

Dinoflagellat-datering og lithostratigrafi i Assing Mølleby, Klosterhede og Torsbæk boringerne, Ringkøbing Amt

Karen Dybkjær, Stefan Piasecki og
Erik Skovbjerg Rasmussen



**Dinoflagellat-datering og lithostratigrafi i
Assing Mølleby, Klosterhede og
Torsbæk boringerne,
Ringkøbing Amt**

Karen Dybkjær, Stefan Piasecki og
Erik Skovbjerg Rasmussen

Indhold

Sammenfatning	5
Indledning	7
Geologisk ramme	8
Litostratigrafi	9
Metoder	10
Litologi.....	10
Palynologi	10
Sedimentologisk beskrivelse	12
Assing Mølleby (fig. 4).....	12
Klosterhede (fig. 5).....	16
Torsbæk (fig. 6).....	21
Palynologi/biostratigrafi	25
Assing Mølleby (bilag 1)	26
Vejle Fjord Formation.....	26
Vejle Fjord Ler og Billund sand.....	26
Kolding Fjord formation	27
Arnum Formation	28
Nedre Arnum Formation og Bastrup sand.....	28
Øvre Arnum Formation.....	30
Klosterhede (bilag 2)	32
Vejle Fjord Formation.....	32
Vejle Fjord Ler.....	32
Arnum Formation	33
Nedre Arnum Formation og Bastrup sand.....	33
Øvre Arnum Formation og Odderup sand	34
Torsbæk (bilag 3)	37
Vejle Fjord Formation.....	37
Vejle Fjord Ler.....	37
Kolding Fjord formation	38
Arnum Formation	39
Bastrup sand.....	39
Øvre Arnum Formation og Odderup sand	40

Regional geologisk korrelation	42
Konklusion	43
Referencer	44
Bilag	47
Figurer	48

Sammenfatning

Denne undersøgelse er baseret på materiale fra tre borer: Assing Mølleby (DGU 94.2821), Klosterhede (DGU 53.617), samt Torsbæk (DGU 103.1653), alle placeret i Ringkøbing Amt.

Formålet med undersøgelsen har været at bidrage til kortlægningen af potentielle grundvandsmagasiner i amtet. En detaljeret stratigrafisk ramme er nødvendig, hvis man skal lave en tredimensionel kortlægning af grundvandsmagasiner i amtet. En sådan model vil kunne forbedre de hydrogeologiske modeller væsentligt.

Materialet fra de tre borer er beskrevet litologisk og 110 udvalgte prøver er blevet analyseret biostratigrafisk. Ligesom i de tidligere undersøgelser er biostratigrafien baseret på dinoflagellatstratigrafi. Fossile dinoflagellatcyster (fra éncelledede 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) og danner sammen med nye seismiske data, sedimentologiske studier og sekvensstratigrafi en solid basis for en detaljeret stratigrafisk opdeling af den oligocæne og miocæne lagserie i Ringkøbing Amt (fig. a).

Lagserien indeholder tre niveauer med potentielle grundvandsmagasiner:

Billund sand, der forekommer i Assing Mølleby, er aflejret som deltasand.

Bastrup sand, der forekommer i alle tre borer, er aflejret som fluvialt sand og deltasand.

Odderup Formationen, der forekommer i Torsbæk og Klosterhede borerne, består af sandlag aflejret i forbindelse med en kystsletteudbygning.

Dele af lagserien har været noget problematisk at datere og korrelerer pga. en kraftig dominans af terrestrisk organisk materiale og en deraf følgende meget sporadisk forekomst af dinoflagellatcyster. I Assing Mølleby og i Torsbæk er der fundet et interval henført til Kolding Fjord formation, der repræsenterer en lagunal facies, tidsækvivalent med den nederste del af Arnum Formationen. Desuden forekommer der et interval nederst i den øvre del af Arnum Formationen, der er kraftigt domineret af ferskvandsalger, mens der er et meget sporadisk og lavdiverst dinoflagellat selskab. Det ellers så typiske, rige og diverse dinoflagellat selskab, som kendes fra den øvre del af Arnum Formationen fra tidligere studier er ikke fundet her. Det skyldes måske at den del af Arnum Formationen, der er repræsenteret i det undersøgte område, er ældre end den del, der indeholder det "typiske" øvre Arnum dinoflagellat selskab. En anden mulighed er, at der her er tale om en væsentlig mere kystnær facies.

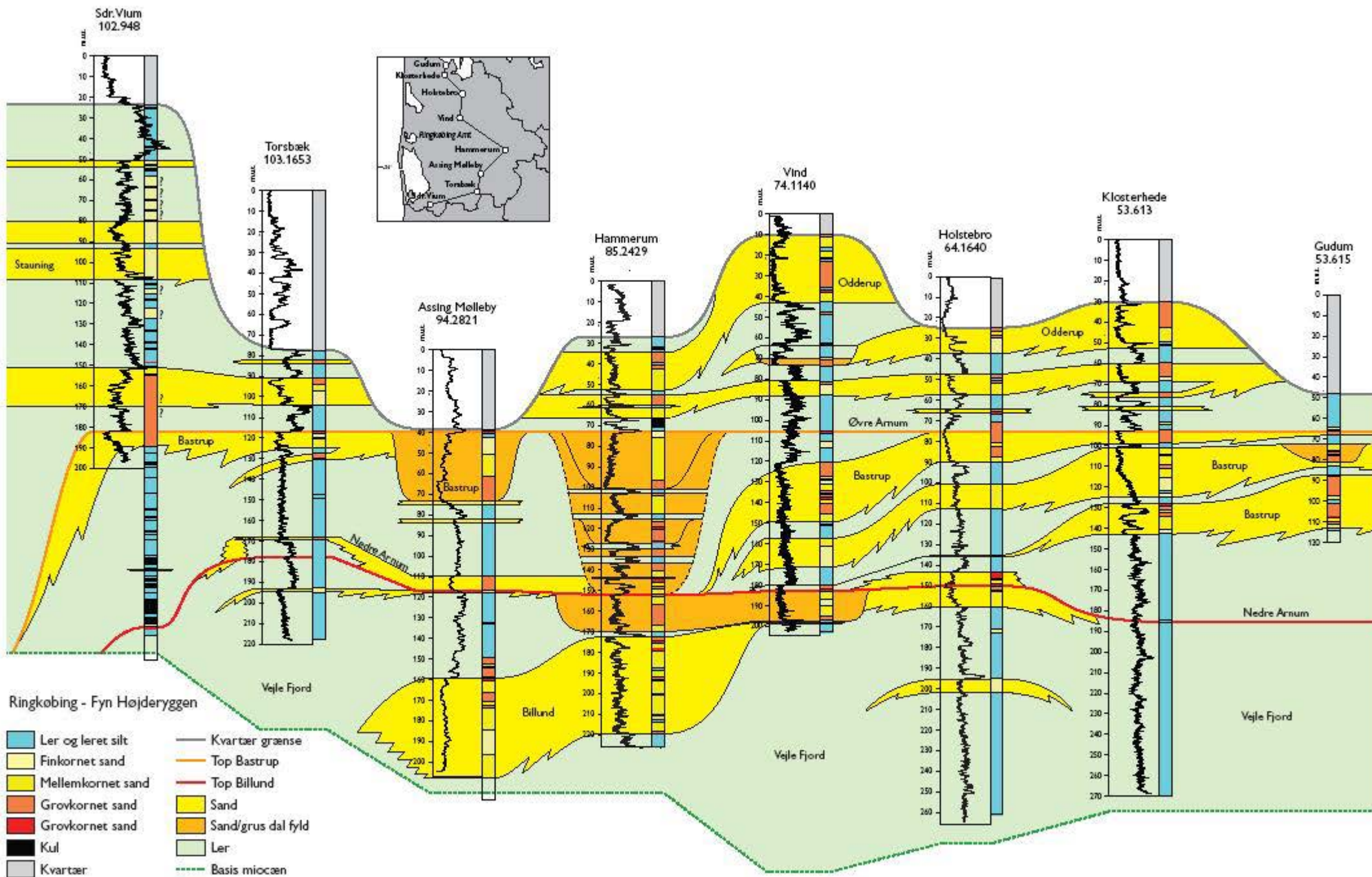


Fig.a

Indledning

Som et led i kortlægningen af grundvandsmagasiner i Ringkøbing Amt blev der i 2005 og 2006 boret tre stratigrafiske borer. Boringerne er lokaliseret ved Assing Mølleby (DGU 94.2821), Klosterhede (DGU 53.617), samt Torsbæk (DGU 103.1653) (fig. 1). Boringerne skulle bidrage til at afklare i hvilke niveauer i den oligocæne og miocæne lagserie man kunne forvente sand eller grus af en sådan beskaffenhed at de udgør mulige grundvandsmagasiner. Tidligere undersøgelser (Dybkær & Rasmussen 2000; Dybkær *et al.* 2003; Dybkær 2004a; Dybkær *et al.* 2005; Rasmussen & Dybkær 2005) 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 amtet.

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 hævning 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 vanddybde. 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 sedimenter (Heilmann-Clausen 1995). I Oligocæn nåede udbygningen ned i det danske område og der aflejredes lavmarine, sandrige sedimenter i Nordjylland og Midtjylland, især omkring Ringkøbing-Fyn Højderyggen. Deltaudbygning fra nord dominerede lokalt, men generelt blev sedimenterne 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 aflejringsmønstrer. Ligeledes har globale havniveauændringer i Oligocæn også sat sit præg på aflejringsmiljøet, bl.a. ved at en stor del af Nedre Oligocæn mangler (f.eks. Michelsen 1994; Heilmann-Clausen 1995). Nedre Oligocæne aflejringer er bevaret lokalt, i depressioner relateret til saltstrukturer og depressioner dannet i forbindelse med 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 aflejringsmiljøet. Ringkøbing-Fyn Højderyggen spillede en særlig rolle, idet den adskilte mere åben marine/kystprograderende aflejringsmiljøer syd for ryggen fra parallel/afsnørede miljøer nord for ryggen (fig. 2) (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. Sedimenterne 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 havniveau faldet i Aquitanien steg havniveauet generelt op igennem Miocæn med maksimum i Seravallien (Øvre Mellem Miocæn) (fig. 2D-L) (Printice & Matthews 1988). Nye tektoniske bevægelser karakteriserede bassinet i slutningen af Burdigalien (Øvre Nedre Miocæn). Dette 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 sedimente over Midtjylland (Japsen *et al.* 2002). Gram Formationen er kendt for en rig flora og fauna, der må derfor have været en høj tilførsel af næringsstoffer fra land.

Litostratigrafi

De nyere undersøgelser af den øvre oligocæne – miocæne lagserie i Jylland har vist at den tidligere litostratigrafiske opdeling (Sorgenfrei 1958; Larsen & Dinesen 1959; Rasmussen 1961) er for simpel. Den her anvendte litostratigrafiske opdeling vist på figur 3. De enkelte litostratigrafiske enheder er beskrevet i Rasmussen (2003) og Rasmussen & Hansen (2005).

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 Vejle Fjord Formationen (Rasmussen *et al.* 2004). Dette benævnes Billund sand. I det sydlige Jylland aflejredes et meget sandrigt system, som er en videre udbygning af Billund deltaet, men som dog er isoleret fra Billund deltaet. Dette sandrige system hedder Ribe Formationen. Over disse enheder, der overordnet tilhører Vejle Fjord Formationen, kommer Arnum Formationen, der hovedsageligt består af lerede sedimente. Den nederste del af Arnum Formationen består af sandrige sedimente 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. Højere oppe i Arnum Formationen blev Stauning sandet aflejret som stormsandsaflejringer i forbindelse med aflejringen af de fluviale og kystslette-sedimente 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 sedimente i Jylland. Disse lag er kendt som Hodde Formationen og Gram Formationen.

Metoder

Nærværende rapport bygger på data fra følgende tre borer: Assing Mølleby (DGU 94.2821), Klosterhede (DGU 53.617), samt Torsbæk (DGU 103.1653), alle lokaliseret i Ringkøbing Amt. Lokaliseringen af borerne 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 127 prøver i alt, heraf 42 fra Assing Mølleby, 42 fra Klosterhede og 43 prøver fra Torsbæk. Prøverne blev behandlet i det stratigrafiske laboratorium på GEUS efter palynologiske standard-metoder, omfattende behandling med HCl, HF, HNO₃ 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. Efter en hurtig gennemgang af præparaterne blev der fra hver boring udvalgt en serie prøver til videre analyse (ud fra kriterier som størst indhold af velbevarede dinoflagellatcyster, samt en jævn stratigrafisk fordeling af prøver). Disse præparater (repræsenterende 38 prøver fra Assing Mølleby, 37 fra Klosterhede, samt 35 fra Torsbæk) blev så undersøgt i lysmikroskop. Først blev fordelingen af organiske partikler beskrevet, til brug for tolkningen af aflejringsmiljøet. 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 aflejringsmiljøet, f.eks. i salinitet, tilførsel af næringsstoffer og i havvandstemperaturer. En stor andel af ferskvandsalger (FA) indikerer

f.eks. stor tilførsel af ferskvand til aflejringsområdet, som det bl.a. ses i Bastrup sandet, mens stor andel af dinoflagellatslægten *Homotryblium* ifølge Dybkjær (2004a,b) indikerer et afsnøret marint aflejringsmiljø med brakvandsforhold, som det ses i Vejle Fjord Ler og - Sand. Forekomsten af dinoflagellatarter, der er tolket som et resultat af forurening med nedfaldet materiale, kaldes "caving" og er markeret med et C i rangechartene. Omlejrde 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 figur 4–6, samt bilag 1–3).

Sedimentologisk beskrivelse

Assing Mølleby (fig. 4)

I Assing Mølleby boringen er der anført følgende litostratigrafiske enheder:

Billund sand (212–149 m), Vejle Fjord Ler (149–118 m), Kolding Fjord formation (118–110 m), nedre Arnum Formation (110–76 m), Bastrup sand (76–40 m), samt øvre Arnum Formation (40–38 m). Grænsen mellem den miocæne lagserie og den overliggende kvartære lagpakke er tolket til at ligge ved 38 m.

dybde i meter: litologi

- 38–39: Silt: Mørkebrunt og mørkegråt, leret silt med finkornet sand.
- 39–40: Silt: Mørkebrunt og mørkegråt, leret silt med finkornet sand.
- 40–41: Grus: Gråt grus og mørkebrunt, leret silt.
- 41–42: Silt: Gråbrunt, leret silt og mellemkornet sand. Lidt grus.
- 42–43: Silt: Gråbrunt, leret silt og mellemkornet sand. Gruset.
- 43–44: Sand: Gråt, finkornet sand og mørkegråt ler.
- 44–45: Sand: Gulligtgråt, finkornet sand og mørkegråt ler.
- 45–46: Sand: Gulligtgråt, finkornet sand og brunt ler (ler klaster?).
- 46–47: Sand: Gråt, leret sand. Tungminerale.
- 47–48: Sand: Gråt, leret sand. Tungminerale. Lignit.
- 48–49: Sand: Gråt, leret sand. Tungminerale. Lignit.
- 49–50: Sand: Gråt, leret sand. Tungminerale.
- 50–51: Sand: Gråt til grønliggråt, finkornet sand og brune lerlag.
- 51–52: Sand: Hvidgråt, velsorteret fin- til mellemkornet sand og brune lerlag.
- 52–53: Sand: Gråt, velsorteret, mellemkornet sand.
- 53–54: Sand: Gråt, velsorteret, mellemkornet sand.
- 54–55: Sand: Gråt, velsorteret, mellemkornet sand.
- 55–56: Sand: Gråt, velsorteret, mellemkornet sand.
- 56–57: Sand: Gråt, velsorteret, mellemkornet sand.
- 57–58: Sand: Gråt, velsorteret, mellemkornet sand.
- 58–59: Sand: Gråt, velsorteret, mellemkornet sand med få lerlag.
- 59–60: Sand: Gråt, velsorteret, mellemkornet sand.
- 60–61: Sand: Gråt, velsorteret, mellemkornet sand.
- 61–62: Sand: Gråt, fin- til mellemkornet sand.
- 62–63: Sand: Gråt, mellem- til grovkornet sand.
- 63–64: Sand: Gråt, grovkornet sand. Gruset og med tynde, mørkebrune lerlag.
- 64–65: Sand: Gråt, grovkornet sand.
- 65–66: Sand: Gråt, velsorteret, grovkornet sand.
- 66–67: Sand: Gråt, velsorteret, grovkornet sand. Gruset.
- 67–68: Sand: Gråt, velsorteret, grovkornet sand.
- 68–69: Sand: Gråt, velsorteret, grovkornet sand.
- 69–70: Sand: Gråt, mellem- til grovkornet sand. Gruset og med tynde lerlag.
- 70–71: Sand: Gråbrunt, mellem- til grovkornet sand. Gruset. Flint.

71–72: Sand: Gråbrunt, mellem- til grovkornet sand. Gruset.

72–73: Sand: Gråbrunt, mellem- til grovkornet sand. Gruset og med mørkebrunt leret, silt. Lignit.

73–74: Sand: Gråt, grovkornet sand. Gruset (> 1,5 cm) og mørkebrune, lerede siltlag.

74–75: Sand: Fin- til mellemkornet sand. Gruset og med tynde, brune lerlag.

75–76: Sand: Brunt, leret, finkornet sand. Gruset.

76–77: Silt: Brunt, leret silt med finkornet sand og grus. Noget organisk materiale.

77–78: Silt: Brunt, leret silt med finkornet sand og grus. Noget organisk materiale.

78–79: Silt: Brunt, leret silt med finkornet sand. Noget organisk materiale.

79–80: Silt: Brunt, leret silt med finkornet sand og grus. Noget organisk materiale.

80–81: Silt: Mørkebrunt, leret silt.

81–82: Ler: Brunt ler.

82–83: Ler: Brunt ler og mellem- til grovkornet sand. Gruset.

