Salten Profilet – stratigrafi og aflejringsmiljø

En palynologisk og sedimentologisk undersøgelse af Salten Profilet, Århus Amt

Karen Dybkjær & Erik Skovbjerg Rasmussen



DANMARKS OG GRØNLANDS GEOLOGISKE UNDERSØGELSE MILJØMINISTERIET

Salten Profilet – stratigrafi og aflejringsmiljø

En palynologisk og sedimentologisk undersøgelse af Salten Profilet, Århus Amt

Karen Dybkjær & Erik Skovbjerg Rasmussen



Indhold

Sammenfatning	3
Indledning	4
Geologi	5
Geologisk ramme Litostratigrafi	5 6
Metoder	7
Sedimentologisk beskrivelse	8
Palynofacies	9
Tolkning	10
Palynologisk datering	11
Beskrivelse af dinoflagellat selskabet: Datering:	11 11
Regional korrelation	12
Konklusion	13
Referencer	14
Figurer	15

Sammenfatning

I forbindelse med kortlægningen af dybe grundvandsmagasiner i Midt- og Sønderjylland er den lagserien, der er blottet i Salten Profilet, blevet beskrevet sedimentologisk, dateret ved hjælp af mikrofossiler og korreleret til nærliggende boringer og daglokaliteter. Salten Profilet er lokaliseret i den sydvestlige del af Århus Amt. Dateringen er baseret på palynologi/dinoflagellatstratigrafi. Fossile dinoflagellat-cyster (fra éncellede marine alger) har vist sig at være et effektivt biostratigrafisk redskab til at datere lagserien og opdele den i mindre enheder som kan korreleres på tværs af litologien. Ved at kombinere palynologiske og sedimentologiske undersøgelser er det desuden muligt at lave detaljerede tolkninger af aflejringsmiljøer og ændringer i disse.

Litostratigrafi: Lagserien, der er blottet i Salten Profilet tilhører Vejle Fjord Formationens miderste og øverste led, Vejle Fjord Ler og Vejle Fjord Sand.

Alder: Seneste Chattien – tidlig Aquitanien (seneste Sen Oligocæn – tidligste Tidlig Miocæn).

Aflejringsmiljø: Fluvialt (flodslette) med periodiske oversvømmelser, samt estuarint.

Sekvensstratigrafi: Sekvens B (Rasmussen 2004a).

Indledning

I Midt- og Sønderjylland indeholder den øverste Oligocæne – Miocæne lagserie tykke sandlag, der udgør vigtige grundvandsmagasiner. Fordelingen af disse sandlag er meget kompleks og på nuværende tidspunkt kun velkendt i visse dele af regionen. For at udnytte disse grundvandsmagasiner optimalt, samt at kunne beskytte dem mod forurening ved nedsivning er det vigtigt at opbygge en detaljeret og velunderbygget geologisk model for denne lagserie. Formålet med nærværende undersøgelse har været at datere den del af den øverste Oligocæne – Miocæne lagserie, der er blottet i Salten Profilet, således at den kan korreleres til nærliggende boringer og blotninger. Desuden er aflejringsmiljøet blevet tolket for at styrke den regionale geologiske model. Tidligere undersøgelser (Dybkjær & Rasmussen 2000; Dybkjær 2004a) har vist at dinoflagellatstratigrafi er den bedste biostratigrafiske metode til datering af de oligocæne og miocæne sedimenter og at denne metode, kombineret med sekvensstratigrafi, kan udrede de stratigrafiske forhold for lagserien.

Salten Profilet er lokaliseret i den sydvestlige del af Århus Amt (Fig. 1). Den her undersøgte nedre del af lagserien i Salten Profilet er tidligere blevet beskrevet som miocæne ferskvandsaflejringer (Larsen & Kronborg 1994).

Geologi

Geologisk ramme

De Paleogene og Neogene sedimenter, der blev aflejret for 65 til 5 millioner år siden i det østlige Nordsø bassin består hovedsageligt af ler og sand. Kalkaflejringer kendes fra den tidligste del af perioden.

