

# Palynologisk datering og stratigrafi i boringen DGU 88.1450, Sorring, Århus Vest

Karen Dybkjær & Erik Skovbjerg Rasmussen



# Palynologisk datering og stratigrafi i boringen DGU 88.1450, Sorring, Århus Vest

Karen Dybkjær & Erik Skovbjerg Rasmussen

# Indhold

<b>Sammenfatning</b>	<b>4</b>
<b>Indledning</b>	<b>5</b>
<b>Geologi</b>	<b>6</b>
Geologisk ramme .....	6
Litostratigrafi .....	7
<b>Metoder</b>	<b>9</b>
Litologi.....	9
Palynologi .....	9
<b>Sedimentologisk beskrivelse</b>	<b>11</b>
<b>Palynologi/biostratigrafi</b>	<b>14</b>
Rupelien ler .....	14
Vejle Fjord Formationen.....	15
Brejning Ler .....	15
Vejle Fjord Ler og Billund sand .....	16
<b>Sekvensstratigrafi</b>	<b>19</b>
<b>Regional geologisk korrelation</b>	<b>20</b>
<b>Konklusion</b>	<b>21</b>
<b>Referencer</b>	<b>22</b>
<b>Figurer</b>	<b>25</b>
<b>Bilag</b>	<b>26</b>

# Sammenfatning

Som et vigtigt led i forbindelse med kortlægningen af dybe grundvandsmagasiner i Midt- og Sønderjylland er den prækvartære lagserie i Sorring-boringen (DGU 88.1450) blevet dateret ved hjælp af mikrofossiler. Sorring-boringen er lokaliseret i den sydvestlige del af Århus Amt. Materialet fra boringen er beskrevet litologisk og 24 udvalgte prøver er blevet analyseret biostratigrafisk. Biostratigrafien er baseret på palynologi/dinoflagellater. Fossile dinoflagellatcyster (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. Kombineret med sedimentologiske undersøgelser er det desuden muligt at lave detaljerede tolkninger af aflejringsmiljøer og ændringer i disse.

Lagserien omfatter følgende litologiske enheder:

## **105m–104m: Rupelien ler**

Alder: Tidlig Oligocæn (Rupelien).

Aflejringsmiljø: Fuldt marine forhold med en relativt stor afstand til kysten.

Sekvensstratigrafi: Ikke defineret.

## **104m–95m: Brejning Ler**

Alder: Seneste Chattien (seneste Sen Oligocæn).

Aflejringsmiljø: Fuldt marint aflejringsmiljø udfor en gradvis prograderende kyst.

Sekvensstratigrafi: Sekvens A.

## **95m–16m: Vejle Fjord Ler og Billund sand**

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

Aflejringsmiljø: Et delvist afsnøret marint, formodentligt brakvandsmiljø med stor tilførsel af terrestrisk organisk materiale.

Sekvensstratigrafi: Sekvens B. Stigningen i den relative hyppighed af *Botryococcus* og af *H.? additense* ved 86m reflekterer muligvis en tiltagende afsnøring af bassinet. Der er identificeret en mulig oversvømmelsesflade ved 65–66m, men hvorvidt denne flade udgør den maksimale oversvømmelsesflade eller en sekundær flade kan ikke afgøres her.

# Indledning

I Midt- og Sønderjylland indeholder den øverste Oligocæne – Mellem Miocæne lagserie tykke sandlag, der udgør vigtige grundvandsmagasiner. Det er derfor vigtigt at opbygge en detaljeret og velunderbygget geologisk model for denne lagserie. Formålet med nærværende undersøgelse har været at datere den øverste Oligocæne – nedre Miocæne lagserie i Sorring-boringen (DGU 88.1450), samt at opdele lagserien stratigrafisk. Sorring-boringen er lokaliseret i den sydvestlige del af Århus Amt (fig. 1).

Tidligere undersøgelser (Dybkjær & Rasmussen 2000; Dybkjær 2004a; Rasmussen & Dybkjær 2005) 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.

# Geologi

## Geologisk ramme

Nordsøbassinet er blevet dannet som en konsekvens af den termale indsynkning, der efterfulgte gravdannelsen i Jura (Ziegler 1982; Vejrbæk 1992). Dette bassin strakte sig fra Norge i nord, nedover Skåne, Baltikum og Nordtyskland, hvorefter den sydlige afgrænsning forløb nedover Belgien og Nordfrankrig. Den vestlige afgrænsning er mere upræcis, men har formodentligt forløbet op langs Østengland og videre op langs Skotlands- og Shetlandsøernes østkyst. Mellem Shetland og Norge var der et smalt stræde, der virkede som en barriere så Nordsøen i perioder har været brak. Den maksimale udbredelse af havet i dette bassin forekom i Øvre Kridt, hvor kalk og limsten blev aflejret. I forbindelse med Den Alpine Foldning (Øvre Kridt og Paleocæn) blev dele af bassinet kraftig påvirket. Dette resulterede i kraftig inversionstektonik og sandsynligvis også i hævnning af Det fennoskandiske Skjold. Specielt ses en markant udbygning af kystlinien i bassinet fra nord i Eocæn, men paleocæne gravitetsafsætninger på Ringkøbing-Fyn Højderyggen (Danielsen *et al.* 1995) indikerer formodentligt at udbygningen startede allerede på dette tidspunkt. Udbygningen i den centrale del af bassinet var karakteriseret ved en typisk sokkeludbygning i et hav med 500–700 meters vandybde. Længere mod øst (det nuværende Danmark) var vandybderne væsentligt lavere, mellem 0 og ca. 100 meter (Hindsby *et al.* 1999). I Paleocæn og Eocæn tid var udbygningen koncentreret til de marginale dele af bassinet syd for det nuværende Norge (f.eks. Jordt *et al.* 1985) mens aflejringerne i Danmark var domineret af finkornede sedimentter (Heilmann-Clausen 1995). I Oligocæn nåede udbygningen ned i det danske område og der aflejredes lavmarine, sandrige sedimentter i Nordjylland og Midtjylland, især omkring Ringkøbing-Fyn Højderyggen. Deltaudbygning fra nord dominerede lokalt, men generelt blev sedimentterne aflejret i oddekomplekser med bagved liggende laguner og åbent hav mod syd og sydvest Friis *et al.* 1998; Rasmussen 2004; Rasmussen & Dybkjær 2005). Tektoniske bevægelser i Oligocæn har sandsynligvis haft indflydelse på kildeområdet og aflejringsmønsteret. Ligeledes har globale havniveauændringer i Oligocæn også sat sit præg på aflejringsmiljøet, bl.a. ved at en stor del af Nedre Oligocæn mangler (f.eks. Michelsen 1994; Heilmann-Clausen 1995). Nedre Oligocæne aflejringer er bevaret lokalt, i depressioner relateret til saltstrukturer og depressioner dannet i forbindelse med grundfjeldsrelaterede tektoniske bevægelser i Oligocæn.

I Øvre Oligocæn transgrederedes Det danske Bassin på ny (fig. 2A). Den topografi, der dannedes i forbindelse med de tektoniske bevægelser, har haft afgørende betydning for aflejringsmiljøet. Ringkøbing-Fyn Højderyggen spillede en særlig rolle her idet den adskilte mere åbent marine/kystprograderende aflejringsmiljøer syd for ryggen fra paraliske/afsnørede miljøer nord for ryggen (Rasmussen 2004). De strukturelle rygge var vigtige områder for dannelse af oddekomplekser, der resulterede i en serie af barriere-øer med bagved liggende laguner på tværs af Jylland. Sedimentkilden til disse oddekomplekser har været store floder fra nord. Sedimentterne er transporteret langs kysten indtil aflejring i oddekomplekserne. Et markant fald i havniveau resulterede i en markant udbygning i seneste Chattien (seneste Oligocæn) til Aquitanien (Tidlig Miocæn) (fig. 2B,C) (Rasmussen

1996) og da udbygningen skete under stadig faldende havniveau aflejredes forholdsvist rent sand og grus. Efter havniveaufaldet i Aquitanien steg havniveaulet generelt op igennem Miocæn med maksimum i Seravallien (øvre Mellem Miocæn) (fig. 2D–L) (Printice & Matthews 1988). Nye tektoniske bevægelser karakteriserede bassinet i slutningen af Burdigalien (øvre Nedre Miocæn). Dette resulterede i nye udbygninger, bl.a. aflejringer beriget med tungminerale (fig. 2I og J). Da denne udbygning foregik under stigende havniveau var den ikke så markant som den i Aquitanien og pga. stigende grundvandsspejl i landområderne var mulighederne optimale for afsætning af brunkul, som det kendes fra Midtjylland (fig. 2J). Langhien (Mellem Miocæn) repræsenterer en vigtig fase i udviklingen af Nordsø Bassinet. Midt i perioden skete der en markant transgression og ligeledes viser forkastninger i Odderup Formationen at tektonisk aktivitet foregik ved denne overgang (Koch 1989). Kildeområdet skiftede i denne periode fra overvejende nord i Nedre Miocæn til nordøst og øst i Mellem og Øvre Miocæn. Under den markante transgression i Langhien var klimaet varmt. Det varme klima i begyndelsen af Mellem Miocæn var et globalt fænomen og derfor steg det globale havniveau også markant i denne periode. Sandsynligvis var hele det danske område oversvømmet i den sidste del af Mellem Miocæn under aflejring af Hodde Formationen (fig. 2K). Under aflejringen af Gram Formationen i Øvre Miocæn, blev det generelt koldere globalt og dermed skete der også et fald i havniveau i den sidste del af Miocæn (fig. 2 L). Dette blev kompenseret af en større regional indsynkning, således at området forblev fuldt marint trods det faldende globale havniveau. Nye undersøgelser viser endda at der blev aflejret op til 400 m øvre miocæne sedimente over Midtjylland (Japsen *et al.* 2002). Gram Formationen er kendt for en rig flora og fauna, der må derfor have været en høj tilførsel af næringsstoffer fra land.

