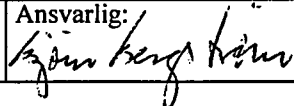


NGU Rapport 99.084

Overflatesedimenter på Nordsjøplatået,
Egersundbanken og i Norskerenna utenfor
Sørvest-Norge

Rapport nr.: 99.084		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen
Tittel: Overflatesedimenter på Nordsjøplatået, Egersundbanken og i Norskerenna utenfor Sørvest-Norge			
Forfatter: Dag Ottesen, Reidulv Bøe og Leif Rise		Oppdragsgiver: NGU	
Fylke:		Kommune:	
Kartblad (M=1:250.000)		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)	
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 42	Pris: kr. 175,-
		Kartbilag: 1	
Feltarbeid utført:	Rapportdato: 11. 2. 2000	Prosjektnr.: 2301.39	Ansvarlig: 
Sammendrag: Basert på tolkning av seismikk, sidesøkende sonardata, batymetri og bunnprøver, er det framstilt et overflatesedimentkart over nordøstlige delen av Nordsjøen utenfor sørvestlandet i målestokk 1: 500 000 mellom 3°Ø og 6°30'Ø, og 57°30'N og 59°N. Nordsjøplatået (østlige Nordsjøen, vandyp mindre enn 100-150 m) består av harde (overkonsoliderte, delvis deformerte) glasimarine/marine sedimenter eller morenemateriale. De harde sedimentene er blottet på havbunnen i flere områder, evt. dekket med et tynt lag av grove erosjonsrester (grus, stein etc). De harde sedimentene kan være dekket av sand i andre områder, varierende fra noen få cm til over 10 m i mektighet. Innenfor sandområdene er det flere steder kartlagt aktive sandbølger med bevegelsesretning mot øst/sørøst. I skråningen ned mot bunnen av Norskerenna blir sedimentene gradvis finere, fra grov/middels sand på kanten av Nordsjøplatået til finsand/silt i skråningen, og silt/leire i de dypere delene av Norskerenna. Mektigheten av de Holocene leirene kan nå opp i ca. 20 m. Nær Norskekysten opptrer flere sedimenttyper, for det meste morene, delvis dekket av et tynt lag med bløt leire (1-3 m). Sør for Egersund, i de dypeste delene av Norskerenna, rager de høyeste toppene av Hidrafjellene (krystalline bergarter) opp over leirsedimentene. Deler av områdene på Nordsjøplatået har et stripete overflatemønster som er tolket som "flutes" (parallele rygger og forsenkninger), og som viser at is har beveget seg i nordvestlig retning over området. Innen deler av kartbladet (på vandyp mellom 110 m og 170 m) er det spor etter isfjellpløying. I deler av sør- og vestskråninga og bunnen av Norskerenna finnes mange groper (pockmarks) som sannsynligvis skyldes utsiving av gass.			
Emneord: Maringeologi	Prøve	Kvartærgeologi	
Havbunnstopografi	Refleksjonsseismikk	Pockmark	
Sidesøkende sonar	Marin avsetning	Fagrapport	

INNHOOLD

1. INNLEDNING	4
2. DATAGRUNNLAG.....	5
2.1 Sidesøkende sonardata	5
2.2 Seismikk.....	5
2.3 Batymetri.....	6
2.4 Kjerneprøver	6
2.4.1 Kjerner tatt av NGU	6
2.4.2 Andre kjerner.....	6
3. BESKRIVELSE OG TOLKNING AV SIDESØKENDE SONARDATA	9
3.1 Områder med lav refleksivitet.....	9
3.2 Områder med høy refleksivitet.....	9
3.3 Overflateformer relatert til isbevegelse.....	12
3.4 Pløyespor etter isfjell	13
3.5 Sandbølger	13
3.6 Pockmarks.....	13
4. TOLKNING AV SEISMIKK.....	14
5. BESKRIVELSE OG TOLKNING AV SEDIMENTKJERNER.....	14
5.1 NGU-kjernene.....	14
5.2 Andre kjerner.	14
6. KARTBESKRIVELSE.....	15
6.1 Holocen og senglacial leire	15
6.2 Sand.....	17
6.3 Harde glasimarine/marine sedimenter, morene eller grov erosjonshud.....	17
6.4 Fjell	18
7. DISKUSJON AV AVSETNINGSMILJØ.....	19
8. KONKLUSJON.....	20
9. REFERANSER.....	21

VEDLEGG

Vedlegg 1 Overflatesedimenter, kart i målestokk 1: 500 000

1. INNLEDNING

I perioden 1991 til 1995 gjennomførte NGU sammen med flere andre institusjoner, blant andre Statens Kartverk, Norges Sjøkartverk og Statens Forurensningstilsyn, et omfattende maringeologisk, geokjemisk og batymetrisk kartleggingsprogram i Skagerrak (Longva og Thorsnes 1997). Det ble samlet inn seismikk, multistrålebatymetri og korte kjerneprøver, og det ble framstilt en rekke kart over området (Ottesen m. fl. 1996). I 1995 og 1996 fortsatte undersøkelsene vest for Kristiansand, og seismikk og bunnprøver ble innsamlet i Norskerenna og på den østlige delen av Nordsjøplataet opp til Stavanger (59° N).

NGU har også retolket sidesøkende sonarregistreringer samlet inn av Sjøkartverket i den østlige delen av Nordsjøen samt deler av Norskerenna i perioden 1982 til 1985. I disse områdene har Sjøkartverket gitt ut 5 fiskeriplottkart (Fig. 1) delvis basert på sonarregistreringene. Den nye tolkningen ble gjennomført med støtte i andre typer data innenfor området, dvs. seismikk, penetrasjonsekkolodd, multistråleekkolodd, bunnprøver og boringer.

Det regionale datagrunnlaget på Nordsjøplataet er meget begrenset (lettseismikk, overflateprøver, grunne boringer), og kvartærgeologien er lite utforsket. Tolkningen av bunnens akustiske karakter fra sidesøkende sonar-registreringer gir et vesentlig bedre grunnlag for å forstå overflategeologien i området, og kartleggingen vil særlig være til nytte for planlegging av eventuelle traseer for rør/kabler og plassering av bunninstallasjoner. For kalibrering av tolkninger av sidesøkende sonar og seismiske registreringer har tilgang på 200 kjerneprøver (0-4 m lengde) tatt på Egersundbanken sommeren 1997 av Surface Geochemical Services (SGS) vært svært nyttig (Ottesen og Bøe 1998).

I denne rapporten har vi sammenstilt alle de ulike datatypene og framstilt et overflatesedimentkart over den nordøstlige Nordsjøen utenfor sørvestlandet i målestokk 1: 500 000. Kartet finnes i digital form som et Arc-Info-datasett.

Kartet dekker området mellom ca. 3°Ø og 6°30'Ø og 57°30'N og 59°N og omfatter et areal på ca. 35 000 km².

2. DATAGRUNNLAG

2.1 Sidesøkende sonardata

Dataene ble innsamlet av Norges Sjøkartverk mellom 1982 og 1985. Datasettet består av nord-sør-orienterte sidesøkende sonarlinjer (SSS), med 500 m avstand mellom linjene. Rekkevidden på registreringene er 300 m til hver side. Det er kjørt om lag 400 linjer, til sammen 44 000 kilometer, og datasettet dekker et areal på ca. 22 000 km². I noen områder er alle sonarlinjene tolket, mens i områder med ensartet geologi kan annenhver eller hver tredje linje være tolket. Figur 1 viser en oversikt over fiskeriplottkartene der det finnes sidesøkende sonardata. Nord for fiskeriplottkartene på Nordsjøplatået (nord for ca. 58°30'N) og i vestskråningen av Norskerenna er det i tillegg tolket sonarregistreringer fra et 1200 km² stort område (Fig. 3). De fleste sonarregistreringene er av tilfredsstillende kvalitet for tolkning, men enkelte linjer er av meget dårlig kvalitet, enten på grunn av dårlig vær eller tekniske problemer. Tolkningen har likevel latt seg gjennomføre uten problemer.

Langs mange av linjene er det også profilert med penetrasjonsekkolodd. En sidesøkende sonar er en akustisk sonde («fisk») som taues etter båten like over sjøbunnen. To sidemonterte transducere sender lydsignaler ned og ut til hver side. De returnerte lydsignalenes styrke blir registrert og skrevet ut på en skriver som gir et akustisk overflatebilde av sjøbunnen på hver side av den tauede fisken. Styrken på retursignalet er framstilt ved forskjellig sverting på papiret.

SSS-dataene gir et akustisk bilde av havbunnen basert på dens refleksivitet. Refleksiviteten og refleksivitetsmønsteret gir et bilde av sedimentfordelingen og topografien, særlig hvis SSS-fisken er tauet i optimal avstand fra havbunnen. Grove og harde sedimenter gir sterkere refleksjoner enn finkornige og bløte sedimenter. Skråninger som vender mot SSS-fisken gir sterke refleksjoner, mens de som peker bort fra SSS-fisken gir lav refleksjon eller ingen energiretur. Ved å bruke disse prinsippene sammen med generell geologisk kunnskap kan sedimentegenskaper og bunnforhold tolkes ut fra dataene. Fig. 3 viser refleksivitetskartet basert på tolkningen av SSS-dataene.

2.2 Seismikk

I løpet av 6 tokt i perioden 1991 til 1995 ble det samlet inn ca. 20 000 profilkilometer refleksjonsseismikk i Skagerrak/Norskerenna/østlige Nordsjøen (Bøe m. fl. 1993, Ottesen m. fl. 1994, 1995 og Thorsnes m. fl. 1993, Fig. 1). Profilene er enten kjørt i et regionalt profilnett på 10x10 km eller 10x15 km, eller som profiler nesten parallelt med dybdekotene i forbindelse med detaljbatymetriske målinger. Som seismiske lydkilder ble både luftkanon (20

kubikktommer), Sleevegun (20-40 kubikktommer) og Geopulse benyttet. For de fleste linjene er luftkanon/Sleevegun og Geopulse skrevet ut på samme papir.

2.3 Batymetri

Det batymetriske kartet er basert på enkeltstråle-ekkoloddmålinger utført av Sjøkartverket i perioden før 1985. Dybdemålingene er gjort med 500 m linjeavstand. Ut fra de analoge ekkogrammene er en dybdeverdi for hver 500 m tatt ut og overført til digital form. Dataene er griddet med en cellestørrelse på 200 m, og er enten presentert som skyggerelieffkart (Fig. 2) eller som konturkart med 10 m dybdekoter (Vedlegg 1).

Sjøkartverket utførte i 1993 målinger med multistråleekkolodd på Egersundbanken og sørskråninga av Norskerenna innenfor et 1300 km² stort område (Fig. 1). Kartleggingen ble utført med EM 100 multistråleekkolodd som har en rekkevidde til 700 m vanddyp. Datasettet er griddet med en cellestørrelse på 50 m og tegnet ut som skyggerelieffkart eller konturkart (Fig. 9).

2.4 Kjerneprøver

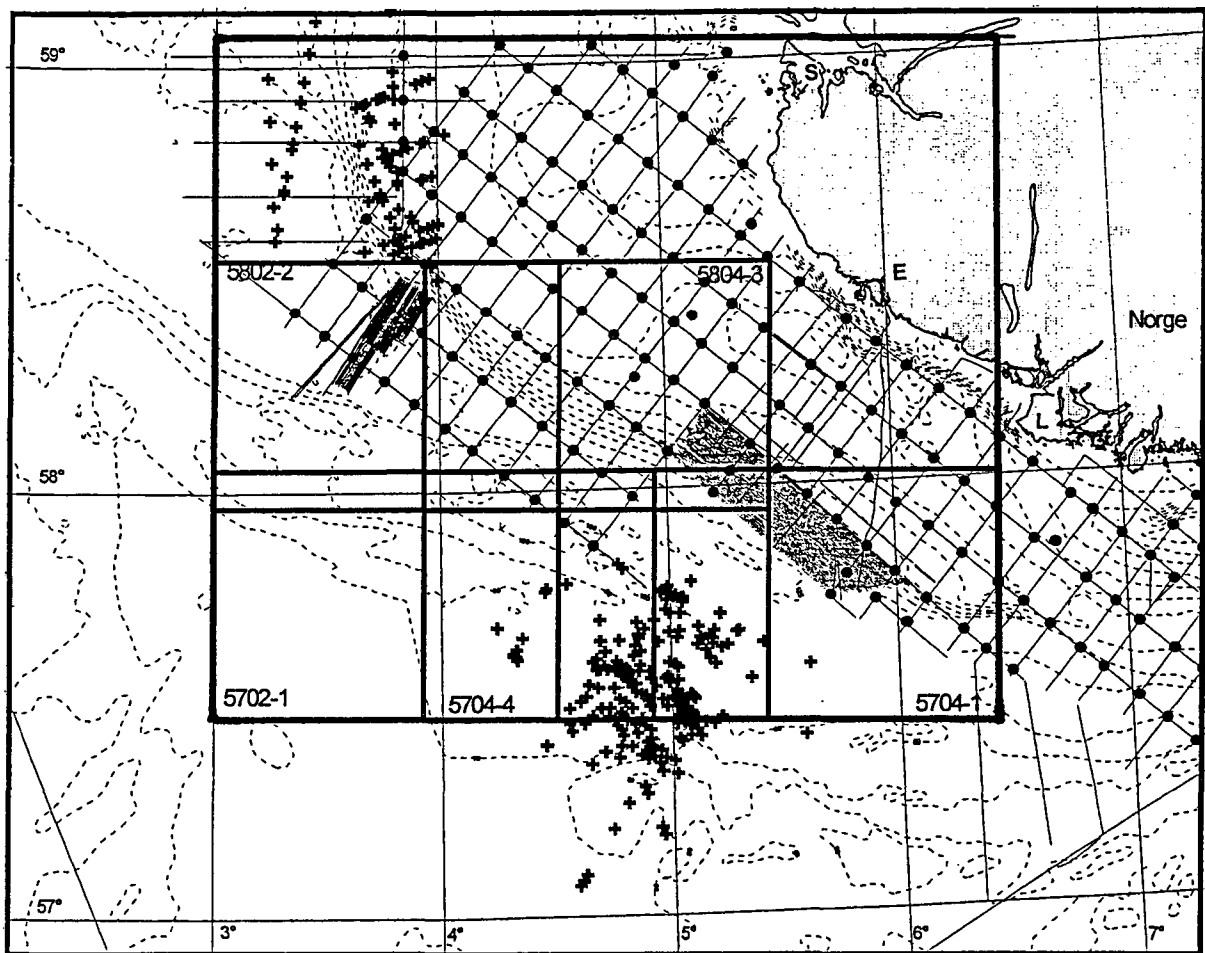
2.4.1 Kjerner tatt av NGU

I perioden 1991 til 1996 tok NGU prøver i et systematisk nett i Skagerrak og den østlige delen av Nordsjøen sør for Karmøy (Fig. 1 og Fig. 15; se referanser i Bøe og Rise, 1997). De korte kjerneprøvene (som regel kortere enn 0.5 m) er lokalisert hovedsakelig i krysningspunktet mellom refleksjonsseismiske linjer. Kjernene er beskrevet, og geotekniske, sedimentfysiske og sedimentologiske studier er utført (Bøe og Rise 1997 og Bøe m. fl. 1997, Bøe og Rise 1999).

2.4.2 Andre kjerner

Surface Geochemical Services (SGS) utførte i 1997 et prøvetakingstokt i Norskerenna og på Egersundbanken. Det ble tatt 200 kjerner (derav 148 innenfor kartet) på Egersundbanken med vibrasjonsprøvetaker (Fig. 1 og Appendiks 1) samt 85 kjerner (gravitasjons- og vibrasjonsprøvetaker) i bunnen og skråningen av Norskerenna, samt på Nordsjøplatået vest for Stavanger (Appendiks 2). Kjernelengden varierte mellom 0 m og 3.6 m, med en gjennomsnittlig kjernelengde på 2.2 m. Diameter på kjernene er 87 mm. NGU deltok på toktet, og fikk tilgang til kjernematerialet etter at SGS hadde tatt ut sine prøver (de nederste 30 cm av kjernene). Prøvene ble beskrevet kortfattet i felt (bunn og topp av kjernene). Vi tok vare på 86 kjerner, og av disse ble 38 åpnet ved NGU. Resultatene er presentert i Ottesen og Bøe (1998). Prøvebeskrivelsen for prøvene innenfor kartbladet er vedlagt i Appendiks 1 og 2.

De fleste av prøvene som ble tatt på Egersundbanken ligger innenfor fiskeriplottetekartene Engelsk Klondyke (5704-4) og Egersundbanken SE (5704-1) i Norges Sjøkartverks kartserie (Fig. 1). Vanddyptet der prøvene er tatt varierer mellom 50 m og 110 m, og prøvene ligger mellom koordinatene 4° og 6° øst og 57° og 58° nord.



Figur 1. Oversikt over det kartlagte området. Avgrensningen av kartbladet og fiskeriplottekartene 5704-4: Engelsk Klondyke, 5704-1: Egersundbanken, 5702-1: Austbanken, 5804-3: Revet Nord Indrebanken, 5802-2: Revet NV Rotteholer er vist. Linjene og punktene viser NGUs lettseismiske linjenett og prøvestasjoner. Prøver merket + er tatt av SGS. Området med tette parallelle linjer i SØ-NV-lig retning sørvest for Egersund er dekket med multistrålebatymetri.

S – Stavanger, E – Egersund, L - Lista

3. BESKRIVELSE OG TOLKNING AV SIDESØKENDE SONARDATA

En SSS-tolkning omfatter en klassifisering av forskjellige gråtoner samt gjenkjenning av spesielle mønster for å dra ut så mye informasjon som mulig fra dataene (se kap. 2.1). Registreringene viser refleksivitetsvariasjoner fra ingen refleksivitet (ingen sverting) til meget sterk refleksivitet (helt svart). I enkelte områder viser svertingen store og hyppige variasjoner, mens den i andre områder kan være nesten konstant over lange strekninger. Basert på svertingsgraden har vi inndelt bunnen i fem akustiske klasser. Variasjonen er vurdert over en minimumslengde på 500 m. Klassene er: 0-10 %, 10-25%, 25-50%, 50-75% og 75-100% dekning av høy-refleksivitetsområder. De tolkede sonardataene er vist på Fig. 3. Fig. 5 viser et eksempel på et sonarbilde med to forskjellige refleksivitetsklasser. Tolkningen er beskrevet av Lien (1995) og Ottesen m. fl. (1998a, 1998b).