83–84: Sand: Gråt, finkornet sand og brunt, leret silt. Gruset, samt lignit.

84–85: Sand: Gråt, finkornet sand og brunt, leret silt. Gruset.

85–86: Silt: Gråbrunt, leret silt og sand.

86–87: Silt: Gråbrunt, leret silt og sand. Lignit.

87–88: Silt: Gråt og brunt, leret silt. Lidt mellemkornet sand.

88–89: Silt: Gråt og brunt, leret silt. Lidt mellemkornet sand.

89–90: Silt: Gråt og brunt, leret silt. Lidt mellemkornet sand. Lignit.

90–91: Silt: Gråt og brunt, leret silt. Lidt mellemkornet sand.

91–92: Silt: Brunt, leret silt med tynde, hvide, finkornede sandlag.

92–93: Silt: Lamineret, mørkebrunt og gråt, leret silt.

93–94: Silt: Lamineret, mørkebrunt og gråt, leret silt. Flint.

94–95: Silt: Lamineret, mørkebrunt og gråt, leret silt.

95–96: Silt: Lamineret, mørkebrunt og gråt, leret silt. Lignit.

96–97: Silt: Lamineret, mørkebrunt og gråt, leret silt.

97–98: Silt: Mørkebrunt til gråt, leret silt. Noget finkornet sand.

98–99: Silt: Mørkebrunt til gråt, leret silt. Noget finkornet sand.

99–100: Silt: Mørkebrunt til gråt, leret silt. Noget finkornet sand.

100–101: Silt: Mørkebrunt til gråt, leret silt. Noget finkornet sand.

101–102: Silt: Mørkebrunt til gråt, leret silt. Noget finkornet sand.

102–103: Silt: Mørkebrunt til gråt, leret silt. Noget finkornet sand.

103–104: Silt: Mørkebrunt til gråt, leret silt. Noget finkornet sand.

104–105: Silt: Mørkebrunt til gråt, leret silt. Noget finkornet sand.

105–106: Silt: Mørkebrunt til gråt, leret silt. Noget finkornet sand.

106–107: Silt: Mørkebrunt, leret silt og lamineret, mørkebrunt og gråt, leret silt. Lidt finkornet sand.

107–108: Silt: Mørkebrunt, leret silt og noget finkornet sand.

108–109: Silt: Mørkebrunt, leret silt og noget finkornet sand.

109–110: Silt: Mørkebrunt, leret silt og noget finkornet sand.

110–111: Sand: Gråt, grovkornet sand og lidt mørkebrunt, leret silt. Cementeret sand.

111–112: Sand: Gråt, grovkornet sand og lidt mørkebrunt, leret silt. Cementeret sand. Skaller.

112–113: Sand: Gråt, grovkornet sand og lidt mørkebrunt, leret silt. Cementeret sand. Feldspat.

113–114: Sand: Gråt, grovkornet sand og lidt mørkebrunt, leret silt. Cementeret sand. Skaller.

114–115: Sand: Gråt, grovkornet sand og lidt mørkebrunt, leret silt. Cementeret sand. Feldspat.

115–116: Sand: Mellem- til grovkornet sand. Cementeret sand og skaller.

116–117: Sand: Gråt, mellemkornet sand og mørkebrunt, leret silt.

117–118: Silt: Mørkebrunt, leret silt og mellemkornet sand. Gruset.

118–119: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Gruset.

119–120: Silt: Mørkebrunt, leret silt.

120–121: Silt: Mørkebrunt, leret silt.

121–122: Silt: Mørkebrunt, leret silt og tynde, hvide finsands lag.

122–123: Silt: Mørkebrunt, leret silt.

123–124: Silt: Mørkebrunt, leret silt.

124–125: Silt: Mørkebrunt, leret silt.

125–126: Silt: Mørkebrunt, leret silt.

126–127: Silt: Mørkebrunt, leret silt.

127–128: Silt: Mørkebrunt, leret silt. (Dybde ikke angivet på pose)

128–129: Silt: Mørkebrunt, leret silt.

129–130: Silt: Mørkebrunt, leret silt.

130–131: Silt: Mørkebrunt, leret silt.

131–132: Silt: Lamineret, mørkebrunt og grønliggråt, leret silt. Finkornet sand.

132–133: Ler: Mørkebrunt ler.

133–134: Silt: Lamineret, mørkebrunt og grønliggråt, leret silt.

134–135: Silt: Lamineret, mørkebrunt og grønliggråt, leret silt.

135–136: Silt: Lamineret, mørkebrunt og grønliggråt, leret silt.

136–137: Silt: Lamineret, mørkebrunt og grønliggråt, leret silt.

137–138: Silt: Lamineret, mørkebrunt og grønliggråt, leret silt.

138–139: Silt: Lamineret, mørkebrunt og grønliggråt, leret silt.

139–140: Silt: Lamineret, mørkebrunt og grønliggråt, leret silt.

140–141: Silt: Lamineret, mørkebrunt og grønliggråt, leret silt. Hvidt, finkornet sand.

141–142: Silt: Lamineret, mørkebrunt og grønliggråt, leret silt. Hvidt, finkornet sand.

142–143: Silt: Lamineret, mørkebrunt og grønliggråt, leret silt.

143–144: Silt: Lamineret, mørkebrunt og grønliggråt, leret silt.

144–145: Silt: Lamineret, mørkebrunt og grønliggråt, leret silt.

145–146: Silt: Lamineret, mørkebrunt og grønliggråt, leret silt.

146–147: Silt: Mørkebrunt, leret silt og fin- til mellemkornet sand.

147–148: Silt: Mørkebrunt, leret silt og fin- til mellemkornet sand. Røde glimmerflager.

148–149: Silt: Mørkebrunt, leret silt og mellem- til grovkornet sand. Gruset.

149–150: Sand: Gråt, mellem- til grovkornet sand med tynde, brune lerlag. Gruset.

150–151: Sand: Mellem- til grovkornet sand.

151–152: Sand: Mellem- til grovkornet sand.

152–153: Sand: Mellemkornet sand og mørkebrunt, leret silt.

153–154: Silt: Mørkebrunt, leret silt og gråt, mellemkornet sand.

154–155: Sand: Gråt, mellem- til grovkornet sand og mørkebrunt til grønligt, leret silt.

155–156: Sand: Gråbrunt, grovkornet sand og tynde, mørkebrune, lerede siltlag.

156–157: Sand: Gråt, grovkornet sand og tynde, mørkebrune, lerede siltlag.

157–158: Sand: Gråt, grovkornet sand og tynde, mørkebrune, lerede siltlag. Gruset.

158–159: Silt: Mørkebrunt til grønligt, leret silt og grovkornet sand.
159–160: Grus: Gråt grus og mørkebrunt, leret silt.
160–161: Sand: Gråt, velsorteret, mellemkornet sand.
161–162: Sand: Gråt, velsorteret, fin/mellemkornet sand med tynde, brune, lerede siltlag.
162–163: Sand: Gråt, velsorteret, fin/mellemkornet sand med tynde, brune, lerede siltlag.
163–164: Sand: Gråt, velsorteret, fin/mellemkornet sand.
164–165: Sand: Gråt, velsorteret, fin/mellemkornet sand.
165–166: Sand: Gråt, velsorteret, fin/mellemkornet sand med tynde, brune, lerede siltlag.
166–167: Sand: Gråt, mellem- til grovkornet sand.
167–168: Sand: Gråt, mellem- til grovkornet sand. Gruset.
168–169: Sand: Gråt, mellem- til grovkornet sand. Gruset og med brune, lerede siltlag.
169–170: Sand: Gråt, mellem- til grovkornet sand.
170–171: Sand: Gråt, mellemkornet sand.
171–172: Sand: Gråt, mellemkornet sand. Gruset.
172–173: Sand: Gråt, mellemkornet sand. Gruset og med tynde lerlag.
173–174: Sand: Gråt, mellemkornet sand. Gruset og med tynde lerlag. Organisk materiale.
174–175: Sand: Gråt, mellemkornet sand og med tynde lerlag.
175–176: Sand: Gråt, mellemkornet sand.
176–177: Sand: Gråt, mellemkornet sand. Gruset.
177–178: Sand: Gråt, mellemkornet sand. Gruset og med organisk materiale.
178–179: Sand: Gråt, fin- til mellemkornet sand.
179–180: Sand: Gråt, fin- til mellemkornet sand.
180–181: Sand: Gråt, fin- til mellemkornet sand.
181–182: Sand: Gråt, fin- til mellemkornet sand.
182–183: Sand: Gråt, fin- til mellemkornet sand.
183–184: Sand: Gråt, fin- til mellemkornet sand. Gruset.
184–185: Sand: Gråt, velsorteret, fin/mellemkornet sand med tynde lerlag.
185–186: Sand: Gråt, velsorteret, fin/mellemkornet sand med tynde lerlag.
186–187: Sand: Gråt, velsorteret, fin/mellemkornet sand. Gruset.
187–188: Sand: Gråt, velsorteret, fin/mellemkornet sand. Gruset og lignit.
188–189: Sand: Gråt, finkornet sand.
189–190: Sand: Gråt, finkornet sand. Lignit.
190–191: Sand: Gråt, finkornet sand.
191–192: Sand: Gråt, finkornet sand med tynde lerlag og organisk materiale.
192–193: Sand: Gråt, finkornet sand med tynde lerlag.
193–194: Sand: Gråt, finkornet sand med tynde lerlag.
194–195: Sand: Gråt, finkornet sand med tynde lerlag.
195–196: Sand: Gråt, finkornet sand. Gruset.
196–197: Sand: Gråt, mellemkornet sand. Gruset.
197–198: Sand: Gråt, fin- til mellemkornet sand med tynde lerlag.
198–199: Sand: Gråt, fin- til mellemkornet sand med tynde lerlag.
199–200: Sand: Gråt, fin- til mellemkornet sand med tynde lerlag. Gruset.
200–201: Sand: Gråt, fin- til mellemkornet sand med tynde lerlag. Gruset.
201–202: Sand: Gråt, fin- til mellemkornet sand med tynde lerlag. Gruset.
202–203: Sand: Gråt, fin- til mellemkornet sand.
203–204: Sand: Gråt, fin- til mellemkornet sand. Gruset og lignit.
204–205: Sand: Gråt, fin- til mellemkornet sand. Gruset og lignit.

205–206: Sand: Gråt, fin- til mellemkornet sand. Gruset og skaller.

206–207: Sand: Gråt, mellemkornet sand med tynde lerlag og glaukony.

Klosterhede (fig. 5)

I Klosterhede boringen er der anført følgende litostratigrafiske enheder: Vejle Fjord Ler (270–178 m), nedre Arnum Formation (178–141 m), Bastrup sand (141–95 m), øvre Arnum Formation (95–52 m) med et mellemlejrende interval af Odderup sand (70–61 m).

dybde i meter: litologi

43–44: Sand: Gråhvidt, velsorteret, mellemkornet sand.

44–45: Sand: Gråt, mellemkornet sand. Flint.

45–46: Sand: Gråbrunt, mellemkornet sand.

46–47: Sand: Gråbrunt, mellemkornet sand. Lidt grovkornet sand og tynde, mørkebrune, lerede siltlag.

47–48: Sand: Gråbrunt, mellemkornet sand. Lidt grovkornet sand.

48–49: Sand: Gråbrunt, mellemkornet sand. Lidt grovkornet sand og tynde, mørkebrune, lerede siltlag.

49–50: Sand: Gråt, finkornet sand. Flint og feldspat?

50–51: Sand: Gråt, finkornet sand. Flint og feldspat?

51–52: Silt: Mørkebrunt, leret silt og grovkornet sand. Flint.

52–53: Sand: Gråt, finkornet sand og leret silt. Flint.

53–54: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Nogen laminering og lidt finkornet sand.

54–55: Silt: Lamineret, mørkebrunt og brunt, leret silt.

55–56: Silt: Lamineret, mørkebrunt og brunt, leret silt.

56–57: Silt: Lamineret, mørkebrunt og brunt, leret silt.

57–58: Silt: Mørkebrunt, leret silt.

58–59: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Nogen laminering.

59–60: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Nogen laminering.

60–61: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Nogen laminering.

61–62: Sand: Gråt, grovkornet sand med tynde, brune til grå, lerede siltlag.

62–63: Sand: Gråbrunt, mellem- til grovkornet sand.

63–64: Sand: Gråbrunt, mellem- til grovkornet sand. Gruset.

64–65: Sand: Gråt, mellem- til grovkornet sand. Gruset og med tynde, brune lerlag.

65–66: Sand: Gråt, mellem- til grovkornet sand og lamineret, brunt og mørkebrunt, leret silt. Gruset.

66–67: Sand: Gråt, mellem- til grovkornet sand og mørkebrunt, leret silt.

67–68: Sand: Gråt, grovkornet sand. Tynde, mørkebrune lerlag.

68–69: Sand: Gråt, finkornet, velsorteret sand med tynde, brune lerlag. Gruset.

69–70: Sand: Gråt, finkornet, velsorteret sand med tynde, brune lerlag. Gruset.

70–71: Silt: Lamineret, mørkebrunt og brunt, leret silt. Gruset.

71–72: Silt: Lamineret, mørkebrunt og brunt, leret silt.

72–73: Silt: Lamineret, mørkebrunt og brunt, leret silt.

73–74: Silt: Lamineret, mørkebrunt og brunt, leret silt.

74–75: Silt: Lamineret, mørkebrunt og brunt, leret silt.

75–76: Silt: Lamineret, mørkebrunt og brunt, leret silt. Gruset.
76–77: Sand: Gråt, grovkornet sand og få mørkebrune, lerede siltlag.
77–78: Sand: Gråt, grovkornet sand og få mørkebrune, lerede siltlag. Gruset.
78–79: Sand: Gråt, grovkornet sand. Gruset.
79–80: Silt: Brunt til gråt, leret silt.
80–81: Silt: Lamineret, mørkebrunt og gråt, leret silt.
81–82: Silt: Mørkebrunt, leret silt.
82–83: Sand: Gråbrunt, velsorteret, finkornet sand. Tungminerale.
83–84: Sand: Gråbrunt, velsorteret, finkornet sand. Tungminerale.
84–85: Sand: Gråbrunt, velsorteret, finkornet sand. Tungminerale. Få brune, lerede siltlag
85–86: Silt: Lamineret, mørkebrunt og gråt, leret silt.
86–87: Silt: Lamineret, mørkebrunt og gråt, leret silt.
87–88: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Gruset.
88–89: Silt: Brunt og gråt, leret silt. Gruset.
89–90: Silt: Gråbrunt, leret silt og mellemkornet sand.
90–91: Silt: Gråbrunt, leret silt og mellemkornet sand. Gruset.
91–92: Sand: Gråt, fin- til mellemkornet sand. Tungminerale.
92–93: Silt: Gråt og brunt, leret silt. Lidt sand og lignit.
93–94: Silt: Gråt og brunt, leret silt. Lidt sand og lignit.
94–95: Sand: Gråbrunt, mellem- til grovkornet sand. Tynde, gråbrune, siltede lerlag.
95–96: Sand: Gråbrunt, fin- mellemkornet sand.
96–97: Sand: Gråbrunt, fin- mellemkornet sand.
97–98: Sand: Gråbrunt, fin- mellemkornet sand. Tynde, mørkebrune, siltede lerlag og gruset.
98–99: Sand: Gråbrunt, fin- mellemkornet sand. Tynde, mørkebrune, siltede lerlag og gruset. Flint.
99–100: Sand: Gråbrunt, fin- mellemkornet sand. Tynde, mørkebrune, siltede lerlag og gruset. Flint.
100–101: Sand: Gråbrunt, mellem- til grovkornet sand. Gruset.
101–102: Silt: Lamineret, mørkebrunt og gråt, leret silt. Gruset.
102–103: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Lidt sand.
103–104: Sand: Brunt, mellemkornet sand.
104–105: Sand: Brunt, mellem- til grovkornet sand. Tynde, laminerede, mørkebrune og grå, lerede siltlag.
105–106: Sand: Brunt, mellem- til grovkornet sand. Tynde, laminerede, mørkebrune og grå, lerede siltlag.
106–107: Sand: Brunt, grovkornet sand. Lignit.
107–108: Sand: Brunt, velsorteret, fin- til mellemkornet sand.
108–109: Sand: Brunt, velsorteret, fin- til mellemkornet sand. Tungminerale.
109–110: Sand: Brunt, velsorteret, fin- til mellemkornet sand.
110–111: Sand: Brunt, velsorteret, fin- til mellemkornet sand.
111–112: Sand: Brunt, velsorteret, mellem- til grovkornet sand.
112–113: Sand: Brunt, velsorteret, mellem- til grovkornet sand.
113–114: Sand: Brunt, velsorteret, fin- til mellemkornet sand.
114–115: Sand: Brunt, velsorteret, fin- til mellemkornet sand. Lignit.
115–116: Sand: Brunt, velsorteret, fin- til mellemkornet sand. Tungminerale.
116–117: Sand: Brunt, velsorteret, fin- til mellemkornet sand. Tungminerale.

117–118: Sand: Brunt, velsorteret, finkornet sand og mørkebrune, lerede siltlag. Tungminer-
raler.

118–119: Sand: Brunt, velsorteret, finkornet sand og mørkebrune, lerede siltlag. Tungmine-
raler.

119–120: Sand: Brunt, velsorteret, finkornet sand og mørkebrune, lerede siltlag. Tungmine-
raler.

120–121: Sand: Brunt, velsorteret, finkornet sand og mørkebrune, lerede siltlag. Tungmine-
raler.

121–122: Sand: Gråbrunt, velsorteret, finkornet sand og mørkebrune, lerede siltlag. Flint.

122–123: Sand: Lamineret, gråbrunt, finkornet sand og leret silt.

123–124: Silt: Gråbrunt, leret silt. Noget finkornet sand.

124–125: Sand: Gråt, finkornet sand og silt. Tynde, brune lerlag.

125–126: Sand: Lamineret, gråt og brunt finkornet sand og silt.

