

NGU Rapport 2003.004

Berggrunnskartlegging i Ternholmfjorden,
Stabbfjorden og Valværifjorden, Nordland:
Sedimentære bergarter og strukturelle forhold

Rapport nr.: 2003.004		ISSN 0800-3416	Gradering: Fortrolig til 01.03.2004	
Tittel: Berggrunnskartlegging i Ternholmfjorden, Stabbfjorden og Valværffjorden, Nordland: Sedimentære bergarter og strukturelle forhold				
Forfatter: Reidulv Bøe, Børre Davidsen, Morten Smelror		Oppdragsgiver: Norsk Mineralutvikling AS		
Fylke: Nordland		Kommune: Meløy		
Kartblad (M=1:250.000) Mo i Rana		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000) 1828 I (Bolgværret, 1928 IV (Meløy))		
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 36	Pris:	
		Kartbilag: 4		
Feltarbeid utført: 11.08.-16.08.2002	Rapportdato: 01.03.2003	Prosjektnr.: 299200	Ansvarlig:	
<p>Sammendrag:</p> <p>Sommeren 2002 utførte NGU refleksjonsseismisk kartlegging i Ternholmfjorden, Stabbfjorden og Valværffjorden i Meløy kommune, Nordland. Formålet med undersøkelsene var å foreta en videre kartlegging av forkastningsmønster og utbredelse av sedimentære bergarter påvist under en rekognoserende undersøkelse i 1998. Undersøkelsene viste seg å by på interessante resultater i og med at lagdelte sedimentære bergarter med en mektighet på flere hundre meter ble funnet i Ternholmfjorden og Stabbfjorden i et 40 km langt, sammenhengende område. De sedimentære bergartene fortsetter videre mot nordøst, ut av området vi har undersøkt. Bassenget med sedimentære bergarter når en maksimal bredde i NV-SØ-retning på ca. 6 km. Yttergrensene av bassenget er definert av forkastninger og primære avsetningskontakter. To store forkastninger, med et sidelengs sprang imellom, avgrensner bassenget i sørøst. En forkastning går også langs nordgrensen av bassenget i Ternholmfjorden, mens bergartene ligger med en primær avsetningskontakt langs nordvestgrensen av bassenget i Stabbfjorden. Her er avstanden mellom sedimentære bergarter og de nærmeste skjær bare 200-300 m. På grunn av en antatt isbevegelsesretning mot nordvest i dette området på slutten av siste istid, antok vi at det kunne finnes oppskrapede blokker av sedimentære bergarter på disse holmene, og blokkleting ble utført for NGUs egen regning. Denne ga et positivt resultat, og det ble samlet inn 35 blokker med en samlet vekt på ca. 200 kg. Prøvematerialet er dominert av kalkholdig sandstein, ofte med et høyt innhold av skjell og kullfragmenter. Analyser av mikrofossiler viser at prøvene er fra mellomjura og senjura (bajoc-volga), og at de i all hovedsak representerer grunnmarine og kystnære avsetninger. Vi ser ingen muligheter for å finne drivverdige forekomster av hydrokarboner i disse bergartene. Dette skyldes: 1) Det finnes ingen strukturelle feller, 2) Det finnes ingen takbergart, 3) Det er ikke observert noen kildebergart i området, 4) Det er usikkert om en eventuell kildebergart har vært dypt nok begravet over et langt nok tidsrom til å kunne ha dannet hydrokarboner.</p>				
Emneord: Maringeologi	Berggrunnsgeologi		Refleksjonsseismikk	
Magnetometer	Prøver		Jura	
Forkastning	Datering		Fagrapport	

INNHold

1.	INNLEDNING	5
2.	DATAINNSAMLING OG METODER	7
2.1	Seismiske, magnetiske og batymetriske data	7
2.2	Prøvetaking av løsblokker	8
3.	BATYMETRI.....	9
4.	UTBREDELSE OG MEKTIGHET AV LØSMASSER.....	9
5.	UTBREDELSE OG MEKTIGHET AV SEDIMENTÆRE BERGARTER.....	10
6.	SEISMISK STRATIGRAFI.....	12
7.	STRUKTURGEOLOGI.....	13
8.	LØSBLOKKER	14
8.1	Litologi.....	15
8.2	Aldersbestemmelse.....	16
8.3	Kildeområde	19
9.	AVSETNINGSMILJØ OG STRATIGRAFISK KORRELASJON.....	19
10.	TEKTONISK UTVIKLING	24
11.	HYDROKARBONPOTENSIALE.....	25
12.	KONKLUSJON	25
13.	REFERANSER	27

FIGURER

Figur 1. Kart over undersøkelsesområdet.

Figur 2. Seismiske linjer i Ternholmfjorden, Valvær fjorden og Stabbfjorden.

Figur 3. Utsnitt av seismisk linje NGU0207022 fra Ternholmfjorden.

Figur 4. Utsnitt av berggrunnsgeologisk kart Mo i Rana (Gustavson og Gjelle 1991).

Områdene med nykartlagte sedimentære bergarter er tegnet inn.

Figur 5. Utsnitt av seismisk linje NGU0207010 fra Stabbfjorden.

Figur 6. Utsnitt av seismisk linje NGU0207007 fra Ternholmfjorden.

Figur 7. Løsblokk (prøve Kallsholmen-4) med høyt innhold av kullfragmenter.

Figur 8. Palaeografisk rekonstruksjon fra midtjura (bajoc), tilsvarende den antatt eldste daterte del av lagpakken i Ternholmfjorden/Stabbfjorden. Modifisert fra Brekke et al. (2001).

Figur 9. Palaeografisk rekonstruksjon fra senjura (oxford-kimmeridge). Modifisert fra Brekke et al. (2001).

TABELLER

Tabell 1. Litologi av daterte, sedimentære løsblokker fra Rorstabben og Kallsholmen.

Tabell 2. Palynologiske analyser av sedimentære løsblokker fra Rorstabben og Kallsholmen.

Tabell 3. Alder av analyserte prøver fra Rorstabben og Kallsholmen.

APPENDIKS

Appendiks 1. Geologisk tidsskala (1996).

Appendiks 2. Orientering om NGUs forskningsfartøy FF Seisma.

Appendiks 3. Refleksjonsseismiske målinger.

Appendiks 4. Forklaring til faguttrykk.

KARTBILAG

Kartbilag 03.004-01. Seismiske linjer innsamlet under tokt 0207 i Ternholmfjorden, Stabbfjorden og Valvær fjorden.

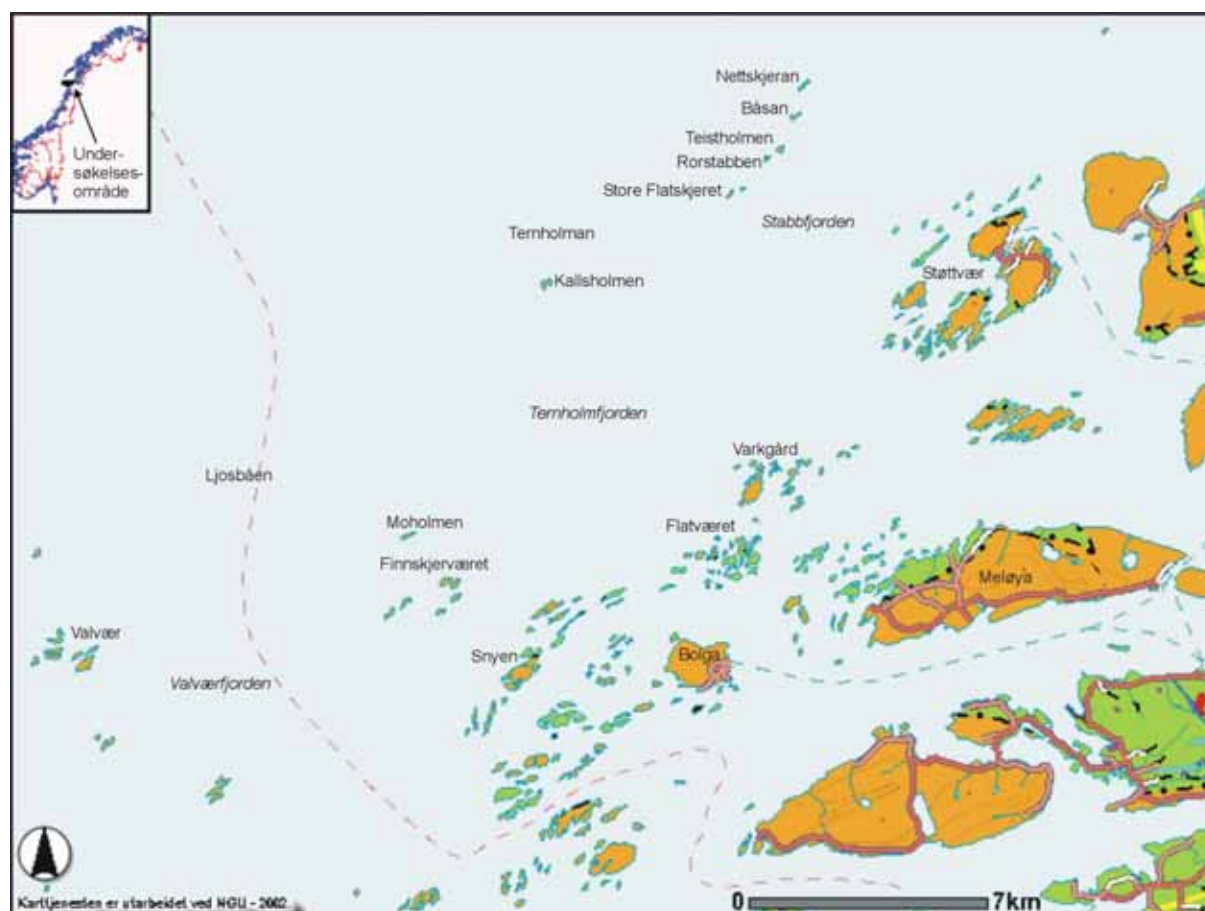
Kartbilag 03.004-02. Marine magnetometermålinger langs seismiske linjer, med NGUs magnetiske anomalidata som bakgrunn.

Kartbilag 03.004-03. Utbredelse og mektighet av løsmasser.

Kartbilag 03.004-04. Berggrunnsgeologisk kart med utbredelse av sedimentære bergarter og strukturelle elementer.

1. INNLEDNING

Sommeren 1998 utførte NGU en rekognoserende refleksjonsseismisk kartlegging for Arne Lund i området rundt Moholmen, nord for Finnskjerværet (Fig. 1), i Meløy kommune (rapport i brev form, vår referanse 98/00072-003 MARI TT/RBØ/ltø). Berggrunnen på øyene i området var tidligere delvis kartlagt av Hilde Skauli på oppdrag for NGU. Disse data var tegnet inn på en kopi av berggrunnskart Valvær 1828 I i målestokk 1:50 000. Ifølge observasjonene består Ternholman og øyene sør for Moholmen av granittisk gneis. Dette framgår også av berggrunnskart Mo i Rana i målestokk 1:250 000 (Gustavson & Gjelle 1991).



Figur 1. Kart over undersøkelsesområdet. Utsnitt fra digitalt berggrunnskart over Norge i målestokk 1:250 000.

Under oppdraget i 1998 ble det samlet inn ca. 57 km refleksjonsseismiske data. Flesteparten av linjene er fra områdene nord, vest og nordøst for Moholmen. Sjøbunnstopografien i disse områdene er relativt jevn, noe som kunne tyde på mulig opptreden av sedimentære bergarter under havbunnen. Sør og øst for Moholmen er havbunnen svært kupert, og under arbeidet ble det konstatert at sedimentære bergarter neppe opptrer i dette området.

Toktet i 1998 viste seg å by på overraskende og interessante resultater i og med at lagdelte sedimentære bergarter ble funnet i fjordbassenget ca. 1 km nord og øst for Moholmen. Oppreden av sedimentære bergarter i Ternholmfjorden var tidligere ikke kjent. Forkastninger ble også observert. Den største går i ØNØ-VSV-retning ca. 1 km nord for Moholmen, og har en bratt helning mot NNV. Seismikken viste at forkastningen kan følges ca. 6 km på kartet, og det var sannsynlig at den fortsatte videre mot nordøst. Nord for forkastningen ble sedimentære bergarter kartlagt i en halv-graben. Lagningen i den sedimentære lagpakken heller mot SSØ. Helningen varierer langs forkastningen, og er enkelte steder på oppimot 20°.

Ut fra batymetrien antok vi i 1998 at området med sedimentære bergarter strakk seg videre østover i Ternholmfjorden, og det ble også nevnt en mulighet for at bergartene kunne henge sammen med de sedimentære bergartene som er kartlagt utenfor kysten. På berggrunnskart Mo i Rana i målestokk 1:250 000 er disse bergartene kartlagt som leirstein, siltstein og sandstein av triasisk alder (Appendiks 1, Gustavson & Gjelle 1991). Nordvest for Ternholman finnes også bergarter avsatt i jura. Sør av Træna (ca. 75 km sør for det undersøkte området) har SINTEF Petroleum Research (tidligere IKU) kartlagt sedimentære bergarter avsatt i perm og tidlig trias (Bugge et al. 2000). Utifra disse betraktningene fant vi det mest sannsynlig at de nedforkastede, lagdelte bergartene i Ternholmfjorden var avsatt i trias og perm. Det ble imidlertid presisert at alderen på, og sammensetningen av de sedimentære bergartene i Ternholmfjorden nord for Moholmen, kun kan bestemmes etter prøvetaking og/eller boring.

Det ble videre konkludert med at uansett alder eller litologi, var mulighetene for å kunne gjøre funn av olje eller gass i bergartene i Ternholmfjorden svært små/ikke tilstede, blant annet fordi bergartene her lå altfor grunt og uten feller der olje/gass kunne være oppsamlet.

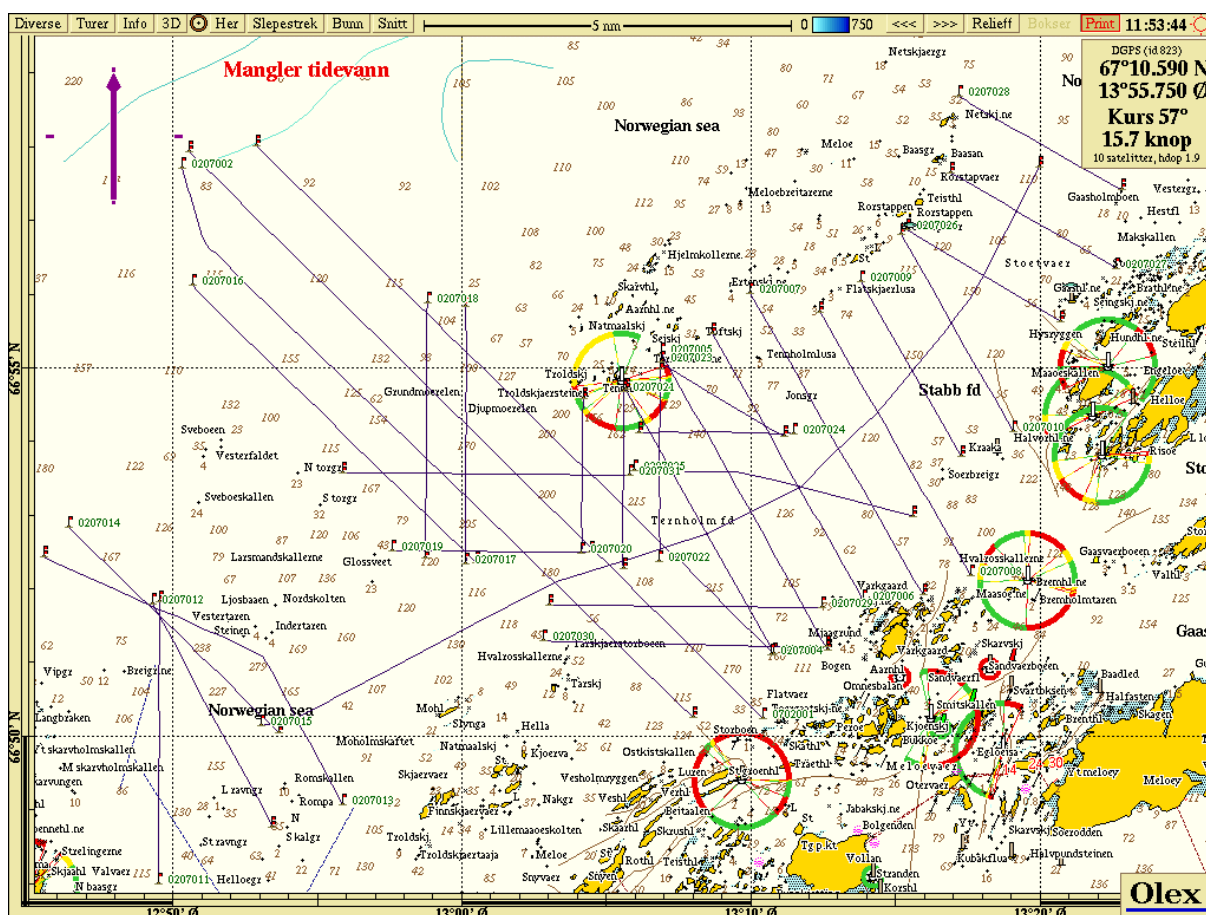
Formålet med de oppfølgende undersøkelsene i 2002-2003 har vært å foreta en videre kartlegging av forkastningsmønster og utbredelse av sedimentære bergarter, for på denne måten å få bedre kunnskap om bergartenes alder og deres eventuelle hydrokarbonpotensiale. I prosjektbeskrivelsen ble det derfor foreslått å foreta en kartlegging videre innover Ternholmfjorden, mot Stabbfjorden mellom Ternholman og Støttvær, samt i Valværffjorden (Fig. 1). I nordvestlig retning ble det foreslått å utvide profilnettut i området der det på kartblad Mo i Rana (1:250 000) er tegnet inn triasiske og muligens juraiske bergarter. På denne måten kunne man finne ut om bergartene i Ternholmfjorden hadde sammenheng med de sedimentære bergartene utenfor kysten, eller om de kun opptrådte i et isolert, nedforkastet basseng i Ternholmfjorden. For egen regning har NGU samlet inn løsblokker av sedimentære bergarter og utført datering av disse, samt kjøpt multistråledata for å finne ut hvor løsblokkene stammer fra.

