NGI

INTERN RAPPORT

ARKTISK GEOTEKNIKK OG FUNDAMENTERING

GEOMORFOLOGISK KARTLEGGING AV OVERFLATESTRUKTURER I LONGYEARBYEN, SVALBARD

AV

KARSTEIN LIED OG ERIK HESTNES

52703-1 25. JANUAR 1986

Norges Geotekniske Institutt

INTERN RAPPORT

ARKTISK GEOTEKNIKK OG FUNDAMENTERING

GEOMORFOLOGISK KARTLEGGING AV OVERFLATESTRUKTURER I LONGYEARBYEN, SVALBARD

AV

KARSTEIN LIED OG ERIK HESTNES

52703-1 25. JANUAR 1986

INTERN RAPPORT

ARKTISK GEOTEKNIKK OG FUNDAMENTERING.

GEOMORFOLOGISK KARTLEGGING AV OVERFLATE-STRUKTURER I LONGYEARBYEN, SVALBARD.

av

Karstein Lied og Erik Hestnes

52703-1 25.januar 1986

KONKLUSJON OG SAMMENDRAG

HENSIKTEN MED DETTE PROSJEKTET HAR VÆRT Å UNDERSØKE FORMER OG DETALJSTRUKTURER I TERRENGOVERFLATEN I ET OMRÅDE PÅ SVALBARD FOR Å FINNE EVENTUELLE SAMSVAR MELLOM GRUNNFOR-HOLDENE OG TERRENGOVERFLATENS BESKAFFENHET.

SPESIELT HAR DET VÆRT ET SIKTEMÅL Å UNDERSØKE OM FINKORNETE JORDARTER DER DET KAN AKKUMULERES MYE JORDBUNNSIS, GIR OPPHAV TIL KARAKTERISTISKE OVERFLATEFORMER. SÅFREMT SÆREGNE OVERFLATEFORMER UTVIKLES DER DET FINNES MYE JORDBUNNSIS VIL KUNNSKAP OM DISSE OVERFLATEFORMENE VÆRE NYTTIG VED FUNDAMENTERINGSARBEIDER.

Skj nr.091 Juni 83.5000.Reclamo

Norges Geotekniske Institutt

Postadresse:	Kontoradresse:	Telegramadresse:	Telefon:	Telex:
Postboks 40 Tåsen Oslo 8	Sognsveien 72	GEOTEKNIKK	(02) 23 03 88	19787 ngi n

NGI

UNDERSØKELSENE VISER AT DET ER EN TYDELIG SAMMENHENG MELLOM STØRRE TREKK I LANDFORMENE, LANDFORMENES UTVIKLING (GEOMORFOLOGI) OG GRUNNFORHOLDENE. KJENNSKAP TIL ET LANDOMRÅDES UTVIKLING ETTER ISTIDEN OG TIL DE PROSESSER SOM VIRKER I UTFORMINGEN AV LANDSKAPET I STRØK MED PERMAFROST VIL SÅLEDES VÆRE TIL HJELP I FORBINDELSE MED GRUNNARBEIDER OG VALG AV FUNDAMENTERINGSLØSNINGER.

PÅ DEN ANNEN SIDE ER DET IKKE NOEN GOD SAMMENHENG MELLOM DETALJSTRUKTURENE I OVERFLATEN OG ISFORHOLDENE ØVERST I PERMAFROSTEN. MED DETALJSTRUKTURER MENES JORDSIGVALKER, POLYGONER, SIRKLER, TUER, STRIPER OG LIGNENDE STRUKTURJORDSFORMER SOM ER KARAKTERISTISK FOR ARKTISKE STRØK. FOR DISSE SMÅFORMENES VEDKOMMENDE BLE DET FUNNET BÅDE MYE OG LITE IS I BAKKEN UTEN AT DET SAMTIDIG KUNNE PÅVISES NOEN SYSTEMATISK FORSKJELL I OVERFLATEFORMENES UTSEENDE.

GRUNNNFORHOLDENE I LONGYEARBYEN ER I STOR GRAD DOMINERT AV LONGYEARELVENS TIDLIGERE MARINE AVSETNINGER, DAGENS ELVE-AVSETNINGER, OG AV SKRÅNINGSPROSESSENE. DE RESULTATENE SOM ER PRESENTERT I DENNE RAPPORTEN VIL SANNSYNLIGVIS OGSÅ GJELDE I ANDRE OMRÅDER PÅ SVALDBARD MED TILSVARENDE GEOMORFOLOGI.

FOR Å UTVIDE KUNNSKAPENE OM GRUNNFORHOLDENE PÅ SVALBARD GENERELT, VIL DET VÆRE AV VERDI AT EVENTUELLE LIGNENDE FREMTIDIGE UNDERSØKELSER BLIR FORETATT I ANDRE TYPEOMRÅDER.

Undersøkelsene i Longyearbyen ble foretatt på følgende vis:

- Studier av detaljkart i målestokk 1:2000
- Flybilde- og foto-tolkninger
- Feltarbeid

Feltarbeidet foregikk i 10 dager og inkluderte:

Registrering av:

- frostjordsformer
- massebevegelsesprosesser (hovedsakelig skred og jordsig)

Skj. nr. 036. 11-85. 10000. Bra-Trykk A/s

NGI

- opptak av løsmasseprøver fra det aktive laget og dels fra toppen av permafrosten, tilsammen 89 prøver
- markoverflatens karakter og relative fuktighetsforhold

Området som inngikk i denne undersøkelsen ligger på østsiden av Longyeardalføret, i området Haugen, Lia, til sjøen.

Ut fra de geomorfologiske forholdene fant vi det naturlig å dele området i 6 mindre felt (Tegn.002):

I. **FJELLSIDEN**
Terrenget mellom ca. kote 75 og 375.

II. **FJELLFOTEN**
Området mellom kote 75 og den horisontale elvesletten.

III. **RYGGEN**
Det nær horisontale området på nordsiden av taubanen opp til ca. kote 30.

IV. **HAUGEN**
Vannledningselvens avsetninger.

V. **ELVESLETTEN**
Elveavsetningene fra Larsbreelven og Longyearbreelven.

VI. **STRANDSLETTEN**
De lavest liggende områdene øst for Longyearelvens utløp opp til 12-13 m oh.

De mest karakteristiske tekk i delområdene er summert opp nedenfor.

I. FJELLSIDEN

Fjellsiden ligger mellom ca. kote 75 og kote 375. Terrenghelningen går fra 20° nederst til ca. 30° i de sentrale deler. Hele fjellsiden er dekket av løsmasser som er dannet ved forvitring. Terrengoverflaten er jevn og slett bortsett fra noen større og en del mindre raviner med dybder fra ca. 1-5 m. Løsmassene i fjellsiden antas å være grunne. Overflaten består av

Skj. nr. 036. 11-85. 10000. Bra-Trykk A/s.

NGI

stein og blokker, lenger ned ligger finere materiale mellom blokkene.
Skred, gelifluksjon (jordsig, solifluksjon i forbindelse med frossen grunn) og kryp transporterer massene mot lavere områder. De viktigste massebevegelsesprosessene antas å være forskjellige typer skred.

Skredene forekommer helst i forbindelse med sterk nedbør eller ved intens snøsmelting om våren i form av mindre jordskred, flomskred eller sørpeskred.

Fjellsiden er ikke undersøkt i detalj da den ikke antas å ha utbygningsmessige interesser.

II. FJELLFOTEN

Med Fjellfoten mener vi området mellom Fjellsiden og Elvesletten, der terrenghelningen ligger mellom 20° og 0°.

Det meste av bebyggelsen i Lia ligger innenfor dette området, i terreng med gradienter på 4-5°.

Terrengformene i denne sonen preges av karakteristiske jordvalker eller tungefomer. Disse valkene er 1-2 m høye, 10-20 m brede og med en bratt front. Valkene ligger helt ned til Elvesletten der det er en markert overgang til sletten (se Foto nr.12).

Opp mot fjellsiden går valkene gradvis over i vifteformer og dels i parallelle rygger av løsmasser (leveer). I den øvre delen av Fjellfoten er det helt klart at disse formene er avsatt skred-materiale. Dette kan sees ut fra de karakteristiske leveene som ender i en tunge der skredet har stoppet. Slike former etter flomskred er vanlige i de fleste fjellområder. Fra de senere år er det også rapportert flere skredhendelser der øyenvitner har skildret skredene i Longyearbyen Bl.a. har Larsson (1982) beskrevet skredene i detalj. Et av disse skredene gikk praktisk talt ned til H.Rekstens veg like nedenfor Vannledningselven.

Etter vår oppfatning er de fleste av valkeformene i Fjellfoten avsetninger etter tidligere skred. De nederste valkene ligger

Skj nr. 036. 11-85. 10000. Bra-Trykk A/s

NGI

imidlertid svært langt ut fra fjellsiden, og avstanden øker nedover i dalen mot Ryggen. Sammenlignet med forholdene i Norge ligger de ytterste valkene ved Busen-Posthusområdet svært langt fra fjellsiden til å være flomskredavsetninger. Imidlertid er forholdene i Arktis og i permafrostområder forskjellige fra forholdene i Norge. Vanninnholdet, dvs. porevannstrykket, nær terrengoverflaten er større i permafroststrøk, og løsmassenes fasthet vil derfor være lavere. Dette gir sannsynligvis bedre betingelser for både brudd og flytning, med større rekkevidde av skred. Vi ser derfor ikke bort fra at det meste av overflatematerialet i Fjellfotområdet mellom Haugen og Ryggen består av skredavsetninger.

Etter at massene er avsatt vil det skje en langsom sigende bevegelse, gelifluksjon. Gelifluksjonen øker med terrenghelningen, og går raskest i fuktige, finkornete jordarter. Bevegelsen avtar med dypet. Selv om dette er en langsom bevegelsesform er det likevel sannsynlig at gelifluksjonen bidrar til å flytte materialet i Fjellfotområdet, og jo eldre skredavsetningene er, desto lenger må de være flyttet som følge av gelifluksjon.

Øst for Ryggen har Fjellfoten terrassepreg. Nedenfor kote 30 ligger 3 tydelige terrasser, og høyere oppe er terrenget også noe avtrappet.

Terrassene er muligens bergartsbetinget, men kan i tillegg være modellert av sjøen. I terrasseskråningene har det gått en rekke jordskred som sees som hakk eller raviner i de bratte skrentene. På terrasseflatene er terrenget vått og myrete.

Hele Fjellfotområdet er preget av finkornede jordarter, som samtidig har et markert innhold av skarpkantet stein og grus. Flere steder var det såpass steinet at det ikke lot seg gjøre å grave ned til permafrosten for hånd.

Finstoffinnholdet i prøvene som ble tatt var maksimalt ca.80%. Øvre del av permafrosten inneholdt stort sett mye is i hele området. Isen lå i lag, fra et par mm til noen cm's bredde. Det fantes også lokaliteter med større isklumper eller krystallaggregater.

Skj. nr. 036. 11-85. 10000. Bra-Trykk A/S

NGI

Ut fra det som er kjent om isavsmeltingsforløpet og om grunnforholdene generelt, vil vi anta at det finnes marin leire under topplaget av skredavsetningene. Skredavsetningene er sannsynligvis 2-3 m mektige, med marine, leirpregete sedimenter under dette. Hele området virker fuktig, og massene mister lett sin fasthet og bæreevne når de blir forstyrret og omrørt.

Massene ansees for å være lite andvendbare til byggearbeider pga. mye finstoff, høyt vanninnhold og mye is i permafrosten. (Kfr. kornfordelingskurvene Fig.006-011).

III. RYGGEN

Det store flate området omkring kote 25 på nordsiden av taubanen har vi skilt ut fra Fjellfoten. Ytre del av Ryggen ligger for langt fra fjellsiden til at skred har nådd dit fra fjellsiden, og pga. det nær horisontale toppområdet er det få gelifluksjonsformer. Overflateformene er mer preget av strukturjord, dvs. former som dannes pga. intens frostpåvirkning. Her forekommer sirkler, polygoner og tuer. Dannelsen av disse formene skyldes dels at bakken sprekker opp under avkjøling om vinteren og at stein og grusmateriale beveger seg mot sprekkene og mot overflaten.

Oppsprekkingen av bakken kan gå ned til 3-4 m dyp, og skjer helst i kohesive jordarter. Om våren og sommeren fylles sprekkene med smeltevann fra overflaten som fryser til is. Oppsprekkingen gjentas neste vinter og prossessen fortsetter slik at det etter hvert dannes iskiler som kan bli flere meter brede og dype. Slike iskiler ble funnet under utgravingen til fundamentene til de første store hybelhusene på Ryggen.

Det ble ikke funnet noen god sammenheng mellom de forskjellige strukturjordsformene og mengden eller typen av is i permafrosten. Stort sett er løsmassene i hele området preget av høyt finstoffinnhold, med enkelte innslag av grovere strandvollmateriale. I det fineste materialet ligger is og løsmateriale lagvis, i noe grovere materiale ligger isen i større og mindre krystallaggregat, ujevnt fordelt.
Selv ytterst på Ryggen i et område som under ikke-permafrost-

Skj nr. 036. 11-65. 10000. Bra-Trykk A/s

NGI

forhold burde være veldrenert pga. høy beliggenhet og fjell nær overflaten, var permafrosten isholdig med høyt finstoffinnhold.

Sannsynligvis ligger det marint leirholdig materiale like under terrengoverflaten i dette området også, og det er dette materialet som dominerer de byggetekniske egenskapene til løsmassene. Massene antaes å være lite egnet til byggeformål. (Kfr. kornfordelingskurver Tegn.012-014).

IV. HAUGEN

Haugen er en elvevifte dannet av avsetninger fra Vannledningsdalen. Slike vifter bygges opp der sideelver med stort fall og massetransport munner ut i et hoveddalføre dersom gradienten avtar brått. Derved reduseres elvens transportkapasitet og materialet avleires. Løsmassene på Haugen består av samme sort materiale som på Elvesletten mht. kornstørrelse og kornfordeling. Haugen er bygget opp etter at isen forsvant, og materialet ligger oppå Elveslettens løsmasser og muligens også på marine avsetninger av leire/silt. Disse forholdene er imidlertid ikke undersøkt.

Fordi at bergartene i fjellsidene ovenfor Vannledningselven forvitrer lett og at fjellsidene er bratte, føres stadig store mengder materiale ut på viften. Normalt vil en slik elv vandre over hele viften fordi løpet blir ustabilt øverst der det meste av materialet avleires.
Materialtransporten foregår vesentlig om våren og forsommeren i flomsituasjoner. Det forekommer også skredsituasjoner, og store masser kan da spyles ut enten ved sørpeskred eller flomskred.
Elven er i dag kanalisert og forbygget for at husene på Haugen og øverst i Lia ikke skal bli utsatt for skader.
Grunnforholdene i området ansees som gode og kvaliteten på massene antas å tilsvare massene på Elvesletten. I overgangssonen mot Lia vil det være blandingsmasser av dårligere kvalitet for byggeformål.

Skj. nr. 036 11-85. 10000 Bra-Trykk A/s

NGI

V. ELVESLETTEN

Utviklingen av løsmassene i Longyeardalføret er i stor grad dominert av Longyearelven. Da isen smeltet bort fra området for 15-20.000 år siden stod sjøen adskillig høyere enn i dag, sannsynligvis 70-90 m oh. Breen i Longyeardalen trakk seg gradvis tilbake gjennom dalføret samtidig som store mengder grus, sand, silt og leire ble avsatt på fjordbunnen foran breen. Leiren ble avsatt lengst ute og etter hvert som brefronten trakk seg innover i fjorden ble det leire som dekket sjøbunnen.
De marine avsetningene med leire øverst ligger i dag under dagens elveslette. Ut fra de spredte grunnboringer som er tatt på Elvesletten er det antatt at de marine avsetningene ligger på 8-10 m dyp.
Etter hvert som Longyeardalen ble tørt land ble dalføret gradvis fyllt opp av stein, grus og sandavsetninger fra breelvene, og disse avsetningene er praktisk talt enerådende i dalbunnen i dag. Elvesletten tilføres stadig nye masser og betydelige mengder må fjernes hvert år for å holde elveløpene under kontroll.
Avsetningene er godt egnet til byggearbeider, både med hensyn til fundamentering og til fyllmasser, idet innholdet av finstoff er lavt.

De sedimentære bergartene er imildertid bløte og dette nedfører at det praktisk talt ikke finnes større blokker i materialet som eroderes ut fra breene, og materialet knuses forholdsvis lett ned når det blir utsatt for mekanisk påvirkning. Disse forholdene setter grenser for anvendbarheten av massene når det gjelder byggearbeider.
Permafrosten ligger dypere på Elvesletten enn i områdene omkring. Like ovenfor kafè Busen lå permafrostgrensen ca.2 m under terrengoverflaten i begynnelsen av september 1985. Den store dybden skyldes sannsynligvis Longyearelven som kontinuerlig fører varme til massene. Sannsynligvis ligger permafrosten dypere mere sentralt i elveløpet.
Isen som finnes i permafrosten sitter sannsynligvis jevnt fordelt og binder massen sammen til et hardt aggregat. Islinser eller iskiler finnes neppe i disse avsetningene.

Sk.nr. 036. 11-85. 10000. Bra-Trykk A/s

NGI

Kornfordelingenskurven på Tegn.015 er representativ for løsmassene på Elvesletten.

VI. STRANDSLETTEN

Med Strandsletten menes det lavtliggende området øst for utløpet av Longyearelven opp til kote 12-13.

Terrenget er gjennomgående horisontalt, med innslag av lave strandvoller, tuemark, polygonjord, tørkesprekker og myrdrag. Tuemarken er den strukturjordsformen som er framtredende. På de lavestliggende områdene med grunnvann i terrengnivå er det mindre utpreget tuemark.
Området er sannsynligvis dannet som en lagune mellom Adventelven, Longyearelven, og Gruvedalselven.

Adventelven har tilført leire/silt til området, mens Longyearelven og Gruvedalselven tilfører de grovere fraksjonene. Det grove materialet føres innover fra Longyearelvens delta av bølger og strøm langs stranden, og avsettes som strandvoller som demmer opp det flate området innenfor.

Jordsmonnet består derfor av en blanding av grovt strandvollmateriale og fint materiale. Det virker som om silt/leirefraksjonen dominerer løsmassenes kvalitet på Strandsletten. Permafrosten inneholder mye, is ofte i tykke lag (10-15 cm). Det er stedvis mye vann i overflaten og grunnen har dårlig bæreevne. Dette varierer dog en del, over de lave høydedragene er det forholdsvis tørt.

Høyt innhold av is og finstoff gjør massene lite egnet til fundamentering og byggearbeider.

Permafrosten lå i "normal" dybde 85-120 cm helt ut til sjøkanten, og i en sjakt som ble gravd nedenfor flomålet lå frosthorisonten 2 m under terrengoverflaten.

Skj. nr. 036. 11-85. 10000 Bra-Trykk A/s

NGI

INNLEDNING

Prosjektet arktisk geoteknikk og fundamentering er et tre-årsprosjekt som i hovedtrekk går ut på å øke kunnskapen om fundamenteringsmetoder i arktiske strøk med permafrost.

Både klima og grunnforhold stiller her spesielle krav til fundamenteringsmetodene, og spesielt viktig er hensynet til permafrosten når bygningskonstruksjoner skal fundamenteres.

Mengden av is i permafrostlaget er vesentlig i denne forbindelse. Finkornete jordarter med høyt leire- og siltinnhold inneholder mer is enn f.eks. grus/sandholdige avsetninger, og den store mengden av is i finkornete jordarter kan føre til uheldige konsekvenser for bygninger hvis man ikke tar hensyn til dette ved valg av fundamenteringsløsning.

