DANMARKS OG GRØNLANDS GEOLOGISKE UNDERSØGELSE RAPPORT 2005/5

Dinoflagellat-datering og sekvensstratigrafi i 5 dybe boringer i Ringkøbing Amt

Karen Dybkjær, Stefan Piasecki &
Erik Skovbjerg Rasmussen

DANMARKS OG GRØNLANDS GEOLOGISKE UNDERSØGELSE
MILJØMINISTERIET

G E U S

DANMARKS OG GRØNLANDS GEOLOGISKE UNDERSØGELSE RAPPORT 2005/5

Dinoflagellat-datering og sekvensstratigrafi i 5 dybe boringer i Ringkøbing Amt

Karen Dybkjær, Stefan Piasecki &
Erik Skovbjerg Rasmussen

DANMARKS OG GRØNLANDS GEOLOGISKE UNDERSØGELSE
MILJØMINISTERIET

GEUS

Indhold

Sammenfatning **5**

Indledning **7**

Geologisk ramme **8**

Litostratigrafi 9

Metoder **10**

Litologi 10
Palynologi 10

Sedimentologisk beskrivelse **12**

Holstebro 12
No 18
Stensig 22
Engesvang 28
Isenvad 32

Palynologi/biostratigrafi **37**

Holstebro **38**

Vejle Fjord Formation 38
Brejning Ler 38
Vejle Fjord Ler og Billund sand 39
Arnum Formation 40
Nedre Arnum Formation og Bastrup sand 40
Øvre Arnum Formation og Odderup/Stauning sand 42
Odderup Formation 43

No **45**

Vejle Fjord Formation 45
Brejning Ler 45
Vejle Fjord Ler og Billund sand 46

Stensig **49**

Vejle Fjord Formation 49
Vejle Fjord Ler og Billund sand 49
Arnum Formation 51
Nedre Arnum Formation og Bastrup sand 51
Øvre Arnum Formation og Odderup/Stauning sand 52

Hodde Formation 53
Gram Formation 54

Engesvang **56**

Vejle Fjord Formation 56
Vejle Fjord Ler og Billund sand 56
Arnum Formation 57
Bastrup sand 57

Isenvad **59**

Branden Ler 59
Vejle Fjord Formation 59
Brejning Ler 59
Vejle Fjord Ler og Billund sand 61
Arnum Formation 62
Nedre Arnum Formation/Bastrup sand 62

Konklusion **64**

Referencer **65**

Bilag **68**

Figurer **69**

Sammenfatning

Denne undersøgelse er baseret på materiale fra fem boringer: Holstebro (DGU 64.1640), No (DGU 83.1694), Stensig (DGU 93.1062), Engesvang (DGU 86.2050) og Isenvad (DGU 86.2056), alle placeret i Ringkøbing Amt.

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

Materialet fra de fem boringer er beskrevet litologisk og 175 udvalgte prøver er blevet analyseret biostratigrafisk. Ligesom i de tidligere undersøgelser er biostratigrafien baseret på dinoflagellatstratigrafi. Fossile dinoflagellatcyster (fra éncellede marine alger) har vist sig at være et effektivt biostratigrafisk redskab til at datere lagserien og korrelere på tværs af litologien. Kombineret med sedimentologiske undersøgelser er det desuden muligt at lave detaljerede tolkninger af aflejringsmiljøer og ændringer i disse.

Resultaterne er blevet kombineret med resultater fra tidligere undersøgelser i Midt- og Sønderjylland (f.eks. Dybkjær *et al.* 2003; Dybkjær 2004a; Piasecki *et al.* 2004) og danner sammen med nye seismiske data, sedimentologiske studier og sekvensstratigrafi en solid basis for en detaljeret stratigrafisk opdeling af den oligocæne og miocæne lagserie i Ringkøbing Amt (figur a og b). De nyeste resultater fra seismiske og sedimentologiske studier præsenteres i en anden rapport (Rasmussen, 2005).

Lagserien indeholder tre niveauer med potentielle grundvandsmagasiner:

Billund sand, der forekommer i alle fem boringer i dette studie, er aflejret som fluvialt sand (dalfyld), deltasand og (ved Stensig) som submarine ?tyngdeaflejringer.

Bastrup sand, der forekommer i Holstebro, Stensig, Engesvang og Isenvad boringerne er aflejret som fluvialt sand og deltasand.

Odderup Formationen, der kun forekommerr i Holstebro og Stensig boringerne, består af mellem- til grovkornede, massive, sammenhængende sandlag aflejret i forbindelse med en udbygning af kysten. Det tidsækvivalente Stauning sand udgøres af stormsandsaflejringer og består af mere finkornet sand.

Dele af lagserien har været noget problematisk at korrelere og der er dukket intervaller med hidtil ukendte dinoflagellatselskaber op. En detailkortlægning af udbredelsen af de miocæne grundvandsmagasiner i den øvrige del af Ringkøbing Amt kræver derfor yderligere data fra boringer og seismik.

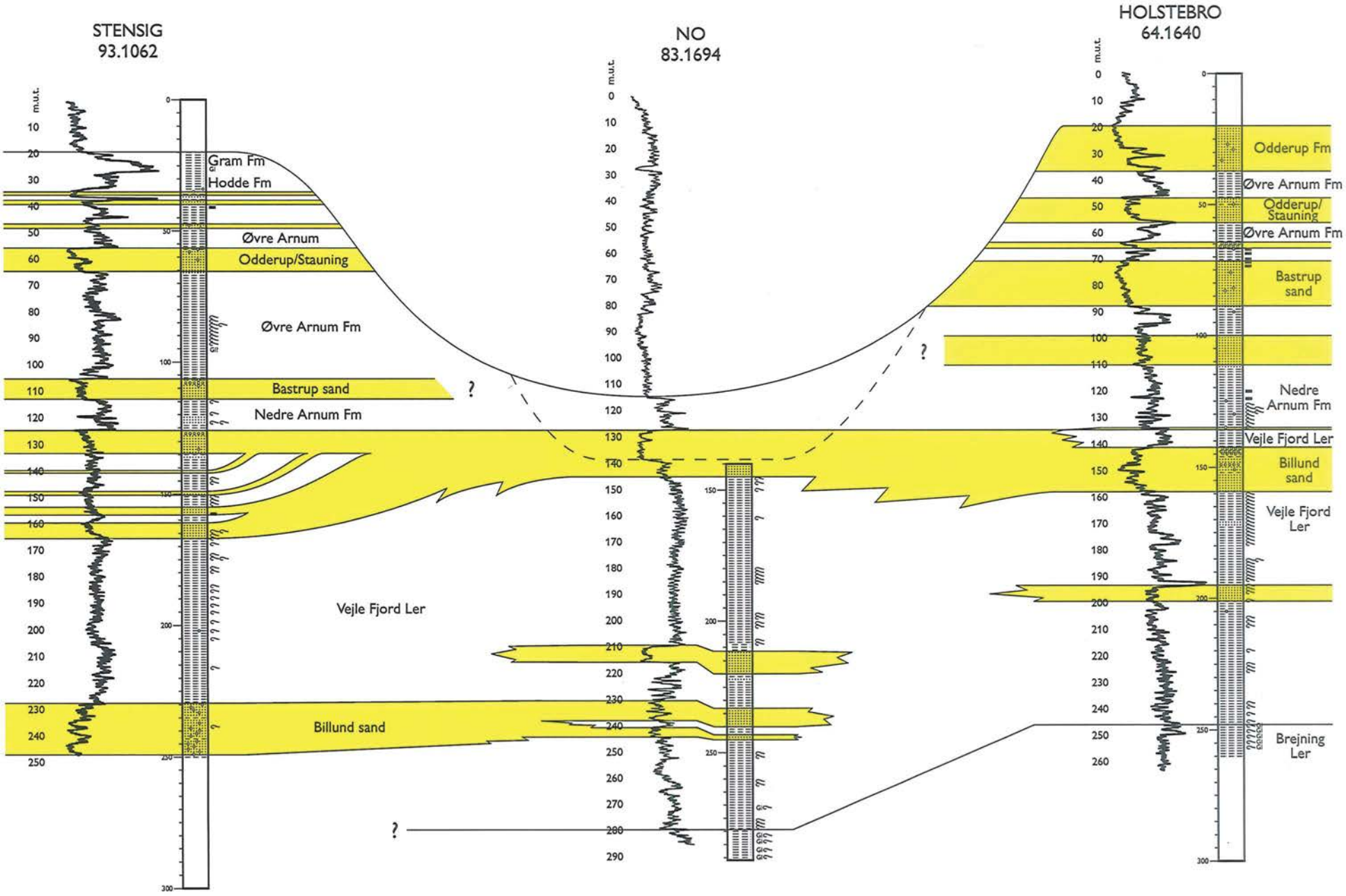

STENSIG
93.1062
NO
83.1694
HOLSTEBRO
64.1640
m.u.t.
Gram Fm
Hodde Fm
Øvre Arnum
Odderup/Stauning
Øvre Arnum Fm
Bastrup sand
Nedre Arnum Fm
Vejle Fjord Ler
Billund sand
Odderup Fm
Øvre Arnum Fm
Odderup/
Stauning
Øvre Arnum Fm
Bastrup
sand
Nedre
Arnum Fm
Vejle Fjord Ler
Billund
sand
Vejle Fjord
Ler
Brejning
Ler
?

Fig.a

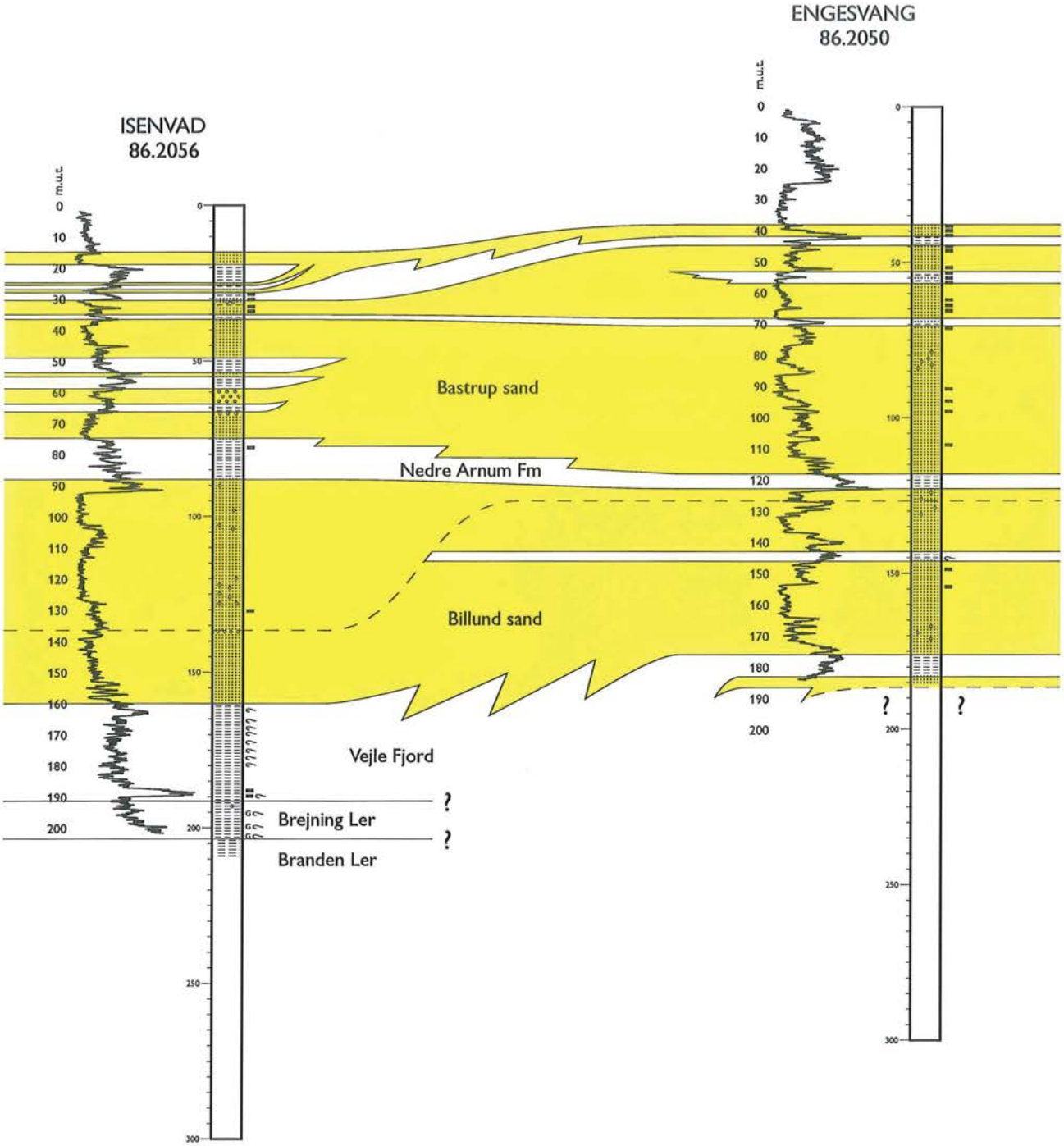

ISENVAD
86.2056
ENGESVANG
86.2050
m.u.t.
Bastrup sand
Nedre Arnum Fm
Billund sand
Vejle Fjord
Brejning Ler
Branden Ler

Fig.b

Indledning

I forbindelse med kortlægning af grundvandsmagasiner i Ringkøbing Amt blev der i 2003 og 2004 boret fem stratigrafiske boringer. Boringerne er lokaliseret ved Holstebro (DGU 64.1640), No (DGU 83.1694), Stensig (DGU 93.1062), Engesvang (DGU 86.2050) og Isenvad (DGU 86.2056) (fig. 1). Boringerne skulle bidrage til at afklare i hvilke niveauer i den oligocæne og miocæne lagserie man kunne forvente sand eller grus af en sådan beskaffenhed at de udgør mulige grundvandsmagasiner. Tidligere undersøgelser (Dybkjær & Rasmussen 2000; Dybkjær *et al*. 2003; Dybkjær 2004a) har vist at dinoflagellatstratigrafi er den bedste biostratigrafiske metode i de oligocæne og miocæne sedimenter og at denne metode, kombineret med sekvensstratigrafi, kan udrede de stratigrafiske forhold for lagserien. En detaljeret stratigrafisk ramme er nødvendig, hvis man skal lave en detaljeret tredimensionel kortlægning af grundvandsmagasiner i amtet.

Geologisk ramme

Nordsøbassinet er blevet dannet som en konsekvens af den termale indsynkning, der efterfulgte gravdannelsen i Jura (Ziegler 1982; 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 gravitetsafsætninger på Ringkøbing-Fyn Højderyggen (Danielsen *et al*. 1995) indikerer formodentligt at udbygningen startede allerede på dette tidspunkt. Den centrale del af bassinet var karakteriseret ved en typisk sokkeludbygning i et hav med 500 – 700 meters vandybde. Længere mod øst (det nuværende Danmark) var vandybderne væsentligt lavere, mellem 0 og ca. 100 meter (Hindsby *et al*. 1999). I Paleocæn og Eocæn tid var udbygningen koncentreret til de marginale dele af bassinet syd for det nuværende Norge (f.eks. Jordt *et al*. 1985) mens aflejringerne i Danmark var domineret af finkornede sedimenter (Heilmann-Clausen 1995). I Oligocæn nåede udbygningen ned i det danske område og der aflejredes lavmarine, sandrige sedimenter i Nordjylland og Midtjylland, især omkring Ringkøbing-Fyn Højderyggen. Deltaudbygning fra nord dominerede lokalt, men generelt blev sedimenterne aflejret i oddekomplekser med bagved liggende laguner og åbent hav mod syd og sydvest (Friis *et al*. 1998; Rasmussen 2004; Rasmussen & Dybkjær 2005). Tektoniske bevægelser i Oligocæn har sandsynligvis haft indflydelse på kildeområdet og aflejringsmønstret. Ligeledes har globale havniveauændringer i Oligocæn også sat sit præg på aflejringsmiljøet, bl.a. ved at en stor del af Nedre Oligocæn mangler (f.eks. Michelsen 1994; Heilmann-Clausen 1995). Nedre Oligocæne aflejringer er bevaret lokalt, i depressioner relateret til saltstrukturer og depressioner dannet i forbindelse med grundfjelds-relaterede tektoniske bevægelser i Oligocæn.

I Øvre Oligocæn transgrederedes Det danske Bassin på ny (fig. 2a). Den topografi, der dannedes i forbindelse med de tektoniske bevægelser, har haft afgørende betydning for aflejringsmiljøet. Ringkøbing-Fyn Højderyggen spillede en særlig rolle, idet den adskilte mere åben marine/kystprograderende aflejringsmiljøer syd for ryggen fra paraliske/afsnørede miljøer nord for ryggen (fig. 2) (Rasmussen 2004; Rasmussen & Dybkjær 2005). De strukturelle rygge var vigtige områder for dannelse af oddekomplekser, der resulterede i en serie af barriere-øer med bagved liggende laguner på tværs af Jylland. Sedimentkilden til disse oddekomplekser har været store floder fra nord. Sedimenterne er transporteret langs kysten indtil aflejring i oddekomplekserne. Et markant fald i havniveau resulterede i en markant udbygning i seneste Chattian (seneste Oligocæn) til Aquitanien (Tidlig Miocæn) (fig. 2b,c) (Rasmussen 1996) og da udbygningen skete under stadig faldende havniveau aflejredes forholdsvist rent sand og grus. Efter havniveau faldet i Aquitanien steg havniveauet generelt op igennem Miocæn med maksimum i Seravallien (øvre Mellem Miocæn) (fig. 2d-l) (Printice & Matthews 1988). Nye tektoniske bevægelser karakteriserede bassinet i slutningen af Burdigalien (øvre Nedre Miocæn). Dette resulterede i nye

udbygninger, bl.a. aflejringer beriget med tungmineraler (fig. 2i og j). Da denne udbygning foregik under stigende havniveau var den ikke så markant som den i Aquitanien og pga. stigende grundvandsspejl i landområderne var mulighederne optimale for afsætning af brunkul, som det kendes fra Midtjylland (fig. 2j). Langhien (Mellem Miocæn) repræsenterer en vigtig fase i udviklingen af Nordsøbassinet. Midt i perioden skete der en markant transgression og ligeledes viser forkastninger i Odderup Formationen at tektonisk aktivitet foregik ved denne overgang (Koch 1989). Kildeområdet skiftede i denne periode fra overvejende nord i Nedre Miocæn til nordøst og øst i Mellem og Øvre Miocæn. Under den markante transgression i Langhien var klimaet varmt. Det varme klima i begyndelsen af Mellem Miocæn var et globalt fænomen og derfor steg det globale havniveau også markant i denne periode. Sandsynligvis var hele det danske område oversvømmet i den sidste del af Mellem Miocæn under aflejring af Hodde Formationen. Under aflejringen af Gram Leret i Øvre Miocæn, blev det generelt koldere globalt og dermed skete der også et fald i havniveau i den sidste del af Miocæn. Dette blev kompenseret af en større regional indsynkning, således at området forblev fuldt marint trods det faldende globale havniveau. Nye undersøgelser viser endda at der blev aflejret op til 400 m øvre miocæne sedimenter over Midtjylland (Japsen *et al.* 2002). Gram Formationen er kendt for en rig flora og fauna, der må derfor have været en høj tilførsel af næringsstoffer fra land.

Litostratigrafi

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

Den nederste del af Vejle Fjord Formationen, Brejning Ler, henregnes til oligocænet, så den miocæne lagserie starter med Vejle Fjord Leret. Vejle Fjord Leret efterfølges af Vejle Fjord Sand og Hvidbjerg sand. I det centrale og vestlige Jylland er der kortlagt et større deltakompleks, som er samtidig med Vejle Fjord Formationen (Rasmussen *et al.* 2004). Dette benævnes Billund sand. I det sydlige Jylland aflejredes et meget sandrigt system, som er en videre udbygning af Billund deltaet, men som dog er isoleret fra Billund deltaet. Dette sandrige system hedder Ribe Formationen. Over disse enheder, der overordnet tilhører Vejle Fjord Formationen, kommer Arnum Formationen, der hovedsageligt består af lerede 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 kun lerrige sedimenter i Jylland. Disse lag er kendt som Hodde Formationen og Gram Formationen.

Metoder

Nærværende rapport bygger på data fra følgende fem boringer: Holstebro (DGU 64.1640), No (DGU 83.1694), Stensig (DGU 93.1062), Engesvang (DGU 86.2050) og Isenvad (DGU 86.2056), alle lokaliseret i Ringkøbing Amt. Lokaliseringen af boringerne er vist på figur 1.

Litologi

Litologien af de gennemborede lag i de 5 boringer er vist på figur 4–8. 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 grus-signatur (cirkel). På den litologiske søjle er der også indikeret, hvilken formation, der er gennemboret. Endeligt er der vist om der er registreret mollusker og glaukony.

Palynologi

Til den palynologiske undersøgelse blev der udtaget 182 prøver i alt, heraf 36 fra Holstebro, 22 fra No, 45 fra Stensig, 30 fra Engesvang og 49 prøver fra Isenvad. Prøverne blev behandlet i det stratigrafiske laboratorium på GEUS efter palynologiske standard-metoder, omfattende behandling med HCl, HF, HNO_3 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 hurtig gennemgang af præparaterne blev der fra hver boring udvalgt en serie prøver til videre analyse (ud fra kriterier som størst indhold af velbevarede dinoflagellatcyster, samt en jævn stratigrafisk fordeling af prøver). Disse præparater (repræsenterende 36 prøver fra Holstebro, 22 fra No, 43 fra Stensig, 30 fra Engesvang og 44 fra Isenvad) blev så undersøgt i lysmikroskop. Først blev fordelingen af organiske partikler beskrevet, til brug for tolkningen af aflejringsmiljøet. Så blev der blev talt minimum 200 dinoflagellater pr. prøve og samtidigt blev andelen af andre marine alger, acritarcher samt ferskvandsalger registreret til brug for kvantitative analyser. Endelig blev alle tilstedeværende dinoflagellatarter registreret ved en grundig gennemgang af 2 hele præparater pr. prøve. I 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 1–5. Procentandelen af den enkelte dinoflagellatart og den enkelte ferskvandsalge-type i forhold til summen af registrerede dinoflagellater og ferskvandsalger i hver prøve, er vist. Disse variationer i dinoflagellatselskabet og i ferskvandsalgeselskabet afspejler dels stratigrafiske ændringer og dels ændringer i aflejringsmiljøet, f.eks. i salinitet, tilførsel af næringsstoffer og i havvandstemperaturer. En stor andel af ferskvandsalger (FA) indikerer

f.eks. stor tilførsel af ferskvand til aflejringsområdet, som det bl.a. ses i Bastrup sandet og i Odderup Formationen, mens stor andel af dinoflagellatslægten *Homotryblium* ifølge Brinkhuis (1994) og Dybkjær (2004a,b) indikerer et afsnøret marint aflejringsmiljø med brakvandsforhold, som det ses i Vejle Fjord Ler og -Sand. Forekomsten af dinoflagellatarter, der er tolket som et resultat af forurening med nedfaldet materiale, kaldes ”caving” og er markeret med et C i rangechartene. Omlejrede dinoflagellatarter (”reworked”) er vist med et R. Registrede acritarcher og ferskvandsalger er også vist. Baseret på forekomsten af stratigrafisk vigtige dinoflagellatarter kombineret med sedimentologien er hver boring opdelt i litostratigrafiske enheder (se figur 4–8, samt bilag 1–5).

Sedimentologisk beskrivelse

Holstebro (figur 4)

dybde i meter: litologi
19-20: Gråt, grovkornet sand med tynde lerlag. Gruset.
20-21: Mellem- til grovkornet sand. Gruset og med skifer.
21-22: Mellem- til grovkornet sand.
22-23: Gråt til brunligt, mellem- til grovkornet sand.
23-24: Gråt til brunligt, mellemkornet sand.
24-25: Gråt til brunligt, mellem- til grovkornet sand. Gruset.
25-26: Gråt til brunligt, grovkornet sand.
26-27: Velsorteret, mellemkornet sand med tynde, mørkebrune lerlag. Lignit?
27-28: Veksellejrende, mellemkornet sand og mørkebrunt, organiskholdigt ler. Lignit.
28-29: Gråt, grovkornet sand med få lerlag. Gruset.
29-30: Gråbrunt, finkornet sand med tynde, mørkebrune lerlag. Gruset.
30-31: Velsorteret, finkornet sand med tungmineraler.
31-32: Velsorteret, finkornet sand med tungmineraler. Gruset.
32-33: Velsorteret, finkornet sand med tungmineraler. Gruset.
33-34: Velsorteret, finkornet sand med tungmineraler.
34-35: Velsorteret, finkornet sand med tungmineraler.
35-36: Velsorteret, finkornet sand med tungmineraler.
36-37: Velsorteret, finkornet sand med tungmineraler.
37-38: Veksellejrende, mørkebrunt og gråt, leret silt med finkornet sand.
38-39: Veksellejrende, mørkebrunt og gråt, leret silt med finkornet sand.
39-40: Mørkebrunt, leret silt.
40-41: Veksellejrende, mørkebrunt og gråt, leret silt.
41-42: Veksellejrende, mørkebrunt og gråt, leret silt.
42-43: Veksellejrende, mørkebrunt og gråt, leret silt.
43-44: Lamineret, mørkebrunt og gråbrunt, leret silt.
44-45: Lamineret, mørkebrunt og gråbrunt, leret silt.
45-46: Mørkebrunt, leret silt.
46-47: Mørkebrunt, leret silt og grovkornet sand.
47-48: Gråt, grovkornet sand med mørkebrunt, leret silt.
49-50: Veksellejrende, mellem- til grovkornet sand og mørkebrunt leret silt.
50-51: Lamineret, mørkebrunt og gråbrunt silt, samt tynde, mellem- til grovkornede sandlag. Gruset.
51-52: Gråt, mellem- til finkornet sand med tynde, mørkebrune lerlag.
52-53: Velsorteret, mellemkornet sand og tynde, mørkebrune lerlag.
53-54: Velsorteret, mellemkornet sand og tynde, mørkebrune lerlag.
54-55: Velsorteret, mellemkornet sand og tynde, mørkebrune lerlag.
55-56: Velsorteret, mellemkornet sand og tynde, mørkebrune lerlag.
56-57: Velsorteret, mellemkornet sand og tynde, mørkebrune lerlag.
57-58: Veksellejrende, mørkebrunt og gråbrunt, leret silt.
58-59: Veksellejrende ,mørkebrunt og gråbrunt, leret silt.

59-60: Veksellejrende, mørkebrunt og gråbrunt, leret silt.
60-61: Veksellejrende, mørkebrunt og gråbrunt, leret silt.
61-62: Veksellejrende, mørkebrunt og gråbrunt, leret silt.
62-63: Veksellejrende, mørkebrunt og gråbrunt, leret silt.
63-64: Veksellejrende, mørkebrunt og gråbrunt, leret silt, samt gråt, grovkornet sand og grus.
64-65: Grovkornet sand og grus.
65-66: Grus.
66-67: Gråt, lamineret silt og grus.
67-68: Gråt, lamineret silt og lignit.
68-69: Gråt, lamineret silt og lidt mellemkornet sand. Lignit.
69-70: Veksellejrende, gråt, lamineret silt og mørkebrunt, leret silt. Gruset.
70-71: Veksellejrende, gråt, lamineret silt og mørkebrunt, leret silt. Gruset og med lignit.
71-72: Veksellejrende, gråt, lamineret silt og mellem- til grovkornet sand. Lignit.
72-73: Veksellejrende, gråt, lamineret silt og mellem- til grovkornet sand. Lignit.
73-74: Velsorteret, mellem- til grovkornet sand.
74-75: Velsorteret, mellem- til grovkornet sand.
75-76: Velsorteret, mellem- til grovkornet sand. Gruset og med tynde lerlag.
76-77: Velsorteret, mellem- til grovkornet sand.
77-78: Velsorteret, mellem- til grovkornet sand.
78-79: Velsorteret, mellem- til grovkornet sand. Sandsten.
79-80: Velsorteret, mellem- til grovkornet sand med tynde, mørkebrune og grå, lerede siltlag.
80-81: Velsorteret, mellemkornet sand.
81-82: Velsorteret, mellemkornet sand. Gruset.
82-83: Grovkornet sand. Gruset.
83-84: Velsorteret, mellem- til grovkornet sand.
84-85: Velsorteret, grovkornet sand.
85-86: Velsorteret, mellem- til grovkornet sand.
86-87: Velsorteret, mellem- til grovkornet sand med tynde lerlag.
87-88: Velsorteret, mellemkornet sand med tynde lerlag.
88-89: Velsorteret, mellemkornet sand med tynde lerlag.
89-90: Veksellejrende, gråt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt.
90-91: Veksellejrende, gråt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt.
91-92: Veksellejrende, gråt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Gruset.
92-93: Veksellejrende, gråt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt.
93-94: Veksellejrende, gråt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt.
94-95: Veksellejrende, gråt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt.
95-96: Brunt, leret silt.
96-97: Lamineret, gråbrunt, leret silt og finkornet sand.
97-98: Lamineret, gråbrunt, leret silt og finkornet sand.
98-99: Lamineret, gråbrunt, leret silt og finkornet sand. Få okkerfarvede striber.
99-100: Lamineret, gråbrunt, leret silt og finkornet sand.
100-101: Velsorteret, mellemkornet sand.
101-102: Velsorteret, mellemkornet sand. Okkerfarvede striber.
102-103: Velsorteret, mellemkornet sand.
103-104: Velsorteret, mellemkornet sand.