2. DATAINNSAMLING OG METODER

Undersøkelsene (NGU tokt 0207) ble utført i tidsrommet 11.-16. august 2002 ved hjelp av NGUs forskningsfartøy FF Seisma (Appendiks 2). Værforholdene var generelt gode i toktperioden, og innsamlede data er derfor av høy kvalitet.

2.1 Seismiske, magnetiske og batymetriske data

I løpet av toktet ble det samlet inn 31 grunnseismiske linjer i området mellom 66°47'N-66°58'N og 12°45'Ø-12°24'Ø (Fig. 2, Kartbilag 03.004-01, Appendiks 3). Den samlede lengden av linjene er 256.5 km. Linjene ble orientert mest mulig vinkelrett på de antatte strukturelle retningene og bergartenes strøketretning i området. I tillegg ble det skutt forbindelseslinjer for å kunne korrelere seismikken fra linje til linje.



Figur 2. Seismiske linjer i Ternholmfjorden, Valværffjorden og Stabbffjorden.

Til den seismiske datainnsamlingen ble det benyttet en 40 kubikktommers sleevegun (luftkanon) med 3,5 sekunder mellom hvert skudd (7-9 m horisontal avstand mellom hvert

skuddpunkt ved 4,5 knops fart). Denne ble kjørt sekvensielt med boomer (Geopulse). Det reflekterte signalet ble innfanget ved hjelp av en Benthos hydrofonslange med 7,5 m aktiv del. De seismiske dataene ble uttegnet på to kanaler på en EPC 9800 termisk skriver. Kanal A ble benyttet til uttegning av boomerdata i frekvensområdet 600-3000 Hz, mens Kanal B ble benyttet til uttegning av sleevegundata i frekvensområdet 100-600 Hz. For begge kanalene ble det benyttet en registreringstid pr. skudd (sweep) på 0,5 s. I tillegg til den analoge utskriften ble de seismiske dataene lagret digitalt ved hjelp av "Topas".

Med den valgte innstillingen av seismikkutskriften kan vi på datasettet innsamlet med sleevegun se ca. 0,2 s TWT (0,2 sekunder to-veis gangtid) ned i de sedimentære bergartene. Hvis vi antar at lyd hastigheten i disse bergartene er 3500 m/s, tilsvarer dette ca. 350 m. En lyd hastighet på 3500 m/s ble også benyttet ved utregning av strøk og fall (i krysningspunkter mellom seismiske linjer) i den sedimentære lagpakken. Ved omregning av mektighet fra sekunder TWT til meter i den kvartære lagpakken (løsmassene) kan en benytte en lyd hastighet på 1600-1700 m/s for siltig leire og 2000 m/s for morenemateriale.

Marine magnetometerdata (Kartbilag 03.004-02) ble samlet inn parallelt med seismikken, da slike data i enkelte tilfeller kan være til hjelp for lokalisering av forkastninger og bergartsgrenser. Til innsamling av digitale magnetometerdata ble det benyttet et GSM-19M Overhauser protonmagnetometer. I tillegg har vi studert flymagnetiske data tidligere innsamlet av NGU (Kartbilag 03.004-02).

Vanddyb ble målt langs alle seismiske linjer og lagret digitalt. Fra Statens kartverk, Sjøkartverket, ble det i tillegg anskaffet et sett høyoppløselige batymetridata målt med multistråleekkolodd, for derved å kunne studere havbunnsformer og sedimenttransportretninger (se Kapittel 2.2).

Posisjonering av de seismiske linjene ble utført ved hjelp av differensiell GPS. Det antas at nøyaktigheten i posisjonering av hvert enkelt skuddpunkt er bedre enn 10 m.

2.2 Prøvetaking av løsblokker

I løpet av den seismiske kartleggingen ble det observert at sedimentære bergarter er mer eller mindre eksponert flere steder på havbunnen langs nordsiden av Ternholmfjorden og Stabbfjorden, og at de opptrer inntil 200-300 m fra de nærmeste holmer og skjær ved Kallsholmen og Teistholmen/Rorstappen (Fig. 1, se under). Det ble antatt at fragmenter av disse bergartene kunne være skrapet opp fra havbunnen av et overliggende isdekke, for deretter å bli avsatt på holmer og skjær i isbevegelsesretningen. Ut fra en antatt isbevegelsesretning fra SØ mot NV ved slutten av siste istid, ble det benyttet en halv dag til blokkleting på øyrekken nordvest for Ternholmfjorden/Stabbfjorden.

Mange sedimentære bergartsblokker/rullesteiner ble funnet på Kallsholmen og Rorstabben, mens noen få ble funnet på Store Flatskjeret (Fig. 1). På grunn av plass- og vektbegrensning i gummibåten ble blokker kun tatt med fra Kallsholmen (15 stykker) og Rorstabben (20 stykker). Samlet vekt på prøvene er ca. 200 kg. På Rorstabben ble det funnet mange flere blokker enn de vi kunne frakte med oss. Av det innsamlede prøvematerialet har vi beskrevet og aldersdatert 5 prøver fra Kallsholmen og 5 prøver fra Rorstabben. Resultatene er presentert i Kapittel 8.

3. BATYMETRI

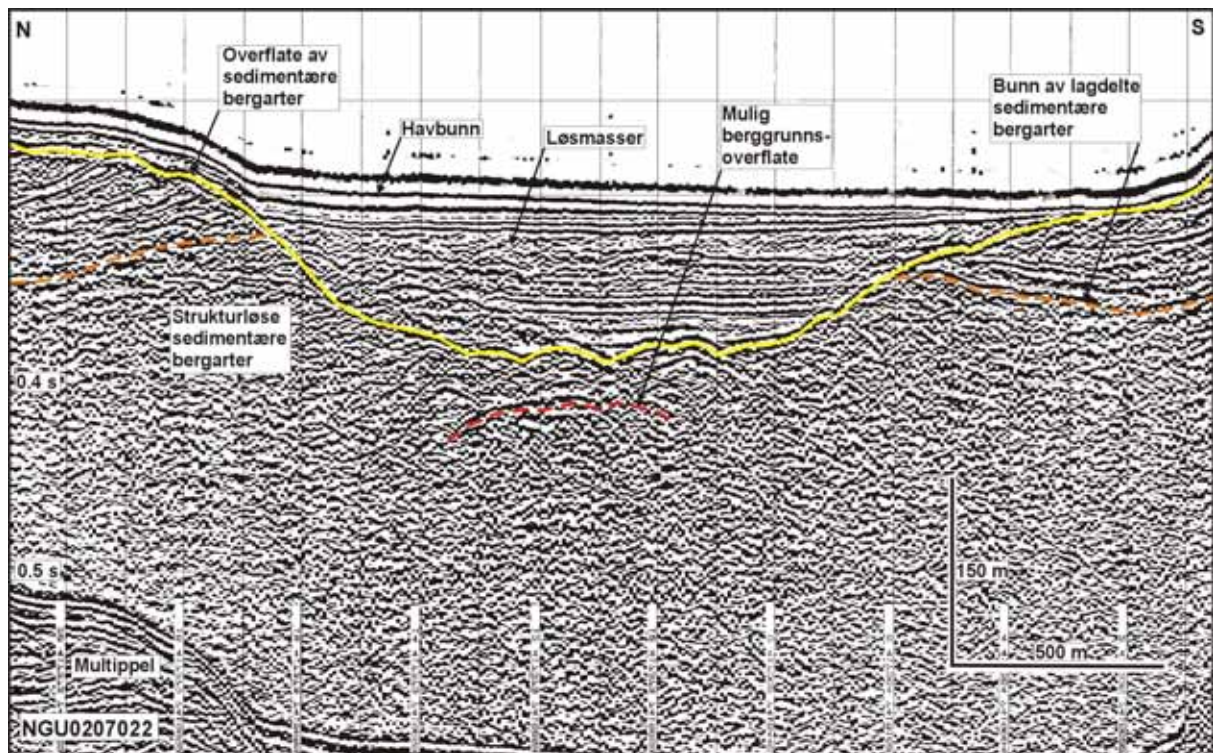
Største vanndyp i Ternholmfjorden er 215 m, målt sentralt i fjorden mellom Ternholman og Flatværet (Fig. 2). Vanndypet avtar gradvis i alle retninger. I dypålen nord for Moholman er største vanndyp ca. 130 m. I dypålen nordvest for Støttvær er vanndypet 100-110 m. I den nordvestlige del av Ternholmfjorden er vanndypet langs dypålen rundt 150 m. I Valvær fjorden har en store dybdevariasjoner, med største dyp på 279 m, målt rett sør for Ljosbåen, vest-nordvest for Moholmen.

4. UTBREDELSE OG MEKTIGHET AV LØSMASSER

Innen det undersøkte området finnes kvartære løsmasser av varierende tykkelse. De største mektighetene, ca. 100 m, finnes i den sørlige delen av Ternholmfjorden, vest for Varkgård (Fig. 3, Kartbilag 03.004-03). Mektigheter over 100 m opptrer også i den nordvestligste del av undersøkelsesområdet, nordvest for Ternholman. Ellers finnes lokale maxima på ca. 80 m midt mellom Moholmen og Ternholman i Ternholmfjorden, nordvest for Støttvær i Stabbfjorden, og vest-nordvest for Moholmen i Valvær fjorden.

I store områder ligger det tynt med kvartære avsetninger over de sedimentære bergartene, og enkelte steder er disse eksponert på havbunnen. Dette gjelder først og fremst nordøst for Moholmen og langs nordvestsiden av Ternholmfjorden/Stabbfjorden, mellom Kallsholmen og Nettskjeran.

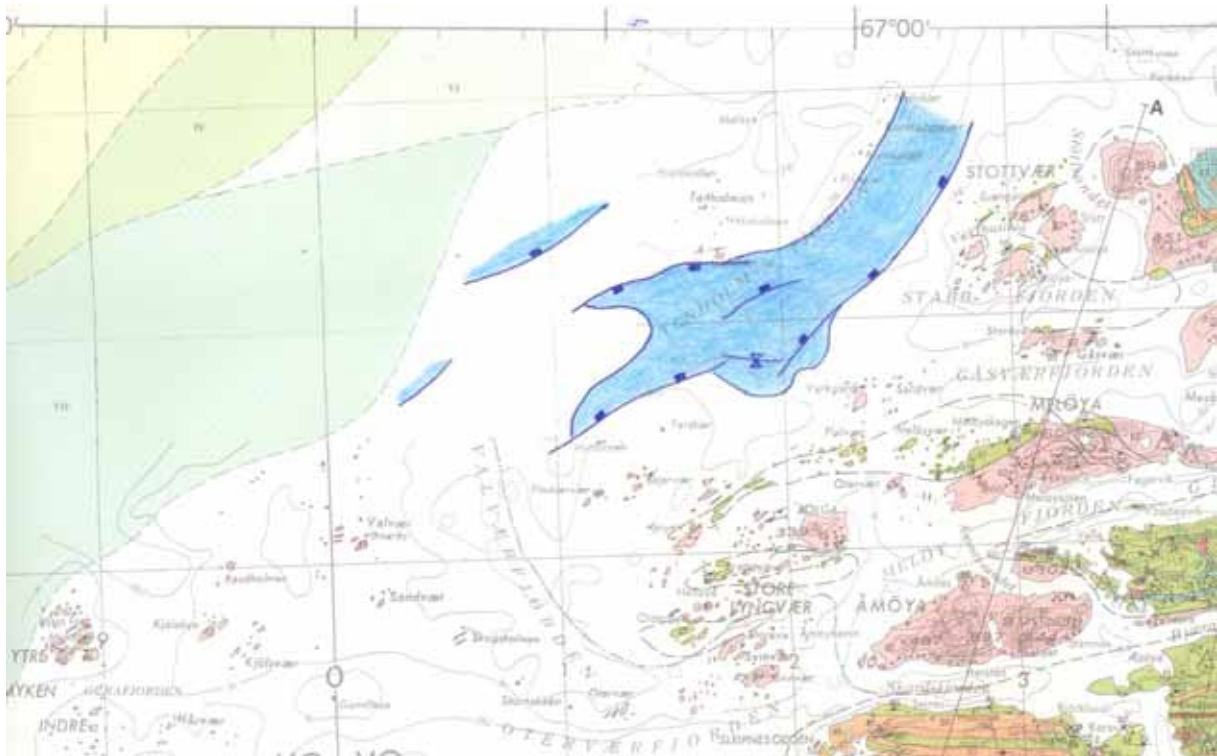
Løsmassene består hovedsaklig av glasimarin, siltig leire, avsatt da isen trakk seg tilbake fra området for 12-13 000 ¹⁴C-år siden (Olsen 2002) og marin, siltig leire, avsatt i løpet av de siste 12 000 ¹⁴C-år, etter slutten av siste istid. Noen steder ligger det morenemateriale (grus, sand, silt og leire påvirket av isbreer) som et tynt lag over fjell/sedimentære bergarter. Tykkere moreneavsetninger finnes først og fremst vest for Varkgård, i Ternholmfjorden, og i den nordvestligste del av undersøkelsesområdet.



Figur 3. Utsnitt av seismisk linje NGU0207022 fra Ternholmfjorden. Legg merke til den dype kvartære erosjonen og de mektige løsmassene i den sentrale delen av Ternholmfjorden, hvor det kun ligger et tynt lag med sedimentære bergarter bevart. Se Kartbilag 03.004-01 for stedfesting av den seismiske linjen.

5. UTBREDELSE OG MEKTIGHET AV SEDIMENTÆRE BERGARTER

Lagdelte, sedimentære bergarter ble funnet i Ternholmfjorden og Stabbfjorden, i et 40 km langt og sammenhengende område, som strekker seg fra nordvest for Moholmen i sørvest til mellom Støttvær og Rorstabbvær i nordøst (Fig. 4, Kartbilag 03.004-04). De sedimentære bergartene fortsetter videre nordøstover fra Støttvær, ut av området vi har undersøkt. Bassenget med sedimentære bergarter når en maksimal bredde i NV-SØ-retning på ca. 6 km, mellom Flatværet og Ternholman i Ternholmfjorden. Mot vest avsluttes bassenget i to kileformede strukturer, en nordvest for Moholmen, og en vest-sørvest for Kallsholmen. Et lite område med sedimentære bergarter opptrer mellom disse kilene, og et tilsvarende område finnes øst-nordøst for Kallsholmen.



