

# Palynologisk datering og stratigrafi i Morsholt-boringen, Århus Amt

Karen Dybkjær og Erik Skovbjerg  
Rasmussen



# Palynologisk datering og stratigrafi i Morsholt-boringen, Århus Amt

Karen Dybkjær og Erik Skovbjerg  
Rasmussen

# Indhold

<b>Sammenfatning</b>	<b>5</b>
<b>Indledning</b>	<b>6</b>
<b>Geologi</b>	<b>7</b>
Geologisk ramme .....	7
Litostratigrafi .....	8
<b>Metoder</b>	<b>10</b>
Litologi.....	10
Palynologi .....	10
<b>Sedimentologisk beskrivelse</b>	<b>12</b>
<b>Palynologi/biostratigrafi</b>	<b>14</b>
Rupelien ler .....	14
Tilstedeværelse: .....	14
Aflejringsmiljø: .....	14
Dinoflagellatselskab:.....	14
Biohorisonter: .....	14
Alder: .....	14
Foraminifer/nannoplankton-zonering: .....	15
Vejle Fjord Formationen .....	15
Brejning Ler .....	15
Tilstedeværelse: .....	15
Aflejringsmiljø: .....	15
Biohorisonter: .....	16
Alder: .....	16
Foraminifer/nannoplankton-zonering: .....	16
Vejle Fjord Ler og -Sand .....	16
Tilstedeværelse: .....	16
Aflejringsmiljø: .....	17
Dinoflagellatselskab:.....	17
Biohorisonter: .....	17
Alder: .....	18
Foraminifer/nannoplankton-zonering: .....	18
<b>Sekvens stratigrafi</b>	<b>19</b>
<b>Konklusion</b>	<b>20</b>
<b>GEUS</b>	<b>3</b>

<b>Referencer</b>	<b>21</b>
<b>Figurer</b>	<b>24</b>
<b>Bilag</b>	<b>25</b>

# Sammenfatning

I forbindelse kortlægningen af dybe grundvandsmagasiner i Midt- og Sønderjylland er den prækvartære lagserie i Morsholt-boringen blevet dateret ved hjælp af mikrofossiler. Morsholt boringen (DGU 108.148) er lokaliseret i den sydøstlige del af Århus Amt. Materialet fra boringen er beskrevet litologisk og 30 udvalgte prøver er blevet analyseret biostratigrafisk. Biostratigrafien er baseret på palynologi/dinoflagellatstratigrafi. Fossile dinoflagellatcyster (fra éncellede marine alger) har vist sig at være et effektivt biostratigrafisk redskab til at datere lagserien og opdele den i mindre enheder som kan korreleres på tværs af litologien. Kombineret med sedimentologiske undersøgelser er det desuden muligt at lave detaljerede tolkninger af aflejningsmiljøer og ændringer i disse.

Lagserien omfatter følgende litologiske enheder:

## **124m–120m: Rupelien ler**

Alder: Rupelien (Tidlig Oligocæn).

Aflejringsmiljø: Fuldt marine forhold med en relativt stor afstand til kysten.

Sekvensstratigrafi: Ikke defineret.

## **120m–106m: Brejning Ler**

Alder: seneste Chattien (seneste Sen Oligocæn).

Aflejringsmiljø:

120m–119m: Fuldt marint aflejningsmiljø med nogen influx af terrestrisk materiale, formodentligt indre til ydre shelf.

118m–108m: Prograderende kyst (som følge af faldende havniveau) medfører øget influx af terrestrisk materiale kulminerende i et brakvandmiljø i den øverste prøve.

Sekvensstratigrafi: Sekvens A. Den maksimale oversvømmelsesflade skal formodentligt placeres ved 118m.

## **108m–51m: Vejle Fjord Ler og –Sand**

Alder: seneste Chattien – tidlig Aquitanien (seneste Sen Oligocæn – tidligste Tidlig Miocæn).

Aflejringsmiljø: Et delvist afsnøret marint, formodentligt brakvandmiljø, med stor tilførsel af terrestrisk materiale. Fald i tilførsel af ferskvand og af terrestrisk materiale fra omkring 74m.

Sekvensstratigrafi: Sekvens B. Der er identificeret en mulig oversvømmelsesflade ved 74m, men hvorvidt det er den maksimale oversvømmelsesflade eller en sekundær flade kan ikke afgøres her.

# Indledning

I Midt- og Sønderjylland indeholder den øverste Oligocæne – Miocæne lagserie tykke sandlag, der udgør vigtige grundvandsmagasiner. Det er derfor vigtigt at opbygge en detaljeret og velunderbygget geologisk model for denne lagserie. Formålet med nærværende undersøgelse har været at datere den øverste Oligocæne – Miocæne lagserie i Morsholt-boringen, samt at opdele lagserien stratigrafisk. Morsholt-boringen (DGU 108.148) er lokaliseret i den sydøstlige del af Århus Amt (Fig. 1).

Tidligere undersøgelser (Dybkjær & Rasmussen 2000; Dybkjær i trykken) har vist at dinoflagellatstratigrafi er den bedste biostratigrafiske metode til datering af de oligocæne og miocæne sedimenter og at denne metode, kombineret med sekvensstratigrafi, kan udrede de stratigrafiske forhold for lagserien.

# Geologi

## Geologisk ramme

Nordsøbassinet er blevet dannet som en konsekvens af den termale indsynkning, der efterfulgte gravdannelsen i Jura (Ziegler 1982; Vejrbæk 1992). Dette bassin strakte sig fra Norge i nord, nedover Skåne, Baltikum og Nordtyskland, hvorefter den sydlige afgrænsning forløb nedover Belgien og Nordfrankrig. Den vestlige afgrænsning er mere upræcis, men har formodentlig forløbet op langs Østengland og videre op langs Skotlands- og Shetlandsøernes østkyst. Mellem Shetland og Norge var der et smalt stræde, der virkede som en barriere så Nordsøen i perioder har været brak. Den maksimale udbredelse af havet i dette bassin forekom i Øvre Kridt, hvor kalk og limsten blev aflejret. I forbindelse med Den Alpine Foldning (Øvre Kridt og Paleocæn) blev dele af bassinet kraftig påvirket. Dette resulterede i kraftig inversionstektonik og sandsynligvis også i hævnning af Det fennoskandiske Skjold. Specielt ses en markant udbygning af kystlinien i bassinet fra nord i Eocæn, men paleocæne gravitetsafsætninger på Ringkøbing-Fyn Højderyggen (Danielsen *et al.* 1995) indikerer formodentligt at udbygningen startede allerede på dette tidspunkt. Udbygningen i den centrale del af bassinet var karakteriseret ved en typisk sokkeludbygning i et hav med 500 – 700 meters vandybde. Længere mod øst (det nuværende Danmark) var vandybderne væsentligt lavere, mellem 0 og ca. 100 meter (Hindsby *et al.* 1999). I Paleocæn og Eocæn tid var udbygningen koncentreret til de marginale dele af bassinet syd for det nuværende Norge (f.eks. Jordt *et al.* 1985) mens aflejringerne i Danmark var domineret af finkornede sedimentter (Heilmann-Clausen 1995). I Oligocæn nåede udbygningen ned i det danske område og der aflejredes lavmarine, sandrige sedimentter i Nordjylland og Midtjylland, især omkring Ringkøbing-Fyn Højderyggen. Deltaudbygning fra nord dominerede lokalt, men generelt blev sedimentterne aflejret i oddekomplekser med bagved liggende laguner og åbent hav mod syd og sydvest (Friis *et al.* 1998; Rasmussen i trykken; Rasmussen & Dybkjær indleveret). Tektoniske bevægelser i Oligocæn har sandsynligvis haft indflydelse på kildeområdet og aflejringsmønsteret. 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 grundfjeldsrelaterede tektoniske bevægelser i Oligocæn.