Paleogenet, der dækker det geologiske tidsrum fra 65 millioner år til 23 millioner år, startede med aflejring af koldtvandskarbonater. I den østlige del af Danmark består disse karbonater hovedsageligt af bryozobanker og koralrev. For omkring 62 millioner år siden ændredes dette aflejringsmønster markant, således at der i den resterende del af Paleogen aflejredes overvejende lerede sedimenter, som stammede fra nedbrydningen af de landområder, der omkransede den daværende Nordsø. Aflejringen skete på forholdsvist dybt vand.

For ca. 23 millioner år siden, ved begyndelsen af den miocæne periode (og dermed ved begyndelsen af Neogen), blev der land i dele af det område vi i dag kender som Danmark. Landet var på det tidspunkt karakteriseret ved store deltaer og kystsletter, som byggede ud i Nordsøen fra bjergene i nord (Norge). Udbygningen af deltaer og kystsletter dominerede de første 7 millioner år af Miocæn perioden (Fig. 2). I løbet af disse 7 millioner år skete der tre markante udbygninger af deltaer, hovedsageligt fra Norge. I forbindelse med den første udbygning aflejredes først en serie tykke sandlag, kaldet Billund sandet, i det centrale Jylland (Fig. 2). Under fortsættelsen af denne udbygning nåede deltafronten helt ned til Sønderjylland og her aflejredes tykke sandlag kendt som Ribe Formationen. Efter aflejringen af Ribe Formationen steg havet og overvejende lerede, marine sedimenter tilhørende Arnum Formationen blev aflejret. Havet nåede ca. ind til Silkeborg området. Herefter rykkede kysten igen mod sydvest og sandrige delta aflejringer blev afsat i form af Bastrup sandet. Udbygningen af Bastrup sandet nåede ikke så langt sydvest på som Ribe Formationen. En ny stigning af havet, betød at kysten igen rykkede tilbage til Silkeborg området. Udbygningen af deltaer kulminerede ved overgangen fra Nedre til Mellem Miocæn (for omkring 15 millioner år siden), hvor store sump-områder medførte aflejringer af tykke brunkulslag i Midtjylland (Fig. 3). Disse lag er kendt som Odderup Formationen.

I begyndelsen af Mellem Miocæn, skete der en markant ændring mod et varmere klima der førte til at havniveauet steg og havet oversvømmede store landområder omkring Nordsøen. Dette store hav kaldes populært for "Gram Havet". De geologiske vidnesbyrd fra dette hav er aflejringer af marine, til tider fossilholdige, lerbjergarter kendt som Hodde og Gram Formationerne. Under denne varme periode ("det midt miocæne klimatiske optimum") lå kystlinien formodentligt lidt nord for Limfjorden langs en forkastningszone kaldet Fjerritslev Forkastningen (Fig. 4). Dette er dog kun ét forslag, måske var kystlinien placeret væsentligt nordligere, og havet dækkede måske store dele af det nuværende Sverige helt op til Göteborg. Vi ved det ikke præcist, fordi senere istider over Danmark har slettet alle spor af Gram Havet i Nordjylland og Skagerrak-Kattegat området.

I den sidste del af Miocæn begyndte kysten igen at bygge ud i Nordsøen. Denne udbygning skete både fra nord og fra øst (Fig. 5). Ved Miocæns afslutning lå kystlinien helt ude i den centrale del af Nordsøen, der langsomt var ved at være fyldt op af de nedbrydningsprodukter som igennem Miocæn var blevet eroderet bort fra de norske fjelde og de centraleuropæiske bjergkæder (Fig. 6).

Litostratigrafi

De nyere undersøgelser af den øvre oligocæne - miocæne lagserie har vist at den tidligere litostratigrafiske opdeling er for simpel. Derfor vil der i nærværende undersøgelse blive benyttet en litostratigrafi for den miocæne lagserie, der er kraftig revideret (Rasmussen *et al.* 2002) (Fig. 7, 8).