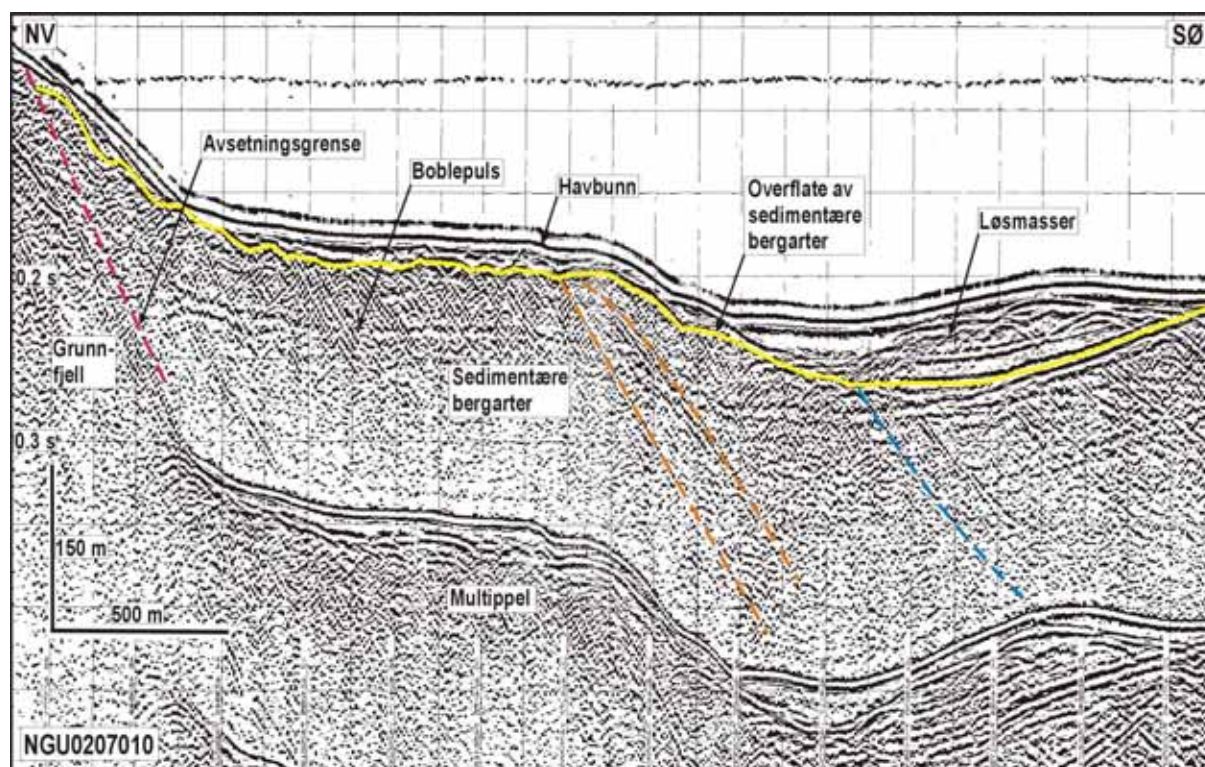
Figur 4. Utsnitt av berggrunnsgeologisk kart Mo i Rana (Gustavson & Gjelle 1991). Områdene med nykartlagte sedimentære bergarter er tegnet inn med blått. Forkastninger er markert med en fylt firkant på den nedforkastede siden, mens en foldestruktur i form av en synklinal er markert med trekant på hver side av synklinalaksen. Tegnforklaring (etter Gustavson & Gjelle 1991) i det nordvestre hjørnet av kartet: IV: undre kritt; VI: trias og jura; VII: trias.

Den sedimentære bergartspakken i Ternholmfjorden/Stabbfjorden når en tykkelse på flere hundre meter. På grunn av problemer med å se under 1. havbunnsmultippel (Fig. 5 og 6) er det vanskelig å si nøyaktig hvor tykk sekvensen er på det mektigste, men den er mer enn 400 m både i Ternholmfjorden og i Stabbfjorden. I Stabbfjorden kan tykkelsen være opp til ca. 800 m.

Sedimentære bergarter ble ikke påvist i Valvær fjorden. Derimot ble det funnet sedimentære bergarter vest-nordvest for Kallsholmen, også dette i et område hvor slike bergarter fra før har vært ukjent (Fig. 4, Kartbilag 03.004-04). Like vest og nord for dette området er det tidligere kartlagt bergarter av henholdsvis trias og jura alder (Gustavson & Gjelle 1991). Sørøstgrensen av disse bergartene har ikke vært skikkelig kartlagt tidligere. De geologiske forholdene vest og nord for Ternholman er fortsatt ikke skikkelig kartlagt i og med at vi kun har fire seismiske linjer som går ut i området. En grundig kartlegging her bør være en oppgave ved framtidige seismiske undersøkelser.

6. SEISMISK STRATIGRAFI

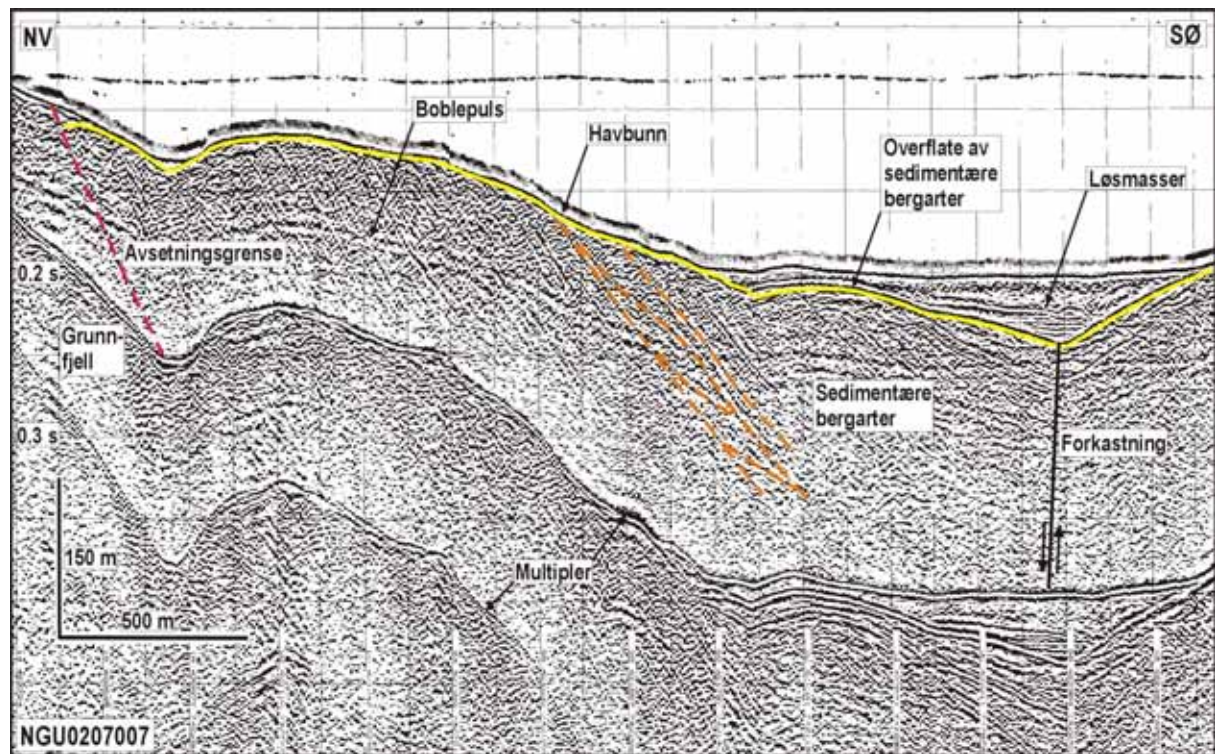
I Stabbfjorden kan vi foreta en inndeling av den sedimentære lagpakken i flere enheter ut fra karakteren på de seismiske signalene. Den nederste del av lagpakken, over den primære avsetningsgrensen mot grunnfjellet (Fig. 5 og 6), består av en godt lagdelt enhet med kraftige, reflektorer med lav amplitude. Vi er usikre på hvor lateralt utholdende reflektorene er på grunn av problemer med å se gjennom 1. multippel. I toppen av dette intervallet ligger det en prograderende (utbyggende) kile med bergarter, der interne reflektorer viser nedlapp og sedimenttransport mot nordvest (Fig. 5 og 6). Så kommer en relativt homogen enhet, med svake, høy-amplitude reflektorer. I bunnen av enheten viser reflektorene tydelig pålapp mot sørøst. Reflektorene i denne enheten er lateralt utholdende. Deretter kommer en ny enhet med kraftige, lav-amplitude reflektorer. Disse er mindre lateralt utholdende og parallelle enn i den underste enheten.



Figur 5. Utsnitt av seismisk linje NGU0207010 fra Stabbfjorden. Legg merke til kilen med sedimentære bergarter mellom de to oransje reflektorene. Denne indikerer sedimenttransport mot nordvest og trolig grunnmarine avsetningsforhold med utbygging av en kystlinje. Legg også merke til det relativt homogene intervallet, uten tydelige reflektorer, mellom den oransje og den blå reflektoren. Sedimentene over den oransje reflektoren er trolig avsatt i en periode med stigende havnivå og transgresjon mot sørøst. Se Kartbilag 03.004-01 for stedfesting av den seismiske linjen.

Vi antar at en lagpakke lignende den som finnes i Stabbfjorden også opptrer i Ternholmfjorden. I Ternholmfjorden er imidlertid de strukturelle forholdene mer kompliserte

(se Kapittel 7), noe som gjør det vanskelig å følge grensene mellom de ulike enhetene fra Stabbfjorden og inn i Ternholmfjorden.



Figur 6. Utsnitt av seismisk linje NGU0207007 fra Ternholmfjorden. Legg merke til sedimentkilene vist med oransje reflekterer. Disse reflekterer sannsynligvis utbygging av en kystlinje eller et delta, etterfulgt av en transgresjon, med stigende havnivå. Se Kartbilag 03.004-01 for stedfesting av den seismiske linjen.

7. STRUKTURGEOLOGI

De sedimentære bergartene i Ternholmfjorden og Stabbfjorden ligger bevart i et nedforkastet basseng. Yttergrensene av bassenget er dels definert av forkastninger og dels av primære avsetningskontakter (Fig. 4, Kartbilag 03.004-04).

En stor forkastning kan følges ca. 9 km i ØNØ-VSV-retning, fra ca. 2 km vest for Moholmen, til ca. 6 km øst-nordøst for Moholmen. Forkastningen passerer nordvest for Moholmen i en avstand på ca. 600 m. Forkastningen har fall mot nord-nordvest, og de sedimentære bergartene heller inn mot forkastningen med et fall på opptil 21°.

En annen stor forkastning kan følges ca. 14 km i NØ-SV-retning, fra ca. 2,5 km nordvest for Vargård til nordvest for Støtt. Forkastningen fortsetter videre nordøstover, ut av det kartlagte området. En nøyaktig plassering av forkastningen er vanskelig nordvest for Støtt. Det er imidlertid klart at denne grensen må være en forkastning, da de sedimentære bergartene heller mot sørøst, inn mot forkastningen.

Mellom disse to store forkastningene strekker de sedimentære bergartene seg lenger mot sørøst, i retning Varkgård. Her er grensen mot underliggende bergarter en primær avsetningskontakt. De sedimentære bergartene har en helning på opptil 26° mot nord-nordøst i den sørligste del av sedimentbassenget. En synklinal går i VNV-ØSØ-retning mellom de to store forkastningene, som danner et en-echelon mønster, dvs. at de virker til å være samme forkastning, men at det er et sidesprang mellom dem.

Mot nordvest er grensen av bassenget definert av en ca. 7 km lang forkastning i ØNØ-VSV-retning sør for Ternholman. Forkastningen passerer Kallsholmen Fyr i en avstand på bare 100-200 m. De sedimentære bergartene ligger nesten flatt langs hele forkastningen, men en svakt utviklet synklinal kan følges mer eller mindre kontinuerlig, og i vest avsluttes bassenget i denne.

Den vestlige avgrensningen av bassenget, mellom synklinalen sørvest for Kallsholmen og halvgraben nord for Moholmen, er definert av en primær avsetningskontakt, som går i en bue mot øst. Bue skyldes en berggrunnshøyde, som kan følge videre østover i bassenget i Ternholmfjorden. På nordsiden av høyden heller de sedimentære bergartene i nordlig retning, mens de heller i sørlig retning sør for høyden. Forkastninger med fall mot nord-nordvest og sør-sørøst opptrer langs henholdsvis den nordlige og sørlige flanken av høyden. Inne i buen, nord for Moholmen, ligger det sedimentære bergarter med fall mot sørøst i et område på ca. 1 km i diameter.

Fra ca. 1 km øst for Kallsholmen og videre nordøstover i Stabbfjorden er nordvestgrensen av sedimentbassenget en primær avsetningskontakt. Ved Rorstabben er det kun 200 m mellom holmene og avsetningskontakten. De sedimentære bergartene langs kontakten har et fall i sørøstlig retning på opptil 37°. Ca. 3 km øst-nordøst for Kallsholmen indikerer seismikken sedimentære bergarter i en liten halvgraben nord for den primære avsetningskontakten.

De nyoppdagede sedimentære bergartene vest-nordvest for Ternholman ligger bevart i et basseng med forkastningsgrense mot sørøst. Sannsynligvis går det en større forkastning i ØNØ-VSV-retning, men tolkningen er noe usikker på grunn av lite data. Ved utløpet av Valværffjorden ligger det tykke løsmasser rett over grensen mellom sedimentære bergarter og grunnfjell. På grunn av dette og maskering fra 1. multippel, kan vi ikke avgjøre om det her er en avsetningsgrense eller en forkastningsgrense.

8. LØSBLOKKER

Av de 35 innsamlede prøvene har vi beskrevet og aldersdatert 5 prøver fra Kallsholmen (Kallsholmen-1 til Kallsholmen-5) og 5 prøver fra Rorstabben (Rorstabben-1 til Rorstabben-

5). Ved utvelgelse av prøver for videre bearbeidelse valgte vi ut et så vidt og representativt spektrum av prøver som mulig.

8.1 Litologi

De innsamlede/bearbeidede prøvene består hovedsaklig av forskjellige typer sandstein, men også mer finkornete litologier som siltstein og leirstein opptrer. Bergartsprøvene har generelt et høyt kalkinnhold, og inneholder varierende mengder av skjell og kullfragmenter (Fig. 7). Tabell 1 oppsummerer litologien av de analyserte prøvene fra Kallsholmen og Rorstabben.



Figur 7. Eksempel på sedimentær løsblokk funnet på Kallsholmen. Prøven (Kallsholmen-4) består av grov sandstein med kullfragmenter.

Tabell 1. Litologi av analyserte prøver fra Rorstabben og Kallsholmen.

Rorstabben-1	Grå, finkornet, kalksementert, glimmerrik sandstien med skjell og en del kullfragmenter <10 cm.
Rorstabben-2	Røddlig, finkornet, godt sortert, glimmerrik sandstein med mange kullfragmenter <1 cm.
Rorstabben-3	Røddlig, fin-middelskornet, glimmerrik sandstein med kullfragmenter <3 cm og mange skjell (noen doble) <5 cm.
Rorstabben-4	Mørk grå, finkornet, kalkrik siltstein/kalkstein. Noen kullfragmenter <1 cm og skjell <1 mm. Rynkete struktur i bruddflaten av prøven.
Rorstabben-5	Lys grå, grov-veldig grov sandstein med skjellfragmenter <1 cm og kullfragmenter <2 cm.
Kallsholmen-1	Lys brungrå, homogen, kalkrik siltstein/leirstein med kullfragmenter <1 cm og skjellfragmenter <1 cm.
Kallsholmen-2	Grå, homogen, kalkholdig, fin-middelskornet sandstein med mm-store kullfragmenter.
Kallsholmen-3	Grå, homogen, kalkholdig siltstein med skjell <3 cm, noen doble.
Kallsholmen-4	Grå, lagdelt, medium-veldig grov sandstein full av kullfragmenter <15 cm.
Kallsholmen-5	Grå, grov sandstein med mange kullfragmenter <5 cm.