126–127: Silt: Mørkebrunt, leret silt.

127–128: Silt: Mørkebrunt, leret silt.

128–129: Silt: Mørkebrunt og gråt, leret silt og finkornet sand..

129–130: Sand: Gråt, grovkornet sand. Gruset og enkelte, tynde, brungrå, lerede siltlag.

130–131: Sand: Gråt, grovkornet sand.

131–132: Sand: Gråt, grovkornet sand. Gruset.

132–133: Sand: Gråt, fin- til mellemkornet sand. Lidt grovkornet sand og mørkebrunt, leret
silt.

133–134: Sand: Gråt, grovkornet sand. Mørkebrunt, leret silt.

134–135: Sand: Gråt, grovkornet sand. Gruset og lidt mellemkornet sand.

135–136: Sand: Gråt, mellem- til grovkornet sand.

136–137: Sand: Gråt, mellem- til grovkornet sand. Gruset, tungminerale.

137–138: Sand: Gråt, mellem- til grovkornet sand. Gruset, tungminerale.

138–139: Sand: Gråt, mellem- til grovkornet sand. Gruset, tungminerale

139–140: Sand: Gråt, mellem- til grovkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Gruset (<1 cm).

140–141: Sand: Gråt, finkornet sand. Få gruskorn, skal?

141–142: Sand: Gråt, finkornet sand.

142–143: Sand: Gråt, finkornet sand.

143–144: Silt: Veksellejrende, mørkebrunt, leret silt og gråt finkornet sand.

144–145: Silt: Veksellejrende, mørkebrunt, leret silt og gråt finkornet sand.

145–146: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Svagt lamineret.

146–147: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Svagt lamineret.

147–148: Silt: Lamineret, mørkebrunt og grønliggråt, leret silt. Skaller.

148–149: Silt: Lamineret, mørkebrunt og grønliggråt, leret silt. Skaller.

149–150: Silt: Lamineret, mørkebrunt og grønliggråt, leret silt. Skaller.

150–151: Silt: Lamineret, mørkebrunt og grønliggråt, leret silt. Skaller.

151–152: Silt: Lamineret, mørkebrunt og grønliggråt, leret silt. Skaller.

152–153: Silt: Mørkebrunt, leret silt.

153–154: Silt: Lamineret, mørkebrunt og grønliggråt, leret silt. Skaller.

154–155: Silt: Lamineret, mørkebrunt og grønliggråt, leret silt. Skaller.

155–156: Silt: Lamineret, mørkebrunt og grønliggråt, leret silt. Skaller.

156–157: Silt: Lamineret, mørkebrunt og grønliggråt, leret silt. Skaller.

157–158: Silt: Lamineret, mørkebrunt og grønliggråt, leret silt. Skaller.

158–159: Silt: Gråt, svagt lamineret, leret silt.

159–160: Silt: Gråt og brunt, lamineret, leret silt.
160–161: Silt: Lamineret, mørkebrunt og grønliggråt, leret silt. Skaller.
161–162: Silt: Lamineret, mørkebrunt og grønliggråt, leret silt. Skaller.
162–163: Silt: Mørkebrunt, leret silt og meget tynde, finkornede sandlag.
163–164: Silt: Mørkebrunt, leret silt og meget tynde, finkornede sandlag.
164–165: Silt: Lamineret, mørkebrunt og gråt, leret silt. Skaller.
165–166: Silt: Lamineret, mørkebrunt og gråt, leret silt. Skaller.
166–167: Silt: Lamineret, mørkebrunt og gråt, leret silt.
167–168: Silt: Mørkebrunt, leret silt.
168–169: Silt: Lamineret, mørkebrunt og hvidt, leret silt og finkornet sand.
169–170: Silt: Lamineret, mørkebrunt og hvidt, leret silt og finkornet sand. Skaller.
170–171: Ler: Mørkebrunt, siltet ler og grovkornet sand.
171–172: Silt: Lamineret, mørkebrunt og gråt, leret silt.
172–173: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Svagt lamineret.
173–174: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Svagt lamineret.
174–175: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Svagt lamineret.
175–176: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Svagt lamineret.
176–177: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Svagt lamineret.
177–178: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Sandet og gruset.
178–179: Silt: Mørkebrunt, leret silt og finkornet sand.
179–180: Silt: Lamineret, mørkebrunt og grønliggråt, leret silt.
180–181: Silt: Lamineret, mørkebrunt og grønliggråt, leret silt.
181–182: Silt: Lamineret, mørkebrunt og grønliggråt, leret silt.
182–183: Silt: Lamineret, mørkebrunt og grønliggråt, leret silt.
183–184: Silt: Lamineret, mørkebrunt og grønliggråt, leret silt. Skaller.
184–185: Silt: Mørkebrunt, leret silt og finkornet sand.
185–186: Ler: Mørkebrunt, siltet ler og mellem- til grovkornet sand. Skaller, tungminerale.
186–187: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Skaller.
187–188: Silt: Lamineret, mørkebrunt og grønliggråt, leret silt. Skaller.
188–189: Silt: Lamineret, mørkebrunt og grønliggråt, leret silt. Skaller.
189–190: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Skaller.
190–191: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Skaller.
191–192: Silt: Lamineret, mørkebrunt og grønliggråt, leret silt. Skaller.
192–193: Silt: Lamineret, mørkebrunt og grønliggråt, leret silt. Skaller.
193–194: Silt: Lamineret, mørkebrunt og grønliggråt, leret silt. Skaller.
194–195: Silt: Mørkebrunt, leret silt.
195–196: Silt: Lamineret, mørkebrunt og grønliggråt, leret silt.
196–197: Silt: Lamineret, mørkebrunt og grønliggråt, leret silt. Skaller.
197–198: Silt: Lamineret, mørkebrunt og grønliggråt, leret silt. Lidt finkornet sand og skaller.
198–199: Silt: Lamineret, mørkebrunt og grønliggråt, leret silt. Skaller.
199–200: Silt: Lamineret, mørkebrunt og grønliggråt, leret silt. Skaller.
200–201: Silt: Mørkebrunt, leret silt.
201–202: Silt: Mørkebrunt, leret silt.
202–203: Silt: Mørkebrunt, leret silt.
203–204: Silt: Mørkebrunt, leret silt.
204–205: Silt: Mørkebrunt, leret silt.

205–206: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Flint.
206–207: Silt: Mørkebrunt, leret silt.
207–208: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Flint.
208–209: Silt: Mørkebrunt, leret silt.
209–210: Silt: Mørkebrunt, leret silt.
210–211: Silt: Mørkebrunt, leret silt.
211–212: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Skaller, konkretioner.
212–213: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Svagt lamineret.
213–214: Silt: Lamineret, mørkebrunt og hvidt, leret silt og finkornet sand.
214–215: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Skaller.
215–216: Silt: Lamineret, mørkebrunt og hvidt, leret silt og finkornet sand.
216–217: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Skaller.
217–218: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Skaller, konkretioner.
218–219: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Skaller, konkretioner, flint.
219–220: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Skaller, konkretioner, flint.
220–221: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Skaller, konkretioner, flint.
221–222: Silt: Mørkebrunt og grønliggråt, leret silt. Skaller.
222–223: Silt: Mørkebrunt og grønliggråt, leret silt. Gruset, skaller.
223–224: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Gruset?
224–225: Silt: Mørkebrunt, leret silt.
225–226: Silt: Mørkebrunt, leret silt.
226–227: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Noget grovkornet sand.
227–228: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Noget grovkornet sand.
228–229: Silt: Mørkebrunt, leret silt.
229–230: Silt: Mørkebrunt, leret silt.
230–231: Silt: Mørkebrunt, leret silt.
231–232: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Flint?
232–233: Silt: Mørkebrunt, leret silt.
233–234: Silt: Mørkebrunt, leret silt.
234–235: Silt: Mørkebrunt, leret silt.
235–236: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Tynde, finkornede sandlag?
236–237: Silt: Mørkebrunt, leret silt.
237–238: Silt: Mørkebrunt, leret silt.
238–239: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Skaller.
239–240: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Skaller.
240–241: Ler: Mørkebrunt, siltet ler. Skaller.
241–242: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Skaller.
242–243: Silt: Mørkebrunt, leret silt.
243–244: Silt: Mørkebrunt, leret silt.
244–245: Silt: Mørkebrunt til grønliggråt, leret silt.
245–246: Silt: Lamineret mørkebrunt og grønliggråt, leret silt. Skaller.
246–247: Silt: Lamineret mørkebrunt og grønliggråt, leret silt. Skaller.
247–248: Silt: Lamineret mørkebrunt og grønliggråt, leret silt. Skaller.
248–249: Silt: Lamineret mørkebrunt og grønliggråt, leret silt. Gruset.
249–250: Silt: Lamineret mørkebrunt og grønliggråt, leret silt.
250–251: Silt: Lamineret mørkebrunt og grønliggråt, leret silt. Skaller.
251–252: Silt: Lamineret mørkebrunt og grønliggråt, leret silt. Gruset.

252–253: Silt: Lamineret mørkebrunt og grønliggråt, leret silt. Skaller.
 253–254: Silt: Lamineret mørkebrunt og grønliggråt, leret silt.
 254–255: Silt: Lamineret mørkebrunt og grønliggråt, leret silt. Gruset.
 255–256: Silt: Lamineret mørkebrunt og grønliggråt, leret silt. Skaller.
 256–257: Silt: Lamineret mørkebrunt og grønliggråt, leret silt. Skaller.
 257–258: Silt: Lamineret mørkebrunt og grønliggråt, leret silt. Gruset, skaller.
 258–259: Silt: Lamineret mørkebrunt og grønliggråt, leret silt. Gruset.
 259–260: Silt: Lamineret mørkebrunt og grønliggråt, leret silt. Gruset.
 260–261: Silt: Lamineret mørkebrunt og grønliggråt, leret silt.
 261–262: Silt: Lamineret mørkebrunt og grønliggråt, leret silt.
 262–263: Silt: Mørkebrunt og grønligt, leret silt. Glaukony.
 263–264: Silt: Mørkebrunt, leret silt.
 264–265: Silt: Mørkebrunt, leret silt.
 265–266: Silt: Mørkebrunt, leret silt.
 266–267: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Gruset.
 267–268: Silt: Mørkebrunt, leret silt.
 268–269: Silt: Mørkebrunt, leret silt.
 269–270: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Skaller.
 270–271: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Skaller?

Torsbæk (fig. 6)

I Torsbæk boringen er der anført følgende litostratigrafiske enheder: Vejle Fjord Ler (220–177 m), Kolding Fjord formation (177–170 m), Bastrup sand (170–118 m), samt øvre Arnum Formation (118–78 m) med et mellemliggende interval med Odderup sand (105–92 m).

dybde i meter: litologi

78–79: Silt: Mørkebrunt, leret silt og sand. Gruset og mange skaller.
 79–80: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Enkelte grus korn og skaller.
 80–81: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Skaller.
 81–82: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Store klaster af kalk (< 3 cm).
 82–83: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Lidt lamineret.
 83–84: Sand: Gråt, mellem til grovkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Gruset.
 84–85: Sand: Gråt, mellem til grovkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Gruset, bjergartsfragmenter.
 85–86: Silt: Mørkebrunt, leret silt og sand. Cementeret sand og skaller.
 86–87: Silt: Lamineret, mørkebrunt og gråt, leret silt og finkornet sand. Skaller.
 87–88: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Skaller.
 88–89: Silt: Mørkebrunt, leret silt.
 89–90: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Nogen lamination.
 90–91: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Meget pyrit.
 91–92: Silt: Lamineret, mørkebrunt, leret silt og gråt, finkornet sand. Noget mellem- og grovkornet sand. Gruset med korn op til 3 cm, skaller.

92–93: Sand: Gråbrunt sand med tynde, mørkebrune og grå, glimmerrige, siltede lerlag. Kalk eller skalfragmenter.

93–94: Sand: Gråt, grovkornet sand. Gruset.

94–95: Sand: Gråt, grovkornet sand. Gruset.

95–96: Sand: Gråt, fin- til mellemkornet sand med tynde, mørkebrune, lerede siltlag. Gruset.

96–97: Sand: Gråt, fin- til mellemkornet sand med tynde, mørkebrune, lerede siltlag. Gruset.

97–98: Sand: Gråt, finkornet sand og tynde, mørkebrune, lerede siltlag.

98–99: Sand: Gråt, finkornet sand og tynde, mørkebrune, lerede siltlag.

99–100: Sand: Gråt, finkornet sand og tynde, mørkebrune, lerede siltlag.

100–101: Sand: Gråt, finkornet sand og tynde, mørkebrune, lerede siltlag.

101–102: Sand: Lamineret, gråbrunt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Bjergartsfragment?

102–103: Sand: Gråt, finkornet sand. Skal.

103–104: Sand: Gråt, finkornet sand og lamineret, mørkebrunt og gråt, leret silt. Cementeret sand.

104–105: Sand: Gråt, finkornet sand og lamineret, mørkebrunt og gråt, leret silt. Cementeret sand.

105–106: Silt: Lamineret, mørkebrunt og gråt, leret silt. Skaller og cementeret sand.

106–107: Silt: Lamineret, mørkebrunt og gråt, leret silt. Skaller og cementeret sand.

107–108: Silt: Lamineret, mørkebrunt og gråt, leret silt. Skaller og cementeret sand.

108–109: Silt: Lamineret, mørkebrunt og gråt, leret silt. Skaller og cementeret sand.

109–110: Silt: Lamineret, mørkebrunt og gråt, leret silt. Skaller og cementeret sand.

110–111: Silt: Lamineret, mørkebrunt og gråt, leret silt.

111–112: Silt: Lamineret, mørkebrunt, leret silt samt grå siltlag. Skaller.

112–113: Silt: Lamineret, mørkebrunt, leret silt og gråt, finkornet sand. Sand og grus samt skaller. Pyrit.

113–114: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Meget pyrit.

114–115: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Meget pyrit.

115–116: Silt: Mørkebrunt, siltet ler. Meget pyrit.

116–117: Silt: Mørkebrunt, siltet ler. Meget pyrit.

117–118: Silt: Mørkebrunt, leret silt og grovkornet sand.

118–119: Sand: Gråt grus og grovkornet sand. Lidt mørkebrunt, leret silt.

119–120: Sand: Mørkebrunt, leret, finkornet sand. Gruset.

120–121: Sand: Mørkebrunt, leret, finkornet sand.

121–122: Silt: Veksellejrende, mørkebrunt, leret silt og gråt, finkornet sand.

122–123: Sand: Gråt, fin- til mellemkornet sand. Få lerlag.

123–124: Sand: Gråt, fin- til mellemkornet sand. Få lerlag. Gruset.

124–125: Sand: Veksellejrende, fin- til mellemkornet sand og mørkebrunt, siltet ler.

125–126: Sand: Veksellejrende, fin- til mellemkornet sand og mørkebrunt, siltet ler.

126–127: Silt: Lamineret, mørkebrunt og gråt, leret silt og finkornet sand.

127–128: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Pyrit.

128–129: Silt: Mørkebrunt, leret silt med få laminae. Pyrit.

129–130: Sand: Gråt, grovkornet sand. Mange skaller.

130–131: Sand: Gråt, grovkornet sand. Gruset og med skaller.

131–132: Sand: Mellemkornet sand. Mange skaller.

132–133: Silt: Mørkebrunt, leret silt og mellemkornet sand. Mange skaller.
133–134: Silt: Mørkebrunt, leret silt og lidt mellemkornet sand. Skaller.
134–135: Silt: Mørkebrunt, leret silt og lidt mellemkornet sand. Skaller.
135–136: Silt: Mørkebrunt, leret silt og lidt mellemkornet sand. Skaller.
136–137: Silt: Mørkebrunt, leret silt og lidt mellemkornet sand. Skaller.
137–138: Silt: Mørkebrunt, leret silt og lidt mellemkornet sand. Skaller.
138–139: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Skaller.
139–140: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Gruset. Skaller.
140–141: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Gruset. Skaller samt flint (> 2 cm).
141–142: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Svagt lamineret. Gruset. Skaller.
142–143: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Svagt lamineret. Gruset. Skaller samt flint (> 3 cm).
143–144: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Svagt lamineret. Gruset. Skaller.
144–145: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Svagt lamineret. Gruset. Skaller.
145–146: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Svagt lamineret. Gruset. Skaller.
146–147: Silt: Mørkebrunt, leret silt og finkornet sand. Svagt lamineret. Gruset. Skaller og lignit.
147–148: Silt: Mørkebrunt, leret silt og finkornet sand. Svagt lamineret. Gruset. Skaller og lignit.
148–149: Silt: Mørkebrunt, leret silt og finkornet sand. Svagt lamineret. Gruset. Skaller og lignit.
149–150: Ler: Mørkebrunt, siltet ler. Skaller og lignit.
150–151: Silt: Mørkebrunt, leret silt.
151–152: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Skaller.
152–153: Silt: Mørkebrunt, leret silt og finkornet sand. Skaller.
153–154: Silt: Mørkebrunt, leret silt og finkornet sand. Skaller.
154–155: Silt: Mørkebrunt, leret silt og finkornet sand. Skaller.
155–156: Silt: Mørkebrunt, leret silt og finkornet sand.
156–157: Silt: Mørkebrunt, leret silt og finkornet sand.
157–158: Silt: Mørkebrunt, leret silt.
158–159: Silt: Lamineret, mørkebrunt, leret silt og gråt, finkornet sand.
159–160: Silt: Lamineret, mørkebrunt, leret silt og gråt, finkornet sand.
160–161: Silt: Lamineret, mørkebrunt, leret silt og gråt, finkornet sand.
161–162: Silt: Lamineret, mørkebrunt, leret silt og gråt, finkornet sand.
162–163: Silt: Lamineret, mørkebrunt, leret silt og gråt, finkornet sand.
163–164: Silt: Lamineret, mørkebrunt, leret silt og gråt, finkornet sand. Gruset og meget glimmer.
164–165: Silt: Lamineret, mørkebrunt, leret silt og gråt, finkornet sand. Gruset og meget glimmer, samt lignit.
165–166: Silt: Lamineret, mørkebrunt, leret silt og gråt, finkornet sand.
166–167: Silt: Lamineret, mørkebrunt, leret silt og gråt, finkornet sand. Lignit.
167–168: Silt: Lamineret, mørkebrunt, leret silt og gråt, finkornet sand.
168–169: Silt: Mørkebrunt, leret silt og finkornet sand.
169–170: Silt: Mørkebrunt, leret silt og finkornet sand. Pyrit.
170–171: Sand: Gråt, grovkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Gruset.
171–172: Ler: Brunt ler og grovkornet sand. Cementeret sand.
172–173: Silt: Mørkebrunt, organiskrigt, leret silt. Pyrit.
173–174: Silt: Mørkebrunt, organiskrigt, leret silt. Pyrit.

