

Oligocæn-Miocæn dinoflagellat stratigrafi i to boringer ved Hellevad, Sønderjyllands Amt

Karen Dybkjær & Erik Skovbjerg Rasmussen



Oligocæn-Miocæn dinoflagellat stratigrafi i to boringer ved Hellevad, Sønderjyllands Amt

Karen Dybkjær & Erik Skovbjerg Rasmussen

Indhold

Sammenfatning	5
Indledning	6
Geologisk ramme	7
Litostratigrafi	9
Materiale og metoder	10
Litologi	10
Palynologi	10
Sedimentologisk beskrivelse	12
DGU 160.1512.....	12
DGU 160.1556.....	16
Palynologi/biostratigrafi	18
DGU 160.1512 (Bilag 1 og 2)	19
Søvind Mergel Formationen.....	19
Vejle Fjord Formationen	19
Brejning Ler	19
?Vejle Fjord Ler/Klintinghoved Formationen.....	21
Klintinghoved Formationen	22
Ribe Formationen	23
Arnum Formationen.....	23
Nedre Arnum Formation.....	23
Bastrup sand.....	24
Øvre Arnum Formation	25
Stauning sand.....	26
DGU 160.1556 (Bilag 3 og 4)	28
Arnum Formationen.....	28
Bastrup sand.....	28
Øvre Arnum Formation	29
?Stauning sand.....	30
Regional korrelation	32

Konklusion	34
Referencer	35
Figurtekster	38
Bilag	39

Sammenfatning

Denne undersøgelse er baseret på materiale fra de to borer DGU 160.1512 og DGU 160.1556, begge lokaliseret ved Hellevad, i den østlige del af Sønderjyllands Amt. Formålet med undersøgelsen er at bidrage til kortlægningen af potentielle grundvandsmagasiner i Sønderjyllands Amt. Materialet fra borerne er beskrevet litologisk og i alt 58 udvalgte prøver er blevet analyseret biostratigrafisk. Resultaterne er kombineret med resultater fra tidligere undersøgelser i Midt- og Sønderjylland (Dybkjær *et al.* 1999; Dybkjær *et al.* 2001; Dybkjær & Rasmussen 2004 a, b). Ligesom i de tidligere undersøgelser er biostratigrafien baseret på palynologi/dinoflagellatstratigrafi. Fossile dinoflagellatcyster (fra éncellede marine alger) har vist sig at være et effektivt biostratigrafisk redskab til at datere lagserien og til at korrelere på tværs af litologien.

Den miocæne lagserie i de to undersøgte borer indeholder tre niveauer med potentielle grundvandsmagasiner:

I boringen DGU 160.1512 er der gennemboret et ca. 73m tykt sandlag fra 36m–109m henført til Stauning sand, et 16m tykt sandlag fra 116m–132m henført til Bastrup sand, samt et 20m tykt sandlag fra 144m–164m henført til Ribe Formationen.

I boringen DGU 160.1556 er der gennemboret et ca. 63m tykt sandlag fra ca. 50m til 113m, som her er henført til ?Stauning sand. Den øvre del af ?Stauning sandet, fra ca. 50m til 104m, er dog ikke erkendt litologisk, men er tolket til at være tilstede gennem korrelation af gammalaggen (optaget i den nærliggende boring DGU 160.1496), til boringen DGU 160.1512. Desuden er der et 17m tykt sandlag fra 121m–140m henført til Bastrup sand. Denne boring går kun ned i 140 meters dybde. Tilstedeværelse af Ribe Formationen er derfor ikke afprøvet her og intervallet med Bastrup sand er muligvis mægtigere.

De foreslåede regionale korrelationer er baseret på en kombination af palynologi, logkorrelationer og seismiske data. I den nedre del af boringen DGU 160.1512 forekommer der et interval, som det på det nuværende datagrundlag ikke er muligt med sikkerhed at henføre til enten Vejle Fjord Leret eller Klittinghoved Formationen. Korrelationerne mellem sandlagene indenfor lokalområdet (Røde kro og Hellevad) er baseret på palynologiske indikatorer kombineret med korrelationer af gammalogs. I området omkring Hellevad er det muligt at skelne Ribe Formationen og Bastrup sandet fra hinanden palynologisk, da sidstnævnte enhed er karakteriseret ved et acme af ferskvandsalgen *Pediastrum*, mens ferskvandsdinoflagellaten *Pseudokomewuia* aff. *granulata* optræder meget sporadisk. I Ribe Formationen optræder begge taxa meget hyppigt, men med *Pseudokomewuia* aff. *granulata* som den mest hyppige. En tilsvarende tendens ses i borerne ved Røde kro. Desuden har dinoflagellaten *Exochosphaeridium insigne* første forekomst lige under eller i Bastrup sandet i borerne ved Hellevad, som det også kendes fra flere borer i Midtjylland. Dette var dog ikke tilfældet i borerne ved Røde kro, hvor *E. insigne* havde første forekomst internt i Ribe Formationen. Denne forskel kan skyldes forurening med nedfaldet materiale i borerne ved Røde kro.

Indledning

Formålet med nærværende undersøgelse er at bidrage til kortlægningen af potentielle grundvandsmagasiner i Sønderjyllands Amt. Undersøgelsen er udført af GEUS for Sønderjyllands Amt og omfatter en litologisk beskrivelse, en biostratigrafisk analyse, samt en litostratigrafisk opdeling af den øvre oligocæne – miocæne lagserie i to dybe borer. De undersøgte borer, DGU 160.1512 og DGU 160.1556, er lokaliseret i den østlige del af Sønderjyllands Amt. Førstnævnte boring er en dyb undersøgelsesboring udført af Sønderjyllands Amt og er beliggende ca. 1km øst for Hellevad. Sidstnævnte er en dyb indvindingsboring udført af Hellevad Vandværk og er beliggende i Hellevad by. Lokaliseringen af borerne er vist på figur 1.

Undersøgelsen bidrager til at afklare i hvilke niveauer i den øvre oligocæne - miocæne lagserie man kan forvente sand eller grus af en sådan beskaffenhed at de udgør mulige grundvandsmagasiner. Tidligere undersøgelser 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 (Dybkjær & Rasmussen 2000; Dybkjær 2004a; Rasmussen 2004; Rasmussen & Dybkjær 2005).

Geologisk ramme

Nordsø-bassinet 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. Den sydlige afgrænsning forløb nedover Belgien og Nordfrankrig, mens den vestlige afgrænsning formodenligt forløb op langs Østengland og videre op langs Skotlands- og Shetlandsøernes østkyst. Mellem Shetland og Norge var der et kun smalt stræde og i perioder var Nordsøen et afsnøret brakvandsbassin.

Den maksimale udbredelse af havet i dette bassin forekom i Øvre Kridt, hvor kalk og limsten blev aflejret. I forbindelse med Den alpine Foldning (Øvre Kridt og Paleocæn) blev dele af bassinet kraftig påvirket. Dette resulterede i kraftig inversionstektonik og sandsynligvis også i hævnning af Det fennoskandiske Skjold. Specielt ses en markant udbygning af kystlinien i bassinet fra nord i Eocæn, men paleocæne gravitetsafsætninger på Ringkøbing-Fyn Højderyggen (Danielsen *et al.* 1995) indikerer at udbygningen startede allerede på dette tidspunkt. Udbygningen i den centrale del af bassinet var karakteriseret ved en typisk sokkeludbygning i et hav med 500 – 700m's vandybde. Længere mod øst (det nuværende Danmark) var vandybderne væsentligt lavere, mellem 0 og ca. 100m (Hindsby *et al.* 1999). I Paleocæn og Eocæn tid var udbygningen koncentreret i de marginale dele af bassinet syd for det nuværende Norge (f.eks. Jordt *et al.* 1985) mens aflejringerne i Danmark var domineret af finkornede sedimentter (Heilmann-Clausen 1995). I Oligocæn nåede udbygningen ned i det danske område og der aflejredes lavmarine, sandrige sedimentter i Nordjylland og Midtjylland, især omkring Ringkøbing-Fyn Højderyggen. Deltaudbygning fra nord dominerede lokalt, men generelt blev sedimentterne aflejret i oddekomplekser med bagved liggende laguner og åbent hav mod syd og sydvest (Friis *et al.* 1998; Rasmussen & Dybkjær 2005).

Tektoniske bevægelser i Oligocæn har sandsynligvis haft indflydelse på kildeområdet og aflejringsmønsteret. Ligeledes har globale havniveauændringer i Oligocæn også sat sit præg på aflejringsmiljøet, bla. ved at en stor del af Nedre Oligocæn mangler (f.eks. Michelsen 1994; Heilmann-Clausen 1995). Nedre oligocæne aflejringer er bevaret lokalt, i depressioner relateret til saltstrukturer og depressioner dannet i forbindelse med grundfjeldsrelaterede tektoniske bevægelser i Oligocæn.

I Øvre Oligocæn transgrederedes Det danske Bassin på ny (Fig. 2A). Den topografi, der dannedes i forbindelse med de tektoniske bevægelser har haft afgørende betydning for aflejringsmiljøet. Ringkøbing-Fyn Højderyggen spillede en særlig rolle her idet den adskilte mere åben marine/kystprograderende aflejringsmiljøer syd for ryggen fra paraliske/afsnørede miljøer nord for ryggen (Fig. 2) (Rasmussen & Dybkjær 2005). De strukturelle rygge var vigtige områder for dannelse af oddekomplekser, der resulterede i en serie af barriereøer med bagved liggende laguner på tværs af Jylland. Sedimentkilden til disse oddekomplekser har været store floder fra nord. Sedimentterne er transporteret langs kysten indtil aflejring i oddekomplekserne.

Et markant fald i havniveau resulterede i en markant udbygning i seneste Chattien (seneste Oligocæn) til Aquitanien (Tidlig Miocæn) (Fig. 2B,C) (Rasmussen 1996) og da udbygningen skete under stadig faldende havniveau aflejredes forholdsvis rent sand og grus. Efter havniveaufaldet i Aquitanien steg havniveauet generelt i løbet af Miocæn med

maksimum i Serravallien (øvre Mellem Miocæn) (Fig. 2D–L) (Printice & Matthews 1988). Nye tektoniske bevægelser karakteriserede bassinet i slutningen af Burdigalien (øvre Nedre Miocæn). Dette resulterede i nye udbygninger, bl.a. aflejringer beriget med tungmineraller (Fig. 2I og J). Da denne udbygning foregik under stigende havniveau var den ikke så markant som den i Aquitanien og pga. stigende grundvandsspejl i landområderne var mulighederne optimale for afsætning af brunkul, som det kendes fra Midtjylland (Fig. 2J).

Langhien (Mellem Miocæn) repræsenterer en vigtig fase i udviklingen af Nordsø Bassinet. Midt i perioden skete der en markant transgression og ligeledes viser forkastninger i Odderup Formationen at tektonisk aktivitet foregik ved denne overgang (Koch 1989). Kildeområdet skiftede i denne periode fra overvejende nord i Nedre Miocæn til nordøst og øst i Mellem og Øvre Miocæn. Under den markante transgression i Langhien var klimaet varmt. Det varme klima i begyndelsen af Mellem Miocæn var et globalt fænomen og derfor steg det globale havniveau også markant i denne periode. Sandsynligvis var hele det danske område oversvømmet i den sidste del af Mellem Miocæn under aflejring af Hodde Formationen. 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 sedimenter over Midtjylland (Japsen *et al.* 2002). Gram Leret 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 i et logpanel, der viser et tværsnit af den miocæne lagserie fra nord til syd gennem Midt- og Sønderjylland, samt i skematisk form i figur 4. De enkelte litostratigrafiske enheder er beskrevet i Rasmussen (2003, 2004).

Den nederste del af Vejle Fjord Formationen, Brejning Leret, 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; Rasmussen & Hansen 2005). 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. Formationens udbredelse er kortlagt af blandt andet Friborg & Thomsen (1995; 1999) og Rasmussen (1998). Over disse enheder, der overordnet tilhører Vejle Fjord Formationen, kommer Arnum Formationen, der hovedsageligt består af lerede sedimenter. Den nederste del af Arnum Formationen består af sandrige sedimenter, som benævnes Kolding Fjord sand. De minder meget om Vejle Fjord Formationen, men er yngre og udgør ikke en del af Vejle Fjord systemet. I de nordlige og østlige egne af Jylland kiler der sig et sandlag ind i den lerede del af Arnum Formationen. Dette lag benævnes Bastrup sand. Stauning sandet blev aflejret som stormsandsaflejringer i forbindelse med aflejringen af de fluviale og kystslette-sedimenter der henføres til Odderup Formationen. Generelt bliver både Stauning sandet og Odderup Formationen successivt yngre mod sydvest. Stauning sandet interfingerer desuden med det marine ler i den allerøverste del af Arnum Formationen. Over Odderup og Arnum Formationen træffes lerrige sedimenter kendt som Hodde Formationen og Gram Formationen. Herover følger sandrige lag, blottet ved Marbæk og i Gram Lergrav. Disse lag henregnes p.t. til Marbæk sand.

Materiale og metoder

Nærværende rapport bygger på data fra borerne DGU 160.1512 og DGU 160.1556. Begge borer er udført som lufthæve-borer, resulterende i én sedimentprøve for hver meter gennemboret lagserie. I det følgende er litologien af de gennemborede lag, der formodes at tilhøre den øvre oligocæne og miocæne lagserie, beskrevet. Dernæst er metoderne vedrørende det palynologiske studie beskrevet. I den regionale sammenstilling er der benyttet geofysiske logs (gammalogs). Da der ikke er optaget geofysiske logs i boringen DGU 160.1556 blev der i stedet benyttet en gammalog fra den nærtstående (afstand ca. 30m) boring DGU 160.1496. De seismiske linier, der er inddraget i den regionale geologiske model omfatter NP85N, GC 85, ST87, samt DN92.

Litologi

Litologien af de gennemborede lag i borerne er vist grafisk på figurerne 5 og 6. Den signatur, der er angivet i den litologiske søjle svarer til hver prøve. Der er altså en signatur for hver meter. Litologien er opdelt i grus, sand, silt og ler. Er der mange sten i en sandprøve, er det angivet med en enkelt grussignatur (cirkel) og tilstedeværelsen af mollusker er registreret. Der er indikeret hvilke litostratigrafiske enheder der er gennemboret.

Desværre blev Miocæn/Kvartær grænsen formodentligt fejlplaceret (til omkring 108m) i boringen DGU 160.1556 i den preliminaire litologiske beskrivelse, formodentligt på grund af ringe kvalitet af prøvematerialet. Dette medførte at prøveudtagning til nærværende studie kun omfatter intervallet fra 104m og nedefter. Resultaterne af de palynologiske undersøgelser, kombineret med regionale korrelationer baseret på gammalogs tyder imidlertid på at basis af Kvartæret ligger væsentligt højere, formodentligt omkring 50m, som vist på figur 8.

Palynologi

Til den palynologiske undersøgelse blev der udtaget 73 prøver i alt, heraf 55 prøver fra boringen DGU 160.1512 og 18 prøver fra DGU 160.1556. Denne fordeling af prøverne afspejler dels den formodede fejlplacering af Miocæn/Kvartær grænsen i DGU 160.1556 ved 108m og dels at sidstnævnte boring kun når ned i 140m under terræn i modsætning til DGU 160.1512, der når ned i 204m under terræn.

