

**Palynologisk datering og stratigrafi i boringen
DGUnr. 141.1141, Rødding,
Region Syddanmark**

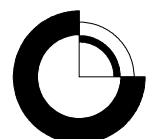
Karen Dybkjær, Stefan Piasecki og Erik S. Rasmussen

DE NATIONALE GEOLOGISKE UNDERSØGELSER FOR
DANMARK OG GRØNLAND, KLIMA- OG ENERGIMINISTERIET



**Palynologisk datering og stratigrafi i boringen
DGUnr. 141.1141, Rødding,
Region Syddanmark**

Karen Dybkjær, Stefan Piasecki og Erik S. Rasmussen



Indhold

Indhold	2
Sammenfatning	3
Indledning	5
Geologisk ramme	6
Litostratigrafi	9
Metoder	11
Litologi.....	11
Palynologi	11
Sedimentologisk beskrivelse	13
DGU nr. 141.1141, ved Rødding Præsteskov, (Fig. 4).....	13
Palynologi/biostratigrafi	20
Brejning Formation.....	20
Vejle Fjord Formation.....	22
Klintinghoved Formation	23
Bastrup Formation.....	25
Arnum Formation	26
Odderup Formation og Stauning Led.....	27
Hodde Formation	28
Ørnøj Formation.....	29
Gram Formation.....	30
Regional geologisk korrelation	32
Konklusion	34
Referencer	35
Bilag	38

Sammenfatning

Denne undersøgelse er baseret på materiale fra boringen DGU nr. 141.1141, som er boret ved Rødding Præsteskov i Region Syddanmark, december 2008. Formålet med undersøgelsen har været at bidrage til kortlægningen af potentielle grundvandsmagasiner i det undersøgte område.

Materialet fra boringen er beskrevet litologisk og i alt 51 udvalgte prøver er blevet analyseret biostratigrafisk. Biostratigrafien er baseret på forekomsten af fossile dinoflagellat cyster i sedimentprøverne. Fossile dinoflagellat cyster (fra éncellede marine alger) er et effektivt biostratigrafisk redskab til at datere den miocæne lagserie og korrelere på tværs af litologien.

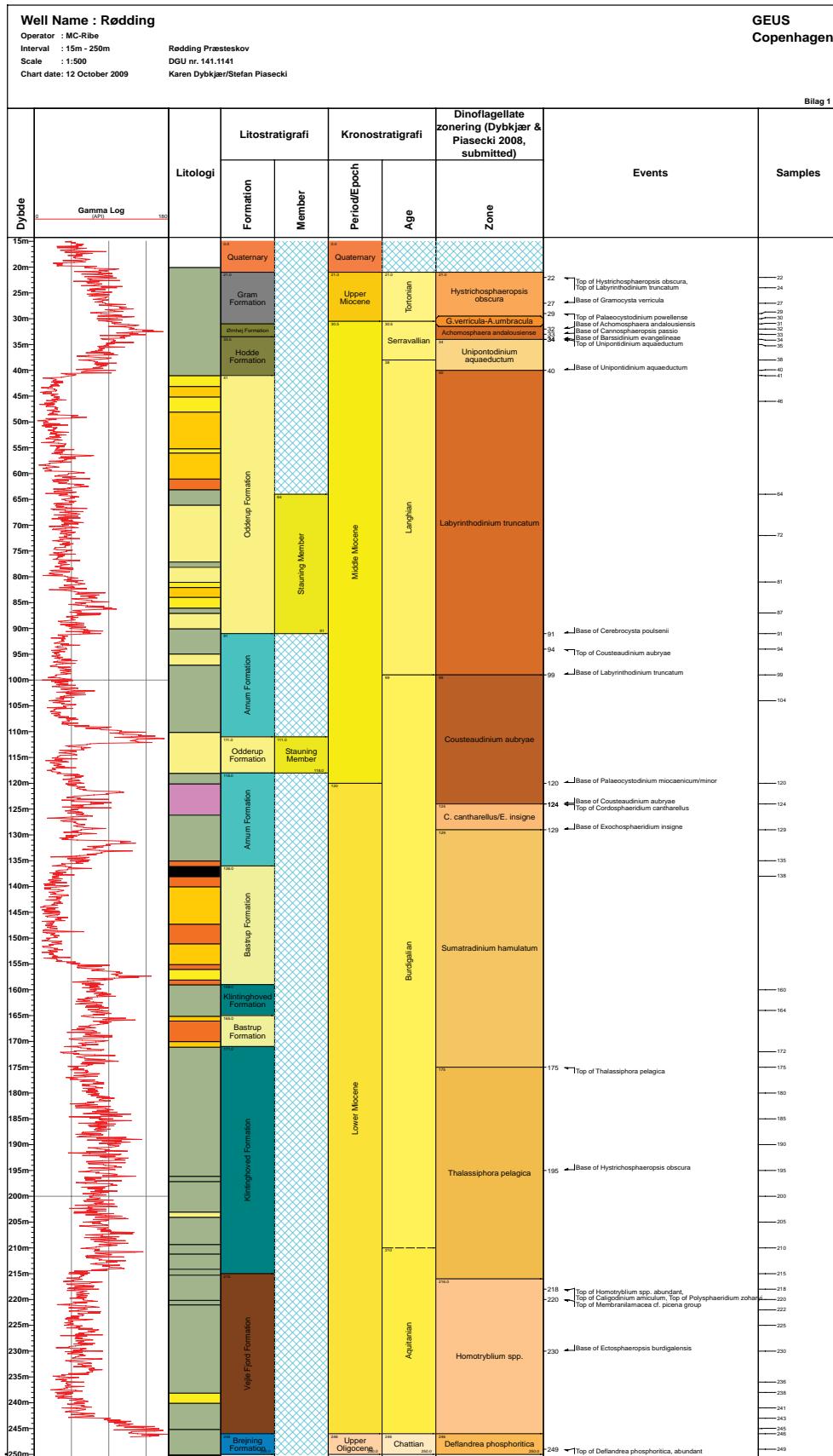
Resultaterne af den biostratigrafiske undersøgelse danner sammen med den sedimentologiske beskrivelse en solid basis for en detaljeret stratigrafisk opdeling af den miocæne lagserie i området. Resultaterne præsenteres indenfor rammerne af den nyudviklede dinoflagellatzonering (Dybkjær & Piasecki 2008; submitted) og den nye litostratigrafi (Rasmussen et al. in prep.), her opsummeret i et stratigrafisk skema (Fig. a).

Den gennemborede lagserie indeholder overordnet 2 niveauer med sandlag::

Bastrup Formation (171–165 m og 159–136 m), der er aflejret som fluvialt sand og delta sand.

Odderup Formation (118–111 m og 91–41 m). Heraf tilhører intervallerne fra 118–111 m, samt 91–64m Stauning Led. Odderup Formationen udgøres af sandlag aflejret i forbindelse med en kystsletteudbygning og i fluviale kanaler, mens Stauning Led består af storm-sandsaflejringer.

Under og imellem sandlagene forekommer marint ler og silt tilhørende Brejning Formationen, Vejle Fjord Formationen, Klintinghoved Formationen og Arnum Formationen, mens den øverste del af Odderup Formationen overlejres af marint ler tilhørende Hodde, Ørnøj og Gram formationerne.



Figur a: Stratigrafisk opsummering med litostratigrafi, kronostratigrafi og dinoflagellatzonering for boringen DGU nr. 141.1141.

Indledning

Som et led i arbejdet med at kortlægge grundvandsmagasiner i Region Syddanmark, blev der i december 2008 udført en boring (DGU nr. 141.1141) ved Rødding Præsteskov (Fig. 1). Boringen skulle bidrage til at afklare hvilke dele af den miocæne lagserie der er til stede i det undersøgte område. Tidligere undersøgelser (bl.a. Dybkjær *et al.* 2003; Dybkjær 2004a; Dybkjær *et al.* 2005; Rasmussen & Dybkjær 2005; Dybkjær *et al.* 2006; Dybkjær & Piasecki 2008) har vist at dinoflagellat stratigrafi er den bedste biostratigrafiske metode i de miocæne sedimenter og at denne metode, kombineret med sekvensstratigrafi, kan udrede de stratigrafiske forhold for lagserien.

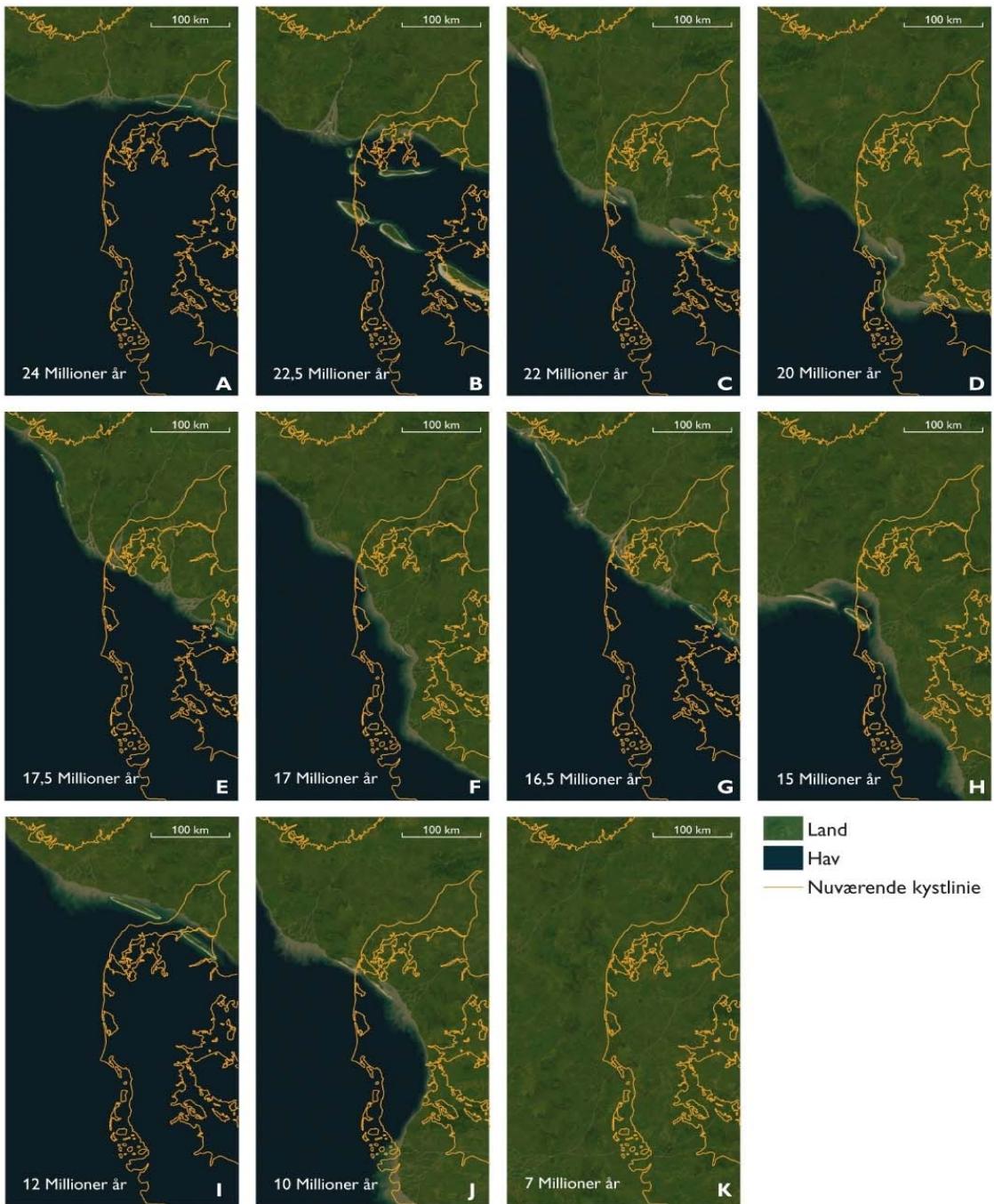


Figur 1: Lokalisering af boringen DGU nr. 141.1141, samt af øvrige borerger nævnt i teksten.

