

# Dinoflagellat-datering og litostratigrafi i Præstbjerg, Sunds og Resen borerne, Region Midtjylland

Karen Dybkjær, Stefan Piasecki & Erik Skovbjerg Rasmussen



# **Dinoflagellat-datering og litostratigrafi i Præstbjerg, Sunds og Resen borerne, Region Midtjylland**

Karen Dybkjær, Stefan Piasecki & Erik Skovbjerg Rasmussen

<b>Sammenfatning</b>	<b>4</b>
<b>Indledning</b>	<b>6</b>
<b>Geologisk ramme</b>	<b>8</b>
Litostratigrafi .....	11
<b>Metoder</b>	<b>13</b>
Litologi.....	13
Palynologi .....	13
<b>Sedimentologisk beskrivelse</b>	<b>15</b>
Præstbjerg (fig. 4) .....	15
Sunds (fig. 5).....	21
Resen (fig. 6) .....	26
<b>Palynologi/biostratigrafi</b>	<b>31</b>
<b>Præstbjerg (bilag 1)</b>	<b>33</b>
Vejle Fjord Formation.....	33
Vejle Fjord Ler og Billund sand .....	33
?Kolding Fjord formation .....	34
Arnum Formation .....	36
Nedre Arnum Formation og Bastrup sand.....	36
Øvre Arnum Formation/Stauning sand/Odderup Formation .....	37
<b>Sunds (bilag 2)</b>	<b>39</b>
Vejle Fjord Formation.....	39
Vejle Fjord Ler og Billund sand .....	39
Arnum Formation .....	40
Nedre Arnum Formation og Bastrup sand.....	40
Øvre Arnum Formation og Odderup Formation .....	42
<b>Resen (bilag 3)</b>	<b>44</b>
Oligocænt Ler .....	44
Vejle Fjord Formation.....	44
Brejning Ler.....	45
Vejle Fjord Ler og Billund sand .....	46
Arnum Formation .....	47
Nedre Arnum formation.....	47
<b>Regional geologisk korrelation</b>	<b>49</b>
<b>Konklusion</b>	<b>51</b>
 G E U S	 2

<b>Referencer</b>	<b>52</b>
<b>Bilag</b>	<b>55</b>
<b>Figurer</b>	<b>56</b>

## Sammenfatning

Denne undersøgelse er baseret på materiale fra tre borer: Præstbjerg (DGU nr. 74.1158), Sunds (DGU nr. 85.2452), samt Resen (DGU nr. 65.1643), alle placeret i Region Midtjylland. Formålet med undersøgelsen har været at bidrage til kortlægningen af potentielle grundvandsmagasiner i regionen. En detaljeret stratigrafisk ramme er nødvendig, hvis man skal lave en tredimensionel kortlægning af grundvandsmagasiner i regionen. En sådan model vil kunne forbedre de hydrogeologiske modeller væsentligt.

Materialet fra de tre borer er beskrevet litologisk og i alt 84 udvalgte prøver er blevet analyseret biostratigrafisk. Ligesom i de tidligere undersøgelser er biostratigrafien baseret på dinoflagellatstratigrafi. Fossile dinoflagellatcyster (fra éncellede marine alger) har vist sig at være et effektivt biostratigrafisk redskab til at datere lagserien og korrelere på tværs af litologien. Kombineret med sedimentologiske undersøgelser er det desuden muligt at lave detaljerede tolkninger af aflejningsmiljøer og ændringer i disse.

Resultaterne er blevet kombineret med resultater fra tidligere undersøgelser i Midt- og Sønderjylland (f.eks. Dybkjær *et al.* 2003; Dybkjær 2004a; Piasecki *et al.* 2004; Dybkjær *et al.* 2005; Rasmussen & Hansen 2005; Dybkjær *et al.* 2006) og danner sammen med nye sedimentologiske studier og sekvensstratigrafi en solid basis for en detaljeret stratigrafisk opdeling af den øvre oligocæne og miocæne lagserie i Region Midtjylland.

Lagserien indeholder 3 niveauer med potentielle grundvandsmagasiner (fig. a):

Billund sand, der forekommer i både Præstbjerg-, Sunds- og Resen borerne, er aflejret som kanalsand på en deltaslette. I Præstbjerg boringen overlejres Billund sandet af sandlag henført til Kolding Fjord formationen. Dette sandlag er formodentligt aflejret under en transgression, som barriere-ø komplekser.

Bastrup sand, der forekommer i Præstbjerg og Sunds borerne, er aflejret som fluvialt sand og deltasand.

Odderup Formationen, der ligeledes forekommer i Præstbjerg og Sunds borerne, består af sandlag aflejret i forbindelse med en kystsletteudbygning.

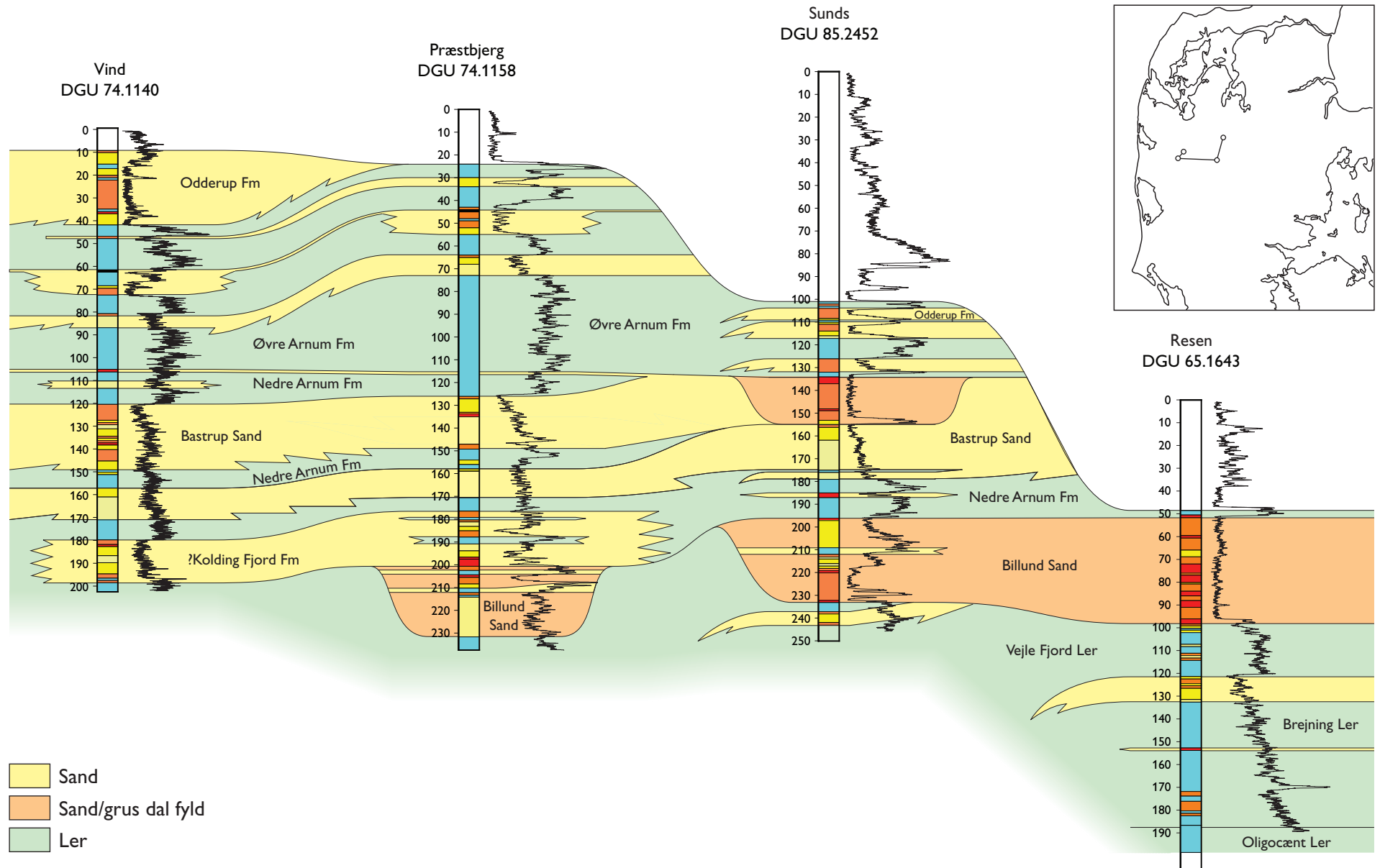


Fig.a

## Indledning

Som et led i kortlægningen af grundvandsmagasiner i det tidligere Ringkøbing Amt, blev der i perioden fra november 2006 til februar 2008 boret tre stratigrafiske borer. Boringerne er lokaliseret ved Præstbjerg (DGU nr. 74.1158), Sunds (DGU nr. 85.2452), samt Resen (DGU nr. 65.1643) (fig. 1 og figs. 4–6). Boringerne skulle bidrage til at afklare i hvilke niveauer i den øvre oligocæne og miocæne lagserie man kunne forvente sand eller grus af en sådan beskaffenhed at de udgør mulige grundvandsmagasiner. Tidligere undersøgelser (bl.a. Dybkjær *et al.* 2003; Dybkjær 2004a; Dybkjær *et al.* 2005; Rasmussen & Dybkjær 2005; Dybkjær *et al.* 2006; Dybkjær & Piasecki 2008) har vist at dinoflagellatstratigrafi er den bedste biostratigrafiske metode i de oligocæne og miocæne sedimenter og at denne metode, kombineret med sekvensstratigrafi, kan udrede de stratigrafiske forhold for lagserien. En detaljeret stratigrafisk ramme er nødvendig, hvis man skal lave en detaljeret tredimensionel kortlægning af grundvandsmagasiner i regionen.



Fig.01



## 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. 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 aflejringens mønstret. Ligeledes har globale havniveauændringer i Oligocæn også sat sit præg på aflejringens miljøet, bl.a. ved at en stor del af Nedre Oligocæn mangler (f.eks. Michelsen 1994; Heilmann-Clausen 1995). Nedre Oligocæne aflejring er bevaret lokalt, i depressioner relateret til saltstrukturer og depressioner dannet i forbindelse med grundfjelds-relaterede tektoniske bevægelser i Oligocæn.

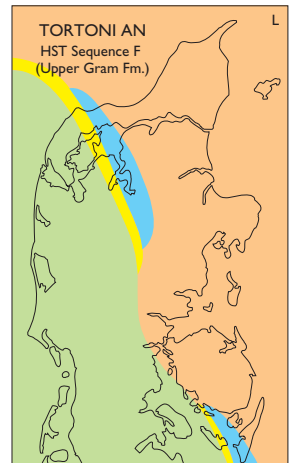
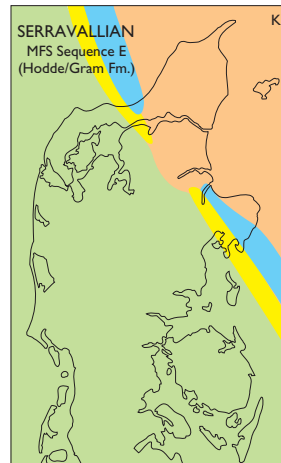
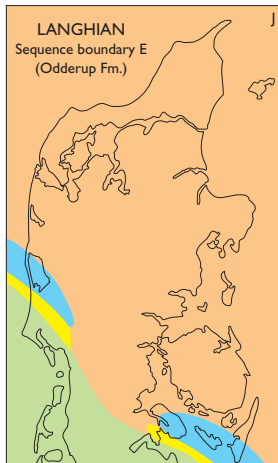
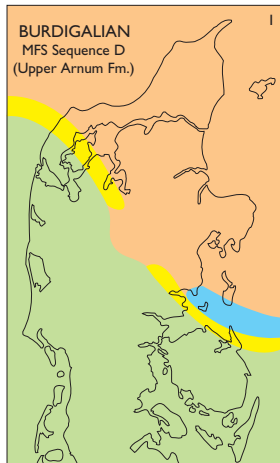
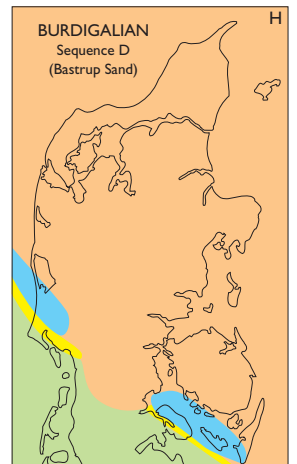
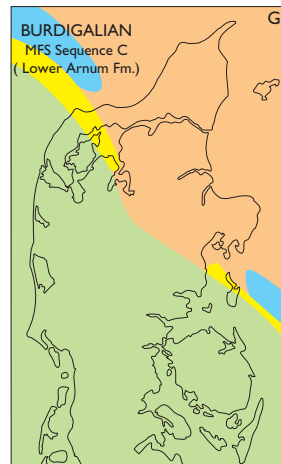
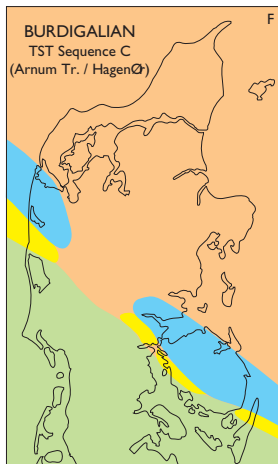
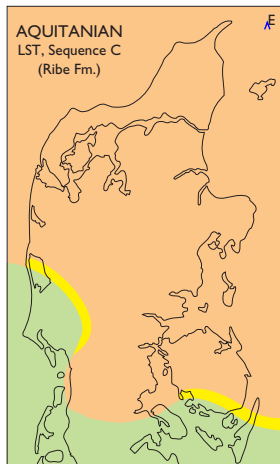
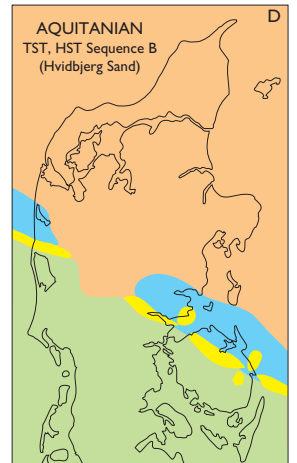
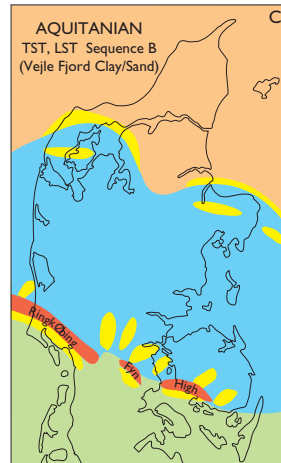
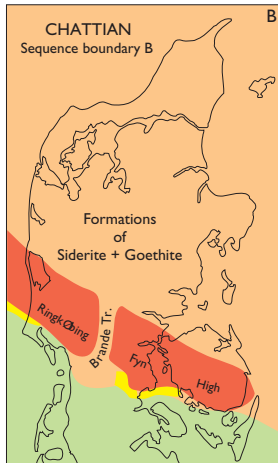
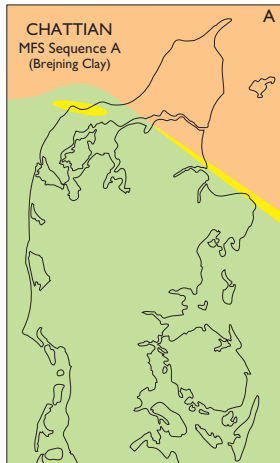
I Øvre Oligocæn transgrederedes Det danske Bassin på ny (fig. 2A). Den topografi, der dannedes i forbindelse med de tektoniske bevægelser, har haft afgørende betydning for aflejringens miljøet. Ringkøbing-Fyn Højderyggen spillede en særlig rolle, idet den adskilte mere åben marine/kystprograderende aflejringens miljøer syd for ryggen fra parallel/afsnørede miljøer nord for ryggen (fig. 2B) (Rasmussen 2004; Rasmussen & Dybkjær 2005). 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 af kysten i seneste Chattian (seneste Oligocæn) til Aquitanien (Tidlig Miocæn) (fig. 2B,C) (Rasmussen 1996) og da udbygningen skete under stadig faldende havniveau aflejredes forholdsvis rent sand og grus. Efter havniveauet faldet i Aquitanien steg havniveauet generelt op igennem Miocæn med maksimum i Serravallien (Øvre Mellem Miocæn) (fig. 2D–L) (Printice & Matthews 1988). Nye tektoniske bevægelser karakteriserede bassinet i slutningen af Burdigalien (Øvre Nedre Miocæn). Dette resultere-

de 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 Nordsøbassinet. 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. Under aflejringen af Gram Leret i Øvre Miocæn, blev det generelt koldere globalt og dermed skete der også et fald i havniveau i den sidste del af Miocæn. 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 sedimentter 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 (Sorgenfrei 1958; Larsen & Dinesen 1959; Rasmussen 1961) er for simpel. Den her anvendte litostratigrafiske opdeling er den beskrevet i Rasmussen (2003) og Rasmussen & Hansen (2005). Denne opdelingen er vist på figur 3.

Den nederste del af Vejle Fjord Formationen, Brejning Ler, henregnes til oligocænet, så den miocæne lagserie starter med Vejle Fjord Leret. Vejle Fjord Leret efterfølges af Vejle Fjord Sand og Hvidbjerg sand. I det centrale og vestlige Jylland er der kortlagt et større deltakompleks, som er samtidig med og nogle steder lidt yngre end Vejle Fjord Formationen (Rasmussen *et al.* 2004). Dette benævnes Billund sand. Over disse enheder, der overordnet tilhører Vejle Fjord Formationen, kommer Arnum Formationen, der hovedsageligt består af lerede sedimenter. Den nederste del af Arnum Formationen består af sandrige sedimenter afsat på strandplan og i laguner. Disse lag benævnes Kolding Fjord formation. 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 det sydlige Jylland aflejredes et meget sandrigt system, som er en videre udbygning af Bastrup deltaet. Dette sandrige system hedder Ribe Formationen. Højere oppe i Arnum Formationen blev Stauning sandet aflejret som stormsandsaflejringer i forbindelse med aflejringen af de fluviale og kystslette-sedimenter der henføres til Odderup Formationen. Generelt bliver både Stauning sandet og Odderup Formationen successivt yngre mod sydvest. Såvel Stauning sand som Odderup sand interfingerer med det marine ler i den allerøverste del af Arnum Formationen. Over Odderup og Arnum formationerne træffes kun lerrige sedimenter i Jylland. Disse lag er kendt som Hodde Formationen og Gram Formationen.