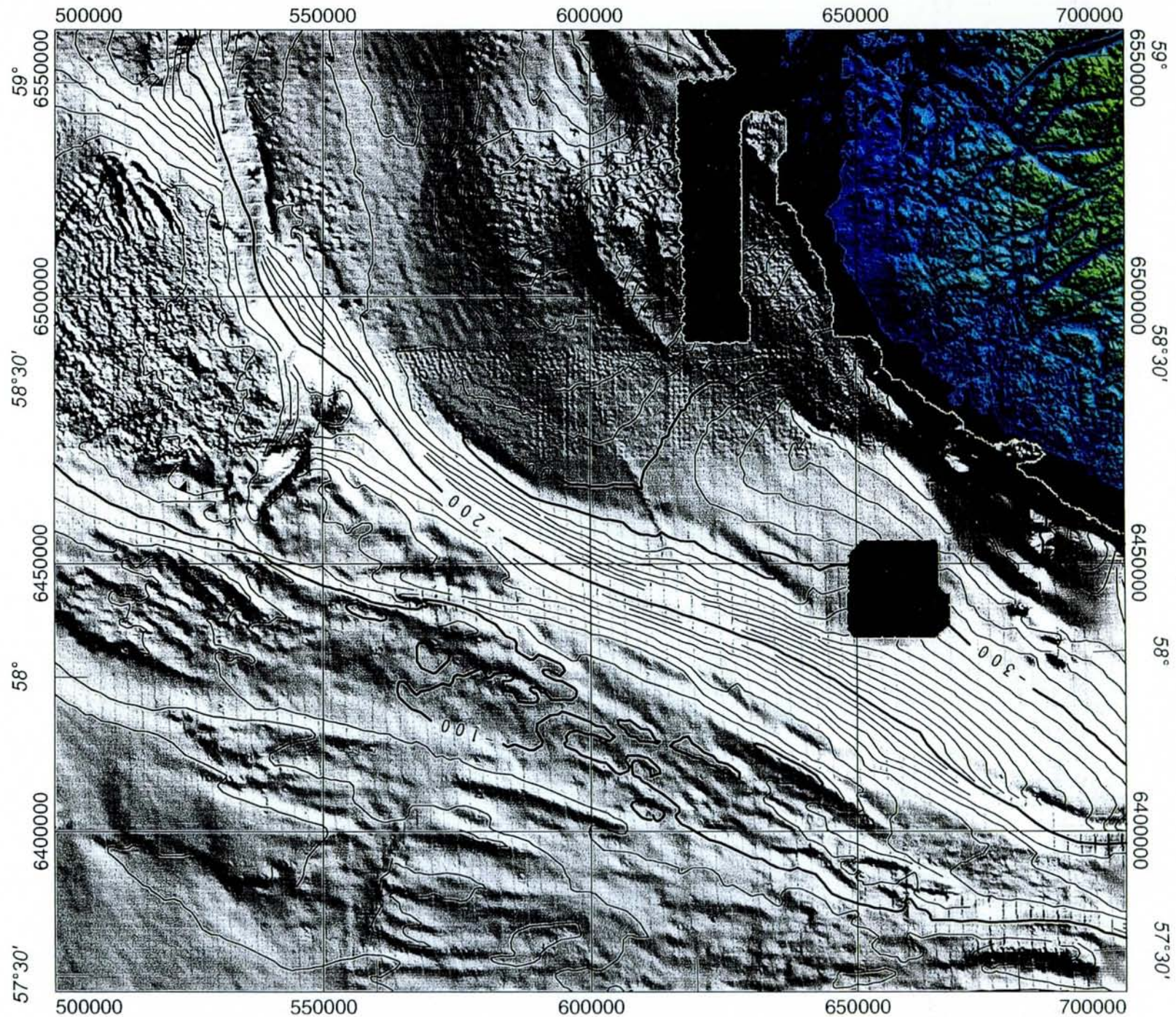
3.1 Områder med lav refleksivitet

Områder med lav refleksivitet (dvs. 0-10 % og 10-25 % høy refleksivitet) dominerer kartbildet. På Nordsjøplatået kommer de store sandområdene som regel ut med lav refleksivitet. Innenfor sandområdene kan store overflateformer opptre, for eksempel langstrakte rygger eller forsenkninger, uten at de skiller seg ut med endret refleksivitet. De store områdene som er dekket med finkornige sedimenter (leir, silt og finsand) i Norskerenna vises også med lav refleksivitet på sonarregistreringene. Bunnen er relativt jevn, og over store områder kan sonarregistreringene være uten variasjoner i refleksivitet.

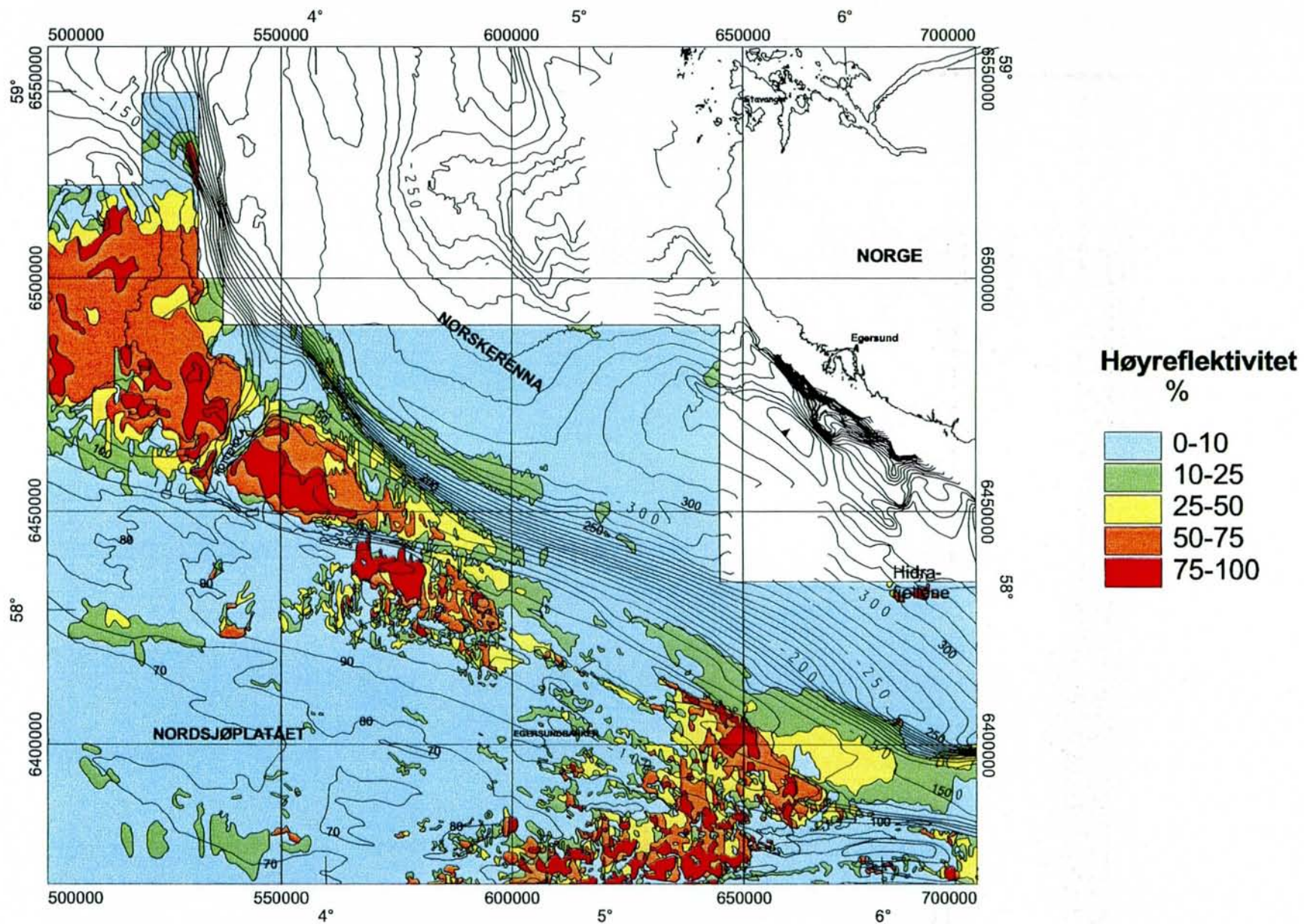
3.2 Områder med høy refleksivitet

Innenfor kartbladet opptrer tre områder med høy refleksivitet (Fig. 3): I kartets nordvestlige del opptrer to områder som domineres av 50-75% høy-refleksivitet på vandyp mellom 90 m og 140 m. Det minste området ligger på mellom 90 m og 110 m vandyp ($57^{\circ}55' - 58^{\circ}05' N$ og $4^{\circ} - 4^{\circ}40' O$), mens det andre området ligger på de flate områdene øst og vest for Rotteholia på mellom 110 m og 140 m vandyp. Innenfor det minste området på 90 –110 m vandyp er bunnen jevn. Dette sammen med hyppige opptreden av trålspor har gjort at vi tror at dette området består av sand til tross for at det er et høy-refleksivitetsområde.

I kartets sørøstlige del, mellom 80 m og 120 m vandyp, opptrer det tredje store høy-refleksivitetsområdet ($4^{\circ}30' O - 5^{\circ}45' O$ og nedre kartbladkant til $57^{\circ}45' N$), som domineres av 50-75% og 75-100% høy-refleksivitet. Området har et uregelmessig mønster med rask veksling mellom refleksivitetsklassene, og mindre områder med lav refleksivitet



Figur 2. Skyggerelieffkart over det kartlagte området. Kartet er basert på regionale batymetriske målinger med enkeltstråle-ekkolodd utført av Norges Sjøkartverk. Tettheten mellom punktene er 500 m. Figuren illustrerer overflateformene på sjøbunnen.



Figur 3. Sjøbunnsreflektivitet basert på sidesøkende sonardata.

forekommer også. Den nordligste delen av dette området domineres av et stripemønster, dannet under en bre i bevegelse (Fig. 11 og 12), mens resten av området har former uten retningsorientering som er tolket til å være dannet under en isbre som var uten bevegelse over området (ablasjonformer).

3.3 Overflateformer relatert til isbevegelse

Drumliner.

På det batymetriske kartet (Fig. 2) opptrer langstrakte og slake rygger (opptil 30 km lange og 1-2 km breie) som rager over 10 m over den omkringliggende sjøbunnen. Retningen på ryggene er VNV-ØSØ. Reflektiviteten over ryggene skiller seg imidlertid ikke ut fra de flate områdene omkring. Dette indikerer at ryggene er dekket med sand eller finkornige sedimenter, noe som også bunnprøvene viser. På grunn av dårlig oppløsning eller penetrasjon på de seismiske registreringene, har vi ikke vært i stand til med sikkerhet å avgjøre hva ryggene består av. Penetrasjonsekkolodd-registreringene antyder imidlertid at det har vært erosjon (glasial?) nesten helt opp til overflata i området. Retningen på ryggene har gjort at vi har tolket dem som drumliner, dannet av en is som har beveget seg over området i samme retning som lengdeaksen på ryggene, mot VNV.

Flutes er langstrakte rygger og forsenkninger som er dannet under breis, ettersom isbreen beveget seg framover (Fig. 11). Ujevnheter under isen, enten løsmasser fastfrosset til sålen eller ujevnheter under isen fører til at det lages striper i underlaget under isen. Stripene representerer langstrakte rygger og forsenkninger, opptil flere meter høye og med avstand fra noen 10-talls meter til flere hundre meter. Slike striper kan være nokså parallelle og utholdende, og vi har tolket de mørke stripene på sonar-registreringene som oppstående rygger dannet på denne måten. Generelt representerer flutes mindre former enn drumliner (høyde og bredde), men de kan være meget utholdende i lengderetningen (flere 10-talls kilometer). Boringer innen området viser at bunnen er delvis dekket av sandlag med vekslende tykkelse (fra 0 til over 3 m). Under sandlaget opptrer overkonsoliderte leirer. Ottesen & Bøe (1998) har beskrevet 200 bunnprøver (vibrokjerner) fra Egersundbanken som viser at den overkonsoliderte leira har en regional utbredelse. Flutes opptrer både på nordøstlige delen av Nordsjøplatået, samt i deler av sør- og vestskråningen av Norskerenna (Fig. 12). Stripene har generelt en meget konstant retning mot NV-SØ (290°-320°). Belderson og Wilson (1973) rapporterte om pløyespor på begge sider av Norskerenna utenfor kysten av sør- og sørvest-Norge. Disse formene har et regelmessig, parallelt mønster på sørvestsida av Norskerenna. Retningen på de parallelle stripene følger aksene av Norskerenna. I Skagerrak er dette mønsteret mot vest-sørvest, i øvre del av sørskråningen av Norskerenna utenfor Lista er retningen mot nordvest, og vest for Karmøy/Bømlo er den mot nord. Ut fra våre egne data, stemmer retningen på disse parallelle, langstrakte formene som Belderson og Wilson (1973) har beskrevet godt overens med hva vi har funnet både på multistrålebatymetri-datasettene (Longva og Thorsnes 1997), og på de sidesøkende sonar-registreringene. Vi har tolket det parallelle stripemønsteret til å være flutes dannet av Norskerenna-isstrømmen under siste glasiale maksimum (for 15000-25000 år siden).

3.4 Pløyespør etter isfjell

Spor etter isfjellpløyning er registrert i to hovedområder på kartet (Fig. 13). Det største området ligger på øst og vestsiden av Rotteholå. Her har det vært utstrakt pløyning på de flate områdene, på 110-140 m vanddyb (Fig. 14). Det opptrer også endel isfjellpløyemerker øst for dette området, i en avgrenset sone i sørskråningen av Norskerenna fra Egersundbanken og mot Rotteholå. Isfjellpløyningen forekommer på vanddyb mellom 140 m og 170 m, i sjeldne tilfeller ned til 200 m. Sannsynligvis strekker området med pløyespør mot grunnere områder, men i øvre del av sør-skråningen av Norskerenna har det vært utvasking og transport ned skråningen. Dette har medført at eventuelle pløyespør er begravd av yngre sedimenter i dette området. Det andre området med isfjellpløyning opptrer på østsida av Norskerenna, vest for Stavanger på 150-270 m vanddyb. Dette området er kartlagt fra de seismiske linjene som viser at overflata har en meget uregelmessig og rotete form. Dette uregelmessige mønsteret kan skyldes flutes, men vi tror at det aller meste av denne topografien skyldes isfjellpløyning. Belderson og Wilson (1973) rapporterte også om pløyespør langs et profil noen få kilometer utenfor kysten av Jæren mellom Lista og Jærens rev. Disse formene er uregelmessige uten noen foretrukket orientering.

3.5 Sandbølger

Sandbølger opptrer innenfor to hovedområder. Det ene området (Fig. 6) ligger på Nordsjøplataet i kartets sørøstlige del på mellom 80 m og 100 m vanddyb. Det andre området ligger like sør for Rotteholå langs en skråning/forsenkning på mellom 100 m og 130 m vanddyb.

Sandbølger finnes i kartets sørøstlige del innen flere mindre områder orientert i øst-vest-retning. Det største området er 30 km langt og 5 km bredt. Sandbølgene har en bølgelengde på omlag 30 m og en høyde på noen få meter. Formen på sandbølgetoppene er tydelig og asymmetriske. Dette gjør at vi antar at sandbølgene er aktive i dag. Bevegelsesretningen er mot øst-sørøst, og dette gjelder innenfor alle feltene (Fig. 7).

Sør for Rotteholå opptrer også flere langstrakte sandbølgeområder orientert i øst-vest retning. Områdene ligger i en sørskråning/forsenkning på den nordre flanken av Nordsjøplataet (sør for Rotteholå) fra 100 m ned til 130 m vanddyb. Det er kjent at Atlanterhavsvann fra Norskehavet strømmer inn i Nordsjøen/Skagerrak langs Norskerennas vestskråning, med enkelte sideløp som går over Nordsjøplataet. Slike bunnstrømmer kan man tenke seg konsentreres langs skråninger/skreinter på havbunnen, og det kan være en slik strømkonsentrasjon som danner de aktive sandbølgene vi finner innenfor kartbladet.

3.6 Pockmarks

Pockmarks er runde eller avlange groper i sjøbunnen som ofte skyldes utsiving av gass. Slike groper varierer i størrelse fra noen få meter til mange hundre meter i diameter. I det undersøkte området opptrer pockmarks på over 170 m vanddyb. Sjøkartverket har kartlagt slike groper innenfor fiskeriplottkartene 5704-1 (Egersundbanken) og 5804-3 (Revet nord, Indrebanken) (Fig. 8). Gropene finnes både i sørskråningen og i bunnen av Norskerenna. Figur 9 viser opptreden av pockmarks innenfor et lite område i Norskerennas sørskråning.

Datagrunnlaget er multistrålebatymetri innsamlet av Sjøkartverket som dekker et område på 1300 km² (Fig. 8). Gropene kan være opptil 400 m lange (sjelden over 300 m), 100 m breie og opptil 5 m dyp. De opptrer ofte to og to sammen like inntil hverandre parallelt med kotene. Innenfor et 100 km² stort område er det i gjennomsnitt ca. 3 groper pr. km². Vi har i tillegg kartlagt utbredelsen av pockmarks ut fra seismikk. Dette gjelder særlig i de nordlige områdene som ikke er dekket av sidesøkende sonardata. Kartet (Fig. 8 og 10) viser at de største konsentrasjonene opptrer i de dypeste delene av Norskerenna hvor det er holocene leirer.

4. TOLKNING AV SEISMIKK

For å få et grep på den kvartærgeologiske lagfølgen har vi tolket grunnseismiske profiler. Dette har også hjulpet oss til å avgrense områder med holocene sedimenter (Olsen 1996), og til å se hvor gamle/harde sedimenter opptrer på havbunnen med eller uten et lag av sedimenter over. Vi har også brukt seismiske profiler for å avgrense isfjellpløying og pockmarks i områder hvor det ikke finnes sidesøkende sonardata.

5. BESKRIVELSE OG TOLKNING AV SEDIMENTKJERNER

5.1 NGU-kjernene.

Omfattende sedimentologiske, geotekniske og sedimentfysiske undersøkelser er utført på prøvene tatt av NGU mellom Kristiansand og Karmøy i Norskerenna og på det østlige Nordsjøplatået (Bøe og Rise, 1997, Bøe m. fl. 1997, Bøe og Rise 1999).

Fig. 15 viser en oversikt over de 150 prøvestasjonene sammen med en klassifikasjonen av sedimentene (Bøe m. fl. 1997). Prøvene viser overgangen mellom sand i sørskråningen av Norskerenna og leirområdene i de dypeste delene av Norskerenna. Inn mot kysten er det vekslende sedimenttyper, mens kjernene på Nordsjøplatået har gitt prøver med hard leire, morene eller lag-avsetning (grus, stein, sand).

5.2 Andre kjerner.

Sommeren 1997 ble det tatt 200 vibro-kjerner på Egersundbanken (Fig. 1), lokalisert mellom 4° og 6° øst og 57° og 58° nord. 148 av kjernene lå innenfor kartet. Kjernelengden varierte mellom 0 og 3.6 m, med en gjennomsnittlig lengde på 2.2 m. Høsten 1997 ble 38 av disse kjernene åpnet og beskrevet (Ottesen & Bøe 1998).

Det ble funnet morene i 4 av kjernene. Resten av kjernene bestod av overkonsoliderte, glasimarine/marine leirer, ofte med et sandlag på toppen. Av de 38 kjernene som ble åpnet inneholdt kun 3 sand gjennom hele kjernen. 21 kjerner (55%) hadde mindre enn 20 cm sand over de overkonsoliderte leirene, mens 12 kjerner (32%) hadde mellom 20 cm og 100 cm sand på toppen, mens 5 hadde over 1 m med sand over hard leire/morene. Fig. 16 b viser at

nesten 60 % av alle kjernene (148) på Egersundbanken innenfor kartet hadde mindre enn 50 cm sand på toppen.