Her præsenteres resultaterne af en detaljeret biostratigrafisk analyse baseret på fossile dinoflagellat cyster. Resultaterne præsenteres indenfor rammerne af den nyudviklede dinoflagellat zonering (Dybkjær & Piasecki 2008; submitted) og den nye lithostratigrafi (Rasmussen *et al.* in prep.). Lagserien i den analyserede boring er desuden beskrevet litologisk og korreleret til nærliggende nøgleboringer.

Geologisk ramme

Nordsøbassinet er blevet dannet som en konsekvens af den termale indsynkning, der efterfulgte gradvannelsen i Jura (Ziegler 1982; Vejbæk 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 gravitetsafsstigninger på Ringkøbing-Fyn Højderiggen (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 Højderiggen. 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 aflejningsmønstret. Ligeledes har globale havniveauændringer i Oligocæn også sat sit præg på aflejningsmiljøet, bl.a. ved at en stor del af Nedre Oligocæn mangler (f.eks. Michelsen 1994; Heilmann-Clausen 1995). Nedre Oligocæne aflejringen 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 aflejningsmiljøet. Ringkøbing-Fyn Højderiggen spillede en særlig rolle, idet den adskilte mere åben marine/kystprøgraderende aflejningsmiljøer syd for ryggen fra paraliske/afsnørede miljøer nord for ryggen (Fig. 2B) (Rasmussen 2004; Rasmussen & Dybkjær 2005). De strukturelle rygge var vigtige områder for dannelse af oddekomplekser, der resulterede i en serie af barriere-øer med bagved liggende laguner på tværs af Jylland. Sedimentkilden til disse oddekomplekser har været store floder fra nord. 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) (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 Serravallien (øvre Mellem Miocæn) (Fig. 2D–I) (Printice & Matthews 1988). Nye tektoniske bevægelser karakteriserede bassinet i slutningen af Burdigalien (øvre Nedre Miocæn). Dette resulterede i nye udbygninger, bl.a. aflejringen beriget med tungmineraler (Fig. 2H).



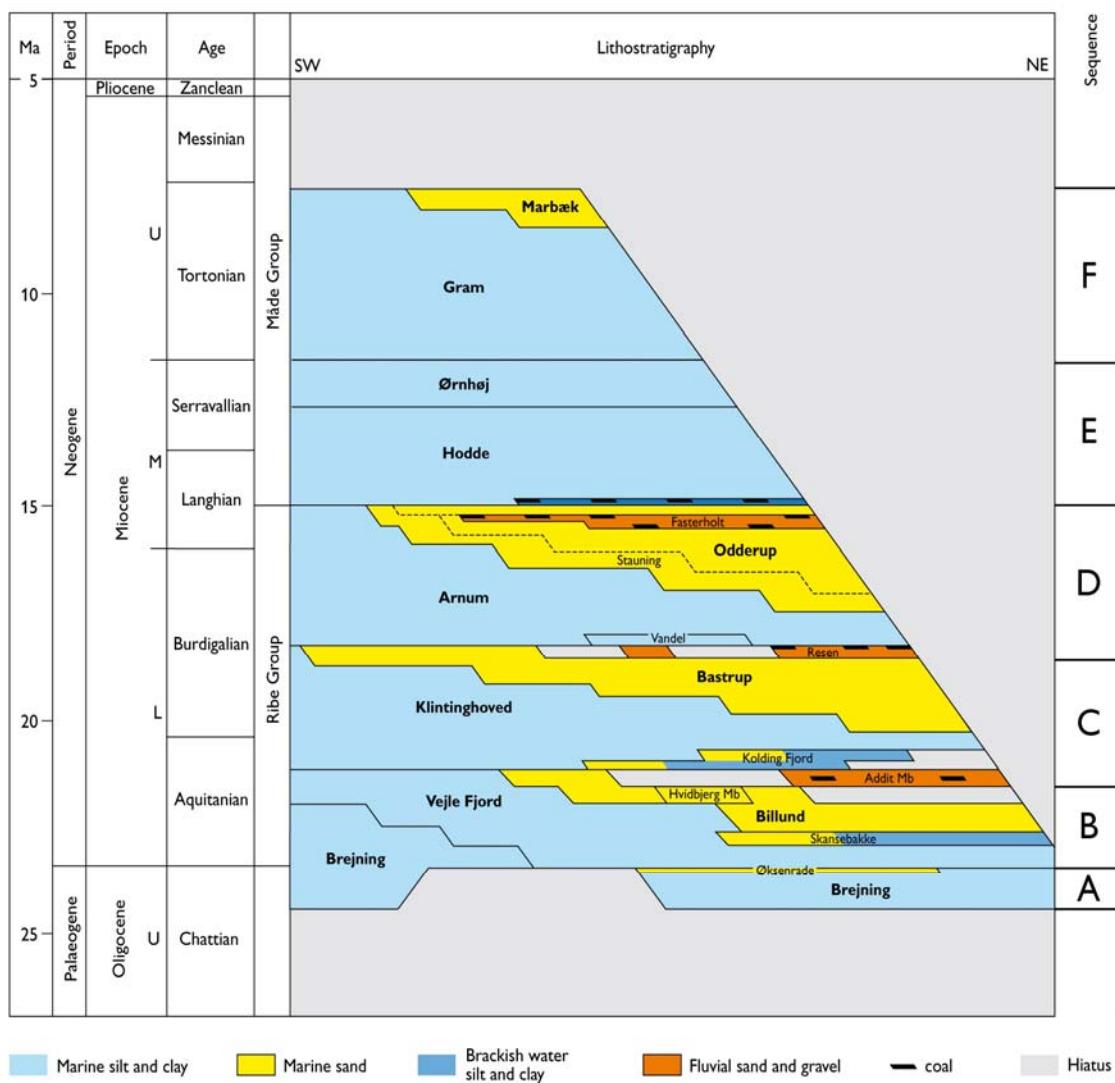
Figur 2: Palæogeografisk udvikling i den vestlige del af Danmark fra Chattien (Øvre Oligocæn) til Messinien (Øvre Miocæn).

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. 2H). 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 (Fig. 2I). Under aflejringen af Ørnhøj og Gram formationerne 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 indslynkning, således at det meste af området forblev fuldt marint trods det faldende globale havniveau (Fig. 2J). Nye undersøgelser viser endda at der blev aflejret op til 400 m øvre miocæne – pliocæne sedimenter over Midtjylland (Japsen *et al.* 2002). I Messinien var kystlinien rykket langt ud i Nordsø Bassinet og det nuværende Jylland var en del af et stort landområde (Fig 2K) .

Litostratigrafi

De nyere undersøgelser af den øvre oligocæne – miocæne lagserie i Jylland har vist at den tidligere litostratigrafiske opdeling (Sorgenfrei 1958; Larsen & Dinesen 1959; Rasmussen 1961) er for simpel. Den her anvendte litostratigrafiske opdeling er den, der er opstillet af Rasmussen et al. (in prep.). Denne opdeling er vist på figur 3.



Figur 3: Kronostratigrafi, litostratigrafi og sekvensstratigrafi for den øvre oligocæne – miocæne lagserie i Midt- og Sønderjylland. Navnene indikeret med "fed" er formationsnavne, mens navne med "normal" typografi er led.

Overordnet er den miocæne lagserie inddelt i to grupper, Ribe og Måde grupperne. Brejning Formationen henregnes til Oligocæn, så den miocæne lagserie starter med Vejle Fjord Formationen. I det centrale og vestlige Jylland er der kortlagt et større deltakompleks, som er samtidig med og nogle steder lidt yngre end Vejle Fjord Formationen (Rasmussen *et al.* 2004). Dette benævnes Billund Formationen. Over disse enheder kommer Klintinghoved Formationen, der hovedsageligt består af lerede sedimenter. I store områder af midt- og Sønderjylland findes et stort delta-kompleks tidsækvivalent med den øvre del af Klintinghoved Formationen. Dette deltakompleks benævnes Bastrup Formationen. Herover kommer den lerede Arnum Formation, som i den øverste del interfingerer dels med stormsandsaflejninger, der henføres til Stauning Led og dels med de fluviale og kystslette-sedimenter der henføres til Odderup Formation. Over Odderup og Arnum formationerne træffes marine, lerrige sedimenter, henført til Hodde-, Ørnøj og Gram formationerne. Endelig overlejres Gram Formationen af den sandede Marbæk Formation.

Metoder

Nærværende rapport bygger på data fra boringen DGU nr. 141.1141, placeret ved Rødding Præsteskov, Region Syddanmark. Lokaliseringen af boringen er vist på figur 1.

Litologi

Litologien af de gennemborede lag er vist på figur 4. 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 51 prøver i alt. Prøverne blev behandlet i det stratigrafiske laboratorium på GEUS efter palynologiske standard metoder, omfattende behandling med HCl, HF, HNO_3 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 glycer-ringelantine på præparatglas. Disse præparerater 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 tilstede værende dinoflagellat arter registreret ved en grundig gennemgang af 2 hele præparerater pr. prøve.

I boringen 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 et såkaldt "range-chart", Bilag 1. Procentandelen af den enkelte dinoflagellat art 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 indikerer f.eks. stor tilførsel af ferskvand til aflejringsområdet, som det bl.a. ses i Vejle Fjord Formationen, samt i toppen af Bastrup Formationen, i prøven ved 138 m. Forekomsten af dinoflagellat arter, der er tolket som et resultat af forurening med nedfaldet materiale, kaldes "caving" og er markeret med et C i rangechartet. Omlejrede dinoflagellat arter ("reworked") er vist i et separat panel. Forekomster markeret med "?" betyder, at bestemmelsen til art eller slægt er

usikker. Baseret på forekomsten af stratigrafisk vigtige dinoflagellat arter ("Events") er det analyserede interval opdelt i dinoflagellat zoner (Dybkjær & Piasecki 2008; submitted) og desuden er boringen opdelt i litostratigrafiske enheder (se figs. 4 og 5, samt Bilag 1).

