

NGU Rapport 95.054

Fysiske egenskaper til
bunnsedimenter i den
norske delen av Skagerrak

Rapport nr. 95.054		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: Fysiske egenskaper til bunnsedimenter i den norske delen av Skagerrak.				
Forfatter: Leif Rise & Reidulv Bøe		Oppdragsgiver: NGU, HI, NP, OD, SFT, SKNS		
Fylke:		Kommune:		
Kartbladnavn (M=1:250.000)		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)		
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 31	Pris: 51,-	
Feltarbeid utført: 1992-1994		Rapportdato: 01.03.95	Prosjektnr.: 66.2301.22	Ansvarlig: <i>Håkon Thoresen</i>
Sammendrag: I perioden 1992-1994 utførte NGU og Universitetet i Bergen, i samarbeid med andre institusjoner, tre maringeologiske prøvetakingstokt (tokt 9205, 9307 og 9404) med M/S Håkon Mosby i den norske delen av Skagerrak, i et område avgrenset av Tjøme i nordøst, Lindesnes i sørvest og midtlinja mot Danmark. Formålet med toktene var å ta kjerneprøver til sedimentologiske, geotekniske/sedimentfysiske og miljøgeologiske studier. Foreliggende rapport gir en oppsummering av de sedimentfysiske egenskapene til de prøvetatte sedimentene i Skagerrak. Disse omfatter våt og tørr romvekt, vanninnhold, porøsitet og vannmetningsgrad. Det er lagt vekt på å sammenholde dataene fra 1992/93 mot dataene fra 1994, da det ble benyttet forskjellige prøvetakings- og måleteknikker. Dataene er så presentert i kartform i to nivåer, ved 4-8 cm og 25-30 cm dyp i kjernene. Innen leirområdene ligger verdiene for våt romvekt i overflaten på rundt 1.3 g/cm ³ , mens tørr romvekt ligger rundt 0.5 g/cm ³ . Innen sandområdene i sør ligger våt og tørr romvekt på henholdsvis 2.0 og 1.5 g/cm ³ . Innen leirområdene ligger vanninnhold og porøsitet henholdsvis på 160% og 80%, mens de tilsvarende verdiene innen sandområdene i sør er på rundt 30% og 45%.				
Emneord: Maringeologi		Overflatesediment	Geoteknikk	
Sedimentologi		Miljøgeologi	Kjerne	
Prøvetaking		Marin avsetning	Fagrapport	

INNHOOLD

1	INNLEDNING	5
2	PRØVETAKINGS- OG MÅLEMETODER.....	7
	2.1 Data fra 1992-1993 (Stasjon 2-75).....	7
	2.2 Data fra 1994 (Stasjon (75-133).....	7
	2.3 Definisjoner og formler	8
	2.3.1 Vanninnhold	8
	2.3.2 Våt romvekt	9
	2.3.3 Tørr romvekt.....	9
	2.3.4 Porøsitet.....	9
	2.3.5 Vannmetningsgrad.....	10
3	SAMMENLIGNING AV RESULTATER 1992/93 OG 1994.....	10
	3.1 Våt romvekt vs. vanninnhold.....	10
	3.2 Tørr romvekt vs. våt romvekt	11
	3.3 Våt romvekt vs. porøsitet.....	11
	3.4 Porøsitet vs. vanninnhold	11
	3.5 Vannmetningsgrad vs. vanninnhold	17
4	VARIASJON I FYSISKE EGENSKAPER GEOGRAFISK OG MOT DYBDEN	17
	4.1 Generelt.....	17
	4.2 Våt romvekt.....	17
	4.3 Tørr romvekt	18
	4.4 Vanninnhold	18
	4.5 Porøsitet	29
	4.6 Vannmetningsgrad	29
5	OPPSUMMERING.....	30
	REFERANSER	31

FIGURER

Fig. 1. Vanddyp og geografisk plassering av prøvetakingstasjoner.

Fig. 2. Våt romvekt-vanninnhold.

Fig. 3. Tørr romvekt-våt romvekt.

Fig. 4. Våt romvekt-porøsitet.

Fig. 5. Porøsitet-vanninnhold.

Fig. 6. Vannmetningsgrad-vanninnhold.

Fig. 7. Geografisk variasjon i våt romvekt ved 4-8 cm dybde.

Fig. 8. Geografisk variasjon i våt romvekt ved 25-30 cm dybde.

Fig. 9. Geografisk variasjon i tørr romvekt ved 4-8 cm dybde.

Fig. 10. Geografisk variasjon i tørr romvekt ved 25-30 cm dybde.

Fig. 11. Geografisk variasjon i vanninnhold ved 4-8 cm dybde.

Fig. 12. Geografisk variasjon i vanninnhold ved 25-30 cm dybde.

Fig. 13. Geografisk variasjon i porøsitet ved 4-8 cm dybde.

Fig. 14. Geografisk variasjon i porøsitet ved 25-30 cm dybde.

Fig. 15. Geografisk variasjon i vannmetningsgrad ved 4-8 cm dybde.

Fig. 16. Geografisk variasjon i vannmetningsgrad ved 25-30 cm dybde.

1 INNLEDNING

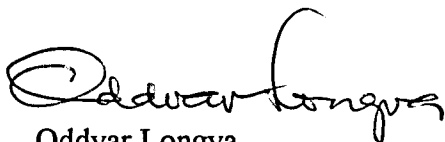
I perioden 1992-1994 utførte NGU og Universitet i Bergen, i samarbeid med andre institusjoner, tre maringeologiske prøvetakingstokt (tokt 9205, 9307 og 9404) med M/S Håkon Mosby i den norske delen av Skagerrak, i et område avgrenset av Tjøme i nordøst, Lindesnes i sørvest og midtlinja mot Danmark.

Formålet med toktene var å ta kjerneprøver til sedimentologiske, geotekniske/sedimentfysiske og miljøgeologiske studier. Kjernene ble tatt i på forhånd utplukkede prøvepunkter, plassert i et systematisk nett (Fig. 1), hovedsaklig i kryssningen mellom refleksjonsseismiske linjer. Refleksjonsseismiske data ble innsamlet under tokt 9101 i 1991 (Bøe et al. 1991), tokt 9204 i 1992 (Thorsnes et al. 1992), tokt 9301 i 1993 (Bøe et al. 1993), tokt 9306 i 1993 (Thorsnes et al. 1993) og tokt 9401 i 1994 (Ottesen et al. 1994).

Resultatene fra de sedimentologiske beskrivelsene og de geotekniske undersøkelsene er presentert i Bøe (1993, 1994, 1995). Disse dataene omfatter blant annet litologi, sedimentære strukturer, kornfordeling, skjærfasthet og sensitivitet.

Foreliggende rapport gir en oppsummering av de sedimentfysiske egenskapene til de prøvetatte sedimentene i Skagerrak. Disse omfatter våt og tørr romvekt, vanninnhold, porøsitet og vannmetningsgrad. Det er lagt vekt på å sammenholde dataene fra 1992/93 mot dataene fra 1994, da det ble benyttet forskjellige prøvetakings og måleteknikker. Dataene er så presentert i kartform for å vise geografiske variasjoner.


Trondheim, 26. april 1995
Program for kontinentalsokkelundersøkelser



Oddvar Longva
programleder

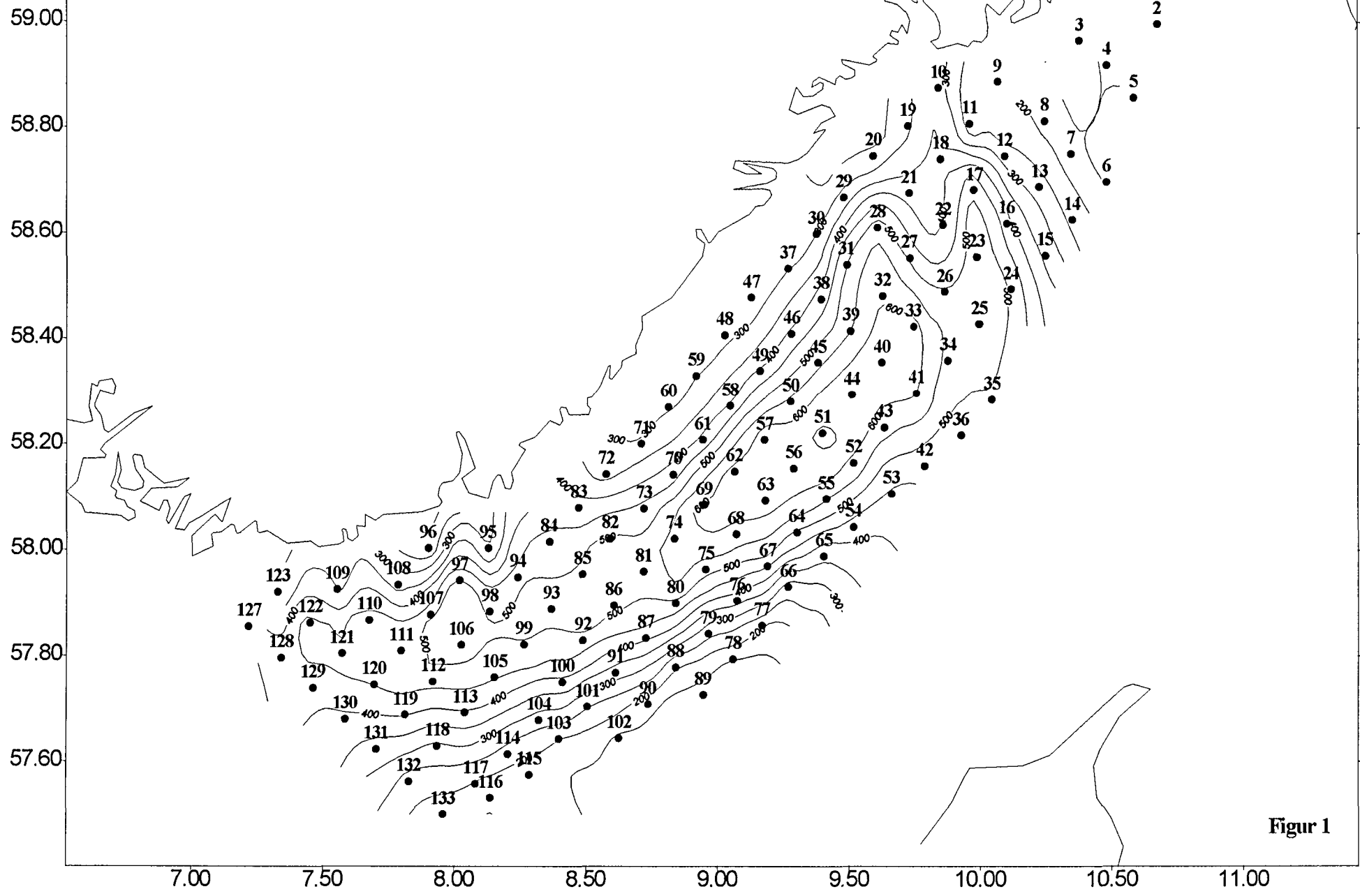


Leif Rise
forsker



Reidulv Bøe
forsker

VANNDYP I METER OG GEOGRAFISK FORDELING
AV PRØVETAKINGSSTASJONER I SKAGERRAK



Figur 1

2 PRØVETAKINGS- OG MÅLEMETODER

På grunn av at kjernene fra toktene i 1992/93 og 1994 ble tatt med forskjellig prøvetakingsutstyr, at det ble brukt forskjellige metoder til å ta ut underprøver til måling av sedimentfysiske parametre, og at underprøvene ble behandlet på forskjellige måter før måling, viser disse to datasettene en del forskjeller. I de følgende underkapitlene vil vi beskrive hvilke metoder som er benyttet.

