

Finmasket stratigrafi

Dinoflagellat stratigrafi i Miocæn i Jylland,
baseret på 4 prøver per boring

Karen Dybkjær



Finmasket stratigrafi

Dinoflagellat stratigrafi i Miocæn i Jylland,
baseret på 4 prøver per boring

Karen Dybkjær

Indhold

Indhold	3
Indledning	4
Materialer og metoder	5
Analyserede boringer	5
For Miljøcenter Ringkøbing	5
For Miljøcenter Ribe	5
For Miljøcenter Århus	5
Palynologi	5
Resultater	7
Miljøcenter Ringkøbing	7
Fasterholt (DGU nr. 95.2730)	7
Fjilstervang (DGU nr. 84.2649)	9
Ulfborg Plantage (DGU nr. 73.971)	11
Lemvig, Overbyvej (DGU nr. 53.679)	13
Miljøcenter Ribe	15
Vonsild (DGU nr. 134.1477)	15
Vester Sottrup (DGU nr. 169.799)	18
Varde Søndre Plantage (DGU nr. 121.1416)	20
Haderslev Vesterskov (DGU nr. 143.432)	21
Miljøcenter Århus	23
Skanderborg (DGU nr. 88.1485)	23
Addit Grusgravsboring (DGU nr. 97.1000)	25
Konklusion	27
Referencer	28

Indledning

I løbet af 2007 og 2008 gennemførte GEUS i samarbejde med Miljøcenter Ribe, Miljøcenter Ringkøbing og Miljøcenter Århus et projekt med det formål at teste den praktiske anvendelse af den nyetablerede dinoflagellat cyste (dinocyste) zonerings af den neogene lagserie i Danmark (Dybkjær & Rasmussen 2008; Dybkjær og Piasecki, 2009, dette volume). Zoneringen er baseret på analyser af tætte serier af prøver fra mere end 50 boringer og ca. 25 daglokaliteter i Jylland, samt nogle udvalgte boringer fra Nordsøen. Projektet, der er afrapporteret her, gik ud på at teste om det er muligt at få fastlagt hvilke dele af den øverste oligocæne - miocæne lagserie, der er repræsenteret i en given boring, ved at analysere bare 4 prøver; 2 fra toppen og 2 fra bunden af det interval, der ud fra litologien vurderes til at være øverste Oligocæn - Miocæn.

Hvis projektet får et positivt resultat, foreslåes det at man i fremtiden får analyseret 4 prøver fra enhver boring der gennemborer dele af den miocæne lagserie, når boringen samtidigt er lokaliseret over 3 km fra den nærmeste, allerede analyserede boring. Herved kan man opnå et finmasket stratigrafisk billede af den miocæne lagserie i Jylland, der i nogle områder udviser store variationer indenfor korte distancer.

Materialer og metoder

Analyserede boringer

I alt indgik der 10 boringer i projektet, heraf 4 fra Miljøcenter Ringkøbing, 4 fra Miljøcenter Ribe, samt 2 fra Miljøcenter Århus:

For Miljøcenter Ringkøbing

Fasterholt, DGU nr. 95.2730
Fjelsestervang, DGU nr. 84.2649
Ulfborg Plantage, DGU nr. 73.971
Lemvig, Overbyvej, DGU nr. 53.679

For Miljøcenter Ribe

Vonsild, DGU nr. 134.1477
Vester Sottrup, DGU nr. 169.799
Varde Søndre Plantage, DGU nr. 121.1416
Haderslev Vesterskov, DGU nr. 143.432

For Miljøcenter Århus

Addit Grusgravsborning, DGU nr. 97.1000
Skanderborg, DGU nr. 88.1485

I det følgende er anvendt den nye litostratigrafiske opdeling af Neogenet i Danmark (Rasmussen et al., in prep.), samt den sekvensstratigrafiske opdeling af Rasmussen (2004), se figur 2.

Palynologi

Som udgangspunkt blev der udtaget 4 prøver fra hver boring; 2 fra den øvre del og to fra den nedre del af det interval, der ud fra litologien vurderedes at repræsentere den miocæne lagserie. I nogle enkelte boringer, blev der dog udtaget mere end 4 prøver. Boringerne er alle udført med "luft-hæve metoden" og hver af de analyserede prøver repræsenterer et interval på 1 meter. Prøverne blev behandlet i det stratigrafiske laboratorium på GEUS efter palynologiske standardmetoder, omfattende behandling med HCl, HF, HNO₃ og filtrering på

20µm filtre. Denne behandling fjerner karbonater (kalk) og silikater (ler, silt, sand) fra prøverne. De organiske sedimentære partikler, der er modstandsdygtige overfor syrebehandlingen, blev derefter monteret i glyceringelantine på præparatglas. Disse præparater blev så undersøgt i lysmikroskop. Der blev talt minimum 200 dinocyster pr. prøve og dernæst blev sjældne, men stratigrafisk vigtige dinocyste arter registreret ved en grundig gennemgang af 2 hele præparater pr. prøve.

Resultater

Miljøcenter Ringkøbing

Fasterholt (DGU nr. 95.2730)

Analyserede prøver (dybde i meter under terræn):

135–136 m

137–138 m

174–175 m

178–179 m

179–180 m

179–180 m:

Dinocyste selskab: Dinocyste selskabet er domineret af *Homotryblium plectilum* og *Spiniferites* spp. Af stratigrafiske vigtige arter forekommer *Chiropteridium galea*, *Glaphyrocysta* cf. *pastielsii* samt *Membranophoridium aspinatum*.

Dinocyste zone: *Chiropteridium galea* Zone.

Alder: Tidlig Aquitanien, Tidlig Miocæn.

Litostratigrafi: Vejle Fjord Formation eller Billund Formation.

Sekvensstratigrafi: Sekvens B.

178–179 m:

Dinocyste selskab: Dinocyste selskabet er domineret af *Homotryblium plectilum* og *Spiniferites* spp. Af stratigrafiske vigtige arter forekommer *Chiropteridium galea*, *Caligodinium amiculum*, *Glaphyrocysta* cf. *pastielsii*, *Membranophoridium aspinatum* og *Thalassiphora pelagica*.

Dinocyste zone: *Chiropteridium galea* Zone.

Alder: Tidlig Aquitanien, Tidlig Miocæn.

Litostratigrafi: Vejle Fjord Formation eller Billund Formation.

Sekvensstratigrafi: Sekvens B.

174–175 m:

Dinocyste selskab: Dinocyste selskabet er domineret af *Homotryblium plectilum* og *Spiniferites* spp. Af stratigrafiske vigtige arter forekommer *Caligodinium amiculum*, *Glaphyrocysta* cf. *pastielsii*, *Membranophoridium aspinatum* og *Thalassiphora pelagica*.

