NGI

Longyearbyen - Gruvedalen

Skredfarevurdering av planlagt utbyggingsområde

924004-1 26 mai 1992

Oppdragsgiver: Svalbard Samfunnsdrift A/S

Kontaktperson: Ole I. Reistad
Kontrakt: NGIs tilbud av 92-01-02

For Norges Geotekniske Institutt

Prosjektleder: Erik Hestnes

Kontroll utført av: for Steinar Bakkehøi

Norges Geotekniske Institutt
Sognsveien 72

Postadr.:
Postboks 40 Tåsen
0801 Oslo

Telefon:
(02) 23 03 88

Telefaks:
(02) 23 04 48

Telex:
19787 ngi n

Sammendrag

Norges Geotekniske Institutt har på oppdrag fra Svalbard Samfunnsdrift A/S ved brev av 10 januar d.å. vurdert faren for skred innen det planlagte utbyggingsområdet mellom bebyggelsen i Longyearbyen og Gruvedalen (ref. OIR/310). Området ble delvis befart høsten 1985, mens vinterbefaring ble gjennomført i april 1992, hhv. av K. Lied/ E. Hestnes og S. Bakkehøi/E. Hestnes, NGI.

Våre konklusjoner er basert på en samlet evaluering av terrengforhold, meteorologiske data og matematiske beregninger av rekkevidden til snøskred. Plan- og bygningslovens krav til sikkerhet mot skred for ny bebyggelse er lagt til grunn for våre konklusjoner.

Både snøskred, flomskred og løsmasseskred kan nå ned i planområdet fra den ovaforliggende fjellsida, men det er faren for snøskred som setter grenser for utnyttingen av området. Mindre snøskred vil kunne forekomme i brattkanter nederst i området. Snøskred fra fjellsida antas å kunne nå ca 100 meter nedafor taubanetrasèen i SØ. Mot SV svinger faregrensa opp mot øvre områdegrense. Flomskred kan nå lengst i området ved strammestasjonen, men kan relativt enkelt kontrolleres med en mindre fangvoll høgere oppe.

Små utglidninger av løsmasser, materialtransport og erosjon langs naturlige dreneringsveger forekommer både i og ovafor området. Denne type problem kan i stor grad løses i utbyggingssammenheng ved å kontrollere overflatedreneringen og vannsiget i det aktive laget ved hjelp av dreneringsgrøfter og utformingen av vegene i området. Hovedprinsippet vil være å avskjære tilsiget av vann til antatte problemområder og beholde kontrollen på vannet ned gjennom utbyggingsområdet.

Dersom fotografisk dokumentasjon kan vise at det under "gode betingelser" for snøavlagring i fjellsida samler seg mindre snø enn antatt, vil det være mulig å revurdere angitte faregrense.

INNLEDNING

Det planlagte utbyggingsområdet mellom eksisterende bebyggelse og Gruvedalen ligger langs foten av den nordøstvendte fjellsida som avslutter Gruvefjellet mot nord. Planområdet når fra elvesletta og opp til fjellfoten ved ca kote 130. I nedre del er det noen lave skråninger som til dels er brattere enn 30°. Videre oppover er terrenget slakere, lagdelingen i undergrunnen mindre framtredende, og det finnes bare noen små litt brattere partier. Mot Gruvedalen ender området i en bratt skrent. Jfr. fig. 1-3, foto 1-2.

Svalbard Samfunnsdrift A/S har presisert at de ønsket en vurdering av faren for alle typer hurtig massebevegelse (skred) i området, og at Plan- og bygningslovens krav til sikkerhet mot skred for ny bebyggelse skulle legges til grunn ved avgrensning av fareområdet (vedlegg 1).

Vinterbefaring av området ble foretatt i perioden 24-27 april d.å. ved S. Bakkehøi og E. Hestnes, NGI. Som det framgår av foto 2 var det sparsomt med snø i deler av undersøkelsesområdet under befaringen. Løsmasseformer og utglidninger i deler av utbyggingsområdet ble for øvrig kartlagt av K. Lied og E. Hestnes, NGI, høsten 1985. Det ble samtidig sett litt på terrengformene videre fram til Gruvedalen. Faren for snøskred ble imidlertid ikke vurdert ved den anledning. Jfr. NGI-rapport 52703-1.

Til hjelp ved skredfarevurderingen er benyttet flyfoto, kart i målestokk 1:5000 og 1:2000, og meteorologiske data fra Longyearbyen (1957-1976) og Svalbard Lufthavn (1975-1992) (vedlegg 2). Det er også gjort forsøk på å finne fram til fotografisk dokumentasjon av hvordan snøforholdene kan ha vært i fjellsida ovafor planområdet i ulike vintre, samt nærmere opplysninger om vær- og snøforholdene i de snørike vintrene 1959-61 og 1974. I alt 8 personer og Norsk Polarinstitutt har vært kontaktet, men ingen har kunnet bidra med konkret informasjon. Til hjelp ved vurdering av rekkevidden til snøskred er det benyttet tre forskjellige matematiske modeller (vedlegg 3).

NGIs konklusjoner er basert på en samlet evaluering av terrengforhold, beregningsresultat og tilgjengelig materiale.

SKREDFAREN I PLANOMRÅDET

Fjellsida ovafor utbyggingsområdet er bratt nok til at det kan løsne snøskred, og det er tydelige spor etter både flomskred og løsmasseutglidninger både ovafor og innen området.

Snøskred

Den blokkrike fjellsida ovafor planområdet er NØ-vendt uten markerte rygger eller forsenkninger. Terrenghelningen i de høgereliggende områdene er 30-40°. Snøskred kan løsne i terreng som er brattere enn 30°. Når terrenggradienten er så lav som i dette området vil imidlertid skredfrekvensen være liten.

Fjellsida ligger i le for vind fra sektoren S-V. Vind fra andre retninger vil pga. fjellets form blåse snø vekk fra fjellsida.

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 en del snø med østlig vind. Som regel er snøfallene ledsaget av vind som omfordeler snøen. Hovedvindretning utenom snøfallene er fra SØ. Mellom snøfallene er likevel periodene med klart, kaldt vær, lite vind og sterk utstråling langt mer fremtredende enn periodene med snødrift. I slike perioder dannes det gjerne rimkrystaller på snøoverflata.

Nedbørregistreringene fra Longyearbyen (Skjæringa) og Svalbard Lufthavn viser at det kommer mer nedbør på Skjæringa enn på flyplassen. Vanligvis er nedbørmengdene beskjedne. Statistikk for observert og påregnelig nedbør i vintermånedene viser imidlertid at det også kan komme relativt store nedbørmengder på kort tid (vedlegg 2, fig. 4).

I observasjonsperioden 1957-1992 var det 6 vintre som ut fra nedbørmengden skilte seg ut som mulige skredvintre i den aktuelle fjellsida. Fire situasjoner hadde 3-døgn nedbørsum større enn 40 mm. Alle hadde kalde forvintre, et par med betydelige snøfall. Disse situasjonene inntraff vintrene 1958/59, 1959/60, desember 1960 og 1973/74. To andre vintre hadde høg totalnedbør, vind fra SV i det aktuelle tidsrommet, men lavere nedbørtopp (1965/66 og 1985/86).

En nærmere analyse av de meteorologiske data fra disse situasjonene har imidlertid vist at forholdene ikke har ligget til rette for større snøskred i

Tabell 1 Noen værdata fra 6 vintre i perioden 1957 - 1992

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
	29.01-05.02	20,9			S	S	22-32, 14-18	-
	08.02-09.02	**39,2**	38,2	-	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

fjellsida ovafor planområdet disse årene. Dels var det kommet lite snø forut for de aktuelle skredsituasjonene, dels var ikke nedbørførende vindretning fra S-V, eller innslag av regn reduserte muligheten for skred (tabell 1). Framherskende vindretninger og styrker ved de nevnte situasjonene er vist på figur 5.

En forutsetning for at større snøskred skal bli utløst i fjellsida ovafor planområdet er at det alt vesentligste av stein og andre ujevnheter er dekket med snø før relativt store snømengder kommer med SV-lig vind. NGI har ikke klart å verifisere at dette har skjedd i denne fjellsida, som utenom nedbørsituasjonene vanligvis er eksponert for vind som blåser vekk snø. De meteorologiske data indikerer imidlertid at det kan forekomme situasjoner da snø vil samle seg i store nok mengder til at snøskred kan bli utløst. Snøfall i Longyearbyen starter ofte når det er vindstille eller når det er velutviklede rimkrystaller på den gamle snøoverflata. Under slike forhold får man et særlig ustabilt lag i bunnen av snøpakka. Man kan derfor ikke se bort ifra at relativt store snøskred kan nå ned i planområdet.