104-105: Velsorteret, mellemkornet sand.
105-106: Velsorteret, mellemkornet sand.
106-107: Velsorteret, mellemkornet sand. Rund konkretion
107-108: Velsorteret, mellemkornet sand og tynde lerlag.
108-109: Veksellejrende, mellemkornet sand og mørkebrunt, leret silt.
109-110: Veksellejrende, mellemkornet sand og mørkebrunt, leret silt.
110-111: Veksellejrende, mellemkornet sand og mørkebrunt, leret silt.
111-112: Veksellejrende, mellemkornet sand og mørkebrunt, leret silt.
112-113: Lamineret, brunt og gråt, leret silt og mellemkornet sand.
113-114: Lamineret, brunt og gråt, leret silt og mellemkornet sand.
114-115: Lamineret, brunt og gråt, leret silt og mellemkornet sand.
115-116: Lamineret, brunt og gråt, leret silt og mellemkornet sand. Sandsten.
116-117: Lamineret, brunt og gråt, leret silt og mellemkornet sand.
117-118: Lamineret, brunt og gråt, leret silt og mellemkornet sand.
118-119: Lamineret, brunt og gråt, leret silt og mellemkornet sand.
119-120: Lamineret, brunt og gråt, leret silt og mellemkornet sand. Sandsten.
120-121: Lamineret, brunt og gråt, leret silt og mellemkornet sand. Sandsten.
121-122: Lamineret, brunt og gråt, leret silt og mellemkornet sand. Sandsten og lignit.
122-123: Lamineret, brunt og gråt, leret silt og mellemkornet sand.
123-124: Lamineret, brunt og gråt, leret silt og mellemkornet sand. Meget lignit.
124-125: Lamineret, brunt og gråt, leret silt og mellemkornet sand. Grus.
125-126: Lamineret, brunt og gråt, leret silt og mellemkornet sand. Skaller.
126-127: Lamineret, brunt og gråt, leret silt og mellemkornet sand. Skaller.
127-128: Lamineret, brunt og gråt, leret silt og mellemkornet sand. Mange skaller.
128-129: Lamineret, brunt og gråt, leret silt og mellemkornet sand. Mange skaller.
129-130: Lamineret, brunt og gråt, leret silt og mellemkornet sand. Grus (>3 cm) og skaller.
130-131: Lamineret, brunt og gråt, leret silt og mellemkornet sand. Skaller.
131-132: Lamineret, brunt og gråt, leret silt og mellemkornet sand. Grovkornet sand og skaller.
132-133: Lamineret, brunt og gråt, leret silt og mellemkornet sand.
133-134: Lamineret, brunt og gråt, leret silt og mellemkornet sand. Grovkornet sand og skaller.
134-135: Mellem- til grovkornet sand med tynde lerlag. Grus (>2 cm) og skaller.
135-136: Lamineret, brunt og gråt, leret silt.
136-137: Lamineret, brunt og gråt, leret silt.
137-138: Lamineret, brunt og gråt, leret silt. Få sandkorn.
138-139: Lamineret, brunt og gråt, leret silt.
139-140: Lamineret, brunt og gråt, leret silt
140-141: Mørkebrunt, leret silt med få, grå siltlag. Skaller.
141-142: Mørkebrunt, leret silt.
142-143: Gråt grus med sten.
143-144: Gråt grus med få lerlag.
144-145: Gråt grus med brunlige lerlag.
145-146: Brunt ler og mellem- til grovkornet sand.
146-147: Velsorteret, mellemkornet sand og lerlag.
147-148: Velsorteret, mellemkornet sand og lerlag.
148-149: Gråt grus med sten samt tynde lerlag.

149-150: Gråt, grovkornet sand og brune lerlag.
150-151: Gråt, grovkornet sand. Gruset.
151-152: Brunt, leret silt. Gruset.
152-153: Hvidt til gråt, mellemkornet sand. Lidt grovkornet sand.
153-154: Hvidt til gråt, mellemkornet sand.
154-155: Hvidt til gråt, mellemkornet sand. Gruset.
155-156: Hvidt til gråt, mellemkornet sand. Gruset.
156-157: Hvidt til gråt, mellemkornet sand. Brune lerlag.
157-158: Hvidt til gråt, mellemkornet sand. Brune lerlag.
158-159: Hvidt til gråt, mellemkornet sand. Brune lerlag.
159-160: Veksellejrende, mørkebrunt og gråt, leret silt.
160-161: Veksellejrende, mørkebrunt og gråt, leret silt. Sandet.
161-162: Veksellejrende, mørkebrunt og gråt, leret silt.
162-163: Veksellejrende, mørkebrunt og gråt, leret silt. Skaller.
163-164: Veksellejrende, mørkebrunt og gråt, leret silt. Sandet og skaller.
164-165: Veksellejrende, mørkebrunt og gråt, leret silt. Sandet og mange skaller.
165-166: Veksellejrende, mørkebrunt og gråt, leret silt. Sandet og mange skaller.
166-167: Veksellejrende, mørkebrunt og gråt, leret silt. Mange skaller.
167-168: Veksellejrende, mørkebrunt og gråt, leret silt. Sandet og mange skaller.
168-169: Veksellejrende, mørkebrunt og gråt, leret silt. Mange skaller.
169-170: Veksellejrende, mørkebrunt og gråt, leret silt. Sandet og med mange skaller.
170-171: Gråt, finkornet sand. Skaller.
171-172: Gråt, finkornet sand. Mange skaller.
172-173: Lamineret, gråt og brunligt, leret silt. Skaller.
173-174: Lamineret, gråt og brunligt, leret silt. Skaller.
174-175: Lamineret, gråt og brunligt, leret silt. Skaller.
175-176: Lamineret, gråt og brunligt, leret silt. Skaller.
176-177: Mørkebrunt, leret silt.
178-179: Lamineret, gråt og brunligt, leret silt. Skaller.
179-180: Lamineret, gråt og brunligt, leret silt. Grovkornet sand og Skaller.
180-181: Lamineret, gråt og brunligt, leret silt.
181-182: Lamineret, gråt og brunligt, leret silt. Lidt finkornet sand.
182-183: Lamineret, gråt og brunligt, leret silt.
183-184: Lamineret, gråt og brunligt, leret silt.
184-185: Lamineret, gråt og brunligt, leret silt.
185-186: Lamineret, gråt og brunligt, leret silt. Sandet og mange skaller.
186-187: Lamineret, gråt og brunligt, leret silt. Skaller.
187-188: Lamineret, gråt og brunligt, leret silt. Skaller.
188-189: Lamineret, gråt og brunligt, leret silt. Skaller samt sandsten.
189-190: Lamineret, gråt og brunligt, leret silt. Skaller.
190-191: Lamineret, gråt og brunligt, leret silt.
191-192: Lamineret, gråt og brunligt, leret silt. Sandsten og skaller.
192-193: Lamineret, gråt og brunligt, leret silt. Sandsten og skaller.
193-194: Lamineret, gråt og brunligt, leret silt. Skaller.
194-195: Gråt, finkornet sand. Skaller.
195-196: Gråt, finkornet sand. Skaller.
196-197: Gråt, finkornet sand. Tungmineraler og skaller.

197-198: Gråt, finkornet sand med tynde lerlag. Tungmineraler og skaller.
198-199: Gråt, finkornet sand med tynde lerlag. Tungmineraler og skaller.
199-200: Lamineret, gråt og brunt ler og finkornet sand.
200-201: Lamineret, gråt og brunt ler og finkornet sand. Skaller.
201-202: Lamineret, gråt og brunt, leret silt. Skaller.
202-203: Mørkebrunt, leret silt.
203-204: Lamineret, gråt og brunt, leret silt.
204-205: Mørkebrunt, leret silt og grus. Konkretion.
205-206: Mørkebrunt, leret silt. Flint (>3 cm).
206-207: Mørkebrunt, leret silt og finkornet sand.
207-208: Mørkebrunt, leret silt. Skaller.
208-209: Mørkebrunt, leret silt og finkornet sand. Skaller.
209-210: Mørkebrunt, leret silt og finkornet sand. Skaller.
210-211: Lamineret, gråt og brunt, leret silt. Skaller.
211-212: Lamineret, gråt og brunt, leret silt.
212-213: Mørkebrunt, leret silt.
213-214: Lamineret, gråt og brunt, leret silt.
214-215: Lamineret, gråt og brunt, leret silt. Konkretion.
215-216: Lamineret, gråt og brunt, leret silt.
216-217: Mørkebrunt, leret silt (Hårdt).
217-218: Mørkebrunt, leret silt (Hårdt).
218-219: Mørkebrunt, leret silt (Hårdt).
219-220: Mørkebrunt, leret silt.
220-221: Mørkebrunt, leret silt. Skaller.
221-222: Mørkebrunt, leret silt.
222-223: Mørkebrunt, leret silt.
223-224: Mørkebrunt, leret silt.
224-225: Mørkebrunt, leret silt.
225-226: Mørkebrunt, leret silt. Skaller.
226-227: Mørkebrunt, leret silt. Skaller.
227-228: Mørkebrunt, leret silt. Skaller.
228-229: Mørkebrunt, leret silt.
229-230: Mørkebrunt, leret silt.
230-231: Mørkebrunt, leret silt.
231-232: Mørkebrunt, leret silt.
232-233: Mørkebrunt, leret silt.
233-234: Mørkebrunt, leret silt.
234-235: Mørkebrunt, leret silt.
235-236: Mørkebrunt, leret silt.
236-237: Mørkebrunt, leret silt.
237-238: Mørkebrunt, leret silt.
238-239: Mørkebrunt, leret silt.
239-240: Mørkebrunt, leret silt.
240-241: Mørkebrunt, leret silt. Skaller.
241-242: Mørkebrunt, leret silt. Skaller.
242-243: Mørkebrunt, leret silt.
243-244: Mørkebrunt, leret silt.

244-245: Mørkebrunt, leret silt. Skaller.
245-246: Mørkebrunt, leret silt.
246-247: Mørkebrunt, leret silt. Skaller.
247-248: Mørkebrunt, leret silt.
248-249: Mørkebrunt, leret silt. Glaukony og skaller.
249-250: Mørkebrunt, leret silt. Glaukony og skaller.
250-251: Mørkebrunt, leret silt. Glaukony og skaller.
251-252: Mørkebrunt, leret silt. Glaukony og skaller.
252-253: Mørkebrunt, leret silt. Glaukony og skaller.
253-254: Mørkebrunt, leret silt. Glaukony og skaller.
254-255: Mørkebrunt, leret silt. Glaukony og skaller.
255-256: Mørkebrunt, leret silt. Glaukony og skaller.
256-257: Mørkebrunt, leret silt. Glaukony og skaller.
257-258: Mørkebrunt, leret silt. Glaukony og skaller.
258-259: Mørkebrunt, leret silt.
259-260: Mørkebrunt, leret silt.

No (figur 5)

dybde i meter: litologi

140-141: Veksellejrende gråt, finkornet sand og mørkebrune lerlag. Tungmineraler.
141-142: Brungråt, siltet, finkornet sand med mørkebrune lerlag.
142-143: Brungråt, siltet, finkornet sand med mørkebrune lerlag. Bjergartsfragmenter (4 cm).
143-144: Grågrønt, finkornet sand veksellejrende med brunt ler. Tungmineraler og skaller.
144-145: Grågrønt, finkornet sand veksellejrende med brunt ler. Tungmineraler og skaller.
145-146: Veksellejrende, mørkebrunt og gråt ler. Flint.
146-147: Brunt ler. Skaller.
147-148: Mørkebrunt, siltet ler med tynde, grå, finkornede sandlag. Skaller.
148-149: Mørkebrunt, siltet ler med tynde, grå, finkornede sandlag. Skaller.
149-150: Brunligt til gråt, leret silt.
150-151: Brunligt til gråt, leret silt. Skaller.
151-152: Brunligt til gråt, leret silt med tynde, grå, finkornede sandlag. Skaller.
152-153: Brunligt til gråt, leret silt. Skaller.
153-154: Brunligt til gråt, leret silt. Skaller.
154-155: Brunligt til gråt, leret silt.
155-156: Brunligt til gråt, leret silt og lamineret, finkornet sand.
156-157: Brunligt til gråt, leret silt.
157-158: Brunligt til gråt, leret silt. Få finkornede, laminerede sandlag.
158-159: Brunligt til gråt, leret silt. Få finkornede, laminerede sandlag.
159-160: Brunligt til gråt, leret silt. Skaller.
160-161: Brunligt til gråt, leret silt. Få finkornede, laminerede sandlag.
161-162: Brunligt til gråt, leret silt. Få finkornede, laminerede sandlag. Skaller.
162-163: Brunligt til gråt, leret silt. Skaller.
163-164: Brunligt til gråt, leret silt. Få finkornede, laminerede sandlag.
164-165: Brunligt til gråt, leret silt. Skaller.
165-166: Brunligt til gråt, leret silt. Skaller.
166-167: Brunligt til gråt, leret silt.
167-168: Brunligt til gråt, leret silt.
168-169: Brunligt til gråt, leret silt. Konkretion.
169-170: Brunligt til gråt, leret silt.
170-171: Brunligt til gråt, leret silt. Konkretion.
171-172: Brunligt til gråt, leret silt. Konkretion.
172-173: Brunligt til gråt, leret silt. Cementeret sand.
173-174: Brunligt til gråt, leret silt.
174-175: Brunligt til gråt, leret silt. Tynde, finkornede sandlag.
175-176: Brunligt til gråt, leret silt.
176-177: Brunligt til gråt, leret silt.
177-178: Mørkebrunt, leret silt. Skaller.
178-179: Mørkebrunt, leret silt med tynde, finkornede sandlag. Skaller.
179-180: Mørkebrunt, leret silt med tynde, finkornede sandlag. Skaller.
180-181: Mørkebrunt, leret silt med tynde, finkornede sandlag. Skaller.
181-182: Mørkebrunt, leret silt med tynde, finkornede sandlag. Skaller.
182-183: Mørkebrunt, leret silt. Skaller.

183-184: Mørkebrunt, leret silt med tynde, finkornede sandlag. Skaller.
184-185: Mørkebrunt, leret silt med tynde, finkornede sandlag. Skaller.
185-186: Mørkebrunt, leret silt med tynde, finkornede sandlag. Skaller.
186-187: Mørkebrunt, leret silt med tynde, finkornede sandlag. Skaller.
187-188: Mørkebrunt, leret silt med tynde, finkornede sandlag.
188-189: Mørkebrunt, leret silt med tynde, finkornede sandlag.
189-190: Mørkebrunt, leret silt med tynde, finkornede sandlag.
190-191: Mørkebrunt, leret silt med tynde, finkornede sandlag.
191-192: Mørkebrunt, leret silt med tynde, finkornede sandlag.
192-193: Mørkebrunt, leret silt med tynde, finkornede sandlag.
193-194: Mørkebrunt, leret silt med tynde, finkornede sandlag.
194-195: Mørkebrunt, leret silt med tynde, finkornede sandlag.
195-196: Mørkebrunt, leret silt med tynde, finkornede, laminerede sandlag.
196-197: Mørkebrunt, leret silt.
197-198: Mørkebrunt, leret silt med tynde, finkornede, laminerede sandlag. Skaller.
198-199: Mørkebrunt, leret silt med tynde, finkornede, laminerede sandlag. Skaller.
199-200: Mørkebrunt, leret silt med tynde, finkornede, laminerede sandlag.
200-201: Mørkebrunt, leret silt med tynde, finkornede, laminerede sandlag.
201-202: Mørkebrunt, leret silt med tynde, finkornede, laminerede sandlag. Skaller.
202-203: Mørkebrunt, leret silt med tynde, finkornede, laminerede sandlag. Skaller.
203-204: Mørkebrunt, leret silt med tynde, finkornede, laminerede sandlag. Skaller.
204-205: Mørkebrunt, leret silt med tynde, finkornede, laminerede sandlag.
205-206: Mørkebrunt, leret silt med tynde, finkornede, laminerede sandlag.
206-207: Lamineret, gråt og brunt, leret silt.
207-208: Svagt lamineret, gråt og brunt, leret silt. Skaller.
208-209: Lamineret, gråt og brunt ler. Skaller.
209-210: Lamineret, gråt og brunt ler. Skaller.
210-211: Lamineret, gråt og brunt ler. Grus.
211-212: Gråt, grovkornet sand. Gruset.
212-213: Gråt, grovkornet sand med tynde, brune lerlag. Gruset.
213-214: Mellem- til grovkornet sand. Gruset.
214-215: Mellemkornet sand. Gruset (>1.5 cm).
215-216: Gulliggråt, mellemkornet sand med tynde, brune lerlag.
216-217: Gulliggråt, mellemkornet sand med tynde, lysebrune lerlag. Gruset.
217-218: Mørkebrunt, leret silt. Gruset.
218-219: Mørkebrunt, leret silt.
219-220: Mørkebrunt, leret silt med tynde, finkornede sandlag.
220-221: Mørkebrunt, leret silt med lidt sand og grus.
221-222: Mørkebrunt, leret silt med lidt sand og grus.
222-223: Mørkebrunt, leret silt med lidt sand og grus. Flint.
223-224: Veksellejrende, mellemkornet sand og mørkebrunt, leret silt.
224-225: Mørkebrunt, leret silt med lidt sand og grus.
225-226: Mørkebrunt, leret silt med lidt sand.
226-227: Veksellejrende, mørkebrunt, leret silt og gråt, mellem- til grovkornet sand.
227-228: Mørkebrunt, leret silt.
228-229: Mørkebrunt, leret silt.
229-230: Mørkebrunt, leret silt med lidt sand og grus.

230-231: Mørkebrunt, leret silt. Gruset.
231-232: Mørkebrunt, leret silt med lidt sand og grus.
232-233: Mellem- til grovkornet sand. Gruset.
233-234: Mellem- til grovkornet sand med tynde lerlag. Gruset.
234-235: Mellem- til grovkornet sand med tynde lerlag. Gruset.
235-236: Mellem- til grovkornet sand med tynde lerlag. Gruset.
236-237: Mellem- til grovkornet sand med tynde lerlag. Gruset.
237-238: Mellem- til grovkornet sand med tynde lerlag. Gruset.
238-239: Gråt, grovkornet sand med tynde lerlag. Gruset.
239-240: Mellem- til grovkornet sand med tynde lerlag. Gruset.
240-241: Mørkebrunt, leret silt med tynde sandlag.
241-242: Mørkebrunt, leret silt med tynde sandlag.
242-243: Mellem- til grovkornet sand med tynde, mørkebrune sandlag.
243-244: Mellem- til grovkornet sand med tynde, mørkebrune sandlag.
244-245: Mellem- til grovkornet sand med få, tynde, mørkebrune sandlag.
245-246: Mørkebrunt, leret silt med lidt mellem- til grovkornet sand.
246-247: Mørkebrunt, leret silt med lidt mellem- til grovkornet sand. Skaller.
247-248: Mørkebrunt, leret silt med lidt mellem- til grovkornet sand. Skaller.
248-249: Mørkebrunt, leret silt.
249-250: Mørkebrunt, leret silt.
250-251: Mørkebrunt, leret silt. Skaller.
251-252: Lamineret, mørkebrunt og gråt, leret silt. Skaller.
252-253: Lamineret, mørkebrunt og gråt, leret silt. Skaller.
253-254: Lamineret, mørkebrunt og gråt, leret silt.
254-255: Lamineret, mørkebrunt og gråt, leret silt.
255-256: Lamineret, mørkebrunt og gråt, leret silt.
256-257: Lamineret, mørkebrunt og gråt, leret silt.
257-258: Lamineret, mørkebrunt og gråt, leret silt.
258-259: Lamineret, mørkebrunt og gråt, leret silt med mørkebrunt sand.
259-260: Lamineret, mørkebrunt og gråt, leret silt.
260-261: Lamineret, mørkebrunt og gråt, leret silt med mørkebrunt sand.
261-262: Lamineret, mørkebrunt og gråt, leret silt.
262-263: Lamineret, mørkebrunt og gråt, leret silt. Skaller.
263-264: Lamineret, mørkebrunt og gråt, leret silt. Skaller.
264-265: Lamineret, mørkebrunt og gråt, leret silt.
265-266: Lamineret, mørkebrunt og gråt, leret silt.
266-267: Mellemkornet sand med tynde lerlag.
267-268: Mørkebrunt, leret silt med lidt sand. Glaukony.
268-269: Mørkebrunt, leret silt.
269-270: Mørkebrunt, leret silt. Gruset og med skaller.
270-271: Mørkebrunt, leret silt. Glaukony.
271-272: Mørkebrunt, leret silt.
272-273: Mørkebrunt, leret silt.
273-274: Mørkebrunt, leret silt med tynde, finkornede sandlag.
275-276: Mørkebrunt, leret silt med tynde, finkornede sandlag. Skaller.
276-277: Mørkebrunt, leret silt med tynde, finkornede sandlag.
277-278: Lamineret, brunt og gråt, leret silt med lidt finkornet sand. Skaller.

278-279: Lamineret, brunt og gråt, leret silt med lidt finkornet sand. Skaller.
279-280: Lamineret, brunt og gråt, leret silt med lidt finkornet sand. Skaller.
280-281: Mørkebrunt, siltet ler med mellemkornet sand. Skaller.
281-282: Mørkebrunt, siltet ler med mellemkornet sand. Skaller og glaukony.
282-283: Mørkebrunt, siltet ler med mellemkornet sand. Skaller og glaukony.
283-284: Mørkebrunt, siltet ler med mellemkornet sand. Skaller og glaukony.
284-285: Mørkebrunt, siltet ler med mellemkornet sand. Skaller og glaukony.
285-286: Mørkebrunt, siltet ler.
286-287: Mørkebrunt, siltet ler med mellemkornet sand. Glaukony.
287-288: Mørkebrunt, siltet ler med mellemkornet sand. Glaukony.
288-289: Meget mørkebrunt, siltet ler.
289-290: Meget mørkebrunt, siltet ler.
290-291: Meget mørkebrunt, siltet ler.

Stensig (figur 6)

dybde i meter: litologi

20-21: Brunt, siltet ler. Pyritificerede gravegange.
21-22: Brunt, siltet ler.
22-23: Brunt til grønligt, siltet ler.
23-24: Brunt til grønligt, siltet ler.
24-25: Brunt til grønligt, siltet ler. Pellets?
25-26: Grønligbrunt ler. Glaukony.
26-27: Grønligbrunt ler. Glaukony.
27-28: Veksellejrede, mørkebrunt og grønligt ler.
28-29: Mørkebrunt ler.
29-30: Mørkebrunt ler. Organisk materiale.
30-31: Mørkebrunt ler. Organisk materiale.
31-32: Mørkebrunt ler. Organisk materiale og kvartskorn.
32-33: Mørkebrunt ler. Organisk materiale.
33-34: Mørkebrunt ler. Organisk materiale samt sand og grus.
34-35: Mørkebrunt ler. Organisk materiale samt sand og grus.
35-36: Mørkebrunt, leret silt veksellejrende med gråt, fin- til mellemkornet sand.
36-37: Gråt, fin- til mellemkornet sand. Tungmineraler.
37-38: Mørkebrunt, leret silt veksellejrende med gråt, fin- til mellemkornet sand.
38-39: Gråt, finkornet sand. Tungmineraler.
39-40: Gråt, finkornet sand med tynde, mørkebrune lerlag.
40-41: Mørkebrunt, leret silt med tynde sandlag. Lignit?
41-42: Mørkebrunt, leret silt med tynde sandlag.
42-43: Mørkebrunt, leret silt med tynde sandlag. Enkelte litificerede lerlag.
43-44: Mørkebrunt, leret silt med tynde sandlag.
44-45: Mørkebrunt, leret silt med tynde sandlag.
45-46: Mørkebrunt ler med enkelte litificerede lerlag.
46-47: Mørkebrunt ler med enkelte litificerede lerlag.
47-48: Gråt, mellem- til grovkornet sand. Gruset.
49-50: Fin- til mellemkornet sand. Gruset og enkelte lerlag.
50-51: Veksellejrende lamineret finsand og mørkebrune, lerede siltlag.
51-52: Veksellejrende lamineret finsand og mørkebrune, lerede siltlag.
52-53: Veksellejrende lamineret finsand og mørkebrune, lerede siltlag.
53-54: Mørkebrunt, leret silt.
54-55: Veksellejrende lamineret finsand og mørkebrune, lerede siltlag.
55-56: Veksellejrende lamineret finsand og mørkebrune, lerede siltlag.
56-57: Veksellejrende lamineret finsand og mørkebrune, lerede siltlag. Gruset.
57-58: Gråt, grovkornet sand, grus og tynde lerlag.
58-59: Gråt, grovkornet sand, grus og tynde lerlag.
59-60: Gråt, grovkornet sand, grus og tynde lerlag.
60-61: Gråt, grovkornet sand, grus og tynde lerlag.
61-62: Mellem- til grovkornet sand veksellejrende med lamineret, gråt, finkornet sand og brunt silt.
62-63: Mellem- til grovkornet sand veksellejrende med lamineret, gråt, finkornet sand og brunt silt.

63-64: Veksellejrende, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Tungmineraler.
64-65: Veksellejrende, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Tungmineraler.
65-66: Veksellejrende, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Tungmineraler.
66-67: Lamineret, gråt finkornet sand og mørkebrunt, leret silt.
67-68: Lamineret, gråt finkornet sand og mørkebrunt, leret silt.
68-69: Lamineret, gråt finkornet sand og mørkebrunt, leret silt.
69-70: Lamineret, gråt finkornet sand og mørkebrunt, leret silt.
70-71: Lamineret, gråt finkornet sand og mørkebrunt, leret silt.
71-72: Lamineret, gråt finkornet sand og mørkebrunt, leret silt.
72-73: Lamineret, gråt finkornet sand og mørkebrunt, leret silt.
73-74: Lamineret, gråt finkornet sand og mørkebrunt, leret silt.
74-75: Lamineret, gråt finkornet sand og mørkebrunt, leret silt.
75-76: Lamineret, gråt finkornet sand og mørkebrunt, leret silt.
76-77: Lamineret, gråt finkornet sand og mørkebrunt, leret silt.
77-78: Lamineret, gråt finkornet sand og mørkebrunt, leret silt.
78-79: Lamineret, gråt finkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Skaller.
79-80: Mørkebrunt, leret silt.
80-81: Veksellejrende, gråt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt.
81-82: Veksellejrende, gråt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt.
82-83: Veksellejrende, gråt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Skaller.
83-84: Mørkebrunt, leret silt. Mange skaller.
84-85: Veksellejrende, gråt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Mange skaller.
85-86: Veksellejrende, gråt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Mange skaller.
86-87: Veksellejrende, gråt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Mange skaller.
87-88: Veksellejrende, gråt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Mange skaller.
88-89: Veksellejrende, gråt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Mange skaller.
89-90: Veksellejrende, gråt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Mange skaller.
90-91: Veksellejrende, gråt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Mange skaller.
91-92: Veksellejrende, gråt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Mange skaller.
92-93: Veksellejrende, gråt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Mange skaller.
93-94: Veksellejrende, gråt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Mange skaller.
94-95: Veksellejrende, gråt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Mange skaller og glaukony?
95-96: Veksellejrende, gråt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Mange skaller.
96-97: Veksellejrende, gråt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Mange skaller.
97-98: Mørkebrunt, leret silt.
98-99: Lamineret, gråt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt.
99-100: Lamineret, gråt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt.
100-101: Lamineret, gråt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt.
101-102: Lamineret, gråt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Skaller?
102-103: Veksellejrende, mørkebrunt, leret silt og gråt, finkornet sand.
103-104: Lamineret, gråt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt.
104-105: Lamineret, gråt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt.
105-106: Lamineret, gråt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Skaller.
106-107: Mørkebrunt, leret silt og sand.
107-108: Grus med tynde, laminerede lag bestående af gråt, finkornet sand og mørkebrunt silt.

108-109: Mellem- til grovkornet sand med grus og tynde, lysegrå siltlag.
109-110: Fin- til mellemkornet sand og tynde, lerede siltlag.
110-111: Velsorteret, mellemkornet sand.
111-112: Velsorteret, mellemkornet sand.
112-113: Velsorteret, mellemkornet sand.
113-114: Velsorteret, mellemkornet sand.
114-115: Laminerede lag bestående af gråt sand og mørkebrunt, leret silt. Cementeret sandlag.
115-116: Laminerede lag bestående af gråt sand og mørkebrunt, leret silt. Skaller.
116-117: Laminerede lag bestående af gråt sand og mørkebrunt, leret silt. Skaller.
117-118: Laminerede lag bestående af gråt sand og mørkebrunt, leret silt.
118-119: Laminerede lag bestående af gråt sand og mørkebrunt, leret silt. Skaller.
119-120: Laminerede lag bestående af gråt sand og mørkebrunt, leret silt. Skaller.
120-121: Gråt, grovkornet sand med tynde lerlag.
121-122: Gråt, grovkornet sand med tynde lerlag.
122-123: Gråt, mellemkornet sand med tynde lerlag. Mange skaller.
123-124: Lamineret, gråt sand og mørkebrunt silt. Groft sand og skaller.
124-125: Brunt, leret silt.
125-126: Brunt, leret silt.
126-127: Grus med tynde, lysebrune lerlag.
127-128: Velsorteret, mellemkornet sand. Gruset.
128-129: Velsorteret, finkornet sand. Gruset.
129-130: Velsorteret, mellemkornet sand med tynde lerlag.
130-131: Velsorteret, mellemkornet sand med tynde lerlag.
131-132: Velsorteret, mellem- til finkornet sand.
132-133: Velsorteret, mellem- til finkornet sand med tynde lerlag.
133-134: Velsorteret, mellem- til finkornet sand. Svagt cementeret.
134-135: Brunt, leret silt og velsorteret, finkornet sand.
135-136: Velsorteret, finkornet sand.
136-137: Lamineret, gråt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt.
137-138: Lamineret, gråt finkornet sand og mørkebrunt, leret silt.
138-139: Lamineret, gråt finkornet sand og mørkebrunt, leret silt.
139-140: Lamineret, gråt finkornet sand og mørkebrunt, leret silt.
140-141: Lamineret, gråt finkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Skaller.
141-142: Finkornet sand veksellejrende med brune siltlag.
142-143: Brunt, leret silt og tynde finkornede sandlag.
143-144: Lamineret, gråt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Skaller.
144-145: Lamineret, gråt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt.
145-146: Lamineret, gråt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Skaller.
146-147: Lamineret, gråt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt.
147-148: Lamineret, gråt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt.
148-149: Lamineret, gråt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Cementeret, finkornet sandlag.
149-150: Finkornet sand med tynde lerlag.
150-151: Veksellejrende, finkornet sand og mørkebrunt silt. Skaller.
151-152: Veksellejrende, finkornet sand og mørkebrunt silt. Skaller.
152-153: Veksellejrende, finkornet sand og mørkebrunt silt. Skaller.

