

Korrelation af miocæne grundvandsmagasiner i Vejle Amt med speciel fokus på Give – Brædstrup området

Erik Skovbjerg Rasmussen

Revised edition

Korrelation af miocæne grundvandsmagasiner i Vejle Amt med speciel fokus på Give – Brædstrup området

Erik Skovbjerg Rasmussen

Revised edition

Indhold

Sammenfatning	3
Indledning	4
Geologisk ramme	5
Litostratigrafi	7
Vejle Fjord Ler	7
Vejle Fjord Sand	7
Hvidbjerg sand	8
Billund sand	8
Ribe Formationen	8
Kolding Fjord sand og ler.....	8
Arnum Formationen	8
Bastrup sand.....	9
Stauning sand.....	9
Odderup Formationen	9
Fasterholt led	9
Hodde Formationen	9
Gram Formationen.....	9
Gram sand.	10
Boringskorrelationer	11
Fordelingen af grundvandsmagasiner i Jylland	13
Dæklag	15
Konklusion	16
Referencer	17
Figurliste	18

Sammenfatning

Nærværende rapport udgør en geologisk tolkning af den miocæne lagserie i Give – Brædstrup området. Studiet er baseret på 10 stratigrafiske borer, 8 vandforsyningsboringer, 4 olieefterforskningsboringer, borer udført i forbindelse med anlægget af Vejle Fjord broen, samt 4 daglokaliteter.

Undersøgelsen viser at de mest mægtige og veludviklede (grovkornede) grundvandsmagasiner ligger i Brande Truget. For Give-området vil det sige vest for byen, hvor Billund sandet kan være op mod 40 meter tykt mod gennemsnitligt 10 m øst for Give by. I Give området er også Bastrup sandet veludviklet og udgør et vigtigt grundvandsmagasin, der opadtil er beskyttet af den finkornede Arnum Formation. I Brædstrup-området er de vigtigste miocæne grundvandsmagasiner Bastrup sandet og Odderup Formationen. Disse magasiner ligger i dette område i kontakt med kvartære lag enten direkte ved overlejring eller i form af nedskårede kvartære dale, som for eksempel ved Tyrsting.

Indledning

Nærværende rapport udgør en geologisk tolkning af den miocæne lagserie i Give – Brædstrup området. Studiet er baseret på 10 stratigrafiske borer, 8 vandforsyningsboringer, 4 olieefterforskningsboringer, borer udført i forbindelse med anlægget af Vejle Fjord-broen samt 4 daglokaliteter. Studiet er et forsøg på at kortlægge de niveauer i den miocæne lagserie, hvor man kan finde sand og grus af en sådan beskaffenhed, at de udgør mulige grundvandsmagasiner i området, samt at korrelere disse til den regionalgeologiske model. Boringerne er udvalgt i samarbejde med Vejle Amt. På baggrund af de udvalgte borer er der konstrueret 5 geologiske profiler, benævnt V1 – V5.

Tidligere undersøgelser (Dybkjær et al. 1999; 2001) har vist at der er 3 niveauer i den miocæne lagserie, hvor man kan forvente at finde gode grundvandsmagasiner. En detaljeret kortlægning af magasinerne og deres indbyrdes sammenhæng er vigtig for fremtidig planlægning af vandforsyningen i området og af vital betydning for udnyttelsen af magasinerne, samt for at kunne beskytte grundvandet mod forurening.

Geologisk ramme

Grænsen mellem Oligocæn og Miocæn er en markant begivenhed i jordens historie. På grund af en istid blev havvand bundet i ismasser på Antarktis og formodentligt også på Arktis, men det sidste har vi ikke nogen beviser for. Som følge af at havvandet blev bundet i ismasser faldt vandstanden i verdenshavene. I Nordsøområdet kan denne overgang ses som en markant erosionsbegivenhed, hvor en del af de underliggende lag er blevet fjernet. Grænsen kan blandt andet ses som et gruslag indlejret i lerede sedimenter i kystblotningen Dykær ved Juelsminde (Rasmussen og Dybkjær 1999).

Efter istiden steg havet igen og de første miocæne sedimenter blev aflejret. I den centrale del af Nordsøen skete det på større vanddybder og under fuldt marine forhold. I det område, der udgør Danmark i dag, skete aflejringen i afsnørede bassiner på og bag Ringkøbing-Fyn Højderyggen (Fig. 1 og 2). Derfor er de nederste miocæne lag afsat i brakvand og er ret fattige på fossiler. Disse aflejringer er kendt som Vejle Fjord Formationen (Fig. 1 og 2). Havet steg dog stadigt og det resulterede i at hele det område, der i dag svarer til Sønder- og Midtjylland blev oversvømmet. Kysten var placeret langs en linie, der går fra Thy ned over Århus og formodentligt ned over Falster. På grund af en aftagen i havniveau stigningen og et efterfølgende fald, begyndte kystlinien at bygge ud i havet igen fra nordøst mod sydvest. Som et resultat af denne tidlige udbygning aflejredes et større delta kompleks samt de tilhørende oddesystemer kaldet Billund sand (Fig. 1) og Hvidbjerg sand (Fig. 2) respektivt. Under den maksimale udbygning var kystlinien rykket ned til Sønderjylland, altså en udbygning af kystlinien på ca. 200 km. Den sidste del af denne udbygning foregik under faldende havniveau og derfor er den formation, Ribe Formationen, der blev aflejret her, meget sandrig (Fig. 1).