Dinocyste zone: *Homotryblium* spp. Zone.

Alder: Tidlig Aquitanien, Tidlig Miocæn.

Litostratigrafi: Vejle Fjord Formation eller Billund Formation.

Sekvensstratigrafi: Sekvens B.

137–138 m:

Dinocyste selskab: Dinocyste selskabet er domineret af *Homotryblium plectilum* og *Spiniferites* spp. Af stratigrafiske vigtige arter forekommer *Glaphyrocysta* cf. *pastielsii*, *Membranophoridium aspinatum* og *Thalassiphora pelagica*.

Dinocyste zone: *Homotryblium* spp. Zone.

Alder: Tidlig Aquitanien, Tidlig Miocæn.

Litostratigrafi: Vejle Fjord Formation eller Billund Formation.

Sekvensstratigrafi: Sekvens B.

135–136 m:

Dinocyste selskab: Dinocyste selskabet er domineret af *Homotryblium plectilum* og *Spiniferites* spp. Af stratigrafiske vigtige arter forekommer *Glaphyrocysta* cf. *pastielsii*, *Membranophoridium aspinatum* og *Thalassiphora pelagica*.

Dinocyste zone: *Homotryblium* spp. Zone.

Alder: Tidlig Aquitanien, Tidlig Miocæn.

Litostratigrafi: Vejle Fjord Formation eller Billund Formation.

Sekvensstratigrafi: Sekvens B.

Konklusion

Dinocyste selskabet i de analyserede prøver indikerer at hele intervallet fra 180 m til 135 m litostratigrafisk skal henføres til Vejle Fjord Formation og/eller Billund Formation. Sekvensstratigrafisk tilhører intervallet Sekvens B.

Fjelsestervang (DGU nr. 84.2649)

Analyserede prøver (dybde i meter under terræn):

19–20 m

67–68 m

112–113 m

113–114 m

113–114 m:

Dinocyste selskab: Dinocyste selskabet er domineret af *Apteodinium australiense*, *Cleistosphaeridium placacanthum*, *Dapsilidinium pseudocolligerum*, *Operculodinium centrocarpum*, samt *Spiniferites* spp. Af stratigrafiske vigtige arter forekommer *Cordosphaeridium cantharellus* og *Tuberculodinium vancampoae*.

Dinocyste zone: *Sumatradinium hamulatum* Zone.

Alder: Tidlig Burdigalien, Tidlig Miocæn.

Litostratigrafi: Klintinghoved Formation.

Sekvensstratigrafi: Sekvens C.

112–113 m:

Dinocyste selskab: Dinocyste selskabet er domineret af *Apteodinium australiense*, *Cleistosphaeridium placacanthum*, *Dapsilidinium pseudocolligerum*, *Operculodinium centrocarpum*, samt *Spiniferites* spp. Af stratigrafiske vigtige arter forekommer *Apteodinium tectatum*, *Cordosphaeridium cantharellus*, samt et tvivlsomt eksemplar af *Sumatradinium hamulatum*.

Dinocyste zone: *Sumatradinium hamulatum* Zone.

Alder: Tidlig Burdigalien, Tidlig Miocæn.

Litostratigrafi: Klintinghoved Formation.

Sekvensstratigrafi: Sekvens C.

67–68 m:

Dinocyste selskab: Dinocyste selskabet er domineret af *Apteodinium australiense*, *Cleistosphaeridium placacanthum*, *Hystrichokolpoma rigaudiae*, *Operculodinium centrocarpum*, samt *Spiniferites* spp. Af stratigrafiske vigtige arter forekommer *Cordosphaeridium cantharellus*, *Hystrichokolpoma cinctum*, *Hystrichosphaeropsis obscura*, *Thalassiphora rota*, *Tuberculodinium vancampoae*, samt et tvivlsomt eksemplar af *Sumatradinium hamulatum*.

Dinocyste zone: *Sumatradinium hamulatum* Zone.

Alder: Tidlig Burdigalien, Tidlig Miocæn.

Litostratigrafi: Klintinghoved Formation.

Sekvensstratigrafi: Sekvens C.

19–20 m:

Dinocyste selskab: Dinocyste selskabet er domineret af *Cleistosphaeridium placacanthum*, *Dapsilidinium pseudocolligerum*, samt *Spiniferites* spp. Af stratigrafiske vigtige arter forekommer *Cordosphaeridium cantharellum*, *Exochosphaeridium insigne*, samt et tvivlsomt eksemplar af *Sumatradinium hamulatum*. *Apteodinium tectatum*, *Polysphaeridium zoharyi* og *Heterogonyaulax campanula* forekommer almindeligt i prøven.

Dinocyste zone: *Cordosphaeridium cantharellum* Zone.

Alder: Burdigalien, Tidlig Miocæn.

Litostratigrafi: Arnum eller Odderup Formation.

Sekvensstratigrafi: Sekvens.

Konklusion

Dinocyste selskabet i de analyserede prøver indikerer at intervallet fra 114 m til 67 m litostratigrafisk skal henføres til Klintinghoved Formationen, mens prøven fra 19–20 m repræsenterer Arnum eller Odderup Formationen. Sekvensstratigrafisk tilhører det nedre interval Sekvens C, mens den øverste prøve repræsenterer lag tilhørende Sekvens D.

Ulfborg Plantage (DGU nr. 73.971)

Analyserede prøver (dybde i meter under terræn):

11–12 m

12–13 m

268–269 m

269–270 m

269–270 m:

Dinocyste selskab: Dinocyste selskabet er domineret af *Homotryblium plectilum* og *Spiniferites* spp. Af stratigrafiske vigtige arter forekommer *Chiropteridium galea* og *Cordosphaeridium cantharellus*.

Dinocyste zone: *Chiropteridium galea* Zone.

Alder: Tidlig Aquitanien, Tidlig Miocæn.

Litostratigrafi: Vejle Fjord Formation.

Sekvensstratigrafi: Sekvens B.

268–269 m:

Dinocyste selskab: Dinocyste selskabet er domineret af *Homotryblium plectilum* og *Spiniferites* spp. Af stratigrafiske vigtige arter forekommer *Caligodinium amiculum*, *Chiropteridium galea* og *Cordosphaeridium cantharellus*.

Dinocyste zone: *Chiropteridium galea* Zone.

Alder: Tidlig Aquitanien, Tidlig Miocæn.

Litostratigrafi: Vejle Fjord Formation.

Sekvensstratigrafi: Sekvens B.

12–13 m:

Dinocyste selskab: Dinocyste selskabet er domineret af *Hystrichokolpoma rigaudiae*, *Lingulodinium machaerophorum*, *Operculodinium centrocarpum* og *Spiniferites* spp. Af stratigrafiske vigtige arter forekommer *Achomosphaera andalusiense*, *Gramocysta verricula*, *Labyrinthodinium truncatum*, og *Palaeocystodinium powellense*.