I Øvre Oligocæn transgrederedes Det danske Bassin på ny (fig. 2a). Den topografi, der dannedes i forbindelse med de tektoniske bevægelser, har haft afgørende betydning for aflejringsmiljøet. Ringkøbing-Fyn Højderyggen spillede en særlig rolle her idet den adskilte mere åben marine/kystprograderende aflejringsmiljøer syd for ryggen fra paraliske/afsnørede miljøer nord for ryggen (fig. 2) (Rasmussen i trykken). De strukturelle rygge var vigtige områder for dannelse af oddekomplekser, der resulterede i en serie af barriere-øer med bagved liggende laguner på tværs af Jylland. Sedimentkilden til disse oddekomplekser har været store floder fra nord. Sedimentterne er transporteret langs kysten indtil aflejring i oddekomplekserne. Et markant fald i havniveau resulterede i en markant udbygning i seneste Chattien (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 havniveauet 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 tungminerale (fig. 2i og j). Da denne udbygning foregik under stigende havniveau var den ikke så markant som den i Aquitanien og pga. stigende grundvandsspejl i landområderne var mulighederne optimale for afsætning af brunkul, som det kendes fra Midtjylland (fig. 2j). Langhien (Mellem Miocæn) repræsenterer en vigtig fase i udviklingen af Nordsø Bassinet. Midt i perioden skete der en markant transgression og ligeledes viser forkastninger i Odderup Formationen at tektonisk aktivitet foregik ved denne overgang (Koch 1989). Kildeområdet skiftede i denne periode fra overvejende nord i Nedre Miocæn til nordøst og øst i Mellem og Øvre Miocæn. Under den markante transgression i Langhien var klimaet varmt. Det varme klima i begyndelsen af Mellem Miocæn var et globalt fænomen og derfor steg det globale havniveau også markant i denne periode. Sandsynligvis var hele det danske område oversvømmet i den sidste del af Mellem Miocæn under aflejring af Hodde Formationen. Under aflejringen af Gram leret i Øvre Miocæn, blev det generelt koldere globalt og dermed skete der også et fald i havniveau i den sidste del af Miocæn. Dette blev kompenseret af en større regional indsynkning, således at området forblev fuldt marint trods det faldende globale havniveau. Nye undersøgelser viser endda at der blev aflejret op til 400 m øvre miocæne sedimente over Midtjylland (Japsen *et al.* 2002). Gram leret er kendt for en rig flora og fauna, der må derfor have været en høj tilførsel af næringsstoffer fra land.

## Litostratigrafi

De nyere undersøgelser af den øvre oligocæne – miocæne lagserie i Jylland har vist at den tidligere litostratigrafiske opdeling er for simpel. Den her anvendte litostratigrafiske opdeling er vist på figur 3. De enkelte litostratigrafiske enheder er beskrevet af Rasmussen (2003).

Den ældste litostratigrafiske enhed er Vejle Fjord Formationen (Larsen & Dinesen 1959). Den nederste del af Vejle Fjord Formationen, Brejning Leret, henregnes til Oligocænet, så den miocæne lagserie starter med Vejle Fjord Leret. Vejle Fjord Leret efterfølges af Vejle Fjord Sand og Hvidbjerg sand. I det centrale og vestlige Jylland er der kortlagt et større deltakompleks, som er samtidig med Vejle Fjord Formationen. 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 (Sorgenfrei 1958). Over disse enheder, der overordnet tilhører Vejle Fjord Formationen, følger Arnum Formationen (Sorgenfrei 1958), der hovedsageligt består af lerede sedimente. Den nederste del af Arnum Formationen, som består af sandrige sedimente, benævnes Kolding Fjord sand. Det 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 interfingerer med det marine ler i den allerøverste del af Arnum Formationen, mens Odderup Formationen overlejrer Arnum Formationen. Stauning sandet blev aflejret som stormsand i forbindelse med udbygningen af Odderup deltaet og er således tidekvivalent med Odderup

Formationen. Generelt bliver både Stauning sandet og Odderup Formationen successivt yngre mod sydvest. Herover træffes kun lerrige sedimenter i Jylland. Disse lag er kendt som Hodde Formationen og Gram Formationen (Rasmussen 1961).

## Metoder

Nærværende rapport bygger på data fra Morsholt-boringen (DGU 108.148). Lokaliseringen af boringen er vist på figur 1.

## Litologi

Litologien af de gennemborede lag er vist på figur 4. Den signatur, der er angivet i den litologiske søjle svarer til hver prøve. Litologien er opdelt i grus, sand, silt og ler. Er der mange sten i en sandprøve, er det angivet med en enkelt grussignatur (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 30 prøver i alt. Alle prøverne er skylleprøver, hvilket medfører at hver prøve repræsenterer et interval på mellem 0,5 og 1,5 meter. I denne rapport angives dybden for hver prøve som bunden af det interval prøven repræsenterer, rundet op til nærmeste hele meter. Prøven der repræsenterer intervallet fra 123m–124m benævnes således 124m, mens prøven fra 119m–119,5m benævnes 120m.

Prøverne blev behandlet i det stratigrafiske laboratorium på GEUS efter palynologiske standardmetoder, omfattende behandling med HCl, HF, HNO<sub>3</sub> 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. Disse præparater blev så undersøgt i lysmikroskop. Først blev fordelingen af organiske partikler beskrevet, til brug for tolkningen af aflejningsmiljøet. Så blev der (om muligt) talt minimum 200 dinoflagellater per 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 per prøve. Formodet omlejrrede dinoflagellater blev også registreret. I teksten benævnes taxa, der udgør over 10% (af det samlede antal talte dinoflagellater, andre marine alger, acritarcher og ferskvandsalger) som "dominerende", 5–10% som "almindeligt forekommende", 2–4% som "jævnligt" forekommende, mens en forekomst under 2% benævnes hhv. "sporadisk" eller "konsistent" alt efter om den aktuelle slægt eller art forekommer spredt eller optræder i de fleste prøver indenfor det beskrevne interval.

Resultaterne af det palynologiske studie er præsenteret i såkaldte "range-charts", bilag 1 og 2. Bilag 1 præsenterer den relative hyppighed af den enkelte dinoflagellatart semikvantitativt. Omlejrrede dinoflagellatarter er vist i kolonnen benævnt DC (for "dinoflagellate cysts"). Andre marine alger (OM), acritarcher og ferskvandsalger (FA) er også vist. Desuden er der udpeget en række dinoflagellatbiohorisonter ("first appearance datum" (FAD) eller "last occurrence datum" (LOD) af en dinoflagellatart, eller evt. masseforekomster), der menes at kunne bruges stratigrafisk. Disse er angivet på bilag 1 under "comments".

Bilag 2 præsenterer procentandelen af den enkelte dinoflagellatart og den enkelte ferskvandsalge i forhold til summen af registrerede ("in situ") dinoflagellater og ferskvandsalger i hver prøve. Arterne er listet alfabetisk. Variationerne i dinoflagellatselskabet og i ferskvandsalgeselskabet afspejler dels stratigrafiske ændringer (opståen og uddøen af arter), dels ændringer i aflejringsmiljøet, f.eks. i salinitet. En stor andel af ferskvandsalger (FA) indikerer stor tilførsel af ferskvand til aflejringsområdet, mens stor andel af dinoflagellat-slægten *Homotryblium* ifølge Brinkhuis (1994) indikerer et afsnøret marint aflejringsmiljø med brakvandsforhold, som det ses i Vejle Fjord Ler og - Sand.

# Sedimentologisk beskrivelse

## Morsholt

Dybde

(m.u.t.)