## Litostratigrafi

De nyere undersøgelser af den øvre oligocæne – miocæne lagserie i Jylland har vist at den tidligere litostratigrafiske opdeling er for simpel. Den her anvendte litostratigrafiske opdeling er vist på figur 3. De enkelte litostratigrafiske enheder er beskrevet af Rasmussen (2003).

Den ældste litostratigrafiske enhed er Vejle Fjord Formationen (Larsen & Dinesen 1959). Den nederste del af Vejle Fjord Formationen, Brejning Ler, henregnes til Oligocænet, så den miocæne lagserie starter med Vejle Fjord Ler. Vejle Fjord Ler efterfølges af Vejle 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 (Rasmussen *et al.* 2004; Rasmussen & Hansen 2005). 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 (Sorgenfrei 1958). Over disse enheder, der overordnet tilhører Vejle Fjord Formationen, følger Arnum Formationen (Sorgenfrei 1958), der hovedsageligt består af lerede sedimente. Den nederste del af Arnum Formationen, som består af sandrige sedimente, benævnes Kolding Fjord sand. Det 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. Stauning sandet interfingerer med det marine ler i den allerøverste del af Arnum Formationen, mens Odderup Formationen overlejrer Arnum Formationen. Stauning sandet blev aflejret som stormsand i forbindelse med udbygningen

af Odderup deltaet og er således tidsekvivalent med Odderup Formationen. Generelt bliver både Stauning sandet og Odderup Formationen successivt yngre mod sydvest. Herover træffes kun lerrige sedimenter i Jylland. Disse lag er kendt som Hodde Formationen og Gram Formationen (Rasmussen 1961).



## Metoder

Nærværende rapport bygger på data fra Sorring-boringen (DGU 88.1450). Lokaliseringen af boringen er vist på figur 1.

## Litologi

Litologien af de gennemborede lag er vist på figur 4. Litologien er opdelt i grus, grov-, mellem- og finkornet sand, leret silt og ler, samt kul og kvartære aflejringer. På den litologiske søjle er der også indikeret, hvilken formation, der er gennemboret.

## Palynologi

Til den palynologiske undersøgelse blev der udtaget 24 prøver i alt. Hver prøve repræsenterer et interval på 1 meter. I denne rapport angives dybden for hver prøve som bunden af det interval prøven repræsenterer. Prøven der repræsenterer intervallet fra 84m–85m benævnes således 85m.

Prøverne blev behandlet i det stratigrafiske laboratorium på GEUS efter palynologiske standardmetoder, omfattende behandling med HCl, HF, HNO<sub>3</sub> og filtrering på 20µm 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 beskrevet, til brug for tolkningen af aflejningsmiljøet. Så blev der (om muligt) talt minimum 200 dinoflagellater per prøve og samtidigt blev andelen af andre marine alger, acritarcher samt ferskvandsalger registreret til brug for kvantitative analyser. Endelig blev alle tilstedeværende dinoflagellatarter registreret ved en grundig gennemgang af 2 hele præparater per prøve. Formodet omløjrede dinoflagellater blev også registreret. I teksten benævnes taxa, der udgør over 10% (af det samlede antal talte dinoflagellater, andre marine alger, acritarcher og ferskvandsalger) som "dominerende", 5–10% som "almindeligt forekommende", 2–4% som "jævnligt" forekommende, mens en forekomst under 2% benævnes hhv. "sporadisk" eller "konsistent" alt efter om den aktuelle slægt eller art forekommer spredt eller optræder i de fleste prøver indenfor det beskrevne interval.

Resultaterne af det palynologiske studie er præsenteret i såkaldte "range-charts", bilag 1 og 2. Bilag 1 præsenterer den relative hyppighed af den enkelte dinoflagellatart semikvantitativt (1. kolonne). Omløjrede dinoflagellatarter er vist i 2. kolonne. Andre marine alger (OM), acritarcher og ferskvandsalger er også vist. Desuden er der udpeget en række dinoflagellatbiohorisonter ("first appearance datum" (FAD) eller "last occurrence datum" (LOD) af en dinoflagellat art, eller evt. masseforekomster), der menes at kunne bruges stratigrafisk. Disse er angivet på bilag 1 under "bioevents".

Bilag 2 præsenterer procentandelen af den enkelte dinoflagellatart og den enkelte ferskvandsalge i forhold til summen af registrerede dinoflagellater og ferskvandsalger i hver prøve. Arterne er listet alfabetisk. Variationerne i dinoflagellatselskabet og i ferskvandsalgeselskabet afspejler dels stratigrafiske ændringer (opståen og uddøen af

arter), dels ændringer i aflejringsmiljøet, f.eks. i salinitet. En stor andel af ferskvandsalger indikerer stor tilførsel af ferskvand til aflejringsområdet, mens stor andel af dinoflagellat slægten *Homotryblium* indikerer et afsnøret marint aflejringsmiljø med brakvandsforhold, som det ses i Vejle Fjord Leret (Dybkjær 2004b).

# Sedimentologisk beskrivelse

## Sorring (DGU 88.1450)

Dybde

(m.u.t.)

16–17: Silt: Mørkebrunt, leret silt og mellemkornet sand. Lignit.

17–18: Ler: Lysegråt ler (boremudder?) og mørkebrunt, leret silt med lidt sand. Lignit.

18–19: Sand: Dårligt sorteret, gråt, fin- til grovkornet sand. Gruset og noget organisk materiale.

19–20: Sand: Gråt, velsortet, fin- til mellemkornet sand. Få tungminerale.

20–21: Sand: Gråt, velsortet, fin- til mellemkornet sand. Få tungminerale.

21–22: Sand: Gråt, velsortet, fin- til mellemkornet sand. Få tungminerale.

22–23: Sand: Gråt, velsortet, fin- til mellemkornet sand. Få tungminerale.

23–24: Sand: Gråt, velsortet, fin- til mellemkornet sand. Få tungminerale.

24–25: Sand: Gråt, velsortet, finkornet sand og gråt ler.

25–26: Sand: Gråt, velsortet, finkornet sand.

26–27: Grus: Gråt grus med noget mørkebrunt, leret silt. Lignit samt flint (muligvis > 4 cm).

27–28: Sand: Gråt, mellem- til grovkornet sand med lidt gråt ler.

28–29: Silt: Brunliggråt ler og mellemkornet sand samt lidt gråt ler. Meget glimmer.

29–30: Silt: Brunt leret silt og finkornet sand.

30–31: Ler: Grønligbrunt ler.

31–32: Ler: Grønligbrunt ler. Lidt grus.

32–33: Ler: Grønligbrunt ler.

33–34: Ler: Grønligbrunt ler.

34–35: Ler: Grønligbrunt ler. Lidt grus.

35–36: Ler: Grønligbrunt ler. Lidt mellemkornet sand (glimmer).

36–37: Sand: Gråt, grovkornet sand.

37–38: Sand: Gråt, grovkornet sand. Gruset.

38–39: Sand: Mellemkornet sand. Bjergartsfragment.

39–40: Sand: Mellemkornet sand. Gruset og med bjergartsfragmenter.

40–41: Sand: Gråt, mellem- til grovkornet sand. Gruset.

41–42: Sand: Gråt, mellemkornet sand.

42–43: Sand: Gråbrunt, fin- til mellemkornet sand.

43–44: Sand: Gråbrunt, fin- til mellemkornet sand.

44–45: Sand: Gråbrunt, fin- til mellemkornet sand og rødbrune, lerede finkornede sandlag.

45–46: Sand: Gråbrunt, fin- til mellemkornet sand.

46–47: Sand: Gråbrunt, finkornet sand og rødbrunt, leret, finkornet sand. Bjergartsfragment.