153-154: Veksellejrende, finkornet sand og mørkebrunt silt. Skaller.
154-155: Gråt, finkornet sand med tynde lerlag. Skaller.
155-156: Gråt, finkornet sand med tynde lerlag. Skaller samt lignit og cementeret sand.
156-157: Gråt, finkornet sand med tynde lerlag. Skaller.
157-158: Gråt, finkornet sand med tynde lerlag. Skaller.
158-159: Brunt, leret silt med tynde sandlag.
159-160: Brunt, leret silt med tynde sandlag. Skaller.
160-161: Gråt, finkornet sand.
161-162: Gråt, finkornet sand.
162-163: Gråt, finkornet sand.
163-164: Gråt, finkornet sand. Mange skaller.
164-165: Gråt, finkornet sand med tynde lerlag. Cementeret sand og skaller.
165-166: Gråt, finkornet sand med tynde lerlag. Cementeret sand og skaller.
166-167: Gråt, finkornet sand med tynde lerlag. Skaller.
167-168: Brunt, leret silt og finkornet sand. Skaller.
168-169: Brunt, leret silt og finkornet sand. Skaller.
169-170: Brunt, leret silt og finkornet sand.
170-171: Brunt, leret silt og finkornet sand.
171-172: Brunt, leret silt og finkornet sand.
172-173: Brunt, leret silt og finkornet sand.
173-174: Brunt, leret silt og finkornet sand. Skaller.
174-175: Brunt, leret silt og finkornet sand. Mange skaller.
175-176: Brunt, leret silt og finkornet sand. Skaller.
176-177: Brunt, leret silt og finkornet sand.
177-178: Brunt, leret silt og finkornet sand.
178-179: Lamineret, hvidt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Skaller.
179-180: Lamineret, hvidt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt.
180-181: Lamineret, hvidt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Skaller.
181-182: Lamineret, hvidt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt.
182-183: Lamineret, hvidt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt.
183-184: Lamineret, hvidt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt.
184-185: Lamineret, hvidt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Skaller.
185-186: Lamineret, hvidt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt.
186-187: Lamineret, hvidt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Skaller.
187-188: Lamineret, hvidt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt.
188-189: Lamineret, hvidt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Skaller.
189-190: Mørkebrunt, leret silt med enkelte finkornede sandlag.
190-191: Mørkebrunt, leret silt med enkelte finkornede sandlag. Skaller.
191-192: Mørkebrunt, leret silt med enkelte finkornede sandlag.
192-193: Mørkebrunt, leret silt med enkelte finkornede sandlag.
193-194: Mørkebrunt, leret silt med enkelte finkornede sandlag.
194-195: Mørkebrunt, leret silt med enkelte finkornede sandlag. Skaller.
195-196: Mørkebrunt, leret silt med enkelte finkornede sandlag.
196-197: Mørkebrunt, leret silt med enkelte finkornede sandlag. Skaller.
197-198: Mørkebrunt leret silt.
198-199: Mørkebrunt leret silt.
199-200: Mørkebrunt leret silt.

200-201: Mørkebrunt leret silt. Skaller.
201-202: Mørkebrunt leret silt.
202-203: Mørkebrunt leret silt. Noget finkornet sand.
203-204: Mørkebrunt leret silt. Noget finkornet sand og skaller.
204-205: Mørkebrunt leret silt. Noget finkornet sand.
205-206: Mørkebrunt leret silt. Noget finkornet sand.
206-207: Mørkebrunt leret silt. Grovkornet sand og grus.
207-208: Mørkebrunt leret silt. Glaukony.
208-209: Mørkebrunt leret silt.
209-210: Mørkebrunt leret silt.
210-211: Mørkebrunt leret silt. Tynde, grønliggrå, finkornede sandlag.
211-212: Mørkebrunt leret silt.
212-213: Mørkebrunt leret silt.
213-214: Mørkebrunt leret silt.
214-215: Mørkebrunt leret silt.
215-216: Mørkebrunt leret silt.
216-217: Mørkebrunt leret silt med tynde, grå, finkornede sandlag. Skaller.
217-218: Mørkebrunt leret silt.
218-219: Mørkebrunt leret silt med tynde, grå, finkornede sandlag.
219-220: Mørkebrunt leret silt.
220-221: Mørkebrunt leret silt.
221-222: Mørkebrunt leret silt.
222-223: Mørkebrunt leret silt med tynde, grå, finkornede sandlag. Skaller.
223-224: Mørkebrunt leret silt.
224-225: Mørkebrunt leret silt. Delvist lamineret
225-226: Mørkebrunt leret silt.
226-227: Mørkebrunt leret silt.
227-228: Mørkebrunt leret silt. Delvist lamineret.
228-229: Lamineret, gråt, finkornet sand og mørkebrunt, leret silt.
229-230: Veksellejrende mellem- til grovkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Gruset.
230-231: Veksellejrende mellem- til grovkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Gruset.
231-232: Veksellejrende mellem- til grovkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Gruset.
232-233: Veksellejrende mellem- til grovkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Gruset.
233-234: Veksellejrende mellem- til grovkornet sand og mørkebrunt, leret silt. Gruset.
234-235: Leret silt. Gruset.
235-236: Grovkornet sand. Gruset og med tynde lerlag.
236-237: Grovkornet sand. Gruset og med tynde lerlag.
237-238: Grovkornet sand. Gruset og med tynde lerlag. Skaller.
238-239: Grovkornet sand. Gruset og med tynde lerlag.
239-240: Velsorteret, mellem- til grovkornet sand.
240-241: Velsorteret, mellem- til grovkornet sand. Tynde lerlag.
241-242: Velsorteret, mellem- til grovkornet sand. Tynde, cementerede lerlag.
242-243: Mørkebrunt, leret silt med tynde sandlag.
243-244: Grønliggråt, grovkornet sand og tynde, mørkebrune siltlag. Glaukony.
244-245: Gråt, grovkornet sand med tynde lerlag.
245-246: Gråt, grovkornet sand med tynde lerlag. Gruset.
246-247: Gråt, grovkornet sand med tynde lerlag. Gruset.

247-248: Gråt, grovkornet sand med tynde lerlag.
248-249: Gråt, grovkornet sand med tynde lerlag.
249-250: Mørkebrunt, leret silt.

Engesvang (figur 7)

dybde i meter: litologi

37-38: Gulligt, mellem- til grovkornet sand. (Kvartær).
38-39: Mørkebrunt, mellem- til grovkornet sand. Gruset og med tynde lerlag.
39-40: Mørkebrunt, mellem- til grovkornet sand. Gruset og med tynde lerlag.
40-41: Brunt ler med finkornet sand. Lignit.
41-42: Lysegråt silt med planterester.
42-43: Lysegråt silt.
43-44: Veksellejrende, lysegråt silt og mellemkornet sand. Tungmineraler og lignit.
44-45: Velsorteret, finkornet sand med få brune, lerede siltlag. Lignit.
45-46: Gråt, velsorteret, finkornet sand.
46-47: Gråt, velsorteret, finkornet sand.
47-48: Gråt, velsorteret, finkornet sand. Få tynde, grå lerlag.
49-50: Gråt, velsorteret, mellem- og finkornet sand.
50-51: Gråt, velsorteret, mellem- og finkornet sand.
51-52: Gråt, velsorteret, mellem- og finkornet sand.
52-53: Gråt, velsorteret, mellem- og finkornet sand. Masser af tungmineraler.
53-54: Lignit med ler og sand.
54-55: Gråt, mellemkornet sand med tynde, grå lerlag.
55-56: Lignit med ler og sand.
56-57: Gråt, velsorteret, mellemkornet sand. Lignit.
57-58: Gråt, mellem- til grovkornet sand.
58-59: Gråt, mellem- til grovkornet sand.
59-60: Gråt, mellem- til grovkornet sand.
60-61: Brunligt, mellemkornet sand.
61-62: Brunligt, mellemkornet sand. Tynde lerlag og lignit.
62-63: Brunligt, mellemkornet sand. Tynde lerlag.
63-64: Brunligt, mellemkornet sand. Tynde lerlag og lignit.
64-65: Brunligt, mellemkornet sand. Tynde lerlag og lignit.
65-66: Brunligt, mellemkornet sand. Tynde lerlag og lignit.
66-67: Gråt, mellem- til finkornet sand.
67-68: Gråt, mellem- til finkornet sand.
68-69: Gråt, mellem- til finkornet sand.
69-70: Mørkebrunt, lamineret, leret silt. Pyrit.
70-71: Veksellejrende lysebrunt ler og mellemkornet sand. Lignit.
71-72: Veksellejrende, finkornet sand og gråt silt.
72-73: Gråt, finkornet sand. Gruset.
73-74: Velsorteret, finkornet sand med noget organisk materiale.
74-75: Velsorteret, finkornet sand med noget organisk materiale.
75-76: Velsorteret, finkornet sand med noget organisk materiale.
76-77: Gråt, mellemkornet sand. Gruset.
77-78: Gråt, grovkornet sand. Gruset og med tynde lerlag.
78-79: Gråt, grovkornet sand. Gruset og med tynde lerlag.
79-80: Meget grovkornet sand. Gruset.
80-81: Mellem- til grovkornet sand. Gruset.
81-82: Mellem- til grovkornet sand. Gruset.

82-83: Mellem- til grovkornet sand. Gruset.
83-84: Mellem- til grovkornet sand. Gruset og med lignit.
84-85: Velsorteret, mellemkornet sand. Lignit.
85-86: Gråt, mellemkornet sand. Lignit.
86-87: Gråt mellemkornet sand. Flint.
87-88: mangler.
88-89: mangler.
89-90: Gråbrunt, mellemkornet sand.
90-91: Brunliggråt, mellemkornet sand med tynde lerlag.
91-92: Brunliggråt, mellemkornet sand med tynde lerlag. Gruset.
92-93: Velsorteret mellemkornet sand. Flint.
93-94: Velsorteret mellemkornet sand.
94-95: Velsorteret, fin- til mellemkornet sand med tynde lerlag. Lignit.
95-96: Velsorteret, fin- til mellemkornet sand med tynde lerlag.
96-97: Grovkornet sand med tynde lerlag. Gruset og lignit.
97-98: Grovkornet sand. Bjergartsfragmenter og flint.
98-99: Velsorteret, finkornet sand. Flint.
99-100: Velsorteret, finkornet sand. Flint.
100-101: Velsorteret, fin- til mellemkornet sand.
101-102: Velsorteret, fin- til mellemkornet sand.
102-103: Velsorteret, fin- til mellemkornet sand.
103-104: Velsorteret, fin- til mellemkornet sand.
104-105: Velsorteret, fin- til mellemkornet sand.
105-106: Mellemkornet sand.
106-107: Veksellejrende, gråbrunligt ler og fin- til mellemkornet sand.
107-108: Veksellejrende, gråbrunligt ler og fin- til mellemkornet sand. Lignit.
108-109: Gråt, mellemkornet sand.
109-110: Gråt, mellemkornet sand.
110-111: Gråt, mellemkornet sand. Tungmineraler?
111-112: Gråt, mellemkornet sand.
112-113: Gråt, mellemkornet sand.
113-114: Gråt finkornet sand. Tynde lerlag.
114-115: Gråt finkornet sand. Tynde lerlag.
115-116: Gråt finkornet sand samt organisk materiale.
116-117: Gråt finkornet sand.
117-118: Gråt finkornet sand.
118-119: Mørkebrunt, leret silt med få, finkornede sandbånd.
119-120: Mørkebrunt, leret silt med få, finkornede sandbånd.
120-121: Mørkebrunt, leret silt med få, finkornede sandbånd.
121-122: Mørkebrunt, leret silt med få, finkornede sandbånd.
122-123: Mørkebrunt, leret silt med få, finkornede sandbånd.
123-124: Grovkornet sand med tynde lerlag. Gruset.
124-125: Grovkornet sand med tynde lerlag. Gruset.
125-126: Grovkornet sand.
126-127: Grovkornet sand.
127-128: Mellemkornet sand.
128-129: Grovkornet sand.

129-130: Grovkornet sand. Gruset.
130-131: Grovkornet sand. Flint.
131-132: Grovkornet sand med tynde lerbånd. Gruset.
132-133: Grovkornet sand. Gruset.
133-134: Mellem- til grovkornet sand.
134-135: Mellemkornet sand.
135-136: Mellemkornet sand.
136-137: Grovkornet sand.
137-138: Grovkornet sand.
138-139: Mellem- til grovkornet sand.
139-140: Velsorteret, mellemkornet sand.
140-141: Velsorteret, fin- til mellemkornet sand.
141-142: Velsorteret, fin- til mellemkornet sand.
142-143: Velsorteret, fin- til mellemkornet sand med tynde lerlag.
143-144: Mørkebrunt, leret silt med finkornede sandlag.
144-145: Gråt, finkornet sand. Skal.
145-146: Gråt, finkornet sand med tynde lerlag.
146-147: Velsorteret, gråt, grovkornet sand.
147-148: Velsorteret, gråt, grovkornet sand. Lignit.
148-149: Velsorteret, mellemkornet sand.
149-150: Velsorteret, mellemkornet sand.
150-151: Velsorteret, mellemkornet sand.
151-152: Velsorteret, mellemkornet sand.
152-153: Veksellejrende, brunt ler og fin- til mellemkornet sand.
153-154: Veksellejrende, mellemkornet sand og ler. Lignit.
154-155: Gråt, grovkornet sand.
155-156: Gråt, grovkornet sand. Gruset.
156-157: Gråt, grovkornet sand. Gruset.
157-158: Gråt, grovkornet sand. Gruset.
158-159: Gråt, grovkornet sand. Gruset.
159-160: Gråt, grovkornet sand.
160-161: Gråt, grovkornet sand.
161-162: Gråt, grovkornet sand.
162-163: Gråt, grovkornet sand.
163-164: Gråt, grovkornet sand.
164-165: Gråt, grovkornet sand. Enkelte lerlag.
165-166: Gråt, grovkornet sand.
166-167: Gråt, grovkornet sand med enkelte lerlag. Gruset.
167-168: Gråt, grovkornet sand. Gruset.
168-169: Gråt, grovkornet sand.
169-170: Gråt, grovkornet sand. Gruset.
170-171: Gråt, grovkornet sand. Lidt lignit.
171-172: Velsorteret, mellem- til grovkornet sand.
172-173: Gråt, mellemkornet sand. Gruset og med bjergartsfragmenter og flint.
173-174: Gråt, mellemkornet sand.
174-175: Gråt, mellemkornet sand.
175-176: Gråt, mellemkornet sand med tynde lerlag.

176-177: Lamineret, gråt og brunt, siltet ler.
178-179: Lamineret, gråt og brunt, siltet ler.
179-180: Lamineret, gråt og brunt, siltet ler.
180-181: Lamineret, gråt og brunt, siltet ler.
181-182: Lamineret, gråt og brunt, siltet ler.
182-183: Velsorteret, fin- til mellemkornet sand.
183-184: Velsorteret, fin- til mellemkornet sand.
184-185: Velsorteret, fin- til mellemkornet sand.
185-186: Velsorteret, fin- til mellemkornet sand. Bjergartsfragmenter.

Isenvad (figur 8)

dybde i meter: litologi

15-16: Velsorteret, mellemkornet sand. Tungmineraler.
16-17: Velsorteret, mellemkornet sand.
17-18: Velsorteret, mellemkornet sand.
18-19: Lamineret, mørkebrunt og gråt, siltet ler med tynde sandlag. Mange glimmerflager.
19-20: Lamineret, mørkebrunt og gråt, siltet ler samt grønligt, finkornet sand. Tungmineraler.
20-21: Lamineret, mørkebrunt og gråt, siltet ler samt grønligt, finkornet sand. Tungmineraler.
21-22: Lamineret, mørkebrunt og gråt, siltet ler samt grønligt, finkornet sand. Tungmineraler.
22-23: Lamineret, mørkebrunt og gråt, siltet ler samt grønligt, finkornet sand. Tungmineraler.
23-24: Lamineret, mørkebrunt og gråt, siltet ler samt grønligt, finkornet sand. Tungmineraler.
24-25: Veksellejrende, mellemkornet sand og brunt, leret silt.
25-26: Lamineret, mørkebrunt og gråt, siltet ler samt grønligt, finkornet sand. Tungmineraler.
26-27: Veksellejrende, mellemkornet sand og brunt, leret silt.
27-28: Lamineret, mørkebrunt og gråt, siltet ler samt grønligt, finkornet sand. Tungmineraler. Lignit.
28-29: Veksellejrende, brunt og gråt, siltet ler. Lignit.
29-30: Gråt, grovkornet sand. Gruset og med lignit.
30-31: Gråt, grovkornet sand. Gruset og med lignit.
31-32: Gråt til grønligt, leret silt med tynde sandlag. Lignit.
32-33: Veksellejrende, mellemkornet sand og lysebrunt ler. Gruset og med lignit.
33-34: Veksellejrende, mellemkornet sand og lysebrunt ler. Gruset.
34-35: Veksellejrende, mellemkornet sand og lysebrunt ler.
35-36: Gråt ler med tynde sandbånd.
36-37: Veksellejrende, mellemkornet sand og lysebrunt ler.
37-38: Velsorteret, mellemkornet sand og lysebrunt ler. Gruset.
38-39: Velsorteret, mellemkornet sand og lysebrunt ler.
39-40: Velsorteret, mellemkornet sand og lysebrunt ler.
40-41: Mellem- til grovkornet sand.
41-42: Mellem- til grovkornet sand.
42-43: Mellem- til grovkornet sand. Enkelte brune, lerlag.
43-44: Mellem- til grovkornet sand. Bjergartsfragment og flint (vindslebet).
44-45: Mellem- til grovkornet sand og lysebrune lerlag.
45-46: Velsorteret, finkornet sand og tynde, lysebrune lerlag.
46-47: Gulligt, finkornet sand.
47-48: Gulligt, finkornet sand.
48-49: Gulligt, finkornet sand.
49-50: Brunt, leret silt. Tungmineraler.
50-51: Brunt, leret silt med tynde sandlag.
51-52: Brunt, leret silt med tynde sandlag. Gruset.

52-53: Brunt, leret silt med tynde sandlag. Gruset, flint og bjergartsfragment.
53-54: Velsorteret, fin- til mellemkornet sand.
54-55: Veksellejrende, mellemkornet sand og brune lerlag.
55-56: Lamineret, brunt ler og grønligt siltet, finkornet sand.
56-57: Veksellejrende, brunt ler og mellemkornet sand.
57-58: Veksellejrende, brunt ler og mellemkornet sand.
58-59: Veksellejrende, brunt ler og mellemkornet sand.
59-60: Mellemkornet sand med tynde lerlag. Rødt ”coated” kvarts.
60-61: Grus. Sandet og med få lerlag.
61-62: Grus. Sandet og med få lerlag.
62-63: Grus. Sandet og med få lerlag.
63-64: Brunt ler med tynde, grønlige, finkornede sandlag.
64-65: Brunt ler med tynde, grønlige, finkornede sandlag.
65-66: Brunt ler med tynde, grønlige, finkornede sandlag. Gruset.
66-67: Grus og mellemkornet sand.
67-68: Mellemkornet sand. Gruset.
68-69: Mellemkornet sand. Gruset.
69-70: Mellemkornet sand. Gruset. Tynde lerlag.
70-71: Velsorteret, mellemkornet sand.
71-72: Velsorteret, mellemkornet sand med tynde lerlag.
72-73: Velsorteret, grovkornet sand.
73-74: Velsorteret, grovkornet sand.
74-75: Velsorteret, grovkornet sand med tynde lerlag.
75-76: Brunt, leret silt og finkornet sand.
76-77: Brunt, leret silt og finkornet sand. Lignit.
77-78: Brunt, leret silt og grovkornet sand.
78-79: Brunt, leret silt og grovkornet sand.
79-80: Veksellejrende, brunt ler og grovkornet sand. Gruset.
80-81: Veksellejrende, brunt ler og grovkornet sand. Gruset.
81-82: Veksellejrende, brunt ler og grovkornet sand. Gruset.
82-83: Veksellejrende, brunt ler og grovkornet sand. Gruset.
83-84: Veksellejrende, brunt ler og grovkornet sand. Gruset.
84-85: Veksellejrende, brunt ler og grovkornet sand. Gruset.
85-86: Mørkebrunt, leret silt med lidt finkornet sand.
86-87: Veksellejrende, mørkebrunt ler og mellem- til grovkornet sand.
87-88: Veksellejrende, mørkebrunt ler og mellem- til grovkornet sand.
88-89: Veksellejrende, mørkebrunt ler og mellem- til grovkornet sand.
89-90: Veksellejrende, mørkebrunt ler og mellem- til grovkornet sand.
90-91: Veksellejrende, mørkebrunt ler og mellem- til grovkornet sand. Gruset.
91-92: Gråt, grovkornet sand med tynde lerlag. Gruset.
92-93: Gråt, grovkornet sand med tynde lerlag. Gruset.
93-94: Gråt, grovkornet sand med tynde lerlag.
94-95: Gråt, grovkornet sand med tynde lerlag.
95-96: Gråt, grovkornet sand.
96-97: Gråt, grovkornet sand.
97-98: Gråt, grovkornet sand. Gruset.
98-99: Gråt, grovkornet sand. Gruset.

99-100: Gråt, grovkornet sand.
100-101: Gråt, grovkornet sand med tynde lerlag.
101-102: Gråt, grovkornet sand med tynde lerlag.
102-103: Gråt, grovkornet sand.
103-104: Gråt, grovkornet sand. Gruset.
104-105: Meget grovkornet sand. Gruset.
105-106: Velsorteret, fin- til mellemkornet sand.
106-107: Velsorteret, fin- til mellemkornet sand.
107-108: Gråt, grovkornet sand. Gruset.
108-109: Meget grovkornet sand med tynde lerlag.
109-110: Meget grovkornet sand.
110-111: Meget grovkornet sand.
111-112: Velsorteret, grovkornet sand med tynde lerlag.
112-113: Velsorteret, grovkornet sand med tynde lerlag.
113-114: Velsorteret, grovkornet sand.
114-115: Velsorteret, grovkornet sand.
115-116: Velsorteret, grovkornet sand.
116-117: Velsorteret, grovkornet sand.
117-118: Velsorteret, grovkornet sand.
118-119: Velsorteret, grovkornet sand. Gruset.
119-120: Velsorteret, mellemkornet sand. Gruset.
120-121: Velsorteret, mellemkornet sand. Gruset.
121-122: Velsorteret, mellemkornet sand. Gruset.
122-123: Grovkornet sand. Gruset.
123-124: Mellem- til grovkornet sand.
124-125: Mellemkornet sand. Gruset.
125-126: Grovkornet sand. Gruset.
126-127: Mellemkornet sand. Gruset.
127-128: Mellemkornet sand. Gruset samt en sten (> 2cm).
128-129: Mellemkornet sand. Gruset og med lignit.
129-130: Velsorteret, fin- til mellemkornet sand med tynde lerlag.
130-131: Velsorteret, fin- til mellemkornet sand med tynde lerlag.
131-132: Velsorteret, fin- til mellemkornet sand.
132-133: Velsorteret, fin- til mellemkornet sand.
133-134: Velsorteret, fin- til mellemkornet sand.
134-135: Velsorteret, fin- til mellemkornet sand. Sten (>2 cm).
135-136: Velsorteret, fin- til mellemkornet sand. Sten (>3 cm).
136-137: Grus med tynde lerlag.
137-138: Meget grovkornet sand med tynde lerlag. Gruset.
138-139: Velsorteret, mellemkornet sand. Gruset.
139-140: Velsorteret, mellem- til grovkornet sand.
140-141: Velsorteret, mellem- til grovkornet sand med tynde lerlag.
141-142: Velsorteret, mellem- til grovkornet sand med tynde lerlag.
142-143: Velsorteret, mellem- til grovkornet sand.
143-144: Velsorteret, mellem- til grovkornet sand.
144-145: Velsorteret, mellem- til grovkornet sand.
145-146: Velsorteret, mellem- til grovkornet sand.

146-147: Velsorteret, mellem- til grovkornet sand.
147-148: Mellemkornet sand med tynde lerlag.
148-149: Mellemkornet sand.
149-150: Mellemkornet sand.
150-151: Gråt, mellemkornet sand med mørkebrune lerlag.
151-152: Gråt, mellemkornet sand med mørkebrune lerlag.
152-153: Veksellejrende, velsorteret fin- til mellemkornet sand og ler.
153-154: Veksellejrende, velsorteret finkornet sand og ler.
154-155: Velsorteret, finkornet sand.
155-156: Veksellejrende, finkornet sand og ler.
156-157: Veksellejrende, finkornet sand og ler.
157-158: Veksellejrende, finkornet sand og ler.
158-159: Mørkebrunt, siltet ler.
159-160: Lamineret, siltet ler og gråt finkornet sand.
160-161: Lamineret, siltet ler og gråt finkornet sand. Skal.
161-162: Lamineret, siltet ler og gråt finkornet sand.
162-163: Lamineret, siltet ler og gråt finkornet sand. Grovkornet sand og skal.
163-164: Lamineret, siltet ler og gråt finkornet sand. Grovkornet sand og skal.
164-165: Lamineret, siltet ler og gråt finkornet sand. Skal.
165-166: Lamineret, siltet ler og gråt finkornet sand.
166-167: Lamineret, siltet ler og gråt finkornet sand.
167-168: Lamineret, siltet ler og gråt finkornet sand.
168-169: Lamineret, siltet ler og gråt finkornet sand. Skal.
169-170: Lamineret, siltet ler og gråt finkornet sand. Skaller.
170-171: Lamineret, siltet ler og gråt finkornet sand. Skaller.
171-172: Lamineret, siltet ler og gråt finkornet sand. Skaller.
172-173: Lamineret, siltet ler og gråt finkornet sand. Skaller.
173-174: Lamineret, siltet ler og gråt finkornet sand. Skaller.
174-175: Lamineret, siltet ler og gråt finkornet sand. Skaller.
175-176: Lamineret, siltet ler og gråt finkornet sand. Skaller.
176-177: Lamineret, siltet ler og gråt finkornet sand.
178-179: Lamineret, siltet ler og gråt finkornet sand.
179-180: Lamineret, siltet ler og gråt finkornet sand. Skaller.
180-181: Lamineret, siltet ler og gråt finkornet sand. Skaller.
181-182: Lamineret, siltet ler og gråt finkornet sand. Skaller.
182-183: Leret silt og grovkornet sand.
183-184: Leret silt og grovkornet sand. Gruset.
184-185: Mørkebrunt ler og grovkornet sand.
185-186: Mørkebrunt ler og grovkornet sand. Gruset.
186-187: Mørkebrunt ler og grovkornet sand. Gruset.
187-188: Veksellejrende mørkebrunt ler og grovkornet sand.
188-189: Veksellejrende mørkebrunt ler og grovkornet sand. Lignit.
189-190: Veksellejrende mørkebrunt ler og grovkornet sand. Skaller.
190-191: Mørkebrunt ler. Lidt sand og mange skaller.
191-192: Siltet til finkornet sand. Skaller.
192-193: Siltet til finkornet sand. Gruset og skaller.
193-194: Veksellejrende, lyse- og mørkebrunt ler.

194-195: Veksellejrende, lyse- og mørkebrunt ler.
195-196: Veksellejrende, lyse- og mørkebrunt ler. Glaukony.
196-197: Veksellejrende, lyse- og mørkebrunt ler. Glaukony.
197-198: Veksellejrende, lyse- og mørkebrunt ler. Glaukony og skaller.
198-199: Veksellejrende, lyse- og mørkebrunt ler. Glaukony og skaller.
199-200: Veksellejrende, lyse- og mørkebrunt ler. Glaukony og skaller.
200-201: Veksellejrende, lyse- og mørkebrunt ler. Glaukony og skaller.
201-202: Veksellejrende, lyse- og mørkebrunt ler. Glaukony og skaller.
202-203: Veksellejrende, lyse- og mørkebrunt ler. Glaukony og skaller.
203-204: Grøn, fed ler. Glaukony.

Palynologi/biostratigrafi

I de følgende kapitler er variationerne i dinoflagellatselskabet præsenteret, for hver af de undersøgte boringer. Hver litologisk enhed, der er repræsenteret i boringen, er beskrevet mht. dinoflagellatselskab, aflejringsmiljø, alder, samt korrelation med nannoplankton- og foraminiferzoneringen opstillet af hhv. Martini (1971) og King (1989).

Holstebro (bilag 1)

Vejle Fjord Formation

Brejning Ler

Tilstedeværelse:
Brejning Leret, som er det nederste led i Vejle Fjord Formationen, er repræsenteret fra 260m op til 248m (fig. 4).

