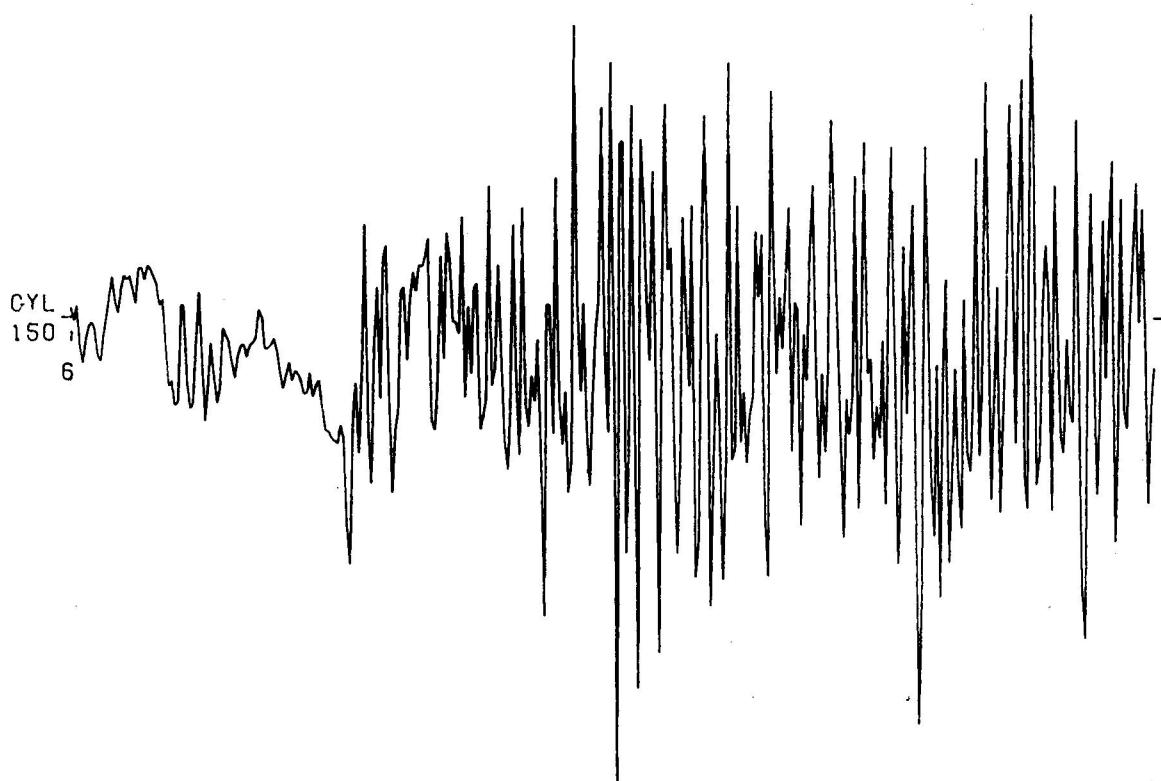




GEODÆTISK INSTITUT

# *Det lokale seismografnet i Danmark 1979–1982*



Rapport om etablering og drift af det lokale seismografnet i Danmark  
og de fundne resultater i perioden

## Indholdsfortegnelse

	Side
Figurfortegnelse og tabelfortegnelse	II
Sammenfatning .. .. .	1
Indledning .. .. .	5
Netopbygningen .. .. .	6
Seismografplaceringen .. .. .	8
Den daglige drift .. .. .	10
Konstaterede jordskælv i Danmark i projektperioden .. .. .	13
Sammenligning med tidligere viden .. .. .	21
Konklusion .. .. .	23
Referencer .. .. .	26
Appendiks 1: .. .. .	A1-1
Undersøgelser af betydningen af placeringen af seismografstationerne.	
Appendiks 2: .. .. .	A2-1
En lokal magnitudeskala i Danmark	
Bilag: .. .. .	B-1
Udskrifter fra lokaliserings-beregninger.	
Kortudsnit med stationen i Mønsted.	
Skitse af placering af målepunktet.	
Kortudsnit med stationen ved Sondrup.	
Skitse af placeringen af målebrønden.	
Kortskitse med stationen på Stevns.	
Skitse af placeringen af målebrønden.	

## Figurer:

	Side
1. Placeringen af SKI-stationer. . . . .	9
2. Projektperiodens jordskælv. . . . .	15
3. Tidsudviklingen i forhold til geografien for projektperiodens jordskælv. . . . .	16
4. Projektperiodens jordskælv overlejet de tidligere instrumentelt bestemte jordskælv. . . . .	22
A1.1 Midlertidige seismografplaceringer nær Sondrup.	A1-2
A1.2 Sammenligning mellem signalamplituder i Sondrup og i Kalsemade. . . . .	A1-6
A2.1 $M_L$ beregnet ud fra København-registrering minus $M_L$ beregnet i Uppsala ud fra svenske registre- ringer. . . . .	A2-4

## Tabeller:

1. Seismografstationernes placering. . . . .	9
2. Lokaliserede jordskælv i projekt-perioden. . . . .	14
3. De danske stationers følsomhed. . . . .	18
A.2.1 Magnitude-forskelle mellem beregninger i København og Uppsala. . . . .	A2-2

## Sammenfatning

Geodætisk Institut afgiver hermed rapport til ELKRAFT/ELSAM om det tre-årige projekt om registrering og undersøgelse af danske jordskælv i tilslutning til og samarbejde med det samtidige projekt, der gennemførtes i Sverige af Försvarets Forskningsanstalt for den svenske kernekraft-inspektion (SKI).

Den danske deltagelse i projektet er styret af en interessegruppe med medlemmer fra ELKRAFT, ELSAM, Tilsynet med nukleare Anlæg og Geodætisk Institut.

De direkte omkostninger ved projektet er udredt og administreret af ELKRAFT/ELSAM, medens Geodætisk Institut har varetaget den daglige drift og bearbejdet de indsamlede data.

Det svenske projekt dækker den sydlige del af Sverige med 21 seismiske målepunkter. Dette net er suppleret med 3 målepunkter i Danmark, så dækningen af det svenske net forbedres ind i Danmark.

Flere hensyn skulle tages i betragtning ved placeringen af de danske målepunkter. En særlig undersøgelse er gennemført for at vise, at de valgte placeringer er repræsentative for de områder, hvori de er placeret.

Den principale dataopsamling udførtes af FOA i Stockholm, men Geodætisk Institut anskaffede tre skrivere, så de danske stationer kunne overvåges her.

Ikke alle rystelser, der registreres på seismografer kan tilskrives jordskælv. For de større er der ikke så megen tvivl, men de mindre må analyseres omhyggeligt før de kan antages frembragt af jordskælv. Forsvarskommandoen og Farvandsdirektoratet blev anmodet om løbende at give oplysninger om større eksplosioner i danske farvande.

I projektperioden er der fundet 13 rystelser, som efter nøje vurdering overvejende sandsynligt må anses for jordskælv, som berører dansk område.

Ingen af de fundne jordskælv har været følt. De har enten været for små eller for langt fra land.

Udvalgte sekvenser af digitale data fra nettet er på magnetbånd blevet overført til regneanlægget på Geodætisk Institut, hvor de sammen med andre

data, der har kunnet indsamles, har været benyttet til vor egen bestemmelse af epicentrum og dybde for jordskælvne.

Der er gennemført en særlig undersøgelse af udbredelsen af Lg-bølger og deres anvendelse til lokale magnitubestemmelser. På grundlag heraf er antaget en lokal magnitudeskala for danske jordskælv. Med denne skala er størrelsen bestemt for samtlige 13 jordskælv.

Resultaterne fra projektperioden har ikke drastisk ændret det hidtidige billede af jordskælvsfordelingen, men nok modificeret det. Der er så få kendte jordskælv i Danmark at hvert enkelt nyt punkt på kortet adderer til vort billede af jordskælvsaktiviteten.

Projektperiodens jordskælv er sammenlignet med vor hidtidige viden om danske jordskælv.

Det mest aktive område findes til søs ved Fiskerbankerne nordvest for Tyborøn, hvor der i tiden 1964-78 har været jordskælv gennemsnitlig cirka hvert andet år. Størrelsen af disse har haft lokal magnitudo,  $M_L$  fra ca. 3 til godt 4. Projektperiodens største jordskælv var i denne størrelsesklasse og fandt sted her. Der var også 3 mindre med  $M_L$  mellem 2 og  $2\frac{1}{2}$ .

Der er også bestemt epicentre i det indre af Jylland. Det er ikke muligt på det foreliggende grundlag at afgøre om jordskælvne i Jylland og i havet tilhører én og samme jordskælvszone.

Den dybde, 30-40 km, der er bestemt for disse jordskælv er væsentlig dybere end sædvanligt for skandinaviske jordskælv.

Fem af periodens jordskælv har epicentrum i den nordlige del af Sjælland og i havet nord herfor. De er temmelig små. Kun et eller eventuelt to af de fundne sjællandske jordskælv var store nok til, at de ville være opdaget uden SKI-nettets seismografer.

Et fællestræk for projektperioden og den forudgående tid er, at der ikke er fundet jordskælv syd for en linie fra Tyborøn til Stevns.

Rapporten konkluderer at den ønskede dataindsamling er gennemført, og at projektet har givet anledning til en højere prioritering af undersøgelser om danske jordskælv. Især fremhæves, at:

- 1) Der er nu med sikkerhed påvist jordskælv i Danmark uden for det kendte aktive område ved Fiskerbankerne.
- 2) Der er indført et størrelsesmål  $M_L$ , som er sammenknyttet med den magnitude, der udregnes i Uppsala for svenske jordskælv.
- 3) De jordskælv, der er fundet, har været så små, at det er forståeligt at der næsten ikke er registreret danske jordskælv på de hidtidige seismografstationer.
- 4) De jordskælv, der er fundet er så få og spredte, at forsøg på at afgrænse forskellige zoner vil bero på tilfældigheder, og at en associering med geologiske strukturer f.eks. den fennoskandiske randzone, hverken kan konstateres eller afvises.
- 5) Påvisningen af jordskælv på de fundne lokaliteter giver større tiltro til at de ældre beretninger om følte rystelser kan tilskrives jordskælv i det indre af såvel Nordjylland som Sjælland.

Projektet har vist, at der kan forekomme små jordskælv i Danmark, men at der må et meget følsomt net til for at detektere dem. De forekommer med ringe hyppighed, så en nærmere afgrænsning af de geografiske områder, hvori de optræder vil kræve drift af et meget følsomt net i lang tid.

## Indledning

Den svenske kraftværksinspektion SKI bestilte i 1976 hos det svenske Forsvarets Forskningsanstalt, FOA, en undersøgelse af svenske jordskælv.

FOA opstillede et projektforslag om oprettelse af et tæt net af seismografer i det sydlige Sverige i supplement til det seismograf-array med fire målepunkter omkring Hagfors, som FOA havde i permanent drift.

Da forslaget blev omtalt under et nordisk seismologmøde i 1977, var det åbenbart, at dette net ville være i stand til at detektere jordskælv i dansk område. Men disse jordskælv ville ligge uden for nettet, og de oplysninger, der kunne uddrages, ville være mindre nøjagtige end for jordskælv inden for nettet. Da der også i Danmark var interesse for at skaffe bedre oplysninger om lokal seismicitet, indledtes et samarbejde om udvidelse af det svenske net ind i Danmark.

Til dette formål blev der dannet en interessegruppe med repræsentanter fra Geodætisk Institut, der varetager den seismiske tjeneste i Danmark, ELSAM, ELKRAFT og Tilsynet med nukleare Anlæg.

I 1978 blev der indgået aftaler om at udvide nettet ind i Danmark mellem ELKRAFT/ELSAM og FOA og mellem ELKRAFT/ELSAM og Geodætisk Institut. Projektet skulle løbe i årene 1979-81. Imidlertid bevirkede forsinkelser, at systemet først blev fuldt operationelt fra slutningen af december 1979. Det blev derfor aftalt at forlænge perioden til udgangen af 1982, så der blev indsamlet data fra fulde tre år.

Ifølge aftalen skulle ELKRAFT/ELSAM financiere og administrere de direkte omkostninger ved projektet, og Geodætisk Institut skulle med nødvendig bistand fra FOA oprette og drive den danske del af nettet. Den danske del af projektet skulle have følgende formål:

- At oprette 3 målestationer i Danmark, som i forbindelse med de svenske stationer giver den praktisk opnåelige registreringsfølsomhed og lokaliseringsnøjagtighed for jordskælv. Den ene af de danske målestationer udrustes til at registrere 3 komponenter af jordbevægelserne.
- At placere målestationerne således, at der dels fås generelle oplysninger om de danske seismiske forhold, dels fås nødvendige specifikke oplysninger om placeringerne Gylling og Stevns med henblik på pladsansøgning.

- At anvende måleresultaterne til at fremstille et seismicitetskort.
- At give grundlag for studier og beregninger af "ground response spectra".
- At korrelere jordskælvsforekomst med tektoniske og geologiske strukturer.
- At undersøge muligheden for at forudsige jordskælv i afgrænsede områder.
- At forbedre grundlaget for udarbejdelse af normer og udførelse af risikovurdering.

GI holder sig løbende i kontakt med den arbejdsgruppe i FOA, som indsamler og bearbejder nettets data. GI opbevarer alle relevante oplysninger og data vedrørende jordskælv, som har interesse for bedømmelsen af seismiske virkninger i Danmark.

Efter endt måleperiode udarbejder GI en rapport om projektets gennemførelse, de indsamlede data samt en redegørelse for de resultater om forekomsten af jordskælv, der kan afledes af projektet.

Denne rapport er Geodætisk Instituts rapport til Interessegruppen om det udførte arbejde i forbindelse med SKI-Danmark (SKI-D) og de fundne resultater frem til udgangen af 1982. FOA har aflagt rapport om den svenske del af projektet i perioden 1980-81 (R. Slunga, 1982).

Nærværende rapport ledsages af et bilagsmateriale, der omfatter to specialrapporter over undersøgelser gennemført i forbindelse med projektet: Undersøgelse af betydningen af placeringen af seismografstationer, og en lokal magnitudeskala i Danmark. Endvidere er bilagt kortudsnit og skitser, der viser stationernes placering samt udskrifterne fra epicenterberegningerne.



### Netopbygningen

Da hensigten med en dansk tilslutning til SKI-nettet var at udvide den geografiske dækning af dette net, blev der tilstræbt den størst mulige lighed i udstyr og dataindsamling. Der blev anvendt de samme seismometre som i Sverige: Geotech S-13 1Hz, der kan omstilles mellem vertikal og horisontal opstilling. Forstærkerne var en ny type med automatisk gain ranging udviklet i FOAs elektroniklaboratorier. Det øvrige elektroniske udstyr blev ligeledes monteret og leveret af FOA.

Selve seismometrene og de tilhørende forstærkere, der var vandtæt indkapslet, blev anbragt i en lille brønd og forbundet med kabler til resten af elektronikken, strømforsyning, telefontilslutning m.v. der blev anbragt i et lukket skab i et nærliggende hus. Jordbevægelserne opfanges af seismometret, hvor de bliver repræsenteret af elektriske spændingsvariationer, der forstærkes i forstærkeren og føres til en VCO<sup>\*</sup> i elektronikskabet, hvor de bliver til frekvensvariationer omkring faste bærefrekvenser. Hvis spændingsvariationen overstiger en vis tærskelværdi nedsættes forstærkningen i trin af 1/10. Forstærkningstrin repræsenteres også af spændingsniveauer, der ligeledes modulerer en bærefrekvens. Indtil fire bærefrekvenser med max  $\pm 125$  Hz kan multiplekseres på én telefonlinie.

I de fleste målepunkter er der kun ét seismometer, som er opstillet til måling af vertikalkomponenten. Enkelte stationer, i Danmark Mønsted Kalkgrube, har tre seismometre, en vertikal og to horisontaler. Hver komponent har sin separate forstærker, men kun fra vertikal-komponenten transmitteres forstærkningstrin-informationen til datacentret. Mønsted-stationen fylder en hel telefonkanal. De to andre stationer, som hver kun har én signalkanal og én forstærkningstrins-kanal multiplekseres i Geodætisk Institut i København på en anden linie til Stockholm.

Telefonlinierne fra samtlige stationer i nettet samles i Stockholm, hvor signalerne demoduleres til spændingsvariationer, der digitaliseres i en central datamat PDP 11/34 med 60 samples pr. sekund. De opsamlede data lagres på en disc, der kan indeholde data fra ca. 5 min. En automatisk

\*frekvens modulator

eventdetektor udvælger sekvenser til permanent lagring på magnetbånd. Disse magnetbånd indeholder de data, som anvendes i det påfølgende analysearbejde.

Som supplement hertil udtegnes nogle af signalerne fra SKI-D på seismografskrivere i Geodætisk Institut, som skal føre tilsyn med den danske del af nettet. Denne dataindsamling er ikke foregået sammenhængende. Der er huller i week-ends, og Mønsted signalerne er først registreret fra oktober 1981.

### Seismografplaceringen

De tre danske stationer blev placeret, så de var spredt godt og samtidig styrkede det danske net (figur 1 og tabel 1). Mønsted-placeringen blev valgt, fordi kalkminen er et af de roligste (eventuelt det roligste) steder i Danmark, hvad angår seismisk uro. Mønsted-seismograferne kan derfor indstilles til lidt større følsomhed end andre seismografer i Danmark. Dette sted er derfor udvalgt til at have to horisontale seismografer opstillet i henholdsvis nord-syd og øst-vest retning.

Stationen i Lille Linde ved roden af Stevns er placeret i en gammel kalkgrav. Der har været flere hensyn taget i betragtning ved placeringen af denne station.

