterligere nedbør (Tabell 1, Vedlegg 2 s.4).

De skålformede forsenkningene oppunder platåkanten på Gruvefjellet er slike typiske leområder som gir opphav til hyppige skred. Iblant blir skredene utløst av skavlnedfall fra platåkanten. Mindre snøskred når årlig helt ned mot vegen langs fjellfoten fra dette området. Så langt hender det også at utfall fra skavlen når. Hvorvidt det i den nevnte skredsituasjonen i februar 1960 gikk snøskred med større rekkevidde i dette området, er imidlertid ikke kjent.

De meteorologiske data viser at situasjoner med atskillig større nedbørintensiteter enn det som ble registrert i løpet av perioden 1957-1993 kan forekomme i Longyearbyen (Vedlegg 2). Figur 5 er utarbeidet på grunnlag av de angitte Gumbel-verdier på side 5-8 i Vedlegg 2. De viser blant annet at gjennomsnittlig gjentakelsesintervall for nedbør i vintermånedene januar-mars er som følger:

1-døgn sum på	40 mm	ca 25 år
3-døgn sum på	55 mm	ca 50 år
5-døgn sum på	75 mm	ca 100 år
10-døgn sum på	100 mm	ca 100 år

048 Bra-Trykk AS

En av fire værsituasjoner med høg nedbørintensitet i perioden 1957-1993 kom med vind fra sektoren ØNØ-S. Dersom man for eksempel antar at hver 5te uværsperiode med stor nedbørintensitet om vinteren kommer fra denne sektoren, vil det gjennomsnittlige gjentakelsesintervall for de angitt intensitetene fra sektoren anslagsvis bli 5 ganger lengre enn i foranstående oversikt.

Det blir nødvendigvis ikke snøskred med lang rekkevidde ved alle slike værsituasjoner. I denne sammenheng kan det nevnes at en undersøkelse som NGI har gjennomført på Strynefjellet, har vist at sannsynligheten for at store snøskred skal bli utløst er 60-65 % når man får 55 mm nedbør som snø i løpet av 3 døgn. Videre har våre foreløpige undersøkelser av snødekket i le-områder omkring Longyearbyen vist at snødekket der, og i vindutsatte le-områder i høgfjellet i Sør-Norge, er svært like.

På bakgrunn av de omtalte klimatiske og topografiske forhold mener derfor NGI at sannsynligheten for skred med særlig lange utløp er $> 10^{-3}$ pr år fra alle deler av fjellsida ovafor det aktuelle byggeområdet.

Rekkevidden av snøskred er beregnet langs profillinjene P1-P11 (Fig. 2-4, Vedlegg 3). Skred med gjennomsnittlig gjentakelsesintervall på 1000 år vil etter vår vurdering av beregninger og klimadata nå ca 200 meter utover elvesletta i den sørlige delen av det aktuelle byggeområdet, mens grensa videre nordover går like øst for skolebygningen og opp mot sørenden av SNSK's kontorbygning. Helt nøyaktig sidevegs begrensning av fareområdet på Haugen er vanskelig å avgjøre bare utfra kartet. NGI regner imidlertid med at "Rosekjelleren" ligger utafor grensa.

Flomskred og løsmasseskred

Flomskred forekommer primært der vann konsentreres i forsenkninger.

Flomskredaktiviteten i fjellsida mellom Nye Gruve 2 og skolen anses for å være høg, og de aller fleste skredløpene er knyttet til rasskarene i fjellsida. I de øverste bratte områdene foregår det hovedsakelig erosjon. Videre nedover har skredstrømmene dels erodert, dels avsatt parallelle rygger (levèer) i og langs de eldre løpene. I utløpsområdene tar flomskredene stadig nye veger nedover og langs de eldre markerte skred-viftene. Avsetningsformene viser at flomskred når helt ned på elvesletta. Videre mot Haugen er det bare spor etter mindre flomskred og løsmasse-utglidninger, hovedsakelig av eldre dato. (Jfr. Foto 1, Fig. 7).

048. Bra-Trykk AS

Utløsningsmekanismen for flomskred og løsmasseskred i denne fjellsida er knyttet til stor nedbørintensitet og/eller snøsmelting i kombinasjon med berggrunns- og permafrostforholdene. Ved skredsituasjonen i Longyearbyen 10-11 juli 1972 falt det 30,8 mm i løpet av ca. 12 timer, hvilket gir en gjennom-snittlig nedbørintensitet på ca. 2,5 mm/time. Ved skredsituasjonen i august 1981 ble det på Svalbard Lufthavn registrert 55 mm nedbør i løpet av 30 timer. Ved begge anledninger gikk det flere skred i området.

En gjennomgang av nedbørdata for Isfjord Radio for perioden 1934-1975 viser at den årlige nedbøren har økt gradvis. Denne trenden er også gyldig for Longyearbyen. Det er også en endring mot større nedbørmengder på ettersommeren (Larsson 1982). Dersom denne trenden fortsetter vil frekvensen av slike skredsituasjoner kunne øke. Flomskred fra fjellsida ovafor det aktuelle byggeområdet vil således også i framtida nå ned i de samme områder som tidligere. Det er likevel ikke noe som indikerer at framtidige skred vil bli særlig større enn de som kan observeres pr i dag.

På bakgrunn av det foranstående mener NGI at flomskred vil kunne nå omlag ut til faregrensa for snøskred ved profil P10 (Fig. 2). I området for profil P6-P9 vil derimot ikke flomskred nå denne grensa.

Omkring profil P4-P5 ligger faregrensa for snøskred nærmere fjellfoten. Her kan vi ikke se bort ifra at forsenkningen langs vegfyllinga i en flomskred-situasjon kan bli fyllt opp, slik at vann og flomskredmasser går over vegen og mot skoleområdet. Vi regner også med at mindre mengder vann og skredmasser her vil kunne nå forbi faregrensa for snøskred. NGI regner derimot ikke med at disse mengdene blir så store at de representerer noen fare sett i relasjon til Byggeforskriftens krav til sikkerhet mot skred (Foto 1 & 5).

Dersom store flomskred mot formodning skulle løsne omkring profil P2-P3, vil kanskje også vann og noe masser kunne passere den angitte faregrensa for snøskred ved skolen. Dette forhold anses også for å være neglisjerbart sett i forhold til Byggeforskriftens krav til sikkerhet. Andre typer løsmasseskred vil ikke ha noen utbyggingsmessig betydning.

NGIs konklusjon når det gjelder risikoen for flomskred og løsmasseskred er med andre ord at disse skredtypene ikke har betydning for forløpet av faregrensa i det aktuelle byggeområdet.

048 Bra-Trykk AS

Steinskred og fjellskred

Den 50-80 meter høge platåkanten ovafor det aktuelle byggeområdet består av rasskar og tildels markerte framspring. Den observerbare dagoverflata til de tilnærmet horisontaltliggende lagene er sterkt oppsprukket. Dette gjelder også for de lavereliggende fjellknausene i fjellsida (Foto 4-5).

Steinskred vil forekomme, først og fremst fra den bratte platåkanten, men også fra de lavereliggende fjellknausene. Utfall vil kunne nå ned mot fjellfoten og større blokker vil unntaksvis kunne nå et stykke forbi vegen. Steinskred vil imidlertid ikke kunne nå ut mot faregrensa for snøskred (Fig. 2).

NGI har ikke kjennskap til om det i platåkanten er sprekkestrukturer som kan utgjøre en risiko for utfall av store partier. Dersom et fjellskred (> 10000 m^3) skulle gå ut kan imidlertid faregrensa i den sørligste delen av området kunne bli overskredet. Avsetningsformene i dalbunnen tyder ikke på at det tidligere har løsnet slike fjellskred fra Gruvefjellet. NGI regner derfor med at sannsynligheten for at dette skal inntreffe er langt lavere enn 10^{-3} pr år.

RISIKOREDUSERENDE TILTAK KAN ØKE BYGGEOMRÅDET

Det er mulig å utnytte til utbyggingsformål områder som i utgangspunktet har et for høgt risikonivå, men det forutsetter at man foretar en tilfredsstillende sikring av bygningen(e). Sikring kan skje ved tiltak i terrenget (voller e.l.) og/eller ved hensiktsmessig utforming og dimensjonering av selve konstruksjonen.

Mellom P5 og P11 i det aktuelle byggeområdet i Longyearbyen, vil eventuell sikring måtte skje nedafor eksisterende veg. Lengre nord vil det sannsynligvis vær mulig å etablere tiltak i tilknytning til eksisterende veger og tildels kanskje nærmere fjellfoten.

Utforming og dimensjonering av eventuelle sikringstiltak vil avhenge av hvilken sikkerhet en bygning skal ha, og hvor den eller de ønskes plassert. Når slike forhold er kjent kan NGI beregne dimensjonerende skredhastigheter og skredkrefter, og om ønskelig skissere alternative sikringstiltak.

048 Bra-Trykk AS

EVENTUELL FLYTTING AV IDRETTSPLASS

Det framgår av figur 2 at idrettsplassen ligger i skredtrygt område. Så vidt NGI kjenner til setter hverken Plan- og Bygningsloven eller Byggeforskriften krav til sikkerhet mot skred for lokalisering av idrettsplasser. Vi tillater oss derfor å gjøre oppmerksom på at vi ikke ser noen betenkelighet med å flytte idrettsplassen i Longyearbyen til det området som vi har angitt som skredutsatt, dersom dette skulle være en aktuell problemstilling (Fig. 2).

Sjansen for at det skal oppholde seg mennesker på idrettsplassen når været er slik at det er fare for snø- eller flomskred ned til elvesletta, vil være svært liten. Skulle man være i tvil om sikkerheten på idrettsplassen i forbindelse med en spesiell værsituasjon, kan den jo eventuelt stenges for noen dager.

REFERANSE

Larsson, S (1982)
Geomorphological effects on the slopes of Longyear Valley, Spitsbergen, after a heavy rainstorm i July 1972.
Geografiska Annaler 64A, 105-125.

Lied, K. & Hestnes, E. (1986)
Geomorfologisk kartlegging av overflatestrukturer i Longyearbyen, Svalbard. NGI-rapport 52703-1, 67 pp.

048 Bra-Trykk AS

LISTE OVER VEDLEGG

Vedlegg 1 Plan og Bygningslov §§ 25 og 68,
Byggeforskrift 1987, kap. 51 og
Veiledning til Byggeforskrift 1987, kap. 51

Vedlegg 2 Meteorologiske data for
Longyearbyen og Svalbard lufthavn

Vedlegg 3 Vedrørende matematiske
beregningsmetoder for rekkevidde av skred

Vedlegg 4 Haugen - Nybyen, Longyearbyen.
Skredfarevurdering av mulig byggeområde.
Brev datert 25 mai 1993

Vedlegg 5 Vindroser for Longyearbyen.
Utdrag av Klima nr. 5 1982

Vedlegg 6 Foto og figurer

048 Bra-Trykk AS

Vedlegg 1

Plan og Bygningslov §§ 25 og 68,
Byggeforskrift 1987, kap. 51, og
Veiledning til Byggeforskrift 1987, kap. 51

048 Bra-Trykk AS

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 sannsynlighet 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 sikkerhetsklasse 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 sannsynlighet 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 2

Meteorologiske data for Longyearbyen og Svalbard lufthavn

INNHOLD:

Meteorologiske middelverdier for Longyearbyen og Svalbard lufthavn

Utdrag av daglig statistikk for Longyearbyen 1-15 februar 1960

Fordeling av årstidsnedbør Longyearbyen og Svalbard lufthavn.
Påregnelige og observerte maksimale nedbørhøgder i løpet av
24, 72, 120 og 240 timer