Dinoflagellatselskab:
Spiniferites spp. dominerer, mens *Homotryblium plectilum* forekommer almindeligt (bilag 1). *Achomosphaera* spp., *Apteodinium* spp., *Chiropteridium galea*, *Dapsilidinium pseudocolligerum*, *Deflandrea phosphoritica*, *Hystrichokolpoma rigaudiae*, *Operculodinium longispinigerum* og *Operculodinium* spp., er jævnligt forekommende. En almindelig til jævnlig forekomst af *Deflandrea phosphoritica* er karakteristisk for den øvre del af Brejning Leret (Dybkjær 2004a; Rasmussen & Dybkjær 2005).

Aflejringsmiljø:
Den almindelige forekomst af *Homotryblium plectilum* og af ferskvandsalgen *Botryococcus* indikerer et kystnært, marint miljø med stor ferskvandsinflux, formodentligt et brakvandsmiljø (Brinkhuis 1994; Dybkjær 2004b).

Alder:
Seneste Sen Oligocæn (seneste Chattian).
Forekomsten af *Chiropteridium galea* i den nederste prøve (259m) indikerer en alder ikke ældre end Tidlig Oligocæn (Rupelian), mens forekomsten af *Deflandrea phosphoritica* i såvel 255m som 259m indikerer en alder ikke yngre end tidligste Miocæn (Aquitanien) (Hardenbol *et al*. 1998) (fig. 9).

Disse forekomster giver ikke nogen særlig detaljeret alder, men ved at korrelere det fundne dinoflagellatselskab regionalt kan alderen indsnævres væsentligt. I Frida-1 boringen i Nordsøen forekommer et interval ækvivalent til Brejning Leret. I denne boring er sidsteforekomsten af *Distatodinium biffi* fundet under dette interval og førsteforekomsten af *Ectosphaeridium burdigalensis* over (Dybkjær 2003). Disse to biohorisonter indsnævrer alderen af Brejning Leret til seneste Sen Oligocæn (seneste Chattien) (Hardenbol *et al*. 1998) (fig. 9). Dette understøttes af dateringen af Brejning Leret i Harre Boringen, baseret på foraminiferer (King 1994).

Et influx af *Deflandrea phosphoritica* i den øverste del af Brejning Leret forekommer i landboringerne Addit Mark, Føvling og Klovborg (Dybkjær 2004a), i Frida-1-boringen lokaliseret i Nordsøen (Dybkjær 2003), samt i Dykær-profilet (Rasmussen & Dybkjær 2005).

Denne hyppige forekomst af *D. phosphoritica* i den øvre del af Brejning Leret har således vist sig at være en god biostratigrafisk markør.

Foraminifer/nannoplankton-zonering:
Ifølge Hardenbol *et al*. (1998) korrelerer intervallet fra sidsteforekomsten af *D. biffi* til førsteforekomsten af *E. burdigalensis* til den øverste del af NP25 (Martini 1971). Laursen & Kristoffersen (1999) har identificeret den bentoniske foraminifer-zone NSB 8c (King 1989) i Brejning Leret, som korrelerer til seneste Chattien (fig. 9).

Vejle Fjord Ler og Billund sand

Tilstedeværelse:

Vejle Fjord Ler, med to indslag af Billund sand, er repræsenteret fra 248m op til 135m (fig. 4). De to intervaller med Billund sand forekommer fra 201m-195m og fra 159m-143m.

Dinoflagellatselskab:
Homotryblium plectilum og *Spiniferites* spp. dominerer selskabet. *Hystrichokolpoma rigaudiae* og *Operculodinium* spp. forekommer almindeligt (dog kun i den øvre del af intervallet), mens *Achomosphaera* spp., *Apteodinium australiense*, *Dapsilidinium pseudocolligerum, Homotryblium tenuispinosum*, *Membranophoridium aspinatum*, *Operculodinium centrocarpum*, *Operculodinium longispinigerum* og *Pentadinium laticinctum laticinctum* alle forekommer jævnligt. Dominansen af *Homotryblium*, samt den sporadiske forekomst af *Caligodinium amiculum*, *Chiropteridium galea*, *Deflandrea phosphoritica* og *Membranilarnacia picena* er karakteristiske for denne litostratigrafiske enhed.

Der blev fundet omlejrede dinoflagellater i næsten alle prøver, især i prøver, der repræsenterer Billund sandet. Hovedparten af disse er fra Palæogen, mens en enkelt (*Odontochitina* spp.) er kretasisk.

Aflejringsmiljø:
Der er generelt flere ferskvandsalger i dette interval end i Brejning Leret. Den hyppigst forekommede ferskvandsalge er *Botryococcus*, mens *Pediastrum* forekommer jævnligt i den øvre del af intervallet. Der blev fundet den højeste relative hyppighed af *Botryococcus* i prøven 159m, i Billund sandet. Dinoflagellatslægten *Homotryblium* er én af de dominerende taxa. Denne slægt forekommer hovedsageligt i afsnørede, marine aflejringsmiljøer (Brinkhuis 1994; Dybkjær 2004b). Disse observationer tyder på et delvist afsnøret marint, formodentligt brakvands-miljø.

Alder:
Seneste sen Oligocæn (seneste Chattien) – tidligste Miocæn (tidlig Aquitanien).
Fraværet af *Distatodinium biffi* indikerer en alder ikke ældre end seneste Sen Oligocæn (seneste Chattian). Den sporadiske forekomst af *Deflandrea phosphoritica* og *Caligodinium*

amiculum op til 144m og af *Chiropteridium galea* op til 140m, indikerer en alder ikke yngre end tidligste Miocæn (tidlig Aquitanian) (Hardenbol *et al*. 1998) (fig. 9). Forekomsten af disse arter i intervallet mellem 128m–125m skyldes formodentligt omlejring, se afsnittet om nedre del af Arnum Formationen.

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

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

Arnum Formation

Nedre Arnum Formation og Bastrup sand

Tilstedeværelse:
Den nedre del af Arnum Formationen, med to indslag af Bastrup sand, er repræsenteret i intervallet fra 135m–72m. De to intervaller med Bastrup sand forekommer fra 112m–101m og fra 90m–72m.

Dinoflagellatselskab:
Spiniferites spp. er den dominerende dinoflagellattaxa i alle prøver i denne litologiske enhed. Også *Dapsilidinium pseudocolligerum* dominerer i den nedre del af enheden, mens *Hystrichokolpoma rigaudiae*, *Operculodinium centrocarpum* og *Operculodinium* spp. optræder almindeligt. *Apteodinium australiense*, *A. spiridoides*, *Cerebrocysta satchelliae*, *Lingulodinium multivirgatum* og *Spiniferites pseudofurcatus* optræder jævnligt.

Sidsteforekomsten af *Thalassiphora pelagica* i 127m, samt førsteforekomsterne af *Cerebrocysta satchelliae* og *Polysphaeridium zoharyi* i 128m og af *Hystrichosphaeropsis obscura* og *Apteodinium tectatum* i 127m er karakteristiske for denne litostratigrafiske enhed.

Forekomsterne af *Membranophoridium aspinatum* i 132m, *Caligodinium amiculum* i 127m og *Chiropteridium galea* i 126m anses for at være et resultat af omlejring. Også forekomsten *af Membranilarnacia picena* i intervallet 132m–127m antages at være omlejret, men den konsistente forekomst kan dog indikere at de er "*in situ*". Det er muligt at intervallet med *M. picena* i Holstebro (fra 140m–127m) er stratigrafisk relateret til dalfyldet i En-

gesvang og Isenvad boringerne (se figs. 10 og 11) karakteriseret af bl.a. forekomsten af denne art (se senere), men det kan ikke afgøres udfra det eksisterende datagrundlag.

Der blev fundet omlejrede dinoflagellater i alle prøver, især i prøverne fra intervallet 128m–125m. Hovedparten af de omlejrede taxa er fra Palæogen.

Aflejringsmiljø:

Den relative hyppighed og diversiteten af marine dinoflagellater varierer en del indenfor enheden. Den høje diversitet i intervallet 128m–125m skyldes dog delvis at der forekommer en del formodet omlejrede dinoflagellater i dette interval. I visse niveauer er der en del ferskvandsalger, især *Botryococcus* og *Mougeotia* cf. *laetevirens*, mens dinoflagellatslægten *Homotryblium* kun forekommer sporadisk. I prøven ved 94m er der specielt mange *Botryococcus*.

Disse observationer indikerer samlet at der sker en markant ændring i aflejringsmiljøet på overgangen mellem Vejle Fjord Formationen og den nedre del af Arnum Formationen, formodentligt fra et brakvandsmiljø til mere åbne marine forhold (Brinkhuis 1994; Dybkjær 2004a,b).

Alder:

Tidlig Miocæn (tidlig til midt-Burdigalien).

Forekomsten *Hystrichosphaeropsis obscura* i 127m indikerer en alder ikke ældre end tidlig til midt-Burdigalien, mens sidsteforekomsten af *Tityrosphaeridium cantharellus* i 37m (over denne enhed) indikerer en alder ikke yngre end midt-Burdigalien (Hardenbol *et al*. 1998) (fig. 9).

Skiftet fra en dominerende til en sporadisk forekomst af *Homotryblium* spp., er i mange boringer karakteristisk for overgangen fra Vejle Fjord Formationen til den nederste del af Arnum Formationen. Samtidigt er førsteforekomsterne af *Apteodinium tectatum*, *Cerebrocysta satchelliae* og *Hystrichosphaeropsis obscura* og sidsteforekomsten af *Thalassiphora pelagica* karakteristiske biohorisonter for den nedre del af Arnum Formationen (Dybkjær 2004a). Tilstedeværelsen af flere gruslag i intervallet fra 135m op til 124m støtter en placering af den nedre grænse af Sekvens C (Rasmussen 2004), svarende til den basale del af Arnum Formationen, ved 135m. Forekomsten af *Caligodinium amiculum*, *Chiropteridium galea*, *Membranilarnacia picena* og *Membranophoridium aspinatum* i den nedre del af denne litostratigrafiske enhed (i intervallet 132m–125m) antages derfor at skyldes omlejring.

Foraminifer/nannofossil-zonering:

Ifølge Hardenbol *et al*. (1998) kan intervallet fra førsteforekomsten af *H. obscura* til sidsteforekomsten af *T. cantharellus* korreleres til NN3 – nederste del af NN4 (Martini 1971). Laursen & Kristoffersen (1999) har identificeret NSP 11 og NSB 10 I – 10 II (King 1989) i Arnum Formationen. Dette stemmer fint overens med dateringerne baseret på dinoflagellater.

Øvre Arnum Formation og Odderup/Stauning sand

Tilstedeværelse:
Den øvre del af Arnum Formationen er repræsenteret i intervallet fra 72m til 37m. Fra 57m–48m forekommer et sandlag, der på grund af den grove kornstørrelse her er benævnt Odderup/Stauning sand og repræsenterer sandsynligvis den del af Odderup Formationen som interfingerer med Arnum Formationen.

Dinoflagellatselskab:
Spiniferites spp. dominerer i næsten alle prøver i denne litologiske enhed. Kun i prøven ved 70m overgåes denne taxas relative hyppighed af *Pseudokomewuia granulata*. Sidstnævnte art er en ferskvandsdinoflagellat (Batten *et al.* 1999) og dominansen af denne art i denne ene prøve afspejler formodentlig en øget ferskvandsindfluks. *Apteodinium australiense* er dominerende i prøven ved 46m. *Homotryblium tenuispinosum*, *Hystrichokolpoma rigaudiae*, *Operculodinium* spp., *Systematophora placacantha* og *Tityrosphaeridium cantharellus* forekommer alle almindeligt, mens *Dapsilidinium pseudocolligerum*, *Hystrichokolpoma reducta*, *Lingulodinium machaeophorum*, *L. multivirgatum*, *Operculodinium centrocarpum*, *O. piaseckii*, *Pentadinium laticinctum* og *Spiniferites pseudofurcatus* forekommer jævnligt.

Øvre Arnum Formation er ofte karakteriseret af en dominans af *Apteodinium*-slægten, især *A. tectatum*. Dette er ikke tilfældet i denne boring, selvom der er en lidt højere relativ hyppighed af *A. australiense* end i enheden under. Forekomsten af *Exochosphaeridium insigne*, *Hystrichokolpoma* "*reductum*" og *Sumatradinium hamulatum* er karakteristisk for den øvre del af nedre Arnum Formation, samt for øvre Arnum Formation.

I intervallet fra 57m–39m er der ret mange omlejrede palæogene dinoflagellater.

Aflejringsmiljø:
I 66m og 70m er dinoflagellatdiversiteten meget lav. Samtidig indikerer den høje relative hyppighed af ferskvandsdinoflagellaten *Pseudokomewuia granulata* (Batten *et al.* 1999) en stor ferskvandsinflux. Fra 57m–42m er dinoflagellatdiversiteten klart højere end i de underliggende to prøver, mens prøven i 39m igen er karakteriseret af lav diversitet. Forekomsten af *Impagidinium* i 46m og 39m indikerer et mere fuldmarint miljø (Brinkhuis 1994). Disse variationer indikerer et marint aflejringsmiljø med en varierende ferskvandsinflux.

Alder:
Tidlig Miocæn (tidlig til midt-Burdigalien).
Førsteforekomsten af *Hystrichosphaeropsis obscura* i 127m (i nedre Arnum Formation, i enheden under) indikerer en alder ikke ældre end tidlig til midt-Burdigalien (de Verteuil & Norris 1996; Hardenbol *et al*. 1998). Samtidigt indikerer sidsteforekomsten af *Tityrosphaeridium cantharellus* i 37m (lige over denne enhed) en alder ikke yngre end midt-Burdigalien (Hardenbol *et al*. 1998).

I denne boring ses der ikke en typisk udvikling af den øvre del af Arnum Formationen og Odderup Formationen. Ofte er disse litostratigrafiske enheder karakteriseret af en almindelige forekomst af *Apteodinium tectatum* og med akme af *Apteodinium*-slægten, samt

af *Polysphaeridium zoharyi* og *Heteraulacacysta campanula*. Samtidigt er førsteforekomsten af *Cousteaudinium aubryae*, samt sidsteforekomsten af *Tityrosphaeridium cantharellus* vigtige biohorisonter for øvre Arnum og/eller nederste Odderup Formation. Her ses kun en svag øget forekomst af *Apteodinium australiense* og en sidsteforekomst af *T. cantharellus* ved 37m.

Foraminifer/nannofossil-zonering:
Ifølge Hardenbol *et al*. (1998) kan intervallet fra FAD *H. obscura* til LOD *T. cantharellus* korreleres til NN3 – nederste del af NN4 (Martini 1971). Laursen & Kristoffersen (1999) har identificeret NSP 11 og NSB 10 I – 10 II (King 1989) i Arnum Formationen. Dette stemmer fint overens med dateringerne baseret på dinoflagellater.

Odderup Formation

Tilstedeværelse:
Odderup Formationen er repræsenteret fra 37m–22m.

Dinoflagellatselskab:
Denne enhed er domineret af *Operculodinium spp.* og *Spiniferites* spp., mens *Apteodinium australiense*, *Lingulodinium machaerophorum* og *Operculodinium centrocarpum* forekommer almindeligt. *Hystrichokolpoma* "*reductum*", *Impagidinium paradoxum*, *I. patulum*, *Operculodinium piaseckii*, *Pentadinium laticinctum* og *Systematophora placacantha* forekommer jævnligt.

Førsteforekomsten af *Exochosphaeridium insigne* i 37m er normalt karakteristisk for den nedre del af Arnum Formationen. Sidsteforekomsten af *Tityrosphaeridium cantharellus* er karakteristisk for overgangen mellem øvre Arnum og Odderup Formationerne.

I prøven ved 37m blev der fundet enkelte omlejrede palæogene dinoflagllater, mens der kun blev fundet én enkelt omlejret dinoflagellat, *Thalassiphora pelagica*, ved 27m.

Aflejringsmiljø:
I prøven ved 37m er dinoflagellatdiversiteten relativt høj mens andelen af ferskvandsalger er lav. Der er desuden mange tungmineraler fra 37m–30m. Denne sammensætning af palynomorfer indikerer et fuldt marint miljø, med en relativt lille influx af ferskvand.

I prøven ved 27m er diversiteten markant lavere, mens andelen af ferskvandsalger ligeledes er lav. Den lavere diversitet indikerer et mindre fuldt marint miljø. Omvendt indikerer forekomsten af flere arter af dinoflagellatslægten *Impagidinium* et fuldt marint miljø. Det er muligt at disse *Impagidinium* er omlejrede.

Alder:
Seneste Tidlig Miocæn til Mellem Miocæn alder, midt-Burdigalien til tidlig Serravallien.
Sidsteforekomsten af *Tityrosphaeridium cantharellus* i 37m indikerer en midt- til sen-Burdigalien alder for den nedre del af enheden, mens forekomsten af *Distatodinium para-*

doxum i den øverste prøve (27m) indikerer en alder ikke yngre end tidlig Serravallien (de Verteuil & Norris 1996; Hardenbol *et al*. 1998).

Sidsteforekomsten af *Tityrosphaeridium cantharellus* er karakteristisk for overgangen mellem øvre Arnum Formation og nederste Odderup Formation. Normalt karakteriseres Odderup Formation af akmer af *Apteodinium tectatum*, *Heteraulacacysta campanula* og *Polysphaeridium zoharyi*, men det er ikke observeret i denne boring. Det formodes derfor at kun den nederste del af Odderup Formation repræsenteret i denne boring (se fig. 10).

Foraminifer/nannofossil-zonering:

Ifølge Hardenbol *et al*. (1998) kan intervallet fra LOD *Tityrosphaeridium cantharellus* til LOD af *Distatodinium paradoxum* korreleres til NN4 – NN5 (Martini 1971). Laursen & Kristoffersen (1999) har identificeret NSP 12 I og NSB 11 I (King 1989) i Odderup Formationen. Dette stemmer fint overens med dateringerne baseret på dinoflagellater.

No (bilag 2)

Vejle Fjord Formation

Brejning Ler

Tilstedeværelse:
Brejning Leret, som er det nederste led i Vejle Fjord Formationen, er repræsenteret fra 291m op til 282m (fig. 5).

Dinoflagellatselskab:
Homotryblium plectilum og *Spiniferites* spp. dominerer, mens *Dapsilidinium pseudocolligerum*, *Deflandrea phosphoritica*, *Homotryblium*? *additense*, *Hystrichokolpoma rigaudiae*, *Impagidinium* spp., *Impletosphaeridium insolitum* og *Operculodinium centrocarpum* forekommer almindeligt (bilag 2). *Lingulodinium machaeophorum*, *Melitasphaeridium choanophorum*, *Membranophoridium aspinatum*, *Systematophora placacantha* og *Tityrosphaeridium cantharellus* forekommer jævnligt. Den sporadiske forekomst af *Caligodinium amiculum* og *Chiropteridium galea* er af stratigrafisk betydning, se senere. En almindelig til jævnlig forekomst af *Deflandrea phosphoritica* er karakteristisk for den øvre del af Brejning Leret (Dybkjær 2004a; Rasmussen & Dybkjær 2005).

Der er fundet enkelte omlejrede, palæogene dinoflagellater i denne enhed (bilag 2).

Aflejringsmiljø:
Dominansen af *Homotryblium plectilum* og den jævnlige forekomst af ferskvandsalgen *Botryococcus* indikerer et afsnøret, marint miljø, formodentligt et brakvandsmiljø (Brinkhuis 1994; Dybkjær 2004b).

Alder:
Seneste Sen Oligocæn (seneste Chattian).
Forekomsten af *Chiropteridium galea* i den nederste prøve (291m) indikerer en alder ikke ældre end Tidlig Oligocæn (Rupelian), mens forekomsten af *Caligodinium amiculum* i 285m indikerer en alder ikke yngre end tidligste Miocæn (Aquitanien) (Hardenbol *et al*. 1998) (fig. 9). Disse forekomster giver ikke nogen særlig detaljeret alder, men ved at korrelere det fundne dinoflagellatselskab regionalt kan alderen indsnævres væsentligt. I Frida-1 boringen i Nordsøen forekommer et interval ækvivalent til Brejning Leret. I denne boring er sidsteforekomsten af *Distatodinium biffi* fundet under dette interval og førsteforekomsten af *Ectosphaeridium burdigalensis* over (Dybkjær 2003). Disse to biohorisonter indsnævrer alderen af Brejning Leret til seneste Sen Oligocæn (seneste Chattien) (Hardenbol *et al*. 1998) (fig. 9). Dette understøttes af dateringen af Brejning Leret i Harre Boringen, baseret på foraminiferer (King 1994).

Et influx af *Deflandrea phosphoritica* i den øverste del af Brejning Leret blev også fundet i Holstebro-boringen (dette studie) og forekommer desuden i landboringerne Addit Mark, Føvling og Klovborg (Dybkjær 2003; 2004a), i Frida-1-boringen lokaliseret i Nordsøen (Dybkjær 2003), samt i Dykær-profilet (Rasmussen & Dybkjær 2005). Denne hyppige forekomst af *D. phosphoritica* i den øvre del af Brejning Leret har således vist sig at være en god biostratigrafisk markør.

Foraminifer/nannoplankton-zonering:
Ifølge Hardenbol *et al*. (1998) korrelerer intervallet fra sidsteforekomsten af *D. biffi* til førsteforekomsten af *E. burdigalensis* til den øverste del af NP25 (Martini 1971). Laursen & Kristoffersen (1999) har identificeret den bentoniske foraminifer-zone NSB 8c (King 1989) i Brejning Leret, som korrelerer til seneste Chattien (fig. 9).

Vejle Fjord Ler og Billund sand

Tilstedeværelse:
Vejle Fjord Ler er repræsenteret fra 282m op til 141m (fig. 5). Der er indslag af Billund sand fra 245m–243m, fra 240m–235m, samt fra 218m–212m.

Dinoflagellatselskab:
Da dinoflagellatselskabet varierer en del op gennem enheden er det her delt op og beskrevet i tre intervaller:
Fra 282m–224m dominerer *Homotryblium plectilum* og *Spiniferites* spp. *Dapsilidinium pseudocolligerum* dominerer i prøven 225m og optræder ellers almindeligt. Også *Hystrichokolpoma rigaudiae*, *Impletosphaeridium insolitum* og *Lingulodinium machaeophorum* forekommer almindeligt, mens *Apteodinium australiense*, *Melitasphaeridium choanophorum*, *Operculodinium centrocarpum*, *Operculodinium* sp. 3 de Verteuil & Norris 1996 og *Tityrosphaeridium cantharellus* forekommer jævnligt.

I prøven ved 218m er den mest dominerende dinoflagellat *Hystrichokolpoma* "*reductum*". *Spiniferites* spp. er også dominerende, mens *Dapsilidinium pseudocolligerum* er almindelig og *Melitasphaeridium choanophorum* og *Operculodinium centrocarpum* optræder jævnligt. *Homotryblium* forekommer sporadisk.

I intervallet fra 208m op til 140m dominerer *Operculodinium centrocarpum* og *Spiniferites* spp. Også *Dapsilidinium pseudocolligerum* dominerer i den nedre del af dette interval og forekommer almindeligt i den øvre del. *Apteodinium australiense*, *Apteodinium* cf. *australiense*, *A. spiridoides*, *A. tectatum*, *Hystrichokolpoma rigaudiae* og *Lingulodinium machaeophorum* forekommer alle almindeligt, mens *Impletosphaeridium insolitum*, *Melitasphaeridium choanophorum*, *Spiniferites crassivariabilis* og *Tityrosphaeridium cantharellus* optræder jævnligt. *Homotryblium* og *Caligodinium amiculum* forekommer sporadisk.

En dominans af *Homotryblium*, samt en sporadiske forekomst af *Caligodinium amiculum*, *Chiropteridium galea*, *Deflandrea phosphoritica* og *Membranophoridium aspinatum* er karakteristiske for Vejle Fjord Formationen. I nogle områder forekommer der et øvre interval i Vejle Fjord Formationen hvor *Homotryblium* kun forekommer sporadisk, som det også

ses her i No boringen. Dette kendes også fra Frida-1 boringen i Nordsøen, samt fra Stensig, Isenvad og Engesvang boringerne i nærværende studie.

Der blev fundet omlejrede dinoflagellater i de fleste prøver i denne enhed, alle fra Palæogen. I de tre prøver, der repræsenterer intervallet fra 218m–198m er der kun fundet én enkelt omlejret dinoflagellat.

Aflejringsmiljø:

I intervallet 282m–224m forekommer ferskvandsalgen *Botryococcus* i store mængder, især i 251m og 244m (se bilag 2). *Homotryblium plectilum* er den dominerende dinoflagellat. Denne art forekommer i afsnørede marine aflejringsmiljøer og har formodentligt kunne tolerere meget lave saliniteter (Brinkhuis 1994; Dybkjær 2004b). Disse observationer tyder på et delvist afsnøret marint, formodentligt brakvands-miljø.

Skiftet mellem 224m og 218m, fra en dominerende til en sporadisk forekomst af *Homotryblium* spp., samt et brat fald i den relative hyppighed af *Botryococcus*, reflekterer formodentligt en ændring mod et mere åbent marint (normalt salint) aflejringsmiljø. Den markante dominans af én art, *Hystrichokolpoma* ”*reductum*”, i prøven ved 218m, indikerer at der har eksisteret et miljø specielt favorabelt for lige netop denne ene art, men dens preferencer mht. temperatur, salinitet og næringsstoffer er ikke kendt.

I det øverste interval, fra 208m–140m, er der en relativt stor hyppighed af marine dinoflagellater i forhold til ferskvandsalger. Blandt ferskvandsalgerne er såvel *Botryococcus*, *Mougeotia* cf. *laetevirens*, *Pediastrum* og *Pseudokomewuia* aff. *granulata* repræsenteret. De to sidstnævnte bliver markant mere almindelige i den øverste del af intervallet. Dinoflagellatslægten *Homotryblium* kun forekommer sporadisk. Disse observationer indikerer samlet at enheden er aflejret i et åbent marint miljø med en øget ferskvandsinflux i den øverste del.

Sandet i denne enhed er sedimentologisk tolket som aflejret som submarine ?tyngde-aflejringer i forbindelse med Billund deltaet.

Alder:

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

Fraværet af *Distatodinium biffi* indikerer en alder ikke ældre end seneste Sen Oligocæn (seneste Chattian). Den sporadiske forekomst af *Chiropteridium galea* op til 278m, af *Deflandrea phosphoritica* op til 251m og af *Caligodinium amiculum* op til 198m, indikerer en alder ikke yngre end tidligste Miocæn (Aquitanian) (Hardenbol *et al*. 1998) (fig. 9).

Dominerende forekomst af *Homotryblium*, samt en sporadisk forekomst af *Caligodinium amiculum*, *Chiropteridium galea*, *Deflandrea phosphoritica* og *Membranophoridium aspinatum* har vist sig at være karakteristisk for Vejle Fjord Formationen (Dybkjær 2004a). Derfor kan den nedre del af denne enhed (282m–218m) med sikkerhed korreleres til Vejle Fjord Formationen.

Den øvre del af enheden, fra 218m–140m, er på grund af den sporadiske forekomst af stratigrafisk vigtige arter, vanskelig at korrelere regionalt kun baseret på dinoflagellatstratigrafi. En kombination af de palynologiske data med seismiske data og gammalog data indikerer at dette interval korrelerer med den øvre del af Vejle Fjord Ler/Billund sand i Stensig boringen (fig. 10). Dinoflagellatselskabet i dette interval er i begge boringer karakteriseret ved at være over intervallet med mange *Homotryblium*, under førsteforekomsten af *Hystrichosphaeropsis obscura*, have sporadisk forekomst af *Caligodinium amiculum*, samt

have sporadisk til jævnlig forekomst af *Apteodinium tectatum* og af *Polysphaeridium zoharyi*.

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

Stensig (bilag 3)

Vejle Fjord Formation

Vejle Fjord Ler og Billund sand

Tilstedeværelse:
Vejle Fjord Ler med indslag af Billund sand er repræsenteret fra 250m op til 126m. Der forekommer Billund sand nederst i enheden fra 249m–230m. I intervallet fra 167m til 126m veksler Vejle Fjord Ler med Billund sand (fig. 6).

Dinoflagellatselskab:
I de tre nederste prøver, fra 250m–232m, domineres dinoflagellatselskabet især af *Homotryblium plectilum*, men også af *Spiniferites* spp. og *Dapsilidinium pseudocolligerum*. *Homotryblium tenuispinosum* forekommer almindeligt, mens *Apteodinium* cf. *australiense*, *Hystrichokolpoma rigaudiae*, *Operculodinium centrocarpum* og *Tityrosphaeridium cantharellus* forekommer jævnligt. Desuden forekommer de stratigrafisk vigtige arter *Caligodinium amiculum*, *Deflandrea phosphoritica*, *Membranilarnacia picena* og *Membranophoridium aspinatum* sporadisk.

I intervallet fra 228m op til 126m domineres selskabet især af *Spiniferites* spp., men også af *Apteodinium australiense*, *Apteodinium* cf. *australiense*, *Dapsilidinium pseudocolligerum, Hystrichokolpoma rigaudiae*, *Operculodinium centrocarpum*. *Apteodinium tectatum*, *A. spiridoides*, *Impletosphaeridium insolitum*, *Lingulodinium machaerophorum*, *Spiniferites crassivariabilis* og *Systematophora placacantha* forekommer almindeligt, mens *Melitasphaeridium choanophorum*, *Polysphaeridium zoharyi*, *Spiniferites pseudofurcatus* og *Tityrosphaeridium cantharellus* forekommer jævnligt. *Homotryblium* forekommer kun sporadisk. Også *Caligodinium amiculum*, *Chiropteridium galea*, *Deflandrea phosphoritica*, *Membranilarnacia picena* og *Membranophoridium aspinatum* forekommer sporadisk i denne enhed.