Prosjektet som er beskrevet i denne rapporten, er et delprosjekt innenfor Arktisk Geoteknikk og Fundamentering. Delprosjektet har fått betegnelsen: "GEOMORFOLOGISK KARTLEGGING AV OVERFLATESTRUKTURER I LONGYEARBYEN".

Hensikten med delprosjektet er å:

- Gjennomføre en detaljert kartlegging av overflateforholdene og av jordartene i det aktive laget over permafrosten innen et begrenset område.
- Undersøke om det finnes et samsvar mellom jordartsegenskapene i overflatelaget og i permafrosten, spesielt med tanke på å kunne forutsi mengden av is i permafrosten.

Etter å ha vurdert forskjellige lokaliteter på Svalbard, valgte vi å legge kartleggingsprosjektet til Longyearbyen. Longyearbyen er fordelaktig på mange måter, med bl.a. lettvint forbindelse med Norge, her finnes overnattings- og bespisningsmuligheter hos Store Norske Spitsbergen Kulkompani A/S (SNSK), og det er også en mulighet for at resultatene fra prosjektet kan ha en viss praktisk betydning i forbindelse med SNSK's byggevirksomhet.

Skj. nr. 038 11-85 10000 Bra-Trykk A/s

NGI

Spesielt med tanke på videreføringen av prosjektet, der det er planlagt å gjennomføre grunnboringer ved hjelp av en spesiallaget prøvetaker for permafrostavsetninger, kan resultatene være av praktisk interesse.

I Longyearbyen ble området Vannledningsdalen-Lia valgt ut som det mest aktuelle (Tegn.002, Foto nr.1). Nordøstligst i Lia foregår det fortsatt utbygging, og ved enkelte av bygningene i området har fundamenteringsforholdene vist seg å være vanskelige pga. mye is i grunnen.

Innenfor dette området ble det besluttet at overflateavsetningene skulle detaljundersøkes for å klarlegge løsmaterialets:

- opprinnelse
- form
- korngradering
- fuktighetsgrad

For den øvrige delen av Longyearbyen ble det besluttet å lage et oversiktskart over løsmassene slik disse sees i dagen (Tegn.003-005).

Feltarbeidet i Longyearbyen ble utført av E.Hestnes og K.Lied fra NGI,i tiden 20/8-3/9-85. Hos SNSK's administrasjon fikk vi god hjelp av tekn.dir. Utsi, geologene Stensrud og Sondbø, transportsjef Onarheim, formann Aafløy og av SNSK's laboratorium som utførte kornfordelingsanalyser av 17 prøver. Vi takker for den velvilje og interesse som ble vist fra SNSK's side.

Som grunnlagsmateriale har vi benyttet geologisk og geomorfologisk litteratur vedrørende Svalbard og Adventdalområdet, samt flyfoto og kart over Longyeardalen. Detaljkart i målestokk 1:2000 har vært til spesielt god hjelp i arbeidet.

I forbindelse med prosjektet har vi vært i kontakt med Norsk Polarinstitutt der vi har fått gode råd og veiledning av O.Salvigsen. Geografisk Institutt, Universitetet i Oslo ved J.Tolgensbakk har også bidratt med verdifull informasjon.

Skj. nr. 036. 11-85. 10000. Bra-Trykk A/s

NGI

BELIGGENHET, TOPOGRAFISKE, GEOLOGISKE OG METEOROLOGISKE FORHOLD.

Longyeardalen er ca. 9 km lang regnet fra sjøen til toppen av Teltberget der Longyearbreen starter ca. 1000 m oh. Dalen løper nokså rettlinjet NØ-SV. Midtveis i dalen går Larsbre-dalføret med Larsbreen i SSV-lig retning. Ca. 1,5 km fra sjøen går et mindre dalføre, Vannledningsdalen, i SSØ-lig retning.

Det høyeste fjellet omkring Longyeardalen er Nordenskiøldfjellet i sydvest 1050 m oh. I syd ligger Lars Hiertfjellet med 878 m og Trollsteinen 837 m oh.

Disse fjellpartiene ligger i sydligste delen av dalføret. I den nordøstre halvdelen av dalen der bebyggelsen ligger, går fjellsidene opp til ca. 400-500 m oh. Den isfrie delen av dalføret går opp til kote ca. 200-250 der Longyearbreen og Larsbreen har sine utløp. Nedenfor dette høydenivået er dalbunnen fyllt opp av elvetransportert løsmateriale. Dalbunnen er i store trekk ca. 300 m bred, og har et gjennomsnittlig gradient på 2° fra sjøen og opp til kote 100 (Tegn.001, Foto nr.2).

Geologien i området er beskrevet i detalj av Major og Nagy (1972).

Kort oppsummert består berggrunnen av sedimentære bergarter fra Kritt og Tertiær. Lagene ligger nær horisontalt, og består av sandstein, siltstein og leirskifer av varierende type og mektighet. De kullførende lagene ligger nær bunnen av den tærtiære lagrekken ca. 200 m oh.

Bergartene varierer i hardhet og motstandsevne mot forvitring, og stort sett er sandsteinsbergartene mest motstandsdyktige. Disse rager derfor opp i steile benker og klippeformasjoner, mens skiferbergartene forvitrer lett og er derfor ofte dekket av urmasser (Foto nr.3).

I det arktiske klimaet dominerer den mekaniske forvitringen over kjemisk forvitring, og bergartene i området er sterkt utsatt for frostforvitring (Foto nr.4). Frostforvitringen skjer dels pga. oppsprekking som følge av spenningsdannelser under sterk avkjøling, dels ved isens sprengende virkning når sprekkvannet i berget fryser.

Skj. nr. 036. 11-85. 10000. Bra-Trykk A/S

NGI

Følgene av forvitringen er at det meste av fjellsidene er dekket av ur som står i rasvinkel. Urmassene ligger dels i vifter som blir gradvis brattere oppover. Øverst ender viftene i skar i fast fjell (Foto nr.2).

Løsmassene i overflaten er i stor grad preget av recente fluviale prosesser, forvitring og skredaktivitet.

Området har vært isfritt de siste 15000-18000 år (Salvigsen pers medd.). Øvre marine grense er ikke påvist i Longyeardalen eller i Adventfjorden, men flere forfattere, bl.a. Feyling-Hansen og Jørstad (1950), og Salvigsen (1977, 1984), mener at en øvre marine grense på 70-90 m oh. kan være realistisk.

Pga. den aktive forvitringen i de løse bergartene, og som følge av massebevegelsesprosesser i skråningene, er det få spor etter senglasiale (Holocene) avsmeltningsformer og marine nivåer i Longyeardalføret, bortsett fra unge strandvoller og enkelte yngre strandlinjer ytterst i dalføret nær dagens delta-avsetning.

Klimaet på Svalbard er polart , med maritimt innslag. Området har lite nedbør, årsmiddelet i Longyearbyen er ca. 200 mm, hvorav det meste kommer som snø (se Vedlegg 1 over klimadata). Middeltemperaturen er 6°C i juli som er den varmeste måned. Kaldeste månedsmiddel har februar med -16°C. (Steffensen 1969).

LØSMASSENES OPPHAV, FORMER OG SAMMENSETNING.

Det undersøkte området kan i hovedtrekk deles i 6 del-områder ut fra topografiske/geomorfologiske kriterier (Tegn.002):

I) FJELLSIDEN

Terrenget mellom ca. kote 75 og 375.

II) FJELLFOTEN

Området mellom kote 75 og den horisontale elvesletten.

Skj. nr. 036 11-85 10000 Bra-Trykk A/s

NGI

III) RYGGEN

Det nær horisontale området på nordsiden av taubanen opp til ca. kote 30.

IV) HAUGEN

Vannledningselvens avsetninger.

V) ELVESLETTEN

Elveavsetningene fra Larsbreelven og Longyearbreelven.

IV) STRANDSLETTEN

De lavest liggende områder øst for Longyearelvens utløp opp til 12-13 m oh.

I. FJELLSIDEN.

De delene av terrenget som er brattere enn 20° er kalt fjellsiden i denne undersøkelsen. I store trekk følger denne grensen kote 75 langs Lia, men svinger opp mot kote 140 ytterst i dalføret i overgangen til Adventdalen. De øvre delene av fjellsiden ovenfor Lia er omkring 30° bratte ovenfor kote 100 (se profil P0-P5 Tegn.018). Terrenget her er dekket av løsmateriale som opprinnelig er dannet ved forvitring. På grunn av det bratte fallet ligger massene nær friksjonsvinkelen og massene settes derfor lett i bevegelse. Når terrenget er brattere enn ca. 20° vil forskjellige massebevegelsesprosesser være virksomme i det aktive laget over permafrosten. De vanligste av disse prosessene er:

a) Kryp

Når bakken fryser vil frosthevingen løfte materialet opp vinkelrett på bakken. Ved tining om våren setter materialet seg tilnærmet loddrett. Resultatet blir derfor en gradvis og langsom bevegelse nedover.

Skj. nr. 036 11-85 10000 Bra-Trykk A/s

NGI

b) Gelifluksjon

Denne prosessen er definert som solifluksjon (jordsig) i forbindelse med frost, enten permafrost eller sesongfrost. Gelifluksjonen er antatt å være lineært proporsjonal med sinus til gradienten på terrengoverflaten, men er også avhengig av porevannstrykk og kornstørrelse. Gelifluksjonen foregår enten som flytning i en viskøs væske, ved glidning langs skjærplan, eller begge deler.

Forflytningen av materiale som skyldes kryp og gelifluksjon går langsomt. Det er foretatt få målinger, men de tall som oppgis i litteraturen ser ut til å ligge mellom 1-10 cm pr. år. Bevegelsen er størst i overflaten og antagelig neglisjerbar i 50 cm dybde.
Bevegelsen er størst om våren når snøen og bakken tiner. Porevannsovertrykket i det aktive laget blir da høyt, løsmassene får nedsatt fasthet og resultatet blir at materialet beveger seg nedover. Tidlig på våren eller forsommeren når det aktive laget er grunt, er porevannsovertrykket høyest, lenger ut på året er det aktive laget dypere slik at infiltrasjonskapasiteten i bakken blir større. Dette vil normalt føre til lavere porevannsovertrykk. Våren og forsommeren er derfor den tiden på året da det er best betingelser for massebevegelsesprosesser i skråningene.

Gelifluksjonsformene er grundig beskrevet i litteraturen, og fra strøk med permafrost har det vært utført en mengde studier av gelifluksjon og frostjordsformer. Vi skal ikke gå inn på detaljer vedrørende prosessene eller formene her. Ut fra det som er beskrevet i litteraturen vil vi anta at det er i relativt slakt terreng, med omkring 10-20° helning at gelifluksjonen har størst betydning, Washburn (1979).

c) Skred

I brattere terreng vil nok skredprosessene være de dominerende transportformer. Fra berghamrene er steinsprang og blokkfall

Skj. nr. 036. 11-85. 10000. Bra-Trykk A/s

NGI

den vanligste massebevegelsesformen. I urer (talus) og i andre løsmassedekkete skråninger går det jordskred og flomskred i det aktive laget. Sørpeskred forekommer når vannmettet snø i elver og bekker glir ut. Skredene er nær koblet til værsituasjoner med sterk snøsmelting eller intense regnskyll. (Foto nr.3-7).

Selv om nedbørmengdene er beskjedne, forekommer det ikke så helt sjelden nedbørintensiteter eller snøsmelting som fører til forholdsvis store skred. Her kan nevnes sørpeskredet i Vannledningsdalen i 1953. Lignende skred har også gått i Vannledningsdalen 5 ganger tidligere i dette århundret. Trolig har det også gått skred i de øvrige bratte fjellskråningene i Longyeardalen, av typen flomskred og steinskred i tidligere år, men skredene har muligens gått såpass langt fra den eksisterende bebyggelsen at de ikke har blitt registrert. Flomskredsituasjoner av nyere dato har man hatt i 1972, 1980 og 1981 (Svalbardposten 1980, Larsson 1982).

En vanlig skredtype er også mindre jordskred med en tydelig halvsirkelformet bruddkant der de utglidde massene ligger like nedenfor. Skredene er gjerne mindre enn 5 m brede og 20 m lange, og kan sees som eldre og nyere utglidninger i de fleste skråninger. (Foto nr.6). (Larsson 1982).

Da terrenget i Fjellsiden er bratt og vanskelig tilgjengelig antar vi at området har liten utbygningsmessig interesse. Grunnforholdene er derfor ikke undersøkt i detalj, men området er interessant fordi det produseres materiale som tilføres terrenget lenger nede.

II. FJELLFOTEN.

Med Fjellfoten mener vi terrenget mellom fjellsiden og elvesletten, det vil i store trekk si terreng med gradienter

Skj. nr. 036 11-85 10000. Bra-Trykk A/s

NGI

mellom 20° og 0°. Dette området er interessant fordi mye av utbyggingen og de tekniske installasjonene i Longyearbyen ligger innenfor denne sonen.

Vårt inntrykk er at skred dvs. hurtig massebevegelse er en viktig geomorfologisk prosess i Longyeardalen, kanskje er det den viktigste agens når det gjelder transport av forvitrings-materiale og annet løsmateriale i skråningene og utover de slakere områdene ved Fjellfoten mot den nær horisontale dalbunnen. I de fleste bratte skråningene i Longyearbyen og langs Lia er det spor etter skred og skredavsetninger i fjellsi-dene. Ferske skredtunger og valker ligger ned mot bebyggelsen og vegene. Utover mot Elvesletten er det så en overgangssone med tydelige valker og rygger som vi har tolket som eldre skredavset-ninger. Flomskredenes avsetningsformer med parallelle rygger på hver side av skredbanen (levèer) er karakteristiske og lette å identifisere. Disse formene kan følges utover de flatere områdene mot Elvesletten. (Foto nr.8-11).

Etter hvert som man fjerner seg fra fjellsiden blir formene eldre og noe vanskeligere å tolke. Der husene står i dag og videre ned mot elvesletten ligger det tydelige valker og rygger fra Haugen og ned til området ved posthuset/Busen.
Herfra og videre mot øst avtar terrenghelningen i fjellsiden og avstanden inn til fjellsiden øker. (Foto nr.1-2). Valkeformene avtar her i hyppighet slik det fremgår av kartet, Tegn.003.

I overgangs-sonen ut mot elvesletten er det vanskelig å avgjøre hvorvidt valkeformene er eldre skredavsetninger eller om gelifluksjon har brakt materialet på plass, men det er overveiende sannsynlig at det løsmaterialet som ligger mellom fjellsiden og elvesletten stammer fra fjellsiden, og at det er skred som har transportert løsmaterialet det aller meste av strekningen. (Foto nr.12).

Materialprøvene som er tatt i området viser at overflatematerialet er svært forskjellig fra elveslettens materiale mht. kornstørrelse, kornform og rundethet. Dette fremgår også av kornfordelingsanalysene av materialet. Ved prøvegravingen som ble foretatt i kanten ut

Skj. nr. 036. 11-85. 10000. Bra-Trykk A/s

NGI

mot elvesletten viste det seg også at materialet i valkene lå oppå elveslettens materiale.

I hoveddalføret forøvrig mangler tildels Fjellfotområdet, i stedet er det en markert overgang mellom elvesletten og fjellsiden ved at terrenget brått endrer gradient fra ca.20° til nær horisontalt. Årsaken til dette er først og fremst de aktive akkumulasjons- og erosjonsprosessene på elvesletten (kfr. avsnitt Elvesletten), som hindrer materialet fra fjellsiden i å bre seg utover dalbunnen i særlig grad.

Mellom Haugen og høydedraget som vi har kalt Ryggen nederst i Lia ligger løsmaterialet langt ut fra fjellsiden med slakt jevnt fall, og det er en markert forskjell her mellom Lia og overgangen fjellside/elveslette ellers i dalføret. Her må unntas Skjæringa, (området ved Svalbard Museum, Kirken og Sysselmannsbygget), hvor fjellet ligger nær dagen og er årsaken til den terrasseformete utflatningen i dette området.

Det ble tatt en rekke materialprøver fra det aktive laget og toppen av permafrosten i Fjellfotområdet (Tegn.006-011).
Prøve nr.40 ble tatt på en vifteformet skredavretning 1 m syd for NGI's helningskanal nr.3, 65 m oh., (Profil Po, Tegn.002). Materialet bestod av 32% finstoff, 47% og 11% sand.

I vegskjæringen ved helningskanal 2 ovenfor de øverste husene ble det tatt 2 prøver, (41 og 42), i en eldre skredtunge. Materialet var også her svært finstoffholdig (20-45%) samtidig som det inneholdt mye stein og grus, løst lagret med stor porøsitet.

Prøve nr.8 og 9 er fra samme høydenivå, men fra en "fersk" flomskredavsetning, sannsynligvis fra 1972 og beskrevet av Larsson (1982). Kornfordelingskurven viser samme forløp som for 41/42, med mye finstoff; 15% i den grunneste, 35% i den dypeste prøven. Materialet inneholdt mye kantet stein.

Prøve nr.43, 51 m oh., og 15, 45 m oh., er svært lik de beskrevne prøvene. Utfra prøvene og fra terrengformene på stedet mener vi at materialet er brakt på plass ved flomskred.

Skj. nr 036 11-85 10000. Bra-Trykk A/S

NGI

Skredene må ha gått ved flere anledninger over et langt tidsrom. De fleste tungene og valkene er gamle og dekket med vegetasjon. Enkelte er ferske, fra dette området har også Larsson (1982) registrert flomskred ned til 42 m oh., dvs. 10-20 m ovenfor H.Rekstens veg (se kart Tegn.003).

Det fineste materialet har beveget seg lengst ut mot elvesletten, noe som er vanlig i flomskred. Prøve nr.17 som er tatt i en valk helt ut mot elvesletten viser dette, og har et finstoffinnhold på 53%.

Prøve nr.16 er også tatt i en valk ytterst mot elvesletten 25 m ovenfor nr.17. Her er finstoffinnholdet bare 5% mens 25% består av grus og 20% sand. Dette materialte er avsatt av Vannledningselven, og grensen mellom materialet i Fjellfoten og Haugen går mellom de to prøvepunktene.
Materialfordelingen i alle de omtalte prøvene er vist på Tegn.006.

Prøvene 44/45 ble tatt i 55 m høyde ved profil P1, og materialsammensetningen i prøve 45 er praktisk talt identisk med prøve 40, dvs. 35% finstoff, 17% sand og 48% grus og stein i begge prøvene. (Tegn.006 og 007). Finstoffinnholdet var såpass høyt at det i stor grad dominerer prøven rent visuelt.

Prøve nr.18 som er tatt i forkant av en tydelig valk 42 m oh. hadde 43% finstoff. (Foto nr.11). Forøvrig var materialet nokså likt nr. 44/45 med mye skarpkantet stein/grus, blandet med kohesivt, vått finstoff.

Prøve 47 er tatt i en ny flomskredlevee 50 m oh. (Profil P2, Tegn.002, Foto nr.10 og 13).
Sannsynligvis gikk dette flomskredet i 1980 eller 1981.
Materialet i prøven bestod av 15% finstoff, 15% sand og 70% grus/stein. (Tegn.008). Prøve 48 ble tatt 3 m syd for nr.47 i en eldre flomskredavsetning. Finstoffinnholdet var her noe høyere (20%), mens kornfordelingen forøvrig var nokså tilsvarende nr.47.