048 Bra-Trykk AS

NGI

LONGYEARBYEN

MEAN VALUES 1957-1976

	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	YEAR
ATM.PRESSURE, MB													
Average sea level *	1007.3	06.4	09.6	14.0	16.9	13.7	09.5	09.8	08.4	10.2	08.0	02.7	1009.4
AIR TEMPERATURE °C													
Average	-14.1	-15.3	-14.4	-10.7	-3.2	2.8	6.3	5.1	0.8	-5.2	-9.6	-12.4	-5.8
Extreme values:													
High. monthly/annual	-2.2	-8.3	-6.5	-5.5	-0.8	5.5	8.4	6.9	3.3	0.7	-1.4	-0.8	-2.6
Low. monthly/annual	-24.8	-26.1	-24.7	-21.6	-8.8	1.1	4.2	3.1	-2.7	-14.7	-17.1	-21.0	-11.5
Std. deviation	5.2	3.4	4.5	2.6	1.6	1.1	0.8	0.7	1.3	3.6	3.8	4.2	1.6
Aver.daily max.	-10.6	-11.5	-10.9	-7.5	-1.1	4.8	8.5	7.0	2.6	-2.8	-6.6	-9.2	-3.1
Aver.monthly max.	1.0	0.7	0.4	1.6	5.1	10.6	14.2	12.0	7.6	4.5	2.8	1.7	
Absolute max.	5.2	4.5	4.8	5.6	14.3	15.5	18.2	15.8	12.8	9.9	7.0	5.2	
Aver.daily min.	-17.8	-19.3	-18.1	-14.3	-5.2	1.1	4.6	3.4	-1.1	-7.7	-12.8	-16.0	-8.6
Aver.monthly min.	-28.9	-30.5	-29.0	-25.7	-13.6	-3.3	1.9	-0.4	-7.3	-16.5	-21.9	-27.4	
Absolute min.	-37.2	-39.5	-37.2	-31.6	-21.4	-8.8	0.3	-1.8	-13.2	-24.9	-31.6	-38.1	
No. of days with:													
Daily min.0 or less	30.7	28.2	30.6	29.3	27.6	8.6	-	1.5	17.3	27.5	29.1	30.5	260.9
D.min.-10 or less	24.4	24.0	25.1	21.5	4.5	-	-	-	0.1	10.4	19.4	23.2	152.6
D.max. 0 or less	27.0	25.8	27.5	25.0	17.9	1.1	-	-	5.5	19.7	24.2	27.4	201.1
RELATIVE HUMIDITY, %													
Average	71	73	72	71	73	73	75	74	75	72	71	71	73
PRECIPITATION, MM													
Average monthly fall	17	24	24	8	6	12	21	22	19	14	18	23	208
Max.fall in 24 hrs.	12	38	34	8	6	11	31	11	9	13	10	21	
No. of days with:													
0.1mm or more	10.9	11.2	13.1	8.6	7.2	7.0	10.7	11.6	12.2	11.1	11.4	11.8	126.8
1.0mm or more	4.7	5.4	6.5	3.3	2.3	3.4	5.6	5.9	5.6	4.7	5.5	5.4	58.3
10.0mm or more	0.2	0.4	0.4	-	-	0.1	0.2	0.2	-	0.1	0.1	0.5	2.2
rain 0.1mm or more	0.8	1.0	1.1	0.8	2.2	5.6	10.7	11.2	7.7	2.7	2.0	1.2	47.0
snow 0.1mm or more	10.4	10.8	12.8	8.5	6.4	2.9	0.7	1.6	7.0	9.6	10.8	11.4	92.9
CLOUDS, VISIBILITY													
Average, octas	4.6	4.6	4.7	4.1	5.2	6.0	6.3	6.3	6.3	5.8	5.1	4.4	5.3
No. of clear days	7.9	6.0	6.3	7.5	4.8	1.6	1.5	1.4	1.2	2.6	5.1	8.1	54.0
No. of overcast days	12.0	10.2	11.4	8.8	14.1	16.2	18.3	18.8	18.3	16.4	13.9	11.9	170.3
Perc. freq. of:													
Fog	-	0.1	0.6	0.3	1.2	1.7	1.1	0.9	0.5	0.4	-	-	0.6
Horizontal visibility:													
1km or less	0.8	1.5	1.5	0.6	1.1	1.4	0.4	0.6	0.5	0.7	0.9	1.1	0.9
4km or less	4.7	7.7	8.2	3.4	2.9	2.4	1.7	1.8	1.9	3.2	5.3	6.1	4.1
WIND FORCE,BEAUFORT													
Perc.freq. of:													
0	34.1	31.6	37.6	45.5	26.1	12.3	10.8	15.7	23.8	24.8	22.4	27.4	26.0
1-2	25.2	25.3	23.8	25.0	41.0	52.0	55.3	51.1	39.8	34.0	30.7	27.6	36.0
3-5	32.6	32.6	30.6	24.0	31.3	34.2	32.6	31.1	32.7	38.5	38.7	36.3	33.0
6-8	7.9	10.0	7.6	5.6	1.6	1.5	1.3	2.1	3.7	2.7	8.0	8.4	5.0
9 or more	0.2	0.5	0.4	-	-	-	-	-	-	-	0.2	0.3	0.1

* Mean values of air pressure for the period 1968-1976

NGI

SVALBARD LUFTHAVN

MEAN VALUES 1976-1989

	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	YEAR
AIM.PRESSURE, MB													
Average sea level	1007.2	09.3	10.8	14.3	17.1	12.3	11.5	11.8	08.4	08.1	05.2	07.2	1010.3
AIR TEMPERATURE °C													
Average	-15.8	-16.0	-14.9	-12.1	-3.7	2.0	6.1	4.8	-0.1	-5.4	-9.9	-13.6	-6.5
Extreme values:													
High. monthly/annual	-8.8	-9.1	-7.8	-8.1	-1.5	3.7	7.6	5.5	1.5	-2.5	-4.6	-2.7	-3.1
Low. monthly/annual	-22.0	-22.6	-23.5	-18.2	-8.0	-0.5	4.8	3.9	-2.6	-9.4	-16.9	-22.5	-8.9
Std. deviation	4.2	4.1	4.4	3.4	1.5	1.3	0.8	0.5	1.4	1.8	3.5	5.0	1.4
Aver.daily max.	-11.5	-11.4	-10.7	-8.2	-1.1	4.4	8.7	7.1	2.0	-2.8	-6.7	-10.1	-3.3
Aver.monthly max.	0.9	1.4	2.1	1.7	5.1	10.3	14.2	12.7	7.8	5.3	3.5	2.2	
Absolute max.	4.3	5.9	6.3	5.5	10.6	14.3	21.3	16.5	10.8	8.9	5.8	4.8	
Aver.daily min.	-19.8	-20.3	-18.9	-15.8	-5.7	0.5	4.4	3.3	-1.8	-7.9	-12.6	-16.7	-10.0
Aver.monthly min.	-30.0	-32.8	-32.4	-26.4	-15.1	-4.0	1.5	-0.4	-8.7	-16.3	-21.4	-27.2	
Absolute min.	-38.8	-43.7	-46.3	-39.1	-21.7	-8.4	0.2	-2.5	-12.6	-20.4	-29.5	-35.6	
No. of days with:													
Daily min.0 or less	31.0	28.2	30.7	29.9	28.6	11.4	-	1.9	18.3	28.3	29.4	30.7	268.9
D.min.-10 or less	27.2	24.2	24.6	23.6	6.3	-	-	-	0.8	11.4	19.6	24.2	161.9
D.max. 0 or less	28.6	25.0	26.3	26.2	16.7	2.1	-	-	6.9	21.4	24.6	26.5	204.2
RELATIVE HUMIDITY, %													
Average	73	75	74	72	73	72	75	75	75	73	72	71	73
PRECIPITATION, MM													
Average monthly fall	14	21	22	12	7	10	13	28	20	14	13	12	186
Max.fall in 24 hrs.	8	16	15	9	6	11	7	43	14	10	35	15	
No. of days with:													
0.1mm or more	13.1	13.3	13.4	12.1	10.4	8.7	9.9	14.1	12.3	15.1	13.1	12.7	148.1
1.0mm or more	4.1	5.1	5.0	3.9	2.1	2.7	4.4	6.7	5.8	4.6	4.1	3.3	51.8
10.0mm or more	-	0.3	0.4	-	-	0.1	-	0.6	0.3	-	0.1	0.1	1.7
rain 0.1mm or more	1.2	1.3	2.1	1.5	3.0	6.5	9.9	13.5	7.6	3.6	2.8	1.4	54.4
snow 0.1mm or more	12.9	13.2	13.2	11.9	9.5	5.4	1.0	3.4	8.7	13.6	12.8	12.6	118.3
CLOUDS, VISIBILITY													
Average, octas	4.3	4.6	4.7	4.4	5.1	6.1	5.9	6.3	6.2	5.7	4.9	4.2	5.2
No. of clear days	6.1	6.1	5.4	6.0	4.1	0.5	1.7	0.6	0.4	1.5	4.7	7.4	44.5
No. of overcast days	8.6	9.7	10.6	9.7	13.6	16.8	16.4	19.1	17.5	15.5	11.0	8.4	157.1
Perc. freq. of:													
Fog	0.2	0.4	0.1	0.1	1.2	1.8	0.8	0.5	0.5	-	-	-	0.5
Horizontal visibility:													
1km or less	0.6	1.7	1.1	0.5	1.4	1.8	0.8	0.5	0.7	0.2	0.1	0.3	0.8
4km or less	5.0	7.0	5.7	4.4	3.7	4.0	1.7	1.2	2.4	1.9	2.6	2.4	3.5
Lowest cloud height:													
100m or less	0.3	1.0	0.2	0.4	3.3	5.5	6.2	3.9	3.0	0.7	0.3	0.3	2.1
300m or less	6.0	9.9	7.0	8.8	15.4	22.6	38.7	33.5	17.4	8.4	4.4	3.3	14.7
WIND FORCE,BEAUFORT													
Perc. freq. of:													
0	4.9	8.0	10.3	11.3	7.5	1.6	2.1	4.2	5.9	3.5	2.9	2.9	5.4
1-2	32.2	34.4	40.7	42.8	44.8	40.0	31.5	37.4	37.5	26.8	19.4	27.6	34.5
3-5	51.0	45.6	39.9	38.6	43.8	56.0	63.6	56.4	54.0	64.0	68.6	60.9	53.8
6-8	11.9	11.9	9.2	7.2	3.9	2.4	2.8	2.0	2.7	5.6	9.0	8.3	6.3
9 or more	-	0.2	0.1	-	-	-	-	-	-	-	0.1	0.2	0.0
No. of days with max.													
6 or more	13.0	12.4	11.0	8.8	5.4	4.3	5.9	4.9	5.6	9.0	11.6	11.1	103.2
8 or more	2.8	2.2	2.4	1.4	0.3	0.1	0.1	0.4	0.4	0.9	1.9	2.0	14.9
9 or more	0.1	0.5	0.6	0.1	0.2	0.1	-	-	-	0.1	0.6	0.4	2.7

Vedlegg 2

9986 LONGYEARBYEN FEBRUAR 1960 BREDDE 78 13 LENGDE 15 35 HS 37

DT	KL	POPOPO	PPPPPP	A	PPPP	TTTTT	TN/TG	TX/TW	UUU	S	DD	FF	F	RRRRR	E	SSS	N	H	VV	V1	V2	V3	WW	V4	V5	V6	V7	W	W	FX	FG	NCCC	NCHS	BX	S
1	7						-13.4	-15.5	-11.5	77	09	2	1				9		80	RL			02	RL			2				9				
	13						-10.4			91	30	2	1				9		30	S			71	RL	S		7				9				
	19						- 5.2	-14.0	- 5.0	92	00	0	0	1.1			9		25	S			73	S			7				9				
2	7						- 1.7	- 5.5	- 1.6	81	25	18	5	2.0			9		15	S			73	S			7				9				
	13						- 1.0			84	22	18	5				8	5	45	S			70	S			7				772				
	19						- 0.5	- 2.2	- 0.4	80	22	18	5	5.0			9		50	S			70	S			7				9				
3	7						- 1.0	- 4.0	0.0	70	16	18	5	0.0			9		70	RL			02	RL	S		2				9				
	13						- 2.5			93	16	24	6				9		40	S			71	RL	S		7				9				
	19						- 4.5	- 5.2	- 0.4	86	16	24	6	2.7			9		50	SF			36	SF	S		7				9				
4	7						-10.4	-14.3	- 4.0	89	18	30	7	2.5			9		10	SF			39	SF	S		7				9				
	13						-11.0			89	14	44	9				9		20	SF			39	SF	S		7				9				
	19						-14.0	-14.5	-10.0	88	16	44	9	3.0			9		05	SF			39	SF	S		7				9				
5	7						-15.8	-16.4	-13.5	84	16	44	9	3.6			9		10	SF			39	S			7				9				
	13						-17.0			77	18	37	8				2	5	25	SF			36	SF			3				1130				
	19						-20.2	-20.4	-14.5	62	18	44	9				0	9	80	SF			38	SF			3				0000				
6	7						-20.4	-21.0	-20.0	58	16	37	8				0	9	80	RL			02	RL			0				0000				
	13						-19.2			40	16	24	6				0	9	80	RL			02	RL			0				0000				
	19						-21.0	-22.5	-17.8	48	18	5	2				0	9	80	RL			02	RL			0				0000				
7	7						-17.6	-22.7	-16.5	54	14	2	1				9		80	RL			02	RL			2				9				
	13						-16.8			70	14	2	1				8	5	80	RL			15	RL			2				352				
	19						-17.3	-17.6	-15.5	78	14	2	1				3	5	80	RL			01	RL			1				257				
8	7						- 9.2	-18.0	- 8.1	59	18	24	6				9		80	RL			02	RL			2				9				
	13						- 7.4			94	18	44	9				9		01	SF	S		75	SF	S		7				9				
	19						- 6.0	- 9.5	- 4.5	95	16	37	8	10.0			9		01	SF	S		75	SF	S		7				9				
9	7						-12.6	-13.0	- 3.4	87	09	13	4	28.2			9		15	S			73	S			7				9				
	13						-16.2			83	09	24	6				8	5	15	SF	S		73	SF	S		7				802				
	19						-20.4	-21.6	-10.2	74	09	9	3	1.0			9		70	S			70	S			7				9				
10	7						-22.4	-23.3	-18.0	67	16	13	4	0.0			1	5	80	RL			02	RL	S		0				15				
	13						-18.4			71	36	9	3				3	5	80	RL			02	RL			0				151				
	19						-18.4	-22.8	-16.6	73	03	5	2				2	4	89	RL			02	RL			0				2200				
11	7						-19.8	-21.6	-17.0	75	25	2	1				3	6	89	RL			02	RL			0				1470				
	13						-16.2			75	16	2	1				8	6	80	RL			02	RL			2				397				
	19						- 6.9	-20.4	- 6.7	81	22	5	2	0.5			9		60	S			71	RL	S		7				9				
12	7						-13.5	-13.5	- 6.0	74	15	18	5	0.0			4	6	89	SF			36	RL	S		1				48				
	13						-17.0			69	11	9	3				0	9	89	RL			02	RL	SF		3				0000				
	19						-18.2	-18.5	-12.6	73	16	5	2				6	6	89	RL	HA		03	RL			1				1407				
13	7						-22.0	-22.4	-17.3	73	16	24	6				0	9	70	SF			38	RL	SF		3				0000				
	13						-24.6			66	18	24	6				3	5	80	SF			38	SF			3				14 5				
	19						-27.2	-28.5	-21.5	68	18	30	7				2	5	80	SF			38	SF			3				1408				
14	7						-25.6	-28.4	-24.8	50	09	5	2				0	9	89	RL			02	RL			0				0000				
	13						-27.4			55	14	2	1				1	6	89	RL			02	RL			0				1440				
	19						-25.3	-28.2	-24.6	51	18	9	3				1	6	80	RL			02	RL			0				1500				
15	7						-27.0	-29.7	-24.0	68	15	2	1				1	6	89	RL	NL		02	RL			0				120				
	13						-26.2			68	14	2	1				4	4	70	RL	TD		10	RL	TD		1				26 2				
	19						-26.0	-28.3	-25.5	64	14	18	5				0	9	70	RL			02	RL			0				0000				

NGI

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT

25.05.1993 kl. 1036

STASJON : 9986 LONGYEARBYEN

DATAGRUNNLAG : 1957 - 1976

STASJON : 9984 SVALBARD LUFTHAVN

DATAGRUNNLAG : 1976 - 1992

FORDELING AV ARSTIDSNEDBØR ER BASERT PÅ MEDIANDATO.