8.2 Aldersbestemmelse

Dateringene av løsblokkene er basert på deres innhold av syre-resistente mikrofossiler (palyomorfer), dvs. pollen, sporer og dinoflagellatcyster. Denne typen fossiler er de som er mest brukt til aldersdateringer av prøvemateriale fra borkjerner på kontinentalsokkelen fordi de 1) oftest er svært tallrike, selv i små mengder prøvemateriale, 2) er motstandsdyktige mot nedbryting, og 3) gjennomgående har en godt dokumentert utbredelse gjennom geologisk tid (stratigrafisk utbredelse). Mens pollen og sporer oftest har en relativt lang stratigrafisk utbredelse, og derfor sjelden kan brukes til å angi geologiske aldre med stor nøyaktighet, har de fleste av dinoflagellatcystene en kortere stratigrafisk utbredelse og er derfor bedre egnet til biostratigrafiske aldersbestemmelser. Begrensningen når det gjelder dinoflagellatcyster er at de er marine (med noen få unntak) og at de kan være relativt fåtallige i strandavsetninger eller deltaavsetninger.

Tabell 2 gir en oversikt over hvilke arter pollen, sporer og marint fytoplankton (dinoflagellatcyster og prasinophyter) som er funnet i løsblokkene fra Rorstabben og Kallsholmen.

Alle de analyserte prøvene fra Rorstabben (Rorstabben-1 til -4) og fra Kallsholmen (Kallsholmen-1 til -5) inneholder moderat til rikelig med palynomorfer. Pollen og sporer dominerer, men alle prøvene, med unntak av Rorstabben-4, inneholder også marint planteplankton. Funn av skjellfragmenter i prøve Rorstabben-4 tyder imidlertid på at også denne også kommer fra et marint avsetningsmiljø.

Prøvene Rorstabben-1, Rorstabben-2, Rorstabben-3, Kallsholmen-2 og Kallsholmen-3 er mest sannsynlig av sen mellomjura alder (Tabell 3, Appendiks 1). Disse inneholder tallrike *Baculitisorites*, *Cerebropollenites mesozoicus*, *Lycopodiumsporites* og bisaccat pollen, samt flere andre arter av pollen og sporer som er typisk for mellomjura. Tilsvarende mikrofloraer er godt dokumentert fra Ramsåformasjonen på Andøya (Vigran & Thusu 1975, Birkelund et al. 1978, Manum et al. 1991) og fra Fangstgruppen (Ile-, Not- og Garnformasjonene) på Haltenbanken (Pedersen et al. 1989). Marine palynomorfer i disse prøvene omfatter bl.a. *Escharispharidia* (alle prøvene), *Dissiliodinium* (Rorstabben-1 og Kallsholmen-2), *Evansia evittii* (Rorstabben-1) og *Cyclopsiella* (Rorstabben-2, Kallsholmen-2 og Kallsholmen-3). Forekomsten av *Evansia evittii* i prøve Rorstabben-1 antyder at denne ikke kan være eldre enn bathon. Forekomstene av *Cyclopsiella* i prøvene Rorstabben-2, Kallsholmen-2 og Kallsholmen-3 antyder at disse prøvene er av samme alder som Måsnykanformasjonen utenfor nordre Nordland (Nordland VI og VII, Smelror et al. 2001). De artene av *Cyclopsiella* som her er funnet i Rorstabben-2 og Kallsholmen-2 og -3 er ikke tidligere påvist fra andre steder enn i Måsnykanformasjonen, samt fra løsblokker av tilsvarende alder funnet i Sortlandsundet i Vesterålen (Davidsen et al. 2000). Prøven Rorstabben-3 inneholder ingen spesielle aldersdiagnostiske fossiler, men basert på tilsvarende litologi og den nære likheten med mikrofloraen i prøve Rorstabben-2 er det mest sannsynlig at disse er av samme alder.

Prøve Rorstabben-4 inneholder ingen marine mikrofossiler, men opptreden av *Callialasporites trilobatus* og *Cerebropollenites macroverrucosus* antyder at denne prøven er av midt- eller senjura alder.

Prøvene Rorstabben-5 og Kallsholmen-1 inneholder dinoflagellatcyster som antyder en senjura alder for disse prøvene. Forekomsten av *Gochteodinia mutabilis* i prøve Rorstabben-5 peker mot en entydig volga alder basert på den stratigrafiske utbredelsen beskrevet for denne arten av Hardenbol et al. (1998), mens funnet av *Tehamadinium evitti* i Kallsholmen-5 tyder på en volga alder også for denne prøven basert på kjent utbredelse for denne arten (Riding & Thomas 1992).

Alderen på prøve Kallsholmen-4 kan avgrenses basert på forekomsten av dinoflagellatcystene *Sirmiodinium grossii*, som gir en alder ikke eldre enn midtre bathon, og *Nannoceratopsis pellucida*, som ikke forekommer i avsetninger yngre en kimmeridge (Riding & Thomas 1992). Alderen på Kallsholmen-5 kan avgrenses til callov-kimmeridge basert på forekomsten av *Gonyaulacysta jurassica* og *Rhynchodiniopsis cladophora*.

Tabell 2. Analyser av mikrofossiler (palynomorfer) i sedimentære løsblokker fra Rorstabben og Kallsholmen. Merk at prøvenavn er forkortet.

Pollen og sporer	R-1	R-2	R-3	R-4	R-5	K-1	K-2	K-3	K-4	K-5
<i>Araucariacites australis</i>	x		x	x	x		x	x		x
<i>Baculitisorites</i> spp.	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Bisacat pollen</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>Callialasporites trilobatus</i>				x		x	x		x	x
<i>Cerebropollenites macroverrucosus</i>	x	x		x	x	x	x	x	x	x
<i>Clavatipollenites hughesii</i>									x	
<i>Corollina</i> spp.					x		x		x	x
<i>Contignisorites cooksonii</i>										x
<i>Deltoidospora crassexina</i>			x							
<i>Deltoidospora minor</i>	x			x	x	x	x	x	x	x
<i>Krauselisorites</i> sp.	x									
<i>Lycopodiumsprites</i> spp.	x	x	x			x	x	x		x
<i>Lycopodiumsporites austroclavatidites</i>	x	x	x		x			x		x
<i>Lycopodiumsporites semimuris</i>							x	x	x	
<i>Marattisorites scabrosus</i>							x			
<i>Matonisorites crassiangulatus</i>	x									
<i>Neoraistrica truncata</i>	x									
<i>Perinopollenites elatoides</i>	x	x	x	x	x					
<i>Polypodiisorites polymicroforatus</i>	x									
<i>Retusotriletes cf. mesozoicus</i>		x	x							
<i>Stereisorites seebergensis</i>		x	x				x	x		
<i>Sestrosporites pseudoalveolatus</i>					x					x
<i>Striatella jurassica</i>	x									
<i>Trachysporites asper</i>		x								
Marint fytoplankton										
<i>Caddasphaera halosa</i>	x									
<i>Chlamydothorella</i> sp.					x					
<i>Cyclopsiella</i> spp.		x					x	x		
<i>Dissiliodinium</i> spp.	x						x			
<i>Escharisphaeridia</i> spp.	x	x	x					x	x	
<i>Escharisphaeridia pocockii</i>					x		x	x		
<i>Evansia evittii</i>	x								x	
<i>Gochteodinia mutabilis</i>					x					
<i>Gonyaulacysta jurassica</i>										x
<i>Jansoniasphaera</i> sp.	x									
<i>Leiosphaeridia</i> spp.	x									
<i>Micrhystridium</i> sp.							x			
<i>Nannoceratopsis pellucida</i>									x	
<i>Pluriarvalium osmingtonense</i>										x
<i>Rhynchodiniopsis cladophora</i>										x
? <i>Senoniasphaera</i> sp. A							x			
? <i>Sentusidinium</i> spp.		x								
<i>Sirmiodinium grossii</i>						x				
<i>Tasmanites</i> spp.							x		x	x
<i>Tehamadinium evittii</i>						x				
<i>Valensiella ovula</i>							x			x

Tabell 3. Biostratigrafisk alder av sedimentære løsblokker fra Rorstabben og Kallsholmen. Merk at alle prøvene med unntak av Rorstabben-4 inneholder marine mikrofossiler. Alle prøvene synes å være av jura alder, med hovedvekt på sen mellomjura (Rorstabben-1, Rorstabben-2, Rorstabben-3, Kallsholmen-2, Kallsholmen-3). Rorstabben-5 og Kallsholmen-1 inneholder dinoflagellatcyster fra senjura (volga).

Prøvenummer	Lithologi	Biostratigrafisk alder
Rorstabben-1	Grå sandstein	Bathon-?callov
Rorstabben-2	Rødlig sandstein	?Bajoc-?callov
Rorstabben-3	Rødlig sandstein	?Bajoc-?callov
Rorstabben-4	Kalkrik siltstein/kalkstein	Midt- eller senjura
Rorstabben-5	Grov, grå sandstein	Volga
Kallsholmen-1	Kalkrik siltstein/kalkstein	Volga
Kallsholmen-2	Grå sandstein	Bathon-?callov
Kallsholmen-3	Kalkholdig siltstein	?Bajoc-?callov
Kallsholmen-4	Grov, grå sandstein	Bathon-tidligste kimmeridge
Kallsholmen-5	Grov, grå sandstein	Callov-kimmeridge

8.3 Kildeområde

For å kunne avgjøre hvor løsblokkene med sedimentære bergarter funnet på Kallsholmen og Rorstabben stammer fra ble det besluttet å kjøpe inn batymetriske data innsamlet ved hjelp av multistråleekkolodd fra Norges kartverk, Sjøkartverket. Multistråledataene viser en isbevegelsesretning fra sørøst mot nordvest på slutten av siste istid. Denne trenden er spesielt tydelig i utløpet av Støttfjorden/Gåsværfjorden mot Stabbfjorden nord for Varkgård, og vest for Kallsholmen i Ternholmfjorden. Vi kan derfor med relativt stor sikkerhet slå fast at løsblokkene fra Kallsholmen stammer fra de sedimentære bergartene i Ternholmfjorden sørøst for Kallsholmen, og at løsblokkene fra Rorstabben stammer fra de sedimentære bergartene i Stabbfjorden sørøst for Rorstabben.

9. AVSETNINGSMILJØ OG STRATIGRAFISK KORRELASJON

Løsblokkene og de seismiske dataene gir oss en god indikasjon på avsetningsmiljøet for de sedimentære bergartene i Ternholmfjorden og Stabbfjorden.

Den underste, tydelig lagdelte enheten i Stabbfjorden representerer sannsynligvis marine sedimenter avsatt på et grunt sokkelområde, muligens med innslag av mer kystnære og kontinentale (avsatt på land) sedimenter. Alderen på løsblokkene indikerer at dette har skjedd i midtjura tid (etter 176 millioner år før nåtid). Det prograderende intervallet i toppen av denne enheten reflekterer trolig utbygging i nordvestlig retning av en kystlinje eller et deltasystem i en periode med relativ havnivåsenking (regresjon). Sedimentene i den prograderende sekvensen er trolig dominert av sandstein. Det høye innholdet av

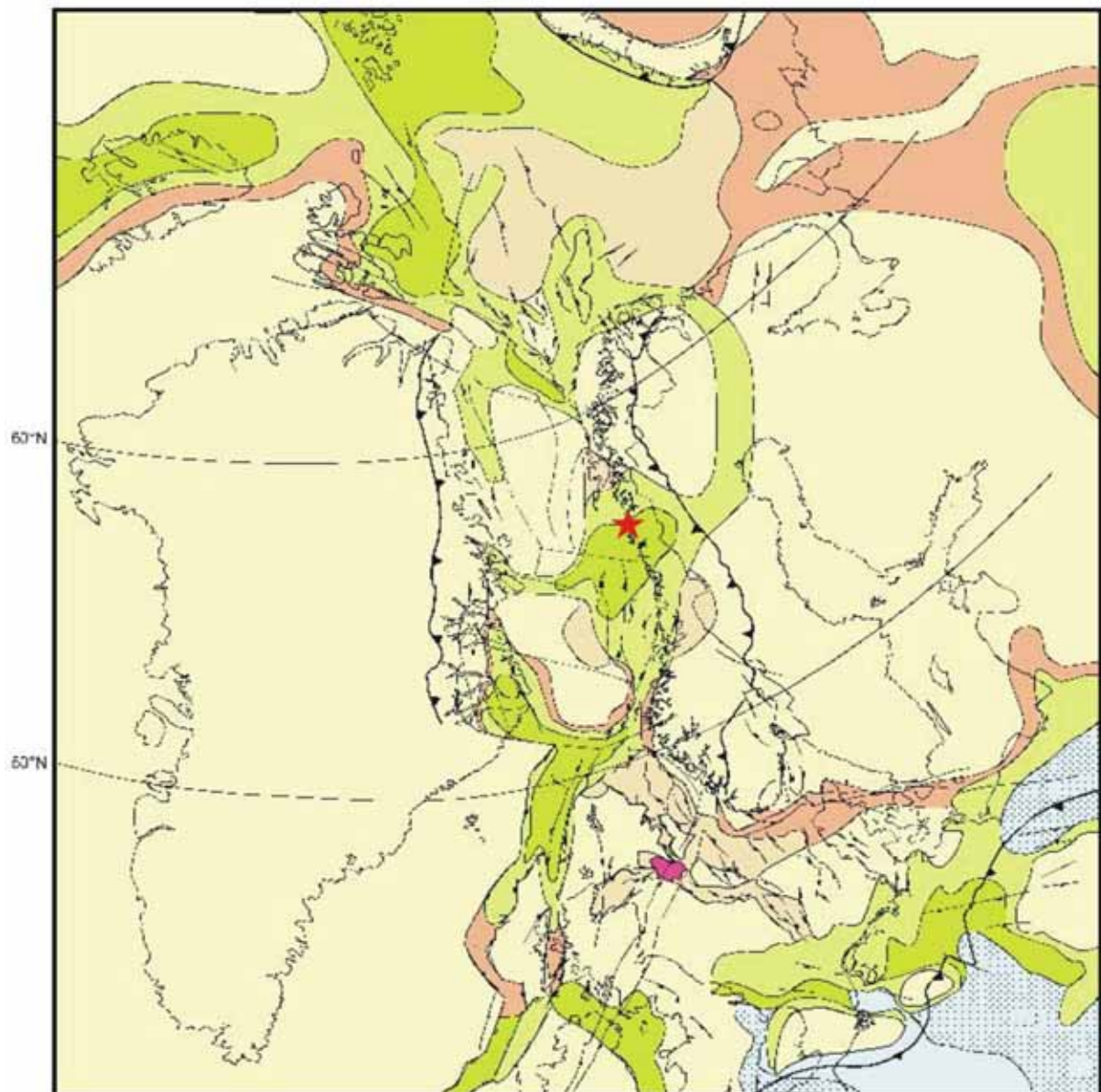
kullfragmenter i mange av de marine prøvene fra Ternholmfjorden/Stabbfjorden viser at en har hatt erosjon av sedimenter rike på plantemateriale, avsatt i deltaområder eller på elvesletter.

Etter avsetning av det prograderende intervallet har det kommet en havnivåstigning (transgresjon) og igjen overgang til et marint avsetningsmiljø. Vi tolker den homogene enheten med svake, relativt utholdende høy-amplitude reflektorer til å representere hovedsaklig marine, finkornige sedimenter.

Den øverste enheten i Stabbfjorden representerer muligens igjen et grunnmarint, kystnært avsetningsmiljø, kanskje med innslag av sedimenter avsatt på land. Alderen på løsblokker indikerer at disse sedimentene ble avsatt i senjura, inntil for ca. 142 millioner år siden.

I 1960 ble det gjort funn av belemnitter (fossile blekkspruter) fra mesozoikum (jura eller kritt, Appendiks 1) ved Svartisen (Grønlie 1973). Disse er funnet i løsmasser, men påstås også å være hamret ut av fast fjell, uten at det nøyaktige funnstedet er lokalisert. Grønlie (1973) konkluderte med at dersom de fleste fossilene stammer fra moreneavsetningene fra Østerdalsisen, er det en mulighet for at de kan stå i fast fjell i ganske store områder av Svartisplatået. I tillegg refererte Grønlie (1973) forhenværende bergmester K.L. Bøckman i Nordland, som kunne fortelle at det i 1909 også trolig ble funnet fossiler av belemnitter og ammonitter (en annen blekkspruttype) fra jordens mesozoikum ved undersøkelsesarbeider i Glomfjord. Hvis disse rapportene er riktige, innebærer det at bergarter fra jura og kanskje kritt opprinnelig var avsatt langt østover i Nordland, og muligens langt inn i Sverige.