- 50-51: Mørkebrunt, glimmerholdigt, siltet ler. Enkelte velpolerede kvartskorn.  
51-52: Mørkebrunt, glimmerholdigt, siltet ler.  
52-53: Mørkebrunt, glimmerholdigt, siltet ler.  
53-54: Mørkebrunt, glimmerholdigt, siltet ler, samt tynde, grå siltlag.  
54-55: Mørkebrunt, glimmerholdigt, ler.  
55-56: Mørkebrunt, glimmerholdigt, ler.  
56-57: Mørkebrunt, glimmerholdigt, ler.  
57-58: Mørkebrunt, glimmerholdigt, ler.  
58-59: Gråt, grovkornet sand og grus.  
59-60: Gråt til mørkegråt, finkornet til mellemkornet sand.  
60-61: Velsorteret, finkornet sand.  
61-62: Velsorteret, finkornet sand.  
62-63: Velsorteret, finkornet sand.  
63-63,9: Velsorteret, finkornet sand.  
63,9-65: Mørkebrunt, glimmerholdigt, siltet ler. Enkelte velafrundede kvartskorn.  
65-66: Mørkebrunt, glimmerholdigt, siltet ler.  
66-67: Mørkebrunt, glimmerholdigt, siltet ler.  
67-68: Mørkebrunt, glimmerholdigt, siltet ler.  
68-69: Mørkebrunt, glimmerholdigt, siltet ler.  
69-70: Finkornet sand med mørkebrunt ler.  
70-71: Finkornet sand med mørkebrunt ler.  
71-72: Finkornet sand med mørkebrunt ler.  
72-73,25: Mørkebrunt, glimmerholdigt, siltet ler.  
73,25-74: Mørkebrunt, glimmerholdigt, siltet ler.  
74-75: Mørkebrunt, glimmerholdigt, siltet ler.  
75-76: Mørkebrunt ler. Enkelte kvartskorn.  
76-77: Gråt, mellemkornet sand med ler.  
77-78: Gråt, mellemkornet sand med ler. Gruset.  
78-79: Gråt, mellemkornet sand med ler. Gruset.  
79-80: Gråt, mellemkornet sand med ler.  
80-81: Gråt, mellemkornet sand med ler.  
81-82: Gråt, mellemkornet sand med ler. Skaller.  
82-83: Gråt, mellemkornet sand med ler. Skaller.  
83-84: Gråt, mellemkornet sand med ler.  
84-85: Gråt, grovkornet sand.  
85-86: Gråt, mellemkornet sand.  
86-87: Gråt, mellemkornet sand.  
87-88: Gråt, mellemkornet sand.  
88-88,5: Gråt, mellemkornet sand.

88,5-90: Gråt, mellemkornet sand, samt større kvartskorn.  
90-91: Gråt, mellemkornet sand, samt større kvartskorn.  
91-92: Gråt, mellemkornet sand, samt større kvartskorn.  
92-93: mangler.  
93-94: Gråt, finkornet sand.  
94-95: Gråt, finkornet sand.  
95-96: Gråt, finkornet sand.  
96-97: Gråt til brunt, siltet, finkornet sand  
97-98: Mørkebrunt silt med lyse finkornede sandlag.  
98-99: Mørkebrunt silt med lyse finkornede sandlag.  
99-100: Mørkebrunt silt med lyse finkornede sandlag.  
100-101: Mørkebrunt silt med lyse finkornede sandlag.  
101-102: Mørkebrunt silt med lyse finkornede sandlag.  
102-103: Mørkebrunt silt med lyse finkornede sandlag.  
103-104: Mørkebrunt silt med lyse finkornede sandlag.  
104-105: Mørkebrunt, siltet sand.  
105-106: Mørkebrunt, siltet sand.  
106-107: Mørkebrunt, siltet sand.  
107-108: Mørkebrunt ler med tynde, lyse finkornede sandlag.  
108-109: Mørkebrunt, siltet ler med lyse finkornede sandlag.  
109-110: Mørkebrunt, siltet ler med lyse finkornede sandlag.  
110-111: Mørkebrunt, siltet ler med lyse finkornede sandlag.  
111-112: Mørkebrunt, siltet ler med lyse finkornede sandlag.  
112-113: Mørkebrunt, siltet ler med lyse finkornede sandlag.  
113-114: Mørkebrunt, siltet ler med lyse finkornede sandlag.  
114-115: Mørkegråt ler. Glaukony?  
115-116: Mørkebrunt, siltet ler. Glaukony, pyritiserede gravegange samt kvartskorn.  
116-117: Mørkebrunt, siltet ler. Glaukony, pyritiserede gravegange samt kvartskorn.  
117-118: Mørkebrunt, siltet ler. Glaukony, pyritiserede gravegange samt kvartskorn.  
118-119: Mørkebrunt, siltet ler. Glaukony, pyritiserede gravegange, lerjernsten samt kvartskorn.  
119-119,5: Mørkebrunt, siltet ler. Glaukony, pyritiserede gravegange, lerjernsten samt kvartskorn.  
119,5-121: Mørkebrunt ler med glaukony. Velpolerede kvartskorn, pyritiserede gravegange samt skaller.  
121-122: Fedt, mørkebrunt ler. Glaukony og skaller.  
122-123: Fedt, grønligt til mørkebrunt ler. Glaukony samt enkelte kvartskorn.  
123-124: Mørkebrunt, siltet ler med lyse finkornede sandlag. Pyritiserede gravegange og glaukony.  
124-125: Fedt, mørkebrunt ler med lyse finkornede sandlag. Glaukony.

# Palynologi/biostratigrafi

I det følgende er hver litologisk enhed, der indgår i studiet, beskrevet mht. aflejningsmiljø, dinoflagellatselskab, vigtige biohorisonter, alder, samt indplacering i nannoplankton- og foraminiferzoneringsen opstillet af hhv. Martini (1971) og King (1989).

## Rupelien ler

### Tilstedeværelse:

Ler af Rupelien alder blev fundet i prøverne fra intervallet 124m–121m (se figur 4). Tynde lerlag af Rupelien alder kendes også fra andre borer i Midt- og Sønderjylland, f.eks. Linde-1, Addit Mark, Bastrup og Estrup.

### Aflejringsmiljø:

De sedimentære organiske partikler er stærkt domineret af palynomorfer, især bisaccate pollen og marine dinoflagellater. Dinoflagellatselskabet udviser en høj diversitet. Denne sammensætning indikerer et fuldmarint aflejningsmiljø med en relativt stor afstand til kysten (til ferskvandsinflux).

### Dinoflagellatselskab:

Domineret af *Apteodinium australiense*, *Cerebrocysta bartonensis*, *Chiropteridium galea*, *Dapsilidinium pseudocolligerum*, *Spiniferites pseudofurcatus* samt *Spiniferites* spp. *Achomosphaera alcornu*, *Enneadocysta pectiniforme*, *Hystriocholpoma rigaudiae*, *Lingulodinium machaeophorum* og *Membranophoridium aspinatum* forekommer almindeligt, mens *Cordosphaeridium funiculatum*, *Deflandrea phosphoritica*, *Homotryblium tenuispinosum*, *Operculodinium centrocarpum*, *Reticulosphaera actinocoronata*, *Systematophora placacantha* og *Tityrosphaeridium cantharellus* forekommer jævnlige. Desuden er forekomsten af *Areoligera semicircularata*, *Corrudinium incompositum*, *Rhombodinium draco* og *Wetzeliella gochtii* karakteristisk for denne enhed.

### Biohorisonter:

Forekomsten af *Areoligera semicircularata* i 124m og af *Chiropteridium galea* og *Wetzeliella gochtii* i 123m indikerer en alder ikke ældre end Tidlig Oligocæn (Rupelien), mens forekomsten af *Areoligera semicircularata* og *Enneadocysta pectiniformis* i 121m indikerer en alder ikke yngre end Tidlig Oligocæn (Rupelien) (Williams *et al.* 2004). Forekomsten af *W. gochtii* og fraværet af *Areosphaeridium diktyoplokus* indikerer at dette ler er yngre end Viborg Formationen (Heilmann-Clausen 1995; Williams *et al.* 2004).