Sedimentologisk beskrivelse

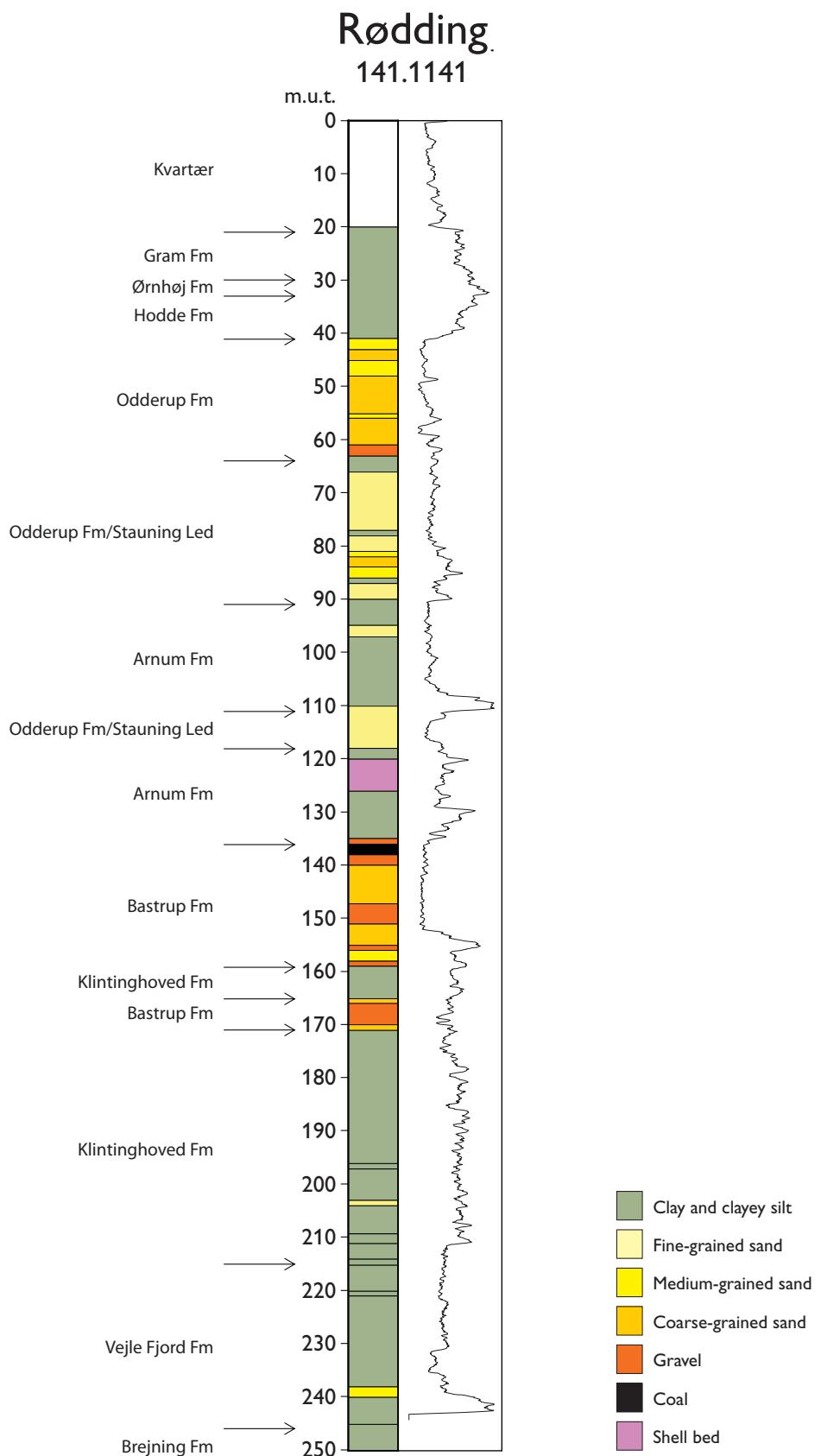
DGU nr. 141.1141, ved Rødding Præsteskov, (Fig. 4)

I boringen DGU nr. 141.1141, ved Rødding Præsteskov, er der anboret følgende litostratigrafiske enheder:

Brejning Formation (250–246 m), Vejle Fjord Formation (246–215 m), Klintighoved Formation (215–171 m), Bastrup Formation (171–165 m), Klintighoved Formation (165–159 m), Bastrup Formation (159–136 m), Arnum Formation (136–118 m), Odderup Formation (Stauning Led) (118–111 m), Arnum Formation (111–91 m), Odderup Formation (91–41 m), herunder Stauning Led (91–64 m), Hodde Formation (41–33 m), Ørnøj Formation (33–30 m), og Gram Formation (30–21 m). Grænsen mellem den miocæne lagserie og den overliggende kvartære lagpakke er tolket til at ligge ved 21 m. Boringens TD er 250,3 m.

Dybde i meter: litologi

- 20–21: Brunligtgråt, siltet ler. Skaller.
- 21–22: Brunligtgråt, siltet ler. Skaller.
- 22–23: Brunligtgråt, siltet ler. Skaller.
- 23–24: Brunligtgråt, siltet ler. Skaller.
- 24–25: Brunligtgråt, ler. Skaller og sideritkonkretioner.
- 25–26: Brunligtgråt, ler. Skaller og sideritkonkretioner.
- 26–27: Brunligtgråt, ler. Skaller.
- 27–28: Lysegråt til brunligt ler. Skaller.
- 28–29: Lysegråt til brunligt ler. Skaller og sideritkonkretioner.
- 29–30: Brunt ler. Skaller og sideritkonkretioner.
- 30–31: Grønligtgråt ler. Glaukony og få skaller.
- 31–32: Grønligtgråt ler. Glaukony.
- 32–33: Grønligtgråt ler. Glaukony.
- 33–34: Grønligtgråt ler og mørkebrunt, leret silt. Glaukony.
- 34–35: Veksellejrende, grønligtgråt og mørkebrunt, leret silt. Skaller.
- 35–36: Mørkebrunt, leret silt. Skaller.
- 36–37: Mørkebrunt, leret silt. Skaller.
- 37–38: Mørkebrunt, leret silt. Skaller.
- 38–39: Mørkebrunt, leret silt. Skaller.
- 39–40: Mørkebrunt, leret silt. Skaller og lignit.
- 40–41: Gråbrunt, leret silt og gråt grus. Skaller.
- 41–42: Brunt, subafrundet, mellem- til grovkornet sand. Gruset og lidt gråbrunt, leret silt.
- 42–43: Brunt, subafrundet, mellem- til grovkornet sand. Gruset og lidt gråbrunt, leret silt.
- 43–44: Brunt, subafrundet, grovkornet sand. Gruset og lidt gråbrunt, leret silt.
- 44–45: Brunt, subafrundet, grovkornet sand. Gruset og lidt gråbrunt, leret silt. Skal?



Figur 4: Grafisk fremstilling af litologien og den litostratigrafisk opdeling i boringen DGU nr. 141.1141.

- 45–46: Brunt, mellemkornet sand.
- 46–47: Brunt, mellemkornet sand, samt lidt grovkornet sand.
- 47–48: Brunt, mellem- til grovkornet sand.
- 48–49 Gråt, grovkornet sand og grus.
- 49–50: Gråt, grovkornet sand og grus. Lidt leret silt.
- 50–51: Gråt, subafrundet, grovkornet sand.
- 51–52: Gråt, subafrundet, grovkornet sand. Få, mørkebrune, lerede siltlag.
- 52–53: Gråt, subafrundet, grovkornet sand.
- 53–54: Gråt, subafrundet, grovkornet sand. Gruset.
- 54–55: Gråt, subafrundet, grovkornet sand. Gruset.
- 55–56: Gråt, mellem- til grovkornet sand. Mørkebrunt, leret silt.
- 56–57: Gråt, grovkornet sand og mørkebrunt, leret silt..
- 57–58: Gråt, grovkornet sand og grus. Mørkebrunt, leret silt.
- 58–59: Gråt, grovkornet sand og grus.
- 59–60: Gråt, grovkornet sand og grus.
- 60–61: Brungråt, mellem- til grovkornet sand. Gruset og med få gråbrune, lerede siltlag.
- 61–62: Gråt, grovkornet sand og grus. Tynde, gråbrune, lerede siltlag. Meget glimmer. Skaller.
- 62–63: Gråt, grovkornet sand og grus, samt finkornet sandsten. Tynde, gråbrune lerlag. Skaller og lignit.
- 63–64: Gråt, siltet ler. Finkornet sandsten, skaller. Tendens til okkerbelægning.
- 64–65: Gråt, siltet ler. Finkornet sandsten, skaller. Tendens til okkerbelægning. Bjergarts-fragment.
- 65–66: Gråt, siltet ler og finkornet sand.
- 66–67: Gråbrunt, leret silt og gråt, finkornet sand.
- 67–68: Gråbrunt, leret silt og gråt, finkornet sand. Bjergartsfragmenter og flint.
- 68–69: Grønliggråt, leret silt og finkornet sand. Skaller og tungmineraler.
- 69–70: Gråt, finkornet sand og grønliggråt, leret silt. Skaller og tungmineraler.
- 70–71: Gråt, velsorteret, finkornet sand og grønliggråt, leret silt. Skaller og tungmineraler.
- 71–72: Gråt, velsorteret, finkornet sand og grønliggråt, leret silt. Skaller og tungmineraler.
- 72–73: Gråt, velsorteret, finkornet sand og grønliggråt, leret silt. Skaller og tungmineraler.
- 73–74: Gråt, velsorteret, finkornet sand og grønliggråt, leret silt. Skaller og tungmineraler.
- 74–75: Gråt, velsorteret, finkornet sand og grønliggråt, leret silt. Skaller og tungmineraler.
- 75–76: Gråt, velsorteret, finkornet sand og grønliggråt, leret silt. Skaller og tungmineraler.
- 76–77: Gråbrunt, leret silt og gråt, finkornet sand. Skaller.
- 77–78: Gråbrunt, leret silt og gråt, finkornet sand. Skaller
- 78–79: Gråt, finkornet sand og gråbrunt, leret silt. Skaller.
- 79–80: Gråt, finkornet sand og gråbrunt, leret silt. Skaller.
- 80–81: Gråt, velsorteret, finkornet sand og gråbrunt, leret silt. Tungmineraler.
- 81–82: Gråt, mellem- til grovkornet sand. Finkornet sandsten.
- 82–83: Gråt, grovkornet sand. Noget finkornet sand.
- 83–84: Gråt, mellem- til grovkornet sand. Noget mellemkornet sand.
- 84–85: Gråt, mellemkornet sand. Lidt grovkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Skifertkaster.
- 85–86: Gråt, mellemkornet sand.
- 86–87: Brungråt, leret silt og lidt sand. Skaller.