174–175: Silt: Mørkebrunt, organiskrigt, leret silt. Pyrit.
175–176: Silt: Mørkebrunt, organiskrigt, leret silt. Pyrit.
176–177: Silt: Mørkebrunt, organiskrigt, leret silt. Pyrit.
177–178: Silt: Mørkebrunt, organiskrigt, leret silt. Pyrit.
178–179: Silt: Mørkebrunt, organiskrigt, leret silt. Pyrit.
179–180: Silt: Mørkebrunt, organiskrigt, leret silt. Pyrit.
180–181: Silt: Mørkebrunt, leret silt.
181–182: Silt: Mørkebrunt og brunt, leret silt.
182–183: Silt: Mørkebrunt, leret silt.
183–184: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Pyrit.
184–185: Silt: Mørkebrunt, leret silt.
185–186: Silt: Mørkebrunt, leret silt.
186–187: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Pyrit.
187–188: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Pyrit.
188–189: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Pyrit.
189–190: Silt: Mørkebrunt, leret silt.
190–191: Silt: Mørkebrunt, leret silt.
191–192: Silt: Mørkebrunt, leret silt.
192–193: Silt: Mørkebrunt, leret silt.
193–194: Silt: Mørkebrunt, leret silt.
194–195: Silt: Mørkebrunt, organiskrigt, leret silt.
195–196: Sand: Brunt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Lignit?
196–197: Sand: Brunt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Noget grovkornet sand og lignit?
197–198: Silt: Mørkebrunt, leret silt, samt noget finkornet sand.
198–199: Silt: Mørkebrunt, leret silt, samt noget finkornet sand. Cementeret sand.
199–200: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Skaller.
200–201: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Skaller.
201–202: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Skaller.
202–203: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Skaller.
203–204: Silt: Mørkebrunt, leret silt.
204–205: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Skaller.
205–206: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Gruset. Skaller.
206–207: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Lidt grovkornet sand. Skaller.
207–208: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Skaller.
208–209: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Skaller. Velafrundet flint (> 3cm)
209–210: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Skaller.
210–211: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Skaller.
211–212: Silt: Mørkebrunt, leret silt.
212–213: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Skaller.
213–214: Silt: Mørkebrunt, leret silt.
214–215: Silt: Lamineret, mørkebrunt og lysebrunt, leret silt. Skaller.
215–216: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Skaller.
216–217: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Skaller.
217–218: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Skaller.
218–219: Silt: Mørkebrunt, leret silt.
219–220: Silt: Mørkebrunt, leret silt. Gruset.

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, aflejningsmiljø, alder, samt korrelation med nannoplankton- og foraminiferzoneringsen opstillet af hhv. Martini (1971) og King (1989).

Assing Mølleby (bilag 1)

Vejle Fjord Formation

Vejle Fjord Ler og Billund sand

Tilstedeværelse:

Vejle Fjord Formationen er repræsenteret fra den nederste del af boringen i 207 m og op til 118 m. De nederste 58 m, fra 207–149 m, er henført til Billund sand (fig. 4), mens intervallet fra 149–118 m er henført til Vejle Fjord Ler.

Dinoflagellatselskab:

Homotryblium plectilum og *Spiniferites* spp. dominerer selskabet. Desuden dominerer *Dapsilidinium pseudocolligerum* i den øvre del af intervallet fra 135–120 m. *Hystriocholpoma rigaudiae* forekommer almindeligt til jævnligt, mens *Apteodinium* cf. *australiense*, *Melittasphaeridium choanophorum*, *Membranophoridium aspinatum*, *Operculodinium centrocarpum*, *Pentadinium laticinctum laticinctum* og *Tityrosphaeridium cantharellus* forekommer jævnligt.

Dominansen af *Homotryblium*, samt den sporadiske forekomst af *Caligodinium amiculum*, *Chiropteridium galea*, *Deflandrea phosphoritica* og *Membranophoridium aspinatum* er karakteristiske for denne litostratigrafiske enhed. Der blev fundet enkelte omlejrrede dinoflagellater i næsten alle prøver. Hovedparten af disse er fra Palæogen, mens en enkelt, *Glossodinium dimorphum*, er øvre jurassisk.

Aflejringsmiljø:

Andelen af ferskvandsalger varierer en del i dette interval. I de to nederste prøver (207 m og 206 m) udgør fersk- til brakvandsalgen *Botryococcus* hhv. 12% og 19% af det samlede antal dinoflagellater, acritarcher plus ferskvandsalger. I intervallet fra 205 m til 159 m forekommer ferskvandsalger, især *Botryococcus* og *Pediastrum*, kun jævnligt. Fra 159–155 m er der en overvældende dominans af ferskvandsalger i prøverne, især af fersk- til brakvandsalgen *Botryococcus*, men også af ferskvands dinoflagellaten *Pseudokomewuia* aff. *granulata*. I prøven ved 155 m udgør disse to ferskvandsalger tilsammen 90%, mens dinoflagellaterne kun udgør 10%! Fra 155 m til toppen af intervallet i 118 m er *Botryococcus* er meget dominerende (28–75%), mens *Pseudokomewuia* aff. *granulata* og *Mougeotia laetevirens* forekommer jævnligt.

Blandt de fundne dinoflagellatarter dominerer *Homotryblium plectilum*. Denne art forekommer hovedsageligt i afsnørede, marine aflejringsmiljøer (Brinkhuis 1994; Dybkjær 2004b). Disse observationer tyder på et delvist afsnøret marint, formodentligt brakvandsmiljø med stor influx af ferskvand og ferskvandsalger.

Alder:

Seneste sen Oligocæn (seneste Chattien) – tidligste Miocæn (Aquitainen).

Fraværet af *Distatodinium biffi* indikerer en alder ikke ældre end seneste Sen Oligocæn (seneste Chattien). Den konsistente forekomst af *Caligodinium amiculum* op til 120 m og den sporadiske forekomst af *Chiropteridium galea* (op til 153 m) og *Deflandrea phosphoritica* (op til 124 m) indikerer en alder ikke yngre end tidligste Miocæn (Aquitainian) (Hardenbol *et al.* 1998; Dybkjær 2003; Williams *et al.* 2004) (fig. 7).

En dominerende eller almindelige forekomst af *Homotryblium* har vist sig at være karakteristisk for Vejle Fjord Formationen. Den sporadiske forekomst af *Caligodinium amiculum*, *Chiropteridium galea*, *Deflandrea phosphoritica* og *Membranophoridium aspinatum* er ligeledes karakteristisk, alle fire med sidsteforekomst internt eller ved toppen af formationen (Dybkjær 2004a). Forekomsten af *C. amiculum*, *D. phosphoritica*, samt *M. aspinatum* i intervallet fra 110–76 m skyldes formodentligt omløjring, se afsnittet om nedre del af Arnum Formationen.

Foraminifer/nannoplankton-zonering:

Ifølge Hardenbol *et al.* (1998) og Williams *et al.* (2004) kan de ovenfor nævnte biohorisonter (sidsteforekomst af *D. biffi* og sidsteforekomst af *C. amiculum*) korreleres til den øverste del af NP25 – nederste del af NN2 i nannoplanktonzoneringen af Martini (1971). Ifølge Laursen & Kristoffersen (1999) korrelerer successionen mellem Brejning Leret og Arnum Formationen i Høruphav boringen til foraminifer-zonerne NSP10–11 og NSB9 i foraminifer-zoneringen af King (1989). Begge korrelationer stemmer fint overens med dateringen baseret på dinoflagellater.

Kolding Fjord formation

Tilstedeværelse:

Intervallet fra 118–110 m er henført til den uformelle enhed Kolding Fjord formation (Rasmussen & Hansen 2005).

Dinoflagellatselskab:

Spiniferites spp. dominerer selskabet fuldstændigt, med over 40% i begge de prøver, der repræsenterer dette interval (117 m og 112 m). *Hystrichokolpoma "reductum"* og *Operculodinium centrocarpum* forekommer almindeligt, mens *Apteodinium australiense*, *Dapsilidinium pseudocolligerum*, *Hystrichokolpoma rigaudiae*, *Melitasphaeridium choanophorum*, *Operculodinium* sp. 3 de Verteuil & Norris 1996, samt *Tityrosphaeridium cantharellus* forekommer jævnlige. *Homotryblium* forekommer kun sporadisk i modsætning til de underliggende intervaller. Der blev kun fundet én omløjret dinoflagellat i hver af de to prøver; en *Chatangiella* spp. fra Kridt i prøven fra 117 m og en *Wetzeliiella* spp. fra Palæogen i prøven fra 112 m.

Aflejringsmiljø:

I den nederste prøve, ved 117 m, ses en dominans af *Botryococcus*, mens den kun forekommer almindeligt ved 112 m. De øvrige ferskvandsalger forekommer kun sporadisk til jævnlige. Blandt dinoflagellaterne dominerer *Spiniferites* fuldstændigt, mens *Homotryblium* kun forekommer sporadisk. Disse observationer indikerer samlet at der sker en ændring i

aflejningsmiljøet på overgangen mellem Vejle Fjord Formationen og Kolding Fjord formationen, formodentligt fra et brakvandmiljø til noget mere åbne marine forhold (Brinkhuis 1994; Dybkjær 2004a,b).

Alder:

Tidlig Miocæn (tidlig til midt-Burdigalien).

Sidsteforekomsten af *Deflandrea phosphoritica* i 124 m og af *Caligodinium amiculum* i 120 m (i den underliggende enhed), indikerer en alder ikke ældre end sen Aquitanien (forekomsten af disse arter i den nedre del af Arnum Formationen er her tolket som værende et resultat af omlejring). Sidsteforekomsten af *Thalassiphora pelagica* i 93 m samt af *Tityrosphaeridium cantharellus* i 48 m (begge over denne enhed) indikerer en alder ikke yngre end midt-Burdigalien (Hardenbol *et al.* 1998) (fig. 7).

Skiftet fra en dominerende til en sporadisk forekomst af *Homotryblium* spp., er i mange borer 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).

Foraminifer/nannofossil-zonering:

Ifølge Hardenbol *et al.* (1998) kan intervallet fra sidsteforekomst af *C. amiculum* til sidsteforekomsten af *T. cantharellus* korreleres til intervallet fra den nederste del af NN2 til den nederste del af NN4 (Martini 1971). Ifølge Laursen & Kristoffersen (1999) korrelerer successionen mellem Brejning Leret og Arnum Formationen i Høruphav boringen til foraminifer-zonerne NSP10–11 og NSB9 i foraminiferzoneringen af King (1989), hvilket stemmer fint overens med dateringen baseret på dinoflagellater.

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 110–40 m. Intervallet med Bastrup sand forekommer fra 76–40 m.

Dinoflagellatselskab:

Spiniferites spp. er den dominerende dinoflagellat taxon i alle prøver i denne litologiske enhed. Desuden dominerer *Dapsilidinium pseudocolligerum* og *Operculodinium centrocarpum* i den nedre del af enheden, der er refereret til nedre Arnum Formation. *Apteodinium australiense* optræder almindeligt til jævnlige i den nederste del af intervallet, mens *Hystri-*

chokolpoma rigaudiae, *Impletosphaeridium insolitum*, *Lingulodinium machaerophorum*, *Melitasphaeridium choanophorum* og *Spiniferites crassivariabilis* type (Strauss & Lund), optræder jævnlige.

I Bastrup sandet (76–40 m) forekommer dinoflagellater særdeles sporadisk og en vis andel af de fundne taxa anses tilmed for at være enten omljrede eller cavede (forurening af prøven med materiale fra yngre dele af lagserien, der er faldet ned under boreprocessen). I alle tidligere undersøgelser forekommer *Homotryblium tenuispinosum* kun sporadisk i Bastrup sandet. Den almindelige forekomst (5%) i prøven ved 61 m mistænkes derfor for at skyldes caving. *H. tenuispinosum* forekommer almindeligt til dominerende i dele af Gram Formationen. Da der ikke er fundet aflejringer henført til Gram Formationen i den øvre del af boringen, skyldes forekomsten af *H. tenuispinosum* formodentligt at der i forbindelse med et gletcherfremstød er opsamlet materiale fra bl.a. Gram Formationen fra nærliggende områder, som så er aflejret i området repræsenteret af Assing Mølleby boringen. Tilsvarende formodet forurening via nedfald af kvartære aflejringer er tidligere observeret i bl.a. boringen DGU 160.1512 ved Hellevad i Sønderjyllands Amt og i boringen DGU 160.1526 ved Rødekro gav forurening med nedfaldet materiale store problemer med tolkningerne og her bestod en del af det nedfaldne materiale med sikkerhed af kvartære aflejringer, der havde "samlet Gram Formation op".

Forurening med nedfaldet materiale fra overliggende kvartære lag understøttes af forekomsten af *Achomosphaera andalousiensis*, *Habibacysta tectata* og *Labyrinthodinium truncatum truncatum*, der alle normalt har førsteforekomst i miocæne lag yngre end Bastrup sand. Desuden er der fundet en del paleocæne og eocæne dinoflagellater i prøven, der ikke er fundet blandt selskabet af omljrede dinoflagellater i de øvrige prøver. Det er yderligere et indicium på caving af kvartære sedimenter. Også det markante skifte i sammensætningen af ferskvandsalger i denne prøve, fra en dominans af *Botryococcus*, *Mougeotia laetevirens* og *Pseudokomewuia* aff. *granulata* til en dominans af *Pediastrum*, indikerer at denne prøve for en stor del består af nedfaldet yngre materiale frem for materiale *in situ*. *P.* aff. *granulata* kendes kun fra miocæne aflejringer, mens *Pediastrum* også findes i nutiden. Også prøven fra 48 m antages at være forurennet med nedfaldet materiale. Her er ganske vist ikke fundet *H. tenuispinosum*, men *H. tectata* optræder også i denne prøve og her ses samme tendens i sammensætningen af ferskvandsalge-selskabet.

Aflejringsmiljø:

I intervallet henført til nedre Arnum Formation er der en relativt høj hyppighed og diversitet af marine dinoflagellater. I visse niveauer, f.eks. i 97 m og 84 m udgør ferskvandsalgerne dog en stor del af de optalte palynomorfer. Især *Botryococcus*, *Mougeotia laetevirens* og *Pseudokomewuia* aff. *granulata* optræder hyppigt. Dinoflagellatslægten *Homotryblium* forekommer kun sporadisk. Disse observationer indikerer et åbent marint aflejringsmiljø med varierende, men relativt stor, influx af ferskvand (Brinkhuis 1994; Dybkjær 2004a,b).

Intervallet med Bastrup sand er derimod karakteriseret ved at indeholde meget få dinoflagellater, hvoraf en stor del tolkes til at være et resultat af forurening af prøven med nedfaldet materiale og/eller omlejring. Til gengæld forekommer der mange ferskvandsalger, især dominerer *Botryococcus*, *Mougeotia laetevirens* og *Pseudokomewuia* aff. *granulata*, mens forekomsten af *Pediastrum* formodes overvejende at skyldes caving. Denne sammensætning tolkes til at afspejle et ferskvandsdomineret aflejringsmiljø med periodevis influx af havvand.

Alder:

Tidlig Miocæn (tidlig til midt-Burdigalien).

Sidsteforekomsten af *Thalassiphora pelagica* i 93 m og førsteforekomsten af *Hystrichosphaeropsis obscura* i 61 m indikerer en alder ikke ældre end tidlig til midt-Burdigalien, mens sidsteforekomsten af *Tityrosphaeridium cantharellus* i 48 m indikerer en alder ikke yngre end midt-Burdigalien (de Verteuil & Norris 1996; Hardenbol *et al.* 1998; Williams *et al.* 2004) (fig. 7).

Skiftet fra en dominerende til en sporadisk forekomst af *Homotryblium* spp. er i mange boringer karakteristisk for overgangen fra Vejle Fjord Formationen til den nederste del af Arnum Formationen. Samtidigt er sidsteforekomsten af *Thalassiphora pelagica* karakteristisk for den nedre del af Arnum Formationen (Dybkjær 2004a). Forekomsten af *Caligodinium amiculum*, *Deflandrea phosphoritica* og *Membranophoridium aspinatum* i intervallet henført til den nedre del af Arnum Formationen (i intervallet 110–76 m) antages at skyldes omlejring.

Foraminifer/nannofossil-zonering:

Intervallet fra sidsteforekomsten af *T. pelagica* til sidsteforekomsten af *T. cantharellus* kan korreleres til NN3 – nederste del af NN4 i nannoplanktonzoneringen af Martini (1971). Laursen & Kristoffersen (1999) har identificeret NSP11 og NSB10I – 10II i foraminiferzoneringen af King (1989) i Arnum Formationen. Dette stemmer fint overens med dateringerne baseret på dinoflagellater.

Øvre Arnum Formation**Tilstedeværelse:**

Den øvre del af Arnum Formationen formodes at være repræsenteret fra 40–38 m. Grænsen mellem den miocæne lagserie og den overliggende kvartære lagpakke er tolket til at ligge ved 38 m.