Prøvene nr. 57-62 er tatt i en valk nederst mot elvesletten 25-28 m oh.(Tegn.002, Foto nr.12). Alle prøvene inneholdt store

Skj. nr. 036. 11-85 10000 Bra-Trykk A/s

NGI

mengder finstoff og humus (55-75% leire/silt). Disse prøvene ble dels tatt i permafrosten. Prøvene inneholdt lagvis is/finstoff med et isinnhold på opptil 112% i forhold til vekten av løsmasseinnholdet. (Tegn.008).

Prøve nr.11 og 12 ble tatt på en utflating 66 m oh. Nr.11 inneholdt 10% finstoff og 85% sand. Nr.12 ble tatt på samme punkt, 40 cm under overflaten. Her var finstoffinnholdet identisk med nr.11, mens sandfraksjonen utgjorde 40%, grus 50%. Grusen var avrundet og kan være strandgrus.

Prøve nr.20 fra 34 m oh. er fra en nokså sikker strandvoll-lokalitet med finstoffinnhold på 5%, 25% var sand og 50% grus og stein. Kornfordelingen i de sistnevnte prøver er vist på Tegn.009.

Øst for Ryggen endrer Fjellfotområdet karakter. Her er en mindre markert overgang til fjellsiden og det kan være vanskelig å finne en entydig grense mellom Fjellside og Fjellfot. Profil 4 og 5 viser stigningsforholdene i dette området. (Tegn.018). Det fremgår av profilene at området er terrassepreget ned mot Strandsletten. På kartet sees terrassene som utflatinger 10, 15 og 25 m oh.(Tegn.002).
Vi antar at disse terrassene primært skyldes berggrunnsforholdene, men at de sekundært er noe modellert av sjøens virkning.

Innenfor dette terrasseområdet og videre oppover i skråningen finnes det spor etter en rekke mindre jordskred (Tegn.003, Foto nr.5). Som tidligere beskrevet er disse små og grunne. Bruddkanten eller bak-kanten kan som regel sees tydelig og de utglidde massene ligger like nedenfor i en valk. Prøve nr. 50 og 51 er tatt fra bakkanten av en slik skredgrop 52 m oh. Denne inneholdt 20% finstoff, og var ellers karakterisert ved tørr, rundet strandgrus, løst lagret. (Tegn.010). Sannsynligvis har dette strandgrusmaterialet blitt overlagret av skred eller gelifluksjonsmateriale fra brattkanten mellom kote 70 og 100, og så har det deretter blitt utløst jordskred i dette finstoffholdige topplaget, slik at strandgrusen ble blottlagt.

Prøve nr.74 og 75 er også tatt i en skredgrop i fremkanten av terrassen 25 m oh. Disse prøvene inneholdt også rundet

Skj. nr. 036. 11-85. 10000. Bra-Trykk A/s

NGI

strandgrus og relativt lite finstoff hhv. 5 og 15%. (Tegn.011). Området i sin helhet domineres nok av svært finstoffholdige og fuktige masser nær overflaten.

Prøve nr. 68, 69, 70 og 71 viser dette tydelig. (Tegn. 011). Alle disse prøvene hadde et finstoffinnhold mellom 50 og 80% og området var gjennomgående vått i overflaten. De terrasseformete utflatingene kan være medvirkende til at avrenningen blir dårligere enn tilfellet ville vært med en jevn skråning med samme gjennnomsnittlige gradient.

Noe høyere oppe i skråningen rundt kote 50-60 der prøve 13, 14 og 49 er tatt var det tørrere forhold, og et noe lavere finstoffinnhold i massene. (Tegn.010). I sin helhet må området ansees for å ha vanskelig byggegrunn både mht. løsmasser, is i grunnen og dårlige avrenningsforhold.

De prøvene som ble tatt i området Fjellfoten viser sort sett et finstoffinnhold (leire/silt) på over 20%, maks 78%, med mye grus og stein. Materialet er ofte løst lagret, men pga. mye stein er det vanskelig å grave for hånd.

Materialet har oftest et kohesivt (klinete) preg pga. finstoff, humus og høyt vanninnhold. Flere steder stod grunnvannsnivået i dagen, også i hellende terreng. Under graving/omrøring blir massene fort bløte og mister fasthet og bæreevne.

Stort sett ser det ut til at innslaget av grus/stein var størst høyest opp i Fjellfotområdet, og at de fineste massene er transportert lengst ned.

Der det var mulig å grave i permafrosten ble det funnet mye is, med opptil 112% is i forhold til vekten av løsmaterialet.

Det ble funnet enkelte lokaliteter med grovere materiale, men dette er neppe representativt for større områder.

Både massene i det aktive laget og i permafrosten antaes å være lite egnet for fundamenteringsarbeid eller som fyllmasser pga. høyt finstoffinnhold og mye is. På skredviftene øverst i området er isinnholdet sannsynligvis noe lavere.

Skj. nr. 036 11-85. 10000. Bra-Trykk A/s

NGI

III. RYGGEN

Området som vi har kalt Ryggen er det terrasseformede partiet som ligger i fortsettelsen av Fjellfoten nordøst for taubanen (Tegn.002). Det skiller seg ut fra Fjellfoten ved at toppområdet mellom kote 26 og 30 er nær horisontalt.

I retning ut fra fjellsiden, dvs. mot nordvest, er gradienten 2° mellom kote 25 og 30. Ned mot sjøen blir fallet brattere og der H.Rekstens veg går fra Ryggen og ned på Strandsletten er gradienten ca. 7°.

Løsmassenes sammensetning i dette flatere området er mindre påvirket av skråningsprosessene enn i fjellsiden, mens frost og frostjordsformer relativt sett har noe større betydning.

Frostjordsformer eller strukturjord, er fellesord for mer eller mindre symmetriske overflateformer. De kan klassifiseres etter sitt utseende som:

- sirkler
- polygoner
- tuer
- striper

Disse formene dannes i det øverste jordlaget og er et resultat av intens frostpåvirkning. (Foto nr.15-18).

Både frostjordsformene og de prosessene som fører til dannelsen av dem er inngående diskutert i litteraturen og temaet blir ikke gjennomgått i detalj her. Rent summarisk kan det sies at frosten fører til sortering av løsmaterialet bl.a. fordi materialet med dets mangeartede sammensetning har forskjellig temperaturledningsevne. Når bakken fryser om høsten er én effekt at det dannes sprekker på grunn av sammentrekningen. Det groveste steinmaterialet leder varmen best og dette fører igjen til at stein og blokker vil forflyttes mot de kaldere områdene nær sprekkene og deretter mot overflaten langs sprekkene. På denne

Skj. nr. 038 11-85. 10000. Bra-Trykk A/s.

NGI

måten dannes forskjellige typer polygoner og ringer på horisontal mark, og i hellende terreng forskjellige typer stripemønstre.

Den termiske kontraksjonen for frossen jord kan være adskillig større enn for ren is. Is har en kontraksjonskoeffisient på $45 \cdot 10^{-6}$ pr. ^{o}C ved $-40^{o}C$. For leire er tallet oppgitt å være $2000 \cdot 10^{-6}$ og for silt $100-400 \cdot 10^{-6}$ pr. ^{o}C. (Washburn 1979).

I frossen leirrik jord øker den termiske kontraksjonskoeffisienten med stigende temperatur og med finheten av jordpartiklene, og den har sin maksimumsverdi ved et vanninnhold som tilsvarer plastisitetsgrensen for materialet. Det er videre en invers korrelasjon mellom snødybden og sprekkefrekvensen.

Ut fra det som her er nevnt skulle det derfor være best betingelser for oppsprekking på fuktige steder med finkornete jordarter der det samtidig ligger lite snø, dvs. der snøen blåser bort. I forbindelse med dannelse av iskiler opplyses det i litteraturen (Washburn 1979) at sprekkene vanligvis blir 3-4 m dype med en sprekkeavstand på 2-3 ganger dypet.

At Ryggen fremstår som et flatt område skyldes antagelig først og fremst bergartsbetingede forhold, i det dybden til fjell antas å være forholdsvis liten. Der prøve 32 ble tatt virket løsmaterialet svært forvitringspreget, og selv om fjellet ikke kom frem i dagen, tydet materialsammensetningen på at fjellet lå grunnt. Se diagram for kornfordelingen (Tegn.012).

Av SNSK har vi fått oppgitt at dybden til fjell på østsiden av H.Rekstens veg er fra 4-10 m. Dette er for stor dybde til at fjellgrunnen er årsaken til at overflaten er nær horisontal, men formen kan forklares ved at overflaten av Ryggen er modellert av sjøen. En vesentlig del av løsmaterialet består av leire og silt som sannsynligvis er avsatt av Longyearelven i et høyere havnivå enn det vi har i dag. De fleste materialprøvene som er tatt i dette området inneholder store mengder finstoff(Foto nr.19), spesielt gjelder dette prøve 63, 64 og 65. (Tegn.012).
Prøvene ble tatt med traktorgraver ved kote 20 like nord for R.Bjørn sitt lager. Den dypeste prøven er fra 150 cm og har et finstoffinnhold på 70%, og 20% sand. Prøven fra 100 cm dyp

Skj. nr. 036. 11-85 10000. Bra-Trykk A/s

NGI

inneholder hele 84% finstoff. Permafrosthorisonten lå her på 120 cm dyp, og den nederste prøven inneholdt store mengder is i form av flere cm store krystaller eller krystallaggregater.

Overflateformene og fuktighetsforholdene varierer mye innenfor området. Nærmest fjellsiden er terrenget vått og myraktig og her finnes en del valkeformer. Lenger ut på Ryggen blir det naturlig nok tørrere i overflaten.

I den slake skråningen ned mot Elvesletten og mot Strandsletten finnes karakteristiske frostjordsformer som TUER og usorterte POLYGONER. (Tegn.004, Foto nr.15).

Tueformer er meget utbredt i arktiske strøk. De finnes som regel på flatt eller svakt skrånende terreng og består av vegetasjonskledte forhøyninger opptil ca. 0,5 m høyde og 1-2 m i diameter. Under vegetasjonsdekket er de bygget opp av finstoffholdige jordarter, litteraturen oppgir fra ca. 60 til 99% silt/leire.

Ifølge de samme kilder utvikles tuer best der grunnvannstanden ligger noe under terrengoverflaten, slik at utpreget våte myrområder derfor ikke skulle inneholde så mye tuer som tørrere områder. Ut fra kartet som er utarbeidet over detaljstrukturer i overflaten (Tegn.003), og fra kartet som viser de relative fuktighetsforhold da feltarbeidet foregikk (Tegn.004), ser det også ut til at tuemark utvikles best der det er minst fuktig i terrengoverflaten.

Man har videre funnet at tuemark kan relateres til is-rik permafrost. Dette siste kan forsåvidt sies å være overensstemmende med det som ble funnet i denne undersøkelsen. På den annen side er det også klart at isrik permafrost også finnes på andre steder enn der det er utviklet tuemark.
De mest utpregede tueområdene finnes ned mot elvesletten og mot Strandsletten. Oppover i skråningen mot Ryggen blir tuene noe lavere og vegetasjonsdekket på toppen forsvinner. I litteraturen klassifiseres slike vegetasjonsløse forhøydninger som <u>usorterte</u> polygoner. Dette i motsetning til <u>sorterte</u> polygoner som har en

Skj. nr. 036. 11-85. 10000. Bra-Trykk A/s

NGI

ring av steinmateriale rundt forhøyningen. Dannelsen av tuemark og polygoner, og hvordan disse ser ut i detalj, ligger utenfor intensjonene med dette arbeidet. Som tidligere nevnt er imidlertid dannelsen av disse formene klart forbundet med frostprosesser og med oppsprekking av jordoverflaten under avkjøling.

At tuene i området blir mindre vegetasjonsdekket opp mot toppen av Ryggen mener vi er en følge av lokalklimatiske forhold. Over høydedrag blåser snøen oftere bort enn lenger nede i skråningen og dette fører igjen til at vegetasjonen blir mere sparsom der det er lite snø. Det kan derfor være lokalklimatiske årsaker til at overflateformene blir forskjellige og at det finnes gradvise overganger fra det avblåste toppområdet til den mer snørike elvesletten.

Sannsynligvis er det ikke grunnforholdene som avgjør hvilke overflateformer som utvikles i detalj. Gjennomgående ligger det finkornete jordarter overalt i området når man kommer ned på ca. 1 m dyp, dette går frem av kornfordelingskurvene.(Tegn.014). Likevel utvikles det forskjellige former i overflaten. Det ser også ut til at høyt finstoffinnhold og mye is i bakken er uavhengig av mindre topografiske forskjeller, i det finstoff og leire finnes på de tørreste områdene på Ryggen i nesten like stor grad som i de lavereliggende flate og fuktige områdene. Enkelte av prøvene inneholder lite finstoff, men disse er bare representative for områder med liten utbredelse eller der materialet kun finnes nær overflaten. Her kan nevnes prøve nr. 30 fra en antatt strandvoll ved kote 15, prøven inneholder 20% finstoff og er en god illustrasjon på kornfordelingen i en vegetasjonsfri tue i den tørre vestskråningen.(Tegn.012). Prøve nr.27 fra 30 cm dyp viser 5% finstoffinnhold og 75% stein og grus, mens prøver fra samme hull fra 60 og 90 cm dyp har et finstoffinnhold op 65%. (Tegn.014).

Da de første hybelhusene ble bygget på Ryggen ved kote 30 ble det valgt en løsning med stripefundamentering. Under utgravingen til fundamentene ble det funnet leir-rik grunn ned til 2-3 m dybde. I denne leiren var det iskiler som var ca. 1 m brede i toppen og som gikk ned til et grovere lag med mye stein og lite finstoff

Skj. nr. 036. 11-85. 10000. Bra-Trykk A/s.

NGI

under leirlaget. (Foto nr.20). Her stoppet iskilene butt mot det grove laget. At iskilen ikke gikk ned i de grove massene kan forklares ved at disse massene er friksjonsjordarter som ikke sprekker opp under avkjøling/sammentrekning slik som tilfellet er i leire/siltlaget.

IV. HAUGEN

Området ved Haugen er bygget opp av løsmateriale som er ført ut med Vannledningselven,og selve Haugen er derfor en elvevifte. (Ten.002, Foto nr. 8).

Slike vifter karakteriseres ved at de er smale øverst der elven munner ut fra fjellsiden. I overgangen mellom en forholdsvis bratt sidedal der elvens transportkapasitet er stor, til hoveddalføret der fallet plutselig avtar, vil elven akkumulere materiale.

Bekke- og elvevifter bygges opp fra toppunktet og det groveste materialet avlagres her. På grunn av akkumuleringen får elven et ustabilt løp som lett skifter leie og elven vil derfor bygge opp en vifteformet avsetning fra det smale topp-punktet. Viften som utgjør Haugen er bygget opp etter at isen forsvant for 15-18000 år siden og frem til i dag. Pga. de bløte sedimentære bergartene i området foregår som tidligere nevnt forvitringen svært raskt og dette fører til en stor tilførsel av løsmateriale til elveløpet mellom kotene 100 og 400. Her er fjellsidene forholdsvis bratte slik at materiale lett blir transportert ned til elveløpet ved forskjellige massebevegelsesprosesser.

Bekkeviften har en gradient på 7° mellom elvesletten og kote 90 ved toppen av viften. Videre oppover er gradienten 13-16° opp til kote 250. Videre opp til fjellplatået på ca. kote 450 er gradienten langs elven 9-11° (Foto nr.8). I overgangen til elvesletten er viften ca. 500 m bred og horisontalavstanden opp til topp-punktet er ca. 350 m, med et areal på ca. 85 dekar. Elveløpet ble forbygget og bebyggelsen sikret mot skred og flom etter et sørpeskred i 1952. For å hindre at elven går ut av løpet i fremtiden fjernes det årlig store mengder løsmateriale fra

Skj. nr. 036 11-85. 10000. Bra-Trykk A/s

elveløpet på bekkeviften, og fokksnø fra løpet høyere oppe. Det aller meste av materialet transporteres ut på viften i flomperioder og materialtransporten foregår da ved intens bunntransport. I blant forekommer skredpregete situasjoner og det skjer da kraftig utspyling av vann og løsmateriale ofte kombinert med snø, enten som flomskred eller sørpeskred. Ifølge Ramsli (1953) har det gått 5 sørpeskred i Vannledningselven i dette århundret.

Vannledningselven har bygget viften sin ut i Longyeardalen og gjort denne smalere der viften ligger. Bredden på Elvesletten ovenfor Haugen er ca. 350 m og ved Haugen 250 m. Lenger nede er bredden på sletten ca. 300 m. På nedsiden av Haugen går bekkeviften gradvis over i Fjellfoten uten noen helt markert grense, men ut fra kartet og landformene går det frem at Vannledningselven har gått lenger mot nordøst enn det den gjør i dag. Trolig består derfor løsmassene i den sydligste delen av Fjellfoten inn mot Vannledningselven av blandete masser, dvs. stein/grusmateriale som er elveavsatt, og skred- og forvitringsmateriale fra fjellsiden. (Tegn.003, Foto nr.8).

Ut mot elvesletten sees denne grensen tydelig mellom punktene for materialprøve nr. 16 og 17. Dette går tydelig frem av kornfordelingskurvene som er tatt på hver side av denne grensen i det prøve nr. 16 inneholder under 10% finstoff, (silt/leire) i motsetning til nr. 17 der finstoffinnholdet er over 50% (Tegn.002 og 006).

Vannledningselvens vifte har også hatt en virkning på terrenget videre nedover i dalføret. Sannsynligvis er vifteformasjonen årsaken til at området i Lia, dvs. Fjellfoten, har den materialsammensetning, terrenghelning og utforming som området har i dag i store trekk. Ved at bekkeviften ligger såpass langt ut i hoveddalføret begrenses Longyearelvens eroderende virkning nedenfor viften, og løsmaterialet i Fjellfoten blir liggende beskyttet og mindre utsatt for erosjon av Longyearelven.

Skj. nr. 036. 11-85. 10000. Bra-Trykk A/s

NGI

V. ELVESLETTEN

Elvesletten i Longyeardalen er bygget opp av løsmateriale som er tilført av elvene fra Longyearbreen og fra Larsbreen og i noen grad fra Vannledningselven. Breerosjonen i de bløte bergartene rundt Longyeardalen fører til produksjon av store mengder løsmateriale som elvene fører videre fra bretungene.

Elvesletten har et fall på 1,5° fra sjøen opp til kote 25, og holder seg konstant på 2° videre oppover mot Nybyen/Sverdrupbyen der gradienten øker til 2,4° ved samløpet av de to breelvene.

Utformingen av elvesletten og elveløpet er karakteristisk for breelver og kalles for ANASTOMOSERENDE elveløp, (eng. BRAIDED STREAM). Anastomoser betyr forbindelser, braided, står for forgreninger.

Typisk for slike elver er det store antallet av mindre, forgrenete elveløp som stadig skifter plassering på elvesletten. (Foto nr.15). Dette skyldes først og fremst at elven tilføres mer materiale enn den klarer å transportere vekk. Det som kjennetegner anastomoserende elveløp er kort oppsummert:

- Brede, grunne løp
- Banker av stein, grus og sand som stadig skifter beliggenhet
- Hyppig skifte av elveløpene
- Grovt materiale
- Stor grad av bunntransport
- Hurtige og store vannføringsvekslinger

Denne elveløpstypen er typisk for breelver og finnes ofte i periglasiale strøk. De plutselige vannføringsendringene som er så karakteristiske, skyldes oftest smeltende snø og is i nedbørfeltet, i første rekke på breene.