Den ældste litostratigrafiske enhed er Vejle Fjord Formationen. Den nederste del af Vejle Fjord Formationen, Brejning Ler Led, henregnes til oligocænet, så den miocæne lagserie starter med Veile Fjord Leret. Veile Fjord Leret efterfølges af Veile Fjord Sand og Hvidbjerg sand. I det centrale og vestlige Jylland er der kortlagt et større deltakompleks, som er samtidig med Vejle Fjord Formationen. Dette benævnes Billund sand. I det sydlige Jylland aflejredes et meget sandrigt system, som er en videre udbygning af Billund deltaet, men som dog er isoleret fra Billund deltaet. Dette sandrige system hedder Ribe Formationen. Over disse enheder, der overordnet tilhører Vejle Fjord Formationen, kommer Arnum Formationen, der hovedsageligt består af lerede sedimenter. Den nederste del af Arnum Formationen, som består af sandrige sedimenter benævnes Kolding Fjord sand. De minder meget om Vejle Fjord Formationen, men er yngre og udgør ikke en del af Vejle Fjord systemet. I de nordlige og østlige egne af Jylland kiler der sig et sandlag ind i den lerede del af Arnum Formationen. Dette lag benævnes Bastrup sand. I forbindelse med en ny kystudbygning i den øverste del af Arnum Formationen aflejredes finsand rigt på tungmineraler. Disse sandlag kaldes for Stauning sand. Over Arnum Formationen følger den sandrige Odderup Formation. Herover træffes kun lerrige sedimenter i Jylland. Disse lag er kendt som Hodde Formationen og Gram Formationen.

Der er endnu ikke konstrueret et prækvartært kort over de miocæne formationer omtalt ovenfor, men den overordnede fordeling af de miocæne og pliocæne aflejringer i det danske område er vist i Rasmussen (2004b, Fig.5). Her ser man at de miocæne lag bliver ældre mod øst og nordøst. Dette er en konsekvens af den markante neogene og kvartære hævning og erosion.

Metoder

Nærværende rapport bygger på en sedimentologisk beskrivelse af Salten Profilet, samt på palynologiske data fra en serie på 11 prøver udtaget fra profilet. Lokaliseringen af profilet er vist på figur 1.

Til den palynologiske undersøgelse blev der udtaget 11 prøver i alt. Lokaliseringen af prøverne er vist på figur 10. Prøverne blev behandlet i det stratigrafiske laboratorium på GEUS efter palynologiske standardmetoder, omfattende behandling med HCI, HF, HNO₃ og filtrering på 11µm filtre. Denne behandling fjerner karbonater (kalk) og silikater (ler, silt, sand) fra prøverne. De organiske sedimentære partikler, der er modstandsdygtige overfor syrebehandlingen, blev derefter monteret i glyceringelantine på præparatglas. Disse præparater blev så undersøgt i lysmikroskop.

Først blev fordelingen af organiske partikler bestemt, til brug for tolkningen af aflejringsmiljøet. Et minimum på 300 organiske sedimentære partikler blev henført til én af kategorierne: Amorft organisk materiale (AOM), indkullede træpartikler, brune træpartikler, kutikula og membraner, samt palynomorfer. Dernæst blev minimum 200 palynomorfer henført til en af grupperne: miosporer, ferskvandsalger, non-saccate pollen, saccate pollen, samt dinoflagellater. Resultaterne er vist i figur 11.

Med henblik på at datere lagserien og indplacere den i den regionale geologiske model blev alle de tilstedeværende dinoflagellater registreret og henført til art ved en grundig gennemgang af 2 hele præparater per prøve. Samtidigt blev andelen af andre marine alger, acritarcher samt ferskvandsalger registreret til brug for kvantitative analyser. Resultaterne af denne analyse er præsenteret i et såkaldt "range-chart", i figur 12.

Sammensætningen af dinoflagellatselskabet og ferskvandsalgeselskabet afspejler aflejringsmiljøet. En stor andel af ferskvandsalger indikerer stor tilførsel af ferskvand til aflejringsområdet, mens stor andel af dinoflagellat-slægten *Homotryblium* ifølge Brinkhuis (1994) indikerer et marginalt marint, lavsalint aflejringsmiljø, som det ses i Vejle Fjord Ler og –Sand (Dybkjær 2004a, b).

