NGI

Lia, Longyearbyen

Rutiner for akutt skredfarevurdering.
Forslag til hjelpemidler, observasjonsprogram, evaluering av innsamlede data og tiltak

904025-7 17 desember 1993

Oppdragsgiver: Svalbard Samfunnsdrift A/S

Kontaktperson: Kjell Onarheim
Deres ref.: Tlf. 23.08.1993

For Norges Geotekniske Institutt

Prosjektleder: Erik Hestnes

Kontroll utført av: 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

048 Bra Trykk AS

Sammendrag

Norges Geotekniske Institutt har på oppdrag fra Svalbard Samfunnsdrift A/S ved telefon av 23 august 1993 utarbeidet forslag til observasjons- og evalueringsprogram for akutt snøskredfare mot bebyggelsen i veg 226-230 i Longyearbyen.

Fjellsida ovafor veg 226-230 ligger i le for vind fra sektoren NØ-S. Spesielt den lavereliggende delen av fjellsida er et typisk leområde der snøskred forekommer hyppig. Det er likevel sjelden at snøskred vil nå helt ned til bebyggelsen. Kritiske værsituasjoner er tidligere anslått til å kunne inntreffe med gjennomsnittlig 5 års mellomrom, mens gjennomsnittlig gjentakelsesintervall for skadeskred er anslått til 20-30 år.

En analyse av værforholdene ved tidligere skredhendelser i området viser at snøskred kan inntreffe uten at det kommer nevneverdig med ny snø. Vurdering av akutt skredfare bør derfor baseres på observasjon av nedbør-, vind- og temperaturforhold, værprognoser, snøtilvekst, stabilitetsundersøkelser av snødekket og observasjon av skredhendelser.

Observasjon av nedbør-, vind- og temperatur bør skje i det aktuelle området. Aktuelle instrument og plasseringer er beskrevet. Instrumentene bør logges automatisk hvert 10ende minutt. Værprognoser bør innhentes daglig og helautomatisk fra DMNI.

Snøakkumulasjonen i fjellsida avleses på målestakene primært når det skjer godt dokumenterbare endringer i snøtilveksten. Stabilitetsundersøkelser av snødekket gjennomføres i forkant av værsituasjoner som kan medføre betydelig tilvekst av snø.

Det er viktig at feltdata innsamles rutinemessig, men det er sjeldne skredhendelser man skal varsle for, så det må utøves et strengt skjønn for når det er behov for feltobservasjoner.

Det er først og fremst fokksnøtransport fra sektoren NØ-S som vil endre stabiliteten/øke skredfaren i Lia. Store nedbørmengder og/eller temperaturstigning til over 0°C kan imidlertid også føre til snøskred.

Det "operative ansvaret" for all datainnsamling bør ligge hos èn person, mens vurdering av tiltak og praktiske oppgaver kan være fordelt på flere. Et nærmere definert "ansvarlig organ" bør ta stilling til hvilke tiltak som bør iverksettes dersom det er fare for at snøskred skal nå bebyggelsen. NGI kan bistå med råd om praktiske og faglige forhold, etter behov.

048 Bra-Trykk AS

INNHOLD

1. INNLEDNING

2. DE KLIMATISKE FORUTSETNINGENE FOR SNØSKRED I LIA

3. BASISOBSERVASJONER VED AKUTT SKREDFARE
   3.1 Værforhold
   3.2 Værprognoser (Meteogram)
   3.3 Snøakkumulasjon
   3.4 Stabilitetsvurdering
   3.5 "Samtidige skredhendelser"

4. INSTRUMENT OG INSTRUMENTPLASSERING
   4.1 Nedbørmåler
   4.2 Vindmålere
   4.3 Temperaturføler og trykkmåler
   4.4 Overføringsutstyr
   4.5 Anbefalt instrumentplassering

5. OBSERVASJONSPROGRAM

6. EVALUERING AV INNSAMLEDE DATA

7. OPERATIVE RUTINER OG FAGLIG ANSVAR

1. INNLEDNING

Snøskredfaren og aktuelle tiltak for å hindre ulykker ved veg 226-230 i Longyearbyen er vurdert i NGI-rapport 904025-2 datert 28.07.1992. Etablering av evakueringsrutiner er i rapporten beskrevet som et aktuelt tiltak for å øke sikkerheten til dem som bor i den potensielt skredutsatte bebyggelsen (Fig. 1-2, Foto 1-2).

To værsituasjoner i mars 1993 aktualiserte utarbeiding av et program for akutt skredfarevurdering (jfr. NGI-rapport 934037-1 datert 30.07.1993). Svalbard Samfunnsdrift A/S har således i august d.å. i samråd med NGI utplassert 10 målestaker i de aktuelle løsneområdene for snøskred ovafor bebyggelsen i Lia. Det ble videre avtalt at NGI skulle utarbeide et forslag til observasjons- og evalueringsprogram for akutt skredfare (ref. NGI-brev 904025 datert 23.08.1993).

2 DE KLIMATISKE FORUTSETNINGENE FOR SNØSKRED I LIA

Tidligere 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. Mellom snøfallene er likevel perioder med klart, kaldt vær, lite vind og sterk utstråling langt mer framtredende enn perioder med snødrift. I slike perioder dannes det ofte rimkrystaller på snøoverflata.

Snøfall i Longyearbyen starter ofte når det er vindstille, og man kan ha 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.

Løsneområdene i fjellsida ovafor bebyggelsen i veg 226-230 ligger i le for vind fra sektoren NØ-S. Spesielt den lavereliggende delen av fjellsida er et typisk leområde der snøskred forekommer hyppig.

Ved tidligere vurdering av skredfaren i planlagte utbyggingsområder i Longyearbyen har det først og fremst vært fokusert på skred utløst på grunn av stor nedbørintensitet, blant annet fordi de topografiske forhold i undersøkelsesområdene har vært slik at det har vært behov for betydelige snømengder for å få skred med lange utløp.

Varsling av skredfare på grunnlag av stor nedbørintensitet alene vil imidlertid ikke være tilstrekkelig i Lia. Her ligger terrengforholdene til rette for lange utløp selv med relativt liten nedbør. Spesielt dersom vind legger ut mye snø over et godt glisjikt i henget samtidig som snøen videre nedover er løs og lett.

At skred kan bli utløst i Lia ved lite nedbør illustrerer værobservasjonene ved de 4 skredhendelsene i nedenstående tabell. Skredet 19.11.91 er imidlertid vanskelig å forklare, ettersom vindretningen de to siste døgn sto mot skråningen. En mulig årsak kan være at snødekket er påført en belastning f.eks. av snøscooter.