Påregnelige og observerte maksimale nedbørhøyder(mm) i løpet av 24 timer.

Gjentagelses-tid (år)	Beregnings-metode	ARS-VERDI	ARSTIDSVERDIER jan-mar	apr-mai	jun-aug	sep-des	ARS-VERDI	ARSTIDSVERDIER jan-mar	apr-mai	jun-aug	sep-des
5	GUMBEL	27	24	6	16	16	26	15	8	24	16
10	GUMBEL	34	31	7	21	19	32	18	9	31	19
50	GUMBEL	50	47	9	30	27	46	25	13	48	28
100	GUMBEL	56	53	10	35	30	52	27	15	55	31
1000	GUMBEL	80	77	14	49	41	73	37	21	79	44
5	NERC	22	18	5	13	14	20	15	7	19	14
50	NERC	36	30	9	21	24	33	25	11	31	23
100	NERC	42	35	10	25	29	38	29	13	36	27
1000	NERC	69	58	16	41	46	63	49	22	59	45
PMP	NERC	143	125	34	90	101	134	107	46	128	99
PMP	HERSHFIELD	152					73				
Ti høyeste obs. verdier		39.2	39.2	5.2	31.1	20.7	43.2	16.0	9.3	43.2	22.3
		34.0	34.0	5.2	11.9	19.0	22.3	15.0	9.0	19.9	15.3
		31.1	24.2	5.1	11.3	15.3	16.6	14.5	6.0	16.6	13.6
		24.2	16.3	5.1	10.5	13.1	15.9	13.8	6.0	15.9	12.7
		19.0	13.0	4.8	10.0	13.1	15.3	13.5	5.8	13.7	11.2
		16.3	11.8	4.7	9.8	11.6	14.5	13.4	5.7	13.5	10.4
		13.1	11.7	4.7	9.7	10.8	13.7	13.0	5.6	12.4	9.7
		13.0	11.7	4.6	9.4	10.7	13.5	12.5	5.4	12.2	9.6
		11.9	11.2	4.6	9.3	10.0	13.5	11.0	4.7	12.0	9.1
		11.7	10.7	4.4	9.2	9.8	13.4	10.7	3.8	10.5	9.0
Årstall:		1960	1960	1976	1972	1960	1981	1981	1992	1981	1991
		1974	1974	1968	1976	1966	1991	1991	1980	1991	1977
		1972	1959	1963	1958	1959	1988	1986	1977	1988	1980
		1959	1964	1966	1968	1972	1989	1991	1990	1989	1989
		1966	1973	1961	1972	1971	1977	1984	1985	1980	1978
		1964	1964	1957	1961	1961	1986	1983	1985	1976	1985
		1971	1967	1974	1967	1958	1980	1976	1984	1990	1978
		1973	1970	1961	1971	1961	1984	1985	1989	1987	1990
		1976	1961	1973	1963	1958	1976	1979	1982	1992	1984
		1970	1976	1971	1964	1966	1983	1986	1976	1981	1989
Middelverdier av max.		15.8	13.2	3.7	9.2	10.1	15.3	10.3	4.6	12.5	9.4
Standardavvik av max.		8.9	8.9	1.4	5.6	4.3	7.8	3.5	2.2	9.2	4.7

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT 25.05.1993 kl. 1105

STASJON : 9986 LONGYEARBYEN

DATAGRUNNLAG : 1957 - 1976

STASJON : 9984 SVALBARD LUFTHAVN

DATAGRUNNLAG : 1976 - 1992

FORDELING AV ÅRSTIDSNEDBØR ER BASERT PÅ MEDIANDATO.

Påregnelige og observerte maksimale nedbørhøyder(mm) i løpet av 48 timer.

Gjentagelses-tid (år)	Beregnings-metode	ÅRS-VERDI	ÅRSTIDSVERDIER jan-mar	apr-mai	jun-aug	sep-des	ÅRS-VERDI	ÅRSTIDSVERDIER jan-mar	apr-mai	jun-aug	sep-des
5	GUMBEL	30	28	6	19	20	30	20	9	27	17
10	GUMBEL	37	35	8	23	24	38	24	11	36	20
50	GUMBEL	51	51	11	34	33	55	33	16	55	29
100	GUMBEL	58	57	12	38	36	62	37	18	63	33
1000	GUMBEL	79	81	16	54	50	87	51	25	92	46
5	NERC	27	22	6	17	18	24	19	9	20	14
50	NERC	44	37	10	28	30	39	32	15	33	24
100	NERC	50	43	11	33	35	46	38	17	39	28
1000	NERC	80	69	19	54	57	73	61	28	63	47
PMP	NERC	166	145	39	118	124	154	131	62	135	103
Ti høyeste obs. verdier		39.3	39.3	7.9	31.3	28.0	55.2	22.6	11.9	55.2	25.0
		39.2	39.2	6.5	21.0	24.9	25.0	21.7	9.7	22.0	18.5
		38.1	38.1	6.3	18.2	17.3	22.0	20.3	9.6	20.9	16.5
		31.3	20.7	6.0	16.9	17.2	21.7	19.8	9.4	17.9	14.0
		24.9	20.5	5.8	14.6	17.1	20.3	19.8	9.0	17.1	13.0
		21.0	16.2	5.8	14.6	15.8	19.8	18.9	8.6	16.6	12.5
		20.7	15.9	5.6	14.5	15.4	18.9	17.6	6.5	15.5	10.9
		20.5	15.6	5.5	14.5	15.0	18.5	14.0	6.4	14.9	10.7
		18.2	14.3	5.2	13.0	14.6	17.6	13.8	5.9	12.4	10.3
		17.3	14.1	4.9	11.7	14.4	17.1	13.5	5.6	12.4	9.8
Årstall:		1974	1974	1957	1972	1960	1981	1991	1990	1981	1991
		1960	1960	1966	1958	1966	1991	1976	1992	1990	1980
		1959	1959	1961	1967	1970	1990	1984	1980	1991	1977
		1972	1976	1974	1976	1963	1976	1986	1989	1976	1978
		1966	1964	1963	1963	1958	1984	1981	1984	1989	1989
		1958	1961	1969	1968	1966	1986	1983	1985	1988	1989
		1976	1975	1966	1959	1959	1983	1979	1977	1981	1985
		1964	1957	1976	1971	1972	1980	1991	1988	1980	1984
		1967	1958	1968	1968	1967	1979	1985	1985	1992	1978
		1970	1973	1971	1970	1971	1989	1976	1978	1979	1992
Middelverdier av max.		20.8	17.4	4.5	12.1	13.7	19.4	14.3	6.3	15.0	11.0
Standardavvik av max.		9.0	9.8	1.8	6.4	5.5	10.2	5.5	2.8	11.6	5.2

048 Bra Trykk AS

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT 25.05.1993 kl. 1046

STASJON : 9986 LONGYEARBYEN

DATAGRUNNLAG : 1957 - 1976

STASJON : 9984 SVALBARD LUFTHAVN

DATAGRUNNLAG : 1976 - 1992

FORDELING AV ÅRSTIDSNEDBØR ER BASERT PÅ MEDIANDATO.

Påregnelige og observerte maksimale nedbørhøyder (mm) i løpet av 72 timer.

Gjentagelses-tid (år)	Beregnings-metode	ÅRS-VERDI	ÅRSTIDSVERDIER jan-mar	apr-mai	jun-aug	sep-des	ÅRS-VERDI	ÅRSTIDSVERDIER jan-mar	apr-mai	jun-aug	sep-des
5	GUMBEL	32	30	7	20	22	32	23	10	28	19
10	GUMBEL	39	37	8	25	27	39	29	13	36	23
50	GUMBEL	54	53	11	36	37	56	40	18	54	32
100	GUMBEL	60	60	12	41	42	63	44	20	62	36
1000	GUMBEL	82	85	17	58	57	88	61	28	90	50
5	NERC	30	25	7	18	20	27	22	10	21	16
50	NERC	48	41	11	30	34	43	37	16	35	28
100	NERC	55	47	13	35	39	50	42	19	40	32
1000	NERC	86	76	20	58	64	80	68	31	65	53
PMP	NERC	176	158	43	125	137	165	145	69	139	116
Ti høyeste obs. verdier		42.9	42.9	8.1	32.3	34.2	55.2	27.9	12.8	55.2	25.2
		40.2	40.2	7.9	24.4	25.2	27.9	27.8	12.1	22.0	22.7
		39.2	39.2	7.0	21.5	22.9	27.8	22.8	11.9	21.4	22.0
		32.3	28.4	6.3	19.1	22.4	22.7	22.6	10.1	21.2	17.5
		28.4	22.2	6.3	16.0	21.6	22.6	22.6	9.6	17.2	14.0
		25.2	18.8	6.2	15.8	19.0	22.6	22.6	8.7	16.8	13.5
		22.9	18.2	6.1	15.3	17.8	22.0	20.1	6.8	15.5	12.6
		22.4	17.4	5.9	15.0	17.4	20.1	20.0	6.8	15.2	11.0
		22.2	17.2	5.9	14.6	15.9	20.0	15.8	6.6	14.7	10.9
		21.5	15.9	5.8	13.7	15.4	17.5	15.1	6.3	14.1	10.9
Årstall:		1974	1974	1969	1972	1960	1981	1976	1990	1981	1991
		1959	1959	1957	1976	1966	1976	1991	1984	1990	1980
		1960	1960	1966	1958	1970	1991	1991	1989	1991	1990
		1972	1976	1974	1967	1961	1980	1986	1992	1976	1977
		1976	1964	1961	1971	1966	1986	1984	1980	1989	1978
		1966	1970	1963	1968	1958	1984	1981	1985	1988	1989
		1970	1962	1966	1963	1963	1990	1979	1977	1981	1989
		1961	1957	1976	1968	1967	1979	1983	1988	1980	1992
		1964	1961	1968	1959	1972	1983	1976	1985	1992	1984
		1958	1975	1967	1967	1959	1977	1978	1981	1987	1985
Middelverdier av max.		22.8	19.5	5.0	13.2	16.0	21.1	16.3	7.2	16.1	12.9
Standardavvik av max.		9.3	10.2	1.8	6.9	6.4	10.2	6.9	3.1	11.3	5.7

GB Bra Trykk AS

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT

25.05.1993 kl. 1048

STASJON : 9986 LONGYEARBYEN

DATAGRUNNLAG : 1957 - 1976

STASJON : 9984 SVALBARD LUFTHAVN

DATAGRUNNLAG : 1976 - 1992

FORDELING AV ARSTIDSNEDBØR ER BASERT PÅ MEDIANDATO.

Påregnelige og observerte maksimale nedbørhøyder(mm) i løpet av 120 timer.

Gjentagelses-tid (år)	Beregnings-metode	ÅRS-VERDI	ARSTIDSVERDIER jan-mar	apr-mai	jun-aug	sep-des	ÅRS-VERDI	ARSTIDSVERDIER jan-mar	apr-mai	jun-aug	sep-des
5	GUMBEL	40	36	8	24	29	36	29	12	30	21
10	GUMBEL	48	45	10	29	36	44	36	15	39	26
50	GUMBEL	67	65	13	41	53	61	51	21	58	37
100	GUMBEL	75	73	15	46	60	69	57	23	67	42
1000	GUMBEL	104	103	20	64	84	95	79	32	95	58
5	NERC	37	32	8	22	24	32	28	11	25	19
50	NERC	58	51	13	36	40	51	45	19	41	32
100	NERC	66	58	15	42	46	59	52	22	47	37
1000	NERC	102	91	24	68	74	92	82	36	75	60
PMP	NERC	200	184	52	143	155	184	169	80	157	129
Ti høyeste obs. verdier		52.8	50.2	11.3	32.5	52.8	56.7	36.1	17.1	56.7	28.6
		50.2	46.1	8.9	31.6	32.1	36.1	34.8	12.3	29.4	26.3
		46.1	44.8	8.6	23.8	30.2	34.8	29.1	12.0	26.8	25.8
		41.0	41.0	7.8	22.0	26.8	29.4	28.7	10.3	26.3	18.4
		33.9	33.9	7.5	21.9	24.6	29.1	28.1	10.2	22.9	17.1
		32.5	27.2	7.5	21.1	24.3	27.9	27.9	9.8	18.7	15.4
		32.1	26.7	7.0	19.0	21.5	26.0	26.0	9.6	17.6	14.0
		30.2	22.3	6.9	17.3	21.4	25.8	22.9	9.3	16.9	13.9
		27.2	19.8	6.3	16.0	18.3	22.9	21.3	8.4	16.1	13.4
		26.7	19.7	6.3	15.8	18.1	21.3	20.0	7.4	15.8	13.2
Årstall:		1960	1974	1969	1972	1960	1981	1986	1990	1981	1991
		1974	1959	1957	1976	1966	1986	1976	1984	1980	1980
		1959	1960	1974	1967	1958	1976	1991	1989	1991	1990
		1964	1964	1961	1958	1966	1980	1981	1980	1976	1977
		1976	1976	1967	1968	1961	1991	1991	1992	1990	1979
		1972	1967	1966	1964	1970	1979	1979	1982	1992	1989
		1966	1962	1974	1963	1972	1984	1984	1985	1989	1978
		1958	1961	1963	1971	1958	1990	1983	1978	1988	1991
		1967	1972	1966	1968	1967	1983	1985	1977	1987	1989
		1962	1970	1975	1970	1963	1985	1981	1988	1981	1984
Middelverdier av max.		27.9	24.1	6.0	16.2	18.9	24.9	20.1	8.2	18.7	14.7
Standardavvik av max.		12.0	12.4	2.3	7.5	10.3	10.8	9.1	3.6	11.9	6.7

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT 25.05.1993 kl. 1050

STASJON : 9986 LONGYEARBYEN

DATAGRUNNLAG : 1957 - 1976

STASJON : 9984 SVALBARD LUFTHAVN

DATAGRUNNLAG : 1976 - 1992

FORDELING AV ÅRSTIDSNEDBØR ER BASERT PÅ MEDIANDATO.