1. Placeringen er ikke ret langt fra den udpegede plads ved sydkysten af Stevns. Undergrunden de to steder er den samme, nemlig kalk. Men den valgte placering ved Lille Linde er lidt mindre udsat for seismisk uro fra kysten end en placering helt ude ved kysten.
2. Kalkundergrund ryster mindre end sand og ler som følge af lokale, små forstyrrelser som trafik og maskiner.
3. Placeringen tilgodeses en god følsomhed for jordskælv i det østlige Danmark

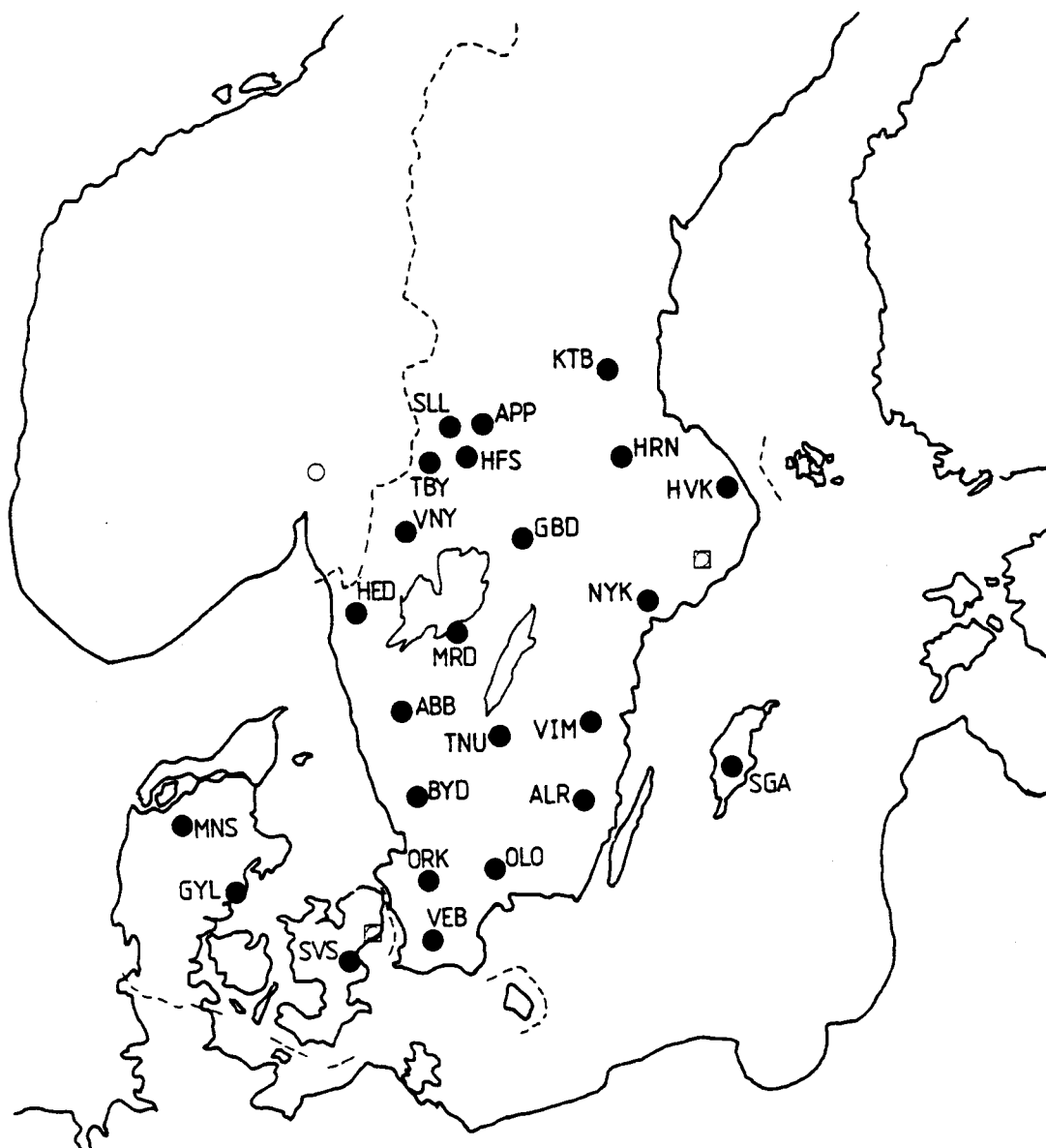
Stationen i Sondrup blev placeret nær ved den udpegede plads på Gyllingnæs. Efter kortstudier og terrænstudier og en kortvarig seismografmåling blev en placering lidt væk fra kysten oppe i bakkerne foretrukket frem for en placering ude på Gyllingnæs.

Da det efter oprettelsen viste sig, at der blev registreret en del støjpulser, blev en yderligere undersøgelse af området iværksat for at

Tabel 1

## Seismografstationernes placering

	dansk betegnelse	svensk betegnelse			højde
Mønsted Kalkgrube	mk	mns	56°27.30'N	9°10.40'E	12 m
Sondrup	gs	gyl	55°54.28'N	10°04.30'E	72 m
Stevns	ls	svs	55°19.98'N	12°12.90'E	8 m



Figur 1. Placeringen af SKI-stationer

undersøge om stationen kunne anbringes mere hensigtsmæssigt. Denne undersøgelse blev senere fulgt op af en 3 måneders samtidig drift af stationen og en midlertidig station i Kalsemade ved pladsen Gyllingnæs. Sidstnævnte forsøg blev udført for at undersøge om de registrerede seismiske signaler over en længere periode var afhængige af stationens placering. Disse to undersøgelser er nærmere beskrevet i appendiks 1. Resultatet var, at mange af de forstyrrende støjpulser forekom i hele området, og at bølgeslaget ved kysten bidrog med en yderligere støj i nærheden af kysten.

Sammenligningerne viste at placeringen i Sondrup er repræsentativ for forholdene i Kalsemade ved pladsen Gyllingnæs, men at Kalsemade er mere udsat for støj under ugunstige vejrforhold.

På grundlag af erfaringen er det endvidere konkluderet, at stations-placeringen i Lille Linde er repræsentativ for forholdene på Stevns.

#### Den daglige drift

Overvågningen af rystelser i det danske område har i løbet af projektperioden været en kombination af en gennemgang af Geodætisk Instituts registreringer fra de danske SKI-stationer og svenske detektioner fra databehandlingen i Stockholm, suppleret med observationer fra andre seismografer i Danmark: i København, i Nordvestjylland og på Bornholm.

De danske registreringer fra SKI-nettet og fra stationerne i København, Nordvestjylland og Bornholm er blevet gennemset for signaler, der efter erfaringen i Seismisk Afdeling kunne stamme fra lokale jordskælv. Hver gang et mistænkeligt signal er observeret er nabo-seismografernes registreringer blevet eftersat, og hvis vi har skønnet, der var grund til det, er alle SKI-registreringerne rekvireret fra Stockholm.

Den principale dataopsamling fandt sted på dataanlægget i Stockholm. Når eventdetektoren bevirkede at en sekvens blev lagret på magnetbånd, blev der samtidig i en særlig tapelog noteret start- og stoptiden. Endvidere blev signaleerne udtegnet på en papirregistrering. Denne registrering blev benyttet til en første oversigt i Sverige. De rystelser, der så ud til at komme fra dansk område, har vi fået meddelelse om.

På grundlag af enten egne eller svenske detektioner har vi rekvireret omkring 50 rystelsers registreringer fra samlingen i Stockholm, heraf omkring en trediedel uden for dansk område for at udnytte dem til sammenligninger.

Flere af de mindste jordskælv i Danmark, der er fundet er lokaliseret udelukkende på grundlag af svenske registreringer, fordi signalerne på de danske stationer har været så svage i forhold til den seismiske uro, at signalerne ikke kan skelnes på de danske stationer.

Det største af jordskælvene er derimod registreret både på danske, svenske, norske og skotske stationer, medens andre af de større jordskælv kan skelnes på danske, svenske og eventuelt norske stationer. Der er ingen seismografer i Nordtyskland, der er velegnede til registrering af helt små lokale rystelser. For at udnytte vores nabolandes seismograf-registreringer har der været en løbende kontakt til disses seismologiske centre, specielt til Stockholm.

Ikke alle rystelser, der registreres på seismografer kan tilskrives jordskælv. For de større er der ikke så megen tvivl, men de mindre må analyseres omhyggeligt før de kan antages frembragt af jordskælv.

Store eksplosioner giver, ganske som jordskælvene, rystelser, der registreres på seismograferne. Det kan ofte være svært at skelne om en registreret rystelse stammede fra et jordskælv eller en eksplosion. Geodætisk Institut har i projektperioden haft en aftale med Forsvarskommandoen og med Farvandsdirektoratet om, at alle sprængninger i dansk område med ladning større end 200 kg rapporteres til Geodætisk Institut. Der er indløbet rapporter om 92 sprængninger. En del af disse har kunnet skelnes på en eller flere registreringer, og de har kunnet udelukkes som jordskælv.

I enkelte tilfælde, når et formodet jordskælv er blevet detekteret og behandlet, er Søværnet eller lokale politimyndigheder blevet spurgt, om det kunne være en eksplosion. Kun i et tilfælde har det vist sig, at Geodætisk Institut ved en fejltagelse ikke havde fået besked om en sprængning, 18 MAR 1981 nord for Sjælland ved Hesselø.

På de tre danske stationer er der blevet registreret mange små rystelser, som kun kan ses på én seismograf og som har givet anledning til overvejelser om, hvorfra de stammer. På Mønsted-stationen er der kun nogle få pr. døgn.

På Stevns-stationen er der lidt flere, med en stor overvægt af en ganske bestemt type, der skyldes det lokale tog, og på Sondrup-stationen er der 10-50 pr. døgn afhængig af, hvad vi kalder små rystelser. En meget grov fornemmelse siger, at højfrekvente signaler stammer fra rystelser meget nær ved seismografen, mens lidt mindre højfrekvente signaler stammer fra rystelser nogle kilometer væk.

Specielt for Stevns-stationen kan vi genkende, hver gang toget kører forbi på den lille bane 180 meter fra seismografen. På lavpas-filtrerede registreringer fra Stevns kan skinnebussen hver halve time kun lige netop skelnes, mens større tog et par gange i døgnet ses tydeligt. På ufiltrerede udskrifter fra Stevns kan også skinnebussen tydeligt skelnes. Alligevel er placeringen på Stevns velegnet, fordi togene er så godt som eneste forstyrrelse på seismografen.

Det er en erfaring, at der i disse små rystelser er en tydelig afhængighed af tiden på døgnet, som det omtales i appendiks 1. For Sondrup har vi tillige i en periode i 1982 bemærket, at de små rystelser indtraf fra morgen til midnat om sommeren, men at de holdt tidligere op, efterhånden som det blev efterår.

De stationer, Mønsted og Stevns, der har færrest små rystelser, er netop dem, der er placeret på de mest konsoliderede geologiske lag (kalk). Tidligere har der under et forsøg været foretaget en sammenligning mellem Mønsted kalkmine og en position 800 meter væk på løsere geologiske lag (ler og sand). Også der var det tydeligt, at seismografen i kalkminen kun registrerede et fåtal af de små rystelser, som blev registreret på seismografen på det løsere fundament, og som iøvrigt næsten udelukkende indtraf i dagtimerne.

Som det blev konstateret i "Sammenligning mellem Kalsemade og Sondrup" (i appendiks 1) kan en stor del af de lavfrekvente signaler (mindre end 5 Hz), der kun ses på en af stationerne genfindes på en seismograf 10 km væk, mens mange højfrekvente signaler ikke kan genfindes. Dette er også iagttaget ved det tidligere eksperiment i og i nærheden af Mønsted kalkmine. Årsagerne til de to typer signaler, er rimeligvis forskellige, men for begge gælder det, at de indtræffer i dagtimerne, og at de skelnes tydeligst, når seismografen står på løse geologiske lag.

Selv om man ikke kender kilderne til disse mange rystelser kan det siges, at de er menneskeskabte, og at kilderne findes i de løse geologiske lag. Sådanne rystelser findes formodentlig alle vegne, hvor der er maskiner eller trafik i nærheden.

Det er lykkedes at finde kilden til to meget store signaler på Stevns-stationen, som også blev registreret på København, men ikke på andre stationer. Det var store skred på Stevns klint.

Begge skred skete i januar måned, 23 JAN 1981 og 8 JAN 1982. Det første blev anslået til at dreje sig om et 75 m langt stykke af en 41 m høj klint. Et par hundrede meter fra klinten mærkede man en kraftig rystelse, så kaffekopperne klirrede. Men selv en rystelse af denne størrelse er altså for lille til, at vi har detekteret den på nettet af seismografer. De jordskælv, som er blevet detekteret, og som omtales senere i denne rapport, er altså større.

Et meget mindre jordskred er sket i Mønsted lige op ad instrumenterne. Det blev konstateret under et tilsyn 1 APR 1981. Skabet med en del af elektronikken blev ramt, men ikke særlig beskadiget. Der findes ingen registrering af dette skred, da det ikke har udløst, at signalerne er opbevaret i Stockholm, og den kontinuerede Mønsted-registrering i København var endnu ikke sat i gang. Det drejer sig om nogle få kubikmeter jord, der skred ned fra loftet i minegangen, som det så ofte før er sket i Mønsted kalkmine.

#### Konstaterede jordskælv i Danmark i projektperioden

På grundlag af det materiale, der er indsamlet i perioden medio december 1979 - udgangen af 1982 er der påvist 13 jordskælv, som berører dansk område.

De 13 jordskælv er lokaliseret som beskrevet nedenfor og deres størrelse er vurderet udfra målinger på Lg bølgerne, jævnfør appendiks 2.

Resultaterne er opført i tabel 2 og epicentrene med angivelse af dybde er vist på figur 2. Magnitude er vist ved størrelsen af cirklerne. De benyttede data er vedlagt som bilag.

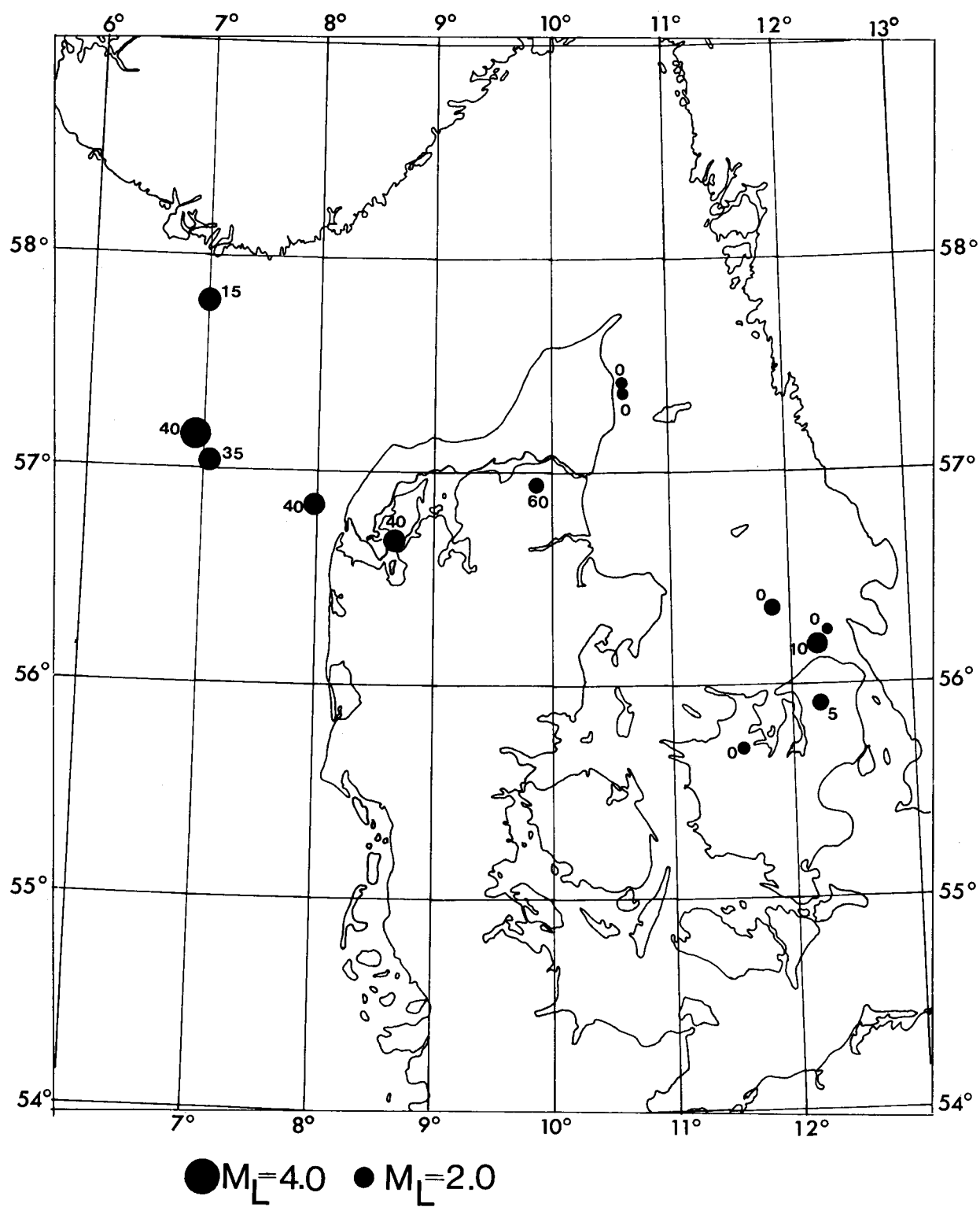
Figur 3 er et forsøg på at undersøge om der skulle være nogen iøjnefaldende udvikling i tid. Tiden er afsat ad den ene akse og den anden akse er epicentrenes projektion på en linie, der giver god spredning.

Tabel 2

## Lokaliserede jordskælv i projekt-perioden.

dato	h m s	bredde N	længde Ø	dybde		
				km	M <sub>L</sub>	
25/12-79	02 41 11.8	56°40.8'	8°39.4'	39.2	2.4	Mors
21/1 -80	07 41 33.7	56°10.6'	12°14.2'	10.6	2.5	nord for Sjælland
12/12-80	21 53 32.2	56°56.6'	9°53.1'	59.9	1.7	Ålborg
17/4 -81	18 57 26.2	57°48.9'	7°00.1'	15.0	2.2	Norskerenden
29/4 -81	10 29 29.2	57°23.9'	10°37.1'	0.0	1.6	Frederikshavn
29/4 -81	11 08 31.4	57°25.0'	10°37.3'	0.0	1.4	Frederikshavn
6/9 -81	04 12 01.8	57°10.7'	6°57.8'	40.0	3.9	Skagerrak
7/9 -81	14 03 09.0	57°02.7'	7°04.1'	33.8	2.1	Skagerrak
15/2 -82	14 10 55.6	55°54.1'	12°14.7'	3.4	2.0	Nordsjælland
23/3 -82	01 39 16.9	56°13.7'	12°18.4'	0.0	1.1	nord for Sjælland
24/5 -82	03 10 20.3	56°50.1'	7°58.4'	40.0	2.3	Skagerrak
17/9 -82	11 19 55.2	55°41.6'	11°35.6'	0.0	1.5	Nordvestsjælland
1/11-82	02 48 11.5	56°21.2'	11°51.8'	0.0	2.1	nord for Sjælland



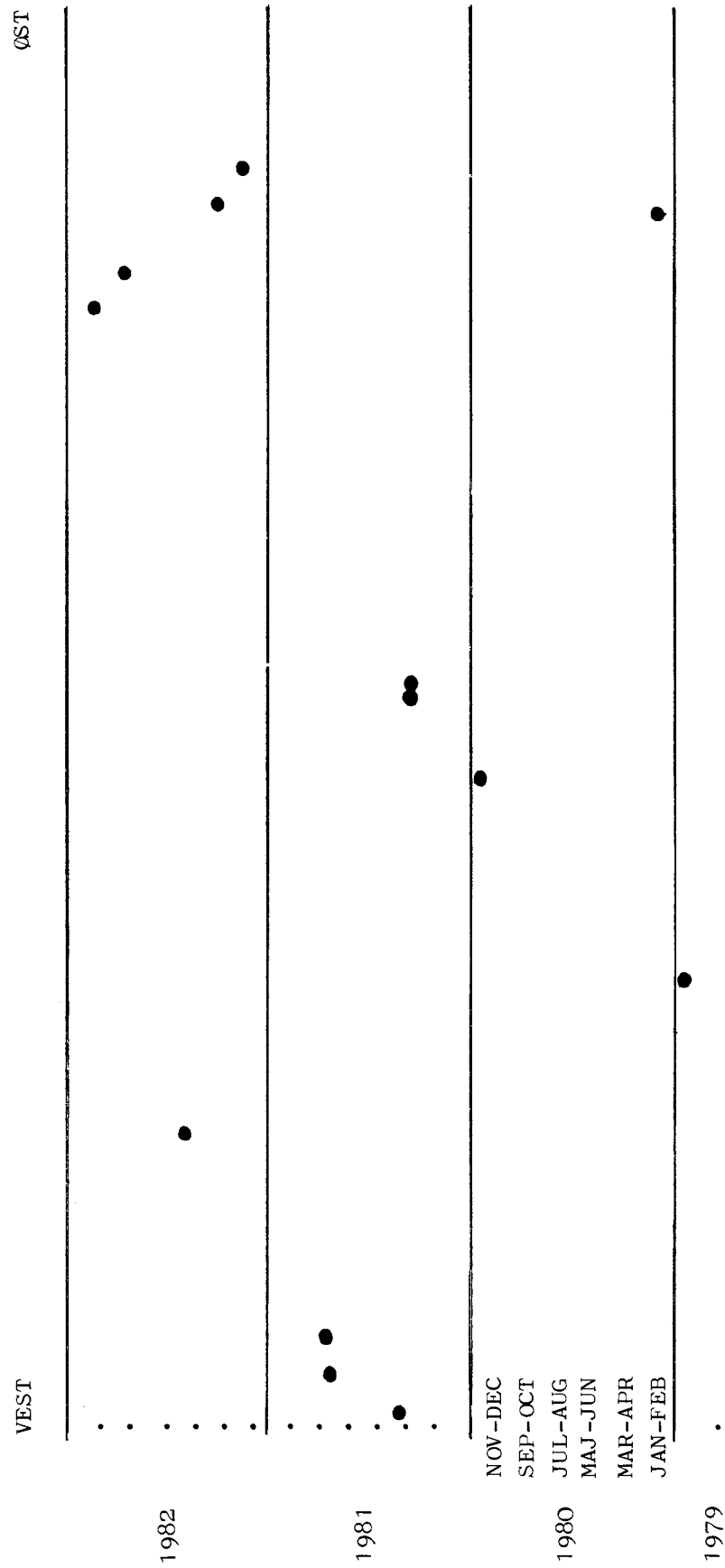


Figur 2.