47–48: Sand: Gråt, fin- til mellemkornet sand.

48–49: Sand: Gråt, fin- til mellemkornet sand og brunt, leret, finkornet sand.

49–50: Sand: Gråt, fin- til mellemkornet sand og brunt, leret, finkornet sand.

50–51: Silt: Rødbrunt, leret silt til finkornet sand og gråt, finkornet sand. Flint.

51–52: Silt: Brunt, leret silt og gråt, finkornet sand.

52–53: Silt: Brunt, leret silt og gråt, finkornet sand. Meget glimmer.  
53–54: Silt: Brunt, leret silt og gråt, finkornet sand. Lignit?  
54–55: Silt: Mørkebrunt, leret silt og tynde, grå, finkornede sandlag.  
55–56: Silt: Mørkebrunt, leret silt og gråt, grovkornet sand. Gruset.  
56–57: Silt: Mørkebrunt, leret silt samt tynde, grå, finkornede sandlag.  
57–58: Silt: Mørkebrunt, leret silt med tynde laminae af gråt, finkornet sand.  
58–59: Silt: Mørkebrunt, leret silt med tynde laminae af gråt, finkornet sand.  
59–60: Silt: Mørkebrunt, leret silt med tynde laminae af gråt, finkornet sand.  
60–61: Silt: Mørkebrunt, leret silt med tynde laminae af gråt, finkornet sand.  
61–62: Silt: Mørkebrunt, leret silt med tynde laminae af gråt, finkornet sand.  
62–63: Silt: Mørkebrunt, leret silt med tynde laminae af gråt, finkornet sand. Lidt grovkornet sand.  
63–64: Silt: Mørkebrunt, leret silt med tynde laminae af gråt, finkornet sand. Lidt grovkornet sand.  
64–65: Sand: Gråt, grovkornet sand samt tynde, mørkebrune, lerede siltlag.  
65–66: Silt: Mørkebrunt, leret silt samt mellem- til grovkornet sand.  
66–67: Sand: Gråt, grovkornet sand. Gruset og med lidt mørkebrunt, leret silt.  
67–68: Sand: Gråt, mellem- til grovkornet sand samt tynde, mørkebrune, lerede siltlag.  
68–69: Sand: Gråt, mellem- til grovkornet sand samt tynde, mørkebrune, lerede siltlag.  
Flint.  
69–70: Sand: Gråt, velsorteret, mellemkornet sand.  
70–71: Sand: Gråt, velsorteret, finkornet sand samt mørkebrune, lerede siltlag.  
71–72: Sand: Gråt, velsorteret, finkornet sand samt mørkebrune, lerede siltlag.  
72–73: Sand: Gråt, velsorteret, finkornet sand samt mørkebrune, lerede siltlag.  
73–74: Silt: Mørkebrunt, leret silt med fine laminae af gråt, finkornet sand.  
74–75: Silt: Mørkebrunt, leret silt med fine laminae af gråt, finkornet sand.  
75–76: Silt: Mørkebrunt, leret silt med fine laminae af gråt, finkornet sand.  
76–77: Silt: Mørkebrunt, leret silt med fine laminae af gråt, finkornet sand.  
77–78: Silt: Mørkebrunt, leret silt med fine laminae af gråt, finkornet sand.  
78–79: Silt: Mørkebrunt, leret silt med fine laminae af gråt, finkornet sand.  
79–80: Silt: Mørkebrunt, leret silt med fine laminae af gråt, finkornet sand.  
80–81: Silt: Mørkebrunt, leret silt med få laminae af sand.  
81–82: Silt: Mørkebrunt, leret silt med få laminae af sand.  
82–83: Silt: Lamineret, mørkebrunt til gråt, leret silt. Grovkornet sand.  
83–84: Silt: Lamineret, mørkebrunt til gråt, leret silt. Få grus korn.  
84–85: Silt: Mørkebrunt, leret silt.  
85–86: Silt: Mørkebrunt, leret silt.  
86–87: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Skaller.  
87–88: Silt: Lamineret, mørkebrunt til gråt, leret silt. Bjergartsfragment.  
88–89: Silt: Lamineret, mørkebrunt til gråt, leret silt. Skaller.  
89–90: Silt: Lamineret, mørkebrunt til gråt, leret silt. Skaller og bjergartsfragmenter.  
90–91: Silt: Lamineret, mørkebrunt til gråt, leret silt. Skaller.  
91–92: Silt: Lamineret, mørkebrunt til gråt, leret silt.  
92–93: Silt: Lamineret, mørkebrunt til gråt, leret silt.  
93–94: Silt: Mørkebrunt, leret silt.  
94–95: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Få grus korn.  
95–96: Silt: Mørkebrunt, leret silt.

96–97: Silt: Grønlgt til mørkebrunt og rødligbrunt, leret silt. Glaukony og goethit.  
97–98: Silt: Grønlgt til mørkebrunt og rødligbrunt, leret silt. Glaukony og goethit.  
98–99: Silt: Grønt og lysebrunt, leret silt. Skaller. Glaukony.  
99–100: Silt: Grønt og lysebrunt, leret silt. Skaller. Meget glaukony.  
100–101: Silt: Grønt og lysebrunt, leret silt. Skaller. Meget glaukony.  
101–102: Silt: Grønt og lysebrunt, leret silt. Skaller. Meget glaukony.  
102–103: Silt: Grønt og lysebrunt, leret silt. Skaller. Meget glaukony og phosphorit.  
103–104: Ler: Grønligbrunt ler. Glaukony.  
104–105: Ler: Grønliggråt ler.

# Palynologi/biostratigrafi

I det følgende er hver litologisk enhed, der er registreret i boringen, beskrevet mht. aflejningsmiljø, dinoflagellatselskab, vigtige biohorisonter, alder, samt indplacering i nannoplankton- og foraminiferzoneringsen opstillet af hhv. Martini (1971) og King (1989).

## Rupelien ler

### Tilstedeværelse:

Der blev fundet ler af Rupelien (Tidlig Oligocæn) alder i intervallet 105m–104m (fig. 4). Intervallet er repræsenteret af en enkelt prøve fra 105m. Tynde lerlag af Rupelien alder kendes også fra andre boringer i Midt- og Sønderjylland, f.eks. Addit Mark-boringen, Kloborg-boringen, Bastrup-boringen og Estrup-boringen.

### Dinoflagellatselskab:

Domineret af *Spiniferites* spp., mens *Homotryblum plectilum* og *Operculodinium centrocarpum* forekommer almindeligt. *Dapsilidinium pseudocolligerum*, *Deflandrea phosphoritica*, *Enneadocysta pectiniforme*, *Hystrichokolpoma rigaudiae*, *Lingulodinium machaeophorum*, *Operculodinium tiara*, *Systematophora placacantha*, *Thalassiphora pelagica*, *Tityrosphaeridium cantharellus* og *Wetzeliella* spp. forekommer jævnlige. Desuden er forekomsten af *Wetzeliella gochtii* stratigrafisk vigtig. Endvidere er der registreret en stor andel omlejrrede eocæne til tidligste oligocæne dinoflagellater (se bilag 1). Det omlejrrede dinoflagellat selskab, især de mange omlejrrede *Areosphaeridium diktyoplokus*, indikerer at der er tale om omlejret Søvind Mergel eller Viborg Formation.

### Aflejringsmiljø:

De sedimentære organiske partikler er stærkt domineret af palynomorfer, især bisaccate pollen og marine dinoflagellater. Dinoflagellatselskabet udviser en høj diversitet. Denne sammensætning indikerer et fuldmarint aflejningsmiljø med en relativt stor afstand til kysten.

### Biohorisonter:

Forekomsterne af *Chiropteridium galea* og *Wetzeliella gochtii* indikerer en alder ikke ældre end Rupelien, mens forekomsterne af *Enneadocysta pectiniformis* og *Rhombodinium draco* indikerer en alder ikke yngre end tidlig Oligocæn (Rupelien) (Williams *et al.* 2004).

### Alder:

Tidlig Oligocæn (Rupelien).

### **Foraminifer/nannoplankton-zonering:**

Ifølge Hardenbol *et al.* (1998) kan de ovenfor nævnte dinoflagellatbiohorisonter korreleres til nannoplanktonzonerne NP22–NP23 (fig. 5).

## **Vejle Fjord Formationen**

### **Brejning Ler**

#### **Tilstedeværelse:**

Brejning Ler, som er det nederste led i Vejle Fjord Formationen, er repræsenteret i intervallet fra 104m–95m (fig. 4). Brejning Ler kendes fra en række borer og daglokaliteter i Midt- og Sønderjylland, bl.a. Addit Mark-, Klovborg- og Føvling-boringerne, samt daglokaliteterne ved Dykær, Jensgård og Øksenrade.