Dinocyste zone: *Gramocysta verricula* Zone eller *Amiculosphaera umbracula* Zone.

Alder: Serravallien til Tortonien, Mellem til Sen Miocæn.

Litostratigrafi: Gram Formation.

Sekvensstratigrafi: Sekvens E eller F.

11–12 m:

Dinocyste selskab: Dinocyste selskabet er domineret af *Hystrichokolpoma rigaudiae*, *Lingulodinium machaerophorum*, *Operculodinium centrocarpum* og *Spiniferites* spp. Af stratigrafiske vigtige arter forekommer *Achomosphaera andalusiense*, *Gramocysta verricula*, *Labyrinthodinium truncatum*, samt *Palaeocystodinium powellense*.

Dinocyste zone: *Gramocysta verricula* Zone eller *Amiculosphaera umbraculæ* Zone.

Alder: Serravallien til Tortonien, Mellem til Sen Miocæn.

Litostratigrafi: Gram Formation.

Sekvensstratigrafi: Sekvens E eller F.

Konklusion

Dinocyste selskabet i de analyserede prøver indikerer at intervallet fra 270 m til 268 m litostratigrafisk skal henføres til Vejle Fjord Formationen, mens prøverne fra 13–11 m repræsenterer Gram Formationen. Sekvensstratigrafisk tilhører det nedre interval Sekvens B, mens de to øverste prøver repræsenterer lag tilhørende hhv. Sekvens E og F.

Lemvig, Overbyvej (DGU nr. 53.679)

Analyserede prøver (dybde i meter under terræn):

87–88 m

88–89 m

242–243 m

243–244 m

243–244 m:

Dinocyste selskab: Dinocyste selskabet er domineret af *Homotryblium plectilum* og *Spiniferites* spp. Af stratigrafiske vigtige arter forekommer *Chiropteridium galea* og *Cordosphaeridium cantharellum*.

Dinocyste zone: *Chiropteridium galea* Zone.

Alder: Tidlig Aquitanien, Tidlig Miocæn.

Litostratigrafi: Vejle Fjord Formation.

Sekvensstratigrafi: Sekvens B.

242–243 m:

Dinocyste selskab: Dinocyste selskabet er domineret af *Homotryblium plectilum* og *Spiniferites* spp. Af stratigrafiske vigtige arter forekommer *Caligodinium amiculum* og *Chiropteridium galea*.

Dinocyste zone: *Chiropteridium galea* Zone.

Alder: Tidlig Aquitanien, Tidlig Miocæn.

Litostratigrafi: Vejle Fjord Formation.

Sekvensstratigrafi: Sekvens B.

88–89 m:

Dinocyste selskab: Dinocyste selskabet er domineret af *Cleistosphaeridium placacanthum*, *Dapsilidinium pseudocolligerum*, *Hystrichokolpoma rigaudiae*, samt *Spiniferites* spp. Af stratigrafiske vigtige arter forekommer *Cordosphaeridium cantharellum* og *Sumatradinium hamulatum*.

Dinocyste zone: *Sumatradinium hamulatum* Zone.

Alder: Burdigalien, Tidlig Miocæn.

Litostratigrafi: Klintinghoved Formation.

Sekvensstratigrafi: Sekvens C.

87–88 m:

Dinocyste selskab: Dinocyste selskabet er domineret af *Apteodinium australiense*, *Dapsilidinium pseudocolligerum*, *Hystrichokolpoma rigaudiae*, samt *Spiniferites* spp. Af stratigrafiske vigtige arter forekommer *Cordosphaeridium cantharellum* og *Sumatradinium hamulatum*.

Dinocyste zone: *Sumatradinium hamulatum* Zone.

Alder: Burdigalien, Tidlig Miocæn.

Litostratigrafi: Klintinghoved Formation.

Sekvensstratigrafi: Sekvens C.

Konklusion

Dinocyste selskabet i de analyserede prøver indikerer at intervallet fra 244 m til 242 m litostratigrafisk skal henføres til Vejle Fjord Formationen, mens prøverne fra 89–87 m repræsenterer Klintinghoved Formationen. Sekvensstratigrafisk tilhører det nedre interval Sekvens B, mens det øverste interval tilhører Sekvens C.

Miljøcenter Ribe

Vonsild (DGU nr. 134.1477)

Analyserede prøver (dybde i meter under terræn):

52–53 m
56–57 m
73–74 m
75–76 m
79–80 m
82–83 m
83–84 m
90–91 m
96–97 m
100–101 m

100–101 m:

Dinocyste selskab: Dinocyste selskabet er domineret af *Dapsilidinium pseudocolligerum*, *Homotryblium tenuispinosum* og *Spiniferites* spp. Af stratigrafiske vigtige arter forekommer *Membranilarnacia* cf. *picena* Group og *Thalassiphora pelagica*.

Dinocyste zone: *Homotryblium* spp. Zone.

Alder: Tidlig Aquitanien, Tidlig Miocæn.

Litostratigrafi: Vejle Fjord Formation.

Sekvensstratigrafi: Sekvens B.

96–97 m:

Dinocyste selskab: Indholdet af *in situ* dinocyster er meget sporadisk, men er domineret af *Dapsilidinium pseudocolligerum*, *Spiniferites* spp og *Cleistosphaeridium placacanthum*. *Homotryblium tenuispinosum* er almindeligt forekommende, mens et enkelt eksemplar af *Membranilarnacia* cf. *picena* Group har stratigrafisk betydning. Der er desuden en del omljrede Paleocæne og Eocæne dinocyster og en del ferskvandsalger i prøverne.

Dinocyste zone: *Homotryblium* spp. Zone.

Alder: Tidlig Aquitanien, Tidlig Miocæn.

Litostratigrafi: Hvidbjerg Member.

Sekvensstratigrafi: Nedre del af Sekvens B. Det høje indhold af ferskvandsalger og omljrede dinocyster kan tolkes som værende et resultat af et fald i havniveauet i forhold til det aflejringmiljø, der var herskende under aflejringen af sedimentet i den underliggende prøve.

90–91 m:

Dinocyste selskab: Dinocyste selskabet er domineret af *Operculodinium centrocarpum*, *Spiniferites* spp og *Cleistosphaeridium placacanthum*. Den almindelig forekomst af *Cordosphaeridium cantharellus* samt forekomsten af *Apteodinium tectatum*, *Hystrichokolpoma cinctum* og *Tuberculodinium vancampoae* har stratigrafisk betydning. Forekomsten af *Thalassiphora pelagica* i intervallet over (op til 80 m) er ligeledes af stratigrafisk betydning. Der er desuden en del omlejrede Paleocæne og Eocæne dinocyster og en del ferskvandsalger i prøverne.