Prøverne blev behandlet i det stratigrafiske laboratorium på GEUS efter palynologiske standardmetoder, som omfatter behandling med HCl, HF, HNO₃ og filtrering på 20µm filtre. Denne behandling fjerner karbonater (kalk) og silikater (ler, silt, sand) fra prøverne. De organiske sedimentære partikler, der er modstandsdygtige overfor syrebehandlingen, blev derefter monteret i glyceringelantine på præparatglas. Efter en gennemgang af præparaterne blev der udvalgt en serie på 44 prøver fra boringen DGU 160.1512 og 14 prøver fra DGU 160.1556 til videre analyse. Disse prøver blev derefter analyseret i lysmikroskop. Først blev fordelingen af organiske partikler i hver prøve beskrevet, til brug for tolkningen

af aflejringsmiljøet. Så blev alle tilstedeværende dinoflagellatarter registreret og der blev talt minimum 200 eksemplarer per prøve til brug for kvantitative analyser. Endelig blev procentandelen af andre marine alger, acritarcher samt ferskvandsalger registreret. I teksten benævnes taxa, der udgør over 10% (af det samlede antal talte dinoflagellater, andre marine alger, acritarcher og ferskvandsalger) som "dominerende", 5–10% som "almindeligt forekommende", 2–4% som "jævnligt" forekommende, mens en forekomst under 2% benævnes hhv. "sporadisk" eller "konsistent" alt efter om den aktuelle slægt eller art forekommer spredt eller optræder i de fleste prøver indenfor det beskrevne interval.

Resultaterne af det palynologiske studie er præsenteret i såkaldte "range-charts", bilag 1–4. I bilag 1 og 3 er alle registrerede dinoflagellatarter og ferskvandsalgertyper fra de to borer vist alfabetisk og procentandelen af den enkelte dinoflagellatart og den enkelte ferskvandsalgetype er indikeret. 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 Ribe Formationen og i Bastrup sandet.

I bilag 2 og 4 er den relative hyppighed af den enkelte dinoflagellat-art præsenteret semikvantitativt. Omlejrrede dinoflagellater ("reworked"), andre marine alger (OM), acritarcher og ferskvandsalger (FA) er også vist. Desuden er der udpeget en række dinoflagellat biohorisonter, førsteforekomster ("First Appearance Datum", FAD) og sidsteforekomster ("Last Occurrence Datum", LOD) af en dinoflagellatart, eller evt. masseforekomster, der menes at kunne bruges stratigrafisk. Disse er angivet under "comments".

Sedimentologisk beskrivelse

DGU 160.1512

Boringen gennemborer kvartære og miocæne lag og stopper i eocænt Søvind Mergel (Fig. 5). Grænsen mellem Kvartær og Miocæn er på baggrund af litologien tolket til at ligge 36m under terræn. Den gennemborede miocæne lagserie er repræsenteret ved følgende litostratigrafiske enheder angivet ved toppen af enheden: Stauning sand ved 36m, øvre Arnum Formation ved 109m, Bastrup sand ved 116m, nedre Arnum Formation ved 132m, Ribe Formation ved 144m, Klintinghoved Formation ved 164m, ?Vejle Fjord Ler/Klintinghoved Fm. ved 179m, Brejning Ler ved 201m og endelig Søvind Mergel Formation ved 203m.

m.u.t. : Litologi

- 36-37: Hvidt, finkornet sand. Bjergartsfragmenter.
- 37-38: Hvidt, finkornet sand.
- 38-39: Hvidt, finkornet sand. Få tungminerale.
- 39-40: Hvidt, finkornet sand.
- 40-41: Hvidt, finkornet sand. Cementeret sandsten.
- 41-42: Hvidt, finkornet sand.
- 42-43: Grå-gulligt, mellemkornet sand. Bjergartsfragmenter?
- 43-44: Gråt, grovkornet sand.
- 44-45: Mørkebrunt, leret silt og mellemkornet sand.
- 45-46: Mørkebrunt, leret silt og grovkornet sand. Lignit?
- 46-47: Gråt, finkornet sand og mørkebrune, lerede siltlag.
- 47-48: Gråt, mellem- til grovkornet sand.
- 48-49: Gråt til hvidligt, velsorteret, grovkornet sand.
- 49-50: Gråt til hvidligt, velsorteret, grovkornet sand. Lignit?
- 50-51: Gråt til hvidligt, velsorteret, grovkornet sand.
- 51-52: Gråt til hvidligt, velsorteret, grovkornet sand, samt enkelte mørkebrune, lerede siltlag.
- 52-53: Gråt, mellem- til grovkornet sand med mørkebrune lerlag.
- 53-54: Velsorteret, hvidt, finkornet sand. Tungminerale.
- 54-55: Velsorteret, hvidt til gulligt, finkornet sand. Tungminerale.
- 55-56: Velsorteret, hvidt, finkornet sand. Tungminerale.
- 56-57: Velsorteret, hvidt, finkornet sand. Mange tungminerale.
- 57-58: Velsorteret, hvidt, finkornet sand. Tungminerale.
- 58-59: Velsorteret, hvidt, finkornet sand. Tungminerale.
- 59-60: Velsorteret, hvidt, finkornet sand. Tungminerale.
- 60-61: Velsorteret, hvidt, finkornet sand. Tungminerale.
- 61-62: Velsorteret, hvidt, finkornet sand. Tungminerale.
- 62-63: Velsorteret, hvidt, finkornet sand. Tungminerale.
- 63-64: Velsorteret, hvidt, finkornet sand. Tungminerale.

64-65: Velsorteret, hvidt til gulligt, finkornet sand. Tungminerale.
65-66: Velsorteret, mørkegråt, finkornet sand. Tungminerale.
66-67: Velsorteret, hvidt til gulligt, finkornet sand. Tungminerale og cementeret sandsten.
67-68: Velsorteret, hvidt, finkornet sand. Tungminerale og cementeret sandsten.
68-69: Velsorteret, hvidt, finkornet sand. Tungminerale.
69-70: Velsorteret, hvidt, finkornet sand. Tungminerale.
70-71: Velsorteret, hvidt, finkornet sand. Tungminerale.
71-72: Velsorteret, hvidt, fin- til mellemkornet sand. Tungminerale, lignit og kalkfragment?
72-73: Mørkegråt, finkornet sand. Tungminerale og cementeret sandsten.
73-74: Mørkegråt, finkornet sand. Tungminerale.
74-75: Mørkegråt, finkornet sand. Tungminerale. Skifer?
75-76: Mørkegråt, finkornet sand. Tungminerale.
76-77: Mørkegråt, finkornet sand. Tungminerale.
77-78: Mørkegråt, finkornet sand. Tungminerale.
78-79: Mørkegråt, finkornet sand. Tungminerale og noget grovkornet sand, bjergartsfragment?
79-80: Mørkegråt, finkornet sand. Tungminerale.
80-81: Mørkegråt, finkornet sand. Tungminerale.
81-82: Mørkegråt, finkornet sand. Tungminerale.
82-83: Mørkegråt, finkornet sand. Tungminerale og flint?
83-84: Brungråt, fin- til mellemkornet sand. Tungminerale.
84-85: Brungråt, fin- til mellemkornet sand. Tungminerale.
85-86: Gråt, velsorteret, mellemkornet sand. Tungminerale.
86-87: Gråt, velsorteret, mellemkornet sand. Tungminerale.
87-88: Gråt, velsorteret, mellemkornet sand. Tungminerale.
88-89: Gråt, velsorteret, mellemkornet sand. Tungminerale.
89-90: Gråt, velsorteret, mellemkornet sand. Tungminerale.
90-91: Gråt, velsorteret, mellemkornet sand. Tungminerale.
91-92: Gråt, velsorteret, mellemkornet sand. Tungminerale.
92-93: Gråt, velsorteret, mellemkornet sand. Tungminerale.
93-94: Gråt, velsorteret, mellemkornet sand. Tungminerale.
94-95: Gråt, velsorteret, mellemkornet sand. Tungminerale.
95-96: Gråt, velsorteret, mellemkornet sand. Tungminerale.
96-97: Gråt til gulligt, velsorteret, mellemkornet sand. Tungminerale.
97-98: Gråt, velsorteret, mellemkornet sand. Tungminerale.
98-99: Gråt, mellemkornet sand. Cementeret sandsten. Bjergartsfragment? Flint?
99-100: Gråt, mellemkornet sand.
100-101: Gråt, mellemkornet sand. Cementeret sandsten og få tynde lerlag.
101-102: Gråt, mellemkornet sand. Cementeret sandsten og gravegang?
102-103: Gulliggråt, finkornet sand. Rødbrun konkretion og flint.
103-104: Gulliggråt, finkornet sand.
104-105: Gulliggråt, fin- til mellemkornet sand.
105-106: Gulliggråt, finkornet sand.
106-107: Gulliggråt, finkornet sand.
107-108: Gulliggråt, mellemkornet sand med tynde siltlag.
108-109: Velafrundet grus og tynde mørkebrune, lerede siltlag.

109-110: Mørkebrunt, leret silt med tynde finsandslaminae.
110-111: Mørkebrunt, leret silt med tynde finsandslaminae.
111-112: Mørkebrunt, leret silt med tynde finsandslaminae.
112-113: Veksellejrende, mørkebrune, lerede siltlag og grå finsandslag.
113-114: Grønligbrunt, leret silt.
114-115: Grønligbrunt, leret silt. Tynde finsandslaminae.
115-116: Mørkebrunt, leret silt. Tynde finsandslaminae.
116-117: Brunliggråt, mellemkornet sand. Gruset og med tynde lerlag.
117-118: Gråbrunt, finkornet sand. Bjergartsfragment.
118-119: Gråbrunt, finkornet sand.
119-120: Gråt, mellemkornet sand. Lignit.
120-121: Velsorteret, gulliggråt, fin- til mellemkornet sand. Lidt grovkornet sand.
121-122: Velsorteret, gulliggråt, fin- til mellemkornet sand. Lidt grovkornet sand.
122-123: Velsorteret, gulliggråt, fin- til mellemkornet sand. Gruset.
123-124: Velsorteret, gulliggråt, fin- til mellemkornet sand.
124-125: Velsorteret, gulliggråt, fin- til mellemkornet sand. Lignit.
125-126: Velsorteret, gråt, finkornet sand.
126-127: Velsorteret, gråt, finkornet sand.
127-128: Velsorteret, gråt, finkornet sand.
128-129: Velsorteret, gråt, finkornet sand.
129-130: Velsorteret, gråt, finkornet sand, samt tynde, lerede siltlag.
130-131: Velsorteret, gråt, finkornet sand.
131-132: Gråt, mellemkornet sand. Tungminerale og lignit.
132-133: Mørkebrunt, leret silt og sand.
133-134: Mørkebrunt, leret silt og grovkornet sand.
134-135: Mørkebrunt, leret silt.
135-136: Mørkebrunt, leret silt.
136-137: Mørkebrunt, leret silt.
137-138: Mørkebrunt, leret silt.
138-139: Mørkebrunt, leret silt.
139-140: Mørkebrunt, leret silt.
140-141: Mørkebrunt, leret silt.
141-142: Mørkebrunt, leret silt.
142-143: Mørkebrunt, leret silt.
143-144: Mørkebrunt, leret silt med tynde, grå sandlag.
144-145: Gråt, grovkornet sand. Gruset og med tynde, mørkebrune, lerede siltlag.
145-146: Gråt, grovkornet sand.
146-147: Gråt, grovkornet sand.
147-148: Gråt, grovkornet sand.
148-149: Gråt, grovkornet sand. Cementeret sandsten.
149-150: Gråt, grovkornet sand.
150-151: Gråt, grovkornet sand.
151-152: Gråt, grovkornet sand. Gruset.
152-153: Gråt, grovkornet sand.
153-154: Gråt, grovkornet sand.
154-155: Gråt, grovkornet sand.

155-156: Gråt, grovkornet sand.
156-157: Mellem- til grovkornet sand. Lignit.
157-158: Mellem- til grovkornet sand.
158-159: Mellem- til grovkornet sand.
159-160: Mellem- til grovkornet sand.
160-161: Mellem- til grovkornet sand.
161-162: Mellem- til grovkornet sand.
162-163: Mellem- til grovkornet sand veksellejrende med mørkebrune, lerede siltlag. Lignit.
163-164: Mellem- til grovkornet sand veksellejrende med mørkebrune, lerede siltlag.
164-165: Mørkebrunt, leret silt. Lignit.
165-166: Mørkebrunt, leret silt.
166-167: Mørkebrunt, leret silt.
167-168: Lamineret mørkebrunt, leret silt og gråt finsand.
168-169: Lamineret mørkebrunt, leret silt og gråt finsand. Pyrit.
169-170: Lamineret mørkebrunt, leret silt og gråt finsand. Pyrit.
170-171: Mørkebrunt, leret silt.
171-172: Mørkebrunt, leret silt. Lidt sand.
172-173: Mørkebrunt, leret silt.
173-174: Mørkebrunt, leret silt.
174-175: Mørkebrunt, leret silt. Skal?
175-176: Mørkebrunt, leret silt.
176-177: Mørkebrunt, leret silt.
177-178: Mørkebrunt, leret silt.
178-179: Mørkebrunt, leret silt. Gruset.
179-180: Mørkebrunt, leret silt.
180-181: Hårdt, mørkebrunt, leret silt.
181-182: Hårdt, mørkebrunt, leret silt. Pyrit.
182-183: Hårdt, mørkebrunt, leret silt. Pyrit.
183-184: Hårdt, mørkebrunt, leret silt. Pyrit.
184-185: Hårdt, mørkebrunt, leret silt. Pyrit.
185-186: Hårdt, mørkebrunt, leret silt. Pyrit.
186-187: Lamineret, mørkebrunt, leret silt og gråt finsand. Gravegang?
187-188: Lamineret, mørkebrunt, leret silt og gråt finsand.
188-189: Lamineret, mørkebrunt, leret silt og gråt finsand.
189-190: Lamineret, mørkebrunt, leret silt og gråt finsand.
190-191: Mørkebrunt, leret silt. Pyrit.
191-192: Mørkebrunt, leret silt.
192-193: Mørkebrunt, leret silt.
193-194: Brungråt ler. Flint?
194-195: Brungråt ler.
195-196: Mørkebrunt, leret silt. Pyrit.
196-197: Mørkebrunt, leret silt. Pyrit.
197-198: Mørkebrunt, leret silt. Pyrit.
198-199: Mørkebrunt, leret silt. Pyrit.
199-200: Mørkebrunt, leret silt. Pyrit.
200-201: Mørkebrunt, leret silt. Pyrit.

201-202: Mørkebrunt, leret silt. Pyrit og glaukony.
202-203: Mørkebrunt, leret silt. Pyrit og glaukony.
203-204: Grønligråt ler.