Dinoflagellatselskab:

Spiniferites spp. dominerer i begge de to prøver (40 m og 39 m), der repræsenterer denne litostratigrafiske enhed. *Hystrichokolpoma rigaudiae* og *Melitasphaeridium choanophorum* forekommer jævnlige. Forekomsten af *Apteodinium tectatum* og *Hystrichosphaeropsis obscura* er typisk for den øvre del af Arnum Formationen.

Dinoflagellatselskabet i øvre Arnum Formation i de tre boringer, der indgår i nærværende studie adskiller sig dog væsentligt fra det selskab der tidligere er anset for at være karakteristisk for denne enhed. Generelt er såvel antallet som diversiteten af dinoflagellater usædvanligt lavt og flere af de karakteristiske arter, f.eks. *Exochosphaeridium insigne*, *Labyrinthodinium truncatum truncatum*, *Palaeocystodinium miocaenicum/minor* og *Polysphaeridium zoharyi*, mangler eller optræder meget sporadisk. Det karakteristiske acme af *Apteodinium tectatum* er heller ikke registreret. Et tilsvarende meget tyndt og artsfattigt dinoflagellat selskab er tidligere fundet i Holstebro boringen, i det nederste af to intervaller henført til øvre Arnum Formation. Det er derfor muligt at de intervaller, der i de her under-

søgte borer er henført til øvre Arnum Formation, samt det omtalte interval i Holstebro boringen udgør en del af øvre Arnum Formation, der blev aflejret i et miljø præget af større influx af ferskvand end den "typiske" øvre Arnum Formation. Henføringen af disse intervaller til den øvre del af Arnum Formationen bygger således i høj grad på seismiske data og log korrelationer.

Aflejringsmiljø:

Såvel den relative hyppighed som diversiteten af dinoflagellater er lav, men dog noget højere end i den underliggende enhed, henført til Bastrup sand. Dominansen af acritarchen *Cyclopsiella elliptica* indikerer et kystnært, måske brakvandsmiljø (Head & Wrenn 1992). Endelig indikerer dominansen af *Botryococcus* og den almindelige forekomst af *Pseudokomewuia* aff. *granulata* et stort ferskvandsinflux. Samlet set tolkes aflejringsmiljøet til et meget kystnært, marint aflejringsmiljø med stor ferskvandsinflux.

Alder:

Tidlig Miocæn (Burdigalien).

Førsteforekomsten af *Hystrichosphaeropsis obscura* i 61 m og sidsteforekomsten af *Tityrosphaeridium cantharellus* i 48 m (begge i det underliggende Bastrup sand) indikerer en midt-Burdigalien alder (de Verteuil & Norris 1996; Hardenbol *et al.* 1998). Sidsteforekomsten af *T. cantharellus* findes normalt nær overgangen mellem øvre Arnum Formation og Odderup Formationen. Sidsteforekomsten i Bastrup sandet i denne boring formodes derfor at ligge "for lavt" og skyldes det meget sporadiske dinoflagellat selskab i de to øverste prøver.

På basis af seismiske data og logkorrelationer kan intervallet med stor sikkerhed henføres til den øvre del af Arnum Formationen. Alderen af den øvre del af Arnum er ifølge tidligere studier Burdigalien til tidlig Langhien (Piasecki *et al.* 2004; Dybkjær *et al.* 2005). Her er kun repræsenteret den ældste del af øvre Arnum Formation.

Foraminifer/nannofossil-zonering:

Ifølge Hardenbol *et al.* (1998) kan intervallet fra førsteforekomsten af *H. obscura* til sidsteforekomsten af *T. cantharellus* korreleres til NN3 – nederste del af NN4 (Martini 1971). Laursen & Kristoffersen (1999) har identificeret NSP11 og NSB10I – 10II i foraminiferzoneringen af King (1989) i Arnum Formationen. Dette stemmer fint overens med dateringerne baseret på dinoflagellater.

Klosterhede (bilag 2)

Vejle Fjord Formation

Vejle Fjord Ler

Tilstedeværelse:

Intervallerne fra 270–178 m er henført til Vejle Fjord Ler (fig. 5).

Dinoflagellatselskab:

Homotryblium plectilum og *Spiniferites* spp. dominerer selskabet, mens *Dapsilidinium pseudocolligerum*, *Hystriocholpoma rigaudiae*, *Impletosphaeridium insolitum*, *Lingulodinium machaerophorum* og *Operculodinium* spp. forekommer jævnligt.

Dominansen af *Homotryblium*, samt den sporadiske forekomst af *Caligodinium amiculum*, *Chiropteridium galea*, *Deflandrea phosphoritica* og *Membranophoridium aspinatum* er karakteristiske for denne litostratigrafiske enhed. Der blev fundet omlejrrede dinoflagellater i alle prøver. Hovedparten af disse er fra Palæogenen, men enkelte er øvre jurassiske eller cretassiske (f.eks. *Sirmiodinium grossii*, *Muderongia* spp., og *Chatangiella* spp.).

Aflejringsmiljø:

Fersk- til brakvandsalgen *Botryococcus* udgør i nogle intervaller (ved 243 m, 187 m og 182 m) over 85% af det samlede antal registrerede palynomorfer, men den relative hyppighed varierer mellem 5% og 86%. De øvrige ferskvandsalger forekommer sporadisk.

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.

Alder:

Seneste sen Oligocæn (seneste Chattien) – tidligste Miocæn (Aquitainen).

Fraværet af *Distatodinium biffi* indikerer en alder ikke ældre end seneste Sen Oligocæn (seneste Chattien). Den sporadiske forekomst af *Caligodinium amiculum* op til 120 m og den sporadiske forekomst af *Chiropteridium galea* (op til 199 m) og af *Deflandrea phosphoritica* (op til 182 m) indikerer en alder ikke yngre end tidligste Miocæn (Aquitainen) (Hardenbol *et al.* 1998; Williams *et al.* 2004) (fig. 7).

En dominerende eller almindelige forekomst af *Homotryblium* har vist sig at være karakteristisk for Vejle Fjord Formationen. Den sporadiske forekomst af *Caligodinium amiculum*, *Chiropteridium galea*, *Deflandrea phosphoritica* og *Membranophoridium aspinatum* er ligeledes karakteristisk, alle fire med sidsteforekomst internt eller ved toppen af formationen (Dybkjær 2004a).

Forekomsten af *C. amiculum* og *D. phosphoritica* op gennem den overliggende enhed, i 177–54 m, skyldes formodentligt omlejring, se afsnittet om nedre del af Arnum Formatio-

nen. Forekomsterne af *C. galea* og *M. aspinatum* i 171 m er ligeledes tolket som værende et resultat af omlejring.

Foraminifer/nannoplankton-zonering:

Ifølge Hardenbol *et al.* (1998) og Williams *et al.* (2004) kan de ovenfor nævnte dinoflagellatbiohorisonter (fra sidsteforekomst af *D. biffi* til sidsteforekomst af *C. amiculum*) korreleres til den øverste del af NP25 – nederste del af NN2 i nannoplanktonzoneringen af Martini (1971). Ifølge Laursen & Kristoffersen (1999) korrelerer successionen mellem Brejning Leret og Arnum Formationen i Høruphav boringen til foraminifer-zonerne NSP10–11 og NSB9 i foraminiferzoneringen af King (1989), hvilket stemmer fint overens med dateringen baseret på dinoflagellater.

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 178–95 m. Bastrup sand forekommer fra 141–95 m.

Dinoflagellatselskab:

Spiniferites spp. er den dominerende dinoflagellat i alle prøver i denne litologiske enhed. Desuden dominerer *Dapsilidinium pseudocolligerum* og *Operculodinium* spp. i visse intervaller. *Apteodinium tectatum*, *A. spiridoides* og *Hystrichokolpoma rigaudia* optræder almindeligt til jævnligt, mens *Cribroperidinium tenuitabulatum*, *Lingulodinium machaerophorum*, *Operculodinium centrocarpum*, *Spiniferites pseudofurcatus* og *Systematophora placantha* optræder jævnligt. *Homotryblium* optræder kun sporadisk bortset fra i den nederste prøve i denne enhed, ved 177 m, der repræsenterer overgangen fra Vejle Fjord Formationen til Arnum Formationen. Førsteforekomsten af *Apteodinium tectatum* i 151 m er af stratigrafisk betydning.

Der er fundet omlejrrede dinoflagellater i de fleste af prøverne i denne enhed. De omlejrrede dinoflagellater repræsenterer aflejringer fra Kridt og Palæogen. Forekomsterne af *Chiropteridium galea* og *Membranophoridium aspinatum* i 171 m og af *Deflandrea phosphoritica* og *Caligodinium amiculum* op gennem hele enheden tolkes også som et resultat af omlejring, 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 5% og 45% af de registrerede palynomorfer. Den relative hyppighed af dinoflagellater og dinoflagellat diversiteten varierer en del, men slægten *Homotryblium* optræder kun sporadisk.

I intervallet henført til Bastrup sand udgør *Botryococcus* kun mellem 9% og 16%. Desuden optræder ferskvandsalgen *Mougeotia laetevirens* almindeligt til dominerende, mens svampesporer ("fungale clusters") dominerer. Også her varierer den relative hyppighed af dinoflagellater og dinoflagellat diversiteten en del.

Denne sammensætning indikerer et kystnært, marint aflejningsmiljø med varierende ferskvandsinflux fra land. De niveauer, hvor der er flest ferskvandsalger og svampesporer, må formodes at repræsenterer de perioder, hvor der var størst ferskvandsinflux.

Alder:

Tidlig Miocæn (tidlig til midt-Burdigalien).

Sidsteforekomsten af *Chiropteridium galea* i 199 m, og af *Caligodinium amiculum* og *Deflandrea phosphoritica* i 182 m indikerer en alder ikke ældre end sen Aquitanian, mens forekomsten af *Tityrosphaeridium cantharellus* i 54 m (den øverste prøve) indikerer en alder ikke yngre end midt-Burdigalien (de Verteuil & Norris 1996; Hardenbol *et al.* 1998; Williams *et al.* 2004) (fig. 7).

Skiftet fra en dominerende til en sporadisk forekomst af *Homotryblium* spp. 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. Forekomsten af *Caligodinium amiculum* og *Deflandrea phosphoritica* i intervallet henført til den nedre del af Arnum Formationen (178 m–95 m) antages at skyldes omlejring.

Foraminifer/nannofossil-zonering:

Intervallet fra sidsteforekomsten af *C. amiculum* til sidsteforekomsten af *T. cantharellus* kan korreleres til midterste del af NN2 til nederste del af NN4 (Martini 1971). Laursen & Kristoffersen (1999) har identificeret NSP11 og NSB10I – 10II i foraminiferzoneringen af King (1989) i Arnum Formationen. Dette stemmer fint overens med dateringerne baseret på dinoflagellater.

Øvre Arnum Formation og Odderup sand

Tilstedeværelse:

Den øvre del af Arnum Formationen er repræsenteret i intervallet fra 95–52 m, med et mellemliggende interval fra 70–61 m henført til "Odderup sand". "Odderup sand" anvendes her om sandlag, der er mellemljret i øvre Arnum marint ler, men som litologisk svarer til Odderup Formationen. Intervallet fra 52–31 m er henført til Odderup Formationen, men der er ikke udtaget prøver til palynologi fra dette interval. Grænsen mellem den miocæne lagserie og den overliggende kvartære lagpakke er tolket til at ligge ved 31 m (fig. 5).

Dinoflagellatselskab:

Operculodinium spp. og *Spiniferites* spp. dominerer dette interval. I den øverste prøve ved 54 m dominerer desuden *Apteodinium australiense*. *Dapsilidinium pastielsii*, *Hystriocholopoma rigaudiae*, *Melitasphaeridium choanophorum "reductum"* og *Systematophora placacantha* forekommer almindeligt, mens *Cribooperidinium tenuitabulatum*, *Dapsilidinium pseudocolligerum*, *Homotryblium tenuispinosum*, *Impletosphaeridium insolitum*, *Lingulodinium machaerophorum*, *Operculodinium centrocarpum*, *Polysphaeridium zoharyi*, samt *Tityrosphaeridium cantharellus* forekommer jævnlige.

Forekomsten af *Tityrosphaeridium cantharellus* op gennem hele enheden, samt førsteforekomsten af *Exochosphaeridium insigne* i 56 m har stratigrafisk betydning.

Som omtalt i afsnittet under Assing Mølleby er dinoflagellat selskaberne i intervallerne henført til øvre Arnum Formation i de undersøgte borerer noget atypiske. I Klosterhede boringen varierer hyppigheden og diversiteten af dinoflagellat cyster meget indenfor denne enhed og de fleste af de stratigrafisk vigtige arter er mangler.

Aflejringsmiljø:

I intervallet fra 95 m til 81 m er der meget få dinoflagellater, mens ferskvandsalger, er meget hyppige. De ferskvandsalger, der (på skift) er mest hyppige er *Botryococcus*, *Mougeotia laetevirens*, samt *Pseudokomewuia* aff. *granulata*. Der er desuden registreret en del svampesporer i dette interval.

I intervallet fra 81 m og op til toppen af det studerede interval ved 54 m, forekommer der markant flere dinoflagellater og diversiteten er ligeledes markant højere. Slægten *Homotryblium* optræder dog kun sporadisk til jævnlige. I dette interval er *Botryococcus*, *Pediastrum* og *Pseudokomewuia* aff. *granulata* de mest almindelige forekommende ferskvandsalger.

Disse observationer indikerer et kystnært marint aflejringsmiljø med en varierende, men til tider stor, ferskvandsinflux. Især i intervallet fra 95–81 m har influxen af ferskvand - og ferskvandsalger været stor.

Alder:

Tidlig Miocæn (Burdigalien).

Sidsteforekomsten af *Caligodinium amiculum* i 182 m (øverst i Vejle Fjord Formationen) indikerer en alder ikke ældre end sen Aquitanien. Førsteforekomsten af *Exochosphaeridium insigne* i 56 m indikerer en alder ikke ældre end Burdigalien, mens forekomsten af *Tityrosphaeridium cantharellus* i den øverste af de undersøgte prøver, ved 54 m, indikerer en alder ikke yngre end midt-Burdigalien (de Verteuil & Norris 1996; Hardenbol *et al.* 1998) (fig. 7). Sidsteforekomsten af *T. cantharellus* findes normalt nær overgangen mellem øvre Arnum Formation og Odderup Formationen. Forekomsten op gennem hele denne enhed indikerer derfor at det kun er den ældste del af øvre Arnum Formation/Odderup Formation, der er repræsenteret i Klosterhede boringen. Det kunne også være forklaringen på at den "typiske" øvre Arnum udvikling med akme af *Apteodinium*-slægten (især *A. tectatum*) ikke er fundet. I den øverste af de undersøgte prøver, ved 54 m, ses dog en brat stigning i den relative hyppighed af *Apteodinium australiense*, der kunne repræsentere starten på denne udvikling.

Alderen af øvre Arnum Formation er ifølge tidligere studier Burdigalien til tidlig Langhien (Piasecki *et al.* 2004; Dybkjær *et al.* 2005).

Foraminifer/nannofossil-zonering:

Ifølge Hardenbol *et al.* (1998) kan intervallet fra sidsteforekomsten af *C. amiculum* til sidsteforekomsten af *T. cantharellus* korreleres til midterste NN2 – nederste del af NN4 Martini (1971). Laursen & Kristoffersen (1999) har identificeret NSP12II og NSB10II – 11II? i foraminiferzoneringen af King (1989) i Arnum Formationen. Dette stemmer fint overens med dateringerne baseret på dinoflagellater.

Torsbæk (bilag 3)

Vejle Fjord Formation

Vejle Fjord Ler

Tilstedeværelse:

Intervallerne fra 220–177 m er henført til Vejle Fjord Ler (fig. 6).

Dinoflagellatselskab:

Dapsilidinium pseudocolligerum, *Homotryblium plectilum*, *H. tenuispinosum* og *Spiniferites* spp. dominerer selskabet. I én prøve ved 180 m dominerer *Polysphaeridium zoharyi*. *Hystrichokolpoma rigaudiae*, *Membranilarnacia* cf. *picena* group, *Operculodinium centrocarpum* og *Spiniferites crassivariabilis* type (Strauss & Lund) forekommer almindeligt, mens *Melitasphaeridium choanophorum* og *Tityrosphaeridium cantharellus* forekommer jævnlige.

Dominansen af *Homotryblium*, den konsistente forekomst af *Membranilarnacia* cf. *picena* group, samt den sporadiske forekomst af *Caligodinium amiculum* og *Deflandrea phosphoritica* er karakteristiske for denne litostratigrafiske enhed. Der blev fundet enkelte omløjrede, palæogene dinoflagellater i en del af prøverne.

Aflejringsmiljø:

Fersk- til brakvandsalgen *Botryococcus* forekommer almindeligt i den nedre del af enheden, mens den dominerer i den øvre del.

Blandt dinoflagellaterne dominerer slægten *Homotryblium*. Denne slægt forekommer hovedsageligt i afsnørede, marine aflejringsmiljøer (Brinkhuis 1994; Dybkjær 2004b). I Torsbæk boringen dominerer *H. tenuispinosum* i størstedelen af det interval, der er henført til Vejle Fjord Leret. Kun i prøverne 200 m og 198 m er der flest *H. plectilum*. Ifølge Dybkjær (2004b) optræder *H. plectilum* hyppigst i de mest proximale aflejringsmiljøer, mens *H. tenuispinosum* tilsyneladende foretrækker lidt mere distale miljøer. Dominansen af *P. zoharyi* i prøven ved 180 m indikerer formodentligt et lagunalt aflejringsmiljø (Torricelli *et al.* 2006). Disse observationer tyder på et delvist afsnøret marint, formodentligt brakvandsmiljø, med stor influx af ferskvand.

Alder:

Seneste sen Oligocæn (seneste Chattien) – tidligste Miocæn (Aquitainen).