Påregnelige og observerte maksimale nedbørhøyder(mm) i løpet av 240 timer.

Gjentagelses-tid (år)	Beregnings-metode	ÅRS-VERDI	ÅRSTIDSVERDIER jan-mar	apr-mai	jun-aug	sep-des	ÅRS-VERDI	ÅRSTIDSVERDIER jan-mar	apr-mai	jun-aug	sep-des
5	GUMBEL	51	47	11	30	34	41	34	16	36	26
10	GUMBEL	63	60	12	38	42	49	42	19	45	31
50	GUMBEL	89	87	16	55	61	67	58	26	66	43
100	GUMBEL	101	99	17	62	69	75	66	29	75	48
1000	GUMBEL	141	141	23	87	97	102	91	40	107	65
5	NERC	45	40	10	26	29	37	32	15	30	24
50	NERC	69	62	17	42	47	59	51	25	48	39
100	NERC	78	70	20	49	54	67	59	29	55	45
1000	NERC	118	107	33	78	86	103	92	48	87	73
PMP	NERC	224	208	72	162	175	201	184	105	177	153
Ti høyeste obs. verdier		74.4	74.4	12.1	49.3	61.1	57.4	45.3	19.0	57.4	33.0
		66.4	66.4	11.7	42.8	36.8	45.3	41.2	19.0	55.9	32.1
		61.1	59.1	11.6	33.8	35.1	41.2	35.7	17.4	40.7	27.6
		49.3	57.5	10.0	25.5	30.3	37.4	31.9	15.2	37.4	26.8
		45.8	45.8	10.0	24.7	30.2	36.9	31.8	14.8	36.9	21.8
		42.8	35.4	9.4	23.0	28.5	33.0	30.4	12.6	28.8	20.7
		35.2	35.2	9.1	22.0	27.6	30.4	30.1	12.3	25.1	20.6
		35.1	32.1	9.0	21.6	27.4	28.2	29.4	10.4	21.3	19.8
		30.3	29.7	8.7	21.3	27.3	27.6	29.0	10.1	19.9	18.2
		28.6	28.6	8.7	20.3	25.3	27.1	28.2	9.7	19.5	17.6
Årstall:		1959	1959	1973	1972	1960	1981	1986	1990	1981	1990
		1974	1974	1969	1976	1972	1986	1991	1980	1981	1991
		1960	1960	1957	1967	1966	1991	1976	1992	1991	1977
		1972	1974	1974	1967	1958	1980	1981	1989	1980	1980
		1964	1964	1958	1968	1958	1976	1991	1984	1976	1981
		1976	1976	1975	1964	1966	1990	1979	1982	1990	1981
		1967	1967	1959	1958	1967	1979	1986	1985	1981	1991
		1966	1959	1963	1958	1961	1984	1986	1991	1992	1988
		1958	1967	1966	1970	1970	1977	1976	1981	1988	1976
		1971	1971	1962	1963	1970	1983	1984	1985	1986	1989
Middelverdier av max.		34.6	30.3	8.3	20.1	22.7	29.6	24.2	11.3	22.9	18.9
Standardavvik av max.		17.0	17.7	2.3	10.7	11.9	11.4	10.4	4.4	13.2	7.2

048 Bra-Trykk AS

Vedlegg 3

Beregningsmetoder for rekkevidde av skred

048 Bra-Trykk AS

NGI benytter både en statistisk og to dynamiske modeller for å bestemme 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. Største kjente skredutløp 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.

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

048 Bra-Trykk AS

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 tilnærmet 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 tiårsperiode. 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.

048 Bra-Trykk AS

Vedlegg 4

Haugen - Nybyen, Longyearbyen.
Skredfarevurdering av mulig byggeområde.
Brev datert 25 mai 1993.

048. Bra-Trykk AS

934063-1
Vedlegg 4

4.2

Norges Geotekniske Institutt
Norwegian Geotechnical Institute

40
1953-1993

Svalbard Samfunnsdrift A/S
Postboks 475
9170 Longyearbyen

Att.: Overing Ole I. Reistad

25 mai 1993

934063 HAUGEN - NYBYEN, LONGYEARBYEN. SKREDFAREVURDERING AV MULIG BYGGEOMRÅDE

På oppdrag fra Svalbard Samfunnsdrift ved brev av 3 mai 1993, har Norges Geotekniske Institutt vurdert faren for skred fra Gruvefjellet mot området mellom Haugen og Nybyen, Longyearbyen. En oppsummering av våre konklusjoner er gitt nedafor. Nærmere orientering og dokumentasjon følger i NGI-rapport 934063-1.

Faregrense for skred

Faregrensa på vedlagte kartutsnitt i målestokk 1:5000 er relatert til byggeforskriftens krav til sikkerhet for ny bebyggelse. Risikoen for skred er $\leq 10^{-3}$ pr år nordvest for den angitte grensa. Alle faretyper er vurdert.

Snøskred er den dominerende faretypen i området. Faregrensa er fastlagt på bakgrunn av en samlet vurdering av de lokaltopografiske forhold, analyse av klimadata, felterfaringer og bruk av matematiske modeller for beregning av skredutløp.

NGI regner med at faregrensa, i spesielle situasjoner, vil kunne overskrides av mindre mengder vann og flomskredmasser i området ved skolen. Vi regner derimot ikke med at mengdene blir så store at de utgjør noen fare sett i relasjon til Byggeforskriften. Steinskred vil ikke kunne nå ut til den angitte faregrensa.

Dersom en større del av platåkanten på Gruvefjellet skulle gå ut samlet i form av et fjellskred kan derimot faregrensa i den sørligste delen av undersøkelsesområdet bli overskredet. NGI har ikke kjennskap til stabilitetsforholdene langs platåkanten, men regner med at sannsynligheten for at dette skal skje er langt lavere enn 10^{-3} pr år.

Sikkerhet mot skred

For fastlands-Norge setter Plan- og Bygningsloven krav til sikkerhet mot skred ved etablering av ny og rehabilitering av eldre bebyggelse. Loven og Byggeforskriften er ikke formelt gjort gjeldende for Svalbard, men Svalbard Samfunnsdrift A/S har tidligere gitt uttrykk for at de ønsker å legge sikkerhetsnormene i Byggeforskriften til grunn for bebyggelse på Svalbard.

Postal Address: P.O.Box 3930 Ullevaal Hageby N-0806 OSLO NORWAY
Street Address: Sognsveien 72 0855 OSLO
Telephone: National 22 23 03 88 International +47 22 23 03 88
Telefax: National 22 23 04 48 International +47 22 23 04 48
Telex: 19787 ngi n
Postal Giro Account No.: 0814 5160643
Bankers: Den norske Bank *Account No.:* 5096.05.01281

Skj 047 Bra-Trykk AS

NGI

Når det gjelder sikkerhet mot skred skiller Byggeforskriften mellom ulike bruddkonsekvensklasser. Når det gjelder bygninger i Bruddkonsekvensklasse 3 - meget alvorlig risiko for skade på mennesker - er kravet til sikkerhet at største nominelle årlige sannsynlighet for skred skal være $< 10^{-3}$. Den største nominelle årlige sannsynlighet for skred skal, for denne bygningskategori, godkjennes av bygningsrådet i det enkelte tilfelle.

Det er mulig å utnytte til utbyggingsformål områder som i utgangspunktet har et for høgt risikonivå, men det forutsetter at man foretar en tilfredsstillende sikring av bygningen(e). Sikring kan enten skje ved tiltak i terrenget og/eller ved hensiktsmessig utforming og dimensjonering av selve konstruksjonen.

I det aktuelle utbyggingsområdet i Longyearbyen vil eventuell sikring måtte skje nedafor eksisterende veg. Skredkreftene og høgda på eventuelle voller vil avhenge av hvilken sikkerhet en bygning skal ha, og hvor den ønskes plassert. Når slike forhold er kjent kan NGI beregne dimensjonerende skredkrefter på bygning og/eller utforming og dimensjonering av alternative sikringstiltak.

Flytting av idrettsplass?
Det framgår av det vedlagte kartutsnittet at idrettsplassen ligger i skredtrygt område. Så vidt NGI kjenner til setter hverken Plan- og Bygningsloven eller Byggeforskriften krav til sikkerhet mot skred for lokalisering av idrettsplasser.

Vi tillater oss derfor å gjøre oppmerksom på at vi ikke ser noen betenkelighet med å flytte idrettsplassen i Longyearbyen til det området som vi har angitt som skredutsatt. Sjansen for at det skal oppholde seg mennesker på idrettsplassen når været er slik at det er fare for snø- eller flomskred ned til elvesletta, vil være svært liten. Skulle man bli i tvil om sikkerheten på idrettsplassen ved en eller annen anledning, kan den jo eventuelt stenges for noen dager.

Med vennlig hilsen
for Norges Geotekniske Institutt

Karstein Lied
Avdelingsleder
Miljø, Skred og Dam

Erik Hestnes

Vedlegg: Kartutsnitt M 1:5000

048 Bra Trykk AS

934063 Haugen - Nybyen, Longyearbyen
Vedlegg til brev av 25 mai 1993

NGI

Vedlegg 5

Vindroser for Longyearbyen.
Utdrag av Klima nr. 5 1982.

048 Bra-Trykk AS

LONGYEARBYEN

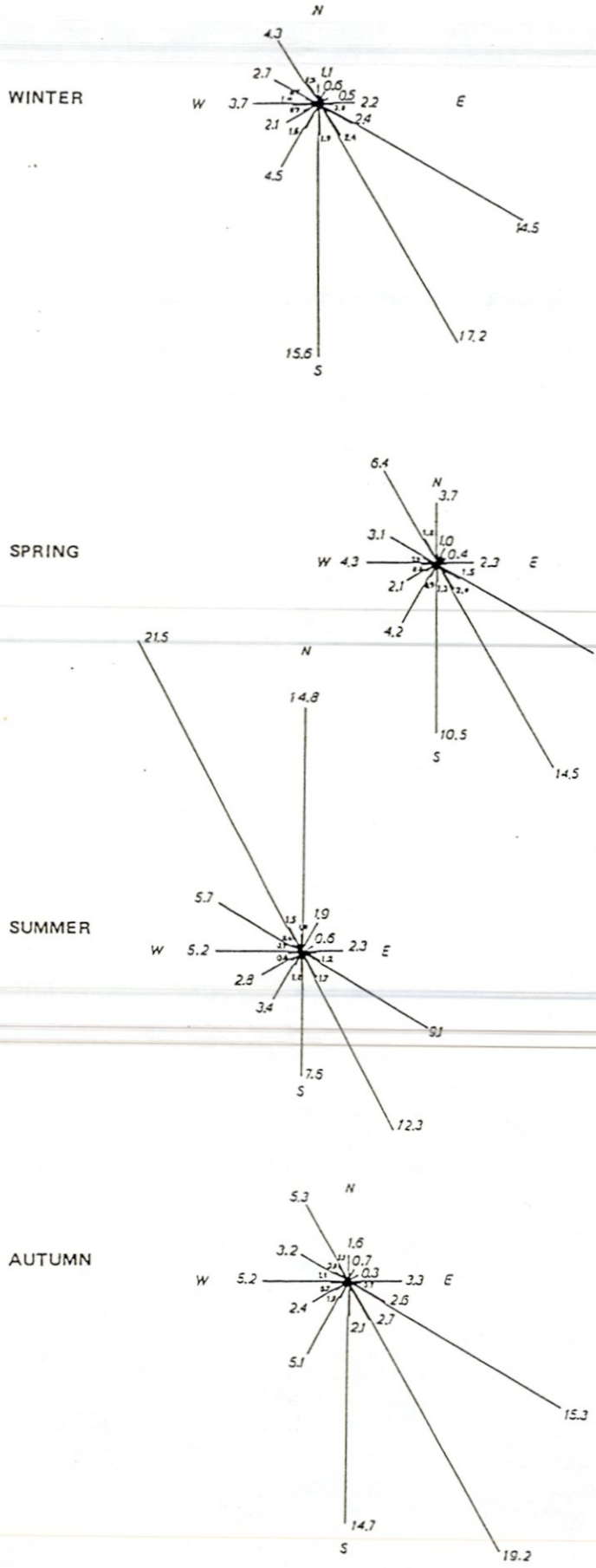


Fig. 2. Seasonal wind roses, percentage frequencies. Total values, thin lines, and in connection with precipitation, heavy lines. Winter (Dec.-Feb.), spring (March-May), summer (June-August), autumn (Sept.-Nov.). No figures: 0.5 % or less. (Fig. 2 cont. next page.)