### Alder:

Tidlig Oligocæn (Rupelien).

**Foraminifer/nannoplankton-zonering:**

Ifølge Hardenbol *et al.* (1998) kan de ovenfor nævnte dinoflagellatbiohorisonter korreleres til nannoplanktonzonerne NP22–NP23 (fig. 5).

## Vejle Fjord Formationen

### Brejning Ler

**Tilstedeværelse:**

Brejning Leret, som er det nederste led i Vejle Fjord Formationen, er repræsenteret af prøverne 120m–108m (fig. 4). Brejning Ler kendes fra en række borer og daglokaliteter i Midt- og Sønderjylland, bl.a. Addit Mark-, Klovsborg- og Føvling-boringerne, samt daglokaliteterne ved Dykær, Jensgård og Øksenrade.

**Aflejringsmiljø:**

I de to nederste prøver (120m og 119m) er de organiske sedimentære partikler domineret af bisaccate pollen og dinoflagellater, mens brunt amorft organisk materiale (AOM) (formodentligt delvist nedbrudt vedmateriale), forekommer almindeligt i 119m. Ferskvandsalger forekommer kun meget sporadisk. Dinoflagellatselskabet udviser en høj diversitet. Denne sammensætning indikerer et fuldt marint aflejringsmiljø (Dybkjær i trykken).

I den øvre del af Brejning Leret (118m–108m) domineres de organiske sedimentære partikler af bisaccate og non-saccate pollen. Dinoflagellater forekommer kun sporadisk, mens træpartikler og brunt AOM forekommer almindeligt fra 113m og dominerer fra 111m. Ferskvandsalgen *Botryococcus* dominerer i 118m og 117m, og er ellers jævnligt til almindeligt forekommende, mens *Pediastrum* er sporadisk til almindeligt forekommende. Dinoflagellatselskabet udviser en lavere diversitet end i de to nederste prøver. *Homotryblium plectilum* er almindeligt forekommende i den øverste prøve (108m). Denne sammensætning med en markant større andel af organiske partikler med terrestrisk oprindelse indikerer en prograderende kyst, formodentligt kulminerende i et afsnøret brakvandmiljø i den øverste prøve (Dybkjær 2004; i trykken). Den prograderende kyst er formodentligt en følge af et markant fald i havniveau på overgangen mellem Oligocæn og Miocæn (Printice & Matthews 1988), se diskussionen hos Dybkjær (i trykken).

**Dinoflagellatselskab:**

I de to nederste prøver (120m og 119m) er dinoflagellatselskabet domineret af *Operculodinium centrocarpum* og *Spiniferites* spp. Arterne *Apteodinium australiense*, *Dapsilidinium pseudocolligerum*, *Distatodinium paradoxum*, *Lingulodinium machaerophorum* og *Systematophora placacantha* forekommer almindeligt, mens *Chiropteridium galea*, *Hystrichokolpoma rigaudiae*, *Melitasphaeridium choanophorum*, *Reticulosphaera actinocoronata*, *Tectatodinium pellitum* og *Tityrosphaeridium cantharellus* forekommer jævnligt.

Dinoflagellatselskabet i den øvre del af Brejning Leret (118m–108m) domineres i alle prøver af *Spiniferites* spp., mens *Systematophora placacantha* kun dominerer i 118m, *Distatodinium paradoxum* i 116m og *Hystriocholpoma rigaudiae* i 111m. *Apteodinium australiense*, *Chiropteridium galea*, *Dapsilidinium pseudocolligerum*, *Deflandrea phosphoritica*, *Distatodinium paradoxum*, *Lingulodinium machaerophorum*, *Reticulosphaera actinocoronata*, *Systematophora placacantha* og *Tityrosphaeridium cantharellus* forekommer almindeligt. *Homotryblium plectilum* forekommer sporadisk fra 119m–111m, men er almindeligt forekommende i 108m.

#### **Biohorisonter:**

Forekomsten af *Chiropteridium galea* i "Rupelien ler" under Brejning Leret indikerer en alder ikke ældre end Tidlig Oligocæn (Rupelian), mens forekomsten af *Chiropteridium galea* og *Deflandrea phosphoritica* gennem hele Brejning Leret og af *Caligodinium amiculum* i 120m indikerer en alder ikke yngre end tidligste Miocæn (Aquitaniens) (Williams *et al.* 2004) (fig. 5). 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) (Williams *et al.* 2004) (fig. 5). 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, som det er fundet her, forekommer ligeledes i landboringerne Addit Mark, Føvling og Klovborg (Dybkjær i trykken), i Frida-1-boringen lokaliseret i Nordsøen (Dybkjær 2003), samt i Dykærprofilet (Rasmussen & Dybkjær indleveret). Denne hyppige forekomst af *D. phosphoritica* i den øvre del af Brejning Leret har således vist sig at være en god biostratigrafisk markør.

#### **Alder:**

Seneste Sen Oligocæn (seneste Chattien).

#### **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. 5).

## **Vejle Fjord Ler og -Sand**

#### **Tilstedeværelse:**

Hovedparten af den øverste oligocæne – miocæne lagserie i Morsholt-boringen udgøres af Vejle Fjord Ler og -Sand, idet alle prøverne fra 106m til 51m kan henføres til disse

litostratigrafiske enheder. Vejle Fjord Ler og -Sand er de to øverste led i Vejle Fjord Formationen (fig. 2) og kendes fra store dele af Midtjylland.

#### **Aflejringsmiljø:**

De sedimentære organiske partikler i denne enhed består hovedsageligt af samt bisaccate og non-saccate pollen samt brunt AOM og træpartikler. AOM og træpartikler er hyppigst i den nedre del af Vejle Fjord Ler og -Sand (fra 106m op til ca. 75m). Den relative hyppighed af dinoflagellater varierer ligeledes. I det nederste interval forekommer de meget sporadisk, i flere af prøverne var det ikke muligt at tælle 200 dinoflagellater (se bilag 1). Desuden er artsdiversiteten af dinoflagellater er meget lav. Fra 74m og opefter forekommer dinoflagellaterne mere almindeligt og artsdiversiteten er markant højere. Endelig er der generelt flere ferskvandsalger (*Botryococcus*) i den nedre del af intervallet.

*Homotryblium plectilum* er en af de dominerende dinoflagellater. Denne art forekommer hovedsageligt i afsnørede marine aflejringsmiljøer (Brinkhuis 1994; Dybkjær 2004). Disse observationer tyder på et delvist afsnøret marint, formodentligt brakvandmiljø, med stor tilførsel af terrestrisk materiale.

De ovenfor omtalte ændringer i sammensætningen af det organiske materiale fra 75m til 74m afspejler formodentlig en oversvømmelsesflade med et deraf følgende fald i tilførsel af ferskvand og af terrestrisk materiale. En stigning i salinitet på dette niveau støttes af det markante fald i relativ hyppighed af *Homotryblium? additense* samtidigt med den markante stigning af *H. plectilum* (Dybkjær 2004).

#### **Dinoflagellatselskab:**

*Homotryblium plectilum* og *Spiniferites* spp. dominerer generelt. *Systematophora placacantha* dominerer i enkelte prøver i den nedre del af intervallet og forekommer i øvrigt almindeligt til jævnlige. *Homotryblium? additense* dominerer i prøverne 76m og 75m, og forekommer ellers jævnlige til sporadisk. *Chiropteridium galea*, *Dapsilidium pseudocolligerum* og *Glaphyrocysta* cf. *pastielsii* forekommer alle jævnlige i hele intervallet, mens *Distatodinium paradoxum*, *Hystrichokolpoma rigaudiae*, *Lingulodinium machaerophorum*, *Membranophoridium aspinatum*, *Reticulosphaera actinocoronata* samt *Thalassiphora pelagica* forekommer jævnlige i enkelte prøver. Desuden er den sporadiske forekomst af *Deflandrea phosphoritica* og *Membranilarnacia* cf. *picena* gruppen karakteristiske for denne enhed.