DGU 160.1556

Boringen gennemborer kvartære og miocæne lag og stopper i Bastrup sand (Fig. 6). Grænsen mellem Kvartær og Miocæn blev, som tidligere omtalt, på baggrund af litologien formodentligt fejltolket til at ligge 108m under terræn. Derfor er der her kun beskrevet prøver fra 101m og nedefter. Den gennemborede miocæne lagserie er repræsenteret ved følgende litostratigrafiske enheder angivet ved toppen af enheden: Stauning sand ved 101m, øvre Arnum Formation ved 113m, samt Bastrup sand ved 121m.

m.u.t. : Litologi

101-102: Mørkegråt, fin- til mellemkornet sand. Tungminerale.
102-103: Mørkegråt, fin- til mellemkornet sand.
103-104: Mellem- til grovkornet sand. Grus.
104-105: Mørkegråt, finkornet sand. Flint.
105-106: Mørkegråt, finkornet sand.
106-107: Mørkegråt, fin- til mellemkornet sand.
107-108: Gråt, grovkornet sand med tynde lerlag. Gruset.
108-109: Meget grovkornet sand. Gruset.
109-110: Gråt, velsorteret grus. Velafrundede korn.
110-111: Mørkegråt, finkornet sand med tynde lerlag. Gruset, tungminerale.
111-112: Veksellejrende, mørkegråt, finkornet sand og brune, siltede lerlag.
112-113: Veksellejrende, mørkegråt, finkornet sand og brune, siltede lerlag.
113-114: Mørkebrunt, leret silt og gråt, finkornet sand. Pyrit.
114-115: Mørkebrunt, leret silt og gråt, finkornet sand. Få gruskorn og pyrit.
115-116: Veksellejrende, brunt ler og grå, finkornede sandlag.
116-117: Veksellejrende, brunt ler og grå, finkornede sandlag.
117-118: Veksellejrende, brunt ler og grå, finkornede sandlag.
118-119: Veksellejrende, brunt ler og grå, finkornede sandlag.
119-120: Veksellejrende, brunt ler og grå, finkornede sandlag.
120-121: Veksellejrende, brunt ler og grå, finkornede sandlag.
121-122: Mellem til finkornet sand. Få lerlag og flint.
122-123: Velsorteret, finkornet sand.
123-124: Velsorteret, finkornet sand.
124-125: Velsorteret, finkornet sand.
125-126: Velsorteret, finkornet sand. Skaller.
126-127: Velsorteret, finkornet sand. Gruset og med skaller.
127-128: Velsorteret, finkornet sand. Skaller.
128-129: Velsorteret, finkornet sand. Skaller.
129-130: Velsorteret, finkornet sand. Skaller.
130-131: Velsorteret, finkornet sand. Skaller.

- 131-132: Velsorteret, finkornet sand. Gruset og med skaller.
- 132-133: Velsorteret, finkornet sand. Skaller.
- 133-134: Velsorteret, finkornet sand. Gruset. Flint.
- 134-135: Velsorteret, finkornet sand.
- 135-136: Velsorteret, finkornet sand.
- 136-137: Velsorteret, finkornet sand.
- 137-138: Velsorteret, finkornet sand, samt mellem- til grovkornet sand.
- 138-139: Velsorteret, finkornet sand med tynde lerlag og indslag af grovere sand.
- 139-140: Velsorteret, finkornet sand med tynde, mørkebrune lerlag. Skaller. Gruset.

Palynologi/biostratigrafi

I det følgende er hver litostratigrafiske enhed beskrevet mht. aflejningsmiljø, dinoflagellatselskab, vigtige biohorisonter, alder, samt indplacering i nannoplankton- og foraminiferzoneringsen opstillet af hhv. Martini (1971) og King (1989). Den litostratigrafiske opdeling er baseret på den regionale geologiske kortlægning.

DGU 160.1512 (Bilag 1 og 2)

Søvind Mergel Formationen

Tilstedeværelse: Formationens nedre afgrænsning kan ikke afgøres ud fra boringsdata, da boringen sluttede i Søvind Mergel. Formationen er repræsenteret fra TD og op til 203m (Fig. 5). Overgangen fra Søvind Mergel Formationen til den overliggende ?Vejle Fjord Formation/Klintinghoved Formation ses tydeligt litologisk.

Aflejringsmiljø: De sedimentære organiske partikler i Søvind Mergel Formationen er stærkt domineret af marine dinoflagellater. Bisaccate pollen og træpartikler forekommer sporadisk. Der blev ikke registreret nogen ferskvandsalger. Denne sammensætning indikerer et fuldmarint aflejringsmiljø med en relativ stor afstand til kysten (til ferskvandsinfluks).

Dinoflagellatselskab: Domineret af *Spiniferites* spp. (Bilag 1). *Areosphaeridium dictyoplokum*, *Operculodinium centrocarpum*, *Phthanoperidinium* spp. og *Systematophora placacantha* forekommer almindeligt, mens *Cribooperidinium guisepei*, *Dinopterygidium cladoi-des*, *Diphyes ficusoides*, *Diphyes* spp., *Hystrichokolpoma rigaudiae*, samt *Impagidinium* spp. forekommer jævnlige.

Biohorisonter:

Forekomsten af *Cerebrocysta bartonensis* og *Diphyes ficusoides* (bilag 2) indikerer en alder ikke yngre end Mellem Eocæn (Lutetien) (Fig. 7). Den almindelige forekomst af *Areosphaeridium diktyoplokum* og fraværet af *Eatonicysta ursulae* indikerer en alder ikke ældre end Mellem Eocæn (Lutetien) (Bujak & Mudge 1994; Hardenbol *et al.* 1998).

Alder: Mellem Eocæn (Lutetien).

Foraminifer/nannoplankton zoner: De ovenfor nævnte dinoflagellat biohorisonter kan korreleres til nannoplankton zonerne NP15–NP16 ifølge Hardenbol *et al.* (1998). Ifølge Heilmann-Clausen (1995) tilhører Søvind Mergel Formationen nannoplankton zone NP15–NP21 (Fig. 7).

Vejle Fjord Formationen

Brejning Ler

Tilstedeværelse: Intervallet fra 203–201m er henført til Brejning Ler på baggrund af forekomsten af store mængder glaukony (se den sedimentologiske beskrivelse).

Aflejringsmiljø: De sedimentære organiske partikler er domineret af træpartikler, bisaccate pollen og dinoflagellater. Non-saccate pollen og brunt amorft materiale (AOM) forekommer almindeligt, mens ferskvandsalger forekommer meget sporadisk. Den almindelige forekomst af brunt AOM indikerer at der har været iltmangel ved havbunden. Dette, kombineret med dominansen blandt dinoflagellaterne af *Homotryblium plectilum*, indikerer et afsnøret marint miljø, formodentligt et brakvandsmiljø (Dybkjær 2004b). Dette svarer til tidligere tolkninger af aflejringsmiljøet for den øverste del af Brejning Leret på basis af foraminiferer (Larsen & Dinesen 1959).

Dinoflagellatselskab: *Homotryblium plectilum* og *Spiniferites* spp. dominerer denne enhed. *Dapsilidinium pseudocolligerum*, *Impletosphaeridium insolitum*, *Lingulodinium machaerophorum*, *Operculodinium centrocarpum* og *Systematophora placacantha* forekommer almindeligt, mens *Apteodinium australiense* forekommer jævnlige. Forekomsten af *Ectosphaeropsis burdigalensis* har stor stratigrafisk betydning.

I Midtjylland er den øvre del af Brejning Leret karakteriseret palynologisk ved et acme af *Deflandrea phosphoritica* (Dybkjær 2004a; Dybkjær et al. 2005; Rasmussen & Dybkjær 2005), men i DGU 160.1512 er der ikke fundet nogen eksemplarer af denne art. Tilsvarende forekomster af glaucony-rigt ler uden *Deflandrea phosphoritica* er tidligere fundet i Høruphav boringen (Dybkjær et al. 1999), samt i Fromseier- og Bække borerne i Ribe Amt (Dybkjær et al. 2003). Forekomsten af *Ectosphaeropsis burdigalensis* i Brejning Leret i DGU 160.1512 indikerer at Brejning Leret i den sydlige del af Jylland er yngre end i Midtjylland, hvor *E. burdigalensis* (i Vandel Mark boringen) har førsteforekomst i Vejle Fjord Leret, over Brejning Leret.

Forekomsten af *Hystrichosphaeropsis obscura* og *Apteodinium tectatum* er tolket som et resultat af at prøven repræsenterer overgangen mellem Brejning Ler og den ovenliggende enhed, her benævnt ?Vejle Fjord Ler/Klintinghoved Formation, da disse to arter ikke tidligere er fundet *in situ* i Brejning Ler. En anden mulighed er at de er "cavede" (at de tilhører yngre materiale, der er faldet ned under boreprocessen), men der er ikke nogen sikre indicier på caving i øvrigt.

Der blev registreret én enkelt omlejret dinoflagellat, *Apectodinium* spp., der indikerer omlejrrede paleocæne aflejringer.

Biohorisonter: Førsteforekomsten af *Ectosphaeropsis burdigalensis* indikerer en alder ikke ældre end seneste Sen Oligocæn (seneste Chattien), mens sidsteforekomsten af *Chiropteridium galea* indikerer en alder ikke yngre end tidligste Tidlig Miocæn (tidlig Aquitaniens) (Hardenbol et al. 1998) (Fig. 7).

Alder: Brejning Ler er af seneste Sen Oligocæn til tidligste Tidlig Miocæn alder, seneste Chattien til tidlig Aquitaniens.

Foraminifer/nannoplankton zoner: Ifølge Hardenbol et al. (1998) kan de ovenfor nævnte dinoflagellat biohorisonter (fra førsteforekomst af *E. burdigalensis* til sidsteforekomst af *C. galea*) korreleres til den øverste del af NP25. Ifølge Laursen & Kristoffersen (1999) korrelerer Brejning Ler til foraminiferzonerne NSP?10 og NSB8c. Dette stemmer

delvis overens med dateringen baseret på dinoflagellater, dog tilhører Brejning Ler formodentligt NSP9c.

?Vejle Fjord Ler/Klintinghoved Formationen

Tilstedeværelse: ?Vejle Fjord Ler/Klintinghoved Formationen er repræsenteret fra 201–179m. Benævnelsen skyldes at det på nuværende tidspunkt er usikkert, hvorvidt dette interval skal henføres til Vejle Fjord Ler eller til Klintinghoved Formationen. Intervallet kan med stor sikkerhed på basis af gammalogs korreleres til borerne DGU 160.1561 og DGU 160.1526, begge lokaliseret nær ved Røde Kro. Her blev dette interval, på basis af dinoflagellatselskabet, henført til Vejle Fjord Leret, men med en del usikkerhed. Se endvidere diskussionen under "biohorisonter".

Aflejringsmiljø: De sedimentære organiske partikler domineres af bisaccate og non-saccate pollen. Træpartikler og brunt AOM forekommer sporadisk til almindeligt. Den relative hyppighed af dinoflagellater varierer mellem en dominerende til en almindelig forekomst, men de optræder dog kun sporadisk i prøven ved 189m. Ferskvandsalger forekommer sporadisk. Denne sammensætning tyder på et kystnært marint aflejringsmiljø.

Dinoflagellatselskab: *Hystrichokolpoma rigaudiae*, *Impletosphaeridium insolitum*, *Operculodinium centrocarpum*, *Spiniferites* spp. samt *Systematophora placacantha* dominerer. *Apteodinium* cf. *australiense* og *A. spiridoides* forekommer almindeligt, mens *Apteodinium australiense*, *A. tectatum*, *Dapsilidinium pseudocolligerum*, *Lingulodinium machaerophorum*, *L. multivirgatum*, Minidino 1 KD, *Reticulosphaera actinocoronata*, *Spiniferites crassivariabilis* type (Strauss & Lund 1992), samt *Tityrosphaeridium cantharellus* forekommer jævnlige. Desuden er forekomsterne af *Apteodinium tectatum* og *Hystrichosphaeropsis obscura* stratigrafisk vigtige.

Der blev fundet enkelte omløjrede dinoflagellater, alle fra Palæogen.

Biohorisonter: Førsteforekomsten af *Hystrichosphaeropsis obscura* i 202m indikerer en alder ikke ældre end tidlig til midt-Burdigalien (de Verteuil & Norris 1996; Hardenbol *et al.* 1998), mens sidsteforekomsten af *Tityrosphaeridium cantharellus* i 104m (i den nedre del af Stauning sandet) indikerer en alder ikke yngre end midt-Burdigalien (Hardenbol *et al.* 1998) (Fig. 7). Førsteforekomsten af såvel *Apteodinium tectatum* som *Hystrichosphaeropsis obscura* optræder i det Midtjyske område i den nederste del af Arnum Formationen.

I borerne ved Røde Kro (DGU 160.151561 og DGU 160.1526) blev forekomsten af disse arter i dette interval tolket som værende cavede, mens en sporadisk forekomst af arter, der karakteriserer Vejle Fjord Leret i Midtjylland, blev anset for at være *in situ*. Derfor blev intervallet her henført til Vejle Fjord Leret. I boringen DGU 160.1512 er der imidlertid ikke fundet nogen af de arter, der karakteriserer Vejle Fjord Leret og samtidigt er der ingen sikre tegn på caving. Derfor tyder resultaterne fra denne boring på at intervallet tilhører Klintinghoved Formationen. Denne problemstilling kan kun løses ved hjælp af yderligere data fra borer og seismik.

Alder: ?Vejle Fjord Ler/Klintinghoved Formationen er af Tidlig Miocæn alder, tidlig til midt-Burdigalien.

Foraminifer/nannofossil zoner: Ifølge Hardenbol *et al.* (1998) kan intervallet fra førsteforekomsten af *H. obscura* til sidsteforekomsten af *T. cantharellus* korreleres til NN3 og nederste del af NN4 (Fig. 7). Laursen & Kristoffersen (1999) har identificeret NSP10 og 11 og NSB9 i Klintinghoved Formationen i Høruphav boringen. Dette stemmer fint overens med dateringerne baseret på dinoflagellater.

Klintinghoved Formationen

Tilstedeværelse: Klintinghoved Formationen er repræsenteret fra 179–164m.

Aflejringsmiljø: De sedimentære organiske partikler domineres af bisaccate og non-saccate pollen. Træpartikler og brunt AOM optræder sporadisk. Dinoflagellater forekommer almindeligt på nær i prøven ved 166m, hvor de er meget sporadiske. Ferskvandsalger forekommer almindeligt, især er ferskvandsdinoflagellaten *Pseudokomewuia* aff. *granulata* meget hyppigt forekommende med et acme i prøven ved 166m. Denne sammensætning tyder på et kystnært marint aflejringsmiljø med stor ferskvandsindfluks.

Dinoflagellatselskab: *Hystrichokolpoma rigaudiae*, *Impletosphaeridium insolitum*, *Operculodinium centrocarpum*, *Spiniferites* spp., samt *Systematophora placacantha* dominerer. *Apteodinium* cf. *australiense*, *A. spiridoides* og *Tityrosphaeridium cantharellus* forekommer almindeligt, mens *Apteodinium australiense*, *A. tectatum*, *Dapsilidinium pseudocolligerum*, *Lingulodinium machaerophorum*, *L. multivirgatum*, Minidino 1 KD, *Reticulosphaera actinocoronata*, samt *Spiniferites crassivariabilis* type (Strauss & Lund 1992) forekommer jævnligt. Desuden er forekomsterne af *Sumatradinium hamulatum*, *Hystrichosphaeropsis obscura*, samt *Thalassiphora pelagica* stratigrafisk vigtige.