Sedimentologisk beskrivelse

En litologisk log for Salten Profilet er vist på figur 10. Nederst i sektionen ses ca. 1.75 m sand bestående af veksellejrende, mellem til grovkornet, skrålejrede og planlaminerede til svagt skrålejret sandlag. Hældningen på tabulare, skrålejerede sandlag er overvejende mod vest og sydvest. De planlaminerede sandlag har et højt indhold af tungmineraler. Øverst i denne del erkendes enkelte grå, tynde lerlag. Herover følger 0.25 m veksellejrende tynde sand og lerlag. Denne enhed overlejres af et tyndt, gulligbrunt lignitlag, på ca. 0.02 m. Dette følges af ca. 4 m veksellejrende mørkebrune, siltede, lerlag og mellemkornede sandlag. Sandlagene er ofte skrålejrede med grovkornet sand langs de enkelte forsets. Endvidere er der enkelte steder set lerdraperinger på sættene. Et enkelt lag viser rodspor. Ribber på toppen af de enkelte skrålejrede lag er hyppige. Den øvre grænse kan være erosiv. Opad ses en tiltagende hyppighed af lerdraperinger på de skrålejrede sandlag. Dette følges af 2.5 m mørkebrunt, lamineret ler med enkelte tynde sandlag. Herover følger ca. 4 m veksellejrende mørkebrune ler og sandlag, der udviser en tydelig finende-opad trend. De nederste sandlag har en skarp undergrænse og en internt ondulerende lagdeling, med enkelte lerdraperinger. Der er et enkelt skarpt baseret sandlag med tydelige rodstrukturer. Øverst i enheden er der et markant farveskift fra mørkebrunt til gråt ler. Herover følger skarpt 2.5 m mellem- til grovkornet sand, der veksellejrer med gruslag. Gruslagene er trugskrålejrede og sandlagene er oftest skrålejrede. Der er fundet enkelte træstykker i enheden. Endeligt følger 5.5 m veksellejrende sand og lerlag. Lerlagene er grå. Der er fundet lignit enkelte steder i enheden. Øverst er laget kraftigt foldet.

Palynofacies

De sedimentære organiske partikler er domineret af palynomorfer mens amorft organisk materiale (AOM) og brune træpartikler ("brown wood") forekommer almindeligt (Fig. 11, venstre del). Det amorfe organiske materiale er formodentligt delvist omsat ved-materiale og altså af terrestrisk oprindelse. Kutikula-stykker og membraner forekommer sporadisk i de fleste af prøverne, mens indkullede træpartikler ("black wood") kun er registreret i den nederste og den øverste prøve. Andelen af AOM stiger gradvist fra den nedre del af profilet op til 12.50m, hvorefter den falder brat. I prøverne 4.5m og 4.8m, samt i den øverste prøve (16.50m) dominerer palynomorferne totalt.

Blandt palynomorferne dominerer de saccate pollen i alle de undersøgte prøver, mens non-saccate pollen forekommer almindeligt (Fig. 11, højre del). Miosporer forekommer sporadisk i alle prøver, men viser en lidt højere relative hyppighed i den nederste prøve. Ferskvandsalger forekommer også sporadisk i alle prøver på nær 9.85m, hvor de er almindeligt forekommende. Blandt ferskvandsalgerne dominerer *Botryococcus* spp. samt *Pseudokomewuia* aff. *granulata* (Fig. 12). Dinoflagellater forekommer i alle prøver, men meget sporadisk i de fleste prøver og artsdiversiteten af dinoflagellater er generelt meget lav. *Homotryblium plectilum* er den dominerende dinoflagellat-art (Fig. 12). Denne art forekommer hovedsageligt i marginal marine, lav-saline områder (Brinkhuis 1994; Dybkjær 2004a). I de to prøver i 12.50m og 13.00m er der en markant højere relative hyppighed af dinoflagellater end de øvrige prøver (fig. 10). Samtidigt er der også en højere artsdiversitet i disse to prøver samt i prøven i 2.50m (Fig. 12).