Fraværet af *Distatodinium biffi* indikerer en alder ikke ældre end seneste Sen Oligocæn (seneste Chattien). Den konsistente forekomst af *Caligodinium amiculum* op til 198 m, samt den sporadiske forekomst af *Deflandrea phosphoritica* op til 181 m indikerer en alder ikke yngre end tidligste Miocæn (tidlig Aquitanien) (Hardenbol *et al.* 1998; Williams *et al.* 2004) (fig. 7).

En dominerende eller almindelige forekomst af *Homotryblium* har vist sig at være karakteristisk for Vejle Fjord Formationen. De sporadiske forekomster af *Caligodinium amicu-*

lum, *Deflandrea phosphoritica*, samt *Membranilarnacia cf. picena* group er ligeledes karakteristiske (Dybkjær 2004a). Forekomsten af de to førstnævnte arter i intervallet fra 177–118 m skyldes formodentligt omlejring, se afsnittet om nedre del af Arnum Formationen.

Foraminifer/nannoplankton-zonering:

Ifølge Hardenbol *et al.* (1998) og Williams *et al.* (2004) kan de ovenfor nævnte dinoflagellatbiohorisonter (fra sidsteforekomst af *D. biffi* til sidsteforekomst af *C. amiculum*) korreleres til den øverste del af NP25 – nederste del af NN2 i nannoplanktonzoneringen af Martini (1971). Ifølge Laursen & Kristoffersen (1999) korrelerer successionen mellem Brejning Le-ret og Arnum Formationen i Høruphav boringen til foraminifer-zonerne NSP10–11 og NSB9 i foraminiferzoneringen af King (1989), hvilket stemmer fint overens med dateringen baseret på dinoflagellater.

Kolding Fjord formation

Tilstedeværelse:

Intervallet fra 177–170 m er henført til den uformelle enhed Kolding Fjord formation (Rasmussen & Hansen 2005).

Dinoflagellatselskab:

Spiniferites spp. dominerer i begge de prøver, der repræsenterer dette interval (175 m og 173 m, henholdsvis). Desuden dominerer *Hystrichokolpoma rigaudiae* i prøven ved 173m. *Operculodinium centrocarpum* forekommer almindeligt til jævnlige, mens *Operculodinium* sp. 3 de Verteuil & Norris 1996, *Polysphaeridium zoharyi*, samt *Spiniferites crassivariabilis* type (Strauss & Lund) optræder jævnlige. *Homotryblium* forekommer kun sporadisk i modsætning til i det underliggende interval. Førsteforekomsten af *Sumatradinium hamulatum* er af stratigrafisk betydning.

Der blev kun fundet enkelte omlejrrede dinoflagellater, alle fra Palæogen.

Aflejringsmiljø:

Der ses en kraftig dominans af *Botryococcus*, især i prøven ved 175 m, mens de øvrige ferskvandsalger forekommer sporadisk. Der er en hyppig forekomst af acritarcher. Blandt dinoflagellaterne dominerer *Spiniferites* og *Hystrichokolpoma rigaudiae*, mens *Homotryblium* kun forekommer sporadisk. Disse observationer indikerer samlet at der sker en markant ændring i aflejringsmiljøet på overgangen mellem Vejle Fjord Formationen og Kolding Fjord formationen, formodentligt fra et afsnøret brakvandsmiljø til et mere åbent marint miljø med stor ferskvandsinflux.

Alder:

Tidlig Miocæn (tidlig til midt-Burdigalien).

Sidsteforekomsten af *Deflandrea phosphoritica* i 181 m og af *Caligodinium amiculum* i 194 m (begge i den underliggende enhed), indikerer en alder ikke ældre end Aquitanien (forekomsten af disse arter i hhv. Kolding Fjord formationen og i Bastrup sandet er her tolket som værende et resultat af omlejring). Sidsteforekomsten af *Thalassiphora pelagica* i 126

m samt af *Tityrosphaeridium cantharellus* i 107 m (begge over denne enhed) indikerer en alder ikke yngre end midt-Burdigalien (Hardenbol *et al.* 1998) (fig. 7).

Skiftet fra en dominerende til en sporadisk forekomst af *Homotryblium* spp. har i tidligere studier vist sig at være karakteristisk for overgangen fra Vejle Fjord Formationen til enten Kolding Fjord formation (hvor den er tilstede) eller til den nederste del af Arnum Formationen (Dybkjær & Rasmussen 2000; Dybkjær 2004a; Rasmussen & Dybkjær 2005). Samtidigt har disse studier dateret Kolding Fjord/nedre Arnum Formation til tidlig til midt-Burdigalien. Desuden er førsteforekomsten af *S. hamulatum* i 173 m og sidsteforekomsten af *Thalassiphora pelagica* i 126 m karakteristisk for den nedre del af Arnum Formationen (Dybkjær 2004a; Rasmussen & Dybkjær 2005).

Foraminifer/nannofossil-zonering:

Ifølge Hardenbol *et al.* (1998) kan intervallet fra sidsteforekomst af *C. amiculum* til sidsteforekomsten af *T. cantharellus* korreleres til intervallet fra den midterste del af NN2 til den nederste del af NN4 i nannoplanktonzoneringen af Martini (1971). Ifølge Laursen & Kristoffersen (1999) korrelerer successionen mellem Brejning Leret og Arnum Formationen i Høruphav boringen til foraminifer-zonerne NSP10–11 og NSB9 i foraminiferzoneringen af King (1989), hvilket stemmer fint overens med dateringen baseret på dinoflagellater.

Arnum Formation

Bastrup sand

Tilstedeværelse:

Intervallet fra 170–118 m er henført til Bastrup sand.

Dinoflagellatselskab:

Apteodinium australiense, *A. cf. australiense*, *A. tectatum*, *Operculodinium centrocarpum* samt *Spiniferites* spp. dominerer i denne enhed. *Dapsilidinium pseudocolligerum*, *Hystri-chokolpoma rigaudiae* og *Impletosphaeridium insolitum* forekommer almindeligt, mens *Apteodinium spiridoides*, *Lingulodinium machaerophorum*, *Melitasphaeridium choanophorum*, *Spiniferites crassivariabilis* type (Strauss & Lund), *Systematophora placacantha*, samt *Tityrosphaeridium cantharellus* optræder jævnlige. Førsteforekomsten af *Hystri-chosphaeropsis obscura* og sidsteforekomsten af *Thalassiphora pelagica*, begge i 126 m, har stratigrafisk betydning.

Der er registreret omløjrede dinocyster i alle prøver fra denne enhed, alle fra Palæogen.

Aflejringsmiljø:

I den nedre del af enheden blev der fundet et relativt rigt og diversst dinoflagellat selskab, især karakteriseret ved en dominans af *Apteodinium*, mens andelen af ferskvandsalger er

beskeden. Ferskvandsalgerne er her domineret af *Botryococcus* og *Pseudokomewuia* aff. *granulata*. I den øvre del af enheden er der færre dinoflagellater, mens både *Botryococcus*, *Pediastrum* og *Pseudokomewuia* aff. *granulata* optræder hyppigt.

Disse observationer indikerer samlet et åbent marint aflejringsmiljø med varierende ferskvandsinflux, størst i den øvre del af enheden.

Alder:

Tidlig Miocæn (tidlig til midt-Burdigalien).

Sidsteforekomsten af *Thalassiphora pelagica* og førsteforekomsten af *Hystrichosphaeropsis obscura*, begge i 126 m, indikerer en alder ikke ældre end tidlig til midt-Burdigalien, mens sidsteforekomsten af *Tityrosphaeridium cantharellus* i 89 m indikerer en alder ikke yngre end midt-Burdigalien (de Verteuil & Norris 1996; Hardenbol *et al.* 1998; Williams *et al.* 2004) (fig. 7). Forekomsten af *Caligodinium amiculum* og *Deflandrea phosphoritica* i intervallet henført til Bastrup sand antages at skyldes omlejring.

Foraminifer/nannofossil-zonering:

Intervallet fra sidsteforekomsten af *T. pelagica* til sidsteforekomsten af *T. cantharellus* kan korreleres til NN3 – nederste del af NN4 i nannoplanktonzoneringen af Martini (1971). Laursen & Kristoffersen (1999) har identificeret NSP11 og NSB10I – 10II i foraminiferzoneringen af King (1989) i Arnum Formationen. Dette stemmer fint overens med dateringerne baseret på dinoflagellater.

Øvre Arnum Formation og Odderup sand

Tilstedeværelse:

Den øvre del af Arnum Formationen er repræsenteret i intervallet fra 118–78 m, med et mellemliggende interval fra 105–92 m henført til Odderup sand. Som nævnt under Klosterhede boringen anvendes "Odderup sand" her om sandlag, der litologisk svarer til Odderup Formationen og som mellemljrer den marine øvre Arnum Formation. Grænsen mellem den miocæne lagserie og den overliggende kvartære lagpakke er tolket til at ligge ved 78 m (fig. 6).

Dinoflagellatselskab:

Dapsilidinium pseudocolligerum, *Operculodinium centrocarpum* og især *Spiniferites* spp. dominerer dette interval. I den øvre del (89–80 m) dominerer desuden *Apteodinium* cf. *australiense*. *Hystrichokolpoma rigaudiae*, *Impletosphaeridium insolitum*, samt *Lingulodinium machaerophorum* forekommer almindeligt, mens *Melitasphaeridium choanophorum*, *Spiniferites crassivariabilis* type (Strauss & Lund), og *Systematophora placacantha* forekommer jævnlgt. Desuden forekommer *Hystrichokolpoma "reductum"* jævnlgt i den øverste del af enheden, fra 89–79 m.

Sidsteforekomsten af *Tityrosphaeridium cantharellus* i 107 m, førsteforekomsten af *Exochosphaeridium insigne*, *Labyrinthodinium truncatum truncatum* og af *Palaeocystodi-*

nium miocaenicum/minor i 105 m, samt førsteforekomsten af *Habibacysta tectata* i 80 m har stratigrafisk betydning.

Som omtalt i afsnittet under Assing Mølleby boringen er dinoflagellat selskaberne i intervallerne henført til øvre Arnum Formation i de undersøgte borerer noget atypiske. I Torsbæk boringen er hyppigheden og diversiteten af dinoflagellat cyster dog væsentlig højere end i Assing Mølleby og flere af de stratigrafisk vigtige arter er tilstede.

Aflejringsmiljø:

De to intervaller henført til øvre Arnum Formation (118–105 m og 92–78 m) er karakteriseret af en relativt stor hyppighed og diversitet af dinoflagellater og en lav hyppighed af ferskvandsalger. Blandt ferskvandsalgerne dominerer *Botryococcus*, mens *Pediastrum* og *Pseudokomewuia* aff. *granulata* forekommer jævnligt.

Intervallet henført til Odderup sand er kun repræsenteret af prøven ved 105 m, lige ved basis af enheden. Sammensætningen af palynomorfer i denne prøve adskiller sig ikke væsentligt fra prøverne i intervallerne henført til øvre Arnum Formation. Der ses dog en svag tendens mod en lavere hyppighed af dinoflagellater og en stigning i hyppighed af ferskvandsalger. Samlet set tolkes aflejringsmiljøet til et marint aflejringsmiljø med nogen ferskvandsinflux.

Alder:

Tidlig til Mellem Miocæn (tidlig Burdigalien – Serravallien).

Sidsteforekomsten af *Thalassiphora pelagica* og førsteforekomsten af *Hystrichosphaeropsis obscura*, begge i 126 m (i den underliggende enhed refereret til Bastrup sand) indikerer en alder ikke ældre end tidlig til midt-Burdigalien (de Verteuil & Norris 1996; Hardenbol *et al.* 1998). Førsteforekomsten af *Exochosphaeridium insigne* og sidsteforekomsten af *Tityrosphaeridium cantharellus* i 107 m indikerer en midt-Burdigalien alder, mens førsteforekomsten af *Palaeocystodinium miocaenicum* og *Labyrinthodinium truncatum truncatum* i 105 m indikerer en alder ikke ældre end seneste Burdigalien og Langhien, henholdsvis (de Verteuil & Norris 1996; Williams *et al.* 2004). Endelig indikerer førsteforekomsten af *Habibacysta tectata* i 80 m ifølge Williams *et al.* (2004) en alder ikke ældre end Serravallien.

Foraminifer/nannofossil-zonering:

Ifølge Hardenbol *et al.* (1998) kan intervallet fra FAD *H. obscura* til FAD *H. tectata* korreleres til NN3 – nederste del af NN5 i nannoplanktonzoneringen af Martini (1971). Laursen & Kristoffersen (1999) har identificeret NSP12II og NSB10II – 11II? i foraminiferzoneringen af King (1989) i Arnum Formationen. Dette stemmer fint overens med dateringerne baseret på dinoflagellater.

Regional geologisk korrelation

I figur 8 er borerne ved Assing Mølleby, Klosterhede og Torsbæk indplaceret i en regional geologisk model. Datumlinien for korrelationen er top Bastrup sand, markeret med en orange streg. Basis Miocæn (sekvensgrænsen mellem sekvens A og B ifølge Rasmussen 2004) er markeret med en prikket, grøn linie, top Billund sand/Vejle Fjord Formation er markeret med en rød streg, mens grænsen til Kvartæret er markeret med en grå streg.

Figuren viser, hvordan sandlegemerne (Billund sand, Bastrup sand og Odderup Formationen) bygger ud fra nord mod syd. Mægtige intervaller med Billund sand forekommer i Hammerum og Assing Mølleby borerne, mens det kiler ud før Torsbæk.

Bastrup sand forekommer i flere niveauer i de nordligste borer (Gudum, Klosterhede, Holstebro og Vind). I Hammerum boringen er der et næsten 80 m mægtigt interval med Bastrup sand, mens det gradvist tynder ud sydpå mod Assing Mølleby, Torsbæk og Sdr. Vium og kiler helt ud sydvest for Sdr. Vium.

Også Odderup Formationen er mægtigst i de nordligste borer og kiler gradvist ud mod syd. Aflejringerne henført til Odderup Formationen er desuden mest grovkornede i den nordlige del af området. Ved Sdr. Vium har man kun kystnære, ydre til indre strandplansaflejringer, samt mere distale stormsandsaflejringer henført til Stauning sand.

Konklusion

Baseret på data fra tre nyere borer i Ringkøbing Amt 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 tre niveauer med potentielle grundvandsmagasiner:

Billund sand, der forekommer i Assing Mølleby, er aflejret som sand ned ad en delta skråning.

Bastrup sand, der forekommer i alle tre borer, er aflejret som fluvialt sand og deltasand.

Odderup Formationen, der forekommer i Torsbæk og Klosterhede borerne, består af sandlag aflejret i forbindelse med en kystsletteudbygning.

Dele af lagserien har været noget problematisk at datere og korrelerer pga. en kraftig dominans af terrestrisk organisk materiale og en deraf følgende meget sporadisk forekomst af dinoflagellatcyster. I Assing Mølleby og i Torsbæk er der fundet et interval henført til Kolding Fjord formation, der repræsenterer en lagunal facies, tidsækvivalent med den nederste del af Arnum Formationen. Desuden forekommer der et interval nederst i den øvre del af Arnum Formationen, der er kraftigt domineret af ferskvandsalger, mens der er et meget sporadisk og lavdiverst dinoflagellat selskab. Det ellers så typiske, rige og diverse dinoflagellat selskab, som kendes fra den øvre del af Arnum Formationen fra tidligere studier er ikke fundet her. Det skyldes måske at den del af Arnum Formationen, der er repræsenteret i det undersøgte område, er ældre end den del, der indeholder det "typiske" øvre Arnum dinoflagellat selskab. En anden mulighed er, at der her er tale om en væsentlig mere kystnær facies.

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.
- 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.R. & Piasecki, S. 2003: Stratigrafi i boringerne: Fromsseier, 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 boringer i Ringkøbing Amt. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse Rapport 2005/5, 69pp.
- 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.
- Head, M.J. & Wrenn, J.H., 1992: A forum on Neogene and Quaternary dinoflagellate cysts – The edited transcript of a round table discussion held at the Second Workshop on Neogene Dinoflagellates. In: Head, M.J. & Wrenn, J.H. (eds.), *Neogene and Quaternary Dinoflagellate Cysts and Acritarchs*. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, Dallas, 1–31.
- 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., Gregeresen, 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.
- Koch, B.E. 1989: Geology of the Søby-Fasterholt area. Geological Survey of Denmark, Serie A 22, 177pp.
- Larsen, G. & Dinesen, A. 1959: Vejle Fjord Formationen ved Brejning. Sedimenterne og foraminiferfaunaen (Oligocæn–Miocæn). Danmarks geologiske Undersøgelse, 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.
- 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.
- 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-Brædstrup 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.
- Strauss, C., Lund, J.J. & Lund-Christensen, J. 2001: Miocene Dinoflagellate Cyst Biostratigraphy of the Nieder Ochtenhausen Research Borehole (NW Germany). *Geologische Jahrbuch A* 152, 395–447.
- Torricelli, S., Knezaurek, G. & Biffi, U. 2006: Sequence biostratigraphy and paleoenvironmental reconstruction in the Early Eocene Figols Group of the Tremp-Graus Basin (south-central Pyrenees, Spain). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 232, 1–35.
- Van Simaey, S., Munsterman, D. & Brinkhuis, H. 2005: Oligocene dinoflagellate cyst biostratigraphy of the southern North Sea Basin. *Review of Palaeobotany and Palynology* 134, 105–128.
- 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.
- Ziegler, P.A. 1982: Geological atlas of Western and Central Europe., 130pp. Amsterdam: Elsevier.

Bilag

- Bilag 1: Rangechart for dinoflagellater i Assing Mølleby boringen, organiseret efter sidsteforekomster. Kurverne viser de relative procenter af dinoflagellater og ferskvandsalger.
- Bilag 2: Rangechart for dinoflagellater i Klosterhede boringen, organiseret efter sidsteforekomster. Kurverne viser de relative procenter af dinoflagellater og ferskvandsalger.
- Bilag 3: Rangechart for dinoflagellater i Torsbæk boringen, organiseret efter sidsteforekomster. Kurverne viser de relative procenter af dinoflagellater og ferskvandsalger.