#### **Biohorisonter:**

Den konsistente forekomst af *Chiropteridium galea* gennem hele intervallet og af *Deflandrea phosphoritica* op til 56m indikerer en alder ikke yngre end tidligste Tidlig Miocæn (tidlig Aquitanian). Samtidigt indikerer fraværet af *Distatodinium biffi* en alder ikke ældre end seneste Sen Oligocæn (seneste Chattien) (Williams *et al.* 2004) (fig. 5).

Sidsteforekomsterne af *Chiropteridium galea* og *Deflandrea phosphoritica* internt eller ved toppen af Vejle Fjord Formationen udgør vigtige biohorisonter. Den ofte sporadiske forekomst af disse arter medfører dog at dette kriterie ikke altid er anvendeligt. Den dominerende eller almindelige forekomst af *Homotryblium*-slægten op til toppen af formationen, samt den konsistente til sporadiske forekomst af *Membranilarnacia* cf. *picena* gruppen igennem hele enheden udgør et godt, supplerende kriterie for identifikation af

enheden. Endelig udgør den konsistente forekomst af *Thalassiphora pelagica* ligeledes et godt kriterie for at kende Vejle Fjord Formationen fra Arnum Formationen, da denne art har sidsteforekomst i den allernederste del af Arnum Formationen (Dybkjær i trykken).

**Alder:**

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

**Foraminifer/nannoplankton-zonering:**

Ifølge Hardenbol *et al.* (1998) kan de ovenfor nævnte dinoflagellat biohorisonter (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 foraminiferzonerne NSP10–11 og NSB 9 (King 1989), hvilket stemmer fint overens med dateringen baseret på dinoflagellater.

## Sekvens stratigrafi

Der er ikke opstillet nogen sekvensstratigrafisk opdeling af leret af Rupelien alder i Jylland.

Brejning Ler henføres til sekvens A (Rasmussen i trykken). Variationerne i sammensætningen af de organiske partikler og i dinoflagellatselskabet indikerer at den maksimale oversvømmelsesflade formodentligt skal placeres ved 118m, således at de to prøver 120m og 119m repræsenterer den transgressive systemtrakt, mens prøverne fra 118m til og med 108m repræsenterer højstands systemtrakten.

Vejle Fjord Ler og -Sand henføres til sekvens B (Rasmussen i trykken). Ændringerne i sammensætningen af de organiske partikler og i dinoflagellatselskabet fra 75m til 74m indikerer lokaliseringen af en oversvømmelsesflade her. Hvorvidt denne flade udgør den maksimale oversvømmelsesflade eller blot en sekundær oversvømmelsesflade kan ikke afgøres her.

# Konklusion

Den prækvartære lagserie i Morsholt-boringen, Århus Amt, er beskrevet litologisk og dateret ved hjælp af dinoflagellat stratigrafi. Desuden er aflejningsmiljøet vurderet på basis af sammensætningen af de organiske sedimentære partikler.

Lagserien omfatter følgende litologiske enheder:

## **124m–120m: Rupelien ler**

Alder: Rupelien (Tidlig Oligocæn).

Aflejringsmiljø: Fuldt marine forhold med en relativt stor afstand til kysten.

Sekvensstratigrafi: Ikke defineret.

## **120m–106m: Brejning Ler**

Alder: seneste Chattien (seneste Sen Oligocæn).

Aflejringsmiljø:

120m–119m: Fuldt marint aflejningsmiljø, med nogen influx af terrestrisk materiale, formodentligt indre til ydre shelf.

118m–108m: Prograderende kyst (som følge af faldende havniveau) medfører øget influx af terrestrisk materiale kulminerende i et brakvandmiljø i den øverste prøve.

Sekvensstratigrafi: Sekvens A. Den maksimale oversvømmelsesflade skal formodentligt placeres ved 118m.

## **108m–51m: Vejle Fjord Ler og -Sand**

Alder: seneste Chattien – tidlig Aquitanien (seneste Sen Oligocæn – tidligste Tidlig Miocæn).

Aflejringsmiljø: Et delvist afsnøret marint, formodentligt brakvandmiljø med stor tilførsel af terrestrisk materiale. Fald i tilførsel af ferskvand og af terrestrisk materiale fra omkring 74m.

Sekvensstratigrafi: Sekvens B. Der er identificeret en mulig oversvømmelsesflade ved 74m, men hvorvidt det er den maksimale oversvømmelsesflade eller en sekundær flade kan ikke afgøres her.

## Referencer

- Brinkhuis, H. 1994: Late Eocene to Early Oligocene dinoflagellate cysts from the Priabonian type-area (Northeast Italy): biostratigraphy and paleoenvironmental interpretation. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 107, 121-163.
- Danielsen, M., Michelsen, O. & Clausen, O.R. 1995: Oligocene sequence stratigraphy and basin development in the Danish North Sea sector based on log interpretations. EFP-92-project: Basin development of the Tertiary of the Central Trough with emphasis on possible hydrocarbon reservoirs., 26pp.
- 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, 28pp., Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse Rapport 2003/28.
- Dybkjær, K. 2004: 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. i trykken: Dinocyst stratigraphy and palynofacies studies used for refining a sequence stratigraphic model - uppermost Oligocene to Lower Miocene, Jylland, Denmark. *Review of Palaeobotany and Palynology*.
- 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.
- Friis, H., Mikkelsen, J. & Sandersen, P. 1998: Depositional environment of the Vejle Fjord Formation of the Upper Oligocene - Lower Miocene of Denmark: a barrier island/barrier-protected depositional complex. *Sedimentary Geology* 117, 221-244.
- Hardenbol, J., Thierry, J., Farley, M.B., Jacquin, T., de Graciansky, P.-C. & Vail, P. 1998: Mesozoic and Cenozoic sequence chronostratigraphic framework of European basins. In: de Graciansky, P.-C. et al. (eds): *Mesozoic and Cenozoic sequence stratigraphy of European basins*. SEMP (Society for Sedimentary Geology) Special Publication 60, 3-13 and charts.
- Heilmann-Clausen, C. 1995: Palæogene aflejringer over Danskekalken. In: Nielsen, O.B. (ed.): *Danmarks geologi fra Kridt til idag*. Aarhus Geokompender 1, 69-114.
- Hindsby, K., Harrar, B., Nyegaard, 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. & Lidmar-Bergström, K. 2002: Neogene uplift and erosion of southern Scandinavia induced by the rise of the South Swedish Dome. In: Doré, A.G., Cartwright, J.A., Stoker, M.S., Turner, J.P. & White, N. (eds): *Exhumation of the North Atlantic margin: Timing, Mechanisms and Implications for Petroleum Exploration*. Geological Society, London, Special Publications, 196, 183-207.
- Jordt, H., Faleide, J.L., Bjørlykke, K. & Ibrahim, M.T. 1985: Cenozoic sequence stratigraphy of the central and northern North Sea Basin: tectonic development, sediment distribution and provenance areas. *Marine and Petroleum Geology* 12(8), 845-879.