Rekkevidden av snøskred er beregnet langs profillinjene P1-P7 (fig. 2 og 6-7, vedlegg 3). Skred med gjennomsnittlig gjentakelsesintervall på 1000 år vil etter vår vurdering av beregninger og klimadata kunne nå ca 100 meter ned forbi taubanetrasèen i den sørøstligste delen av planområdet, og til ca. 70 meter nedafor trasèen videre forbi strammestasjonen. Deretter avtar rekkevidden mot sørvest pga. den avtakende høgde og helning på ovaforliggende fjellside. Ved profil P8 vil skred kunne nå omlag til øvre grense for planområdet (fig. 2).

De lave, bratte skråningene i nedre del av planområdet ligger også i le for vind hovedsakelig fra SV-lig retning. De skråningene som vinterstid er brattere enn 30° kan under spesielle værforhold være potensielle løsneområder for snøskred. En tilnærmet avgrensning av fareområdene er gitt på figur 2. Fareområdenes utstrekning vil variere med snøforholdene forut for de eventuelle skredsituasjonene.

Flomskred

Det framgår av figur 3 at flomskredaktiviteten i fjellsida har vært relativt liten. Spor etter både eldre og nyere, store og små skred kan likevel observeres. Skredavsetninger av betydning har derimot bare unntaksvis nådd ned forbi taubanetrasèen. Det store skredet 4-5 august 1981 er et eksempel på dette (foto 3).

Flomskredene i området har dels startet som masseutglidning på mer eller mindre tilfeldige steder og har fortsatt som en strøm som dels eroderer, dels avsetter parallelle rygger (levèer) langs løpet og i utløpsområdet, iblant også markerte skredtunger. Andre flomskred er knyttet til tidligere skred-/dreneringskanaler. Fluvial erosjon kombinert med utglidninger i kanalsidene har gitt skredmateriale som er avsatt langs eldre skredløp og på eldre skredformer (foto 3-6).

Utløsningsmekanismen for flomskred er knyttet til stor nedbørintensitet og/ eller snøsmelting i kombinasjon med eksistensen av permafrosthorisonten. Ved skredsituasjonen i Longyearbyen 10-11 juli 1972 falt det 30,8 mm i løpet av ca. 12 timer, hvilket gir en gjennomsnittlig 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 et stort antall flomskred i og omkring Longyearbyen.

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 trenden fortsetter vil frekvensen av flomskredsituasjoner kunne øke. Flomskred fra fjellsida ovafor planområdet vil således også i framtida kunne nå ned forbi taubanetrasèen. Det er likevel ikke noe som indikerer at framtidige skred vil bli større enn de som kan observeres pr i dag.

På bakgrunn av det foranstående antar NGI at frekvensen av store flomskred også i framtida vil være liten, utenom området ved strammestasjonen. En vegkropp eller dreneringsgrøfter anlagt på høgde med taubanen vil kunne tilpasses slik at det nedaforliggende området får en tilfredsstillende sikkerhet mot flomskred. Mot sørvest kan ei slik fanggrøft anlegges så høgt oppe som ved faregrensa for snøskred.

Ved strammestasjonen antas relativt grove skredmasser å kunne nå ned til ca. kote 80 (fig. 2). Her vil det, på tilsvarende måte som beskrevet ovafor, være behov for ei dreneringsgrøft eller liknende for å fange opp vann og materiale som ellers ville nå lengre nedover. Dersom det er ønskelig å stanse de forventede flomskredmassene høgere oppe, for eksempel på høgde med strammestasjonen, så er det naturligvis mulig å anlegge en fangvoll der.

Andre løsmasseskred

I fjellsida og langs skråningsfoten ovafor taubanetrasèen er det spor etter større løsmasseskred av eldre dato. Innen planområdet kan man observere ulike former for løsmasseutglidninger og erosjonsformer av begrenset størrelse.

Enkelte grunne forsenkninger i den bratte fjellsida korresponderer med tungeformede løsmasseavsetninger langs skråningsfoten. Formene er overgrodde og varierer i størrelse og alder. De identifiserbare avsetningene ligger alle ovafor taubanetrasèen, men det er grunn til å tro at en del vann og materiale har drenert videre nedover i terrenget. Enkelte andre løsmasseformer, som dels ligger noe lengre nedover, kan også være rester etter slike skred. Hvor gamle slike avsetninger er er det vanskelig å ha en formening om. Frekvensen på slike hendelser synes imidlertid å være liten. Ingen av de omtalte formene når ned mot den beskrevne faregrensa for snøskred.

Små løsmasseskred, karakterisert ved skredgrop med skredtunge umiddelbart nedafor, er det flere av innen planområdet. Iblant har det strømmet ut så mye vann fra skredgropa at man også har fått en viss transport av masse videre nedover (foto 7).

Langs toppen av bratte skråninger og i eldre skredsår i slike skråninger er mindre løsmasseutglidninger relativt vanlig. Fra slike har det også mange steder strømmet ut så mye vann at det har blitt en viss massetransport (foto 8).

Langs foten av skråninger finnes det også enkelte steder halvmåneformede brudd i løsmassedekket, som ikke har utviklet seg videre til skred (foto 9).

Utløsning av de omtalte løsmasseskredene skyldes både stor vanntilførsel på grunn av nedbør og høgt porevanntrykk på grunn av vannsig i det aktive laget over permafrosten. De små løsmasseskredene kan synes å opptre relativt tilfeldig på hellende terreng. De øvrige er som nevnt knyttet til mer markerte terrengformer.

Ut over dette har det ved snøsmelting og kraftig nedbør forekommet erosjon langs vannsig/ dreneringsveger innen planområdet (foto 10).

De forhold som her er beskrevet vil også gjøre seg gjeldende i framtida. Frekvensen av store løsmasseskred ned forbi taubanetrasèen anses imidlertid for å være sjeldnere enn en gang pr. 1000 år i gjennomsnitt. De andre

problemene kan i stor grad løses i utbyggingssammenheng ved å kontrollere overflatedreneringen og vannsiget i det aktive laget ved hjelp av dreneringsgrøfter og utformingen av vegene i området. Hovedprinsippet vil være å avskjære tilsiget av vann til antatte problemområder og beholde kontrollen på vannet ned gjennom utbyggingsområdet.

AVGRENSNING AV FAREOMRÅDENE

Snøskred er i hht. de foranstående vurderinger den faretype som først og fremst setter grenser for utnyttingen av det planlagte utbyggingsområdet. Flomskred har størst rekkevidde i området nedafor strammestasjonen, men kan relativt enkelt kontrolleres med fangvoll høgere oppe. Problem som er knyttet til små utglidninger av løsmasser, materialetransport og erosjon langs dreneringsveger innen planområdet, kan kontrolleres med drenerings-grøfter og utforming av veger i utbyggingssammenheng. Faregrensene på figur 2 er trukket på bakgrunn av en samlet evaluering av terrengforhold, klimadata og de matematiske beregninger av rekkevidden til snøskred.

Etter som det knytter seg en viss usikkerhet til i hvilken grad fjellsida over utbyggingsområdet kan samle mye snø enkelte vintre, kan det være av interesse å forsøke å verifisere/ avkrefte dette. Dersom dette forhold med sikkerhet kan avkreftes, vil det være mulig å revurdere den angitte fare-grense for snøskred.

Tilstrekkelig grunnlagsmateriale for en slik revurdering vil være å ta stereo-foto av fjellsida fra vegen til Gruve 7, f.eks. 3 ganger hver vinter. Første fotografering bør skje så snart lysforholdene tillater det, og så med ca. en måneds mellomrom. Tidspunktene for fotografering må angis på alle foto.

Bildematerialet vurderes opp imot meteorologiske data for de samme vintre når det er grunn til å tro at man har hatt vintre med "gode betingelser" for snøavlagring i fjellsida. I perioden 1957-1992 har det muligens bare vært 2 vintre med slike forhold, så en slik fotografering vil måtte planlegges for en del år. Rimeligvis går det også en del år før behovet for å utnytte den øvre del av planområdet melder seg.