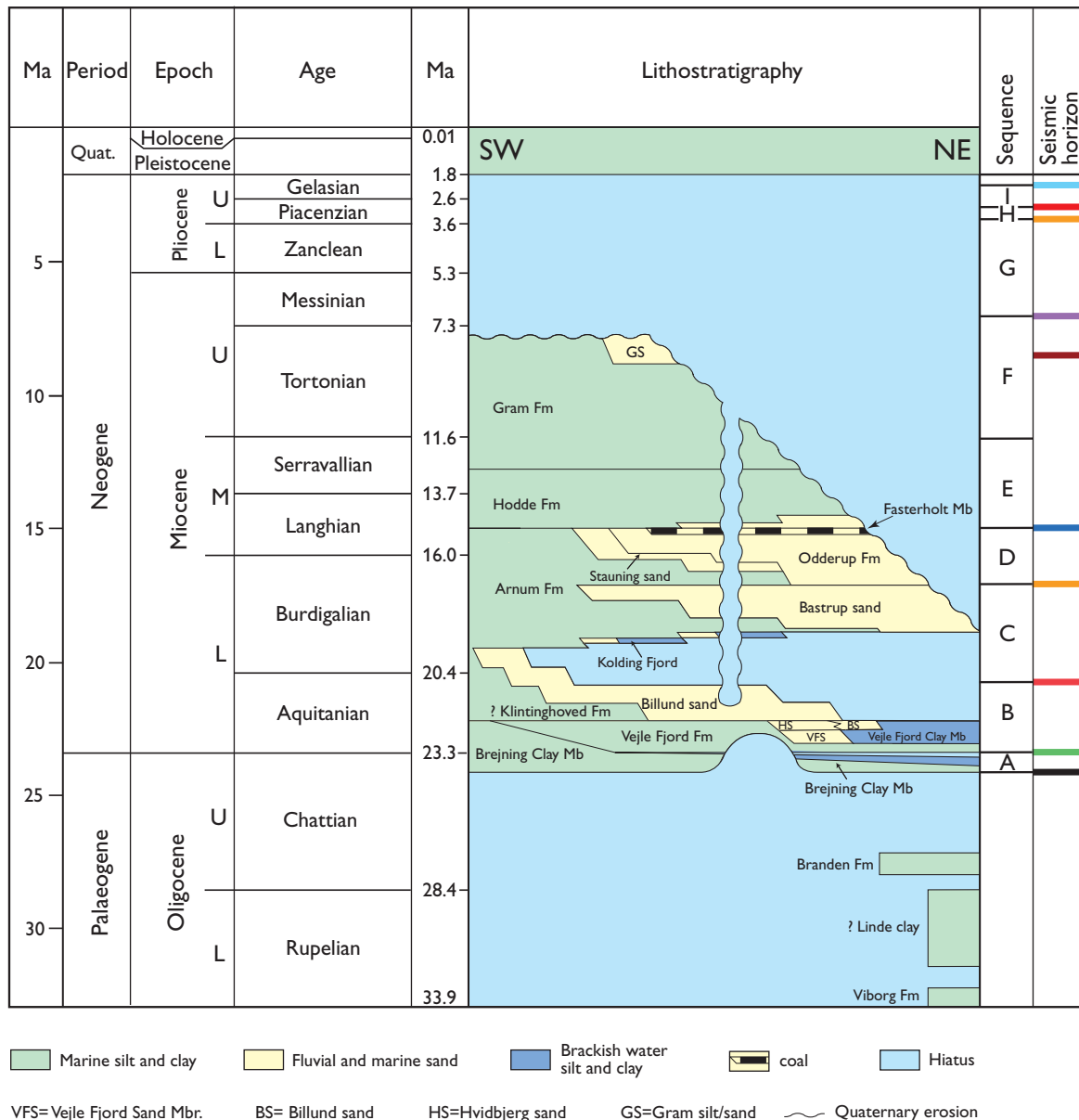


Fig.03

## Metoder

Nærværende rapport bygger på data fra følgende tre borer: Præstbjerg (DGU nr. 74.1158), Sunds (DGU nr. 85.2452), samt Resen (DGU nr. 65.1643), alle placeret i den vestlige del af Region Midtjylland, i det tidligere Ringkøbing Amt. Lokaliseringen af boringerne er vist på figur 1.

## Litologi

Litologien af de gennemborede lag i de 3 borer er vist på figur 4–6. Den farvesignatur, der er angivet i den litologiske søjle svarer til hver prøve. Litologien er opdelt i grus, grovkornet sand, mellemkornet sand, finkornet sand, samt silt/ ler. På den litologiske søjle er der også indikeret, hvilken formation, der er gennemboret.

## Palynologi

Til den palynologiske undersøgelse blev der udtaget 84 prøver i alt, heraf 37 fra Præstbjerg, 19 fra Sunds og 28 prøver fra Resen. Prøverne blev behandlet i det stratigrafiske laboratorium på GEUS efter palynologiske standard-metoder, omfattende behandling med HCl, HF, HNO<sub>3</sub> og filtrering på 20 µm 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 pr. 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 pr. prøve.

I alle tre borer er der nogle intervaller, hvori der generelt er meget få dinoflagellater, mens prøvernes indhold af organisk materiale domineres af ferskvandsalger og/eller træpartikler. I nogle af disse prøve var det ikke muligt at tælle 200 dinoflagellater.

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 1–3. Procentandelen af den enkelte dinoflagellatart og den enkelte ferskvandsalge-type i forhold til summen af registrerede dinoflagellater og ferskvandsalger i hver prøve, er vist. Disse variationer i dinoflagellatselskabet og i ferskvandsalgeselskabet afspejler dels stratigrafiske ændringer og dels ændringer i aflejningsmiljøet, f.eks. i salinitet, tilførsel af næringsstoffer og i havvandstemperaturer. En stor andel af ferskvandsalger (FA) indikerer f.eks. stor tilførsel af ferskvand til aflejningsområdet, som det bl.a. ses i Bastrup sandet, mens stor andel af dinoflagellatslægten *Homotryblium* ifølge Dybkjær (2004a,b) indikerer et

afsnøret marint aflejningsmiljø med brakvandsforhold, som det ses i Vejle Fjord Leret. Forekomsten af dinoflagellatarter, der er tolket som et resultat af forurening med nedfaldet materiale, kaldes "caving" og er markeret med et C i rangechartene. Omløjrede dinoflagellatarter ("reworked") er vist med et R. Registrede acritarcher og ferskvandsalger er også vist. Baseret på forekomsten af stratigrafisk vigtige dinoflagellatarter kombineret med sedimentologien er hver boring opdelt i litostratigrafiske enheder (se figs. 4–6, samt bilag 1–3).

# Sedimentologisk beskrivelse

## Præstbjerg (fig. 4)

I Præstbjerg boringen er der anført følgende litostratigrafiske enheder:

Vejle Fjord Ler (240–234 m), Billund sand (234–200 m), ?Kolding Fjord formation (200–177 m), nedre Arnum Formation (177–171 m), Bastrup sand (171–159 m), nedre Arnum Formation (159–149 m), Bastrup sand (149–127 m), nedre Arnum Formation (127–117 m), øvre Arnum Formation (117–73 m), Stauning sand (73–65 m), øvre Arnum Formation (65–55 m), Odderup Formation (55–43 m) og mere øvre Arnum Formation (43–23 m). Grænsen mellem den miocæne lagserie og den overliggende kvartære lagpakke er tolket til at ligge ved 23 m. Boringens TD er 240 m.

### Dybde i meter: litologi

27–28: Mørkebrunt, leret silt. Lignit.

28–29: Mørkebrunt, leret silt. Lignit.

29–30: Mørkebrunt ler.

30–31: Mørkebrunt, leret silt. Lignit.

31–32: Lignit og mørkebrunt, leret silt.

32–33: Gråt, mellemkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Lignit.

33–34: Gråt, mellemkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Lignit.

34–35: Mørkebrunt, leret silt. Lignit.

35–36: Mørkebrunt, leret silt.

36–37: Mørkebrunt, leret silt. Lignit.

37–38: Mørkebrunt, leret silt. Lignit.

38–39: Mørkebrunt, leret silt. Lignit.

39–40: Mørkebrunt, leret silt. Lignit.

40–41: Mørkebrunt, leret silt. Lignit.

41–42: Mørkebrunt, leret silt.

42–43: Mørkebrunt, leret silt og mellemkornet sand. Lignit.

43–44: Gråt, grovkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Lignit.

44–45: Lignit og mørkebrunt, leret silt. Lidt sand.

45–46: Gråt, grovkornet sand.

46–47: Gråt, grovkornet sand. Gruset og noget mørkebrunt, leret silt.

47–48: Gråt, grovkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Lignit.

48–49: Mørkebrunt, leret silt. Lignit og lidt sand.

49–50: Gråt, mellem- til grovkornet sand.

50–51: Gråt, mellem- til grovkornet sand.

51–52: Lignit og lidt sand.

52–53: Gråt, mellem- til grovkornet sand.

53–54: Mørkegråt, grovkornet sand.

54–55: Mørkegråt, mellem- til grovkornet sand. Brune lerlag.

55–56: Mørkebrunt, leret silt og sand.



56–57: Mørkebrunt, leret silt og sand  
57–58: Mørkebrunt, leret silt.  
58–59: Mørkebrunt, leret silt.  
59–60: Mørkebrunt, leret silt med laminae af gråt, finkornet sand.  
60–61: Mørkebrunt, leret silt. Lignit.  
61–62: Mørkebrunt, leret silt.  
62–63: Mørkebrunt, leret silt.  
63–64: Mørkebrunt, leret silt.  
64–65: Mørkebrunt, leret silt.  
65–66: Gråt, fin- til grovkornet sand. Gruset og mørkebrunt, leret silt.  
66–67: Brunt, fin- til mellemkornet sand.  
67–68: Brunt, velsorteret, finkornet sand.  
68–69: Brunt, velsorteret, finkornet sand veksellejrende med mørkebrunt, leret silt.  
69–70: Brunt, velsorteret, finkornet sand. Gruset.  
70–71: Brunt, velsorteret, finkornet sand.  
71–72: Brunt, velsorteret, finkornet sand med indslag af mørkebrunt, leret silt.  
72–73: Brunt, velsorteret, finkornet sand med indslag af mørkebrunt, leret silt.  
73–74: Mørkebrunt, leret silt og tynde laminae af hvidt, finkornet sand.  
74–75: Mørkebrunt, leret silt og tynde laminae af hvidt, finkornet sand.  
75–76: Lamineret mørkebrunt, leret silt og mørkebrunt silt.  
76–77: Lamineret, mørkebrunt, leret silt.  
77–78: Lamineret, mørkebrunt, leret silt.  
78–79: Mørkebrunt, leret silt.  
79–80: Mørkebrunt, leret silt.  
80–81: Mørkebrunt, leret silt.  
81–82: Mørkebrunt, leret silt.  
82–83: Mørkebrunt, leret silt.  
83–84: Mørkebrunt, leret silt. Nogen laminerede lag.  
84–85: Mørkebrunt, leret silt. Skaller.  
85–86: Mørkebrunt, leret silt. Skaller.  
86–87: Mørkebrunt, leret silt.  
87–88: Mørkebrunt, leret silt. Nogen laminerede, finkornede sandlag (tungminerale)  
88–89: Mørkebrunt, leret silt. Nogen laminerede, finkornede sandlag (tungminerale)  
89–90: Mørkebrunt, leret silt.  
90–91: Mørkebrunt, leret silt.  
91–92: Mørkebrunt, leret silt, samt hvide, finkornede sandlag.  
92–93: Mørkebrunt, leret silt, samt hvide, finkornede sandlag.  
93–94: Mørkebrunt, leret silt.  
94–95: Mørkebrunt, leret silt.  
95–96: Mørkebrunt, leret silt, samt gråt, finkornet sand (tungminerale).  
96–97: Mørkebrunt, leret silt, samt gråt, finkornet sand (tungminerale).  
97–98: Lamineret, mørkebrunt og grågrønt, leret silt og finkornet sand. Skaller.  
98–99: Lamineret, mørkebrunt og grågrønt, leret silt og finkornet sand. Skaller.  
99–100: Lamineret, mørkebrunt og grågrønt, leret silt og finkornet sand. Skaller.  
100–101: Lamineret, mørkebrunt og grågrønt, leret silt og finkornet sand. Skaller.  
101–102: Lamineret, mørkebrunt og grågrønt, leret silt og finkornet sand.  
102–103: Lamineret, mørkebrunt og grågrønt, leret silt og finkornet sand.

103–104: Mørkebrunt, leret silt.  
104–105: Lamineret, mørkebrunt og grågrønt, leret silt og finkornet sand.  
105–106: Lamineret, mørkebrunt og grågrønt, leret silt og finkornet sand.  
106–107: Lamineret, mørkebrunt og grågrønt, leret silt og finkornet sand.  
107–108: Lamineret, mørkebrunt og grågrønt, leret silt og finkornet sand.  
108–109: Lamineret, mørkebrunt og grågrønt, leret silt og finkornet sand.  
109–110: Lamineret, mørkebrunt og grågrønt, leret silt og finkornet sand.  
110–111: Lamineret, mørkebrunt og grågrønt, leret silt og finkornet sand. Skaller.  
111–112: Lamineret, mørkebrunt og grågrønt, leret silt og finkornet sand. Skaller.  
112–113: Lamineret, mørkebrunt og grågrønt, leret silt og finkornet sand.  
113–114: Lamineret, mørkebrunt og grågrønt, leret silt og finkornet sand.  
114–115: Lamineret, mørkebrunt og grågrønt, leret silt og finkornet sand.  
115–116: Lamineret, mørkebrunt og grågrønt, leret silt og finkornet sand.  
116–117: Lamineret, mørkebrunt og grågrønt, leret silt og finkornet sand.  
117–118: Lamineret, mørkebrunt og grågrønt, leret silt og finkornet sand.  
118–119: Lamineret, mørkebrunt og grågrønt, leret silt og finkornet sand.  
119–120: Lamineret, mørkebrunt og grågrønt, leret silt og finkornet sand.  
120–121: Lamineret, mørkebrunt og grågrønt, leret silt og finkornet sand. Skaller og lignit.  
121–122: Mørkebrunt, leret silt og gråt, finkornet sand.  
122–123: Mørkebrunt, leret silt og gråt, finkornet sand.  
123–124: Mørkebrunt ler og gråt, finkornet sand. Skaller.  
124–125: Mørkebrunt ler og gråt, grovkornet sand og grus. Skaller.  
125–126: Lamineret, mørkebrunt og grågrønt, leret silt og finkornet sand. Skaller.  
126–127: Gråt, grovkornet sand og grus, samt mørkebrunt, leret silt.  
127–128: Gråbrunt, mellemkornet sand.  
128–129: Gråbrunt, mellemkornet sand.  
129–130: Gråbrunt, mellem- til grovkornet sand.  
130–131: Gråbrunt, mellem- til grovkornet sand.  
131–132: Gråbrunt, mellem- til grovkornet sand.  
132–133: Gråbrunt, mellem- til grovkornet sand og mørkebrunt, leret silt.  
133–134: Gråt, grovkornet sand, samt mørkebrunt, leret silt.  
134–135: Gråt grus.  
135–136: Brunt, velsorteret, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Gruset.  
136–137: Brunt, velsorteret, finkornet sand. Lidt mørkebrunt, leret silt og grus.  
137–138: Brunt, velsorteret, finkornet sand.  
138–139: Brunt, velsorteret, finkornet sand. Meget glimmer.  
139–140: Brunt, velsorteret, finkornet sand.  
140–141: Brunt, velsorteret, finkornet sand.  
141–142: Brunt, velsorteret, finkornet sand.  
142–143: Brunt, velsorteret, finkornet sand.  
143–144: Brunt, velsorteret, finkornet sand.  
144–145: Brunt, velsorteret, finkornet sand.  
145–146: Brunt, velsorteret, finkornet sand.  
146–147: Brunt, velsorteret, finkornet sand.  
147–148: Gråt, grovkornet sand. Mørkebrunt, leret silt og grus.  
148–149: Gråt, grovkornet sand og mørkebrunt, leret silt.  
149–150: Mørkebrunt, leret silt og noget mellem- til grovkornet sand.

- 150–151: Lamineret, mørkebrunt og grågrønt, leret silt og finkornet sand.  
151–152: Lamineret, mørkebrunt og grågrønt, leret silt og finkornet sand.  
152–153: Veksellejrende mørkebrunt, leret silt og grønliggråt, finkornet sand.  
153–154: Mørkebrunt, leret silt. Nogen laminering.  
154–155: Gråt, mellemkornet sand og mørkebrunt, leret silt.  
155–156: Gråt, mellemkornet sand og mørkebrunt, leret silt.  
156–157: Mørkebrunt, leret silt med gråt, mellemkornet sand.  
157–158: Mørkebrunt, leret silt og gråt, grovkornet sand.  
158–159: Gråt, mellem- til grovkornet sand og mørkebrunt, leret silt.  
159–160: Gråt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Rødlige til okkerfarvede glaukony korn.  
160–161: Gråt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Glaukony.  
161–162: Gråt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Glaukony.  
162–163: Gråt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Glaukony.  
163–164: Gråt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Glaukony.  
164–165: Gråt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Glaukony.  
165–166: Gråt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Glaukony.  
166–167: Gråt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Glaukony.  
167–168: Gråt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Glaukony.  
168–169: Gråt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Glaukony.  
169–170: Gråt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Glaukony.  
170–171: Mørkebrunt, leret silt og glaukonyrigt finsand.  
171–172: Mørkebrunt, leret silt og glaukonyrigt finsand.  
172–173: Mørkebrunt, leret silt.  
173–174: Mørkebrunt, leret silt, samt tynde laminae af finkornet sand.  
174–175: Mørkebrunt, leret silt, samt tynde laminae af finkornet sand.  
175–176: Mørkebrunt, leret silt.  
176–177: Mørkebrunt, leret silt.  
177–178: Gråt, mellem- til grovkornet sand. Cementeret sand. Skaller.  
178–179: Gråt, mellem- til grovkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Cementeret sand.  
179–180: Gråt, mellem- til grovkornet sand og mørkebrunt, leret silt.  
180–181: Mørkebrunt, leret silt. Lidt finkornet sand.  
181–182: Gråt, mellem- til grovkornet sand og mørkebrunt, leret silt.  
182–183: Gråt, fin- til mellemkornet sand og mørkebrunt, leret silt.  
183–184: Gråt, fin- til mellemkornet sand og mørkebrunt, leret silt..  
184–185: Gråt, grovkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Gruset.  
185–186: Gråt, grovkornet sand og mørkebrunt, leret silt.  
186–187: Gråt, grovkornet sand og tynde lag af mørkebrunt, leret silt.  
187–188: Gråt, grovkornet sand og tynde lag af mørkebrunt, leret silt.  
188–189: Gråt, grovkornet sand og tynde lag af mørkebrunt, leret silt.  
189–190: Mørkebrunt, leret silt. Noget grovkornet sand.  
190–191: Mørkebrunt, leret silt. Lidt finkornet sand.  
191–192: Mørkebrunt, leret silt samt fin- til mellemkornet sand.  
192–193: Gråt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt..  
193–194: Gråt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt.  
194–195: Gråt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt.  
195–196: Gråt, mellemkornet sand og mørkebrunt, leret silt.