Tolkning

Kombinationen af en meget sporadisk tilstedeværelse af dinoflagellater i alle 11 prøver, en total dominans af terrestriske palynomorfer, en hyppig forekomst af ferskvandsalger, samt forekomsten af kutikula-stykker i næsten alle prøver indikerer et overvejende terrestrisk til estuarint miljø.

Den nederste sandede del af sektionen (ca. 0-1.5 m) er aflejret i et miljø med strømmende vand (Fig. 10). Dominansen af terrestriske organiske partikler og den meget sporadiske tilstedeværelse af marine dinoflagellater tolkes til at indikerer et fluvialt miljø med periodiske oversvømmelser. De lerede sedimenter med sammenskyllet træ (ca. 2 m) repræsenterer et flodplansmiljø mellem aktive kanaler. Sandlagene med en skarp undergrænse, der er indlejret i leret og som kan indeholde rodspor, tolkes til at repræsentere crevasse splayer (overløbskegler). De skrålejerede sandlag (ca. 4-6 m), viser tegn på erosion efter aflejring og er ofte ler-draperede; enkelte lag endda med dobbelte lerdraperinger. Dette tyder på en øget indflydelse fra havet og lerdraperingerne er karakteristiske for et tidevandspræget miljø, f. eks. et estuarint miljø (Nio et al. 1993). Opad i sektionen ses en gradvis stigning i indholdet af marine dinoflagellater. I de lerdominerede lag omkring 12.5 m er der fundet det højeste indhold af marine dinoflagellater. Dette indikerer den maksimale marine indflydelse i sektionen. Herover følger skarpt trug og tabular skrålejret sand med lignit stykker. Denne del af successionen er tidligere tolket til at være kvartære smeltevandsaflejringer (Larsen & Kronborg 1995) og det kan ikke udelukkes at kvartær grænsen skal lægges ved basis af sandlaget (ca. 13.8 m). Sammensætningen af palynomorferne i prøven 16.50 m tyder dog mest på en Miocæn alder. Homotryblium plectilum kendes ikke fra lag yngre end Miocæn og da der ikke er tegn på omlejring i prøven må den anses for at være in situ. Kvartære aflejringer i tidligere undersøgte boringer har desuden været karakteriseret ved en dinoflagellat sammensætning der tydeligt viste de kvartære lags blandede oprindelse ved at indeholde en blanding af Palæocæne, Eocæne, Oligocæne og Miocæne dinoflagellat cyster. Dette er ikke tilfældet her. Dominansen af ferskvandsalger i prøven fra 16.50m indikerer et skifte mod markant større ferskvandsinflux.

Palynologisk datering

Beskrivelse af dinoflagellat selskabet:

Homotryblium plectilum dominerer i alle prøver (Fig. 12). Spiniferites spp. forekommer almindeligt, mens Dapsilidinium pseudocolligerum, Distatodinium paradoxum, Glaphyrocysta cf. pastielsii, Homotryblium tenuispinosum, Hystrichokolpoma rigaudiae, Operculodinium centrocarpum, Systematophora placacantha, Thalassiphora pelagica samt Tityrosphaeridium cantharellus forekommer konsistent op gennem profilet.

Datering:

Den undersøgte lagserie er af seneste Sen Oligocæn (seneste Chattien) – tidligste Tidlig Miocæn (tidlig Aquitanien) alder.

Det fundne dinoflagellatselskab, karakteriseret af dominansen af *Homotryblium plectilum* og tilstedeværelsen af *Thalassiphora pelagica*, svarer til det selskab der karakteriserer Vejle Fjord Ler og Sand i alle tidligere undersøgte boringer i Midt- og Sønderjylland og i daglokaliteterne langs Vejle Fjord og Lille Bælt. Ifølge Dybkjær (2004a) kan Vejle Fjord Ler og Sand dateres til seneste Sen Oligocæn (seneste Chattien) – tidligste Tidlig Miocæn (tidlig Aquitanien).