Under en ny stigning af havniveauet, trængte havet igen ind over dele af Danmark og landet rykkede tilbage til Midtjylland. I dette hav aflejredes den nederste del af den lerrige Arnum Formation (Fig. 1 og 2). I de sydvestlige egne af landet er disse sedimenter meget rige på fossiler, der indikerer at der har været rigeligt med næringsstoffer i havet. Kystlinien begyndte igen at bygge ud og de sandrige aflejringer, som kaldes Bastrup sandet blev afsat (Fig. 1 og 2). Bastrup sandet er visse steder kraftigt nedskåret i de underliggende sedimenter (aflejret i dale), hvilket antyder at der har været et markant fald i havniveau på dette tidspunkt. I forbindelse med aflejringen af den sidste del af Bastrup sandet, er der tegn på markante jordskorpebevægelser på Det fennoskandiske Skjold og også i Nordsø Bassinet. Dette kan vi erkende ved nye bevægelser af saltstrukturer i området og ved at vi får en markant tilførsel af tungminerale og omlejrte fossiler, som der ikke tidligere har været observeret i sedimenterne. Disse bevægelser, samt en stigning i det globale havniveau, førte til at havet atter oversvømmede det meste af Danmark og dermed aflejredes den øverste del af Arnum Formationen (Fig. 1 og 2). Denne del af Arnum Formationen er ligesom den nedre del meget fossilrig, specielt i Sydvestjylland. Det relief som skabtes på Det fennoskandiske Skjold som følge af de før omtalte jordskorpebevægelser resulterede i en meget kraftig udbygning af kystlinien kendt som Odderup Formationen (Fig. 1). Denne tredje og sidste markante udbygning af kystlinien foregik under stabilt havniveau eller endda svagt stigende havniveau. Et svagt stigende havniveau samt et subtropisk klima, var ideelt for dannelsen af de brunkulaflejringer, der er så karakteristiske for Odderup Formationen (Fig. 1). De tykkeste brunkulaflejringer blev endvidere afsat i forbindelse med gamle forkastningszoner, hvilket vidner om at disse forkastningszoner var aktive i denne

periode. Der er erkendt 3 brunkulshorisonter i Midtjylland og disse er definerede som Fa-sterholt Led (Koch 1989).

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 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 ind-synkning, således at området forblev fuldt marint trods det faldende globale havniveau. Nye undersøgelser viser endda at der blev aflejret op til 400 m øvre miocæne sedimenter over Midtjylland (Japsen et al. 2002). Gram Leret er kendt for en rig flora og fauna, der må derfor have været en høj tilførsel af næringsstoffer fra land.

Litostratigrafi

De nyere undersøgelser af den øvre oligocæne – miocæne lagserie har vist at den tidligere litostratigrafiske er for simpel. Derfor vil der i nærværende undersøgelse blive benyttet en litostratigrafi for den miocæne lagserie, der er kraftig revideret (Dybkjær & Rasmussen 1999; Rasmussen et al. 2002)(Fig. 3).

Den ældste litostratigrafiske enhed er Vejle Fjord Formationen. Den nederste del af Vejle Fjord Formationen, Brejning Led, 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 aflejreres 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, som består af sandrige sedimenter 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. I forbindelse med en ny kystudbygning i den øverste del af Arnum Formationen aflejerendes finsand rig på tungminerale. Disse sandlag kaldes for Stauning sand. Over Arnum Formationen følger den sandrige Odderup Formation. Herover træffes kun lerrige sedimenter i Jylland. Disse lag er kendt som Hodde Formationen og Gram Formationen.

I det følgende vil der være en kort beskrivelse af de litologiske enheder:

Vejle Fjord Ler

Mørkebrunt, siltet ler med et højt organisk indhold. Lokalt findes der indslag af sandede lag, der enten viser rytmisk veksellejrende tynde ler- og sandlag eller centimeter tykke sandlag med en tydelig gradering og ofte med bølgeribber på toppen. Vejle Fjord leret er sort i iltet tilstand. Tykkelsen af laget kan være op til 100 m.

Aflejringsmiljø: Ofte beskyttede brakvandsbassiner bag topografiske rygge eller laguner.

Vejle Fjord Sand

Centimeter tykke, gullige, graderede, fin- til mellemkornet sandlag ofte med en skarp undergrænse. De mellemløjrende lerlag består enten af mørkebrunt siltet ler eller lysebrunt, ofte fed ler. Vejle Fjord sandet er op til 6 m tykt.