Mangel på vegetasjon som kan binde vannet i jordsmonnet samt tilstedeværelsen av permafrost som hindrer infiltrasjon av vann

Skj. nr. 036. 11-85. 10000. Bra-Trykk A/s

NGI

til grunnen, er også viktige årsaker til de plutselige vannføringsendringene.

I Longyeardalen skjer det aller meste av massetransporten i elven i forbindelse med snøsmeltingen om våren og forsommeren. Utover høsten når temperaturen synker og smeltingen på breene avtar, reduseres vannføringen i betydelig grad, og et stykke nede på elvesletten kan vannføringen opphøre helt. Den beskjedne avrenningen som foregår, skjer da som ren infiltrasjon i løsmassene og sees ikke på overflaten.

Vi har ikke undersøkt forholdene på elvesletten i detalj fordi området neppe representerer noe fundamenteringsmessig problem. Tvert imot er denne type grunnforhold av de bedre mht. byggetekniske aktiviteter i Longyearbyen. Kornfordelingen av prøve nr.3 som er tatt nederst på elvesletten illustrerer dette: Prøven inneholder 95% stein, grus og sand, og resten finstoff. (Tegn.015).

Prøve nr.55 og 56 er tatt 75 m ovenfor kafe Busen (Tegn.002 og 015) og sammensetningen av materialet her er nokså tilsvarende som for prøve nr.3, bortsett fra at her er et tydelig innslag av finstoff på omkring 10%. Det er mulig at beliggenheten såpass langt ut til siden på elvesletten medfører forholdsvis lave vannhastigheter slik at det akkumuleres større mengder finstoff enn det som er tilfellet i mer sentrale deler av elvesletten der prøve nr.3 er hentet.

Ved prøve 55 og 56 ble det foretatt sjakting med traktorgraver ned til 2 m dyp, før det ble funnet permafrost. Permafrosthorisonten viste seg å stige fort fra dette området inn mot skred/gelifluksjons-valkene i Fjellfotområdet hvor permafrosthorisonten lå 85 cm under overflaten like innenfor grensen til Fjellfoten. (Foto nr.12).

Årsaken til at permafrosten ligger såpass dypt på elvesletten kan være vannets store varmekapasitet som fører til rask senkning av frosthorisonten om våren. En medvirkende årsak kan også være at steinmaterialet isolerer mindre mot varmetilførsel fra atmosfæren enn vegetasjonskledte overflater.

Skj nr 036 11-85 10000 Bra-Trykk A/s

NGI

I Vedlegg 2 har vi presentert temperaturmålinger fra temperaturfølere som er satt ned tidligere. Beliggenheten er vist på tegn.002. Det er en tendens til at målerne på elvesletten viser noe høyere temperatur i permafrosten enn de øvrige målerne. Måler T9 på elvesletten har lavere temperatur, men denne ligger i kanten av en vegfylling, og influeres muligens av det høyere permafrostnivået i tilknytning til vegfyllingen.
Det var forøvrig et gjennomgående trekk at permafrosthorisonten lå nærmest terrengoverflaten der bakken var dekket av vegetasjon, og særlig der det vokste torv lå permafrosten grunnt.

VI. STRANDSLETTEN.

Området øst for munningen av Longyearelven som ligger nedenfor Ryggen opp til ca.kote 12-13, er nær horisontalt og noe myraktig. (Tegn.002, Foto nr.15). Enkelte partier ligger litt høyere og er derfor noe tørrere, se kart over fuktighetsforhold. (Tegn.004). Disse høydedragene er dels lave strandvoller, dels usorterte polygoner og overgangsformer til tuemark. De laveste områdene har en jevn, glatt overflate, her står grunnvannet høyest, og som tidligere nevnt er det da mindre muligheter for utvikling av strukturjord.

Dannelsen av denne flate strandsletten skyldes et samvirke mellom Adventelven, Longyearelven, Gruvedalselven og bølgenes virkning. I forhold til Adventdalen er dette et laguneområde som ligger i en bakevje mht. den utadgående vannstrømmen ut for elveløpet. (Foto nr. 2 og 15). Adventelven tilfører området silt og leirmasser, mens Gruvedalselven og Longyearelven transporterer ut grove masser. Bølgeslag og strøm langs stranden flytter det grove materialet fra Longyearelven innover fjorden og legger dette opp i strandvoller som demmer opp lagunen innenfor. Slik sett blir derfor Strandsletten dels bygget opp av grove masser (grus, stein) fra Longyearelven, og dels av fine masser, (leire,silt) fra Adventelven. Prøve nr.80 og 81 som er tatt på et lite høydedrag ved kote 10 inneholdt 75-85% finstoff, og i permafrosten var det tydelige islinser som vekslet med finstoff i 2-3 mm tykke lag. (Tegn.016).

Skj. nr. 036. 11-85. 10000 Bra-Trykk A/S

NGI

Prøve nr.82-84 er tatt i en strandvoll ved kote 5 og har en helt annen sammensetning, med 5-25% finstoff forutsen sand og grus. (Tegn.016). Prøve nr.37 er tatt 2 m oh. like på oppsiden av vegen til Adventdalen i en liten forhøyning i et vått område. Denne prøven hadde et finstoffinnhold på 60%. Prøve nr.85/86 er tatt på utsiden av vegen 25 m fra vannkanten, 1 m oh. Her var finstoffinnholdet ca. 5%, 60% var sand og resten rundet strandgrus. (Tegn.017). Permafrosten lå på 80 cm dyp.

Videre ut mot sjøen ble det gravd nedenfor flomålet til 2m dyp uten at det ble funnet pemafrost, så det er tydelig at permafrosten stikker brått ned etter å ha holdt seg i konstant dyp praktisk talt til sjøkanten. Permafrostens gradient ut mot sjøen vil nok variere noe fra sted til sted avhengig av materialet i strandsonen og helningen på terrengoverflaten de siste meterne frem mot strandkanten.
Prøve nr. 87-89 ble tatt fra en 5 m lang grøft gravd med traktorgraver 10 m oh. Grøften ble lagt gjennom to tuer (usorterte polygoner) med diameter 1,5-2 m adskilt av en vegetasjonskledt forsenkning på 1,5 m. I tuene lå permafrosten 125-130 cm under overflaten, og inn mot forsenkningen steg den til 80 cm. Høydeforskjellen mellom tuene og forsenkningen var ca. 20 cm, og permafrostens netto stigning blir derved ca. 25 cm. Toppen av permafrostlaget bestod av skråttstillte lag av is og løsmasse i veksling, med en lagtykkelse på 10-15 cm. Kornfordelingsanalysen viser at materialet inneholder fra 28-38% finstoff, resten var løst lagret sand og grus. (Tegn.002 og 017, Foto nr.15 og 18).

SLUTTORD

Materialet som er presentert i denne rapporten er basert på et kortvarig feltarbeid høsten 1985. Hensikten med arbeidet var å korrelere overflateformer med isforhold i permafrosten. Det ble ikke anvendt spesiallaget utstyr for prøvetaking i permafrost og det er derfor innlysende at kunnskapene om isforholdene i permafrosten må bli mangelfulle. Resultatene må således ansees som rent foreløpige.

Skj. nr. 036. 11-85. 10000 Bra-Trykk A/s

NGI

Fremtidige undersøkelser må derfor suppleres med sonderinger fra større dyp, med opptaking av borkjerneprøver såfremt man skal få et bedre sammenligningsgrunnlag mellom overflateformer og permafrostens egenskaper.

Skj. nr. 036. 11-85. 10000. Bra-Trykk A/s

NGI

REFERENSER

Feyling-Hansen, R. og Jørstad, F. 1950: Quaternary Fossils from the Sassen-area in Isfjorden, West-Spitsbergen. Norsk Polarinstitutt Skrifter nr. 94.

Larsson, S. 1982: Geomorphological effects on the slopes of Longyear Valley, Spitsbergen, after a heavy rainstorm in July 1972, Geografiska Annaler, Series A, Physical Geography Vol. 64A, No 3-4, 1982.

Major, H. og Nagy, J. 1972: Geology of the Adventdalen map area. Norsk Polarinstitutt Skrifter, nr. 138.

Salvigsen, O. 1977: Radiocarbon datings and the extension of the Weichselian ice-sheet in Svalbard. Norsk Polarinstitutts Årbok 1976 Pp 209-224.

Salvigsen, O. 1984: Occurence of pumice on raised beaches and Holocene shoreline displacement in the inner Isfjorden area, Svalbard. Polar Research 2.n.s,pp/07-113.

Steffensen, E. 1969: The climate and its recent variations at the Norwegian Arctic Stations. Meteorlogiske Annaler vo.15 no.8 349 p.

Svalbardposten 1980 (august).

Washburn, A.L. 1979: Geocryology, A Survey of periglacial processes and environments. Edward Arnold, London 406 p.

Skj. nr. 036 11-85 10000 Bra-Trykk A/s

52703-1

NGI

BILAGS- OG TEGNINGSFORTEGNELSE:

Vedlegg	1	Klimatiske forhold
"	2	Temperatur i permafrosten i undersøkelsesområdet

Foto 1 - 20

Tegninger:

Tegn.nr.	001	Undersøkelsesområdets regionale beliggenhet A. Svalbard B. Longyeardalen M 1:100.000
" "	002	Kart M 1:2.000 Undersøkelsesområdet med områdeinndeling, profillinjer og materialprøvepunkter.
" "	003	Kart M 1:2.000 Overflateformer relatert til skråningsprosesser.
" "	004	Kart M 1:2.000 Strukturjordsformer og markfuktighetsforhold.
" "	005	Kart M 1:2.000 Oversiktskart over de mest utpregede overflateformer innen Longyearbyen.
" "	006-017	Kornfordelingsdiagram av 89 materialprøver.
" "	018	Lengdeprofil P0-P5 M 1:4.000

Skj. nr. 036. 11-85. 10000. Bra-Trykk A/s

NGI

Vedlegg 1.

Klimatiske forhold.
Utdrag fra E. Steffensen (1979).

Etter Køppens klima-klassifikasjon har Svalbard tundra-klima, dvs. at middeltemperaturen i den varmeste måneden går over 0°C, men ikke over 10°C. Nedenstående figur viser månedsmiddeltemperaturene for året på Isfjord Radio og i Longyearbyen.

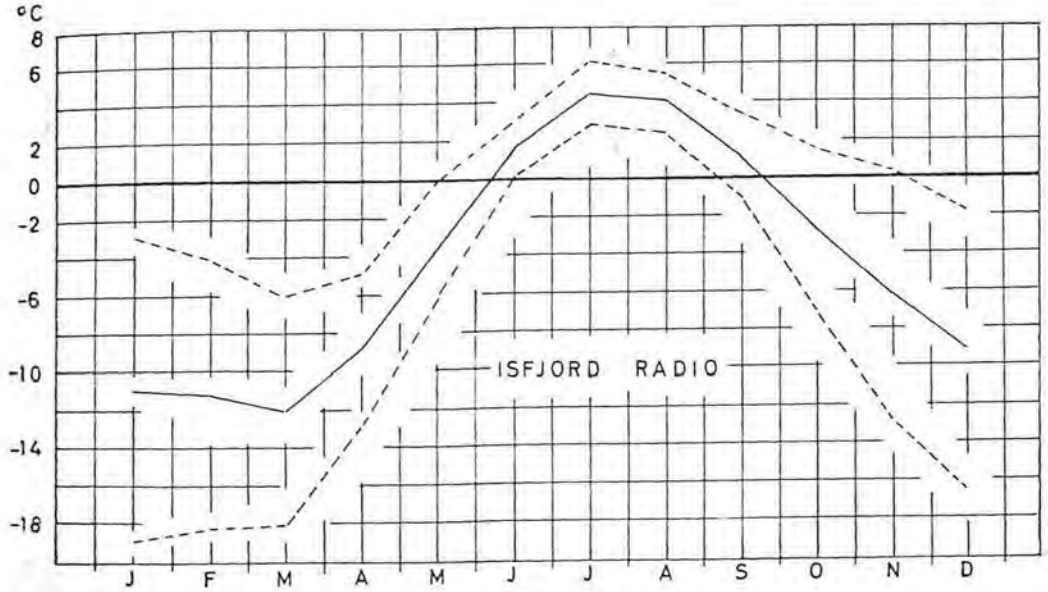
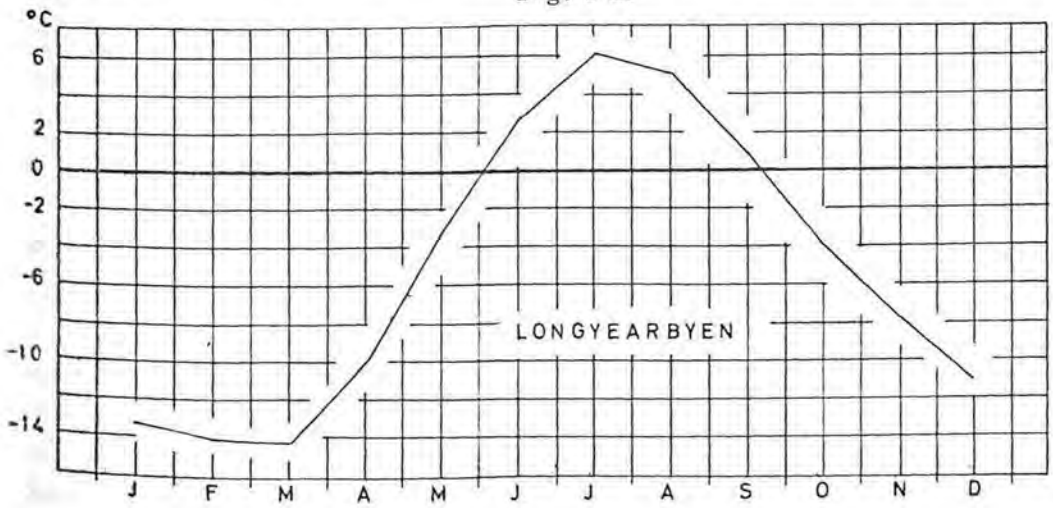


Fig. 8 a.



Skj. nr. 036. 9-84. 50000. Reclamo

NGI

Indre delen av Vest-Spitsbergen har et kontinentalt klima, og om vinteren er middelteperaturen (T) -12 og -10°C.
Om sommeren går middeltemperaturen opp i 6°C. Variasjonene er imidlertid store fra år til år. Dette fremgår av diagrammet fra Isfjord Radio der de stiplede linjene er T ± 2S der S er standardavviket av T . Grensene for T ± 2S inkluderer 95.4% av månedsmiddeltemperaturene.

Nedbør.

Longyearbyen har lite nedbør, årlig normalnedbør er 206 mm. Tabellen viser fordeling av nedbøren i månedene i mm:

Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Juni	Juli	Aug	Sept	Okt	Nov	Des	Året
18	30	22	6	7	13	17	16	17	15	19	26	206

Årsmiddelnedbøren er lavere enn det man har i de tørreste distriktene i Norge. I april og mai er det minst nedbør, maksimum i november og desember. Nedbøren kommer vanligvis som lett snøfall, regn eller yr, og det er et stort antall dager med nedbør mellom 0.1 mm og 1.0 mm. Regn **kan** forekomme hele vinteren og snø hele sommeren.

Over kortere tidsrom kan det inntreffe større nedbørsmengder, 9. februar 1960 kom det f.eks. 38.2 mm nedbør som snø i løpet av ett døgn, noe som tilsvarer bortimot ½m nysnø. Fra 9.-12. desember samme år kom det 52.7 mm nedbør som snø og i mars 1964 kom det 43.0 mm fra den 14. til den 19. I juli 1972 kom det 31.1 mm den 11., og 12.9 mm den 17. Månedssummen ble da 69.9 mm. På Svalbard lufthavn var nedbøren 43.2 mm 5/8-1981.

Disse eksemplene viser at det kan inntreffe nedbørsintensiteter som er store til å utløse skred i et ellers meget tørt klima.

Skj. nr. 036 9-84. 50000. Reclamo

52703-1
Vedlegg 2

NGI

TEMPERATURER I PERMAFROSTEN I UNDERSØKELSESOMRÅDET AVLEST 29.08.85.

Innen undersøkelseområdet er det satt ned temperaturfølere i 7 borehull. Følerne i et av hullene har vært avlest en rekke ganger, første gang 13.07.84. Følerne i de seks andre hullene hadde tidligere ikke vært avlest.

Antatt målenøyaktighet ± 0.5°C. Alle temperaturangivelser er kuldegrader, minustegnet er sløyfet i tabellene.

Måleresultat 29.08.85; Målepkt. T11-T6:

Følermerking (taperinger)	Følerdybde m (oppgitt)	Temperatur (°C ± 0.5) T11	T10	T9	T8	T7	T6
5	3	0.7	1.0	2.2	0.7	2.6	2.2
4	6	2.9	3.3	5.2	2.5	4.3	4.3
3	9	3.4	4.0	5.4	3.5	4.7	5.0
2	12	3.3	3.8	5.5	3.9	4.7	

Måleresultat 29.08 85 og tidligere; Målepunkt T5:

Følermerking (taperinger)	Følerdybde m (oppgitt)	Temperatur (°C ± 0.5) 1985 29/8	1984 13/7	27/7	10/8	28/8	7/9	22/9
4	?	4.4	5.6	4.7	4.8	4.8	4.6	4.6
3	3	4.5	5.6	4.8	4.9	4.8	4.5	5.3
2	6	5.2	5.6	4.7	5.2	5.1	5.1	4.5

	6/10	20/10	3/11	17/11	1/12	?	14/12
	4.7	4.7	4.4	3.6	3.3	3.7	3.0
	4.7	5.5	4.5	3.4	3.7	3.7	4.5
	5.6	4.4	5.4	4.7	4.7	5.2	-

Skj. nr. 036. 11-85. 10000. Bra-Trykk A/s

NGI

Foto 1 Undersøkelsesområdet i Longyeardalen.
Bebyggelsen på Haugen i forgrunnen.
Adventfjorden i bakgrunnen.