#### **Dinoflagellatselskab:**

I alle tre prøver, der repræsenterer denne enhed, domineres dinoflagellatselskabet af *Dapsilidinium psedocolligerum*, *Operculodinium centrocarpum* og *Spiniferites* spp., mens *Homotryblium plectilum*, *Hystrichokolpoma rigaudiae*, *Lingulodinium machaerophorum*, *Melitasphaeridium choanophorum*, *Spiniferites pseudofurcatus* og *Tityrosphaeridium cantharellus* forekommer jævnligt. Der ses dog en markant, men gradvis ændring i dinoflagellatselskabet fra den nederste til den øverste af de tre prøver. Mens prøven ved 103m desuden er karakteriseret af en dominans af *Systematophora placacantha* og en jævnlig forekomst af *Membranophoridium aspinatum*, *Reticulosphaeridium actinocoronata* og *Thalassiphora pelagica* er prøven ved 98m domineret af *Deflandrea phosphoritica*. I prøven ved 103m blev der ikke registreret nogen *D. phosphoritica*, mens der i prøven ved 98m ikke blev registreret hverken *M. aspinatum*, *R. actinocoronata* eller *T. pelagica*. Desuden sker der en markant ændring fra en høj artsdiversitet i prøven ved 103m til en lav diversitet i prøven ved 98m.

#### **Aflejringsmiljø:**

I de tre prøver, der repræsenterer dette interval (103m, 99m og 98m) er de organiske sedimentære partikler domineret af dinoflagellater, bisaccate og non-saccate pollen, samt brunt amorft organisk materiale (AOM) (formodentligt delvist nedbrudt vedmateriale). Træpartikler forekommer almindeligt, mens ferskvandsalger forekommer meget sporadisk i de to nederste prøver, men er mere almindelige i prøven fra 98m. Blandt ferskvandsalgerne dominerer *Botryococcus* og *Paralecaniella indentata*. Som omtalt ovenfor sker der en markant ændring i dinoflagellatselskabet op gennem enheden, især med en markant stigning i den relative hyppighed af *Deflandrea phosphoritica* og med et fald i diversitet. Brinkhuis *et al.* (1992) har foreslået at *D. phosphoritica* var en heterotrof dinoflagellat og at store mængder af sådanne former er karakteristisk for miljøer med stor næringsstof-tilførsel, f.eks. upwelling zoner og flodudmundinger. Disse observationer, samt stigningen i hyppigheden af ferskvandsalger, afspejler formodentligt et fuldt marint

aflejringsmiljø udfor en gradvis prograderende kyst. Prograderingen er formodentligt en følge af et markant fald i havniveau på overgangen mellem Oligocæn og Miocæn (Printice & Matthews 1988), se diskussionen hos Dybkjær (2004a).

#### **Biohorisonter:**

Forekomsten af *Chiropteridium galea* i 103m indikerer en alder ikke ældre end Tidlig Oligocæn (Rupelian), mens forekomsten af *Caligodinium amiculum* og *Deflandrea phosphoritica* i 98m indikerer en alder ikke yngre end tidligste Tidlig Miocæn (tidlig Aquitanien) (Williams *et al.* 2004) (fig. 5). Disse biohorisonter giver ikke nogen særlig detaljeret alder, men ved at korrelere det fundne dinoflagellatselskab regionalt kan alderen indsnævres væsentligt. I Frida-1 boringen i Nordsøen forekommer et interval ækvivalent til Brejning Leret. I denne boring er sidsteforekomsten af *Distatodinium biffi* fundet under dette interval og førsteforekomsten af *Ectosphaeridium burdigalensis* over (Dybkjær 2003). Disse to biohorisonter indsnævrer alderen af Brejning Leret til seneste Sen Oligocæn (seneste Chattien) (Williams *et al.* 2004) (fig. 5). Dette understøttes af dateringen af Brejning Ler i Harre Boringen, baseret på foraminiferer (King 1994).

Et influx af *Deflandrea phosphoritica* i den øverste del af Brejning Leret, som det er fundet her, forekommer ligeledes i landboringerne Addit Mark, Føvling og Kløvborg (Dybkjær 2004a), i Frida-1-boringen lokaliseret i Nordsøen (Dybkjær 2003), samt i Dykærprofilen (Rasmussen & Dybkjær 2005). Denne hyppige forekomst af *D. phosphoritica* i den øvre del af Brejning Leret har således vist sig at være en god biostratigrafisk markør. I denne undersøgelse fortsætter den hyppige forekomst af *D. phosphoritica* imidlertid op i det interval, der her er henført til Vejle Fjord Leret (op til 90m) og optræder også generelt mere hyppigt end tidligere kendt fra Vejle Fjord Leret, hvorfra denne art i de tidligere undersøgte boringer og profiler kun er registreret som sporadisk forekommende. Denne afvigelse kan skyldes at aflejringsmiljøet i den nedre del af Vejle Fjord Ler i området ved Sorring-boringen var lidt forskelligt fra de tidligere undersøgte boringer og profiler.

#### **Alder:**

Seneste Sen Oligocæn (seneste Chattien).

#### **Foraminifer/nannoplankton-zonering:**

Ifølge Hardenbol *et al.* (1998) korrelerer intervallet fra sidsteforekomsten af *D. biffi* til førsteforekomsten af *E. burdigalensis* til den øverste del af NP25 (Martini 1971). Laursen & Kristoffersen (1999) har identificeret den bentoniske foraminifer-zone NSB 8c (King 1989) i Brejning Leret, som korrelerer til seneste Chattien (fig. 5).

### **Vejle Fjord Ler og Billund sand**

#### **Tilstedeværelse:**

Hovedparten af den øverste oligocæne – miocæne lagserie i Sorring-boringen udgøres af Vejle Fjord Ler vekslende med Billund sand, idet hele successionen fra 95m til 16m kan



henføres til disse litostratigrafiske enheder. Der er tre intervaller med Billund sand, fra 73m–64m, fra 50m–36m og fra 28m–18m (fig. 4).

#### **Dinoflagellatselskab:**

*Homotryblium? additense*, *H. plectilum* og *Spiniferites* spp. dominerer selskabet. *Deflandrea phosphoritica* dominerer i de nederste to prøver (94m og 90m) og optræder konsistent til jævnlige i den øvrige del af enheden. *Operculodinium centrocarpum* optræder almindeligt, mens *Apteodinium* cf. *australiense*, *Dapsilidinium pseudocolligerum*, *Filisphaera filifera*, *Hystrichokolpoma rigaudiae*, samt *Membranilarnacia* cf. *picena* gruppen optræder jævnlige. De sporadiske forekomster af *Chiropteridium galea*, *Membranophoridium aspinatum* samt *Thalassiphora pelagica* er karakteristiske for denne enhed.

#### **Aflejringsmiljø:**

Sammensætningen af sedimentære organiske partikler i denne enhed består generelt af omtrent lige dele bisaccate og non-saccate pollen, brunt AOM og træpartikler. I nogle prøver er der en svag dominans af træpartiklerne, i andre af saccate og non-saccate pollen. Den relative hyppighed af ferskvandsalger varierer mellem en sporadisk og en almindelig forekomst. I den nederste del af enheden (mellem 95m og 85m) og i den midterste del (mellem 71m og 36m) forekommer de sporadisk, mens de forekommer almindeligt i intervallet fra 85m til 71m og fra 36m til 16m. Blandt ferskvandsalgerne er den brakvandstålende *Botryococcus* absolut den dominerende form gennem hele intervallet. Artsdiversiteten af dinoflagellater er generelt meget lav, men såvel diversiteten som hyppigheden af dinoflagellater varierer op gennem enheden. I den nederste del af enheden, op til 71m, optræder dinoflagellater sporadisk til almindeligt, mens de optræder almindeligt i prøven ved 66m. Herover aftager hyppigheden gradvist og i flere af prøverne i den øvre del af enheden var det ikke muligt at tælle 200 dinoflagellater (se bilag 1). I den næstøverste prøve (17m–18m) blev der kun registreret 2 eksemplarer af *Homotryblium plectilum*, mens der i den øverste prøve (16m–17m) slet ikke blev fundet dinoflagellater. Diversiteten er ligeledes højest i den nedre del af enheden, op til omkring 66m. *Homotryblium? additense* og *H. plectilum* er blandt de dominerende dinoflagellater. Disse arter forekommer hovedsageligt i afsnørede marine aflejringsmiljøer (Brinkhuis 1994; Dybkjær 2004b). Førstnævnte art skal formodentligt relateres til en lavere salinitet end sidstnævnte (Dybkjær 2004b). Stigningen i den relative hyppighed af *H.? additense* ved 86m reflekterer muligvis en tiltagende afsnøring af bassinet. Dette støttes af en stigning i relativ hyppighed af *Botryococcus*. Den hyppige forekomst af *Deflandrea phosphoritica* i den nederste del af enheden reflekterer muligvis en stor tilførsel af næringsstoffer (Brinkhuis *et al.* 1992).