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 Foto og figurer

Vedlegg 1

Plan og Bygningslov §§ 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 opprylt 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 1959

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

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
ATM.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

9986 LONGYEARBYEN FEBRUAR 1959

DT	KL	TTTT	TN/TG	TX/TU	UUU	O	DD	FF	E	RRRRR	E'	SSS	N	H	VV	W1	W2
1	1	-25.0			77		00	0	0				0	0	00	PL	
	7	-22.4	-27.1	-22.7	73		24	0	1				0	0	85	PL	
	13	-17.0			40		14	24	4				0	5	00	SE	
	19	-17.0	-24.7	-16.5	87		13	30	7				0	0	00	SE	
2	1	-17.0			91		10	30	7				0	0	00	SE	
	7	-15.4	-19.4	-17.7	87		27	5	0				0	0	85	PL	
	13	-17.4			87		00	0	0				0	4	00	PL	
	19	-15.4	-19.0	-15.7	94		00	0	1				0	0	70	PL	
3	1	-11.5			00		31	0	1				0	0	60	0	
	7	- 4.7	-15.6	- 4.7	87		34	5	0	1.5			0	0	60	0	PL
	13	- 0.0			94		10	5	0				0	0	70	PL	
	19	0.0	- 0.0	0.0	70		00	0	7	2.0			0	0	70	PL	
4	1	- 7.0			60		00	0	0				0	0	00	PL	
	7	- 5.7	- 0.4	0.0	87		27	0	7	0.0			0	0	00	PL	
	13	- 0.5			76		00	17	4				0	4	40	0	
	19	-17.0	-14.0	- 7.0	94		00	17	4	1.3			0	0	60	0	
5	1	-17.4			70		00	0	1				0	5	00	PL	
	7	-19.0	-20.1	-19.4	94		31	5	0	0.3			0	0	85	PL	
	13	-17.4			77		00	0	0				0	4	60	70	PL
	19	-19.5	-19.5	- 5.7	90		27	17	4	1.0			0	0	50	0	
6	1	0.0			93		27	10	5				0	0	50	0	
	7	- 4.0	-19.4	0.7	93		27	10	5	13.5			0	0	50	0	
	13	-14.0			81		27	24	4				7	5	54	SE	
	19	-19.5	-20.0	- 6.7	75		27	0	1				0	5	70	PL	
7	1	-21.0			73		00	0	0				0	0	00	PL	
	7	-22.5	-27.4	-19.0	77		31	0	1				1	5	85	PL	
	13	-22.7			82		30	0	7				0	4	50	70	
	19	-22.0	-24.0	-19.5	84		00	0	0	0.4			0	0	50	0	
8	1	-11.0			91		01	5	0				0	0	50	0	
	7	- 1.0	-21.0	- 0.0	79		00	0	0	2.5			0	0	50	0	
	13	- 5.4			74		27	0	1				0	0	50	0	
	19	- 0.0	- 7.0	- 0.7	94		00	0	0	6.0			0	0	50	0	
9	1	-17.0			74		27	17	4				0	0	50	0	SE
	7	-21.7	-22.0	- 0.0	70		27	10	5	3.9			4	5	70	SE	PL
	13	-27.0			60		27	0	1				1	5	85	PL	
	19	-21.0	-25.4	-22.7	44		22	0	7				0	0	00	PL	
10	1	-19.0			70		00	0	0				0	0	00	PL	
	7	-19.0	-26.1	-14.5	87		14	17	4	0.8			0	0	70	SE	0
	13	- 4.5			94		14	24	4				0	0	10	0	SE
	19	1.5	-19.5	0.2	00		27	5	0	7.8			0	0	40	0	
11	1	- 0.0			00		00	0	0				0	0	50	PL	
	7	- 0.0	- 1.5	0.1	94		25	10	5	4.8			7	5	70	PL	SE
	13	- 0.0			87		25	24	4				0	0	10	0	SE
	19	-17.9	-18.2	- 0.9	71		22	17	4	6.4			0	0	50	0	
12	1	-19.0			67		27	17	4				0	5	30	SE	PL
	7	-21.4	-22.0	-17.5	66		30	0	1	0.6			0	0	00	PL	NL
	13	-27.0			64		24	0	1				0	5	85	PL	
	19	-26.0	-26.5	-21.0	62		00	0	0				0	0	00	PL	
13	1	-25.0			75		00	0	0				0	0	00	PL	
	7	-27.0	-29.5	-27.0	70		00	0	0				0	5	00	PL	
	13	-27.0			00		00	0	0				0	4	70	0	
	19	-20.0	-25.6	-19.7	00		00	0	0	0.0			0	0	30	PL	
14	1	- 4.0			91		14	17	4				0	0	30	PL	0
	7	1.5	-20.4	1.5	94		14	0	1	1.0			0	0	40	0	
	13	- 0.4			77		30	5	0				4	5	30	PL	
	19	- 1.6	- 5.7	1.7	80		14	17	4	5.9			0	0	40	0	SE
15	1	1.7			87		14	24	4				0	0	70	L0	
	7	- 0.6	- 7.0	7.0	96		27	44	0	8.0			0	0	00	0	SE
	13	-14.0			00		30	24	4				0	0	00	0	SE
	19	-14.7	-19.7	- 0.6	91		00	10	7	24.0			0	0	40	SE	

NGI

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT 09.04.1990 kl. 1301

STASJON : 9986 LONGYEARBYEN

DATAGRUNNLAG : 1957 - 1976

STASJON : 9984 SVALBARD LUFTHAVN

DATAGRUNNLAG : 1976 - 1989

FORDELING AV ÅRSTIDSNEDBØR ER BASERT PÅ MEDIANDATO.

Påregnelige og observerte maksimale nedbørhøyder(mm) i løpet av 24 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	27	24	6	16	16	27	16	7	25	13
10	GUMBEL	34	31	7	21	19	34	18	9	33	16
50	GUMBEL	50	47	9	30	27	49	25	12	51	22
100	GUMBEL	56	53	10	35	30	56	28	14	59	25
1000	GUMBEL	80	77	14	49	41	79	37	19	87	35
5	NERC	22	18	5	13	14	20	15	6	18	12
50	NERC	36	30	9	21	24	33	26	10	30	20
100	NERC	42	35	10	25	28	38	30	12	35	24
1000	NERC	68	58	16	41	46	62	50	19	57	39
PMP	NERC	143	125	34	90	101	132	109	41	123	86
PMP	HERSHFIELD	152					59				
Ti høyeste obs. verdier		38.2	38.2	5.2	31.1	20.7	43.2	16.0	9.0	43.2	15.3
		34.0	34.0	5.2	11.9	19.0	16.6	14.5	6.0	16.6	13.6
		31.1	24.2	5.1	11.3	15.3	15.9	13.5	5.8	15.9	11.2
		24.2	16.3	5.1	10.5	13.1	15.3	13.4	5.7	13.7	10.4
		19.0	13.0	4.8	10.0	13.1	14.5	13.0	5.6	13.5	9.7
		16.3	11.8	4.7	9.8	11.6	13.7	12.5	5.4	12.2	9.1
		13.1	11.7	4.7	9.7	10.8	13.5	11.0	4.7	10.5	9.0
		13.0	11.7	4.6	9.4	10.7	13.5	10.7	3.8	9.4	8.0
		11.9	11.2	4.6	9.3	10.0	13.4	9.3	3.8	8.4	8.0
		11.7	10.7	4.4	9.2	9.8	12.5	8.9	3.6	7.9	8.0
Årstall:		1960	1960	1976	1972	1960	1981	1981	1980	1981	1977
		1974	1974	1968	1976	1966	1988	1986	1977	1988	1980
		1972	1959	1963	1958	1959	1989	1984	1985	1989	1978
		1959	1964	1966	1968	1972	1977	1983	1985	1980	1985
		1966	1973	1961	1972	1971	1986	1976	1984	1976	1978
		1964	1964	1957	1961	1961	1980	1985	1989	1987	1984
		1971	1967	1974	1967	1958	1984	1979	1982	1981	1989
		1973	1970	1961	1971	1961	1976	1986	1976	1979	1981
		1976	1961	1973	1963	1958	1983	1980	1988	1986	1979
		1970	1976	1971	1964	1966	1985	1987	1984	1985	1981
Middelverdier av max.		15.8	13.2	3.7	9.2	10.1	15.3	10.4	4.3	12.0	8.3
Standardavvik av max.		8.9	8.9	1.4	5.6	4.3	8.4	3.5	1.9	9.9	3.4