2.1 Data fra 1992-1993 (Stasjon 2-75)

På toktene 17-25 juli 1992 (Stasjon 2-55) og 1-6 juli 1993 (Stasjon 56-75) i den østligste delen av Skagerrak ble kjerner tatt med Niemistöprøvetaker. I prøvetakeren var det plassert plastrør (lengde 76 cm, ytre diameter 63 mm, indre diameter 59 mm) der det var boret hull for hver fem centimeter nedover (Paetzel 1992). Disse hullene var tapet før prøvetaking. Etter at prøven var tatt ble tapen fjernet. I de fleste tilfeller var der vann langs innsiden av plastrøret. Dette vannet fikk renne av før underprøver ble tatt (Paetzel 1992). Så ble plastsprøyter med avkappet spiss ført forsiktig inn i hvert hull, og 10 ml vått sediment ble tatt ut. Underprøvene ble så trykt ut av sprøytene, opp i plastposer som var veid på forhånd, og lagret i kjøleskap inntil måling i laboratoriet.

Ved ankomst på laboratoriet (ca. to uker etter toktene) ble plastposene med prøver veid, vekten av plastposene ble trukket fra, og vekten av 10 ml våt prøve notert. Vekten av tørr prøve ble funnet ved å ta en tom keramikkskål og veie denne, deretter overføre prøvematerialet til skålen før den ble veid på nytt, deretter tørke skålen med prøve i tørkeskap ved 70°C i 24 timer, og til slutt veie skål med prøve etter tørking. Vekten av 10 ml tørr prøve tilsvarer differansen før og etter tørking.

2.2 Data fra 1994 (Stasjon 76-133)

På toktet 5-16 juni 1994 ble kjerner tatt med multicorer. I prøvetakeren var det plassert plastrør (lengde 61 cm, ytre diameter 63 mm, indre diameter 59 mm), som etter prøvetaking ble lukket i begge ender med gummihetter med slangeklemmer rundt for å hindre vann i kjernen og på toppen av kjernen i å renne ut eller fordampe. Kjernene ble deretter fraktet til NGU i oppreist tilstand og lagret slik inntil de ble åpnet i uke 37 (12-16. september) 1994.

Etter å ha fjernet gummihetten på toppen av kjernen ble vannet tappet av ved å bore hull i plastrøret rett over toppen av sedimentet. Liggende i et stativ ble kjernen deretter delt på langs med sirkelsag ved å sage så vidt gjennom plastrøret på begge sider av kjernen. En tynn streng

ble deretter dratt i sagespalten gjennom sedimentet, samtidig som de to halvdelene ble presset ut til hver sin side.

Til å ta ut underprøver ble det benyttet metallringer (laget av tynnveggede rør, konet til en skarp egg i den ene enden) med kjent vekt og volum. Ringen ble presset forsiktig inn i sedimentet (ved 5 cm, 15 cm og 30 cm dyp i kjernen) midt på en av de splittede halvdelene, til ringen var full, og deretter vippet forsiktig ut med en spatel. Endene ble avrettet med en trådsag, og den overskytende leirskiven ble vippet vekk.

Den våte prøven pluss ring ble veid straks etter at leire på utsiden av metallringen var fjernet. Prøven ble deretter presset ut til en på forhånd veid porselensskål. Så ble vekten av skål pluss våt prøve målt, og våtvekten funnet. Prøven ble tørket i porselensskål i varmeskap ved 105°C i 24 timer, før prøve pluss skål ble veid på nytt og tørrvekten funnet.

I finkornete sedimenter ble det benyttet små romvektsringer med volum på 7.18 og 9.89 cm³. Det nøyaktige volumet ble bestemt ved hjelp av skyvelær. En større romvektsring, med volum på 25.12 cm³, ble benyttet på dårligere sortert materiale med gruskorn (noen få prøver).

2.3 Definisjoner og formler

2.3.1 Vanninnhold

$$\text{Vanninnhold } (w) = \text{Vekt porevann} / \text{Vekt mineralkorn} \quad (\text{NS 8013})$$

Vanninnholdet oppgis vanligvis i prosent. Definisjonen stemmer overens med internasjonal bruk og med de mest benyttede standarder (bl.a. Svensk Standard, British Standard, American Society for Testing and Materials). Vanninnholdet benyttes, sammen med konsistensgrensene, for klassifisering av jordarter og beskrivelse av geotekniske egenskaper. Videre inngår vanninnholdet i beregning av porøsitet og metningsgrad.

For vanlige prøver anbefales tørking ved 110±5 °C i minst 12 timer (<30 g prøve). For jordarter som inneholder mineraler med løst bundet vann eller jordarter med betydelige mengder organisk materiale anbefales tørking ved 60 °C eller under vakuum. I beregning av vanninnhold er det ikke vanlig å korrigere for vekten av salt i porevannet.

2.3.2 Våt romvekt («wet bulk density»)

$$\text{Våt romvekt } (\rho) = \text{Vekt våt prøve} / \text{Volum våt prøve} \quad (\text{NS 8010/NS 8011})$$

Vi har valgt å beholde den innarbeidete betegnelsen våt romvekt, selv om Norsk Standard nå benytter termen Densitet. Våt romvekt inngår i praktisk talt alle geotekniske beregninger, og feil kan få betydelige konsekvenser ved f. eks. stabilitetsanalyse. Vurdering av av forskjellige feilkilder ved prøvetaking og laboratorieanalyser er derfor viktig. Produktet av våt romvekt og sedimentets lydshastighet («akustisk impedans») er en nøkkel-parameter ved korrelasjon av seismikk og sedimenter.

For jordarter som i felt kan antas å være fullt vannmettet, kan verdien for våt romvekt sammenholdes med verdien som fås av følgende formel:

$$\text{Våt romvekt} = (1+w)/(w+1/\rho_s) \quad \rho_s = \text{korntetthet eller mineralenes spesifikke vekt}$$

2.3.3 Tørr romvekt («dry bulk density»)

$$\text{Tørr romvekt } (\rho_d) = \text{Vekt tørr prøve} / \text{Volum våt prøve} \quad (\text{NS8010/NS8011})$$

Det er tidligere benyttet en feil definisjon av denne parameter i en toktrapport som omhandler prøver fra Skagerrak (Paetzel 1992).

2.3.4 Porøsitet

$$\text{Porøsitet } (n) = \text{Porevolum} / \text{Totalt volum} \quad (\text{NS8010/NS8014})$$

$$= 1 - \text{Volum mineralkorn} / \text{Volum våt prøve}$$

Porøsitet oppgis i prosent. Vanligvis bestemmes ikke porøsitet direkte, men beregnes ut fra våt romvekt («densitet») ρ , spesifikk vekt («korndensitet») ρ_s og vanninnhold w ved følgende formel som kan avledes fra definisjonene:

$$\text{Porøsitet } n = 1 - \rho / \rho_s (1 + w) = 1 - \rho_d / \rho_s$$

Norsk Standard anbefaler ingen annen framgangsmåte ved rutinemessige undersøkelser av leir og silt. På prøvene fra Skagerrak ble det benyttet en gjennomsnittlig korndensitet ρ_s på 2.70 g/cm³.

2.3.5 Vannmetningsgrad

$$\text{Vannmetningsgrad } (S_r) = \text{Porevannsvolum} / \text{Porevolum} \quad (\text{NS8010/NS8014})$$

Metningsgraden, som vanligvis oppgis som %, beregnes av følgende formel:

$$\text{Vannmetningsgrad } (S_r) = w \cdot \rho / 1 + w - \rho / \rho_s$$

På prøvene fra Skagerrak ble det benyttet en gjennomsnittlig korndensitet ρ_s på 2.70 g/cm³.

Metningsgraden viser i hvilken grad porevolumet er fylt med vann. Marine sedimenter er vanligvis fullt vannmettet (d.v.s. 100%), såfremt prøvene ikke inneholder gass eller har vært utsatt for uttørking. Metningsgraden regnes vanligvis ikke ut, men i dette tilfellet har vi valgt å gjøre det for å sammenligne forskjellige laboratorieprosedyrer som har vært benyttet. Indirekte er metningsgraden en brukbar parameter for å vurdere hvorvidt enkelte målinger kan være beheftet med større feilkilder.

3 SAMMENLIGNING AV RESULTATER 1992/93 OG 1994

Våt romvekt, vanninnhold, tørr romvekt og porøsitet er avhengig variable parametre i vannmettede sedimenter. Flere av disse parametrene er plottet i xy-diagram i Fig. 2, 3, 4 og 5. Vannmetningsgraden for de to datasettene er plottet i Fig. 6.

3.1 Våt romvekt vs. vanninnhold (Fig. 2)

Våt romvekt målt i 1994 er signifikant høyere enn målingene som ble utført i 1992/93, i området hvor sammenligning er mulig (vanninnhold 70 - 200%). Dette forklares i første rekke av forskjellen i metodikk, og prøvene tatt i 1992/93 har tørket noe ut mellom prøvetaking om bord og måling i laboratoriet i land. Vannmetningsgraden er i gjennomsnitt ca. 95%, mens prøvene fra 1994 har en gjennomsnittlig vannmetning på ca. 103% (Fig. 6). Det at vannmetningen er over 100% indikerer at sedimentet ble deformert noe ved innpressing av romvektsringen, og noe «fritt vann» utenfor kornskjelettet ofte blir veid inn. Dette gjelder særlig for svært vannrike prøver (vanninnhold 150-220%). Romvekten i området mellom 150% og 220% burde være 0.05-0.10 g/cm³ lavere enn hva som ble målt i 1994, men høyere enn målt i 1992/93. Trendlinjen i dette området bør ligge parallelt med linjen fra 1992/93, med

verdier økende fra 1.28 g/cm^3 til 1.35 g/cm^3 , og gå sammen med trendlinjen for 1994-data ved vanninnhold lavere enn ca. 130%.

3.2 Tørr romvekt vs. våt romvekt (Fig. 3)

Hvis en ser bort fra eventuelle avvik pga prøveuttak med metallhylse og plastsprøyte, så burde ikke tørr romvekt innflueres av forskjellige prosedyrer. De tilsynelatende høyere verdier for tørr romvekt i 1992/93 skyldes at prøvene har vært noe uttørket, og at den våte romvekten i gjennomsnitt skal være ca. 0.05 g/cm^3 høyere (d.v.s. at 1992/93-data skal skyves noe til høyre i diagrammet).