Disse observationer tyder på et delvist afsnøret marint, formodentligt brakvandsmiljø, med stor tilførsel af terrestrisk materiale. De ovenfor omtalte ændringer i diversitet og hyppighed af dinoflagellaterne omkring 66m afspejler formodentlig en oversvømmelsesflade, men hvorvidt der er tale om den maksimale oversvømmelsesflade i Sekvens B kan ikke afgøres på det nuværende grundlag.

**Biohorisonter:**

Den konsistente forekomst af *Chiropteridium galea* op til 59m, af *Caligodinium amiculum* op til 32m, samt af *Deflandrea phosphoritica* op til 29m indikerer en alder ikke yngre end tidligste Tidlig Miocæn (tidlig Aquitanian). Samtidigt indikerer fraværet af *Distatodinium biffi* en alder ikke ældre end seneste Sen Oligocæn (seneste Chattien) (Williams *et al.* 2004) (fig. 5).

Sidsteforekomsterne af *Caligodinium amiculum*, *Chiropteridium galea* og *Deflandrea phosphoritica* internt eller ved toppen af Vejle Fjord Formationen udgør vigtige biohorisonter. Den ofte sporadiske forekomst af disse arter medfører dog at dette kriterie ikke altid er anvendeligt. Den dominerende eller almindelige forekomst af *Homotryblium*-slægten fra basis og op til toppen af formationen, samt den konsistente til sporadiske forekomst af *Membranilarnacia cf. picena* gruppen igennem det meste af enheden udgør et godt, supplerende kriterie for identifikation af enheden. Endelig udgør den konsistente forekomst af *Thalassiphora pelagica* ligeledes et godt kriterie for at kende Vejle Fjord Formationen fra Arnum Formationen, da denne art har sidsteforekomst i den allernederste del af Arnum Formationen (Dybkjær 2004a).

**Alder:**

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

**Foraminifer/nannoplankton-zonering:**

Ifølge Hardenbol *et al.* (1998) kan de ovenfor nævnte dinoflagellat biohorisonter (fra sidsteforekomst af *D. biffi* til sidsteforekomst af *C. galea*) korreleres til den øverste del af NP25 – nederste del af NN2 (Martini 1971). Ifølge Laursen & Kristoffersen (1999) korrelerer successionen mellem Brejning Leret og Arnum Formationen i Høruphav-boringen til foraminiferzonerne NSP10–11 og NSB 9 (King 1989), hvilket stemmer fint overens med dateringen baseret på dinoflagellater.

## Sekvensstratigrafi

Der er ikke opstillet nogen sekvensstratigrafisk opdeling af det nedre oligocæne ler i Jylland. Intervallet med Rupelien ler kan derfor ikke henføres til nogen sekvens.

Brejning Ler henføres til Sekvens A (Rasmussen 2004).

Enheden med Vejle Fjord Ler og Billund sand henføres til Sekvens B (Rasmussen 2004). Ændringerne i hyppighed og diversitet af dinoflagellater indikerer lokaliseringen af en oversvømmelsesflade omkring 66m. Hvorvidt denne flade udgør den maksimale oversvømmelsesflade eller blot en sekundær oversvømmelsesflade kan ikke afgøres her.

## Regional geologisk korrelation

I figur 6 er Sorring-boringen ført ind i en regional geologisk model. Figuren viser et øst-vestgående korrelationsprofil, der forbinder Hammerum-boringen, der har en næsten komplet Miocæn lagserie, med Sorring-boringen, hvor kun de ældste miocæne aflejringer er anført. Datulinien for korrelationen er toppen af Billund sandet. Generelt ser man at de miocæne lag bliver trunckeret fra vest mod øst. Den nederste del af profilet består af ler tilhørende Vejle Fjord Formationen. I området mellem Hammerum og Addit overlejres leret af mægtige sandenheder tilhørende Billund sandet. Disse aflejringer består i den vestligste del af sand aflejret i fronten af et stort deltasystem. I Addit-området er det overvejende fluvialt sand aflejret i flettede flodsystemer, der dominerer. I Sorring-området er litologien mere varieret, men består overvejende af tre prograderende sandenheder henført til Billund sand. Hver enkelt sandenhed viser en tydelig groven opad succession. Hvorvidt der også overordnet er en opad grovende tendens for den samlede miocæne lagpakke kan ikke afgøres, da den øvre del af Billund sandet mangler her.

I Sorring og Addit området overlejres Billund sandet af kvartære aflejringer. I Midtjylland overlejres Billund sandet af et relativt tyndt lerlag henført til nedre Arnum Formation. Herover følger stakkede, sandede fluviale aflejringer henført til Bastrup sand, der specielt ved Hammerum kan tolkes til at være aflejret i en pointbarre, aflejret på indersiden af en meander-bue. Bastrup sandet overlejres af kulholdige, til dels marine lag henført til øvre Arnum Formation. Dette overlejres igen, i Hammerum-boringen, af sandede sedimentter tilhørende Odderup Formationen. Øverst i Hammerum-boringen er der endvidere fundet kulførende lag fra Fæsteholt Ledet.

# Konklusion

Den prækvartære lagserie i Sorring-boringen, Århus Amt, er beskrevet litologisk og dateret ved hjælp af dinoflagellat stratigrafi. Desuden er aflejningsmiljøet vurderet på basis af sammensætningen af de organiske sedimentære partikler.

Lagserien omfatter følgende litologiske enheder:

## **105m–104m: Rupelien ler**

Alder: Tidlig Oligocæn (Rupelien).

Aflejringsmiljø: Fuldt marine forhold med en relativt stor afstand til kysten.

Sekvensstratigrafi: Ikke defineret.

## **104m–95m: Brejning Ler**

Alder: seneste Chattien (seneste Sen Oligocæn).

Aflejringsmiljø: Fuldt marint aflejningsmiljø udfør en gradvis prograderende kyst.

Sekvensstratigrafi: Sekvens A.

## **95m–16m: Vejle Fjord Ler og Billund sand**

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

Aflejringsmiljø: Et delvist afsnøret marint, formodentligt brakvandsmiljø, med stor tilførsel af terrestrisk materiale.

Sekvensstratigrafi: Sekvens B. Stigningen i den relative hyppighed af *Botryococcus* og af *H.? additense* ved 86m reflekterer muligvis en tiltagende afsnøring af bassinet. Der er identificeret en mulig oversvømmelsesflade ved 65–66m, men hvorvidt denne flade udgør den maksimale oversvømmelsesflade eller en sekundær flade kan ikke afgøres her.

## Referencer

- Brinkhuis, H., Powell, A.J. & Zevenboom, D. 1992: High-resolution dinoflagellate cyst stratigraphy of the Oligocene/Miocene transition interval in northwest and central Italy. In: Head, M.J., Wrenn, J.H. (Eds.), Neogene and Quaternary Dinoflagellate Cysts and Acritarchs. American Association of Stratigraphic Palynologists foundation, Dallas, TX, pp. 219–258.
- 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.
- Danielsen, M., Michelsen, O. & Clausen, O.R. 1995: Oligocene sequence stratigraphy and basin development in the Danish North Sea sector based on log interpretations. EFP-92-project: Basin development of the Tertiary of the Central Trough with emphasis on possible hydrocarbon reservoirs, 26pp.
- Dybkjær, K. 2003: Palynostratigraphy of the Upper Miocene - Middle Miocene succession in the Frida-1 well. Danish North Sea sector and correlation to onshore sections. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse Rapport 2003/28, 28pp.
- Dybkjær, K. 2004a: Dinocyst stratigraphy and palynofacies studies used for refining a sequence 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.
- Friis, H., Mikkelsen, J. & Sandersen, P. 1998: Depositional environment of the Vejle Fjord Formation of the Upper Oligocene - Lower Miocene of Denmark: a barrier island/barrier-protected depositional complex. *Sedimentary Geology* 117, 221–244.
- Hardenbol, J., Thierry, J., Farley, M.B., Jacquin, T., de Graciansky, P.-C. & Vail, P. 1998: Mesozoic and Cenozoic sequence chronostratigraphic framework of European basins. In: de Graciansky, P.-C. et al. (eds): Mesozoic and Cenozoic sequence stratigraphy of European basins. SEMP (Society for Sedimentary Geology) Special Publication 60, 3–13 and charts.
- Heilmann-Clausen, C. 1995: Palæogene aflejringer over Danskekalken. In: Nielsen, O.B. (ed.): Danmarks geologi fra Kridt til idag. Aarhus Geokompender 1, 69–114.
- Hindsby, K., Harrar, B., Nyegaard, P., Konradi, P., Rasmussen, E.S., Bidstrup, T., Gregersen, U. & Boaretto, E. 1999: The Ribe Formation i SW Jylland, Denmark: Holocene and Pleistocene groundwaters in a coastal Miocene sand aquifer. In: Edmunds & Milne (eds): PALAEAUX - management of coastal aquifers in Europe - Palaeowaters, natural controls and human influence. Final report for the EU project PALAEAUX (ENV4-CT95-0156) British Geological Survey, BGS Technical Report, Hydrogeology Series, WD/99/35, 1999.
- Japsen, P., Bidstrup, T. & Lidmar-Bergström, K. 2002: Neogene uplift and erosion of southern Scandinavia induced by the rise of the South Swedish Dome. In: Doré, A.G., Cartwright, J.A., Stoker, M.S., Turner, J.P. & White, N. (eds): Exhumation of the North