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT 09.04.1990 kl. 1305

STASJON : 9986 LONGYEARBYEN

DATAGRUNNLAG : 1957 - 1976

STASJON : 9984 SVALBARD LUFTHAVN

DATAGRUNNLAG : 1976 - 1989

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	33	23	10	28	16
10	GUMBEL	39	37	9	25	27	41	28	12	38	20
50	GUMBEL	54	53	11	36	37	60	39	17	58	27
100	GUMBEL	60	60	12	41	42	68	44	19	67	30
1000	GUMBEL	82	85	17	58	57	96	60	26	99	41
5	NERC	30	25	7	18	20	26	22	9	20	14
50	NERC	48	41	11	30	34	43	36	15	33	24
100	NERC	55	47	13	35	39	50	42	17	38	28
1000	NERC	86	76	20	58	64	79	68	29	62	46
PMP	NERC	176	158	43	125	137	164	144	62	133	101
Ti høyeste obs. verdier		42.9	42.9	8.1	32.3	34.2	55.2	27.9	12.1	55.2	22.7
		40.2	40.2	7.9	24.4	25.2	27.9	22.6	11.9	21.2	17.5
		39.2	39.2	7.0	21.5	22.9	22.7	22.6	9.6	17.2	14.0
		32.3	28.4	6.3	19.1	22.4	22.6	22.6	8.7	16.8	12.6
		28.4	22.2	6.3	16.0	21.6	22.6	20.1	6.8	15.5	10.9
		25.2	18.8	6.2	15.8	19.0	20.1	20.0	6.8	15.2	10.9
		22.9	18.2	6.1	15.3	17.8	20.0	15.8	6.6	14.1	10.9
		22.4	17.4	5.9	15.0	17.4	17.5	15.1	6.3	13.0	10.8
		22.2	17.2	5.9	14.6	15.9	17.2	15.0	6.2	12.9	10.5
		21.5	15.9	5.8	13.7	15.4	16.8	14.9	5.6	11.4	10.5
Årstall:		1974	1974	1969	1972	1960	1981	1976	1984	1981	1980
		1959	1959	1957	1976	1966	1976	1986	1989	1976	1977
		1960	1960	1966	1958	1970	1980	1984	1980	1989	1978
		1972	1976	1974	1967	1961	1986	1981	1985	1988	1989
		1976	1964	1961	1971	1966	1984	1979	1977	1981	1984
		1966	1970	1963	1968	1958	1979	1983	1988	1980	1985
		1970	1962	1966	1963	1963	1983	1976	1985	1987	1981
		1961	1957	1976	1968	1967	1977	1978	1981	1986	1979
		1964	1961	1968	1959	1972	1989	1985	1982	1979	1987
		1958	1975	1967	1967	1959	1988	1981	1978	1983	1981
Middelverdier av max.		22.8	19.5	5.0	13.2	16.0	21.0	16.3	6.8	15.4	11.5
Standardavvik av max.		9.3	10.2	1.8	6.9	6.4	11.0	6.5	2.8	12.3	4.4

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT 18.06.1991 kl. 1209

STASJON : 9986 LONGYEARBYEN

DATAGRUNNLAG : 1957 - 1976

STASJON : 9984 SVALBARD LUFTHAVN

DATAGRUNNLAG : 1976 - 1990

FORDELING AV ÅRSTIDSNEDBØR ER BASERT PÅ MEDIANDATO.

Påregnelige og observerte maksimale nedbørhøyder(mm) i løpet av 120 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	40	36	8	24	29	37	29	12	31	20
10	GUMBEL	48	45	10	29	36	45	36	15	40	25
50	GUMBEL	67	65	13	41	53	64	51	21	61	35
100	GUMBEL	75	73	15	46	60	72	58	24	70	39
1000	GUMBEL	104	103	20	64	84	101	80	33	101	54
5	NERC	37	32	8	22	24	32	27	11	24	18
50	NERC	58	51	13	36	40	52	45	19	39	30
100	NERC	66	58	15	42	46	59	51	22	45	35
1000	NERC	102	91	24	68	74	93	82	37	73	57
PMP	NERC	200	184	52	143	155	185	168	81	153	124
Ti høyeste obs. verdier		52.8	50.2	11.3	32.5	52.8	56.7	36.1	17.1	56.7	26.3
		50.2	46.1	8.9	31.6	32.1	36.1	34.8	12.3	29.4	25.8
		46.1	44.8	8.6	23.8	30.2	34.8	28.7	12.0	26.3	18.4
		41.0	41.0	7.8	22.0	26.8	29.4	27.9	10.3	22.9	17.1
		33.9	33.9	7.5	21.9	24.6	27.9	26.0	9.8	17.6	15.4
		32.5	27.2	7.5	21.1	24.3	26.0	22.9	9.6	16.9	14.0
		32.1	26.7	7.0	19.0	21.5	25.8	21.3	9.3	16.1	13.4
		30.2	22.3	6.9	17.3	21.4	22.9	20.0	8.4	15.8	13.2
		27.2	19.8	6.3	16.0	18.3	21.3	18.4	7.4	14.2	13.0
		26.7	19.7	6.3	15.8	18.1	18.4	17.2	7.1	14.1	12.8
Årstall:		1960	1974	1969	1972	1960	1981	1986	1990	1981	1980
		1974	1959	1957	1976	1966	1986	1976	1984	1980	1990
		1959	1960	1974	1967	1958	1976	1981	1989	1976	1977
		1964	1964	1961	1958	1966	1980	1979	1980	1990	1979
		1976	1976	1967	1968	1961	1979	1984	1982	1989	1989
		1972	1967	1966	1964	1970	1984	1983	1985	1988	1978
		1966	1962	1974	1963	1972	1990	1985	1978	1987	1989
		1958	1961	1963	1971	1958	1983	1981	1977	1991	1984
		1967	1972	1966	1968	1967	1985	1976	1988	1986	1981
		1962	1970	1975	1970	1963	1977	1988	1985	1986	1987
Middelverdier av max.		27.9	24.1	6.0	16.2	18.9	25.1	20.2	8.3	18.2	14.0
Standardavvik av max.		12.0	12.4	2.3	7.5	10.3	11.4	9.1	3.8	12.5	6.0

Vedlegg 3

Matematiske beregningsmetoder for rekkevidde av skred

NGI

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 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 parametere 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 den 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 lè 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 èn 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.

Vedlegg 4

Foto og figurer

INNHOLD:

Foto 1 - 10

Figur 1 Kart M 1:100.000
Undersøkelsesområdets beliggenhet

Figur 2 Kart M 1:5.000
Planområdet Longyearbyen - Gruvedalen med fareområder og profillinjer

Figur 3 Flyfoto M ca. 1:5.000
Overflatestrukturene i området

Figur 4 Påregnelige maksimale nedbørmengder i Longyearbyen og på Svalbard lufthavn

Figur 5 Vindforholdene ved 6 nedbørsituasjoner

Figur 6-7 Terrengprofil P1-P8, M 1:5.000

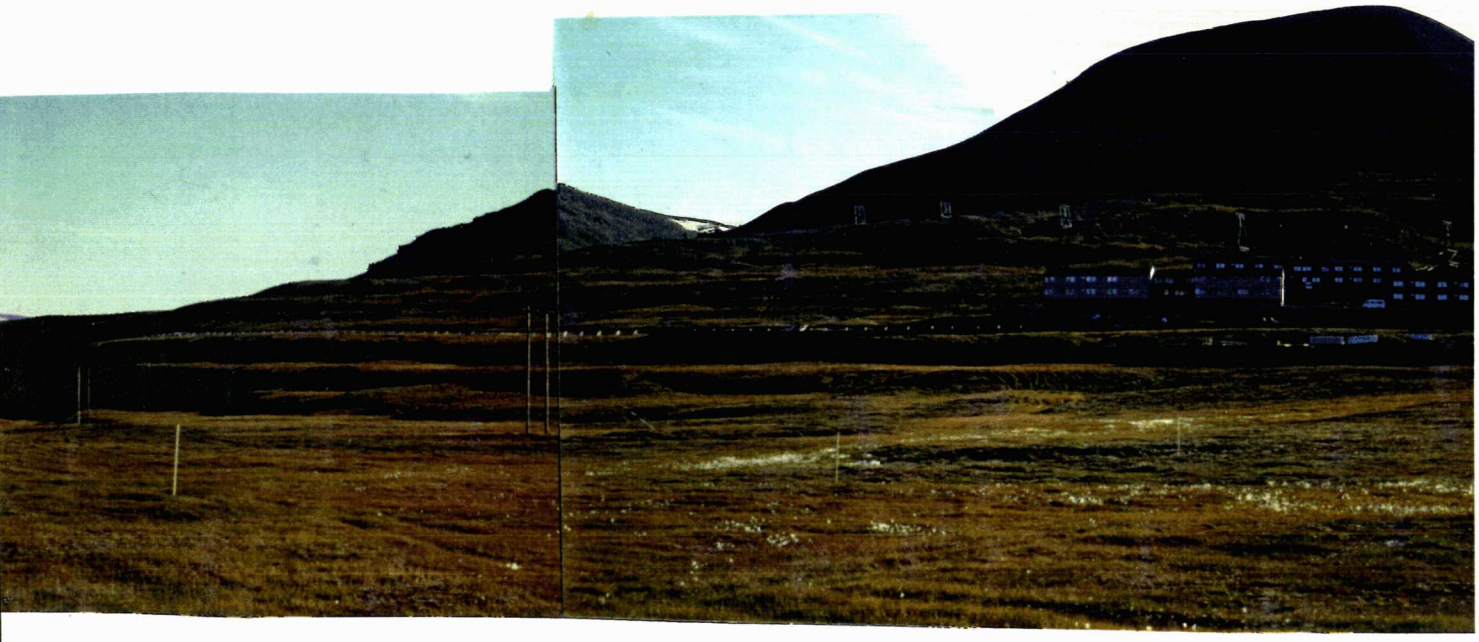


Foto 1 Undersøkelsesområdet. Slagskyggene framhever de bratteste delene av området. (Foto august 1985)