- King, C. 1989: Cenozoic of the North Sea. In: Jenkins, D.G. & Murray, J.W. (eds): Stratigraphical atlas of fossil Foraminifera (2nd ed.), 418-489. Chichester: Ellis Horwood Ltd.
- King, C. 1994: Biostratigraphic correlation of Late Paleocene to Oligocene sequences in the Harre borehole (north Jylland, Denmark) with those in the North Sea. Aarhus Geoscience 1, 85-92.
- Koch, B.E. 1989: Geology of the Søby-Fasterholt area. Geological Survey of Denmark, Serie A 22, 177pp.
- Larsen, G., Dinesen, A., 1959. Vejle Fjord Formationen ved Brejning. Sedimenterne og foraminiferfaunaen (Oligocæn-Miocæn). Danmarks geologiske Undersøgelse 82 (II Række), 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.
- 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. i trykken: Stratigraphy and depositional evolution of the uppermost Oligocene – Miocene succession in Denmark. Bulletin of the Geological Society of Denmark 51.
- Rasmussen, E.S.R. & Dybkjær, K. indleveret: Sedimentology and sequence stratigraphy of upper Oligocene - lower Miocene deposits in East Jylland, Denmark: A storm and tidal dominated shallow marine environment. Sedimentology.
- Rasmussen, L.B., 1961. De Miocæne formationer i Danmark. Danmarks Geologiske Undersøgelse, IV Række 5, 45 pp.
- Sorgenfrei, T., 1958. Molluscan assemblages from the marine middle Miocene of South Jutland and their environments. Danmarks geologiske Undersøgelse, 79 (II Række), 503 pp.
- Vejbæk, O. 1992: Geodynamic modelling of the Danish Central Trough. In: Larsen, R.M. et al. (eds): Structural and tectonic modelling and its application to petroleum geology, 1-17. Amsterdam, Elsevier: Norwegian Petroleum Society.
- Williams, G.L., Brinkhuis, H., Pearce, M.A., Fensome, R.A. & Weegink, J.W., 2004. Southern Ocean and global dinoflagellate cyst events compared: Index events for the Late Cretaceous–Neogene. In: Exon, N.F., Kennett, J.P. and Malone, M.J. (Eds.): Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, 189.

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

## Figurer

Figur 1: Lokalisering af Morsholt-boringen.

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.

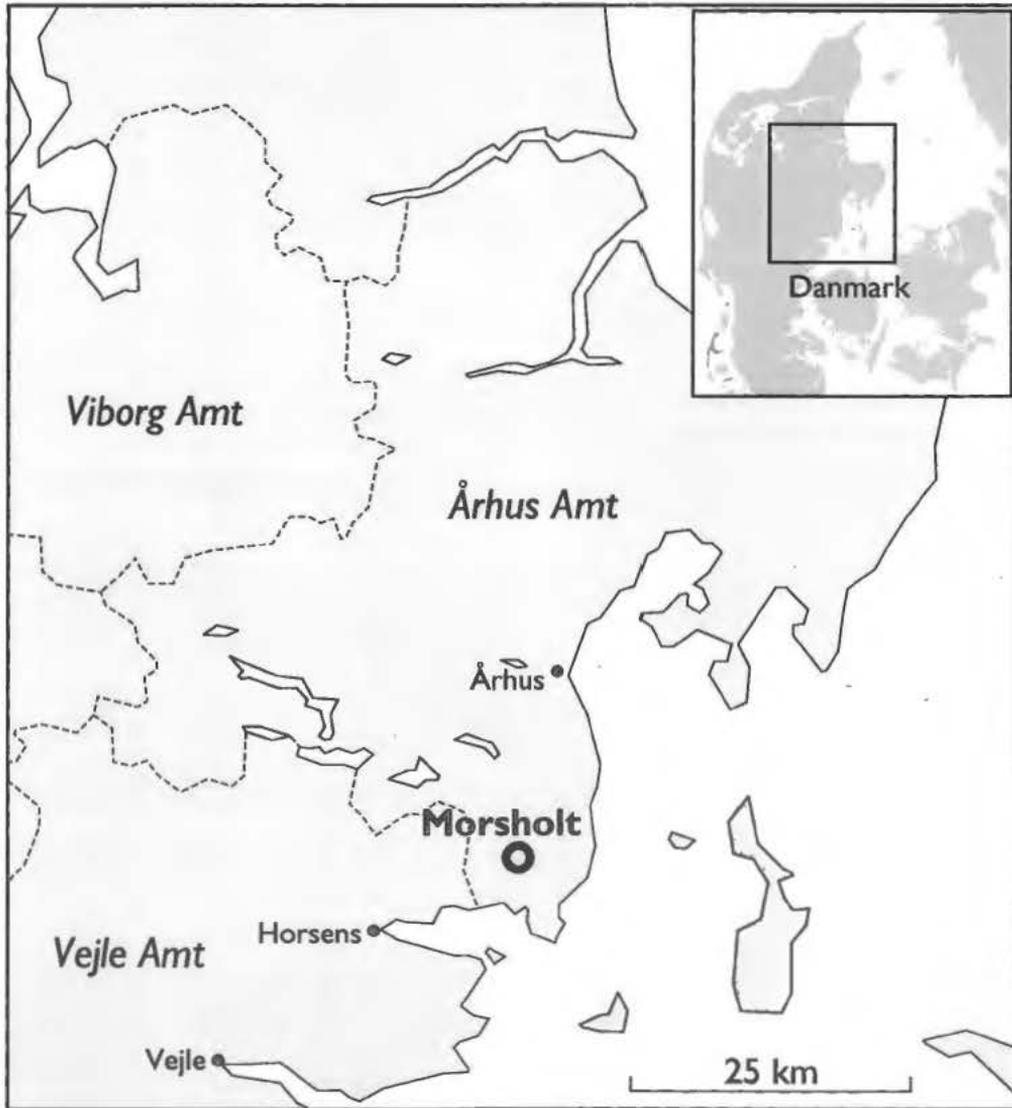
Figur 4: Gamma-log, litologi og litostratigrafisk opdeling af den øverste oligocæne – nedre miocæne lagserie i Morsholt-boringen.

Figur 5: Stratigrafisk vigtige førsteforekomster (FAD's) og sidsteforekomster (LOD's) af dinoflagellat-arter korreleret til nannoplanktonzoner, foraminiferzoner og kronostratigrafi. Desuden er indikeret det tidsinterval, hvor indenfor hver litostratigrafisk enhed er aflejret.