Tabell 1. Meteorologiske forhold ved skredobservasjoner i Lia
(Observasjoner fra Svalbard Lufthavn)

Dato	Nedbør mm			Vind (retn./styrke) dekagrader/ m/s			Temp °C		
	24t	48t	120t	24t	48t	72t	24t	48t	72t
05.04.91	0.7	0.7	0.7	16/5	15/4.5	14/4.5	-7.6	-7.6	-7.6
19.11.91	0.5	2.6	2.7	30/3	27/4	→16/4.5	-3.1	-2.1	-2.1
05.11.92	3.7	4.0	7.2	15/8	15/7	16/6	-12.0	-12.0	-12.0
16.03.93	0.1	0.2	16.6	16/5	16/5	16/5	-6.0	-5.8	-5.4

Hovedårsaken til at snøskred inntreffer uten at det kommer nevneverdig med ny snø under arktiske forhold, er sannsynligvis hyppig forekomst av svært lett snø eller rimlag, og at sjiktene lettere forblir uforstyrret under pålagring av fokksnø ved slike forhold.

Det er likevel sjelden at snøforholdene vil ligge til rette for at snøskred skal nå helt ned til bebyggelsen. Gjentakelsesintervallet for slike skred er i NGI-rapport 904025-2 vurdert til å være 20-30 år i gjennomsnitt. Det ble videre anslått at værsituasjoner som skulle tilsi potensiell fare for skadeskred, vil inntreffe med gjennomsnittlig ca 5 års mellomrom.

3 BASISOBSERVASJONER VED AKUTT FAREVURDERING

I Longyearbyen bør evaluering av akutt skredfare baseres på observasjon av værforhold, værprognoser, snøtilvekst, stabilitetsvurdering av snødekket og samtidige skredhendelser.

3.1 Værforhold

De viktigste **værparametere** er **nedbør** (nysnøtilvekst, intensitet, varighet), **vind** (retning, styrke, varighet) og **temperatur** (endring/ variasjon).

NGI har innhentet synspunkt på i hvilken grad observasjonene på Svalbard Lufthavn kan brukes som mål for værforholdene i Lia både fra SSD A/S ved K. Onarheim, værtjenesten på Svalbard Lufthavn ved T. Mørk og ansatte ved Det norske meteorologiske institutt i Oslo. Alle er enige med NGI i at de lokale forskjellene kan være så store at en slik generell bruk av dataene fra Svalbard Lufthavn ikke vil gi et tilfredsstillende grunnlag for å vurdere akutt skredfare i det aktuelle området. I praksis betyr det at nedbør-, vind- og temperaturforhold må registreres på lokaliteter som er mer representative for forholdene i skredområdet.

Ved valg av **instrument og instrumentplassering** vil det være flere hensyn som må vurderes opp mot hverandre. Den optimale plassering vil kunne avvike fra den lokalisering som fra et operativt eller økonomisk synspunkt er mest hensiktsmessig. Likeledes kan allerede innkjøpt utstyr ha betydning for valg av løsninger og supplerende utstyr. Kanskje kan det også være fornuftig å plassere utstyret slik at det kan tjene flere formål. NGI har i pkt. 4 summert opp noen tanker om slike forhold.

3.2 Værprognoser (Meteogram)

Fire ganger i døgnet utarbeides det 2-døgns værprognoser (meteogram) for nedbør, temperatur, vind, trykk og skyforhold i området. Videre utarbeides det 5-døgns prognoser èn gang i døgnet (Vedlegg 1). Slike **værprognoser** vil vanligvis vise om det er et kritisk væromslag i vente, og de representerer et nyttige hjelpemiddel når man skal ta stilling til tiltak i forbindelse med akutte situasjoner.

Værtjenesten ved Svalbard Lufthavn har foreløpig bare hatt 2-døgns prognoser tilgjengelig, men dette kan endre seg. Det er for øvrig mulig å abonnere på slike prognoser direkte fra DNMI i Oslo. I så fall vil det være rasjonelt med daglig helautomatisk overføring via tele-nettet og modem tilknyttet en PC.

3.3 Snøakkumulasjon og nysnøtilvekst

Snøakkumulasjonen i de aktuelle løsneområdene er den viktigste faktor for stabilitetsutviklingen til snødekket. Målestaker er allerede utplassert og Svalbard Samfunnsdrift A/S har anskaffet en natt-kikkert (infrarød) av

048 Bra-Trykk AS

militær type for å kunne avlese målestakene i mørketida. Ved nedbør og snøfokk vil det imidlertid være vanskelig å observere snøtilveksten.

3.4 Stabilitetevurdering

Stabilitetsutviklingen i snødekket i Lia gjennom vintersesongen bør sjekkes med mellomrom (Foto 1). Dette kan gjøres i sjiktprofil gravd på sikre steder både i overkant av og rett nord for det potensielle løsneområdet. Stabilitesundersøkelsen bør utføres av den (de) samme person(er) hver gang. Sjiktprofilene bør tas langs profillinjer som merkes med staker. Derved får man god kontroll på de observasjoner som gjøres, og man kan grave i uforstyrret snø hver gang. NGI kan anvise sikre lokaliteter for graving av sjiktprofil i forbindelse med nødvendig feltopplæring.

Stabilitetsundersøkelser bør først og fremst gjennomføres i forkant av eventuelle kritiske vind- og nedbørsituasjoner. Videre vil det vanligvis være aktuelt å utføre slike dersom det skulle oppstå en akutt situasjon. Det er viktig at man systematisk noterer de observasjoner som gjøres i forbindelse med hvert sjiktprofil. NGI har hensiktsmessige notatbøker for dette formål (Vedlegg 2).

3.5 "Samtidige skredhendelser"

Den NV-vendte skråningen i Lia er spesielt utsatt for snøskred. Likevel kan det inntreffe snøskred i andre NV-vendte skråninger i nærområdet til Longyearbyen før (eller uten at) det går skred i Lia.

Når det observeres snøskred i skråninger som ligger i le for vind fra NØ-S så er det imidlertid et signal om at det høgst sannsynlig er ustabile forhold også i Lia. Slike **"samtidige skredhendelser"** vil normalt være det sikreste skredvarselet som kan gis for Lia. Informasjon om slike skredhendelser vil derfor være viktig for SSD A/S. Snøskred i skråninger som ligger i le for vind fra andre retninger sier derimot lite om risikoen for skred i Lia.

4 INSTRUMENT OG INSTRUMENTPLASSERING

Følgende instrumentering er ønskelig:

- Geonor T-200 nedbørmåler med vindskjerm
- Vindmåler hastighet og vindkast (10-minutt middel og maks)
- Vindretningsføler
- Temperaturføler

Instrumentene bør logges hvert 10-ende minutt og dataene lagres på PC på en slik måte at man enkelt kan gå tilbake å se på disse.

4.1 Nedbørmåler

NGI kan tenke seg følgende alternative plasseringer for nedbørmåleren:

1. I tilknyttningen til bebyggelsen i Lia.
2. På høvelig sted i nærområdet til Næringsbygget.
3. På Skjæringa eller annet sted anvist av Det norske meteorologiske institutt, for sambruk med sistnevnte.

Ved alle plasseringer vil signalene måtte overføres til SSD A/S. Ved lokalisering 2 vil det kanskje være mulig å bruke kabel for overføring. Ved de andre plasseringene vil alternativene trolig være radiosender eller telefonlinje. Ved eventuell sambruk med DNMI vil det rimeligvis bli snakk om en fordeling av kostnadene ved etablering og drift av utstyret. DNMI vil også ha behov for temperaturføler montert nær nedbørmåleren.