Dominans af *Homotryblium* fra 250m–232m, kombineret med den sporadiske forekomst af *Caligodinium amiculum*, *Chiropteridium galea*, *Deflandrea phosphoritica*, *Membranilarnacia picena* og *Membranophoridium aspinatum*, er karakteristisk for Vejle Fjord Formationen (Dybkjær 2004a).

Den sporadiske forekomst af *Homotryblium* fra 228m–126m kombineret med en sporadisk forekomst af *Caligodinium amiculum*, *Chiropteridium galea*, *Deflandrea phosphoritica*, *Membranilarnacia picena* og *Membranophoridium aspinatum* indikerer at dette interval skal korreleres til den øvre del af Vejle Fjord Formationen. Den konsistente forekomst af *Apteodinium tectatum* og *Polysphaeridium zoharyi* fra 227m og op gennem hele enheden er også karakteristisk for dette interval (se også No boringen).

Forekomsten af *Achomosphaera andalousiensis*, *Hystrichosphaeropsis obscura*, *Labyrinthodinium truncatum*, *Palaeocystodinium miocaenicum/minor* og *Unipontodinium aquaeductum* anses for et resultat af nedfald (”caving”, angivet med et C i rangechartet, bilag

3) af materiale under boreprocessen, da disse arter normalt har førsteforekomst i Arnum Formationen eller i yngre litostratigrafiske enheder.

Der blev fundet omlejrede dinoflagellater i alle prøve, på nær 238m og 233m. Alle de omlejrede dinoflagellater er fra Palæogen.

Aflejringsmiljø:

I de tre nederste prøver, fra 250m op til 232m optræder ferskvandsalgen *Botryococcus* hyppigt (se bilag 3) og samtidigt er *Homotryblium plectilum* den dominerende dinoflagellatart. Disse observationer tyder på et delvist afsnøret marint, formodentligt brakvands-miljø (Brinkhuis 1994; Dybkjær 2004b).

I den øvre del af enheden, især fra 206m–134m, er der meget få ferskvandsalger og *Homotryblium* optræder meget sporadisk. Disse observationer tyder på et mere åbent marint aflejringsmiljø (højere salinitet) for dette interval.

Alder:

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

Fraværet af *Distatodinium biffi* indikerer en alder ikke ældre end seneste Sen Oligocæn (seneste Chattian). Den sporadiske forekomst af *Chiropteridium galea* op til 135m indikerer en alder ikke yngre end tidligste Miocæn (tidlig Aquitanian) (Hardenbol *et al*. 1998) (fig. 9).

På baggrund af den dominerende forekomst af *Homotryblium* kombineret med den sporadiske forekomst af *Caligodinium amiculum*, *Deflandrea phosphoritica* og *Membranophoridium aspinatum* kan intervallet fra 250m–232m henføres til Vejle Fjord Formationen (Dybkjær 2004a).

Intervallet fra 228m–126m kan korreleres til den øvre del af Vejle Fjord Ler/Billund sand, svarende til intervallet fra 218m–140m i No boringen (fig. 10). Dinoflagellatselskabet i dette interval er i begge boringer karakteriseret ved at være over intervallet med mange *Homotryblium*, under førsteforekomsten af *Hystrichosphaeropsis obscura*, have sporadisk forekomst af *Caligodinium amiculum*, samt have sporadisk til jævnlig forekomst af *Apteodinium tectatum* og af *Polysphaeridium zoharyi*.

Foraminifer/nannoplankton-zonering:

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

Arnum Formation

Nedre Arnum Formation og Bastrup sand

Tilstedeværelse:
Den nedre del af Arnum Formationen, med et enkelt indslag af Bastrup sand, er repræsenteret i intervallet fra 126m–107m. Intervallet med Bastrup sand forekommer i den øverste del af enheden, fra 114m–107m.

Dinoflagellatselskab:
Operculodinium centrocarpum og *Spiniferites* spp. er de dominerende dinoflagellattaxa i denne litologiske enhed. *Dapsilidinium pseudocolligerum* og *Hystrichokolpoma rigaudiae* optræder almindeligt, mens *Apteodinium australiense*, *Apteodinium* cf. *australiense* og *Spiniferites pseudofurcatus* optræder jævnligt.

Førsteforekomsterne af *Hystrichosphaeropsis obscura* og *Sumatradinium hamulatum* i 110m er karakteristiske for denne litostratigrafiske enhed.

Der blev fundet omlejrede dinoflagellater i alle prøver, især i prøven fra 126m. Alle de omlejrede taxa er fra Palæogen.

Aflejringsmiljø:
I prøven ved 126m, der er tolket til at repræsentere sekvensgrænsen mellem sekvens B og C (figur 3) (Rasmussen 2004), er der en total dominans af ferskvandsalger, især *Botryococcus*, men også *Mougeotia* cf. *laetevirens*, *Ovoidites*, *Pediastrum*, *Pseudokomewuia* aff. *granulata* og *Lecaniella* (se bilag 3). Dinoflagellater optræder meget sporadisk. Der er desuden fundet en del flere omlejrede dinoflagellater og den del flere acritarcher end i prøverne under. Denne prøve tolkes til at reflektere et aflejringsmiljø præget af ferskvand, men med en svag marin indflydelse.

Den øvrige del af denne enhed er domineret af dinoflagellater, selvom der fortsat er en del *Botryococcus* i prøverne. Dinoflagellatdiversiteten er forholdsvis lav. Der er også her fundet en del flere omlejrede dinoflagellater og den del flere acritarcher end i prøverne under. Disse observationere tolkes til at afspejle et kystnært marint aflejringsmiljø med stor influx af ferskvand.

Alder:
Tidlig Miocæn (tidlig til midt-Burdigalien).
Forekomsten *Hystrichosphaeropsis obscura* i 110m indikerer en alder ikke ældre end tidlig til midt-Burdigalien, mens sidsteforekomsten af *Tityrosphaeridium cantharellus* i 78m (over denne enhed) indikerer en alder ikke yngre end midt-Burdigalien (Hardenbol *et al*. 1998) (fig. 9).

En sporadisk forekomst af *Homotryblium* spp., kombineret med førsteforekomsterne af *Hystrichosphaeropsis obscura* og *Sumatradinium hamulatum* er karakteristiske biohorisonter for den nedre del af Arnum Formationen (Dybkjær 2004a).

Foraminifer/nannofossil-zonering:
Ifølge Hardenbol *et al*. (1998) kan intervallet fra førsteforekomsten af *H. obscura* til sidsteforekomsten af *T. cantharellus* korreleres til NN3 – nederste del af NN4 (Martini 1971) (fig. 9). Laursen & Kristoffersen (1999) har identificeret NSP 11 og NSB 10 I – 10 II (King 1989) i Arnum Formationen. Dette stemmer fint overens med dateringerne baseret på dinoflagellater.

Øvre Arnum Formation og Odderup/Stauning sand

Tilstedeværelse:
Den øvre del af Arnum Formationen er repræsenteret i intervallet fra 107m til 38m. Fra 66m–57m forekommer et sandlag, der på grund af den grove kornstørrelse her er benævnt Odderup/Stauning sand, og repræsenterer den del af Odderup Formationen, der interfingerer med Arnum Formationen. Desuden forekommer der et sandlag henført til Stauning sand fra 40m–38m.

Dinoflagellatselskab:
Spiniferites spp. dominerer i næsten alle prøver i denne litologiske enhed. Kun i prøven ved 57m overgåes denne taxas relative hyppighed af *Apteodinium tectatum*. Desuden dominerer *Apteodinium* cf. *australiense*, *Dapsilidinium pseudocolligerum*, *Operculodinium centrocarpum*, *Operculodinium* spp., *Polysphaeridium zoharyi* og *Systematophora placacantha* i forskellige niveauer. *Apteodinium australiense*, *Hystrichokolpoma rigaudiae*, *Lingulodinium machaeophorum*, *Spiniferites pseudofurcatus* og *Tityrosphaeridium cantharellus* optræder almindeligt, mens *Homotryblium tenuispinosum*, *Hystrichokolpoma "reductum"*, *Hystrichosphaeropsis obscura*, *Impletosphaeridium insolitum*, *Melitasphaeridium choanophorum* og *Palaeocystodinium miocaenicum*/*minor* forekommer jævnligt.

Dominans af *Apteodinium*, og især af *A. tectatum*, er meget karakteristisk for den øvre del af Arnum Formationen. Ligeledes er en dominans af *Polysphaeridium zoharyi* karakteristisk for øvre Arnum Formation og Odderup Formation (Dybkjær *et al.* 2003; Piasecki *et al.* 2004). Sidsteforekomsten af *Tityrosphaeridium cantharellus* i 78m og førsteforekomsten af *Cousteaudinium aubryae* i 67m er meget vigtige biohorisonter, der begge er karakteristiske for den øvre del af Arnum Formationen og/eller nederste Odderup Formation (Dybkjær *et al.* 2003, Piasecki *et al.* 2004).

Der blev fundet enkelte omlejrede dinoflagellater i alle prøver, alle fra Palæogen.

Aflejringsmiljø:
Der blev fundet relativt få ferskvandsalger i denne enhed. Samtidig ses det at dinoflagellatdiversiteten er markant højere end i de underliggende enheder. Disse observationer indikerer et fuldt marint aflejringsmiljø med en lav ferskvandsinflux.

Alder:
Tidlig til Mellem Miocæn (midt-Burdigalien til tidlig Langhien).

Førsteforekomsten af *Hystrichosphaeropsis obscura* i 110m (i nedre Arnum Formation, i enheden under) indikerer en alder ikke ældre end tidlig til midt-Burdigalien (de Verteuil & Norris 1996; Hardenbol *et al*. 1998) (fig. 9). Samtidigt indikerer sidsteforekomsten af *Tityrosphaeridium cantharellus* i 78m en midt-Burdigalien, mens førsteforekomsten af *Cousteaudinium aubryae* i 67m og af *Labyrinthodinium truncatum* og *Palaeocystodinium miocaenicum*/*minor* i 47m indikerer en sen Burdigalian alder (Hardenbol *et al*. 1998). Endelig indikerer sidsteforekomsten af *Cousteaudinium aubryae* i 34m (i enheden over) en alder ikke yngre end Langhien.

Foraminifer/nannofossil-zonering:
Ifølge Hardenbol et al. (1998) kan intervallet fra førsteforekomsten af *H. obscura* til sidsteforekomsten af *C. aubryae* korreleres til NN3 – NN5 (Martini 1971). Laursen og Kristoffersen (1999) har identificeret NSP 11 og NSB 10 I – 10II (King 1989) i Arnum Formationen. Dette stemmer fint overens med dateringerne baseret på dinoflagellater.

Hodde Formation

Tilstedeværelse:
Hodde Formationen er repræsenteret i intervallet fra 38m til 27m.

Dinoflagellatselskab:
Der er en særdeles høj diversitet i denne enhed. *Spiniferites* spp. dominerer kraftigt, mens *Hystrichokolpoma rigaudiae* og *Operculodinium* spp. også dominerer. *Apteodinium australiense*, *A. tectatum*, *Dapsilidinium pseudocolligerum*, *Operculodinium centrocarpum* og *Polysphaeridium zoharyi* optræder almindeligt, mens *Hystrichosphaeropsis obscura*, *Lingulodinium machaerophorum*, *Melitasphaeridium choanophorum*, *Palaeocystodinium miocaenicum*/*minor*, *Pentadinium laticinctum laticinctum*, *Spiniferites pseudofurcatus*, *S. solidago* og *Systematophora placacantha* alle forekommer jævnligt. Desuden er den sporadiske forekomsten af *Cerebrocysta poulsenii* og *Cousteaudinium aubryae* meget karakteristisk for basis af Hodde Formationen.

Der er fundet omlejrede dinoflagellater i alle prøver på nær den ved 32m. Alle disse er palæogene, bortset fra en enkelt *Odontochitina* spp., der er omlejret fra kretasiske lag til prøven ved 28m.

Aflejringsmiljø:
Der er en meget høj diversitet af dinoflagellater. Der er meget få ferskvandsalger, bortset fra prøven ved 35m, hvor der ses en stor relativ hyppighed af især *Botryococcus* og *Pediastrum*. Aflejringsmiljøet tolkes som åbent marint med lav ferskvandsinflux undtagen ved prøven i 35m.

Alder:
Mellem Miocæn (sen Langhien til Serravallien).
Sidsteforekomsten af *Cousteaudinium aubryae* i 34m kombineret med førsteforekomsten af *Cerebrocysta poulsenii* i 36m indikerer en alder ikke ældre end sen Langhien (de Verteuil & Norris 1996; Hardenbol *et al.* 1998) (fig. 9). Samtidigt indikerer sidsteforekomsten af *C. poulsenii* i 28m en alder ikke yngre end midt- til sen Serravallien (de Verteuil & Norris 1996; Hardenbol *et al.* 1998).

Førsteforekomsten af *Cerebrocysta poulsenii* i 36m er en god marker for overgangen mellem Odderup og Hodde formationerne (Piasecki 2005). Samtidigt er sidsteforekomsten af *A. spiridoides* i 32m og af *C. aubryae* i 34m karakteristiske biohorisonter for basis af Hodde Formationen, ligesom en jævnlig forekomst af *P. miocaenicum*/*minor* er karakteristisk for Hodde Formationen.

Foraminifer/nannofossil-zonering:
Ifølge Hardenbol *et al.* (1998) kan intervallet fra førsteforekomsten til sidsteforekomsten af *Cerebrocysta poulsenii* korreleres til NN5–NN7 (Martini 1971) (fig. 9). Laursen & Kristoffersen (1999) har identificeret foraminiferzonerne NSP 12 I – nederste 13, samt NSB 11I og 12a i Hodde Formationen i Gram-I boringen. Dette stemmer fint overent med dateringerne baseret på dinoflagellater (fig. 9).

Gram Formation

Tilstedeværelse:
Gram Formation er repræsenteret i intervallet fra 27m til 21m. Ved 21m overlejres Gram Formationen af kvartære aflejringer.

Dinoflagellatselskab:
Også i Gram Formationen er der en særdeles høj artsdiversitet. *Spiniferites* spp. dominerer kraftigt i prøverne ved 26m og 25m, mens *Homotryblium plectilum* er den mest dominerende taxa i den øverste prøve, ved 22m. Også *Hystrichokolpoma rigaudiae* dominerer, mens *Bitectatodinium arborichiarum*, *Dapsilidinium pseudocolligerum*, *Hystrichosphaeropsis obscura*, *Lingulodinium machaerophorum* og *Operculodinium* spp. optræder almindeligt. Desuden optræder *Achomosphaera andalousiensis*, *Hystrichokolpoma salacia, Labyrinthodinium truncatum*, *Operculodinium giganteum*, *Palaeocystodinium miocaenicum*/*minor*, *Spiniferites pseudofurcatus* og *S. solidago* jævnligt.

Desuden bør man bemærke den sporadiske forekomst af *Gramocysta verricula*, der er karakteristisk for Gram Formationen (Piasecki 2005).

Der er fundet omlejrede dinoflagellater i prøverne ved 26m og 25m, mens der ikke blev fundet nogen i prøven ved 22m. Dinoflagellaterne repræsenterer Jura-perioden (*Nannoceratopsis*) og Palæogen (*Areosphaeridium dictyoplokum*). De øvrige omlejrede taxa kan ikke med sikkerhed henføres til en bestemt periode.

Aflejringsmiljø:
Der er en meget høj diversitet af dinoflagellattaxa. Samtidigt forekommer ferskvandsalger meget sporadisk. Dette indikerer et fuldt marint miljø med lang afstand til kysten. Den store relative hyppighed af *Homotryblium plectilum* i den øverste prøve indikerer et mere kystnært, ferskvands-influeret aflejringsmiljø, og dermed at kysten begynder at progradere.

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

Sidsteforekomsten af *Cerebrocysta poulsenii* og *Unipontodinium aquaductum* i 28m (lige under denne enhed) indikerer en alder ikke ældre end midt- til sen Serravallien. Samtidigt indikerer førsteforekomsten af *Achomosphaera andalousiensis* og *Gramocysta verricula* en sen Serravallien – Tortonien alder (Hardenbol *et al.* 1998; Strauss *et al.* 2001).

Foraminifer/nannofossil-zonering:
Ifølge de Verteuil & Norris (1996) og Hardenbol *et al.* (1998) kan førsteforekomsten af *Achomosphaera andalousiensis* og sidsteforekomsten af *Cerebrocysta poulsenii* korreleres til NN8. 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).

Engesvang (bilag 4)

Vejle Fjord Formation

Vejle Fjord Ler og Billund sand

Tilstedeværelse:
Vejle Fjord Ler, med to indslag af Billund sand, er repræsenteret fra 190m op til 114m (fig. 7). De to intervaller med Billund sand forekommer fra 176m–147m og fra 143m–124m.

Dinoflagellatselskab:
I intervallet fra 190m–124m dominerer *Homotryblium plectilum* og *Spiniferites* spp. *Dapsilidinium pseudocolligerum*, *Homotryblium*? *additense*, *Hystrichokolpoma rigaudiae*, *Impletosphaeridium insolitum* og *Membranophoridium aspinatum* forekommer almindeligt, mens *Distatodinium paradoxum*, *Lingulodinium machaerophorum*, Mini dino 1 KD, *Operculodinium centrocarpum*, *Reticulatosphaera actinocoronata*, *Systematophora placacantha* og *Tityrosphaeridium cantharellus* forekommer jævnligt.

I prøverne 124m til 114m er der et specielt dinoflagellatselskab, der ikke er set før i andre boringer, undtagen i Isenvad boringen (se herunder), hvor dette interval er meget mægtigere end i Engesvang-boringen. Dette dinoflagellatselskab er karakteristisk ved en dominans af *Lingulodinium machaerophorum*, en almindelig forekomst af *Lingulodinium multivirgatum*, samt en jævnlig forekomst af *Membranilarnacea* cf. *picena* group. *Homotryblium*-slægten optræder sporadisk, mens *Spiniferites* spp. dominerer. Den nedre del af intervallet med dette specielle dinoflagellatselskab er tolket som en nedskåret dal (fig. 11).

Der blev kun fundet omlejrede dinoflagellater i nogle enkelt prøver (se bilag 4), flest i de lerede intervaller. Alle de omlejrede taxa stammer fra palæogene sedimenter.

Aflejringsmiljø:
I intervallet fra 190m–124m varierer den relative hyppighed af ferskvandsalger en del. Den største hyppighed forekommer i de to intervaller henført til Vejle Fjord Ler, i prøverne ved 179m–177m og ved 145m–144m. Den hyppigst forekommede ferskvandsalge er *Botryococcus*, mens *Pediastrum* forekommer sporadisk. *Botryococcus* kan også tåle brakvand.
Homotryblium er én af de dominerende taxa. Denne slægt forekommer hovedsageligt i afsnørede marine aflejringsmiljøer (Brinkhuis 1994; Dybkjær 2004b). Disse observationer tyder på et delvist afsnøret marint, formodentligt brakvands-miljø.

Sammensætningen af palynomorfer i intervallet fra 124m–114m, med mange dinoflagellater, en del acritarcher (især *Paralecaniella indentata*) og jævnlig optræden af ferskvandsalger indikerer et marint, kystnært miljø med en vis influx af ferskvand. Dette interval er tolket som en nedskåret dal og korrelerer til et tilsvarende interval i Isenvad boringen (fig. 11).

Alder:
Seneste sen Oligocæn (seneste Chattien) – tidligste Miocæn (tidlig Aquitanien).
Fraværet af *Distatodinium biffi* indikerer en alder ikke ældre end seneste Sen Oligocæn (seneste Chattian). Den sporadiske forekomst af *Chiropteridium galea* op til 148m, indikerer en alder ikke yngre end tidligste Miocæn (tidlig Aquitanian) (Hardenbol *et al*. 1998) (fig. 9).

Det nedre interval, fra 190m–124m, indeholder er dinoflagellatselskab typisk for Vejle Fjord Formationen, med en dominans af *Homotryblium* og en sporadisk forekomst af *Chiropteridium galea* og *Membranophoridium aspinatum* (Dybkjær 2004a).

Intervallet fra 124m–114m korrelerer til intervallet fra 138m–85m i Isenvad boringen. Den sporadiske forekomst af *Caligodinium amiculum* og *Chiropteridium galea* helt op til toppen af intervallet i Isenvad boringen indikerer en alder ikke yngre end tidligste Miocæn (tidlig Aquitanien).

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

Arnum Formation

Bastrup sand

Tilstedeværelse:
Bastrup sand er repræsenteret i intervallet fra 114m–39m. Derover er der kvartære aflejringer.

Dinoflagellatselskab:
Spiniferites spp. er den dominerende dinoflagellattaxa i alle prøver i denne litologiske enhed, pånær i 92m, hvor *Dapsilidinium pseudocolligerum* dominerer. *Systematophora placacantha* dominerer i prøverne ved 62m og 55m. *Impletosphaeridium insolitum* og *Operculodinium centrocarpum* optræder almindeligt, mens *Apteodinium australiense*, *A. spiridoides*, *Distatodinium paradoxum*, *Exochosphaeridium insigne*, *Lingulodinium machaerophorum*, *Operculodinium crassum*, *Operculodinium piasecki*, *Polysphaeridium zoharyi* og *Tityrosphaeridium cantharellus* optræder jævnligt. Den sporadiske forekomst af *Apteodinium tectatum* og *Thalassiphora pelagica* i den nedre del af intervallet samt af *Hystrichokolpoma* ”*reductum*” og *Sumatradinium hamulatum* i den øvre del er karakteristiske for denne litostratigrafiske enhed.

Fra 43m–39m er der et særdeles sporadisk dinoflagellatselskab bestående af følgende taxa: *Dapsilidinium pseudocolligerum*, *Homotryblium plectilum*, *H. tenuispinosum*, *Hystrichokolpoma rigaudiae*, *Hystrichosphaeropsis obscura*, *Spiniferites* spp. og *Systematophora placacantha*.

Der blev fundet mange omlejrede dinoflagellater i prøven ved 107m, men ellers er der kun fundet nogle enkelte her og der (se bilag 4). Alle omlejrede dinoflagellater er fra Palæogen.

Aflejringsmiljø:

Den relative hyppighed og diversiteten af marine dinoflagellater varierer en del indenfor enheden. I prøverne fra 124m til 107m er der en relativt høj diversitet og hyppighed, mens dinoflagellater optræder meget sporadisk fra 95m og op til toppen af enheden. Kun i prøverne ved 64m og især ved 62m er der en relative stor hyppighed og diversitet, mens de mangler helt i prøverne fra 84m til 71m. Fra 95m til 39m er der en del ferskvandsalger, især *Botryococcus*, *Ovoidites*, *Pediastrum*, *Mougeotia* cf. *laetevirens* og *Pseudokomewuia* aff. *granulata*.

Prøven ved 107m, med færre acritarcher, færre ferskvandsalger, men med flere omlejrede dinoflagellater tolkes til at repræsentere sedimenter aflejret under en begyndende progradering af kysten, efter en marin transgression. Intervallet fra 107m op til 62m, domineret af ferskvandsalger og med meget få eller slet ingen dinoflagellater er tolket som et prograderende delta. Prøven ved 62m repræsenterer muligvis en marine oversvømmelsesflade, mens prøverne herover, op til 39m er tolket til at repræsentere en fornyet fremrykning af deltaet.

Alder:

Tidlig Miocæn (tidlig til midt-Burdigalien).

Sidsteforekomsten af *Thalassiphora pelagica* i den nedre del af dette interval (107m) indikerer en alder ikke ældre end tidlig Burdigalien alder, mens sidsteforekomsten af *Tityrosphaeridium cantharellus* i 62m og førsteforekomsten af *Hystrichosphaeropsis obscura* i 43m indikerer en alder ikke yngre end tidlig til midt-Burdigalien (Hardenbol *et al*. 1998) (fig. 9). Førsteforekomsten af *Exochosphaeridium insigne* i 62m er karakteristisk for Bastrup sand (Dybkjær *et al.* 2003).

Foraminifer/nannofossil-zonering:

Ifølge Hardenbol *et al*. (1998) kan intervallet fra førsteforekomsten af *H. obscura* til sidsteforekomsten af *T. cantharellus* korreleres til NN3 – nederste del af NN4 (Martini 1971). Laursen & Kristoffersen (1999) har identificeret NSP 11 og NSB 10 I – 10 II (King 1989) i Arnum Formationen. Dette stemmer overens med dateringerne baseret på dinoflagellater og regional korrelation.

Isenvad (bilag 5)

Branden Ler

Tilstedeværelse:
Branden Ler er repræsenteret i intervallet fra 210m–203m (fig. 8). Bunden af Branden Leret er ikke nået.

Dinoflagellatselskab:
Domineret af *Dapsilidinium pseudocolligerum* og *Spiniferites* spp. *Deflandrea phosphoritica*, *Hystrichokolpoma rigaudiae*, *Systematophora placacantha* og *Tityrosphaeridium cantharellus* forekommer almindeligt, mens *Apteodinium* cf. *australiense*, *Chiropteridium galea*, *Lingulodinium machaeophorum* og *Operculodinium centrocarpum* forekommer jævnligt.
Desuden er den sporadiske forekomst af *Rhombodinium draco*, *Spiniferella cornuta cornuta* og *Wetzeliella gochtii* karakteristisk for denne enhed.
Der blev ikke fundet nogen omlejrede dinoflagellater.

Aflejringsmiljø:
Den høje diversitet af dinoflagellater, samt den totale mangel på ferskvandsalger indikerer et fuldt marint aflejringsmiljø helt uden, eller med meget ringe ferskvandsinfluks.

Alder:
Oligocæn (Rupelien til tidligste Chattien). Forekomsten af både *Chiropteridium galea* og *Wetzeliella gochtii* i 209m indikerer en alder ikke ældre end Tidlig Oligocæn (Rupelien), mens forekomsten af R*hombodinium draco* i 204m indikerer en alder ikke yngre end tidligste Sen Oligocæn (Chattien) (Van Simaeys *et al.* 2005) (fig. 9).

Foraminifer/nannoplankton-zonering:
Ifølge (Van Simaeys *et al.* 2005) kan de ovenfor nævnte dinoflagellatbiohorisonter korreleres til nannoplankton-zonerne NP22–NP24.

Vejle Fjord Formation

Brejning Ler

Tilstedeværelse:
Brejning Ler forekommer fra 203m–193m (fig. 8).

Dinoflagellatselskab:
Deflandrea phosphoritica, *Homotryblium plectilum*, *Hystrichokolpoma rigaudiae* og *Spiniferites* spp. dominerer, mens *Dapsilidinium pseudocolligerum*, *Operculodinium centrocarpum* og *Systematophora placacantha* forekommer almindeligt. *Apteodinium* cf. *australiense*, *chiropteridium* galea, *Distatodinium paradoxum*, *Lingulodinium machaeophorum*, *Reticulatosphaera actinocoronata* og *Tityrosphaeridium cantharellus* forekommer jævnligt.

Den hyppige forekomst af *Deflandrea phosphoritica* er karakteristisk for denne enhed (Dybkjær 2004a).
Der er kun fundet én omlejret dinoflagellat, *Wetzeliella* spp.

Aflejringsmiljø:
Ferskvandsalger forekommer meget sporadisk (bilag 5). Dinoflagellatselskabet er bl.a. domineret af *Homotryblium plectilum* og *Deflandrea phosphoritica.* Denne sammensætning indikerer et afsnøret marint, formodentligt brakvandsmiljø.

Alder:
Seneste Sen Oligocæn (seneste Chattian).
Forekomsten af *Chiropteridium galea* i 209m (under Brejning Leret) indikerer en alder ikke ældre end Tidlig Oligocæn (Rupelien) (Van Simaeys *et al.* 2005), mens sidsteforekomsten af *Chiropteridium galea* i 86m (over Brejning Leret) indikerer en alder ikke yngre end tidligste Miocæn (Aquitanien) (Hardenbol *et al*. 1998) (fig. 9).

Disse biohorisonter giver ikke nogen særlig detaljeret alder, men ved at korrelere det fundne dinoflagellatselskab regionalt kan alderen indsnævres væsentligt. I Frida-1 boringen i Nordsøen forekommer et interval ækvivalent til Brejning Leret. I denne boring er sidsteforekomsten af *Distatodinium biffi* fundet under dette interval og førsteforekomsten af *Ectosphaeridium burdigalensis* over (Dybkjær 2003). Disse to biohorisonter indsnævrer alderen af Brejning Leret til seneste Sen Oligocæn (seneste Chattien) (Hardenbol *et al*. 1998) (fig. 9). Dette understøttes af dateringen af Brejning Leret i Harre Boringen, baseret på foraminiferer (King 1994).

Et influx af *Deflandrea phosphoritica* i den øverste del af Brejning Leret forekommer i landboringerne Addit Mark og Klovborg (Dybkjær 2004a), i Frida-1-boringen lokaliseret i Nordsøen (Dybkjær 2003), samt i Dykær-profilet (Rasmussen & Dybkjær 2005). Denne hyppige forekomst af *D. phosphoritica* i den øvre del af Brejning Leret har således vist sig at være en god biostratigrafisk markør. Et sådant influx af *D. phosphoritica* blev også fundet i Holstebro- og No boringerne i nærværende undersøgelse.

Foraminifer/nannoplankton-zonering:
Ifølge Hardenbol *et al*. (1998) korrelerer intervallet fra sidsteforekomsten af *D. biffi* til førsteforekomsten af *E. burdigalensis* til den øverste del af NP25 (Martini 1971). Laursen & Kristoffersen (1999) har identificeret den bentoniske foraminifer-zone NSB 8c (King 1989) i Brejning Leret, som korrelerer til seneste Chattien (fig. 9).