Dinocyste zone: *Thalassiphora pelagica* Zone.

Alder: Sen Aquitanien til tidlig Burdigalien, Tidlig Miocæn.

Litostratigrafi: Klintinghoved Formation.

Sekvensstratigrafi: Nedre del af Sekvens C.

83–84 m:

Dinocyste selskab: Dinocyste selskabet er domineret af *Operculodinium centrocarpum*, *Spiniferites* spp og *Cleistosphaeridium placacanthum*. Forekomsten af *Thalassiphora pelagica* i intervallet over er af stratigrafisk betydning. Der er markant flere *in situ* dinocyster og færre ferskvandsalger og omlejrede dinocyster i denne prøve, sammenlignet med de to foregående prøver (97 og 91 m).

Dinocyste zone: *Thalassiphora pelagica* Zone.

Alder: Sen Aquitanien til tidlig Burdigalien, Tidlig Miocæn.

Litostratigrafi: Klintinghoved Formation.

Sekvensstratigrafi: Nedre del af Sekvens C.

82–83 m:

Dinocyste selskab: Dinocyste selskabet er domineret af *Operculodinium centrocarpum*, *Spiniferites* spp. og *Cleistosphaeridium placacanthum*. Forekomsten af *Thalassiphora pelagica* i prøven over (80 m) er af stratigrafisk betydning.

Dinocyste zone: *Thalassiphora pelagica* Zone.

Alder: Sen Aquitanien til tidlig Burdigalien, Tidlig Miocæn.

Litostratigrafi: Klintinghoved Formation.

Sekvensstratigrafi: Sekvens C.

79–80 m:

Dinocyste selskab: Dinocyste selskabet er domineret af *Operculodinium centrocarpum*, *Spiniferites* spp. og *Cleistosphaeridium placacanthum*. Den almindelig forekomst af *Cordosphaeridium cantharellus* samt forekomsten af *Thalassiphora pelagica* er af stratigrafisk betydning.

Dinocyste zone: *Thalassiphora pelagica* Zone.

Alder: Sen Aquitanien til tidlig Burdigalien, Tidlig Miocæn.

Litostratigrafi: Klintinghoved Formation.

Sekvensstratigrafi: Sekvens C.

73–74 m:

Dinocyste selskab: Dinocyste selskabet er domineret af *Apteodinium tectatum*, *Operculodinium centrocarpum*, *Spiniferites* spp og *Cleistosphaeridium placacanthum*. Den almindelig forekomst af *Exochosphaeridium insigne* samt forekomsterne af *Cordosphaeridium cantharellus* og *Sumatradinium hamulatum* er af stratigrafisk betydning.

Dinocyste zone: *Cordosphaeridium cantharellus* Zone.

Alder: Tidlig Burdigalien, Tidlig Miocæn.

Litostratigrafi: Klintinghoved Formation, tidsækvivalent med Bastrup Formation.

Sekvensstratigrafi: Øvre del af Sekvens C.

56–57 m:

Dinocyste selskab: Indholdet af *in situ* dinocyster er meget sporadisk, men er domineret af *Apteodinium australiense*, *Operculodinium centrocarpum*, *Spiniferites* spp. og *Cleistosphaeridium placacanthum*. Den stratigrafiske indplacering af prøven er baseret på resultaterne fra den underliggende prøve, samt på det generelle dinocyste selskab i prøven her, da der er ikke fundet nogen dinocyster, der kan indsnævre den stratigrafiske indplacering yderligere. Der er heller ikke fundet nogen omløjrede dinocyster, mens ferskvandsalger er almindeligt forekommende.

Dinocyste zone: ?*Cordosphaeridium cantharellus* Zone.

Alder: ?Tidlig Burdigalien, Tidlig Miocæn.

Litostratigrafi: ?Bastrup Formation.

Sekvensstratigrafi: ?Nedre del af Sekvens D.

52–53 m:

Dinocyste selskab: Indholdet af dinocyster er meget sporadisk, men også af meget blandet oprindelse. Både Paleocæne/Eocæne, Oligocæne og Nedre Miocæne dinocyster er fundet. Der er også en del ferskvandsalger i prøven.

Alder: Kvartær.

Konklusion

Dinocyste selskabet i de analyserede prøver indikerer at de to nederste prøver, repræsenterende intervallet fra 101 m til 96 m, litostratigrafisk skal henføres til Vejle Fjord Formationen, sidstnævnte til Hvidbjerg Member. Prøverne i intervallet fra 91 m til 73 m repræsenterer Klintinghoved Formationen, mens prøven fra 57–56 m formodes at repræsenterer Bastrup Formationen. Den øverste prøve fra 53–52 m tolkes pga. det meget sparsomme, men også stratigrafisk meget rodede dinocyste-selskab, at repræsenterer kvartære aflejringer. Sekvensstratigrafisk tilhører den nederste del af det undersøgte interval (101-96 m) Sekvens B, mens prøverne fra 91 m til 56 m repræsenterer lag tilhørende Sekvens C og nedre del af Sekvens D.

Vester Sottrup (DGU nr. 169.799)

Analyserede prøver (dybde i meter under terræn):

59–60 m

69–70 m

107–108 m

124–125 m

124–125 m:

Dinocyste selskab: Dinocyste selskabet er domineret af *Apteodinium australiense*, *A. spiridoides*, *A. tectatum*, *Cleistosphaeridium placacanthum*, *Hystrichokolpoma rigaudiae*, *Operculodinium centrocarpum* og *Spiniferites* spp. Forekomsten af *Cordosphaeridium cantharellus* i denne prøve, samt i prøven fra 60 m er af stratigrafisk betydning.

Dinocyste zone: *Thalassiphora pelagica*, *Sumatradinium hamulatum* eller *Cordosphaeridium cantharellus* Zone.

Alder: Tidlig Burdigalien, Tidlig Miocæn.

Litostratigrafi: Klintinghoved Formation.

Sekvensstratigrafi: Sekvens C.

107–108 m:

Dinocyste selskab: Indholdet af dinocyster er sporadisk, mens prøven er domineret af ferskvandsalger (især *Pseudokomewuia* aff. *granulata*), samt non-saccate og bisaccate pollen. Dinocyste selskabet er domineret af *Apteodinium* cf. *australiense*, *Lingulodinium multivirgatum*, *Operculodinium centrocarpum* og *Spiniferites* spp. Forekomsten af *Cordosphaeridium cantharellus* i prøven fra 60 m er stratigrafisk vigtig.

Dinocyste zone: *Thalassiphora pelagica*, *Sumatradinium hamulatum* eller *Cordosphaeridium cantharellus* Zone.

Alder: Tidlig Burdigalien, Tidlig Miocæn.