Uansett sambruk med DNMI eller ikke, kan det være fornuftig å spørre for eksempel T. Mørk ved værtjenesten på Svalbard Lufthavn, om han kan finne egnede steder for plasseringer av nedbørmåler i Lia og ved Næringsbygget. Videre bør han vurdere om det vil være forskjeller av betydning i observert nedbørmengde mellom de tre aktuelle lokalitetene, og spesielt ved vind fra sektoren NØ-S.

Sambruk med DNMI er nevnt i denne sammenheng fordi DNMI er svært interessert i å ta opp igjen nedbør og temperaturmålinger i Longyearbyen. De ønsker slike data, i det minste for en periode, blant annet for å kunne etablere en kontinuerlig målerekke for stedet basert på data fra Svalbard Lufthavn og andre stasjoner på Svalbard. For øvrig er det nettopp denne type parallelle data for Longyearbyen og Svalbard Lufthavn NGI har savnet i forbindelse med flere av våre tidligere oppdrag for SSD A/S.

Ved DNMI er det en faggruppe på 3 personer som arbeider med denne type problem relatert til Svalbard. Kontaktperson ved DNMI vil eventuelt være Per Øyvind Nordli.

4.2 Vindmålere

NGI kan tenke seg følgende alternative plasseringer for vindmålere:

1. Øst for skredområdet nær toppen av skitrekket.
2. På høvelig sted i nærområdet til Næringsbygget, f.eks. taket.

Den ideelle plassering av utstyr for observasjon av vindretning i tilknytning til skredområdet i Lia, er innafor toppen av skråningen. Nær toppen av skitrekket står det muligens en gammel telefonstolpe eller liknende som kan benyttes til formålet (Foto 1, Fig. 2). Plassering av vindmålerne her, vil rimeligvis måtte medføre overføring av data til Næringsbygget via radiosender. Dersom denne lokaliteten kan bli valgt, vil det være interessant om man samtidig kan lagre vindregistreringer fra det eksisterende måleutstyret på Næringsbygget.

Ved lokalisering av vindmålingsutstyr i nærområdet til Næringsbygget (2) vil det rimeligvis være mulig å bruke kabel for signaloverføring til SSD A/S. Dersom det eksisterende vindmålerutstyret på taket av bygget kan registrere vindretningen og den ønskede middel- og maks vind i 10-minutters intervaller, vil det være aktuelt å bruke dette. Hvis ikke bør det suppleres med vindmålere som gir slik informasjon.

Plasseringen av eksisterende og eventuelt nytt vindmålerutstyr, bør også vurderes nærmere (ref. J. G. Dørmenen). T. Mørk kan sannsynligvis gi råd om plasseringen.

4.3 Temperaturføler

Temperaturføler kan med fordel plasseres i tilknytning til vindmålerutstyret slik at sensor scanning og overføring kan organiseres mest mulig rasjonelt.

4.4 Overføringsutstyr

Valg av overføringsutstyr fra instrument til PC vil avhenge av hvor instrumentene plasseres, og hvilke utstyrsmerker/leverandører man velger.

Dersom den eksisterende vindmåler kan gi de ønskede 10-minutters verdiene ville det være ønskelig å integrere dataene fra denne med dataene fra de øvrige målerne. I så fall må man velge utstyr som gjør dette mulig. Alternativet er å logge og lagre dataene fra denne vindmåleren separat, med en liten tidsforskyvning til loggingen av de øvrige instrumentene.

NGI og DNMI har relativt gode erfaringer med programvare, instrument og overføringsutstyr fra Aanderaa Instruments A/S når det gjelder innsamling av de data det her er tale om. Man kan i så fall velge deres 12-kanalers Data Scanning Unit, og bruke en 12 volts strømkilde for å avlese instrument som står slik til at de ikke kan tilknyttes lysnettet.

048 Bra-Trykk AS

Geonor nedbørmåler kan tilknyttes Aanderaa-utstyret ved hjelp av en omformer (2 x 10 Bit serielt skiftregister).

Instrument og overføringsutstyr fra andre forhandlere kan imidlertid være minst like bra, men ofte også noe mer kostbart.

Når det gjelder oppsetting av Geonor nedbørmåler og vindskjerm, så har DNMI utviklet spesielle festeanordninger som de har benyttet på trestolper satt ned i permafrosten. DNMI lager selv slike festeanordninger og de har tegning(er) som viser utførelsen.

4.5 Anbefalt instrumentplassering

NGI vil primært anbefale følgende instrumentplasseringer:

1. **Nedbørmåler.**
   Nedbørmåler foreslås plassert etter nærmere råd fra T. Mørk. Dersom sambruk med DNMI er aktuelt bør man vurdere om DNMI og SSD A/S kan bruke samme nedbørmåler (lokalitet).

2. **Vindmålere.**
   a. Målere for vindhastighet og retning plasseres øst for skredområdet nær toppen av skitrekket. T. Mørk rådspørres om lokaliseringen. Signaloverføringen testes før plassering foretas.
   b. Plasseringen av eksisterende vindmåler på Næringsbygget justeres etter råd fra T. Mørk. Måleren logges hvert 10-minutt, enten separat eller integrert med de andre målingene.

3. **Temperatur**
   Temperatur plasseres sammen med vindmålerutstyret og logges samtidig med dette.

4. **Andre målere.**
   DNMI vil f.eks. ha behov for en temperaturføler knyttet til sine registreringer av nedbørdata. Dersom det ellers er ledige kanaler kan man supplere med andre målere etter ønske.

5 OBSERVASJONSPROGRAM

Det er viktig at innsamling av informasjon skjer rutinemessig, men også med minst mulig arbeidsinnsats. Det betyr at man må utøve et strengt skjønn for når det er behov for "neste observasjon".

"Neste observasjon" bør imidlertid gjennomføres i forkant av værsituasjoner som kan medføre betydelig tilvekst av snø i løsneområdet, slik at man har kontroll med snødekkets status før slike endringer. Derved vil man etterpå også kunne fastslå hvilke endringer som fant sted. Alle observasjoner vedrørende vær- og snøforhold noteres.

Det "operative ansvaret" for all datainnsamling bør ligge hos èn person, mens vurdering av tiltak og praktiske oppgaver kan være fordelt på flere.

Meteogram, observasjonsskjema, kopi av snøobservasjonsnotat m.v., som ikke automatisk lagres i datamaskin, bør arkiveres samlet og lett tilgjengelig for bruk ved eventuelle akuttvurderinger.

NGI vil primært anbefale følgende datainnsamlingsrutiner:

1. Nedbør-, vind-, temperatur-data logges automatisk hvert 10ende minutt og lagres i masselageret på PC.
   Dataene bør kunne listes ut på skriver etter behov.

2. Abonnement på daglig helautomatisk overførte 2 og 5-døgns værprognoser (meteogram) fra DNMI til egen PC, f.eks. klokken 0700. Mulighet til å oppdatere disse seinere på dagen dersom vind- eller nedbørforhold tilsier at dette er ønskelig.