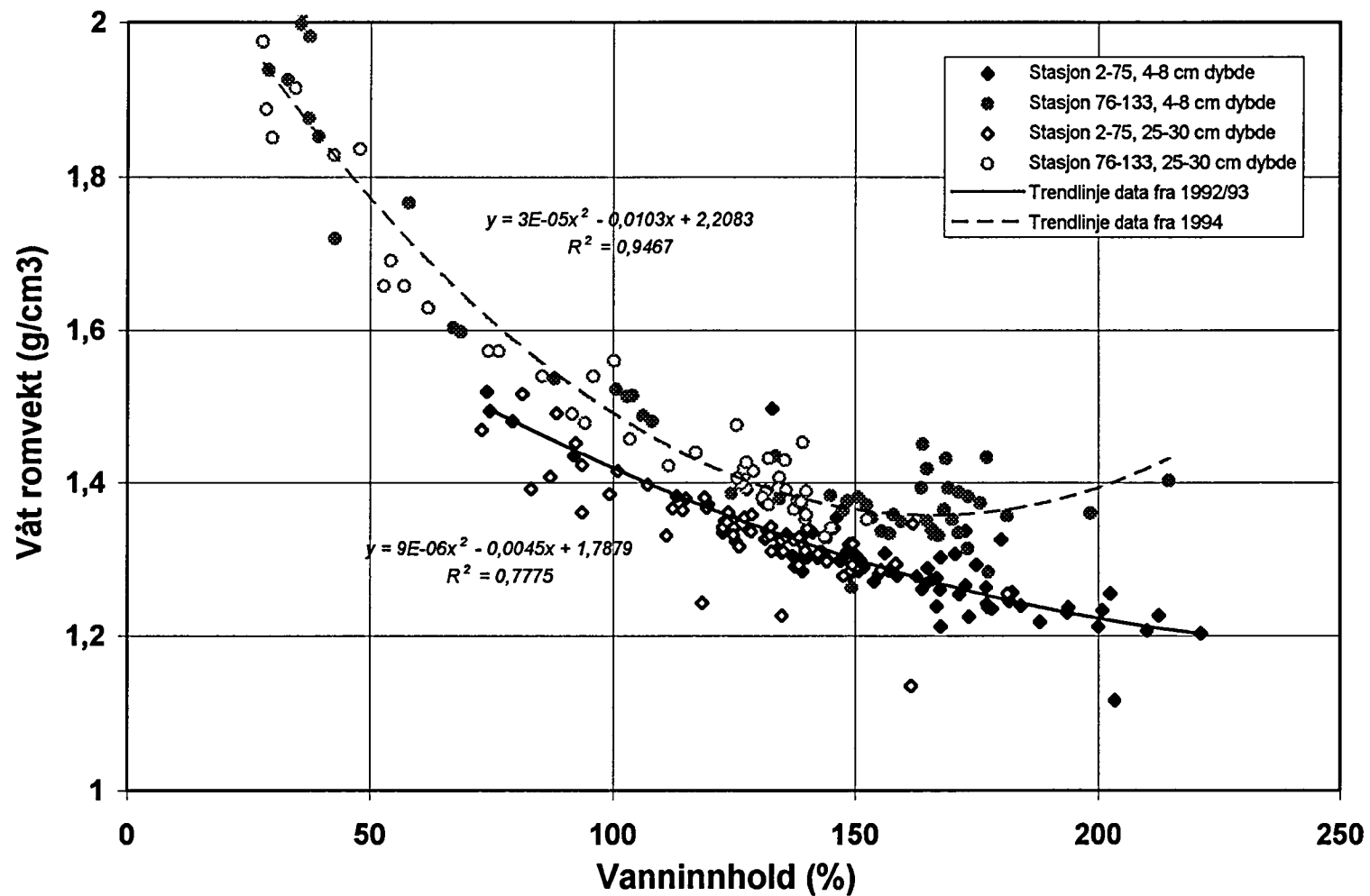
3.3 Våt romvekt vs. porøsitet (Fig. 4)

Forklaringen på at trendlinjen for 1992/93 og 1994 ligger nær parallellforskjøvet, er som nevnt tidligere at våt romvekt ble målt ca. 0.05 g/cm^3 for lav p.g.a. uttørking i 1992/93.

3.4 Porøsitet vs. vanninnhold (Fig. 5)

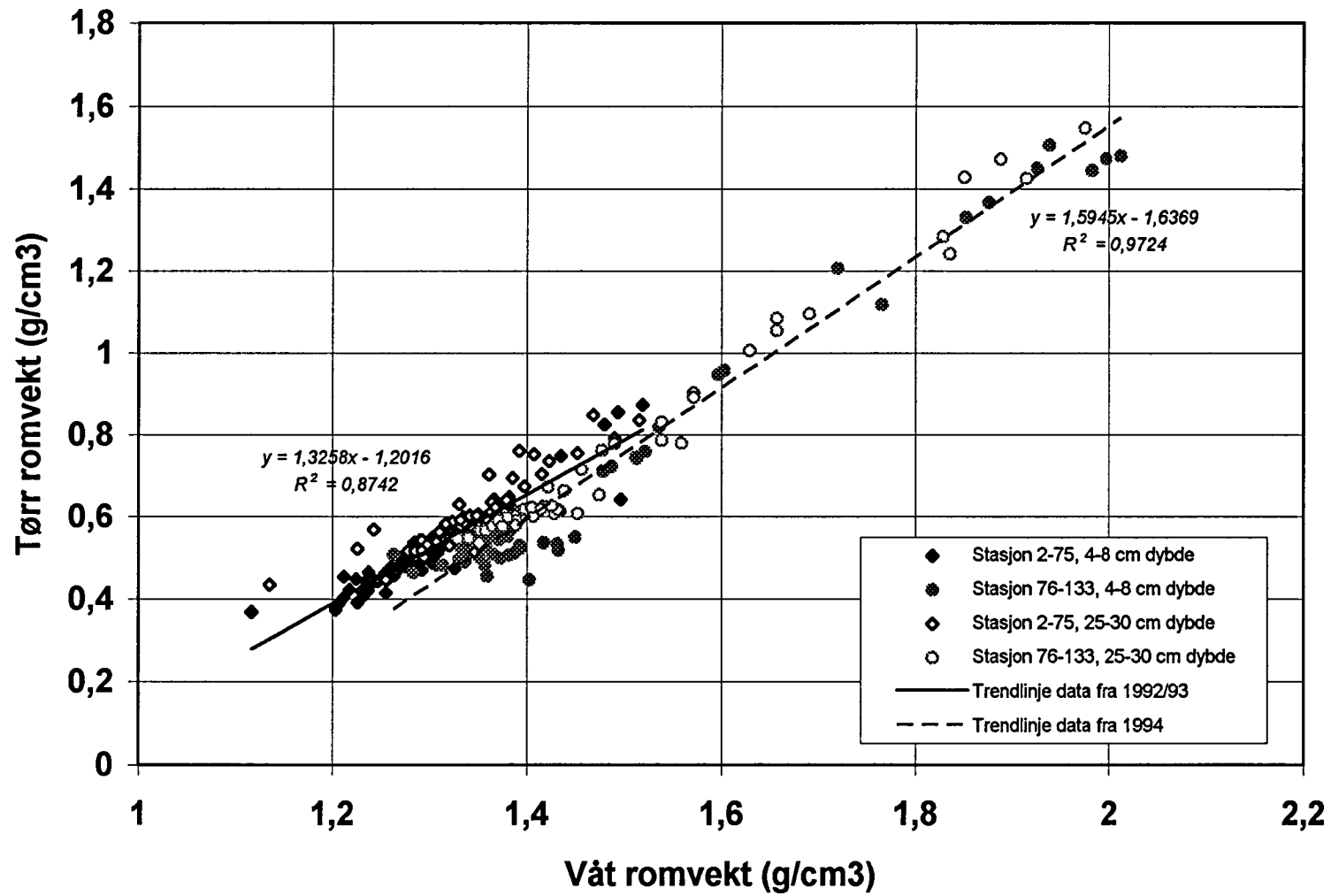
Av formelen for porøsitet ($n = 1 - \text{tørr romvekt/spesifikk vekt}$) ser en at bestemmelse av porøsitet ikke påvirkes av om prøvene tørker ut før måling av våt romvekt eller vanninnhold. Dette framgår også av diagrammet som viser en svært liten spredning av data (korrelasjonskoeffisient 0.99).