Litostratigrafi: Bastrup Formation.

Sekvensstratigrafi: Sekvens C.

69–70 m:

Dinocyste selskab: Dinocyste selskabet er domineret af *Hystrichokolpoma rigaudiae*, *Operculodinium centrocarpum* og *Spiniferites* spp. Forekomsten af *Cordosphaeridium cantharellus* i prøven over (ved 60 m) er af stratigrafisk betydning.

Dinocyste zone: *Sumatradinium hamulatum* eller *Cordosphaeridium cantharellus* Zone.

Alder: Tidlig Burdigalien, Tidlig Miocæn.

Litostratigrafi: Klintinghoved Formation.

Sekvensstratigrafi: Sekvens C.

59–60 m:

Dinocyste selskab: Indholdet af dinocyster er meget sporadisk, mens prøven er domineret af terrestrisk materiale som ved, kutikula, non-saccate og bisaccate pollen. Dinocyste-selskabet er domineret af *Spiniferites* spp., mens forekomsten af *Cordosphaeridium cantharellus* er stratigrafisk vigtig.

Dinocyste zone: *Sumatradinium hamulatum* eller *Cordosphaeridium cantharellus* Zone.

Alder: Tidlig Burdigalien, Tidlig Miocæn.

Litostratigrafi: Bastrup Formation.

Sekvensstratigrafi: Sekvens C.

Konklusion

Det generelle dinocyste selskab i prøverne, den meget sporadiske forekomst af *Homotryblium*, samt forekomsten af *Cordosphaeridium cantharellus* i prøven fra 59–60 m indikerer at det undersøgte interval skal henføres til Klintinghoved og Bastrup Formationerne. Sekvensstratigrafisk tilhører det undersøgte interval formodentligt Sekvens C. Ved sammenligning med den nærliggende Høruphav boring, kan det konstateres at der er en væsentlig forskydning i lagserierne imellem de to borer. I Høruphav boringen forekommer toppen af *Homotryblium* spp. Zone omkring 64 m (Dybkjær *et al.* 1999), mens den her undersøgte boring ved Vester Sottrup i en dybde af 125 m endnu ikke er nået ned til dette niveau. Der er altså en forskydning på minimum 60 m.

Varde Søndre Plantage (DGU nr. 121.1416)

Analyserede prøver (dybde i meter under terræn):

110–111 m

111–112 m

111–112 m:

Dinocyste selskab: Dinocyste selskabet er domineret af *Achomosphaera andalousiense*, *Gramocysta verricula*, *Homotryblium tenuispinosum*, *Lingulodinium machaerophorum*, *Operculodinium centrocarpum* og *Spiniferites* spp. Af stratigrafiske vigtige arter forekommer *Hystrichosphaeropsis obscura* samt *Labyrinthodinium truncatum*.

Dinocyste zone: Nedre del af *Hystrichosphaeropsis obscura* Zone.

Alder: Sen Tortonien, Sen Miocæn.

Litostratigrafi: Øvre del af Gram Formationen.

Sekvensstratigrafi: Sekvens F.

110–111 m:

Dinocyste selskab: Dinocyste selskabet er domineret af *Achomosphaera andalousiense*, *Lingulodinium machaerophorum*, *Operculodinium centrocarpum* og *Spiniferites* spp. Af stratigrafiske vigtige arter forekommer *Hystrichosphaeropsis obscura* samt *Labyrinthodinium truncatum*.

Dinocyste zone: Øvre del af *Hystrichosphaeropsis obscura* Zone.

Alder: Sen Tortonien, Sen Miocæn.

Litostratigrafi: Øvre del af Gram Formationen.

Sekvensstratigrafi: Sekvens F.

Konklusion

Dinocyste selskabet i de analyserede prøver indikerer at intervallet fra 112 m til 110 m litostratigrafisk skal henføres til Gram Formationen. Sekvensstratigrafisk tilhører intervallet Sekvens F.

Haderslev Vesterskov (DGU nr. 143.432)

Analyserede prøver (dybde i meter under terræn):

88–89 m

89–90 m

114–115 m

120–120,5 m

120–120,5 m:

Dinocyste selskab: Dinocyste selskabet er domineret af *Apteodinium australiense*, *Homotryblium plectilum*, *Operculodinium centrocarpum*, samt *Spiniferites* spp. Af stratigrafiske vigtige arter forekommer *Cordosphaeridium cantharellus*.

Dinocyste zone: *Homotryblium* spp. Zone.

Alder: Tidlig Aquitanien, Tidlig Miocæn.

Litostratigrafi: Vejle Fjord Formation.

Sekvensstratigrafi: Sekvens B.

114–115 m:

Dinocyste selskab: Dinocyste selskabet er domineret af *Homotryblium tenuispinosum*, *Polysphaeridium zoharyi*, samt *Spiniferites* spp. Af stratigrafiske vigtige arter forekommer *Caligodinium amiculum*, *Thalassiphora pelagica* samt *Cordosphaeridium cantharellus*.

Dinocyste zone: *Homotryblium* spp. Zone.

Alder: Tidlig Aquitanien, Tidlig Miocæn.

Litostratigrafi: Vejle Fjord Formation.

Sekvensstratigrafi: Sekvens B.

89–90 m:

Dinocyste selskab: Indholdet af dinocyster er sporadisk, mens prøven er domineret af ferskvandsalger (*Botryococcus*, *Pseudokomewuia* aff. *granulata* og *Mougeotia*), samt non-saccate og bisaccate pollen. Dinocyste-selskabet er domineret af *Apteodinium australiense*, *A. tectatum*, *Hystrichokolpoma rigaudiae* samt *Operculodinium centrocarpum*. Forekomsten af *Cordosphaeridium cantharellus* i prøven over (ved 88-89 m) er stratigrafisk vigtig.

Dinocyste zone: *Thalassiphora pelagica*, *Sumatradinium hamulatum* eller *Cordosphaeridium cantharellus* Zone.

Alder: Tidlig Burdigalien, Tidlig Miocæn.

Litostratigrafi: Klintinghoved Formation.

Sekvensstratigrafi: Sekvens C.

88–89 m:

Dinocyste selskab: Indholdet af dinocyster er sporadisk, mens prøven er domineret af ferskvandsalger (*Botryococcus*, *Pseudokomewuia* aff. *granulata* og *Mougeotia*), samt non-saccate og bisaccate pollen. Dinocyste-selskabet er domineret af *Apteodinium australiense*, *Hystrichokolpoma rigaudiae*, *Operculodinium centrocarpum*, samt *Spiniferites* spp. Forekomsten af *Cordosphaeridium cantharellus* er stratigrafisk vigtig.

Dinocyste zone: *Thalassiphora pelagica*, *Sumatradinium hamulatum* eller *Cordosphaeridium cantharellus* Zone.