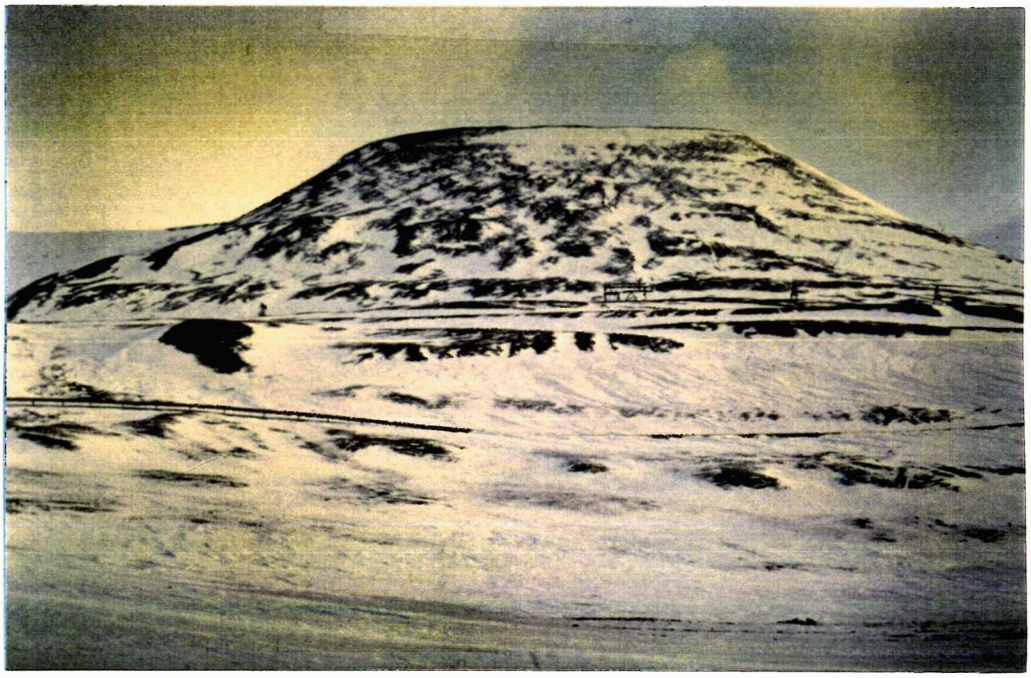


Foto 2 Liten snøavlagring i undersøkelsesområdet og fjellsida ovafor. (Foto 25 april 1992)

Foto 3 Fjellsida med den tydelige flomskredbanen fra 4-5 august 1981. Det har tidligere gått skred langs samme bane. Grovt materiale i forgrunnen. (Foto 1985)

Foto 4 Flomskredavsetningene fra august 1981. Grovt materiale er transportert forbi strammestasjonen. (Foto 1985)

Foto 5 Flomskredløpet fra august 1981 er til dels djupt nedskåret ovafor fjellfoten, med parallelle rygger (levèer) langs løpet. (Foto 1985)

Foto 6 Eksempel på flomskredavsetninger (levèer) av beskjeden størrelse, uten erosjon. (Foto fra Lia, 1985)

Foto 7 Lite løsmasseskred med skredtunge og massetransport videre nedover. (Foto 1985)

Foto 8 Øvre del av snøleiet markerer flere mindre løsmasseutglidninger langs toppen av en bratt skråning.

Foto 9 Mindre bevegelse av løsmassedekket i skråningsfoten. (Foto fra Lia, 1985)

Foto 10 Smeltevannsig over snøleie. (Foto juni 1990)

referanseside · documentation page

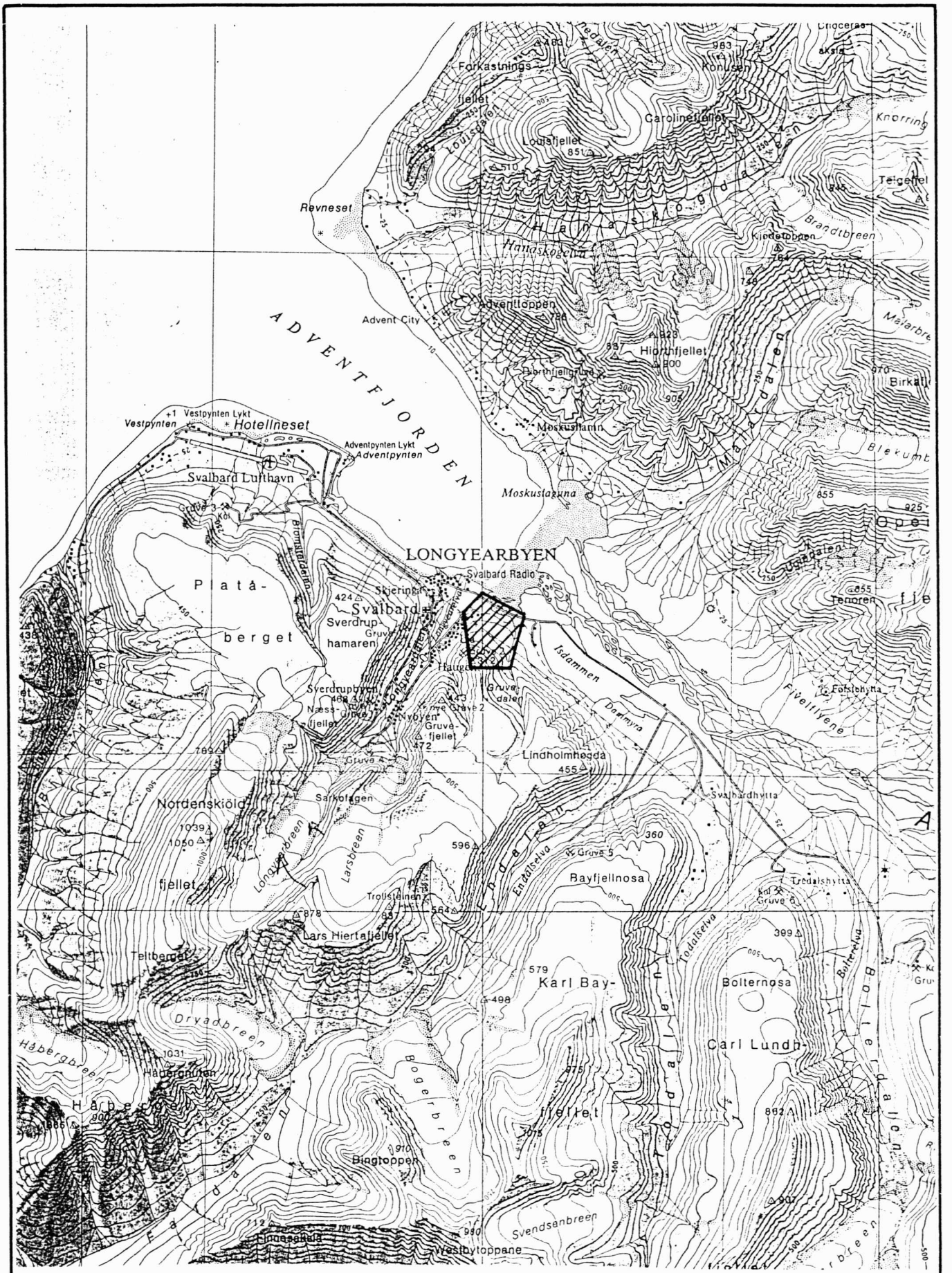
NGI

Rapportnummer / *Report No.* 924004-1	[X] Rapport / *Report* [ ] Intern rapport / *Internal Report*
Rapporttittel / *Report title* Longyearbyen - Gruvedalen Skredfarevurdering av planlagt utbyggingsområde Oppdragsgiver / *Client* Svalbard Samfunnsdrift A/S	**Distribusjon / *Distribution*** [ ] Fri / *Unlimited* [X] Begrenset / *Limited* [ ] Ingen / *None*
Prosjektleder / *Project Manager* Erik Hestnes Utarbeidet av / *Prepared by* Erik Hestnes	Dato / *Date* 26 mai 1992 Revisjon / *Revision* Sider / *Pages*
Emneord / *Keywords* Hazard evaluation, snow avalanche, debris slides, debris flow	