- Atlantic margin: Timing, Mechanisms and Implications for Petroleum Exploration. Geological Society, London, Special Publications, 196, 183–207.
- Jordt, H., Faleide, J.L., Bjørlykke, K. & Ibrahim, M.T. 1985: Cenozoic sequence stratigraphy of the central and northern North Sea Basin: tectonic development, sediment distribution and provenance areas. *Marine and Petroleum Geology* 12(8), 845–879.
- King, C. 1989: Cenozoic of the North Sea. In: Jenkins, D.G. & Murray, J.W. (eds): *Stratigraphical atlas of fossil Foraminifera* (2<sup>nd</sup> ed.), 418–489. Chichester: Ellis Horwood Ltd.
- King, C. 1994: Biostratigraphic correlation of Late Paleocene to Oligocene sequences in the Harre borehole (north Jylland, Denmark) with those in the North Sea. *Aarhus Geoscience* 1, 85–92.
- Koch, B.E. 1989: Geology of the Søby-Fasterholt area. Geological Survey of Denmark, Serie A 22, 177pp.
- Larsen, G., Dinesen, A., 1959. Vejle Fjord Formationen ved Brejning. Sedimenterne og foraminiferfaunaen (Oligocæn-Miocæn). *Danmarks geologiske Undersøgelse* 82 (II Række), 114 pp.
- Laursen, G.V. & Kristoffersen, F.N. 1999: Detailed foraminiferal biostratigraphy of Miocene formations in Denmark. *Contr. Tert. Quatern. Geol.* 36(1-4), 73–107.
- Martini, E. 1971: Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. In: Farinacci, A. (ed.): *Proceedings II Planktonic Conference*, Roma 1970.
- Michelsen, O. 1994: Stratigraphic correlation of the Danish onshore and offshore Tertiary successions based on sequence stratigraphy. *Bulletin of the Geological Society of Denmark* 41, 145–161.
- Printice, M.L., Matthews, R.K., 1988. Cenozoic ice volume history: Development of a composite oxygen isotope record. *Geology* 16, 963–966.
- Rasmussen, E.S. 1996: Sequence stratigraphic subdivision of the Oligocene and Miocene succession in South Jutland. *Bulletin of the Geological Society of Denmark* 43, 143–155.
- Rasmussen, E.S. 2004: Stratigraphy and depositional evolution of the uppermost Oligocene – Miocene succession in western Denmark. *Bulletin of the Geological Society of Denmark* 51, 89–109.
- Rasmussen, E.S. & Hansen, J.P.V. 2005: Kortlægning af grundvandsmagasiner i Ringkøbing Amt. *GEUS* 2005/22.
- Rasmussen, E.S., Dybkjær, K. & Piasecki, S., 2004: The Billund delta: a possible new giant aquifer in central and western Jutland. *Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin* 4, 21–24.
- Rasmussen, E.S. & Dybkjær, K. 2005: Sequence stratigraphy of the Upper Oligocene – Lower Miocene of eastern Jylland, Denmark: role of structural relief and variable sediment supply in controlling sequence development. *Sedimentology* 52, 25–63.
- Rasmussen, L.B., 1961. De miocæne formationer i Danmark. *Danmarks Geologiske Undersøgelse*, IV Række 5, 45 pp.
- Sorgenfrei, T., 1958. Molluscan assemblages from the marine middle Miocene of South Jutland and their environments. *Danmarks geologiske Undersøgelse*, 79 (II Række), 503 pp.

- Vejbæk, O. 1992: Geodynamic modelling of the Danish Central Trough. In: Larsen, R.M. et al. (eds): Structural and tectonic modelling and its application to petroleum geology, 1-17. Amsterdam, Elsevier: Norwegian Petroleum Society.
- Williams, G.L., Brinkhuis, H., Pearce, M.A., Fensome, R.A. & Weegink, J.W., 2004. Southern Ocean and global dinoflagellate cyst events compared: Index events for the Late Cretaceous – Neogene. In: Exxon, N.F., Kennett, J.P. and Malone, M.J. (Eds.): Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, 189.
- Ziegler, P.A. 1982: Geological atlas of Western and Central Europe, 130pp. Amsterdam: Elsevier.



## Figurer

Figur 1: Lokalisering af Sorring-boringen.

Figur 2: Palæogeografisk udvikling fra Chattien (Øvre Oligocæn) til Tortonien (Øvre Miocæn).

Figur 3: Litostratigrafi og kronostratigrafi for den oligocæne og miocæne lagserie i Midt- og Sønderjylland.

Figur 4: Gamma-log, litologi og litostratigrafisk opdeling af den øverste oligocæne – nedre miocæne lagserie i Sorring-boringen.

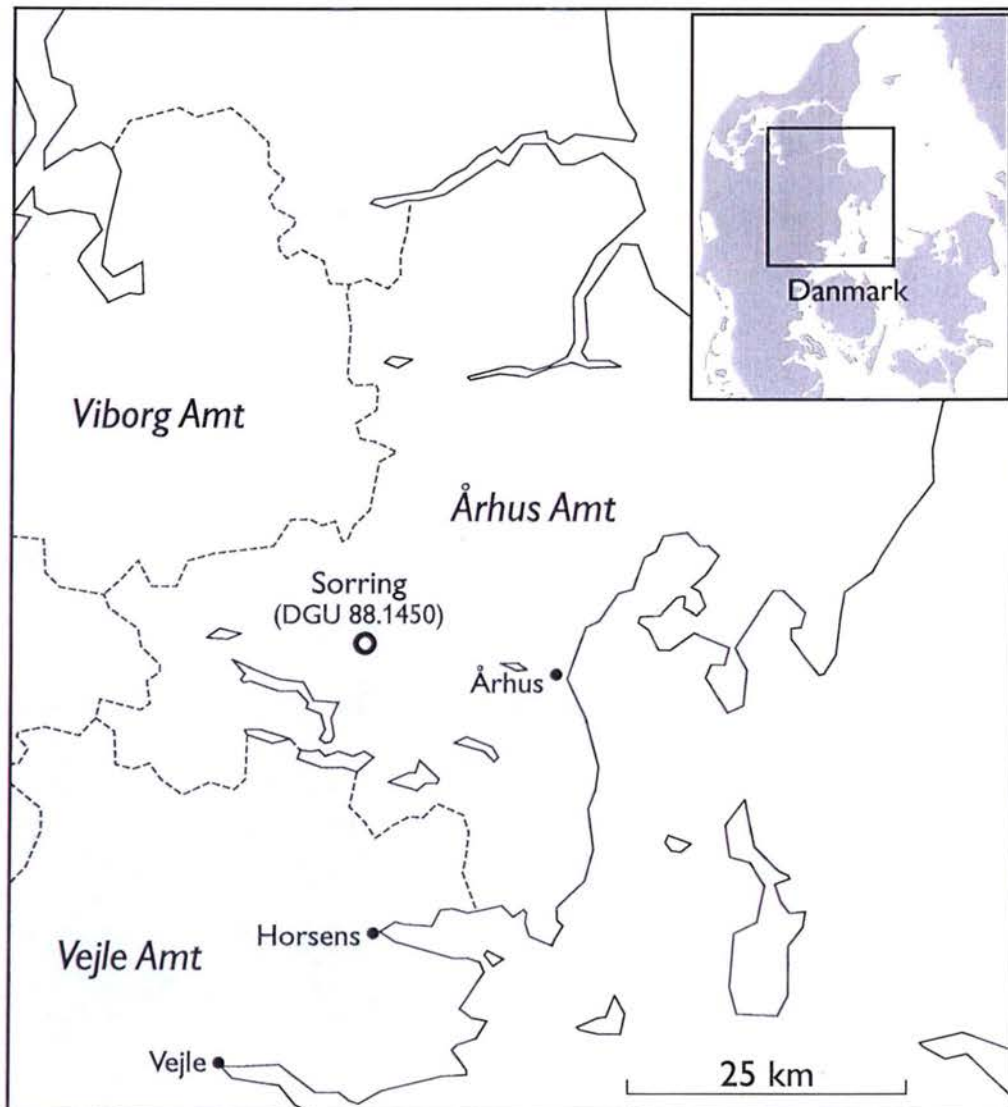
Figur 5: Stratigrafisk vigtige førsteforekomster (FAD's) og sidsteforekomster (LOD's) af dinoflagellat-arter korreleret til nannoplanktonzoner, foraminiferzoner og kronostratigrafi. Desuden er indikeret det tidsinterval, hvor indenfor hver litostratigrafisk enhed er aflejret.