Regional korrelation

På baggrund af dateringen af Salten sektionen i nærværende rapport, er der lavet en korrelation til nærliggende boringer, som gennemborer den miocæne lagserie i Vejle og Ringkøbing amter. Endvidere er korrelationen ført over til Morsholt boringen syd for Odder og endeligt til de miocæne blotninger, Jensgård og Dykjær, beliggende i Vejle Amt (Fig. 13 og 14).

Den nederste del af dette korrelationspanel er repræsenteret ved lerede sedimenter tilhørende Brejning Leret fra Vejle Fjord Formationen. Brejning Leret blev aflejret i et fuldt marint miljø. Her over følger lerede sedimenter, der er tolket til at tilhøre Vejle Fjord Formationen. I Vejle Fjord Formationen ses et stigende indhold af sand opad. Ved Isenvad, Engesvang og Morsholt sker denne stigning gradvist, hvorimod en meget skarp grænse erkendes ved 117 m i Addit boringen. Dette sand tolkes til at tilhøre Billund sandet (Rasmussen 2003). I Morsholt boringen er det tidsækvivalente sand henført til Vejle Fjord Sand og Hvidbjerg sand. De 2 sidstnævnte sandlag repræsenterer sand aflejret i oddekomplekser associeret med Billund deltaet (Rasmussen 2004b; Rasmussen & Hansen 2005). Den del af Billund sandet, som viser en gradvis stigning i sand-indhold og kornstørrelse (normal gradering), blev aflejret i fronten af et delta system. Sandet ved Addit, der skarpt overlejrer lerede sedimenter, blev sandsynligvis aflejret som en konsekvens af en abrupt ændring i sediment tilførsel (Rasmussen 2004a) eller, alternativt, blev det aflejret i en nedskåret dal dannet under den fortsatte udbygning af Billund deltaet. Kraftig erosion i Billund deltaet kendes fra Isenvad området (Rasmussen & Hansen 2005). En del af Billund sandet er blottet nederst i Salten profilet. Dette overlejres i Salten profilet og i de nærliggende Løvenholt og Addit boringer af lerede flodslette aflejringer med indslag af estuarine til marginalt marine lag. Herover følger igen sandede sedimenter, der er tolket til at tilhører Billund sandet. De lerede og sandede sedimenter ved Morsholt, Jensgård og Dykjær (Fig. 14) blev aflejret i laguner og oddekomplekser associeret med delta udbygningen af Billund Deltaet.

I den østlige del af sektionen overlejres de miocæne sedimenter af kvartære lag. Grænsen til de kvartære lag er usikker i Addit boringen og ligeledes i Salten profilet, se diskussion tidligere i rapporten. I den vestlige del, der er repræsenteret ved Isenvad og Engesvang boringerne, overlejres Billund sandet af lerede sedimenter fra Nedre Arnum Formationen. Arnum Formationen blev aflejret i et marint til marginalt marine miljø i denne del af Jylland. Herover følger sandede sedimenter med enkelte indslag af ler. Disse lag tilhører Bastrup sandet. De øverste lerede sedimenter i Isenvad og Engesvang boringerne tilhører formodentligt Øvre Arnum Formation.

Konklusion

Lagserien, der er blottet i Salten Profilet, er beskrevet sedimentologisk og dateret ved hjælp af dinoflagellat stratigrafi. Desuden er aflejringsmiljøet tolket på basis af en kombination af sedimentologi og palynofacies.

Litostratigrafi: Lagserien, der er blottet i Salten Profilet tilhører Vejle Fjord Formationens miderste og øverste led, Vejle Fjord Ler og Vejle Fjord Sand.

Alder: Seneste Chattien – tidlig Aquitanien (seneste Sen Oligocæn – tidligste Tidlig Miocæn).

Aflejringsmiljø: Fluvialt (flodslette) med periodiske oversvømmelser, samt estuarint.

Sekvensstratigrafi: Sekvens B (Rasmussen 2004a).