Figurer

- Figur 1: Kort over Midt- til Nordjylland med lokaliseringen af borerne ved Assing Mølleby, Klosterhede og Torsbæk.
- 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 oligocæne og miocæne lagserie i Midt- og Sønderjylland.
- Figur 4: Grafisk fremstilling af litologien og den litostratigrafiske opdeling i Assing Mølleby boringen korreleret med Gamma-loggen.
- Figur 5: Grafisk fremstilling af litologien og den litostratigrafiske opdeling i Klosterhede boringen korreleret med Gamma-loggen.
- Figur 6: Grafisk fremstilling af litologien og den litostratigrafiske opdeling i Torsbæk boringen korreleret med Gamma-loggen.
- Figur 7: Stratigrafisk vigtige førsteforekomster og sidsteforekomster af dinoflagellatarter korreleret til standard nannoplanktonzoner, foraminiferzoner og kronostratigrafi. Desuden er indikeret det tidsinterval, hvor indenfor hver enkelt litostratigrafisk enhed er aflejret.
- Figur 8: Korrelation mellem borerne Sdr. Vium, Torsbæk, Assing Mølleby, Hammerum, Vind, Holstebro, Klosterhede og Gudum, baseret på biostratigrafi, sedimentologi, seismiske data og logkorrelation.



Fig.01

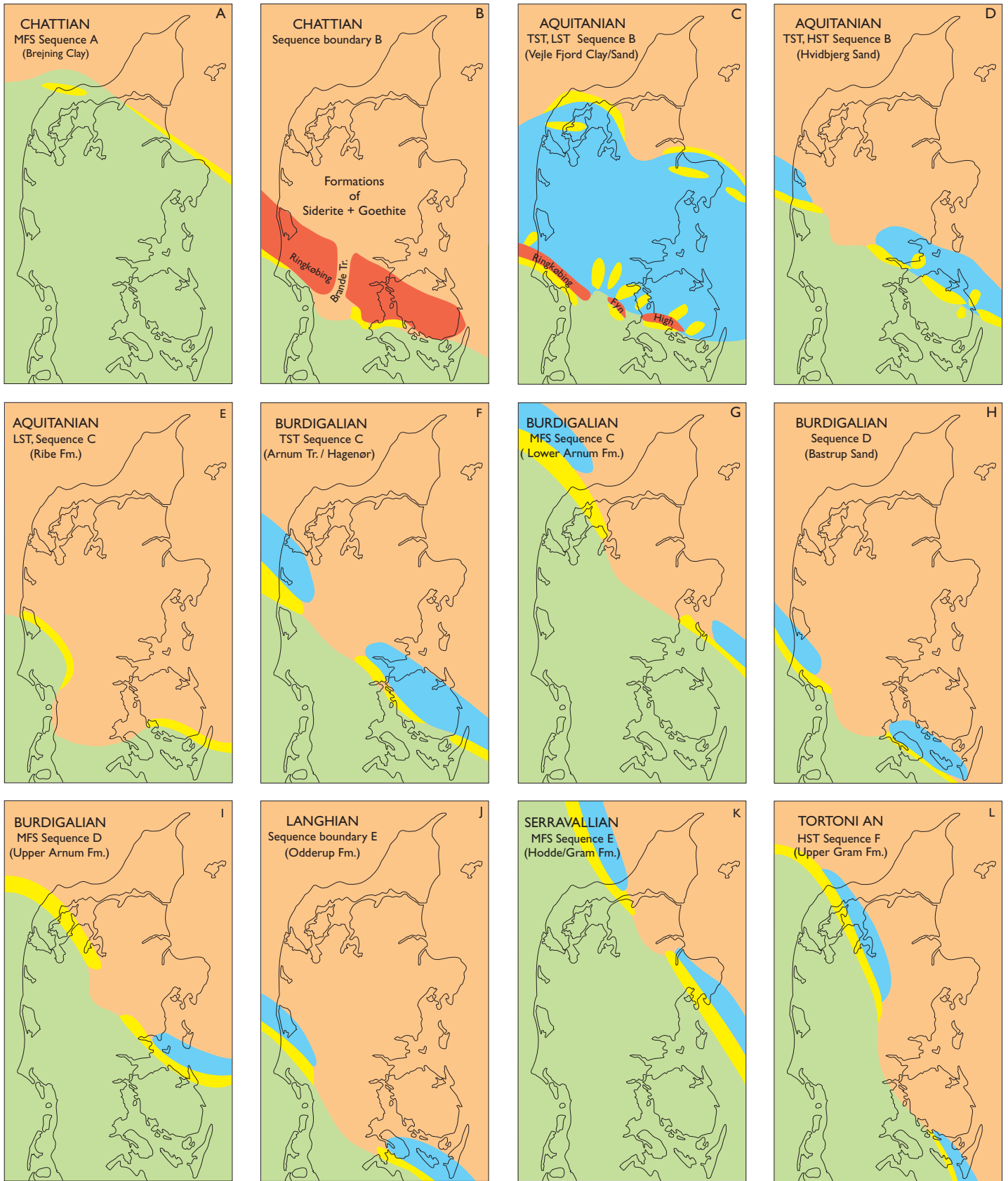


Fig.02

Assing Mølleby

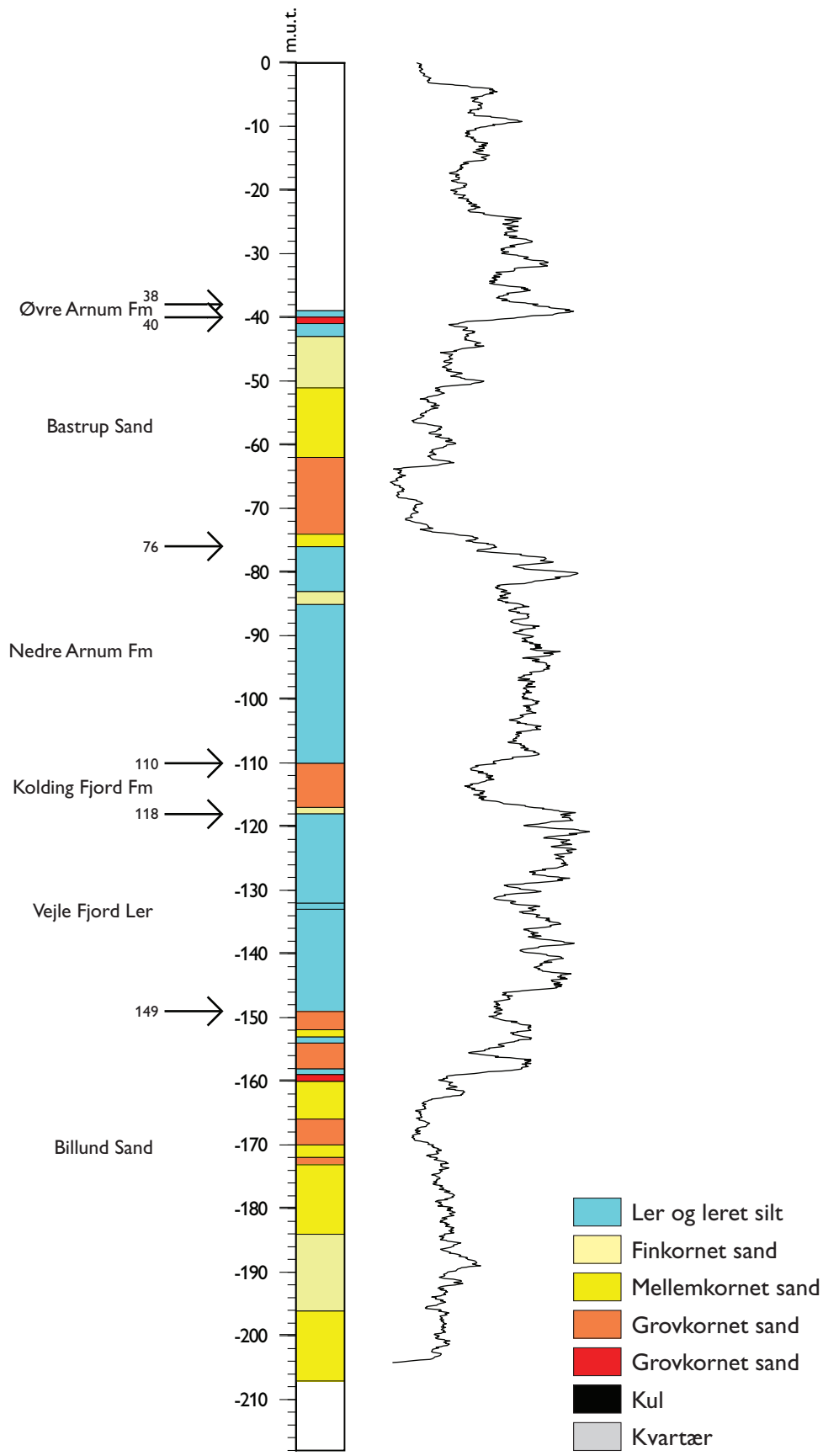


Fig.04

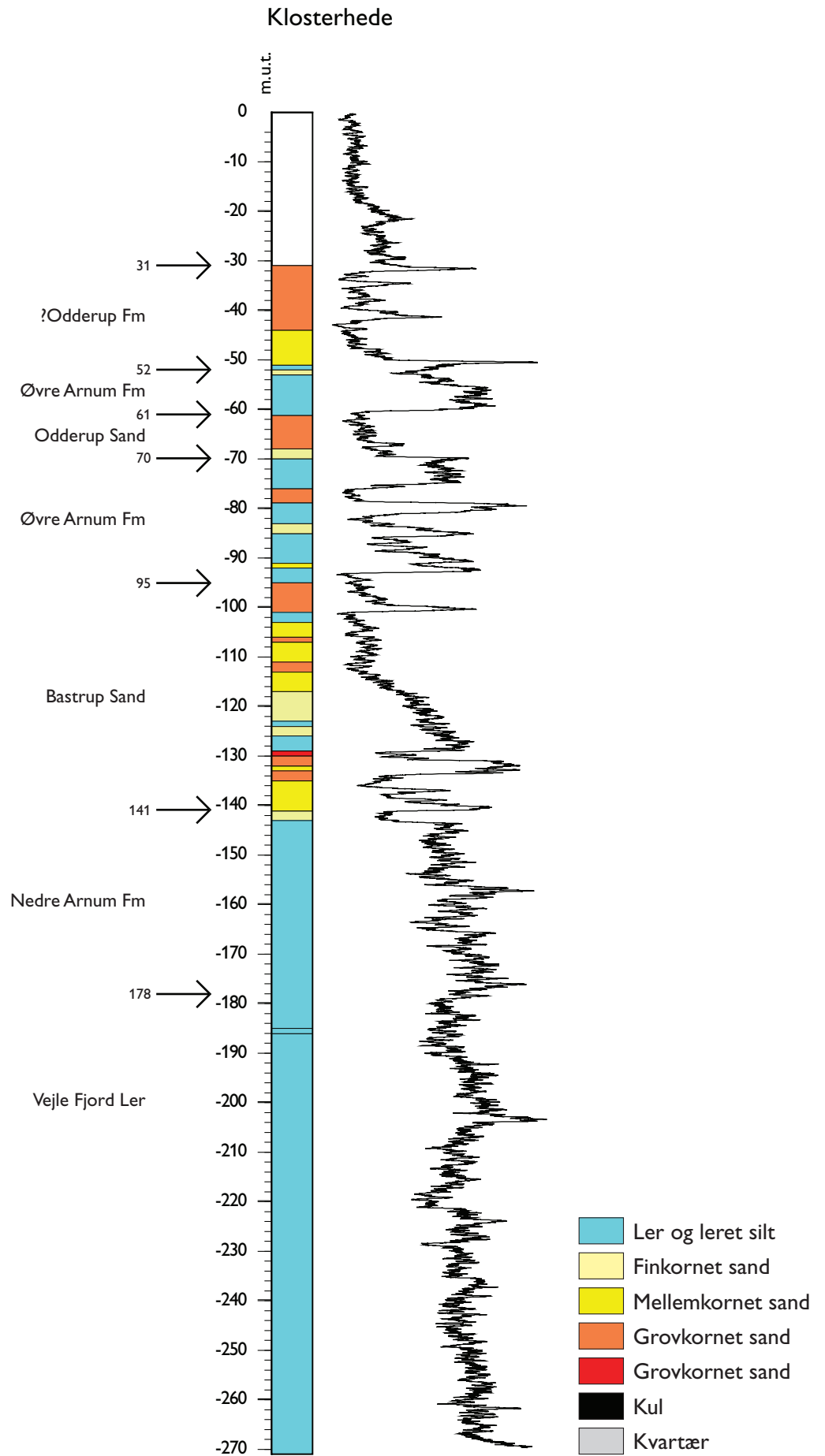


Fig.05

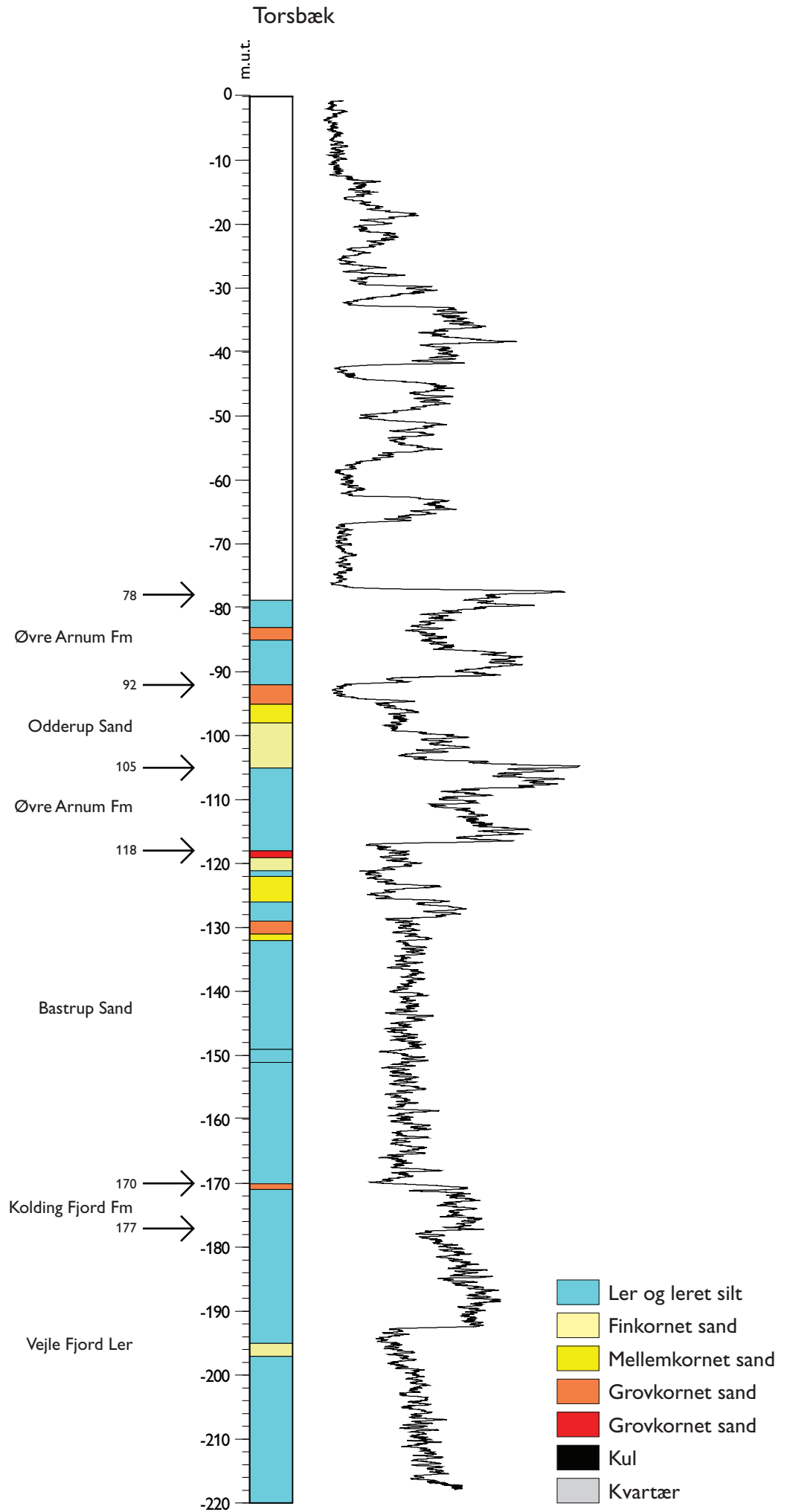


Fig.06

Nanno-plankton zonation Martini (1971)	Foraminiferal zonation Laursen & Kristoffersen (1999); King (1989)		Time in Ma.	Chrono-stratigraphy		Dinocyst-events de Verteuil & Norris (1996) Hardenbol et al., (1998) Williams et al (2004)		Possible age of lithostratigraphic units (This study)		
	NSP	NSB		FAD's	LOD's					
NN 7	13	12c pars 12b 12a	15	MIOCENE MIDDLE	SERRAVALLIAN	← <i>H. tectata</i>				
NN 6	12 II	11 II				LANG-HIAN	← <i>L. truncatum</i> ← <i>P. striato-granulosum</i>			
NN 5	12 I	11 I				BURDIGALIAN	← <i>H. obscura</i>		← <i>T. cantharellus</i> ← <i>T. pelagica</i>	
NN 4	11	10 II				AQUITANIAN	← <i>E. insigne</i>		← <i>C. amiculum</i> ← <i>D. phosphoritica</i> ← <i>C. galea</i>	
NN 3		10 I					← <i>S. hamulatum</i>			
NN 2	10	9				OLIGOCENE UPPER	CHATTIAN		← <i>D. biffi</i>	
NN 1	9c pars	8c								
NP 25		8b								
NP 24 pars	8a pars								← <i>D. biffi</i>	