De glasimarine/marine leirene består enten av massiv leire eller leire med lag eller linser av finsand/silt (Fig. 17). Linsene er som regel tynnere enn 1 cm, mens sandlagene varierer fra mindre enn 1 mm til flere cm. Leirene inneholder spredte klaster (gruskorn) opp til 2 cm i diameter, men oftest mindre enn 0.5 cm. Deformasjonsstrukturer (forkastninger og folder) samt skyveplan i mange av kjernene indikerer at leirene har vært overlignet av is. Leirene er uten skjell eller skjellfragmenter, noe som gjør det vanskelig å datere dem.

6. KARTBESKRIVELSE

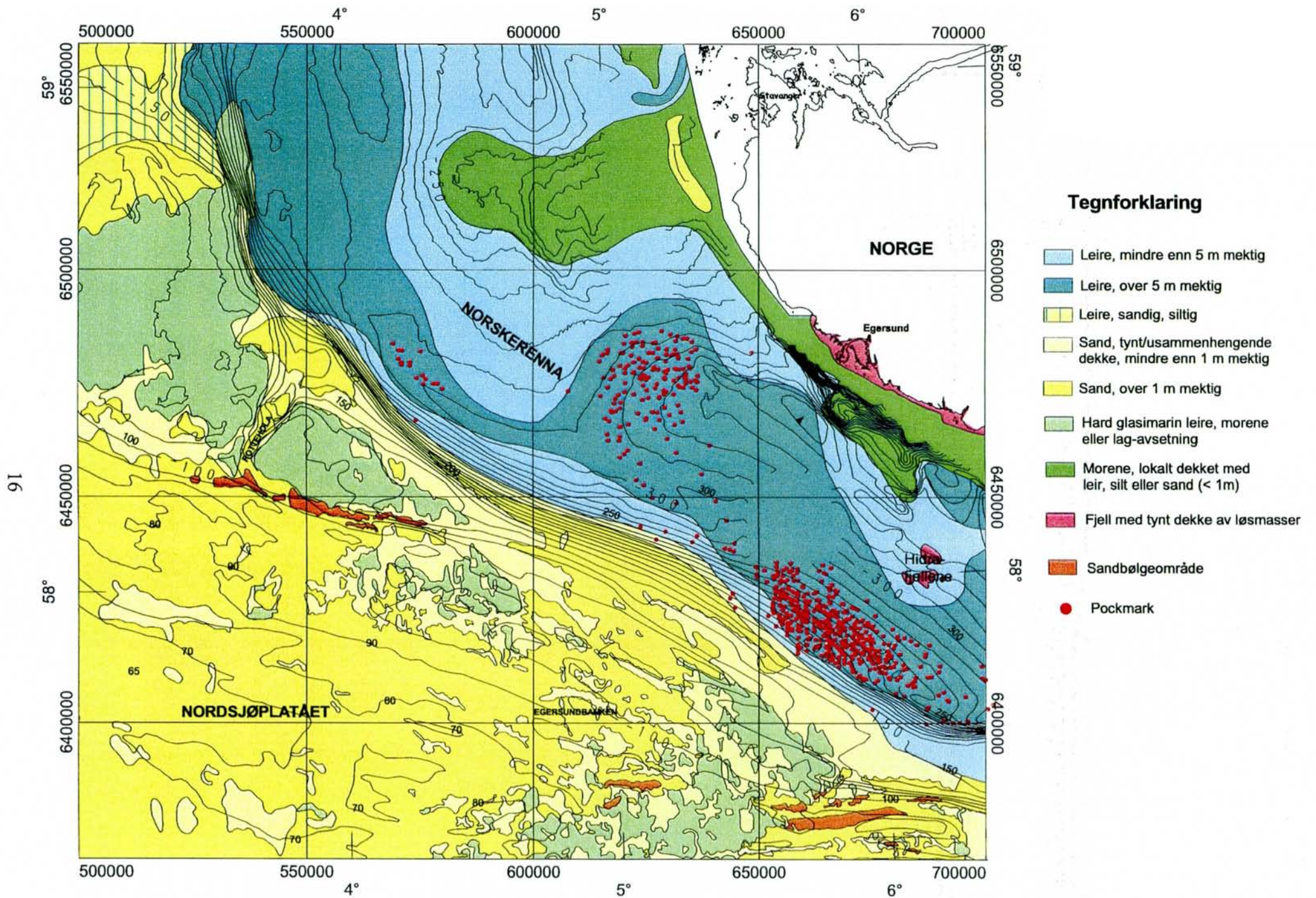
Kartet omfatter nordøstlige delen av Nordsjøen samt Norskerenna og området langs Norskekysten utenfor sørvestlandet (Fig. 4 samt Vedlegg 1). Nordsjøplataet dekker mer en 50% av kartet, og overgangen mellom bankområdet og Norskerenna starter på mellom 100 og 150 m vanddyb. Sjøbunnen når sitt maksimale dyp på ca. 360 m, 20 km utenfor kysten av Egersund. Nordsjøplataet blir grunnere mot sør og sørvest, og minste vanddyb er ca. 65 m i kartets sørvestlige hjørne. Innenfor kartet finnes flere områder med svært forskjellige sedimenter. De ulike sedimenttypene er beskrevet nedenfor.

6.1 Holocen og senglacial leire

Fig. 10 viser at den Holocene leira (avsatt i Holocen, dvs. yngre enn 10 000 år) stort sett er avsatt i de dypere delene av Norskerenna, på vanddyb større enn 200 m. I disse områdene domineres sedimentene av silt og leire, med et siltinnhold mellom 80% og 85% og et leirinnhold mellom 15% og 20% (Coulter LS 200). Sandinnholdet er generelt mindre enn 2 % (Bøe m. fl. 1997). Leirinnholdet i tilstøtende område i øst er målt til 50%-80% (Sedigraph, se Bøe 1994). Sedimentene i sørskråninga av Norskerenna blir grovere med avtagende vanddyb, og går over fra siltig leire via silt til sand (veldig fin og fin sand) på mellom 250 m og 150 m vanddyb.

Den seismiske tolkningen (Olsen 1996, Rise m. fl. 1996, Ottesen m. fl. 1996) viser at mektigheten av de holocene sedimentene øker inn mot de dypeste delene av Norskerenna (Fig. 10). De største mektighetene (ca. 20 m) finner vi på mellom 300 m og 350 m vanddyb 30-40 km sørvest for Egersund. Mektigheten av lagpakken varierer mye, og den er tynnest der Norskerenna er smalest, ved ca. 4° 30' Ø og 58° 20' N. Her er tykkelsen kun 2-3 m (Olsen, 1996). I nordøstskråninga av Norskerenna kiler den holocene lagpakken ut, mens i sørskråninga av Norskerenna viser leirene en gradvis overgang mot mer sandige sedimenter.

Innenfor kartet er det også avsatt glasimarin leire med betydelige mektigheter. Under den seismiske kartleggingen har vi skilt ut flere enheter med glasimarine leirer. Den øvre av disse, som ligger like under de holocene leirene, har stort sett samme grense mot sør- og vestsida av Norskerenna, mens den har en større utbredelse mot nordøst. Hovedbassenget av de glasimarine leirene er plassert omtrent på samme plass som de holocene leirene, men mektighetene er betydelig større, opptil 100 ms (ca. 80 m). I det nordvestlige området med holocene sedimenter når de glasimarine leirene en mektighet på over 50 ms (ca. 40 m).



Figur 4. Overflatesedimentkart.

6.2 Sand

Innenfor kartbladet domineres Nordsjøplatået samt deler av sørskråninga av Norskerenna av sandige sedimenter (Fig. 6). På platået dominerer grov eller middels sand, mens finsand dominerer i sørskråninga av Norskerenna. Generelt blir sanden finere nedover i sørskråninga av Norskerenna. Tykkelsen av sandlaget på Nordsjøplatået varierer hyppig. Generelt forekommer de største sandmektighetene i de sørvestlige delene av kartet, men sand kan også oppnå betydelige mektigheter innenfor andre deler av kartet. Tre områder på Nordsjøplatået skiller seg ut ved å være uten eller ha et tynt dekke av sand (Fig. 4 og 6 samt Vedlegg 1). Det første området ligger i sørøstlig del av kartbladet mellom 4°30' Ø og 5°45' Ø og 57°20' N og 57°45' N, på 80 - 120 m vanddyp. Det andre området ligger mellom 4°Ø og 4°40' Ø, og 57°50' N og 58°10' N mellom 90 m og 110 m vanddyp. Det tredje området består av to store flater øst og nordvest for Rotteholia på mellom 110 m og 140 m vanddyp.

Vibrokjernene fra Egersundbanken (Ottesen og Bøe 1998) viser at sandlaget veksler i mektighet, fra bare noen få centimeter til flere meter (Fig. 16b og Appendiks 1). Av de 148 kjernene innenfor området er 40 (27 %) uten sand på toppen, mens 86 (58 %) av kjernene har mindre enn 0.5 m sand på toppen. Sand i topplaget er som regel løst lagret og består for det meste av middels, grov eller veldig grov sand. Noen få av kjernene inneholder gruskorn. Sanden kan ha forskjellig farge, men er som regel gulbrun på toppen (10-50 cm tykkelse) og grålig/grønnlig under. I sanden forekommer ofte skjell og skjellfragmenter.

Alder. Skjell fra to kjerner på Nordsjøplatået er datert for å få informasjon om alderen på sandlaget (Fig. 16 a). I kjerne NDB-145 som består av sand gjennom hele kjernen (265 cm) har en ¹⁴C-datering fra 10 cm dyp av en skjellhalvdel i kjernen gitt en alder på 6860 ± 80 år før nåtid. Dette gir en sedimentasjonsrate på ca. 0.2 cm pr. 100 år, eller i praksis ingen netto sedimentasjon gjennom siste halvdel av Holocen. På 110 cm dyp i kjernen viser en ¹⁴C-datering 9840 ± 60 år før nåtid. Dette gir en gjennomsnittlig sedimentasjonsrate på ca. 3.4 cm pr 100 år i de tre første årtusener av Holocen. I kjerne NDB-129 har en ¹⁴C-datering på 48 cm dyp gitt en alder på 9660 ± 70 år før nåtid. Dateringen er utført på skjell fra et grovt lag med grus og stein. Alderen viser at sandlaget på toppen av kjernen (37 cm) har hatt en gjennomsnittlig sedimentasjonshastighet på ca. 0.4 cm pr. 100 år. Haas m. fl. (1997) har datert to kjerner med sandige sedimenter like sør for vårt undersøkelsesområde (94II-9, 57°N, 4°E, og 94II-10, 57°N 5°55' Ø) ved hjelp av ²¹⁰Pb. Sedimentasjonsratene er beregnet til henholdsvis ingen netto sedimentasjon (94II-9) og 5 cm/100 år (94II-10). Våre undersøkelser samt undersøkelsene gjort av Haas m. fl.(1997) viser at på store deler av Nordsjøplatået har det vært liten sedimentasjon i Holocen.

6.3 Harde glasimarine/marine sedimenter, morene eller grov erosjonshud.

I tegnforklaringa til kartet har vi skilt ut en enhet som inneholder flere sedimenttyper, som alle er dokumentert ved prøvetaking (Ottesen og Bøe 1998). Dette er gjort på grunn av at vi ikke har noen mulighet å skille mellom disse sedimenttypene ved tolkning av sonardatene.

Harde glasimarine sedimenter og morene kan ha nokså like geotekniske egenskaper, mens lag-avsetningen består av helt forskjellige sedimenter. Imidlertid gir de samme type refleksjon på sonarutskriftene. Felles for alle tre er at de kan være vanskelig å trenge gjennom ved graving eller borer.

Glasimarine/marine sedimenter. De glasimarine sedimentene består enten av homogen leire, eventuelt med linser og lag av finsand/silt, eller en veksling mellom leire og finsand/silt. Leirene er overkonsolidert, og uomrørt skjærfasthet varierer mellom 40 kPa og 150 kPa (målt med lommepenetrometer). Sandlinsene er som regel tynnere enn 1 cm, mens sandlagene varierer fra mindre enn 1 mm til flere cm. Leirene inneholder spredte gruskorn, som regel mindre enn 1 cm, og oftest mindre enn 0.5 cm. Klastene indikerer at leirene er avsatt i et glasimarint miljø med isdrøpp. I noen av kjernene opptrer deformasjonsstrukturer - dette er som regel tydeligst å se hvor vi har veksling mellom leir- og finsandlag. Sandlagene kan være foldet og deformert og avslitt, og forkastninger opptrer.

Morene. Vi har funnet morene i 4 av kjernene fra Egersundbanken (NDB-023, NDB-077, NDB-171 OG NDB-177). Enkelte kjerner var korte på grunn av harde/grove sedimenter og i noen av disse korte kjernene fant vi morenemateriale. Dette gjelder kjernene NDB-077, -171 og -177. NDB-077 og -177 består av hardpakke sedimenter med klaster opptil 5 cm i diameter innbakt i en leirholdig matriks. Klastene består både av krystalline og sedimentære bergarter, med hyppige innslag av kritt. NDB-171 inneholder et sediment som er sterkt deformert med forkastninger og folder, med lag og linser med skjell og skjellfragmenter. NDB-023 har et lag på 105-118 cm dyp som vi har tolket som morene. Laget består av klaster opptil 2 cm store av både krystalline og sedimentære bergarter med hyppige innslag av krittfragmenter. Matriksen er nokså sandig og sedimentet er betydelig løsere pakket enn de andre morenene.

Grov erosjonshud ("lag"-avsetning). I kjerne NDB-129 og NDB-031 opptrer et lag av sandig grus på hhv. 37-49 cm dyp og på 27-32 cm dyp. Lagene er antatt å være dannet ved et lavere havnivå i et strand- eller gruntvannsmiljø. En ¹⁴C-datering på 48 cm dyp i kjerne NDB-129 (Fig. 16 a) har gitt en alder på 9660±70 år. Denne dateringen viser at det gjennom hele holocen har vært en meget begrenset sedimentasjon (totalt 37 cm med sand).

6.4 Fjell

Generelt ligger grensa mellom prekambriske krystalline bergarter og paleozoiske eller mesozoiske sedimentære bergarter 5-15 km utenfor kysten. Sør for Egersund strekker det seg imidlertid en 5-15 km bred sone med krystalline bergarter sørover til 70 km sør for Egersund og 40 km sør-sørvest for Lista (Sigmond 1992). Lokalt stikker disse prekambriske bergartene opp som «fjelltopper» fra havbunnen ca 50 km sør for Egersund (Fig. 4 og Vedlegg 1). «Fjelltoppene» er kalt Hidrafjellene, og ligger på mellom 300 m og 350 m vanddyp. De er

kun dekket av et tynt lag av finkornige sedimenter (0-3 m). En sone langs kysten fra Lista og ca. 10 km forbi Egersund er også preget av bart fjell, stedvis dekket av løsmasser. Langs store deler av Jæren er det tykt dekke av løsmasser, både på land og i sjøen.

7. DISKUSJON AV AVSETNINGSMILJØ

Vibrokjerner (Ottesen & Bøe 1998) viser at høyreflektivitetssområdene enten består av overkonsolidert glasimarin/marin leire, morene eller lag-avsetning (grus og stein). Vi antar at disse sedimentene forekommer på store deler av Nordsjøplataet, men at de som regel er dekket av et sandlag av varierende tykkelse. Høyreflektivitetssområdene viser hvor de harde sedimentene er blottet på havbunnen, og her har sannsynligvis en is (iskappe) vært over området uten at det er avsatt mye sedimenter etter at den forsvant. De glasimarine/marine leirene er overkonsolidert og ofte deformert, noe vi antar skyldes en is som har strømmet over området. I de 200 vibrokjernene har vi funnet morene i under 5% av prøvene, og det er vanskelig å forklare at en bre som har gått over området ikke har avsatt morenemateriale. Innenfor store deler av områdene med høy/middels refleksivitet forekommer en parallell-stripete overflate (fluted surface, Fig. 11). Spor både i Skagerrak (Longva og Thorsnes, 1997) og ved utløpet av Norskerenna (King m. fl. 1996) viser at det har strømmet en gigantisk isbre (isstrøm) i Norskerenna under siste del av siste istid (Weichsel). Denne isstrømmen fulgte Norskerenna parallelt med Norskekysten. Isstrømmen fylte Norskerenna og vi kan i dag se spor etter den i deler av sørskråningen av Norskerenna og muligens også på nordflanken av Nordsjøplataet (Fig. 12). Innenfor kartbladet opptrer dette stripemønsteret i nordvestlig retning, og strekker seg et stykke inn på Nordsjøplataet fra Norskerennas sørgrense. Stripene gir sterke indikasjoner på at sedimentene i denne sonen er harde (overkonsoliderte), og viser også at det er avsatt lite sedimenter etter at stripene ble formet (for mer enn 15 000 år siden). Mellom stripene er det ofte lyse partier som vi har tolket som forsenkninger gjenfylt med sand av vaskeprosesser ved et tidligere lavere havnivå.

Det er usikkert når isfjellpløyningen fant sted. Den kunne imidlertid ikke finne sted før innlandsisen hadde trukket seg tilbake fra området. Deglasiasjonen i Norskerenna ved Troll vest for Bergen er datert til ca. 15 000 år før nåtid (Lehman m. fl. 1991), mens Paus (1990) har beskrevet de eldste sedimentene fra etter deglasiasjonen på Utsira til ca. 14 000 år før nåtid. Andersen (1987) har datert isavsmeltingen på Jæren (via limnisk sediment fra Brøndmyr ved Sandnes) til å være noe før 13 000 år siden. Isfronten i Skagerrakområdet for 10 000 til 11 000 år siden (Yngre Dryas tid) lå i kystområdene på sørlandet fra Arendal og østover, mens den lå lengre inne i landet på Sør- og Vestlandet. Dette indikerer at isfjellpløyningen har foregått i perioden mellom 10 000 og 14 000 år siden. Vi har ikke observert pløyespor på vandyp mindre enn 100-110 m. Dette betyr at pløyning sannsynligvis fant sted da havnivået stod i størrelsesorden 100 m lavere enn i dag på Nordsjøplataet. En ¹⁴C-datering av skjell i en erosjonshud-avsetning (grus og stein) på Egersundbanken har gitt en

alder av 9660 ± 70 (kjerne NDB-129, 48 cm dyp, 86 m vanddyb). Dette indikerer at havnivået sto 70-80 m lavere for om lag 9600 år siden.

Pløyesporene viser at det innenfor bankområdene ikke er avsatt sedimenter (eller i alle fall kun et meget tynt dekke) etter at isfjellpløyningen opphørte.

8. KONKLUSJON

Basert på tolkning av seismikk, sidesøkende sonardata, batymetri og bunnprøver, er det framstilt et overflatesedimentkart over nordøstlige del av Nordsjøen samt deler av Norskerenna og norskekysten utenfor sørvestlandet i målestokk 1: 500 000.