Der blev fundet enkelte omløjrede dinoflagellater, flest i prøven 178m og alle fra Palæogen.

Biohorisonter: Førsteforekomsten af *Hystrichosphaeropsis obscura* i prøven 202m (under dette interval) indikerer en alder ikke ældre end tidlig til midt-Burdigalien (de Verteuil & Norris 1996; Hardenbol *et al.* 1998), mens sidsteforekomsten af *Tityrosphaeridium cantharellus* i 104m (i den nedre del af Stauning sandet) indikerer en alder ikke yngre end midt-Burdigalien (Hardenbol *et al.* 1998) (Fig. 7). Sidsteforekomsten af *Thalassiphora pelagica* i prøven ved 175m og førsteforekomsten af *Sumatradinium hamulatum* ved 172m forekommer i det midtjyske område i den nedre del af Arnum Formationen.

Alder: Klintinghoved Formationen er af Tidlig Miocæn alder, tidlig til midt-Burdigalien.

Foraminifer/nannofossil zoner: Ifølge Hardenbol *et al.* (1998) kan intervallet fra førsteforekomsten af *H. obscura* til sidsteforekomsten af *T. cantharellus* korreleres til NN3 og nederste del af NN4 (Fig. 7). Laursen & Kristoffersen (1999) har identificeret NSP10 og -11 og NSB9 i Klittinghoved Formationen i Høruphav boringen. Dette stemmer fint overens med dateringerne baseret på dinoflagellater.

Ribe Formationen

Tilstedeværelse: Ribe Formationen er repræsenteret fra 164–144m.

Aflejringsmiljø: De sedimentære organiske partikler er domineret af træpartikler, brunt AOM, bisaccate og non-saccate pollen samt ferskvandsalger. Dinoflagellater optræder meget sporadisk og det var ikke muligt at tælle 200. Blandt ferskvandsalgerne dominerer *Pediastrum* og ferskvandsdinoflagellaten *Pseudokomewuia* aff. *granulata*. I prøven ved 158m er der flest *Pediastrum*, mens der er flest *Pseudokomewuia* aff. *granulata* i prøven ved 145m. Denne sammensætning af sedimentære partikler indikerer et kystnært marint miljø med meget høj influks af ferskvand.

Dinoflagellatselskab: Det sporadiske dinoflagellatselskab er domineret af *Spiniferites* spp., mens *Systematophora placacantha* forekommer almindeligt og *Impletosphaeridium insolitum* og *Operculodinium centrocarpum* forekommer jævnlige.

Der blev registreret én enkelt omlejet dinoflagellat, *Eatonicysta ursulae*, i dette interval, hvilket indikerer omlejrede eocæne aflejringer.

Biohorisonter: Forekomsten af *Hystriosphæropsis obscura* i intervallet under indikerer en alder ikke ældre end tidlig til midt-Burdigalien (de Verteuil & Norris 1996; Hardenbol *et al.* 1998), mens sidsteforekomsten af *Tityrosphaeridium cantharellus* i 104m (i Stauning sandet) indikerer en alder ikke yngre end midt-Burdigalien (Hardenbol *et al.* 1998) (Fig. 7).

Alder: Ribe Formationen er af Tidlig Miocæn alder, tidlig til midt-Burdigalien.

Foraminifer/nannofossil zoner: Ifølge Hardenbol *et al.* (1998) kan intervallet fra førsteforekomsten af *H. obscura* til sidsteforekomsten af *T. cantharellus* korreleres til NN3 og nederste del af NN4. Laursen & Kristoffersen (1999) har identificeret NSP10 og NSB9 i Ribe Formationen i Høruphav boringen. Dette stemmer fint overens med dateringerne baseret på dinoflagellater.

Arnum Formationen

Nedre Arnum Formation

Tilstedeværelse: Nedre Arnum Formation er repræsenteret fra 144–132m.

Aflejringsmiljø: De sedimentære organiske partikler er domineret af træpartikler, brunt AOM, bisaccate og non-saccate pollen, samt ferskvandsalger. Dinoflagellater optræder meget sporadisk i den nedre del af intervallet, hvor det ikke er muligt at tælle 200 eksemplarer per prøve, men er mere hyppige i den øvre del. Blandt ferskvandsalgerne dominerer *Pseudokomewuia* aff. *granulata* i den nedre del af enheden men hyppigheden aftager gradvist opad, mens hyppigheden af *Pediastrum* stiger. Denne sammensætning af sedimentære partikler indikerer et marint, kystnært aflejringsmiljø med meget stor ferskvandsinfluks.

Dinoflagellatselskab: *Spiniferites* spp. og *Systematophora placacantha* dominerer selskabet. *Operculodinium centrocarpum* forekommer almindeligt, mens *Apteodinium* cf. *australiense*, *Heteraulacacysta campanula*, *Impletosphaeridium insolitum* og *Lingulodinium multivirgatum* forekommer jævnlige. Desuden er der registreret enkelte omlejrede paleocæne og eocæne dinoflagellater.

Biohorisonter: Forekomsten af *Hystrichosphaeropsis obscura* under dette interval, indikerer en alder ikke ældre end tidlig til midt-Burdigalien (de Verteuil & Norris 1996; Hardenbol et al. 1998), mens forekomsten af *Tityrosphaeridium cantharellus* i 104m (over dette interval) indikerer en alder ikke yngre end midt-Burdigalien (Hardenbol et al. 1998) (Fig. 7).

Alder: Den nedre del af Arnum Formationen er af Tidlig Miocæn alder, tidlig til midt-Burdigalien.

Foraminifer/nannofossil zonerings: Ifølge Hardenbol et al. (1998) kan intervallet fra førsteforekomsten af *H. obscura* til sidsteforekomsten af *T. cantharellus* korreleres til NN3 og nederste del af NN4. Laursen & Kristoffersen (1999) har identificeret NSP11 og NSB10I i den nedre del af Arnum Formationen. Dette stemmer fint overens med dateringerne baseret på dinoflagellater.

Bastrup sand

Tilstedeværelse: Bastrup sand forekommer fra 132–116m.

Aflejringsmiljø: De sedimentære organiske partikler er domineret af træpartikler, bisaccate og non-saccate pollen, samt ferskvandsalger. Dinoflagellater optræder meget sporadisk og de fleste registrerede dinoflagellater formodes at være omlejrede. I prøven ved 122m var det ikke muligt at tælle 200. Blandt ferskvandsalgerne dominerer *Pediastrum*, mens *Pseudokomewuia* aff. *granulata* kun forekommer sporadisk. Denne sammensætning af sedimentære partikler indikerer et marint, kystnært aflejringsmiljø med meget stor ferskvandsinfluks.

Dinoflagellatselskab: *Spiniferites* spp. dominerer selskabet, mens *Impletosphaeridium insolitum*, *Operculodinium centrocarpum* og *Systematophora placacantha* forekommer jævnlige. Førsteforekomsten af *Exochosphaeridium insigne* i 117m er stratigrafisk signifi

kant. Desuden er der registreret mange omlejrrede paleocæne og eocæne dinoflagellater (Bilag 2).

Biohorisonter: Forekomsten af *Hystrichosphaeropsis obscura* under dette interval, indikerer en alder ikke ældre end tidlig til midt-Burdigalien (de Verteuil & Norris 1996; Hardenbol *et al.* 1998), mens sidsteforekomsten af *Tityrosphaeridium cantharellus* i 104m (over dette interval) indikerer en alder ikke yngre end midt-Burdigalien (Hardenbol *et al.* 1998). Førsteforekomsten af *Exochosphaeridium insigne* i 117m er stratigrafisk vigtig, da førsteforekomsten af denne art i tidligere undersøgelser er fundet lige under eller internt i Bastrup sandet (Dybkjær *et al.* 2003; Dybkjær 2004a). I borerne ved Rødekro har *E. insigne* førsteforekomst internt i Ribe Formationen, men disse forekomster skyldes muligvis caving.

Alder: Bastrup sand er af Tidlig Miocæn alder, tidlig til midt-Burdigalien.

Foraminifer/nannofossil zoner: : Ifølge Hardenbol *et al.* (1998) kan intervallet fra førsteforekomsten *H. obscura* til sidsteforekomsten af *T. cantharellus* korreleres til NN3 og nederste del af NN4. Laursen & Kristoffersen (1999) har identificeret NSP11 og NSB10I i den nedre del af Arnum Formationen. Dette stemmer fint overens med dateringerne baseret på dinoflagellater.

Øvre Arnum Formation

Tilstedeværelse: Intervallet fra 116–109m er henført til den øvre del af Arnum Formationen.

Aflejringsmiljø: De sedimentære organiske partikler er domineret af ferskvandsalger, træpartikler, bisaccate og non-saccate pollen. Dinoflagellater forekommer sporadisk, i de to prøver ved hhv. 115m og 113m var det ikke muligt at tælle 200 eksemplarer. *Pediastrum* dominerer fuldstændigt blandt ferskvandsalgerne. Denne sammensætning af sedimentære partikler indikerer et marint, kystnært aflejringsmiljø med meget stor ferskvandsinfluks.

Dinoflagellatselskab: I det meget sporadiske dinoflagellatselskab optræder *Spiniferites* spp. og *Systematophora placacantha* almindeligt, mens *Operculodinium centrocarpum* forekommer jævnlige.

Biohorisonter: Førsteforekomsten af *Hystrichosphaeropsis obscura* i 202m (under dette interval), indikerer en alder ikke ældre end tidlig til midt-Burdigalien (de Verteuil & Norris 1996; Hardenbol *et al.* 1998), mens sidsteforekomsten af *Tityrosphaeridium cantharellus* i 104m indikerer en alder ikke yngre end midt-Burdigalien (Hardenbol *et al.* 1998) (Fig. 7). Den øvre del af Arnum Formationen og den nedre del af Stauning sand/Odderup Formationen er ofte karakteriseret af en hyppig forekomst af *Apteodinium tectatum* og et acme af slægten *Apteodinium* (Dybkjær 2003; 2004a). Den jævnlige forekomst af *A. tectatum* og den generelt forholdsvis store andel af slægten *Apteodinium* i prøverne umiddelbart over dette interval støtter derfor tolkningen af dette interval som værende øvre Arnum Formati

on. Det er dog noget atypisk at den øvre del af Arnum Formationen er så rig på ferskvandsalger og har et så sporadisk indhold af dinoflagellater.

Alder: Den øvre del af Arnum Formationen er af Tidlig Miocæn alder, tidlig til midt-Burdigalien.

Foraminifer/nannofossil zoner: : Ifølge Hardenbol *et al.* (1998) kan intervallet fra førsteforekomsten af *H. obscura* til sidsteforekomsten af *T. cantharellus* korreleres til NN3 og nederste del af NN4. Laursen & Kristoffersen (1999) har identificeret NSP11 og NSB10I og -10II i den øvre del af Arnum Formationen. Dette stemmer fint overens med dateringerne baseret på dinoflagellater.

Stauning sand

Tilstedeværelse: Intervallet fra 109–36m er henført til Stauning sand. Grænsen mellem miocæne og kvartære aflejringer er ud fra litologiske kriterier tolket til at ligge omkring 36m.

Aflejringsmiljø: De sedimentære organiske partikler er domineret af træpartikler. Bisaccate og non-saccate pollen og dinoflagellater optræder almindeligt til sporadisk, mens ferskvandsalger forekommer sporadisk. I prøverne ved hhv. 100m, 96m, 54m, 42m og 38m var det ikke muligt at tælle 200 dinoflagellater per prøve. Blandt ferskvandsalgerne er *Pediastrum* den dominerende taxa. Denne sammensætning af sedimentære partikler indikerer et marint, kystnært aflejringsmiljø med stor ferskvandsinfluks.

Dinoflagellatselskab: *Apteodinium tectatum*, *Polysphaeridium zoharyi*, *Spiniferites* spp., samt *Systematophora placacantha* dominerer. *Apteodinium australiense*, *Apteodinium* cf. *australiense*, *Operculodinium centrocarpum*, *Exochosphaeridium insigne* og *Spiniferites pseudofurcatus* forekommer almindeligt, mens *Apteodinium spiridoides*, *Dapsilidinium pseudocolligerum*, *Heteraulacacysta campanula*, *Homotryblium tenuispinosum*, *Hystrichokolpoma rigaudiae*, *Lingulodinium machaerophorum*, *Melitasphaeridium choanophorum* og *Spiniferites solidago* forekommer jævnlige. Desuden er den konsistente forekomst af *Cousteaudinium aubryae* og *Exochosphaeridium insigne* af stor stratigrafisk betydning.

Der blev fundet enkelte omljrede dinoflagellater, alle fra Palæogen.

Biohorisonter: Sidsteforekomsten af *Tityrosphaeridium cantharellus* og førsteforekomsten af *Cousteaudinium aubryae* i 104m indikerer en alder ikke ældre end sen Burdigalien (Hardenbol *et al.* 1998). Førsteforekomsten af *Palaeocystodinium miocaenicum/minor* i 88m indikerer en sen Burdigalien alder, mens førsteforekomsten af *Labyrinthodinium truncatum* i den samme prøve indikerer en Langhien alder (Hardenbol *et al.* 1998).

Forekomsten af *C. aubryae* i prøven ved 45m indikerer en alder ikke yngre end Langhien, mens forekomsten af *Systematophora placacantha* i den øverste af de analyserede prøver, ved 38m, indikerer en alder ikke yngre end Serravallien. Det meget sporadiske dinoflagellatselskab i de to øverste prøver gør dog at sidsteforekomsten af *C. aubryae* i

45m anses for at være utroværdig og at alderen af Stauning sandet her tolkes til ikke at være yngre end Langhien.

Den øvre del af Arnum Formationen og den nedre del af Stauning sand/Odderup Formationen er ofte karakteriseret af en hyppig forekomst af *Apteodinium tectatum* og et acme af slægten *Apteodinium* (Dybkjær 2003; 2004a), som det også ses her, især i intervallet fra 107m–100m. Ligeledes er disse litostratigrafiske enheder ofte karakteriseret af en hyppig forekomst af *Polysphaeridium zoharyi*, som det også er tilfældet her i intervallet fra 81m–67m.

Førsteforekomsterne af hhv. *Barssidinium graminosum* (i 57m), samt *B. evangelinae* og *Selenopemphix brevispinosa* (i 51m) er alle karakteristiske for aflejringer henført til enten Stauning sand eller Odderup Formationen (Dybkjær & Rasmussen 2001; Dybkjær *et al.* 2003; Piasecki *et al.* 2004).

Forekomsterne af *Trinovantedinium glorianum* i 71m og 51m anses for at være cavede fra kvartære aflejringer indeholdende omljrede Mellem eller Øvre Miocæne sedimenter, da denne art ifølge de Verteuil & Norris (1996) og Hardenbol *et al.* (1998) har førsteforekomst i Serravallien, over sidsteforekomsten af *S. placacantha*.