- 87–88: Grønliggråt, finkornet sand og mørkegråt, mellemkornet sand. Gruset og skaller.
- 88–89: Grønliggråt, finkornet sand og mørkegråt, mellemkornet sand. Gruset og skaller.
- 89–90: Grønliggråt, finkornet sand og mørkegråt, mellemkornet sand. Gruset, skaller og finkornet sandsten.
- 90–91: Grønligråt ler og finkornet sand. Gruset, skaller og finkornet sandsten.
- 91–92: Grønligråt ler og finkornet sand. Gruset, skaller og finkornet sandsten.
- 92–93: Grønligråt ler og finkornet sand. Gruset og skaller.
- 93–94: Gråbrunt, leret silt. Noget grovkornet sand, gravegang.
- 94–95: Gråbrunt, leret silt.
- 95–96: Mørkegråt, velsorteret, finkornet sand. Tynde, gråbrune, lerede siltlag. Tungmineraller.
- 96–97: Mørkegråt, velsorteret, finkornet sand. Tynde, gråbrune, lerede siltlag. Tungmineraller.
- 97–98: Gråbrunt ler og gråt, finkornet sand. Skiferklaster eller træstykker.
- 98–99: Gråbrunt ler og gråt, finkornet sand. Skiferklaster eller træstykker.
- 99–100: Gråbrunt ler og gråt, finkornet sand. Skiferklaster eller træstykker.
- 100–101: Gråbrunt, leret silt og gråt, finkornet sand. Skaller.
- 101–102: Gråbrunt, leret silt. Lidt finkornet sand og skaller.
- 102–103: Gråbrunt, leret silt og finkornet sand. Skiferklaster eller træstykker.
- 103–104: Mørkebrunt, leret silt. Lidt finkornet sand.
- 104–105: Mørkebrunt, leret silt. Lidt finkornet sand. Skaller.
- 105–106: Mørkebrunt, leret silt. Lidt finkornet sand. Skaller.
- 106–107: Brunt, siltet ler. Lidt finkornet sand og skaller.
- 107–108: Brunt, siltet ler. Lidt finkornet sand og skaller.
- 108–109: Brunt, siltet ler. Lidt fin- og grovkornet sand og skaller.
- 109–110: Brunt, siltet ler. Lidt fin- til grovkornet sand og skaller. Skiferklaster.
- 110–111: Mørkegråt, finkornet sand. Lidt mørkebrunt, leret silt.
- 111–112: Mørkegråt, finkornet sand. Lidt mørkebrunt, leret silt.
- 112–113: Mørkegråt, finkornet sand. Lidt mørkebrunt, leret silt.
- 113–114: Mørkegråt, finkornet sand. Lidt mørkebrunt, leret silt.
- 114–115: Mørkegråt, finkornet sand. Lidt mørkebrunt, leret silt.
- 115–116: Mørkegråt, finkornet sand. Lidt mørkebrunt, leret silt.
- 116–117: Mørkegråt, finkornet sand. Lidt mørkebrunt, leret silt.
- 117–118: Mørkegråt, finkornet sand. Lidt mørkebrunt, leret silt.
- 118–119: Brunt, leret silt. Lidt finkornet sand.
- 119–120: Brunt, leret silt. Lidt finkornet sand. Skiferklaster.
- 120–121: Skaller og fin- til mellemkornet sand.
- 121–122: Skaller og fin- til mellemkornet sand.
- 122–123: Skaller og fin- til mellemkornet sand.
- 123–124: Skaller og fin- til mellemkornet sand, samt mørkebrunt, leret silt.
- 124–125: Skaller og fin- til mellemkornet sand.
- 125–126: Brunt, siltet ler. Lidt finkornet sand og skaller.
- 126–127: Brunt, siltet ler. Lidt finkornet sand og skaller.
- 127–128: Brunt, siltet ler. Lidt finkornet sand og skaller.
- 128–129: Brunt, siltet ler. Lidt finkornet sand og skaller.
- 129–130: Brunt, siltet ler. Lidt finkornet sand og skaller.
- 130–131: Brunt, siltet ler. Lidt finkornet sand og skaller.

- 131–132: Brunt, siltet ler. Lidt fin- til grovkornet sand og skaller.
- 132–133: Brunt, siltet ler. Lidt finkornet sand og skaller.
- 133–134: Mørkebrunt, leret silt. Få skaller.
- 134–135: Lamineret, mørkebrunt, leret silt og gråt, finkornet sand. Skaller.
- 135–136: Gråt grus og grovkornet sand, samt brunt, leret silt. Lignit.
- 136–137: Lignit og brunt, leret silt. Lidt sand.
- 137–138: Lysebrunt, leret silt og sand. Lignit.
- 138–139: Gråt, grovkornet sand og grus. Lidt lysebrunt, leret silt og lignit.
- 139–140: Gråt, grovkornet sand og grus.
- 140–141: Gråt, grovkornet sand. Gruset.
- 141–142: Gråt, grovkornet sand. Gruset.
- 142–143: Gråt, grovkornet sand. Gruset.
- 143–144: Gråt, grovkornet sand. Gruset.
- 144–145: Gråt, grovkornet sand. Gruset.
- 145–146: Gråt, grovkornet sand. Gruset.
- 146–147: Gråt, grovkornet sand. Gruset.
- 147–148: Gråt grus og grovkornet sand.
- 148–149: Gråt grus og grovkornet sand.
- 149–150: Gråt grus og grovkornet sand.
- 150–151: Gråt grus og grovkornet sand.
- 151–152: Gråt, grovkornet sand. Gruset.
- 152–153: Gråt, grovkornet sand. Gruset.
- 153–154: Gråt, grovkornet sand. Gruset.
- 154–155: Gråt, grovkornet sand. Gruset.
- 155–156: Gråt grus og grovkornet sand.
- 156–157: Gråt, mellemkornet sand. Gruset.
- 157–158: Gråt, mellemkornet sand. Gruset.
- 158–159: Gråt, grovkornet sand. Gruset og med lysebrunt, siltet ler.
- 159–160: Lysebrunt, leret silt. Lamineret og lidt grovkornet sand.
- 160–161: Lysebrunt, leret silt.
- 161–162: Lysebrunt, leret silt og brunt, leret silt. Gruset.
- 162–163: Lysebrunt, leret silt og brunt, leret silt. Gruset.
- 163–164: Lysebrunt, leret silt og gråt, leret silt.
- 164–165: Lysebrunt, leret silt og gråt, leret silt. Lidt grovkornet sand.
- 165–166: Gråt, mellem- til grovkornet sand. Gruset samt lidt brunt, leret silt.
- 166–167: Gråt grus og grovkornet sand.
- 167–168: Gråt grus og finkornet sand.
- 168–169: Gråt grus og finkornet sand. Klast på ca. 3 cm.
- 169–170: Gråt grus og grovkornet sand.
- 170–171: Gråt, mellem- til grovkornet sand.
- 171–172: Veksellejrende, gråt og brunt, leret silt. Gruset.
- 172–173: Veksellejrende, gråt og brunt, leret silt og grovkornet sand .
- 173–174: Veksellejrende, gråt og brunt, leret silt og grovkornet sand.
- 174–175: Veksellejrende, gråt og brunt, leret silt og grovkornet sand.
- 175–176: Veksellejrende, gråt og brunt, leret silt. Gruset.
- 176–177: Nugatbrun, leret silt.
- 178–179: Nugatbrun, leret silt. Laminæ af gråt silt.

- 179–180: Gråt, leret silt. Lidt mellemkornet sand. Gruset.
- 180–181: Gråt, leret silt.
- 181–182: Gråt silt og lidt finkornet sand.
- 182–183: Veksellejrende, gråt og brunt, leret silt.
- 183–184: Veksellejrende, gråt og brunt, leret silt.
- 184–185: Brunt, siltet ler.
- 185–186: Brunt, siltet ler.
- 186–187: Brunt, siltet ler. Grå laminæ.
- 187–188: Brunt, siltet ler. Grå laminæ.
- 188–189: Brunt, siltet ler. Grå laminæ.
- 189–190: Brunt, siltet ler. Grå laminæ.
- 190–191: Brunt, siltet ler. Grå laminæ.
- 191–192: Brunt, siltet ler. Grå laminæ.
- 192–193: Brunt, siltet ler. Grå laminæ.
- 193–194: Brunt, siltet ler. Grå laminæ.
- 194–195: Brunt, siltet ler. Grå laminæ.
- 195–196: Brunt, siltet ler. Grå laminæ.
- 196–197: Brunt, leret silt.
- 197–198: Brunt, siltet ler. Grå laminæ.
- 198–199: Brunt, siltet ler. Grå laminæ.
- 199–200: Brunt, siltet ler. Grå laminæ og finkornet sand.
- 200–201: Veksellejrende, brunt, leret silt og gråt, finkornet sand.
- 201–202: Veksellejrende, brunt, leret silt og gråt, finkornet sand.
- 202–203: Veksellejrende, brunt, leret silt og gråt, finkornet sand.
- 203–204: Veksellejrende, brunt, leret silt og gråt, finkornet sand. Lidt mere sand.
- 204–205: Gråt, leret silt og finkornet sand.
- 205–206: Lamineret, brunt, leret silt og gråt silt.
- 206–207: Lamineret, brunt, leret silt og gråt silt.
- 207–208: Lamineret, brunt, leret silt og gråt silt.
- 208–209: Brunt, leret silt.
- 209–210: Brunt, siltet ler.
- 210–211: Brunt, siltet ler.
- 211–212: Gråbrunt, leret silt.
- 212–213: Gråbrunt, leret silt.
- 213–214: Lysebrunt, leret silt.
- 214–215: Brunt, siltet ler. Sandet.
- 215–216: Mørkebrunt, leret silt og grovkornet sand.
- 216–217: Mørkebrunt, leret silt og grovkornet sand.
- 217–218: Mørkebrunt, leret silt og finkornet sand.
- 218–219: Veksellejrende, gråt og brunt, leret silt.
- 219–220: Mørkebrunt, leret silt. Lidt grovkornet sand.
- 220–221: Brunt ler.
- 221–222: Mørkebrunt, leret silt.
- 222–223: Mørkebrunt, leret silt og finkornet sand.
- 223–224: Mørkebrunt, leret silt og grovkornet sand.
- 224–225: Mørkebrunt, leret silt. Skaller.
- 225–226: Mørkebrunt, leret silt og mellemkornet sand. Skaller.

- 226–227: Mørkebrunt, leret silt. Lidt finkornet sand. Skaller.
- 227–228: Mørkebrunt, leret silt. Lidt finkornet sand. Skaller.
- 228–229: Mørkebrunt, leret silt. Lidt finkornet sand.
- 229–230: Mørkebrunt, leret silt.
- 230–231: Mørkebrunt, leret silt og finkornet sand.
- 231–232: Veksellejrende, gråt og mørkebrunt, leret silt.
- 232–233: Veksellejrende, gråt og mørkebrunt, leret silt.
- 233–234: Veksellejrende, gråt og mørkebrunt, leret silt.
- 234–235: Gråbrunt, leret silt.
- 235–236: Mørkebrunt, leret silt med laminæ af finkornet sand.
- 236–237: Mørkebrunt, leret silt og gråt, mellemkornet sand.
- 237–238: Mørkebrunt, leret silt og gråt, mellemkornet sand.
- 238–239: Gråt, mellemkornet sand. Gruset og med mørkebrunt, leret silt.
- 239–240: Gråt, mellemkornet sand. Gruset og med mørkebrunt, leret silt.
- 240–241: Mørkebrunt, leret silt og finkornet sand.
- 241–242: Lamineret, mørkebrunt, leret silt og brunt, leret silt.
- 242–243: Lamineret, mørkebrunt, leret silt og brunt, leret silt. Skaller og lidt finkornet sand.
- 243–244: Mørkebrunt, leret silt. Skaller.
- 244–245: Mørkebrunt, leret silt. Gruset og med skaller.
- 245–246: Grønligbrunt, leret silt. Glaukony.

Palynologi/biostratigrafi

I de følgende kapitler er variationerne i dinoflagellatselskabet præsenteret, se desuden Bilag 1. Hver litostratigrafisk enhed, der er repræsenteret i boringen, er beskrevet mht. dinoflagellatselskab, aflejringsmiljø, dinoflagellatzone (Dybkjær & Piasecki 2008; submitted) (Fig. 5), alder, samt korrelation med nannoplanktonzoneringen opstillet af Martini (1971) og med foraminiferzonerne opstillet af hhv. King (1989) og Laursen & Kristoffersen (1999).

Brejning Formation

Tilstedeværelse

Brejning Formationen er til stede i den nederste del af boringen, fra 250–246 m.