Alder: Tidlig Burdigalien, Tidlig Miocæn.

Litostratigrafi: Klintinghoved Formation.

Sekvensstratigrafi: Sekvens C.

Konklusion

Dinocyste selskabet i de analyserede prøver indikerer at intervallet fra 120,5–114 m litostratigrafisk skal henføres til Vejle Fjord Formation, mens intervallet fra 90–88 m tilhører Klintinghoved Formation. Sekvensstratigrafisk tilhører det nedre interval Sekvens B, mens det øverste interval tilhører Sekvens C.

Miljøcenter Århus

Skanderborg (DGU nr. 88.1485)

Analyserede prøver (dybde i meter under terræn):

18–19 m

29–30 m

34–35 m

36–37 m

36–37 m:

Dinocyste selskab: Dinocyste selskabet er domineret af *Apteodinium australiense*, *Deflandrea phosphoritica* og *Spiniferites* spp. Af stratigrafiske vigtige arter forekommer *Caligodinium amiculum* og *Thalassiphora pelagica*. Desuden er dominansen af *D. phosphoritica* i prøven af stor stratigrafisk betydning.

Dinocyste zone: *Deflandrea phosphoritica* Zone.

Alder: Sen Chattian, Sen Oligocæn.

Litostratigrafi: Brejning Formation.

Sekvensstratigrafi: Sekvens A.

34–35 m:

Dinocyste selskab: Dinocyste selskabet er domineret af *Deflandrea phosphoritica* og *Spiniferites* spp. Der blev ikke fundet andre stratigrafisk vigtige arter, men dominansen af *D. phosphoritica* i prøven er af stor stratigrafisk betydning.

Dinocyste zone: *Deflandrea phosphoritica* Zone.

Alder: Sen Chattian, Sen Oligocæn.

Litostratigrafi: Brejning Formation.

Sekvensstratigrafi: Sekvens A.

29–30 m:

Dinocyste selskab: Dinocyste selskabet er domineret af *Deflandrea phosphoritica* og *Spiniferites* spp. Der blev ikke fundet andre stratigrafisk vigtige arter, men dominansen af *D. phosphoritica* i prøven er af stor stratigrafisk betydning.

Dinocyste zone: *Deflandrea phosphoritica* Zone.

Alder: Sen Chattian, Sen Oligocæn.

Litostratigrafi: Brejning Formation.

Sekvensstratigrafi: Sekvens A.

18–19 m:

Dinocyste selskab: Dinocyste selskabet er domineret af *Deflandrea phosphoritica*, *Homotryblum plectilum*, *Hystrichokolpoma rigaudiae*, samt *Spiniferites* spp. Af stratigrafiske vigtige arter forekommer *Thalassiphora pelagica*. Desuden er dominansen af *D. phosphoritica* i prøven af stor stratigrafisk betydning.

Dinocyste zone: *Deflandrea phosphoritica* Zone.

Alder: Sen Chattian, Sen Oligocæn.

Litostratigrafi: Brejning Formation.

Sekvensstratigrafi: Sekvens A.

Konklusion

Dinocyste selskabet i de analyserede prøver indikerer at hele intervallet fra 37 m til 18 m litostratigrafisk skal henføres til Brejning Formation. Sekvensstratigrafisk tilhører intervallet Sekvens A.

Addit Grusgravsboring (DGU nr. 97.1000)

Analyserede prøver (dybde i meter under terræn):

39–40 m

60–61 m

92–93 m

94–95 m

94–95 m:

Dinocyste selskab: Dinocyste selskabet er domineret af *Dapsilidinium pseudocolligerum*, *Deflandrea phosphoritica*, *Lingulodinium machaerophorum*, *Operculodinium centrocarpum*, *Cleistosphaeridium placacanthum* og *Spiniferites* spp. Af stratigrafiske vigtige arter forekommer *Chiropteridium galea*, og *Membranilarnacia* cf. *picena* Group. Desuden er dominansen af *D. phosphoritica* i prøven af stor stratigrafisk betydning.

Dinocyste zone: *Deflandrea phosphoritica* Zone.

Alder: Sen Chattian, Sen Oligocæn.

Litostratigrafi: Brejning Formation.

Sekvensstratigrafi: Sekvens A.

92–93 m:

Dinocyste selskab: Dinocyste selskabet er domineret af *Deflandrea phosphoritica*, *Homotryblium plectilum*, *Lingulodinium machaerophorum* og *Spiniferites* spp. Af stratigrafiske vigtige arter forekommer *Chiropteridium galea* og *Thalassiphora pelagica*. Desuden er dominansen af *D. phosphoritica* af stor stratigrafisk betydning.

Dinocyste zone: *Deflandrea phosphoritica* Zone.

Alder: Sen Chattien, Sen Oligocæn.

Litostratigrafi: Brejning Formation.

Sekvensstratigrafi: Sekvens A.

60–61 m:

Dinocyste selskab: Dinocyste selskabet er domineret af *Homotryblium plectilum*, *H.? additense* og *Spiniferites* spp. Af stratigrafiske vigtige arter forekommer *Chiropteridium galea*, *Membranilarnacia* cf. *picena* Group, samt *Thalassiphora pelagica*. Desuden er dominansen af *Homotryblium plectilum* og *H.? additense* af stor stratigrafisk betydning.

Dinocyste zone: *Chiropteridium galea* Zone.

Alder: Tidlig Aquitanien, Tidlig Miocæn.

Litostratigrafi: Vejle Fjord Formation.

Sekvensstratigrafi: Sekvens B.

39–40 m:

Dinocyste selskab: Dinocyste selskabet er domineret af *Homotryblium plectilum* og *Spiniferites* spp. Af stratigrafiske vigtige arter forekommer *Membranilarnacia* cf. *picena* Group og *Cordosphaeridium cantharellus*. Desuden er dominansen af *Homotryblium plectilum* af stratigrafisk betydning.

Dinocyste zone: *Homotryblium* spp. Zone.

Alder: Tidlig Aquitanien, Tidlig Miocæn.

Litostratigrafi: Vejle Fjord Formation eller Billund Formation.

Sekvensstratigrafi: Sekvens B.

Konklusion

Dinocyste selskabet i de analyserede prøver indikerer at intervallet fra 95 m til 92 m litostratigrafisk skal henføres til Brejning Formation, mens intervallet fra 61 m til 39 m skal henføres til Vejle Fjord Formation eller Billund Formation. Sekvensstratigrafisk tilhører det nederste interval Sekvens A, mens det øverste interval tilhører Sekvens B.

Konklusion

Overordnet må det konkluderes at projektet har været meget vellykket. Næsten alle indsendte prøver har kunnet indplaceres i en dinocyste zone og den overordnede (lito- og sekvens-) stratigrafi af den miocæne lagserie i de ti borer har kunnet fastlægges.