Alder: Stauning sandet er af Tidlig til Mellem Miocæn alder, sen Burdigalien til Langhien.

Foraminifer/nannofossil zoner: : Ifølge Hardenbol *et al.* (1998) kan intervallet fra førsteforekomsten af *C. aubryae* til sidsteforekomsten af *C. aubryae* korreleres til NN4–NN5. Laursen & Kristoffersen (1999) har identificeret NSP12I og NSB11I i Odderup Formationen. Dette stemmer fint overens med dateringerne baseret på dinoflagellater.

DGU 160.1556 (Bilag 3 og 4)

Arnum Formationen

Bastrup sand

Tilstedeværelse: Bastrup sand forekommer fra TD (140m.u.t.) op til 121m.

Aflejringsmiljø: De sedimentære organiske partikler er domineret af træpartikler, bisaccate og non-saccate pollen. Dinoflagellater og ferskvandsalger optræder almindeligt. Blandt ferskvandsalgerne dominerer *Pediastrum*, mens *Botryococcus* og *Pseudokomewuia* aff. *granulata* kun forekommer sporadisk (bilag 3). Denne sammensætning af sedimentære partikler indikerer et marint, kystnært aflejringsmiljø med meget stor ferskvandsinfluks.

Dinoflagellatselskab: *Operculodinium centrocarpum*, *Spiniferites* spp. og *Systematophora placacantha* dominerer selskabet, mens *Apteodinium australiense*, *Heteraulacacysta campanula*, *Impletosphaeridium insolitum*, *Lingulodinium machaerophorum*, *Melitasphaeridium choanophorum*, samt *Tityrosphaeridium cantharellus* forekommer jævnlige.

Forekomsterne af *Apteodinium tectatum* og *Sumatradinium hamulatum* i 140m, samt førsteforekomsterne af *Exochosphaeridium insigne* i 136m, af *Hystrichosphaeropsis obscura* i 134m og af *Cerebrocysta satchelliae* i 128m er stratigrafisk signifikante. Desuden er der registreret mange omlejlrede paleocæne og eocæne dinoflagellater, især i 134m og 128m (bilag 4).

Biohorisonter: Førsteforekomsten af *Hystrichosphaeropsis obscura* i 134m indikerer en alder ikke ældre end tidlig til midt-Burdigalien (de Verteuil & Norris 1996; Hardenbol *et al.* 1998), mens forekomsten af *Tityrosphaeridium cantharellus* i 104m (over dette interval) indikerer en alder ikke yngre end midt-Burdigalien.

Forekomsterne af *Apteodinium tectatum* og *Sumatradinium hamulatum* i 140m er stratigrafisk vigtige, da disse biohorisonter i det midtjyske område kendetegner den nedre del af Arnum Formationen (Dybkjær 2004a). Forekomsten af *Cerebrocysta satchelliae* i 128m er ligeledes karakteristisk for Arnum Formationen. Førsteforekomsten af *Exochosphaeridium insigne* i 136m er stratigrafisk vigtig, da denne biohorisont i tidligere undersøgelser er fundet lige under eller internt i Bastrup sandet (Dybkjær *et al.* 2003; Dybkjær 2004a). I boringen DGU 160.1512 (i dette studie) forekommer denne biohorisont ligeledes internt i Bastrup sand, mens den i borerne DGU 160.1526 og DGU 160.1561 ved Rødekro har førsteforekomst internt i Ribe Formationen (Dybkjær & Rasmussen 2004a, b). Dette kan dog skyldes caving.

Alder: Bastrup sand er af Tidlig Miocæn alder, tidlig til midt-Burdigalien.

Foraminifer/nannofossil zoner: : Ifølge Hardenbol *et al.* (1998) kan intervallet fra førsteforekomsten af *H. obscura* til sidsteforekomsten af *T. cantharellus* korreleres til NN3 og nederste del af NN4. Laursen & Kristoffersen (1999) har identificeret NSP11 og NSB10I i den nedre del af Arnum Formationen. Dette stemmer fint overens med dateringerne baseret på dinoflagellater.

Øvre Arnum Formation

Tilstedeværelse: Intervallet fra 121–113m er henført til den øvre del af Arnum Formationen.

Aflejringsmiljø: De sedimentære organiske partikler er domineret af ferskvandsalger, træpartikler, bisaccate og non-saccate pollen. Dinoflagellater forekommer meget sporadisk og det var det ikke muligt at tælle 200 eksemplarer i nogen af prøverne, der repræsenterer dette interval. *Pediastrum* dominerer fuldstændigt blandt ferskvandsalgerne. Denne sammensætning af sedimentære partikler indikerer et marint, kystnært aflejringsmiljø med meget stor ferskvandsinfluks.

Dinoflagellatselskab: I det meget sporadiske dinoflagellatselskab optræder *Operculodinium centrocarpum*, *Spiniferites* spp. og *Systematophora placacantha* almindeligt, mens *Impletosphaeridium insolitum* optræder jævnligt.

Biohorisonter: Førsteforekomsten af *Hystrichosphaeropsis obscura* i 134m (under dette interval), indikerer en alder ikke ældre end tidlig til midt-Burdigalien (de Verteuil & Norris 1996; Hardenbol *et al.* 1998), mens forekomsten af *Tityrosphaeridium cantharellus* i 104m indikerer en alder ikke yngre end midt-Burdigalien (Hardenbol *et al.* 1998) (Fig. 7). Den øvre del af Arnum Formationen og den nedre del af Stauning sand/Odderup Formationen er ofte karakteriseret af en hyppig forekomst af *Apteodinium tectatum* og et acme af slægten *Apteodinium* (Dybkjær 2003; 2004a). Den jævnlige forekomst af *A. tectatum* og den generelt forholdsvis store andel af slægten *Apteodinium* i prøverne umiddelbart over dette interval støtter derfor tolkningen af dette interval som værende øvre Arnum Formation. Det er dog meget atypisk at den øvre del af Arnum Formationen er så rig på ferskvandsalger og har et så sporadisk indhold af dinoflagellater. Dinoflagellatselskabet og ferskvandsselskabet i dette interval er meget lig det, der forekommer i intervallet henført til øvre Arnum Formation i DGU 160.1512.

Alder: Den øvre del af Arnum Formationen er af Tidlig Miocæn alder, tidlig til midt-Burdigalien.

Foraminifer/nannofossil zoner: Ifølge Hardenbol *et al.* (1998) kan intervallet fra førsteforekomsten af *H. obscura* til sidsteforekomsten af *T. cantharellus* korreleres til NN3 og nederste del af NN4. Laursen & Kristoffersen (1999) har identificeret NSP11 og NSB10I og

10II i den øvre del af Arnum Formationen. Dette stemmer fint overens med dateringerne baseret på dinoflagellater.

?Stauning sand

Tilstedeværelse: Intervallet fra 113m og op til omkring 50m er henført til ?Stauning sand. Miocæn/Kvartær grænsen blev preliminært, ud fra litologiske kriterier, tolket til at være lokaliseret omkring 108m, men resultaterne af de palynologiske undersøgelser, kombineret med regionale korrelationer baseret på gammalogs tyder imidlertid på at basis af Kvartæret ligger væsentligt højere, formodentligt omkring 50m, som vist på figur 8.

Aflejringsmiljø: I prøven ved 111m er de sedimentære organiske partikler domineret af træpartikler. Bisaccate og non-saccate pollen og ferskvandsalger optræder almindeligt, mens dinoflagellater optræder meget sporadisk. Blandt ferskvandsalgerne er *Pediastrum* den dominerende taxa. I denne prøve var det ikke muligt at tælle 200 dinoflagellater per prøve. I prøverne herover (108m–103m) er der omtrent lige mange træpartikler, bisaccate og non-saccate pollen og dinoflagellater, mens ferskvandsalger forekommer sporadisk. Denne sammensætning af sedimentære partikler indikerer et marint, kystnært aflejringsmiljø med stor ferskvandsinfluks i den nederste prøve, men med markant større marin indflydelse i den øvre del af intervallet.

Dinoflagellatselskab: *Apteodinium tectatum*, *Spiniferites* spp., samt *Systematophora placantha* dominerer. *Apteodinium australiense*, *Hystrichokolpoma rigaudiae*, *Lingulodinium machaerophorum* og *Operculodinium centrocarpum* forekommer almindeligt, mens *Apteodinium* cf. *australiense*, *Batiacasphaera* spp., *Distatodinium paradoxum*, *Exochosphaeridium insigne* og *Heteraulacacysta campanula* forekommer jævnlige.

Der blev fundet en del omløjrede dinoflagellater, alle fra Palæogen.

Biohorisonter: Førsteforekomsten af *Hystrichosphaeropsis obscura* i 134m (under dette interval), indikerer en alder ikke ældre end tidlig til midt-Burdigalien (de Verteuil & Norris 1996; Hardenbol *et al.* 1998), mens forekomsten af *Tityrosphaeridium cantharellus* i 104m, i den øverste af de analyserede prøver, indikerer en alder ikke yngre end midt-Burdigalien (Hardenbol *et al.* 1998) (Fig. 7).

Den øvre del af Arnum Formationen og den nedre del af Stauning sand/Odderup Formationen er ofte karakteriseret af en hyppig forekomst af *Apteodinium tectatum* og et acme af slægten *Apteodinium* (Dybkjær 2003; 2004a). Dominansen af *A. tectatum* og den almindelige forekomst af andre *Apteodinium* arter i prøverne fra 108m–104m indikerer således at dette interval skal henføres til Stauning sandet.

Alder: Det analyserede interval med ?Stauning sand er af Tidlig Miocæn alder, tidlig til midt-Burdigalien.

Foraminifer/nannofossil zonerings: Ifølge Hardenbol *et al.* (1998) kan intervallet fra førsteforekomsten af *H. obscura* til sidsteforekomsten af *T. cantharellus* korreleres til NN3 og

nederste del af NN4. Laursen & Kristoffersen (1999) har identificeret NSP11 og NSB10I og -10II i den øvre del af Arnum Formationen og NSP12I og NSB11I i Odderup Formationen. Dateringerne baseret på dinoflagellater tyder på at det analyserede ?Stauning sand korrelerer til den øvre del af Arnum Formationen.

Regional korrelation

Profilen i figur 8 korrelerer boringerne Føvling (132.1835), Estrup (132.1838), Bastrup (133.1298), Gram, Hovslund (151.1487), Rødekro (160.1561), Rødekro (160.1526), Hellevad (160.1556), Hellevad (160.1512), Vollerup (160.1378), Løgumkloster, Tinglev (168.1378) og Høruphav. Lokaliseringen af disse boringer ses på figur 1.

De palynologiske data, der sammen med gammalogs og seismiske data udgør grundlaget for korrelationerne, er taget fra følgende publikationer og rapporter: Dybkjær *et al.* (1999; 2001; 2003), Dybkjær & Rasmussen (2004a,b), Krathus (2000), samt Piasecki (1980; 2001).

Den nederste del af profilen er domineret af lerede aflejringer tilhørende Søvind Mergel Formationen, Vejle Fjord Formationen og Klittinghoved Formationen. Det nederste led i Vejle Fjord Formationen, Brejning Ler, er anført med sikkerhed i Føvling boringen, i begge Rødekro boringerne, i Hellevad (DGU 160.1512) boringen, i Løgumkloster boringen, samt i Høruphav boringen. Dinoflagellatselskabet indikerer at Brejning Leret i hvertifælde i visse dele af Sønderjylland er noget yngre end i Midtjylland. Den nedre del af Vejle Fjord Leret, med det typiske dinoflagellatselskab domineret af *Homotryblium*, som kendes fra de østjyske daglokaliteter ved Lillebælt og Vejle Fjord, er tilstede i Føvling, Estrup og Bastrup boringerne, mens et sådant dinoflagellatselskab ikke er fundet i de sydligere boringer i profilen. Som beskrevet tidligere i denne rapport er der her et interval, hvor dinoflagellatselskabet i nogle boringer (de to fra Rødekro-området) indeholder sporadiske forekomster af arter karakteristiske for Vejle Fjord Leret, men også af arter karakteristiske for den nedre del af Arnum Formationen i det midtjyske område. I studiet af Rødekro boringerne blev intervallet tolket som Vejle Fjord Ler, mens de arter, der er karakteristiske for Arnum Formationen blev tolket som cavede. I nærværende studie af boringerne fra Hellevad blev der imidlertid ikke fundet nogen af de for Vejle Fjord Leret karakteristiske arter i dette interval og da der ikke er nogen indici på caving i den nedre del af boringen tolkes de fundne arter alle som værende *in situ*. Hvorvidt dette interval skal tolkes som en (måske yngre og/eller mere marin) analog til Vejle Fjord Leret, eller det skal henføres til Klittinghoved Formationen kan ikke afgøres på det nuværende datagrundlag.

Over Vejle Fjord og Klittinghoved formationerne følger i de sydlige boringer sandede sedimenter henført til Ribe Formationen. Ribe Formationen tolkes til at repræsentere sandrige fluvio-deltaiske aflejringer. Mod nord korrelerer Ribe Formationen med Billund sand/Hvidbjerg sand. Disse sandede enheder overlejres af lerede sedimenter tilhørende nedre Arnum Formation over hele Midt- og Sønderjylland. De lerede sedimenter fra nedre Arnum Formation følges af Bastrup sand, som er tilstede både i Midt og Sønderjylland. Bastrup sandet overlejres af marint ler tilhørende øvre Arnum Formation. Herover følger sandede sedimenter, der i den nordlige del af profilen er henført til Odderup Formationen. Sedimenterne herfra afspejler en prograderende kystslette, som ses ved en generelt opad grovende kornstørrelse (faldende gamma-log respons opad). I de to Hellevad boringer, samt i Føvling boringen er der Stauning sand, som består af stormsandsaflejringer aflejret foran Odderup Formationen. I Gram boringen, Løgumkloster og Tinglev boringerne følger lerede sedimenter fra Hodde og Gram formationerne. Disse lag er borteroderet i de fleste af de nordligere boringer, men er dog gennemboret i den nordligste boring, Føvling. Ende

ligt følger kvartære lag over den markante erosionsflade øverst i profilet. Den kvartære erosionsflade er mest markant i Rødekro boringerne.

Konklusion

Baseret på en kombination af sedimentologi, palynologi og logkorrelationer er stratigrafien i borerne DGU 160.1512 og DGU 160.1556 ved Hellevad tolket og sat ind i en regional geologisk model.

Den miocæne lagserie indeholder tre niveauer med potentielle grundvandsmagasiner:

I boringen DGU 160.1512 er der gennemboret et ca. 73m tykt sandlag fra 36m–109m henført til Stauning sand, et 16m tykt sandlag fra 116m–132m henført til Bastrup sand, samt et 20m tykt sandlag fra 144m–164m henført til Ribe Formationen.

I boringen DGU 160.1556 er der gennemboret et ca. 63m tykt sandlag fra ca. 50m–113m henført til Stauning sand, samt et 17m tykt sandlag fra 121m–138m henført til Bastrup sand. Denne boring når kun ned i 140 meters dybde. Tilstedeværelse af Ribe Formationen er derfor ikke afprøvet her.