En lignende tolkning er presentert av Brekke et al. (2001), som i kartframstilling over palaeogeografien i midtjura har tegnet Ternholmfjorden/Stabbfjorden beliggende nær grensen mellom kystnære/grunnmarine avsetningsforhold (hovedsaklig sandstein) i nord, og grunnmarine forhold med avsetning av mer finkornete sedimenter i Helgelandsbassenget i sør (Fig. 8). Kildeområder for sedimentene var ifølge Brekke et al. (2001) hevede landområder (domer) i Sør-Norge, Møre-/Vøringbassenget og mellom Nord-Norge (Troms/Finmark) og Grønland. Dannelsen av domer var en forløper til vulkansk aktivitet, oppsprekking av jordskorpa og havbunnspredning senere i jura, kritt og tertiær.



Figur 8. Palaeogeografisk rekonstruksjon fra midtjura (bajoc), tilsvarende den eldste daterte del av lagpakken i Ternholmfjorden/Stabbfjorden. Ternholmfjorden/Stabbfjorden (rød stjerne) er plassert i grenseområdet mellom kystnære og grunnmarine, sandige sediment i nord (lyseste grønnfarge), og grunnmarine, finkornige sediment i sør. Modifisert fra Brekke et al. (2001).

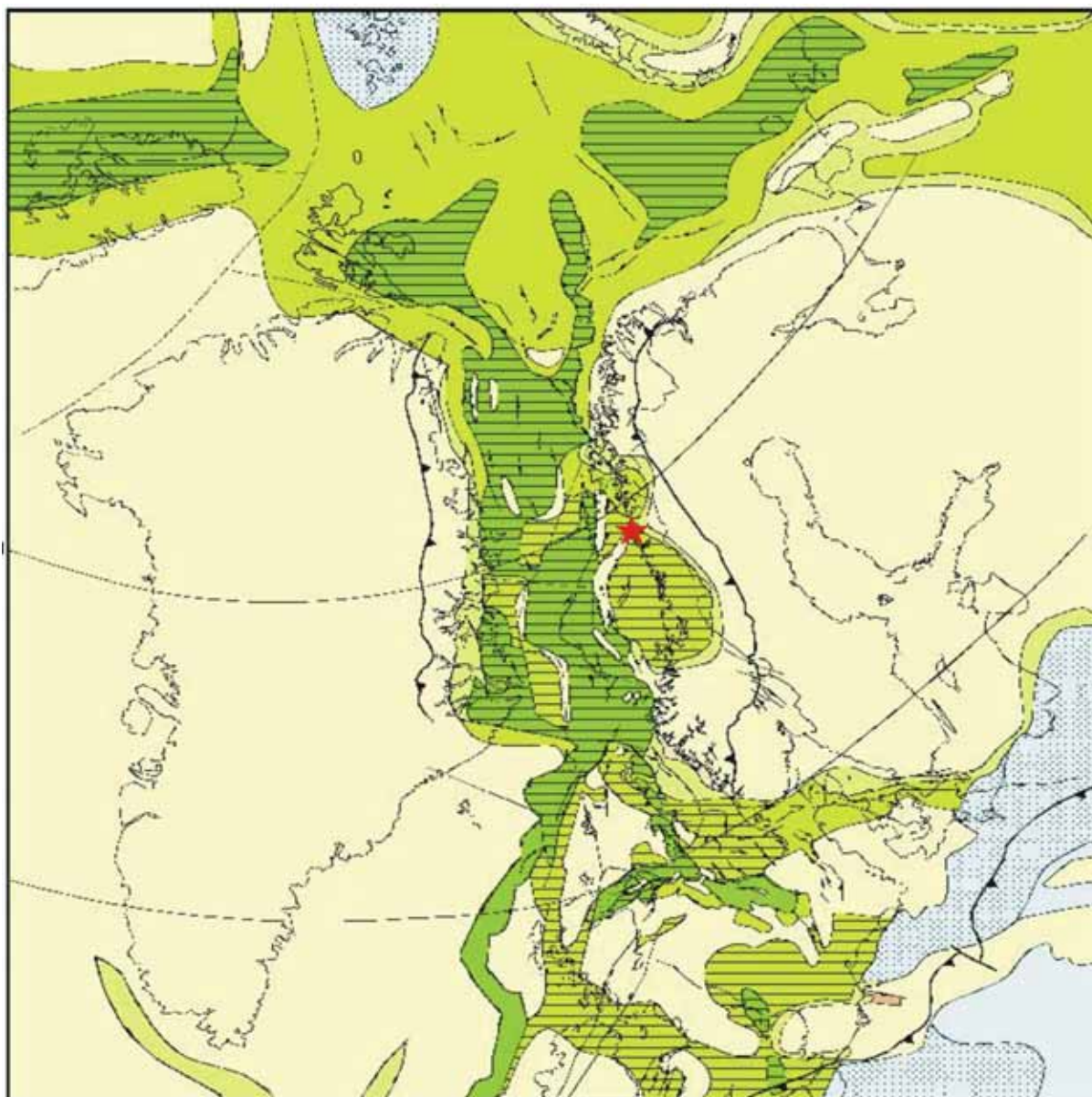
Ifølge Brekke et al. (2001) var forbindelsen langs oppsprekkingsaksen i Norskehavet, mellom havområdene i Norskehavet og havområdene i nord, lukket på grunn av domene mellom Norge og Grønland i midtjura. Dette er også foreslått av andre forfattere, f.eks. Dalland (1981), Larsen (1987), Doré (1992), Brekke et al. (1999) og Brekke (2000). Tolkningen støttes av data fra Andøya, som viser at det på denne tid (bajoc-bathon) var et delta ved Andøya med sedimenttilførsel fra vest, nord og øst (Dalland 1979, 1981). Litt lenger sørvest, i Sortlandsundet, er det kartlagt grunnmarine avsetninger fra midtjura (bathon-callov) (Davidsen et al. 2001) som ganske sikkert kan korreleres med avsetningene i Ternholmfjorden

og Stabbfjorden, avsatt på samme tid. Vi er usikre på om sedimentbassenget i Stabbfjorden strekker seg helt til Vestfjorden, øst for Grønna, men det er mye som tyder på at sedimentene langs marginene av Vestfjorden (Gustavson & Blystad 1995) kan korreleres direkte både i alder og avsetningsmiljø med de sedimentene som her er kartlagt.

I midtjura var det trolig en forbindelse mellom havområdene i Norskehavet og Barentshavet mot øst og nord, gjennom Sverige og Finland (Brekke et al. 2001). Våre data og observasjonene av mulige sedimentære bergarter fra Svartisen og Glomfjord kan indikere at dette er en riktig tolkning. De innsamlede prøvene fra Ternholmfjorden og Stabbfjorden og observasjonene fra Svartisen/Glomfjord indikerer avsetning av grunnmarine og kystnære sedimenter over hele området i midtjura. Seismikken viser at sedimentene i Ternholmfjorden/Stabbfjorden er tilført fra et område beliggende i sørøst.

De midtjuraiske sedimentene kan korreleres i alder og avsetningsmiljø med tilsvarende grunnmarine og kystnære avsetninger lenger sør langs kysten av Nordland og Trøndelag (Bugge et al. 1984, Gustavson & Bugge 1995, Sommaruga & Bøe, i trykk), i Beitstadfjorden (Bøe & Bjerkli 1989), Frohavet (Bøe 1991), og utenfor Møre og Romsdal (Smelror et al. 1994, Bøe & Skilbrei 1998). I disse områdene er det både boret og gjort funn av løsblokker som viser en veksling av kontinentale og grunnmarine avsetninger. Sedimentene er grovkornete, noe som indikerer at de kan korreleres med Garnformasjonen (bajoc-bathon) i Norskehavet. Garnformasjonen er imidlertid avsatt på prograderende, forgrenede deltalober med aktive elveprosesser og bølgepåvirkning (Dalland et al. 1988). Det er mulig at det prograderende intervallet vist i Fig. 5 og 6 (og muligens intervallet under) kan korreleres med Garnformasjonen, mens sedimentene i det transgressive intervallet rett over kan korreleres med den finkornede Melkeformasjonen (bajoc-oxford) i Norskehavet.

I senjura var Ternholmfjorden/Stabbfjorden ifølge Brekke et al. (2001) et område med avsetning av grunnmarine, finkornede, leirsedimenter rike på organisk materiale. Våre prøver fra dette tidsintervallet viser generelt grovere sedimenter. Dette kan skyldes at finkornede leirsteiner ikke lett lar seg erodere og transportere som blokker under iserosjon, og at de derfor er underrepresentert blant de innsamlede prøvene. Ternholmfjorden/Stabbfjorden er imidlertid plassert i et område der en kan forvente store variasjoner i sedimentasjonsforhold over relativt korte avstander. Like i øst har Brekke et al. (2001) indikert en sone med kystnære/grunnmarine avsetningsforhold dominert av sandstein, grensende mot det som på den tiden var et stort landområde lenger øst (Fig. 9). I sørvest har en den nordøstlige forlengelsen av Nordlandsryggen, som også var et landområde utsatt for erosjon i senjura. Jordskorpebevegelser (se Kapittel 10) forårsaket sannsynligvis store variasjoner i sedimentasjonsforhold langs Nordlandsryggen på denne tid.



Figur 9. Palaeogeografisk rekonstruksjon fra senjura (oxford-kimmeridge). Ternholmfjorden og Stabfjorden (rød stjerne) er plassert i et område med grunnmarine, finkornete sediment, nær området med kystnære og grunnmarine, sandige sediment (lyseste grønnfarge) i øst. Modifisert fra Brekke et al. (2001).

I senjura sank havbunnen samtidig som havnivået generelt økte, noe som førte til at stadig mer finkornete sedimenter ble avsatt under grunnmarine og dypmarine forhold. Leire med et høyt organisk innhold (Spekkformasjonen, oxford-ryazan) ble avsatt over store deler av Norskehavet. De yngste sedimentene i Ternholmfjorden/Stabfjorden er avsatt samtidig med Spekkformasjonen. I volga tid fulgte så en havnivåsenkning. Dette, samt jordskorpebevegelser, førte til at sandstein ble avsatt som submarine vifter lags forkastningsblokker, og som grunnmarine sandsteiner på kystsletter og i deltaområder. De overjuraiske sandsteinene i Ternholmfjorden/Stabfjorden kan delvis korreleres i alder og avsetningsmiljø med grunnmarine sandsteiner i Rognformasjonen (oxford-kimmeridge)

(Dalland et al. 1988), som opptrer utenfor kysten av Møre og Trøndelag. Disse har imidlertid en begrenset utbredelse både i tid (oxford-kimmeridge) og geografisk.

Vi vet ikke hvor mektig den juraiske sedimentære sekvensen kan ha vært og hvor dypt den har vært begravet under yngre bergarter før den har blitt erodert i senere faser av jura, kritt, tertiær og kvartær. Den lyse fargen på de syre-resistente mikrofossilene funnet i løsblokkene tyder imidlertid på lav modning og liten overlagering av sedimentene. I Beitstadfjorden lengst inne i Trondheimsfjorden (Bøe & Bjerkli 1989) kan det til sammenligning nevnes at de midtjuraiske sedimentære bergartene har vært begravet til et dyp på 1,8-2,3 km (Weisz 1992).

10. TEKTONISK UTVIKLING

I Stabfjorden ligger de sedimentære bergartene i en halvgraben, med en avgrensede forkastning langs sørøstmarginen av bassenget. I Ternholmfjorden er bergartene nedforkastet langs store forkastninger ved sørøstmarginen og nordmarginen av bassenget. Det er ikke gjort observasjoner som kan tyde på aktive forkastninger under avsetning av den underste (midtjuraiske) del av lagpakken. Når det gjelder den øverste del av lagpakken (overjura) er vi mer usikre på forholdene på grunn av komplisert stratigrafi, men heller ikke her er det gjort observasjoner av synsedimentær forkastningsaktivitet.

Det er derfor naturlig å anta at mesteparten av forkastningsaktiviteten har funnet sted i siste del av senjura og senere. Dette stemmer godt overens med tidligere tolkninger. Slutten av midtjura/starten av senjura innledet en fase med strekking (ekstensjon) av jordskorpen i Norskehavet (Blystad et al. 1995, Færseth 1996, Brekke et al. 2001). Hovedfasen med ekstensjon startet i sen oxford-tidlig kimmeridge, og varte til ryazan-valangin, i første del av tidlig kritt. Jordskorpebevegelsene (tektonikken) førte til en markert rejuvenering (fornyning) av topografien, med en komplisert utvikling av tektoniske høyder og bassenger i forskjellige størrelser. En av disse høydene er Nordlandsryggen, som strekker seg sørvestover fra Ternholman/Grønna, like nord for Ternholmfjorden/Stabfjorden. Store forkastninger oppstod som en følge av de tektoniske bevegelsene. Det er sannsynlig at forkastningene langs grensene av Stabfjorden og Ternholmfjorden, forkastningene nordvest for Ternholman, og en nyoppdaget forkastning på nordsiden av Grønna (Grønnaforkastningen, Olesen et al. 2002), som alle er mer eller mindre parallelle med Nordlandsryggen, skyldes tektoniske bevegelser i denne fasen.

11. HYDROKARBONPOTENSIALE

De sedimentære bergartene i Ternholmfjorden og Stabbfjorden består blant annet av juraiske sandsteiner. Basert på de store forekomstene av petroleum i jura-reservoarene på Haltenbanken, kunne disse teoretisk sett ha inneholdt hydrokarboner (olje og/eller gass). Vi anser imidlertid mulighetene for å finne hydrokarboner som meget små. Hovedårsakene til dette er:

- Det er ikke observert strukturelle feller, for eksempel antiklinaler eller lukninger mot forkastninger, hvor hydrokarboner kan være oppsamlet.
- De sedimentære bergartene ligger med et fall som gjør at eventuelle hydrokarboner som måtte ha vært til stede vil ha migrert oppover og lekket ut. Over de skrånede sedimentære bergartene ligger det ingen takbergart, som kunne ha hindret hydrokarboner i å lekke ut.
- Det er ikke observert stratigrafiske feller (sandsteinslag innelukket i tette leirsteiner), som teoretisk sett kunne ha inneholdt hydrokarboner.
- Det er ikke observert noen kildebergart (skifer eller leirstein rik på organisk materiale) som kan ha generert olje.
- Hvis en kildebergart likevel er tilstede i dette området, er det lite trolig at den noen gang har vært tilstrekkelig dypt nok begravet (vært utsatt for tilstrekkelig høye trykk og temperaturer over et langt nok tidsrom) til at hydrokarboner har blitt dannet.

12. KONKLUSJON

Sommeren 2002 utførte NGU refleksjonsseismisk kartlegging i Ternholmfjorden, Stabbfjorden og Valværffjorden i Meløy kommune, Nordland. Formålet med undersøkelsene var å foreta en videre kartlegging av forkastningsmønster og utbredelse av sedimentære bergarter påvist under en rekognoserende undersøkelse i 1998.

Lagdelt sedimentære bergarter med en mektighet på flere hundre meter ble funnet i Ternholmfjorden og Stabbfjorden i et 40 km langt, sammenhengende område, som strekker seg fra Moholmen i sørvest til mellom Støttvær og Rorstabbvær i nordøst. De sedimentære bergartene fortsetter videre mot nordøst, ut av området vi har undersøkt.

Bassenget med sedimentære bergarter når en maksimal bredde i NV-SØ-retning på ca. 6 km. Yttergrensene av bassenget er definert av forkastninger og primære avsetningskontakter. To store forkastninger, med et sidelengs sprang imellom, definerer sørøstmarginen av bassenget. En forkastning går også langs nordmarginen av bassenget i Ternholmfjorden

Bergartene ligger med en primær avsetningsgrense langs nordvestmarginen av bassenget i Stabbfjorden. Her er avstanden mellom sedimentære bergarter og de nærmeste skjær bare

200-300 m. På grunn av en antatt isbevegelsesretning mot nordvest i dette området på slutten av siste istid, ble det vurdert å kunne finnes oppskrapede blokker av sedimentære bergarter på disse holmene, og blokkleting ble utført. Denne ga positivt resultat, og det ble samlet inn 35 blokker med en samlet vekt på ca. 200 kg. Multistrålebathymetriske data fra Ternholmfjorden og Stabbfjorden viser en isbevegelsesretning fra sørøst mot nordvest, som sannsynliggjør at løsmasseblokkene stammer fra havbunnen sørøst for funnområdene.