Vedlegg 6

Foto og figurer

INNHOLD:

Foto 1 - 5

Figur 1 Kart M 1:100.000
Undersøkelsesområdets beliggenhet

Figur 2 Kart M 1:5.000
Undersøkelsesområdet Haugen - Nybyen, Longyearbyen, med profillinjer og skredfaregrense

Figur 3-4 Terrengprofil P1-P11. M 1:5.000

Figur 5 Påregnelige maksimale nedbørmengder i Longyearbyen og på Svalbard lufthavn

Figur 6 Vindforholdene ved 6 nedbørsituasjoner

Figur 7 Kart M 1:4000
Avsetningsformer i undersøkelsesområdet

048 Bra-Trykk AS

Foto 1 Undersøkelsesområdet med skolen og elvesletta i forgrunnen, og Gruvefjellet med platåkanten og Vannledningsdalen. Eldre avsetningsformer og ferske flomskred. (Foto aug. 1985)

Foto 2 Gruvefjellet med det aktuelle byggeområdet mellom Haugen og Nybyen. (Foto 28 mars 1993)

048 Bra-Trykk AS

Foto 3 Fjellsida ovafor det aktuelle byggeområdet fotografert 3 mai 1990.
Platåkanten med skavldannelser og de nedaforliggende rygger og forsenkninger.
Snøklumpene i forgrunnen viser at det har gått snøskred i fjellsida.

048 Bra-Trykk AS

Foto 4 Terrengformene i fjellsida ovafor det aktuelle byggeområdet. (Foto 28 mars 1993)
Avsetninger etter snøskredet som sperret vegen 17.03 (?) midt i blidet.

048 Bra-Trykk AS

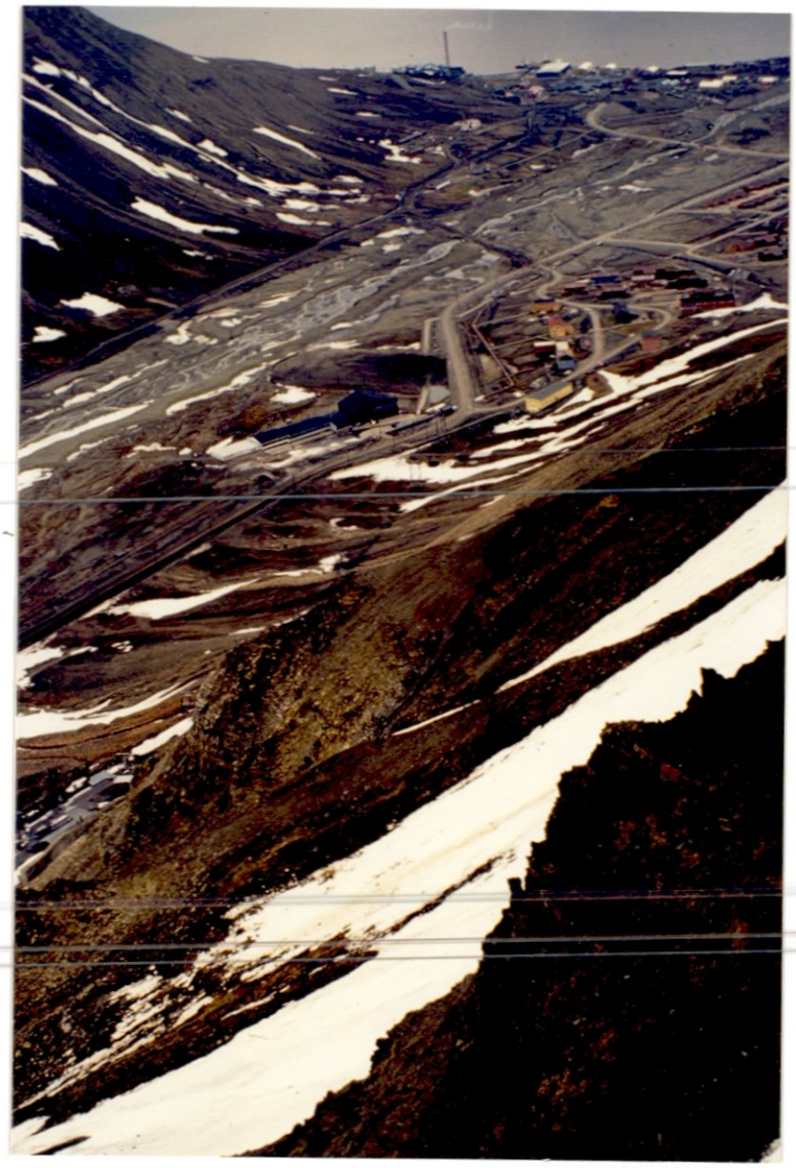
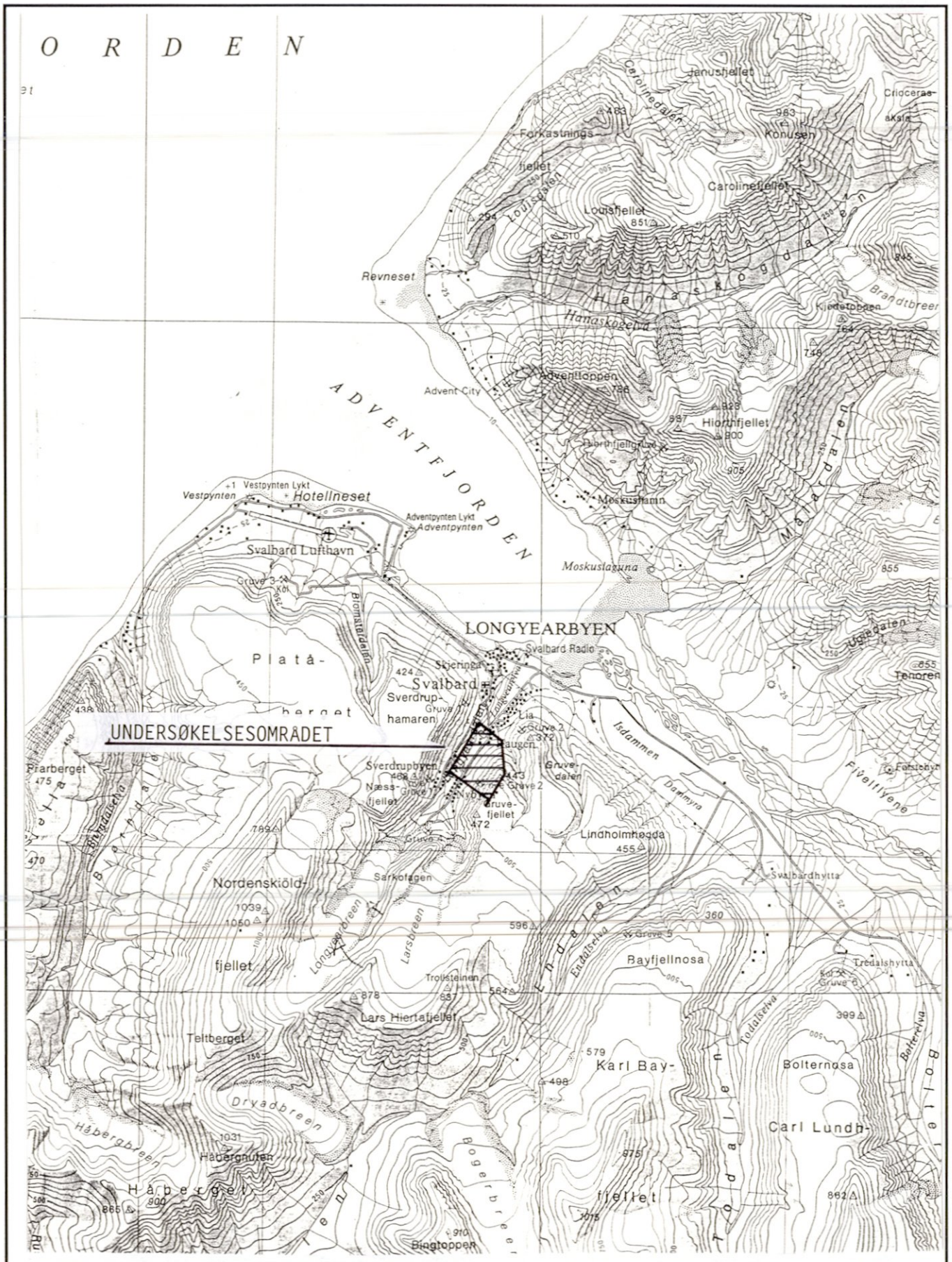


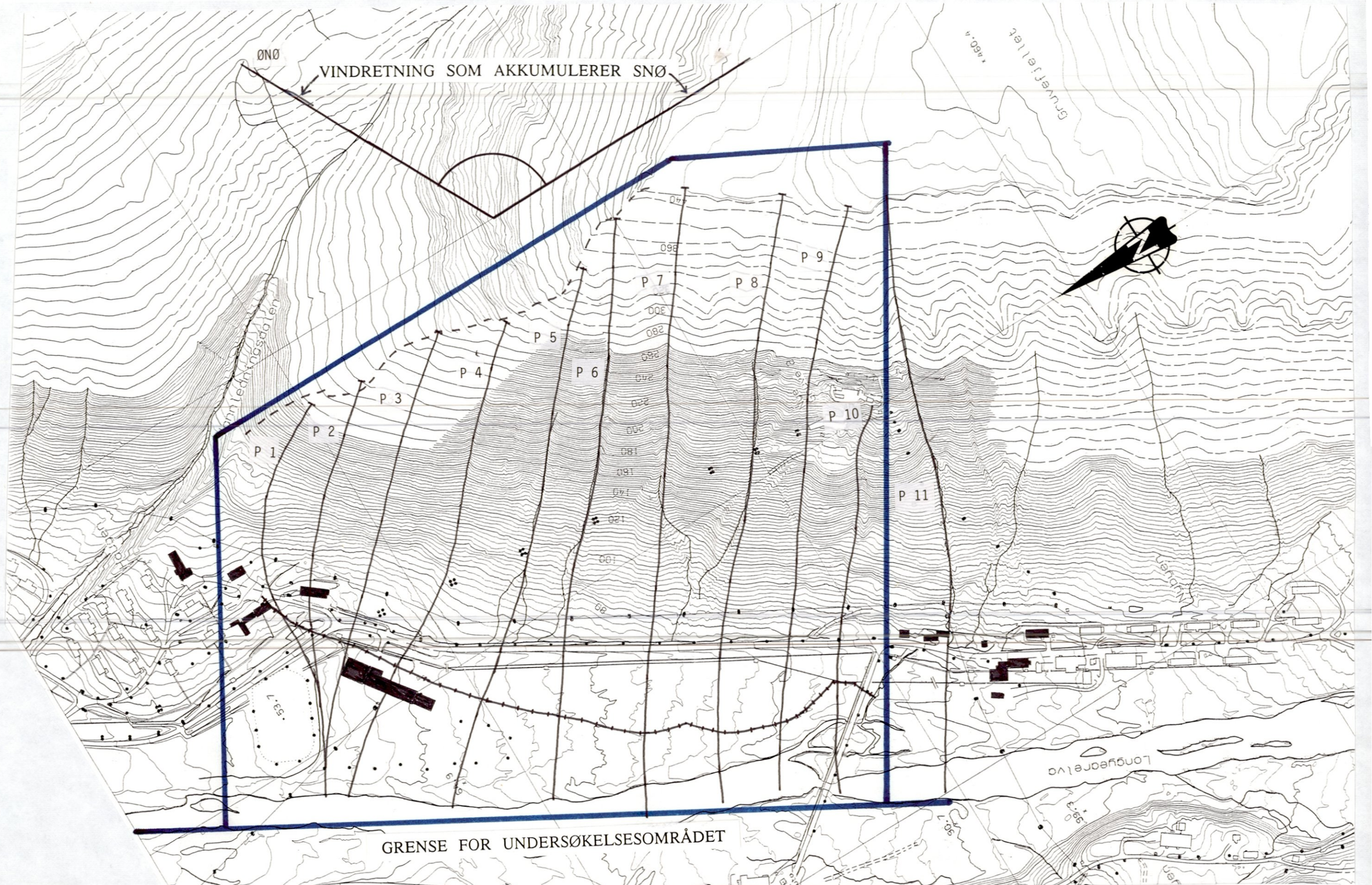
Foto 5 Skolen og Nye Gruve 2 sett fra Gruvefjellet.
De lagdelte bergartene i platåkanten og nedaforliggende rygger er sterkt oppsprukket. Flomskred vil kunne nå skoleområdet.
(Foto 20 juni 1990)

048. Bra-Trykk AS

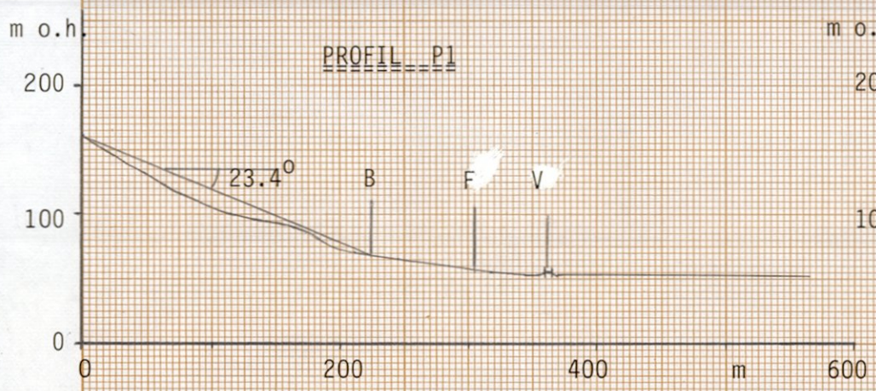


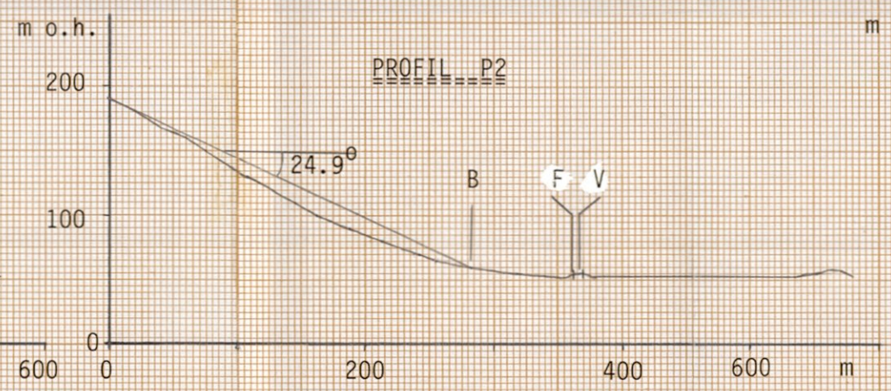
HAUGEN - NYBYEN, LONGYEARBYEN	Rapport nr. 934063-1	Figur nr. 1
UNDERSØKELSESOMRÅDETS BELIGGENHET	Tegner EH	Dato 93-05-28
M 1:100.000	Godkjent	NGI
	Kontrollert	