Våt romvekt-vanninnhold



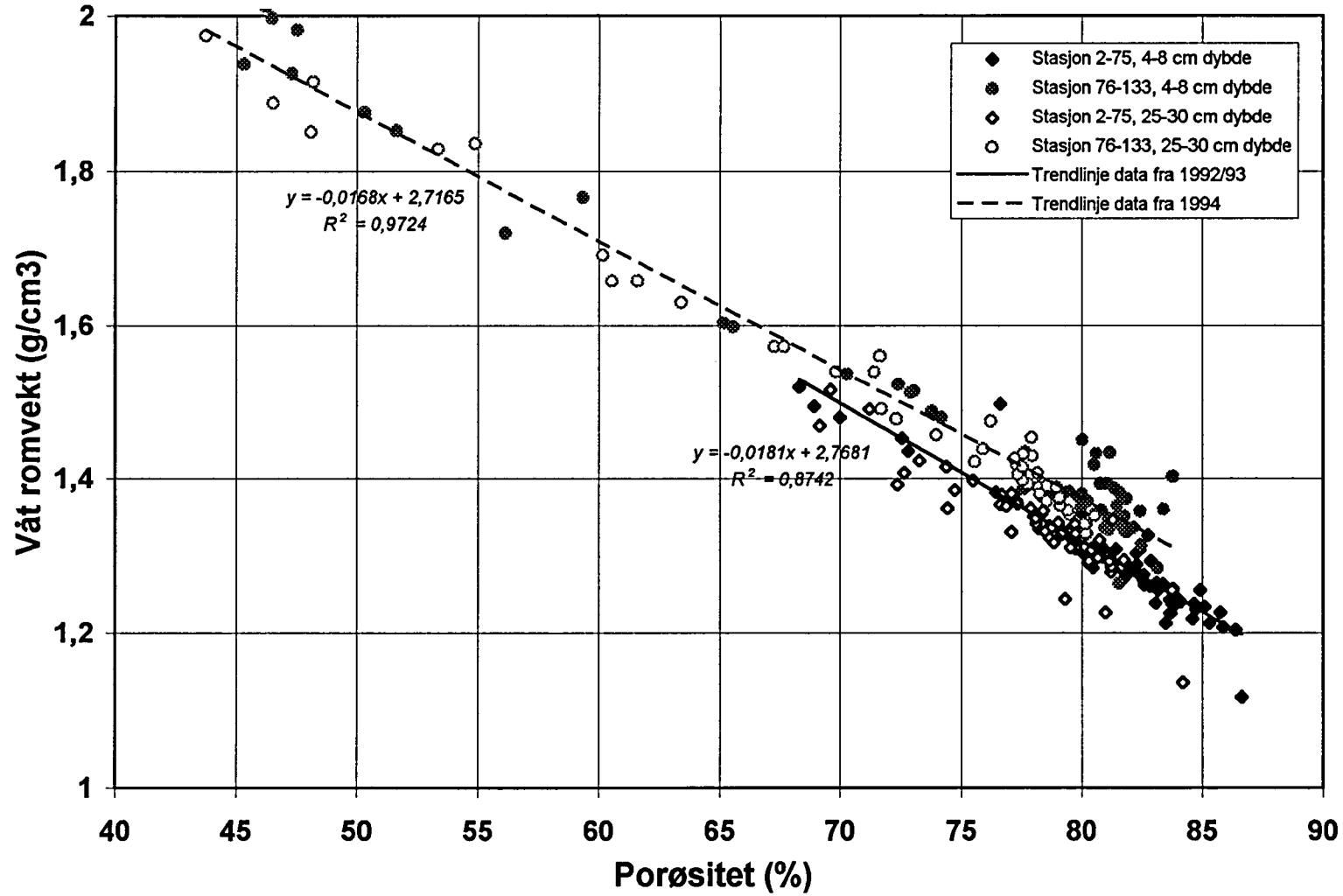
Figur 2

Tørr romvekt-våt romvekt



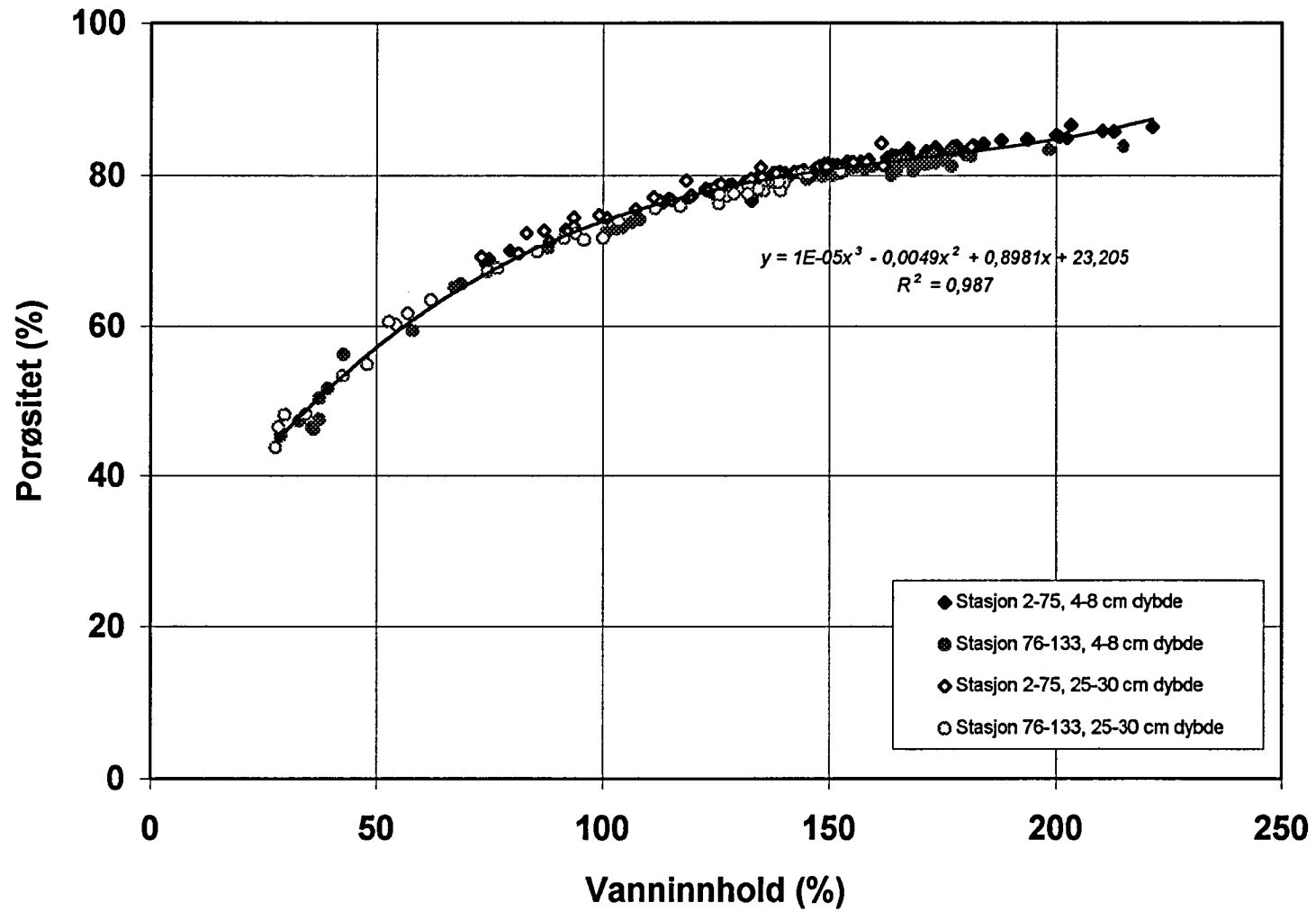
Figur 3

Våt romvekt-porøsitet



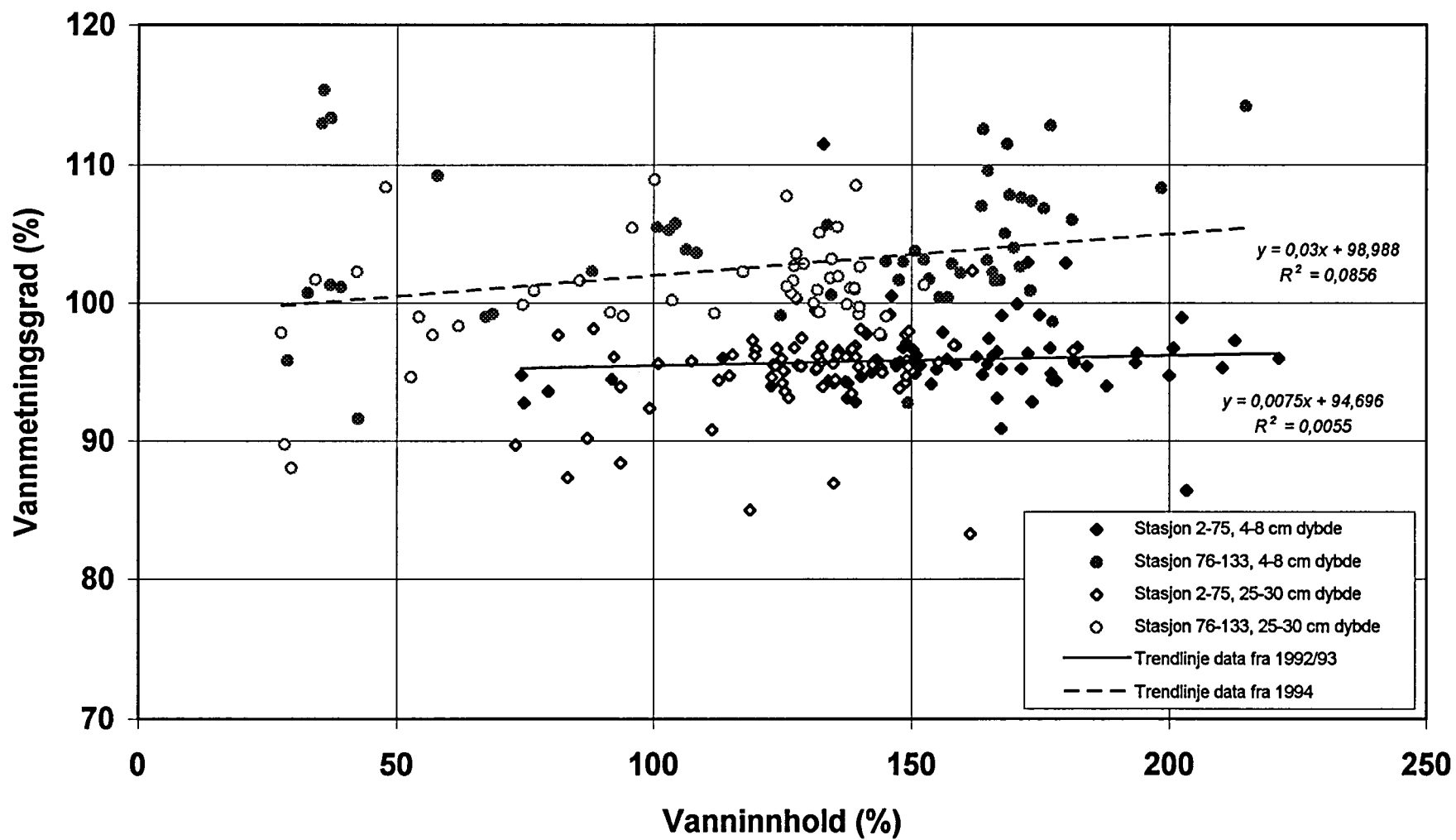
Figur 4

Porøsitet-vanninnhold



Figur 5

Vannmetningsgrad-vanninnhold



Figur 6

3.5 Vannmetningsgrad vs. vanninnhold (Fig. 6)

Både 1992/93 og 1994 data viser relativ stor spredning i diagrammet. Trendlinjen for 1994-data øker fra 100% metning ved 50% vanninnhold til 105% metning ved 200% vanninnhold. Dataene fra 1992/93 viser ca. 95% vannmetning, og indikerer en viss uttørking av prøvene før målinger i laboratoriet ble foretatt. Dataspredningen omkring begge trendlinjene er relativ stor, og dette avspeiler sannsynligvis at mange av målingene er beheftet med feil. Både vanninnhold og våt romvekt inngår i formelen for vannmetningsgrad. Egentlig burde prøver med over 110% og under 90% metning blitt korrigert ut fra trendlinjene for de forskjellige parametre, eller unndratt fra datasettet.

4 VARIASJON I FYSISKE EGENSKAPER GEOGRAFISK OG MOT DYBDEN

4.1 Generelt

De målte verdiene for romvekt, vanninnhold, porøsitet og vannmetningsgrad er relativt konstante innen store deler av det prøvetatte området av Skagerrak. Grovt sett kan bunntypen innen dette området deles i to. I sør, på det svakt hellende området inn mot dansk sokkel, består bunnen av fin og veldig fin sand, mens dypområdene i Norskerenna og de østlige og nordlige delene av undersøkelsesområdet er dominert av leire (Bøe 1995, Rise & Olsen 1994).

Noen kjerner peker seg ut ved å følge et mindre regelmessig mønster. Dette gjelder først og fremst kjernene fra Stasjon 91, 118 og 131, som er tatt i et erosjonsområde i sørskråningen av Norskerenna dominert av glasimarine sedimenter, kjernene fra Stasjon 3, 20, 65, 66, 67, 77 og 78, som inneholder grovere materiale i de øverste 5-10 cm av kjernene enn lavere ned, og kjernene fra Stasjon 11, 94 og 96, som inneholder glasimarine sedimenter, morenemateriale og omarbeidet morenemateriale (Bøe 1995) (Fig. 1).

I det følgende er verdiene for romvekt, vanninnhold, porøsitet og vannmetningsgrad plottet og automatisk konturert ved hjelp av Surfer.

4.2 Våt romvekt

Innen store deler av det undersøkte området ligger verdiene av våt romvekt ved 4-8 cm dyp i kjernene på 1.2-1.4 g/cm³ (Fig. 6). Generelt kan en si at romvekten til Holocen leire målt i overflaten ligger på 1.3 g/cm³. Lengst i sør, på de grunne områdene inn mot dansk sokkel, der sedimentene hovedsaklig består av fin og veldig fin sand, øker romvekten til i overkant av 2.0 g/cm³.

Generelt er det en økning på 0.1-0.2 g/cm³ fra 4-8 cm til 25-30 cm dyp i kjernene fra de leirdominerte områdene (Fig. 7). I den sentrale delen av undersøkelsesområdet er der i ett tilfelle målt lavere romvekt ved 25-30 cm enn ved 4-8 cm dybde, men dette skyldes sannsynligvis unøyaktighet i målingene. Innen sandområdet i sør er økningen i våt romvekt mindre systematisk, og i noen tilfeller er det målt lavere romvekt i den dypeste prøven.

For kjernene som avviker fra de generelle forholdene (kapittel 4.1) er verdiene for våt romvekt noe høyere enn den som er målt i de omkringliggende områdene.