Prøvematerialet er dominert av kalkholdig sandstein, i flere tilfeller med et høyt innhold av skjell og kullfragmenter. Analyser av mikrofossiler viser at prøvene er fra mellomjura og senjura (bajoc-volga), og at de i all hovedsak representerer grunnmarine og kystnære avsetninger. Det er første gang det er gjort funn av grunnmarine avsetninger fra senjura langs denne delen av Nordlandskysten.

Den underste, lagdelte enheten i Stabbfjorden representerer sannsynligvis marine sedimenter avsatt på et grunt sokkelområde, muligens med innslag av mer kystnære og kontinentale sedimenter. Det prograderende intervallet i toppen av enheten reflekterer trolig utbygging i nordvestlig retning av en kystlinje eller et deltasystem i en periode med relativ havnivåsenking. Det høye innholdet av kullfragmenter i mange av de marine prøvene fra Ternholmfjorden/Stabbfjorden viser at en har hatt erosjon av sedimenter rike på plantemateriale, avsatt i deltaområder eller på elvesletter. Etter avsetning av det prograderende intervallet har det kommet en havnivåstigning med avsetning av mer finkornete sedimenter. Den øverste enheten i Stabbfjorden representerer muligens igjen et grunnmarint, kystnært avsetningsmiljø, kanskje med innslag av sedimenter avsatt på land.

Det er ikke gjort observasjoner som kan tyde på aktive forkastninger under avsetning av den sedimentære lagpakken. Det er sannsynlig at mesteparten av forkastningsaktiviteten har funnet sted i siste del av senjura og første del av kritt, samtidig med hovedfasen av jordskorpestrekking i Norskehavet.

Vi ser ingen muligheter for å finne drivverdige forekomster av hydrokarboner i de juraiske bergartene i Ternholmfjorden og Stabbfjorden. Dette skyldes: 1) Det finnes ingen strukturelle feller, 2) Det finnes ingen takbergart, 3) Det er ikke observert noen kildebergart i området, 4) Det er lite trolig at en eventuell kildebergart har vært dypt nok begravet over et langt nok tidsrom til å kunne ha dannet hydrokarboner.

13. REFERANSER

Birkelund, T., Thusu, B. & Vigran, J. 1978. Jurassic-Cretaceous biostratigraphy of Norway, with comments on the British *Rasenia cymadoce* Zone. *Palaeontology* 21, 31-63.

Blystad, P., Brekke, H., Færseth, R.H., Larsen, B.T., Skogseid, J. & Tørudbakken, B. 1995: Structural elements of the Norwegian continental shelf, Part II: The Norwegian Sea Region. *Norwegian Petroleum Directorate Bulletin No. 8*, 45 pp.

Brekke, H. 2000: The tectonic evolution of the Norwegian Sea Continental Margin with emphasis on the Vøring and Møre Basins. In A. Nøttvedt et al. (eds.): *Dynamics of the Norwegian Margin*. Geological Society of London Special Publication 167, 327-378.

Brekke, H., Dahlgren, S., Nyland, B. & Magnus, C. 1999: The prospectivity of the Vøring and Møre basins on the Norwegian Sea continental margin. In A.J. Fleet & S.A.R. Boldy (eds.): *Petroleum Geology of Northwest Europe: Proceedings of the 5th Conference*. Geological Society, London, 261-274.

Brekke, H., Sjulstad, H.I., Magnus, C. & Williams, R.W. 2001: Sedimentary environments offshore Norway - an overview. In Martinsen, O.J. & Dreyer, T. (eds.): *Sedimentary Environments Offshore Norway - Palaeozoic to Recent*. NPF Special Publication 10, 7-37. Elsevier Science B.V., Amsterdam.

Bugge, T., Knarud, R. & Mørk, A. 1984: Bedrock geology on the mid-Norwegian continental shelf. In Norwegian Petroleum Society (ed.): *Petroleum Geology of the North European Margin*. Graham & Trotman, London, 271-283.

Bugge, T., Ringås, J.E., Leith, D.A., Mangerud, G., Weiss, H.M. & Leith, T.L. 2002: Upper Permian as a new play model on the Mid-Norwegian continental shelf; investigated by shallow stratigraphic drilling. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin* 86, 107-127.

Bøe, R. 1991: Structure and seismic stratigraphy of the innermost mid-Norwegian continental shelf: an example from the Frohavet area. *Marine and Petroleum Geology* 8, 140-151.

Bøe, R. & Bjerkli, K. 1989: Mesozoic sedimentary rocks in Edøyfjorden and Beitstadfjorden, central Norway: implications for the structural history of the Møre-Trøndelag Fault Zone. *Marine Geology* 87, 287-299.

Bøe, R. & Skilbrei, J.R. 1998: Structure and seismic stratigraphy of the Griptarane area, Møre Basin margin, mid-Norway continental shelf. *Marine Geology* 147, 85-107.

- Dalland, A. 1979: The Sedimentary Sequence of Andøy, Northern Norway - Depositional and Structural History. Proceedings, Norwegian Sea Symposium, Tromsø 1979. *Norwegian Petroleum Society NNS/26*, 1-31.
- Dalland, A. 1981: Mesozoic sedimentary succession at Andøy, northern Norway, and relation to structural development of the North Atlantic area. In J.W. Kerrand & A.J. Fergusson (eds.): *Geology of the North Atlantic Borderlands*. Canadian Society of Petroleum Geologists Memoir 7, 563-584.
- Dalland, A., Worsley, D. & Ofstad, K. 1988: A lithostratigraphic scheme for the Mesozoic and Cenozoic succession offshore mid- and northern Norway. *Norwegian Petroleum Directorate Bulletin No. 4*, 65 pp.
- Daividsen, B., Smelror, M., Ottesen, D., 2001: Et nyoppdaget mesozoisk basseng i Sortlandsundet, Vesterålen. *Geonytt, NGFs XVII Vinterkonferanse, Oslo 8-10. januar 2001, Program & sammendrag*, 42-43.
- Doré, A.G. 1992: Synoptic palaeogeography of the North Atlantic Seaway: late Permian to Cretaceous. In J. Parnell (ed.): *Basins on the Atlantic Seaboard*. Geological Society of London Special Publication 62, 421-448.
- Grønlie, A. 1973: Fossile blekkspruter funnet ved Svartisen. Årbok for Rana 1973, 65-70.
- Gustavson, M. & Gjelle, S.T. 1991: Geologisk kart over Norge. Berggrunnskart MO I RANA, M 1:250 000. Norges geologiske undersøkelse.
- Gustavson, M. & Blystad, P. 1995: Geologisk kart over Norge, berggrunnskart BODØ, M 1:250 000. *Norges geologiske undersøkelse*.
- Gustavson, M. & Bugge, T. 1995: Geologisk kart over Norge, berggrunnskart VEGA, M 1:250 000. *Norges geologiske undersøkelse*.
- Hardenbol, J., Thierry, J., Farley, M.B., Jacquin, T., de Graciansky, P.-C. & Vail, P.R. 1998: Mesozoic and Cenozoic sequence chronostratigraphic framework of European Basins. In P.-C. de Graciansky et al. (eds.): *Mesozoic and Cenozoic Sequence Stratigraphy of European Basins*. SEMP Special Publication No. 60, 3-13 (+App.).
- Larsen, V.B. 1987: A synthesis of tectonically-related stratigraphy in the North Atlantic-Arctic region from Aalenian to Cenomanian time. In A.G. Kostler & S.Olaussen (eds.): *Tectonics and Deposition in Sedimentary Basins*. Norsk Geologisk Tidsskrift 67, 295-322.
- Manum, S.B., Bose, M.N. & Vigran, J.O. 1991. The Jurassic flora of Andøya, northern Norway. *Review of Palaeobotany and Palynology* 68, 233-256.

Olesen, O., Lundin, E., Nordgulen, Ø., Osmundsen, P.T., Skilbrei, J.R., Smethurst, M., Solli, A., Bugge, T. & Fichler, C. 2002: Bridging the gap between the onshore and offshore geology in northern Norway utilizing potential field data. *Norwegian Journal of Geology* 82, 243-262.

Olsen, L. 2002: Mid and Late Weichselian, ice-sheet fluctuations northwest of the Svartisen glacier, Nordland, northern Norway. *Norges geologiske undersøkelse Bulletin* 440, 39-52.

Pedersen, T., Harms, J.C., Harris, N.B., Mitchell, R.W. & Tooby, K.M. 1989. The role of correlation in generating the Heidrun Field geological model. In Collinson, J.D. (ed.), *Correlation in Hydrocarbon Exploration*, 327-338. Norwegian Petroleum Society (Graham & Trotman).

Riding, J.B. & Thomas, J.E. 1992: Dinoflagellate cysts of the Jurassic System. In A.J. Powell (ed.): *A Stratigraphic Index of Dinoflagellate Cysts*, 7-98. Chapman & Hall, London.

Smelror, M., Jacobsen, T., Rise, L., Skarbø, O., Verdenius, J.G. & Vigran, J.O. 1994: Jurassic to Cretaceous stratigraphy of shallow cores on the Møre Basin Margin, Mid-Norway. *Norsk Geologisk Tidsskrift* 74, 89-107.

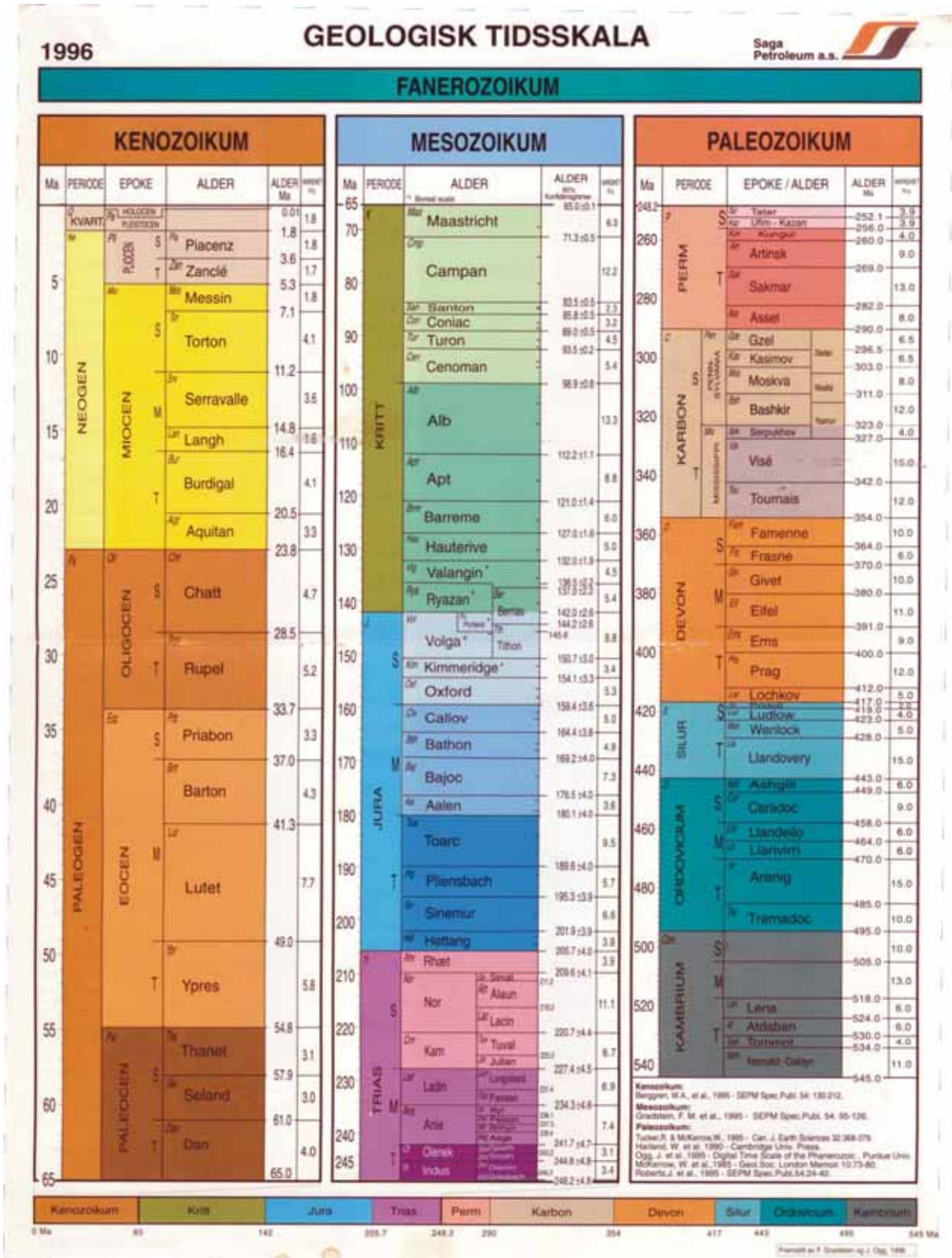
Smelror, M., Mørk, M.B.E., Mørk, A., Løseth, H. & Weiss, H.M. 2001. Middle Jurassic-Lower Cretaceous transgressive-regressive sequences and facies distribution off Troms, northern Norway. In Martinsen, O.J. and Dreyer, T. (eds.): *Sedimentary Environments Offshore Norway -Palaeozoic to Recent*. NPF Special Publication 10, 211-232.

Sommaruga, A. & Bøe, R. (i trykk): Geometry and subcrop maps of shallow Jurassic basins along the Mid-Norway coast. *Marine and Petroleum Geology*.

Vigran, J.O. & Thusu, B. 1975. Illustrations and Distribution of the Jurassic Palynomorphs of Norway. NTNF's Continental Shelf Project, Publ. No. 65, 55 pp.

Weisz, G. 1992: An investigation of Jurassic coals from Haltenbanken and Beitstadfjorden: A comparison of composition and maturity. Unpublished diploma thesis, University of Trondheim, 79 pp.

APPENDIKS 1



APPENDIKS 2



ORIENTERING OM NGUs FORSKNINGSFARTØY F/F "SEISMA"

Hovedspesifikasjoner

Byggeår:	1985
Verft:	West Products A/S, 6718 Deknepollen
Materiale skrog/overbygg:	Sandwich/Divinycell
Lengde oa.:	16,8 m (55 fot)
Dypgang maks:	Ca. 1,5 m
Tonnasje:	34 brt.
Kallesignal:	JWOG
Hastighet under transport:	Ca. 16 knop
Hastighet under profilering:	4-6 knop
Aksjonsradius:	450-500 n.mil

Innredning

Styrehus:	Arbeidsplass for føring av fartøy, automatisk navigasjon og kjøring av seismikk. Fri sikt 360 grader.
Arbeidsrom:	I plan med akterdekk, ca. 8 m ² .
Innkvartering:	3 stk. lugarer á 1 person, messe, pantry, WC, dusj (besetning 3 personer).
Akterdekk:	Ca. 24 m ² .

MASKINER, STRØMFORSYNING M.M.