Nordsjøplataet (vanddyb mindre enn ca. 100-150 m) består av harde (overkonsoliderte, delvis deformerte) glasimarine/marine sedimenter, morenemateriale eller lag-avsetning (grus, stein etc.). Disse «harde» sedimentene kan være dekket av et sandlag av varierende mektighet (opptil flere 10-talls meter), eller sedimentene kan være blottet på sjøbunnen uten et dekke av sand. Innenfor sandområdene er det kartlagt flere områder med aktive sandbølger orientert i øst-vest retning. Bevegelsesretningen på sandbølgene er mot øst/sørøst.

I skråningen ned mot bunnen av Norskerenna blir sedimentene gradvis finere, fra middels/grov sand på Nordsjøplataet til finsand/silt i skråningen, og siltig leire i de dypere delene av Norskerenna. Mektigheten på de holocene leirene kan nå opp i 20 m. Sør for Egersund i de dypeste delene av Norskerenna, ligger Hidrafjellene, som er krystalline bergarter som lokalt rager opp over den flate bunnen med tykke lag av leire. Også de krystalline bergartene er vanligvis dekket av et tynt lag (0-3m) av finkornige sedimenter. Inn mot Norskekyten opptrer en blanding av flere sedimenttyper, for det meste morene, delvis dekket med 1-3 m med leire.

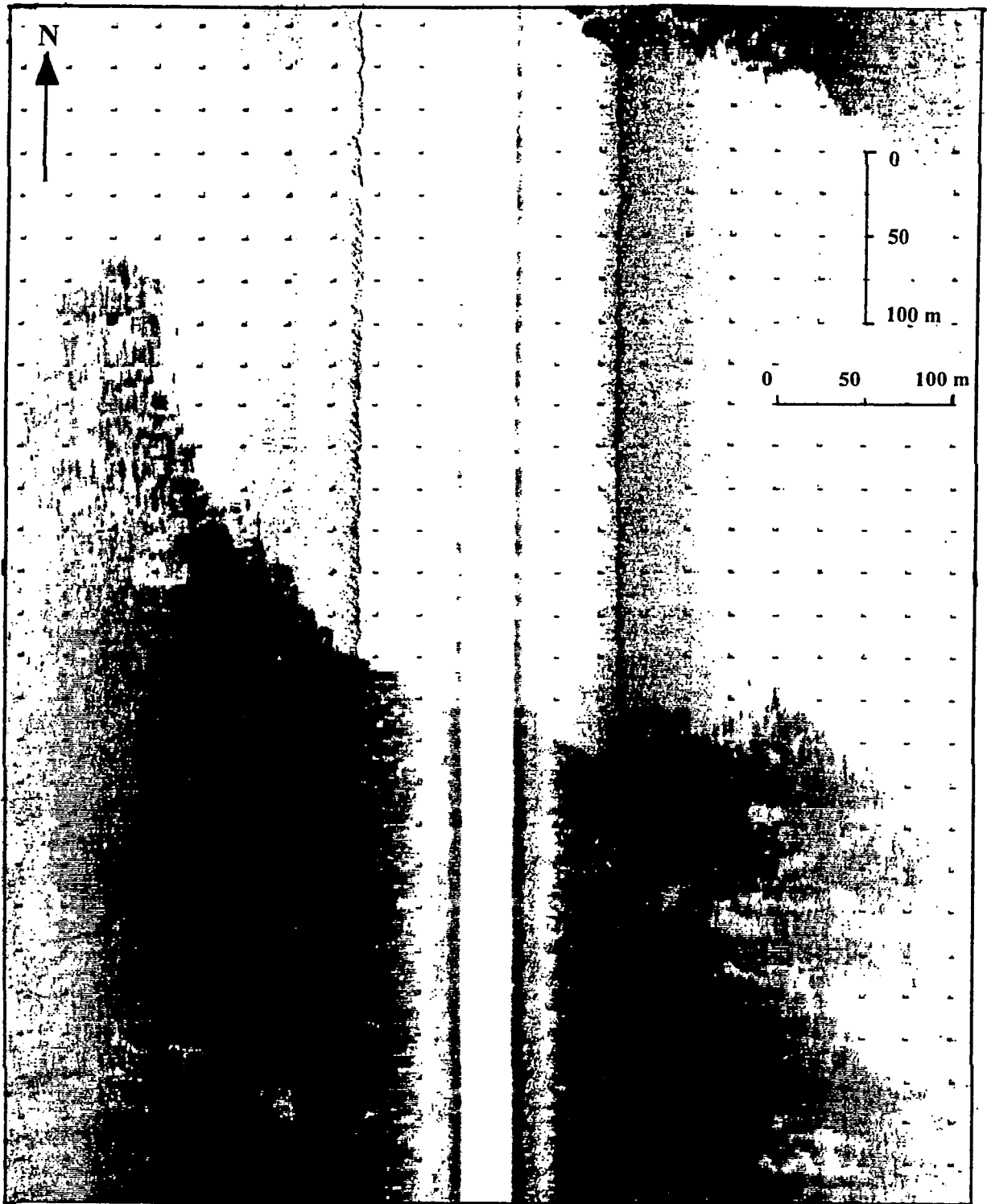
Store langstrakte rygger (drumliner) samt et stripete overflatemønster som er tolket som flutes (parallele rygger og forsenkninger) på deler av bankområdene på Nordsjøplataet viser at is har beveget seg over området.

Innenfor deler av kartbladet opptrer spor etter isfjellpløyning på vanddyb mellom 110 m og 170 m. I dypere deler av Norskerenna opptrer pockmarks. Disse er ujevnt fordelt med de høyeste konsentrasjonene sør og vest for Hidrafjellene.

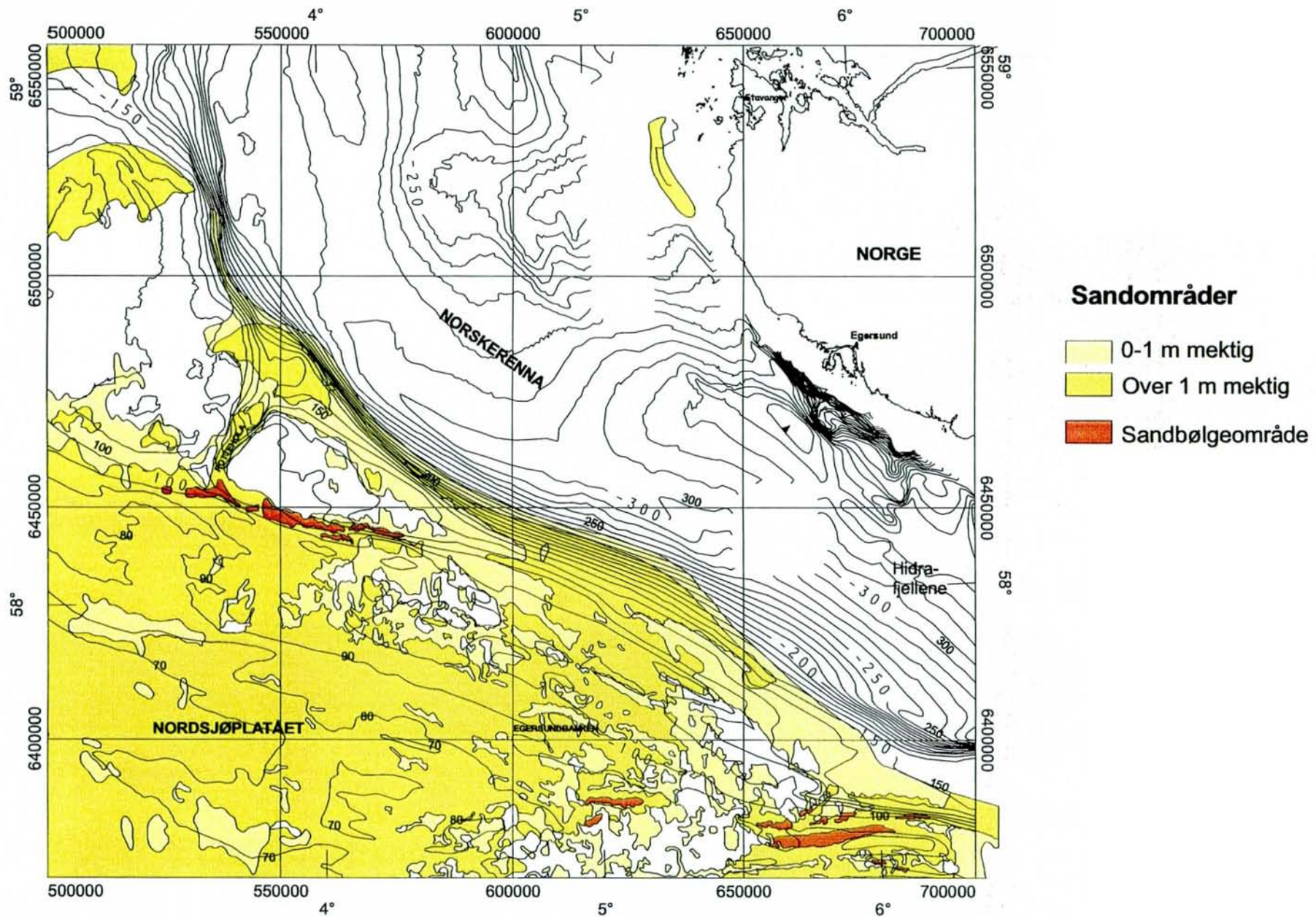
9. REFERANSER

- Andersen, B.A., Wangen, O.P. & Østmo, S.R. 1987: Quaternary geology of Jæren and adjacent areas, southwestern Norway. *NGU-bulletin 411*. 55s.
- Belderson, R.H. og Wilson, J.B. 1973: Iceberg plow marks in the Vicinity of the Norwegian Trough. *Norsk Geologisk Tidsskrift*, Vol. 53, s. 323-328.
- Bøe, R., Thorsnes, T., Ottesen, D., Olsen, H.A. & Øverby, L.T. 1993: Maringeologisk tokt nr. 9301 i området Egersundbanken-Norskerenna 1993, toktrapport. NGU Rapport 93.090, 24 s.
- Bøe, R. 1994: Sedimentologi og geotekniske undersøkelser på sedimentkjerner tatt under tokt 9307 i Skagerrak. NGU Rapport 94.017, 41 s.
- Bøe, R. & Rise, L 1997: Fysiske egenskaper til bunnsedimenter i Norskerenna og Nordsjøen mellom Kristiansand og Karmøy. NGU Rapport 97.065. 31 s.
- Bøe, R. & Rise, L. 1999: Sedimentologiske, geotekniske og fysiske egenskaper til bunnsedimenter i Norskerenna mellom Langesund og Karmøy. NGU-rapport 99.036. 37 s.
- Bøe, R., Rise, L. & Olsen, H. 1997: Sedimentologi og geotekniske undersøkelser på sedimentkjerner fra Norskerenna mellom Kristiansand og Karmøy (tokt 9506 og 9606). NGU Rapport 97.088. 178 s.
- Haas, H., Boer, W. & T.C.E. van Weering 1997: Recent sedimentation and organic carbon burial in a shelf sea; the North Sea. *Marine Geology 144*; 1-3, s. 131-146.
- King, E.L., Sejrup, H.P., Haflidason, H., Elverhøi, A. og Aarseth, I. 1996: Quaternary seismic stratigraphy of the North Sea Fan: Glacially fed gravity flow aprons, hemipelagic sediments, and large submarine slides. *Marine Geology*, 130, 293-315.
- Lehman, S.J., Jones, G.A., Keigwin, L.D., Andersen, E.S., Butenko, G. Og Østmo, S.R. 1991: Initiation of Fennoscandian ice-sheet retreat during the last deglaciation. *Nature 349*; 6309, s. 513-516.
- Lien, R. 1995: Interpretation of sidescan sonar data on Eigersundbanken, *Chart 5704-1*. NGU-rapport 95.145. 21s.

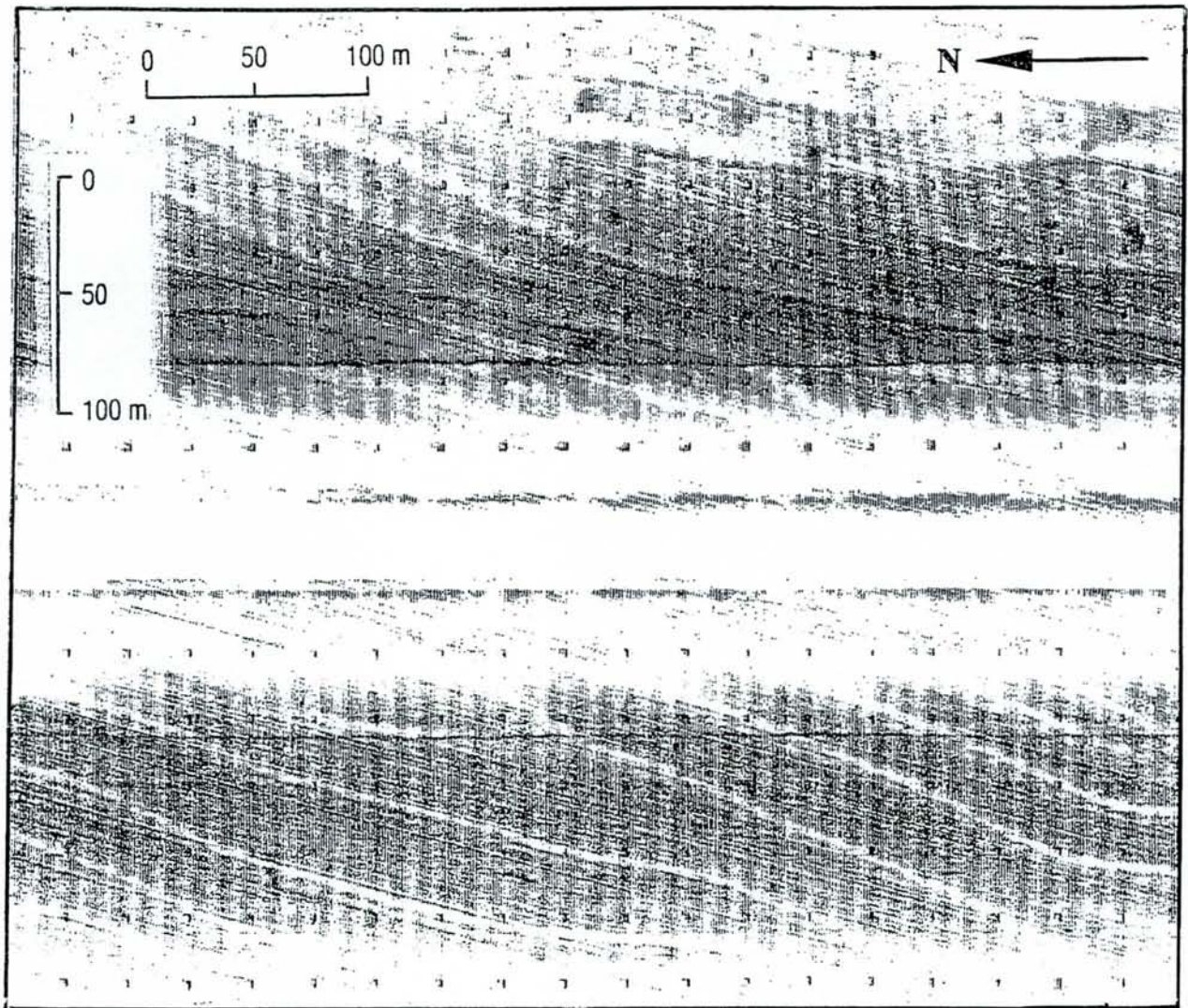
- Longva, O. & Thorsnes, T. (eds.) 1997: Skagerrak in the past and at the present - an integrated study of geology, chemistry, hydrography and microfossil ecology. *NGU spec. Publ. 8*, 100 s.
- Norges Sjøkartverk. Egersundbanken SE. 5704-1. *Fiskeriplottkart*. Stavanger 1985.
- Norges Sjøkartverk. Engelsk Klondyke. 5704-4. *Fiskeriplottkart*. Stavanger 1985.
- Olsen, H. A. 1996: Mektighet av Holocene sedimenter i Norskerenna/Nordsjøen vest for Egersund - Stavanger. NGU-rapport 96.102.
- Ottesen, D., Thorsnes, T., Olsen, H.A. & Rise, L. 1994: Lettseismisk tokt nr. 9401 i vestlige Skagerrak 1994, toktrapport. NGU Rapport 94.031, 37 s.
- Ottesen, D. & Lien, R. 1995: Regional seismikk i Norskerenna/Nordsjøen vest for Stavanger - Egersund. Lettseismisk tokt 9503 i 1995, toktrapport. NGU Rapport 95.099, 51s.
- Ottesen, D., Bøe, R., Longva, O., Olsen, H.A., Rise, L., Skilbrei, J.R. og Thorsnes, T., 1996: Geologisk atlas - Skagerrak. Atlas over kvartære avsetninger, bunnsedimenter, berggrunn og batymetri i norsk sektor av Skagerrak. NGU-rapport 96.138.
- Ottesen, D., Lien, R. & Rise, L. 1998a: Tolkning av sidesøkende sonardata innenfor kartblad Engelsk Klondyke, 5704-4, østlige Nordsjøen. NGU Rapport 98.053.
- Ottesen, D., Rise, L. & Lien, R. 1998b: Tolkning av sidesøkende sonardata på Nordsjøplatået, Egersundbanken og i Norskerenna utenfor sørvest-Norge. NGU Rapport 98.130.
- Ottesen, D. og Bøe, R., 1998: Sedimentologisk beskrivelse av vibrokjerner fra Egersundbanken, tokt SGS-NDB-97. NGU-rapport 98.054. 50s.
- Paus, Å. 1990: Late Weichselian and early Holocene vegetation, climate, and floral migration at Utsira, North-Rogaland, southwestern Norway. *Nor. Geol. Tidsskr.* 70; 3, s. 135-152.
- Rise, L., Olsen, H. A., Bøe, R. & Ottesen, D. 1996: Thickness, distribution and depositional environment of Holocene sediments in the Norwegian part of the Skagerrak. *Nor. Geol. Unders. Bull.* 430, s. 5-16.
- Sigmond, E.M.O. 1992: Berggrunnskart, Norge med havområder. Målestokk 1: 3 millioner. NGU.
- Thorsnes, T., Bøe, R., Grøsfjeld, K., Olsen, H.A., Ottesen, D. & Øverby, L.T. 1993: Maringeologisk tokt nr. 9306 i Skagerrak 1993, toktrapport. NGU Rapport 93.133, 40 s.