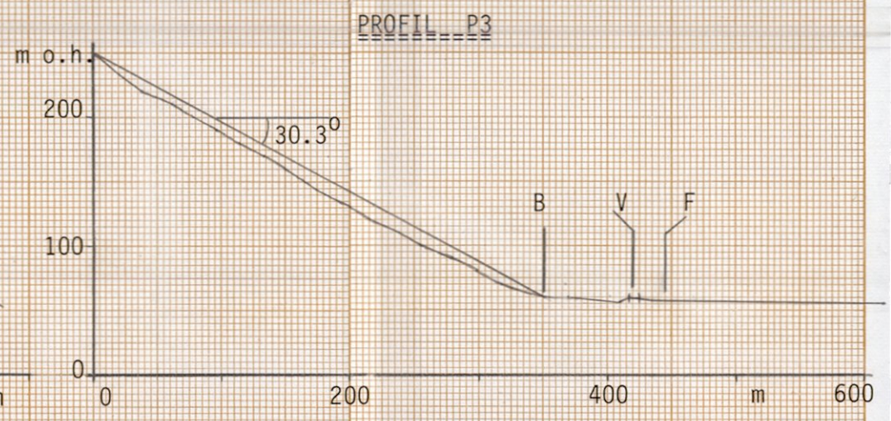
048 Bra-Trykk AS

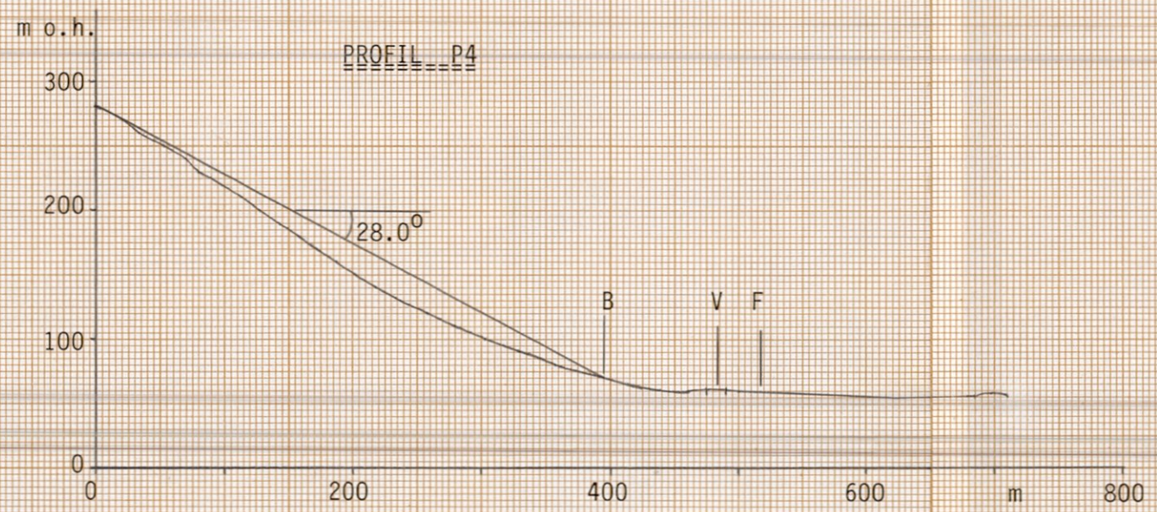


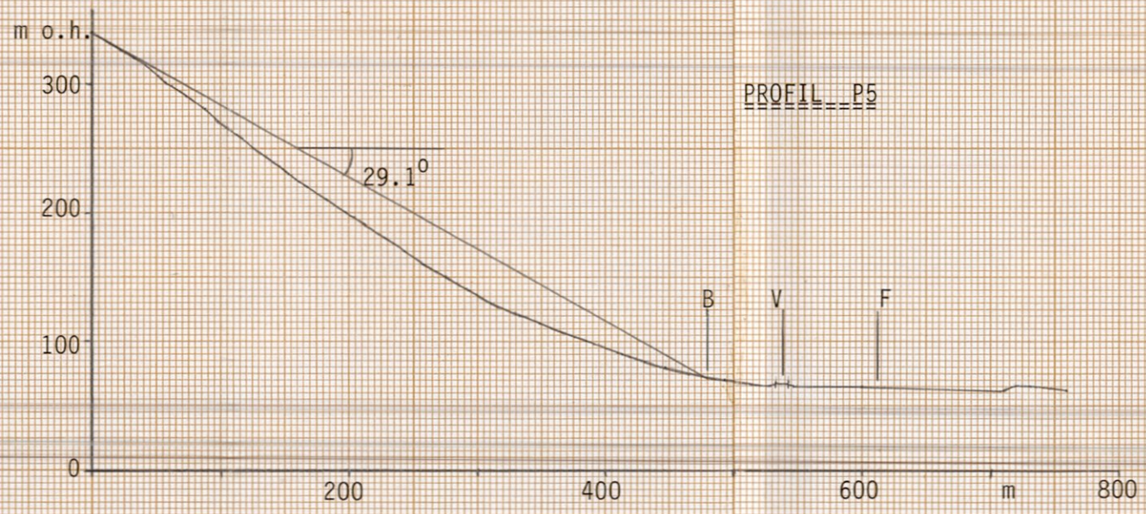
HAUGEN - NYBYEN, LONGYEARBYEN	Rapport nr. 934063-1	Figur nr. 2
UNDERSØKELSESOMRÅDET M 1: 5.000	Tegner EH	Dato 93-05-28
P1 - P11 Profillinjer Skredfaregrense ≤ 10^{-3} pr år	Godkjent Kontrollert	NGI