2 stk. Scania DSI 11 á 350 HK/2100 RPM, hver tilkoblet hydraulisk vridbare propeller.
Stamford Isuzu dieselaggregat, 18 kw 3-fase, 220 V/AC
Transformator for 380 V, 3-fase uttak
Frekvensomformer for variable turtall for el.motorer (380 V, 3-fase)
35 amp. generator, 24 V/DC (start)
35 amp. generator, 24 V/DC (forbruk)

Hydraulisk system for drift av:

Bauer høytrykkskompressor 600 l/min. 200 bar (luftkanon)
Tallmek baugpropell, 30 HK
Effer dekkskran 2.6 t/m med winch, 400 kg
Prøvetakingswinch m/spoleapparat og fri-fall, 5 tonn
Prøvetakingswinch, 1 tonn
Ankerwinch
Bunkers: Diesel 3.500 l
Ferskvann 1.000 l

NAVIGASJONSINSTRUMENTER

Simrad CP40 kartplotter
Anshütz gyrokompass m/AD converter for radar
Robertson AP9 autopilot
Furuno FCR 1411, fargeradar m/dagslysskjerm og 2 variable avstandsringer
Furuno FR 240, radar med en variabel avstandsring
Furuno fargeekkolodd
Hocom Famita Good VHF-radio m/sel.call. nr. 90144.
Stornomatic NMT. Tlf. nr. 947 27052

SURVEY-INSTRUMENTER

Posisjonering

Ashtech GPS12
Trimble Navbeacon radio med standard RTCM utgang, for mottak av referansedata fra Kartverkets SATREF-system sendt over Kystverkets radiofyr.
RDS -radio med RTCM utgang, for referansedata sendt over NRK P2.
PC m/software fra tidligere Kongsberg Diffstar

Vanddypsmåling

Simrad EA 400, 2 kanaler; 200 kHz / 7°, 38 kHz / 13°
Olex kartplotter med dybderegistrering

Magnetometer

GSM-19M overhauser protonmagnetometer med 100m kabel

Seismikk

"Boomer"-kilde "High Resolution Sound Source", modell 5813 B, 280 Joule
Topas (Topographic Parametric Sonar), høyoppløselig skroffestet kilde og hydrofon.
Sleevegun, 15-40 kubikktommer
Benthos hydrofonslanger, 7,5 m
4-kanals hydrofonslange, Fjord Instruments, 24 m
Analogt prosesserings-system m/int.trigg, bandpass-filer 20-2400 Hz. TVG og TVF funksjoner og lineær forsterkning 0-80 dB
Analogt bandpass filter, 1-9999 Hz, lineær forsterkning 10-70 dB
Digital logging av seismikk med posisjon og tid, i tillegg kontroller for Topas:
 SUN Sparc 20 arbeidsstasjon m/ analog og digital filterenhet 4-kanaler.
 DAT- tape stasjon for lagring av data på Topasformat eller S-SEG Y format
EPC 3200, grafisk skriver
EPC 9800, termisk skriver
IBM kompatible 486-PC'er for logging av posisjoner, ekkolodd og magnetometer

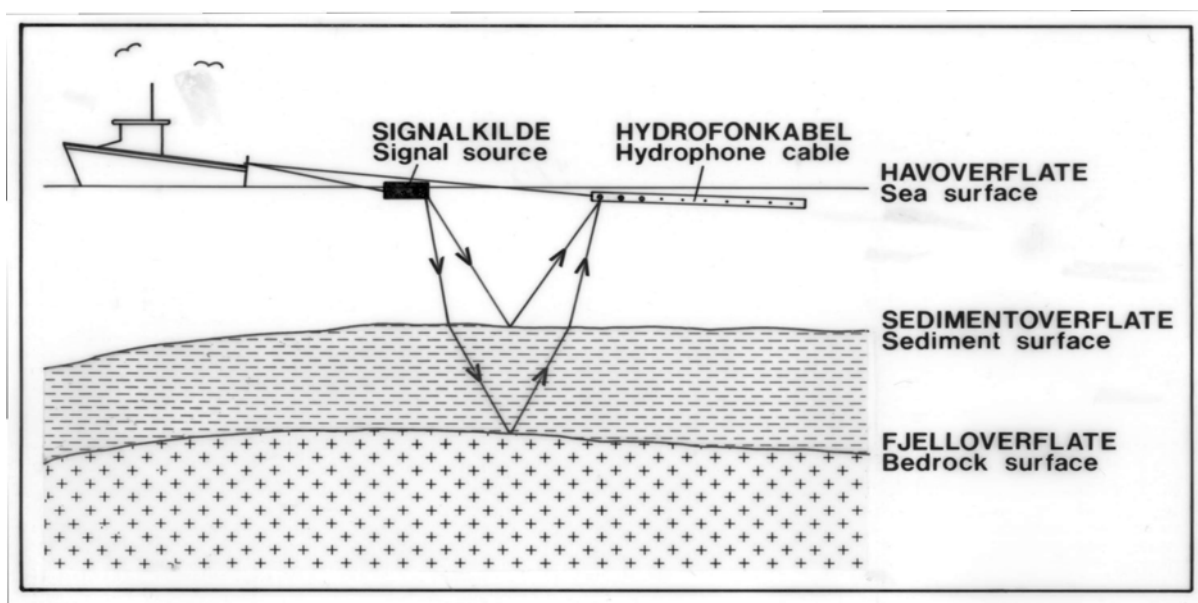
Prøvetakingsutstyr

Gravitasjonsprøvetaker, 63 mm, vekt maks. 300 kg.
Modifisert Niemistöe prøvetaker, 63 mm
Vibrasjonsprøvetaker, 63 mm, 75 mm og 110 mm
Grabb, 70 kg

APPENDIKS 3

REFLEKSJONSSEISMISKE MÅLINGER

Ved den refleksjonsseismiske målemetoden sendes en seismisk bølge (lydpuls) ut fra ett punkt, og mottas i et annet punkt. I praksis skjer dette ved at det sendes lydsignaler ut fra en lydkilde. Lyden vil forplante seg i mediet den sendes ut i, for så å reflekteres ved overgangen til et annet medium og bli registrert som en seismisk reflektor. Mottak av det reflekterte signalet skjer ved hjelp av en hydrofonkabel (lyttekabel).



Ved refleksjonsseismiske målinger registreres den utsendte lydimpulsens to-veis gangtid (two-way travel time = TWT). Dette er tiden lyden bruker på å forplante seg fra lydkilden, ned til en reflekterende horisont, og derfra tilbake til hydrofonkabelen. De reflekterende horisontene representerer grenseflater mellom medier med forskjell i tetthet og seismisk lydshastighet. Eksempel på slike grenseflater er overgangen vann-løsmasser, og overgangen løsmasser-sedimentære bergarter.

Dersom en kjenner den seismiske lydshastigheten for et lag, kan en ved å måle tiden fra utsendelse til mottak av en lydimpuls finne lagets mektighet (tykkelse). Dette er vist i følgende eksempel:

Lydshastighet for laget:	1600 m/s (meter per sekund)
Målt to-veis gangtid:	100 ms (millisekund) = 0,1 s
Lagets mektighet:	$1600 \text{ m/s} \times 0,1 \text{ s} / 2 = \underline{80 \text{ m}}$

Vanlige seismiske lyd hastigheter for sjøvann og sedimenter i sjøen vil være:

Sjøvann:	1500 m/s
Leire:	1500-1800 m/s
Sand/grus:	1500-1700 m/s
Morene:	1500-2800 m/s
Sedimentære bergarter:	3000-4000 m/s
Fjell:	3500-6000 m/s

Penetrasjonsevnen til lyd pulsen (evnen til å trenge ned i løsmasser/bergarter) vil være avhengig av type signalkilde, men også av geologiske forhold. Lyd pulsen vil generelt forplante seg lett gjennom silt- og leirholdige sedimenter, selv om disse kan inneholde en del sand og grus. En større del av energien vil derimot reflekteres fra overflaten av morene og godt sortert sand og grus, for eksempel skjellsand.

Den vertikale oppløsningen (detaljeringsgraden) vil hovedsaklig avhenge av type signalkilde. Seismiske signalkilder som Topas, boomer (f.eks. Geopulse), sparker, luftkanon og sleevegun gir registreringer med vertikal oppløsning på 1-20 ms, alt etter signalkilde og fra hvilket dyp det seismiske signalet blir reflektert.

Den refleksjonsseismiske metoden kan gi en del uønskede reflektorer, som kan være vanskelige å skille fra reelle reflektorer. De viktigste av disse er multipler og sideekko.

Multipler: Noe av energien fra en lydbølge som er reflektert til havoverflaten vil bli reflektert ned igjen fra grenseflaten hav-luft. Lydbølgen vil dermed gå en, eller normalt flere ganger, ned til underliggende grenseflater, for så å bli reflektert opp til overflaten og bli registrert på nytt. På de seismiske profilene kan dette bli tegnet ut som nye horisonter mot økende dyp. Disse falske horisontene kalles multipler. I mange tilfeller vil det være vanskelig å identifisere geologiske grenseflater under 1. multippel.

Sideekko: Sideekko eller siderefleksjoner oppstår fordi lydbølger etter utsending sprer seg i alle retninger i stedet for ideelt sett bare å gå loddrett ned. I smale og dype fjorden kan lyden bli reflektert fra fjordsidene og forårsake uønskede reflektorer. Det samme kan skje ved svært kupert bunnforhold. Slike uønskede reflektorer kan skygge over, og være vanskelige å skille fra de reflektorene en ønsker å studere.

Boblepuls: Dette er en reflektor som oppstår ved bruk av luftkanon og sleevegun. Når luften slippes ut i vannet ved skudd oppstår det luftbobler som står og svinger før luften slipper opp til havoverflaten. Disse svingningene forårsaker en reflektor som er parallell med havbunnen, og som kan skygge over andre reflektorer rett under havbunnen.

APPENDIKS 4

FORKLARING TIL FAGUTTRYKK

Sedimentær avsetning og avsetningsmiljø

Innen geologien er det vanlig å dele inn både sedimenter og sedimentære bergarter på basis av sammensetning og/eller dannelsesmiljø:

- Grus/konglomerat: Kornstørrelse >2 mm
- Sand/Sandstein: Kornstørrelse 2 mm - 1/16 mm
- Silt/Siltstein: Kornstørrelse 1/16 mm - 1/256 mm
- Leire/Leirstein/Leirskifer: Kornstørrelse $<1/256$ mm
- Morene: Blandings sediment påvirket av isbreer

- Strandavsetning: Sedimenter avsatt i et strandmiljø
- Deltaavsetning: Sedimenter avsatt ved en elvemunning
- Grunnmarine avsetninger: Sedimenter avsatt på et grunt sokkelområde
- Kontinentale sedimenter: Sedimenter avsatt på land
- Submarine vifter: Undersjøisk avsetningsmiljø med relativt grove (ras)avsetninger

Sedimentære bergarter

Forsteina sedimentære avsetninger i form av grus, sand og leire. I Norge finnes unge, og potensielt olje- og gassførende, sedimentære bergarter kun under havbunnen (hovedsakelig kontinentalsokkelen), samt en liten flik på Andøya.

Fossiler

Forsteina avtrykk eller levninger etter tidligere tiders planter og dyr. Vanlige større fossiler (makrofossiler) kan være kull (=planterester), skjell, belemnitter (en type rettlinjert blekksprut), ammonitter (sneglehusformet skall fra en utdødd blekksprut). I tillegg er det vanlig med ulike mikrofossiler, så som pollen, sporer og ulike typer plankton. Slike fossiler er svært nyttige for å bestemme alderen og dannelsesmiljøet til de sedimentære bergartene hvor de opptrer.

Forkastninger

Bruddsone med bevegelse i berggrunnen. Den relative bevegelsen kan være opp/ned eller sidelengs. Forkastninger kan i noen tilfeller være aktive mens sedimentene avsettes, men skyldes ofte senere bevegelser i jordskorpa.

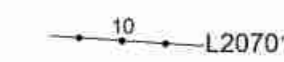
Foldestrukturer

Bergarter som utsettes for (horisontalt) rettet trykk vil over tid kunne bli foldet.

- Synklinal: Skålformet foldestruktur
- Antiklinal: Domformet foldestruktur

Ternholmfjorden, Stabbfjorden og Valværfjorden NORDLAND

Tegnforklaring

 L207014 Seismisk linje, med skuddpunkt



Scale 1:50000

 1000 0 1000 2000 3000

metres
WGS 84 / UTM zone 33N

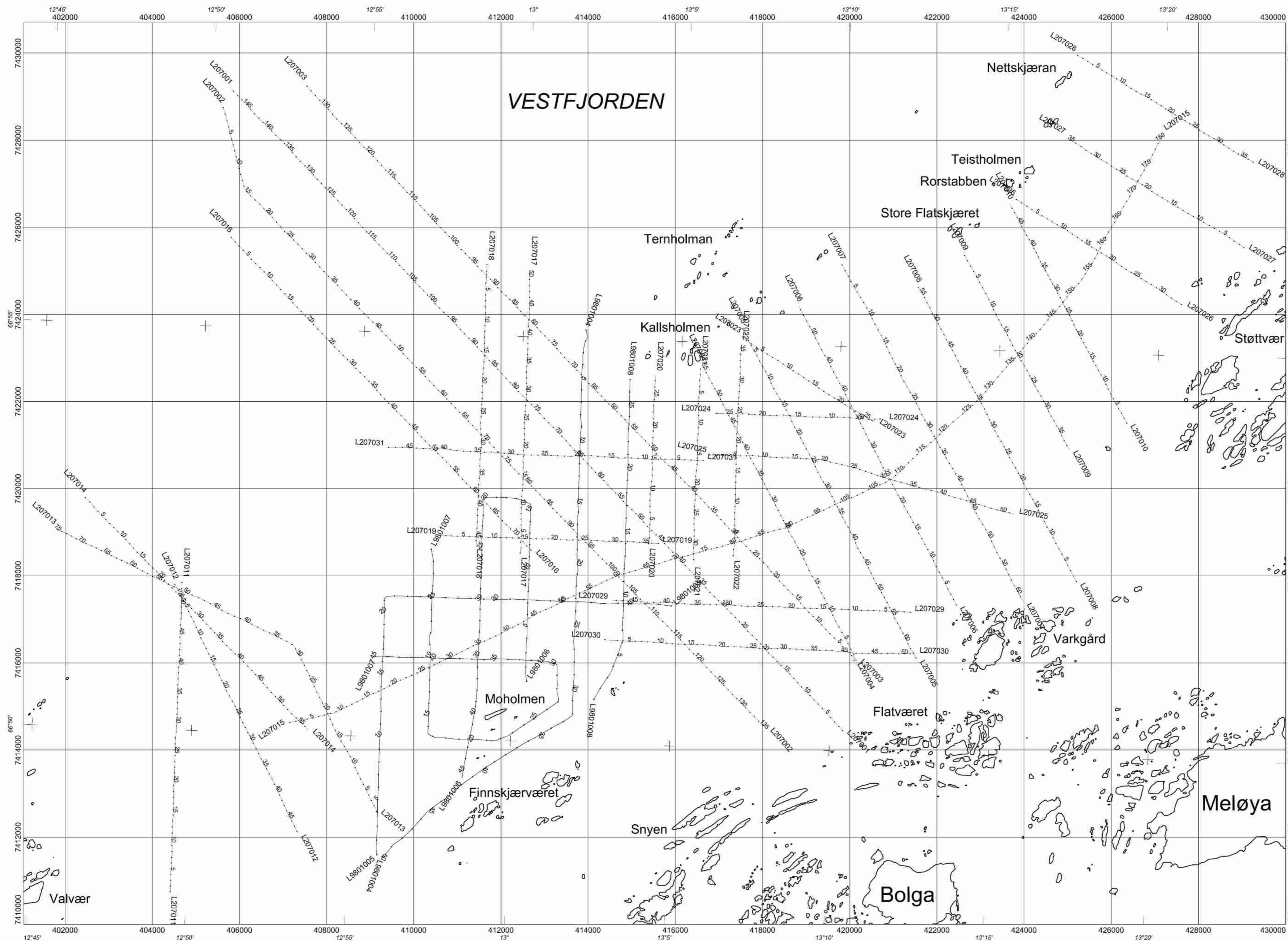


Kartbilag 03.004-01. Seismiske linjer

Marin berggrunnskartlegging i Nordland
Ternholmfjorden, Stabbfjorden, Valværfjorden

Data innsamlet av: R. Bøe, 1998, 2002
Data prosessert av: B. Davidsen, H. Olsen, O. Totland
Data tolket av: R. Bøe, 2003
Kart fremstilt av: B. Davidsen, 2003