Chancen for succes med denne "finmaskede stratigrafi" afhænger naturligvis af at de/den person(er) der udtager prøverne kan skelne den øverste oligocæne – miocæne lagserie fra de under- og overliggende lag. De her undersøgte prøver har alle (måske på nær en enkelt) vist sig at være af Sen Oligocæn - Miocæn alder. Den ene prøve, der her er vurderet til at være Kvartær (Vonsild, 53 m), indeholder formodentligt en del omlejret Miocæn og i sådanne tilfælde er det særdeles vanskeligt, for ikke at sige umuligt, at se forskel litologisk.

Metoden har sin begrænsning, idet den ikke giver mulighed for inddeling af lagserie stratigrafisk, men kun fortæller hvor top og bund af lagserien hører til. En stratigrafisk opdeling af lagserien vil dog i mange tilfælde kunne baseres på data fra nærliggende borer.

Analysen af de 4 prøver fra boringen ved Vester Sottrup afslørede en forskydning i lagene på minimum 60 m mellem Vester Sottrup boringen og den nærliggende, tidligere analyserede Høruphav-boring. Distancen mellem disse to borerlokalteter er på 20 km. Disse resultater understreger brugbarheden af metoden og vigtigheden af et finmasket netværk af stratigrafisk information.

Referencer

Dybkjær, K. & Piasecki, S., 2008. A new Neogene biostratigraphy for Denmark. Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin 15, 29–32.

Dybkjær, K. & Piasecki, S., 2009. Neogene dinocyst zonation in the eastern North Sea Basin, Denmark. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelser Rapport 2009/30, dette volume.

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. et al. in prep., Lithostratigraphy of the upper Oligocene – Miocene succession in Denmark. Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin.

Figurer

Figur 1: Lokalisering af de analyserede borer.

Figur 2: Litostratigrafisk skema for den miocæne lagpakke i Jylland, efter Rasmussen et al., (in prep.).

Figur 3: Korrelation mellem dinocyst zonerings (Dybkjær & Piasecki 2009, dette volume) og den del af den øvre oligocæne til miocæne lagserie, der er tilstede i hver af de analyserede borer.