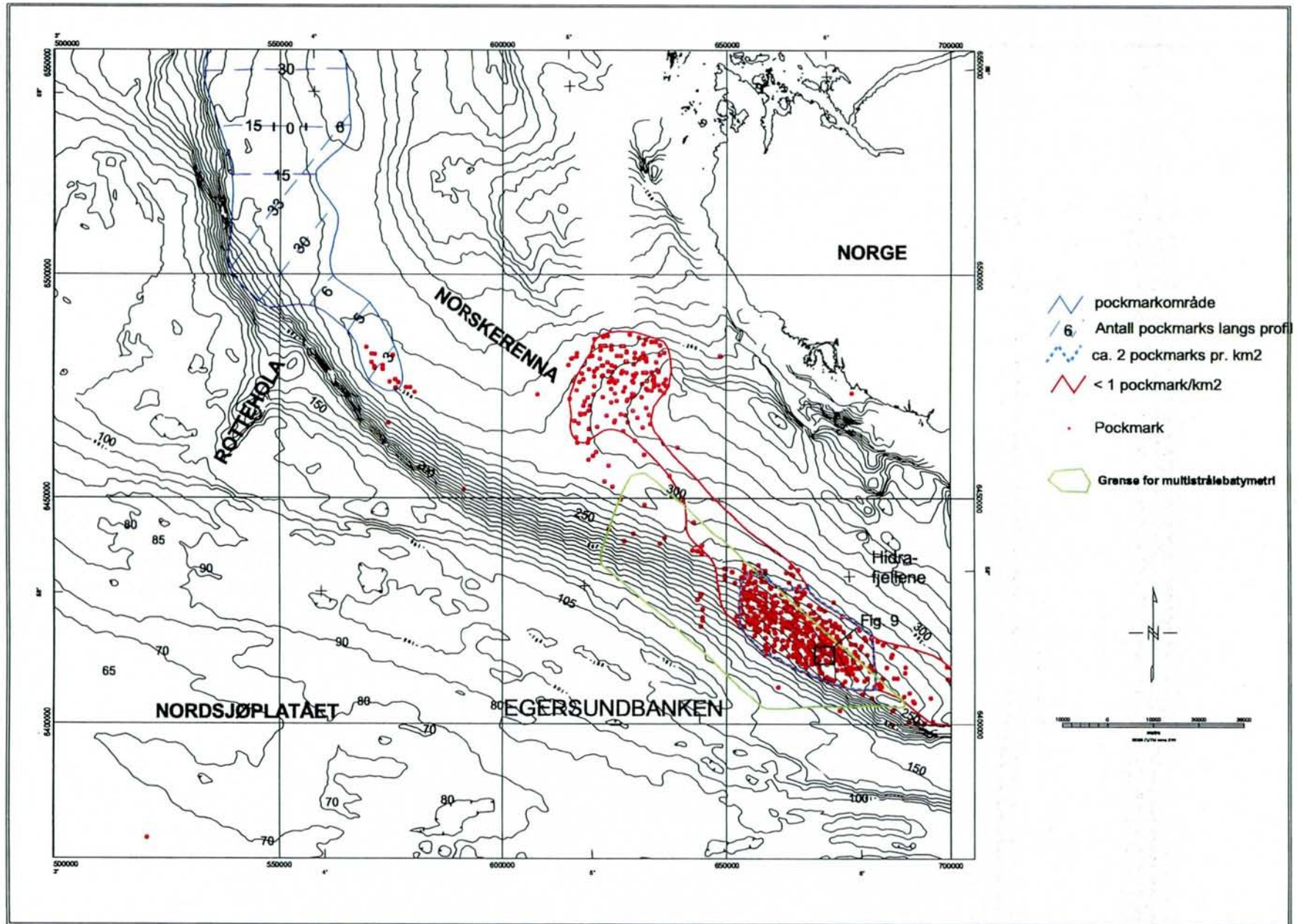
Figur 5. Sidesøkende sonaropptak med 75-100 % dekning med høyreflektivetsområder (nedre halvdel av figuren). Øvre halvdel består av lavreflektivetsområder (0 - 10 % høyreflektivetsområder).



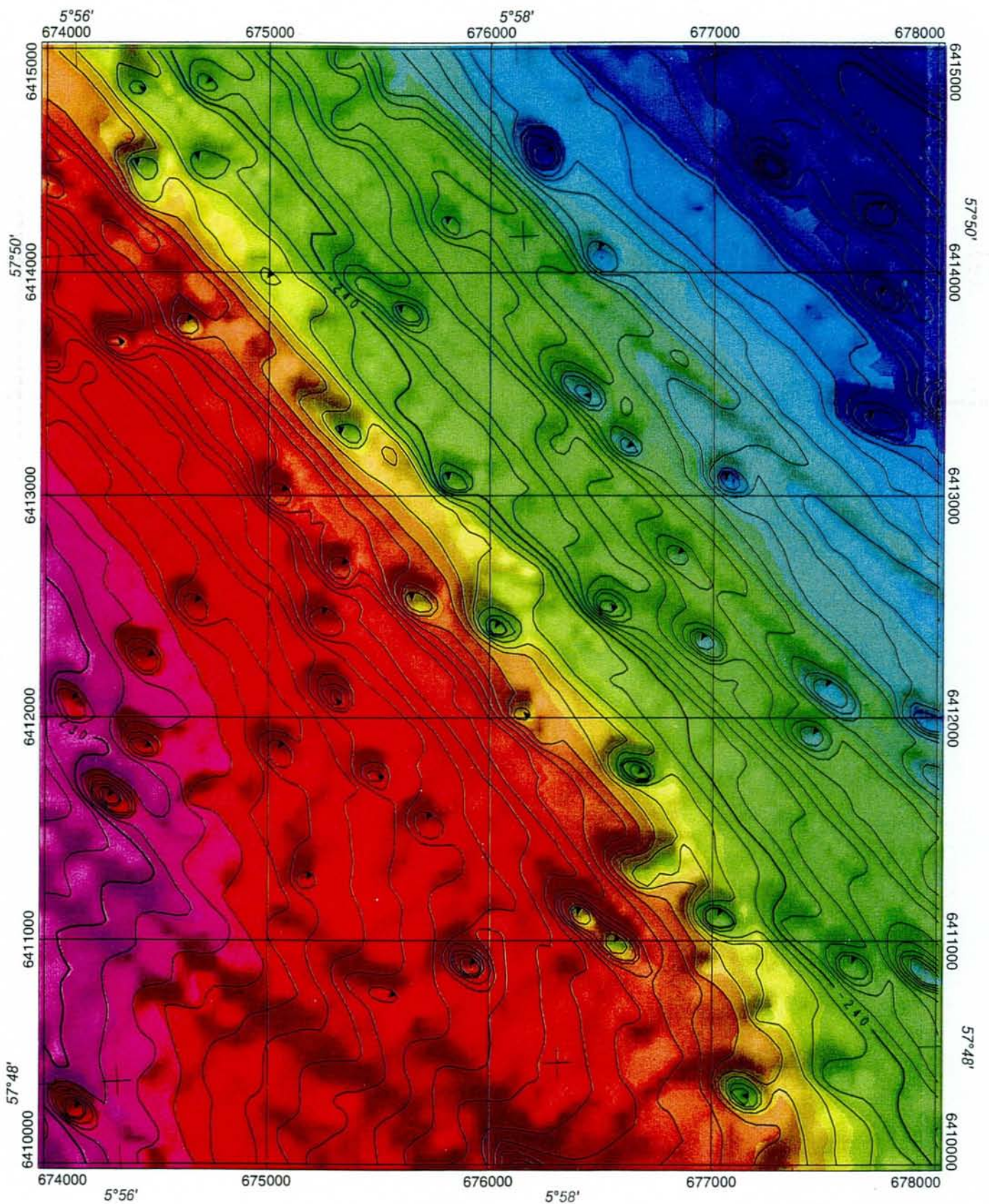
Figur 6. Utbredelse og mektighet av sand samt opptreden av sandbølger innenfor kartet.



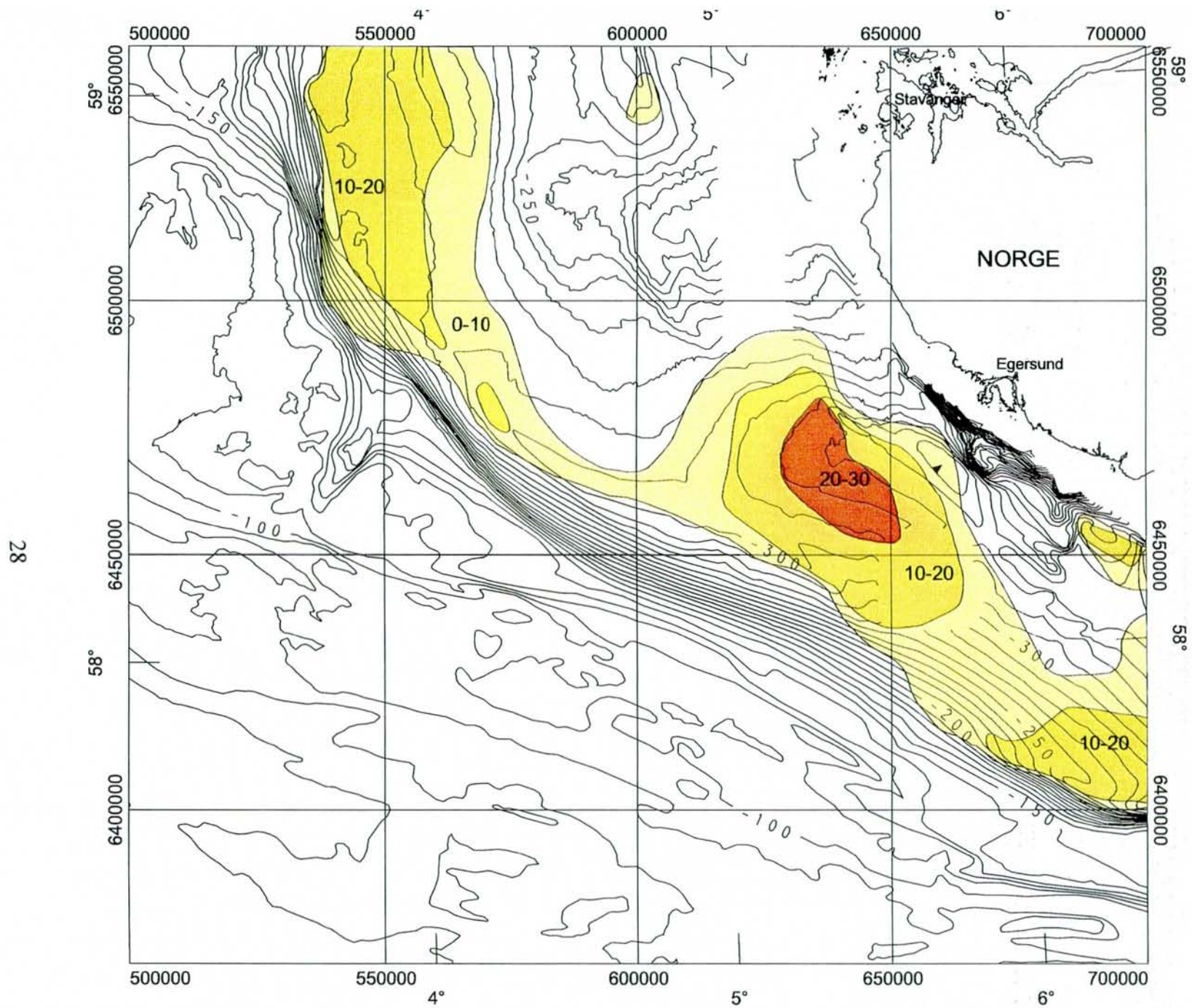
Figur 7. Sidesøkende sonaropptak som viser sandbølger som beveger seg i øst/sørøstlig retning. Avstanden mellom de enkelte sandbølger (bølgelengden) er ca. 30 m. Figuren ligger innenfor det store sandbølgeområdet i sørøstlige delen av kartet, se Fig. 6.



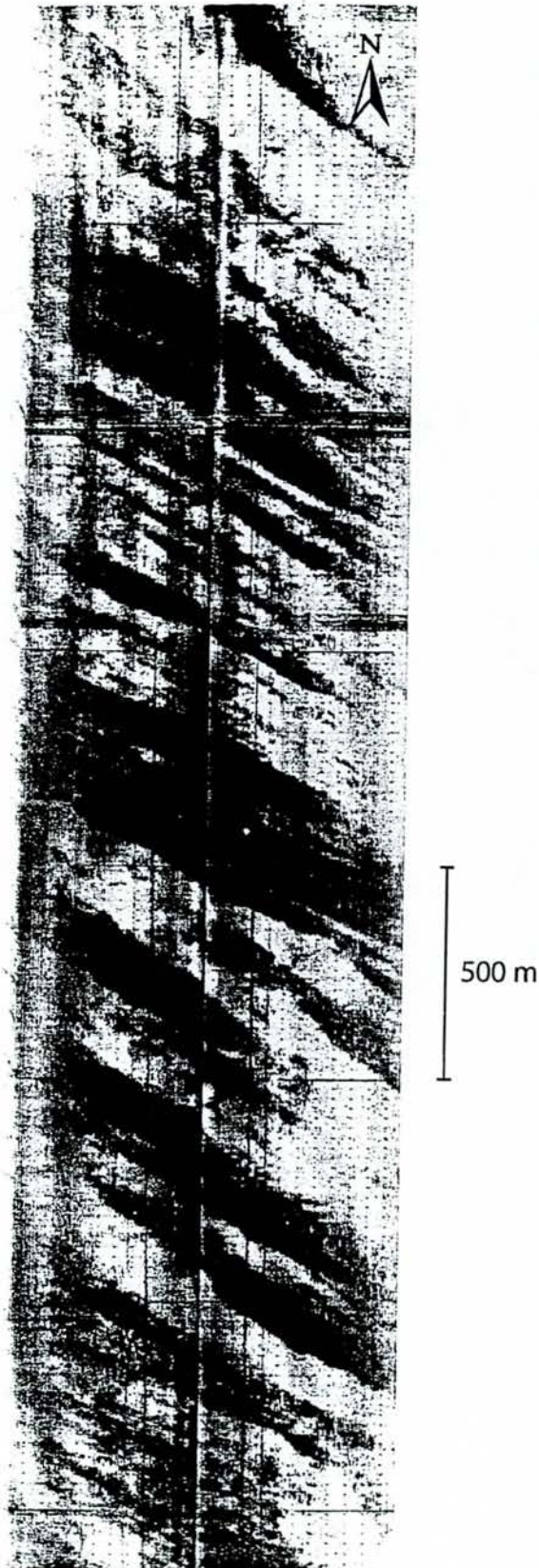
Figur 8. Utbredelse og tetthet av pockmarks. Datagrunnlaget er sidesøkende sonardata (Fig. 3) og seismikk (Fig. 1).



Figur 9. Utsnitt av område i Norskerenna med hyppig opptreden av gassutsivingsgroper (pockmarks). Datagrunnlag: Multistrålebatymetri fra Norges Sjøkartverk. Koteavstand 0.5 m. Se figur 8 for lokalisering.



Figur 10. Mektighet (millisek.) av holocene sedimenter i Norskerenna. Etter Olsen (1996)



Figur 11. Lineære retnings-elementer tolket som flutes. De mørke stripene er lave rygger med hardt materiale (overkonsolidert leire, morene eller grus og stein). Lys signatur er områder med sandig materiale mellom ryggene. Se fig. 12 for lokalisering

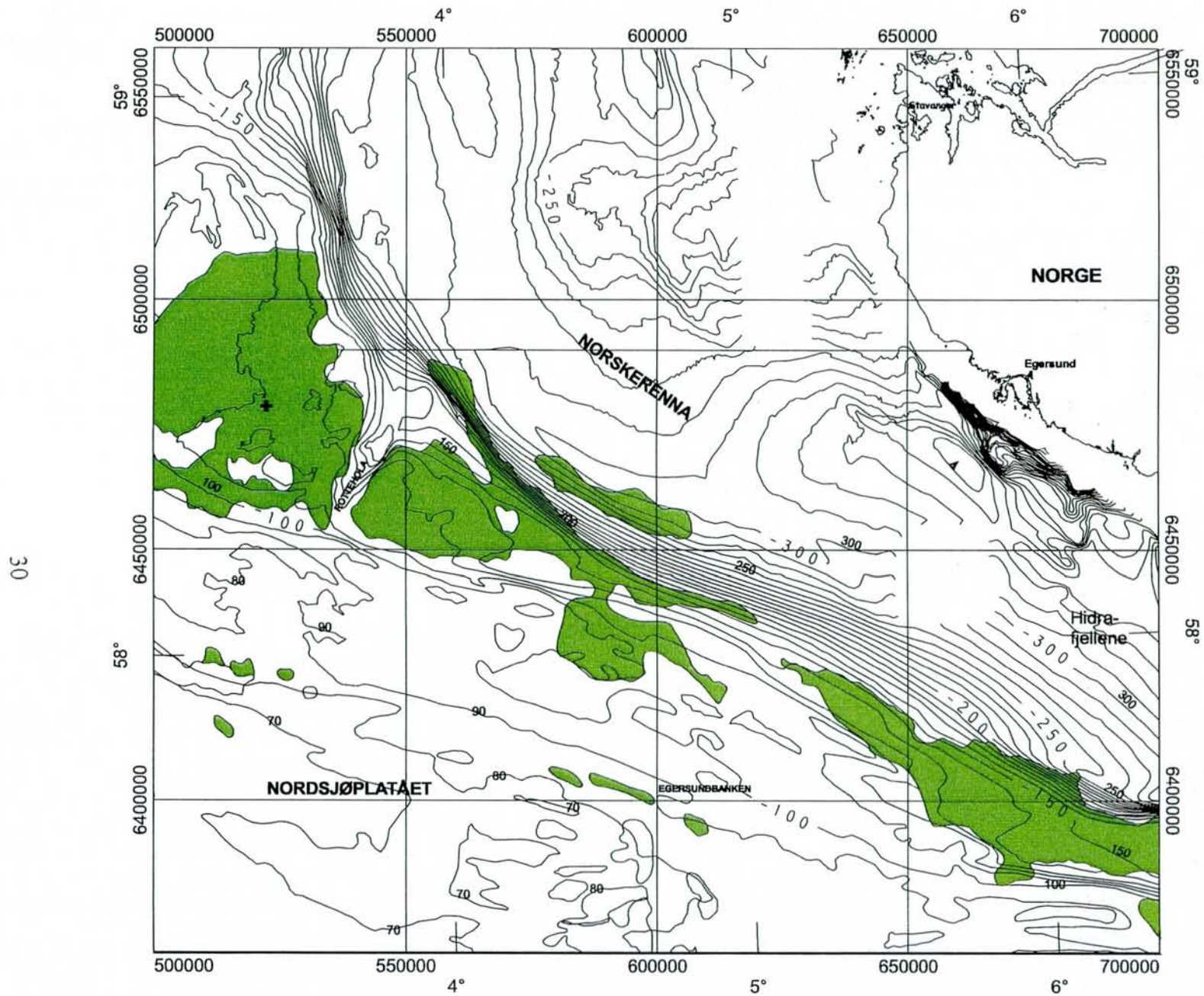


Fig. 12. Områder med striper (fluted surface) på sjøbunnen. Beliggenheten av Fig. 11 er merket med et kryss.