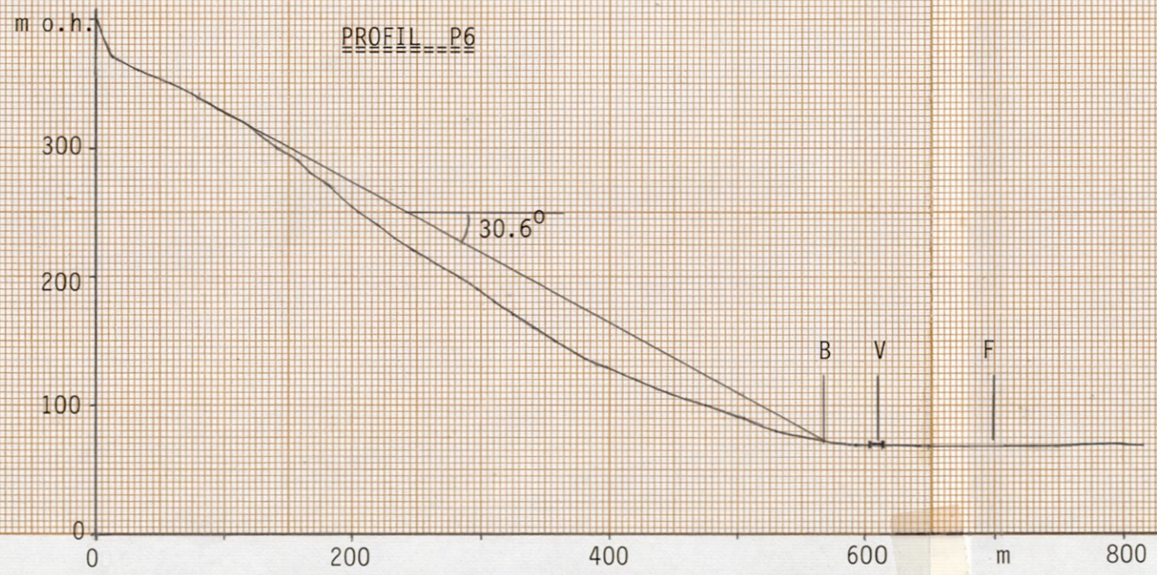






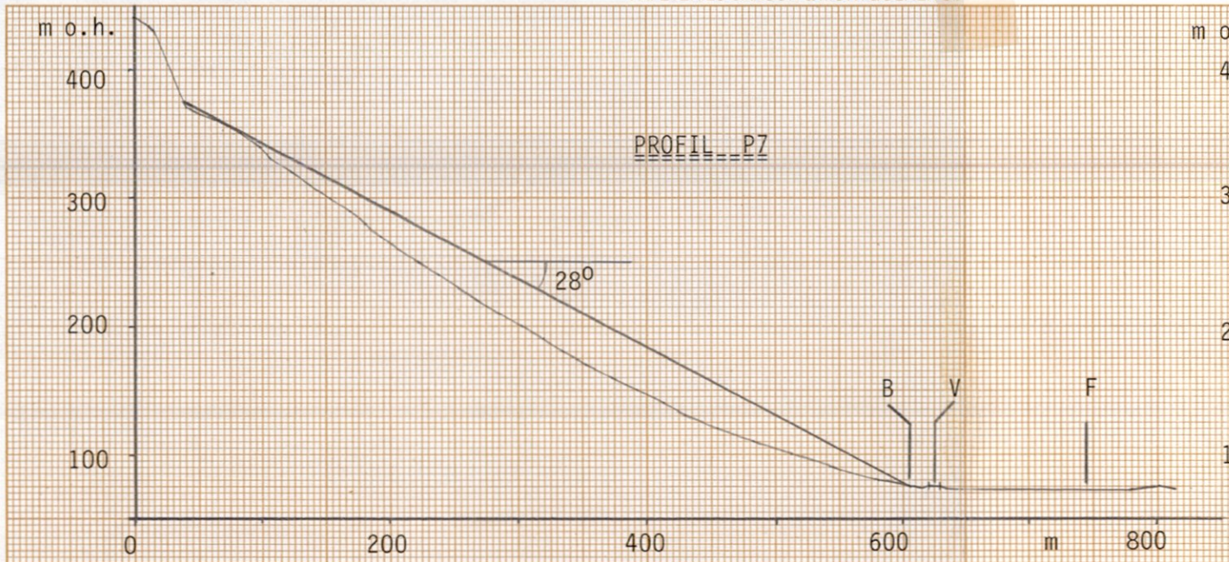


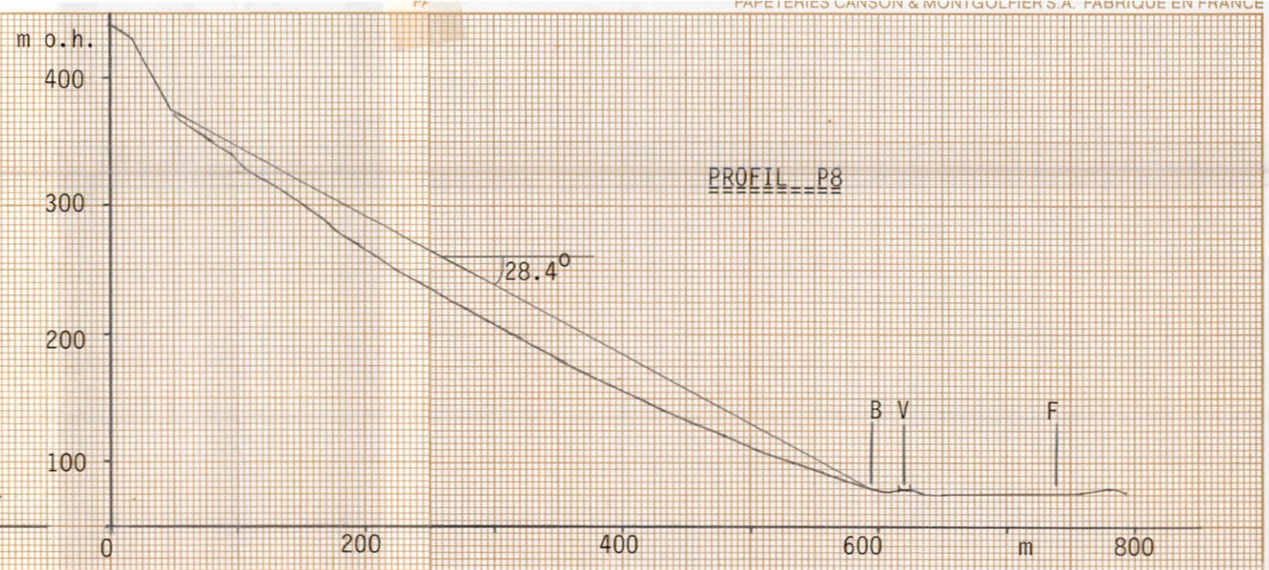


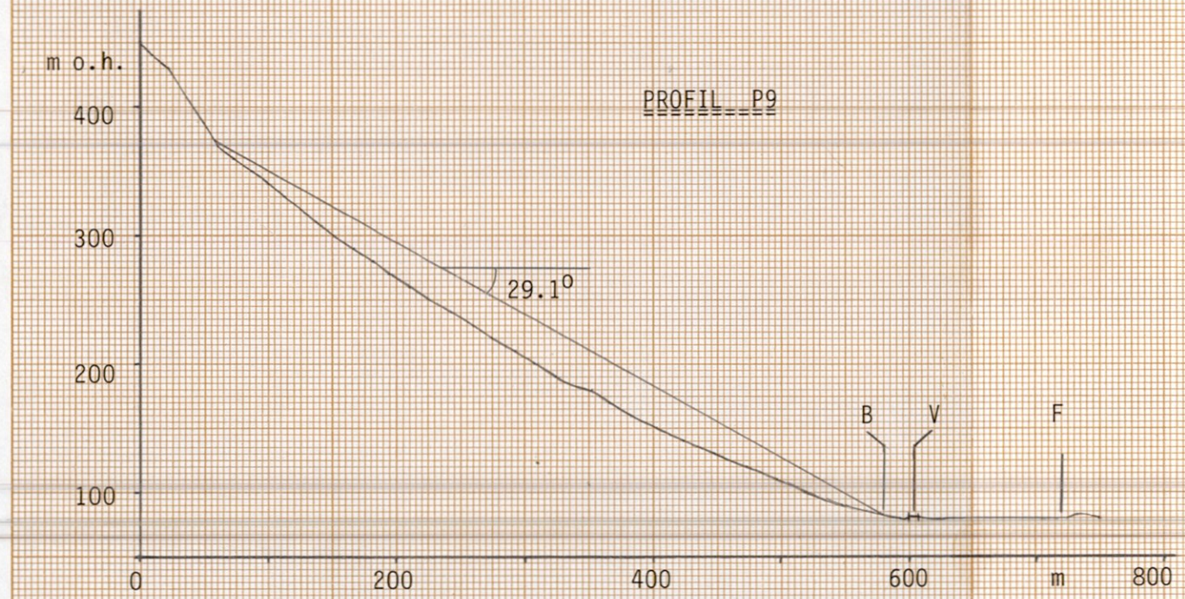


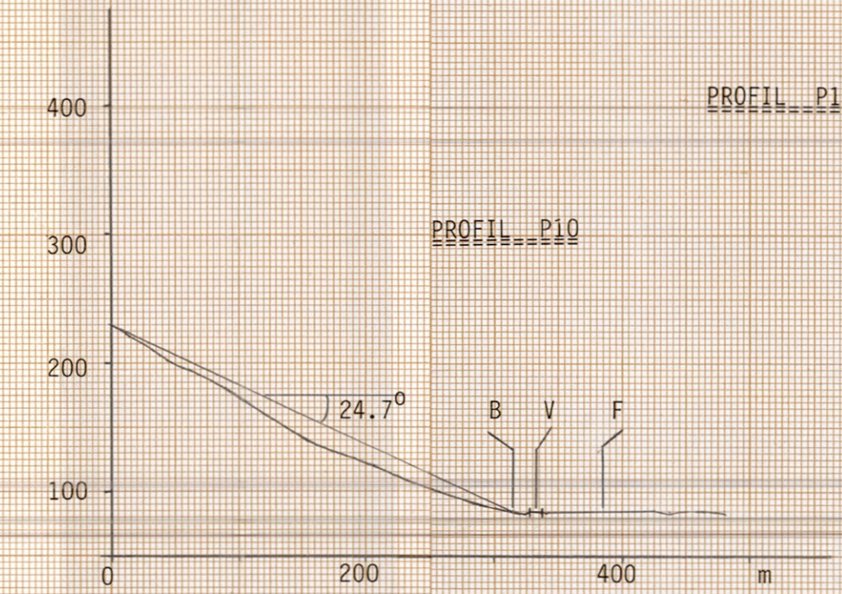
HAUGEN - NYBYEN, LONGYEARBYEN	Rapport nr. 934063-1	Figur nr. 3
TERRENGPROFIL P1 - P6 **M 1:5.000**	Tegner EH	Dato 93-05-28
B - 10°-punkt i terrenget V - Beliggenhet veg F - Faregrensa for skred	Godkjent Kontrollert	NGI

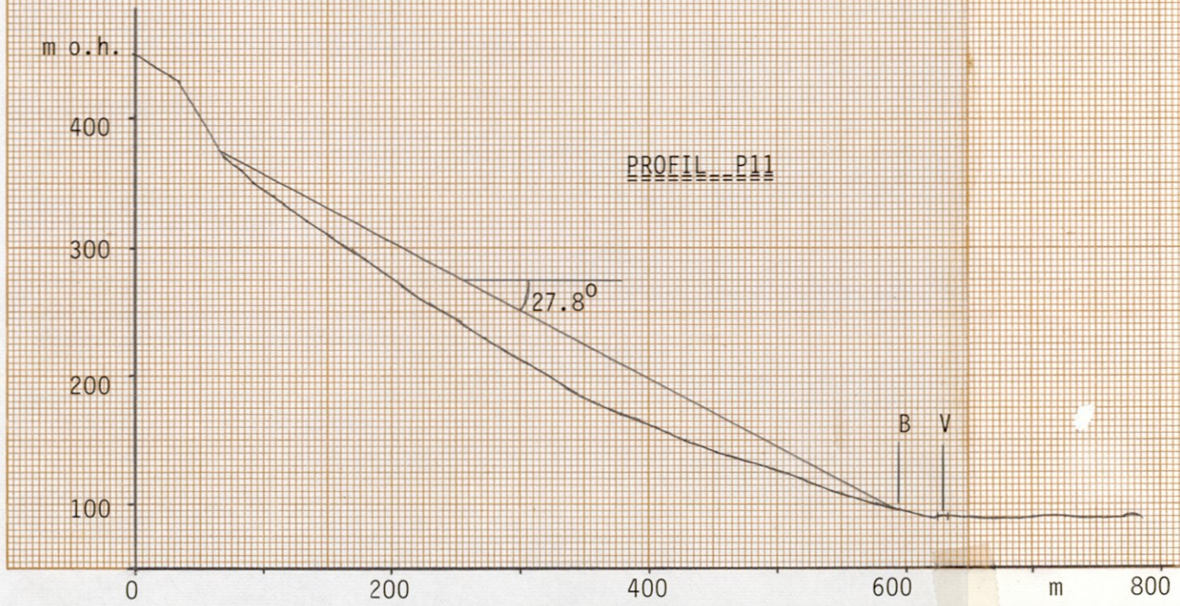
PAPETERIES CANSON & MONTGOLFIER S.A. FABRIQUE EN FRANCE



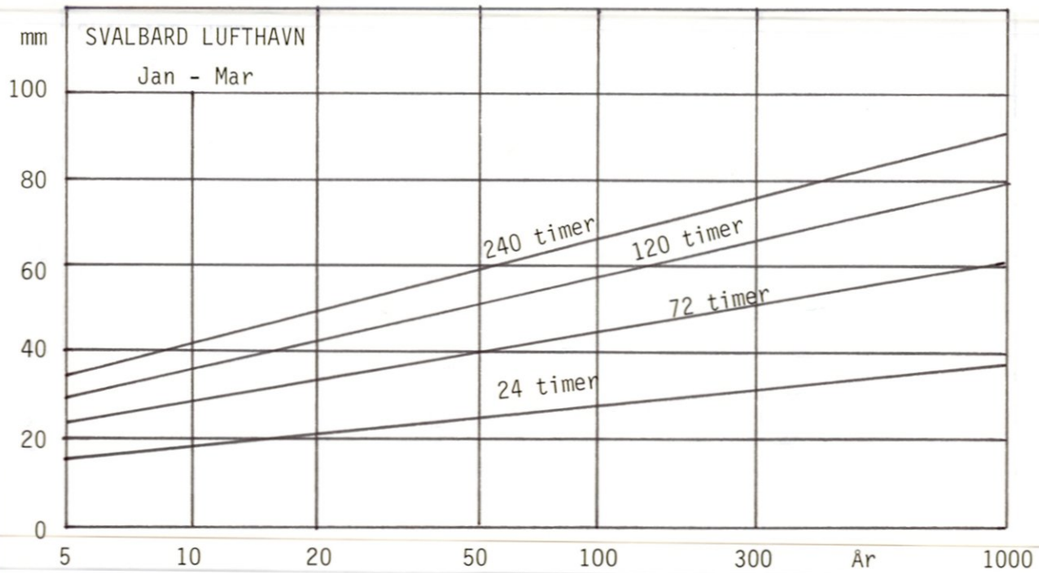


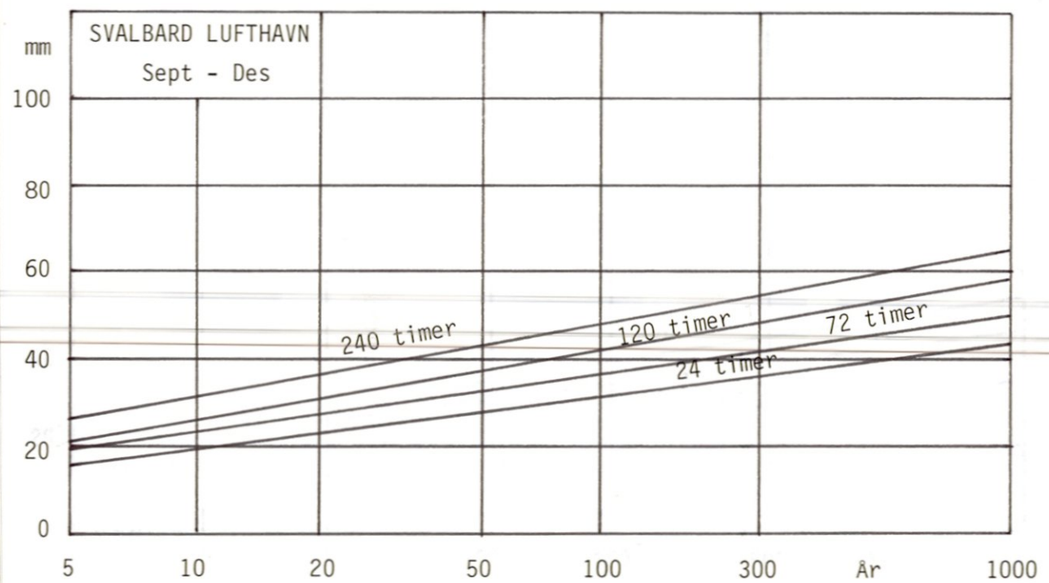


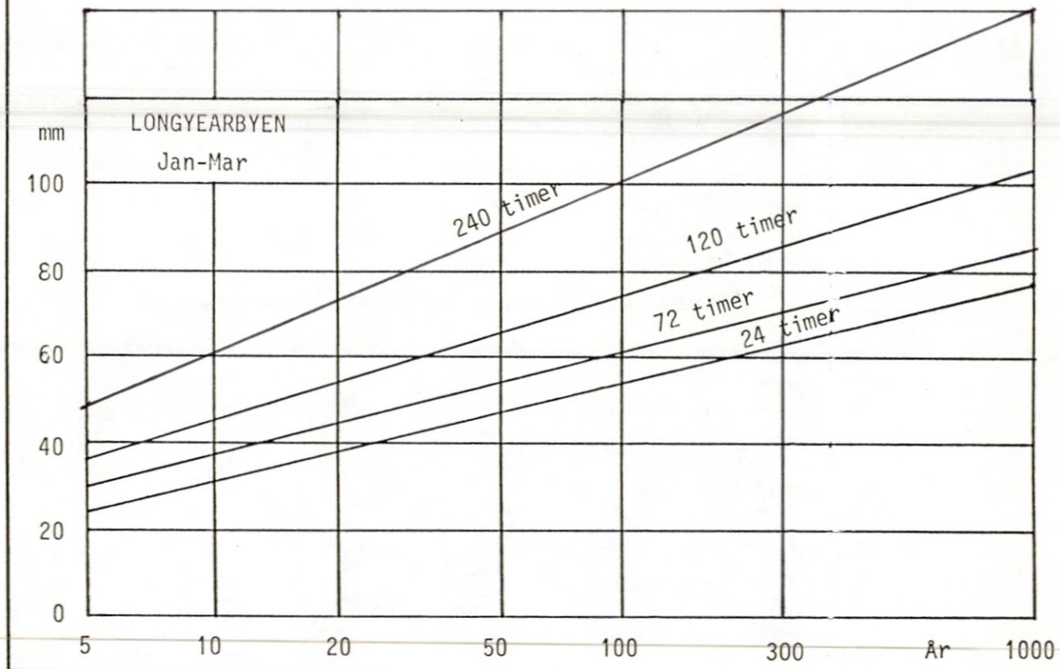


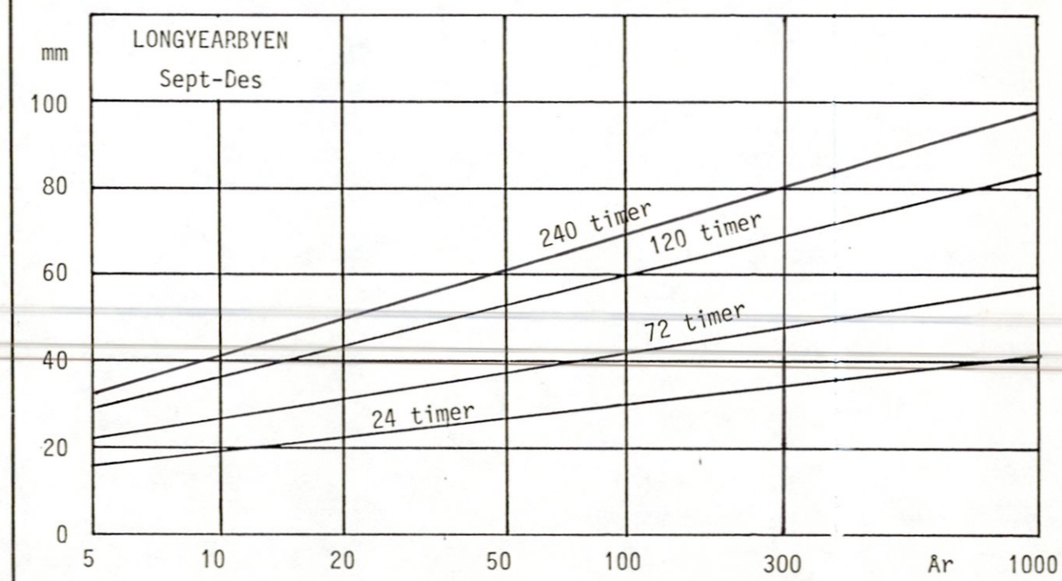


HAUGEN - NYBYEN, LONGYEARBYEN		Rapport nr. 934063-1	Figur nr. 4
TERRENGPROFIL P7 - P11	**M 1:5.000**	Tegner EH	Dato 93-05-28
B - 10°-punkt i terrenget V - Beliggenhet veg F - Faregrensa for skred		Godkjent	NGI
		Kontrollert	