Skj. nr. 036. 11-85. 10000. Bra-Trykk A/s

NGI

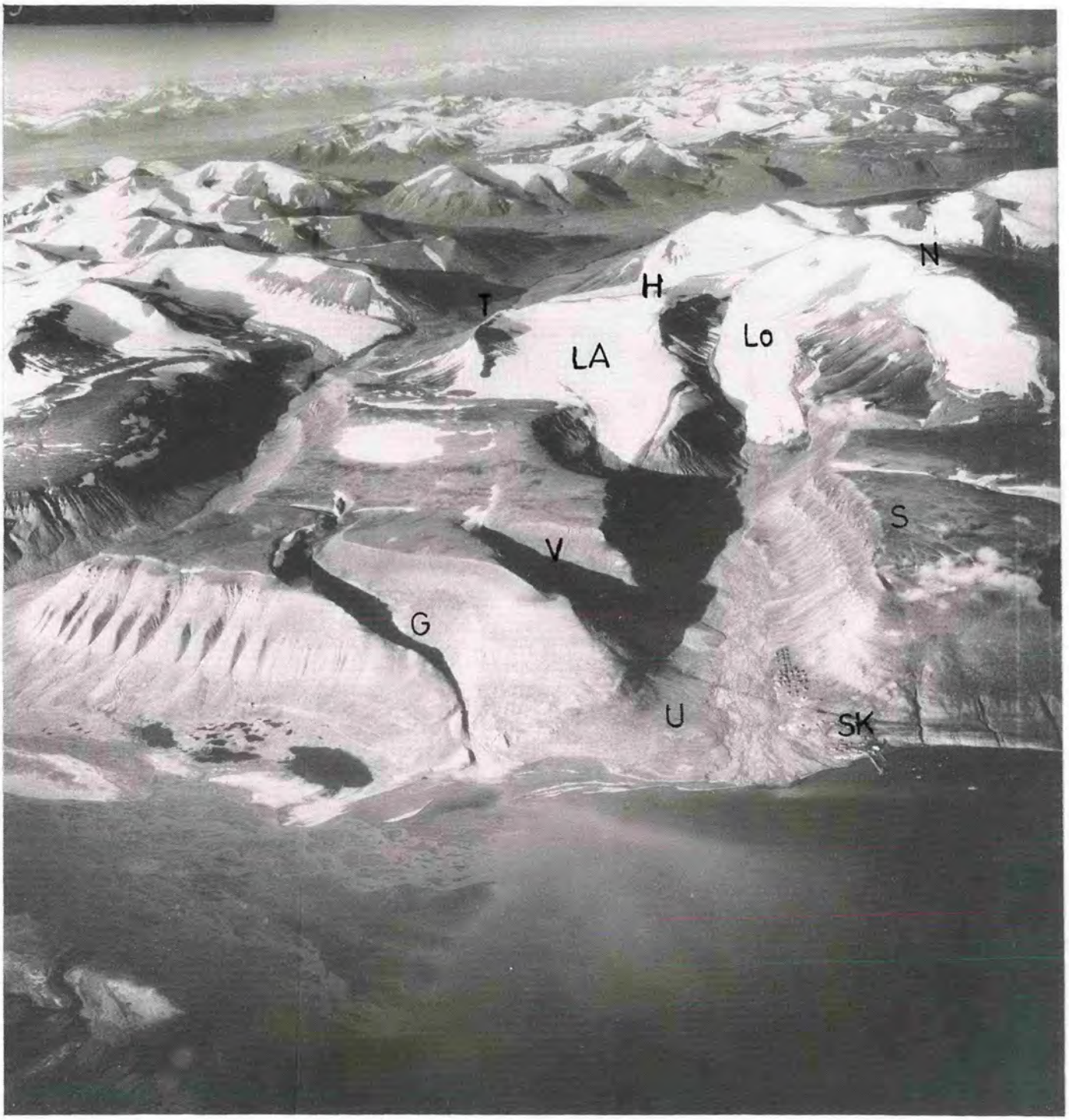


Foto 2 Longyeardalen med Longyearelven og Adventfjorden i forgrunnen.
Fra venstre: Gruvedalen (G), Vannledningsdalen (V),
Trollsteinen (T), Larsbreen (LA), Lars Hiertafjellet (H),
Longyearbreen (Lo), Nordenskiøldfjellet (N) og
Sverdruphamaren (S).
Undersøkelsesområdet (U) og Skjæringa (SK).
(Foto. Norsk Polarinstitutt)

Skj. nr. 036. 11-85. 10000. Bra-Trykk A/s

Skj. nr. 036. 11-85. 10000. Bra-Trykk A/s

Foto 3 Fjellsidene er dekket av løsmasser i form av urer og skredvifter. Harde sandsteinslag danner klippeformasjoner og brattkanter.
(Parti av Sverdruphamaren sett fra Haugen).

NGI

NGI

Foto 4 Utglidning av frostforvitret berggrunnsmateriale.
(Fra toppen av Sverdruphamaren).

Foto 5 Flomskredavsetninger dekker fjellfotområdet langs begge sider av dalføret.
(Fjellfoten i området ved museet).

Skj. nr. 036. 11-85. 10000. Bra-Trykk A/s

NGI

Foto 6 Typisk skredgrop i fjellsiden ovenfor undersøkelsesområdet. (Jfr. Larsson 1982).

Foto 7 Løsmasseskred i det aktive laget. (Fjellfoten, rett øst for bebyggelsen).

Skj. nr. 036. 11-85. 10000. Bra-Trykk A/s

Skj. nr. 036. 11-85. 10000. Bra-Trykk A/s

Foto 8 Bebyggelsen Lia-Haugen med ovenforliggende fjellside.
Tydelige flomskredbaner i fjellsiden. Bebyggelsen ovenfor H. Rekstens veg ligger vesentlig på skredavsetninger.

NGI

NGI

Foto 9 Typiske flomskredløp med leveèer.
Skredviften i forgrunnen.

Foto 10 Aktiv skredvifte. Etter hovedløpet i forgrunnen gikk det sannsynligvis skred både i 1972, 1980 og 1981.

Skj. nr. 036. 11-85. 10000. Bra-Trykk A/s

Foto 11 Fronten av typisk skredvalk ved materialprøvepunkt 18.

Foto 12 Løsmassevalker på overgangen til elvesletten ved materialprøvepunktene 55-58.

Skj. nr. 036. 11-85. 10000. Bra-Trykk A/s

NGI

Foto 13 Flomskredlevee fra 1980 el. 1981 (jfr. Foto 10). Materialprøvepunkt 47.

Foto 14 Det terrassepregede fjellfotområdet ned mot strandsletten.

Skj. nr. 036. 11-85. 10000. Bra-Trykk A/s

Skj. nr. 036. 11-85. 10000. Bra-Trykk A/s

Foto 15 Ytre del av Longyeardalen. Den terrasserte skråningsfoten med skredformer til venstre. Ryggen og strandsletten med frostjordsformer i midten. Ytre del av elvesletten med det anastomoserende dreneringsmønster til høyre. Bølgeslag og strøm legger opp materiale i strandvoller og danner laguneform i strandsonen til venstre i bildet. (Foto Widerøe).

NGI

Foto 16 Typeeksempel på frostjordsform.
Usortert polygon uten vegetasjon.
(Trollsteinen).

Foto 17 Typeeksempel på frostjordsform.
Usortert sirkel med vegetasjon.
(Bjørndalen).

Skj. nr. 036. 11-85. 10000. Bra-Trykk A/s

NGI

Foto 18 Typeeksempel på frostjordsform.
Tuemark/usorterte polygoner på strandsletten.

Foto 19 Snitt gjennom det aktive laget ved materialprøvelokalitet 1/2 (Ryggen). Vesentlig sand- og grusfraksjoner. Leirholdig horisont nærmest permafrosten.

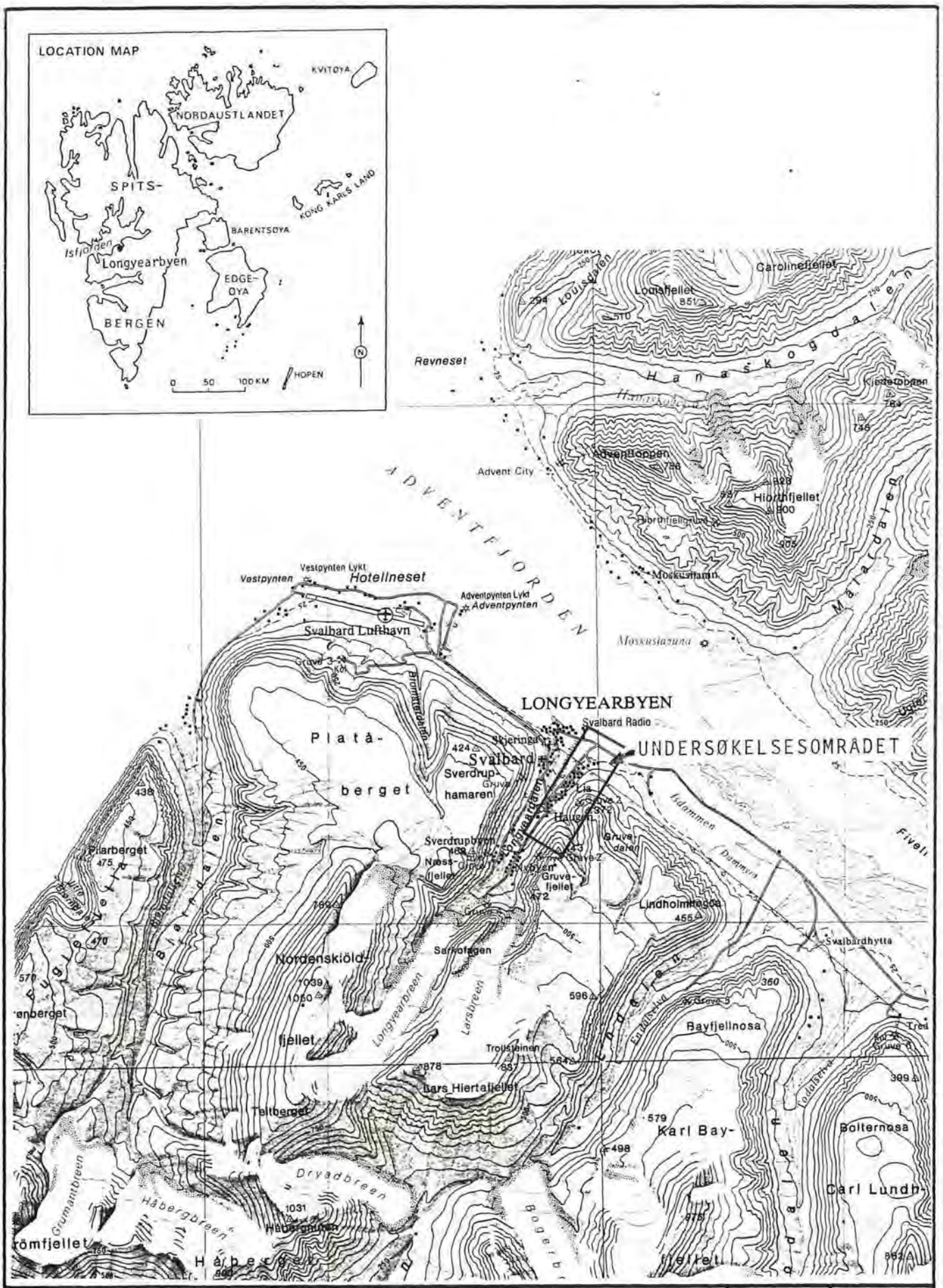
x 1-2

Skj. nr. 036. 11-85. 10000. Bra-Trykk A/s

NGI

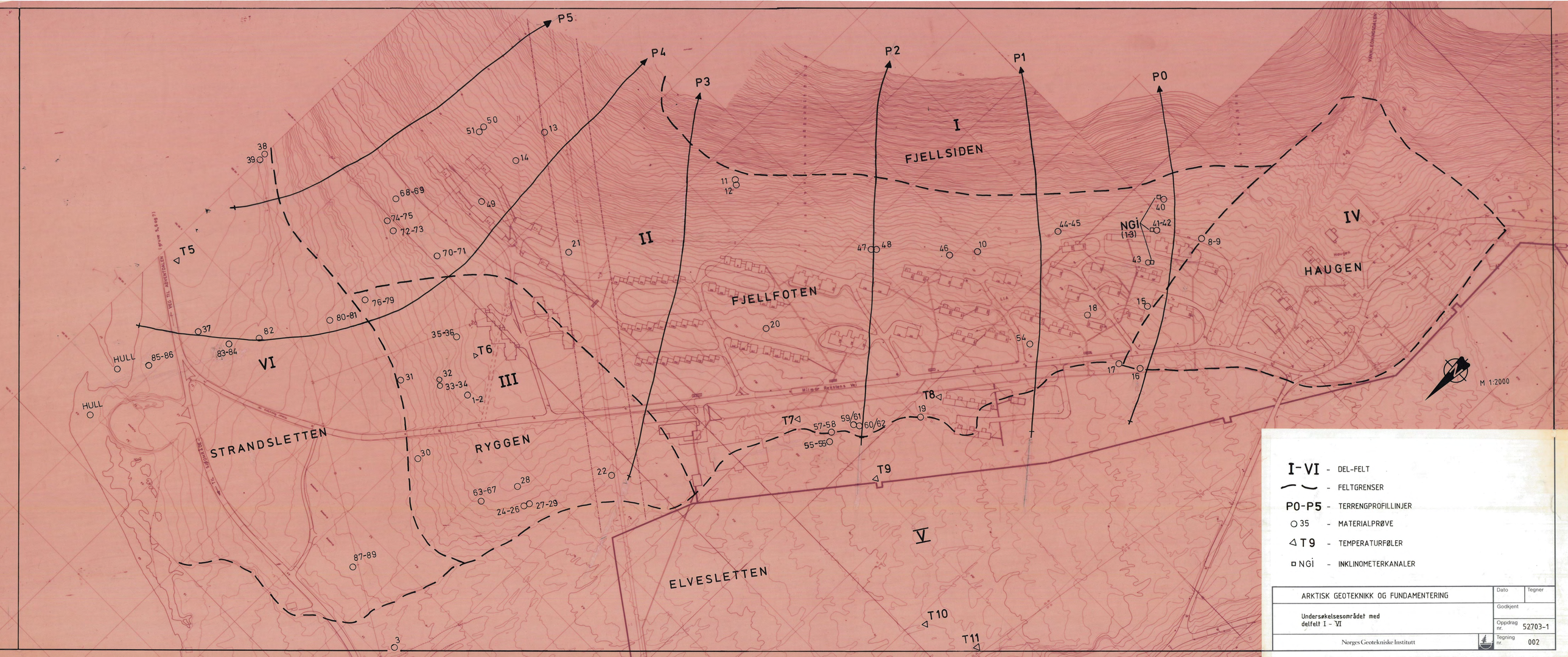
Foto 20 Store iskiler ble påtruffet ved fundamenteringsarbeidet for de første store hybelhusene på Ryggen.

Skj. nr. 036. 11-85. 10000. Bra-Trykk A/s



ARKTISK GEOTEKNIKK OG FUNDAMENTERING	Dato 16/1-86	Tegner EH
UNDERSØKELSESOMRÅDETS REGIONALE BELIGGENHET A. Svalbard B. Adventfjorden M 1:100 000	Godkjent	
	Oppdrag nr. 52703-1	
Norges Geotekniske Institutt	Tegning nr. 001	

Skj. nr. 001. 2.83.2000. Reclamo.



I-VI - DEL-FELT

FELTGRENSER

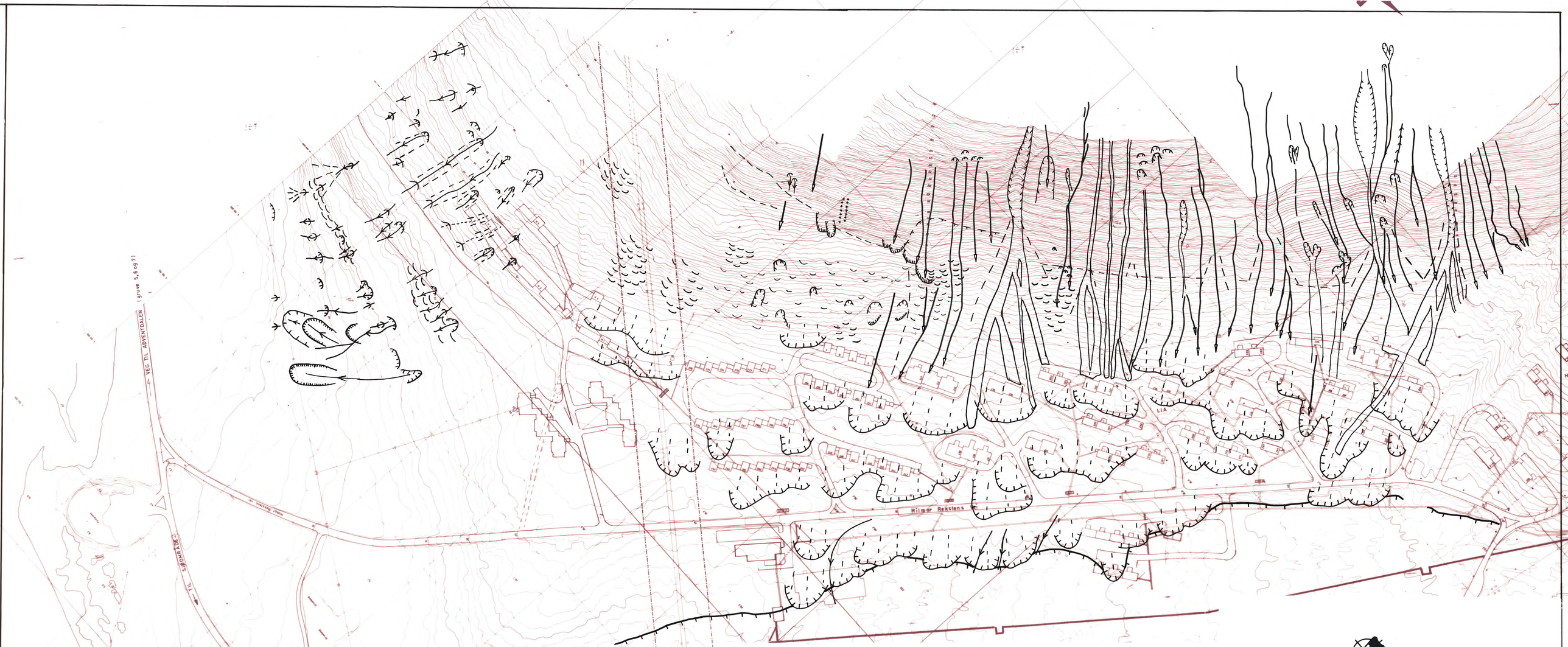
P0-P5 - TERRENGPROFILLINJER

○ 35 - MATERIALPRØVE

◁ T9 - TEMPERATURFØLER

□ NGi - INKLINOMETERKANALER

ARKTISK GEOTEKNIKK OG FUNDAMENTERING	Dato	Tegner
Undersøkelsesområdet med delfelt I - VI	Godkjent	
	Oppdrag nr.	52703-1
Norges Geotekniske Institutt	Tegning nr.	002