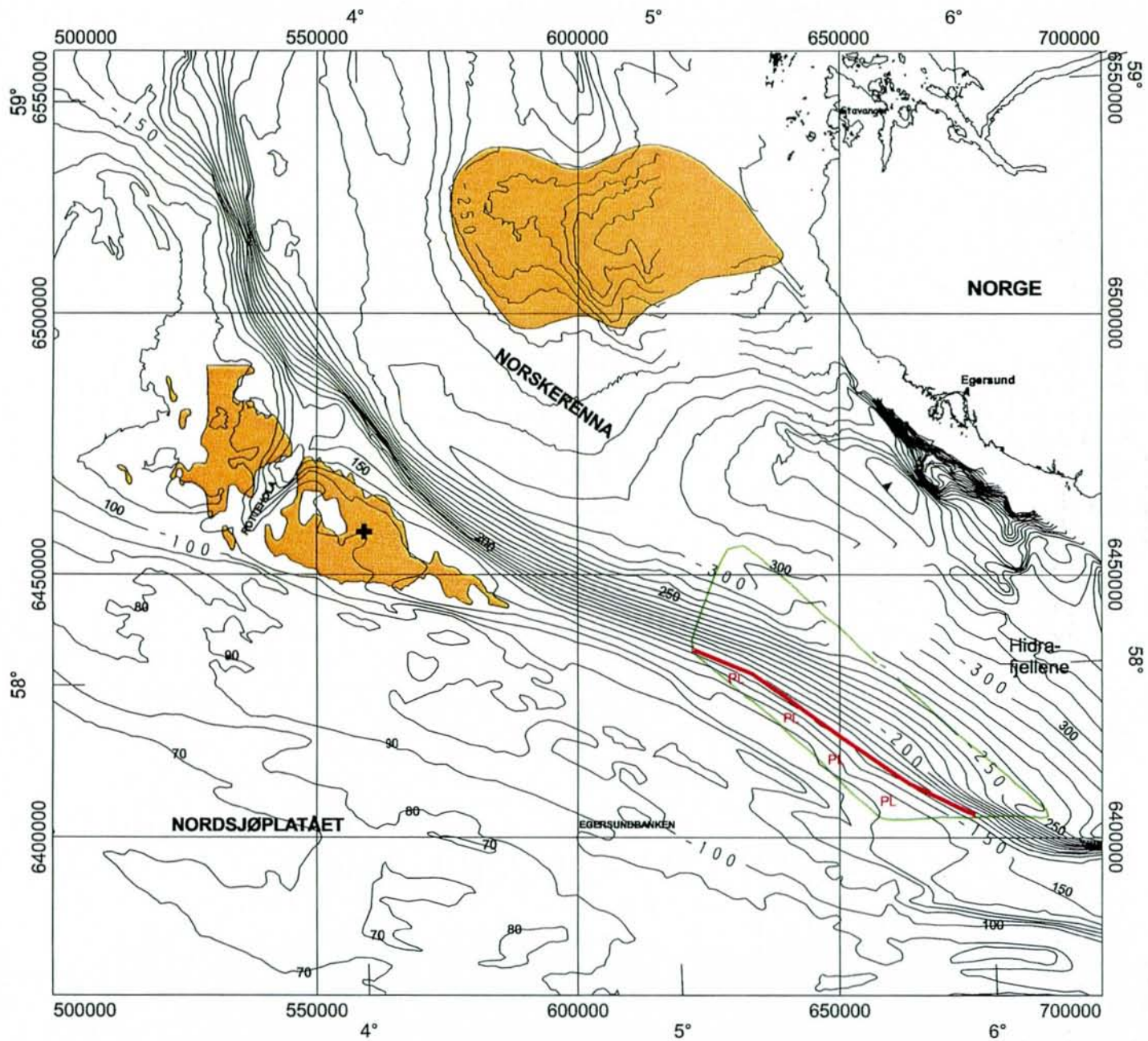


Fig. 13. Områder med pløyespor etter isfjell. Grønt omriss: Multistrålebatymetri. PL: Isfjellpløying innenfor multistrålebatymetri-datasett. Beliggenheten av Fig. 14 er vist med et kryss.

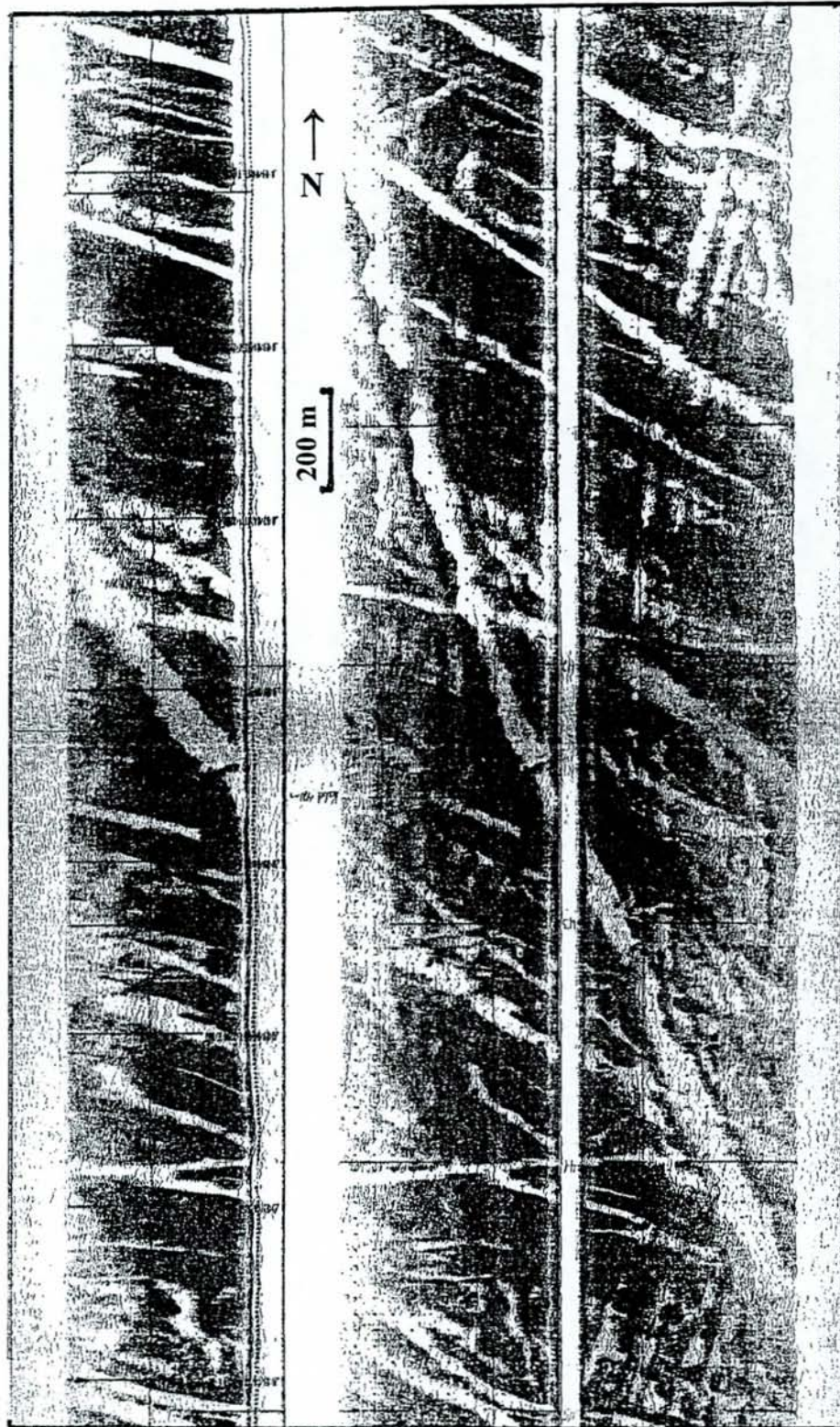
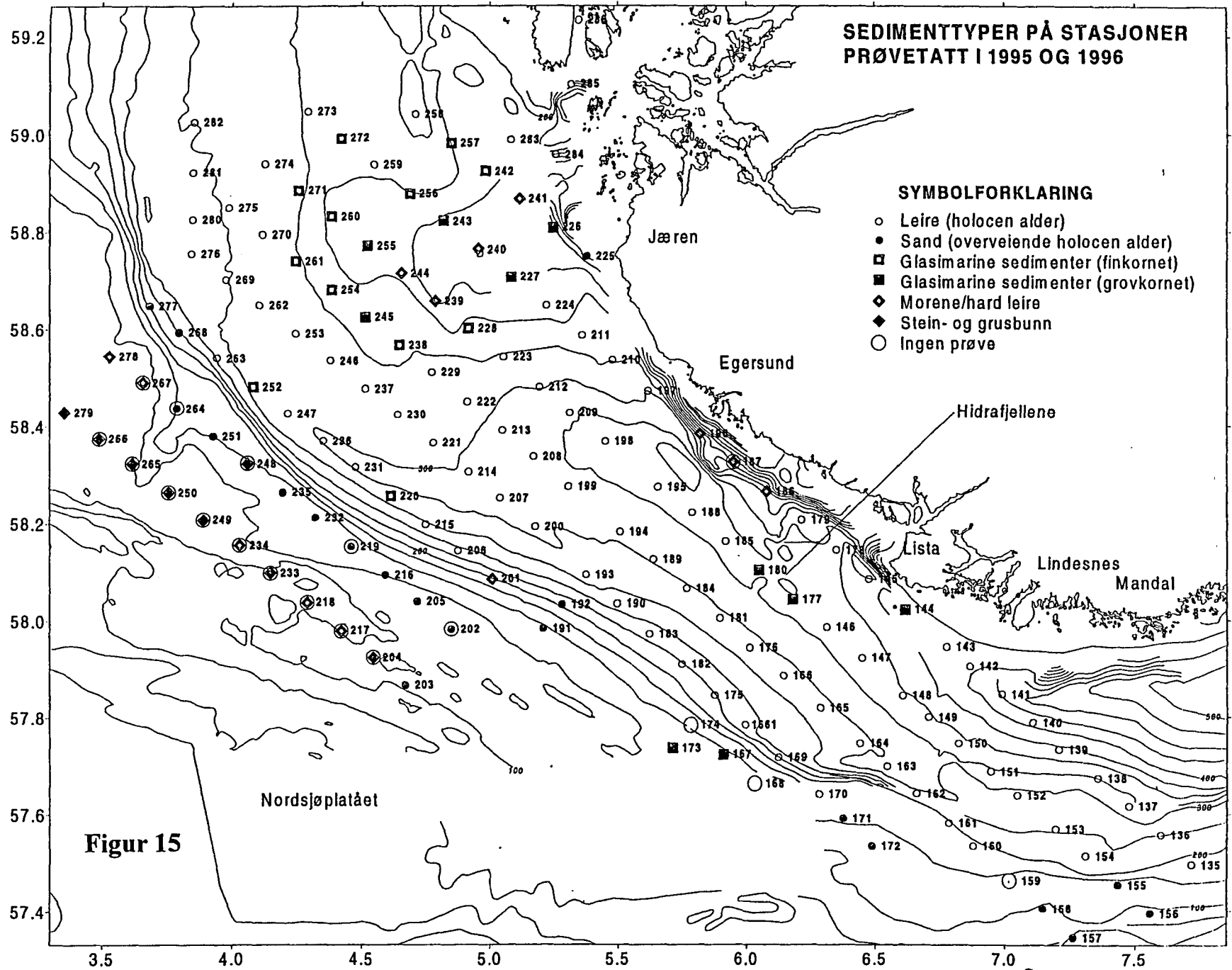


Fig. 14. Områder med hyppig isfjellpløyning innenfor 75-100 % dekning av høyreflektivtets-områder. Isfjellpløyemerkene vises som lyse striper. Den lave reflektiviteten i pløyesporene skyldes sannsynligvis at sporene er gjenfylt med sand. Se Fig. 13 for lokalisering.



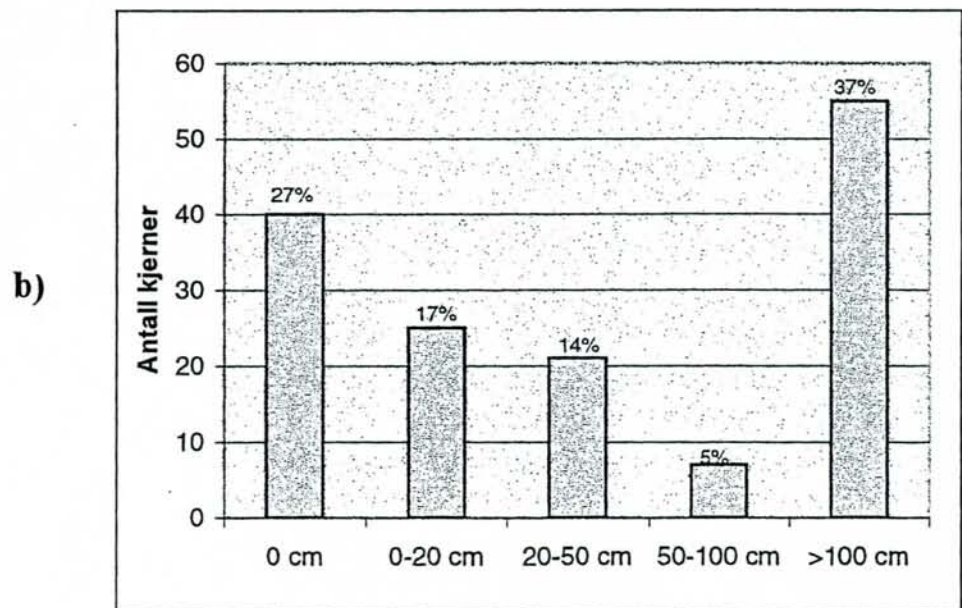
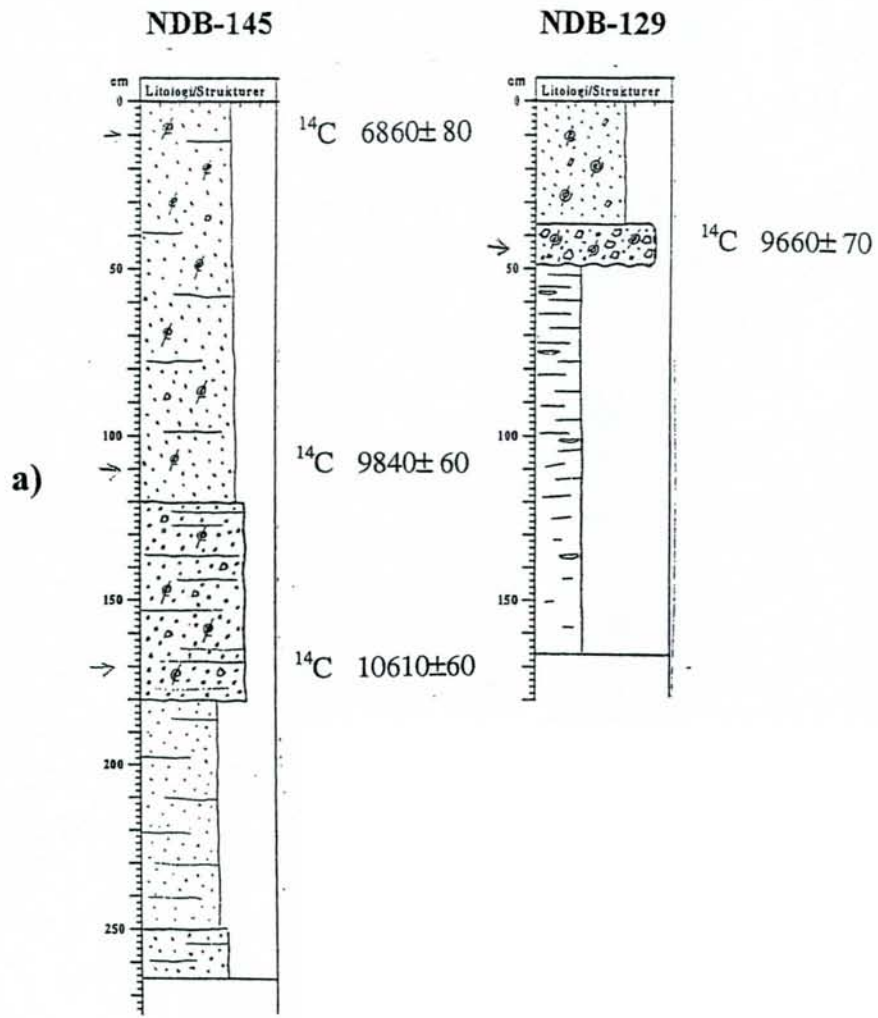


Fig. 16

a) Litostratigrafi og ^{14}C -dateringer i 2 kjerner fra Egersundbanken.