3. Snøakkumulasjonen i fjellsida avleses på målestakene primært når det skjer godt dokumenterbare endringer i snøtilveksten.
   Alle observasjoner registreres i måleskjema (Vedlegg 3).

4. Alle pålitelige skredobservasjoner i Longyearbyens nærområde registreres med observatørens navn, dato, klokkeslett, lokalisering og ca høgdenivå (Vedlegg 3).

5. Stabilitetsundersøkelse av snødekket gjennomføres i forkant av værsituasjoner som kan medføre betydelig tilvekst av snø i Lia, Eventuelt også under eller like etter spesielle værsituasjoner. Sjiktprofilene tas på sikre steder i overkant av og rett nord for det potensielle løsneområdet. Lokalitetene merkes med staker.
   En fast person bør ha feltansvaret.
   Kopi av observasjonsnotat oppbevares sammen med øvrige data.

048 Bra-Trykk AS

6 EVALUERING AV INNSAMLEDE DATA

Innsamlingen av ovennevnte data tjener to hovedformål:

1. De gir grunnlag for en løpende vurdering av om en kritisk skred-situasjon kan komme til å utvikle seg de nærmeste døgn.
2. De gir basisinformasjon av stor betydning ved vurdering av skred-fare og tiltak i forbindelse med en eventuell kritisk situasjon.

Dataene er hjelpemidler for å vurdere disse forhold så godt som mulig. De gir ikke et eksakt svar, men må tolkes. De dokumenterte skred-hendelsene i Tabell 1, viser imidlertid at det er vanskelig å varsle skredfare under de klimaforhold som man har i Longyearbyen. Skred kan forekomme selv ved lite nedbør og vind.

Værsituasjoner som skulle tilsi potensiell skredfare for bebyggelsen antas imidlertid som nevnt bare å ville forekomme med ca 5 års mellomrom, mens den reelle fare er enda mindre. Siktemålet er med andre ord ikke å varsle ethvert skred i Lia.

NGI vil foreslå følgende bruk av dataene for skredvarsling:

1. Nedbør-, vind- og temperatur-dataene sammen ned værprognosene, gir basisinformasjon om været.

2. Snøakkumulasjonsmålingene og stabilitetsundersøkelsene av snø-dekket i Lia, samt observasjoner av eventuelle skred i nærområdet til Longyearbyen, gir basisinformasjon om snøforholdene.

3. **Det er først og fremst fokksnøtransport fra sektoren NØ-S som vil endre stabiliteten/øke skredfaren i Lia.**

4. **Store nedbørmengder og/eller temperaturstigning til over 0°C, kan imidlertid også føre til at snøskred blir utløst.**

5. Dersom det finnes et svært ustabilt sjikt i snødekket i Lia, skal det liten ytre påvirkning til før det kan bli utløst skred.

6. Dersom det i snødekket er mindre utpregede glisjikt vil intensitet og varighet av vind/snøakkumulasjon ha betydning for stabilitets-utviklingen i løsneområdet.

7. Dersom det hverken finnes ustabile sjikt i snødekket eller finnes rimkrystaller/løs snø på snøoverflata, før et omslag til nedbør eller fokksnøtransport fra NØ-S, vil NGI anslå nødvendig

snøakkumulasjon i Lia til minimum 50 cm i løpet av 2 døgn før det eventuelt oppstår fare for skred som kan nå bebyggelsen.

7. Dersom det i værsituasjoner med nedbør og fokksnøtransport fra NØ-S er perioder med lite eller ingen vind, vil det kunne dannes svake sjikt i den fokksnøen som akkumuleres i fjellsida.

8. Dersom det går snøskred i annen skråning som ligger i le for vind fra sektoren NØ-S, så er det sannsynligvis akutt skredfare i Lia.

Det er viktig å være klar over at det kan være vanskelig å identifisere ustabile lag i snødekket ved punktundersøkelser. Sjiktprofil med testing av snødekkets stabilitet er imidlertid det eneste som kan avsløre kritiske glidelag, ved siden av observasjon av skredhendelser i skråninger med samsvarende eksposisjon.

7 OPERATIVE RUTINER OG FAGLIG ANSVAR

Det er tidligere nevnt at det "operative ansvaret" for datainnsamlingen bør ligge hos èn person, mens vurdering av tiltak og praktiske oppgaver kan være fordelt på flere.

Faglige vurderinger vil skje på ulike nivå og ha forskjellig karakter. I enkelte sammenheng kan det være aktuelt å konsultere personer utafor SSD A/S, f.eks. ved værtjenesten på Svalbard Lufthavn eller NGI.

Dersom en faglig vurdering tilsier at det er potensiell fare for snøskred mot bebyggelsen vil det være naturlig om et nærmere definert ansvarlig organ tar stilling til hvilke tiltak som eventuelt skal settes i verk.

NGI vil foreslå følgende operative organisering:

1. Den som har "det operative ansvaret" (koordinator) vurderer daglig, på bakgrunn av værforholdene og foreliggende data, om det er behov for avlesning av målestaker og stabilitetsundersøkelser av snødekket.

2. Koordinator bør ha f.eks. to faste personer som holdes orientert og eventuelt kan konsulteres, om alle forhold vedrørende datainnsamling og løpende vurderinger av operativ art og skredfare.

3. De som har det praktiske ansvar for hhv. snødekkeundersøkelsene og avlesningen av målestakene skal kunne bistå med råd.

4. Det avtales/formaliseres et samarbeid med værtjenesten på Svalbard Lufthavn, spesielt med tanke på bistand til å vurdere eventuelle kritiske endringer i værforholdene.

5. NGI konsulteres om praktiske og faglige forhold, etter behov.

6. Et nærmere definert ansvarlig organ tar stilling til hvilke tiltak som bør iverksettes dersom det er potensiell fare for at snøskred skal nå bebyggelse. NGI vil formode at Sysselmannen, som øverste politimyndighet på Svalbard, og verneleder i Svalbard Samfunnsdrift A/S, bør være med i det organ som tar slike avgjørelser.

048 Bra-Trykk AS

LISTE OVER VEDLEGG

Vedlegg 1 Eksempler på værprognoser (Meteogram).