Fig.07

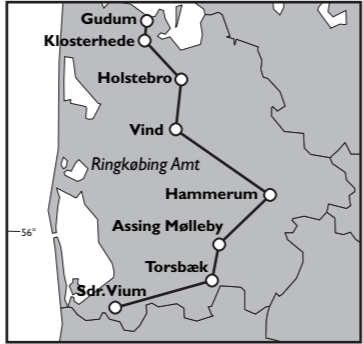
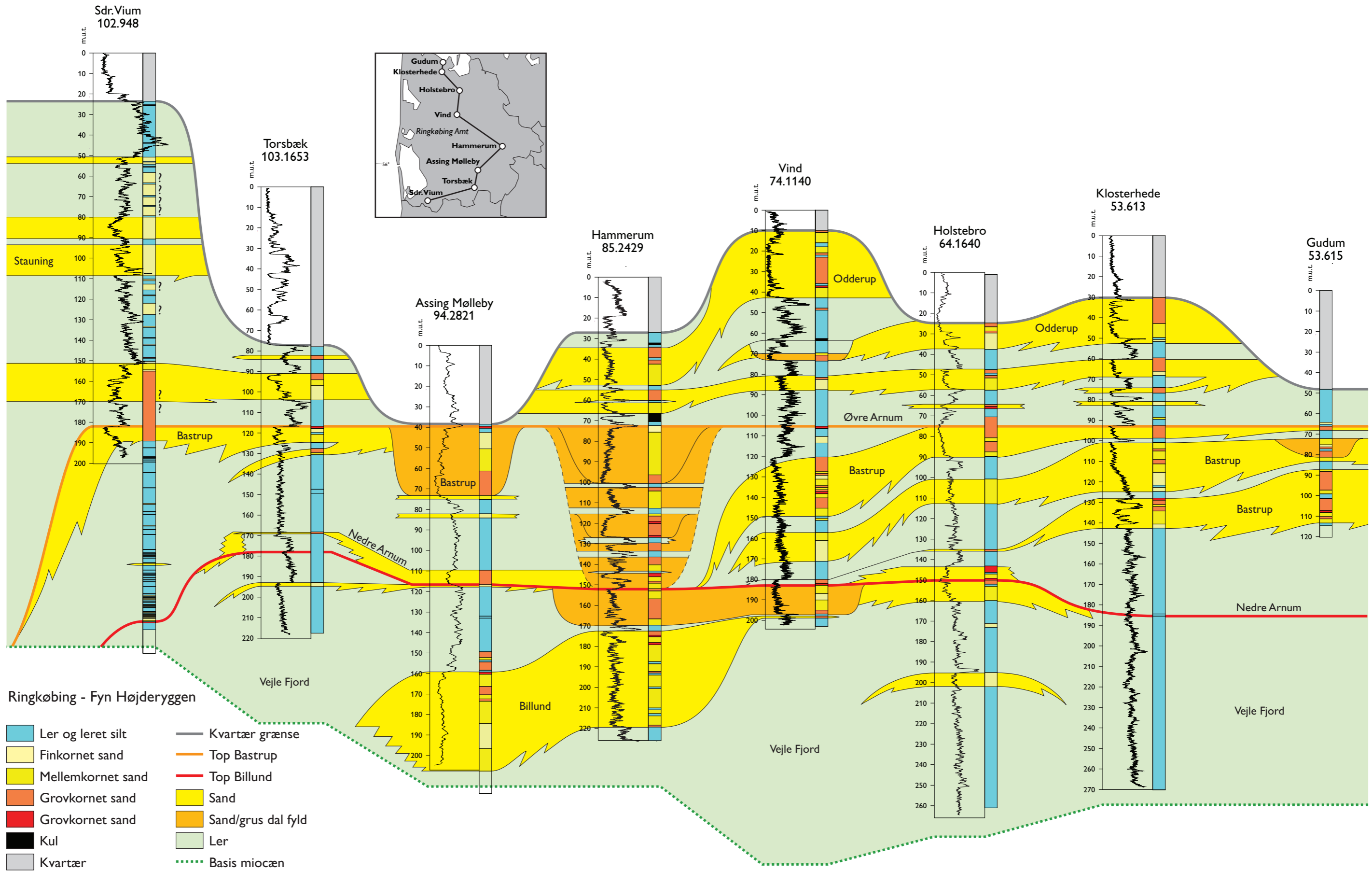
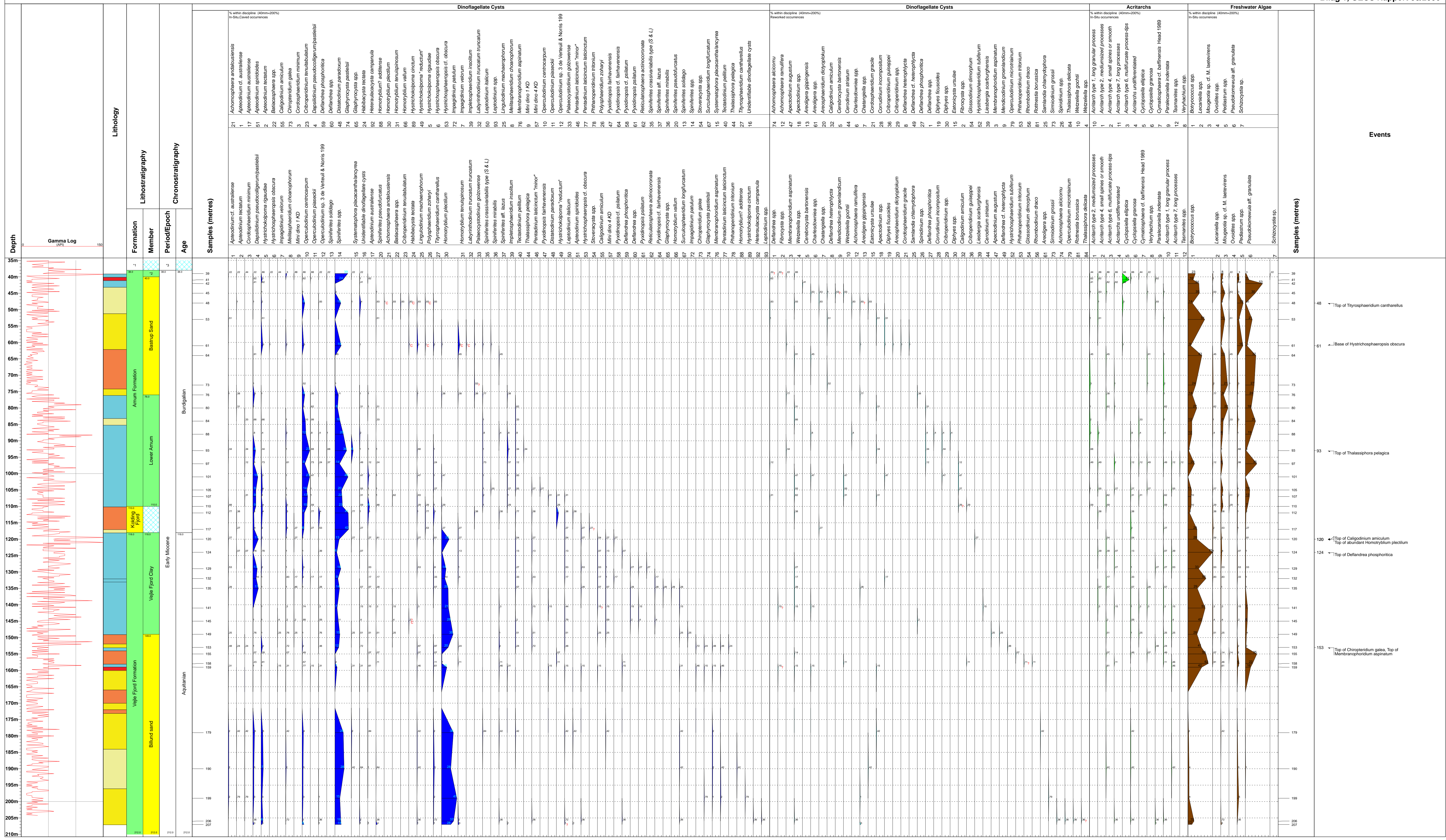


Fig.08

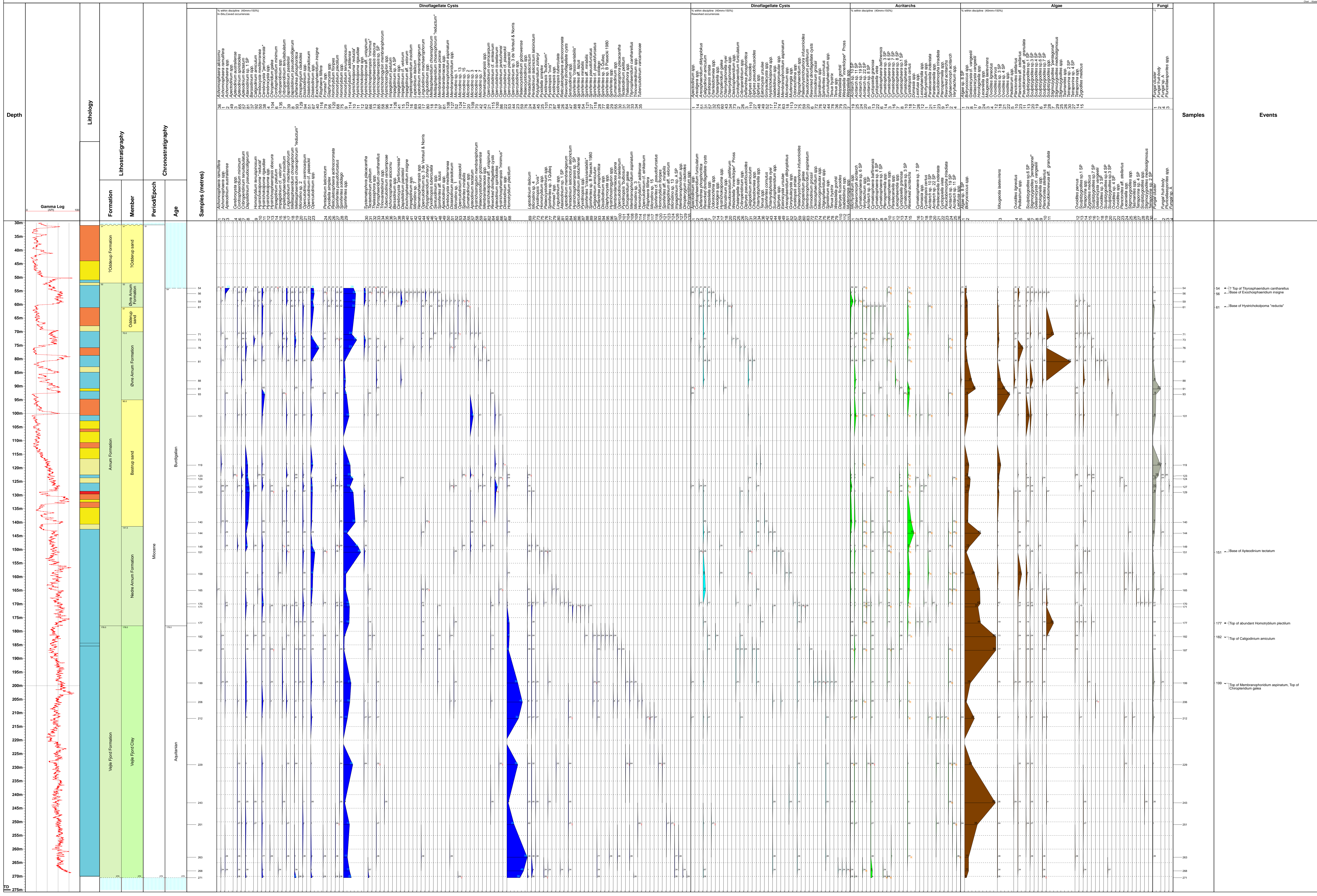


Events

Samples (metres)

- 48 Top of *Thyrosphaeridium carthaeus*
- 61 Base of *Hyalochloa obscura*
- 93 Top of *Thalassophora pelagica*
- 120 Top of *Caligodinium amicum*
Top of abundant *Homotryblum plectillum*
- 124 Top of *Deflandrea phosphorica*
- 153 Top of *Chitropteridium galea*, Top of *Membranophoridium aspiratum*

Well Name : Klosterheide
 Operator : Ringkøbing Amt
 Interval : 30m - 275m
 Scale : 1:500
 Chart date: 27 September 2006



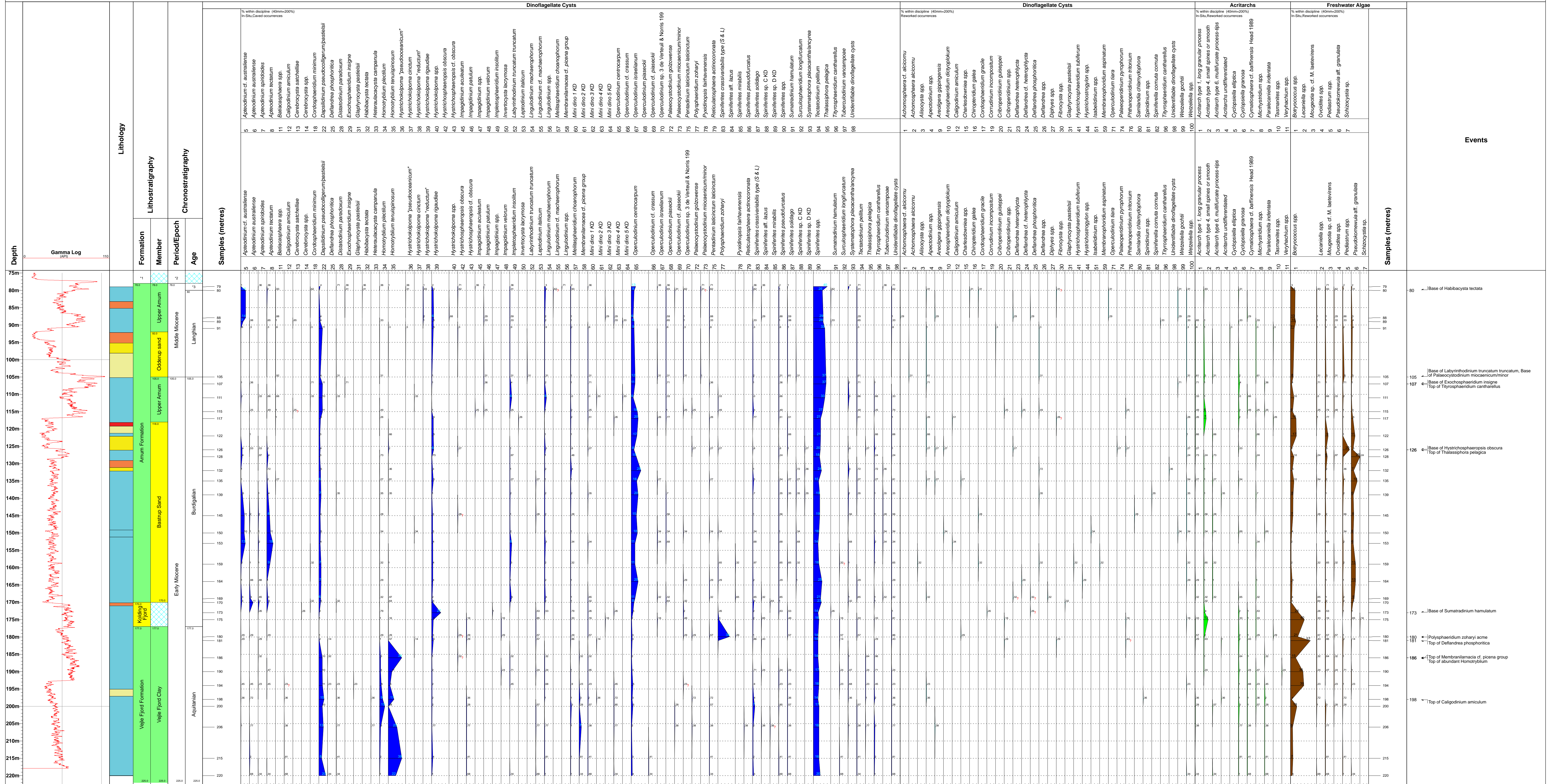
- 44 - Top of *Tyrosphaeridium corniculatum*
- 56 - Base of *Exochosphæridium isigrie*
- 61 - Base of *Hysterohalpoma "reductum"*
- 151 - Base of *Apoecidium tectatum*
- 177 - Top of abundant *Homotrypanium plectilum*
- 182 - Top of *Calogidium amiculum*
- 199 - Top of *Membracanthidium aspinatum*, Top of *Chiropteridium gales*

Well Name : Torsbæk
 Operator : Ringkøbing Amt
 Interval : 75m - 222m
 Scale : 1:500
 Chart date: 27 September 2006

Torsbæk
 DGU 103.1653
 Karen Dybkjær

GEUS
 Copenhagen

Bilag 3, GEUS Rapport 58/2006



Events

Samples (metres)

- 80 ← Base of *Habbacysta testata*
- 105 ← Base of *Labyrinthodinium truncatum truncatum*, Base of *Polysphaeridium moccasinum*
- 107 ← Base of *Exochosphaeridium insigne*
- 107 ← Top of *Thyropsphaeridium carthartellus*
- 126 ← Base of *Hydrichosphaeropsis obscura*
- 126 ← Top of *Thalassosphaera pelagica*
- 173 ← Base of *Sumatradinium humulatum*
- 180 ← Top of *Polysphaeridium zoharyi* acme
- 181 ← Top of *Deltanoea phosphonica*
- 186 ← Top of *Membranisphaera* cf. *picana* group
- 186 ← Top of abundant *Homonyxium*
- 190 ← Top of *Calogadrium amicum*