b) Mektighet av sandlag over hard leire/morene i kjernene fra Egersundbanken

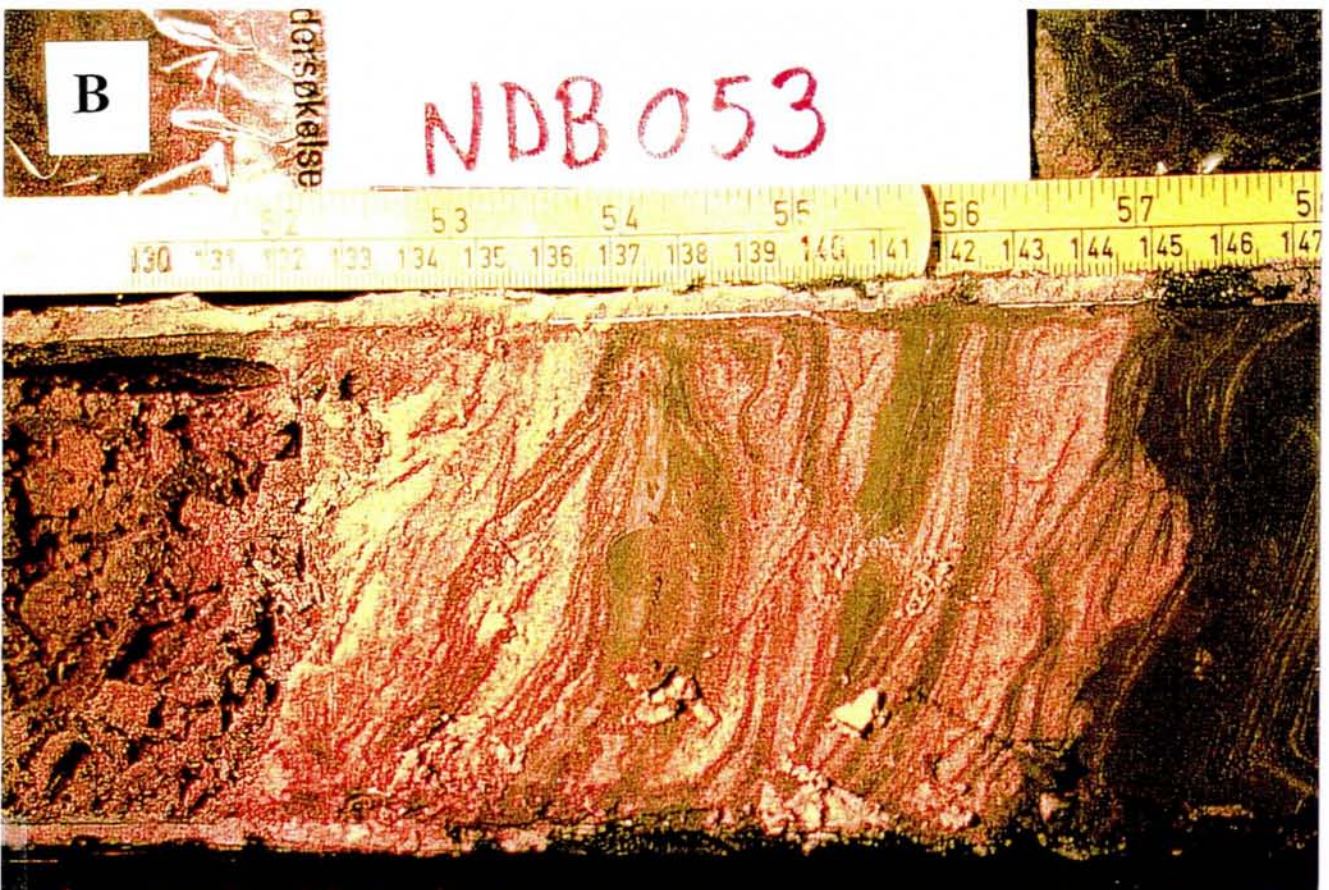
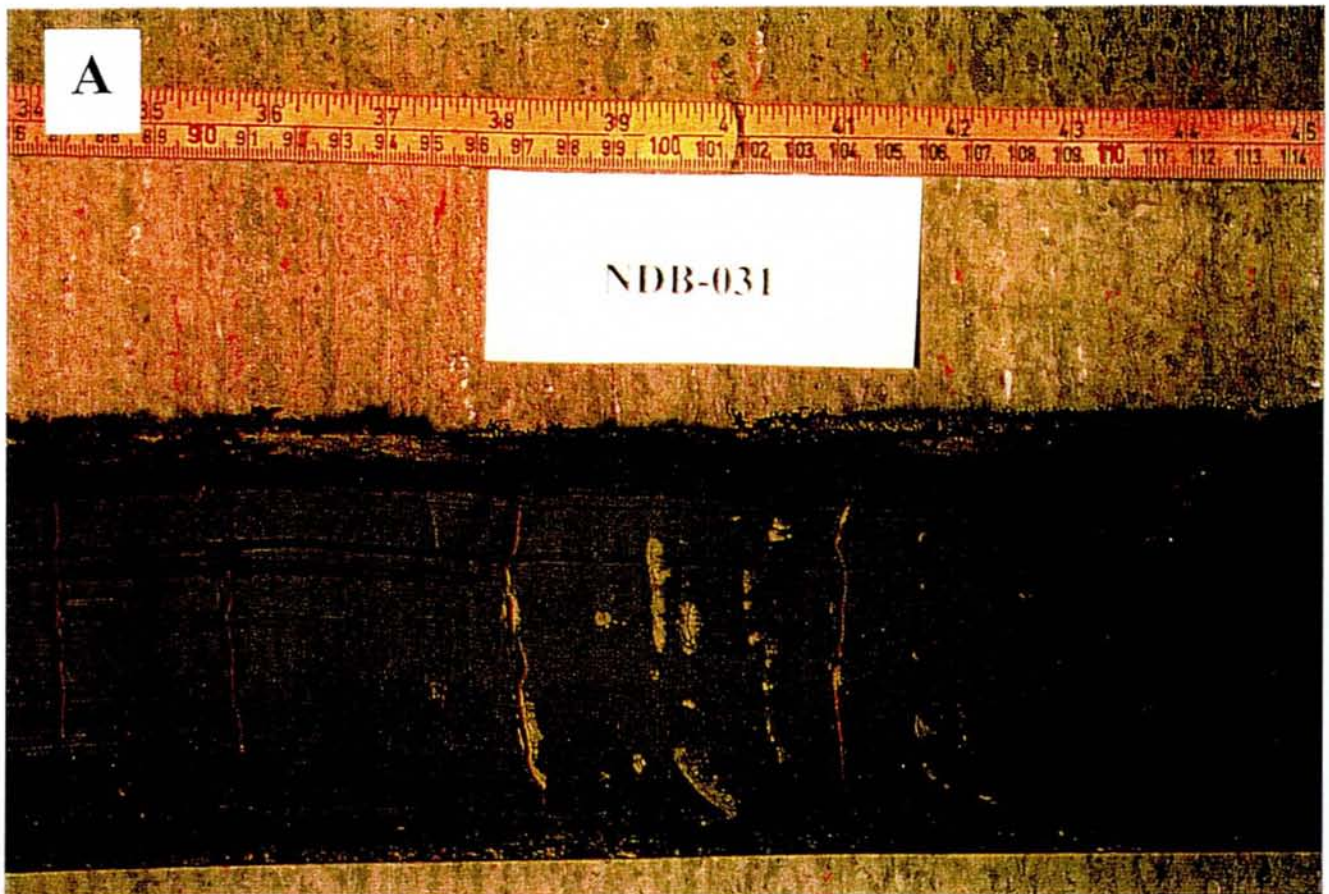


Fig. 17 Eksempel på sedimenter fra to ulike kjerner

A. Massiv glasimarin leire med linser av finsand

B. Vekslende lag av sand og leire. Merk de sedimentære strukturene i sanda

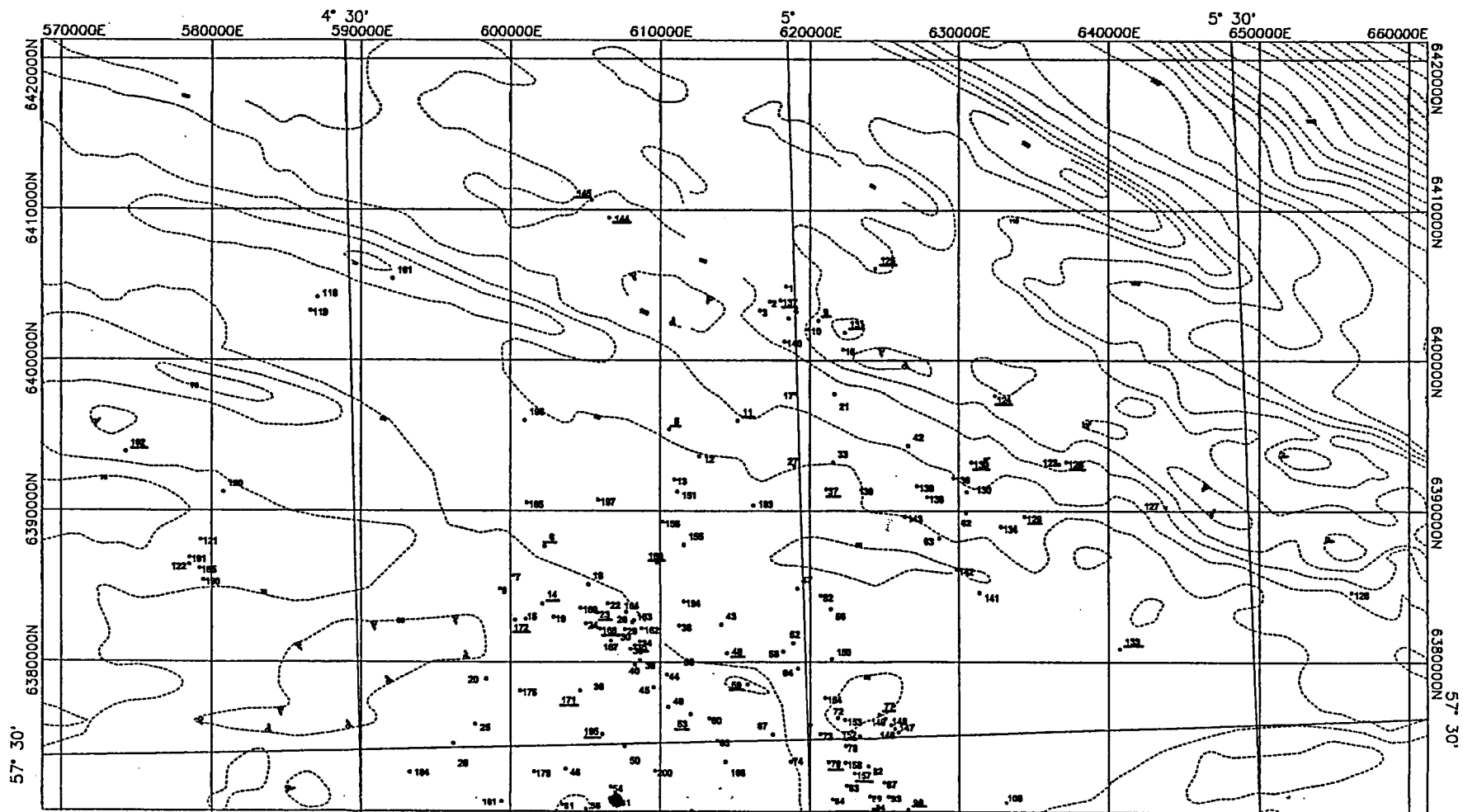
Appendiks 1

Oversikt over prøver tatt av Surface Geochemical Services (SGS) på Egersundbanken i 1997.

Sedimentkjerneprøver Egersundbanken

Prøvetatt av Surface Geochemical Services AS 1997

(Understrekede prøver er åpnet og beskrevet i NGU-rapport 98.054)



Prøve- nummer	UTM Øst	UTM Nord	Vann- dyp	Kjerne- lengde	Beskrivelse	Topplag (sand) mektighet (m)
					Bunn kjerne	
NDB 001	618404	6404915	108	1.5m	Olivengrå medium sand	>1,5
NDB 002	617287	6403903	93	2.5m	Olivengrå hard leire	0.0
NDB 003	616651	6403310	97	0.6m	Sand	>0,6
NDB 004	618560	6402796	100	3.4m	Olivengrå medium sand	>3,4
NDB 005	610576	6395988	87	2.1m	Leire	0.1
NDB 006	602289	6387713	78	3.4m	Hard leire	0.5
NDB 007	600207	6385778	72	0.4m	Grus	0.0
NDB 008	599263	6384911	73	2.4m	Olivengrå hard leire	<2,4
NDB 009	620514	6402651	104	1.5m	Hard leire i veksling med sand	0.1
NDB 010	619889	6402066	105	2.6m	Olivengrå medium sand	>2,6
NDB 011	615145	6395966	90	0.7m	Hard leire	0.0
NDB 012	612585	6393618	83	2.1m	Olivengrå silt	0.0
NDB 013	610963	6392101	82	3.0m	Olivengrå hard leire	0.4
NDB 014	602130	6383946	74	3.5m	Hard leire i veksling med sand	0.5
NDB 015	601006	6382916	72	3.0m	Olivengrå hard leire	<3,0
NDB 016	622205	6400699	104	3.0m	Veldig hard mørk grå leire	0.0
NDB 017	619027	6397801	99	3.0m	Silt	0.5
NDB 018	605227	6385189	75	3.6m	Olivengrå hard leire	0.3
NDB 019	602882	6383048	74	3.2m	Olivengrå hard leire	0.4
NDB 020	598328	6378884	74	1.6m	Fin sand	>1,6
NDB 021	621617	6397754	93	1.2m	Olivengrå medium sand	>1,2
NDB 022	606531	6383953	71	2.6m	Olivengrå hard leire	<2,6
NDB 023	605847	6383334	73	1.6m	Hard leire over morene	0.3
NDB 024	605064	6382622	79	0.4m	Hard leire	0.2
NDB 025	597612	6375793	74	0.3m	Olivengrå hard silt	0.1
NDB 026	596126	6374439	77	0.3m	Sand	>0,3
NDB 027	618965	6392975	85	1.0m	Olivengrå hard leire/silt	0.4
NDB 028	608124	6382714	74	2.0m	Olivengrå hard leire	<2,0
NDB 029	607641	6382243	75	1.0m	Olivengrå medium sand	>1,0
NDB 030	607225	6381844	76	2.1m	Olivengrå medium sand	>2,1
NDB 033	621531	6393198	84	3.4m	Olivengrå hard leire	<3,6
NDB 034	608613	6381423	75	1.7m	Medium sand	>1,7
NDB 035	608303	6381148	75	1.7m	Hard leire	0.2
NDB 036	608035	6380892	75	0.5m	Olivengrå hard leire	<0,5
NDB 037	621061	6391432	95	3.5m	Hard leire	0.0
NDB 038	611229	6382473	79	2.5m	Olivengrå hard leire	0.4
NDB 039	608644	6380123	75	0.3m	Grov sand, stein, skjell	0.0
NDB 040	608312	6379826	77	3.5m	Olivengrå hard leire	<3,5
NDB 042	626590	6394289	88	1.0m	Sand	>1,0
NDB 043	614039	6382528	81	2.7m	Fin sand	>2,7
NDB 044	610426	6379148	78	0.3m	Grus	0.0
NDB 045	609533	6378320	80	1.3m	Medium sand	>1,3
NDB 046	603684	6372828	77	0.0m	Ingen prøve	0.0
NDB 047	619123	6364906	82	3.2m	Hard silt/sand	<3,2
NDB 048	614441	6380584	78	2.0m	Hard leire	0.1
NDB 049	610514	6376977	78	0.5m	Grov sand	>0,5
NDB 050	607628	6374320	78	0.5m	Grus og stein	0.0
NDB 051	603482	6370486	75	1.0m	Grå hard leire	<1,0
NDB 052	620670	6384420	80	0.3m	Hard silt	0.0
NDB 053	611957	6376482	82	2.9m	Fin sand og leire i veksling	0.3
NDB 054	606731	6371698	74	1.5m	Fin sand	>1,5
NDB 055	605075	6370183	75	1.5m	Medium sand	>1,5
NDB 056	621538	6383560	81	2.7m	Olivengrå hard leire	<2,7
NDB 057	618835	6381291	78	0.3m	Sand	>0,3
NDB 058	618198	6380708	79	0.4m	Grus	0.0
NDB 059	615793	6378515	81	1.0m	Hard leire (0.2 m) over sand	0.1
NDB 060	613257	6376195	79	2.4m	Fin sand	>2,4
NDB 061	607254	6370739	73	0.3m	Grov sand og grus	0.0
NDB 062	630529	6389843	87	3.6m	Olivengrå hard leire	0.0
NDB 063	628650	6388199	85	3.1m	Olivengrå hard leire	<2,0
NDB 064	618168	6379580	79	2.0m	Olivengrå hard leire	<2,0
NDB 065	613804	6374685	79	0.5m	Olivengrå hard leire	<0,5
NDB 067	617484	6375134	79	1.5m	Olivengrå hard silt med skjell og gruskorn	0.1
NDB 072	621825	6376244	78	0.2m	Stein og sand	0.0
NDB 073	620647	6375767	81	2.8m	Olivengrå hard silt	0.0
NDB 074	618689	6373343	81	1.5m	Olivengrå hard leire	0.0
NDB 077	624674	6376522	76	0.1m	Morene	0.0
NDB 078	622360	6374381	83	1.1m	Olivengrå hard silt	0.9
NDB 079	621191	6373316	81	3.2m	Hard leire, delvis deformert	0.0
NDB 082	623895	6372622	87	2.6m	Olivengrå hard leire	0.0
NDB 083	622449	6371797	83	1.7m	Olivengrå hard leire	0.0
NDB 084	621489	6370930	84	2.7m	Olivengrå hard silt	0.0
NDB 087	625020	6372011	84	1.3m	Fin sand	>1,3
NDB 088	624035	6371133	78	0.1m	Grus og skjell	0.0