Vejle Fjord Ler og Billund sand

Tilstedeværelse:
Successionen fra 193m–85m er henført til Vejle Fjord Ler og Billund sand. Der forekommer Billund sand i intervallet 158m–91m.

Dinoflagellatselskab:
I intervallet fra 193m–138m domineres dinoflagellatselskabet især af *Homotryblium plectilum* og *Spiniferites* spp., men også af *Homotryblium*? *additense* (i 172m), *af Impletosphaeridium insolitum* (i 151m), samt af (i 151m). *Dapsilidinium pseudocolligerum* forekommer almindeligt, mens *Apteodinium* cf. *australiense*, *Glaphyrocysta pastielsii*, *Homotryblium tenuispinosum*, *Hystrichokolpoma rigaudiae*, *Membranophoridium aspinatum, Reticulatosphaera actinocoronata*, *Systematophora placacantha* og *Tityrosphaeridium cantharellus* forekommer jævnligt.

I intervallet fra 138m–85m er der et specielt dinoflagellatselskab, svarende til det i Engesvang boringen fra 124m–114m. Dette dinoflagellatselskab er karakteriseret ved en dominans af *Lingulodinium machaerophorum*, en almindelig til jævnlig forekomst af *Lingulodinium multivirgatum*, samt en jævnlig forekomst af *Membranilarnacea* cf. *picena* group. Det er desuden domineret af *Operculodinium centrocarpum* og *Spiniferites* spp., mens *Dapsilidinium pseudocolligerum*, *Hystrichokolpoma rigaudiae*, *Membranilarnacia* cf. *picena* group og *Systematophora placacantha* forekommer almindeligt og *Apteodinium* cf. *australiense*, *Distatodinium paradoxum*, *Heteraulacacysta campanula*, *Lingulodinium multivirgatum* og *Spiniferites crassivariabilis* forekommer jævnligt. Her forekommer *Homotryblium* kun sporadisk.

De stratigrafisk vigtige arter *Caligodinium amiculum*, *Chiropteridium galea*, *Deflandrea phosphoritica* og *Membranophoridium aspinatum* forekommer sporadisk op gennem hele enheden.

Aflejringsmiljø:
Den hyppige forekomst af *Botryococcus*, samt dominansen af *Homotryblium* i intervallet fra 193m–138m indikerer et afsnøret marint, formodentligt brakvandsmiljø. Det markante skift ved 138m, mod færre ferskvandsalger og en meget sporadisk forekomst af *Homotryblium*, indikerer en ændring mod et mere åbent marint aflejringsmiljø.

I intervallet fra 138m–85m er der et specielt dinoflagellatselskab, svarende til det i Engesvang boringen fra 124m–114m. Dette dinoflagellatselskab er karakteristisk ved en dominans af *Lingulodinium machaerophorum*, en almindelig til jævnlig forekomst af *Lingulodinium multivirgatum*, samt en jævnlig forekomst af *Membranilarnacea* cf. *picena* group. *Homotryblium* optræder sporadisk, mens *Spiniferites* spp. dominerer. Den nedre del af intervallet med dette specielle dinoflagellatselskab er tolket som en nedskåret dal (fig. 11).

Alder:
Seneste sen Oligocæn (seneste Chattien) – tidligste Miocæn (tidlig Aquitanien).
Fraværet af *Distatodinium biffi* indikerer en alder ikke ældre end seneste Sen Oligocæn (seneste Chattian). Den sporadiske forekomst af *Caligodinium amiculum* op til 101m og af

Chiropteridium galea op til 86m, indikerer en alder ikke yngre end tidligste Miocæn (tidlig Aquitanian) (Hardenbol *et al*. 1998) (fig. 9).

Det nedre interval, fra 193m–138mm, indeholder er dinoflagellatselskab typisk for Vejle Fjord Formationen med dominans af *Homotryblium* (Dybkjær 2004a).

Intervallet fra 138m–85m korrelerer til intervallet fra 124m–114m i Engesvang boringen.

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

Arnum Formation

Nedre Arnum Formation/Bastrup sand

Tilstedeværelse:
Nedre Arnum Formation vekslende med Bastrup sand er repræsenteret fra 85m–16m. Der er Bastrup sand fra 75m–67m, 63m–60m, fra 49–30m og fra 18–16m. Over 16m er der kvartære aflejringer.

Dinoflagellatselskab:
Dapsilidinium pseudocolligerum, *Hystrichokolpoma rigaudiae*, *Impletosphaeridium insolitum*, *Operculodinium centrocarpum*, *Spiniferites* spp. og *Systematophora placacantha* er de dominerende dinoflagellattaxa i denne litologiske enhed.

Apteodinium australiense optræder almindeligt, mens *Apteodinium tectatum*, *Distatodinium paradoxum*, *Heteraulacacysta campanula*, *Lingulodinium machaerophorum*, *Melitasphaeridium choanophorum, Palaeocystodinium golzowense*, *Reticulatosphaera actinocoronata*, *Spiniferites crassivariabilis* og *Tityrosphaeridium cantharellus* optræder jævnligt.

Førsteforekomsterne af *Hystrichosphaeropsis obscura* og *Sumatradinium hamulatum* i 83m er karakteristiske for denne litostratigrafiske enhed.

Der blev fundet enkelte omlejrede dinoflagellater i næsten alle prøver, de er alle fra Palæogen.

Alejringsmiljø:
Der er en relativt stor hyppighed og en høj diversitet af dinoflagellater fra 85m–32m, mens der er relativt få ferskvandsalger. I prøverne fra 32m–28m er der mange ferskvandsalger,

såvel *Botryococcus*, *Lecaniella*, *Mougeotia* cf. *laetevirens*, *Pediastrum* som *Pseudokomewuia* aff. *granulata*. Fra 24m–18m er der igen dominans af dinoflagellatcyster.
Denne sammensætning tyder på et marint aflejringsmiljø med et interval fra 32–28m, hvor der er stor tilførsel af terrestrisk materiale, formodentligt som følge af en progradering af kysten.

Alder:
Tidlig Miocæn (tidlig til midt-Burdigalien).
Førsteforekomsten af *Hystrichosphaeropsis obscura* i 85m indikerer en alder ikke ældre end tidlig til midt-Burdigalien. Samtidigt indikerer forekomsten af *Tityrosphaeridium cantharellus* i den øverste prøve ved 19m en alder ikke yngre end midt-Burdigalien (Hardenbol *et al*. 1998) (fig. 9).

Foraminifer/nannoplankton-zonering:
Ifølge Hardenbol *et al*. (1998) kan intervallet fra førsteforekomsten af *H. obscura* til sidsteforekomsten af *T. cantharellus* korreleres til NN3 – nederste del af NN4 (Martini 1971) (fig. 9).

Konklusion

Baseret på data fra fem nyere boringer i Ringkøbing Amt er der opstillet en detaljeret geologisk model for den øvre oligocæne og miocæne lagserie. Modellen bygger på en kombination af palynologi/dinoflagellatstratigrafi, sedimentologi, seismik og sekvensstratigrafi. I nærværende rapport præsenteres de litologiske beskrivelser af den gennemborede lagserie, samt resultaterne fra det palynologiske studie. Resultaterne af de seismiske undersøgelser og den sekvensstratigrafiske opdeling præsenteres og diskuteres i en anden rapport (Rasmussen 2005).

Lagserien indeholder tre niveauer med potentielle grundvandsmagasiner:

Billund sand, der forekommer i alle fem boringer i dette studie, er aflejret som fluvialt sand (dalfyld), deltasand og (ved Stensig) som submarine ?tyngdeaflejringer.

Bastrup sand, der forekommer i Holstebro, Stensig, Engesvang og Isenvad boringerne er aflejret som fluvialt sand og deltasand.

Odderup Formationen, der kun forekommer i Holstebro og Stensig boringerne, består af mellem- til grovkornede, massive, sammenhængende sandlag aflejret i forbindelse med en udbygning af kysten. Det tidsækvivalente Stauning sand udgøres af stormsandsaflejringer og består af mere finkornet sand.

Dele af lagserien har været noget problematisk at korrelere og der er dukket intervaller med hidtil ukendte dinoflagellatselskaber op. En detailkortlægning af udbredelsen af disse miocæne grundvandsmagasiner i den øvrige del af Ringkøbing Amt kræver derfor yderligere data fra boringer og seismik.

Referencer

Batten, D.J., Gray, J. & Harland, R., 1999: Palaeoenvironmental significance of a monospecific assemblage of dinoflagellate cysts from the Miocene Clarkia Beds, Idaho, USA. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 153, 161–177.

Brinkhuis, H. 1994: Late Eocene to Early Oligocene dinoflagellate cysts from the Priabonian type-area (Northeast Italy): biostratigraphy and paleoenvironmental interpretation. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 107, 121–163.

Danielsen, M., Michelsen, O. & Clausen, O.R. 1995: Oligocene sequence stratigraphy and basin development in the Danish North Sea sector based on log interpretations. EFP-92-project: Basin development of the Tertiary of the Central Trough with emphasis on possible hydrocarbon reservoirs., 26pp.

de Verteuil, L. & Norris, G. 1996: Miocene dinoflagellate stratigraphy and systematics of Maryland and Virginia. Micropaleontology 42(Supplement), 172 pp.

Dybkjær, K. 2003: Palynostratigraphy of the Upper Miocene - Middle Miocene succession in the Frida-1 well. Danish North Sea sector and correlation to onshore sections. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse Rapport 2003/28, 28pp.

Dybkjær, K., 2004a: Dinocyst stratigraphy and palynofacies studies used for refining a sequence stratigraphic model - uppermost Oligocene to Lower Miocene Jylland, Denmark. Review of Palaeobotany and Palynology 131, 201–249.

Dybkjær, K., 2004b: Morphological and abundance variations in *Homotryblium*-cyst assemblages related to depositional environments; uppermost Oligocene – Lower Miocene, Jylland, Denmark. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 206, 41–58.

Dybkjær, K. & Rasmussen, E.S. 2000: Palynological dating of the Oligocene - Miocene successions in the Lille Bælt area, Denmark. Bulletin of the Geological Society of Denmark 47, 87–103.

Dybkjær, K., Rasmussen, E.S.R. & Piasecki, S. 2003: Stratigrafi i boringerne: Fromsseier, Bække, Estrup og Føvling, Ribe Amt. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse Rapport 2003/95, 53pp.

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., Gregersen, U. & Boaretto, E. 1999: The Ribe Formation i SW Jylland, Denmark: Holocene and Pleistocene groundwaters in a coastal Miocene sand aquifer. In: Edmunds & Milne (eds): PALAEAUX - management of coastal aquifers in Europe - Palaeowaters, natural controls and human influence. Final report for the EU project PALAEAUX (ENV4-CT95-0156) British Geological Survey, BGS Technical Report, Hydrogeology Series, WD/99/35, 1999.

Japsen, P., Bidstrup, T. & Rasmussen, E.S. 2002: Cenozoic evolution of the eastern Danish North Sea Basin. Discussion. Mar. Geol. 177, 571–575.

Jordt, H., Faleide, J.L., Bjørlykke, K. & Ibrahim, M.T. 1985: Cenozoic sequence stratigraphy of the central and northern North Sea Basin: tectonic development, sediment distribution and provenance areas. Marine and Petroleum Geology 12(8), 845–879.

King, C. 1989: Cenozoic of the North Sea. In: Jenkins, D.G. & Murray, J.W. (eds): Stratigraphical atlas of fossil Foraminifera (2ne ed.), 418–489. Chichester: Ellis Horwood Ltd.

King, C. 1994: Biostratigraphic correlation of Late Paleocene to Oligocene sequences in the Harre borehole (north Jylland, Denmark) with those in the North Sea. Aarhus Geoscience 1, 85–92.

Koch, B.E. 1989: Geology of the Søby-Fasterholt area. Geological Survey of Denmark, Serie A 22, 177pp.

Larsen, G. & Dinesen, A. 1959: Vejle Fjord Formationen ved Brejning. Sedimenterne og foraminiferfaunaen (Oligocæn – Miocæn). Danmarks geologiske Undersøgelse, II. Række Nr. 82, 114 pp.

Laursen, G.V. & Kristoffersen, F.N. 1999: Detailed foraminiferal biostratigraphy of Miocene formations in Denmark. Contr. Tert. Quatern. Geol. 36(1-4), 73–107.

Martini, E. 1971: Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. In: Farinacci, A. (ed.):. Proceedings II Planktonic Conference, Roma 1970.

Michelsen, O. 1994: Stratigraphic correlation of the Danish onshore and offshore Tertiary successions based on sequence stratigraphy. Bulletin of the Geological Society of Denmark 41, 145-161.

Piasecki, S., Dybkjær, K. & Rasmussen, E.S. 2004: Miocæn stratigrafi i Sønder Vium forskningsboring i Ringkøbing Amt (102.948). Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse Rapport 2004/5, 22pp.

Piasecki, S. 2005. Dinoflagellate cysts of the Middle - Upper Miocene Gram Formation. In: (Eds.) K. Hoedemakers & F. Roth: The marine Gram Formation at Gram, Denmark.Late Miocene Geology and Palaeontology, Part 1. Palaeontos 7, xx–xx.

Printice, M.L. & Matthews, R.K. 1988: Cenozoic ice volume history: Development of a composite oxygen isotope record. Geology 16, 963–966.

Rasmussen, E.S. 1996: Sequence stratigraphic subdivision of the Oligocene and Miocene succession in South Jutland. Bulletin of the Geological Society of Denmark 43, 143–155.

Rasmussen, E.S. 2003: Korrelation af miocæne grundvandsmagasiner i Vejle Amt med speciel fokus på Give-Brædstrup området. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse Rapport 2003/3, 18pp.

Rasmussen, E.S. 2004: Stratigraphy and depositional evolution of the uppermost Oligocene – Miocene succession in western Denmark. Bulletin of the Geological Society of Denmark 51, 89–109.

Rasmussen, E.S. & Hansen, J.P.V. 2005: Kortlægning af grundvandsmagasiner i Ringkøbing Amt. GEUS 2005/22.

Rasmussen, E.S., Dybkjær, K. & Piasecki, S., 2004: The Billund delta: a possible new giant aquifer in central and western Jutland. Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin 4, 21–24.

Rasmussen, E.S. & Dybkjær, K. 2005: Sequence stratigraphy of the Upper Oligocene – Lower Miocene of eastern Jylland, Denmark: role of structural relief and variable sediment supply in controlling sequence development. Sedimentology 52, 25–63.

Rasmussen, L.B. 1961: De miocæne formationer i Danmark. Danmarks geologiske Undersøgelse IV. Række, Nr. 4, 45pp.

Sorgenfrei, T. 1958: Molluscan assemblages from the marine middle Miocene of South Jutland and their environments. Danmarks geologiske Undersøgelse, II. Række, Nr. 79, 503pp.

Strauss, C., Lund, J.J. & Lund-Christensen, J. 2001: Miocene Dinoflagellate Cyst Biostratigraphy of the Nieder Ochtenhausen Research Borehole (NW Germany). Geol. Jb. A 152, 395–447.

Van Simaeys, S., Munsterman, D. & Brinkhuis, H. 2005: Oligocene dinoflagellate cyst biostratigraphy of the southern North Sea Basin. Review of Palaeobotany and Palynology 134, 105–128.

Vejbæk, O. 1992: Geodynamic modelling of the Danish Central Trough. In: Larsen, R.M. et al. (eds): Structural and tectonic modelling and its application to petroleum geology, 1–17. Amsterdam, Elsevier: Norwegian Petroleum Society.

Ziegler, P.A. 1982: Geological atlas of Western and Central Europe., 130pp. Amsterdam: Elsevier.

Bilag

Bilag 1: Rangechart for dinoflagellater i Holstebro boringen, organiseret efter sidsteforekomster. Kurverne viser de relative procenter af dinoflagellater og ferskvandsalger.

Bilag 2: Rangechart for dinoflagellater i No boringen, organiseret efter sidsteforekomster. Kurverne viser de relative procenter af dinoflagellater og ferskvandsalger.

Bilag 3: Rangechart for dinoflagellater i Stensig boringen, organiseret efter sidsteforekomster. Kurverne viser de relative procenter af dinoflagellater og ferskvandsalger.

Bilag 4: Rangechart for dinoflagellater i Engesvang boringen, organiseret efter sidsteforekomster. Kurverne viser de relative procenter af dinoflagellater og ferskvandsalger.

Bilag 5: Rangechart for dinoflagellater i Isenvad boringen, organiseret efter sidsteforekomster. Kurverne viser de relative procenter af dinoflagellater og ferskvandsalger.

Well Name : Holstebro

Operator : Ringkøbing Amt
Interval : 0m - 260m
Scale : 1:500
Chart date: 31 May 2005

GEOLOGISK BIBLIOTEK
Geocenter København
Øster Voldgade 10
1350 København K

GEUS
Copenhagen

Bilag 1 til Geus Rapport 2005/05

Project : NEOGENE
Chart : Holstebro

G E U S
Report file no.
Enclosure
25949 (01/05)

Lithostratigraphy: Formation / Member

Depth

Samples (metres)

Dinoflagellate Cysts — % within discipline (50mm=500%) In-Situ occurrences

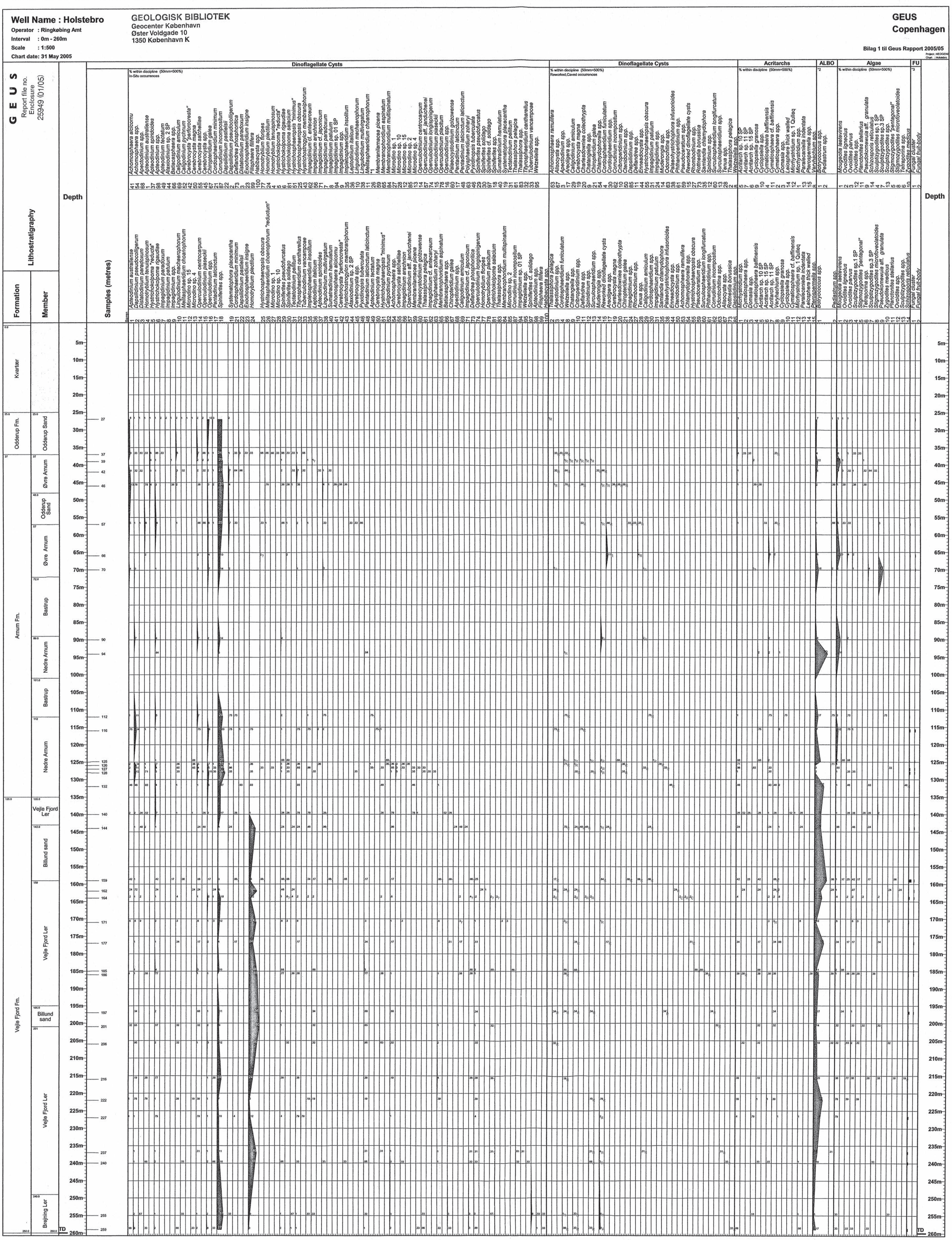
Dinoflagellate Cysts — % within discipline (50mm=500%) Reworked,Caved occurrences

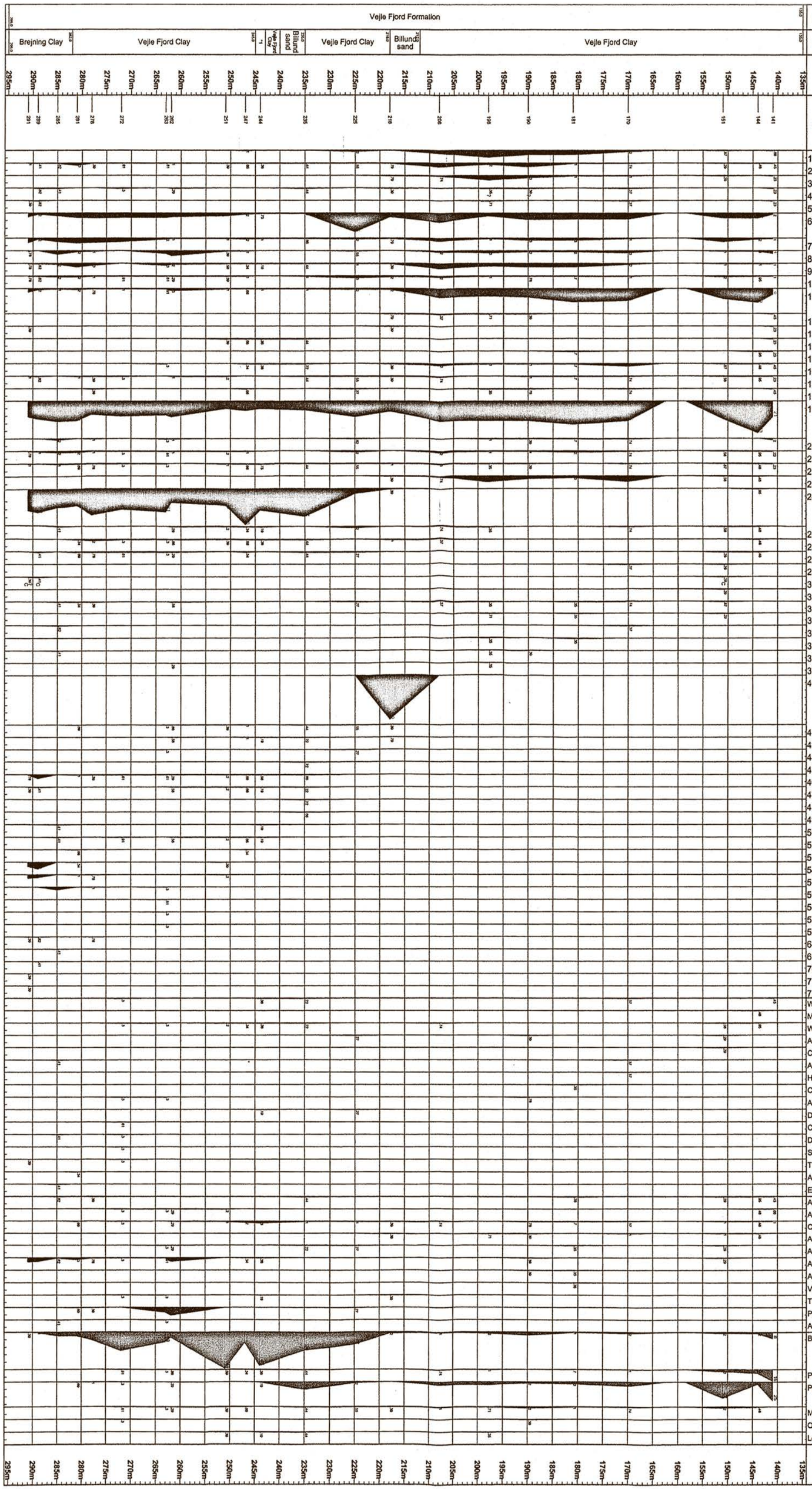
Acritarchs — % within discipline (50mm=500%)

ALBO *2

Algae — % within discipline (50mm=500%)

FU *3





Formation / Member	Lithostratigraphy
Vejle Fjord Formation / Brejning Clay	Vejle Fjord Formation / Brejning Clay
Vejle Fjord Formation / Vejle Fjord Clay	Vejle Fjord Formation / Vejle Fjord Clay
Vejle Fjord Formation / Billund sand	Vejle Fjord Formation / Billund sand

Dinoflagellate Cysts (% within discrete (30mm=100%) b=Situ, C=red occurrences)

1 Apteodinium cf. australiense
2 Apteodinium australiense
3 Apteodinium spiridoides
4 Caligodinium amiculum
5 Cordosphaeridium minimum
6 Dapsilidinium pseudocolligerum/pastielsii
7 Hystrichokolpoma rigaudiae
8 Impletosphaeridium insolitum
9 Lingulodinium machaerophorum
10 Melitasphaeridium choanophorum
11 Operculodinium centrocarpum
12 Operculodinium piaseckii
13 Palaeocystodinium golzowense
14 Pentadinium laticinctum "minor"
15 Polysphaeridium zoharyi
16 Spiniferites crassivariabilis type (S & L)
17 Spiniferites pseudofurcatus
18 Spiniferites solidago
19 Spiniferites spp.
20 Systematophora placacantha/ancyrea
21 Tityrosphaeridium cantharellus
22 Unidentifiable dinoflagellate cysts
23 Apteodinium tectatum
24 Homotryblium plectilum
25 Homotryblium tenuispinosum
26 Operculodinium sp. 3 de Verteuil & Norris 199
27 Pentadinium laticinctum laticinctum
28 Batiacasphaera spp.
30 Hystrichosphaeropsis obscura
31 Impagidinium cf. arachnion
32 Mini dino 1 KD
33 Tuberculodinium vancampoae
35 Reticulatosphaera actinocoronata
37 Hystrichokolpoma "pseudooceanicum"
38 Distatodinium paradoxum
39 Mini dino 4 KD
40 Hystrichokolpoma "reductum"
41 Hystrichosphaeropsis cf. obscura
42 Tectatodinium pellitum
44 Glaphyrocysta spp.
45 Homotryblium vallum
46 Impagidinium spp.
47 Operculodinium israelianum
48 Pentadinium laticinctum imaginatum
49 Pyxidinopsis psilatum
50 Cribroperidinium spp.
52 Surculosphaeridium longifurcatum
53 Glaphyrocysta pastielsii
54 Deflandrea phosphoritica
55 Homotryblium? additense
56 Membranophoridium aspinatum
57 Mini dino 2 KD
58 Operculodinium crassum
59 Thalassiphora pelagica
64 Chiropteridium galea
69 Lingulodinium multivirgatum
70 Nematosphaeropsis labyrinthea
71 Hystrichokolpoma cinctum
72 Impagidinium aculeatum

1 Apteodinium cf. australiense
2 Apteodinium australiense
3 Apteodinium spiridoides
23 Apteodinium tectatum
28 Batiacasphaera spp.
4 Caligodinium amiculum
64 Chiropteridium galea
5 Cordosphaeridium minimum
50 Cribroperidinium spp.
6 Dapsilidinium pseudocolligerum/pastielsii
54 Deflandrea phosphoritica
38 Distatodinium paradoxum
53 Glaphyrocysta pastielsii
44 Glaphyrocysta spp.
55 Homotryblium? additense
24 Homotryblium plectilum
25 Homotryblium tenuispinosum
45 Homotryblium vallum
37 Hystrichokolpoma "pseudooceanicum"
71 Hystrichokolpoma cinctum
40 Hystrichokolpoma "reductum"
7 Hystrichokolpoma rigaudiae
30 Hystrichosphaeropsis obscura
41 Hystrichosphaeropsis cf. obscura
72 Impagidinium aculeatum
31 Impagidinium cf. arachnion
46 Impagidinium spp.
8 Impletosphaeridium insolitum
9 Lingulodinium machaerophorum
69 Lingulodinium multivirgatum
10 Melitasphaeridium choanophorum
56 Membranophoridium aspinatum
32 Mini dino 1 KD
57 Mini dino 2 KD
39 Mini dino 4 KD
70 Nematosphaeropsis labyrinthea
11 Operculodinium centrocarpum
58 Operculodinium crassum
47 Operculodinium israelianum
12 Operculodinium piaseckii
26 Operculodinium sp. 3 de Verteuil & Norris 199
13 Palaeocystodinium golzowense
14 Pentadinium laticinctum "minor"
48 Pentadinium laticinctum imaginatum
27 Pentadinium laticinctum laticinctum
15 Polysphaeridium zoharyi
49 Pyxidinopsis psilatum
35 Reticulatosphaera actinocoronata
16 Spiniferites crassivariabilis type (S & L)
17 Spiniferites pseudofurcatus
18 Spiniferites solidago
19 Spiniferites spp.
52 Surculosphaeridium longifurcatum
20 Systematophora placacantha/ancyrea
42 Tectatodinium pellitum
59 Thalassiphora pelagica
21 Tityrosphaeridium cantharellus
33 Tuberculodinium vancampoae
22 Unidentifiable dinoflagellate cysts

Dinoflagellate Cysts (% within discrete (30mm=100%) Reworked occurrences)

Wetzeliella gochtii
Membranophoridium aspinatum
Wetzeliella spp.
Apectodinium spp.
Charlesdownlea spp.
Areoligera gippingensis
Hystrichosphaeridium tubiferum
Cribroperidinium guiseppei
Areoligera spp.
Deflandrea spp.
Cribroperidinium spp.
Diphyes spp.
Spinidinium spp.
Thalassiphora delicata
Achomosphaera cf. ramulifera
Enneadocysta pectiniformis

Acritarchs (% within discrete (30mm=100%) b=Situ occurrences)

Acritarch type 1, long granular process
Acritarch type 7, long processes
Cyclopsiella granosa
Acritarch type 4, small spines or smooth
Acritarch type 6, multifurcate process-tips
Acritarchs undifferentiated
Acritarch type 2, mediumsized processes
Veryhachium spp.
Tasmanites spp.
Paralecaniella indentata
Acritarch type 5, Herkomorphitae

Freshwater Algae (% within discrete (30mm=100%) b=Situ occurrences)

Botryococcus spp.
Pediastrum spp.
Pseudokomewula aff. granulata
Mougeotia sp. cf. M. laetevirens
Ovoidites spp.
Lecaniella spp.