De foreslåede regionale korrelationer er baseret på en kombination af palynologi, logkorrelationer og seismiske data. Som det fremgår af det ovenstående forekommer der et interval i den nedre del af boringen DGU 160.1512, som det på det nuværende datagrundlag ikke er muligt med sikkerhed at henføre til enten Vejle Fjord Ler eller Klintinghoved Formationen. Korrelationerne af henholdsvis Ribe Formationen/Billund sand og af Bastrup sand fra Midt- til Sønderjylland er i høj grad baseret seismiske data. Da disse to litostratigrafiske enheder ligger indenfor samme sekvens (Rasmussen 2004) er det vanskeligt at skelne dem biostratigrafisk. En eller flere stratigrafiske borer (placeret strategisk med hensyn til at belyse stratigrafien) er påkrævet for at belyse problematikken med at kende Ribe Formation og Bastrup sand fra hinanden og dermed være i stand til at kortlægge de enkelte sandlegemers udbredelse.

Korrelationerne mellem sandlagene indenfor lokalområdet (Rødekro og Hellevad) er baseret på palynologiske indicier kombineret med korrelationer af gammalogs. I området omkring Hellevad er det muligt at skelne Ribe Formationen og Bastrup sandet fra hinanden palynologisk, da sidstnævnte enhed er karakteriseret ved et acme af ferskvandsalgen *Pediastrum*, mens ferskvandsdinoflagellaten *Pseudokomewuia* aff. *granulata* optræder meget sporadisk. I Ribe Formationen optræder begge taxa meget hyppigt, men med *Pseudokomewuia* aff. *granulata* som den mest hyppige. En tilsvarende tendens ses i borerne ved Rødekro. Desuden har dinoflagellaten *Exochosphaeridium insigne* førsteforekomst lige under eller i Bastrup sandet i borerne ved Hellevad, som det også kendes fra flere borer i Midtjylland. Dette var dog ikke tilfældet i borerne ved Rødekro, hvor *E. insigne* havde førsteforekomst internt i Ribe Formationen. Denne forskel kan skyldes forurening med nedfaldet materiale i borerne ved Rødekro.

Referencer

- 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. Rapport nr. 7. Geologisk Institut Aarhus Universitet, 26pp.
- de Verteuil, L. & Norris, G. 1996: Miocene dinoflagellate stratigraphy and systematics of Maryland and Virginia. *Micropaleontology* 42 (Supplement), 172 pp.
- Dybkjær, K., 2004, a: 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., 2004, b: 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., Piasecki, S. & Rasmussen, E.S. 1999: Dinoflagellat-zonering og sekvensstratigrafi i den miocæne lagpakke i Midt- og Sønderjylland. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse Rapport 1999/73, 33pp.
- 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. & 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. 2004a: Miocæn stratigrafi i boringen DGU nr. 160.1526, Lunderup ved Rødekro, Sønderjyllands Amt. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse Rapport 2004/91, 25pp.
- Dybkjær, K. & Rasmussen, E.S. 2004a: Miocæn stratigrafi i boringen DGU nr. 160.1561 ved Bodumvej, Rødekro, Sønderjyllands Amt. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse Rapport 2004/92, 27pp.
- Dybkjær, K., Rasmussen, E.S.R. & Piasecki, S. 2001: Oligocæn - Miocæn stratigrafi i Vejle Amt. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse rapport 2001/104, 37pp.
- 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.
- Friborg, R. & Thomsen, S., 1995: Kortlægning af Ribe Formationen i Jylland – et godt grundvandsmagasin. *Vandteknik* 9, 439-442.
- Friborg, R. & Thomsen, S., 1999: Kortlægning af Ribe Formationen: teknisk rapport 1999: et fællesjysk grundvandssamarbejde. Sønderjyllands Amt. 76pp.
- Friis, H., Mikkelsen, J. & Sandersen, P. 1998: Depositional environment of the Vejle Fjord Formation of the Upper Oligocene - Lower Miocene of Denmark: a barrier island/barrier-protected depositional complex. *Sedimentary Geology* 117, 221–244.

- Hardenbol, J., Thierry, J., Farley, M.B., Jacquin, T., de Graciansky, P.-C. & Vail, P. 1998: Mesozoic and Cenozoic sequence chronostratigraphic framework of European basins. In: de Graciansky, P.-C. *et al.* (eds): Mesozoic and Cenozoic sequence stratigraphy of European basins. SEMP (Society for Sedimentary Geology) Special Publication 60, 3–13 and charts.
- Heilmann-Clausen, C. 1995: Palæogene aflejringer over Danskekalken. In: Nielsen, O.B. (ed.): Danmarks geologi fra Kridt til idag. Aarhus Geokompender 1, 69–114.
- Hindsby, K., Harrar, B., Nyegaar, P., Konradi, P., Rasmussen, E.S., Bidstrup, T., 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: Comments on Cenozoic evolution of the eastern Danish North Sea. Discussion. Marine Geology 177, 243–269. Marine Geology 186, 577–581.
- 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.
- Krathus, T. 2000: Biostratigrafisk undersøgelse af miocæne dinoflagellater i Sønderjylland. Upubliceret specialeafhandling, Geologisk Institut, Aarhus Universitet, 149pp.
- 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., 1980: Dinoflagellate cyst stratigraphy of the Miocene Hodde and Gram Formations, Denmark. Bulletin of the Geological Society of Denmark 29, 53–76.
- Piasecki, S., 2001: Miocæn dinoflagellat stratigrafi i Tinglev boringen, 168.1378, Sønderjylland. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse Rapport 2001/126, 20pp.
- 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. 1998: Detached lowstand deposits illustrated through seismic data, lithology and clay mineralogy: an example from the Lower Miocene of Denmark. In:

- Gradstein, F.M., Sandvik, K.O. & Milton, N.J.: Sequence stratigraphy – Concepts and Applications. NPF Special Publication 8, 413-421.
- 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 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. 1992: A Middle Miocene dinoflagellate cyst microflora from Pampendorf near Hamburg, Germany. Mitt. Geol.-Paläont. Inst. Univ. Hamburg 73, 159–189.
- 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.
- Ziegler, P.A. 1982: Geological atlas of Western and Central Europe., 130pp. Amsterdam: Elsevier.

Figurtekster

Fig. 1: Lokalisering af de undersøgte boringer, DGU 160.1512 og DGU 160.1556, samt af de boringer der indgår i korrelationspanelet vist i figur 8.

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

Fig. 3: Korrelationspanel af gammalogs fra boringer i Sønderjylland og det centrale Jylland. Bemærk at litologiske enheder og sekvenser (A til F) er vist på figuren.

Fig. 4: Litostratigrafi og kronostratigrafi for den oligocæne og miocæne lagserie i Midt- og Sønderjylland.

Fig. 5: Gamma-log, litologi og litostratigrafisk opdeling for boringen DGU nr. 160.1512. Gammalloggen er genereret og stillet til rådighed af Uffe Korsbech, DTU.

Fig. 6: Gamma-log, litologi og litostratigrafisk opdeling for boringen DGU nr. 160.1556. Gammalloggen er genereret og stillet til rådighed af Uffe Korsbech, DTU.

Fig. 7: Stratigrafisk vigtige førsteforekomster (FAD's) og sidsteforekomster (LOD's) af dinoflagellatarter korreleret til nannoplanktonzoner, foraminiferzoner og kronostratigrafi. Desuden er indikeret det tidsinterval, hvor indenfor hver enkelt litostratigrafisk enhed er aflejret.

Fig. 8: Logkorrelationspanel (gammalogs), der viser den geologiske model for den undersøgte lagserie i et nord-sydgående profil gennem Midt- og Sønderjylland. Gammalloggen for boringerne Tinglev (DGU 168.1378), Rødekro (DGU 160.1561), Rødekro (DGU 160.1526), samt Vollerup (DGU 160.1378) er genereret og stillet til rådighed af Uffe Korsbech, DTU. Da der ikke blev optaget nogen gammalog i Hellevad (DGU 160.1556) er der i stedet anvendt loggen for den nærliggende boring DGU 161.1496.

Bilag

Bilag 1: I dette rangechart for boringen DGU 160.1512 er alle registrerede dinoflagellatarter og ferskvandsalger er opstillet alfabetisk og deres procentvise forekomst i de undersøgte prøver er angivet.

Bilag 2: De registrede dinoflagellatarter fra boringen DGU 160.1512 er organiseret efter sidsteforekomster i kolonnen "Dinoflagellate Cysts". Omlejrrede dinoflagellatarter (reworked occurrences) er vist i den næste kolonne, mens andre marine alger (OM), acritarcher og ferskvandsalger (FA) er vist i de følgende kolonner. De stratigrafisk vigtige biohorisonter (førsteforekomster, FAD, og sidsteforekomster, LOD) er vist i kolonnen "comments".

Bilag 3: I dette rangechart for boringen DGU 160.1556 er alle registrerede dinoflagellatarter og ferskvandsalger er opstillet alfabetisk og deres procentvise forekomst i de undersøgte prøver er angivet.

Bilag 4: De registrede dinoflagellatarter fra boringen DGU 160.1556 er organiseret efter sidsteforekomster i kolonnen "Dinoflagellate Cysts". Omlejrrede dinoflagellatarter (reworked occurrences) er vist i den næste kolonne, mens andre marine alger (OM), acritarcher og ferskvandsalger (FA) er vist i de følgende kolonner. De stratigrafisk vigtige biohorisonter (førsteforekomster, FAD, og sidsteforekomster, LOD) er vist i kolonnen "comments".

- ⊗ 160.1512
- * 160.1556
- Tidligere undersøgte borer
- By

0 25 km

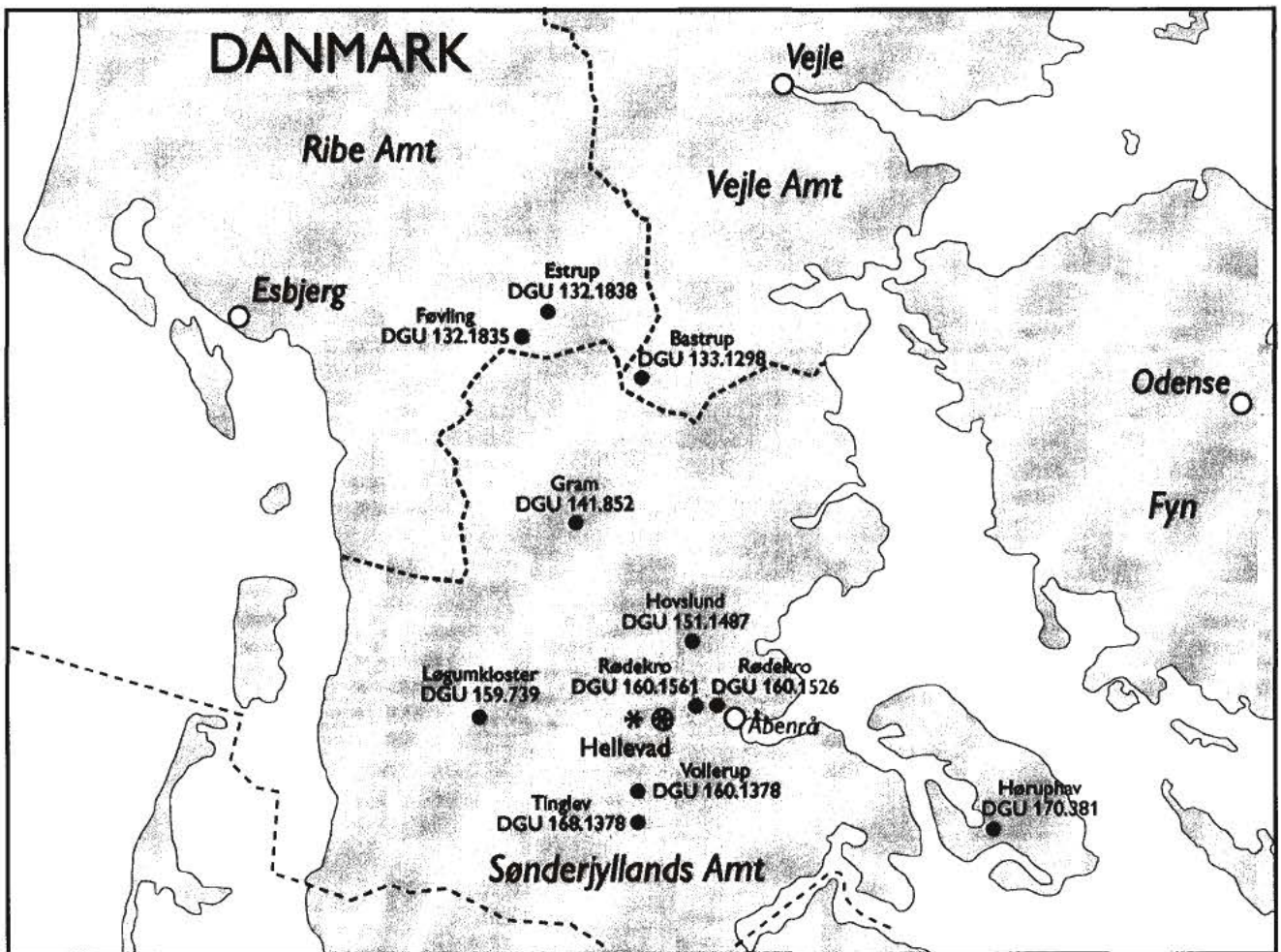
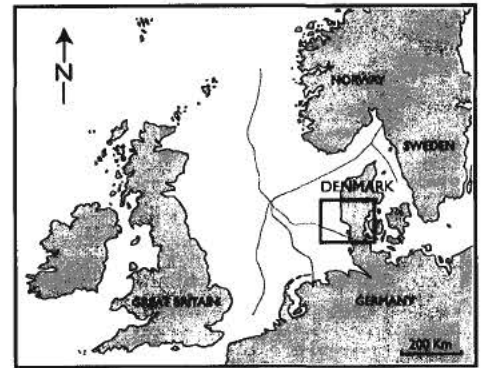