Projektperiodens jordskælv. Dybde afrundet til nærmeste 5 km.

Figur 3. Tidsudvikling i forhold til geografien for  
projektperiodens jordskælv.

JORDSKÆLVENE I DANMARK  
PROJICERET PÅ RETNING  
110° - 290°  
(20° fra Ø-V)



HORISONTAL SKALA SOM PÅ JORDSKÆLVSKORTET

Især det sidste år var der aktivitet i den østlige del af Danmark. De to jordskælv først i 1981, ved Frederikshavn, er næsten lige store. De skete med 39 minutters mellemrum. Sidst i 1981, i Skagerrak, skete et "hovedskælv" og dagen derpå et mindre "efterskælv". Der er ingen iøjnefaldende sammenhæng mellem aktiviteten i det østlige og i det vestlige Danmark.

Der er ikke materiale nok til en statistisk bestemmelse af nettets følsomhed, men for hvert jordskælv viser tabel 3 i hvilke stationer, Lg har kunnet aflæses. Tabellen er delt i vest og øst med henholdsvis Mønsted og Stevns som den nære station. 50% fraktilen for detektion må være mellem  $1\frac{1}{2}$  og  $2 M_L$ .

Lokaliseringsberegningerne i Danmark er foretaget efter samme principper som i andre internationale og nationale centre som en mindste kvadraters tilpasning til mange seismograf-aflæsninger. Denne procedure og det regne-maskineprogram, der benyttes i Seismisk Afdeling til lokalisering, har været afprøvet på forskellige måder.

For en sprængning 18 MAR 1981 ved Hesselø nord for Sjælland er der foretaget en lokalisering ud fra SKI-nettets registreringer:

beregnet position	$56^{\circ}12.9'N$	$11^{\circ}43.1'E$	dybde 0.4 km
Hesselø's koordinater	$56^{\circ}12'N$	$11^{\circ}42'E$	

middelfejlen på den beregnede position var i horisontal retning 3.6 km. En cirkel med denne radius omkring den beregnede position indeholder sprængningens position. På dybden er usikkerheden større. Sprængningen er foretaget i dybden 0 km, og beregningens resultat er korrekt, "nær over - fladen".

Et jordskælv på Kullen 16 NOV 1980 er både lokaliseret i København og i Stockholm:

beregning i København	$56^{\circ}17.9'N$	$12^{\circ}28.5'E$	dybde 0 km
beregning i Stockholm	$56^{\circ}15.7'N$	$12^{\circ}31.2'E$	dybde 14 km

Middelfejlen på den danske beregning er 2.2 km i horisontal retning. Der er meget nær overensstemmelse mellem de to beregninger, som er foretaget helt uafhængigt af hinanden og med forskellige antagelser om udbredelses-hastighederne af de seismiske bølger i jorden.

Tabel 3

De danske stationers følsomhed.

## a) Vestlige epicentre

$M_L$	Mønsted	Sondrup	Stevns
3.9	+	+	+
2.4	+	+	+
2.3	+	+	+
2.2	+	-	-
2.1	+	-	-
1.7	+	+	-
1.6	-	-	-
1.4	-	-	-

## b) Østlige epicentre

$M_L$	Mønsted	Sondrup	Stevns
2.5	+	+	+
2.1	+	+	+
2.0	-	-	+
1.5	-	-	-
1.1	-	-	-

+ stationer hvor jordskælvet er registreret

- stationer hvor jordskælvet ikke er registreret

For et lidt ældre jordskælv, 26 APR 1978, er der foretaget en afprøvning af betydningen af antagelserne om de seismiske bølgers udbredelseshastigheder på lokaliseringsresultatet:

$56^{\circ}51.7'N$   $7^{\circ}42.6'E$  (med den model, som bruges i Helsinki for hele Skandinavien)

$56^{\circ}51.8'N$   $7^{\circ}40.4'E$  (med den model som bruges i Uppsala for Sverige)

Disse to beregninger gav altså meget nær overensstemmende resultater. Siden er den model, som bruges i Helsinki for hele Skandinavien, blevet benyttet ved beregning af lokalisering af danske jordskælv.

Modellen er:	P-hastighed km/sek.	dybde km
	6.07	0
	6.64	15
	8.03	40
	8.50	80

$$\frac{\text{P-hastighed}}{\text{S-hastighed}} = 1.73$$

Ingen af de fundne jordskælv har været følt. De har enten været for små eller for langt fra land. Jordskælv 6 SEP 1981 var så stort, at det ikke ville have været ubemærket, hvis det var sket på land.

Om alle jordskælvene har der været overvejelser, om det kunne være eksplosioner. Flere forskellige metoder har været taget i brug for at skelne.

1) Jordskælvene i Nordvestjylland og Skagerrak (25/12-79, 6/9 og 7/9 1981, og 24/5-82) har dybder på 35-40 km. Disse dybdebestemmelser er significant forskellige fra nul, hvilket skulle udelukke eksplosioner. Disse jordskælv falder inden for og i forlængelse af en zone, der kan skelnes på grundlag af tidligere jordskælvsdata (Gregersen, 1979 og 1982).

2) Jordskælv 6 SEP 1981 ved Ålborg er beregnet som endnu dybere, 60 km. For en ekstra sikkerheds skyld, har politimesteren i Ålborg været spurgt, om han havde givet tilladelse til eller fået indberetning om en eksplosion. Han benægtede at kende til en eksplosion.

3) De to meget små jordskælv nær Frederikshavn er kun registreret af 6-7 seismografer i Sverige og mere usikkert på 4 seismografer i Norge. På lokaliseringen er der større unøjagtighed end for de andre jordskælv i listen,

dog er der ingen tvivl om at jordskælvene skete et sted i nærheden af kysten ved Frederikshavn. Dybden er ubestemt. For en sikkerheds skyld har Søværnets Operative Kommando været spurgt, om det kunne være eksplosioner, og det er blevet benægtet.

4) Dybden af jordskælvene i Nordsjælland og nord for Sjælland er ikke signifikant forskellig fra nul, så dette kriterium udelukker ikke, at det kan være eksplosioner. Men to af de fem behandlede jordskælv har fundet sted på tidspunkter, hvor det var mørkt (24/3-82 og 1/11-82). Sprængningsfolk udtaler, at absolut ingen, der tænker over risikoen, vil vælge at affyre en sprængning, når det er mørkt. Så der kan ikke være nogen tvivl om, at disse to rystelser var jordskælv.

5) Jordskælvet i Nordvestsjælland, 17/9-82, er sket i dybde nær nul og midt om dagen. Det er lokaliseret på grundlag af kun fem svenske seismografers aflæsninger, ingen nærved og ingen vest for jordskælvet, så usikkerheden på denne lokalisering er næsten lige så stor som for Frederikshavn-jordskælvene. Det skønnes dog, at rystelsen signifikant hører hjemme i Nordvestsjælland eller i Roskilde Fjord. En større eksplosion her ville formodentlig have været omtalt i aviserne, så vi havde hørt om det.

6) Jordskælvet i Nordsjælland, 15/2-82, er sikrere lokaliseret end det 17/9-82. Det er også større. En eksplosion nær Hillerød ville vi formodentlig have hørt om.

7) For det største af jordskælvene ved det nordlige Sjælland, 21/1-80 har det været muligt at samle flere argumenter om spørgsmålet eksplosion/ jordskælv. Denne rystelse er lokaliseret i et område, hvor der efter Anden Verdenskrig blev nedsænket store mængder ammunition. Seismisk Afdeling har for mange år siden, indtil begyndelsen af 1960-erne, på en seismograf i København registreret eksplosioner fra dette område. Desværre har vi i København skiftet den seismograf ud, som eksplosionerne var tydelige på, så kun to eksplosionsregistreringer kan bruges til sammenligning. Og karakteren af det totale signal er ikke den samme for rystelsen 21/1-80.

Dybden af rystelsen 21/1-80 er beregnet til 10 km. Denne er statistisk signifikant forskellig fra nul med den beregningsmodel vi benytter, og det skønnes, at dybden også fysisk i jorden er signifikant forskellig fra nul, så eksplosionsmuligheden udelukkes. Søværnets Skydeskole, der snarest ville

kende til en sprængning i dette område har været spurgt. De kendte ikke til en planlagt eksplosion, og kunne ikke forestille sig, at noget så gammelt sprængstof kunne være eksploderet af sig selv.

Registreringerne af rystelsen 21/1-80, såvel som registreringerne af de andre jordskælv i nærheden af Sjælland, har været sammenlignet med registreringerne på SKI-nettet af en eksplosion ved Hesselø lige nord for Sjælland. For eksplosionen var seismogrammerne forskellige fra jordskælvenes, således at der for eksplosionen er mere P-bølge amplitude i forhold til S-bølge amplitude end for jordskælvene. Dette sidste kriterium tyder på, at såvel rystelsen 21/1-80 som de andre rystelser nær Sjælland er jordskælv.

#### Sammenligning med tidligere viden

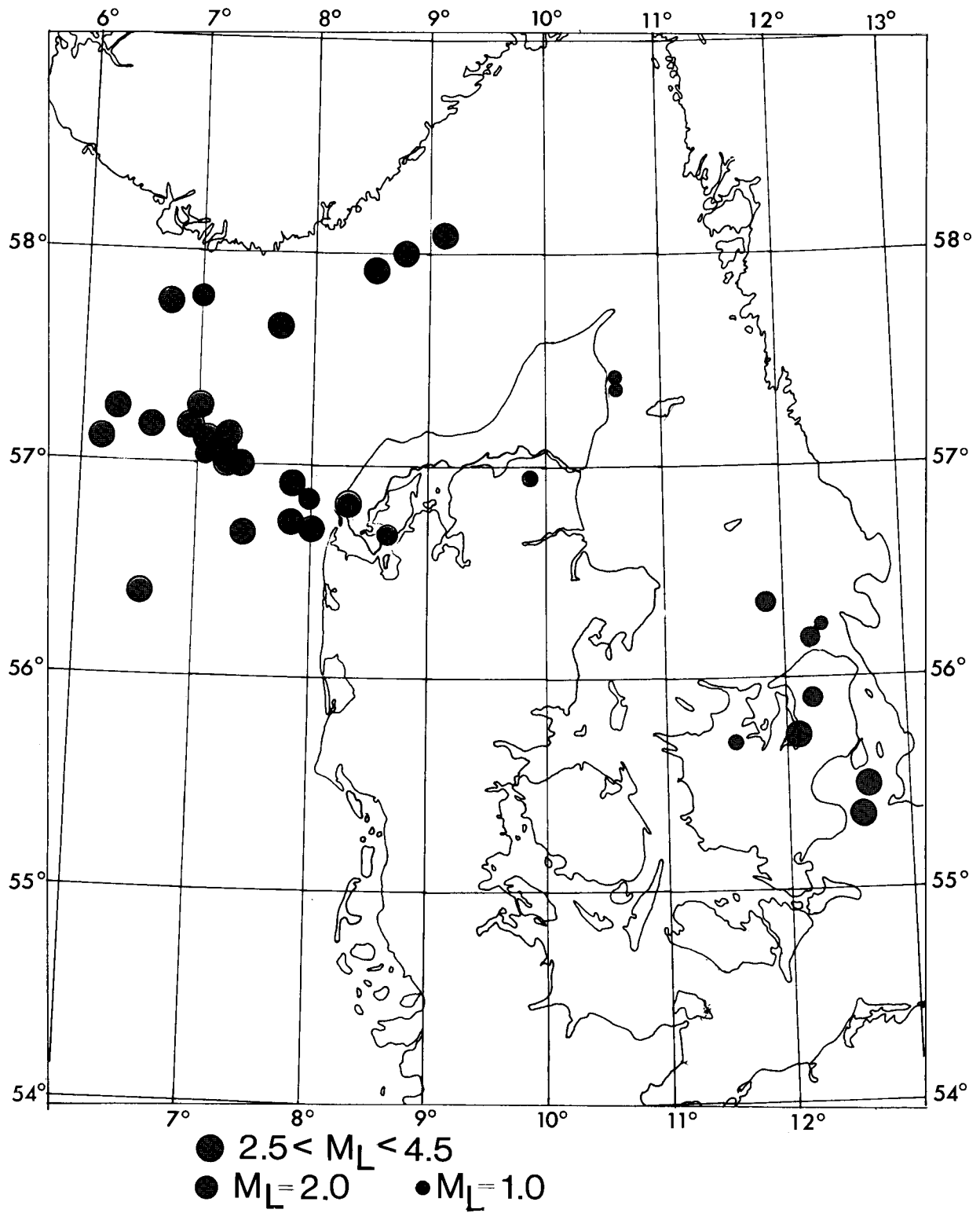
De i projektperioden rapporterede jordskælv skal sammenholdes med de oplysninger, som var til rådighed inden dette projekt. I figur 4 er præsenteret et kort med de fundne epicentre og de i forvejen kendte instrumentelle jordskælvslokaliseringer.

Det ses, at projektperiodens resultater ikke drastisk har ændret billedet af jordskælvsfordelingen, men nok har modificeret det. Der er så få kendte jordskælv i Danmark, at hvert enkelt nyt punkt på kortet adderer til vort billede af jordskælvsaktiviteten.

I og nær Nordvestjylland er lokaliseret to jordskælv i 1929 og et i 1954. I perioden 1964 til 1978 fandtes 7 jordskælv (Gregersen, 1979, med en enkelt tilføjelse). Kun perioden efter 1964 er rimeligt overvåget. Den gav gennemsnitlig et jordskælv cirka hvert andet år.

Disse jordskælv har  $M_L$ -magnitudes fra ca. 3 til godt 4. I projektperioden er der sket et enkelt jordskælv i denne størrelsesklasse og 3 mindre, der har  $M_L$  mellem 2 og  $2\frac{1}{2}$ . Disse jordskælv er så små, at de ikke ville være opdaget uden den meget forbedrede følsomhed i projektperioden.

Epicentre er meget usikre, når der kun foreligger oplysninger om, hvorledes jordskælv er mærket af mennesker. Selvom nogle jordskælv var antaget (Lehmann, 1956) at være lokale jyske jordskælv, har det været foreslået, at samtlige epicentre skulle findes til havs. Kun jordskælvet i 1954 havde et



Figur 4.

Projektperiodens jordskælv overlejret de tidligere instrumentelt bestemte jordskælv.



instrumentelt bestemt epicentrum inden for kysten, men placeringen var meget usikker. Imidlertid har projektet påvist et jordskælv (25 DEC 1979), der med sikkerhed er inde i Jylland. Det kan derefter ikke afvises, at også andre jordskælv kan have fundet sted så langt mod øst. Det er ikke muligt på det foreliggende grundlag at afgøre om jordskælvne i Jylland og i havet tilhører én og samme jordskælvszone.

Den dybde, der er bestemt for disse jordskælv er væsentlig dybere end sædvanligt for skandinaviske jordskælv. De svenske skælv koncentrerer sig om 13 km og 25 km med flest øverst.

Projektperiodens sjællandske jordskælv kom ikke i Øresund, hvor de hidtil største lokaliserede jordskælv fandt sted. I 1930 skete et jordskælv med  $M_L$  4.0 (omregnet fra en bestemmelse af Båth på  $M = 4.5$ ). Det blev rapporteret mærket af mange i København. Et senere jordskælv i 1954 blev mærket på Stevns. Men tre af de ialt fem nyligt fundne er placeret i Kattegat nord for Sjælland. I området har der været minesprængninger og (utilsigtede) ammunitionsprængninger men jordskælv er ikke før blevet lokaliseret her. De resterende to er henført til Nordsjælland og Nordvest-sjælland. Det sidstnævnte var så lille, at ingen danske stationer har registreret det. Men de understøtter troværdigheden af det jordskælv, som blev registreret i Københavnstationen i 1971, men først blev lokaliseret langt senere ved Roskilde fjord. Det er da også muligt, at et jordskælv i 1869, hvis iso-seismer kunne tyde på det, havde sit epicentrum i dette område.

Kun et eller eventuelt to af de fundne sjællandske jordskælv var store nok til, at de ville være opdaget uden SKI-nettets seismografer.

Et fællestræk for projektperioden og den forudgående tid er, at der ikke er fundet jordskælv syd for en linie fra Tyborøn til Stevns.

### Konklusion

Det planlagte projekt om at udvide seismografnettet i det svenske SKI-projekt ind i Danmark, at indsamle udvalgte data digitalt i 3 år, og at bearbejde de danske data i Geodætisk Institut er gennemført.

Det tekniske udstyr har fungeret tilfredsstillende og samarbejdet med den svenske partner har været fortræffeligt. Projektet har i seismisk afdeling givet anledning til en højere prioritering af undersøgelser om danske jordskælv.

Som resultater af arbejdet kan nævnes:

- 1) Der er nu med sikkerhed påvist jordskælv i Danmark uden for det kendte aktive område ved Fiskerbankerne.
- 2) Der er indført et størrelsesmål  $M_L$ , som er sammenknyttet med den magnitude, der udregnes i Uppsala for svenske jordskælv.
- 3) De jordskælv, der er fundet, har været så små, at det er forståeligt at der næsten ikke er registreret danske jordskælv på de hidtidige seismografstationer.
- 4) De jordskælv, der er fundet er så få og spredte, at forsøg på at afgrænse forskellige zoner vil bero på tilfældigheder, og at en associering med geologiske strukturer f.eks. den fennoskandiske randzone, hverken kan konstateres eller afvises.
- 5) Påvisningen af jordskælv på de fundne lokaliteter giver større tiltro til at de ældre beretninger om følte rystelser kan tilskrives jordskælv i det indre af såvel Nordjylland som Sjælland.

Projektet har vist, at der kan forekomme små jordskælv i Danmark, men at der må et meget følsomt net til for at detektere dem. De forekommer med ringe hyppighed, så en nærmere afgrænsning af de geografiske områder, hvori de optræder vil kræve drift af et meget følsomt net i lang tid.