4.3 Tørr romvekt

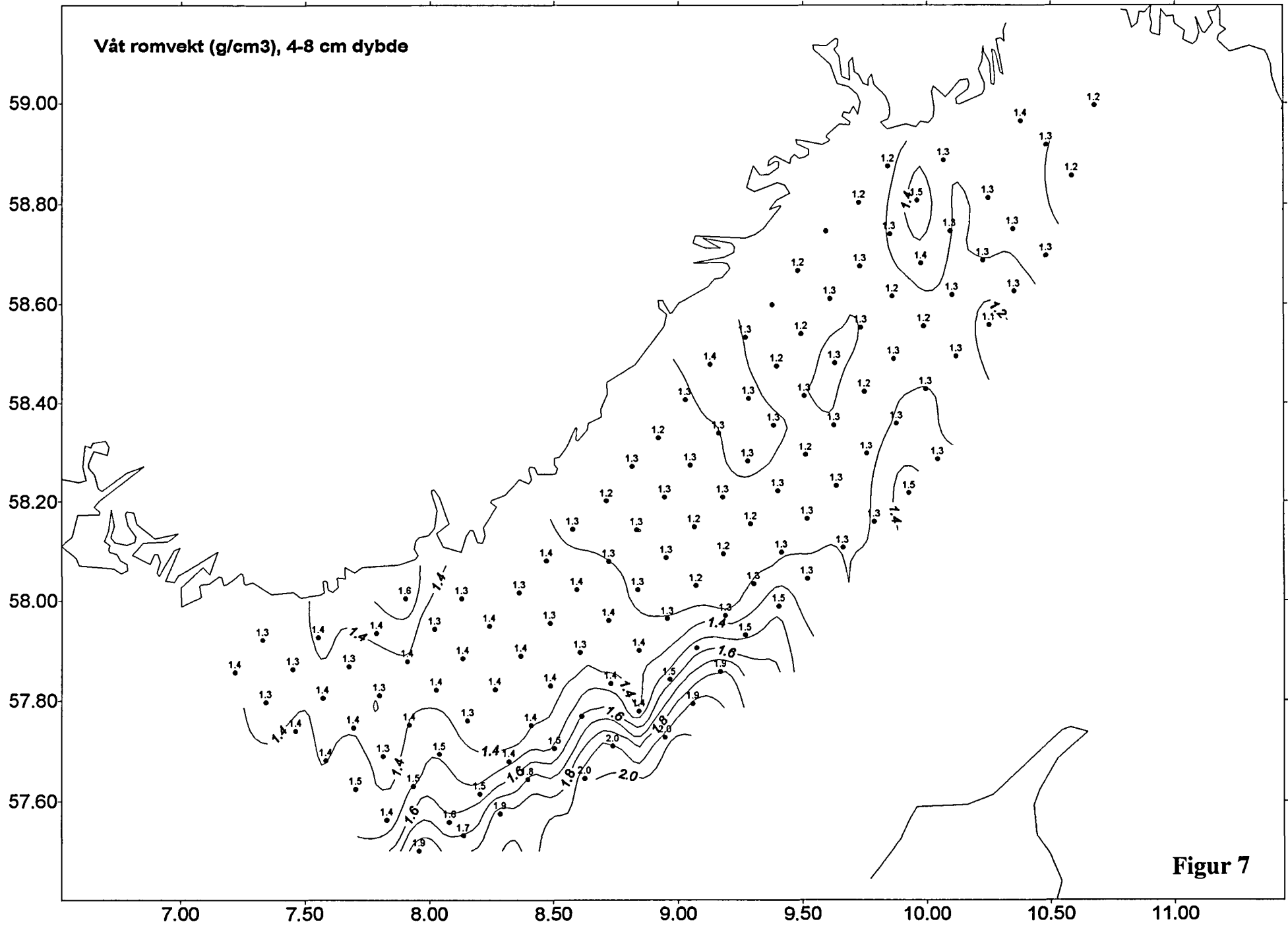
Innen de leirdominerte områdene varierer verdiene av tørr romvekt ved 4-8 cm fra 0.4-0.6 g/cm³ (Fig. 8). Lengst i sør er der en økning til i overkant av 1.5 g/cm³. Fra 4-8 cm til 25-30 cm dyp i kjernene er der en økning på ca. 0.1 g/cm³ innen de leirdominerte områdene, mens økningen er mindre innen de sanddominerte områdene i sør (Fig. 9). For kjernene som avviker fra de generelle forholdene (kapittel 4.1) er verdiene for tørr romvekt noe høyere enn den som er målt i de omkringliggende områdene.

4.4 Vanninnhold

Det er stor variasjon i vanninnhold i de undersøkte kjernene fra Skagerrak. Innen de dypeste, leirdominerte områdene er der ved 4-8 cm dyp i kjernene flere steder målt vanninnhold over 200 %, den høyeste verdien er på 221%, men også lokalt i øst og nord er der målt vanninnhold på over 200% (Fig. 10). Vanninnholdet innen leirområdene er generelt 150-170%, med lokale minima ned mot 130%. I det sanddominerte området i sør avtar vanninnholdet gradvis til i overkant av 30%.

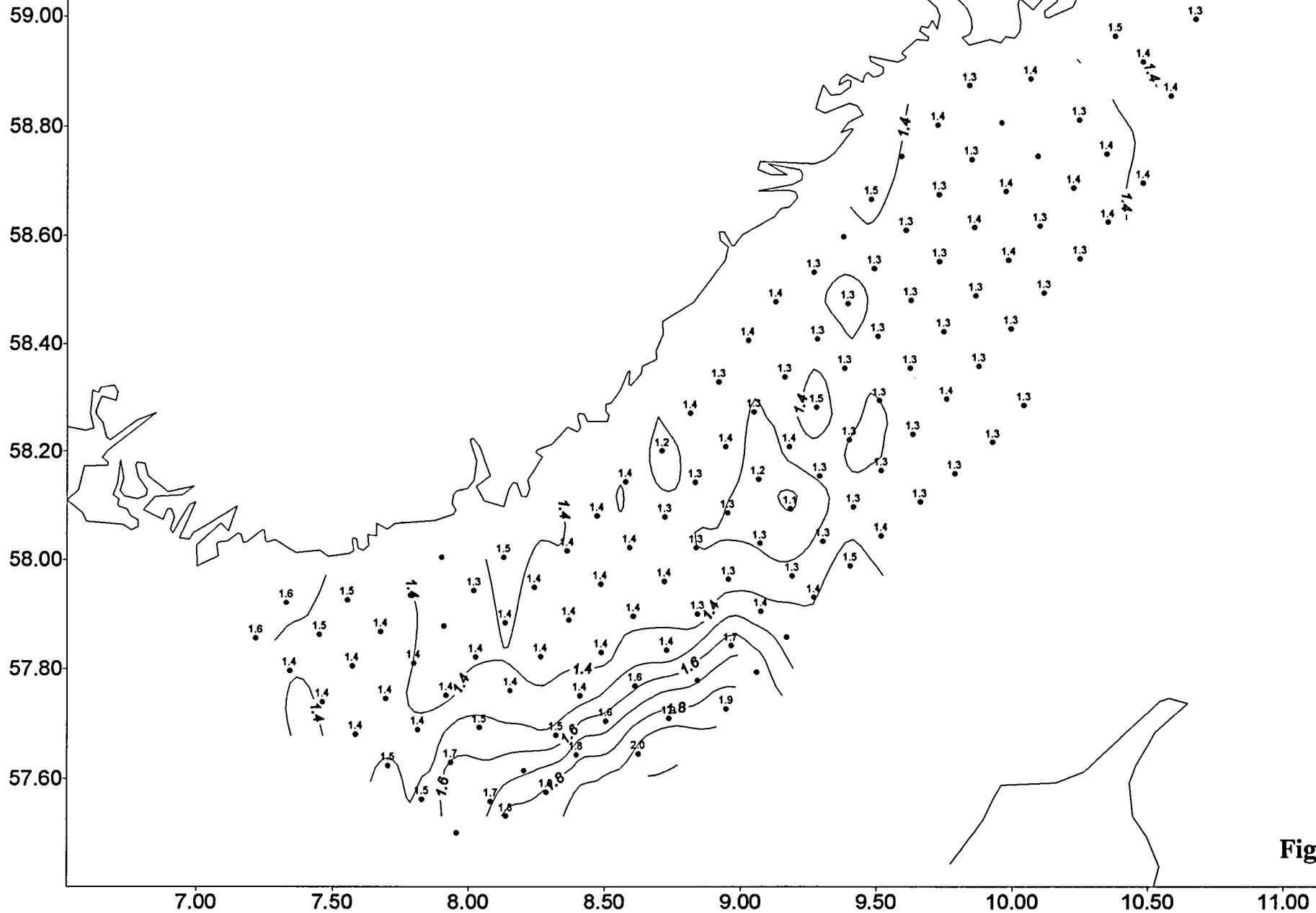
Ved 25-30 cm dyp i kjernene ligger vanninnholdet innen de leirdominerte områdene generelt på 125-140% (Fig. 11). Lokalt er det imidlertid målt vanninnhold på opp til 181% og ned til 77%. I det sanddominerte området i sør avtar vanninnholdet gradvis til i underkant av 30%.

For kjernene som avviker fra de generelle forholdene (kapittel 4.1) er verdiene for vanninnhold lavere enn den som er målt i de omkringliggende områdene.