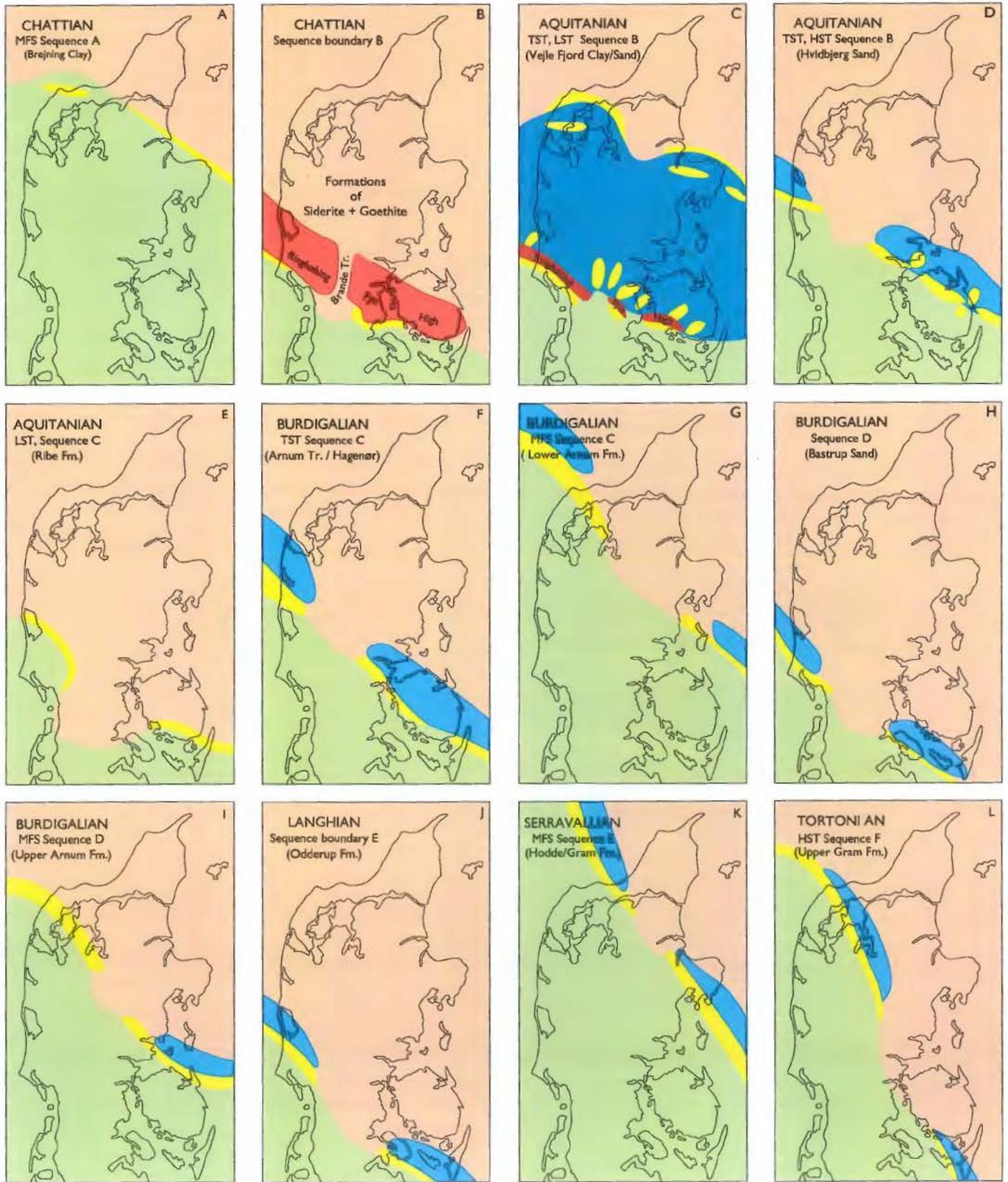
## Bilag

Bilag 1: Rangechart der viser de relative procenter af dinoflagellat taxa og ferskvandsalger i Morsholt-boringens prækvartære lagserie.

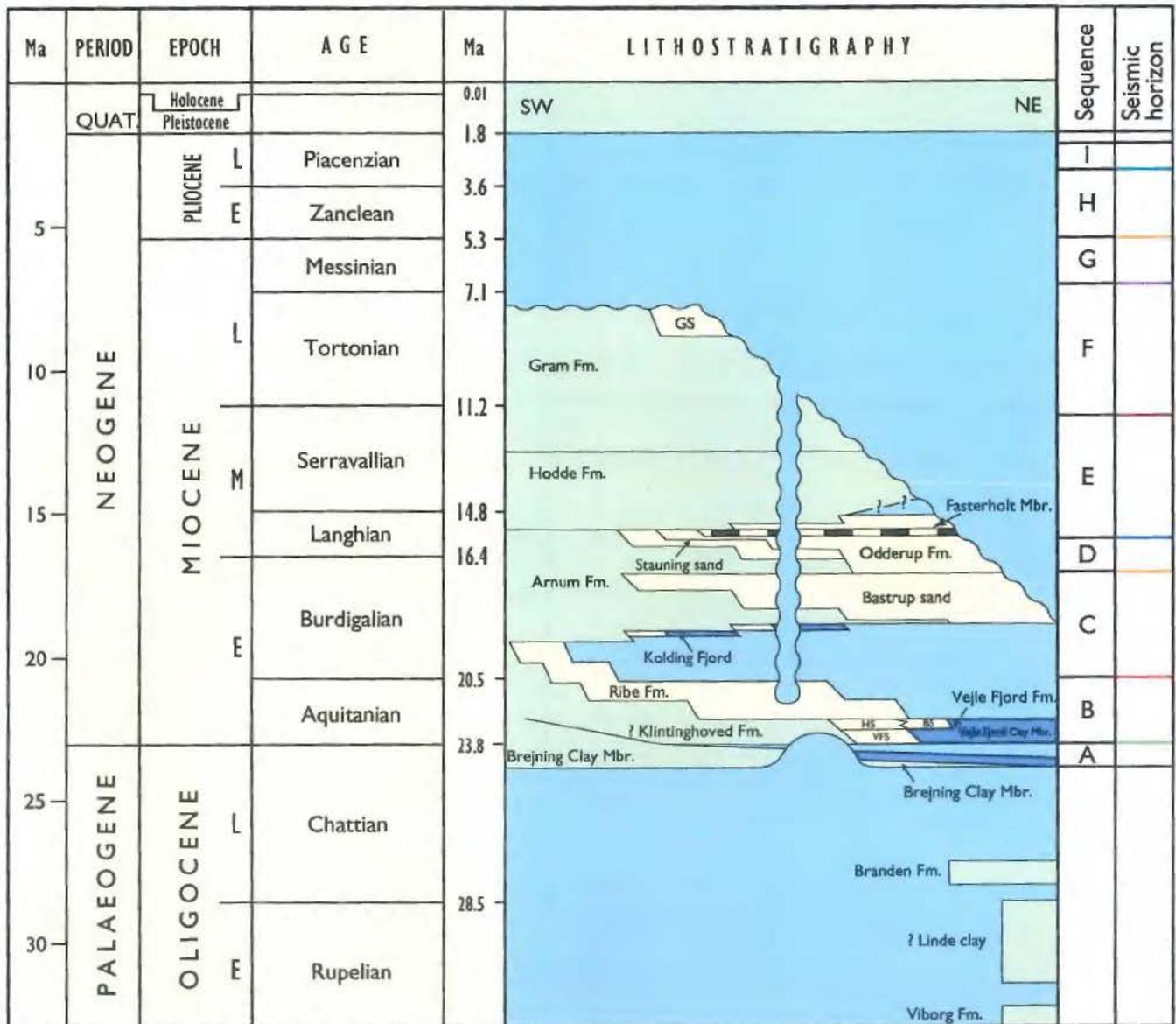
Bilag 2: Rangechart for dinoflagellat cyster iden prækvartære lagserie i Morsholt-boringen. Dinoflagellaterne og de øvrige viste palynomorf grupper er organiseret efter sidsteforekomster. Deres relative hyppighed er her vist semikvantitativt. De vigtigste biohorisonter er angivet under "comments".