196–197: Gråt, fin- til mellemkornet sand og mørkebrunt, leret silt.  
197–198: Gråt, mellem- til grovkornet sand og mørkebrunt, leret silt.  
198–199: Gråt, fin- til mellemkornet sand og mørkebrunt, leret silt.  
199–200: Gråt grus, samt mellem- til grovkornet sand. Lidt ler.  
200–201: Gråt grus, samt mellem- til grovkornet sand. Lidt ler.  
201–202: Gråt grus, samt mellem- til grovkornet sand. Lidt ler.  
202–203: Gråt, mellem- til grovkornet sand. Lidt ler.  
203–204: Gråt mellem- til grovkornet sand. Lidt ler.  
204–205: Mørkebrunt, leret silt. Lidt finkornet sand.  
205–206: Mørkebrunt, leret silt og grovkornet sand.  
206–207: Gråt grus, samt mellem- til grovkornet sand. Lidt ler.  
207–208: Gråt, grovkornet sand med tynde lag af mørkebrunt, leret silt.  
208–209: Gråt, grovkornet sand med tynde lag af mørkebrunt, leret silt.  
209–210: Gråt, grovkornet sand med tynde lag af mørkebrunt, leret silt.  
210–211: Gråt, fin- til mellemkornet sand. Tynde lag af mørkebrunt, leret silt.  
211–212: Grønliggråt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt.  
212–213: Mørkebrunt, leret silt. Lidt sand og skaller.  
213–214: Mørkebrunt, leret silt. Lidt mellem- til grovkornet sand og skaller. Cement.  
214–215: Mørkegråt, grovkornet sand. Skaller.  
215–216: Mørkebrunt, leret silt. Noget sand.  
216–217: Grønliggråt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt.  
217–218: Grønliggråt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt.  
218–219: Grønliggråt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt.  
219–220: Grønliggråt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt.  
220–221: Velsorteret, mørkegråt, finkornet sand.  
221–222: Velsorteret, mørkegråt, finkornet sand.  
222–223: Velsorteret, mørkegråt, finkornet sand.  
223–224: Velsorteret, mørkegråt, finkornet sand.  
224–225: Velsorteret, mørkegråt, finkornet sand. Tynde lag af mørkebrunt, leret silt.  
225–226: Velsorteret, mørkegråt, finkornet sand. Skaller.  
226–227: Velsorteret, mørkegråt, finkornet sand. Skaller.  
227–228: Velsorteret, mørkegråt, finkornet sand. Skaller.  
228–229: Velsorteret, mørkegråt, finkornet sand. Skaller.  
229–230: Velsorteret, mørkegråt, finkornet sand. Skaller.  
230–231: Velsorteret, mørkegråt, finkornet sand. Skaller.  
231–232: Velsorteret, mørkegråt, finkornet sand. Skaller.  
232–233: Velsorteret, mørkegråt, finkornet sand. Skaller.  
233–234: Velsorteret, mørkegråt, finkornet sand. Skaller.  
234–235: Mørkebrunt, leret silt og finkornet sand. Masser af skaller.  
235–236: Mørkebrunt, leret silt og finkornet sand. Masser af skaller.  
236–237: Mørkebrunt, leret silt og finkornet sand. Masser af skaller.  
237–238: Mørkebrunt, leret silt. Skaller.  
238–239: Mørkebrunt, leret silt.  
239–240: Mørkebrunt, leret silt.

## Præstbjerg

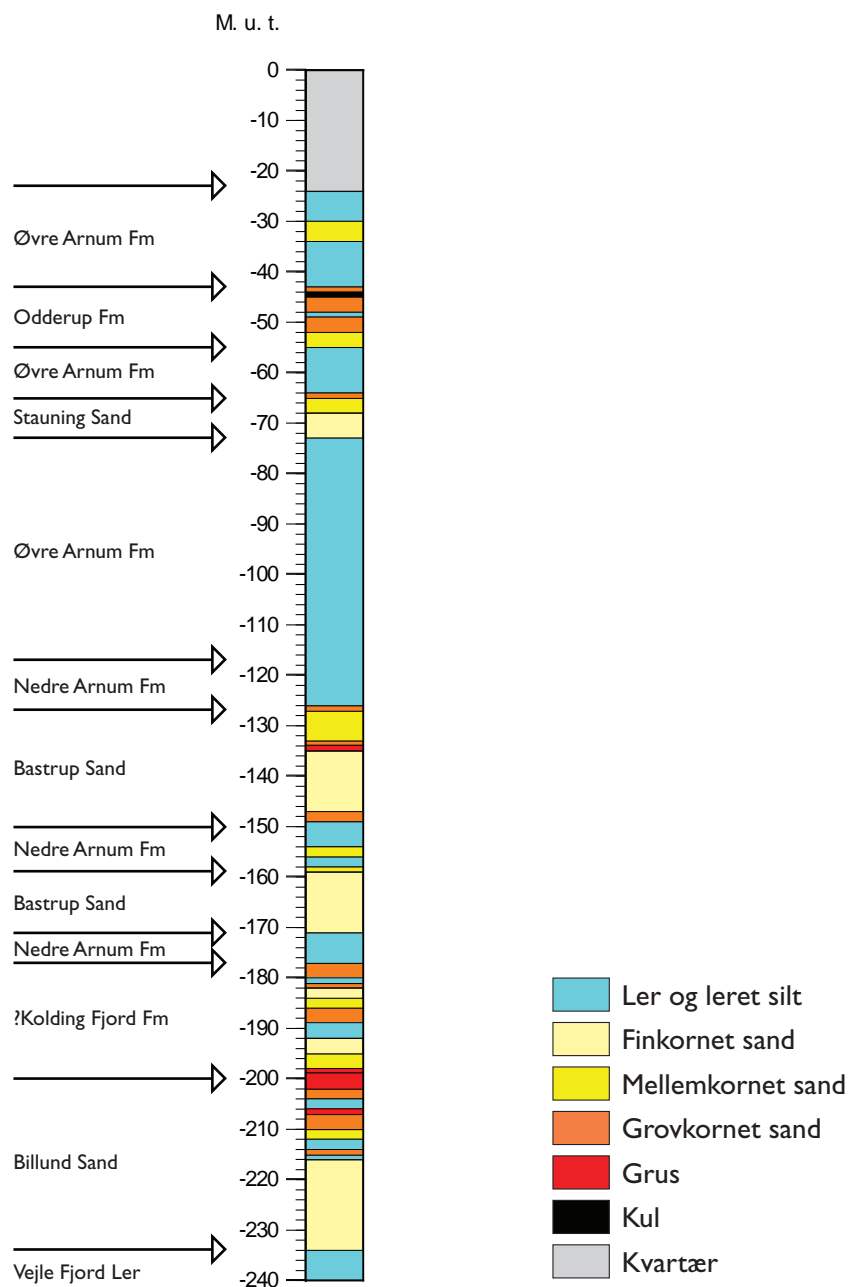


Fig.04

## Sunds (fig. 5)

I Sunds boringen er der anført følgende litostratigrafiske enheder: Vejle Fjord Ler (248233 m), Billund sand (233196 m), nedre Arnum Formation (196–175 m), Bastrup sand (175–133 m), øvre Arnum Formation (133–117 m), samt Odderup Formation (117–101 m). Grænsen til Kvartæret er her tolket til at ligge ved 101 m på grund af forekomsten af grovkornede, sandede enheder i omlejret Gram Ler i sekvensen over 101 m. Placeringen af grænsen til Kvartæret verificeres desuden af seismiske data. Boringens TD er 248 m.

### Dybde i meter: litologi

- 102–103: Mørkegråt, fin- til grovkornet sand med lidt brunt ler. Lignit.
- 103–104: Brunt ler og sand. Lignit.
- 104–105: Gråt, grovkornet sand. Brunt ler og lignit.
- 105–106: Brunt, grovkornet sand og lignit.
- 106–107: Brunt, grovkornet sand.
- 107–108: Brunt, grovkornet sand. Gruset.
- 108–109: Brunt, fin- til mellemkornet sand. Gruset og med mørkebrunt leret silt. Masser af glimmer.
- 109–110: Brunt, leret silt med lidt sand. Lignit og masser af glimmer.
- 110–111: Gråbrunt, fin- til mellemkornet sand og mørkebrunt til gråt leret silt. Masser af glimmer.
- 111–112: Gråbrunt, fin- til grovkornet sand og mørkebrunt, leret stil. Masser af glimmer.
- 112–113: Gråt, mellem- til grovkornet sand. Gruset.
- 113–114: Gråt, mellem- til grovkornet sand. Gruset.
- 114–115: Gråt, fin- til mellemkornet sand. Lignit.
- 115–116: Gråt, fin- til mellemkornet sand. Lignit.
- 116–117: Gråt, finkornet sand. Lignit.
- 117–118: Gråbrunt ler. Lignit.
- 118–119: Gråbrunt ler. Lignit.
- 119–120: Gråbrunt ler. Lignit.
- 120–121: Gråbrunt ler. Lignit.
- 121–122: Gråbrunt ler. Lignit.
- 122–123: Gråbrunt ler. Lignit.
- 123–124: Gråbrunt ler. Lignit og flint.
- 124–125: Gråbrunt ler. Lignit. Gruset.
- 125–126: Gråbrunt ler. Lignit.
- 126–127: Gråt, mellem- til grovkornet sand. Lag af gråbrunt ler, lignit og grus.
- 127–128: Gråt, fin- til grovkornet sand.
- 128–129: Gråt, fin- til grovkornet sand. Gruset.
- 129–130: Gråt, grovkornet sand. Tynde lag af grå lerlag.
- 130–131: Gråt, mellem- til grovkornet sand. Tynde grå lerlag.
- 131–132: Gråt, mellem- til grovkornet sand og mørkebrunt leret silt.
- 132–133: Brunt ler.
- 133–134: Brunt ler og grus.
- 134–135: Gråt grus. Noget sand.

135–136: Gråt grus. Noget sand.  
136–137: Gråt grus. Noget sand.  
137–138: Gråt, grovkornet sand. Gruset.  
138–139: Gråt, grovkornet sand. Gruset.  
139–140: Gråt, mellem- til grovkornet sand.  
140–141: Gråt, mellem- til grovkornet sand. Skaller og lignit.  
141–142: Gråt, mellem- til grovkornet sand.  
142–143: Gråt, mellem- til grovkornet sand.  
143–144: Gråt, mellem- til grovkornet sand. Gruset.  
144–145: Gråt, mellem- til grovkornet sand. Gruset og lignit.  
145–146: Gråt, mellem- til grovkornet sand. Gruset.  
146–147: Gråt, mellem- til grovkornet sand. Gruset.  
147–148: Gråt, mellem- til grovkornet sand og grus.  
148–149: Gråt grus og grovkornet sand.  
149–150: Gråt, grovkornet sand. Gruset.  
150–151: Brunt, mellem- til grovkornet sand. Gruset.  
151–152: Brunt, mellem- til grovkornet sand. Gruset.  
152–153: Brunt, mellem- til grovkornet sand. Gruset.  
153–154: Brunt, fin- til mellemkornet sand. Gruset.  
154–155: Brunt, fin- til mellemkornet sand. Gruset  
155–156: Gråt, grovkornet sand. Gruset.  
156–157: Gråt, mellemkornet sand.  
157–158: Gråt, mellemkornet sand. Lignit.  
158–159: Gråt, mellemkornet sand. Lignit.  
159–160: Gråt, fin- til mellemkornet sand.  
160–161: Gråt, fin- til mellemkornet sand.  
161–162: Gråt og brunt, fin- til mellemkornet sand.  
162–163: Gråbrunt, finkornet sand.  
163–164: Gråbrunt, finkornet sand.  
164–165: Gråbrunt, finkornet sand. Gruset.  
165–166: Gråbrunt, finkornet sand. Store glimmerkorn.  
166–167: Gråbrunt, finkornet sand. Store glimmerkorn.  
167–168: Gråbrunt, finkornet sand. Store glimmerkorn.  
168–169: Gråbrunt, finkornet sand. Store glimmerkorn.  
169–170: Gråbrunt, finkornet sand. Store glimmerkorn.  
170–171: Gråbrunt, finkornet sand. Store glimmerkorn.  
171–172: Gråbrunt, finkornet sand. Store glimmerkorn.  
172–173: Gråbrunt, finkornet sand. Store glimmerkorn.  
173–174: Gråbrunt, finkornet sand. Tynde mørkebrune lerlag.  
174–175: Gråbrunt, finkornet sand. Tynde mørkebrune lerlag.  
175–176: Mørkebrunt leret silt og finkornet sand. Lignit.  
176–177: Gråbrunt, velsorteret, finkornet sand.  
177–178: Mangler.  
178–179: Gråbrunt, velsorteret, finkornet sand. Tynde brune lerlag.  
179–180: Mørkebrunt, leret silt og mørkegråt, finkornet sand  
180–181: Mørkebrunt, leret silt og mørkebråt, finkornet sand.  
181–182: Mørkebrunt, leret silt.

182–183: Mørkebrunt, leret silt.  
183–184: Mørkebrunt, leret silt.  
184–185: Mørkebrunt, leret silt og grus.  
185–186: Gråt grus og noget grovkornet sand. Tynde, mørkebrune, lerede siltlag.  
186–187: Gråt grus og grovkornet sand. Tynde, mørkebrune, lerede siltlag. Klaster op til 1.5 cm.  
187–188: Mørkebrunt, leret silt. Gruset.  
188–189: Mørkebrunt, leret silt. Noget grovkornet sand.  
189–190: Mørkebrunt, leret silt.  
190–191: Mørkebrunt, leret silt samt lidt mellem- til grovkornet sand.  
191–192: Mørkebrunt, leret silt  
192–193: Mørkebrunt, leret silt  
193–194: Mørkebrunt, leret silt  
194–195: Mørkebrunt, leret silt, samt mellem- til grovkornet sand.  
195–196: Mørkebrunt, leret silt, samt fin- til mellemkornet sand.  
196–197: Gråt grus og finkornet sand.  
197–198: Gråt, fin- til mellemkornet sand. Gruset.  
198–199: Gråt, fin- til mellemkornet sand. Gruset.  
199–200: Gråt, fin- til mellemkornet sand.  
200–201: Gråt, fin- til mellemkornet sand.  
201–202: Gråt, fin- til mellemkornet sand.  
202–203: Gråt, fin- til mellemkornet sand.  
203–204: Brungråt, fin- til grovkornet sand.  
204–205: Brungråt, mellem- til grovkornet sand.  
205–206: Brungråt, mellem- til grovkornet sand.  
206–207: Brungråt, mellem- til grovkornet sand.  
207–208: Brungråt, fin- til mellemkornet sand.  
208–209: Brungråt, fin- til mellemkornet sand.  
209–210: Mørkebrunt, leret silt  
210–211: Mørkebrunt, leret silt  
211–212: Mørkebrunt, leret silt. Gruset.  
212–213: Gråt, grovkornet sand med mørkebrune, lerede siltlag. Gruset.  
213–214: Gråbrunt, finkornet sand og grus.  
214–215: Gråbrunt, fin- til mellemkornet sand.  
215–216: Gråbrunt, fin- til mellemkornet sand.  
216–217: Gråbrunt, finkornet sand. Noget mellemkornet sand.  
217–218: Gråbrunt, mellem- til grovkornet sand.  
218–219: Gråt, grovkornet sand. Gruset.  
219–220: Gråt grus og grovkornet sand.  
220–221: Brungråt, mellem- til grovkornet sand.  
221–222: Gråt, grovkornet sand. Gruset.  
222–223: Gråt, grovkornet sand. Gruset og lidt finkornet sand.  
223–224: Gråt, grovkornet sand. Gruset og lidt finkornet sand.  
224–225: Gråt, grovkornet sand. Gruset og lidt finkornet sand.  
225–226: Gråt, grovkornet sand. Gruset og lidt finkornet sand.  
226–227: Gråt, grovkornet sand med tynde lerlag. Gruset og lidt finkornet sand. Klast op til 2 cm.



227–228: Gråt, grovkornet sand med tynde lerlag. Gruset og lidt finkornet sand.  
228–229: Gråt, grovkornet sand med tynde lerlag. Gruset og lidt finkornet sand.  
229–230: Gråt, grovkornet sand med tynde lerlag. Gruset og lidt finkornet sand.  
230–231: Gråt, grovkornet sand og grus.  
231–232: Gråt, grovkornet sand og grus.  
232–233: Gråt grus og grovkornet sand.  
233–234: Mørkebrunt, leret silt. Gruset.  
234–235: Mørkebrunt, leret silt. Gruset.  
235–236: Mørkebrunt, leret silt med grønbrune siltlag.  
236–237: Mørkebrunt, leret silt. Gruset.  
237–238: Gråt, mellem- til grovkornet sand. Gruset og med tynde, mørkebrune, lerede siltlag.  
238–239: Gråt, mellem- til grovkornet sand. Gruset og med tynde, mørkebrune, lerede siltlag.  
239–240: Gråt, mellem- til grovkornet sand. Gruset og med tynde, mørkebrune, lerede siltlag.  
240–241: Gråt, fin- til mellemkornet sand. Tynde, brune lerlag.  
241–242: Gråt, fin- til mellemkornet sand. Tynde, brune lerlag.  
242–243: Gråt, mellem- til grovkornet sand. Gruset.  
243–244: Gråt, finkornet sand og tynde, grå, siltede lerlag.