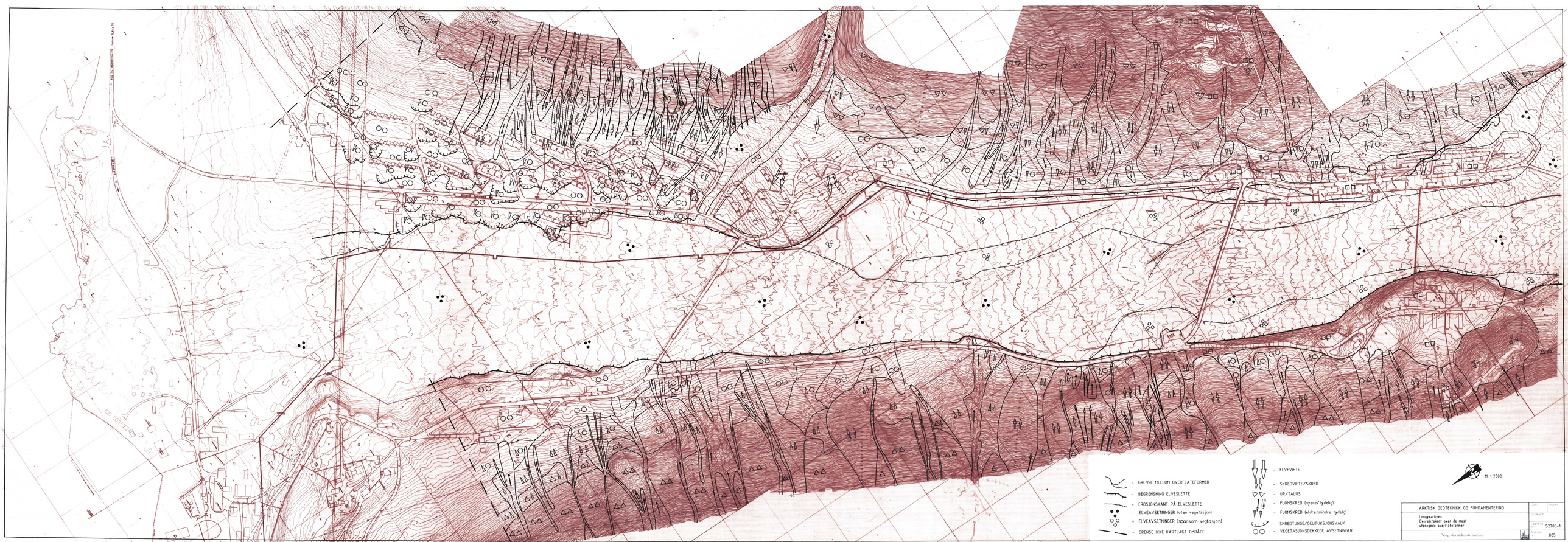


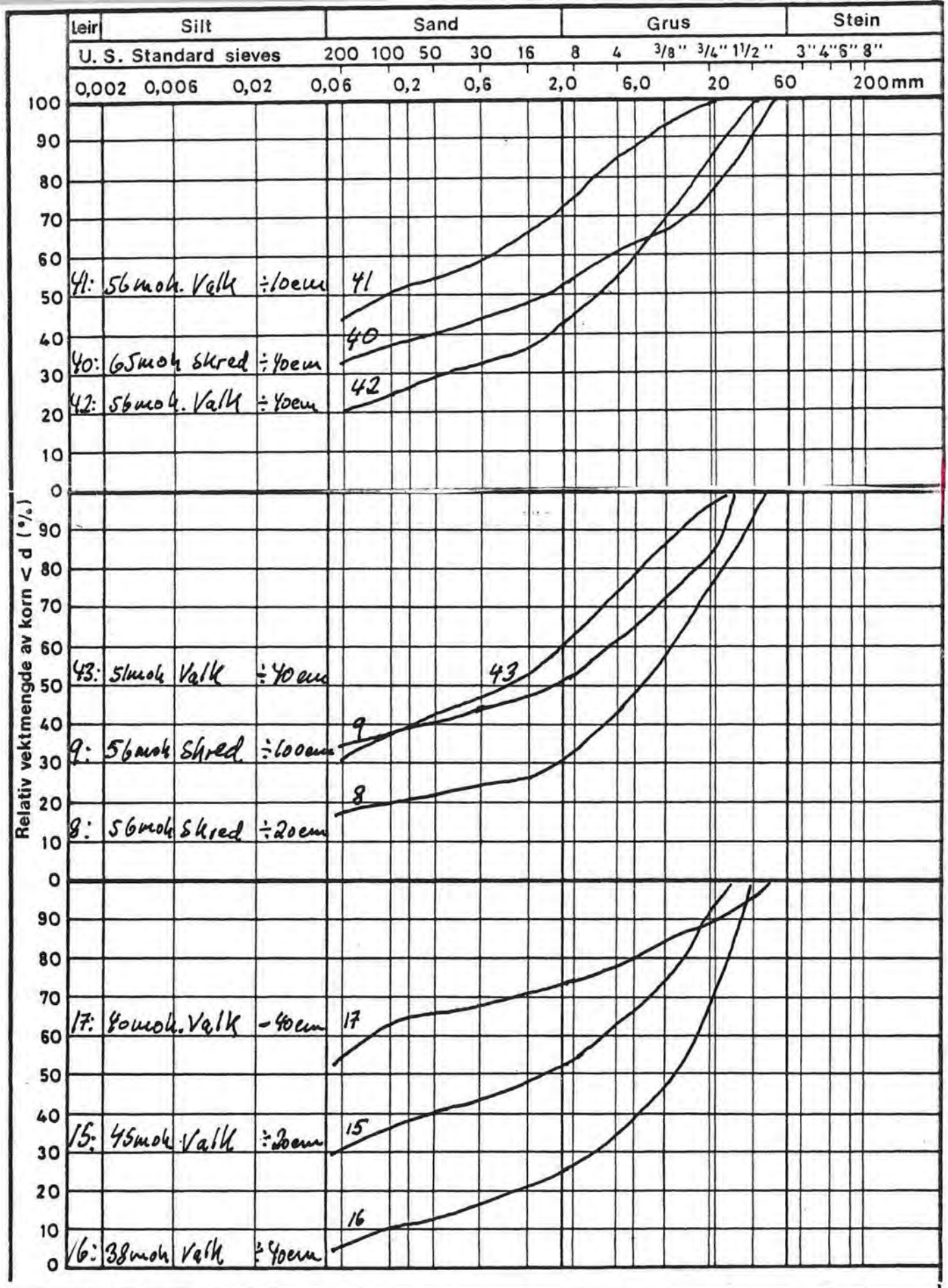
- Ca. NEDRE GRENSE UR
- DYP RAVINE
- TYDELIG BLOKKSTRIPE
- TYDELIG FLOMSKRED
- TYDELIG SKREDVIFTE
- DRENERINGSSPOR
- STOR UTGLIDNING (løsmasse, ur)
- MINDRE UTGLIDNING (løsmasse, ur)
- EROSJON/UTGLIDNING V/DRENERING
- SIGEFORMER/GELIFUKSJONSFORMER
- TYDELIG SKREDAVSETNING
- SKREDTUNGE/GELIFUKSJONSFORM

M 1:2000

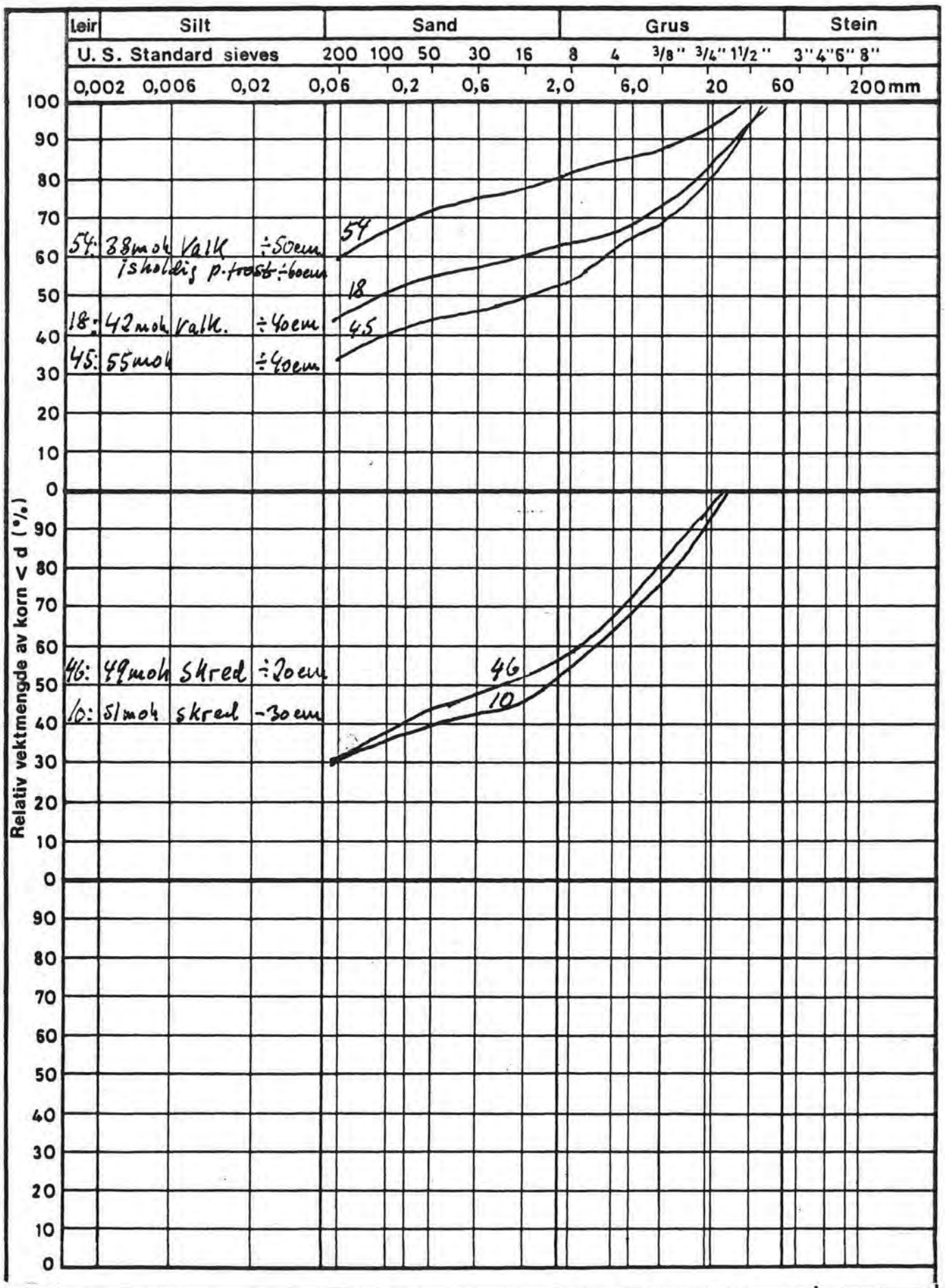
ARKTISK GEOTEKNIKK OG FUNDAMENTERING	Dato:	Tegner:
Overflateformer relatert til skråningsprosesser.	Godkjent:	
	Oppdrag nr: 52703-1	
Norges Geotekniske Institutt	Tegning nr: 003	

VEG TIL ADVENTDALEN (gruve 5,6 og 7)
TIL SJØGRÅDE
Hilmar Rekstens Vei
LIA
Hauge
N
- BEGRENSNING MOT ELVESLETTE
- EROSJONSKANT PÅ ELVESLETTE
- GRENSE MELLOM OVERFLATEFORMER
- STORE POLYGONER/TUER (tydelige, mindre tydelige)
- MIDDELS POLYGONER/TUER (tydelige, mindre tydelige)
- SMÅ POLYGONER/TUER (tydelige, mindre tydelige)
- JEVNERE OVERFLATE
- FUKTIG MARK
- MINDRE FUKTIG MARK
- TØRKE-/FROSTSPREKKER
- MARK m/SPREKKESTRUKTURER
- MARKERT SPREKK
- STRANDVOLL
- GRUSHAUGER
- UTGRAVING/ FYLLING/KJØRESPOR
- VANNDAM
- TYDELIGE KJØRESPOR
M 1:2000
ARKTISK GEOTEKNIKK OG FUNDAMENTERING
Strukturjordsformer og markfuktighetsforhold
(Basert på flyfototolkning og feltarbeid)
Dato
Tegnet
Kontrollert
Oppdrag nr. 52703-1
Tegning nr. 004
Norges Geotekniske Institutt

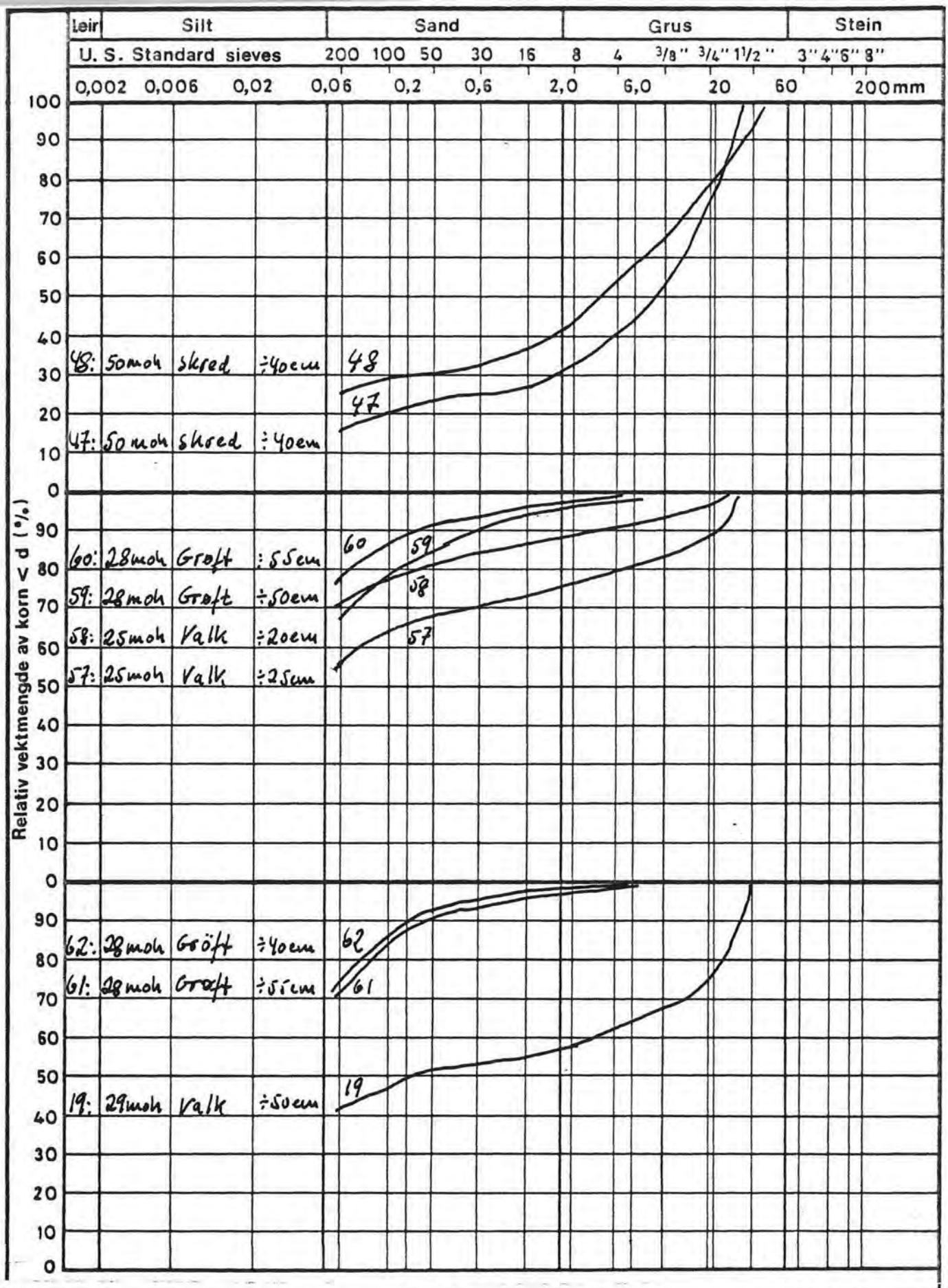

- GRENSE MELLOM OVERFLATEFORMER
- BEGRENSNING ELVESLETTE
- EROSJONSKANT PÅ ELVESLETTE
- ELVEAVSETNINGER (uten vegetasjon)
- ELVEAVSETNINGER (sparsom vegetasjon)
- GRENSE IKKE KARTLAGT OMRÅDE
- ELVEVIFTE
- SKREDVIFTE/SKRED
- UR/TALUS
- FLOMSKRED (nyere/tydelig)
- FLOMSKRED (eldre/mindre tydelig)
- SKREDTUNGE/GELIFUKSJONSVALK
- VEGETASJONSDEKKEDE AVSETNINGER
M 1:2000
ARKTISK GEOTEKNIKK OG FUNDAMENTERING
Longyearbyen.
Oversiktskart over de mest
utpregede overflateformer.
52703-1
005
Norges Geotekniske Institutt



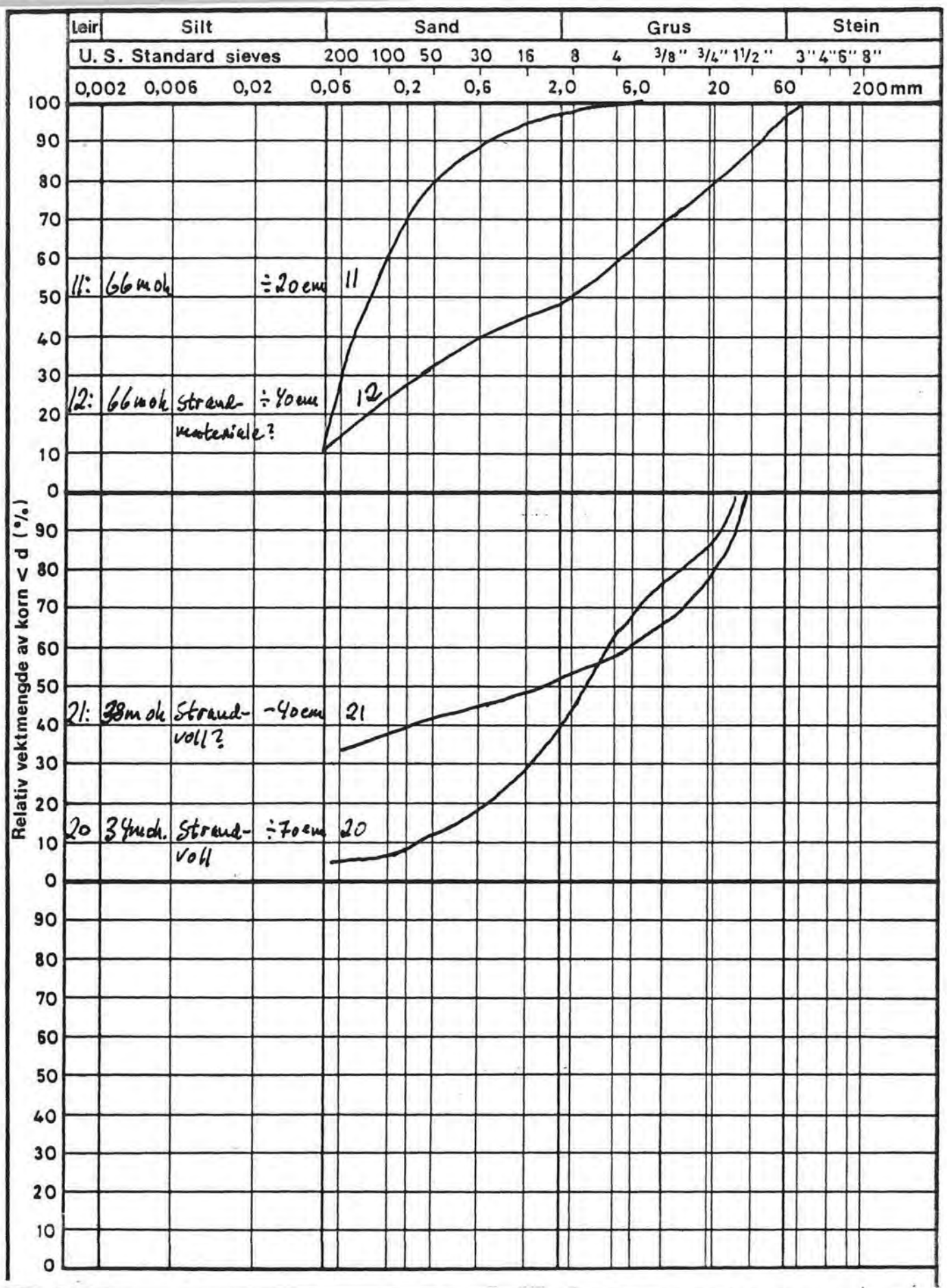
ARKTISK GEOTEKNIKK OG FUNDAMENTERING	Dato 22/1-86	Tegner
LONGYEARBYEN Kornfordelingskurver Fjellfoten ved PO	Godkjent	
	Oppdrag nr. 52703-1	
Norges Geotekniske Institutt	Tegning nr. 006	