De under projektet indsamlede data vil blive opbevaret, så de fortsat kan benyttes til undersøgelser af danske jordskælv efterhånden som nye databehandlingsmetoder tages i brug.

De opbevarede data er særligt værdifulde fordi de findes på digital form. Det er derfor muligt uden væsentligt nøjagtighedstab at beregne de faktiske jordbevægelser evt. i form af accelerationer. Det vil således være muligt at beregne ground response spectra for de registrerede jordskælv på stationsplaceringerne. Det er ikke hidtil gennemført bl.a. fordi samtlige rystelser har været ganske små.

Der findes ikke i dag nogen anerkendt metode til at forudsige når, hvor og hvor stort der vil komme jordskælv. Men det materiale, der er indsamlet vil kunne anvendes til afprøvningsberegninger, hvis der skulle komme nogle interessante modeller.

I Sverige fortsætter SKI-projektet. Den behandling de svenske digitale data fra 1980-81 har været underkastet bør også forsøges på materiale fra Danmark, men metoderne er så ny, at de ikke er indført her endnu.

I 1984 er planlagt en kampagne med et antal større underjordiske sprængninger, der skal observeres med tætte rækker af seismografer. Formålet er at bestemme de seismiske hastigheder i jordskorpen under Danmark. Resultaterne herfra kan benyttes til at give sikrere hypocenterbestemmelser af danske jordskælv.

## Referencer:

- M. Båth. 1956: An Earthquake Catalogue for Fennoscandia for the Years 1891-1950. Sveriges Geologiska Undersökning. Årsbok 50 no. 1.
- M. Båth. 1979: Earthquakes in Sweden 1951-1976. Sveriges Geologiska Undersökning. Årsbok 72 Nr. 12.
- M. Båth, O. Kulhanek, T. Van Eck, R. Wahlström. 1976: Engineering Analysis of Ground Motion in Sweden. Report no. 5-76. Seismological Institute Uppsala.
- Geodætisk Institut rapporter til ELSAM 30 JUL 1973, 28 JAN 1974 og 10 FEB 1975.
- Geodætisk Institut rapporter til Kraftimport 18 AUG 1975 og 21 AUG 1975.
- S. Gregersen. 1979: Earthquakes in the Skagerrak recorded at small distances. Bull. Geol. Soc. Denmark, vol. 28, pp 5-9.
- S. Gregersen. 1982: Jordskælvsaktivitet i Nordsøområdet. Dansk Geol. Foren. Årsskrift for 1981, side 157-159, København 15 juli 1982.
- S. Gregersen. 1983: Lg wave propagation and crustal structure differences near Denmark and the North Sea. in preparation.
- H. Jensen. 1954: Jordskælvet ud for Stevns, den 4. juni 1954. Geodætisk Instituts Meddelelse no. 29, 9 sider.
- I. Lehmann. 1948: On two explosions in Danish Waters in the autumn of 1946. Geofisica Pura et Applicata, 12, 145-161.
- I. Lehmann. 1956: Danske jordskælv. Meddelelser fra Dansk Geologisk Forening, bind 13, siderne 89-103.
- R. Slunga. 1982: Research on Swedish earthquakes 1980-1981. Forsvarets Forskningsanstalt, FOA Rapport C20477-T-1, November 1982.
- R. Wahlström. 1978: Magnitude-Scaling of Earthquakes in Fennoscandia. Report no. 3-78. Seismological Institute, Uppsala.

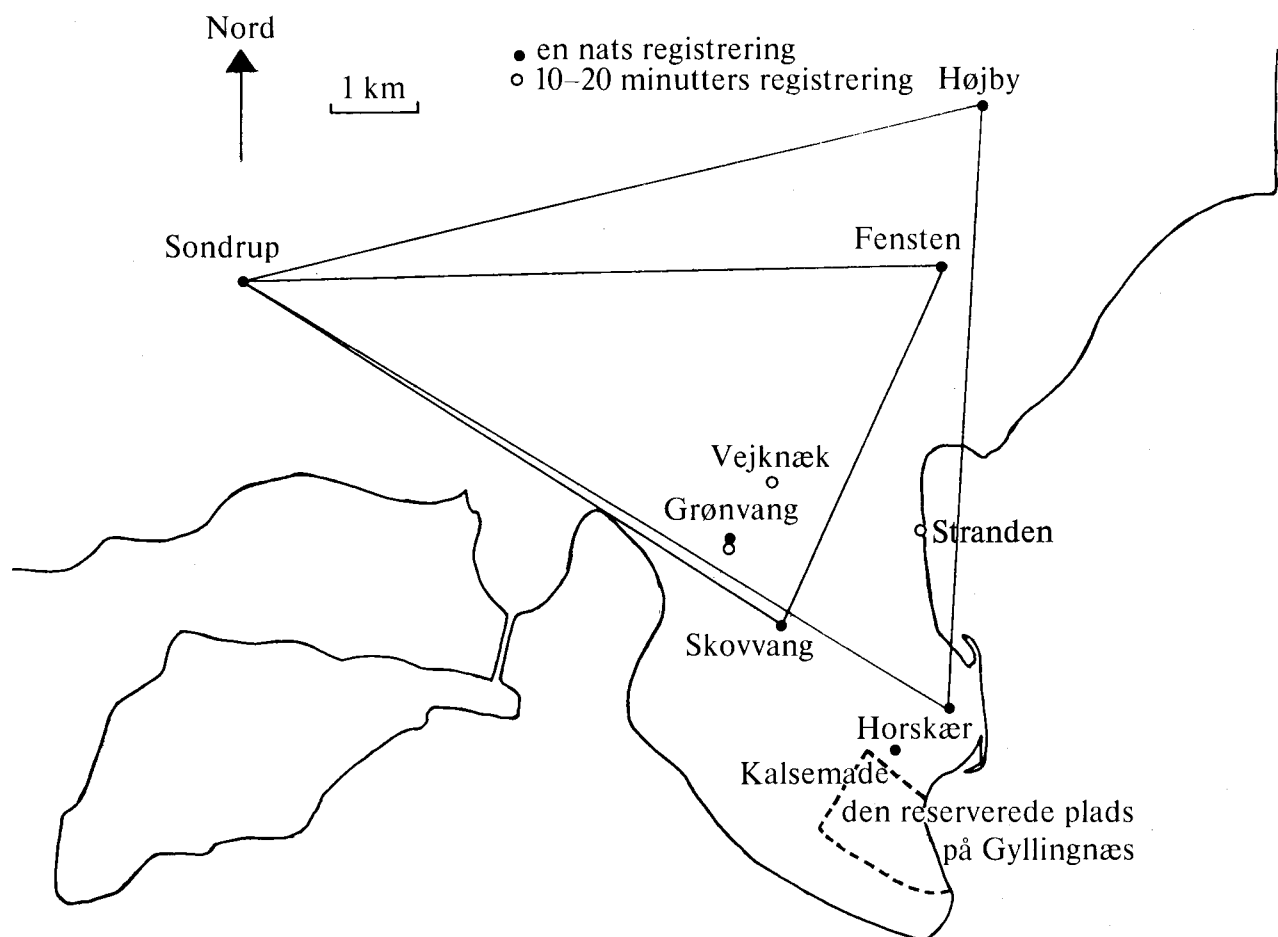
Undersøgelser af betydningen af placering af seismografstationerne.

1. Rekognoscering i nærheden af den seismiske station i Sondrup  
12-16 NOV 1979.

To transportable seismografer (MEQ-800 med S-13 og 4 k. dæmpning) blev anvendt med sodede registreringer. Der er registreringer fra eftermiddagen d. 12 NOV til formiddagen d. 16 NOV med afbrydelser på nogle timer, når instrumenterne blev flyttet i løbet af dagen d. 13, 14 og 15 NOV. Begge instrumenter var i gang på forskellige steder fra den ene eftermiddag til den næste formiddag i hele perioden. De to første nætter var den ene seismograf placeret lige op ad den seismiske station i Sondrup, mens den anden seismograf var placeret to forskellige steder på Gyllingnæs. De to sidste nætter var seismograferne placeret i en trekant (fig.A1.1), for at det skulle blive muligt at konstatere, fra hvilken retning og med hvilken hastighed nogle støjpulser udbreder sig henover området.

I 4 tilfælde var det muligt, at genkende en støjpuls på de to transportable seismografer og på Sondrup-stationen. Støjpulserne havde varighed omkring et minut og frekvenser på 2-3 Hz. De kom fra vest-syd-vest og udbredte sig med hastigheder på omkring 0.3 - 0.4 km/s.

Især det første halve døgn registrering viste, at en del af de støjpulser på Sondrup-stationen, som gav anledning til tvivl om stationens hensigtsmæssige placering, kunne genfindes ude på Gyllingnæs med amplituder mellem 1 og 2 gange størrelsen i Sondrup. Det drejede sig om cirka halvdelen af de forstyrrende støjpulser. På MEQ-800 var maksimalamplituderne af disse støjpulser omkring dobbelt så store som maksimalamplituderne af de støjpulser, der ikke kunne genkendes. Frekvenserne af de genkendelige støjpulser var omkring 2-3 Hz, mens frekvenserne af de pulser, der ikke kunne genfindes på Gyllingnæs, var omkring 5 Hz. Da forstyrrelsen var cirka dobbelt så stor for 5 Hz signaler som for  $2\frac{1}{2}$  Hz signaler, vil en bortfiltrering af de høje frekvenser for Sondrup-registreringerne være gavnlig, iden den vil fjerne netop det, der er lokalt. Også på de andre placeringer, hvor de transportable seismografer blev opstillet var der højfrekvente (5 Hz) lokale støjpulser.



Figur A1.1

Midlertidige seismografplaceringer nær Sondrup

Kun på én placering, nemlig Grønvang på Gyllingnæs, var en registrering fra en eftermiddag til næste dags formiddag næsten fri for højfrekvente lokale støjpulser.

Ved blæst var 1 Hz uroen fra bølgeslaget ved kysten mere end en faktor 2 større på Gyllingnæs end i Sondrup. Når det blæste, var der nogle næsten kontinuerte højfrekvente (3-10 Hz ?) vibrationer på Sondrup-registreringen, som formentlig stammede fra de træer, som seismometret på Sondrup-stationen er omgivet af. Det må bemærkes, at placeringen af den transportable seismograf ved Grønvang var i et skovbryn, men det blæste ikke den nat, der blev registreret i Grønvang. Bortfiltrering af de høje frekvenser hjælper på udseendet af vores registrering fra Sondrup, når der er blæst.

Kortvarige registreringer på 10-20 minutter d. 13 NOV på 3 forskellige placeringer på Gyllingnæs viste, at 1 Hz uroen ikke er meget forskellig forskellige steder på Gyllingnæs.

## 2. Sammenligning mellem Kalsemade og Sondrup

En midlertidig seismisk station blev placeret på Gyllingnæs, ca. 10 km fra den eksisterende station i Sondrup. Stationen omfattede en seismograf med forstærker, VCO og strømforsyning i form af en akkumulator. Registreringen fandt sted i København. En telefonforbindelse blev etableret fra den midlertidige station til Sondrup. For VCO-en på den midlertidige station blev valgt et frekvensområde, som ligger uden for det område, som VCO-en i Sondrup benytter. Derfor kunne signalerne fra den midlertidige station overlejres signalerne fra Sondrup på den eksisterende telefonforbindelse til København. En diskriminator i København udtog signalerne fra den midlertidige station, og de blev optegnet på en skriver i Gamlehave Alle. Signalerne fortsatte med at være overlejret de nuværende signaler på telefonlinien fra København til Stockholm, men i Stockholm blev de ikke brugt.

Formålet var at sammenligne seismiske signaler og uro på to instrumenter, der var placeret på forskellige geologiske overfladelag i lille afstand fra hinanden. Endvidere ønskede vi verificeret, at måleresultaterne fra Sondrup er repræsentative for forholdene på Gyllingnæs. Den lille afstand, ca. 10 km skulle sikre, at signaler og uro kom ens frem til de to lokaliteter Sondrup og Gyllingnæs.

Resultaterne kan benyttes til at overføre de oplysninger, der i løbet af projektperioden blev opnået om rystelsespåvirkninger på de tre seismo-fraflaceringer, Mønsted, Sondrup og Lille Linde. Evaluering af rystelses-påvirkningerne på andre lokaliteter, hvor der ikke har stået seismografer, må foretages ud fra en sådan overføring under hensyntagen til de geologiske lag på de forskellige lokaliteter.

På de to stationer er registreret mange signaler, som kan genfindes fra den ene station til den anden. Så godt som alle store signaler (amplituder større end 10 mm) med frekvenser lavere end 5 Hz kan genfindes, og i de fleste tilfælde er de store på begge stationer. Alle disse signaler optræder inden for arbejdstid 09<sup>00</sup> til 16<sup>24</sup> dansk tid (25/9 - 12/12 1980). Forholdene mellem maksimalamplituderne for disse signaler, samt for mange mindre (i gennemsnit findes godt ét pr. dag) er målt og plottet ind i



figur A1.2. For alle de signaler hvor svingningstidsaflæsningen er højst 0.2 sekunder forskellig på de to stationer er forholdet mellem maksimal-amplituderne plottet for middelsvingningstiden. For de signaler, hvor svingningstiden er forskellig på de to stationer er forholdet plottet på akse til venstre i figur A1.2. Disse sidste signaler er godt nok næsten sammenfaldende i tid (inden for  $\frac{1}{2}$  min), men det kan tænkes, at de stammer fra to forskellige kilder, da deres svingningstider er forskellige.

For langt de fleste signaler er amplitudeforholdet indenfor en faktor 3 i den ene eller den anden retning, men i enkelte tilfælde er amplituderne forskellige med en faktor 4-5. Signalerne kommer af og til først på den ene station og af og til først på den anden. Der er forskellige tidsforsinkelser fra den ene til den anden. Det formodes, at det betyder, at signalerne kommer fra forskellige retninger.

Foruden de mange ukendte signaler er der registreret adskillige signaler fra fjerne jordskælv på de to stationer. Amplitudeforholdene er plottet i figur A1.2, og kurven for forholdet mellem forstøringskurverne, beregnet ud fra en kalibrering, ses at gå netop gennem klyngen af aflæsninger specielt for de fjerne jordskælv ved 1.0 sekund svingningstid.

Der er kun to lokale signaler, som vi kender kilden (eksplosion) for, de har et forhold på 1.4 og 2.3 mellem maksimalamplituderne. Svingningstiden er 0.1 sekund. Afstanden til Kalsemade og Sondrup er for det ene signal 54 og 59 km, for det andet 96 og 98 km.

Kun omkring 5% af de signaler, der har frekvenser under 5 Hz, kan ikke genfindes fra den ene station til den anden. Næsten alle mere højfrekvente signaler kan ikke genfindes. På Sondrup er der flere af disse højfrekvente, lokale signaler end på Kalsemade. Ved lav-pas-filtrering, som har været indsat fra 1 november 1980, er en stor part af disse højfrekvente signaler filtreret væk. Med hensyn til 1 Hz kontinuert uro er det omvendt; Kalsemade viser amplituder, der er 2-3 gange så store som Sondrups, ganske som forventet udfra afstanden til kysten.

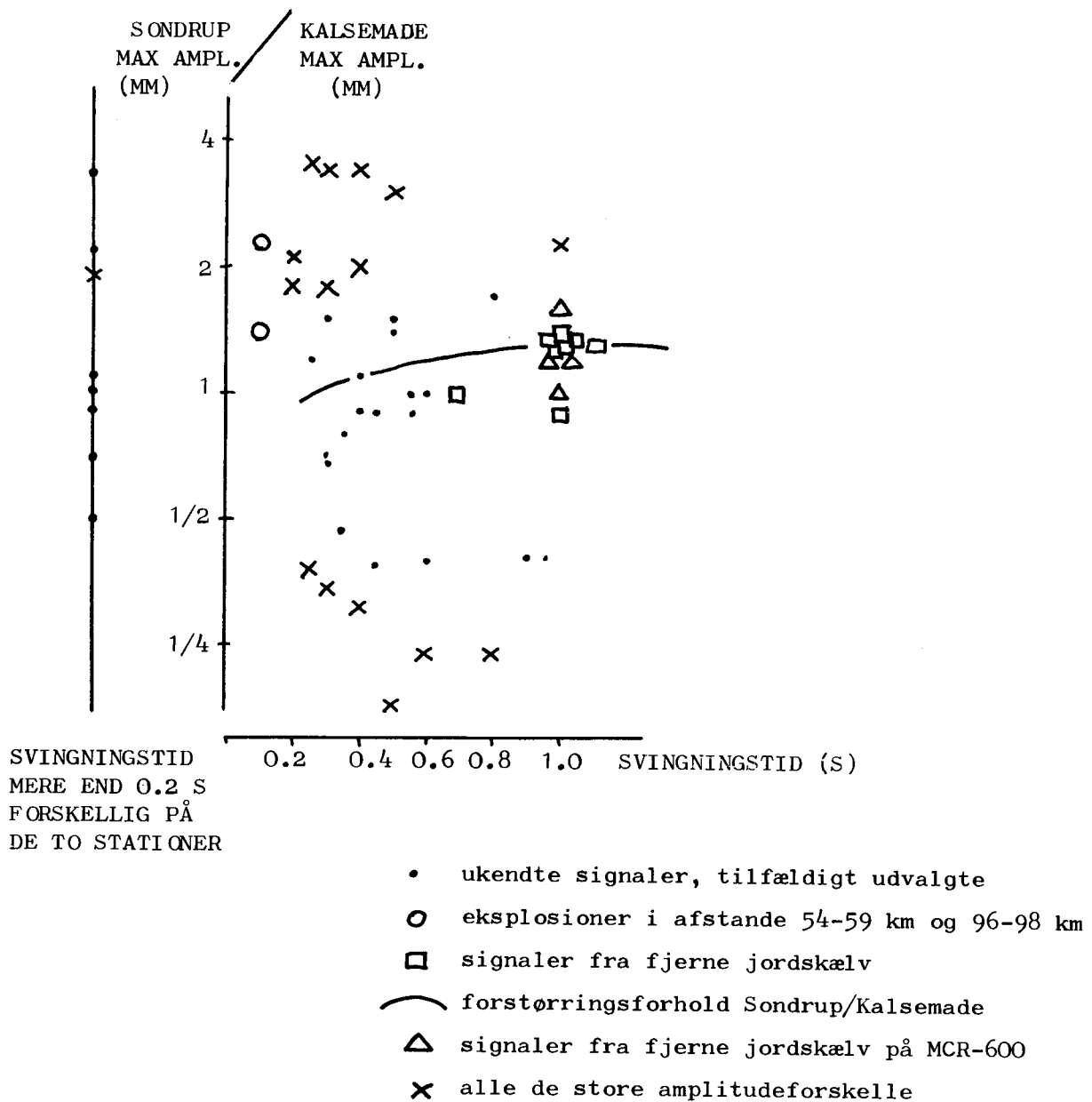
Sammenligningen er foretaget i hovedsagen på blækskriverregistreringer fra Geodætisk Institut, medens nogle få aflæsninger er på MCR-600 digital-magnetbånds-registreringer i Geodætisk Institut og en enkelt er fra digital-magnetbånds-registrering i Stockholm.

Konklusionen af sammenligningen er blevet, at placeringen i Sondrup er repræsentativ for forholdene i Kalsemade ved pladsen Gyllingnæs, men at Kalsemade er mere udsat for støj under ugunstige vejrforhold.