Rapport nr. 2003.004 / Prosjekt nr. 299200



VESTFJORDEN

Ternholman

Kallsholmen

Moholmen

Finnskjærværet

Snyen

Bolga

Flatværet

Varkgård

Meløya

Store Flatskjæret

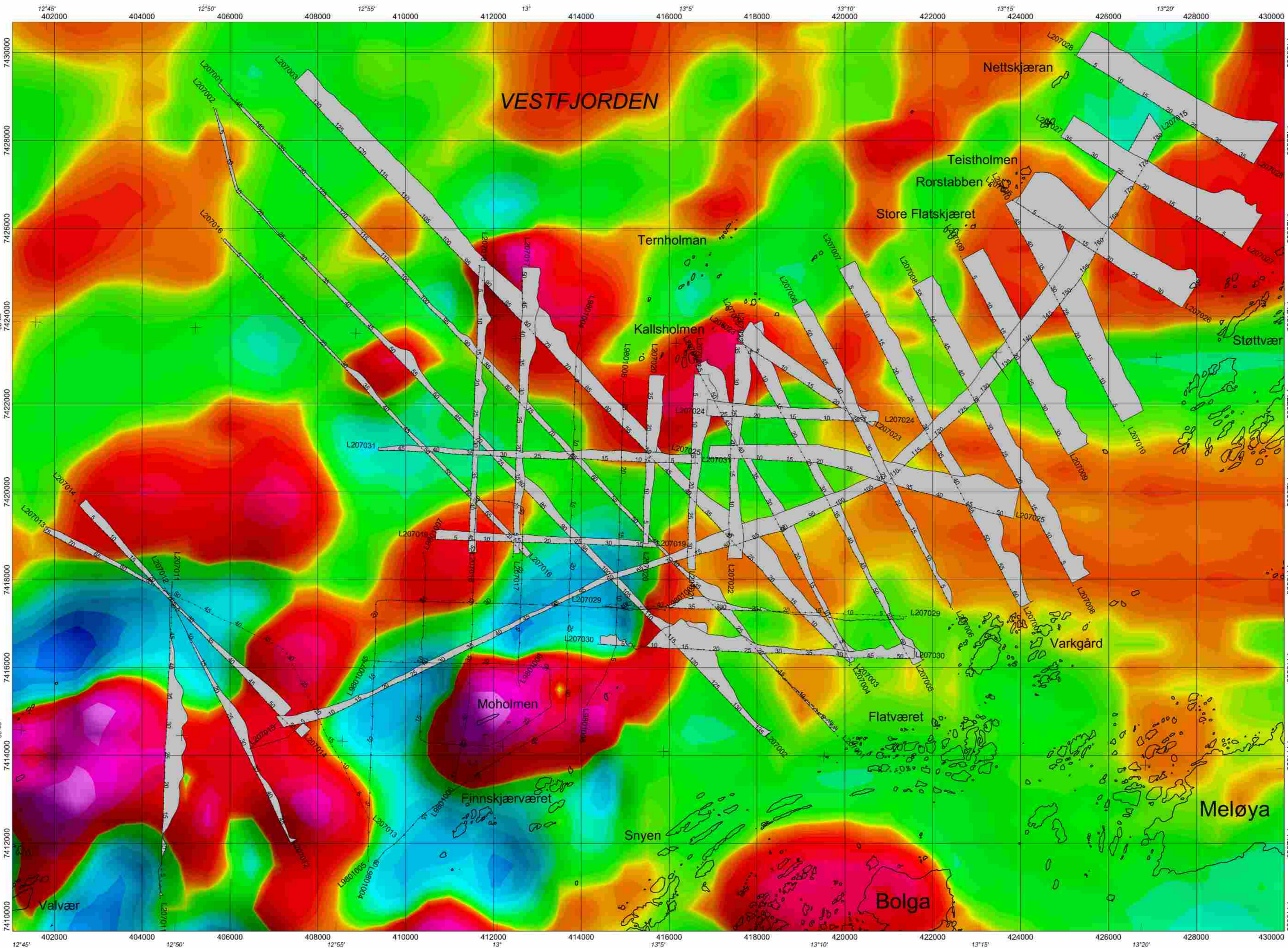
Rorstabben

Teistholmen

Nettskjæran



Støttvær

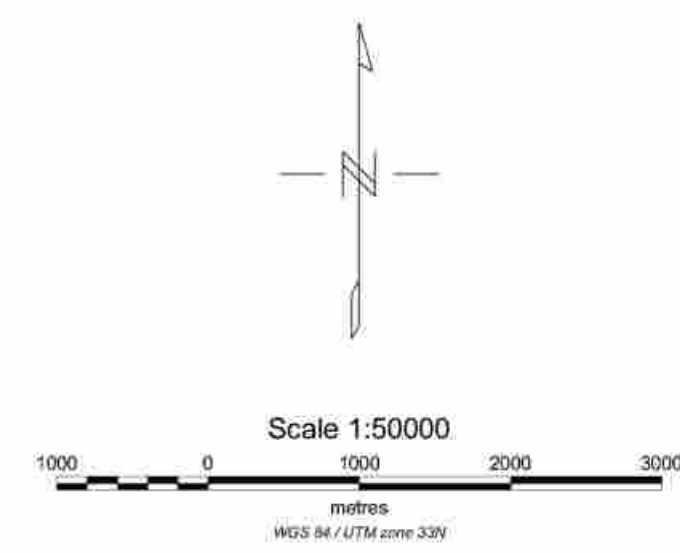
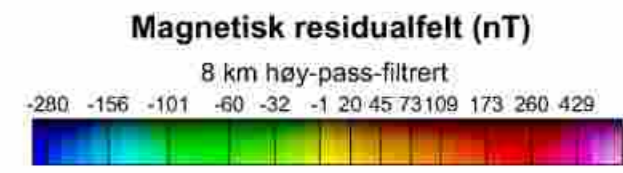
Valvær



Ternholmfjorden, Stabbfjorden og Valværfjorden NORDLAND

Tegnforklaring

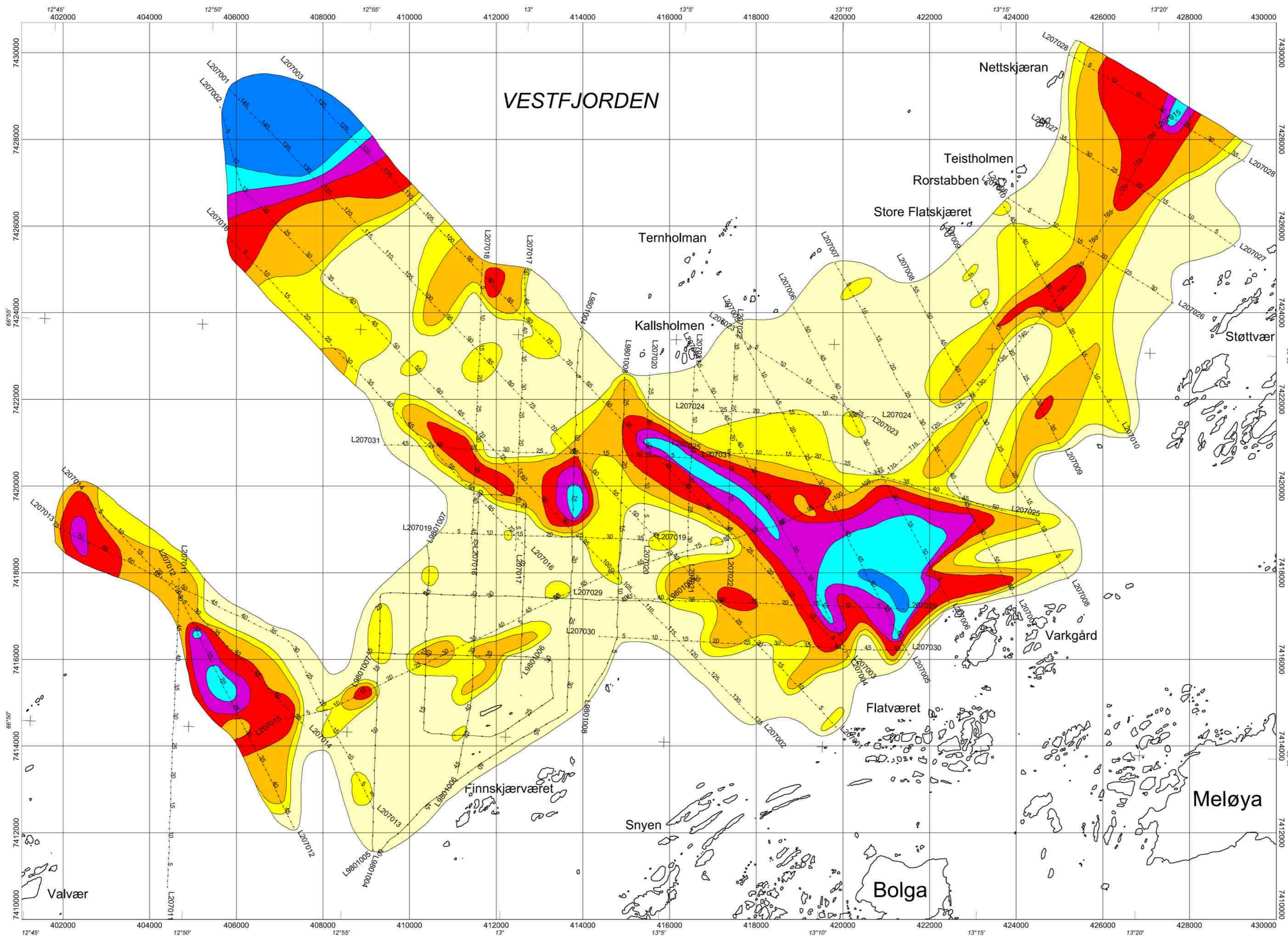
-  L207014 Seismisk linje, med skuddpunkt
-  Magnetisk profil



Kartbilag 03.004-02. Magnetisk anomalikart
Marin berggrunnskartlegging i Nordland Ternholmfjorden, Stabbfjorden, Valværfjorden
Data innsamlet av: R. Bøe, 1998, 2002 Data prosessert av: B. Davidsen, H. Olsen, O. Totland Data tolket av: R. Bøe, 2003 Kart fremstilt av: B. Davidsen, 2003
Rapport nr. 2003.004 / Prosjekt nr. 299200

Ternholmfjorden, Stabbfjorden og Valværfjorden NORDLAND

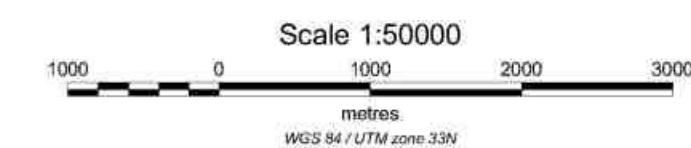
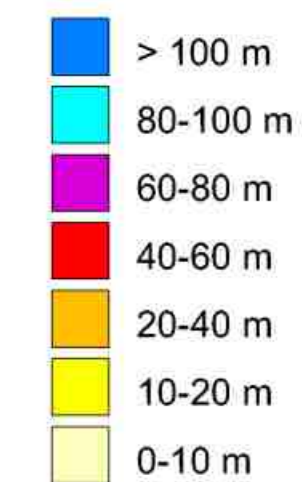
VESTFJORDEN



Tegnforklaring

Seismisk linje, med skuddpunkt

Kvartær sedimentmektighet



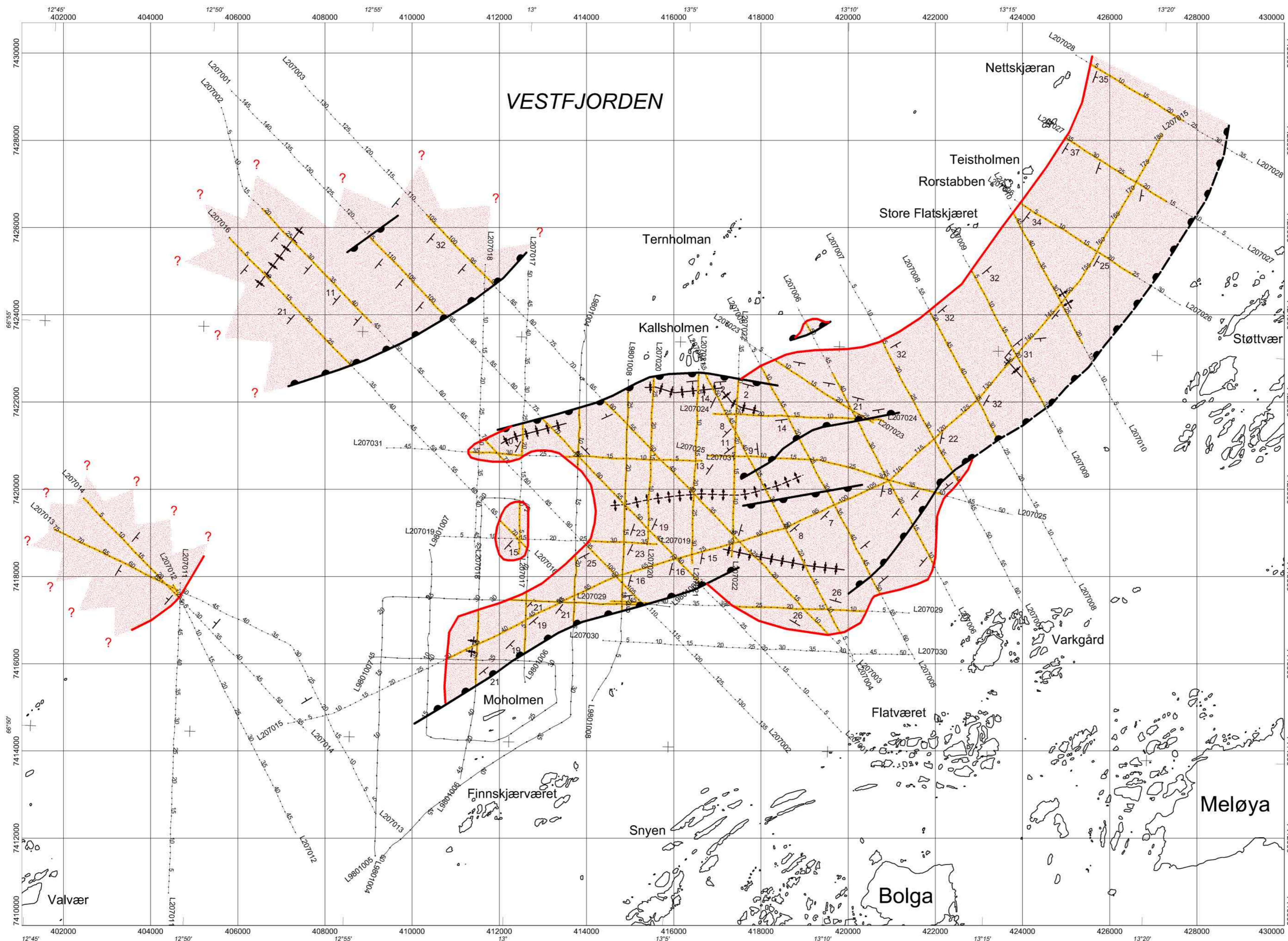
Kartbilag 03.004-03. Løsmassefordeling

Marin berggrunnskartlegging i Nordland
Ternholmfjorden, Stabbfjorden, Valværfjorden

Data innsamlet av: R. Bøe, 1998, 2002
Data prosessert av: B. Davidsen, H. Olsen, O. Totland
Data tolket av: R. Bøe, 2003
Kart fremstilt av: B. Davidsen, 2003

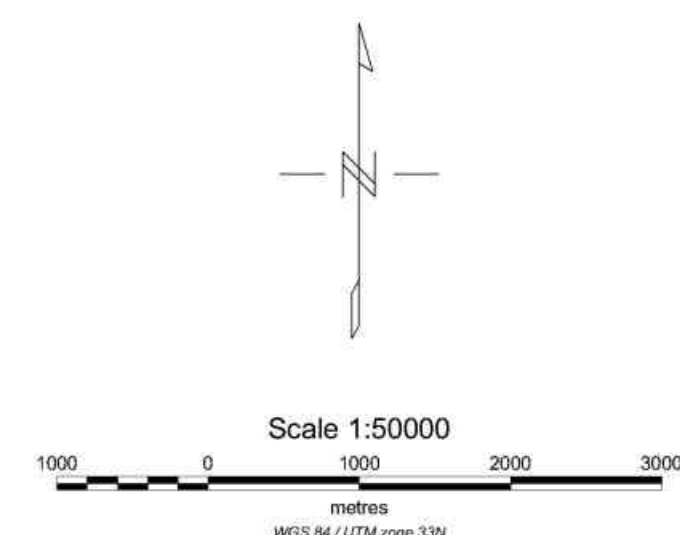
Rapport nr. 2003.004 / Prosjekt nr. 299200

Ternholmfjorden, Stabbfjorden og Valværfjorden NORDLAND



Tegnforklaring

- Seismisk linje, med skuddpunkt
- Sedimentære bergarter, identifisert på seismikk
- Sedimentære bergarter
- Forkastninger: sikre
- Forkastninger: usikre
- Foldestrukturer: synklinal
- Foldestrukturer: antyklinal
- Bergartsorientering, med fallvinkel



Kartbilag 03.004-04. Berggrunnsgeologisk kart

**Marin berggrunnskartlegging i Nordland
Ternholmfjorden, Stabbfjorden, Valværfjorden**

Data innsamlet av: R. Bøe, 1998, 2002
 Data prosessert av: B. Davidsen, H. Olsen, O. Totland
 Data tolket av: R. Bøe, 2003
 Kart fremstilt av: B. Davidsen, 2003

Rapport nr. 2003.004 / Prosjekt nr. 299200