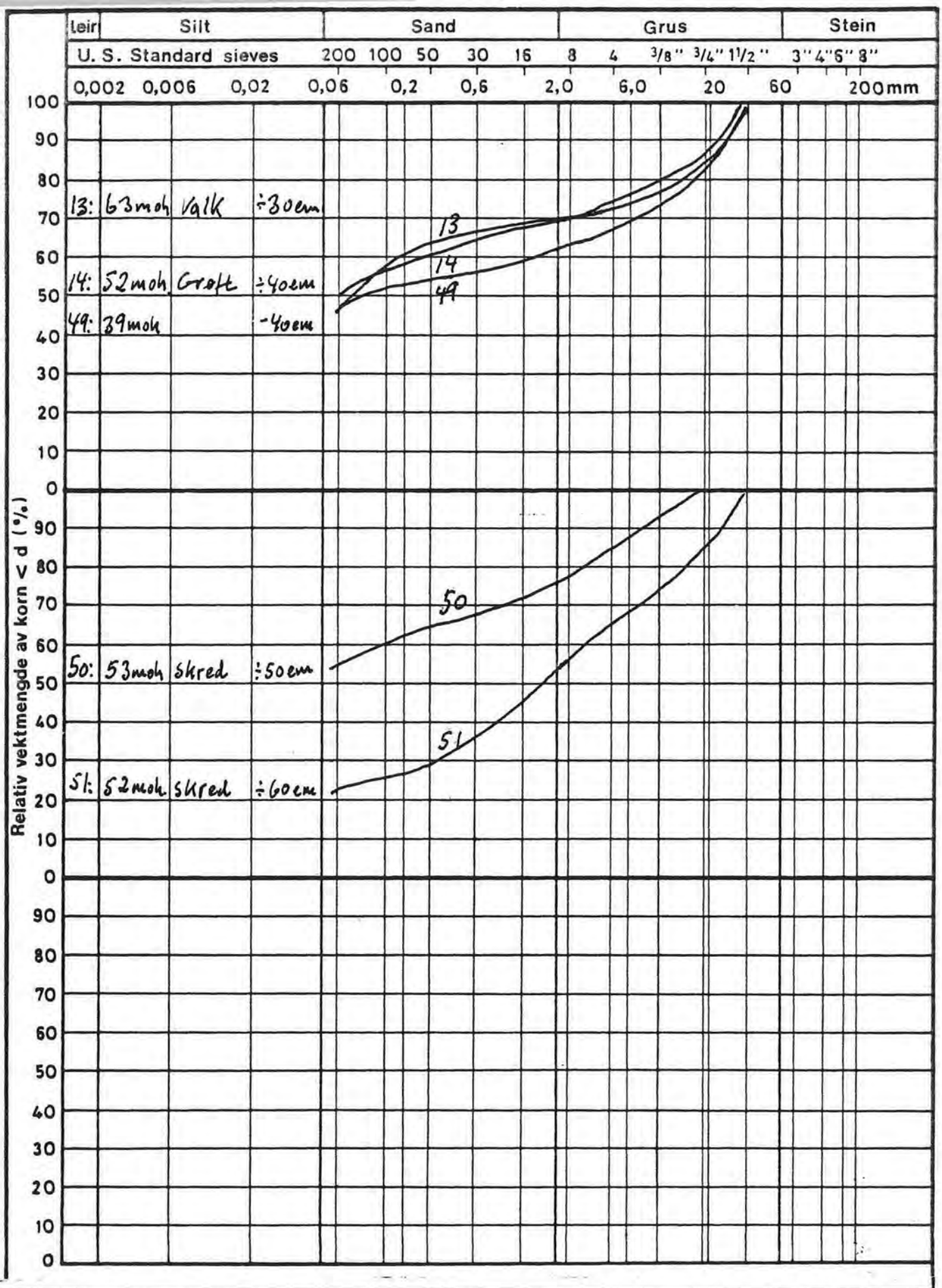
ARKTISK GEOTEKNIKK OG FUNDAMENTERING	Dato 22/1-86	Tegner -
LONGYEARBYEN Kornfordelingskurver Fjellfoten ved P1	Godkjent	
	Oppdrag nr.	52703-1
Norges Geotekniske Institutt	Tegning nr.	007



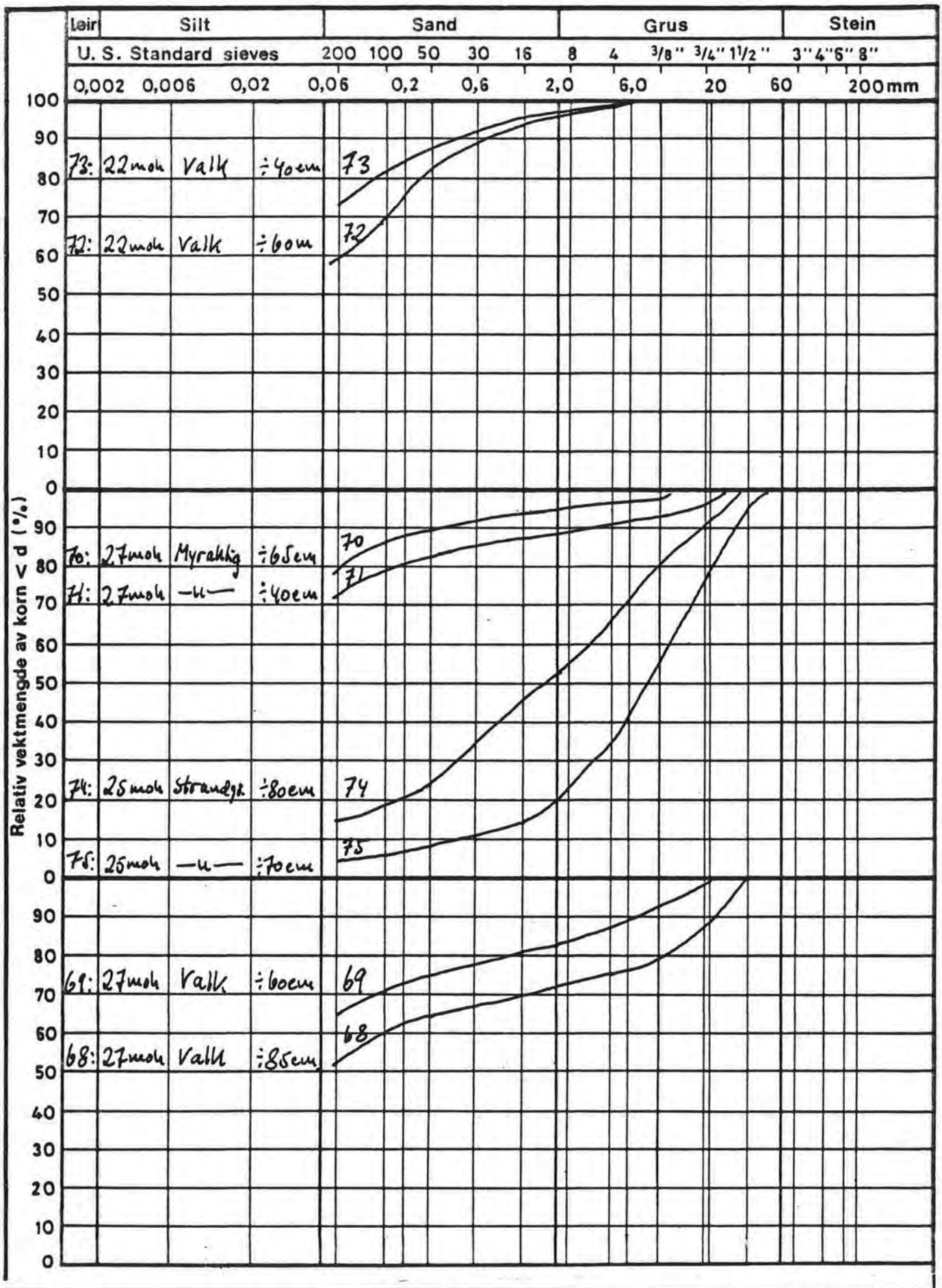
ARKTISK GEOTEKNIKK OG FUNDAMENTERING	Dato 22/1-86	Tegner
LONGYEARBYEN Kornfordelingskurver Fjellfoten ved P2	Godkjent	
	Oppdrag nr. 52703-3	
Norges Geotekniske Institutt	Tegning nr. 008	



ARKTISK GEOTEKNIKK OG FUNDAMENTERING	Dato 22/1-86	Tegner
LONGYEARBYEN Kornfordelingskurver Fjellfoten ved P3	Godkjent	
	Oppdrag nr. 52703-1	
Norges Geotekniske Institutt	Tegning nr. 009	

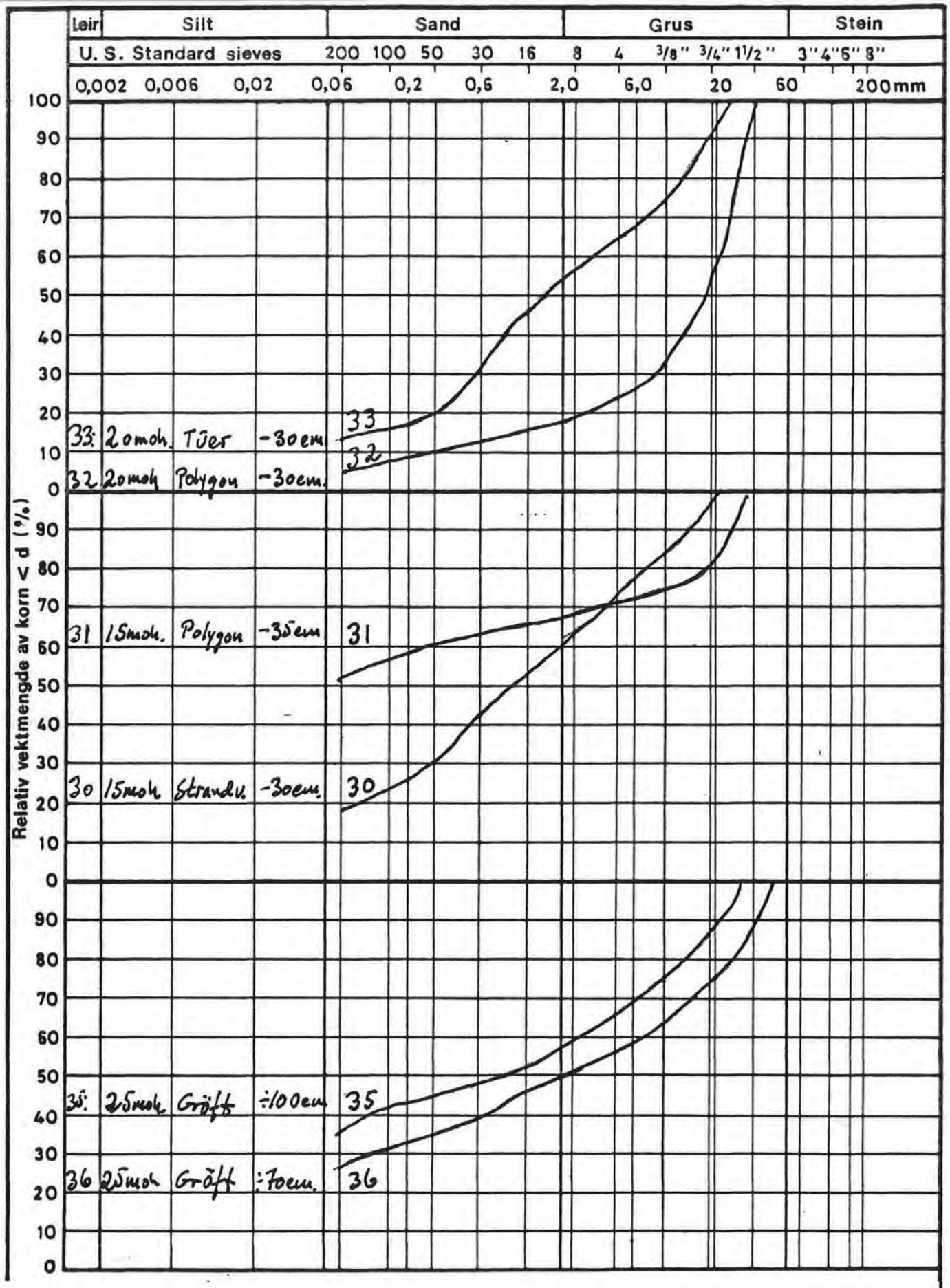


ARKTISK GEOTEKNIKK OG FUNDAMENTERING	Dato 22/1-86	Tegner
LONGYEARBYEN Kornfordelingskurver Fjellfoten ved P4 - P5	Godkjent	
	Oppdrag nr. 52703-1	
Norges Geotekniske Institutt	Tegning nr. 010	

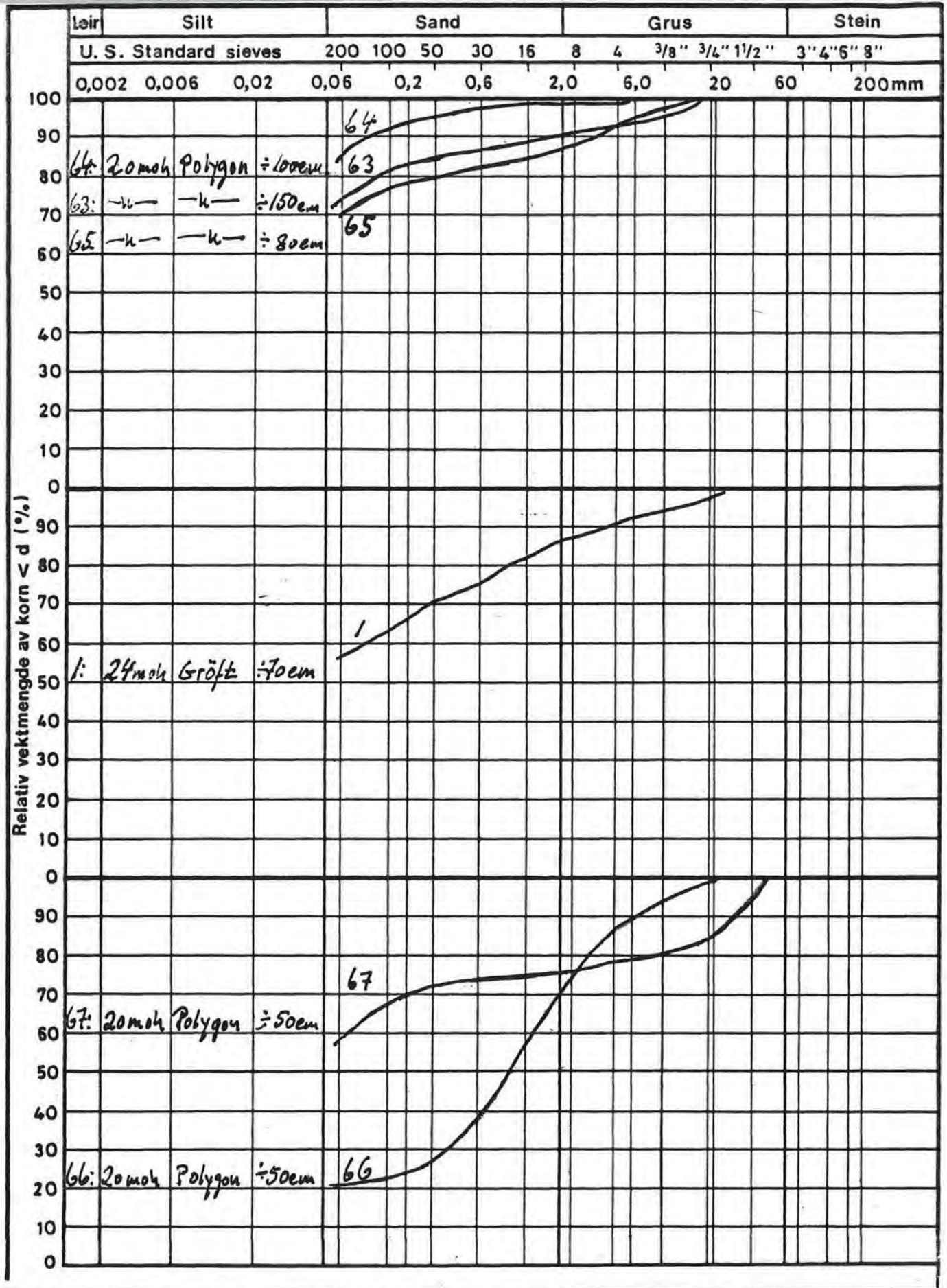


ARKTISK GEOTEKNIKK OG FUNDAMENTERING	Dato 22/1-86	Tegner
LONGYEARBYEN Kornfordelingskurver Fjellfoten ved P4 - P5	Godkjent	
	Oppdrag nr.	52703-1
Norges Geotekniske Institutt	Tegning nr.	011