Figur A1.2

Sammenligning mellem signalamplituder i Sondrup og i Kalsemade. Linien, der beskriver forstøringsforhold Sondrup/Kalsemade, er sammenligningens referencelinie med jordamplitudeforhold 1:1.

DATA IKKE KORRIGERET FOR INSTRUMENTFORSKELLE



### En lokal magnitudeskala i Danmark

Det størrelsesmål, der benyttes for svenske jordskælv af Uppsala's Universitets seismologiske sektion (Wahlström, 1978) blev overvejet anvendt til de danske jordskælv, fordi det er ønskeligt at kunne sammenligne lidt ud over de danske grænser og lidt tilbage i tiden. Dette størrelsesmål benævnes  $M_L$ ,  $M$  for magnitude og  $L$  for lokal. Det er nødvendigt at kende udbredelsesforholdene af de seismiske bølger i et område, i hvilket man vil beregne jordskælvenes størrelse (magnitude). Wahlström's (1978) skala er baseret på udbredelse af Lg bølger (også kaldet Sg-bølger), som er blevet studeret i Sverige af Båth et al. (1976).

Formlen er for kortperiodiske Benioff-instrumenter:

$$M_L = \log a + \log V(T) + 1.61 \cdot \log \Delta - 2.76,$$

hvor  $a$  er den målte vertikale jordamplitude i  $\mu m$ ,  $V(T)$  er en bestemt seismograftype (Wood-Anderson seismograf) forstørring ved den for Lg-bølgen målte svingningstid ( $T$ ) (den kan slås op i en tabel), og  $\Delta$  er afstanden fra jordskælvet til stationen i kilometer.

Det har vist sig, at der er en mindre forskel på dette mål  $M_L$  og det mål  $M$ , Båth (1956) anvendte i undersøgelsen af jordskælv i Fennoscandia. Båth (1979) har bestemt sammenhængen til

$$M_L = 0.83 M + 0.15.$$

Det er for nylig etableret (Gregersen, 1983), at Lg-bølger udbreder sig lige så godt i Danmark som i Sverige inden for usikkerheden på målingerne. Ved beregninger for et enkelt jordskælv i projektperioden, der har været tilstrækkelig stort til, at magnitude har kunnet bestemmes på flere forskellige måder, har det kunnet sandsynliggøres, at  $M_L$ -skalaen fra Sverige må kunne benyttes i det danske område.  $M_L$  beregnet i Uppsala for jordskælvet 6 SEP 1981 var 3.9. Ud fra København-stationens registrering er magnitude 4.0. Benyttes samme formel for SKI-registreringerne, som for Uppsala-registreringerne og for København, fås 3.9.

En liste over nogle jordskælvs magnitude,  $M_L$ , beregnet i Uppsala ud fra Uppsala-universitetets seismologiske sektioners registreringer og tilsvarende magnitude beregnet ud fra København-registreringerne er vist i tabel A2.1. Der er ikke nogen systematisk afhængighed af afstand eller azimuth af

Tabel A2.1

$(M_L)_{COP}$	Uppsala $M_L$	$(M_L)_{COP} - \text{Uppsala-}M_L$
3.5	3.7 Vänern	-0.2
3.9	3.7 kysten af Sverige, Botnische Bugt	0.2
4.0	3.9 Vänern	0.1
3.7	3.4 Vänern	0.3
4.2	3.7 Finland	0.5
3.6	3.7 Norskehavet, Lg udbredelse intermediate	-0.1
3.3	2.6 Karlskrona, eksplosion (kun Up)	0.7
2.9	2.7 Skagerrak 20 FEB 1979	0.2
4.5	4.4 Norskehavet, intermediate Lg	0.1
4.6	4.3 Norskehavet langt mod nord	0.3
3.8	3.6 Norskehavet, Lg udbredelse god	0.2
3.2	3.4 Sveriges vestkyst	-0.2
3.5	3.3 Skagerrak, Lise's	0.2
3.2	3.3 Skagerrak, nær norske kyst 2 OKT 1978	-0.1
4.0	3.9 Skagerrak, 6 SEP 1981	0.1

forskellene mellem de to beregninger (figur A2.1). Middelværdien af  $(M_L)_{COP}$  - svensk  $M_L$  er 0.1 eller 0.2 afhængig af om de to største forskelle overspringes eller regnes med. Denne forskel er så lille, i dette lille datamateriale, at man må konkludere, at der ikke er nogen signifikant forskel.

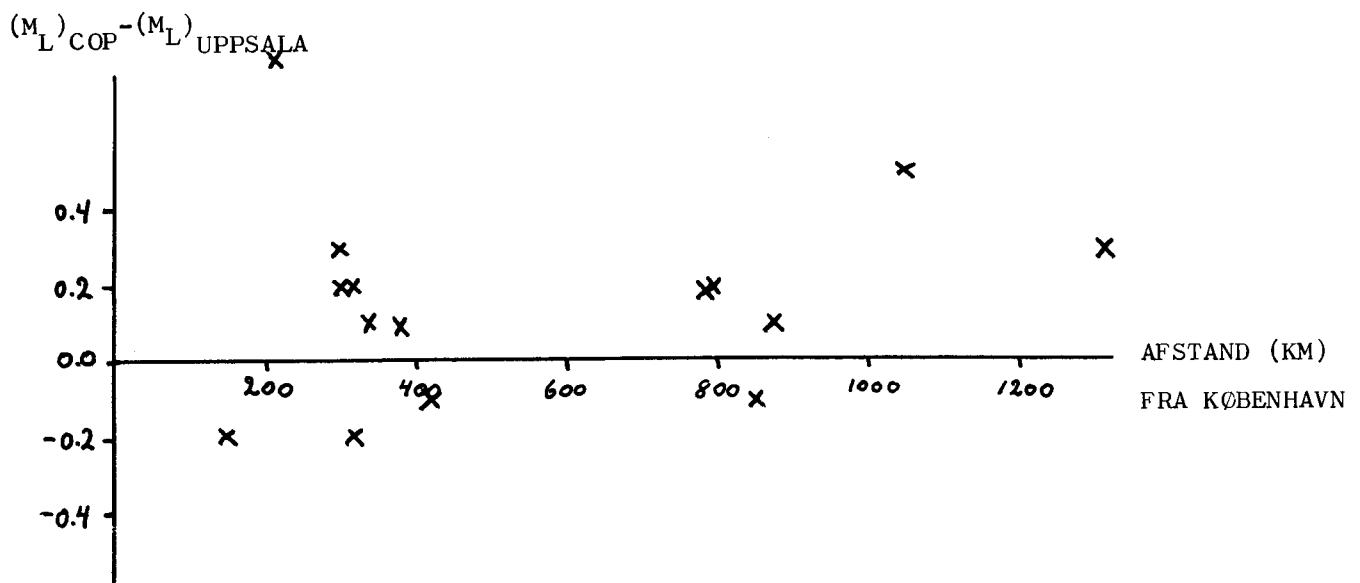
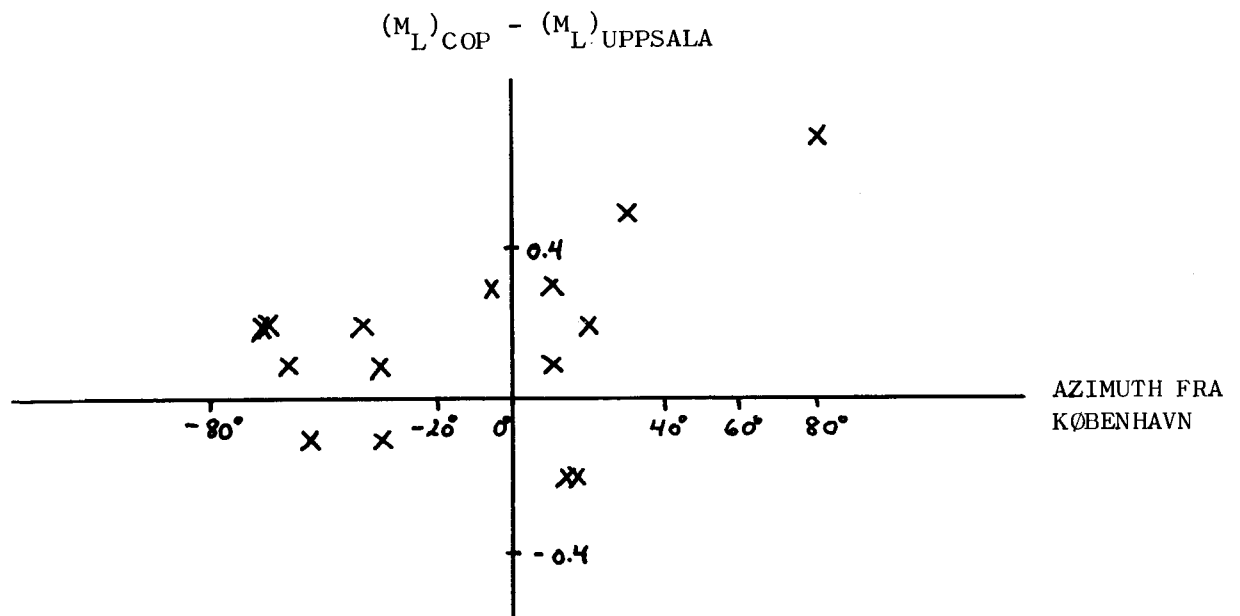
Også for jordskælvet 21 JAN 1980 er der en svensk bestemmelse af  $M_L$ , som kan sammenlignes med den danske på grundlag af SKI-registreringerne

$$\text{svensk } M_L = 2.4 \text{ (Ud, De)}$$

$$\text{SKI } M_L = 2.5 \text{ på grundlag af 10 stationer i}$$

$$\text{afstande 138 km til 518 km}$$

For jordskælvet på Kullen, 16 NOV 1980 er det seismiske moment beregnet til  $0.81 \cdot 10^{12}$  Newtonmeter, hvilket kan omregnes til svensk  $M_L$  på 1.9 (Slunga, 1982). Ud fra SKI-registreringerne på de 7 stationer, der kan bruges til  $M_L$ -beregning (Stevns, Sondrup og 5 svenske stationer) har vi i København beregnet et  $M_L$  på 1.9, netop det svenske resultat.



Figur A2.1

$M_L$  beregnet ud fra København-registrering minus  $M_L$  beregnet i Uppsala ud fra svenske registreringer.

## LOKALISERINGS-BEREGNINGER

date f.eks. 791225 1979 DEC 25  
 origin (tidspunkt) f.eks. 241 11.77 02 timer 41 min. 11.77 sek.  
 lat n (latitude, bredde) nord f.eks.  $56^{\circ}40.82'N$   
 long e (longitude, længde) øst f.eks.  $8^{\circ}39.41'Ø$   
 depth (dybde) i kilometer  
 mag ( $M_L$ ) magnitute som beskrevet i afsnittet "Størrelse af de danske jordskælv"  
 no antal observationer, der indgår i beregningerne  
 gap største vinkel fra jordskælvet, hvor der ikke er observationer, i grader  
 dmin mindste afstand til en station, i kilometer  
 rms root mean square =  $\sqrt{\text{summen af (residuer)}^2 / \text{antal observationer}}$  sekunder  
 erk =  $\sqrt{\delta_{lat}^2 + \delta_{lon}^2}$ , hvor  $\delta_{lat}$  og  $\delta_{lon}$  er middelfejlene på bredde og længde  
 stn stationsbetegnelse  
 delta afstand i kilometer  
 azim azimuth i grader fra nord (mod øst)  
 anin vertikal vinkel af stråle fra jordskælvsfokus, regnet fra vertikal ned  
 tr fasebetegnelse P,S eller Lg  
 mk vægt af observation, 0 fuld vægt, 4 nul vægt  
 hr mn sec aflæsnings tid i timer minutter og sekunder således at  $41^m 80.8^s$  står for  $42^m 20.8^s$   
 mag  $M_L$  udregnet for hver station, kun én udregning, eventuelt gentaget  
 dt tidsskorrektion for hver station  
 t-obs observeret udbredelsestid  
 t-cal beregnet udbredelsestid  
 res t-obs minus t-cal  
 wt vægt af observationer i beregningen

STATIONS KODE	BREDDE NORD		LÆNGDE ØST	
	GRAD	MIN	GRAD	MIN
co	55	40.80	12	25.80
gø	57	2.10	9	13.50
mk	56	27.30	9	10.40
gs	55	54.28	10	4.30
ls	55	19.98	12	12.90
by	57	3.50	13	9.80
hf	60	8.05	13	41.73
bl	59	33.40	1	30.40
up	59	51.50	17	37.60
de	56	28.20	13	52.20
ud	60	5.40	13	36.40
tn	57	38.30	14	16.10
vi	57	45.00	16	0.00
he	58	40.00	11	46.00
ko	59	38.95	9	35.89
be	60	23.22	5	19.55
al	57	0.00	15	55.00
eb	56	14.88	-3	0.50
ea	56	11.28	-4	0.40
um	63	48.70	20	14.20
ab	57	50.00	12	47.00
or	56	15.00	13	15.00
ol	56	20.00	14	28.00
ve	55	40.00	13	30.00
eg	55	51.70	-2	4.30
no	60	49.42	10	49.94
mr	58	37.00	13	44.80
vn	59	24.20	12	28.90
tb	60	4.70	12	49.80
sg	57	18.20	18	28.40
gb	59	27.40	14	33.20
ny	58	55.40	17	5.50
hv	60	0.50	18	34.00
hr	60	15.00	16	29.20
kt	61	4.00	16	17.00

25 DEC 1979

date	origin	lat n	long e	depth km	M <sub>L</sub> mag	no	gap	dmin	rms	km erh	
791225	241	11.77	56°40.82'	8°39.41'	39.23	2.4	19	265	40.5	0.86	5.9

stn	delta km	azim	anin	trmk	hrmn	sec	mag	dt	t-obs	t-cal	res	wt
mk	40.5	128.2	132.2	p 0	241	21.50	0.00	0.0	9.73	8.79	0.94	1.03
mk	40.5	128.2	132.2	s 0	241	26.70	0.00	0.0	14.93	15.20	-0.27	1.03
qs	123.0	134.1	55.8	p 0	241	29.00	2.83	0.0	17.23	19.12	-1.90	1.03
qs	123.0	134.1	55.8	s 0	241	46.20	2.83	0.0	34.43	33.08	1.34	1.03
ls	267.9	122.6	55.8	p 0	241	49.00	0.00	0.0	37.23	37.16	0.06	1.03
ls	267.9	122.6	55.8	s 0	241	74.80	0.00	0.0	63.03	64.29	-1.27	1.03
ls	267.9	122.6	55.8	la 4	241	74.80	0.00	0.0	63.03	74.83	-11.81	* 0.00
ab	280.2	61.0	55.8	p 0	241	50.30	0.00	0.0	38.53	38.69	-0.16	1.03
ab	280.2	61.0	55.8	s 0	241	77.80	0.00	0.0	66.03	66.93	-0.91	1.03
or	287.1	97.7	55.8	p 4	242	0.00	0.00	0.0	48.23	39.56	8.67	* 0.00
or	287.1	97.7	55.8	s 0	242	19.80	0.00	0.0	68.03	68.43	-0.41	1.03
he	288.7	38.6	55.8	s 0	241	80.80	2.15	0.0	69.03	68.78	0.25	1.03
he	288.7	38.6	55.8	la 2	241	91.00	2.15	0.0	79.23	80.65	-1.43	0.51
he	288.7	38.6	55.8	p 0	241	51.60	2.15	0.0	39.83	39.76	0.07	1.03
ve	321.3	108.6	55.8	p 0	241	55.50	0.00	0.0	43.73	43.81	-0.08	1.03
ol	359.8	93.7	55.8	p 0	242	1.10	2.31	0.0	49.33	48.60	0.72	1.03
ol	359.8	93.7	55.8	s 0	242	35.60	2.31	0.0	83.83	84.08	-0.26	1.03
al	444.3	82.4	55.8	p 0	242	11.50	0.00	0.0	59.73	59.14	0.59	1.03
al	444.3	82.4	55.8	s 0	242	54.50	0.00	0.0	102.73	102.30	0.42	1.03
vi	459.2	71.9	55.8	p 0	242	12.80	0.00	0.0	61.03	60.98	0.04	1.03
vi	459.2	71.9	55.8	s 0	242	58.80	0.00	0.0	107.03	105.50	1.53	1.03

21 JAN 1980

date	origin	lat n	long e	depth	mag	no	gap	dmin	rms	erh	
800121	741	33.67	56 10.57	12 14.19	10.62	2.5	32	77	56.6	1.83	4.2

stn	delta	azim	anin	trmk	hrmn	sec	mag	dt	t-obs	t-cal	res	wt
co	56.6	167.6	100.6	p 0	741	47.30	0.00	0.0	13.63	9.48	4.15	1.47
co	56.6	167.6	100.6	s 4	741	61.00	0.00	0.0	27.33	16.40	10.93	* 0.00
or	63.4	82.1	99.5	p 0	741	43.70	1.73	0.0	10.03	10.59	-0.56	1.47
ls	93.9	180.8	66.1	s 2	741	59.90	2.29	0.0	26.23	26.70	-0.47	0.74
ls	93.9	180.8	66.1	p 0	741	47.60	2.29	0.0	13.93	15.44	-1.51	1.47
ve	97.3	125.2	66.1	s 2	741	63.40	2.09	0.0	29.73	27.58	2.15	0.74
ve	97.3	125.2	66.1	p 0	741	49.70	2.09	0.0	16.03	15.94	0.09	1.47
de	106.2	71.3	66.1	p 0	741	50.00	0.00	0.0	16.33	17.29	-0.96	1.47
de	106.2	71.3	66.1	s 2	741	64.90	0.00	0.0	31.23	29.92	1.31	0.74
gs	138.3	258.2	66.1	p 0	741	54.10	2.88	0.0	20.43	22.12	-1.69	1.47
gs	138.3	258.2	66.1	s 3	741	71.00	2.88	0.0	37.33	38.27	-0.94	0.37
ol	139.3	81.8	66.1	p 0	741	55.70	2.64	0.0	22.03	22.28	-0.25	1.47
ol	139.3	81.8	66.1	s 2	741	70.00	2.64	0.0	36.33	38.54	-2.21	0.74
ab	187.6	10.0	66.1	s 0	742	25.00	2.74	0.0	51.33	51.10	0.23	1.47
ab	187.6	10.0	66.1	p 0	742	2.20	2.74	0.0	28.53	29.54	-1.01	1.47
mk	192.1	280.6	66.1	s 3	742	24.00	2.36	0.0	50.33	52.29	-1.95	0.37
mk	192.1	280.6	66.1	p 4	742	1.00	2.36	0.0	27.33	30.22	-2.89	* 0.00
al	244.0	66.3	49.1	p 0	742	10.20	2.21	0.0	36.53	36.71	-0.18	1.47
al	244.0	66.3	49.1	lg 2	742	42.00	2.21	0.0	68.33	68.16	0.17	0.74
al	244.0	66.3	49.1	s 2	742	39.30	2.21	0.0	65.63	63.51	2.12	0.74
he	278.8	354.4	49.1	lg 3	742	57.00	3.00	0.0	83.33	77.89	5.44	0.37
he	278.8	354.4	49.1	s 0	742	48.90	3.00	0.0	75.23	71.01	4.22	1.47
he	278.8	354.4	49.1	p 0	742	13.50	3.00	0.0	39.83	41.05	-1.22	1.47
vi	288.3	50.9	49.1	s 2	742	43.70	2.45	0.0	70.03	73.05	-3.02	0.74
vi	288.3	50.9	49.1	lg 2	742	54.00	2.45	0.0	80.33	80.53	-0.20	0.74
vi	288.3	50.9	49.1	p 0	742	16.00	2.45	0.0	42.33	42.23	0.10	1.47
gb	390.5	19.6	49.1	p 0	742	27.80	2.32	0.0	54.13	54.95	-0.82	1.47
gb	390.5	19.6	49.1	lg 2	742	83.00	2.32	0.0	109.33	109.07	0.26	0.74
gb	390.5	19.6	49.1	s 4	742	83.00	2.32	0.0	109.33	95.07	14.26	* 0.00
ny	421.9	41.4	49.1	p 3	742	32.80	2.65	0.0	59.13	58.86	0.27	0.37
ny	421.9	41.4	49.1	s 4	742	79.00	2.65	0.0	105.33	101.83	3.50	* 0.00
ny	421.9	41.4	49.1	lg 2	742	92.00	2.65	0.0	118.33	117.85	0.48	0.74
ud	443.4	9.9	49.1	4	743	0.00	0.00	0.0	86.33	61.54	24.79	* 0.00
ud	443.4	9.9	49.1	lg 2	743	38.90	0.00	0.0	125.23	123.85	1.38	0.74
hr	517.8	27.0	49.1	lg 2	742	115.00	2.04	0.0	141.33	144.64	-3.31	0.74
hr	517.8	27.0	49.1	p 3	742	44.50	2.04	0.0	70.83	70.81	0.02	0.37
up	519.0	35.5	49.1	lg 2	743	57.40	0.00	0.0	143.73	144.98	-1.25	0.74
up	519.0	35.5	49.1	4	743	0.00	0.00	0.0	86.33	70.96	15.37	* 0.00