Figur 6: Øst-vestgående korrelationsprofil, der korrelerer Hammerum-boringen i Midtjylland med Sorring-boringen i Århus Amt. Bemærk at det kun er de ældste miocæne lag, der er anført i Sorring og at de gennemborede lag tilhører et større deltakompleks, der prograderede fra nord mod syd i Tidlig Miocæn.

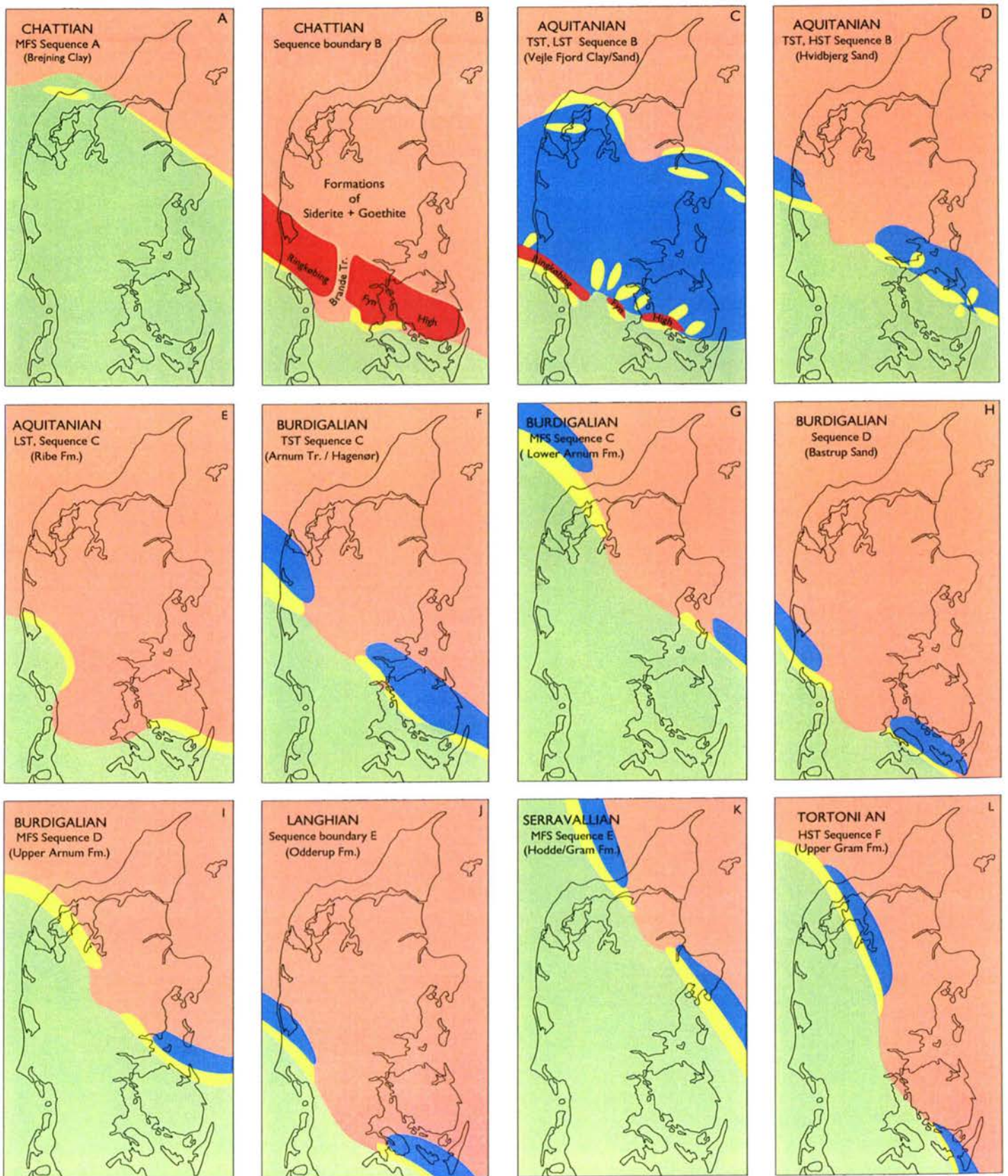
## Bilag

Bilag 1: Rangechart der præsenterer den relative hyppighed af den enkelte dinoflagellat art semikvantitativt (1. kolonne). Omljrede dinoflagellatarter er vist i 2. kolonne. Andre marine alger (OM), acritarcher og ferskvandsalger er også vist. Desuden er der udpeget en række dinoflagellat biohorisonter ("first appearance datum" (FAD) eller "last occurrence datum" (LOD) af en dinoflagellat art, eller evt. masseforekomster), der menes at kunne bruges stratigrafisk. Disse er angivet under "bioevents".

Bilag 2: Rangechart der viser de relative procenter af dinoflagellat arter og ferskvandsalger i Sorring-boringens prækvartære lagserie. Arterne er listet alfabetisk. Variationerne i dinoflagellatselskabet og i ferskvandsalgeselskabet afspejler dels stratigrafiske ændringer (opståen og uddøen af arter), dels ændringer i aflejringsmiljøet, f.eks. i salinitet. En stor andel af ferskvandsalger indikerer stor tilførsel af ferskvand til aflejringsområdet, mens stor andel af dinoflagellat slægten *Homotryblium* indikerer et afsnøret marint aflejringsmiljø med brakvandsforhold, som det ses i Vejle Fjord Leret (Dybkjær 2004b).