Dinoflagellatselskab

Deflandrea phosphoritica, *Hystrichokolpoma rigaudiae*, samt *Spiniferites* spp. dominerer selskabet. *Operculodinium centrocarpum* forekommer almindeligt, mens *Dapsilidinium pseudocolligerum*, *Lingulodinium machaerophorum*, *Spiniferites pseudofurcatus*, *Apteodinium australiense*, *Cordosphaeridium cantharellus* og *Leptodinium italicum* forekommer jævnligt. Den stratigrafisk vigtige art *Chiropteridium galea* forekommer sporadisk. Der blev ikke fundet nogen omlejrede dinoflagellater i dette interval.

Aflejringsmiljø

Ferskvandsalger forekommer kun sporadisk, mens dinoflagellater dominerer. Dette indikerer et fuldt marint aflejringsmiljø. Dominans blandt dinoflagellaterne af *Deflandrea phosphoritica* indikerer en høj tilførsel af næringsstoffer (Brinkhuis 1994). Dette stemmer fint overens med den regionale geologiske model, ifølge hvilken kystlinien rykker markant frem (mod syd), fra det norske område under aflejringen af den øvre del af Brejning Formationen.

Dinoflagellatzonering

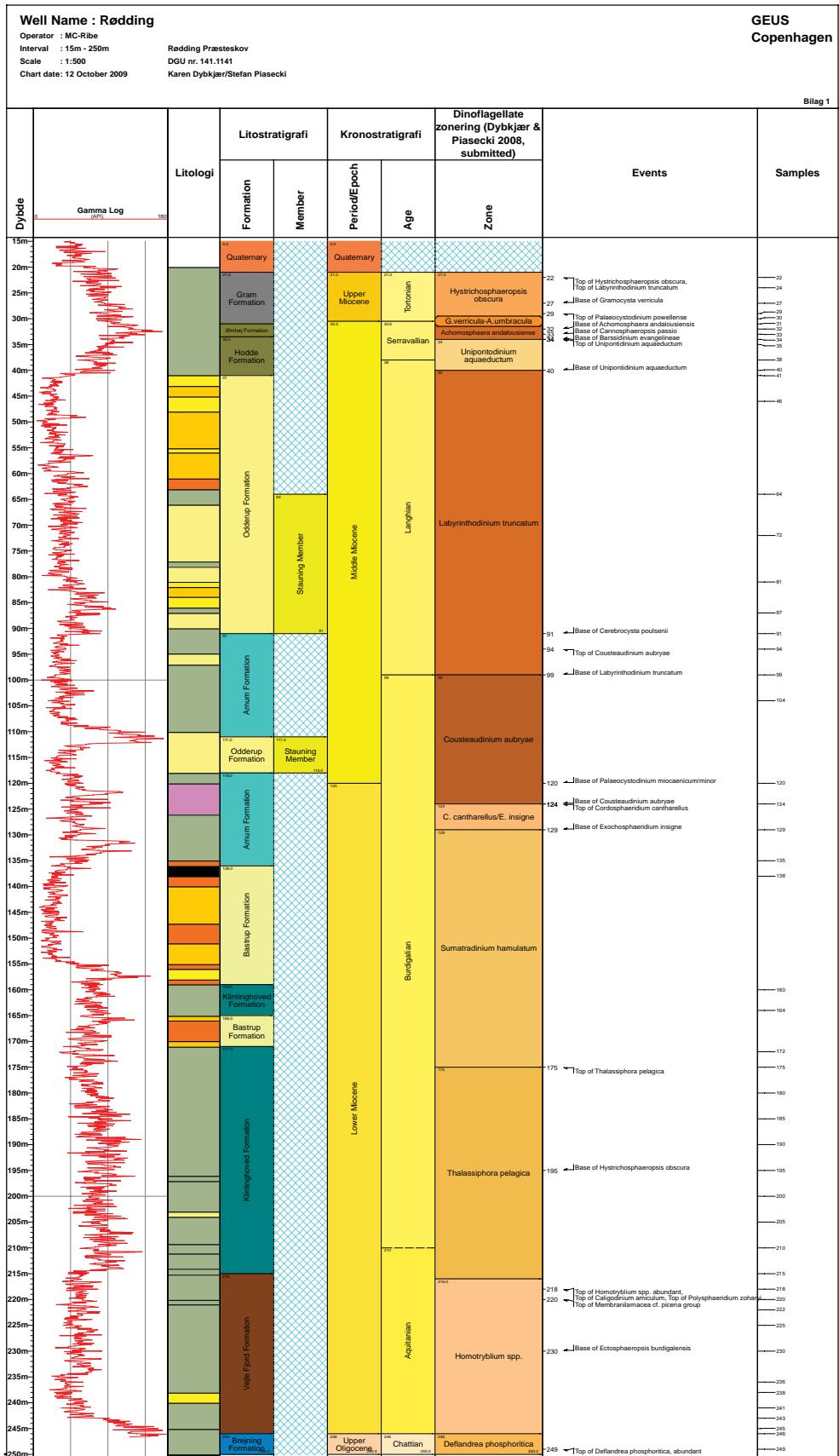
Dominansen af *Deflandrea phosphoritica* henfører intervallet fra 250–246 m til *Deflandrea phosphoritica* Zonen (Dybkjær & Piasecki 2008; submitted) (Fig. 5).

Alder

Seneste Oligocæn (sen Chattien).

Foraminifer/nannoplanktonzonering (Figur 6)

Deflandrea phosphoritica Zonen korrelerer til den øverste del af nannoplanktonzonen NP25 (Martini 1971). I Harre-1 boringen korrelerer *D. phosphoritica* Zonen direkte med den bentoniske foraminiferzone NSB 8c (King 1989) (King 1994; Dybkjær & Piasecki, submitted).



Figur 5: Stratigrafisk opsummering med litostratigrafi, kronostratigrafi og dinoflagellatzonering for boringen DGU nr. 114.1141.

Vejle Fjord Formation

Tilstedeværelse

Vejle Fjord Formationen er repræsenteret fra 246–215 m.

Dinoflagellatselskab

Homotryblium pectilum, *Polysphaeridium zoharyi* samt *Spiniferites* spp. dominerer selskabet. *H. pectilum* dominerer i den nederste prøve i intervallet, ved 246 m og forekommer ellers konsistent. *P. zoharyi* udgør over 50% af de talte palynomorfer i intervallet imellem 245–241 m. Herover aftager den relative hyppighed af denne art gradvis. *Hystrichokolpoma rigaudiae*, *Operculodinium centrocarpum* og *Spiniferites pseudofurcatus* forekommer almindeligt, mens *Cordosphaeridium cantharellus*, *Dapsilidinium pseudocolligerum*, *Homotryblium tenispinosum*, samt *Melitasphaeridium choanophorum* forekommer jævnligt. De stratigrafisk vigtige arter *Caligodinium amicum*, *Ectosphaeropsis burdigalensis*, samt *Thalassiphora pelagica* forekommer sporadisk.

Dominans af *Homotryblium*, som det ses i den nederste prøve i dette interval, samt den sporadiske forekomst af *Caligodinium amicum* er karakteristisk for denne litostratigrafiske enhed. Den relative hyppighed på over 50% af *Polysphaeridium zoharyi* er tidligere fundet i Vejle Fjord Formationen, bl.a. i boringen DGU nr. 123.1218, ved Klelund. Tilsyneladende "overtager" denne art rollen fra *Homotryblium*-slægten, som dominerende taxa i Vejle Fjord Formationen i nogle områder.

Der blev fundet enkelte omlejrede, palæogene dinoflagellater i dette interval.

Aflejringsmiljø

Fersk- til brakvandsalgen *Botryococcus* udgør mellem 5% og 35% af det samlede antal registrede palynomorfer. Ferskvands dinoflagellaten *Pseudokomewuia aff. granulata* udgør 5% i prøven ved 222 m, men forekommer ellers sporadisk. *Pediastrum* og *Lecaniella* forekommer konsistent gennem hele intervallet. Denne fordeling afspejler et delvist afsnøret, kystnært, formodentligt brakvands-miljø med en varierende influx af ferskvand og ferskvandsalger. Denne tolkning støttes af den relative hyppighed af dinoflagellat slægten *Homotryblium*, med 28% af *H. pectilum* i prøven ved 246 m og en jævnlig forekomst af *H. tenuispinosum* igennem hele intervallet. Denne slægt forekommer hovedsageligt i afsnørede, marine, lav-saline aflejringsmiljøer (Brinkhuis 1994; Dybkjær 2004b). Dominansen af *Polysphaeridium zoharyi* (over 50% i prøverne fra 245–241 m) indikerer et tropisk til subtropisk klima, og et afsnøret marint aflejringsmiljø (Wall et al. 1977; Bradford & Wall 1984). Den forekommer hyppigt i høj-saline miljøer, men dens dominans i Vejle Fjord Formationen skyldes nok snarere at den er tolerant til extreme saliniteter, i dette tilfælde brakvandsmiljøer.

Dinoflagellatzonering

Fraværet af *Chiropteridium galea*, den jævnlige forekomst af *Homotryblium* op gennem hele intervallet, samt sidstforekomsten af *Caligodinium amicum* ved 218 m henfører intervallet fra 246–216 m til *Homotryblium* spp. Zonen (Dybkjær & Piasecki 2008; submitted) (Fig. 5). Den sporadiske forekomst af *Ectosphaeropsis burdigalensis* og *Thalassiphora pelagica* støtter denne tolkning.

Alder

Tidligste Miocæn (tidlig Aquitanien).

Foraminifer/nannoplanktonzoner

Homotryblium spp. Zonen korrelerer med nannoplanktonzone NN2 (Martini 1971). Den korrelerer desuden med de bentoniske foraminiferzoner NSB 8c og nederste del af NSB 9 og med de planktoniske foraminiferzoner NSP 9 og nederste del af NSP10 af Laursen & Kristoffersen (1999). Disse zoner svarer til den øverste del af NSB 8c og den øverste del af NSP 9 i zoneringen af King (1989) (Fig. 6).

Klintinghoved Formation

Tilstedeværelse

Intervallet fra 215–171 m, samt fra 165–159 m tilhører Klintinghoved Formationen (figs. 4 og 5).