12 DEC 1980

date	origin	lat n	long e	depth	mag	no	gap	dmin	rms	erh	
801212	2153	32.22	56 56.62	9 53.06	59.92	1.7	14	170	41.4	0.68	4.8

stn	delta	azim	anin	trmk	hrmn	sec	mag	dt	t-obs	t-cal	res	wt
gø	41.4	284.5	139.5	p 4	2153	47.00	0.00	0.0	14.78	10.56	4.22	* 0.00
gø	41.4	284.5	139.5	s 4	2153	54.00	0.00	0.0	21.78	18.27	3.51	* 0.00
mk	69.7	218.9	121.6	p 0	2153	45.90	0.00	0.0	13.68	13.26	0.42	1.00
mk	69.7	218.9	121.6	s 0	2153	55.00	0.00	0.0	22.78	22.94	-0.16	1.00
gs	116.3	174.2	106.3	p 4	2153	56.00	0.00	0.0	23.78	18.59	5.19	* 0.00
gs	116.3	174.2	106.3	s 4	2153	66.00	0.00	0.0	33.78	32.16	1.62	* 0.00
by	199.7	85.0	97.7	p 0	2154	1.00	2.04	0.0	28.78	28.77	0.01	1.00
by	199.7	85.0	97.7	s 0	2154	21.00	2.04	0.0	48.78	49.77	-0.99	1.00
ab	200.5	59.1	97.7	s 0	2154	24.00	1.34	0.0	51.78	49.95	1.83	1.00
ab	200.5	59.1	97.7	p 0	2154	0.90	1.34	0.0	28.68	28.87	-0.19	1.00
or	220.7	109.1	96.8	s 0	2154	25.80	2.03	0.0	53.58	54.27	-0.69	1.00
or	220.7	109.1	96.8	4	2154	0.00	2.03	0.0	27.78	31.37	-3.59	* 0.00
he	222.2	29.4	96.7	p 0	2154	3.40	1.51	0.0	31.18	31.55	-0.37	1.00
he	222.2	29.4	96.7	s 0	2154	26.00	1.51	0.0	53.78	54.58	-0.80	1.00
tn	275.4	71.8	95.1	p 0	2154	10.90	1.44	0.0	38.68	38.14	0.53	1.00
tn	275.4	71.8	95.1	s 0	2154	38.40	1.44	0.0	66.18	65.99	0.19	1.00
ol	289.3	101.7	94.8	4	2154	41.60	0.00	0.0	69.38	39.86	29.51	* 0.00
ol	289.3	101.7	94.8	s 0	2154	41.60	0.00	0.0	69.38	68.96	0.41	1.00
mr	295.8	49.3	94.7	p 0	2154	13.00	0.00	0.0	40.78	40.68	0.10	1.00
mr	295.8	49.3	94.7	s 0	2154	42.30	0.00	0.0	70.08	70.37	-0.29	1.00

17 APR 1981

date	origin	lat n	long e	depth	mag	no	gap	dmin	rms	erh
810417	1857	26.24	57 48.88	7 0.10	15.00	2.2	20	272200.6	1.39	77.7

stn	delta	azim	anin	trmk	hrmn	sec	mag	dt	t-obs	t-cal	res	wt
mk	200.6	138.2	55.8	p 0	1857	55.70	2.04	0.0	29.46	30.83	-1.37	1.38
mk	200.6	138.2	55.8	s 0	1857	80.80	2.04	0.0	54.56	53.33	1.23	1.38
he	295.5	69.2	55.8	p 0	1858	8.00	2.41	0.0	41.76	42.65	-0.89	1.38
he	295.5	69.2	55.8	s 0	1858	39.70	2.41	0.0	73.46	73.78	-0.32	1.38
he	295.5	69.2	55.8	lg 0	1858	50.00	2.41	0.0	83.76	82.53	1.23	1.38
ab	343.5	87.2	55.8	p 2	1858	17.00	1.93	0.0	50.76	48.63	2.13	0.69
ab	343.5	87.2	55.8	s 2	1858	49.00	1.93	0.0	82.76	84.13	-1.37	0.69
ab	343.5	87.2	55.8	lg 0	1858	62.00	1.93	0.0	95.76	95.95	-0.19	1.38
vn	364.3	58.6	55.8	lg 0	1858	68.00	2.40	0.0	101.76	101.75	0.01	1.38
vn	364.3	58.6	55.8	p 0	1858	17.20	2.40	0.0	50.96	51.21	-0.25	1.38
vn	364.3	58.6	55.8	s 0	1858	53.00	2.40	0.0	86.76	88.60	-1.84	1.38
by	379.4	100.2	55.8	lg 2	1858	73.00	1.99	0.0	106.76	105.99	0.78	0.69
by	379.4	100.2	55.8	s 3	1858	55.80	1.99	0.0	89.56	91.87	-2.31	0.34
by	379.4	100.2	55.8	p 4	1858	23.80	1.99	0.0	57.56	53.10	4.46	* 0.00
mr	406.2	74.4	55.8	lg 2	1858	85.00	2.40	0.0	118.76	113.47	5.29	**0.00
mr	406.2	74.4	55.8	s 0	1858	63.00	2.40	0.0	96.76	97.64	-0.88	1.38
mr	406.2	74.4	55.8	p 2	1858	24.70	2.40	0.0	58.46	56.44	2.02	0.69
tb	419.5	50.6	55.8	4	1859	0.00	0.00	0.0	93.76	58.09	35.67	* 0.00
tb	419.5	50.6	55.8	lg 0	1859	27.00	0.00	0.0	120.76	117.17	3.59	1.38
tb	419.5	50.6	55.8	s 0	1859	6.00	0.00	0.0	99.76	100.50	-0.74	1.38
tn	433.3	89.5	55.8	s 0	1858	69.00	0.00	0.0	102.76	103.47	-0.70	1.38
tn	433.3	89.5	55.8	p 4	1858	33.00	0.00	0.0	66.76	59.81	6.95	* 0.00
gb	474.9	64.1	55.8	p 4	1859	0.00	1.93	0.0	93.76	64.99	28.77	* 0.00
gb	474.9	64.1	55.8	s 0	1859	18.00	1.93	0.0	111.76	112.44	-0.68	1.38
gb	474.9	64.1	55.8	lg 0	1859	40.00	1.93	0.0	133.76	132.66	1.11	1.38

29 APR 1981

date	origin	lat n	long e	depth	mag	no	gap	dmin	rms	erh
810429	1029	29.16	57 23.94	10 37.07	0.00	1.6	12	282138.2	0.99	5.7

stn	delta	azim	anin	trmk	hrmn	sec	mag	dt	t-obs	t-cal	res	wt
ab	138.2	68.6	90.0	s 0	1029	67.90	1.66	0.0	38.74	39.38	-0.64	1.00
ab	138.2	68.6	90.0	p 0	1029	51.10	1.66	0.0	21.94	22.76	-0.82	1.00
he	156.7	25.1	66.1	p 0	1029	54.10	1.82	0.0	24.94	25.60	-0.66	1.00
he	156.7	25.1	66.1	s 0	1029	72.20	1.82	0.0	43.04	44.29	-1.25	1.00
by	158.4	102.8	66.1	p 0	1029	54.80	1.39	0.0	25.64	25.85	-0.21	1.00
by	158.4	102.8	66.1	s 0	1029	73.00	1.39	0.0	43.84	44.73	-0.89	1.00
tn	220.4	81.5	49.1	p 0	1030	4.00	1.55	0.0	34.84	34.91	-0.07	1.00
tn	220.4	81.5	49.1	s 0	1030	32.00	1.55	0.0	62.84	60.40	2.44	1.00
mr	229.4	52.4	49.1	p 0	1030	4.70	1.69	0.0	35.54	36.03	-0.49	1.00
mr	229.4	52.4	49.1	s 0	1030	32.00	1.69	0.0	62.84	62.34	0.50	1.00
vn	248.4	25.2	49.1	p 0	1030	8.40	1.73	0.0	39.24	38.41	0.83	1.00
vn	248.4	25.2	49.1	s 0	1030	36.50	1.73	0.0	67.34	66.45	0.89	1.00

29 APR 1981

date	origin	lat n	long e	depth	mag	no	gap	dmin	rms	erh
810429	11 8	31.36	57 25.02	10 37.32	0.00	1.4	8	282137.2	0.26	3.0

stn	delta	azim	anin	trmk	hrmn	sec	mag	dt	t-obs	t-cal	res	wt
ab	137.2	69.3	90.0	p 0	11 8	53.80	1.68	0.0	22.44	22.61	-0.17	1.14
ab	137.2	69.3	90.0	s 0	11 8	70.70	1.68	0.0	39.34	39.11	0.23	1.14
he	154.7	25.4	66.1	s 1	11 8	75.00	1.12	0.0	43.64	43.78	-0.15	0.86
he	154.7	25.4	66.1	p 0	11 8	56.80	1.12	0.0	25.44	25.31	0.13	1.14
by	158.6	103.5	66.1	p 0	11 8	57.00	1.45	0.0	25.64	25.89	-0.25	1.14
by	158.6	103.5	66.1	s 3	11 8	76.00	1.45	0.0	44.64	44.78	-0.14	0.29
tn	219.8	82.0	49.1	p 0	11 9	6.70	0.00	0.0	35.34	34.85	0.49	1.14
tn	219.8	82.0	49.1	s 4	11 9	31.00	0.00	0.0	59.64	60.28	-0.65	* 0.00
mr	227.9	52.7	49.1	p 0	11 9	7.00	0.00	0.0	35.64	35.85	-0.22	1.14
mr	227.9	52.7	49.1	s 4	11 9	33.00	0.00	0.0	61.64	62.03	-0.39	* 0.00
vn	246.5	25.3	49.1	s 4	11 9	39.00	0.00	0.0	67.64	66.03	1.61	* 0.00
vn	246.5	25.3	49.1	p 4	11 9	8.80	0.00	0.0	37.44	38.17	-0.73	* 0.00
ve	263.3	136.6	49.1	s 4	11 9	22.60	2.20	0.0	51.24	69.66	-18.42	* 0.00
ve	263.3	136.6	49.1	p 4	11 9	5.10	2.20	0.0	33.74	40.26	-6.53	* 0.00

6 SEP 1981

date	origin	lat n	long e	depth	mag	no gap	dmin	rms	erh
8109 6	412 1.81	57 10.73	6 57.83	40.00	3.9	50	140138.0	2.15	4.8

stn	delta	azim	anin	trmk	hrmn	sec	mag	dt	t-obs	t-cal	res	wt
gø	138.0	95.7	90.0	p 0	412	22.10	0.00	0.0	20.29	20.92	-0.63	1.14
gø	138.0	95.7	90.0	s 0	412	38.20	0.00	0.0	36.39	36.18	0.20	1.14
mk	157.2	120.0	90.0	p 0	412	24.00	3.61	0.0	22.19	23.31	-1.12	1.14
mk	157.2	120.0	90.0	s 0	412	45.00	3.61	0.0	43.19	40.33	2.86	1.14
gs	238.1	125.3	90.0	s 0	412	64.00	4.02	0.0	62.19	57.76	4.43	1.14
gs	238.1	125.3	90.0	p 0	412	37.00	4.02	0.0	35.19	33.38	1.80	1.14
ko	315.3	28.1	90.0	p 0	412	45.00	0.00	0.0	43.19	43.00	0.19	1.14
ko	315.3	28.1	90.0	s 0	412	72.00	0.00	0.0	70.19	74.39	-4.20	1.14
he	329.3	57.7	90.0	p 0	412	46.40	4.01	0.0	44.59	44.74	-0.15	1.14
ab	356.3	75.7	90.0	p 0	412	50.00	4.06	0.0	48.19	48.11	0.08	1.14
ab	356.3	75.7	90.0	s 0	412	84.00	4.06	0.0	82.19	83.22	-1.04	1.14
be	369.8	345.9	90.0	p 0	412	51.20	0.00	0.0	49.39	49.78	-0.40	1.14
be	369.8	345.9	90.0	lg 3	412	110.00	0.00	0.0	108.19	103.29	4.90	0.29
be	369.8	345.9	90.0	s 0	412	88.00	0.00	0.0	86.19	86.12	0.06	1.14
by	375.7	89.4	90.0	p 0	412	51.90	3.50	0.0	50.09	50.52	-0.43	1.14
co	376.2	114.1	90.0	p 0	412	51.90	0.00	0.0	50.09	50.58	-0.50	1.14
co	376.2	114.1	90.0	s 0	412	85.00	0.00	0.0	83.19	87.51	-4.32	1.14
co	376.2	114.1	90.0	lg 0	412	113.00	0.00	0.0	111.19	105.08	6.10	1.14
ls	384.8	120.1	90.0	s 0	412	86.00	4.07	0.0	84.19	89.37	-5.18	1.14
ls	384.8	120.1	90.0	lg 0	412	113.00	4.07	0.0	111.19	107.50	3.69	1.14
ls	384.8	120.1	90.0	p 0	412	51.80	4.07	0.0	49.99	51.66	-1.67	1.14
or	398.5	102.4	90.0	p 0	412	53.10	3.73	0.0	51.29	53.36	-2.07	1.14
vn	407.4	50.2	90.0	p 0	412	56.20	0.00	0.0	54.39	54.47	-0.08	1.14
bl	414.7	312.0	90.0	s 0	412	98.20	0.00	0.0	96.39	95.81	0.58	1.14
bl	414.7	312.0	90.0	p 0	412	57.40	0.00	0.0	55.59	55.38	0.21	1.14
mr	432.7	65.4	90.0	s 0	412	101.00	3.96	0.0	99.19	99.69	-0.50	1.14
mr	432.7	65.4	90.0	p 0	412	59.10	3.96	0.0	57.29	57.62	-0.34	1.14
ve	436.9	110.0	90.0	lg 0	412	122.00	3.97	0.0	120.19	122.04	-1.86	1.14
ve	436.9	110.0	90.0	p 0	412	58.80	3.97	0.0	56.99	58.15	-1.16	1.14
tn	441.8	80.3	90.0	p 0	413	0.10	3.74	0.0	58.29	58.75	-0.47	1.14
no	462.8	27.0	90.0	s 0	413	50.60	0.00	0.0	108.79	106.17	2.62	1.14
no	462.8	27.0	90.0	lg 0	413	70.00	0.00	0.0	128.19	129.27	-1.08	1.14
no	462.8	27.0	90.0	p 0	413	3.00	0.00	0.0	61.19	61.37	-0.18	1.14
ol	468.3	98.5	90.0	p 0	413	3.10	3.92	0.0	61.29	62.06	-0.77	1.14
gb	511.7	57.1	90.0	p 0	413	8.80	3.99	0.0	66.99	67.45	-0.47	1.14
gb	511.7	57.1	90.0	s 3	413	57.80	3.99	0.0	115.99	116.69	-0.71	0.29
gb	511.7	57.1	90.0	lg 3	413	83.00	3.99	0.0	141.19	142.92	-1.73	0.29
al	542.8	88.3	70.9	p 0	413	12.30	3.95	0.0	70.49	71.21	-0.72	1.14
vi	545.6	79.5	70.9	p 0	413	13.00	4.05	0.0	71.19	71.54	-0.35	1.14
ny	628.1	67.7	70.9	p 0	413	23.90	3.89	0.0	82.09	81.24	0.85	1.14
hr	648.4	54.1	70.9	p 2	413	26.00	4.00	0.0	84.19	83.63	0.56	0.57
eb	649.1	265.2	70.9	s 0	413	85.70	0.00	0.0	143.89	144.81	-0.93	1.14
eb	649.1	265.2	70.9	p 0	413	23.90	0.00	0.0	82.09	83.71	-1.62	1.14
kt	686.3	47.0	70.9	p 0	413	30.80	3.56	0.0	88.99	88.09	0.90	1.14
sg	694.3	84.0	70.9	p 0	413	31.20	4.60	0.0	89.39	89.03	0.36	1.14
ea	700.8	265.7	70.9	p 0	413	30.60	0.00	0.0	88.79	89.79	-1.00	1.14
ea	700.8	265.7	70.9	s 0	413	97.20	0.00	0.0	155.39	155.34	0.05	1.14
hv	743.4	60.0	70.9	p 2	413	37.20	4.14	0.0	95.39	94.81	0.58	0.57
um1034.8	38.9	70.9	p 0	414	20.40	0.00	0.0	138.59	129.09	9.50	**0.00	
um1034.8	38.9	70.9	s 0	414	110.80	0.00	0.0	228.99	223.32	5.66	1.14	
um1034.8	38.9	70.9	lg 0	414	171.70	0.00	0.0	289.89	289.05	0.84	1.14	