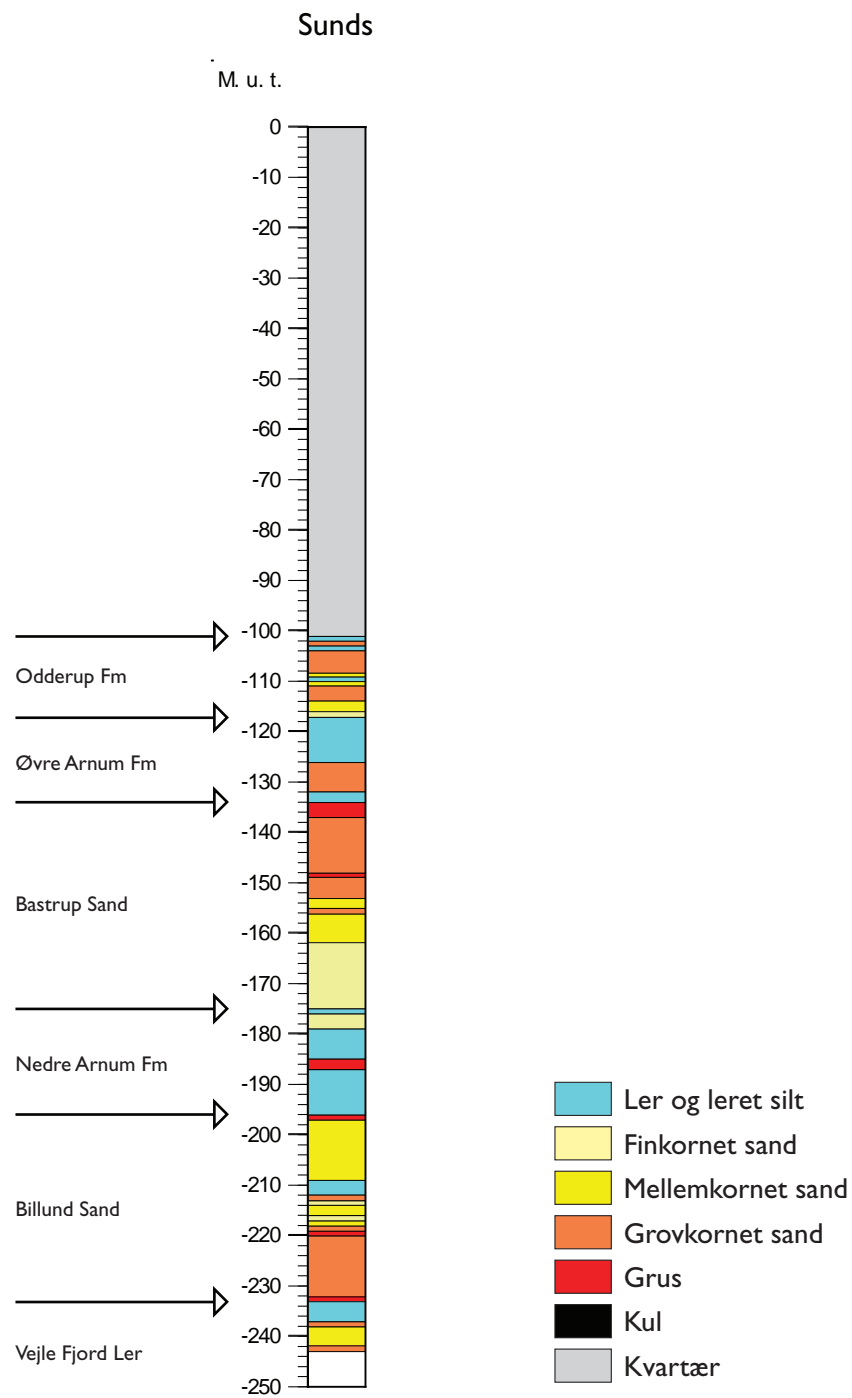


Fig.05

## Resen (fig. 6)

I Resen boringen er der anført følgende litostratigrafiske enheder: Oligocænt ler (193–188 m), Brejning Ler (188–155 m), Vejle Fjord Ler (155–98 m), Billund sand (98–51 m), nedre Arnum Formation (51–46 m). Grænsen til Kvartæret er her tolket til at ligge ved 46 m baseret på litologien. Boringens TD er 192,5 m.

### Dybde i meter: litologi

- 46–47: Mørkebrunt, leret silt. Gulbrunt, groft sand.
- 47–48: Veksellejrende mørkebrunt, leret silt og gråt, finkornet sand.
- 49–50: Veksellejrende mørkebrunt, leret silt og gråt, finkornet sand.
- 49–50: Mørkebrunt, leret silt (hårdt).
- 50–51: Gråt grus med lidt finkornet sand og mørkebrunt, leret silt.
- 51–52: Gråt, grovkornet sand med mørkebrunt, leret silt.
- 52–53: Gråt, grovkornet sand med mørkebrunt, leret silt.
- 53–54: Gråt, grovkornet sand med mørkebrunt, leret silt. Lignit.
- 54–55: Gråt, grovkornet sand med mørkebrunt, leret silt.
- 55–56: Gråt, grovkornet sand med mørkebrunt, leret silt.
- 56–57: Gråt, grovkornet sand med mørkebrunt, leret silt.
- 57–58: Gråt, grovkornet sand med mørkebrunt, leret silt. Lignit.
- 58–59: Gråt, grovkornet sand. Gruset, klast op til 1 cm.
- 59–60: Gråt, grovkornet sand. Gruset.
- 60–61: Gråt, grovkornet sand. Gruset.
- 61–62: Gråt, grovkornet sand. Gruset.
- 62–63: Gråt, grovkornet sand. Gruset.
- 63–64: Gråt, grovkornet sand. Gruset og med lignit.
- 64–65: Gråt, grovkornet sand. Gruset.
- 65–66: Gråt, mellem- til grovkornet sand.
- 66–67: Gråt, grovkornet sand. Gruset.
- 67–68: Gråt, grovkornet sand. Gruset og med mørkebrunt, leret silt.
- 68–69: Gråt, grovkornet sand og grus.
- 69–70: Gråt, grovkornet sand og grus.
- 70–71: Gråt grus.
- 71–72: Gråt grus.
- 72–73: Gråt grus. Klast op til 1.5 cm.
- 73–74: Gråt grus. Klast af kvartsit.
- 74–75: Gråt grus og finkornet sand. Lignit.
- 75–76: Gråt, grovkornet sand.
- 76–77: Gråt grus.
- 77–78: Gråt grus.
- 78–79: Gråt grus.
- 79–80: Gråt, mellem- til grovkornet sand. Gruset.
- 80–81: Gråt, grovkornet sand og grus med tynde, mørkebrune, lerede siltlag.
- 81–82: Gråt, grovkornet sand og grus.
- 82–83: Gråt, grovkornet sand og grus med tynde, mørkebrune, lerede siltlag.

83–84: Gråt grus.  
84–85: Gråt grus.  
85–86: Gråt, grovkornet sand med grus.  
86–87: Gråt, grovkornet sand med grus.  
87–88: Gråt grus.  
88–89: Gråt grus.  
89–90: Gråt grus og lignit.  
90–91: Gråt, grovkornet sand. Gruset.  
91–92: Gråt, grovkornet sand og grus.  
92–93: Gråt, grovkornet sand og grus.  
93–94: Gråt, grovkornet sand og grus.  
94–95: Gråt, grovkornet sand og grus.  
95–96: Gråt grus med tynde, mørkebrune, lerede siltlag.  
96–97: Gråt grus med tynde, mørkebrune, lerede siltlag.  
97–98: Gråt, grovkornet sand og grus. Lignit.  
98–99: Gråt, fin- til grovkornet sand. Skal?  
99–100: Mørkebrunt, leret silt. Lidt grovkornet sand og grus.  
100–101: Gråt, fin- til mellemkornet sand. Gruset samt lag af mørkebrunt, leret silt.  
101–102: Mørkebrunt, leret silt. Lidt grovkornet sand og grus.  
102–103: Mørkebrunt, leret silt. Lidt grovkornet sand og grus.  
103–104: Mørkebrunt, leret silt. Lidt grovkornet sand og grus.  
104–105: Mørkebrunt, leret silt. Lidt grovkornet sand og grus.  
105–106: Brunt, leret silt. Lidt grovkornet sand og grus.  
106–107: Mørkegråt, finkornet sand.  
107–108: Brunt, lamineret, leret silt og grovkornet sand.  
108–109: Brunt, lamineret, leret silt og grovkornet sand. Gruset.  
109–110: Brunt, lamineret, leret silt og grovkornet sand. Gruset og med skaller.  
110–111: Hvidt, grovkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Gruset.  
111–112: Gråt, fin- til mellemkornet sand. Lidt grovkornet sand.  
112–113: Hvidt, grovkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Gruset.  
113–114: Mørkebrunt, leret silt. Lidt grovkornet sand.  
114–115: Mørkebrunt, leret silt. Lidt grovkornet sand og grus.  
115–116: Mørkebrunt, leret silt og grovkornet sand.  
116–117: Mørkebrunt, leret silt. Lidt grovkornet sand og cementerede lerklater.  
117–118: Mørkebrunt, leret silt. Lidt grovkornet sand.  
118–119: Mørkebrunt, leret silt. Lidt grovkornet sand og grus.  
119–120: Mørkebrunt, leret silt. Lidt grovkornet sand og grus.  
120–121: Gråt, mellem- til grovkornet sand. Gruset og brune lerlag.  
121–122: Gråt, grovkornet sand. Få brune lerlag.  
122–123: Gråt, grovkornet sand. Få brune lerlag.  
123–124: Gråt, mellem- til grovkornet sand.  
124–125: Gråt, grovkornet sand.  
125–126: Gråt, mellem- til grovkornet sand. Få brune lerlag.  
126–127: Gråt, mellem- til grovkornet sand. Få brune lerlag.  
127–128: Gråt, mellem- til grovkornet sand. Få brune lerlag.  
128–129: Gråt, mellem- til grovkornet sand. Få brune lerlag.  
129–130: Gråt, grovkornet sand. Få gråbrune lerlag.

130–131: Gråt, fin- til mellemkornet sand. Gruset.  
131–132: Gråbrunt, lamineret, leret silt og finkornet sand.  
132–133: Gråbrunt, lamineret, leret silt og finkornet sand.  
133–134: Gråbrunt, lamineret, leret silt og fin- til mellemkornet sand.  
134–135: Gråbrunt, lamineret, leret silt og finkornet sand.  
135–136: Gråbrunt, lamineret, leret silt og finkornet sand.  
136–137: Gråbrunt, lamineret, leret silt og finkornet sand.  
137–138: Gråbrunt, lamineret, leret silt og finkornet sand.  
138–139: Gråbrunt, lamineret, leret silt og fin- til grovkornet sand.  
139–140: Gråbrunt, lamineret, leret silt og grovkornet sand. Gruset.  
140–141: Gråbrunt, lamineret, leret silt og fin- til grovkornet sand.  
141–142: Brunt, leret silt. Noget finkornet sand.  
142–143: Brunt, leret silt. Noget finkornet sand og skaller.  
143–144: Brunt, leret silt. Noget fin- til mellemkornet sand og skaller.  
144–145: Brunt, leret silt. Noget fin- til mellemkornet sand og skaller.  
145–146: Brunt, leret silt. Noget fin- til mellemkornet sand og skaller.  
146–147: Brunt, leret silt. Noget fin- til mellemkornet sand og skaller. Gruset.  
147–148: Brunt, leret silt. Noget fin- til mellemkornet sand og skaller. Lignit?  
148–149: Brunt, lamineret, leret silt og hvidt, finkornet sand.  
149–150: Brunt, lamineret, leret silt og hvidt, finkornet sand. Gruset og lignit.  
150–151: Mørkebrunt, leret silt. Lidt grovkornet sand og grus.  
151–152: Mørkebrunt, leret silt. Lidt grovkornet sand.  
152–153: Mørkebrunt, leret silt.  
153–154: Mørkebrunt, leret silt (hårdt).  
154–155: Mørkebrunt, leret silt.  
155–156: Mørkebrunt, leret silt. Lidt grovkornet sand og grus.  
156–157: Mørkebrunt, leret silt.  
157–158: Mørkebrunt, leret silt.  
158–159: Mørkebrunt, leret silt.  
159–160: Brunt, lamineret, leret silt og finkornet sand.  
160–161: Brunt, lamineret, leret silt. Skaller.  
161–162: Brunt, lamineret, leret silt. Skaller.  
162–163: Brunt, lamineret, leret silt og finkornet sand. Mange skaller.  
163–164: Brunt, lamineret, leret silt og grovkornet sand. Skaller  
164–165: Brunt, lamineret, leret silt og grovkornet sand. Skaller.  
165–166: Brunt, lamineret, leret silt og grovkornet sand. Skaller.  
166–167: Mørkebrunt, svagt lamineret, leret silt. Lidt grovkornet sand og grus. Skaller.  
167–168: Mørkebrunt, leret silt. Lidt grovkornet sand og grus. Skaller.  
168–169: Gråt, grovkornet sand og grus. Få brune lerlag (nedfald?).  
169–170: Gråt, grovkornet sand og grus. Få brune lerlag (nedfald?).  
170–171: Mørkebrunt, leret silt. Lidt grovkornet sand og grus. Skaller.  
171–172: Mørkebrunt, leret silt. Lidt grovkornet sand og grus. Skaller.  
172–173: Gråt, grovkornet sand. Få brune lerlag. Skaller.  
173–174: Gråt, grovkornet sand. Få brune lerlag. Skaller.  
174–175: Gråt, grovkornet sand. Få brune lerlag. Skaller.  
175–176: Gråt, grovkornet sand og grus. Få brune lerlag. Skaller.  
176–177: Mørkebrunt, leret silt. Lidt grovkornet sand og grus.

178–179: Gråt, grovkornet sand. Få mørkebrune lerlag.  
179–180: Mørkebrunt, leret silt. Skaller.  
180–181: Mørkebrunt, leret silt. Skaller.  
181–182: Mørkebrunt, leret silt. Lidt grovkornet sand og grus.  
182–183: Brunt, lamineret, leret silt og grovkornet sand.  
183–184: Brunt, leret silt. Lidt grovkornet sand.  
184–185: Brunt, leret silt.  
185–186: Brunt, leret silt.  
186–187: Brunt, leret silt.  
187–188: Brunt, leret silt.  
188–189: Grønliggråt ler. Mange gravegange.  
189–190: Grønliggråt ler. Mange gravegange.  
190–191: Grønliggråt ler. Mange gravegange.  
191–192: Grønliggråt ler. Glaukony.  
192–193: Grønliggråt ler. Glaukony.

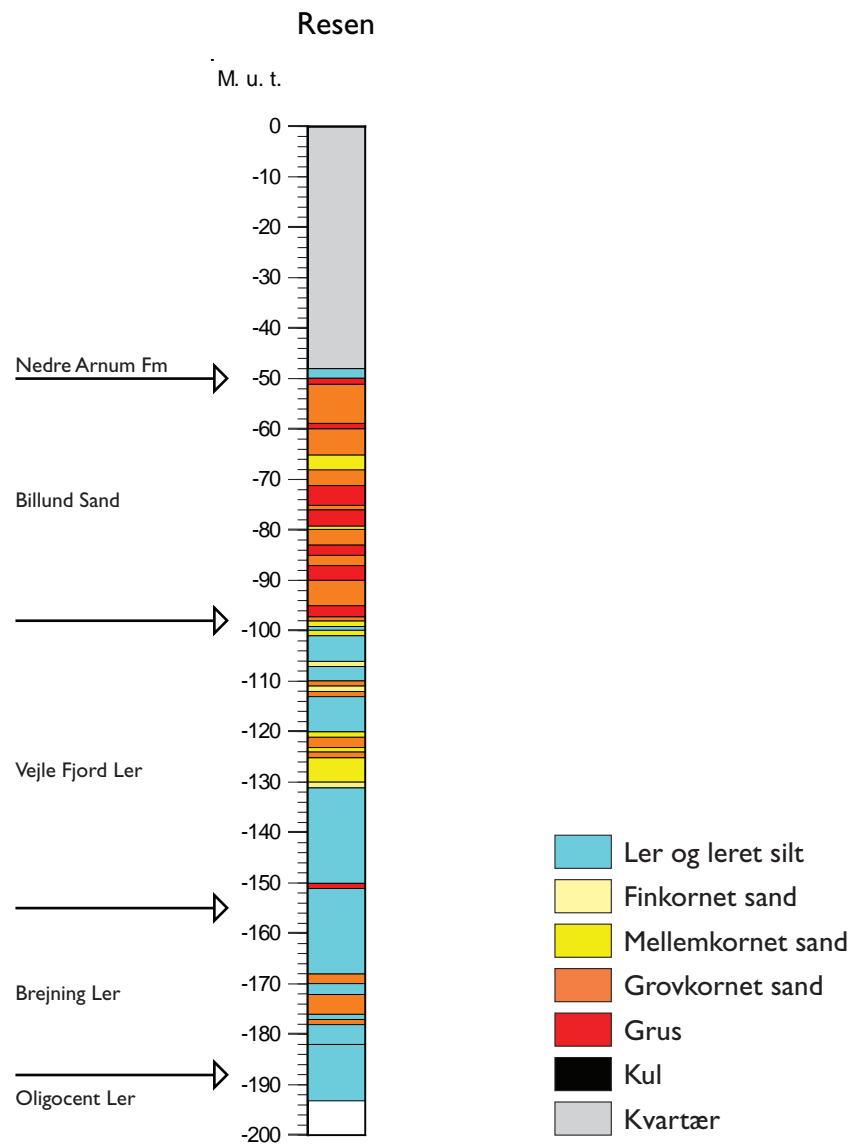
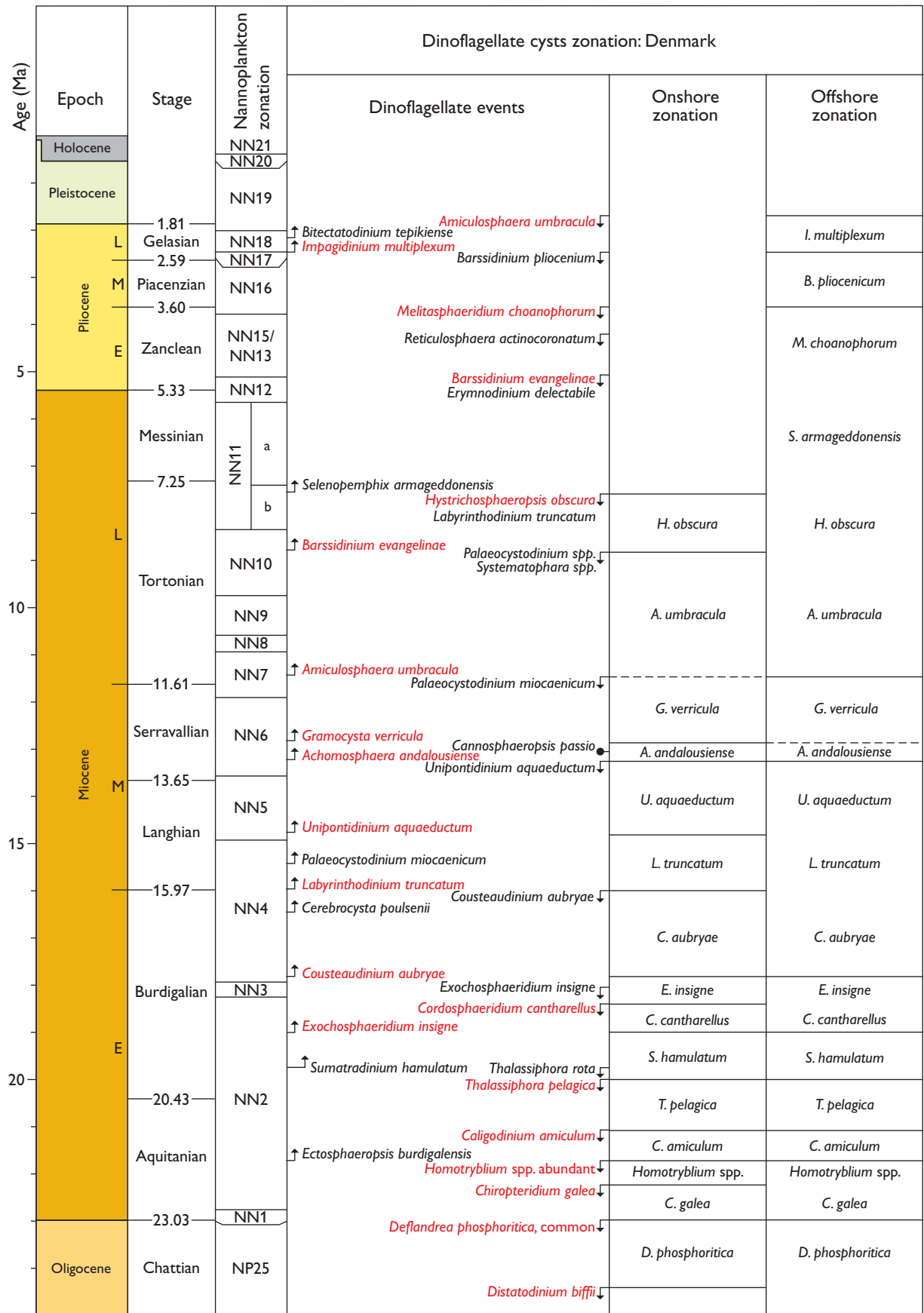