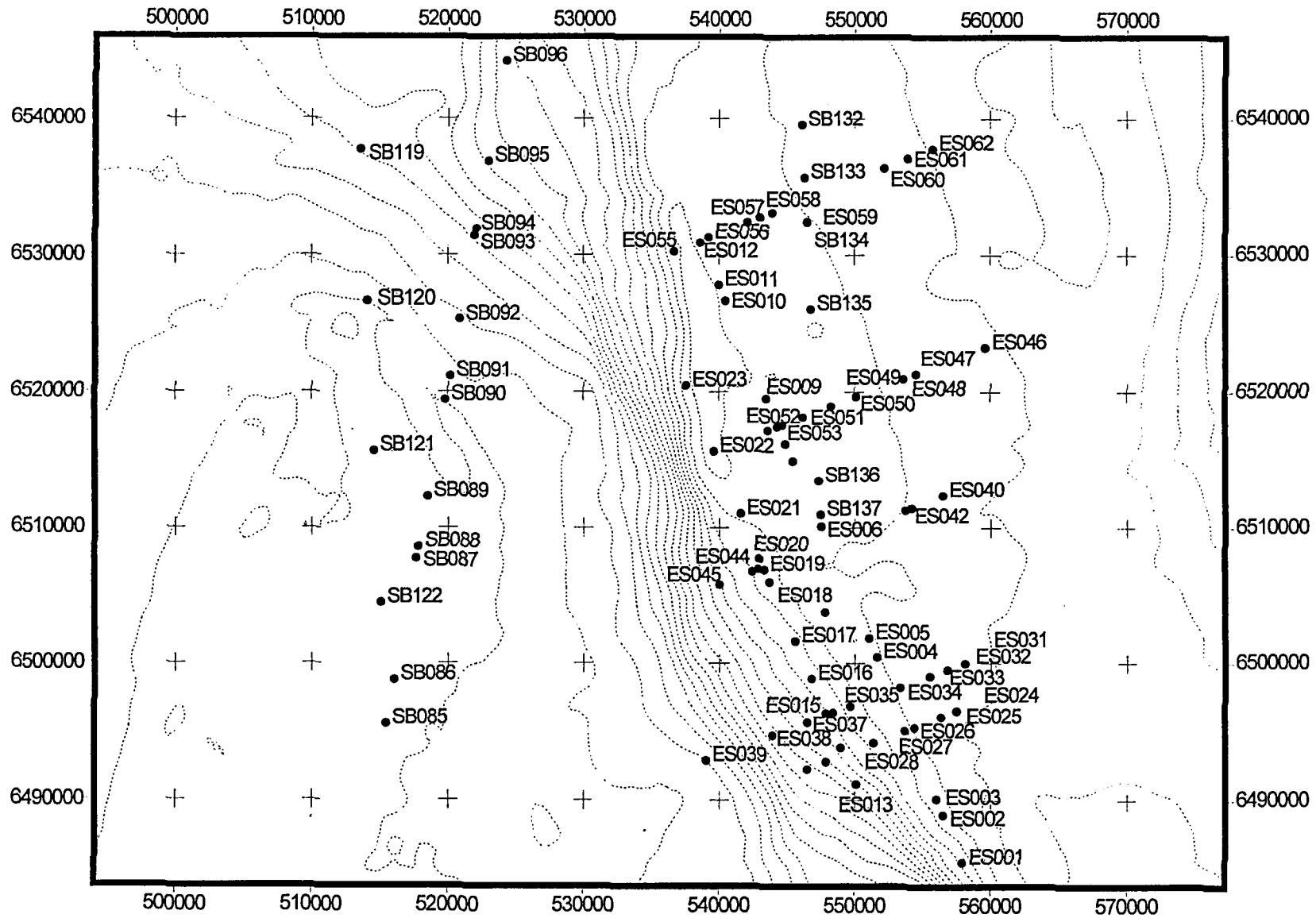
NDB 093	625294	6371110	85	3.5m	Fin sand	>3,5
NDB 094	624261	6370177	78	0.1m	Grus	0,0
NDB 098	626547	6370149	82	3.2m	Hard leire	0,1
NDB 108	633137	6370686	84	0.3m	Olivengrå hard leire	0,3
NDB 118	587064	6404154	88	2.4m	Olivengrå medium sand	>2,4
NDB 119	596599	6403270	89	2.8m	Olivengrå medium sand	>2,8
NDB 120	580787	6391230	73	2.2m	Olivengrå medium sand	>2,2
NDB 121	579272	6388098	71	3.6m	Olivengrå medium sand	>3,7
NDB 122	578493	6386504	71	2.0m	Grov sand med gruskorn	>2,0
NDB 123	636716	6393087	96	3.5m	Fin sand	>3,5
NDB 124	632415	6397652	101	2.4m	Hard leire, delvis deformert	0,2
NDB 125	624436	6406121	100	1.5m	Hard leire	0,4
NDB 126	656101	6384651	94	2.0m	Hard leire	<1,5
NDB 127	643779	6390245	97	0.0m	Ingen prøve	0,0
NDB 128	637205	6393237	100	3.0m	Fin sand	>3,0
NDB 129	634445	6389621	86	2.0m	Hard leire	0,5
NDB 130	630852	6393229	92	1.1m	Olivengrå silt	>1,1
NDB 131	622312	6401853	106	3.6m	Hard leire, delvis deformert	0,1
NDB 133	640733	6380867	84	1.6m	Leire	1,1
NDB 134	632808	6388935	87	0.0m	Ingen prøve	0,0
NDB 135	630530	6391259	90	2.1m	Hard leire, deformert	0,1
NDB 136	629615	6392183	89	0.1m	Grus	0,0
NDB 137	618012	6403983	99	1.7m	Vekslede lag av leire og sand	0,3
NDB 138	627857	6390889	87	3.6m	Olivengrå hard leire	0,0
NDB 139	627173	6391631	87	1.0m	Hard siltig sand	0,3
NDB 140	618302	6401246	100	1.0m	Olivengrå medium sand	>1,0
NDB 141	631344	6384611	84	2.5m	Hard leire	<2,5
NDB 142	629848	6386129	81	1.0m	Sand	>1,0
NDB 143	626396	6389596	86	3.6m	Olivengrå hard leire	<3,7
NDB 144	606611	6409498	92	3.1m	Hard leire, delvis deformert	0,1
NDB 145	605447	6410662	95	3.0m	Sand	>3,0
NDB 146	625935	6375313	84	2.9m	Olivengrå hard leire	0,0
NDB 147	625712	6375546	84	3.0m	Olivengrå hard leire	0,0
NDB 148	625471	6375754	80	3.5m	Olivengrå hard leire	0,0
NDB 149	625095	6376206	80	1.5m	Mørk grå hard leire med skjellfragmenter	<1,5
NDB 150	621397	6380193	79	2.7m	Olivengrå hard leire	<2,7
NDB 151	611103	6391281	83	2.8m	Olivengrå hard leire	0,1
NDB 152	623305	6375062	83	3.2m	Hard leire	0,1
NDB 153	622326	6376126	81	0.1m	Stein	0,0
NDB 154	620953	6377608	80	1.3m	Olivengrå hard leire	<1,3
NDB 155	620954	6377609	84	1.5m	Olivengrå hard leire	0,0
NDB 156	610187	6389274	85	1.7m	Olivengrå hard leire	0,1
NDB 157	622950	6371797	82	3.5m	Hard leire	0,0
NDB 158	622326	6373274	83	1.6m	Olivengrå hard leire	0,1
NDB 159	619963	6375796	83	2.9m	Olivengrå hard leire	0,0
NDB 160	609763	6386619	82	2.6m	Sand og leire i veksling	0,0
NDB 161	592079	6405405	82	3.6m	Olivengrå medium sand	>3,7
NDB 162	608754	6382306	74	1.7m	Medium sand	>1,7
NDB 163	608124	6382850	71	2.0m	Olivengrå medium sand	>2,0
NDB 164	607724	6383397	74	1.6m	Olivengrå medium sand	>2,0
NDB 165	601101	6390544	81	0.4m	Grus	0,0
NDB 166	614322	6373296	79	0.6m	Olivengrå hard leire	0,2
NDB 167	606706	6381492	74	3.6m	Olivengrå hard leire	0,3
NDB 168	605988	6382280	74	2.0m	Hard leire m/tynne sandlag	0,5
NDB 169	604720	6383647	75	1.4m	Olivengrå hard silt	0,1
NDB 170	612094	6370041	80	1.2m	Olivengrå hard leire	<1,2
NDB 171	604675	6378092	74	0.6m	Morene	0,1
NDB 172	600292	6382851	71	1.3m	Hard leire	0,3
NDB 175	600630	6378098	74	0.1m	Grus	0,0
NDB 179	601565	6372657	80	1.5m	Fin sand	0,0
NDB 181	599400	6370691	77	0.5m	Grå hard leire	<0,5
NDB 184	593204	6372593	77	2.5m	Fin sand	1,2
NDB 185	579173	6386235	69	2.5m	Olivengrå medium sand	>2,5
NDB 190	579438	6385448	74	3.0m	Olivengrå medium sand	>3,0
NDB 191	578570	6386950	72	2.0m	Olivengrå medium sand	>2,0
NDB 192	578268	6437042	77	2.0m	Sand	>2,0
NDB 193	616202	6390345	84	2.8m	Hard leire	<3,0
NDB 194	611537	6384082	81	1.7m	Olivengrå hard leire	0,3
NDB 195	606143	6375139	76	1.5m	Leirholdig sand	0,1
NDB 196	600945	6395988	84	2.0m	Medium sand	>2,0
NDB 197	605909	6390712	82	3.5m	Olivengrå hard leire	0,0
NDB 200	609634	6372715	78	0.5m	Olivengrå hard leire	<0,5

Appendiks 2

**Oversikt over prøver tatt i Norskerenna og på Nordsjøplatået vest for Stavanger av
Surface Geochemical Services (SGS) i 1997**

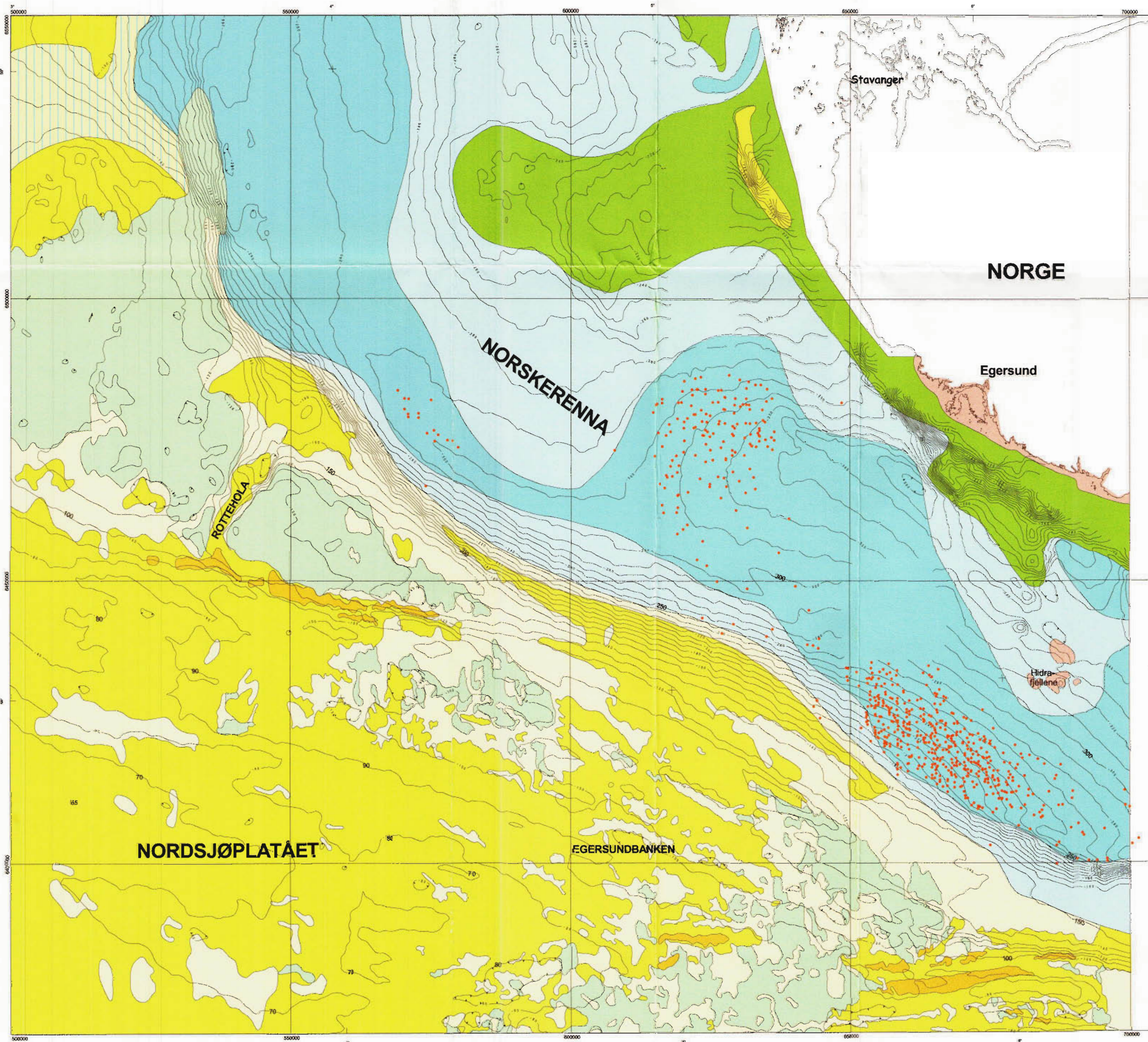
Sedimentkjerneprøver Norskerenna og Nordsjøplatået vest for Stavanger

Prøvetatt av Surface Geochemical Services AS 1997



Prøve- nummer	UTM31 øst	UTM31 nord	VANNDYP	NORD grader	ØST grader	Topplag (sand) mektighet (m)	Kjerne- lengde (m)	Beskrivelse
ES001	557985	6485311	248.7	58.50318	3.99495	?	2.8	Hard leire med gruskorn
ES002	556520	6488770	261.1	58.53443	3.97068	0.1	3.3	Hard leire med gruskorn
ES003	556033	6489928	262.7	58.54489	3.96261	0?	2.7	Hard leire med gruskorn
ES004	551627	6500276	268.3	58.63836	3.88928	0	3.0	Medium hard leire
ES005	551054	6501652	268.0	58.65078	3.87972	0	1.3	Myk leire
ES006	547517	6509918	272.0	58.72542	3.82051	?	2.6	Hard leire
ES007	545453	6514750	267.4	58.76903	3.78587	0	2.7	Hard leire
ES008	544913	6516014	268.8	58.78044	3.77678	0	3.8	Myk leire
ES009	543496	6519339	267.7	58.81044	3.75292	0	3.0	Myk leire
ES010	540456	6526487	270.7	58.87492	3.70159	0	3.0	Myk til medium hard leire
ES011	539973	6527630	269.3	58.88524	3.69343	0	3.2	Myk til medium hard leire
ES012	538646	6530726	272.1	58.91315	3.67094	0	2.8	Myk til medium hard leire
ES013	550103	6490999	218.7	58.55523	3.86097	0.3	3.2	Hard leire
ES014	548958	6493636	233.0	58.57905	3.84187	0.3	3.2	Hard leire
ES015	547891	6496165	238.3	58.60188	3.82406	0.4	3.0	Myk leire
ES016	546805	6498692	242.0	58.62468	3.80590	0.25	3.0	Myk leire
ES017	545620	6501451	246.6	58.64959	3.78604	0.25	3.2	Myk leire
ES018	543744	6505805	255.1	58.68888	3.75457	0.1	3.0	Hard leire
ES019	543350	6506726	255.0	58.69719	3.74796	0.1	3.1	Hard leire
ES020	543007	6507528	255.3	58.70443	3.74219	?	3.7	Hard leire
ES021	541577	6510860	261.0	58.73448	3.71813	0.3	2.8	Myk leire
ES022	539613	6515452	275.0	58.77591	3.68502	0.25	3.1	Myk leire m/gruskorn
ES023	537544	6520274	265.0	58.81940	3.65006	Ja?	1.6	Hard leire
ES024	557568	6496323	277.0	58.60212	3.99058	0	3.3	Myk leire
ES025	556401	6495881	274.0	58.59830	3.97040	0	2.7	Myk leire
ES026	554422	6495111	270.1	58.59164	3.93617	0	3.1	Hard leire
ES027	553710	6494864	266.6	58.58952	3.92387	0	3.1	Hard leire
ES028	551378	6493977	251.7	58.58183	3.88356	0	3.3	Hard leire
ES029	547879	6492625	219.0	58.57008	3.82310	0	3.4	Hard leire
ES030	546489	6492071	206.3	58.56526	3.79909	0.25	2.9	Hard leire
ES031	558132	6499805	277.1	58.63331	4.00118	?	3.5	Myk leire
ES032	556841	6499331	273.7	58.62923	3.97883	0	3.4	Myk leire
ES033	555554	6498860	272.7	58.62516	3.95655	?	3.1	Myk leire
ES034	553333	6498019	271.5	58.61789	3.91813	?	2.7	Myk leire
ES035	549711	6496669	252.0	58.60619	3.85547	0.6	3.3	Myk leire
ES036	548413	6496193	241.7	58.60207	3.83304	0.4	3.5	Medium hard leire
ES037	546536	6495497	228.0	58.59602	3.80060	0.15	3.9	Myk leire
ES038	543971	6494536	205.3	58.58767	3.75630	0	1.5	Myk leire
ES039	539050	6492695	129.3	58.57160	3.67135	0.3	1.6	Hard silt
ES040	556524	6512203	273.8	58.74485	3.97659	?	3.4	Myk leire
ES041	554201	6511273	271.8	58.73679	3.93625	?	3.7	Hard leire
ES042	553736	6511084	270.7	58.73516	3.92818	0	3.0	Myk leire
ES043	542954	6506764	254.3	58.69757	3.74112	0.01	3.5	Leire
ES044	542480	6506576	250.6	58.69593	3.73292	0.02	3.0	Myk leire
ES045	540055	6505598	233.0	58.68738	3.69091	0.8	3.0	Myk leire
ES046	559621	6523060	278.4	58.84192	4.03298	0	3.8	Myk leire
ES047	554476	6521113	274.0	58.82512	3.94339	0	3.5	Myk leire
ES048	553542	6520748	272.0	58.82196	3.92713	0	3.1	Myk leire
ES049	550150	6519471	270.3	58.81090	3.86812	0	3.2	Myk leire
ES050	548292	6518741	266.7	58.80456	3.83580	0	3.0	Myk leire
ES051	546188	6517961	266.8	58.79778	3.79922	0	3.0	Myk leire
ES052	544675	6517379	266.2	58.79271	3.77294	0	2.7	Myk leire
ES053	544303	6517265	267.1	58.79173	3.76648	0	2.9	Myk leire
ES054	543618	6516988	266.7	58.78932	3.75456	0	2.7	Myk leire
ES055	536689	6530106	267.3	58.90776	3.63688	0	3.2	Myk til medium hard leire
ES056	539243	6531115	268.0	58.91659	3.68138	0	2.8	Myk til medium hard leire
ES057	542042	6532200	266.9	58.92607	3.73018	0	2.9	Myk til medium hard leire
ES058	542973	6532576	266.3	58.92935	3.74643	0	2.5	Myk til medium hard leire
ES059	543900	6532934	269.7	58.93248	3.76260	0	2.7	Myk til medium hard leire
ES060	552155	6536181	273.7	58.96071	3.90674	0	2.7	Myk til medium hard leire
ES061	553898	6536871	276.7	58.96669	3.93720	0	2.7	Myk leire
ES062	555759	6537592	279.2	58.97292	3.96974	0	3.0	Myk leire
SB085	515530	6495360	102.8	58.59703	3.26719	0.25grus	1.0	Sandig silt
SB086	516091	6498577	104.0	58.62589	3.27706	0.15grus	0.3	Middels sand
SB087	517721	6507539	108.0	58.70631	3.30583	0.2	2.3	Hard silt m/gruskorn
SB088	517881	6508389	108.0	58.71392	3.30867	?	3.2	Silt m/gruskorn
SB089	518519	6512092	108.5	58.74717	3.31997	0.5	3.5	Middels sand
SB090	519837	6519209	113.6	58.81100	3.34339	>2.0	2.0	Middels sand
SB091	520147	6520930	116.8	58.82644	3.34889	2.7	2.7	Middels sand

SB092	520862	6525140	127.8	58.86422	3.36167	3.2	3.2	Middels sand
SB093	521983	6531275	153.5	58.91925	3.38172	?	2.5	Silt
SB094	522084	6531768	156.5	58.92369	3.38353	?	1.6	Silt
SB095	522963	6536688	181.2	58.96783	3.39931	?	1.9	Myk leire
SB096	524264	6544068	194.1	59.03403	3.42272	?	2.6	Myk leire
SB119	513589	6537540	151.1	58.97586	3.23636	?	2.1	Myk leire
SB120	514113	6526465	109.9	58.87639	3.24475	>3.3	3.3	Grov sand
SB121	514620	6515467	106.9	58.77761	3.25283	>2.4	2.4	Grov sand
SB122	515157	6504240	105.5	58.67678	3.26136	>0.1	0.1	Middels sand
SB132	546109	6539376	277.1	58.99008	3.80231	?	3.1	Myk leire
SB133	546280	6535503	276.9	58.95531	3.80447	?	3.0	Myk leire
SB134	546445	6532260	276.2	58.92617	3.80667	?	2.6	Myk leire
SB135	546755	6525893	274.6	58.86894	3.81069	?	2.3	Hard leire
SB136	547355	6513296	271.8	58.75578	3.81844	?	3.0	Hard leire
SB137	547477	6510806	271.6	58.73339	3.82000	?	2.3	Hard leire
SB138	547813	6503561	266.2	58.66831	3.82428	?	3.0	Hard leire



NORGE

NORSKERENNA

Egersund

ROTTEHOLA

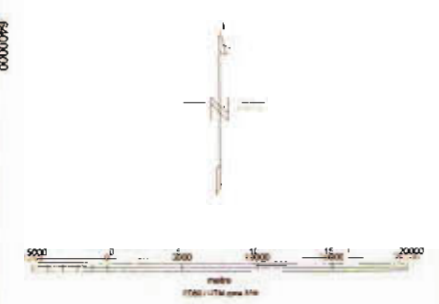
Hydrafjellene

NORDSJØPLATAET

EGERSUNDBANKEN

TEGNFORKLARING

- Leire, mindre enn 5 m mektig
- Leire, over 5 m mektig
- Leire sandig siltig
- Sand, tynt/usammenhengende dekke, mindre enn 1 m mektig
- Sand, over 1 m mektig
- Hard glasmarin leire, morene eller lag-avsetning
- Morene lokalt dekket med leir, silt eller sand (< 1m)
- Fjell med tynt dekke av løsmasser
- Sandbalgeområde
- Fockmark



VEDLEGG 1
NGU-rapport 99.084