Geografiske opplysninger / *Geographical information*

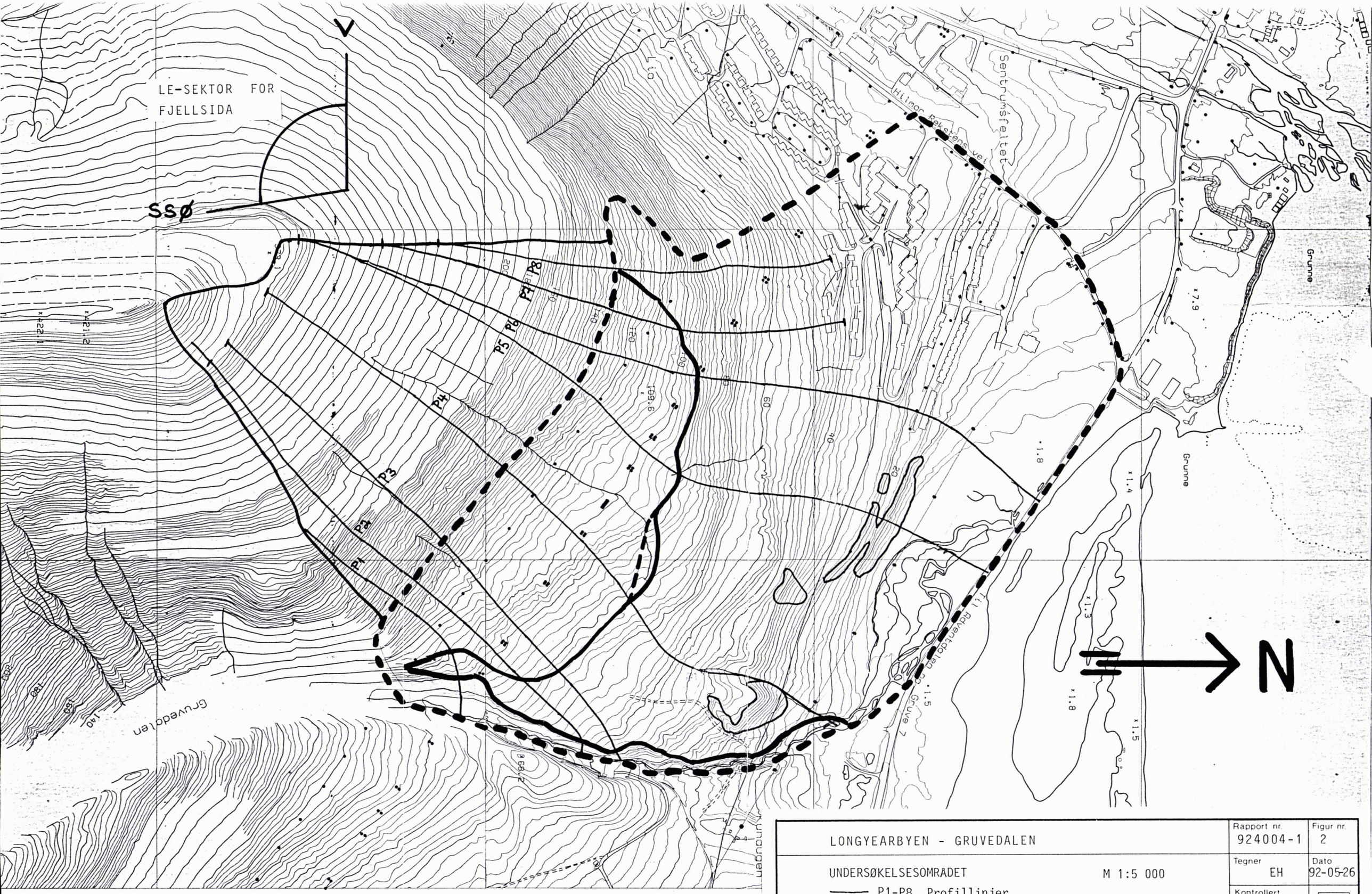
Landområder / *Onshore*		**Havområder / Offshore**
Land, fylke / *Country, County*	Svalbard	Havområde / *Offshore area*
Kommune / *Municipality*	Svalbard	
Sted / *Location*	Longyearbyen	Feltnavn / *Field name*
		Sted / *Location*
Kartblad / *Map*	Blad C9	
UTM-koordinater / *UTM-coordinates*		Felt, blokknr. / *Field, Block No.*

Skj.149-89.



LONGYEARBYEN - GRUVEDALEN	Rapport nr. 924004-1	Figur nr. 1
UNDERSØKELSESOMRÅDETS BELIGGENHET	Tegner EH	Dato 92-05-26
M 1:100 000	Kontrollert SBa.	NGI
	Godkjent	

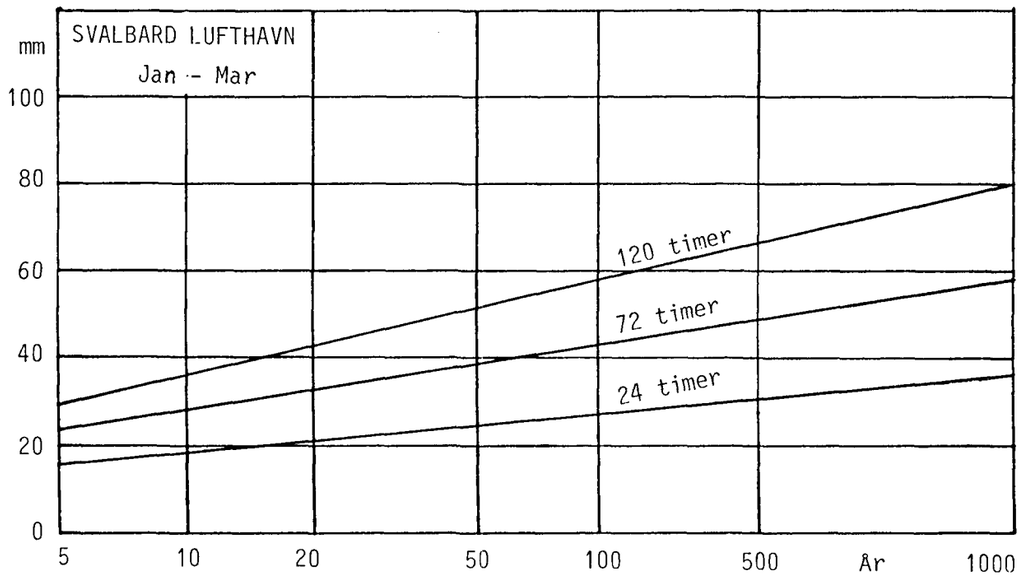
1000 9-88 Sch 4 3 2

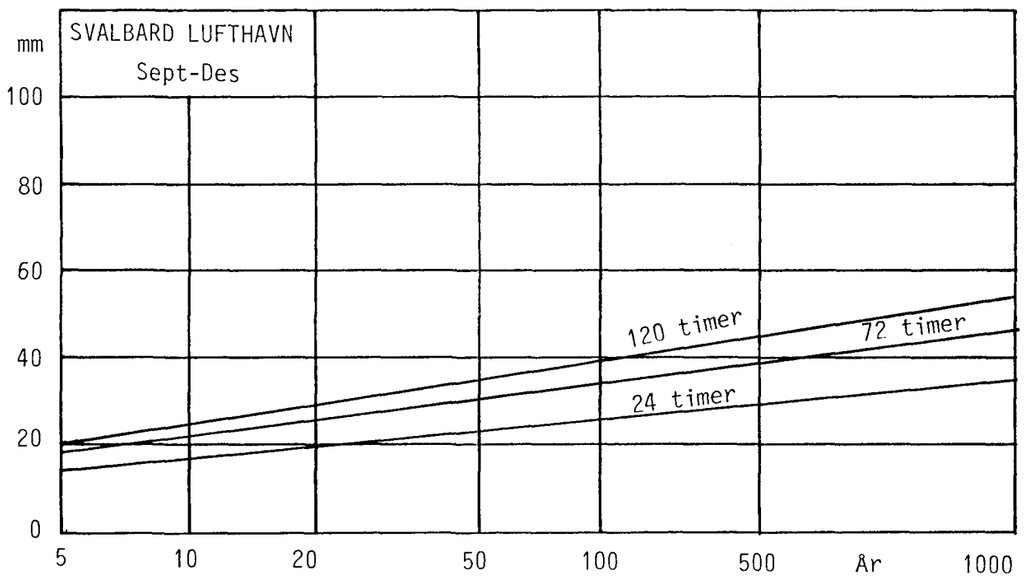


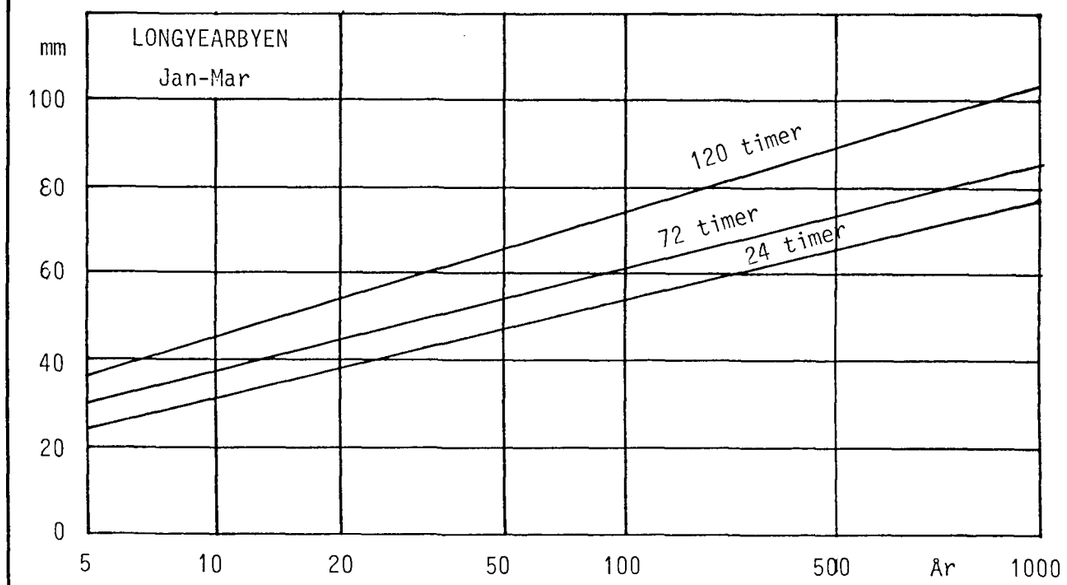
LONGYEARBYEN - GRUVEDALEN	Rapport nr. 924004-1	Figur nr. 2
UNDERSØKELSESOMRÅDET M 1:5 000	Tegner EH	Dato 92-05-26
P1-P8 Profillinjer	Kontrollert SBa.	
Grenser fareområder / Snøskred	Godkjent	NGI