Fig.06

## Palynologi/biostratigrafi

I de følgende kapitler er variationerne i dinoflagellatselskabet præsenteret for hver af de undersøgte borer. Hver litostratigrafisk enhed, der er repræsenteret i boringen, er beskrevet mht. dinoflagellatselskab, dinoflagellatzone (Dybkjær & Piasecki 2008) (fig. 7), aflejningsmiljø, alder, samt korrelation med nannoplanktonzoneringsen opstillet af Martini (1971) og med foraminiferzoneringsen opstillet af hhv. King (1989) og Laursen & Kristoffersen (1999).





● Maximum occurrence

Fig.07

# Præstbjerg (bilag 1)

## Vejle Fjord Formation

### Vejle Fjord Ler og Billund sand

#### Tilstedeværelse

Vejle Fjord Formationen er repræsenteret fra den nederste del af boringen i 240 m og op til 200 m. De nederste 6 m, fra 240–234 m, er henført til Vejle Fjord Ler, mens intervallet fra 234–200 m er henført til Billund sand (fig. 4).

#### Dinoflagellatselskab

*Homotryblium plectilum* og *Spiniferites* spp. dominerer selskabet. Desuden dominerer *Chiropteridium galea* i den nederste prøve ved 240 m. *Apteodinium australiense*, *A. spiridoi-des*, *Dapsilidinium pseudocolligerum*, *Fromea?* spp., *Homotryblium tenuispinosum*, *Hystrichokolpoma rigaudiae*, *Operculodinium centrocarpum*, *Operculodinium* spp. og *Systematophora placacantha* forekommer almindeligt til jævnlige, mens *Apteodinium* spp., *Distatodinium paradoxum*, *Hystrichokolpoma* spp., *Impletosphaeridium insolitum*, *Lingulodinium machaerophorum*, *Melitasphaeridium choanophorum*, *Melitasphaeridium choanophorum "reductum"*, *Membranophoridium aspinatum*, *Operculodinium* sp. 3 de Verteuil & Norris, *Spiniferites solidago*, *Tectatodinium pellitum*, *Thalassiphora pelagica* og *Cordosphaeridium cantharellus* forekommer jævnlige.

Dominansen af *Homotryblium*, samt den sporadiske forekomst af *Chiropteridium galea* og *Membranophoridium aspinatum* er karakteristiske for denne litostratigrafiske enhed. Der blev fundet en del omlejrrede, palæogene dinoflagellater i dette interval.

#### Aflejringsmiljø

Andelen af ferskvandsalger varierer en del i dette interval. I den nedre og øvre del af intervallet udgør fersk- til brakvandsalgen *Botryococcus* hhv. op til 31% og op til 46% af det samlede antal dinoflagellater, acritarcher plus ferskvandsalger og ferskvands dinoflagellaten *Pseudokomewuia* aff. *granulata* udgør op til hhv. 9 og 16%. I den midterste del af intervallet udgør *Botryococcus* mellem 1 og 8 %, mens der her ikke blev registreret nogen *Pseudokomewuia* aff. *granulata*. I det midterste interval er der derimod en højere relativ hyppighed af flere dinoflagellat-arter, f.eks. *Hystrichokolpoma rigaudiae*, *Apteodinium australiense* og *Systematophora placacantha*. Denne fordeling afspejler formodentligt et delvist afsnøret, kystnært, formodentligt brakvands-miljø med stor influx af ferskvand og ferskvandsalger i den nedre og øvre del af intervallet, mens der var mere almindeligt marine forhold i den midterste del af intervallet. Denne tolkning støttes af den relative hyppighed af dinoflagellat slægten *Homotryblium*. I den nedre og øvre del af intervallet dominerer *Homotryblium plectilum*. Denne art forekommer hovedsageligt i afsnørede, marine aflejringsmiljøer (Brinkhuis 1994; Dybkjær 2004b). *H.? additense*, som kun er fundet i den ned-

re og øvre del af intervallet, blev i Dybkjær (2004b) tolket som en indikator på et meget lavsalint aflejringsmiljø.

### **Alder**

Tidligste Miocæn (Aquitaniens).

Fraværet af *Distatodinium biffi* indikerer en alder ikke ældre end seneste Sen Oligocæn (seneste Chattien). Den sporadiske forekomst af *Chiropteridium galea* op til 213 m og af *Deflandrea phosphoritica* op til 214 m indikerer en alder ikke yngre end tidligste Miocæn (Aquitaniens) (Hardenbol *et al.* 1998; Dybkjær 2003; Williams *et al.* 2004).

En sporadisk forekomst af *Deflandrea phosphoritica* kombineret med en dominerende eller almindelige forekomst af *Homotryblium* har vist sig at være karakteristisk for den øvre del af Vejle Fjord Formationen, for Vejle Fjord Ler og Billund sand, som i tidligere studier er dateret til Aquitaniens (Dybkjær 2004a, Dybkjær & Rasmussen 2007). Den sporadiske forekomst af *Chiropteridium galea*, *Deflandrea phosphoritica* og *Membranophoridium aspinatum* er ligeledes karakteristisk for Vejle Fjord Formationen, alle tre med sidsteforekomst internt eller ved toppen af formationen (Dybkjær 2004a; Rasmussen & Dybkjær 2005).

### **Dinoflagellatzonering**

Dominansen af *Homotryblium*, samt den sporadiske forekomst af *Caligodinium amiculum*, *Chiropteridium galea*, *Deflandrea phosphoritica* og *Membranophoridium aspinatum* henfører klart dette interval til *Homotryblium* spp. Zonen (Dybkjær & Piasecki 2008) (fig. 7).

### **Foraminifer/nannoplanktonzonering**

Ifølge de Verteuil & Norris (1996) og Powell & Brinkhuis (2004, Figs 21.1 og 21.2) korrelerer sidste forekomsten af *Chiropteridium galea* med den nederste del af Nannoplanktonzone NN2 af Martini (1971). *Homotryblium* spp. Zonen korrelerer dermed med den nedre del af Nannoplanktonzone NN2 af Martini (1971) (de Verteuil & Norris 1996).

I Høruphav boringen (DGU nr. 170.381) korrelerer intervallet henført til *Homotryblium* spp. Zonen (76.80 til 64.05 m) med den bentoniske Foraminiferzone NSB 8c og med den nedre del af NSB9, samt med den planktoniske Foraminiferzone NSP 10 (Laursen & Kristoffersen 1999). Dette svarer til NSB 8c og NSP 9 i zoneringsen af King (1989).

## **?Kolding Fjord formation**

### **Tilstedeværelse**

Intervallet fra 200–177 m tilhører sandsynligvis den uformelle enhed Kolding Fjord formation (Rasmussen & Hansen 2005) (fig. 4).

### **Dinoflagellatselskab**

I den nedre del af intervallet er der en del dinoflagellater, men i den øvre del, fra 188 m og op til 177 m, er der kun fundet få og det var ikke muligt at tælle 200. Dinoflagellatselskabet er domineret af *Apteodinium australiense*, *Hystrichokolpoma rigaudiae*, *Operculodinium centrocarpum*, *Operculodinium* spp., samt *Spiniferites* spp. *Apteodinium spiridoides*, *Systematophora placacantha* og *Cordosphaeridium cantharellus* forekommer almindeligt,

mens *Dapsilidinium pseudocolligerum*, *Lingulodinium machaerophorum*, *Melitasphaeridium choanophorum "reductum"*, samt *Spiniferites pseudofurcatus* forekommer jævnligt. *Homotryblium tenuispinosum* udgør ikke over 2% af dinoflagellatselskabet, mens der ikke er registreret nogen eksemplarer af *H. plectilum* i dette interval i modsætning til det underliggende interval, hvor sidstnævnte art dominerede. Sidsteforekomsten af *Caligodinium amiculum* i 190 m er stratigrafisk vigtig. Forekomsten af *Deflandrea phosphoritica* (198 m) tolkes som omlejret. Desuden blev der registreret en del andre omlejrrede palæogene dinoflagellater i dette interval.

### Aflejringsmiljø

Dinoflagellater forekommer hyppigt i den nederste del af intervallet, men kun sporadisk fra 188 m og op til toppen af intervallet ved 177 m. Der sker et markant skift fra det underliggende interval, der er domineret af *Homotryblium* spp. og *Botryococcus* spp., til dette interval, hvor disse to taxa kun forekommer sporadisk til jævnligt. De øvrige ferskvandsalger forekommer ligeledes kun sporadisk til jævnligt. Disse observationer indikerer samlet at der sker en ændring i aflejringsmiljøet på overgangen mellem Vejle Fjord Formationen og Kolding Fjord formationen, formodentligt fra et brakvandmiljø til noget mere åbne marine forhold, men ikke et fuldt marint miljø (Brinkhuis 1994; Dybkjær 2004a,b).

### Alder

Tidlig Miocæn (sen Aquitanien til tidlig Burdigalien).

Sidsteforekomsten af *Deflandrea phosphoritica* i 214 m og af *Chiropteridium galea* i 213 m (i den underliggende enhed), indikerer en alder ikke ældre end sen Aquitanien (forekomsten af disse arter i ?Kolding Fjord formationen og i den nedre del af Arnum Formationen er her tolket som værende et resultat af omlejring). Sidsteforekomsten af *Caligodinium amiculum* i 190 m indikerer en alder ikke yngre end Aquitanien, mens sidsteforekomsten af *Thalassiphora pelagica* i 160 m indikerer en alder ikke yngre end tidlig Burdigalien (Hardenbol *et al.* 1998; Londoix & Jan Du Chêne 1998; Coccioni *et al.* 1997).

Skiftet fra en dominerende til en sporadisk forekomst af *Homotryblium* spp., er karakteristisk for overgangen fra Vejle Fjord Formationen til enten Kolding Fjord formation (hvor den er tilstede) eller til den nederste del af Arnum Formationen. Samtidigt er sidsteforekomsten af *Thalassiphora pelagica* karakteristisk for den nedre del af Arnum Formationen (Dybkjær 2004a). Grænsen mellem Vejle Fjord Formationen og Kolding Fjord/Arnum Formationen svarer til sekvensgrænsen mellem Sekvens B og C i Rasmussen (2004). Sekvens C er i tidligere studier dateret til tidlig til midt-Burdigalien (Dybkjær & Rasmussen 2000; Dybkjær 2004a; Dybkjær & Rasmussen 2007).

### Dinoflagellatzonering

Den markante sidste dominerende forekomst af *Homotryblium* ved basis af dette interval, samt sidste forekomst af *Thalassiphora pelagica* i det overliggende interval, henfører klart dette interval til *C. amiculum* og *T. pelagica* zonerne (Dybkjær & Piasecki 2008) (fig. 7).

### **Foraminifer/nannofossilzoner**

*C. amiculum* og *T. pelagica* zonerne korrelerer med den nederste til mellemste del af Nanoplanktonzone NN2 af Martini (1971) (de Verteuil & Norris 1996).

I Høruphav boringen (DGU nr. 170.381), korrelerer *C. amiculum* og *T. pelagica* zonerne med den bentiske Foraminiferzone NSB 9–10I og med den planktoniske Foraminiferzone NSP 10–11 (Laursen & Kristoffersen 1999), svarende til NSB 9 og NSP 10 i King's (1989) zoner.

## **Arnum Formation**

### **Nedre Arnum Formation og Bastrup sand**

#### **Tilstedeværelse**

Den nedre del af Arnum Formationen, med to indslag af Bastrup sand, er repræsenteret i intervallet fra 177–117 m. De to intervaller med Bastrup sand forekommer fra hhv. 171–159 m og fra 149–127 m (fig. 4).

#### **Dinoflagellatselskab**

*Spiniferites* spp. er den mest dominerende dinoflagellat taxon i dette interval. Desuden dominerer *Apteodinium australiense*, *Dapsilidinium pseudocolligerum*, *Hystrichokolpoma rigaudiae*, *Operculodinium centrocarpum*, *Operculodinium* spp., *Systematophora placantha*, samt *Cordosphaeridium cantharellus*. *Apteodinium spiridoides*, *Hystrichokolpoma* cf. *rigaudiae*, *Lingulodinium machaerophorum*, *Melitasphaeridium choanophorum*, *Melitasphaeridium choanophorum "reductum"*, *Spiniferites* cf. *mirabilis*, optræder jævnlige.

*Thalassiphora pelagica* optræder sporadisk til jævnlige i den nederste del af intervallet indtil dens stratigrafisk vigtige sidsteforekomst ved 160 m. Den ligeledes stratigrafisk vigtige førsteoptræden af *Exochosphaeridium insigne* blev fundet i 146 m, hvor denne art optræder jævnlige. Ellers ses der kun mindre variationer i dinoflagellatselskabet op gennem dette interval.

Der blev fundet en del omljrede dinoflagellater i prøven. Hovedparten af disse er fra Palæogen, mens forekomsten af *Muderongia* spp. og *Odontochitina* spp. indikerer omljring af jurassiske og kretassiske aflejringer.

#### **Aflejringsmiljø**

I intervallet henført til nedre Arnum Formation og Bastrup sand, er der en relativt lav hyppighed og diversitet af marine dinoflagellater. I visse niveauer, især fra 151 m til 123 m, udgør ferskvandsalger og acritarcher dog en stor del af de optalte palynomorfer. Dinoflagellatslægten *Homotryblum* forekommer kun sporadisk. Disse observationer indikerer et åbent marint aflejringsmiljø med varierende, men relativt stor influx af ferskvand (Brinkhuis 1994; Dybkjær 2004a,b).

## **Alder**

Tidlig Miocæn (tidlig til midt-Burdigalien).

Sidsteforekomsten af *Deflandrea phosphoritica* i 214 m og af *Chiropteridium galea* i 213 m (i Billund sandet), indikerer en alder ikke ældre end sen Aquitanien (forekomsten af disse arter i ?Kolding Fjord formationen og i den nedre del af Arnum Formationen er her tolket som værende et resultat af omløjring). Sidsteforekomsten af *Caligodinium amiculum* i 190 m (i intervallet henført til ?Kolding Fjord formation) indikerer en sen Aquitanien alder. Sidsteforekomsten af *Thalassiphora pelagica* i 160 m (i den nedre del af dette interval) indikerer en alder ikke ældre end tidlig til midt-Burdigalien. Førsteforekomsten af *Exochosphaeridium insigne* i 146 m, omtrent midt i intervallet, indikerer en midt-Burdigalian alder, mens forekomsten af *Cordosphaeridium cantharellus* i 58 m indikerer en alder ikke yngre end midt-Burdigalien (de Verteuil & Norris 1996; Hardenbol *et al.* 1998; Williams *et al.* 2004).

Skiftet fra en dominerende til en sporadisk forekomst af *Homotryblidium* spp., er karakteristisk for overgangen fra Vejle Fjord Formationen til enten Kolding Fjord formation (hvor den er tilstede) eller til den nederste del af Arnum Formationen. Samtidigt er sidsteforekomsten af *Thalassiphora pelagica* karakteristisk for den nedre del af Arnum Formationen (Dybkjær 2004a). Grænsen mellem Vejle Fjord Formationen og Kolding Fjord/Arnum Formationen svarer til sekvensgrænsen mellem Sekvens B og C i Rasmussen (2004). Sekvens C er i tidligere studier dateret til tidlig til midt-Burdigalien (Dybkjær & Rasmussen 2000; Dybkjær 2004a; Dybkjær & Rasmussen 2007).