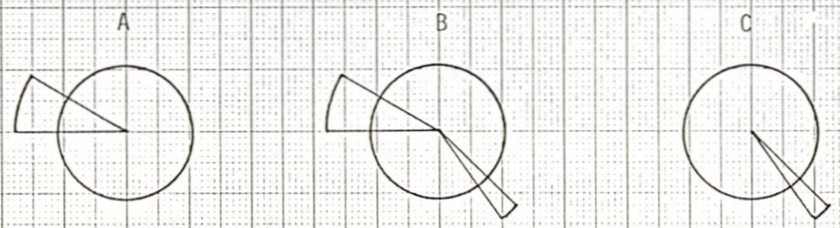




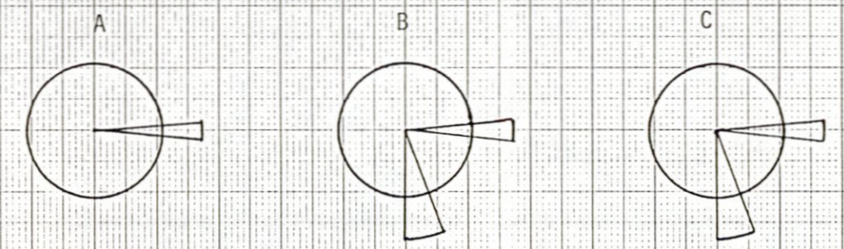


HAUGEN - NYBYEN, LONGYEARBYEN	Rapport nr. 934063-1	Figur nr. 5
PÅREGNELIGE MAKSIMALE NEDBØRMENGDER	Tegner EH	Dato 93-05-28
Longyearbyen (Skjæringa) og Svalbard Lufthavn	Godkjent	NGI
	Kontrollert	

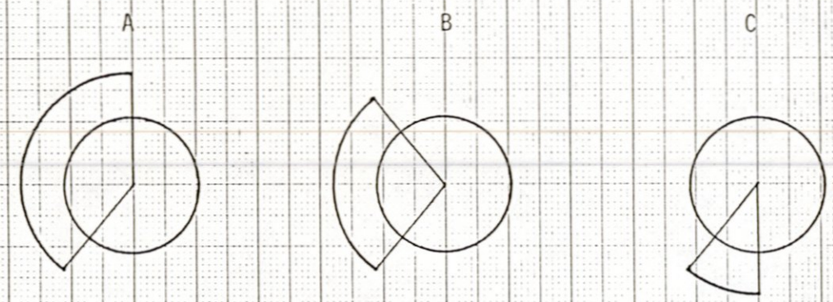
1959: 3 dg / 41.2 mm 12 dg / 94.0 mm



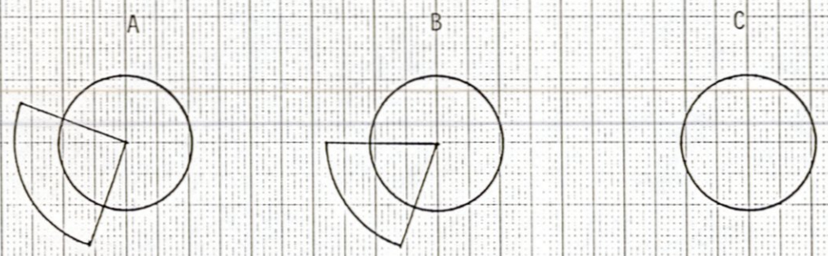
1960: 1 dg / 39.2 mm 8 dg / 59.1 mm



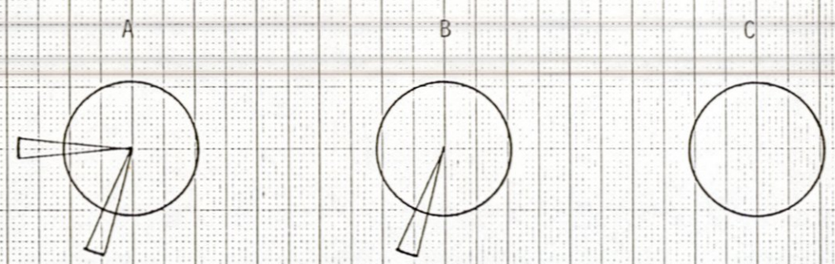
1960: 4 dg / 52.7 mm



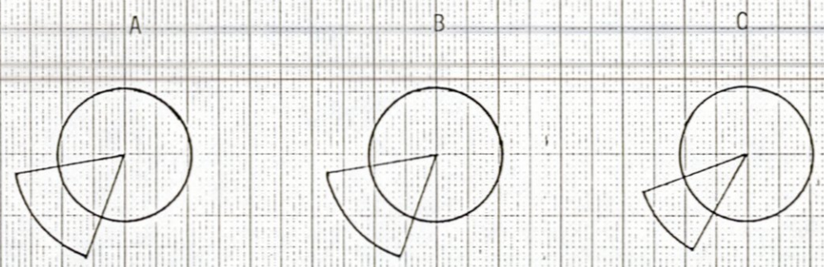
1966: 6 dg / 32.3 mm



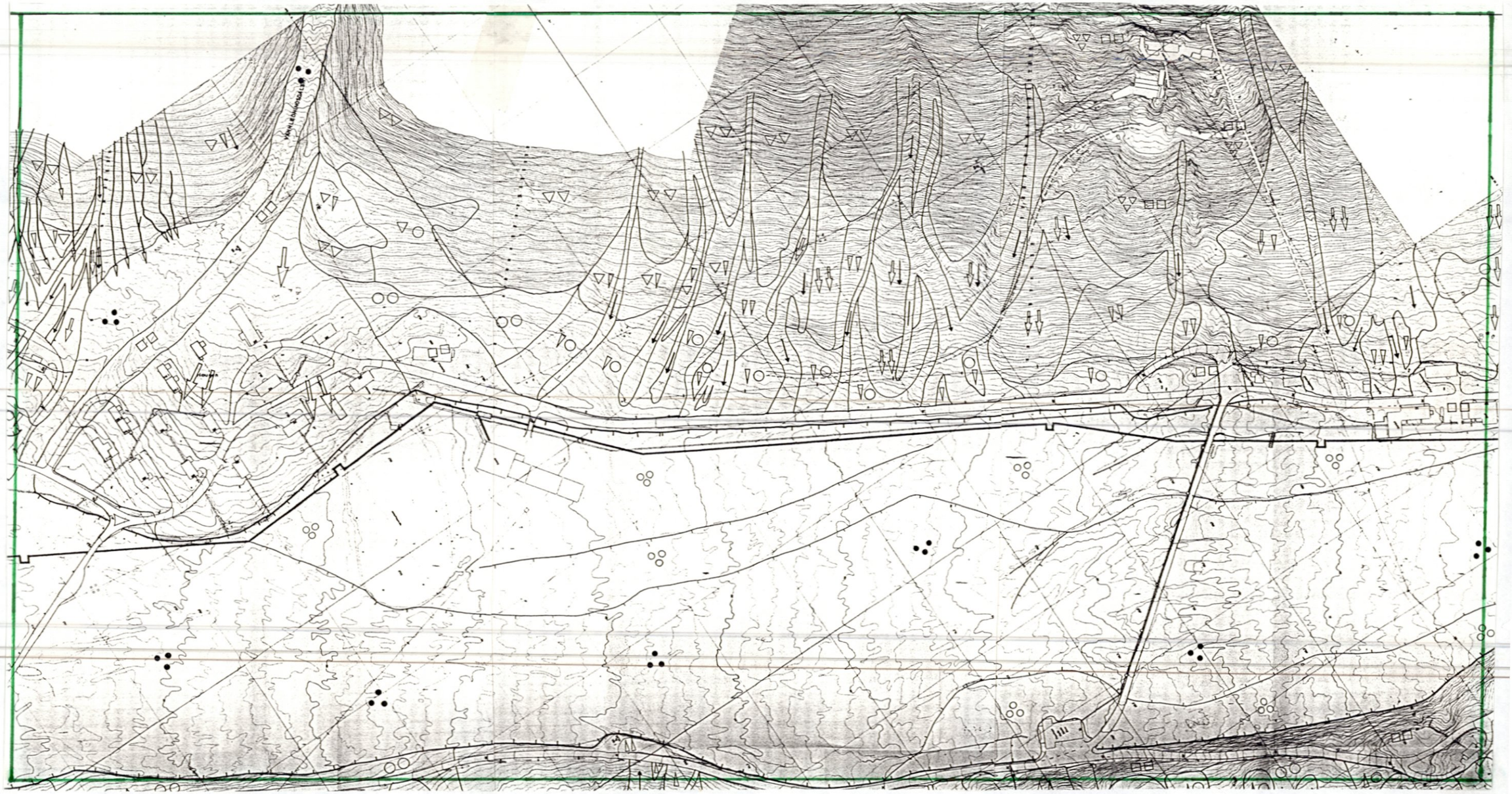
1974: 3 dg / 41.7 mm 11 dg / 58.7 mm



1986: 4 dg / 35.9 mm 12 dg / 48.7 mm



HAUGEN - NYBYEN, LONGYEARBYEN	Rapport nr. 934063-1	Figur nr. 6
A. Hovedvindretning i nedbørsituasjonen B. Vindretning ved styrke ≥ 5 m/s i nedbørsituasjonen C. Vindretning ved styrke ≥ 5 m/s i nedbørsituasjonen dg - Varighet av nedbørsituasjonen (døgn) mm - Total nedbør	Tegner EH	Dato 93-05-28
	Godkjent	NGI
	Kontrollert	



- GRENSE MELLOM OVERFLATEFORMER
- BEGRENSNING ELVESLETTE
- EROSJONSKANT PÅ ELVESLETTE
- ELVEAVSETNINGER (uten vegetasjon)
- ELVEAVSETNINGER (sparsom vegtasjon)
- GRENSE IKKE KARTLAGT OMRÅDE
- ELVEVIFTE
- SKREDVIFTE/SKRED
- UR/TALUS
- FLOMSKRED (nyere/tydelig)
- FLOMSKRED (eldre/mindre tydelg)
- SKREDTUNGE/GELIFUKSJONSVALK
- VEGETASJONSDEKKEDE AVSETNINGER

HAUGEN - NYBYEN, LONGYEARBYEN	Rapport nr. 934063-1	Figur nr. 7
AVSETNINGSFORMER I UNDERSØKELSESOMRÅDET	Tegner EH	Dato 93-05-28
M 1:4.000	Godkjent	NGI
	Kontrollert	

Dokumentkontrollside

NGI

Oppdragsgiver/Prosjekt	Svalbard Samfunnsdrift A/S Gamle Longyearbyen - Taubanesentralen	○ NS-ISO 9001 ⊗ NS-ISO 9002 ○ NS-ISO 9003 ○ Egen kontroll
Kontraktnr.	OIR/jha 310 av 1991-05-31	Sign. .....
NGIs prosjektnr.	934063	
Dokumenttittel	Gamle Longyearbyen - Taubanesentralen Vurdering av skredfare og drivsnøproblem i planlagt utbyggingsområde	Dokument nr. 934063-1
Utarbeidet av		Dato 1993-05-28

Skal kontrolleres av: Sign.	Kontrolltype		Dokument		Revisjon 1		Revisjon 2	
			Godkjent		Godkjent		Godkjent	
			Dato	Sign.	Dato	Sign.	Dato	Sign
KL	Helhets-vurdering*		2/6					
KL	Språk		2/6					
KL	Logisk							
KL	Teknisk	- skjønn	2/6					
		- total						
		- tverrfaglig						
KL	Utforming		2/6					
EH	Slutt		2/6-93					
JGS	Kopiering		3/6-93					

Kommentarer:

Dokument godkjent for utsendelse	Dato 2/6-93	Sign. Erik Hestnes

* Gjennomlesning av hele rapporten og skjønnsmessig vurdering av innhold og presentasjonsform

048 Bra-Trykk AS

Referanseside - *Documentation page*

NGI

Rapportnummer / *Report No.* 934063-1

Rapporttittel / *Report title*
Gamle Longyearbyen - Taubanesentralen
Vurdering av skredfare og drivsnøproblem i planlagt utbyggingsområde

Oppdragsgiver / *Client*
Svalbard Samfunnsdrift A/S

Prosjektleder / *Project Manager*
Erik Hestnes

Utarbeidet av / *Prepared by*
Erik Hestnes

Distribusjon / *Distribution*

	Fri *Unlimited*
x	Begrenset *Limited*
	Ingen *None*

Dato / *Date*
1993-05-28

Revisjon / *Revision*

Sider / *Pages*

Emneord / *Keywords*

land-use planning, snow avalanche, hazard, debris flow, rock fall, snow drift

Geografiske opplysninger / *Geographical information*

Landområder / *Onshore*

Land, fylke / *Country, County* Svalbard

Kommune / *Municipality* Svalbard

Sted / *Location* Longyearbyen

Kartblad / *Map* Blad C9

UTM-koordinater / *UTM-coordinates*

Havområder / *Offshore*

Havområde / *Offshore area*

Feltnavn / *Field name*

Sted / *Location*

Felt, blokknr. / *Field, Block No.*

048. Bra-Trykk AS