Depth

Well Name : No
Operator : Ringkøbing Amt
Interval : 135m - 295m
Scale : 1:500
Chart date : 02 June 2005

G E U S
Report file no.
Enclosure
25949 (02/05)

GEUS Copenhagen

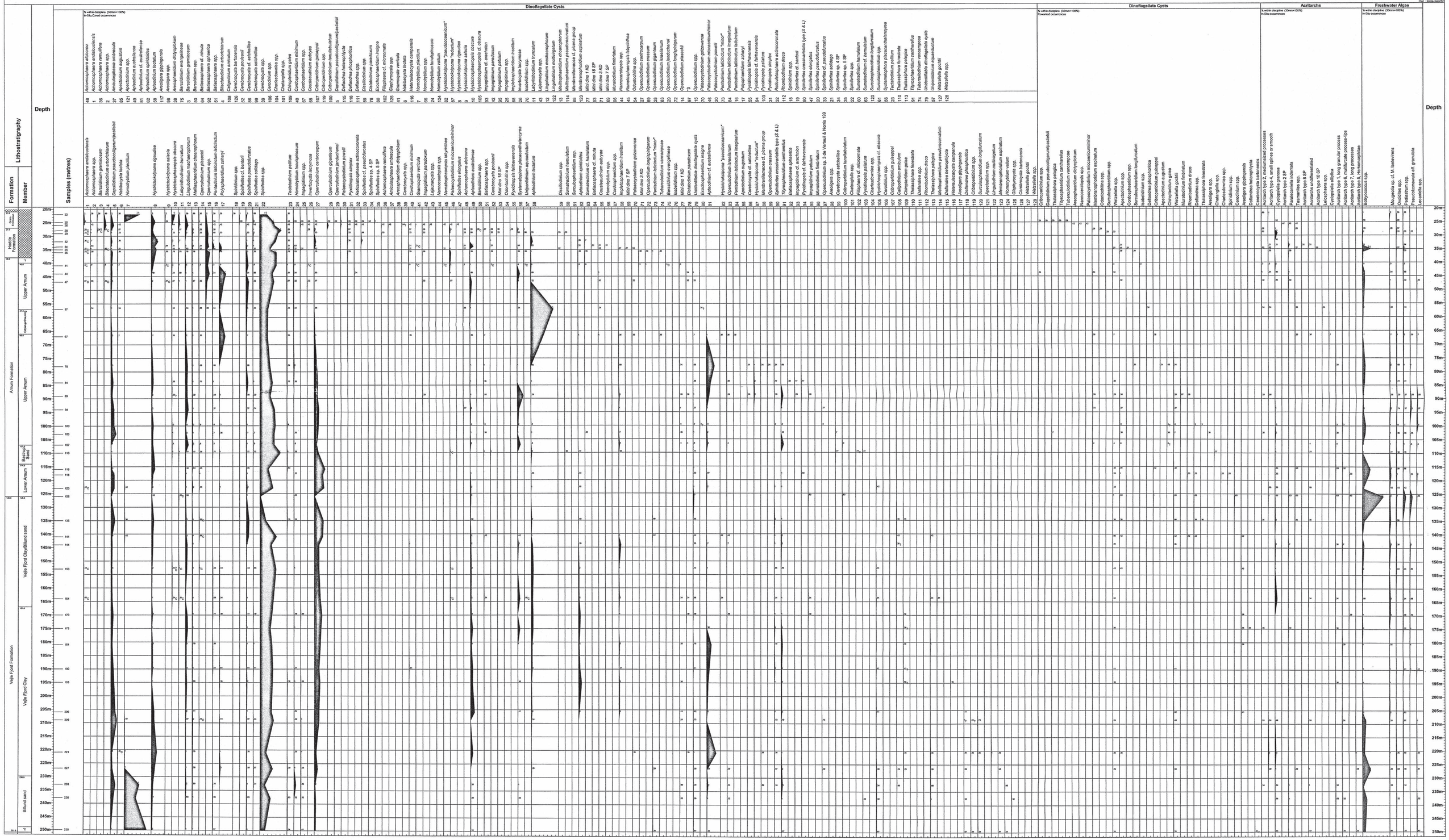
Bilag 2 til GEUS Rapport 2005/5
Project : MOCCAE
Chart : Hans Rasmussen

Well Name : Stensig
Operator : Ringkøbing Amt
Interval : 20m - 251m
Scale : 1:500
Chart date: 02 June 2005

G E U S
Report file no.
Enclosure
25949 (03/05)

GEUS
Copenhagen

Bilag 3 til GEUS Rapport 2005/5



Well Name : Engesvang

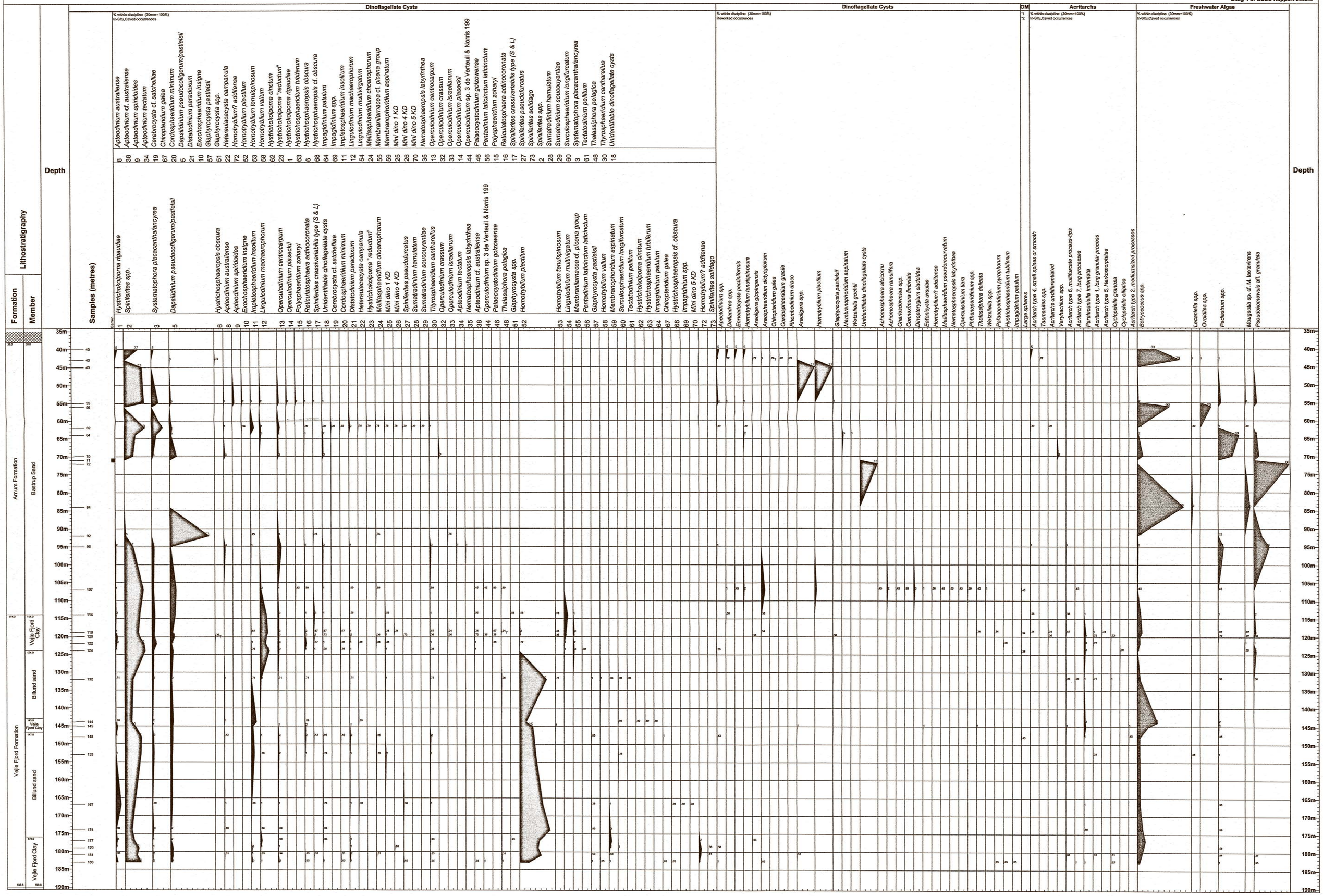
Operator : Ringkøbing Amt
Interval : 35m - 190m
Scale : 1:500
Chart date: 02 June 2005

G E U S

Report file no.
Enclosure
25949 (04/05)

GEUS
Copenhagen

Bilag 4 til GEUS Rapport 2005/5



Well Name : Isenvad

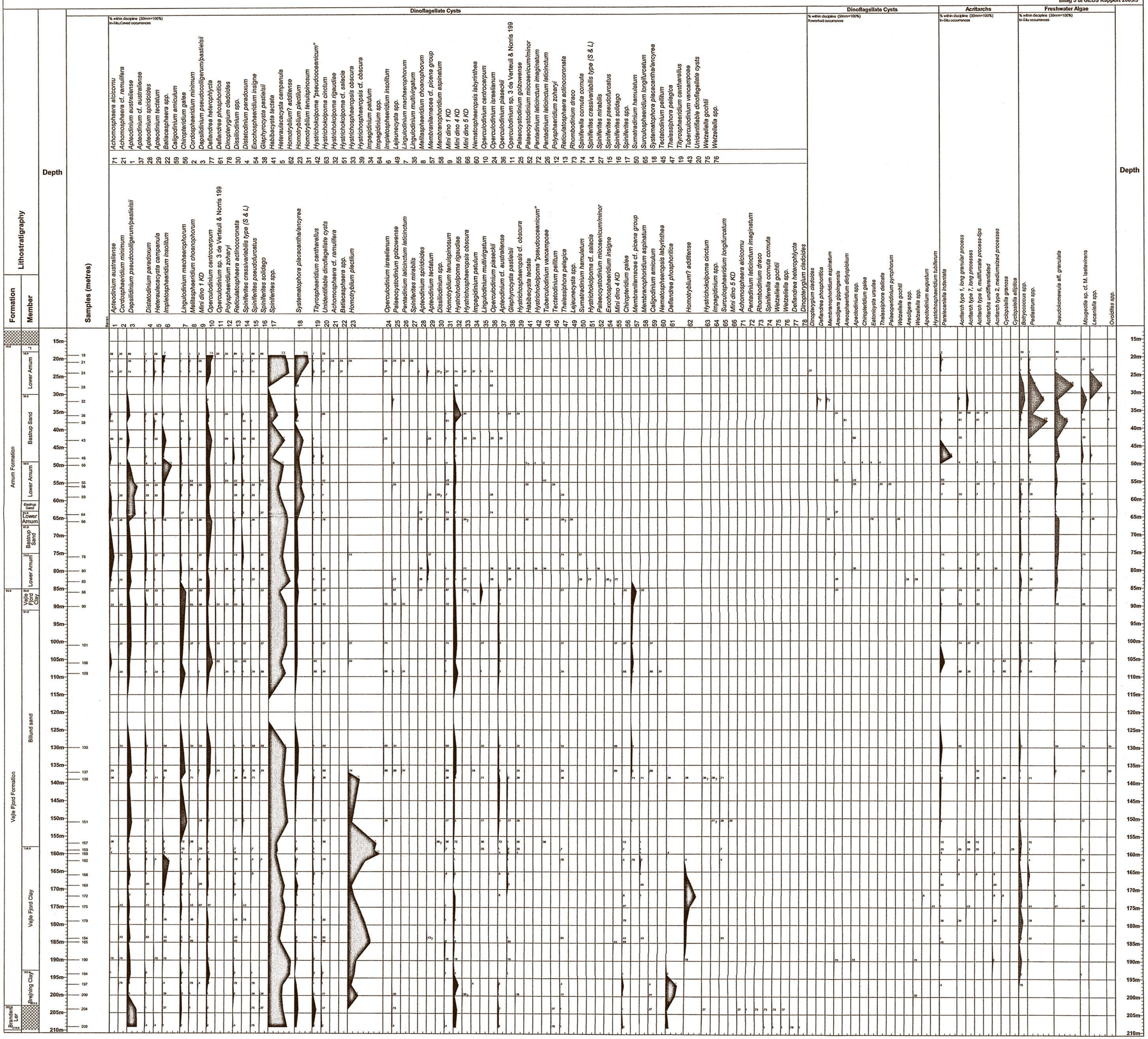
Operator : Ringkøbing Amt
Interval : 12m - 210m
Scale : 1:500
Chart date: 02 June 2005

G E U S

Report file no.
Enclosure
25949 (05/05)

GEUS
Copenhagen

Bilag 5 til GEUS Rapport 2005/5



Figurer

Figur 1: Kort over Midt- til Nordjylland med lokaliseringen af de fem undersøgte boringer i Ringkøbing Amt.

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

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

Figur 4: Grafisk fremstilling af litologien og den litostratigrafisk opdeling i Holstebro boringen korreleret med Gamma-loggen.

Figur 5: Grafisk fremstilling af litologien og den litostratigrafisk opdeling i No boringen korreleret med Gamma-loggen.

Figur 6: Grafisk fremstilling af litologien og den litostratigrafisk opdeling i Stensig boringen korreleret med Gamma-loggen.

Figur 7: Grafisk fremstilling af litologien og den litostratigrafisk opdeling i Engesvang boringen korreleret med Gamma-loggen.

Figur 8: Grafisk fremstilling af litologien og den litostratigrafisk opdeling i Isenvad boringen korreleret med Gamma-loggen.

Figur 9: 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.

Figur 10: Korrelation mellem boringerne Stensig, No og Holstebro, baseret på biostratigrafi, sedimentologi, seismiske data og logkorrelation.

Figur 11: Korrelation mellem boringerne Isenvad og Engesvang, baseret på biostratigrafi, sedimentologi, seismiske data og logkorrelation. Bemærk den nedskårede dal, bunden af denne er markeret med en stiplet linie.

By
Boring
50 km
N
Ålborg
Thisted
Nordjyllands Amt
Viborg
Amt
Skive
Randers
Viborg
Holstebro
Holstebro
Ringkøbing Amt
Århus Amt
No
Engesvang
Silkeborg
Ringkøbing
Herning
Isenvad
56°
Stensig
Horsens
Vejle Amt
Vejle
Ribe Amt
9°

Fig.01

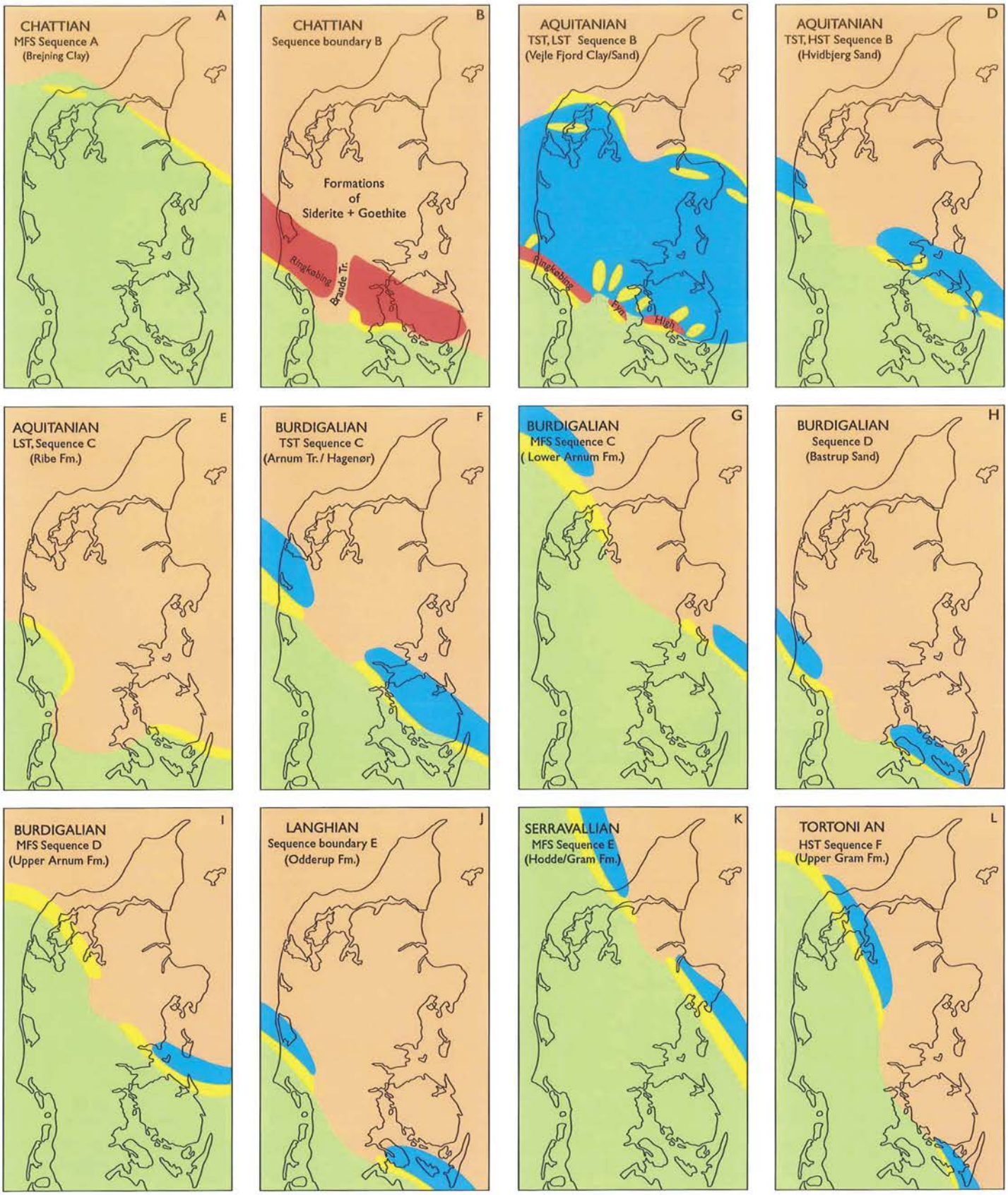

A
CHATTIAN
MFS Sequence A
(Brejning Clay)
B
CHATTIAN
Sequence boundary B
Formations
of
Siderite + Goethite
Ringkøbing
Brande Tr.
C
AQUITANIAN
TST, LST Sequence B
(Vejle Fjord Clay/Sand)
Ringkøbing
Fyn
High
D
AQUITANIAN
TST, HST Sequence B
(Hvidbjerg Sand)
E
AQUITANIAN
LST, Sequence C
(Ribe Fm.)
F
BURDIGALIAN
TST Sequence C
(Arnum Tr. / Hagenør)
G
BURDIGALIAN
MFS Sequence C
(Lower Arnum Fm.)
H
BURDIGALIAN
Sequence D
(Bastrup Sand)
I
BURDIGALIAN
MFS Sequence D
(Upper Arnum Fm.)
J
LANGHIAN
Sequence boundary E
(Odderup Fm.)
K
SERRAVALLIAN
MFS Sequence E
(Hodde/Gram Fm.)
L
TORTONI AN
HST Sequence F
(Upper Gram Fm.)

Fig.02

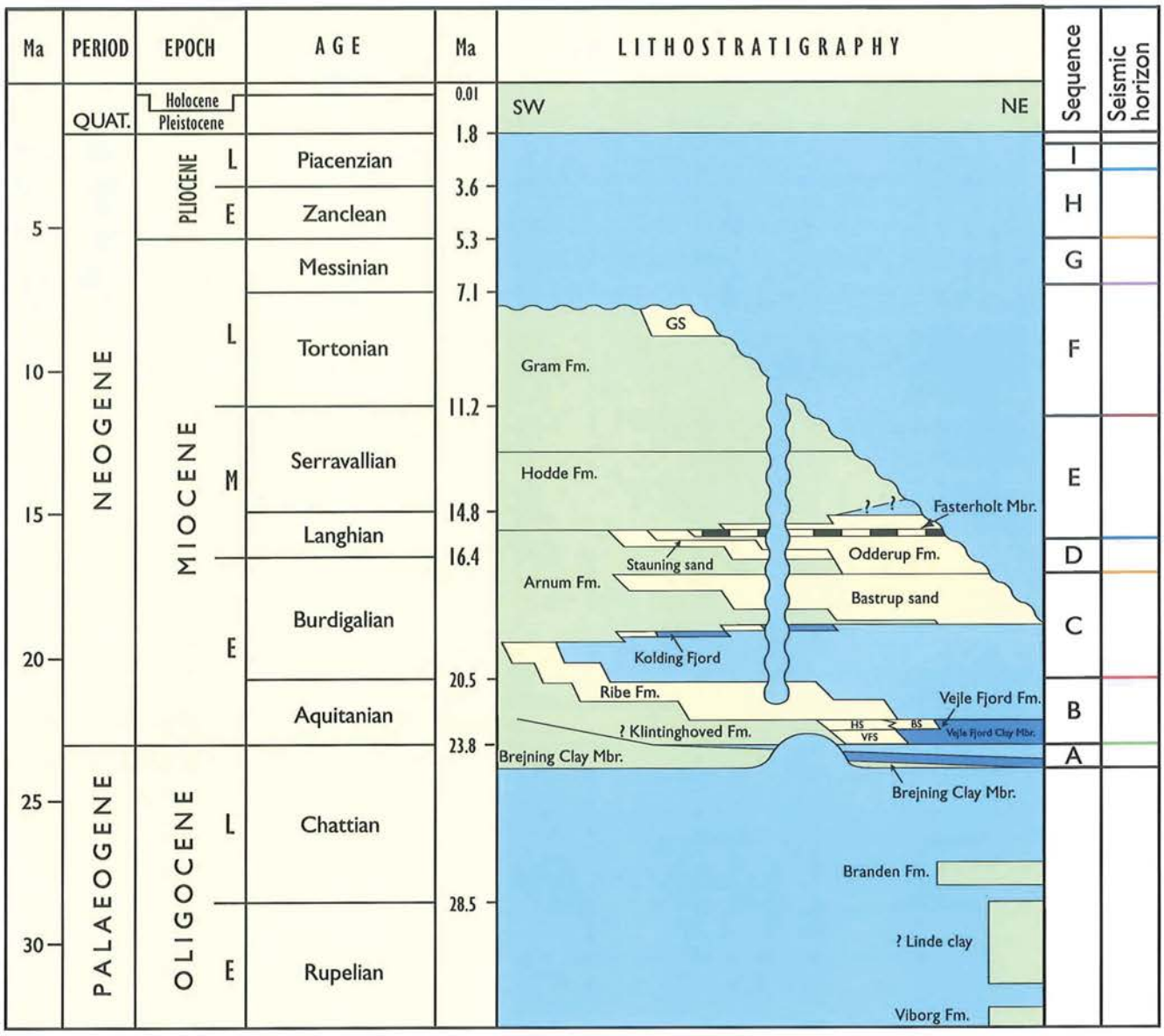

Ma
PERIOD
EPOCH
AGE
Ma
LITHOSTRATIGRAPHY
Sequence
Seismic horizon
QUAT.
Holocene
Pleistocene
NEOGENE
PLIOCENE
L
E
Piacenzian
Zanclean
MIOCENE
Messinian
Tortonian
Serravallian
Langhian
Burdigalian
Aquitanian
PALAEOGENE
OLIGOCENE
Chattian
Rupelian
0.01
1.8
3.6
5.3
7.1
11.2
14.8
16.4
20.5
23.8
28.5
5
10
15
20
25
30
SW
NE
GS
Gram Fm.
Hodde Fm.
Fasterholt Mbr.
Odderup Fm.
Stauning sand
Arnum Fm.
Bastrup sand
Kolding Fjord
Ribe Fm.
Vejle Fjord Fm.
HS
BS
VFS
Vejle Fjord Clay Mbr.
? Klintinghoved Fm.
Brejning Clay Mbr.
Brejning Clay Mbr.
Branden Fm.
? Linde clay
Viborg Fm.
I
H
G
F
E
D
C
B
A
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.03

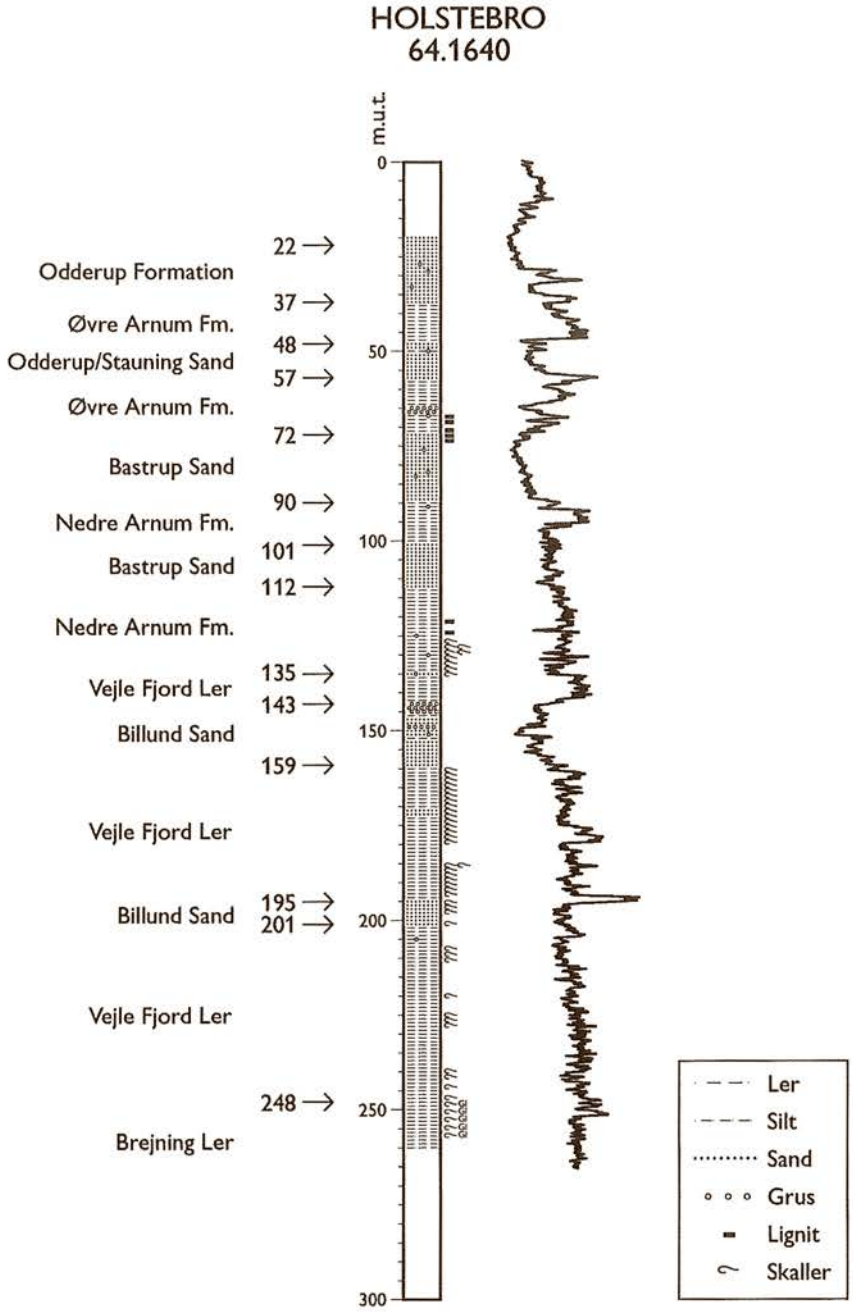

HOLSTEBRO
64.1640
m.u.t.
0
50
100
150
200
250
300
22
37
48
57
72
90
101
112
135
143
159
195
201
248
Odderup Formation
Øvre Arnum Fm.
Odderup/Stauning Sand
Øvre Arnum Fm.
Bastrup Sand
Nedre Arnum Fm.
Bastrup Sand
Nedre Arnum Fm.
Vejle Fjord Ler
Billund Sand
Vejle Fjord Ler
Billund Sand
Vejle Fjord Ler
Brejning Ler
Ler
Silt
Sand
Grus
Lignit
Skaller