Referencer

- Brinkhuis, H. 1994: Late Eocene to Early Oligocene dinoflagellate cysts from the Priabonian type-area (Northeast Italy): biostratigraphy and paleoenvironmental interpretation. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology **107**, 121–163.
- Dybkjær, K., 2004a: Dinocyst stratigraphy and palynofacies studies used for refining asequence stratigraphic model - uppermost Oligocene to Lower Miocene Jylland, Denmark. Review of Palaeobotany and Palynology **131**, 201–249.
- Dybkjær, K. 2004b: Morphological and abundance variations in *Homotryblium*-cyst assemblages related to depositional environments; uppermost Oligocene Lower Miocene, Jylland, Denmark. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology **206**, 41–58.
- Dybkjær, K., Rasmussen, E.S. 2000: Palynological dating of the Oligocene Miocene successions in the Lille Bælt area, Denmark. Bulletin of the Geological Society of Denmark 47, 87–103.
- Larsen, G., Kronborg, C., 1994: Det mellemste Jylland. Geologisk set. En beskrivelse af områder af national geologisk interesse. Geografforlaget, 272 pp.
- Nio, S.D., Yang, C., 1991: Diagnetic attributes of clastic tidal deposits: a review. In: D.G. Smith, G.E. Reinson, B.A. Zaitlin and R.A. Rahmani (eds): Clastic Tidal Sedimentology. Memoir of the Canadian Society of Petroleum Geology. 16, 3–28.
- Rasmussen, E.S. 2003: Korrelation af miocæne grundvandsmagasiner i Vejle Amt med speciel fokus på Give-Brædstrup området. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse Rapport **2003/3**, 18 pp.
- Rasmussen, E.S. 2004a: Stratigraphy and depositional evolution of the uppermost Oligocene – Miocene succession in Denmark. Bulletin of the Geological Society of Denmark 51, 89–109.
- Rasmussen, E.S. 2004b: Tolkning af seismiske data i Give–Brædstrup området samt litologisk beskrivelse af Gadbjerg boringen. Danmarks og Grønlands geologiske Undersøgelse Rapport **2004/71**, 24 pp.
- Rasmussen, E.S., Dybkjær, K., Piasecki, S., 2002: Miocene depositional systems of the eastern North Sea Basin, Denmark. Danmarks og Grønlands geologiske Undersøgelse Rapport **2002/89**, 120 pp.
- Rasmussen, E.S., Hansen, J. P.V. 2005: Kortlægning af grundvandsmagasiner i Ringkøbing Amt.

Figurer

- Figur 1: Lokalisering af Salten Profilet.
- Figur 2–6: Palæogeografisk udvikling fra Chattien (Øvre Oligocæn) til Tortonien (Øvre Miocæn).
- Figur 7: Logkorrelationspanel, der viser en serie boringer fra det centrale Jylland til Sønderjylland.
- Figur 8: Litostratigrafi og kronostratigrafi for den oligocæne og miocæne lagserie i Midtog Sønderjylland.
- Figur 9: Salten profilet med lokaliseringen af det sammensatte, opmålte profil.
- Figur 10: Litologisk log for Salten Profilet. Pilene indikerer lokalisering af prøverne udtaget til palynologi.
- Figur 11: Palynofacies resultater.
- Figur 12: Range-chart, der viser den relative hyppighed af de registrede dinoflagellatarter, andre marine alger ("Other marine algae", OM), acritarcher og ferskvandsalger i de 11 undersøgte prøver.
- Figur 13: Lokalisering af boringer og daglokaliteter, som er vist i Fig. 14.
- Figur 14: Regional korrelation mellem Salten profilet, Isenvad boringen (DGU-86.2056), Engesvang boringen (DGU-86.2050), Addit Mark boringen (DGU-97.928), Morsholt boringen, Jensgård profilet, samt Dykjær profilet.



Figur 1: Lokalisering af Salten Profilet.



Fig. 2: Palæogeografisk rekonstruktion af Danmark for ca. 22 millioner af år siden i Miocæn.



0



Fig. 3: Palæogeografisk rekonstruktion af af Danmark for ca. 15 millioner af år siden i Miocæn.