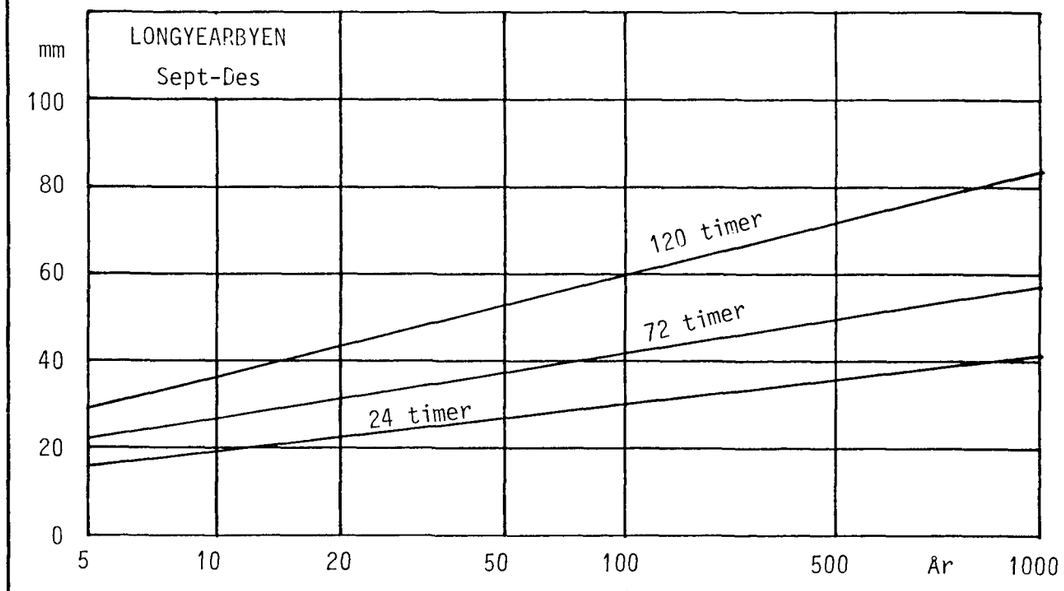
LONGYEARBYEN - GRUVEDALEN	Rapport nr. 924004-1	Figur nr. 3
OVERFLATESTRUKTURENE I UNDERSØKELSESOMRÅDET Flomskred, løsmasseskred, mindre brattkanter med løsmasse-utglidninger og vannsig/dreneringsveger med erosjonsspor ca M 1:5 000	Tegner EH	Dato 92-05-2
	Kontrollert	NGI
	Godkjent	