Fig.1

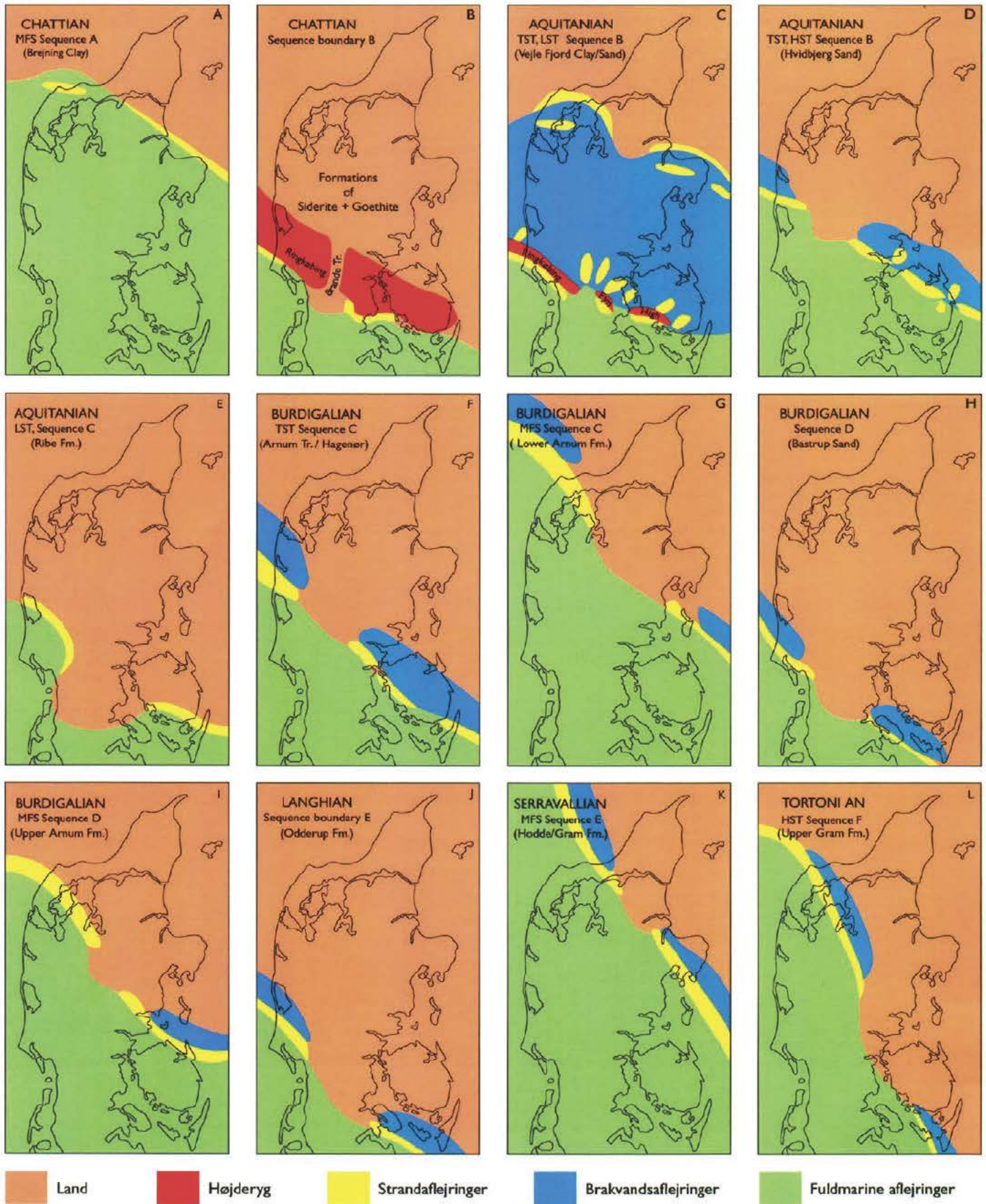
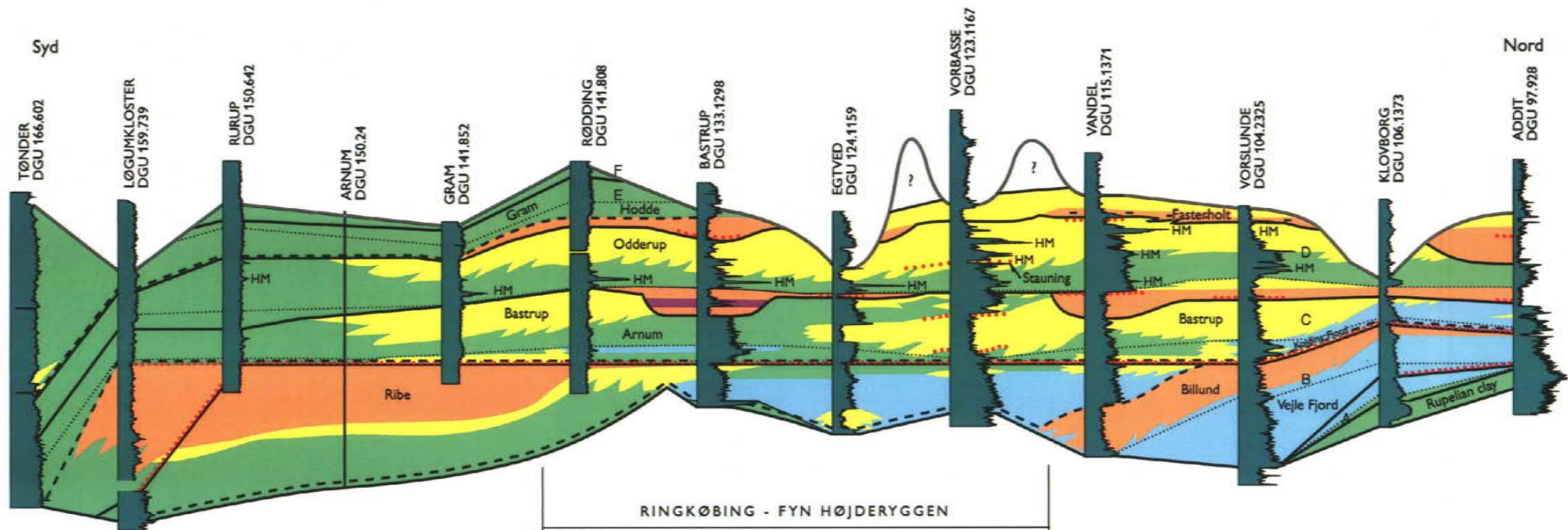






Fig.02



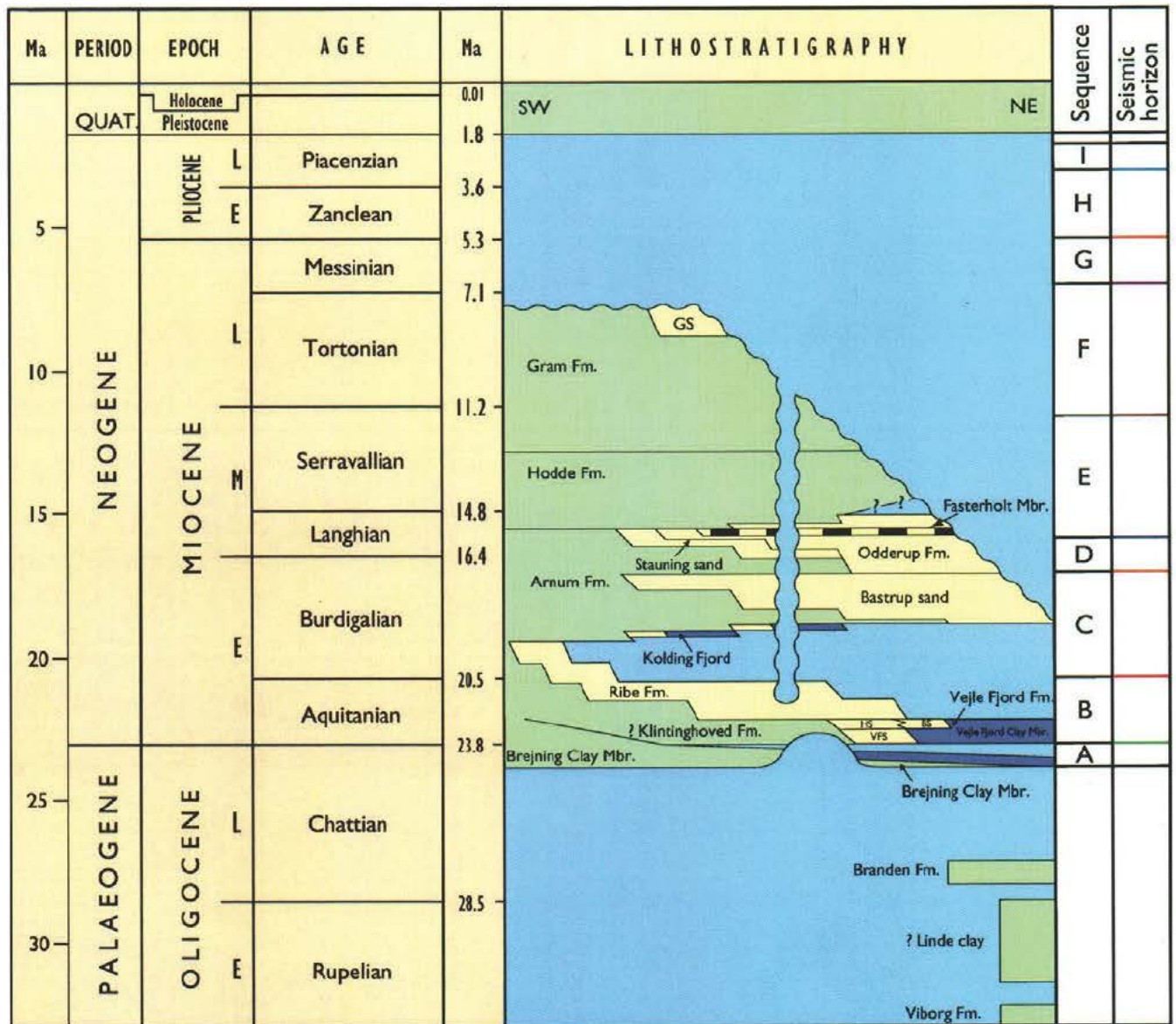
LEGENDE

- | | |
|---|--|
|  Marint silt og ler |  Kvartær grænsen |
|  Marint sand |  Sekvensgrænse |
|  Fluvial - deltaisk sand |  Maksimal oversvømmelsesflade |
|  Brakvandsler og silt |  Oversvømmelsesflade |
|  Flodsletteler |  Brunkul |
| |  HM Tungmineraller |
| |  Grus |

in m
0
50



Fig. 3



Lerede marine aflejringer
 Sandede fluviale og marine aflejringer
 Brakvandsaflejringer
 Kullag
 Hiatus

VFS= Vejle Fjord Sand Mbr. BS= Billund sand HS=Hvidbjerg sand GS=Gram silt/sand ~~~~~ Kvartær erosion