Vedlegg 2 Hjelpemidler for feltbruk. (Vil bli forenklet)

Vedlegg 3 Registreringsskjema for stakemålinger og snøskred

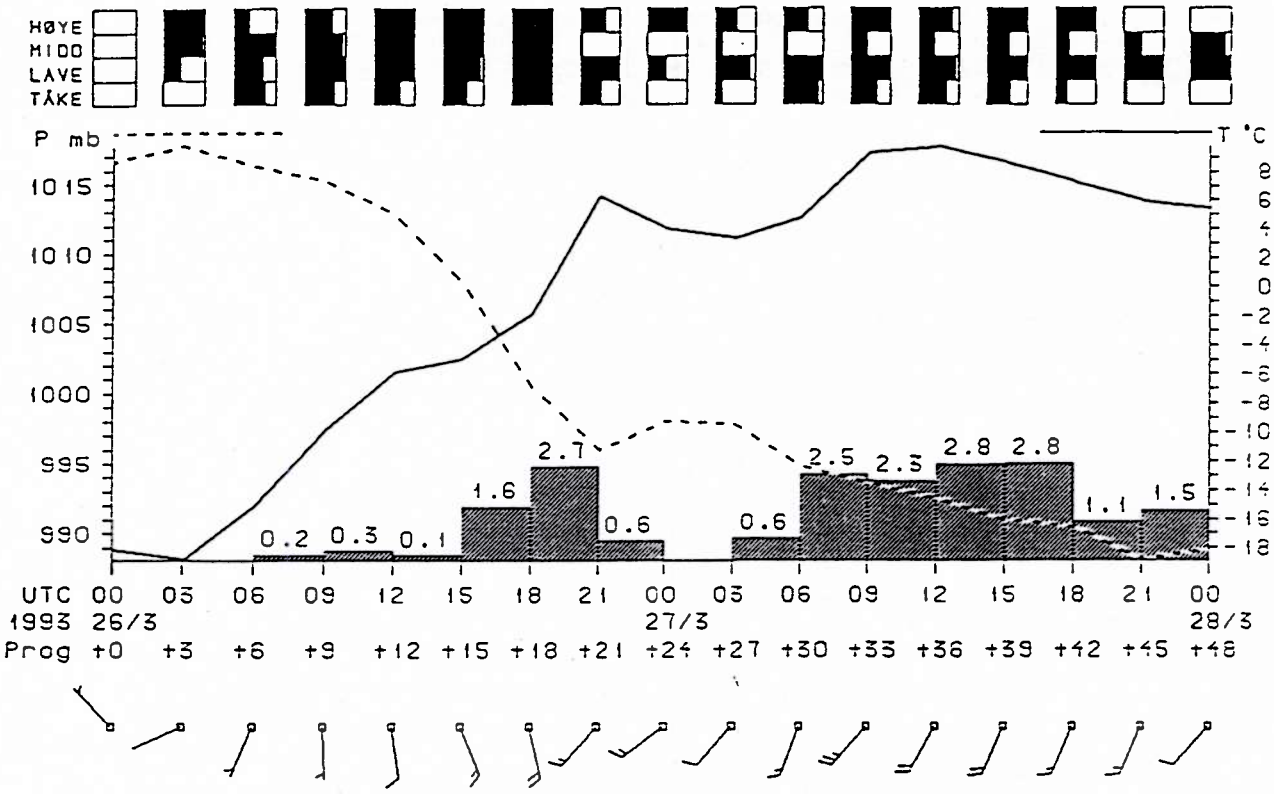
Vedlegg 4 Foto og figurer

Vedlegg 1

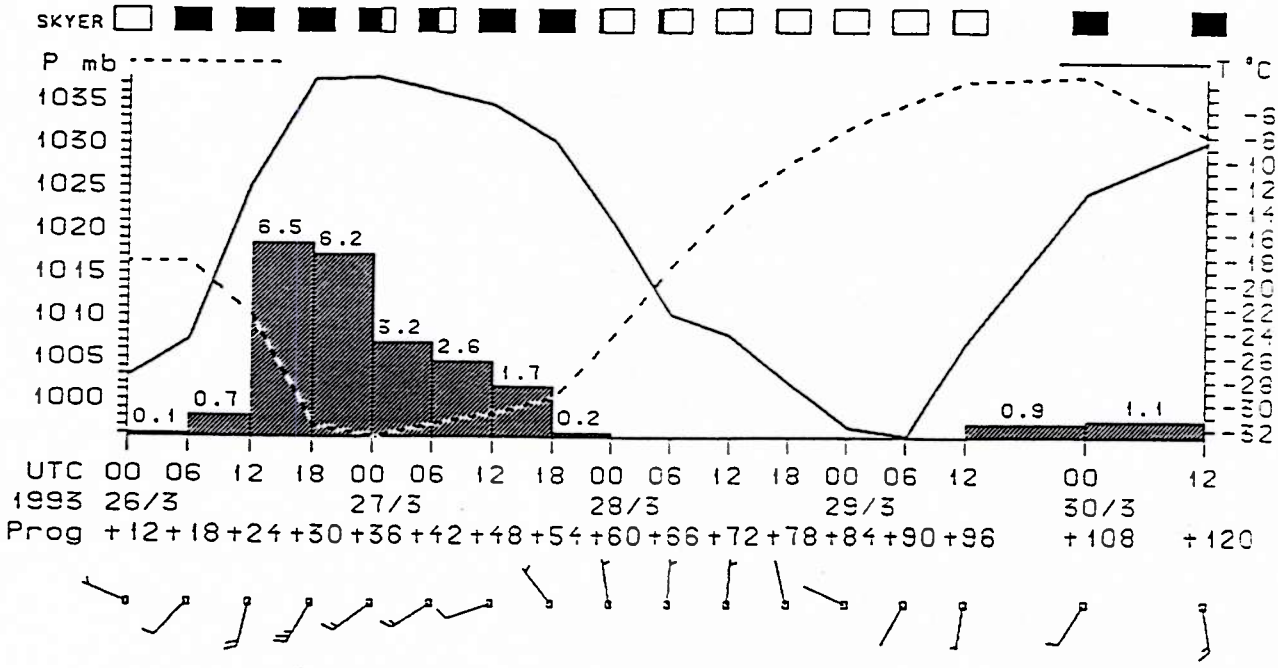
Værprognoser (Meteogram fra DNMI).