Dinoflagellatselskab

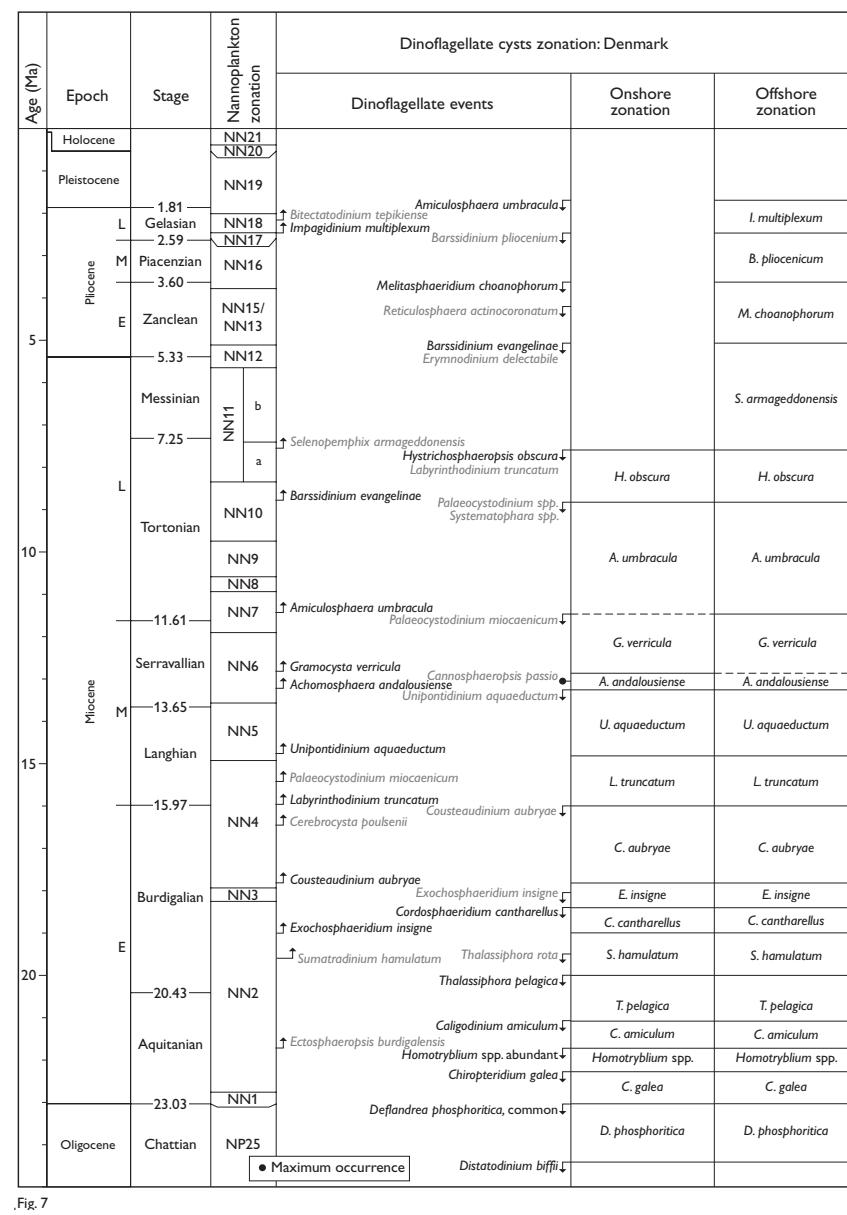
Dinoflagellatselskabet i intervallet fra 215 m til 160 m er domineret af *Operculodinium centrocarpum* og *Spiniferites* spp. *Apteodinium cf. australiense* dominerer i prøven ved 180 m, mens *Cleistosphaeridium placacanthum* dominerer i prøven ved 160 m. *Apteodinium australiense*, *Hystrichokolpoma rigaudiae* og *Spiniferites crassivariabilis* forekommer almindeligt til jævnligt op gennem intervallet og de to sidstnævnte dominerer i den øvre del. *Apteodinium spiroides* forekommer almindeligt i prøven ved 164 m.

Slægten *Homotryblium* forekommer meget sporadisk i dette interval i modsætning til det underliggende interval. Sidsteforekomsten af *Thalassiphora pelagica* ved 175 m er stratigrafisk vigtig. Omlejrede kretassiske og palæogene dinoflagellater forekommer meget sporadisk.

Aflejringsmiljø

Dinoflagellater forekommer generelt sporadisk i dette interval og i prøverne fra 205 og 180 m var det ikke muligt at tælle 200 dinoflagellat cyster i prøverne. Der sker et markant skift fra det underliggende interval, der er domineret af *Homotryblium* spp. og *Polysphaeridium zoharyi* til dette interval, hvor disse to taxa kun forekommer sporadisk. Samtidigt er hyppigheden af ferskvandsalgen *Botryococcus* spp. markant lavere end i det underliggende interval. Disse observationer indikerer samlet at der sker en ændring i aflejringsmiljøet på overgangen mellem Vejle Fjord Formationen og Klintinghoved Formationen, formodentligt fra et brakvandsmiljø til noget mere åbne marine forhold, men fortsat med stor ferskvands influx (Brinkhuis 1994; Dybkjær 2004a,b).

Figur 6: Dinoflagellatzonering opstillet af Dybkjær & Piasecki (2008; submitted), korreleret med nannoplanktonzonering (Martini 1971) og foraminiferzoner (King 1989; Laursen & Kristoffersen 1999).



Central North Sea Foraminifer zonation (King 1989)		Danish North Sea Foraminifer zonation (Laursen & Kristoffersen 1999)		Nannoplankton zonation (Martini 1971)
NSP	NSB	NSP	NSB	
15b	13b	15a	13b	NN11
15a		14b	13a	NN9-10
14b	13a		12c	NN8
14a	12c		13	NN7
13		12b	12a	NN6
	12b	12a	11 II	NN5
12	11	12 I	11 I	NN5
11	10		10 II	NN4
10	9	11		NN3
		10	9	NN1-NN2
9	8c	9	8c	NP25

Fig. 7

Dinoflagellatzonering

Sidstforekomsten af hyppig forekomst af *Homotryblium* ved toppen af det underliggende interval, samt sidstforekomsten af *Thalassiphora pelagica* ved 175 m, henfører klart intervallet imellem 216 m og 175 m til *Thalassiphora pelagica* Zonen (Dybkjær & Piasecki 2008; submitted) (Fig. 5). Førstforekomsten af *Hystrichosphaeropsis obscura* i 195 m støtter denne tolkning. Førstforekomsten af *Exochosphaeridium insigne* ved 129 m henfører intervallet fra 175 m til 129 m til *Sumatradinium hamulatum* Zonen (Dybkjær & Piasecki 2008; submitted).

Alder

Tidlig Miocæn (sen Aquitanien – tidlig Burdigalien).

Foraminifer/nannofossilzonering

Thalassiphora pelagica Zonen korrelerer med den mellemste del af nannoplanktonzone NN2 af Martini (1971) (de Verteuil & Norris 1996), mens *S. hamulatum* Zonen korrelerer med den mellemste til øvre del af NN2.

Thalassiphora pelagica Zonen korrelerer desuden med den bentiske foraminiferzone NSB 9 og den planktoniske foraminiferzone NSP 10 (Laursen & Kristoffersen 1999), svarende til NSB 9 og NSP 10 i King's (1989) zonering. *S. hamulatum* Zonen korrelerer med foraminiferzone NSB 10I og NSP 11 i zoneringen af Laursen & Kristoffersen (1999), svarende til NSB 9–10 og NSP 10–11 i zoneringen af King (1989).

Bastrup Formation

Tilstedeværelse

Bastrup Formationen er repræsenteret i intervallet fra 171–165 m og fra 159–136 m (Fig. 4 og 5). Der er kun analyseret dinoflagellater fra én prøve ved 138 m.

Dinoflagellatselskab

Der blev fundet et meget sparsomt dinoflagellat selskab, bestående af én enkelt *Hystrichokolpoma rigaudiae*, enkelte *Spiniferites* spp., én *S. pseudofurcatus*, samt en omlejret *Wetzelilla* spp. Det er muligt at disse dinoflagellat cyster alle er omlejret.

Aflejringsmiljø

Den ene prøve fra Bastrup Formationen, er totalt domineret af ferskvandsalgerne *Mougeotia laetevirens* og *Pseudokomewuia aff. granulata*. Desuden er der registreret en del andre ferskvandsalger og svampesporer, samt store stykker kutikula. Enkelte dinoflagellat cyster forekommer, men er muligvis omlejrede. Disse observationer indikerer et fluvialt/limnisk aflejringsmiljø.

Dinoflagellatzonering

Sidstforekomsten af *Thalassiphora pelagica* er lokaliseret under dette interval, i prøven ved 175 m, mens førsteforekomsten af *Exochosphaeridium insigne* er lokaliseret over dette interval, i prøven ved 129 m. Disse forekomster henfører Bastrup Formationen til *Sumatrardinum hamulatum* Zonen (Dybkjær & Piasecki 2008; submitted) (Fig. 5).

Alder

Tidlig Miocæn (tidlig Burdigalien).

Foraminifer/nannofossilzoner

Sumatrardinum hamulatum Zonen korrelerer med den mellemste til øvre del af NN2 af Martini (1971) (de Verteuil & Norris 1996). *S. hamulatum* Zonen korrelerer desuden med den bentiske foraminiferzone NSB 10I og den planktoniske foraminiferzone NSP 11 i zoneringen af Laursen & Kristoffersen (1999), svarende til NSB 9–10 og NSP 10–11 i zoneringen af King (1989).

Arnum Formation

Tilstedeværelse

Arnum Formationen er repræsenteret i intervallet fra 136–118 m og fra 111–91 m (figs. 4 og 5).

Dinoflagellatselskab

Desværre er dette interval præget af forurening med materiale, der under boreprocessen er faldet ned fra den overliggende del af lagserien og det er ikke altid muligt at skelne mellem nedfaldet materiale og materiale *in situ*. Taxa der med stor sikkerhed vurderes som nedfaldet er i rangechartet markeret med et "C" ("caving").

Dinoflagellat selskabet er domineret af *Operculodinium centrocarpum* og *Spiniferites* spp. Desuden dominerer *Hystrichokolpoma rigaudiae* i den nederste del af intervallet, mens *Apteodinium tectatum* dominerer i den øvre del af intervallet. Dominansen af *Homotryblium tenuispinosum* i prøven ved 120 m og dominansen af *Hystrichokolpoma salacia* i intervallet fra 99–91 m er tolket som et resultat af caving. *Apteodinium australiense*, A. cf. *australiense*, A. *spiridoides*, A. *tectatum* og *Polysphaeridium zoharyi* forekommer almindeligt i den nedre del af intervallet, mens *Labyrinthodinium truncatum* forekommer almindeligt til jævnligt i den øvre del af intervallet.

Flere stratigrafisk vigtige førsteforekomster blev registreret indenfor dette interval: *Exochosphaeridium insigne* ved 129 m, *Cousteaudinium aubryae* ved 124 m, *Palaeocystodinium miocaenicum/minor* ved 120 m, samt *Labyrinthodinium truncatum* ved 99 m. Desuden blev sidstforekomsten af *Cordosphaeridium cantharellus* fundet ved 124 m, mens sidstforekomsten af *Cousteaudinium aubryae* blev fundet ved 94 m. Der blev desuden fundet enkelte omlejrede palæogene dinoflagellater i prøven.

Aflejringsmiljø

På grund af caving er det vanskeligt at vurdere den reelle relative hyppighed og diversitet af dinoflagellat selskabet og dermed at tolke aflejringsmiljøet. Fra andreboringer kendes Arnum Formationen som et interval præget af en relativt høj hyppighed og diversitet af marine dinoflagellater, hvilket indikerer et åbent marint aflejringsmiljø.

Dinoflagellatzonering

Sidstforekomsten af *Thalassiphora pelagica* i 175 m (i det underliggende interval) og første forekomsten af *Exochosphaeridium insigne* ved 129 m henfører den nedre del af intervallet (136–129 m) til *Sumatradinium hamulatum* Zonen. Sidstforekomsten af *Cordosphaeridium cantharellus* ved 124 m henfører intervallet fra 129–124 m til *Cordosphaeridium cantharellus* Zonen. Førstforekomsten af *Cousteaudinium aubryae* ved 124 m og førstforekomsten af *Labyrinthodinium truncatum* ved 99 m henfører intervallet fra 124–99 m til *Cousteaudinium aubryae* Zonen og endelig henfører førstforekomsten af *Unipontidium aquaductum* ved 40 m (i det overliggende interval) den øverste del af Arnum Formationen, fra 99–91 m, til *Labyrinthodinium truncatum* Zonen (Dybkjær & Piasecki 2008; submitted) (Fig. 5).

Alder

Tidlig til Mellem Miocæn (Burdigalien til Langhien).