Figur 1



Figur 2

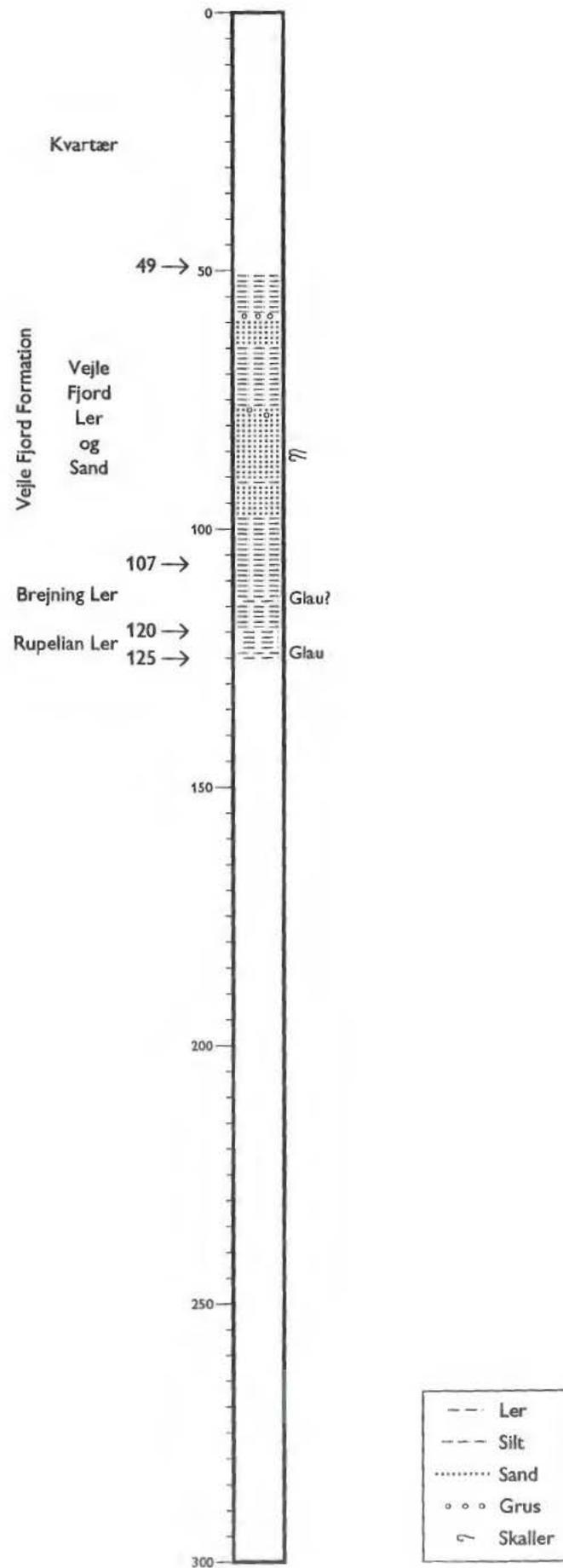


Lerede marine aflejringer    
  Sandede fluviale og marine aflejringer    
  Brakvandsaflejringer    
  Kullag    
  Hiatus

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

Figur 3

# Morsholt



Figur 4

| Nanno-plankton zonation<br>Martini (1971) | Foraminiferal zonation<br>Laurson & Kristoffersen (1999);<br>King (1989) |     | Time in Ma. | Chrono-stratigraphy                                      | Dinocyst-events<br>Williams et al. 2004<br>(*Hardenbol et al., 1998)  |                                                                          | Possible age of lithostratigraphic units<br>(This study)        |
|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----|-------------|----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
|                                           | NSP                                                                      | NSB |             |                                                          | FAD's                                                                 | LOD's                                                                    |                                                                 |
| NN 2                                      | 10                                                                       | 9   | 20          | LOWER MIOCENE (pars)<br>BURDIGALIAN (pars)<br>AQUITANIAN |                                                                       | ← <i>C. amiculum</i> *<br>← <i>D. phosphoritica</i><br>← <i>C. galea</i> | Brejning Clay<br>Vejle Fjord Clay and Sand<br><br>Rupelian Clay |
| NN 1                                      |                                                                          |     |             |                                                          |                                                                       |                                                                          |                                                                 |
| NP 25                                     | 9c                                                                       | 8c  | 25          | UPPER CHATTIAN                                           | ← <i>D. biffi</i>                                                     |                                                                          |                                                                 |
| NP 24                                     |                                                                          |     |             |                                                          | 8a                                                                    | ← <i>D. biffi</i>                                                        |                                                                 |
| NP 23                                     |                                                                          |     |             |                                                          |                                                                       |                                                                          |                                                                 |
| NP 22                                     | 9b                                                                       | 7a  | 30          | LOWER RUPELIAN                                           | ← <i>R. draco</i>                                                     |                                                                          |                                                                 |
| NP 21                                     |                                                                          |     |             |                                                          | ← <i>W. gochtii</i><br>← <i>C. galea</i><br>← <i>A. semicirculata</i> |                                                                          |                                                                 |
|                                           |                                                                          |     |             | EOCENE                                                   |                                                                       |                                                                          |                                                                 |

Figur 5



Occ. C. galea, T. pelagica

LOD D. phosphoritica

LOD M. cf. picena group

FAD H. plectilum, common  
LOD D. phosphoritica, common

FAD D. phosphoritica, common

Occ. C. amiculum

LOD A. semicirculata, E. pectiniformis

FAD C. galea, W. gochtii  
Occ. A. semicirculata

Early Miocene

Late Oligocene

Early Oligocene

Aquitanian

Chattian

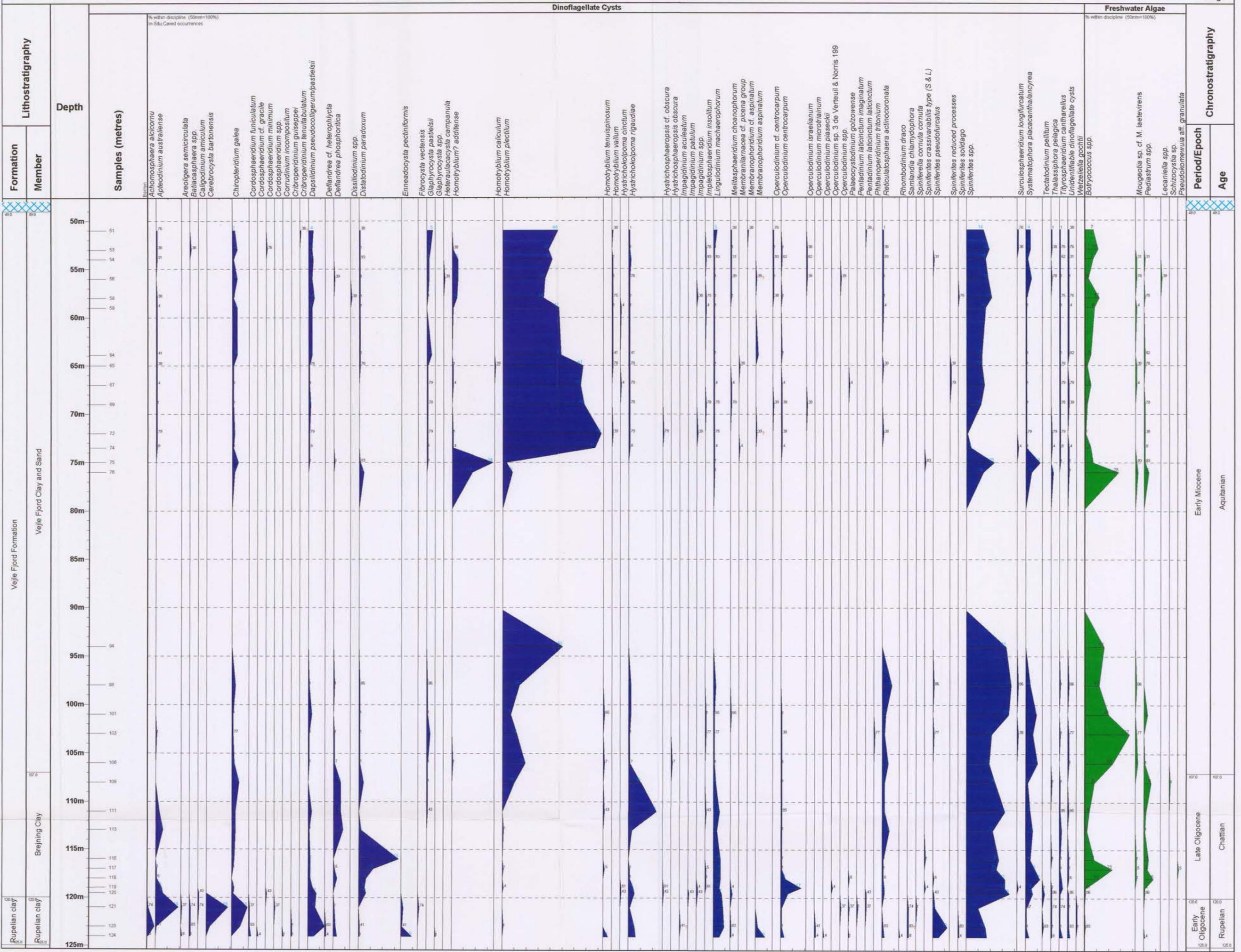
Rupelian

**Well Name : Morsholt**

Well Code : MH  
 Interval : 48m - 125m  
 Scale : 1:250  
 Chart date : 22 April 2004

**GEUS  
 Copenhagen**

Bilag 2



% within discipline (50mm=100%)  
 In-Situ, Caved occurrences

% within discipline (50mm=100%)