2-døgn Longyearbyen og Svalbard Lufthavn
5-døgn Longyearbyen

048 Bra-Trykk AS

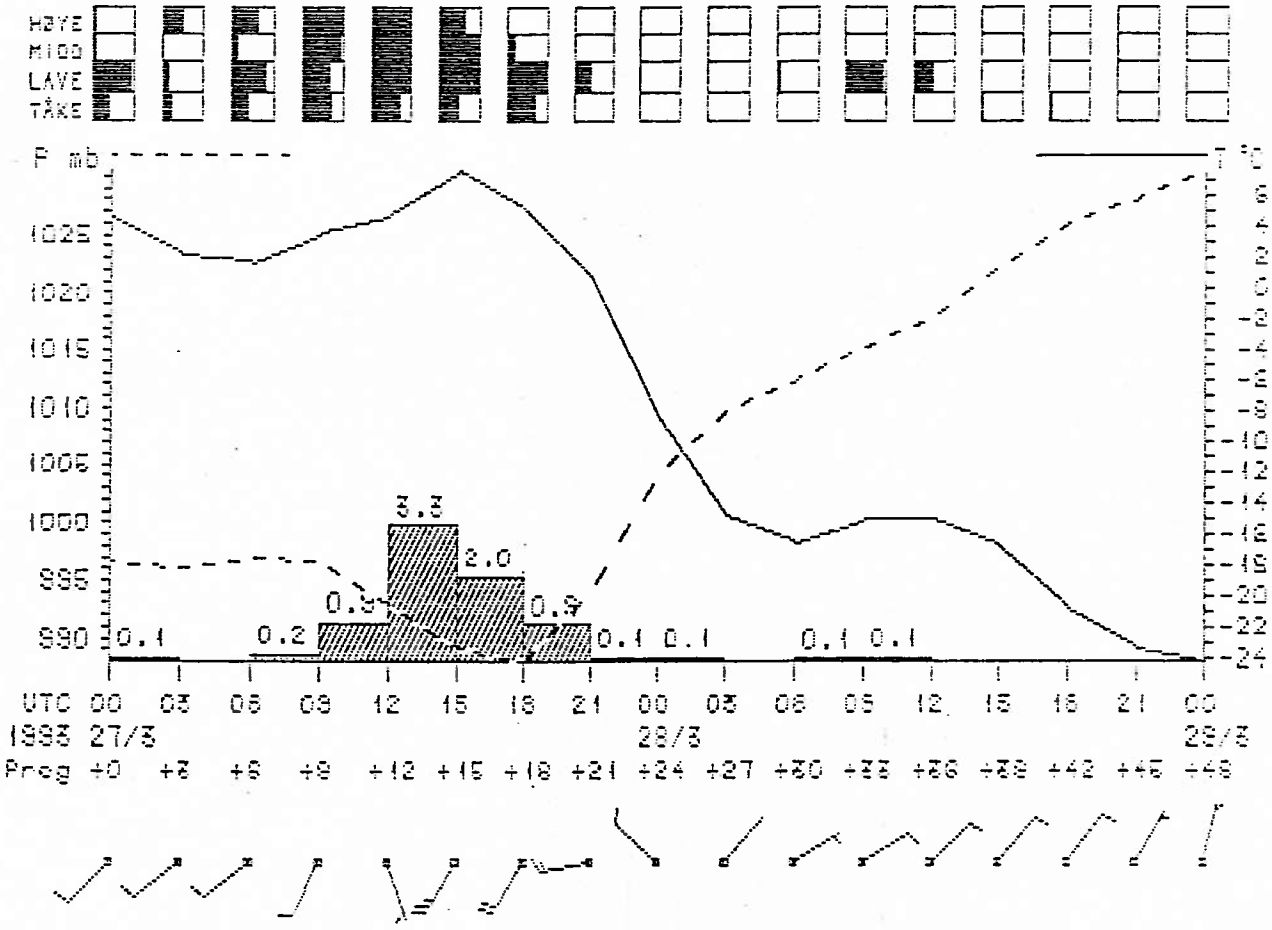


SVALBARD LUFTHAVN *K1
--- METEOGRAM --- DNMI LAMSOS ---
TEMPERATUR-PROG. KORR. MED K1=KALMAN-FILTER, H1=HØYDE-FORMEL



LONGYEARBYEN
--- METEOGRAM --- ECMWF ---

048 Bra-Trykk AS



LONGYEARBYEN #K1
--- METEOGRAM --- DNMI LAMBCE ---
TEMPERATUR-PROG. KORR. MED K1=KALMAN-FILTER, H1=HØYDE-FORMEL

Vedlegg 2

Hjelpemidler for feltbruk

- **Kopi av notatbok for feltbruk (obs. vil bli redusert)**
- **Klassifikasjonsbeskrivelse for snø**
  (hardhet, kornstørrelse, kornform, fritt vann)

048 Bra-Trykk AS

048 Bra-Trykk AS

LOCATION:
OBSERVERS:
DATE:
TIME:
ELEVATION:
ASPECT:

SKY:
PRECIP:
WIND:
AIR TEMP:

PIT ∠ :
AVI ∠ :
FOOT PEN:
SKI PEN:
SFC TYPE:

OBSERVED SLIDES:

EST. INSTABILITY:

LAYERS cm	HARDNESS	CRYSTAL/ GRAIN TYPE	GRAIN SIZE	SHOVEL TEST	DENSITY kg/m³	WETNESS	TEMPERATURE cm °C	COMMENTS

Tabell 6 Klassifikasjon av snø. Hardhet.

Betegnelse (etter håndtest)	Rammotstand i kg	Styrke ($Pa, \frac{N}{m^2}$)	Tall kode	Grafisk symbol
meget løs (knytteneve)	0 - 2	$< 10^3$	1	
løs (4 fingre)	2 - 15	10^3-10^4	2	
middels hard (1 finger)	15 - 50	10^4-10^5	3	
hard (blyant)	50 - 100	10^5-10^6	4	
meget hard (kniv)	> 100	$> 10^6$	5	
kompakt (is)		ca. $1,1 \cdot 10^6$	6	

Tabell 7 Klassifikasjon av snø. Kornstørrelse.

Betegnelse	Tallkode	Gradering (midlere diameter i mm)
meget fin	1	< 0,5
fin	2	0,5 - 1,0
middels	3	1,0 - 2,0
grov	4	2,0 - 4,0
meget grov	5	> 4,0

Tabell 8 Klassifikasjon av snø. Kornform.

Beskrivelse	Tall kode	Grafisk symbol
- krystaller nær sin opprinnelige form (Tallkode 1-7 i pkt. 2.2))	1	+ +
- uregelmessige avrundete former med forgreininger - første stadium av nedbrytende omvandling	2	/ \ /
- avrundete isometriske korn - sluttstadiet av nedbrytende omvandling - eller vindpåvirkete krystallformer	3	• •
- korn med plane flater - første stadium av oppbyggende omvandling (kantkornet)	4	⊏ ⊏
- hulformer - sluttstadiet av oppbyggende omvandling (begerkrystaller, rennsnø)	5	∧ ∧
- runde smelteformer - eventuelt med etterfølgende sammenfrysing	6	o o
- rim	7	∨ ∨

Tabell 9 Klassifikasjon av snø. Fritt vanninnhold (fuktighet).

Betegnelse	Egenskap	Tall-kode	Grafisk symbol
tørr	- snøtemperatur ≤ 0°C - kan ikke kittes sammen	1	
svakt fuktig	- vann kan ikke merkes - kan til en viss grad kittes sammen	2	
fuktig	- vann kan merkes, men ikke presses ut - kan lett kittes sammen (kram)	3	
våt	- vann kan presses ut	4	
meget våt	- vann renner ut (vass-trukken, sørpeaktig)	5	

Vedlegg 3

Registreringsskjema for stakemålinger og snøskred

048 Bra-Trykk AS

Registreringsskjema for stakemålinger og snøskred

MÅLESTAKE Snøhøgde cm												SKREDOBSERVASJON		
Dato	kl.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Dato	kl.	Lokalitet

Vedlegg 4

Foto og figurer

INNHOLD

Foto 1 - 2

Figur 1 Kart M 1:100.000
Undersøkelsesområdets beliggenhet

Figur 2 Kart M 1:5.000
Skredområdet og aktuelle instrumenplasseringer

048 Bra-Trykk AS

Foto 1 Lia, Longyearbyen 12. juni 1991. Skredet 5. april s.å.
Tilnærmet plassering av målestenger og felt for sjiktprofil.