## **Dinoflagellatzonering**

Sidsteforekomsten af *Caligodinium amiculum* i 190 m (i det underliggende interval), samt sidsteforekomsten af *Thalassiphora pelagica* i 160 m henfører den nedre del af intervallet (177–160 m) til *T. pelagica* Zonen (Dybkjær & Piasecki 2008) (fig. 7). Den midterste del af intervallet, fra sidsteforekomsten af *T. pelagica* ved 160 m til første forekomst af *Exochosphaeridium insigne* ved 146 m kan henføres til *S. hamulatum* Zonen. Endelig kan den øvre del af intervallet, fra 146–117 m henføres til *C. cantharellus* Zonen.

## **Foraminifer/nannofossilzonering**

Dinoflagellatzonerne *T. pelagica*, *S. hamulatum* og *C. cantharellus* korrelerer alle til Nanoplanktonzonen NN2 af Martini (1971). De korrelerer desuden til de bentoniske Foraminiferzoner NSB 9–10I og til de planktoniske Foraminiferzoner NSP 10-11 af Laursen & Kristoffersen (1999), svarende til zonerne NSB 9 og NSP 10 af King (1989).

## **Øvre Arnum Formation/Stauning sand/Odderup Formation**

### **Tilstedeværelse**

Den øvre del af Arnum Formationen formodes at være repræsenteret fra 117–23 m (fig. 4), med et indslag af Stauning sand fra 73–65 m og af Odderup Formation fra 55–43 m. Den øverste prøve analyseret palynologisk er fra 58 m. Odderup Formationen og den allerøverste del af Arnum Formationen er således ikke analyseret i dette studie. Tilstedeværelsen af

Odderup Formation er derfor udelukkende baseret på litologi og korrelation af geofysiske logs. Grænsen mellem nedre og øvre Arnum Formation er baseret dels på palynologisk evidens (se nedenfor) og dels på log-korrelation og seismisk korrelation til Vind boringen.

### **Dinoflagellatselskab**

Der er markant flere dinoflagellater i dette interval sammenlignet med det underliggende interval og der er også en højere diversitet. *Apteodinium australiense*, *Hystrihokolpoma rigaudiae*, *Lingulodinium machaerophorum*, *Spiniferites* spp., *Systematophora placacantha*, samt *Cordosphaeridium cantharellus* dominerer selskabet, mens *Apteodinium* spp., *Dapsilidinium pastielsii*, *D. pseudocolligerum*, *Homotryblum tenuispinosum*, *Hystrihokolpoma "reducta"*, *Melitasphaeridium choanophorum "reductum"*, *Operculodinium centrocarpum*, *Operculodinium* spp., *Pentadinium laticinctum*, *Spiniferites* cf. *mirabilis*, *Spiniferites pseudofurcatus* og *Spiniferites solidago* optræder almindeligt til jævnlige. Den stratigrafisk vigtige *Exochosphaeridium insigne* dominerer i den nederste del af intervallet, og forekommer jævnlige op gennem resten af intervallet, hvilket er typisk for den øvre del af Arnum Formationen.

### **Aflejringsmiljø**

Såvel den relative hyppighed som diversiteten af dinoflagellater er markant højere end i det underliggende interval, henført til nedre Arnum Formation og Bastrup sand, og intervallet henført til øvre Arnum Formation tolkes derfor til at være aflejret i et mere fuldt marint aflejringsmiljø. Denne tolkning støttes af den relativt mindre andel af ferskvandsalger og acritarcher.

### **Alder**

Tidlig Miocæn (midt-Burdigalien).

Førsteforekomsten af *Exochosphaeridium insigne* i 146 m, i det underliggende interval, indikerer en alder ikke ældre end midt-Burdigalien alder, mens forekomsten af *Cordosphaeridium cantharellus* i 58 m (i den øverste af de analyserede prøver) indikerer en alder ikke yngre end midt-Burdigalien (de Verteuil & Norris 1996; Hardenbol *et al.* 1998; Williams *et al.* 2004).

### **Dinoflagellatzonering**

Førsteforekomsten af *Exochosphaeridium insigne* i 146 m, i det underliggende interval, kombineret med forekomsten af *Cordosphaeridium cantharellus* i 58 m, henfører dette interval til *C. cantharellus* Zonen (Dybkjær & Piasecki 2008).

### **Foraminifer/nannofossilzonering**

*Cordosphaeridium cantharellus* Zonen korrelerer med den øvre del af Nannoplanktonzone NN2 af Martini (1971) (de Verteuil & Norris 1996). Den øvre del af NN2 korrelerer med den øvre del af de bentoniske Foraminiferzoner NSB 9–10I og den øvre del af de planktoniske Foraminiferzoner 10–11 af Laursen & Kristoffersen (1999), svarende til Foraminiferzonerne NSB 9 og NSP 10 af King (1989).

## Sunds (bilag 2)

### Vejle Fjord Formation

#### Vejle Fjord Ler og Billund sand

##### Tilstedeværelse

Vejle Fjord Formationen er repræsenteret fra den nederste del af boringen i 248 m og op til 196 m. De nederste 17 m, fra 248–233 m, er henført til Vejle Fjord Ler, mens intervallet fra 233–196 m er henført til Billund sand (fig. 5).

##### Dinoflagellatselskab

*Homotryblium plectilum* og *Spiniferites* spp. dominerer selskabet, mens *Dapsilidinium pseudocolligerum*, *Impletosphaeridium insolitum*, *Lingulodinium machaerophorum*, *Operculodinium centrocarpum*, *Systematophora placacantha* og *Cordosphaeridium cantharellus* forekommer almindeligt til jævnlige. *Distatodinium paradoxum* forekommer almindeligt og *Cordosphaeridium minimus* og *Surculosphaeridium longifurcatum* forekommer jævnlige i den nederste prøve ved 236 m, mens de kun forekommer sporadisk i den øvrige del af intervallet.

Dominansen af *Homotryblium*, samt den sporadiske forekomst af *Caligodinium amiculum* og *Membranophoridium aspinatum* er karakteristiske for denne litostratigrafiske enhed. Der blev fundet omlørende dinoflagellater i alle prøver, alle fra Palæogen.

##### Aflejringsmiljø

Fersk- til brakvandsalgen *Botryococcus* udgør i den nedre del af intervallet (ved 236 m og 227 m) 18% af det samlede antal registrerede palynomorfer, mens ferskvandsalgen *Pediastrum* udgør hhv. 5% og 14%. I den øvre del af intervallet udgør *Botryococcus* kun 6–8%. De øvrige ferskvandsalger forekommer sporadisk. Diversiteten af dinoflagellater er markant højere i de øvre del af intervallet.

Dominansen blandt dinoflagellaterne af *Homotryblium plectilum* indikerer et afsnøret, marint aflejringsmiljø (Brinkhuis 1994; Dybkjær 2004b). Disse observationer tyder på et afsnøret marint, formodentligt brakvands-miljø, med stor influx af ferskvand. Den højere diversitet af dinoflagellater og den lavere relative hyppighed af ferskvandsalger i den øvre del af intervallet indikerer en lavere influx af ferskvand, og et mere marint miljø.

##### Alder

Tidligste Miocæn (Aquitaniens).

Fraværet af *Distatodinium biffi* indikerer en alder ikke ældre end seneste Sen Oligocæn (seneste Chattien). Den sporadiske forekomst af *Caligodinium amiculum* og *Membranophoridium aspinatum*, begge i 210 m, indikerer en alder ikke yngre end tidligste Miocæn (Aquitaniens) (Hardenbol *et al.* 1998; Dybkjær 2003; Williams *et al.* 2004).



En manglende eller sporadisk forekomst af *Deflandrea phosphoritica* kombineret med en dominerende eller almindelige forekomst af *Homotryblium* har vist sig at være karakteristisk for den øvre del af Vejle Fjord Formationen, for Vejle Fjord Ler og Billund sand, som i tidligere studier er dateret til Aquitanien (Dybkjær 2004a, Dybkjær & Rasmussen 2007). Den sporadiske forekomst af *Caligodinium amiculum* og *Membranophoridium aspinatum* er ligeledes karakteristisk for Vejle Fjord Formationen (Dybkjær 2004a; Rasmussen & Dybkjær 2005).

### **Dinoflagellatzonering**

Dominansen af *Homotryblium*, samt den sporadiske forekomst af *Caligodinium amiculum* og *Membranophoridium aspinatum* henfører klart dette interval til *Homotryblium* spp. Zonen (Dybkjær & Piasecki 2008) (fig. 7).

### **Foraminifer/nannoplanktonzonering**

Ifølge de Verteuil & Norris (1996) og Powell & Brinkhuis (2004, Figs 21.1 og 21.2) korrelerer sidste forekomsten af *Chiropteridium galea* med den nederste del af Nannoplanktonzone NN2 af Martini (1971). *Homotryblium* spp. Zonen korrelerer dermed med den nedre del af Nannoplanktonzone NN2 af Martini (1971) (de Verteuil & Norris 1996).

I Høruphav boringen (DGU nr. 170.381) korrelerer intervallet henført til *Homotryblium* spp. Zonen (76.80 til 64.05 m) med den bentoniske Foraminiferzone NSB 8c og med den nedre del af NSB9, samt med den planktoniske Foraminiferzone NSP 10 (Laursen & Kristoffersen 1999). Dette svarer til NSB 8c og NSP 9 i zoneringen af King (1989).

## **Arnum Formation**

### **Nedre Arnum Formation og Bastrup sand**

#### **Tilstedeværelse**

Den nedre del af Arnum Formationen, øverst med et indslag af Bastrup sand, er repræsenteret i intervallet fra 196–135 m. Bastrup sand forekommer fra 175–135 m.

#### **Dinoflagellatselskab**

*Spiniferites* spp. er den dominerende dinoflagellat i alle prøver i denne litologiske enhed. Desuden dominerer *Operculodinium centrocarpum*, *Lingulodinium machaerophorum* og *Systematophora placacantha*, mens *Apteodinium australiense*, *A. tectatum*, *Dapsilidinium pseudocolligerum*, *Distatodinium paradoxum*, *Hystrichokolpoma rigaudia*, *Impletosphaeridium insolitum*, *Lingulodinium multivirgatum*, *Melitasphaeridium choaophorum*, *Membranilarnacia* cf. *picena* Group, *Reticulosphaera actinocoronata* og *Spiniferites pseudofurcatus* optræder almindeligt til jævnlige. *Homotryblium* optræder kun sporadisk til jævnlige.

Den almindelige til jævnlige forekomst af *Lingulodinium multivirgatum* og *Membranilarnacia* cf. *picena* Group og dominansen af *Lingulodinium machaerophorum* i intervallet fra

196 til 183 m er karakteristisk og er tidligere set i sandede aflejringer i Isenvad boringen (DGU nr. 86.2056), hvor intervallet blev tolket som kanalaflejringer, samt i Engesvang boringen (DGU nr. 86.2050). I tolkningen af disse boringer blev dette interval henført til Billund sand.

Førsteforekomsten af *Sumatradinium hamulatum* i 196 m og sidsteforekomsten af *Thalassiphora pelagica* i 176 m er stratigrafisk vigtige hændelser, karakteristisk for den nedre del af Arnum Formationen. Ligeledes er forekomsten af *Membranilarnacia* cf. *picena* Group i intervallet fra 196 m til 183 m og sidsteforekomsten af *Caligodinium amiculum* i 183 m stratigrafisk vigtige hændelser.

Der er fundet omløjrede dinoflagellater i de fleste af prøverne i denne enhed. De omløjrede dinoflagellater repræsenterer hovedsageligt aflejringer fra Palæogen, men forekomsten af *Senoniasphaera jurassica* i 170 m indikerer omløjring af aflejringer fra Øvre Jura. Forekomsterne af *Chiropteridium galea* i 186 til 185 m og af *Membranophoridium aspinatum* i 176 m tolkes som et resultat af omløjring af Vejle Fjord Formation i forbindelse med transgressionen ved basis af Arnum Formationen, da disse taxa gennem tidligere studier har vist sig at have sidsteforekomst internt i eller ved toppen af Vejle Fjord Formationen (Dybkjær 2004a; Rasmussen & Dybkjær 2005).

### Aflejringsmiljø

I intervallet henført til nedre Arnum Formation udgør *Botryococcus* mellem 0% og 11% af de registrerede palynomorfer, mens de øvrige ferskvandsalger optræder sporadisk. Der desuden registreret en del acritarcher i dette interval. Der er en forholdsvis høj relativ hyppighed af dinoflagellater og en høj diversitet. Slægten *Homotryblium* optræder kun sporadisk til jævnlige i modsætning til det underliggende interval, hvor den dominerede.

Denne sammensætning indikerer et kystnært, marint aflejringsmiljø med en nogen ferskvandsinflux fra land. Sammenlignet med det underliggende interval, henført til Vejle Fjord Formationen, tolkes dette interval til at være aflejret i et mere åbent marint aflejringsmiljø, baseret på den markant lavere relative hyppighed af *Botryococcus* og *Homotryblium*.

I prøven ved 170 m, der repræsenterer Bastrup sand, er der meget få dinoflagellater og ligeledes kun sporadiske ferskvandsalger, mens pollen, træpartikler og kutikula forekommer hyppigt. Dette tolkes til at afspejle et fluvio-deltaisk aflejringsmiljø.

### Alder

Tidlig Miocæn (sen Aquitanien til midt-Burdigalien).

Sidsteforekomsten af *Membranophoridium aspinatum* i 210 m (i det underliggende interval) indikerer en alder ikke ældre end Aquitanien. Førsteforekomsten af *Sumatradinium hamulatum* i 196 m indikerer en alder ikke ældre end tidlig Burdigalien, sidsteforekomsten af *Caligodinium amiculum* i 183 m indikerer en alder ikke yngre end sen Aquitanien, sidsteforekomsten af *Thalassiphora pelagica* i 176 m indikerer en tidlig til midt-Burdigalien, mens sidsteforekomsten af *Cordosphaeridium cantharellus* i 110 m (i det overliggende interval) indikerer en alder ikke yngre end midt-Burdigalien (de Verteuil & Norris 1996; Hardenbol *et al.* 1998; Williams *et al.* 2004). Ifølge Zevenboom *et al.* (1994) har *Membranilarnacia picena* førsteforekomst i sen Aquitanien og sidsteforekomst i tidlig Burdigalien. Alderen af intervallet fra 196 m til 183 m, karakteriseret ved forekomsten af *Membranilarnacia* cf. *picena* Group, foreslås derfor at være sen Aquitanien til tidlig Burdigalien.

Skiftet fra en dominerende til en sporadisk forekomst af *Homotryblium* spp., som det ses fra det underliggende interval til dette interval, har i tidligere studier vist sig at være karakteristisk for overgangen fra Vejle Fjord Formationen til den nederste del af Arnum Formationen (Dybkjær & Rasmussen 2000; Dybkjær 2004a; Rasmussen & Dybkjær 2005). Nedre Arnum Formation er i disse studier dateret til tidlig til midt-Burdigalien.

### **Dinoflagellatzonering**

Den markante sidste dominerende forekomst af *Homotryblium* ved basis af intervallet henført til nedre Arnum Formation og sidsteforekomsten af *Caligodinium amiculum* ved 183 m henfører den nederste del af intervallet til *C. amiculum* Zonen (Dybkjær & Piasecki 2008) (fig. 7). Sidsteforekomsten af *Thalassiphora pelagica* i 176 m henfører intervallet fra 183 m til 176 m til *T. pelagica* Zonen. Den øverste del af intervallet, fra sidsteforekomsten af *T. pelagica* ved 176 m til toppen af Bastrup sandet ved 135 m henføres til *S. hamulatum* Zonen og *C. cantharellus* Zonen.

### **Foraminifer/nannofossilzonering**

Dinoflagellat zonerne *C. amiculum*, *T. pelagica*, *S. hamulatum* og *C. cantharellus* korrelerer alle til Nannoplanktonzonen NN2 af Martini (1971). De korrelerer desuden til de bentoniske Foraminiferzoner NSB 9–10I og til de planktoniske Foraminiferzoner NSP 10–11 af Laurson & Kristoffersen (1999), svarende til zonerne NSB 9 og NSP 10 af King (1989).

## **Øvre Arnum Formation og Odderup Formation**

### **Tilstedeværelse**

Den øvre del af Arnum Formation er repræsenteret i intervallet fra 135–117 m, mens intervallet fra 117 m til 101 m er henført til Odderup Formation. Grænsen mellem den miocæne lagserie og den overliggende kvartære lagpakke er tolket til at ligge ved 101 m (fig. 5).

### **Dinoflagellatselskab**

*Operculodinium centrocarpum*, *Spiniferites* spp. og *Systematophora placacantha* dominerer i dette interval. *Dapsilidinium pseudocolligerum* forekommer almindeligt, mens *Apteodinium australiense*, *Homotryblium tenuispinosum*, *Hystriochokolpoma rigaudiae*, *Impagidinium velorum*, *Impletosphaeridium insolitum*, *Lejeunecysta* spp., *Lingulodinium machaerophorum*, *Mini dino 4 KD*, *Spiniferites crassivariabilis* og *Sumatradinium hamulatum* forekommer jævnlige. Forekomsten af *Cordosphaeridium cantharellus* ved 110 m har stratigrafisk betydning.

Dinoflagellatselskabet i dette interval er meget sparsomt – dinoflagellater optræder kun sporadisk, diversiteten er meget lav og de fleste af de stratigrafisk vigtige arter er mangler. Dette er atypisk for øvre Arnum Formation.

I prøven ved 120 m er der registreret specielt mange omlejrrede dinoflagellater, alle fra Palæogen eller tidligste Miocæn. I den øvrige del af intervallet er der kun fundet enkelte omlejrrede, ligeledes palæogene, dinoflagellater.

### **Aflejringsmiljø**

Der er bemærkelsesværdigt få dinoflagellater i intervallet henført til øvre Arnum Formation i Sunds boringen (repræsenteret af prøver ved hhv. 133 m og 120 m) og en usædvanlig lav artsdiversitet, mens ferskvandsalger optræder hyppigt. Ferskvandsalgen *Pediastrum* dominerer i den nederste af disse to prøver, mens *Botryococcus* og *Mougeotia laetevirens* dominerer i 120 m.

I intervallet henført til Odderup Formationen (repræsenteret af prøver ved hhv. 110, 104 og 102 m), er der ligeledes meget få dinoflagellater og en meget lav artsdiversitet. I de to øverste prøver i dette interval dominerer ferskvandsalgerne, især dominerer *Pseudokommewuia* aff. *granulata* i prøven ved 104 m, mens *Botryococcus*, *Lecaniella* og *Mougeotia laetevirens* dominerer i prøven ved 102 m.