Foraminifer/nannofossilzoner

Dinoflagellatzonerne *S. hamulatum* og *C. cantharellus* korrelerer begge til nannoplanktonzonen NN2 af Martini (1971). De korrelerer desuden til den bentoniske foraminiferzone NSB 10I og til den planktoniske foraminiferzone NSP 11 af Laursen & Kristoffersen (1999), svarende til zonerne NSB 9–10 og NSP 10–11 af King (1989). *Cousteaudinium aubryae* og *Labyrinthodinium truncatum* zonerne korrelerer med nannoplanktonzone NN4 af Martini (1971) (de Verteuil & Norris 1996). *Cousteaudinium aubryae* Zonen korrelerer desuden med den øvre del af den bentoniske foraminiferzone NSB 10I, samt Zone NSB10II og den planktoniske foraminiferzone NSP11 af Laursen & Kristoffersen (1999), svarende til foraminiferzonerne NSB 10 og NSP 11 af King (1989). *Labyrinthodinium truncatum* Zonen korrelerer med NSB 11I og nedre del af NSB11II, samt NSP 12I og NSP 12II af Laursen & Kristoffersen (1999), svarende til foraminiferzonerne NSB 11 og 12a, samt NSP 12 og nedre del af NSP13 af King (1989) (Fig. 6).

Odderup Formation og Stauning Led

Tilstedeværelse

intervallet fra 91–41 m er henført til Odderup Formationen og heraf er intervallet fra 91–64 m endvidere henført til Stauning Leddet. Den øverste del af intervallet, fra 64–41 m, er kun repræsenteret af en enkelt prøve ved 46 m.

Dinoflagellatselskab

Ligesom intervallet under er også dette interval desværre præget af forurening med materiale, der under boreprocessen er faldet ned fra den overliggende del af lagserien. Der er især fundet mange eksemplarer af *Gramocysta verricula*, *Homotryblium tenuispinosum* og *Hystrichokolpoma salacia*, der vurderes at være cavede fra Gram Formationen. Den del af dinoflagellatselskabet, der vurderes til at være "in situ" er domineret af *Operculodinium* spp. og *Spiniferites* spp. Førsteforekomsten af *Cerebrocysta poulsenii* ved basis af intervallet (91 m) er stratigrafisk vigtig. Der blev desuden fundet enkelte omlejrede jurassiske og palæogene dinoflagellater i dette interval.

Aflejringsmiljø

På grund af caving er det vanskeligt at vurdere den reelle relative hyppighed og diversitet af dinoflagellat selskabet og dermed at tolke aflejringsmiljøet. Fra andre borer kendes Odderup Formationen som et interval præget af et sparsomt, lavdiverst dinoflagellatselskab. Den nederste del af intervallet henfører til Odderup Formationen, samt til Stauning Led, i nærværende studie, indeholder en del ferskvandsalger af arterne *Mougeotia latevirens*, samt *Pediastrum* spp. Dette kunne indikere en vis ferskvandsinflux.

Dinoflagellatzonering

Førsteforekomsten af *Labyrinthodinium truncatum* ved 99 m (i det underliggende interval), og af *Unipontidinium aqueductum* ved 40 m, henfører Odderup Formationen til *Labyrinthodinium truncatum* Zonen (Dybkjær & Piasecki 2008; submitted) (Fig. 5).

Alder

Mellem Miocæn (tidlig Langhien).

Foraminifer/nannofossilzoner

Labyrinthodinium truncatum Zonen korrelerer med nannoplanktonzone NN4 af Martini (1971) (de Verteuil & Norris 1996). *L. truncatum* Zonen korrelerer desuden med foraminiferzonerne NSB 11I og nedre del af NSB11II, samt NSP 12I og NSP 12II af Laursen & Kristoffersen (1999), svarende til foraminiferzonerne NSB 11 og 12a, samt NSP 12 og nedre del af NSP13 af King (1989) (Fig. 6).

Hodde Formation

Tilstedeværelse

Hodde Formationen er repræsenteret i intervallet fra 41– 34 m.

Dinoflagellatselskab

Der er en særdeles høj diversitet i denne enhed. *Spiniferites* spp. dominerer kraftigt, mens *Habibacysta tectata* og *Labyrinthodinium truncatum* også dominerer. *Hystrichkolpoma rigaudiae* og *Operculodinium* spp. forekommer almindeligt, mens *Cerebrocysta poulsenii*,

Dapsilidinium pseudocolligerum/pastielsii, *Lingulodinium machaerophorum*, samt *Melitasphaeridium choanophorum* forekommer jævnligt. Førsteforekomsten af *Unipontidinium aquaductum* ved 40 m og sidsteforekomsten af samme art ved 34 m er stratigrafisk vigtige begivenheder. Der er fundet en del omlejrede palæogene dinoflagellater i dette interval.

Aflejringsmiljø

Der er en meget høj hyppighed og diversitet af dinoflagellater, mens der er meget få ferskvandsalger. Aflejringsmiljøet tolkes som åbent marint.

Dinoflagellatzonering

Førsteforekomsten af *Unipontidinium aquaeductum* ved 40 m, samt sidsteforekomsten af samme art ved 34 m henfører Hodde Formationen til *Unipontidinium aquaeductum* Zonen (Dybkjær & Piasecki 2008; submitted) (Fig. 5).

Alder

Mellem Miocæn (sen Langhien til Serravallien).

Foraminifer/nannofossil-zonering

Ifølge Hardenbol *et al.* (1998) kan intervallet fra førsteforekomsten til sidsteforekomsten af *Unipontidinium aquaeductum* korreleres til NN6 (Martini 1971). Laursen & Kristoffersen (1999) har identificeret foraminiferzonerne NSP 12 II – 13, samt NSB 11II i Hodde Formationen i Gram-II boringen. Dette svarer til foraminiferzonerne NSP 13 og NSB 12a-c (King 1989) (fig. 6).

Ørnhøj Formation

Tilstedeværelse

Ørnhøj Formationen er repræsenteret i intervallet fra 34–30 m.

Dinoflagellatselskab

Også i denne enhed er der en særdeles høj diversitet af dinoflagellater. *Habibacysta tectata*, *Hystrichkolpoma rigaudiae*, *Labyrinthodinium truncatum* og *Spiniferites* spp. dominerer – i prøven ved 32 m udgør *H. rigaudiae* 41% af de registrerede palynomorfer. *Lingulodinium machaerophorum* og *Operculodinium* spp. forekommer almindeligt, mens *Dapsilidinium pseudocolligerum/pastielsii* og *Palaeocystodinium powellense* forekommer jævnligt. Førsteforekomsten af *Cannospaeropsis passio* ved 33 m og førsteforekomsten af *Achomosphaera andalousiensis* ved 32 m er stratigrafisk vigtige begivenheder. Der er fundet enkelte omlejrede øvre jurassiske og/eller nedre kretassiske dinoflagellater i dette interval.

Aflejringsmiljø

Der er en meget høj hyppighed og diversitet af dinoflagellater, mens der er meget få ferskvandsalger. Aflejringsmiljøet tolkes som åbent marint med lav ferskvandsinflux.

Dinoflagellatzonering

Sidsteforekomsten af *Unipontidinium aqueductum* ved 34 m, førsteforekomsten af *Achomosphaera andalousiensis* ved 32 m, samt førsteforekomsten af *Gramocysta verricula* ved 27 m (i intervallet over), henfører Ørnhøj Formationen til *Achomosphaera andalousiensis* Zonen (Dybkjær & Piasecki 2008; submitted) (Fig. 5).

Alder

Mellem Miocæn (Serravallien).

Foraminifer/nannofossilzoner

Ifølge de Verteuil & Norris (1996) og Hardenbol *et al.* (1998) kan førsteforekomsten af *Achomosphaera andalousiensis* korreleres til nannoplanktonzone NN6 (Martini 1971). *A. andalousiensis* Zonen i Gram II boringen forekommer i et interval, hvor der ikke er fundet foraminiferer, men zonen korrelerer formodentligt med overgangen mellem NSB 12a-b, samt med midten af NSP 13 (Laursen & Kristoffersen 1999). Dette svarer til overgangen imellem NSB 12c til 13a samt overgangen imellem NSP 141-b i zoneringen af King (1989).

Gram Formation

Tilstedeværelse

Gram Formation er repræsenteret i intervallet fra 30–21m. Ved 21m overlejres Gram Formationen af kvartære aflejringer.

Dinoflagellatselskab

I Gram Formationen er dinoflagellatselskabet domineret af *Homotryblium tenuispinosum* og *Spiniferites* spp. I prøverne ved 27m og 22m udgør førstnævnte over 50%. *Hystrichokolpoma salacia* og *Operculodinium* spp. optræder almindeligt, mens *Achomosphaera andalousiensis*, *Dapsilidinium pseudocolligerum*, *Hystrichokolpoma rigaudiae*, *Labyrinthodinium truncatum*, *Melitasphaeridium choanophorum*, *Spiniferites bentorii* og *Spiniferites cf. pseudofurcatus* optræder jævnligt. Forekomsten af *Gramocysta verricula* ved 27 m er stratigrafisk vigtig. Ligeledes er forekomsterne af *Hystrichosphaeropsis obscura* og *Labyrinthodinium truncatum* i den øverste prøve ved 22 m af stratigrafisk betydning.

Der er fundet enkelte omlejrede dinoflagellater i dette interval. De omlejrede dinoflagellater repræsenterer Øvre Jura/Nedre Kridt, samt Palæogen.

Aflejringsmiljø

Der er en høj diversitet af dinoflagellat taxa i den nederste del af intervallet, men diversiteten aftager opad. Ferskvandsalger forekommer sporadisk. I den øverste prøve, ved 22 m, er der dog registreret en jævnlig forekomst af ferskvandsalgerne *Ovoidites* spp. og *Sculptizygodites* spp. Dette indikerer et fuldt marint miljø med lang afstand til kysten. Den jævnlige hyppighed af ferskvandsalger i den øverste prøve indikerer dog et mere kystnært, ferskvands-influeret aflejringsmiljø, og dermed at kysten begynder at proradere.

Dinoflagellatzonering

Førsteforekomsten af *Gramocysta verricula* ved 27 m, samt forekomsten af *Hystri-chosphaeropsis obscura* og *Labyrinthodinium truncatum* i den øverste prøve ved 22 m, henfører dette interval til *Gramocysta verricula*, *Amiculosphaera umbracula* og *Hystri-chosphaeropsis obscura* Zonerne (Dybkjær & Piasecki 2008; submitted) (Fig. 5).

Alder

Mellem til Sen Miocæn (midt- Serravallien – Tortonien).