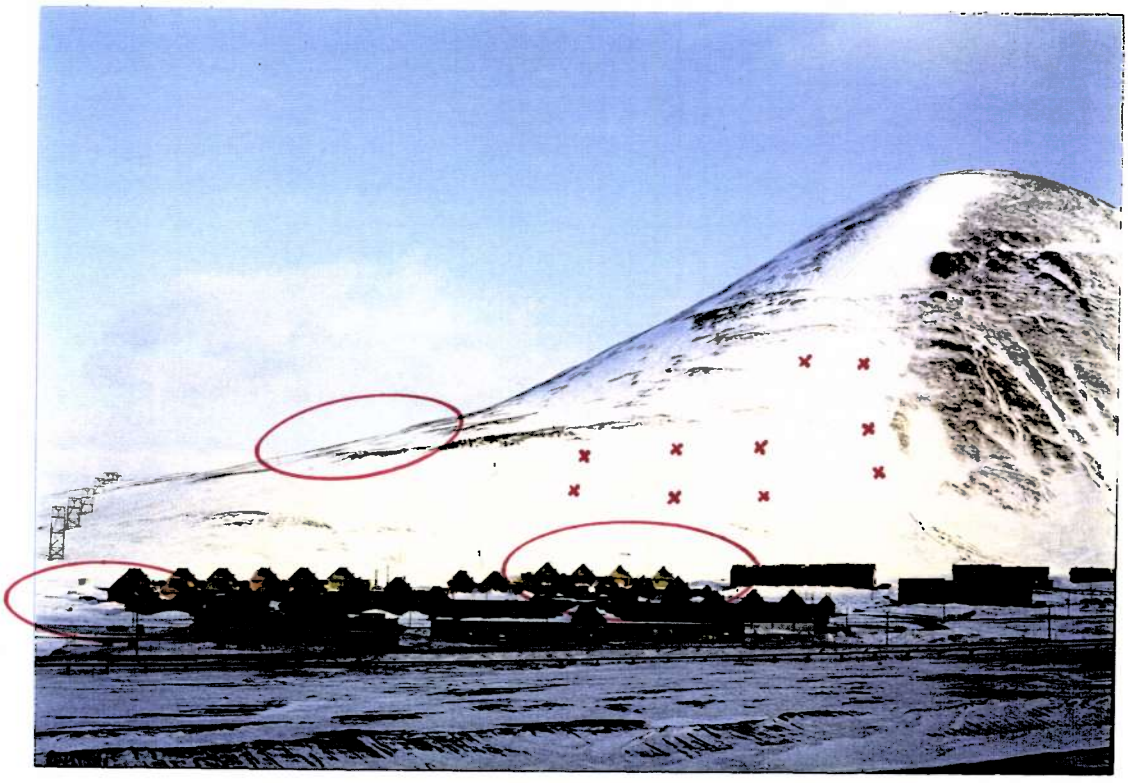
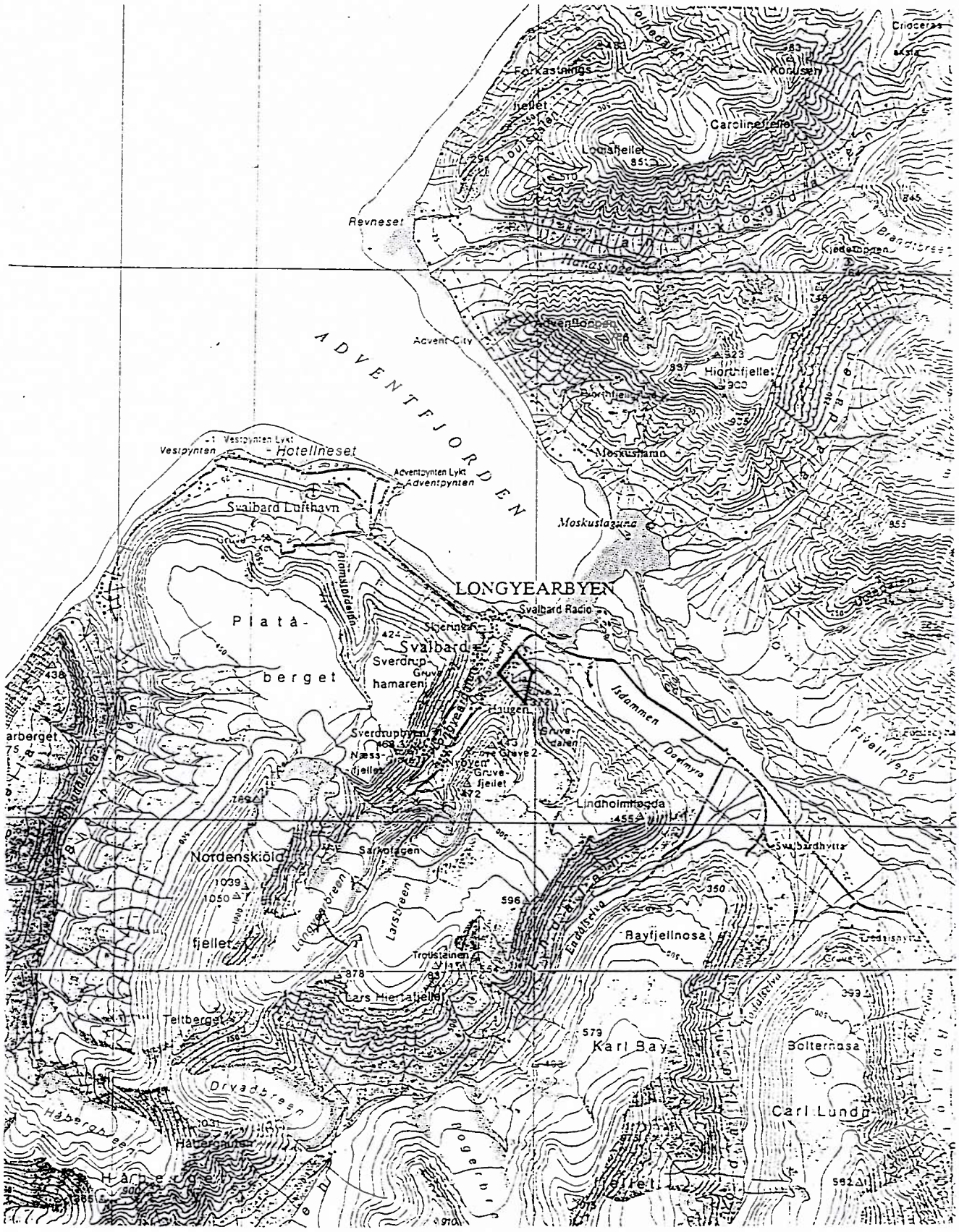
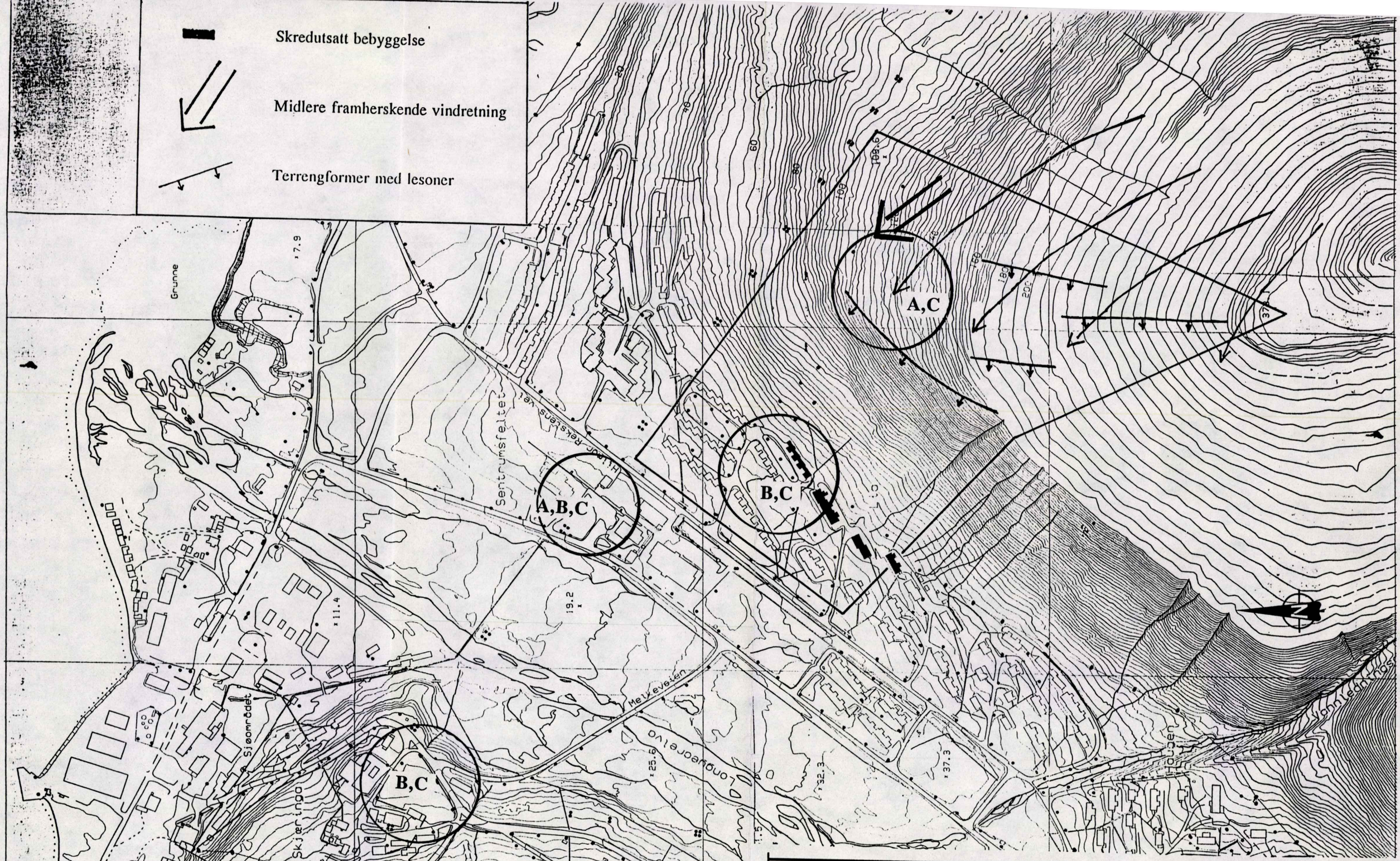