### **Alder**

Tidlig Miocæn (Burdigalien).

Sidsteforekomsten af *Thalassiphora pelagica* i 176 m (i det underliggende interval) indikerer en alder ikke ældre end tidlig Burdigalien, mens sidsteforekomsten af *Cordosphaeridium cantharellus* ved 110 m, indikerer en alder ikke yngre end midt-Burdigalien (de Verteuil & Norris 1996; Hardenbol *et al.* 1998).

Alderen af øvre Arnum Formation er ifølge tidligere studier Burdigalien til tidlig Langhien (Piasecki *et al.* 2004; Dybkjær *et al.* 2005), men her er det formodentligt kun den ældste del af øvre Arnum Formation, der er repræsenteret.

### **Dinoflagellatzonering**

Intervallet fra sidsteforekomsten af *Thalassiphora pelagica* ved 176 m (i det underliggende interval) til sidsteforekomsten af *Cordosphaeridium cantharellus* ved 110 m henfører den nedre del af dette interval til *S. hamulatum* og *C. cantharellus* zonerne (Dybkjær & Piasecki 2008). Intervallet fra 110 m til 101 m formodes at tilhøre *Exochosphaeridium insigne* Zonen, men da *E. insigne* ikke er registreret, kan det ikke påvises med sikkerhed.

### **Foraminifer/nannofossilzonering**

Dinoflagellatzonerne *S. hamulatum* og *C. cantharellus* korrelerer til Nannoplanktonzonen NN2 af Martini (1971). De korrelerer desuden til de bentoniske Foraminiferzoner NSB 9–10I og til de planktoniske Foraminiferzoner NSP 10–11 af Laursen & Kristoffersen (1999), svarende til zonerne NSB 9 og NSP 10 af King (1989).

*E. insigne* Zonen korrelerer til den øverste del af NN2 ifølge de Verteuil & Norris (1996) og til den nedre til mellemste del af NN3 ifølge (Köthe 2005). Disse zoner korrelerer til NSB 9–10I og til NSP 10–11 i zonerings af Laursen & Kristoffersen (1999) og til NSB 9–10 og NSP 10–11 i Kings (1989) zonerings.

## Resen (bilag 3)

### Oligocænt Ler

#### Tilstedeværelse

Intervallerne fra 193–188 m er henført til Oligocænt Ler (fig. 6).

#### Dinoflagellatselskab

Der er et rigt og diversst dinoflagellatselskab i dette interval. *Dapsilidinium pseudocolligatum*, *Homotryblium plectilum* og især *Spiniferites* spp. dominerer selskabet. *Hystrichokolpoma rigaudiae* og *Operculodinium centroporum* forekommer almindeligt, mens *Apteodinium australiensis*, *Leptodinium italicum*, *Lingulodinium machaeroporium*, *Melitasphaeridium choanophorum*, *Operculodinium* sp. 3 de Verteuil & Norris 1996, *Pentadinium laticinctum laticinctum*, *Spiniferites pseudofurcatum* og *Tectatodinium pellitum* forekommer jævnlige. Forekomsten af *Wetzeliella gochtii* i 193 m og af *Rhombodinium* spp. i 190 m er stratigrafisk vigtige.

#### Aflejringsmiljø

Det rige og diverse dinoflagellatselskab, samt den meget sporadiske forekomst af ferskvandsalger indikerer et fuldt marint aflejringsmiljø.

#### Alder

Tidlig Oligocæn (Rupelien).

Forekomsten af *Chiropteridium galea* og *Wetzeliella gochtii* i den nederste prøve (ved 193 m) indikerer en alder ikke ældre end Oligocæn. Samtidigt indikerer forekomsten af *Rhombodinium* spp. i den øverste prøve (ved 190 m) en alder ikke yngre end Tidlig Oligocæn (Rupelien).

#### Dinoflagellatzonering

Der er ikke defineret en zonering for den Oligocæne lagserie i Danmark på nuværende tidspunkt.

#### Foraminifer/nannofossilzonering

Forekomsten af *Wetzeliella gochtii* korrelerer ifølge Powell & Brinkhuis (2004) med Nannoplanktonzone NP22 til NP23.

### Vejle Fjord Formation

## Brejning Ler

### Tilstedeværelse

Intervallerne fra 188–155 m er henført til Brejning Ler (fig. 6).

### Dinoflagellatselskab

Antallet og diversiteten af dinoflagellater i dette interval varierer noget, men det er langt fra så rigt og diverst som det underliggende interval. Selskabet er domineret af *Apteodinium australiense*, *Deflandrea phosphoritica*, *Homotryblium plectilum* og *Spiniferites* spp. *Hystri-chokolpoma rigaudiae* optræder almindeligt, mens *Dapsilidinium pseudocolligerum*, *Operculodinium centrocarpum*, *Surculosphaeridium longifurcatum* og *Tectatodinium pellitum* forekommer jævnligt. *Homotryblium? additense* forekommer jævnligt i den øverste del af intervallet.

Der er registreret en del formodet omlejrrede dinoflagellater i dette interval, fra Øvre Jura (*Glossodinium dimorphum*, *Mendicodinium* spp.), Øvre Jura/Nedre Kridt (*Sirmiodinium grossii*), Kridt/Danien (*Chatangiella* spp.), samt fra ældre dele af Oligocænet (*Wetzeliella* spp. og *Achomosphaera ramulifera*).

### Aflejringsmiljø

Dinoflagellatselskabet indikerer et marint aflejringsmiljø, men dominansen af *Deflandrea phosphoritica* indikerer en stor influx af næringsstoffer, mens dominansen *Homotryblium plectilum* indikerer et delvist afsnøret marint, formodentligt brakvandmiljø. Den relative forekomst af fersk- til brakvandsalgen *Botryococcus* stiger markant fra den nedre til øvre del af intervallet, fra under 1% til 52 % af de registrerede palynomorfer. Disse observationer er klare indikationer på at der sker en markant stigning i influxen af ferskvand op gennem intervallet.

### Alder

Seneste Oligocæn (sen Chattian).

Sidsteforekomsten af *Wetzeliella gochtii* ved 193 m (i det underliggende interval) indikerer en alder ikke ældre end Oligocæn. Tidligere studier har vist at dominansen af *Deflandrea phosphoritica* er karakteristisk for den øvre del af Brejning Leret, henført til seneste Oligocæn (Dybkjær 2004a; Rasmussen & Dybkjær 2005; Dybkjær & Rasmussen 2007).

### Dinoflagellatzonering

Dominansen af *Deflandrea phosphoritica* kombineret med alderen af intervallerne over og under henfører dette interval til *D. phosphoritica* Zonen (Dybkjær & Piasecki 2008).

### Foraminifer/nannofossilzonering

*D. phosphoritica* Zonen formodes at korrelere til den øverste del af Nannoplanktonzone NP25 af Martini (1971).

I Harre-1 boringen korrelerer *D. phosphoritica* Zonen direkte med den bentiske Foraminiferzone NSB 8c og med den planktonisk Foraminiferzone NSP 9c af King (1994).

## Vejle Fjord Ler og Billund sand

### Tilstedeværelse

Intervallerne fra 155–96 m er henført til Vejle Fjord Ler, mens intervallet fra 96–51 m er henført til Billund sand (fig. 6).

### Dinoflagellatselskab

*Homotryblium plectilum* og *Spiniferites* spp. dominerer selskabet. I prøven ved 110 m dominerer desuden *Homotryblium? additense*. *Hystrichokolpoma rigaudiae* optræder almindeligt, mens *Dapsilidinium pseudocolligerum*, *Operculodinium centrocarpum*, *Systematophora placacantha* og *Cordosphaeridium cantharellus* forekommer jævnlige.

Dominansen af *Homotryblium* spp. samt den sporadiske til konsistente forekomst af *Caligodinium amiculum* op til 145 m, af *Deflandrea phosphoritica* op til 118 m, af *Chiropteridium galea* op til 104 m, samt af *Membranophoridium aspinatum* op til 100 m er karakteristisk for disse litostratigrafiske enheder. Der blev fundet enkelte omlejrrede, palæogene, dinoflagellater i nogle få prøver i dette interval.

### Aflejringsmiljø

Fersk- til brakvandsalgen *Botryococcus* forekommer almindeligt i hele intervallet. Blandt dinoflagellaterne dominerer *Homotryblium*. Denne slægt forekommer hovedsageligt i afsnørede, marine aflejringsmiljøer (Brinkhuis 1994; Dybkjær 2004b). Dybkjær (2004b) foreslog at udbredelsen af de forskellige arter inden for *Homotryblium*-slægten reflekterer variationer i salinitet, hvor *H.? additense* indikerer det mest lav-saline miljø, *H. plectilum* et lidt mere salint miljø og *H. tenuispinosum* det mest saline (men stadig formodentligt brakvands) miljø. Dominansen af *H.? additense* i prøven ved 110 m kunne derfor tolkes til at der er specielt stor ferskvandsinflux på dette niveau. Denne tolkning støttes desuden af at der i denne prøve er en almindelig forekomst af ferskvands dinoflagellaten *Pseudokomewuia* aff. *granulata*, der ellers kun forekommer sporadisk.

Disse observationer tyder samlet på et delvist afsnøret marint, formodentligt brakvandsmiljø, med stor influx af ferskvand.

### Alder

Tidligste Miocæn (Aquitaniens).

Fraværet af *Distatodinium biffi* indikerer en alder ikke ældre end seneste Sen Oligocæn (seneste Chattien). Den konsistente forekomst af *Caligodinium amiculum* op til 145 m, af *Deflandrea phosphoritica* op til 118 m, samt af *Chiropteridium galea* op til 104 m indikerer en alder ikke yngre end tidligste Miocæn (tidlig Aquitaniens) (Hardenbol *et al.* 1998; Williams *et al.* 2004). Sidsteforekomsten af *Thalassiphora pelagica* i 104 m tolkes som værende et resultat af de få prøver over dette niveau, samt den store ferskvandsinflux. Normalt findes denne bioevent i nedre Arnum Formation.

En dominerende eller almindelige forekomst af *Homotryblium* har vist sig at være karakteristisk for Vejle Fjord Ler og Billund sand. De sporadiske forekomster af *Caligodinium*

*amiculum*, *Chiropteridium galea*, *Deflandrea phosphoritica*, samt *Membranophoridium aspinatum* er ligeledes karakteristiske for disse litostratigrafiske enheder (Dybkjær 2004a; Rasmussen & Dybkjær 2005). Alderen af Vejle Fjord Ler og Billund sand er i tidligere studier tolket til Aquitanien (Dybkjær 2004a; Rasmussen & Dybkjær 2005; Dybkjær & Rasmussen 2007).

### **Dinoflagellatzonering**

Forekomsten af *Chiropteridium galea* op til 104 m henfører den nedre del af intervallet til *Chiropteridium galea* Zonen, mens intervallet fra 104 til 51 m kan henføres til *Homotryblium* spp. Zonen (Dybkjær & Piasecki 2008) (fig. 7).

### **Foraminifer/nannoplanktonzonering**

*Chiropteridium galea* Zonen korrelerer med Nannoplanktonzone NN1 og nederste del af NN2, mens *Homotryblium* spp. Zonen korrelerer med den nedre del af Nannoplanktonzone NN2 af Martini (1971) (de Verteuil & Norris 1996; Powell & Brinkhuis 2004, Figs 21.1 og 21.2; Köthe 2005).

I Harre boringen korrelerer intervallet henført til *Chiropteridium galea* Zonen (23.75 to 24.0 m) med den øvre del af NSB 8, formodentligt NSB 8c af King (1989) (King 1994). Der blev ikke fundet nogen stratigrafisk brugbare planktoniske foraminiferer i denne prøve og intervallet herover indeholdt ingen foraminiferer. I Høruphav boringen (DGU nr. 170.381) korrelerer intervallet henført til *Homotryblium* spp. Zonen (76.80 til 64.05 m) med den bentoniske Foraminiferzone NSB 8c og med den nedre del af NSB 9, samt med den planktoniske Foraminiferzone NSP 10 af Laursen & Kristoffersen (1999). Dette svarer til NSB 8c og NSP 9 i zoneringsen af King (1989).

## **Arnum Formation**

### **Nedre Arnum formation**

#### **Tilstedeværelse**

Intervallet fra 51–46 m er henført til nedre Arnum Formation.

#### **Dinoflagellatselskab**

*Dapsilidinium pseudocolligerum*, *Lingulodinium machaerophorum* og *Spiniferites* spp. dominerer i denne enhed. *Operculodinium centrocarpum* forekommer almindeligt, mens *Aptodinium australiense*, *Hystrichokolpoma rigaudiae*, *Spiniferites crassivariabilis* type (Strauss & Lund), samt *Systematophora placacantha* optræder jævnlige. Forekomsten af *Cordosphaeridium cantharellus* i den øverste prøve ved 48 m har stratigrafisk betydning.

Den konsistente forekomst af *Lingulodinium multivirgatum* og *Membranilarnacia* cf. *picena* Group og dominansen af *Lingulodinium machaerophorum* i dette interval er karakteristisk og forekommer også i Sunds boringen fra 196–183 m. Et tilsvarende dinoflagellat-



selskab er tidligere fundet i sandede aflejringer i Isenvad boringen (DGU nr. 86.2056), hvor intervallet blev tolket som kanalaflejringer, samt i Engesvang boringen (DGU nr. 86.2050). I tolkningen af disse boringer blev dette interval henført til Billund sand, mens det her er henført til nedre Arnum Formation, da der her er tale om lerede, marine aflejringer. Der er ikke registreret nogen omløjrede dinocyster fra denne enhed.

### **Aflejringsmiljø**

I den nederste af de tre prøver, der repræsenterer denne enhed (50, 49 og 48 m) blev der fundet et relativt rigt og diversst dinoflagellatselskab, og der var desuden en del forskellige typer acritarcher. I de to øverste prøver var der færre dinoflagellater og en lavere diversitet. Dinoflagellaten *Lingulodinium multivirgatum* indikerer et lav-salint aflejringsmiljø (pers. com. Barrie Dale, Oslo Universitet). I alle tre prøver var der en del ferskvandsalger, i den nederste prøve er der flest *Botryococcus* og *Pseudokomewuia* aff. *granulata*, mens der i de to øverste prøver er få *Botryococcus*, men til gengæld en del *Mougeotia* cf. *laetevirens*.

Disse observationer indikerer samlet et kystnært, måske delvist afsnøret, marint aflejringsmiljø med nogen ferskvandsinflux.

### **Alder**

Tidlig Miocæn (sen Aquitanien til tidlig Burdigalien).

Sidsteforekomsten af *Chiropteridium galea* i 104 m (i det underliggende interval) indikerer en alder ikke ældre end tidlig Aquitanien, mens forekomsten af *Cordosphaeridium cantharellus* i den øverste prøve ved 48 m indikerer en alder ikke yngre end midt-Burdigalien (de Verteuil & Norris 1996; Hardenbol *et al.* 1998; Williams *et al.* 2004) (fig. 7). Ifølge Zevenboom *et al.* (1994) har *Membranilarnacia picena* førsteforekomst i sen Aquitanien og sidsteforekomst i tidlig Burdigalien.

### **Dinoflagellatzonering**

Den øverste hyppige forekomst af *Homotryblium* spp. i 96 m (i det underliggende interval) og sidsteforekomsten af *Cordosphaeridium cantharellus* i den øverste prøve i 48 m henfører dette interval til én eller flere af zonerne *C.amiculum*, *T. pelagica*, *S. hamulatum* og *C. cantharellus* (Dybkjær & Piasecki 2008) (fig. 7). I Sunds boringen, hvor det tilsvarende interval karakteriseret af en konsistent forekomst af *Lingulodinium multivirgatum* og *Membranilarnacia* cf. *picena* group og dominansen af *Lingulodinium machaerophorum* blev registreret i prøverne mellem 196 m og 183 m, blev intervallet henført til *C. amiculum* Zonen.

### **Foraminifer/nannofossilzonering**

Intervallet fra sidsteforekomsten af *Chiropteridium galea* til sidsteforekomsten af *T. cantharellus* kan korreleres til NN2 i nannoplanktonzoneringen af Martini (1971). De korrelerer desuden til de bentoniske Foraminiferzoner NSB 9–10I og til de planktoniske Foraminiferzoner NSP 10–11 af Laursen & Kristoffersen (1999), svarende til zonerne NSB 9 og NSP 10 af King (1989).

## Regional geologisk korrelation

I figur 8 er borerne ved Præstbjerg, Sunds og Resen indplaceret i en regional geologisk model og korreleret til Vind boringen. I Resen boringen er der nederst anført Nedre Oligocæn ler og sand. Lagene er tydeligt marine og sandlagene repræsenterer formodentligt tyngde-aflejringer, aflejret på dybere vand. Herover følger i Resen boringen Brejning Ler, der er af seneste Oligocæn alder og aflejret i et kystnært, marint miljø og derover kommer marint, miocænt ler henført til Vejle Fjord Ler. I 120 m anføres et ca. 10 m tykt sandlag aflejret i et pro-delta miljø i forbindelse med udbygningen af Billund deltaet. Over Vejle Fjord Leret blev der aflejret fluvialt sand og grus fra Billund sandet i både Resen, Sunds og Præstbjerg borerne. Det mest grovkornede og mægtigste interval med Billund sand blev anført i Resen med ca. 50 m groft sand og grus. Her over følger marint sand og ler henført til henholdsvis Kolding Fjord formation og nedre Arnum Formation. Sandlagene i Kolding Fjord formationen består af mellem- til grovkornet sand og er ca. 20 m mægtigt. Nedre Arnum Formation er tynd i Resen boringen og følges erosivt af lag fra Kvartær tiden. I Sunds, Præstbjerg og Vind, overligger nedre Arnum af Bastrup sand. Det første indslag af sand er fin- til mellemkornet og repræsenterer marine pro-delta aflejringer. Den øvre del af Bastrup sandet består af mere grovkornede materialer, stadig aflejret i et marint delta miljø. Ved Sunds er der dog gennemboret fluviale, grovkornede sedimenter, ca. 20 m kanal sand. Bastrup sandet følges af marint ler henført til øvre Arnum Formation. I øvre Arnum Formation mellemligger leret opad af et stigende antal indslag af sandlag, der bliver grovere opad. Disse sandlag tilhører Odderup Formationen. Ved Sunds er de mest grovkornede lag anført. Disse lag har en tydelig kystnært affinitet. Ved Præstbjerg og Vind er successionen mere velbevaret og her ses en gradvis udbygning af Odderup kystsletten, med veksellejrende marine lerlag og sandlag afsat på strandplanet og i fluviale kanaler. Odderup Formationen skæres skarpt af kvartære sedimenter.