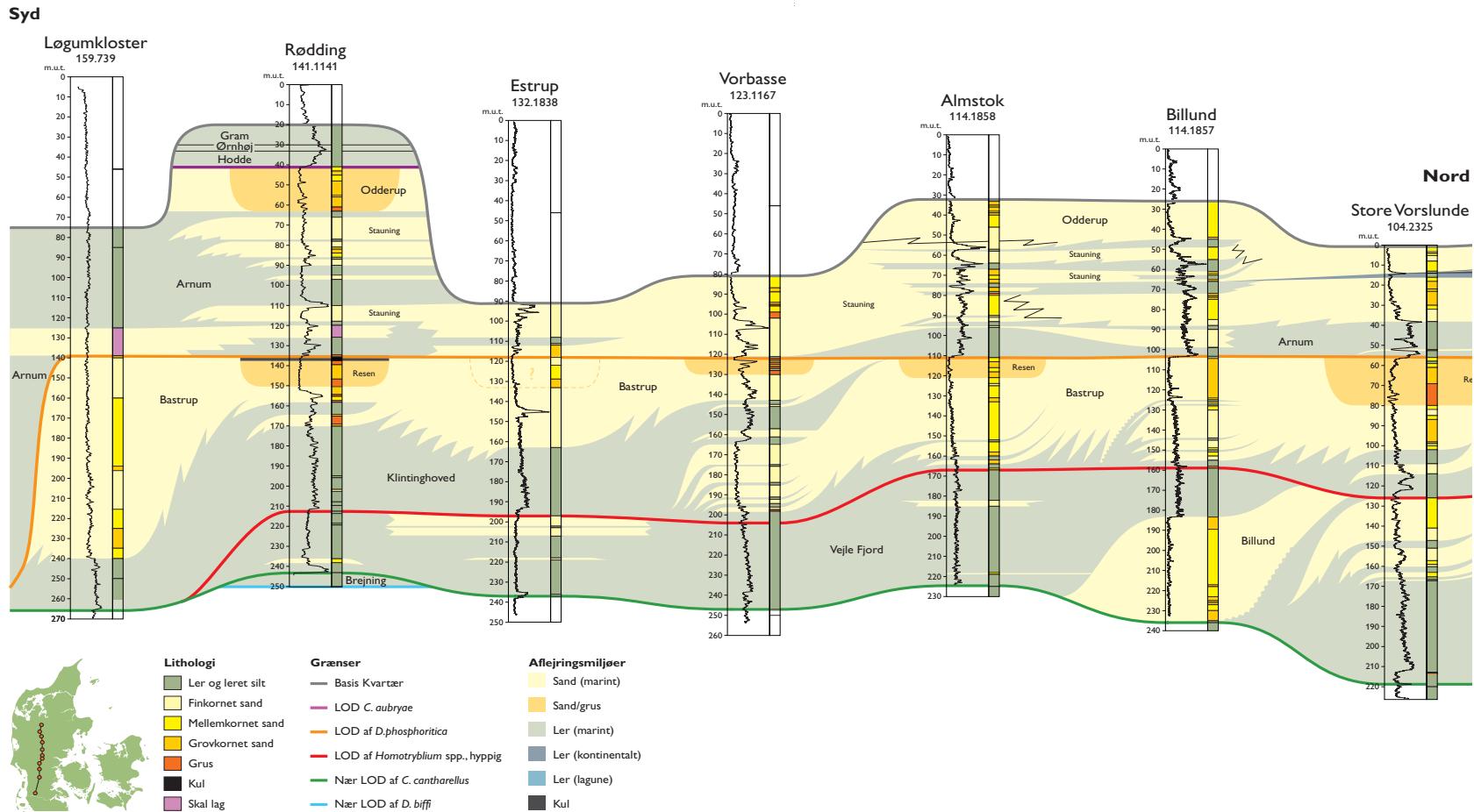
Foraminifer/nannofossilzoner

Ifølge Powell & Brinkhuis (2004) kan førsteforekomsten af *Gramocysta verricula* korreleres til nannoplanktonzone NN6 af Martini (1971), mens sidsteforekomsten af *Hystrichosphaeropsis obscura* og *Labyrinthodinium truncatum* korrelerer til NN11. Laursen & Kristoffersen (1999) har identificeret foraminiferzonerne NSB 12b – NSB13b og NSP 13-15a i Gram Formationen. Dette stemmer ikke helt overens med dinoflagellatdateringerne, som ikke indikerer aflejringer af Messinien alder i Gram Formationen (Piasecki 2005). De her nævnte foraminiferzoner svarer til NSB12c – 13b og NSP14a – 15c af King (1989).

Regional geologisk korrelation

Boringen DGU nr. 141.1141 ved Rødding Præsteskov er korreleret regionalt med boringerne DGU nr. 159.739 (ved Løgumkloster), DGU nr. 132.1838 (ved Estrup), DGU nr. 123.1167 (ved Vorbasse), DGU nr. 114.1858 (ved Almstok), DGU nr. 114.1857 (ved Billund) og DGU nr. 104.2325 (ved St. Vorslunde) i et nord-syd gående log panel (Fig. 7). Rødding Præsteskov boringen gennemborer lag af Kvartær, Miocæn og Oligocæn alder. I denne rapport er det den øverste oligocæne og miocæne lagserie, der er beskrevet og korreleret regionalt. Den nederste del af lagserien er domineret af lerede sedimenter tilhørende Brejning Formationen og Vejle Fjord Formationen. Kun i den nordlige del er der antruffet sandede sedimenter fra Billund Formationen, nemlig i St. Vorslunde og Billund. Herover følger lerede sedimenter fra Klintinghoved Formationen, der overlejres af sandede sedimenter tilhørende Bastrup Formationen. Bastrup Formationen er generelt tyk langs denne linje og består af såvel deltaiske som fluviale sedimenter. Over Bastrup Formationen følger et tyndt leret interval af Arnum Formation. Sandede sedimenter tilhørende Odderup Formationen dominerer herover, men specielt i den sydlige del interfingerer lerede sedimenter fra Arnum Formationen, der helt dominerer ved Løgumkloster. Ved Rødding er der anboret lerede lag fra Hodde, Ørnøj og Gram formationerne. Endelig overlejres den mio-cæne lagpakke erosivt af kvartære sedimenter.

Figur 7: Logkorrelationspanel, nord-sydgående.



Konklusion

Baseret på data fra en ny boring (DGU nr. 141.1141) ved Rødding Præsteskov, lokaliseret i Region Syddanmark, er der opstillet en detaljeret geologisk model for den miocæne lagserie (figs. 5 og 7). Modellen bygger på en kombination af palynologi/dinoflagellatstratigrafi, sedimentologi, seismik og sekvensstratigrafi.

Den gennemborede lagserie indeholder overordnet 2 niveauer med sandlag:

Bastrup Formation (171–165 m og 159–136 m), der er aflejret som fluvialt sand og deltasand.

Odderup Formation (118–111 m og 91–41 m). Heraf tilhører intervallerne fra 118–111 m, samt 91–64m Stauning Led. Odderup Formationen udgøres af sandlag aflejret i forbindelse med en kystsletteudbygning og i fluviale kanaler, mens Stauning Led består af storm-sandsaflejringer.

Under og imellem sandlagene forekommer marint ler og silt tilhørende Brejning Formationen, Vejle Fjord Formationen, Klintinghoved Formationen og Arnum Formationen, mens den øverste del af Odderup Formationen overlejres af marint ler tilhørende Hodde, Ørnøj og Gram formationerne.

Referencer

- Bradford, M.R. & Wall, D.A. 1984: The distribution of Recent organic-walled dinoflagellate cysts in the Persian Gulf, Gulf of Oman and Northwestern Arabian Sea. *Palaeontographica*, ser. B. 192, 16–84.
- 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.
- Bujak, J. & Mudge, D., 1994: A high-resolution North Sea Eocene dinocyst zonation. *Journal of the Geological Society, London*, 151, 449–462.
- 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., 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.R. & Piasecki, S. 2003: Stratigrafi i borerne: 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 borer i Ringkøbing Amt. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse Rapport 2005/5, 69pp.
- Dybkjær, K., Piasecki, S. & Rasmussen, E.S., 2006: Dinoflagellat-datering og lithostratigrafi i Assing Mølleby, Klosterhede og Torsbæk borerne, Ringkøbing Amt. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse Rapport 2006/58, 48pp.
- Dybkjær, K. & Piasecki, S. 2008: A new Neogene biostratigraphy of Denmark. *Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin* 15, 29–32.
- Dybkjær, K. & Piasecki, S., submitted: Neogene dinocyst zonation in the eastern North Sea Basin, Denmark. *Review of Palaeobotany and Palynology*.
- Friis, H., Mikkelsen, J. & Sandersen, P. 1998: Depositional environment of the Vejle Fjord Formation of the Upper Oligocene – Lower Miocene of Denmark: a barrier island/barrier-protected depositional complex. *Sedimentary Geology* 117, 221–244.
- Hardenbol, J., Thierry, J., Farley, M.B., Jacquin, T., de Graciansky, P.-C. & Vail, P. 1998: Mesozoic and Cenozoic sequence chronostratigraphic framework of European basins. In: de Graciansky, P.-C. et al. (eds): Mesozoic and Cenozoic sequence stratigraphy of European basins. SEMP (Society for Sedimentary Geology) Special Publication 60, 3–13 and charts.
- Heilmann-Clausen, C. 1995: Palæogene aflejringer over Danskekalken. In: Nielsen, O.B. (ed.): *Danmarks geologi fra Kridt til idag*. Aarhus Geokompendier 1, 69–114.

- Hindsby, K., Harrar, B., Nyegaar, P., Konradi, P., Rasmussen, E.S., Bidstrup, T., Greger-
sen, 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 Dan-
ish 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 distribu-
tion 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.
- Prentice, M.L. & Matthews, R.K. 1988: Cenozoic ice Volume history: Development of a
composite oxygen isotope record. *Geology* 16, 963–966.
- Rasmussen, E.S. 1996: Sequence stratigraphic subdivision of the Oligocene and Miocene
succession in South Jutland. *Bulletin of the Geological Society of Denmark* 43, 143–
155.
- Rasmussen, E.S. 2004: Stratigraphy and depositional evolution of the uppermost Oligo-
cene – Miocene succession in western Denmark. *Bulletin of the Geological Society of
Denmark* 51, 89–109.
- 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, E.S., Dybkjær, K., Piasecki, S., in prep. Lithostratigraphy of the Upper Oligo-
cene – Miocene succession in Denmark. *Geol. Surv. Den. Green. Bull.*
- Rasmussen, L.B. 1961: De miocæne formationer i Danmark. Danmarks geologiske Under-
søgelse IV. Række, Nr. 4, 45pp.
- Sorgenfrei, T. 1958: Molluscan assemblages from the marine Middle Miocene of South
Jutland and their environments. Danmarks geologiske Undersøgelse, II. Række, Nr.
79, 503pp.

- Vejbæk, O. 1992: Geodynamic modelling of the Danish Central Trough. In: Larsen, R.M. *et al.* (eds): Structural and tectonic modelling and its application to petroleum geology, 1–17. Amsterdam, Elsevier: Norwegian Petroleum Society.
- Wall, D., Dale, B., Lohmann, G.P. & Smith, W.K. 1977: The environmental and climatic distribution of dinoflagellate cysts in modern marine sediments from regions in the north and south Atlantic Oceans and adjacent seas. *Micropaleontology* 2, 121–200.
- Ziegler, P.A. 1982: Geological atlas of Western and Central Europe., 130pp. Amsterdam: Elsevier.

Bilag

Bilag 1: Rangechart for dinoflagellater i boringen DGU nr. 141.1141. Den litostratigrafiske og kronostratigrafiske opdeling af den analyserede lagserie er vist, dinoflagellat zoneringen (Dybkjær & Piasecki 2008; submitted) for den undersøgte lagserie er præsenteret og stratigrafisk vigtige events er indikeret. Endelig er den relative hyppighed af følgende palynomorf-kategorier: 1) *in situ* og cavede dinoflagellater, 2) omlejrede (reworked) dinoflagellater, 3) acritarcher, 4) "other marine algae" (OM), 5) ferskvandsalger, samt 6) udvalgte *in situ*, samt omlejrede sporer og pollen (SP) angivet i procent af det samlede antal registrerede palynomorfer.