Foto 2 De potensielle løsneområder for snøskred ovafor bebyggelsen i Veg 226-230. (Foto 24. april 1992.)
Aktuelle områder for vindmålere og nedbørmåler.



LIA, LONGYEARBYEN	Rapport nr. 904025-7	Figur nr. 1
UNDERSØKELSESOMRÅDETS BELIGGENHET	Tegner EH	Dato 93-12-17
M 1:100.000	Godkjent	NGI
	Kontrollert	



LIA, LONGYEARBYEN	Rapport nr. 904025-7	Figur nr. 2
AKTUELLE OMRÅDER FOR INSTRUMENTPLASSERING	Tegner EH	Dato 93-12-17
A - Vindmålere, B - Nedbørmåler, C - Temperaturføler	Godkjent	
Målestokk 1: 5 000	Kontrollert SBa.	NGI

Dokumentkontrollside

NGI

Oppdragsgiver/Prosjekt	Svalbard Samfunnsdrift A/S	☒ NS-ISO 9001 ○ NS-ISO 9002 ○ NS-ISO 9003 ○ Egen kontroll
Kontraktnr.	KO tlf. 23.08.1993	Sign. .....
NGIs prosjektnr.	904025	
Dokumenttittel	Lia, Longyearbyen Rutiner for akutt skredfarevurdering. Forslag til hjelpemidler, observasjonsprogram, evaluering av innsamlede data og tiltak.	Dokument nr. 904025-7
Utarbeidet av	Erik Hestnes	Dato 93-12-17

Skal kontrolleres av: Sign.	Kontrolltype	Dokument		Revisjon 1		Revisjon 2	
		Godkjent		Godkjent		Godkjent	
		Dato	Sign.	Dato	Sign.	Dato	Sign
	Helhets-vurdering*						
SBa	Språk	20/12-93	SBa.				
SBa	Logisk	20/12-93	SBa.				
	Teknisk - skjønn						
SBa	- total	20/12-93	SBa.				
SBa	- tverrfaglig	20/12-93	SBa.				
SBa	Utforming	20/12-93	SBa.				
EH	Slutt	20/12-93	EH				
JS	Kopiering	21/12-93	JS				

Kommentarer:

Dokument godkjent for utsendelse	Dato 93-12-20	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.* 904025-7

Rapporttittel / *Report title*
Lia, Longyarbyen
Rutiner for akutt skredfarevurdering.
Forslag til hjelpemidler, observasjonsprogram, evaluering av innsamlede data og tiltak.

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*
1993-12-20

Revisjon / *Revision*

Sider / *Pages*

Emneord / *Keywords*

Hazard evaluation, meteorological data, instrumentation, snowpack, snow avalanches, safety measures

Geografiske opplysninger / *Geographical information*

Landområder / *Onshore*

Land, fylke / *Country, County* Norway, 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

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

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

NORWEGIAN GEOTECHNICAL INSTITUTE
is an independent foundation established in 1953. NGI is a national and international center for research and consulting in the geosciences. 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 mechanics and borehole technology*
- *Site investigations and laboratory testing*
- *Model and field testing*
- *Field instrumentation and performance evaluation*

NGI

Norges Geotekniske Institutt

Norwegian Geotechnical Institute

Sognsveien 72, Postboks 3930 Ullevål Hageby, N-0806 Oslo, Norway
Tlf.: (+47) 22 23 03 88, Telex: 19 787 ngi n, Fax: (+47) 22 23 04 48