Fig.4

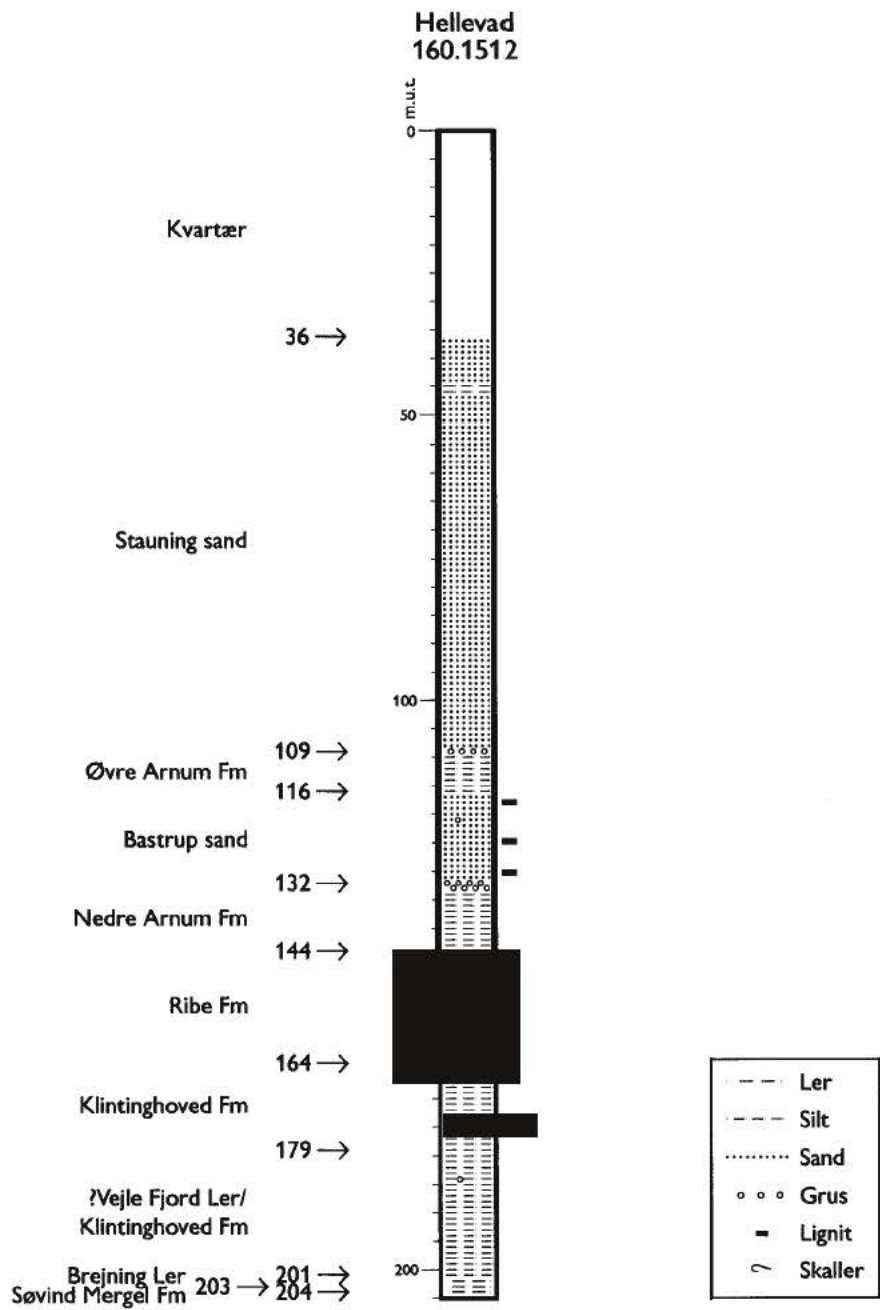


Fig.05

Hellevad
160.1556

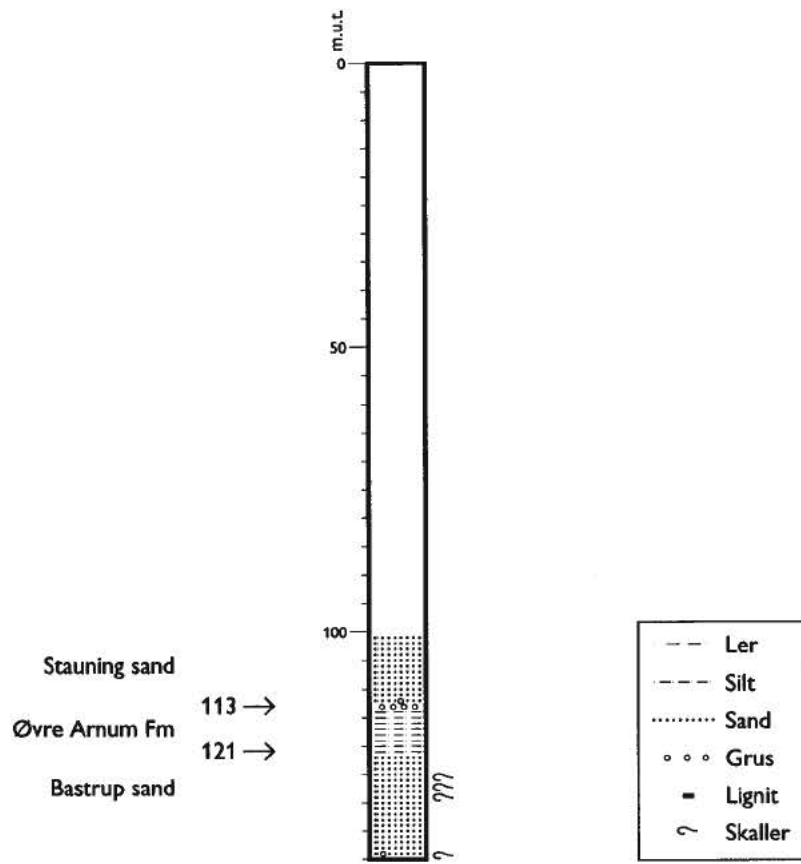
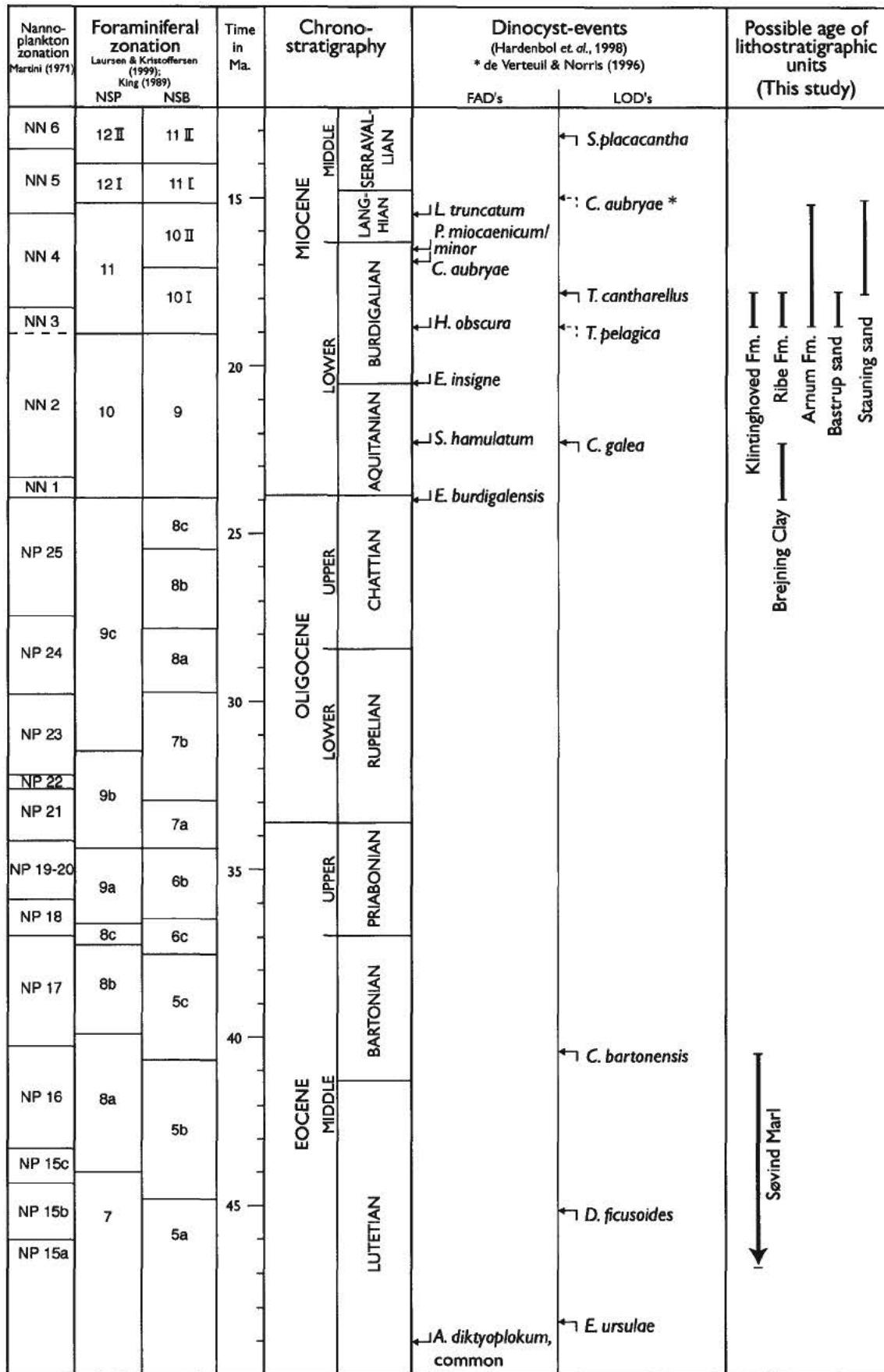
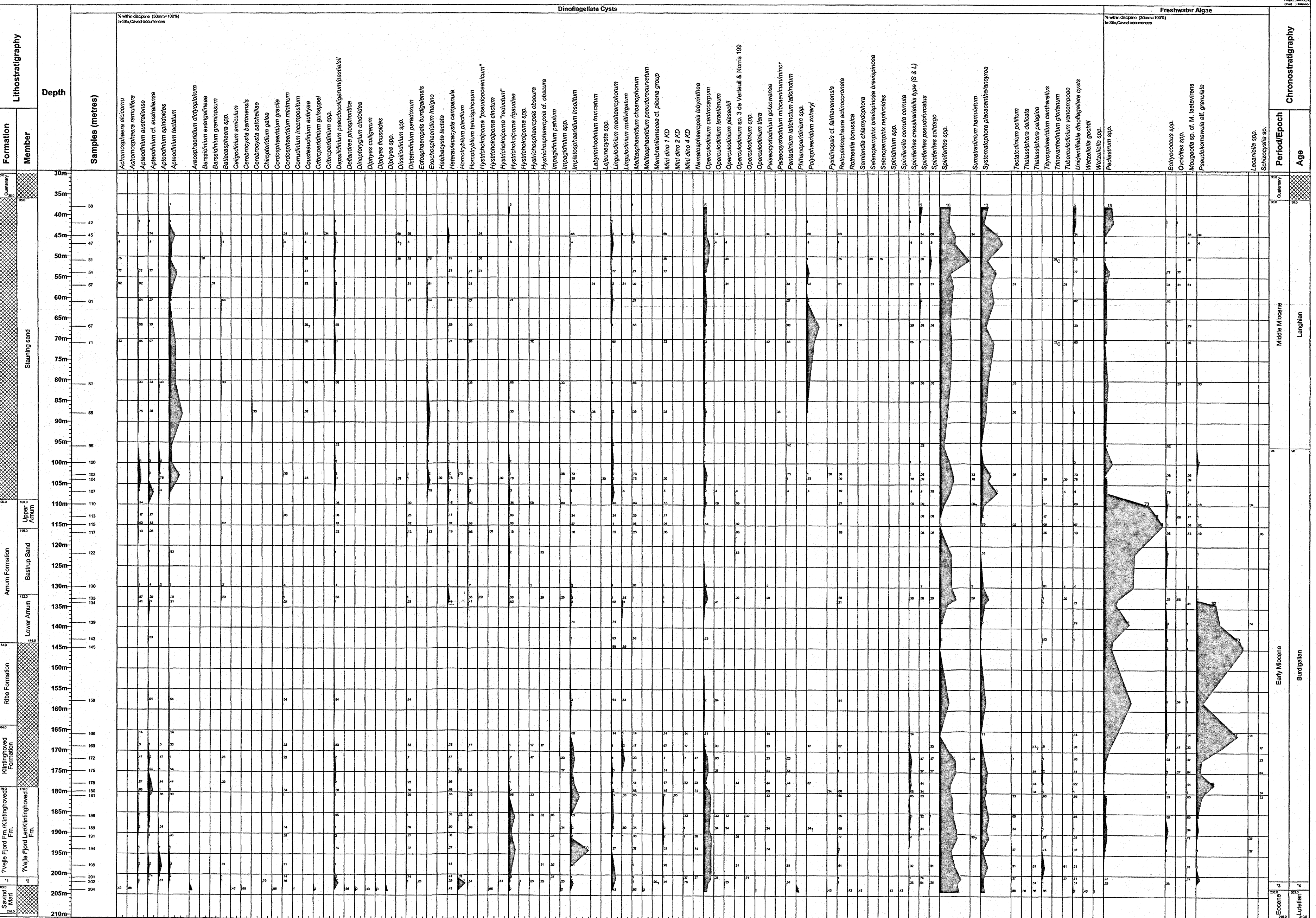


Fig.06



DKM02.02.007.03-KD/01

Fig.07



Samples (metres)	Depth	Lithostratigraphy Formation Member	Dinoflagellate Cysts																														Dinoflagellate Cysts															OM	Acritarchs			Freshwater Algae		Comments	Chronostratigraphy	
			Semi-quantitative, (Default Abundance Scheme) In-Situ, Caved occurrences																														Semi-quantitative, (Default Abundance Scheme) Reworked occurrences															3 4	Semi-quantitative, (Default Abundance Scheme) In-Situ, Caved occurrences			3 In-Situ, Caved occurrences			Period/Epoch	Age
30m			[Dinoflagellate Cyst List]																														[Dinoflagellate Cyst List]																[Acritarch List]			[Freshwater Algae List]			Quaternary	
35m			[Dinoflagellate Cyst List]																														[Dinoflagellate Cyst List]																[Acritarch List]			[Freshwater Algae List]			Quaternary	
40m			[Dinoflagellate Cyst List]																														[Dinoflagellate Cyst List]																[Acritarch List]			[Freshwater Algae List]			Quaternary	
45m			[Dinoflagellate Cyst List]																														[Dinoflagellate Cyst List]																[Acritarch List]			[Freshwater Algae List]			Quaternary	
50m			[Dinoflagellate Cyst List]																														[Dinoflagellate Cyst List]																[Acritarch List]			[Freshwater Algae List]			Quaternary	
55m			[Dinoflagellate Cyst List]																														[Dinoflagellate Cyst List]																[Acritarch List]			[Freshwater Algae List]			Quaternary	
60m			[Dinoflagellate Cyst List]																														[Dinoflagellate Cyst List]																[Acritarch List]			[Freshwater Algae List]			Quaternary	
65m			[Dinoflagellate Cyst List]																														[Dinoflagellate Cyst List]																[Acritarch List]			[Freshwater Algae List]			Quaternary	
70m			[Dinoflagellate Cyst List]																														[Dinoflagellate Cyst List]																[Acritarch List]			[Freshwater Algae List]			Quaternary	
75m			[Dinoflagellate Cyst List]																														[Dinoflagellate Cyst List]																[Acritarch List]			[Freshwater Algae List]			Quaternary	
80m			[Dinoflagellate Cyst List]																														[Dinoflagellate Cyst List]																[Acritarch List]			[Freshwater Algae List]			Quaternary	
85m			[Dinoflagellate Cyst List]																														[Dinoflagellate Cyst List]																[Acritarch List]			[Freshwater Algae List]			Quaternary	
90m			[Dinoflagellate Cyst List]																														[Dinoflagellate Cyst List]																[Acritarch List]			[Freshwater Algae List]			Quaternary	
95m			[Dinoflagellate Cyst List]																														[Dinoflagellate Cyst List]																[Acritarch List]			[Freshwater Algae List]			Quaternary	
100m			[Dinoflagellate Cyst List]																														[Dinoflagellate Cyst List]																[Acritarch List]			[Freshwater Algae List]			Quaternary	
105m			[Dinoflagellate Cyst List]																														[Dinoflagellate Cyst List]																[Acritarch List]			[Freshwater Algae List]			Quaternary	
110m			[Dinoflagellate Cyst List]																														[Dinoflagellate Cyst List]																[Acritarch List]			[Freshwater Algae List]			Quaternary	
115m			[Dinoflagellate Cyst List]																														[Dinoflagellate Cyst List]																[Acritarch List]			[Freshwater Algae List]			Quaternary	
120m			[Dinoflagellate Cyst List]																														[Dinoflagellate Cyst List]																[Acritarch List]			[Freshwater Algae List]			Quaternary	
125m			[Dinoflagellate Cyst List]																														[Dinoflagellate Cyst List]																[Acritarch List]			[Freshwater Algae List]			Quaternary	
130m			[Dinoflagellate Cyst List]																														[Dinoflagellate Cyst List]																[Acritarch List]			[Freshwater Algae List]			Quaternary	
135m			[Dinoflagellate Cyst List]																														[Dinoflagellate Cyst List]																[Acritarch List]			[Freshwater Algae List]			Quaternary	
140m			[Dinoflagellate Cyst List]																														[Dinoflagellate Cyst List]																[Acritarch List]			[Freshwater Algae List]			Quaternary	
145m			[Dinoflagellate Cyst List]																														[Dinoflagellate Cyst List]																[Acritarch List]			[Freshwater Algae List]			Quaternary	
150m			[Dinoflagellate Cyst List]																														[Dinoflagellate Cyst List]																[Acritarch List]			[Freshwater Algae List]			Quaternary	
155m			[Dinoflagellate Cyst List]																														[Dinoflagellate Cyst List]																[Acritarch List]			[Freshwater Algae List]			Quaternary	
160m			[Dinoflagellate Cyst List]																														[Dinoflagellate Cyst List]																[Acritarch List]			[Freshwater Algae List]			Quaternary	
165m			[Dinoflagellate Cyst List]																														[Dinoflagellate Cyst List]																[Acritarch List]			[Freshwater Algae List]			Quaternary	
170m			[Dinoflagellate Cyst List]																														[Dinoflagellate Cyst List]																[Acritarch List]			[Freshwater Algae List]			Quaternary	
175m			[Dinoflagellate Cyst List]																														[Dinoflagellate Cyst List]																[Acritarch List]			[Freshwater Algae List]			Quaternary	
180m			[Dinoflagellate Cyst List]																														[Dinoflagellate Cyst List]																[Acritarch List]			[Freshwater Algae List]			Quaternary	
185m			[Dinoflagellate Cyst List]																														[Dinoflagellate Cyst List]																[Acritarch List]			[Freshwater Algae List]			Quaternary	
190m			[Dinoflagellate Cyst List]																														[Dinoflagellate Cyst List]																[Acritarch List]			[Freshwater Algae List]			Quaternary	
195m			[Dinoflagellate Cyst List]																														[Dinoflagellate Cyst List]																[Acritarch List]			[Freshwater Algae List]			Quaternary	
200m			[Dinoflagellate Cyst List]																														[Dinoflagellate Cyst List]																[Acritarch List]			[Freshwater Algae List]			Quaternary	
205m			[Dinoflagellate Cyst List]																														[Dinoflagellate Cyst List]																[Acritarch List]			[Freshwater Algae List]			Quaternary	
210m			[Dinoflagellate Cyst List]																														[Dinoflagellate Cyst List]																[Acritarch List]			[Freshwater Algae List]			Quaternary	

FAD H. oblongum, A. laticatum
 LOD C. guinei, E. homogenus
 LOD C. bartonensis, D. floridensis
 Common occ. of A. cycloplectus

Well Name : Hellevad, DGU 160.1556

Operator : Sønderjyllands Amt

Interval : 102m - 142m

Scale : 1:500

Chart date: 28 June 2005

Karen Dybkjær

GEUS

Copenhagen

Bilag 4