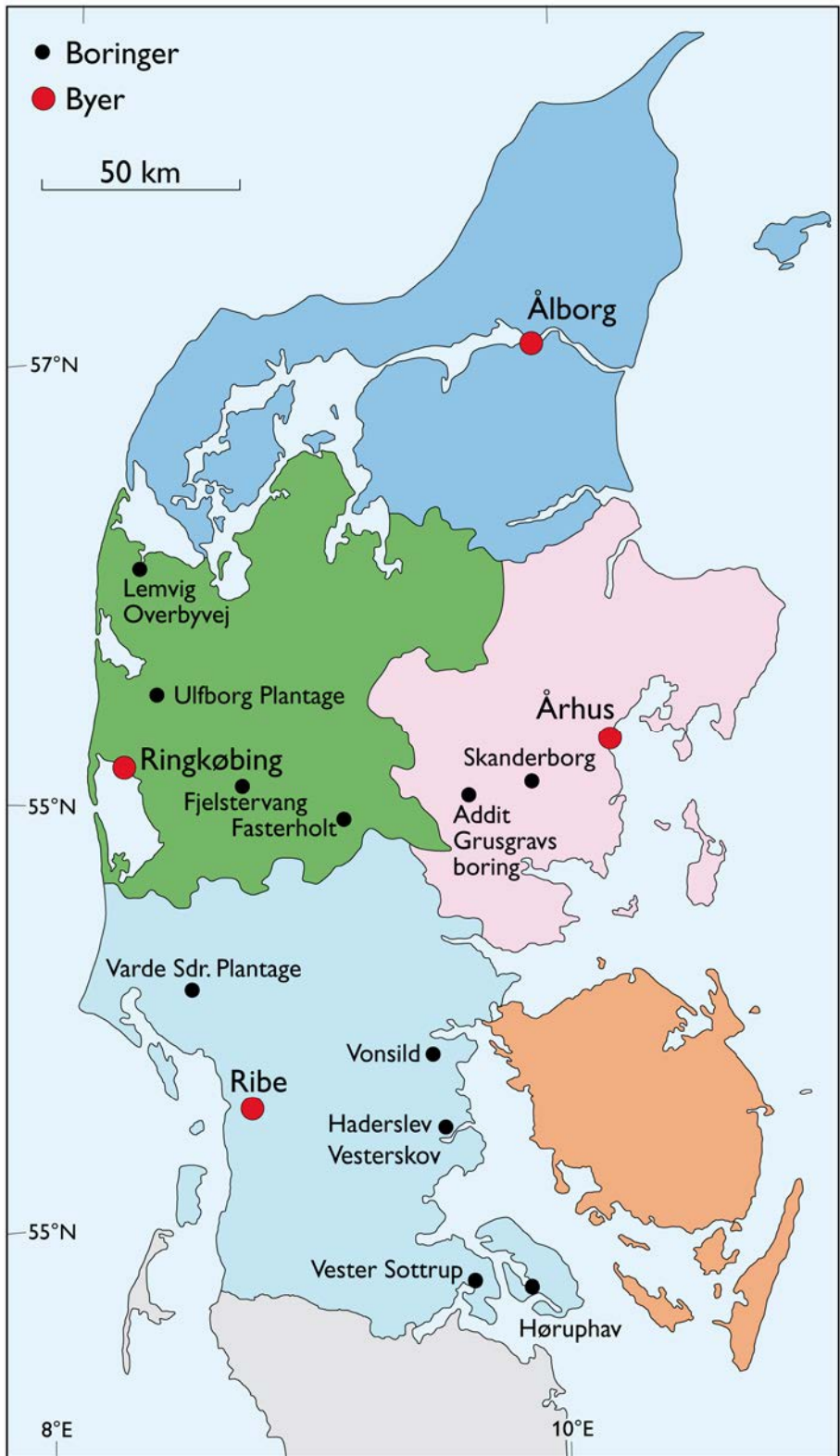


Fig.1

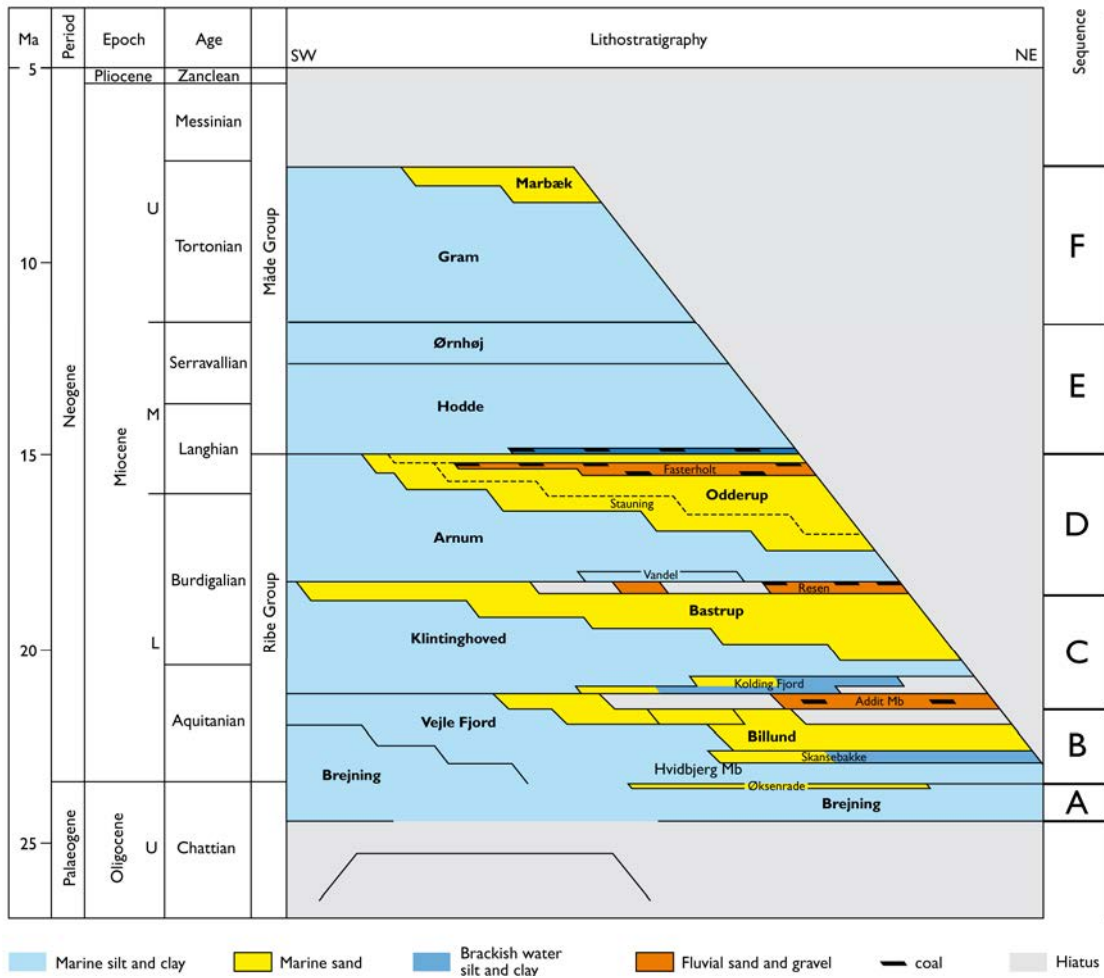


Fig.2

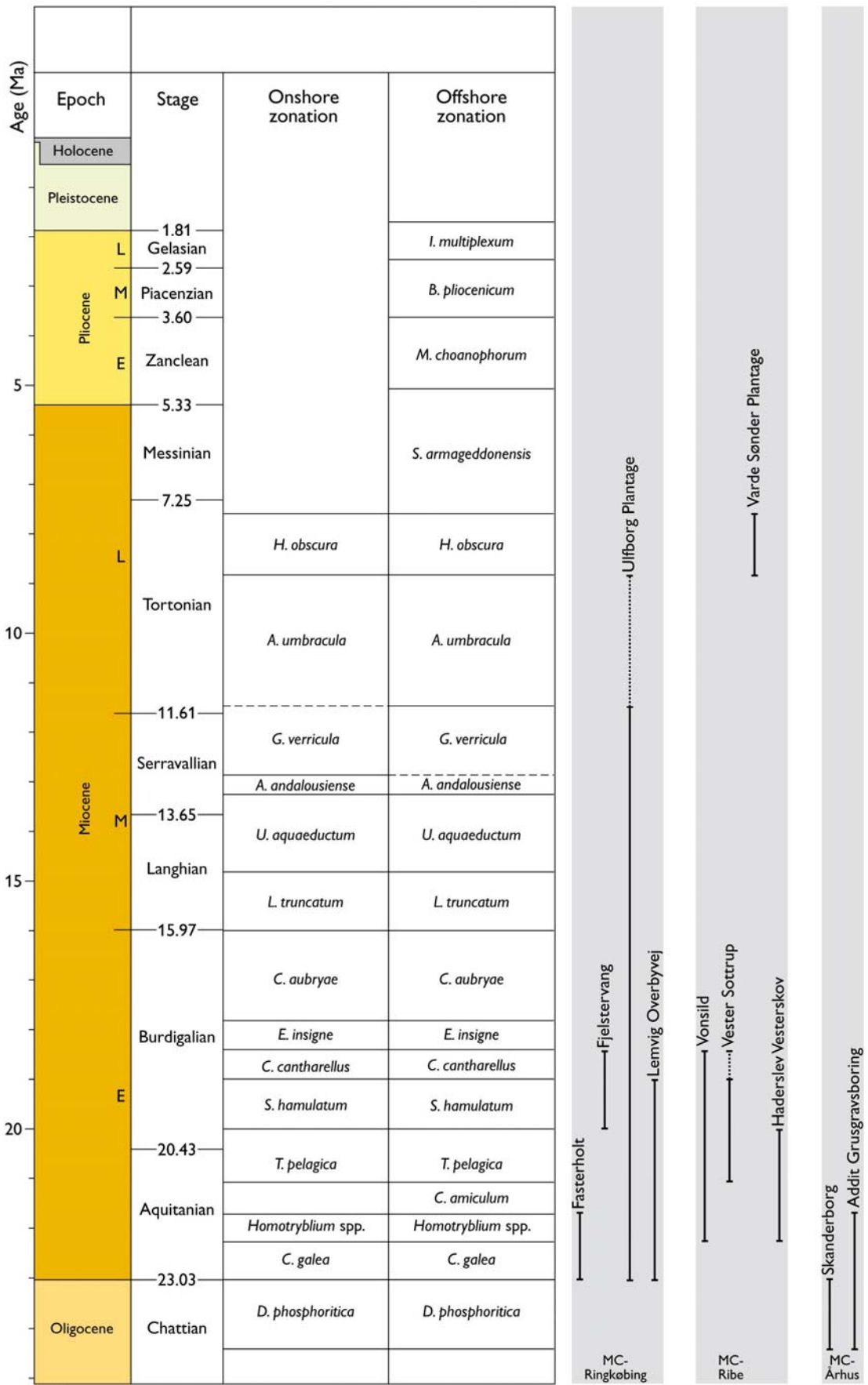


Fig. 3