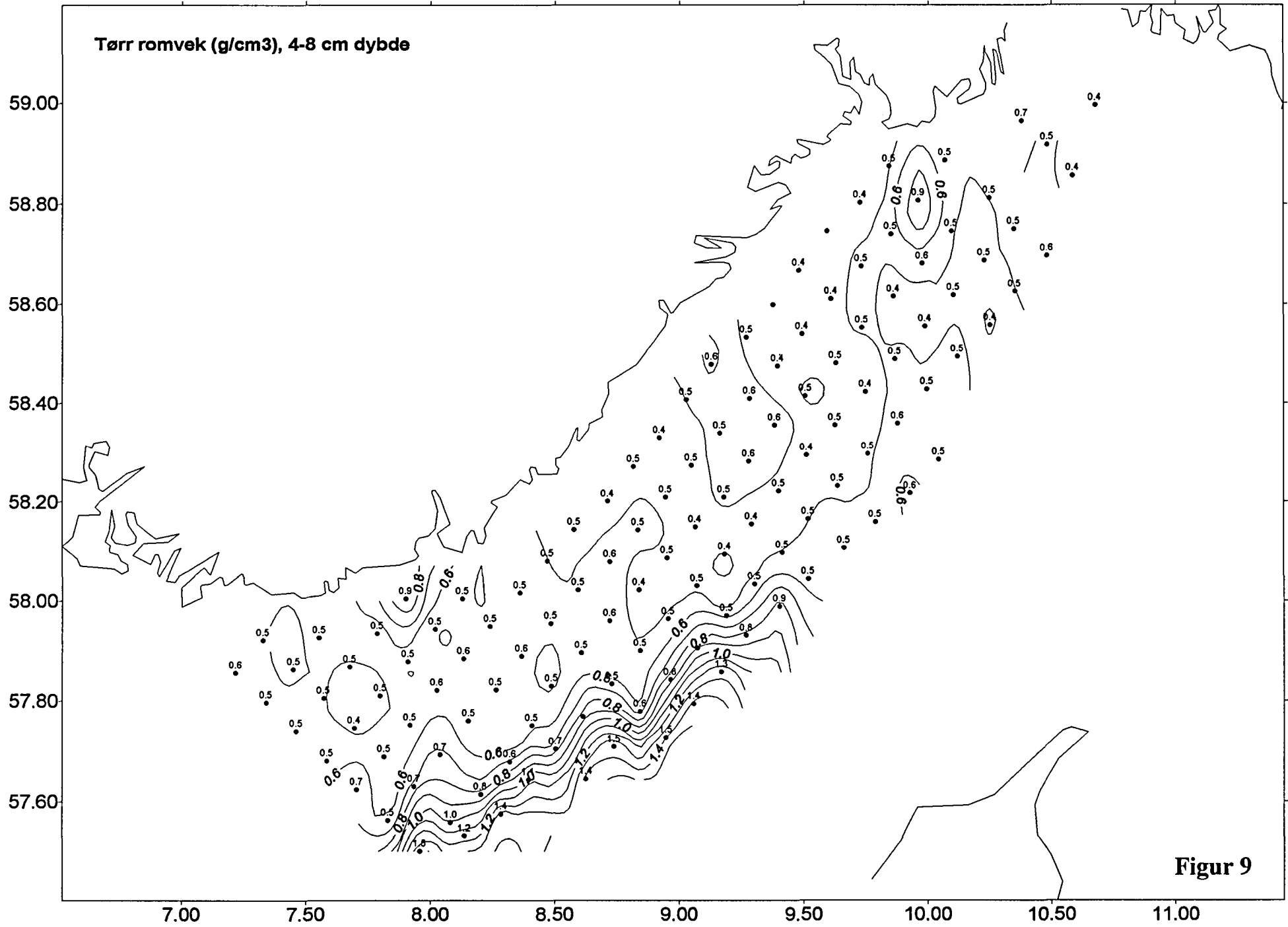


Figur 7

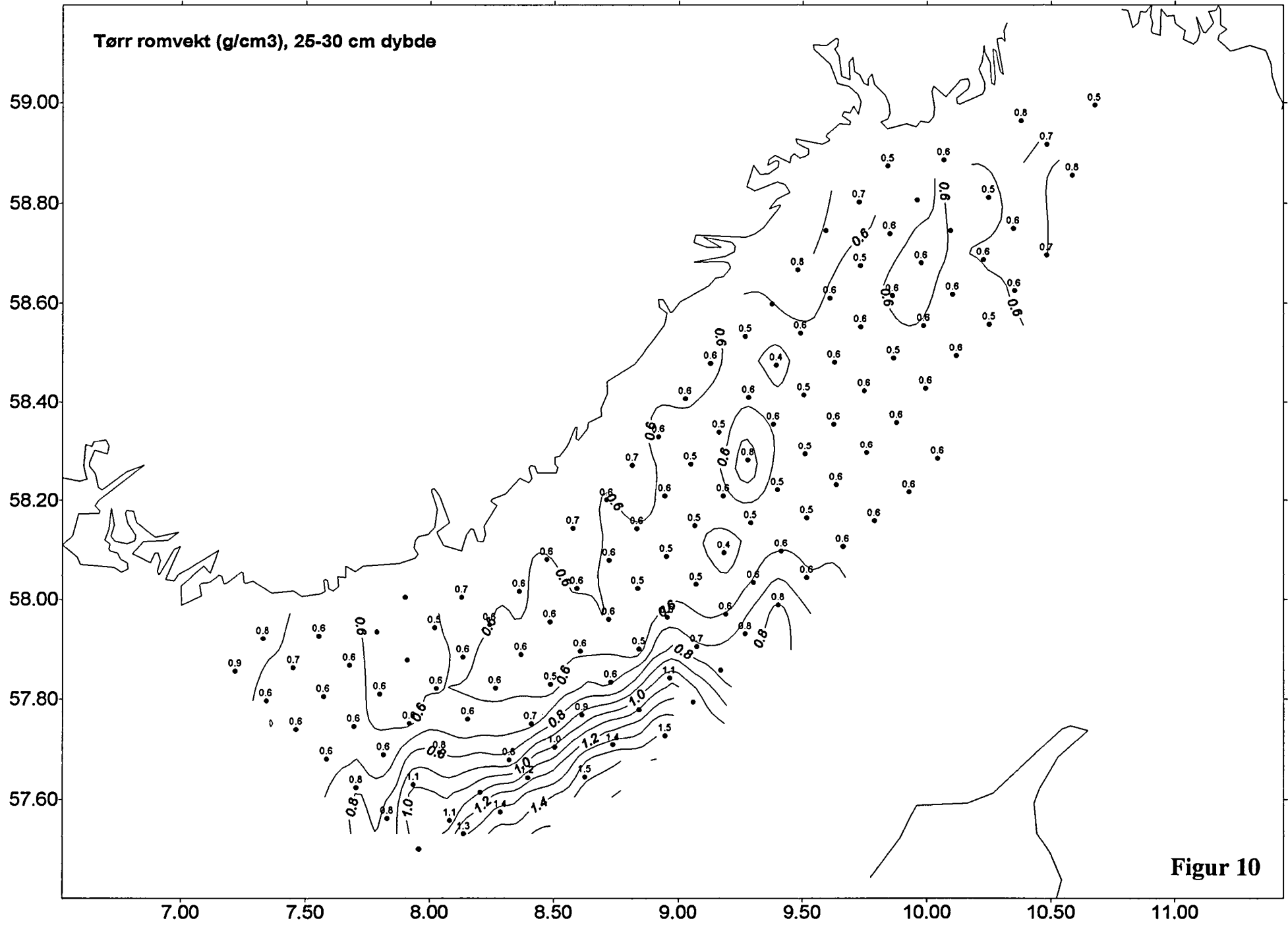
Våt romvekt (g/cm³), 25-30 cm dybde



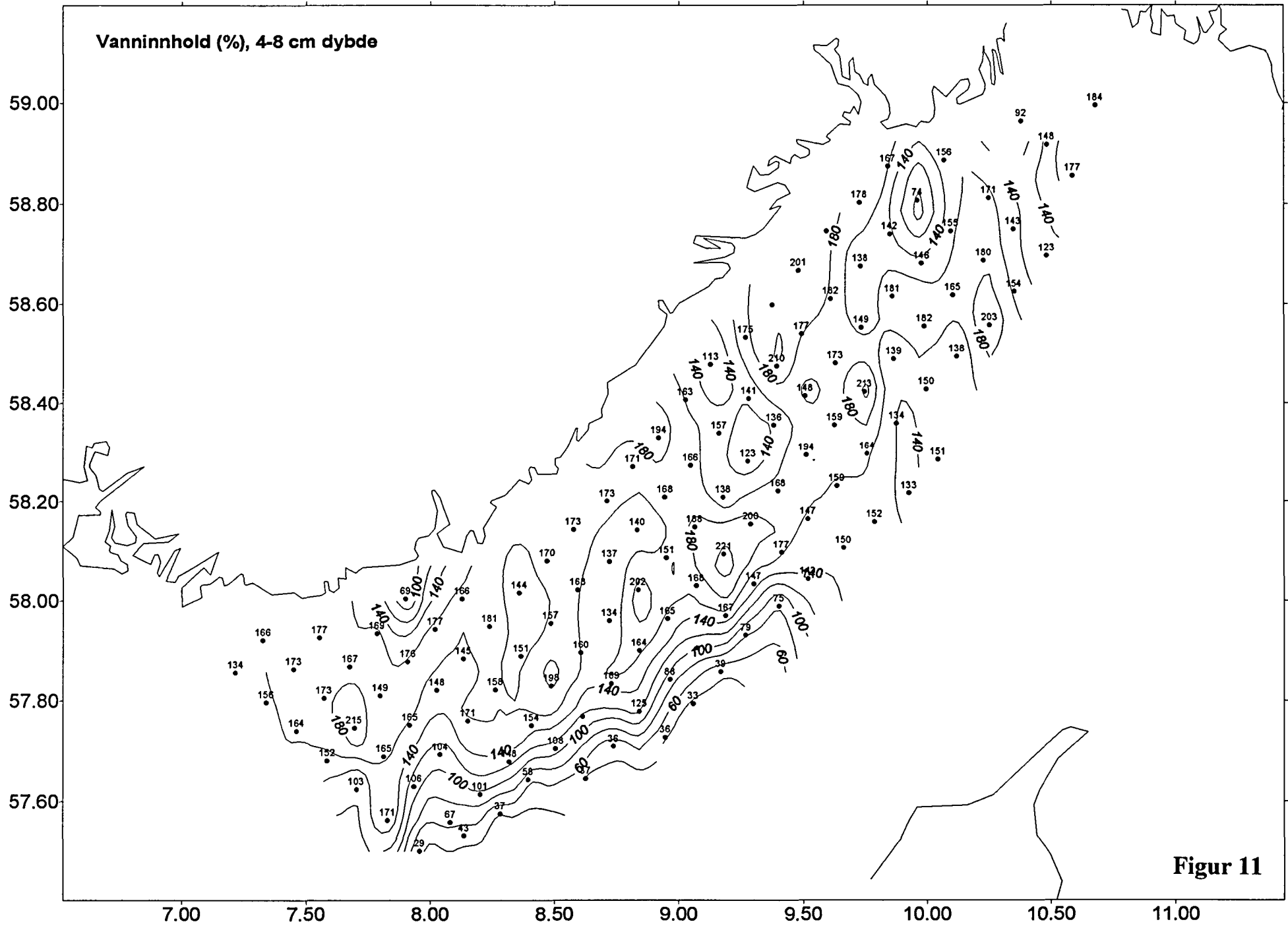
Figur 8



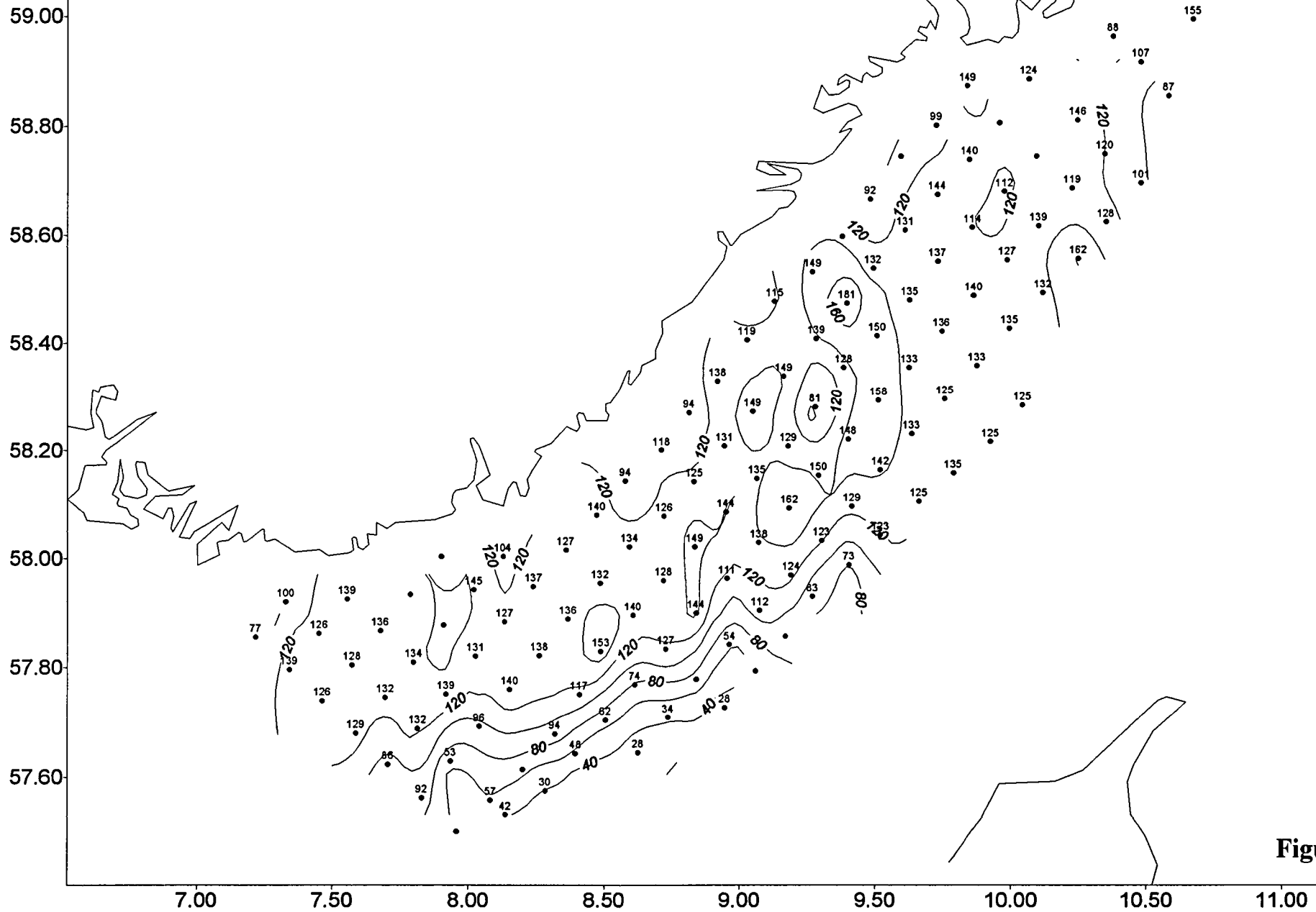
Figur 9



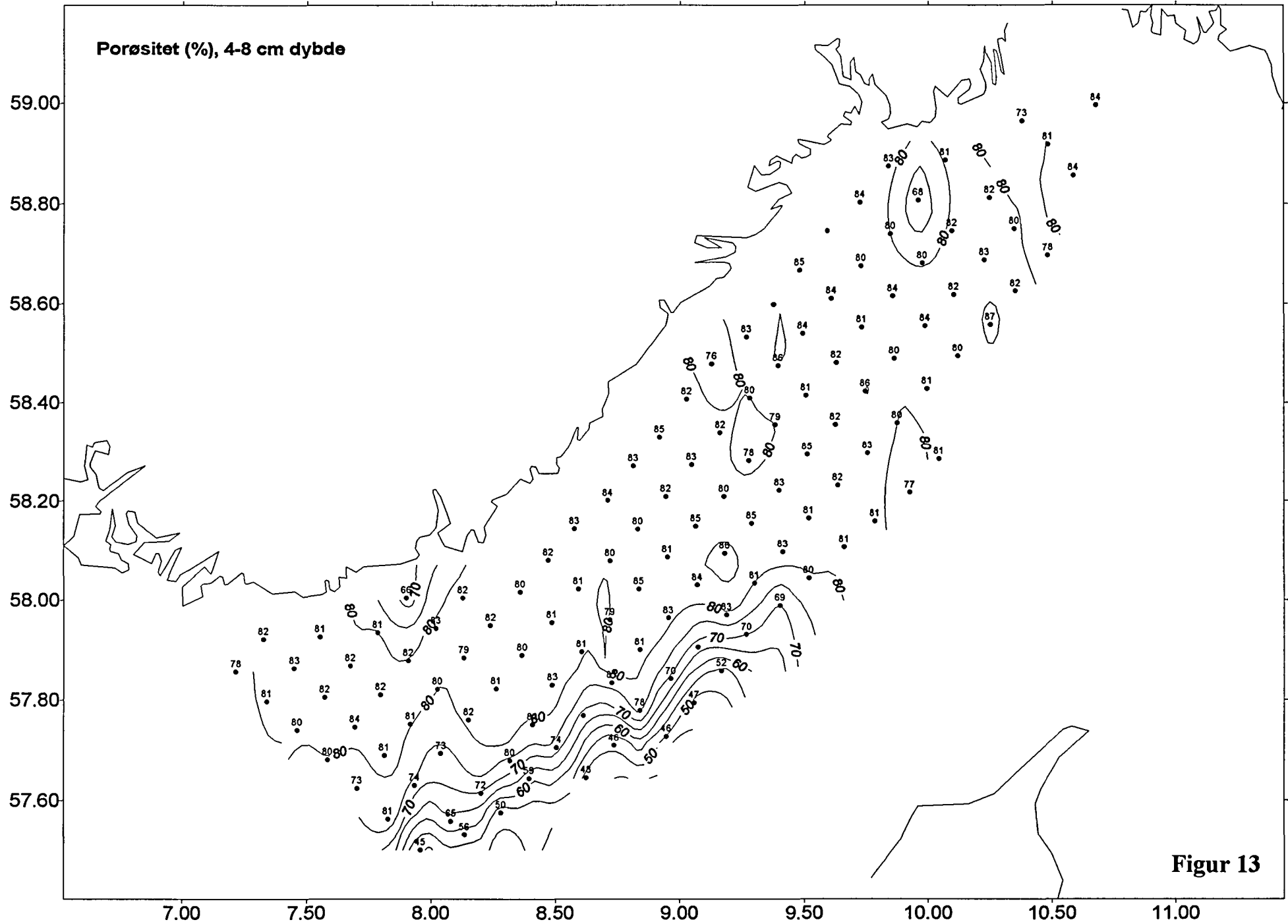
Figur 10



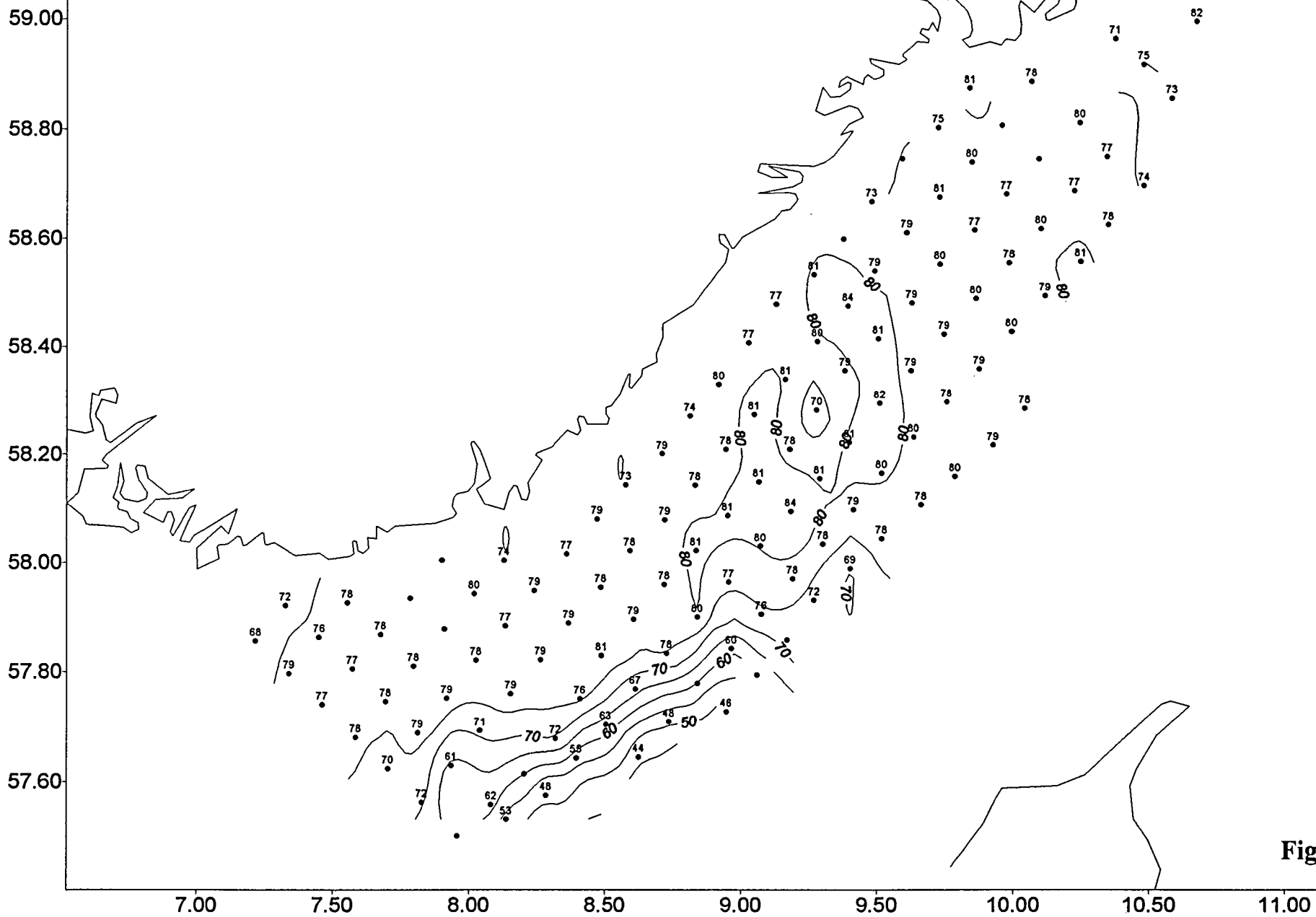
Vanninnhold (%), 25-30 cm dybde



Figur 12

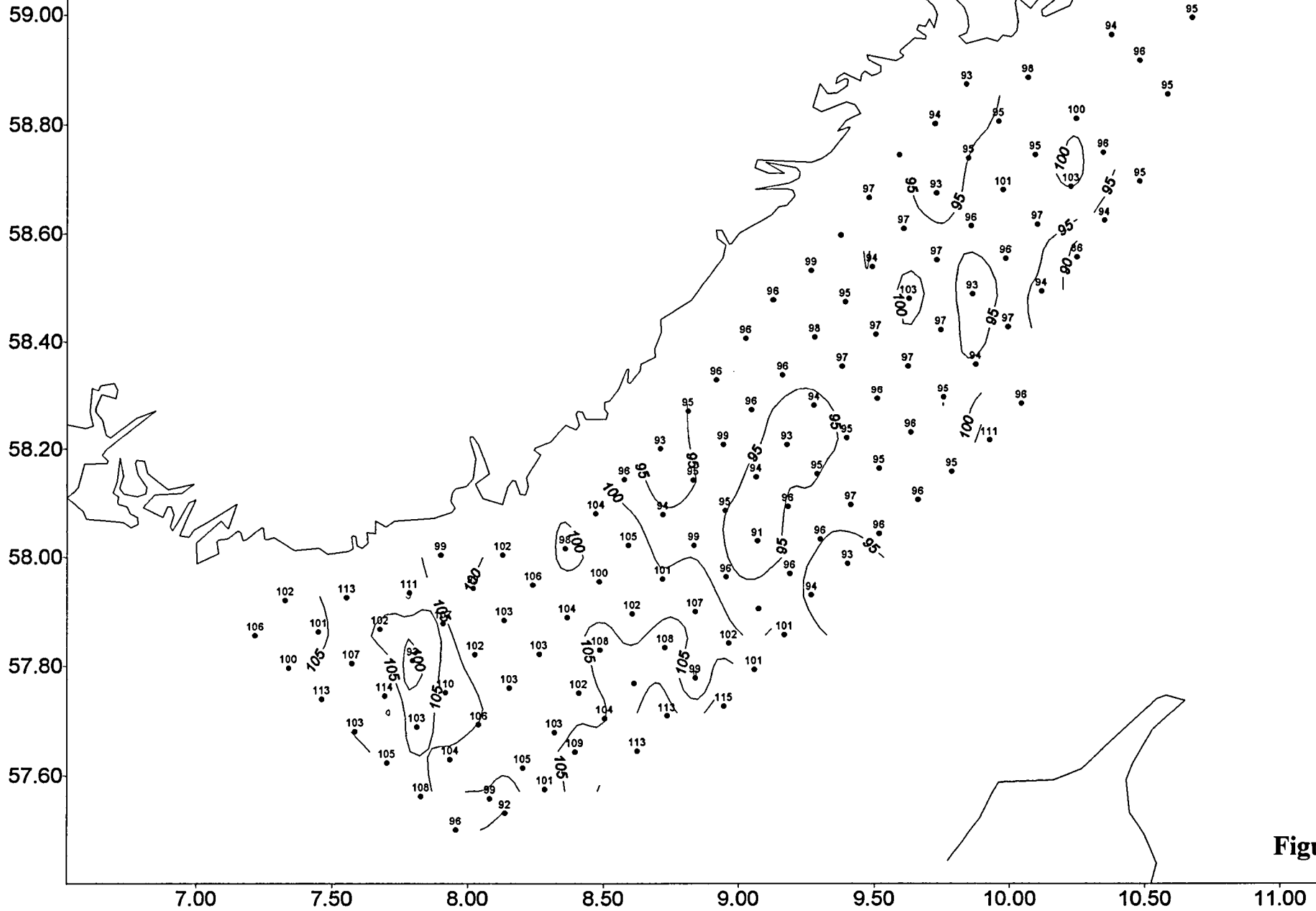


Porøsitet (%), 25-30 cm dybde

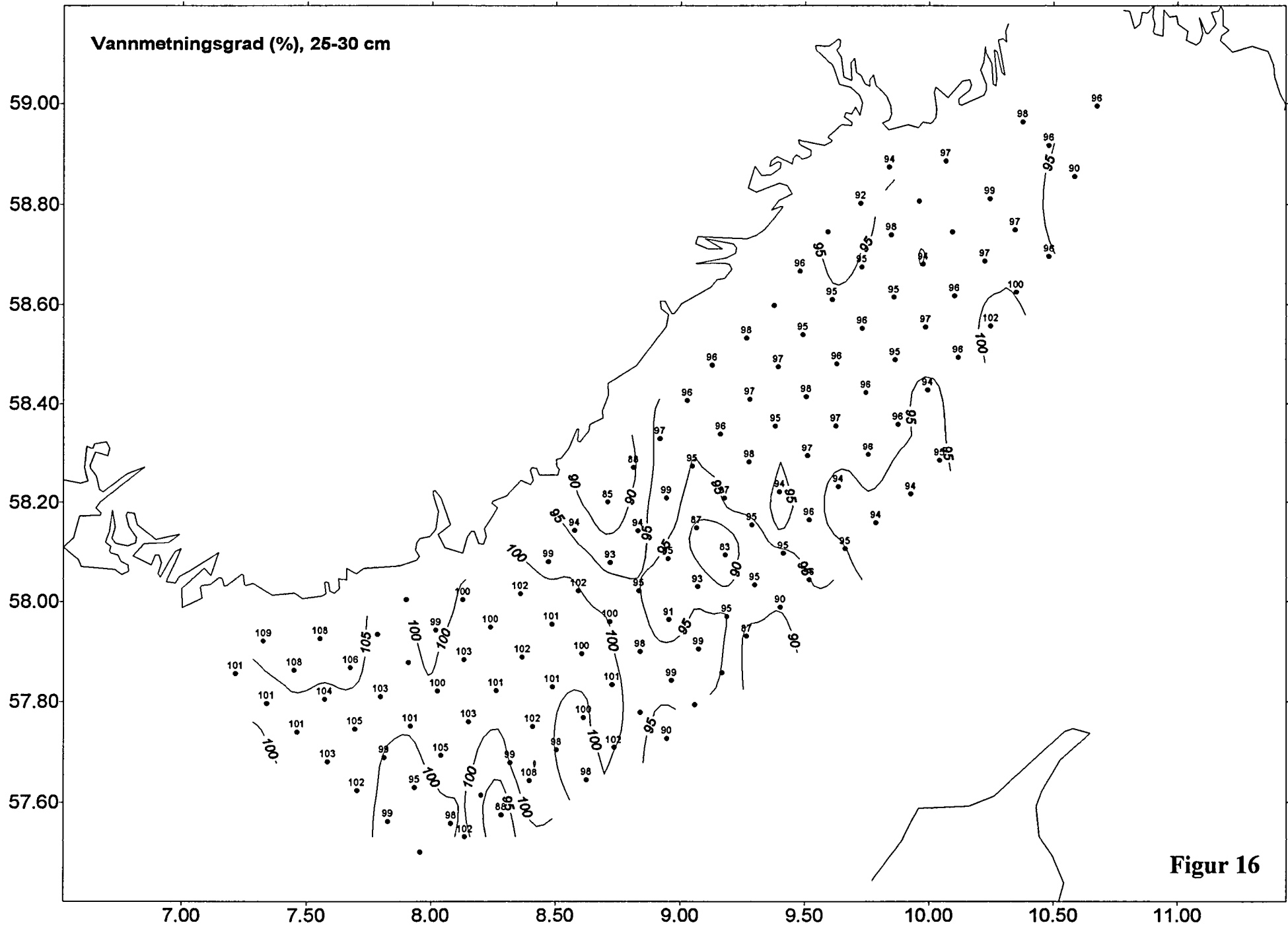


Figur 14

Vannmetningsgrad (%), 4-8 cm dybde



Figur 15



4.5 Porøsitet

Porøsiteten i de leirdominerte sedimentene i Skagerrak ved 4-8 cm dybde er generelt 80-85% (Fig. 13), selv om verdier fra 73-88% forekommer. Lengst i sør, innen de sanddominerte områdene, avtar porøsiteten til ned mot 45%.

Ved 25-30 cm dybde varierer porøsiteten innen leirområdene fra 68-84%, men de fleste verdiene ligger mellom 77-81% (Fig. 14). De høyeste porøsitetene er målt i den sentrale delen av det undersøkte området. I sør avtar porøsiteten gradvis til en laveste verdi på 44%.

For de spesielle kjernene nevnt i kapittel 4.1 er verdiene for porøsitet lavere enn den som er målt i de omkringliggende områdene.

4.6 Vannmetningsgrad

Vannmetningsgraden ved 4-8 cm dybde i kjernene varierer mellom 92 og 115% (Fig. 15). Kjernene tatt i 1992 og 1993 (Stasjon 2-75, Fig. 1) viser en variasjon fra 91-111%, med de fleste verdiene innenfor intervallet 94-99%. Kjernene fra 1994 (Stasjon 76-133) viser en variasjon fra 92-115%, med de fleste verdiene fra 99-108%.

Ved 25-30 cm dybde i kjernene varierer vannmetningsgraden fra 83-109% (Fig. 16). Kjernene fra 1992 og 1993 viser en variasjon fra 83-102%, med de fleste verdiene innenfor intervallet 93-98%. Kjernene fra 1994 varierer fra 88-109%, med de fleste verdiene fra 98-106%.