Fig. 4: Palæogeografisk rekonstruktion af af Danmark for ca. 12 millioner af år siden i Miocæn.



Fig. 5: Palæogeografisk rekonstruktion af af Danmark for ca. 10 millioner af år siden i Miocæn.



Fig. 6: Palæogeografisk rekonstruktion af af Danmark for ca. 7 millioner af år siden i Miocæn.



Fig. 7: Logkorrelationspanel, der viser en serie boringer fra det centrale Jylland til Sønderjylland.





Fig. 8: Litostratigrafi og kronostratigrafi for den oligocæne og miocæne lagserie i Midt- og Sønderjylland.



Fig. 9: Salten profilet med lokaliseringen af det sammensatte, opmålte profil.



Section : Salten Profilet Spudded : 30 November 2004 Completed : 30 November 2004 Interval : 18m - 0m Scale : 1:250 Chart date : 07 February 2005 Samples Palynofacies (%) Movement (50mm=100%) In-Situ occurrences

Absolute abundance (50mm=100 counts) In-Situ occurrences Amorphous (organic) matter (AOM) Samples (metres) cuticle and membranes % non-saccate pollen %dinoflagellate cysts palynomorphs total % miospores % freshwater algae % saccate pollen Elevation black wood brown wood 16.50 13.00 12.50 10m-9.85 7.00 5m 4.80 4.50 2.75 2.50 1.75 1.30 0m

GEUS

Palynomorphs (%)

Copenhagen

Fig. 11: Palynofacies resultater.

Section : Salten Profilet

Spudded : 30 November 2004 Complete: 30 November 2004 Interval : 18m - 0m Scale : 1:250 Chart date : 07 February 2005

	Samples	Dinoflagellate Cysts	OM	Acritarchs	Freshwater Algae
		% within discipline -PF (30mm=100%) In-Situ occurrences	*1 *2	*1 In-Situ occurrences	% within discipline -PF (30mm=100%) In-Situ occurrences
			-		
		Isi		ibs es	
		ee a L		ess ess ss-t	
		(S S S S S S S S S S S S S S S S S S S	2	CC LOC	
				ar p ses pro	ens
	_	structure sum sum sum sum sum sum sum sum sum substances sum sum sum sum sum sum sum sum sum su		nula size ces ate	nul nul
	es)	nic micels and in a second in		gra furc ate	aete
	etro	allie ea allie dite dite dite dite dite dite dite di	5	enti sa sa	aff.
	Ĕ	ser cf. lium allium all		1, 1c 2, 7, 1c fifer ano	p. cf. T
Ц	s:	in indiana	es	oe o	s sr dd sb
atic	ple	niiu iniiu iniiu iniiu iniiu baliu baliu baliu iniiu baliu iniiu baliu iniiu baliu inii inii inii inii i inii inii i i inii i i i i i i i i i i i i i i i i i i i	hei	ityl r Iv tyl u sr iella	com un un un
eV.	m	odin sillid hyrrth hyrrth hyrrtod otry otry otry otry sillid alino otry otry sillid hyrr	a s	arct arct ops ops	astr niel
Ē	S and a second	Sord to more that the second s	arg	crit crit vclit ara	eca edi
			<u>,</u>		
-					
-	10.00				
-					
	13.00				
	12.50				
_					
10m-	9.85				
-					
-					
-	7.00				
-					
5m-	4.80 4.50				
	2 75				
-	2.50				
-	1.30	│ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │ │			
0m_			1		

Figur 12: Range-chart, der viser den relative hyppighed af de registrede dinoflagellat-arter, andre marine alger ("Other marine algae", OM), acritarcher og ferskvandsalger i de 11 undersøgte prøver.

GEUS Copenhagen



Fig. 13: Lokaliseringer af boringer og daglokaliteter, som er vist på Fig. 14.



Figur 14: Regional korrelation mellem Salten profilet, Isenvad boringen (DGU-86.2056), Engesvang boringen (DGU-86.2050), Addit Mark boringen (DGU-97.928), Morsholt boringen, Jensgård profilet, samt Dykjær profilet.

Øst



DYKJÆR