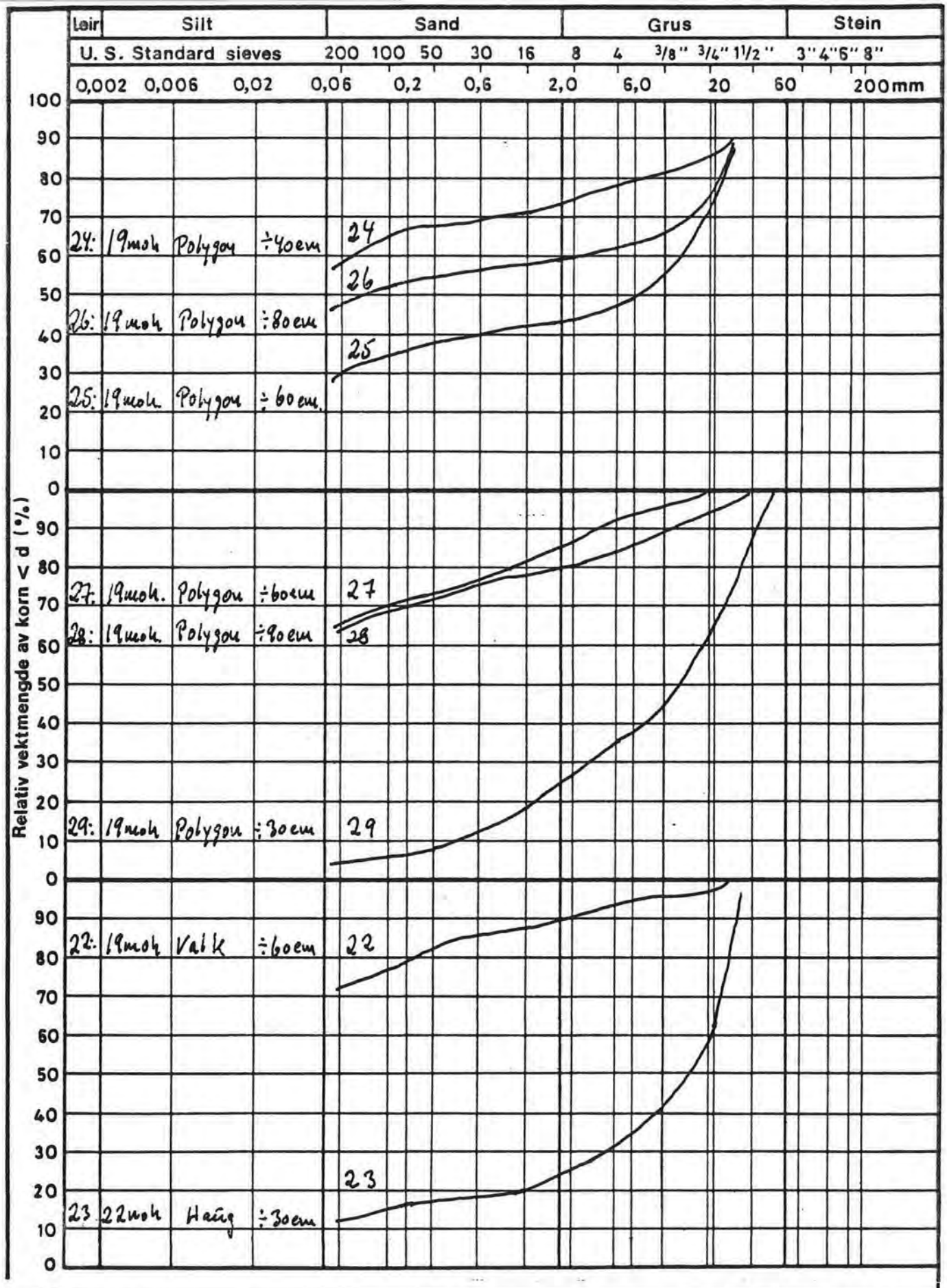
Skj. nr. 001. 10.84. Terrkopi



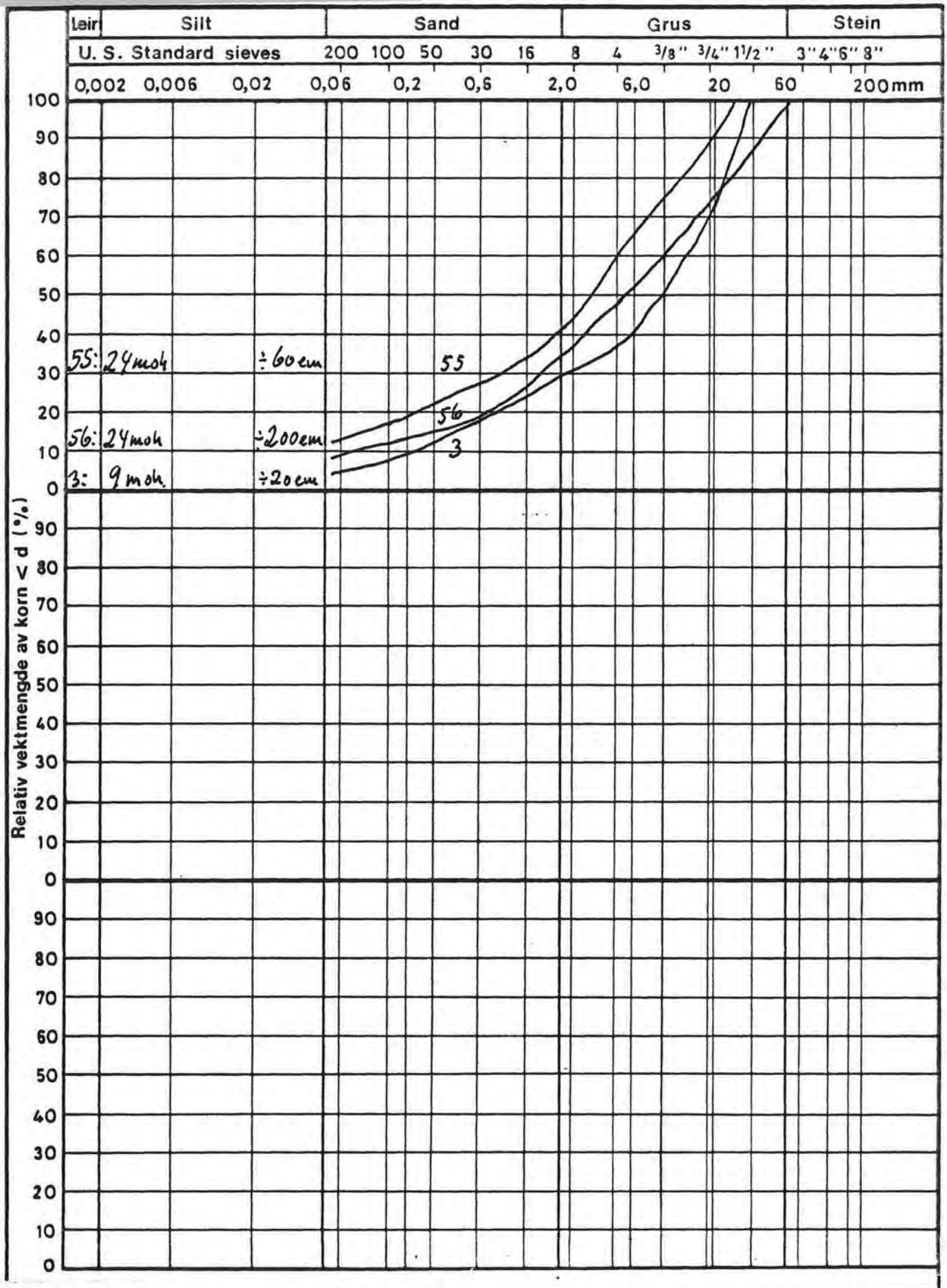
ARKTISK GEOTEKNIKK OG FUNDAMENTERING	Dato 22/1-86	Tegner
LONGYEARBYEN Kornfordelingskurver Ryggen	Godkjent	
	Oppdrag nr. 52703-1	
Norges Geotekniske Institutt	Tegning nr. 012	



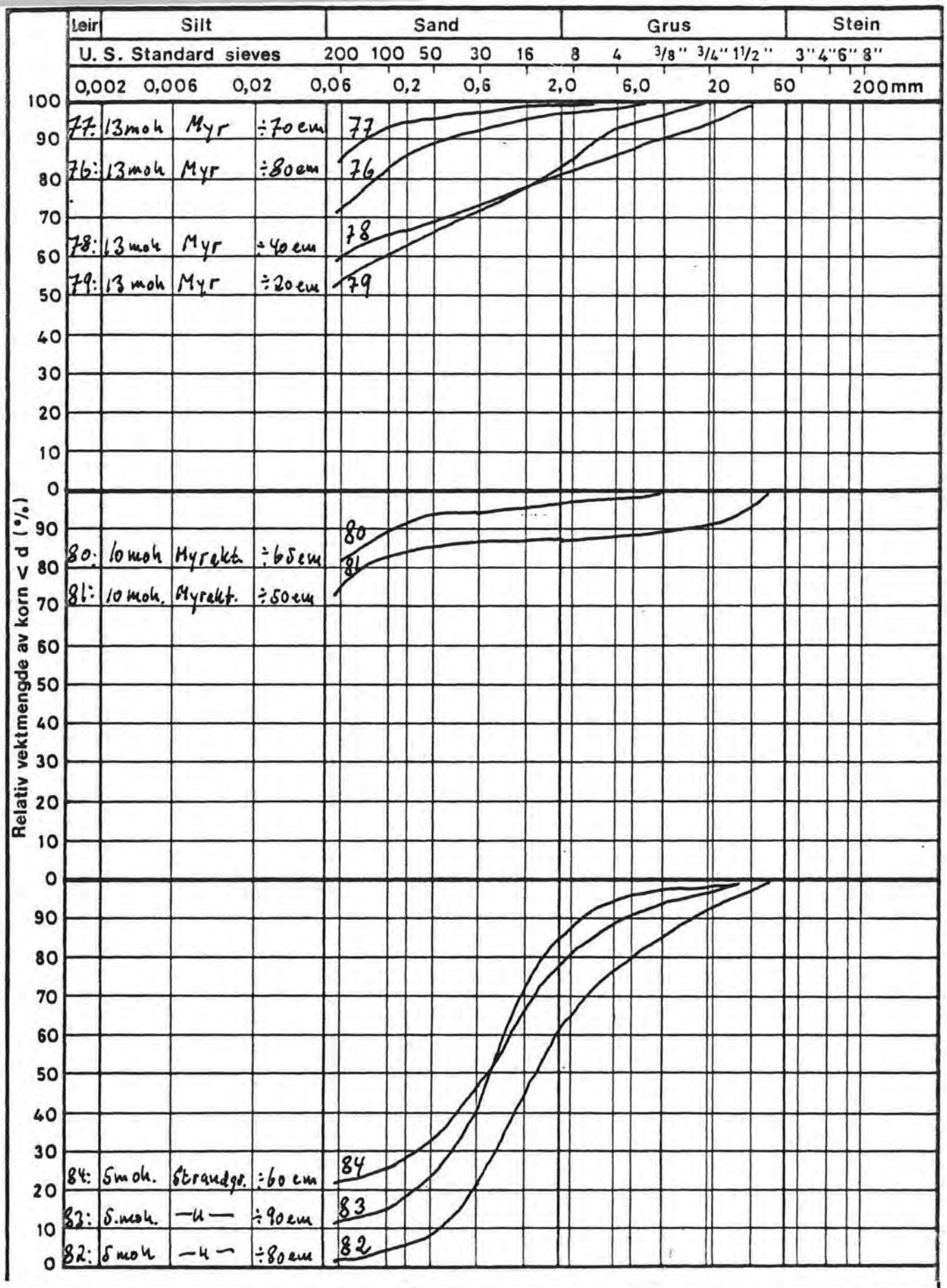
ARKTISK GEOTEKNIKK OG FUNDAMENTERING	Dato 22/1-86	Tegner
LONGYEARBYEN Kornfordelingskurver Ryggen	Godkjent	
	Oppdrag nr. 52703-1	
Norges Geotekniske Institutt	Tegning nr. 013	



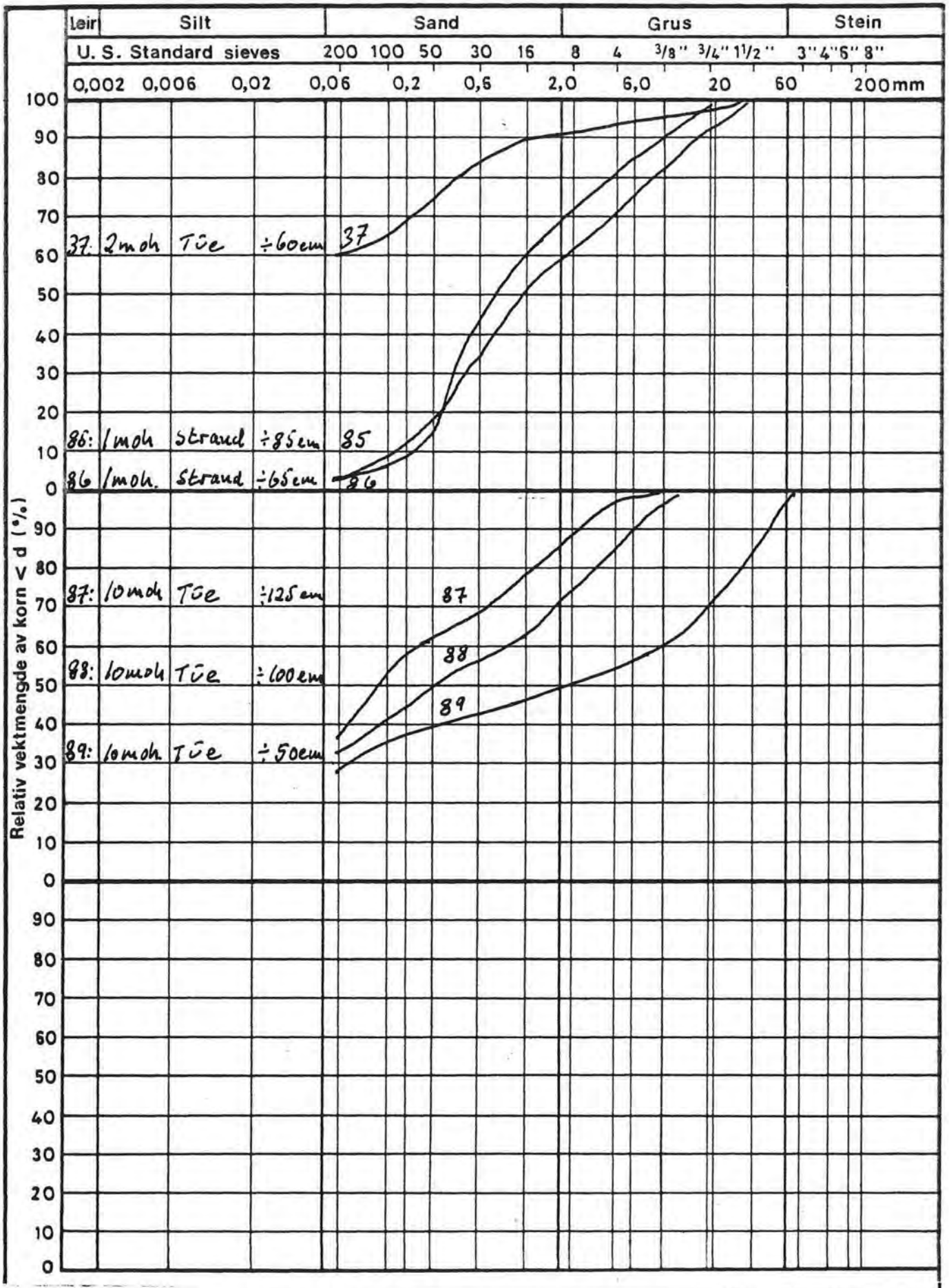
ARKTISK GEOTEKNIKK OG FUNDAMENTERING	Dato 22/1-86	Tegner
LONGYEARBYEN Kornfordelingskurver Ryggen	Godkjent	
	Oppdrag nr. 52703-1	
Norges Geotekniske Institutt	Tegning nr. 014	



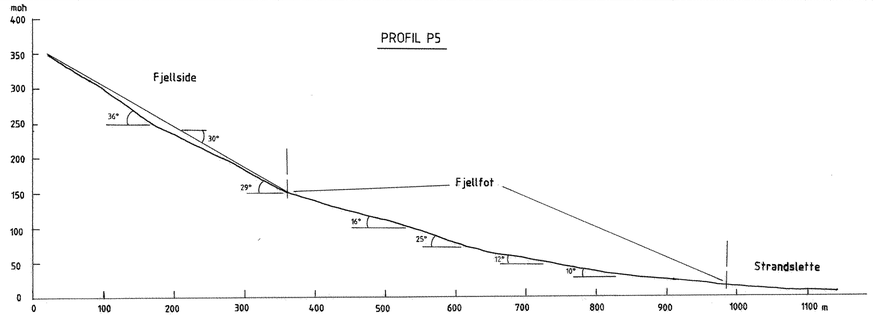
ARKTISK GEOTEKNIKK OG FUNDAMENTERING	Dato 22/1-86	Tegner
LONGYEARBYEN Kornfordelingskurver Elveslette	Godkjent	
	Oppdrag nr. 52703-1	
Norges Geotekniske Institutt	Tegning nr. 015	

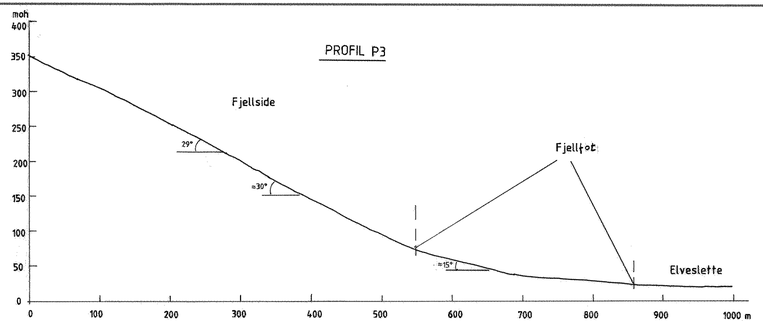


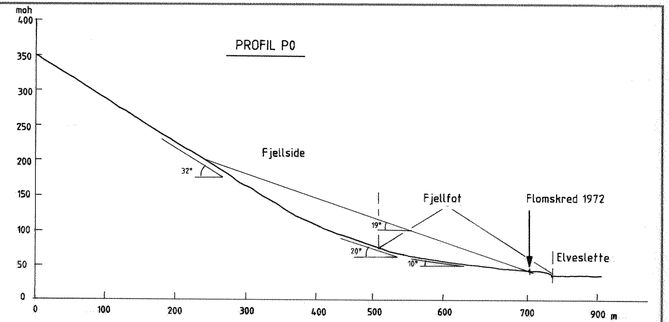
ARKTISK GEOTEKNIKK OG FUNDAMENTERING	Dato 22/1-86	Tegner
LONGYEARBYEN Kornfordelingskurver Elveslette	Godkjent	
	Oppdrag nr. 52703-1	
Norges Geotekniske Institutt	Tegning nr. 016	

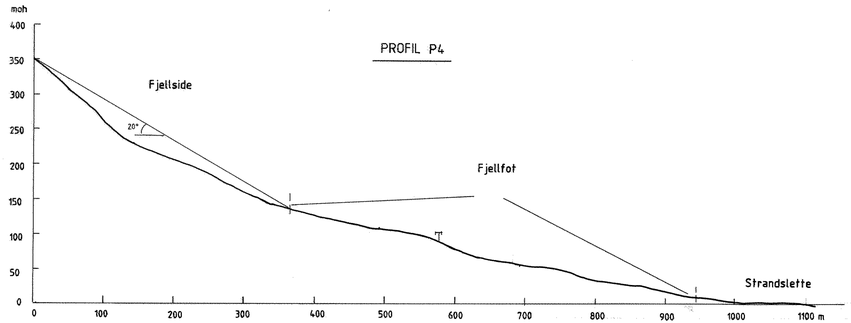


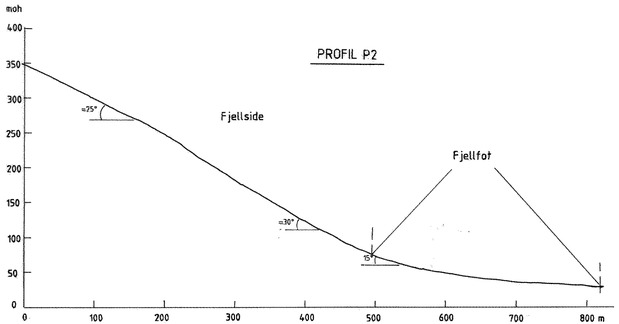
ARKTISK GEOTEKNIKK OG FUNDAMENTERING	Dato 22/1-86	Tegner
LONGYEARBYEN Kornfordelingskurver Strandslette	Godkjent	
	Oppdrag nr. 52703-1	
Norges Geotekniske Institutt	Tegning nr. 017	

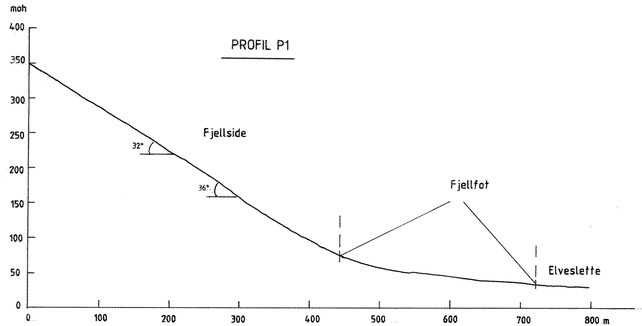












ARKTISK GEOTEKNIKK OG FUNDAMENTERING	Dato 22/1-86	Tegner RJ
LONGYEARBYEN Terrengprofiler P0 - P5 Mål = 1:4000	Godkjent	
	Oppdrag nr. 52703-1	
Norges Geotekniske Institutt	Tegning nr. 018	