Fig.04

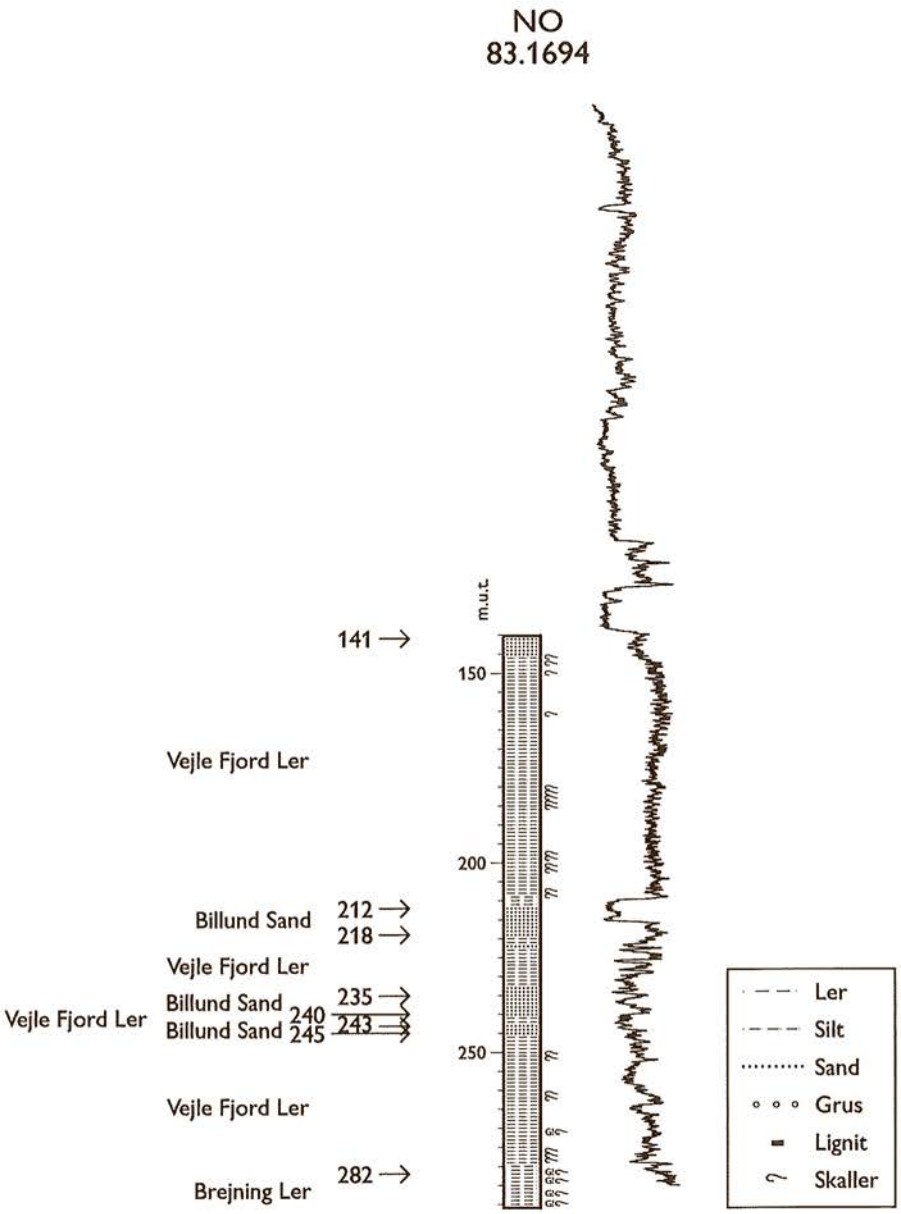

NO
83.1694
m.u.t.
150
200
250
141
212
218
235
240
243
245
282
Vejle Fjord Ler
Billund Sand
Vejle Fjord Ler
Billund Sand
Billund Sand
Vejle Fjord Ler
Vejle Fjord Ler
Brejning Ler
Ler
Silt
Sand
Grus
Lignit
Skaller

Fig.05

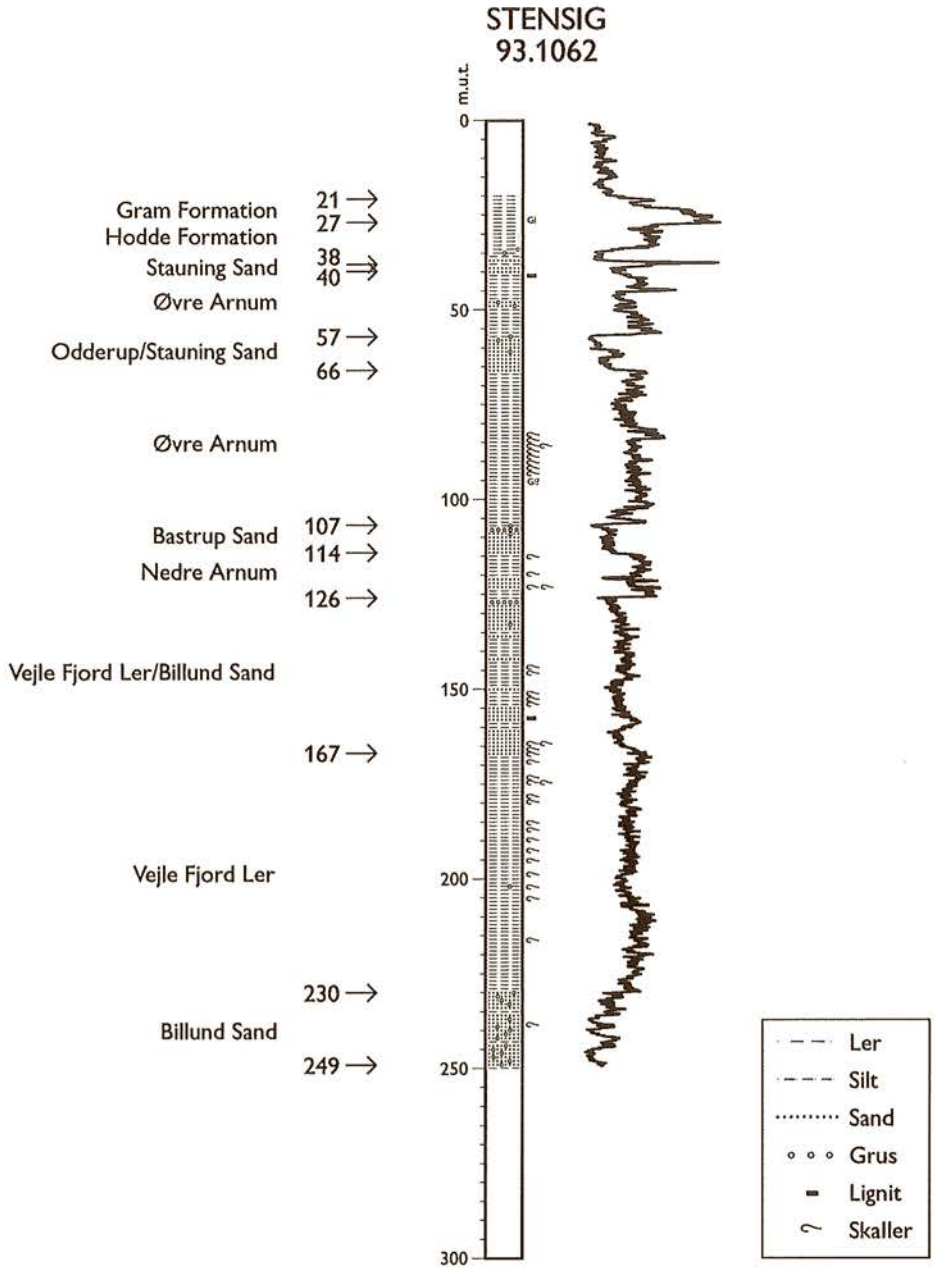

STENSIG
93.1062
m.u.t.
0
50
100
150
200
250
300
Gram Formation
Hodde Formation
Stauning Sand
Øvre Arnum
Odderup/Stauning Sand
Øvre Arnum
Bastrup Sand
Nedre Arnum
Vejle Fjord Ler/Billund Sand
Vejle Fjord Ler
Billund Sand
21
27
38
40
57
66
107
114
126
167
230
249
Ler
Silt
Sand
Grus
Lignit
Skaller

Fig.06

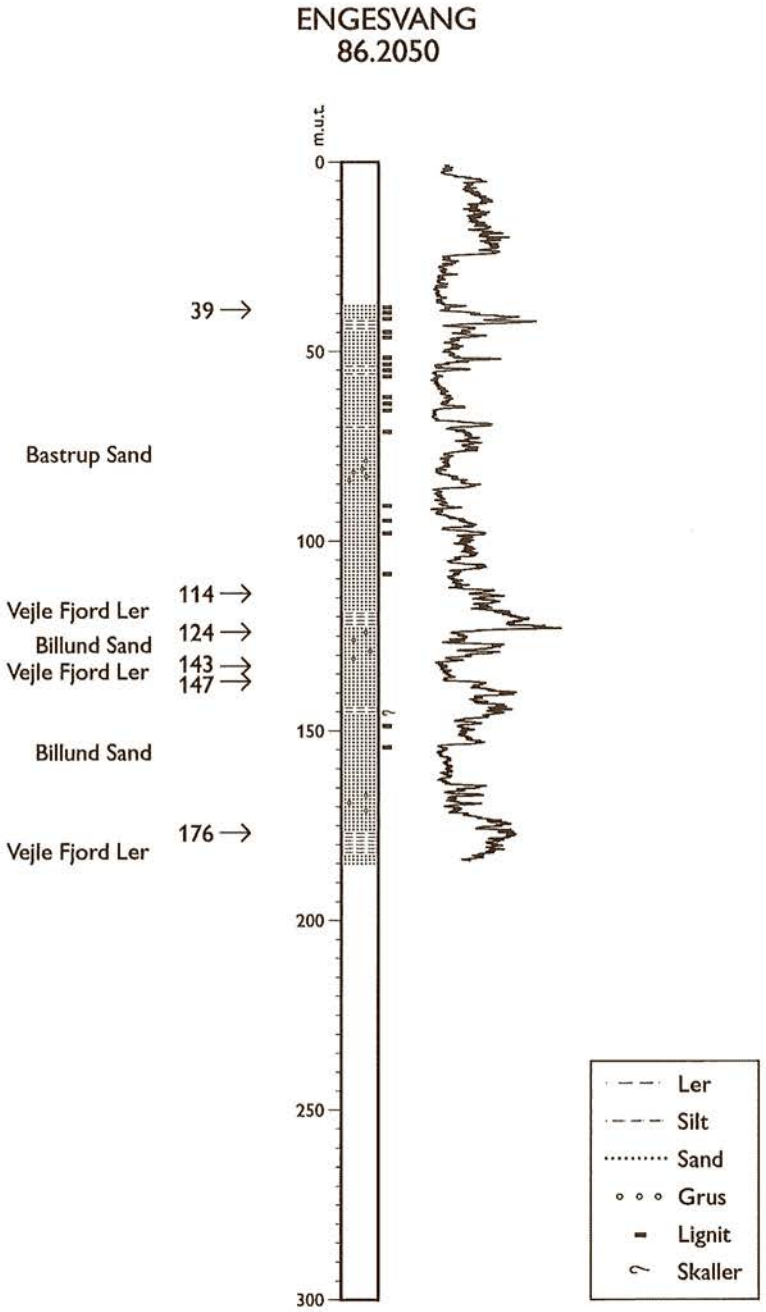

ENGESVANG
86.2050
m.u.t.
0
50
100
150
200
250
300
39
Bastrup Sand
114
Vejle Fjord Ler
124
Billund Sand
143
Vejle Fjord Ler
147
Billund Sand
176
Vejle Fjord Ler
Ler
Silt
Sand
Grus
Lignit
Skaller

Fig.07

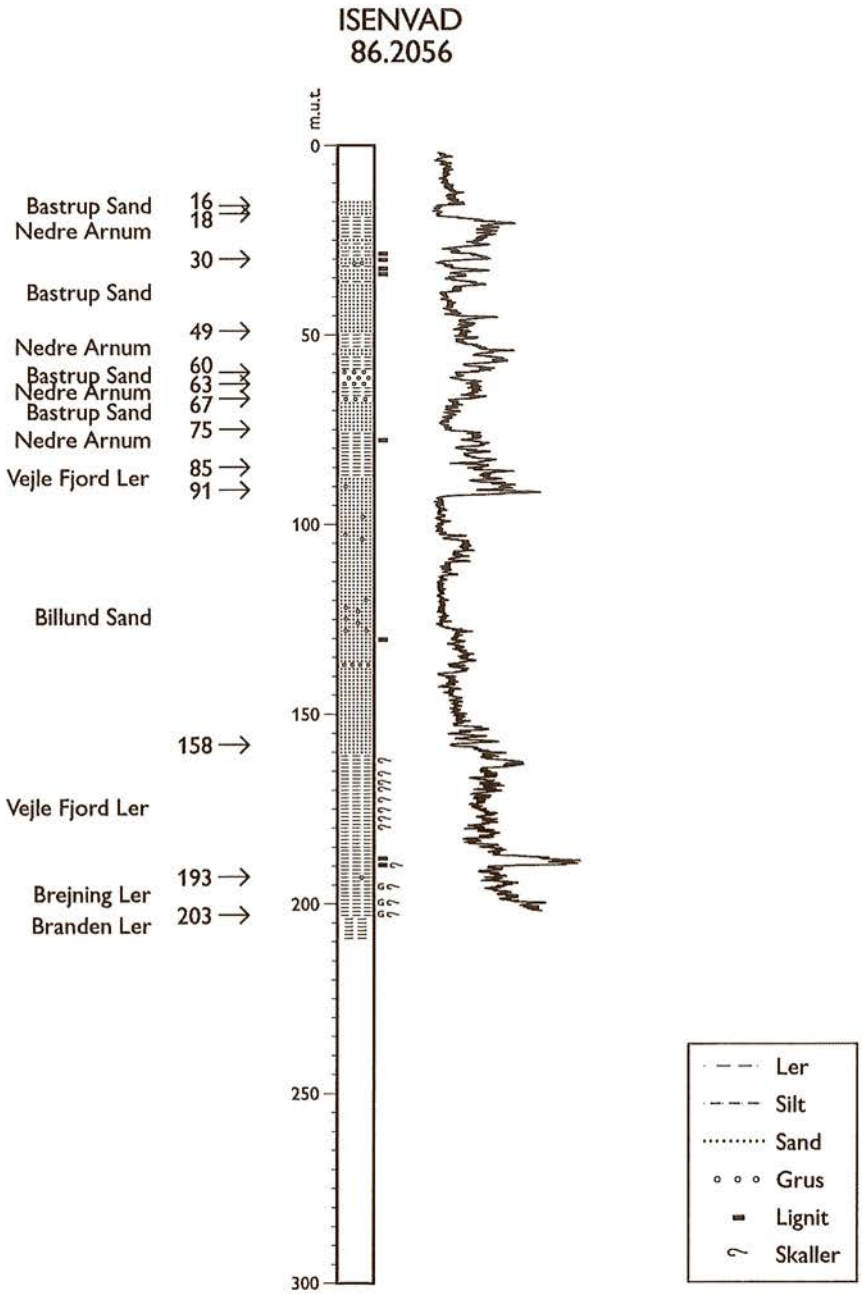

ISENVAD
86.2056
m.u.t.
0
50
100
150
200
250
300
Bastrup Sand
Nedre Arnum
Bastrup Sand
Nedre Arnum
Bastrup Sand
Nedre Arnum
Bastrup Sand
Nedre Arnum
Vejle Fjord Ler
Billund Sand
Vejle Fjord Ler
Brejning Ler
Branden Ler
16
18
30
49
60
63
67
75
85
91
158
193
203
Ler
Silt
Sand
Grus
Lignit
Skaller

Fig.08

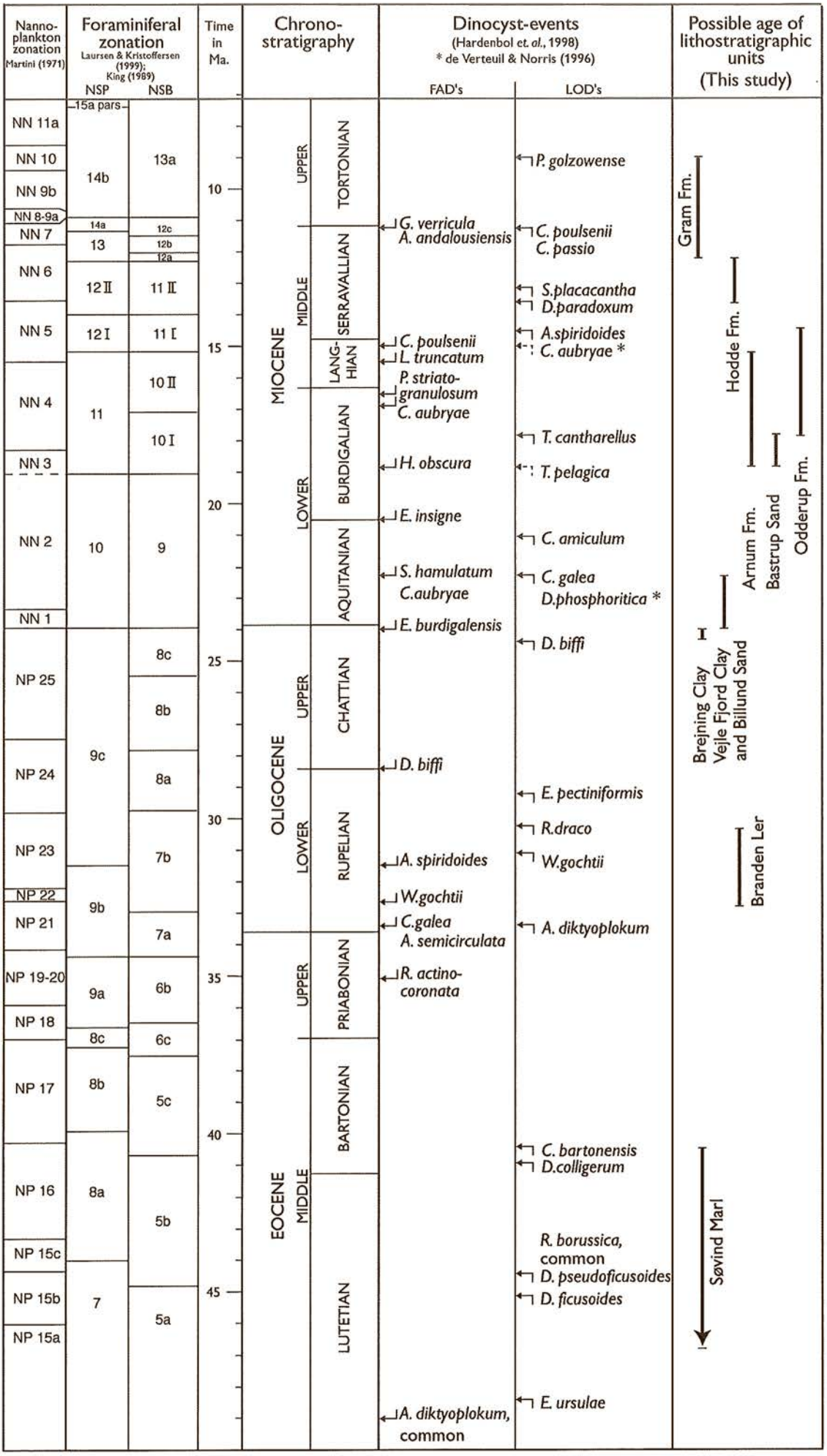

Nanno-plankton zonation Martini (1971)
Foraminiferal zonation Laursen & Kristoffersen (1999); King (1989)
NSP
NSB
Time in Ma.
Chrono-stratigraphy
Dinocyst-events (Hardenbol et. al., 1998) * de Verteuil & Norris (1996)
FAD's
LOD's
Possible age of lithostratigraphic units (This study)
NN 11a
NN 10
NN 9b
NN 8-9a
NN 7
NN 6
NN 5
NN 4
NN 3
NN 2
NN 1
NP 25
NP 24
NP 23
NP 22
NP 21
NP 19-20
NP 18
NP 17
NP 16
NP 15c
NP 15b
NP 15a
15a pars
14b
13a
14a
12c
13
12b
12a
12 II
11 II
12 I
11 I
11
10 II
10 I
10
9
8c
8b
9c
8a
7b
9b
7a
9a
6b
8c
6c
8b
5c
8a
5b
7
5a
10
15
20
25
30
35
40
45
MIOCENE
OLIGOCENE
EOCENE
UPPER
MIDDLE
LOWER
TORTONIAN
SERRAVALLIAN
LANG-HIAN
BURDIGALIAN
AQUITANIAN
CHATTIAN
RUPELIAN
PRIABONIAN
BARTONIAN
LUTETIAN
G. verricula
A. andalousiensis
C. poulsenii
L. truncatum
P. striato-granulosum
C. aubryae
H. obscura
E. insigne
S. hamulatum
C.aubryae
E. burdigalensis
D. biffi
A. spiridoides
W.gochtii
C.galea
A. semicirculata
R. actino-coronata
A. diktyoplokum, common
P. golzowense
C. poulsenii
C. passio
S.placacantha
D.paradoxum
A.spiridoides
C. aubryae *
T. cantharellus
T. pelagica
C. amiculum
C. galea
D.phosphoritica *
D. biffi
E. pectiniformis
R.draco
W.gochtii
A. diktyoplokum
C. bartonensis
D.colligerum
R. borussica, common
D. pseudoficusoides
D. ficusoides
E. ursulae
Gram Fm.
Hodde Fm.
Arnum Fm.
Bastrup Sand
Odderup Fm.
Brejning Clay
Vejle Fjord Clay and Billund Sand
Branden Ler
Søvind Marl
DKH02.02.007.03-KD/01

Fig.09

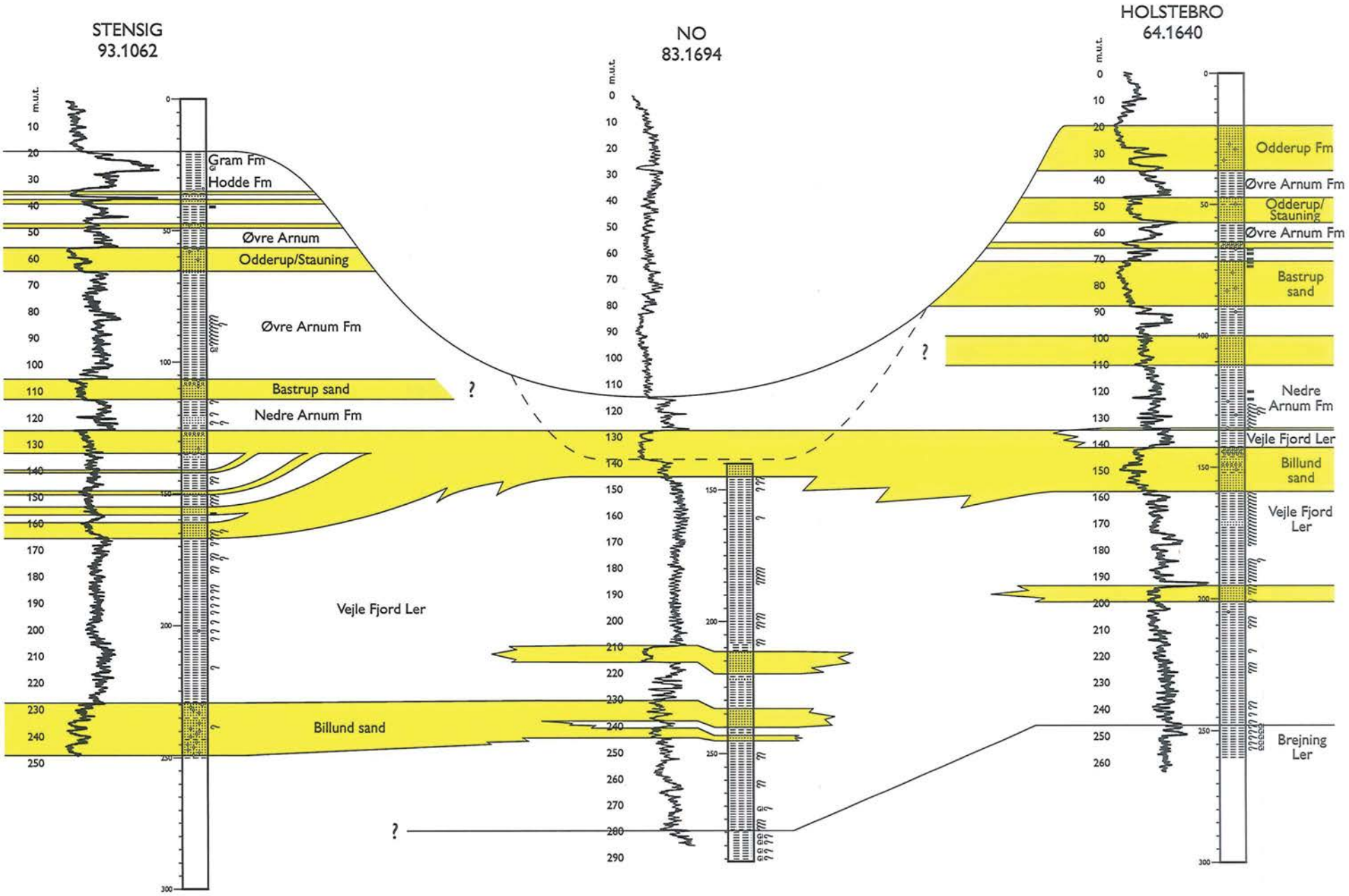

STENSIG
93.1062
NO
83.1694
HOLSTEBRO
64.1640
m.u.t.
Gram Fm
Hodde Fm
Øvre Arnum
Odderup/Stauning
Øvre Arnum Fm
Bastrup sand
Nedre Arnum Fm
Vejle Fjord Ler
Billund sand
Odderup Fm
Øvre Arnum Fm
Odderup/
Stauning
Øvre Arnum Fm
Bastrup
sand
Nedre
Arnum Fm
Vejle Fjord Ler
Billund
sand
Vejle Fjord
Ler
Brejning
Ler

Fig.10

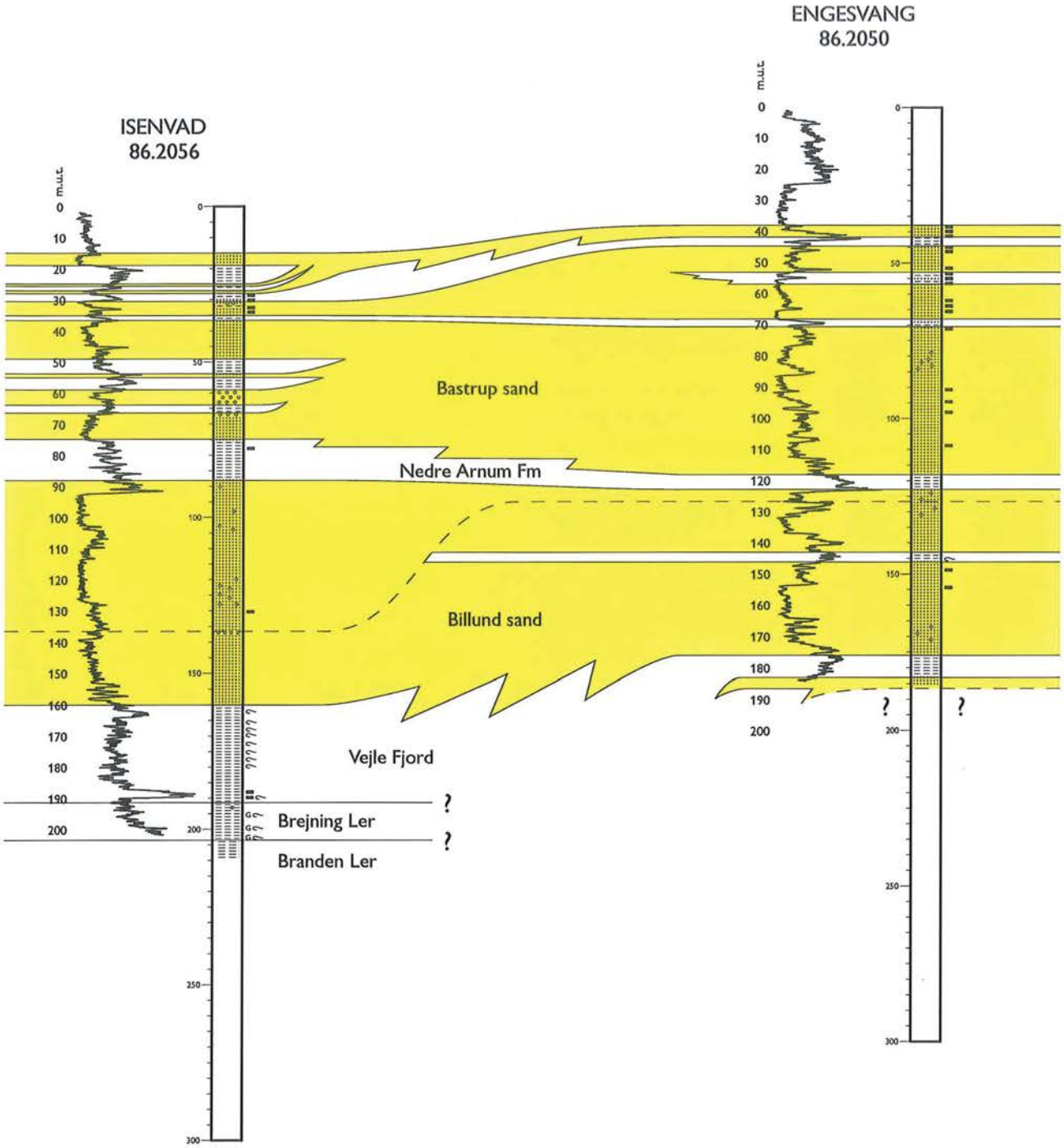

ISENVAD
86.2056
ENGESVANG
86.2050
m.u.t.
Bastrup sand
Nedre Arnum Fm
Billund sand
Vejle Fjord
Brejning Ler
Branden Ler

Fig.11