7 SEP 1981

date	origin	lat n	long e	depth	mag	no	gap	dmin	rms	erh
8109 7 14 3	9.04	57 2.67	7 4.05	33.80	2.1	27	299	144.6	1.05	5.7

stn	delta	azim	anin	trmk	hrmn	sec	mag	dt	t-obs	t-cal	res	wt
mk	144.6	116.2	55.8	p 0	14 3	28.70	<u>2.29</u>	0.0	19.66	22.27	-2.61	1.37
mk	144.6	116.2	55.8	s 0	14 3	48.00	<u>2.29</u>	0.0	38.96	38.52	0.44	1.37
he	332.3	55.0	55.8	lg 1	14 3	102.00	<u>2.26</u>	0.0	92.96	92.82	0.14	1.03
he	332.3	55.0	55.8	p 0	14 3	55.00	<u>2.26</u>	0.0	45.96	45.64	0.32	1.37
he	332.3	55.0	55.8	s 0	14 3	87.00	<u>2.26</u>	0.0	77.96	78.96	-1.00	1.37
ab	354.2	73.2	55.8	lg 3	14 3	107.00	<u>2.27</u>	0.0	97.96	98.95	-0.98	0.34
ab	354.2	73.2	55.8	p 0	14 3	57.20	<u>2.27</u>	0.0	48.16	48.37	-0.21	1.37
ab	354.2	73.2	55.8	s 0	14 3	91.30	<u>2.27</u>	0.0	82.26	83.68	-1.42	1.37
by	369.9	87.2	55.8	s 2	14 3	96.00	0.00	0.0	86.96	87.05	-0.09	0.68
by	369.9	87.2	55.8	p 0	14 3	59.80	0.00	0.0	50.76	50.32	0.44	1.37
or	389.4	100.6	55.8	p 0	14 4	2.10	<u>2.06</u>	0.0	53.06	52.75	0.31	1.37
or	389.4	100.6	55.8	s 0	14 4	39.80	<u>2.06</u>	0.0	90.76	91.26	-0.49	1.37
or	389.4	100.6	55.8	lg 2	14 4	58.00	<u>2.06</u>	0.0	108.96	108.76	0.20	0.68
ve	426.1	108.4	55.8	s 2	14 4	47.50	<u>1.93</u>	0.0	98.46	99.16	-0.70	0.68
ve	426.1	108.4	55.8	p 0	14 4	7.00	<u>1.93</u>	0.0	57.96	57.32	0.64	1.37
mr	433.5	63.3	55.8	s 2	14 4	52.00	<u>1.93</u>	0.0	102.96	100.77	2.19	0.68
mr	433.5	63.3	55.8	p 0	14 4	7.50	<u>1.93</u>	0.0	58.46	58.25	0.21	1.37
tn	438.4	78.3	55.8	p 0	14 4	8.80	<u>1.91</u>	0.0	59.76	58.86	0.90	1.37
tn	438.4	78.3	55.8	s 1	14 4	52.00	<u>1.91</u>	0.0	102.96	101.82	1.14	1.03
ol	460.1	96.8	55.8	s 2	14 4	55.50	0.00	0.0	106.46	106.50	-0.03	0.68
ol	460.1	96.8	55.8	p 2	14 4	11.20	0.00	0.0	62.16	61.56	0.60	0.68
gb	514.7	55.4	55.8	p 0	14 4	17.30	<u>2.09</u>	0.0	68.26	68.36	-0.10	1.37
gb	514.7	55.4	55.8	s 1	14 4	66.00	<u>2.09</u>	0.0	116.96	118.27	-1.31	1.03
al	537.2	86.8	51.4	p 3	14 4	20.90	0.00	0.0	71.86	71.13	0.74	0.34
al	537.2	86.8	51.4	s 3	14 4	75.00	0.00	0.0	125.96	123.05	2.92	0.34
vi	542.4	77.9	51.4	s 3	14 4	76.00	0.00	0.0	126.96	124.11	2.85	0.34
vi	542.4	77.9	51.4	p 2	14 4	21.00	0.00	0.0	71.96	71.74	0.22	0.68

15 FEB 1982

date	origin	lat n	long e	depth	mag no	gap	dmin	rms	erh
820215	1410 55.61	55 54.13	12 14.69	3.41	2.0	16	97 63.4	0.83	3.4

stn	delta	azim	anin	trmk	hrmn	sec	mag	dt	t-obs	t-cal	res	wt
ls	63.4	181.7	93.1	p 0	1411	5.90	1.84	0.0	10.29	10.46	-0.17	1.28
ls	63.4	181.7	93.1	s 0	1411	13.00	1.84	0.0	17.39	18.10	-0.71	1.28
or	73.6	57.8	92.7	p 0	1411	7.80	0.00	0.0	12.19	12.14	0.05	1.28
or	73.6	57.8	92.7	s 3	1411	17.00	0.00	0.0	21.39	21.00	0.39	0.32
ve	83.0	107.9	92.4	s 0	1411	21.00	1.37	0.0	25.39	23.68	1.71	1.28
ve	83.0	107.9	92.4	p 0	1411	9.00	1.37	0.0	13.39	13.69	-0.30	1.28
gs	135.9	271.0	66.1	p 2	1411	18.60	2.38	0.0	22.99	22.25	0.74	0.64
gs	135.9	271.0	66.1	s 2	1411	35.10	2.38	0.0	39.49	38.49	1.00	0.64
by	140.6	23.3	66.1	p 0	1411	18.00	2.01	0.0	22.39	22.96	-0.57	1.28
by	140.6	23.3	66.1	s 0	1411	35.00	2.01	0.0	39.39	39.71	-0.33	1.28
ol	146.3	69.9	66.1	s 0	1411	36.00	2.17	0.0	40.39	41.19	-0.80	1.28
ol	146.3	69.9	66.1	p 0	1411	18.70	2.17	0.0	23.09	23.81	-0.72	1.28
ab	217.6	8.4	49.1	p 4	1411	34.10	2.00	0.0	38.49	34.20	4.29	* 0.00
ab	217.6	8.4	49.1	s 2	1411	54.00	2.00	0.0	58.39	59.16	-0.78	0.64
tn	229.6	31.7	49.1	s 1	1411	59.00	1.84	0.0	63.39	61.74	1.65	0.96
tn	229.6	31.7	49.1	p 1	1411	31.70	1.84	0.0	36.09	35.69	0.40	0.96
al	257.3	60.1	49.1	4	1412	0.00	1.59	0.0	64.39	39.14	25.25	* 0.00
al	257.3	60.1	49.1	s 3	1412	2.30	1.59	0.0	66.69	67.71	-1.03	0.32
he	309.3	354.9	49.1	s 4	1412	20.20	0.00	0.0	84.59	78.91	5.67	* 0.00
he	309.3	354.9	49.1	4	1412	0.00	0.00	0.0	64.39	45.62	18.77	* 0.00

24 MAR 1982

date	origin	lat n	long e	depth	mag no	gap	dmin	rms	erh
820324	139 16.88	56 13.70	12 18.39	0.00	1.1	10	239 58.6	0.88	5.6

stn	delta	azim	anin	trmk	hrmn	sec	mag	dt	t-obs	t-cal	res	wt
or	58.6	87.2	90.0	p 0	139	26.10	1.07	0.0	9.22	9.65	-0.43	1.25
or	58.6	87.2	90.0	s 0	139	33.00	1.07	0.0	16.12	16.69	-0.57	1.25
ve	97.3	129.6	90.0	p 0	139	31.80	1.05	0.0	14.92	16.04	-1.12	1.25
ve	97.3	129.6	90.0	s 0	139	45.90	1.05	0.0	29.02	27.74	1.27	1.25
by	106.3	29.2	90.0	p 4	139	32.30	0.88	0.0	15.42	17.52	-2.10	* 0.00
by	106.3	29.2	90.0	s 0	139	47.40	0.88	0.0	30.52	30.31	0.21	1.25
ol	134.3	84.1	90.0	p 0	139	38.40	1.34	0.0	21.52	22.13	-0.61	1.25
ol	134.3	84.1	90.0	s 0	139	55.10	1.34	0.0	38.22	38.28	-0.06	1.25
ab	181.1	9.0	66.1	p 4	140	0.00	1.10	0.0	43.12	29.28	13.84	* 0.00
ab	181.1	9.0	66.1	s 2	140	9.60	1.10	0.0	52.72	50.65	2.07	0.63
tn	197.3	36.4	66.1	4	140	0.00	0.87	0.0	43.12	31.72	11.40	* 0.00
tn	197.3	36.4	66.1	s 3	140	12.00	0.87	0.0	55.12	54.87	0.25	0.31
al	237.7	67.3	49.1	4	140	0.00	0.00	0.0	43.12	37.07	6.04	* 0.00
al	237.7	67.3	49.1	s 3	140	21.90	0.00	0.0	65.02	64.14	0.88	0.31

24 MAJ 1982

date	origin	lat n	long e	depth	mag	no	gap	dmin	rms	erh
820524	310 20.26	56 50.06	7 58.37	40.00	2.3	39	273	79.4	1.20	4.3

stn	delta	azim	anin	trmk	hrmn	sec	mag	dt	t-obs	t-cal	res	wt
gø	79.4	73.1	90.0	s 0	310	43.70	0.00	0.0	23.44	23.58	-0.14	1.04
gø	79.4	73.1	90.0	p 0	310	34.00	0.00	0.0	13.74	13.63	0.11	1.04
mk	84.9	119.4	90.0	s 0	310	48.00	2.08	0.0	27.74	24.76	2.98	1.04
mk	84.9	119.4	90.0	p 0	310	35.00	2.08	0.0	14.74	14.31	0.43	1.04
gs	166.0	127.8	90.0	p 0	310	44.90	2.85	0.0	24.64	24.40	0.24	1.04
gs	166.0	127.8	90.0	lg 4	310	61.00	2.85	0.0	40.74	46.88	-6.14	* 0.00
gs	166.0	127.8	90.0	s 0	310	61.00	2.85	0.0	40.74	42.22	-1.48	1.04
he	304.4	46.3	90.0	p 0	311	1.80	2.13	0.0	41.54	41.64	-0.10	1.04
he	304.4	46.3	90.0	s 0	311	31.00	2.13	0.0	70.74	72.04	-1.30	1.04
ab	310.3	66.9	90.0	p 0	311	2.10	0.00	0.0	41.84	42.38	-0.54	1.04
ab	310.3	66.9	90.0	s 0	311	32.90	0.00	0.0	72.64	73.31	-0.67	1.04
ls	312.5	120.6	90.0	p 0	311	2.20	2.17	0.0	41.94	42.66	-0.72	1.04
ls	312.5	120.6	90.0	s 0	311	33.50	2.17	0.0	73.24	73.80	-0.56	1.04
ls	312.5	120.6	90.0	lg 4	311	33.50	2.17	0.0	73.24	88.29	-15.05	* 0.00
by	316.8	83.3	90.0	s 0	311	34.30	2.28	0.0	74.04	74.72	-0.68	1.04
by	316.8	83.3	90.0	p 0	311	4.00	2.28	0.0	43.74	43.19	0.55	1.04
or	331.1	99.1	90.0	s 0	311	38.00	2.45	0.0	77.74	77.78	-0.04	1.04
or	331.1	99.1	90.0	p 0	311	5.00	2.45	0.0	44.74	44.96	-0.22	1.04
ve	366.4	108.5	90.0	s 0	311	45.90	2.08	0.0	85.64	85.40	0.24	1.04
ve	366.4	108.5	90.0	p 0	311	10.00	2.08	0.0	49.74	49.36	0.38	1.04
vn	390.4	40.9	90.0	s 0	311	49.00	0.00	0.0	88.74	90.56	-1.82	1.04
vn	390.4	40.9	90.0	p 0	311	12.00	0.00	0.0	51.74	52.35	-0.61	1.04
tn	390.4	74.1	90.0	lg 4	311	48.00	0.00	0.0	87.74	110.29	-22.55	* 0.00
tn	390.4	74.1	90.0	s 0	311	48.00	0.00	0.0	87.74	90.58	-2.84	1.04
tn	390.4	74.1	90.0	p 0	311	13.10	0.00	0.0	52.84	52.36	0.48	1.04
mr	397.0	57.5	90.0	s 0	311	52.00	3.04	0.0	91.74	92.00	-0.26	1.04
mr	397.0	57.5	90.0	p 0	311	13.30	3.04	0.0	53.04	53.18	-0.14	1.04
ol	402.8	95.3	90.0	s 0	311	52.50	2.42	0.0	92.24	93.25	-1.01	1.04
ol	402.8	95.3	90.0	p 3	311	12.00	2.42	0.0	51.74	53.90	-2.16	0.26
al	484.0	84.5	90.0	p 4	312	0.00	2.12	0.0	99.74	64.00	35.74	* 0.00
al	484.0	84.5	90.0	s 0	312	13.00	2.12	0.0	112.74	110.73	2.01	1.04
gb	484.9	50.2	90.0	s 0	311	70.00	2.15	0.0	109.74	110.94	-1.20	1.04
gb	484.9	50.2	90.0	p 0	311	24.20	2.15	0.0	63.94	64.13	-0.19	1.04
vi	494.3	74.7	90.0	s 0	311	73.00	2.09	0.0	112.74	112.96	-0.22	1.04
vi	494.3	74.7	90.0	p 0	311	26.00	2.09	0.0	65.74	65.30	0.44	1.04
ny	588.4	62.9	70.9	p 0	311	37.00	0.00	0.0	76.74	76.57	0.17	1.04
ny	588.4	62.9	70.9	s 0	311	96.00	0.00	0.0	135.74	132.46	3.28	1.04
hr	624.2	48.9	70.9	s 2	311	101.00	0.00	0.0	140.74	139.76	0.98	0.52
hr	624.2	48.9	70.9	p 0	311	41.30	0.00	0.0	81.04	80.79	0.25	1.04
kt	670.7	41.9	70.9	p 0	311	46.90	0.00	0.0	86.64	86.26	0.38	1.04
kt	670.7	41.9	70.9	s 1	311	112.00	0.00	0.0	151.74	149.22	2.52	0.78
hv	711.7	55.8	70.9	s 0	311	119.00	2.32	0.0	158.74	157.57	1.17	1.04
hv	711.7	55.8	70.9	lg 4	311	160.00	2.32	0.0	199.74	201.05	-1.31	* 0.00
hv	711.7	55.8	70.9	p 0	311	52.00	2.32	0.0	91.74	91.08	0.66	1.04

17 SEP 1982

date	origin	lat n	long e	depth	mag	no	gap	dmin	rms	erh
820917	1119	55.24	55 41.60	11 35.56	0.00	1.5	7	286120.0	1.75	23.5

stn	delta	azim	anin	trmk	hrmn	sec	mag	dt	t-obs	t-cal	res	wt
ve	120.0	90.6	90.0	p 4	1120	13.20	1.54	0.0	17.96	19.77	-1.82	* 0.00
ve	120.0	90.6	90.0	s 0	1120	31.10	1.54	0.0	35.86	34.21	1.65	1.22
or	120.6	58.3	90.0	s 0	1120	28.70	1.64	0.0	33.46	34.38	-0.92	1.22
or	120.6	58.3	90.0	p 0	1120	12.10	1.64	0.0	16.86	19.87	-3.01	1.22
by	180.3	31.9	66.1	p 2	1120	26.30	1.42	0.0	31.06	29.16	1.90	0.61
by	180.3	31.9	66.1	s 0	1120	45.70	1.42	0.0	50.46	50.45	0.01	1.22
ol	192.9	67.1	66.1	s 0	1120	48.30	1.54	0.0	53.06	53.72	-0.67	1.22
ol	192.9	67.1	66.1	p 4	1120	28.30	1.54	0.0	33.06	31.05	2.00	* 0.00
ab	249.2	16.5	49.1	4	1121	0.00	0.00	0.0	64.76	38.51	26.25	* 0.00
ab	249.2	16.5	49.1	s 3	1121	5.20	0.00	0.0	69.96	66.62	3.34	0.30

1 NOV 1982

date	origin	lat n	long e	depth	mag	no	gap	dmin	rms	erh
8211 1	248	11.45	56 21.23	11 51.83	0.00	2.1	22	84 86.6	0.91	2.1

stn	delta	azim	anin	trmk	hrmn	sec	mag	dt	t-ops	t-cal	res	wt
or	86.6	97.1	90.0	p 0	248	25.30	0.00	0.0	13.85	14.27	-0.42	1.27
or	86.6	97.1	90.0	s 3	248	36.70	0.00	0.0	25.25	24.68	0.57	0.32
by	111.8	44.8	90.0	p 0	248	29.80	0.00	0.0	18.35	18.41	-0.07	1.27
by	111.8	44.8	90.0	s 0	248	42.90	0.00	0.0	31.45	31.86	-0.41	1.27
ls	115.8	168.9	90.0	s 0	248	43.30	2.19	0.0	31.85	33.00	-1.16	1.27
ls	115.8	168.9	90.0	p 0	248	29.90	2.19	0.0	18.45	19.08	-0.63	1.27
gs	122.2	246.5	90.0	p 0	248	31.70	2.36	0.0	20.25	20.13	0.12	1.27
gs	122.2	246.5	90.0	s 0	248	47.00	2.36	0.0	35.55	34.82	0.73	1.27
ve	127.6	126.2	90.0	s 0	248	48.00	1.98	0.0	36.55	36.36	0.19	1.27
ve	127.6	126.2	90.0	p 0	248	32.10	1.98	0.0	20.65	21.02	-0.37	1.27
ol	161.0	89.7	66.1	p 0	248	36.90	2.55	0.0	25.45	26.25	-0.80	1.27
ol	161.0	89.7	66.1	s 0	248	55.90	2.55	0.0	44.45	45.41	-0.96	1.27
mk	166.5	275.0	66.1	p 2	248	39.00	1.85	0.0	27.55	27.08	0.47	0.63
mk	166.5	275.0	66.1	s 0	248	57.00	1.85	0.0	45.55	46.84	-1.30	1.27
ab	174.0	18.3	66.1	p 0	248	39.20	2.40	0.0	27.75	28.20	-0.45	1.27
ab	174.0	18.3	66.1	s 0	248	60.20	2.40	0.0	48.75	48.79	-0.04	1.27
tn	204.5	44.6	66.1	p 0	248	43.90	2.04	0.0	32.45	32.80	-0.35	1.27
tn	204.5	44.6	66.1	s 0	248	68.00	2.04	0.0	56.55	56.75	-0.20	1.27
he	257.7	358.7	49.1	s 2	248	81.70	1.72	0.0	70.25	68.44	1.80	0.63
he	257.7	358.7	49.1	4	248	51.90	1.72	0.0	40.45	39.56	0.88	* 0.00
al	258.6	72.1	49.1	p 0	248	52.90	2.17	0.0	41.45	39.68	1.77	1.27
al	258.6	72.1	49.1	s 0	248	81.70	2.17	0.0	70.25	68.64	1.61	1.27
mr	276.2	23.3	49.1	4	248	56.00	1.74	0.0	44.55	41.86	2.69	* 0.00
mr	276.2	23.3	49.1	s 2	248	86.00	1.74	0.0	74.55	72.42	2.13	0.66
gb	380.6	23.6	49.1	4	249	0.00	1.93	0.0	48.55	54.87	-6.32	* 0.00
gb	380.6	23.6	49.1	s 2	249	58.40	1.93	0.0	106.95	94.92	12.03	**0.00