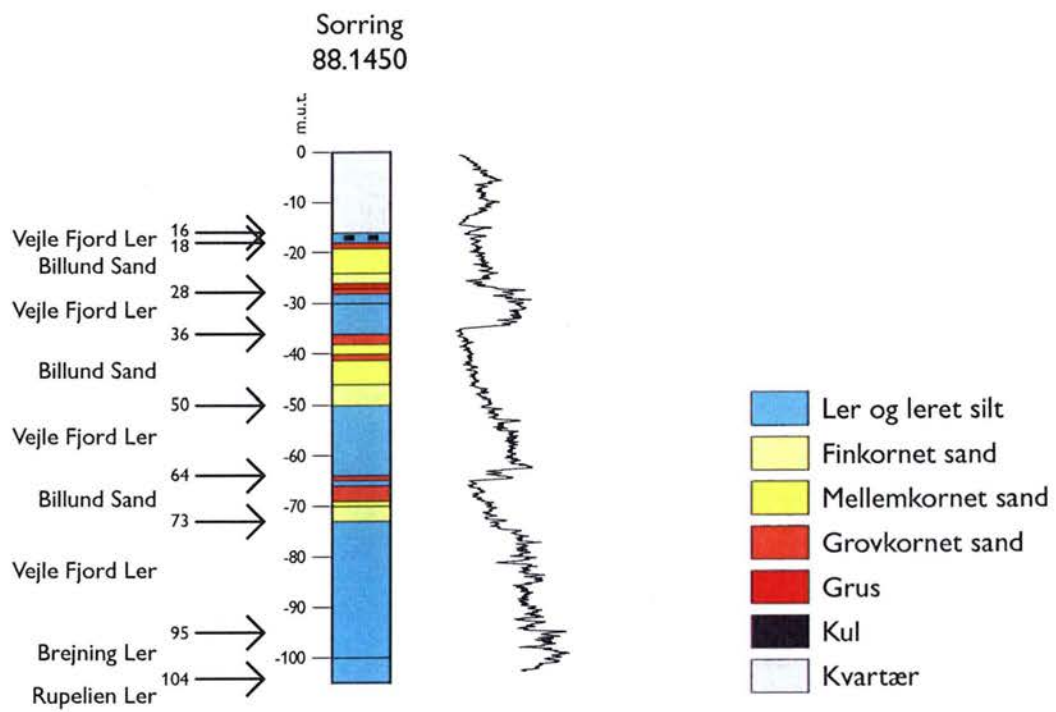
Figur 1



Figur 2



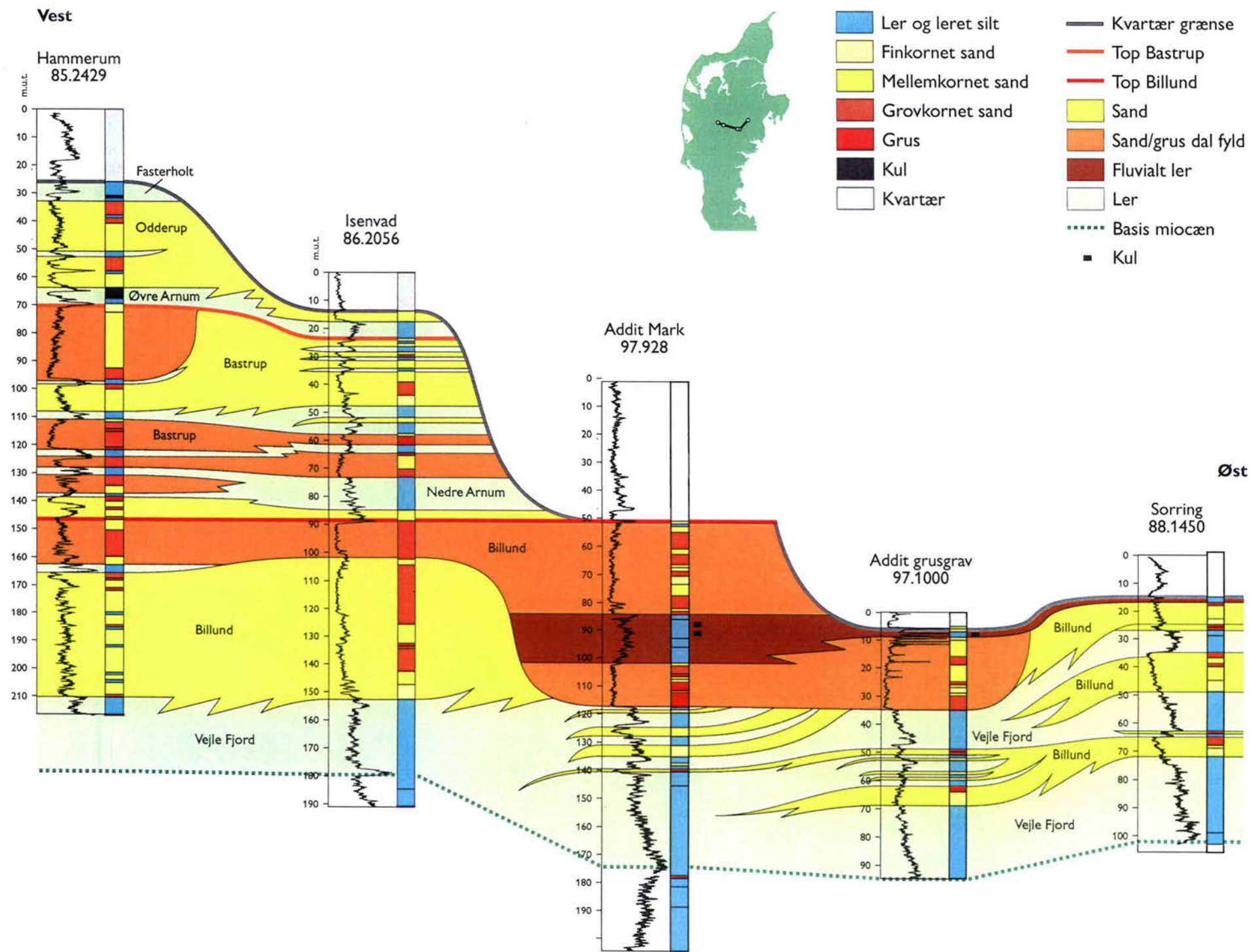




Figur 4

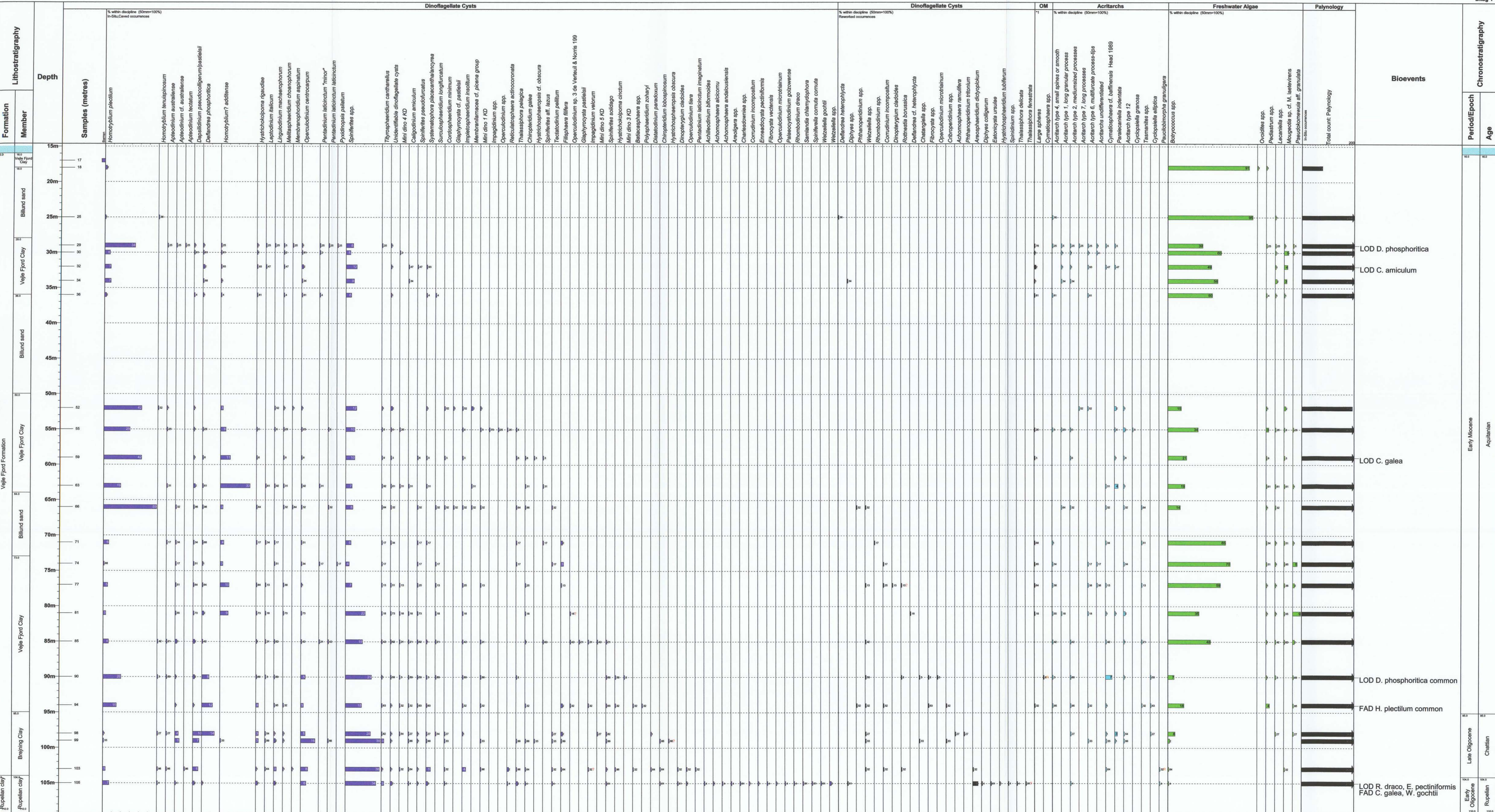
Nanno-plankton zonation Martini (1971)	Foraminiferal zonation Laurson & Kristoffersen (1999); King (1989)		Time in Ma.	Chrono-stratigraphy		Dinocyst-events Williams et al. 2004 (*Hardenbol et al., 1998)		Possible age of lithostratigraphic units (This study)
	NSP	NSB				FAD's	LOD's	
NN 2	10	9	20	LOWER MIOCENE (pars)	BURDIGALIAN (pars)		← <i>C. amiculum</i> * ← <i>D. phosphoritica</i> ← <i>C. galea</i>	Brejning Clay Veje Fjord Clay and Sand  Viborg Ler Rupelian Clay
NN 1					AQUITANIAN			
NP 25	9c	8c	25	UPPER OLIGOCENE	CHATTIAN	← <i>D. biffi</i>		
NP 24		8b			← <i>W. gochtii</i>			
NP 23		8a			← <i>D. biffi</i>			
NP 22	9b	7b	30	LOWER OLIGOCENE	RUPELIAN	← <i>E. pectiniformis</i>		
NP 21					7a	← <i>R. draco</i>		
				EOCENE		← <i>W. gochtii</i> ← <i>C. galea</i>	← <i>A. dictyoplokus</i>	

Figur 5



Figur 6





LOD D. phosphoritica

LOD C. amiculum

LOD C. galea

LOD D. phosphoritica common

FAD H. plectilum common

LOD R. draco, E. pectiniformis  
FAD C. galea, W. gochtii

Early Miocene  
Aquitanian

Late Oligocene  
Rupelian

Chattian