Forskjellen i vannmetningsgrad mellom prøvene fra Stasjon 2-75 og 76-133 gjenspeiler først og fremst at prøvene fra Stasjon 2-75 ble oppbevart i plastposer, og at de dermed tørket ut, før de ble veid.

5 OPPSUMMERING

Bunnsedimentene innen den norske delen av Skagerrak kan grovt sett deles i to hovedtyper. Områdene med vanddyb over 3-400 m er dominert av holocene sedimenter med et leirinnhold på 50-80% og med mindre enn 5% sand (Bøe 1995, Rise & Olsen 1994). I sørskråningen av Norskerenna blir sedimentene mer sandige, og på det svakt hellende platået inn mot dansk sokkel består sedimentene av 60-85% veldig fin og fin sand med et leirinnhold på mindre enn ca. 15% (Bøe 1995). I tillegg er det i sørskråningen av Norskerenna kartlagt et erosjonsområde med bunnsedimenter bestående av glasimarin leire (Rise & Olsen 1994), og langs norskekysten består en del prøver av omarbeidete glasimarine sedimenter og morenemateriale (Bøe 1995).

Innen leirområdene ligger verdiene for våt romvekt ved 4-8 cm dyp på rundt 1.3 g/cm^3 , og ved 25-30 cm dyp i kjernene på $1.4-1.5 \text{ g/cm}^3$. Innen sandområdene i sør øker verdiene for våt romvekt til i overkant av 2.0 g/cm^3 i begge nivå. Tørr romvekt varierer rundt 0.5 g/cm^3 innen leirområdene, og øker til i overkant av 1.5 g/cm^3 lengst i sør. Verdiene for tørr romvekt øker med ca. 0.1 g/cm^3 fra 4-8 cm til 25-30 cm dyp i kjernene innen leirområdene.

Vanninnholdet ved 4-8 cm dybde ligger innen leirområdene på 150-170% (med lokale maksima opp til 220 %), og ved 25-30 cm dyp på 125-140%. I de sanddominerte områdene i sør varierer vanninnholdet rundt 30 %. Innen leirområdene varierer porøsiteten rundt 80-85 % ved 4-8 cm dyp, og 77-81% ved 25-30 cm dyp. Porøsiteten i sandområdene er ca. 45%.