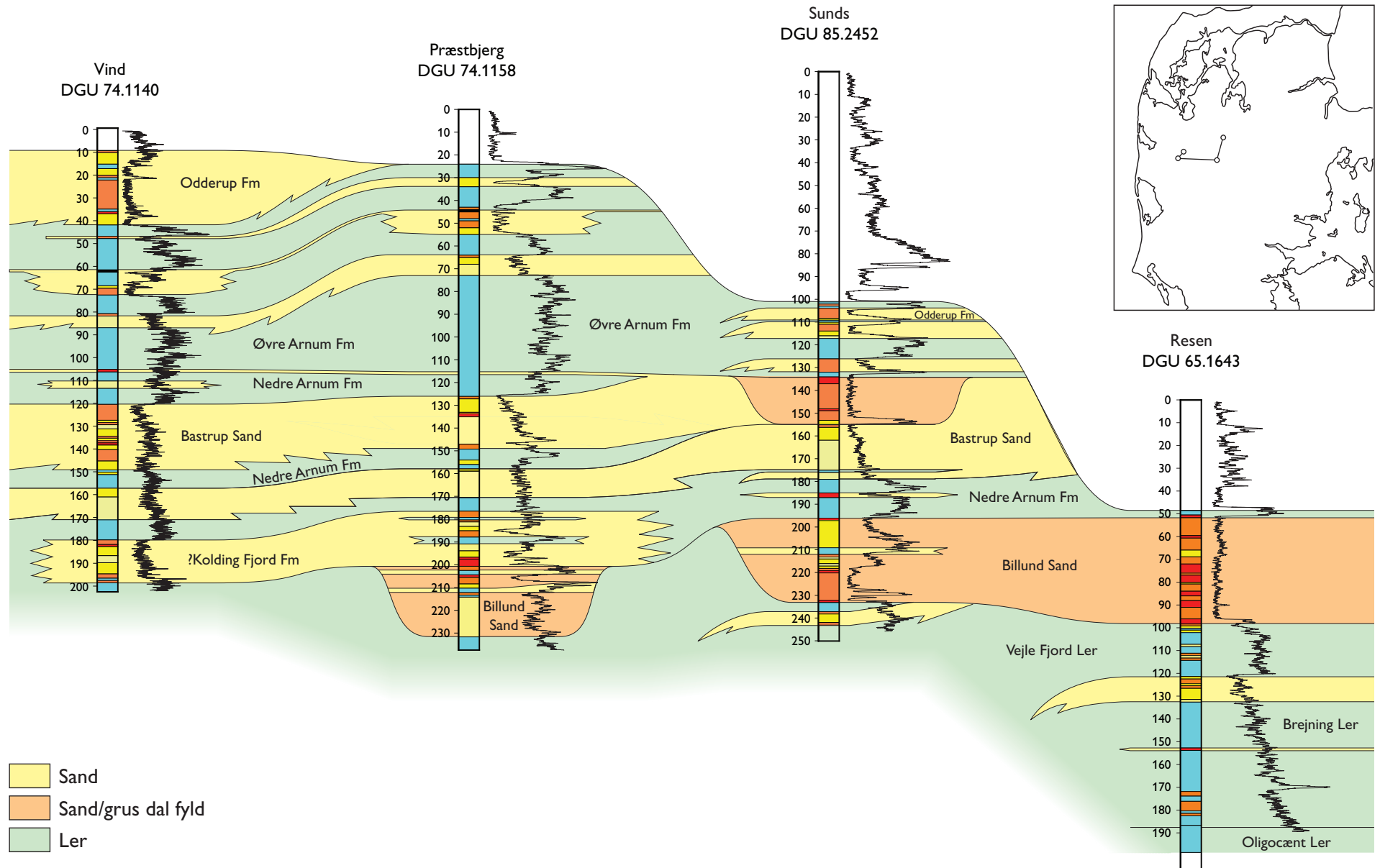


Fig.8

## Konklusion

Baseret på data fra tre nyere borer i Region Midtjylland er der opstillet en detaljeret geologisk model for den øvre oligocæne og miocæne lagserie (fig. 8). Modellen bygger på en kombination af palynologi/dinoflagellatstratigrafi, sedimentologi, seismik og sekvensstratigrafi.

Lagserien indeholder 3 niveauer med potentielle grundvandsmagasiner:

Billund sand, der forekommer i både Præstbjerg-, Sunds- og Resen borerne, er aflejret som kanalsand på en deltaslette. I Præstbjerg boringen overlejres Billund sandet af sandlag henført til ?Kolding Fjord formationen. Dette sandlag er formodentligt aflejret under en transgression, som barriere-ø komplekser.

Bastrup sand, der forekommer i Præstbjerg og Sunds borerne, er aflejret som fluvialt sand og deltasand.

Odderup Formationen, der ligeledes forekommer i Præstbjerg og Sunds borerne, består af sandlag aflejret i forbindelse med en kystsletteudbygning.

## 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.
- Coccioni, R., Montanari, A., Fornaciari, E., Rio, D. & Zevenboom, D. 1997: Potential integrated stratigraphy of the Aquitanian to upper Burdigalian section at Santa Croce di Arcevia (NE Apennines, Italy). In: A. Montanari, G.S. Odin & R. Coccioni (eds): *Miocene Stratigraphy: An integrated Approach*. *Developments in Palaeontology and Stratigraphy* 15, 279–295.
- 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.
- de Verteuil, L. & Norris, G. 1996: Miocene dinoflagellate stratigraphy and systematics of Maryland and Virginia. *Micropaleontology* 42(Supplement), 172 pp.
- 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.
- Dybkjær, K. & Rasmussen, E.S., 2007. Dinocyst stratigraphy in an expanded Oligocene–Miocene boundary section in the eastern North Sea Basin (the Frida-1 well, Denmark) and correlation from basinal to marginal areas. *Journal of Micropalaeontology*, 26, 1–17.
- Dybkjær, K., Rasmussen, E.S.R. & Piasecki, S. 2003: Stratigrafi i borerne: Fromsøier, Bække, Estrup og Føvling, Ribe Amt. *Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse Rapport 2003/95*, 53pp.
- Dybkjær, K., Piasecki, S. & Rasmussen, E.S., 2005: Dinoflagellat-datering og sekvensstratigrafi i 5 dybe borer i Ringkøbing Amt. *Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse Rapport 2005/5*, 69pp.
- Dybkjær, K., Piasecki, S. & Rasmussen, E.S., 2006: Dinoflagellat-datering og lithostratigrafi i Assing Mølleby, Klosterhede og Torsbæk borerne, Ringkøbing Amt. *Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse Rapport 2006/58*, 48pp.
- Dybkjær, K. & Piasecki, S. 2008: A new Neogene biostratigraphy of Denmark. *Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin* 15, 29–32.
- 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., Nyegaar, 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. & Rasmussen, E.S. 2002: Cenozoic evolution of the eastern Danish North Sea Basin. Discussion. Marine Geology 177, 571–575.
- 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 (2nd 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.
- Köthe, A. 2005: Korrelation der Dinozysten-Zonen mit anderen biostratigraphisch wichtigen Zonierungen im Tertiär Norddeutschlands. Revue de Paléobiologie 24(2), 697-718.
- Larsen, G. & Dinesen, A. 1959: Vejle Fjord Formationen ved Brejning. Sedimenterne og foraminiferfaunaen (Oligocæn–Miocæn). Danmarks geologiske Undersøgelse, II. Række Nr. 82, 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.
- Londeix, L. & Jan du Chêne, R. 1998: Burdigalian dinocyst stratigraphy of the stratotypic area (Bordeaux, France). Geobios 30 (3), 283–294.
- 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.
- Piasecki, S., Dybkjær, K. & Rasmussen, E.S. 2004: Miocæn stratigrafi i Sønder Vium forskningsboring i Ringkøbing Amt (102.948). Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse Rapport 2004/5, 22pp.
- Powell, A.J. & Brinkhuis, H. 2004: Figure 21.2 in Lourens, L., Hilgen, F., Shackleton, N.J., Laskar, J. & Wilson, D. 2004: The Neogene Period. In: Gradstein, F. *et al.* (eds) A geological Time Scale 2004 Cambridge: Cambridge University Press.

- 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. 2003: Korrelation af miocæne grundvandsmagasiner i Vejle Amt med speciel fokus på Give–rædstrup området. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse Rapport 2003/3, 18pp.
- 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 Rapport 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, Nr. 4, 45pp.
- Sorgenfrei, T. 1958: Molluscan assemblages from the marine Middle Miocene of South Jutland and their environments. Danmarks geologiske Undersøgelse, II. Række, Nr. 79, 503pp.
- 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: Exon, N.F., Kennett, J.P. & Malone, M.J. (Eds), *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results* 189, 1–98.
- Zevenboom, D., Brinkhuis, H. & Visscher, H. 1994. Dinoflagellate cysts palaeoenvironmental analysis of the Oligocene/Miocene transition in northwest and central Italy. *Gior-nale di Geologia ser. 3a, vol. 56/1*, 155–169.
- Ziegler, P.A. 1982: Geological atlas of Western and Central Europe., 130pp. Amsterdam: Elsevier.

## Bilag

- Bilag 1: Rangechart for dinoflagellater i Præstbjerg boringen, organiseret efter sidsteforekomster. Kurverne viser de relative procenter af dinoflagellater og ferskvandsalger.
- Bilag 2: Rangechart for dinoflagellater i Sunds boringen, organiseret efter sidsteforekomster. Kurverne viser de relative procenter af dinoflagellater og ferskvandsalger.
- Bilag 3: Rangechart for dinoflagellater i Resen boringen, organiseret efter sidsteforekomster. Kurverne viser de relative procenter af dinoflagellater og ferskvandsalger.



## Figurer

Figur 1: Kort over Vestjylland med lokaliseringen af borerne ved Vind, Præstbjerg, Sunds og Resen.

Figur 2: Palæogeografisk udvikling i den vestlige del af Danmark fra Chattien (Øvre Oligocæn) til Tortonien (Øvre Miocæn).

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

Figur 4: Grafisk fremstilling af litologien og den litostratigrafiske opdeling i Præstbjerg boringen.

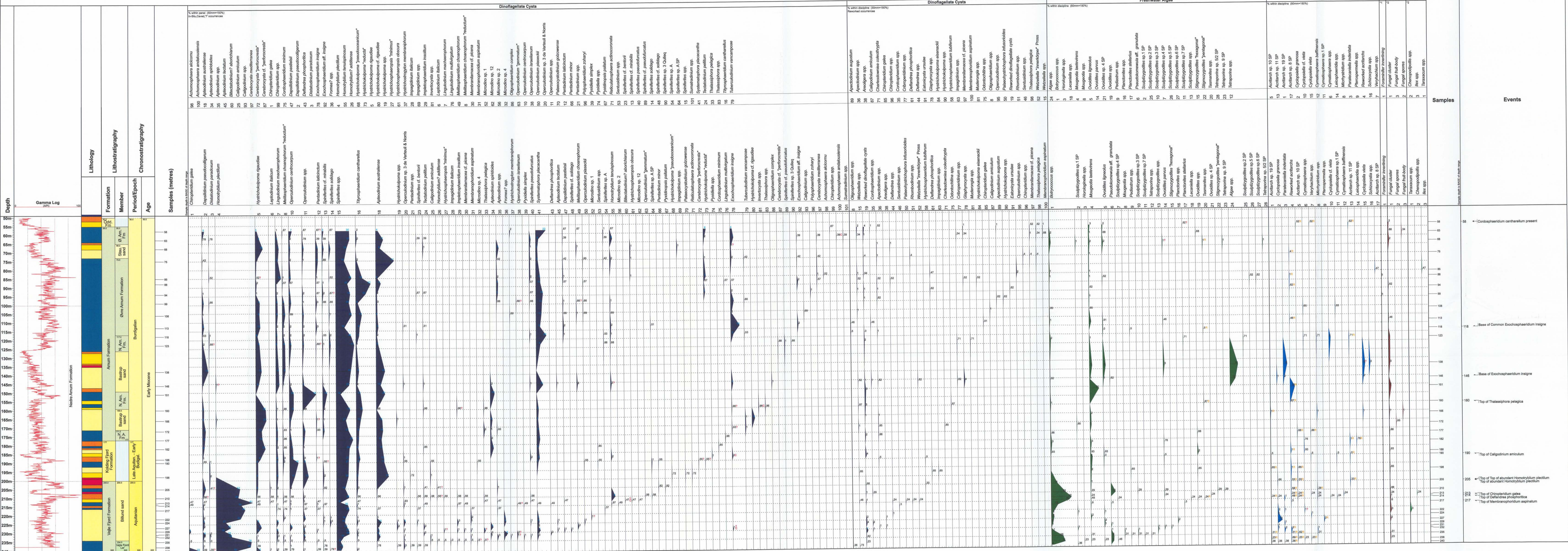
Figur 5: Grafisk fremstilling af litologien og den litostratigrafiske opdeling i Sunds boringen.

Figur 6: Grafisk fremstilling af litologien og den litostratigrafiske opdeling i Resen boringen.

Figur 7: Dinoflagellatzonering for det danske område korreleret til standard nannoplanktonzoner. Fra Dybkjær & Piasecki (2008).

Figur 8: Korrelation mellem borerne Vind, Præstbjerg, Sunds og Resen, baseret på biostratigrafi, sedimentologi, seismik og logkorrelation.

Well Name : Præstbjerg Plantage  
Operator : MC-Ringkøbing  
Interval : 50m - 240m  
Scale : 1:1750  
Chart date: 15 December 2008  
Præstbjerg Plantage  
DGUnr 74.1158  
S. Slasecki

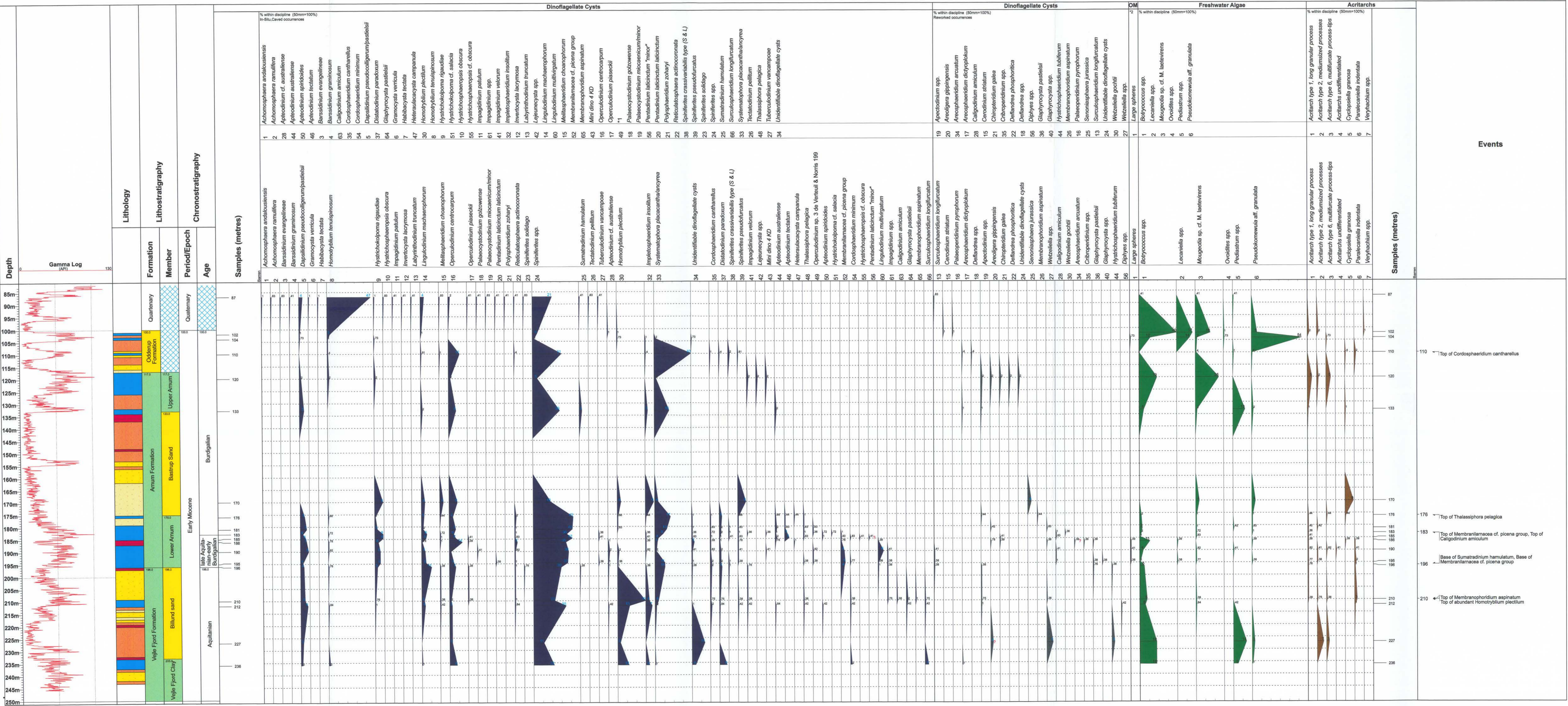


Samples

Events

- 68 ← Cordosphaeridium cantharellum present
- 118 ← Base of Common Exochosphaeridium insigne
- 146 ← Base of Exochosphaeridium insigne
- 160 ← Top of Thalassiphora pelagica
- 172 ← Top of Calogodinium amiculum
- 205 ← Top of abundant Homotryblum plicatum
- 210 ← Top of abundant Homotryblum plicatum
- 213 ← Top of Chiropteridium gales
- 214 ← Top of Delandrea phosphorica
- 217 ← Top of Membranophoridium aspinatum

Well Name : Sunds  
 Operator : MC-Ringkøbing  
 Interval : 82m - 250m  
 Scale : 1:750  
 Chart date: 11 December 2008  
 Sunds  
 DGU nr. 85.2452  
 Karen Dybkjær



Well Name : Resen

Operator : MC-Ringkøbing

Interval : 42m - 200m

Scale : 1:750

Chart date: 11 December 2008

Sdr. Resen

DGU nr. 65.1643

Karen Dybkjær

Bilag 3, GEUS Rapport 2008/74