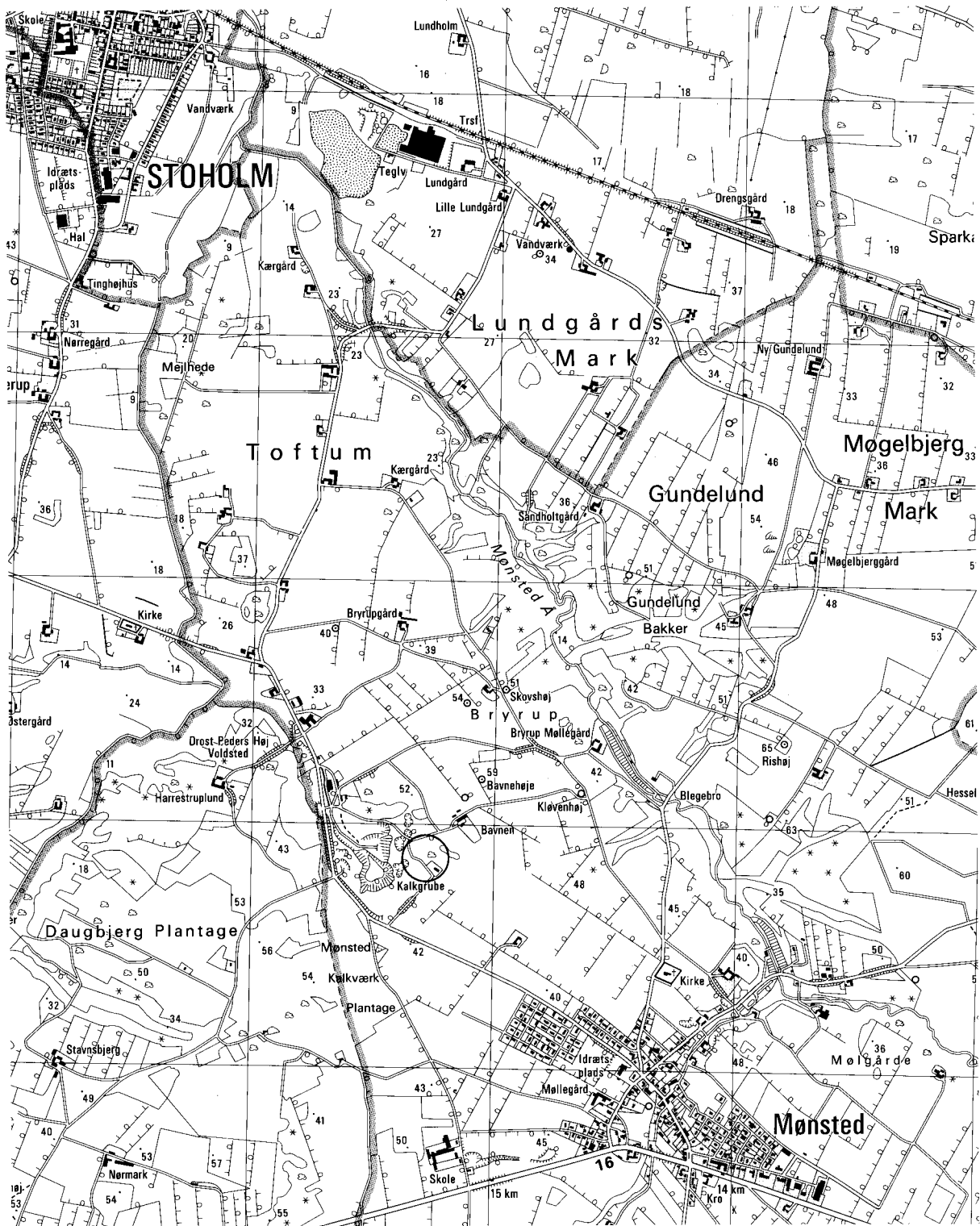
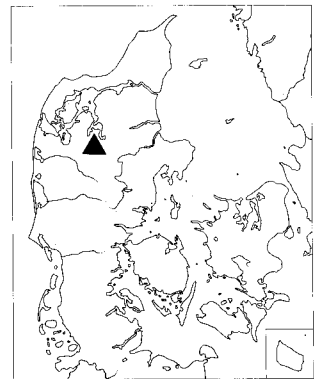
B-10

# GEODÆTISK INSTITUT

1215 IV SV STOHLIM

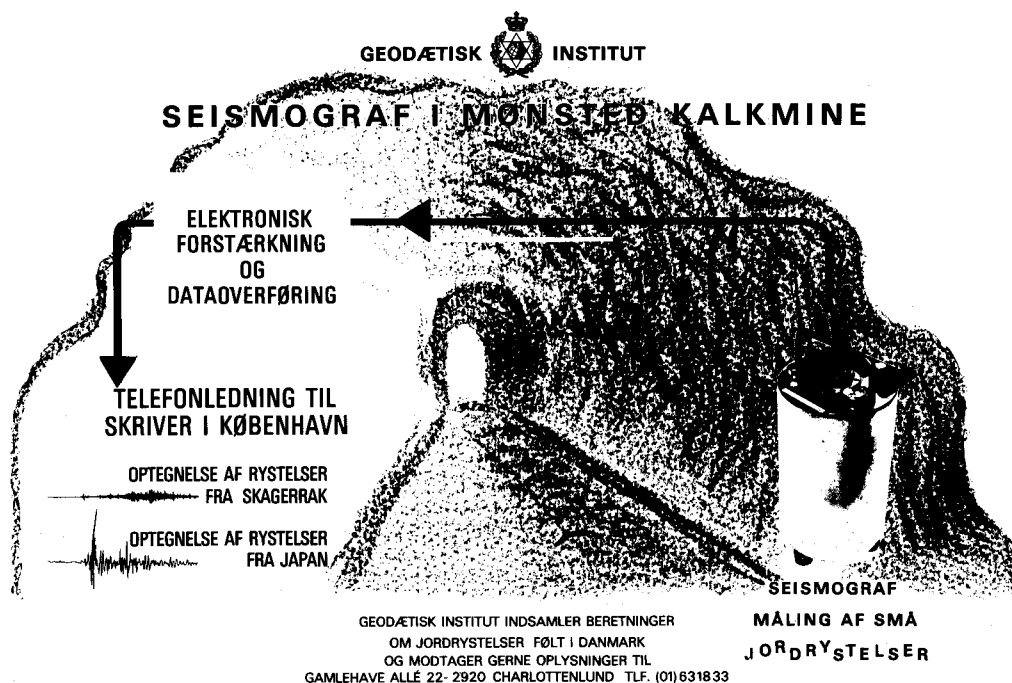
1:25 000

1000 m 500 0 0,5 1 km



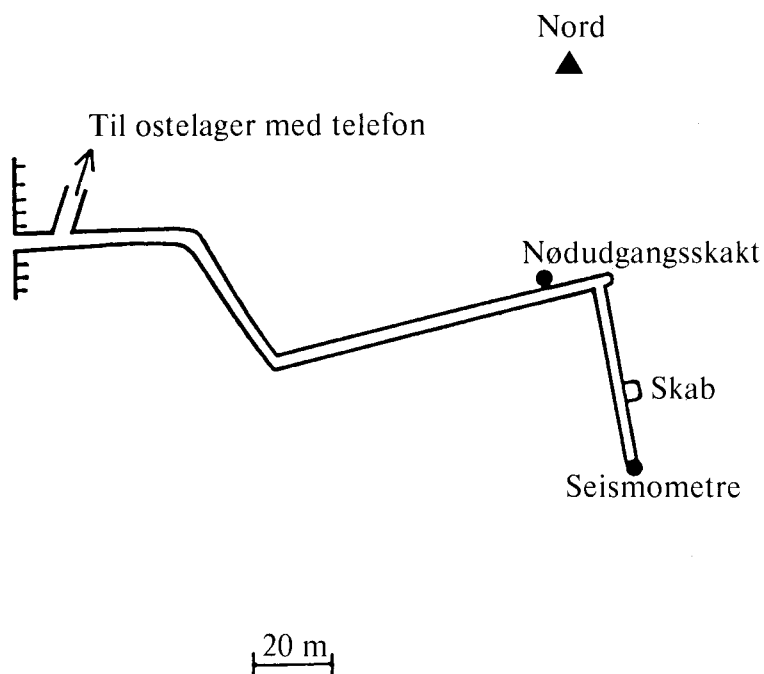
Kortudsnit med station i Mønsted





**GÅ IKKE TÆT PÅ INSTRUMENTERNE AF HENSYN TIL MÅLINGERNE**

### Mønsted Kalkgrube



Skitse af placering af målepunktet



## GEODÆTISK INSTITUT

1314 III SV ALRØ

1:25 000

1000 m 500 0 1 km

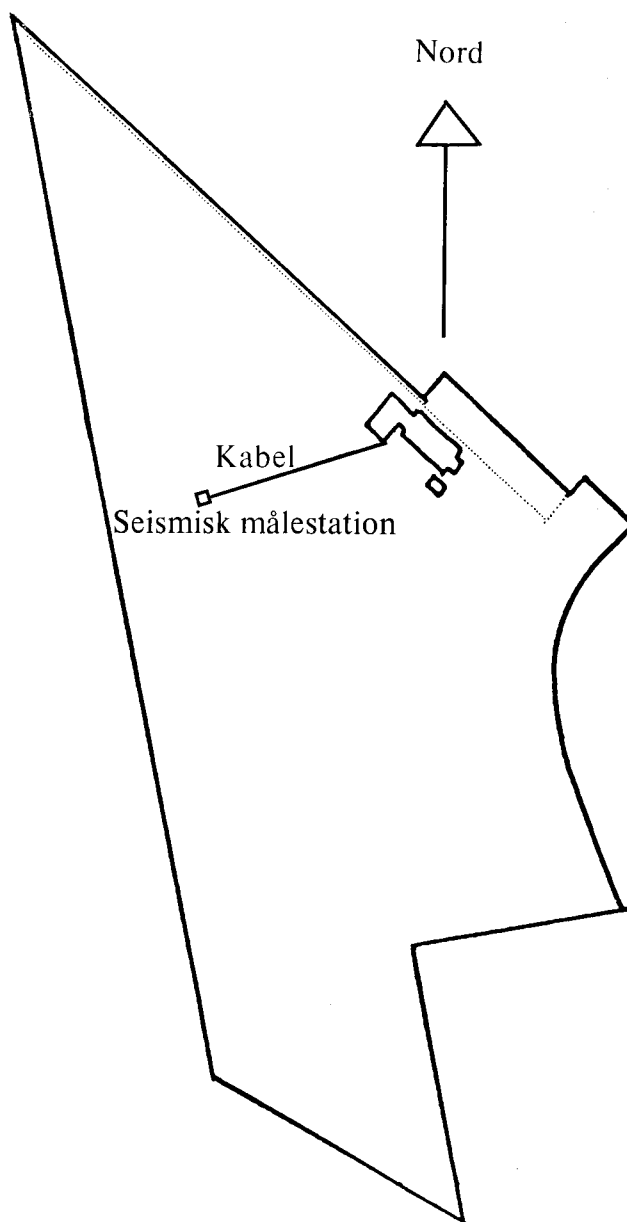


Kortudsnit med station ved Sondrup

# SONDRUP

1:1500

100 m

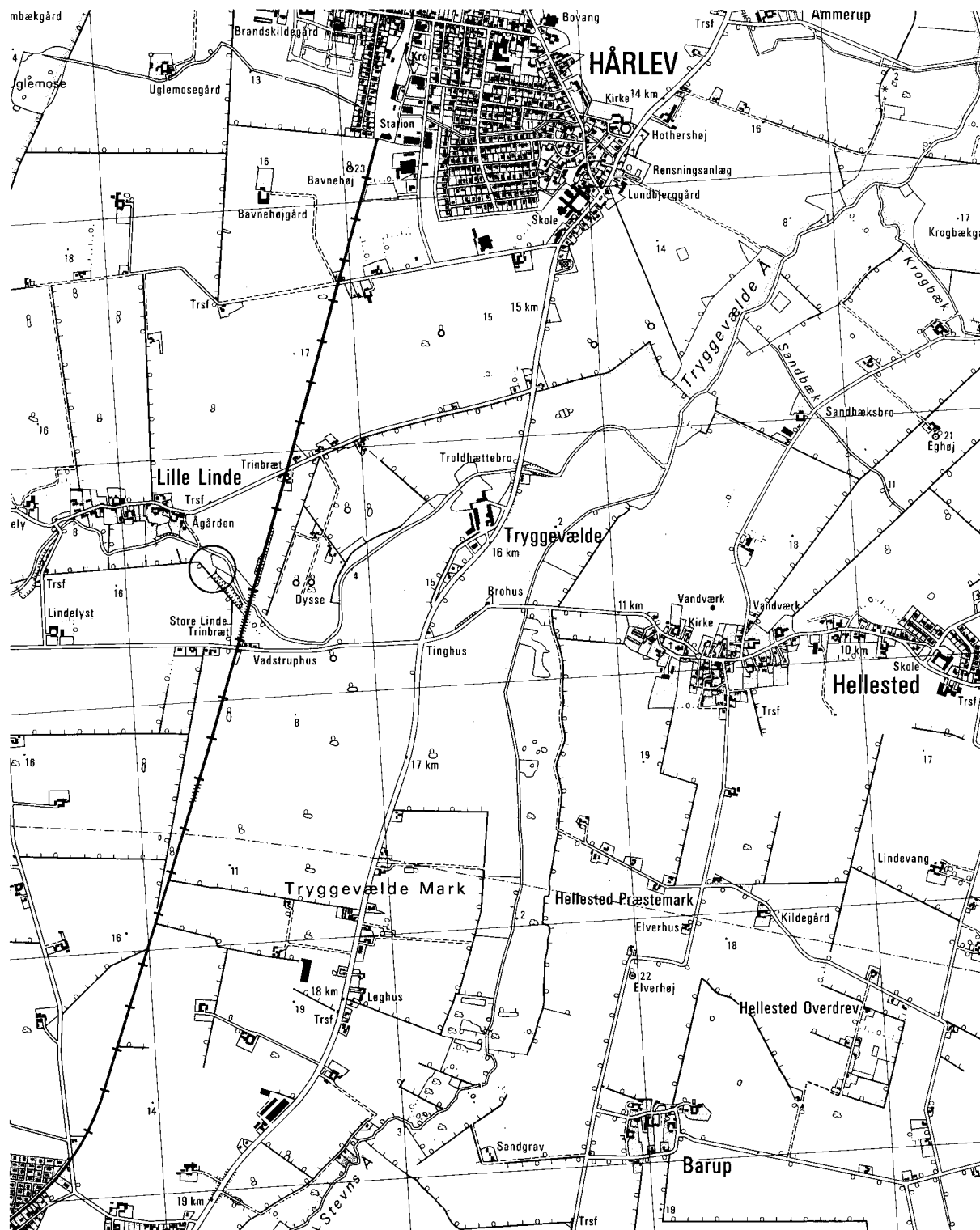
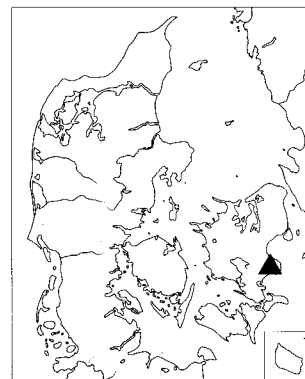


Skitse af placeringen af målebrønden

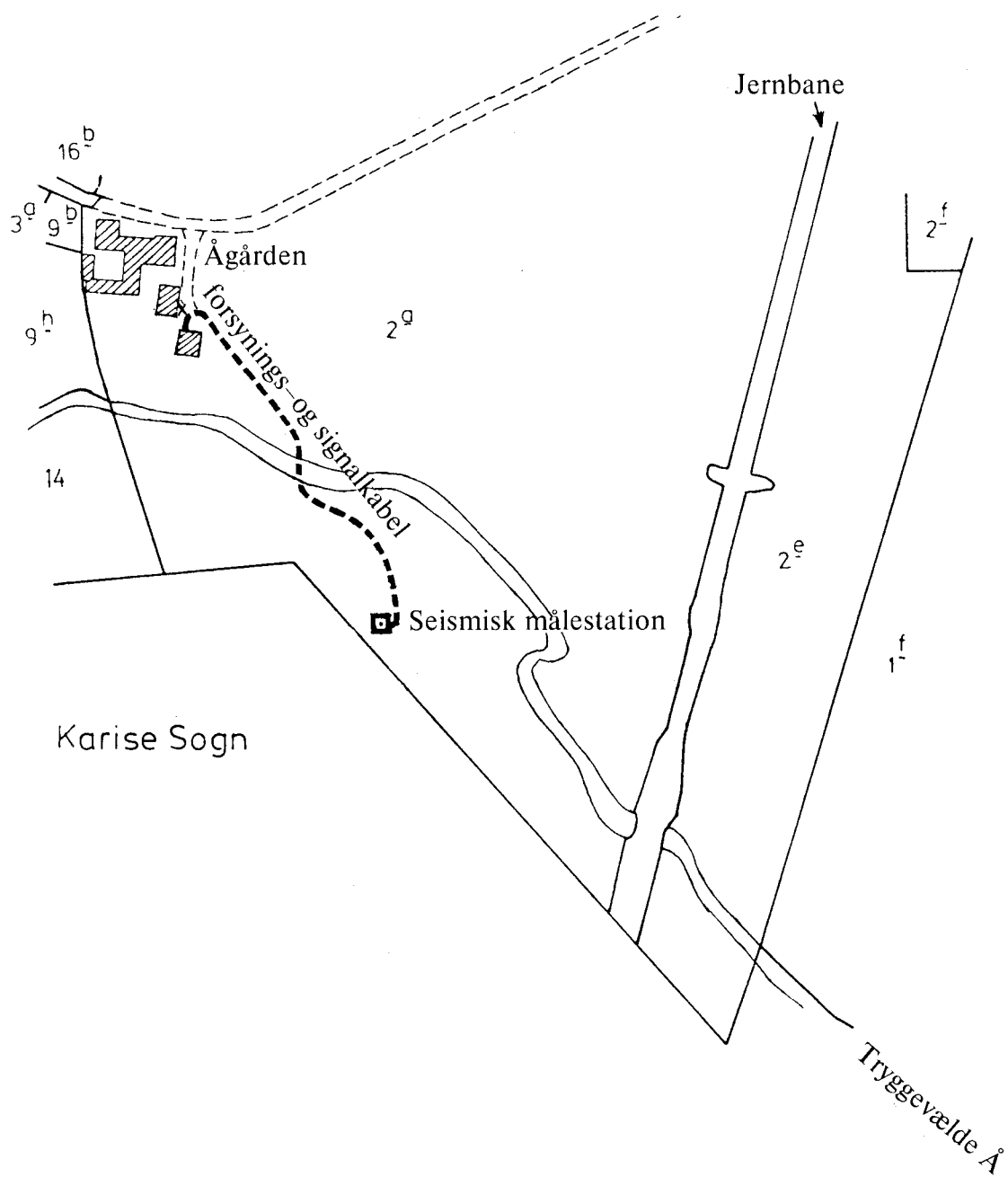


GEODÆTISK INSTITUT  
1512 I NV KARISE  
1:25 000

1000 m 500 0 1 km



Kortudsnit med station på Stevn



Terræn af  
 LILLE-LINDE BY  
 HÅRLEV SOGN  
 BJÆVERSKOV HERRED  
 ROSKILDE AMT

1:4000

Jr. nr. 78/637

100 m

Skitse af placeringen af målebrønden

0 = forside  
 1 = I  
 2 = II  
 3 = 1.  
 4 = 2.  
 5 = 3.  
 6 = 5.  
 7 = 6.  
 8 = 7.  
 9 = 8.  
 10 = 9.  
 11 = 10.  
 12 = 11.  
 13 = 12.  
 14 = 13.  
 15 = 14.  
 16 = 15.  
 17 = 16.  
 18 = 17.  
 19 = 18.  
 20 = 19.  
 21 = 20.  
 22 = 21.  
 23 = 22.  
 24 = 23.  
 25 = 24.

26 = 25  
 27 = 26  
 28 = A1-1  
 29 = A1-2  
 30 = A1-3  
 31 = A1-4  
 32 = A1-5  
 33 = A1-6  
 34 = A2-1  
 35 = A2-2  
 36 = A2-3  
 37 = A2-4  
 38 = B-1  
 39 = B-2  
 40 = B-3  
 41 = B-4  
 42 = B-5  
 43 = B-6  
 44 = B-7  
 45 = B-8  
 46 = B-9  
 47 = B-10  
 48 = B-11  
 49 = B-12  
 50 = B-13  
 51 = B-14  
 52 = B-15  
 53 = FILES (THIS)