Vannmetningsgraden i sedimentene prøvetatt i 1992/93 er generelt lavere enn i sedimentene prøvetatt i 1994. Dette gjenspeiler forskjellig prøvetakingsmetodikk.

REFERANSER

- Bøe, R. 1993: Sedimentologi og geotekniske undersøkelser på Niemistökjerneprøver fra Skagerrak. *NGU Rapport 93.050*, 78 s.
- Bøe R. 1994: Sedimentologi og geotekniske undersøkelser på sedimentkjerner tatt under tokt 9307 i Skagerrak. *NGU Rapport 94.017*, 41 s.
- Bøe, R. 1995: Sedimentologi og geotekniske undersøkelser på sedimentkjerner tatt under tokt 9404 i Skagerrak, med oppsummering av resultater 1992-1995. *NGU Rapport 95.020*, 102 s.
- Bøe, R., Olsen, H.A., Thorsnes, T., Torsvik, T. & Øverby, L. 1991: Maringeologisk/geofysisk tokt nr. 9101 i Skagerrak 1991, toktrapport. *NGU Intern Rapport 91.014*, 32 s.
- Bøe, R., Thorsnes, T., Ottesen, D., Olsen, H.A. & Øverby, L. 1993. Maringeologisk tokt nr. 9301 i området Egersundbanken-Norskerenna 1993, toktrapport. *NGU Rapport 93.090*, 24 s.
- 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.
- Paetzel, M. 1992: Prøvetakingstokt nr. 9205 i Skagerrak 1992. M/S «Håkon Mosby». Toktrapport. *NGU Rapport 92.282*, 129 s.
- Rise, L. & Olsen, H.A. 1995: Seismisk tolkning av «holocene» sedimenter i Skagerrak. *Geonytt 1*, 59-60.
- Thorsnes, T., Bøe, R., Ottesen, D., Larsen, E., Moen, P.T., Olsen, H.A., Totland, O. & Øverby, L. 1992: Maringeologisk/geofysisk tokt nr. 9204 i Skagerak 1992, toktrapport. *NGU Rapport 92.287*, 42 s.
- Thorsnes, T., Bøe, R. Grøsfjeld, K., Olsen, H.A., Ottesen, D. & Øverby, L. 1993: Maringeologisk tokt nr. 9306 i Skagerrak 1993, toktrapport. *NGU Rapport 93.133*, 40 s.