1000. 9-88. Sch. 4 3 2

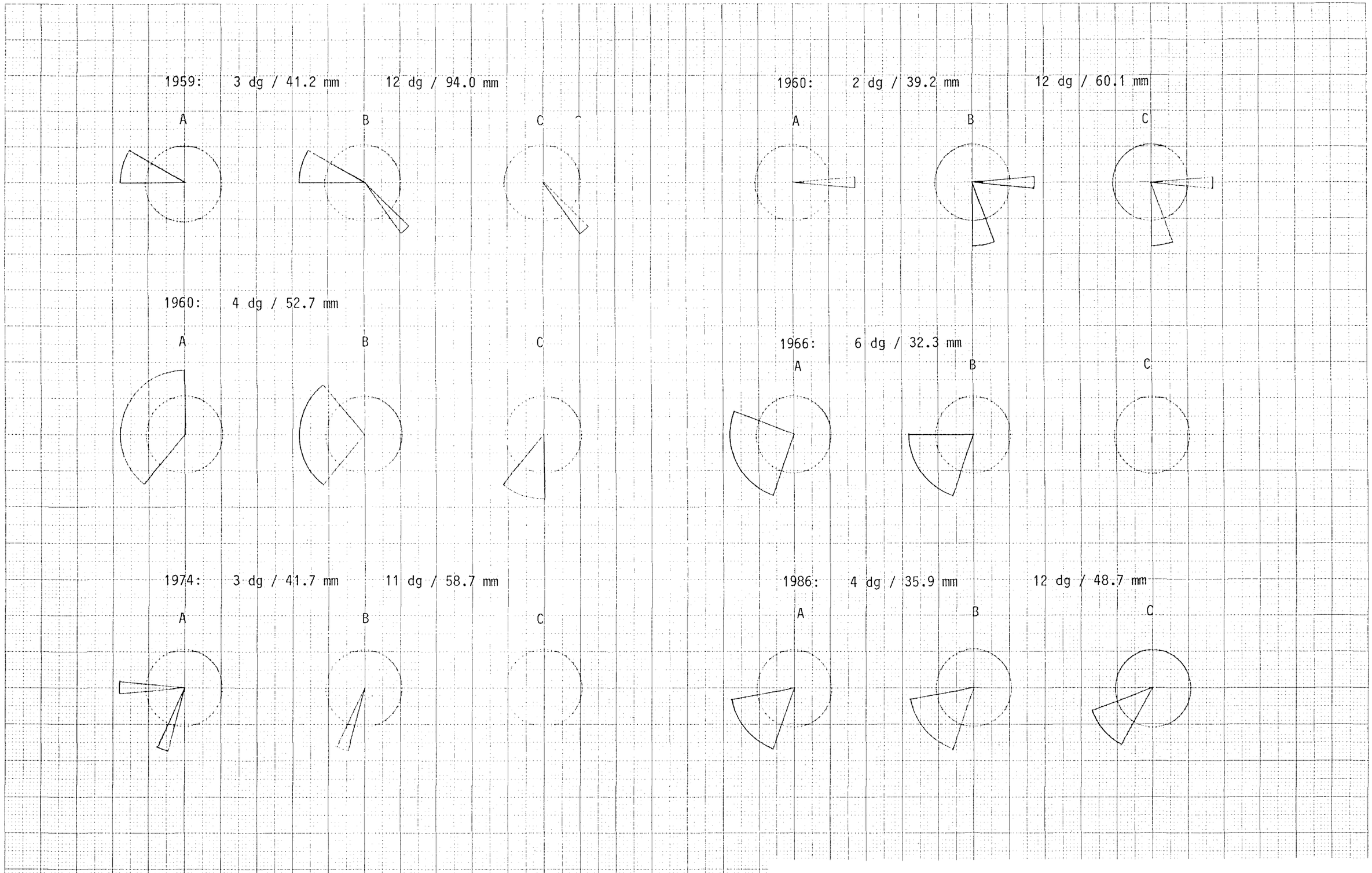




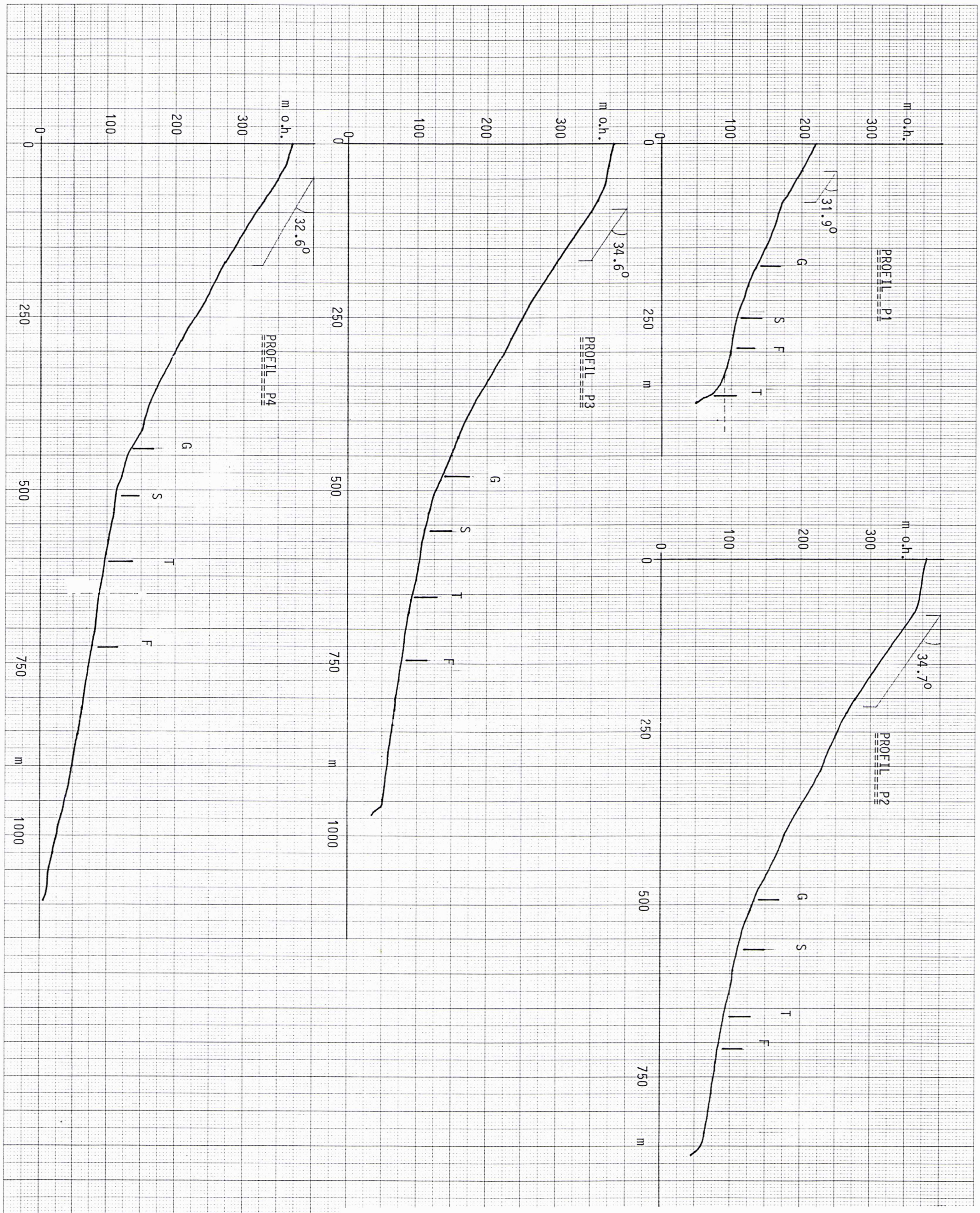




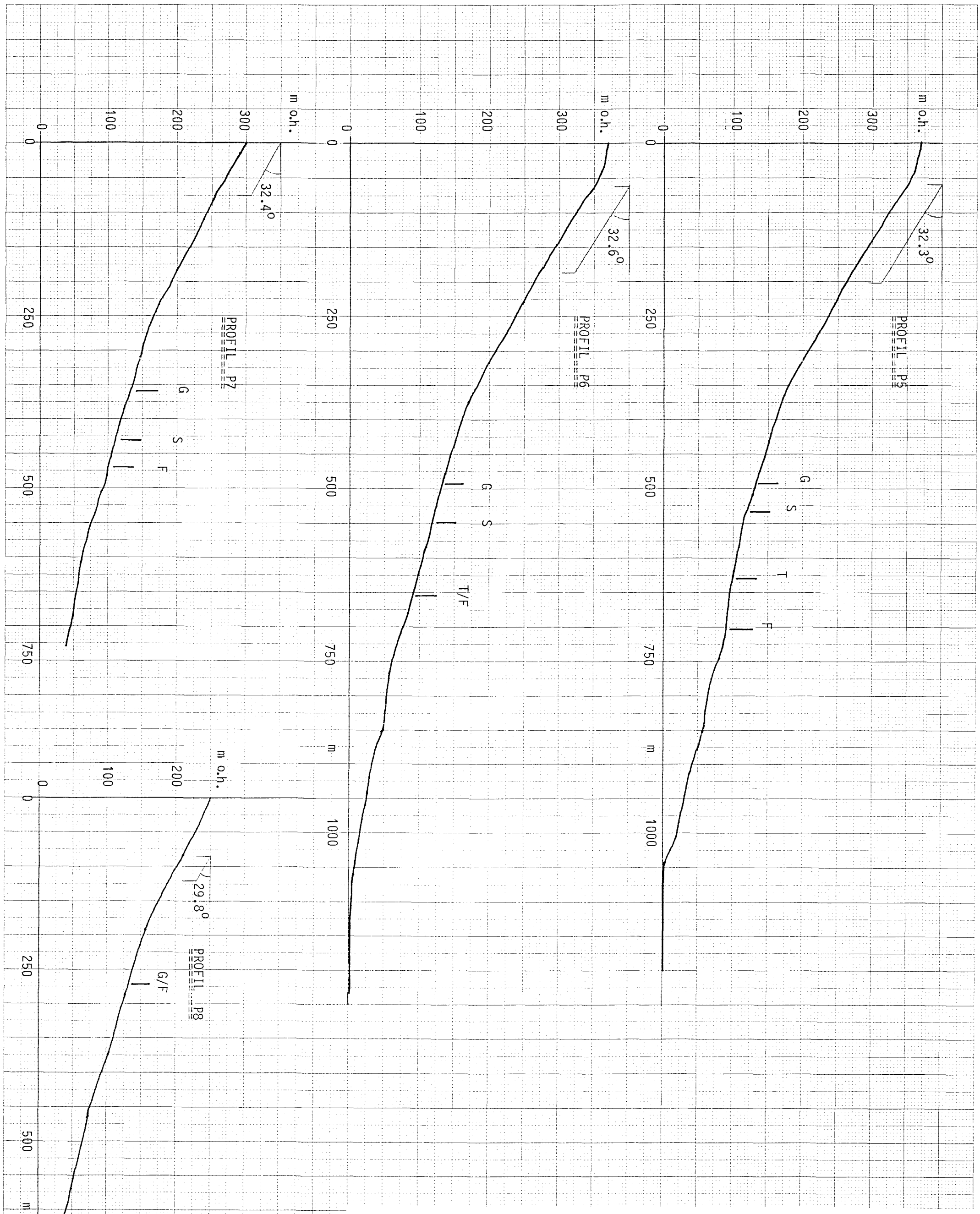
LONGYEARBYEN - GRUVEDALEN	Rapport nr. 924004-1	Figur nr. 4
PÅREGNELIGE MAKSIMALE NEDBØRMENGDER I LONGYEARBYEN (SKJÆRINGA) OG SVALBARD LUFTHAVN	Tegner EH	Dato 92-05-26
	Kontrollert SBa.	NGI
	Godkjent KH	



LONGYEARBYEN - GRUVEDALEN	Rapport nr. 924004-1	Figur nr. 5
A. Vindretning i nedbørsituasjonen	Tegner EH	Dato 92-05-26
B. Vindretning ved vindstyrke $\geq$ 5 m/s i nedbørsituasjonen	Kontrollert SBa.	NGI
C. Vindretning ved vindstyrke $\geq$ 5 m/s etter nedbørsituasjonen	Godkjent EH	
dg - Varighet av nedbørsituasjonen; mm - Total nedbør		



LONGYEARBYEN - GRUVEDALEN	Rapport nr. 924004-1	Figur nr. 6
Terrengprofil P1 - P4	Tegner EH	Dato 92-05-26
G - Øvre grense for planområdet S - Linje langs skråningsfoten T - Taubanen F - Faregrensa for skred M 1:5 000	Kontrollert	NGI
	Godkjent	



LONGYEARBYEN - GRUVEDALEN	Rapport nr. 924004-1	Figur nr. 7
Terrengprofil P5 - P8	Tegner EH	Dato 92-05-26
G - Øvre grense for planområdet S - Linje langs skråningsfoten T - Taubanen F - Faregrensa for skred M 1:5 000	Kontrollert SBa.	NGI
	Godkjent	

NORGES GEOTEKNISKE INSTITUTT
er en privat stiftelse etablert i 1953. NGI er et senter for forskning og rådgivning innen geofagene for nasjonale og internasjonale oppdragsgivere og har følgende kompetanseområder:

- Fundamenter og undergrunnsanlegg
- Marine konstruksjoner
- Bergrom og tunneler
- Dammer
- Sikring mot skred
- Miljøvern og miljøgeoteknologi
- Petroleumsreservoarmekanikk og boreteknologi
- Grunnundersøkelser og laboratorieundersøkelser
- Modell- og feltforsøk
- Måleteknisk instrumentering og tilstandskontroll

NORWEGIAN GEOTECHNICAL INSTITUTE
is an independent foundation established in 1953. NGI is a center for research and consulting in the geo-sciences with national and international clients. NGI has the following areas of expertise:

- *Foundations and underground structures*
- *Offshore and nearshore structures*
- *Rock engineering and tunnelling*
- *Dam engineering*
- *Avalanches, landslides and safety measures*
- *Environmental geotechnical engineering*
- *Petroleum reservoir- and drilling technology*
- *Site investigations and laboratory testing*
- *Model- and field testing*
- *Field instrumentation and performance evaluation*