Aflejringsmiljø: barriere-slette

Hvidbjerg sand

Hvidt, fin- til mellemkornet sand. Optræder ofte i form af amalgamerede homogene sandlag. Tykkelsen af Hvidbjerg sandet kan være op til 25 m.

Aflejringsmiljø: oddekomplekser, tidevandsrender og øvre og nedre strandplan.

Billund sand

Gråt, mellem- til grovkornet sand, ofte gruset. Enkelte lerede horisonter findes. Billund sandet kan være op til 50 m (?100 m) tykt.

Aflejringsmiljø: Delta.

Ribe Formationen

Gråt, mellem- til grovkornet sand, ofte gruset. De enkelte sandkorn kan både være velaf-rundede og kantede. Enkelte lerede horisonter findes. Ribe Formationen kan være fra 50 m til 100 m tykt. I borer, hvor formationen er tykkest, er den opdelt i 2 sandlag adskilt af et ler- eller siltlag som for eksempel i Løgumkloster-1 boreren (Dybkjær et al. 1999).

Aflejringsmiljø: Delta og tilhørende strandplan med flodaflejringer på toppen.

Kolding Fjord sand og ler

Gulligt, fin- til mellemkornet sand, der veksler med mørkebrunt til brunt siltet ler. Lokalt grusede aflejringer, der er rige på fossiler. Den samlede tykkelse af Kolding Fjord sand og ler er ca. 10 m.

Aflejringsmiljø: Barriereø komplekser og tidevandsrender.

Arnum Formationen

Mørkebrunt, siltet glimmerler med enkelte indslag af laminerede finsandslag. Enkelte lag kan bestå af gråhvidt siltet finsand, med et grønligt skær (ofte lige over Bastrup sandet). Der kan forekomme glaukonyrige horisonter i enheden. Arnum Formationen er rig på fossiler. Formationen er op til 130 m tyk.

Aflejringsmiljø: Marint.

Bastrup sand

Fin- til mellemkornet, gråt sand. Grus horisonter forekommer ofte i den øverste del af Bastrup sandet. Der kan forekomme tykke lerlag i enheden. Sandet er op til 50 m tykt.

Aflejringsmiljø: Delta og tilhørende strandplan med flodaflejringer på toppen.

Stauning sand

Mørkt, finkornet sand. Sandet har et ekstremt højt indhold af tungminerale. Lagene i Stauning sandet er graderede med en skarp undergrænse og ofte med bølgeribber på toppen. Enheden er op til 20 m tyk.

Aflejringsmiljø: Marint.

Odderup Formationen

Mellem- til grovkornet, gråt sand. Bliver specielt gruset mod nordøst. Lokalt er Odderup Formationen beriget med tungminerale og optræder som næsten sort sand her. Odderup Formationen er op til 50 m tyk.

Aflejringsmiljø: Fluviale og strandplans aflejringer

Fasterholt led

Mørkebrune, organisk rige sedimenter (Brunkul). Den samlede tykkelse af enheden kan komme op på 6-8 m.

Aflejringsmiljø: Deltasump og lagune.

Hodde Formationen

Mørk, organisk-rig, siltet glimmerler. Nederst i enheden findes et gruslag. De enkelte lag i Hodde leret er laminerede. I den vestligste del af Jylland er der et højt indhold af glaukony i den øverste del af Hodde leret.

Aflejringsmiljø: Marint. Den nederste del af Formationen er formodentligt afsat i et estuarint miljø.

Gram Formationen

Mørkbrunt glimmerler. Den nederste del af formationen har et højt indhold af glaukony, der øverst er delvist omdannet til goethit og derfor fremstår i rødbrunlige nuancer. Øverst i en-

heden findes enkelte indslag af centimeter tykke, laminerede finsandslag. Gram Formationen har et højt indhold af fossiler.

Aflejringsmiljø: Marint.

Gram sand.

Gråt, glimmerholdigt finsand bestående af laminerede sandlag.

Aflejringsmiljø: Marint.

Boringskorrelationer

De følgende korrelationer er baseret på 10 stratigrafiske boringer, 8 vandforsyningsboringer, 4 olieefterskningsboringer, boringer udført i forbindelse med anlæget af Vejle Fjord broen samt 4 daglokaliteter. For at præsentere den miocæne lagserie i området, er der lavet 5 profiler benævnt V1 –V5 (Fig. 4). Alle profiler er korreleret til St. Vorslunde, da denne boring er veldateret og har en veludviklet og repræsentativ Miocæn lagserie.

Litostratigrafiske enheder er vist på figurene med det formål at øge overskueligheden af korrelationerne.

V1-profilen korrelerer boringerne: Addit, Dauding, Tyrsting, Klovborg, Vorslunde, Vandel, Vorbasse, Egtved og Bastrup (Fig. 5). Den nederste del af profilet er domineret af lerede sedimenter tilhørende Vejle Fjord Formationen. I området fra Vandel over Vorslunde til Klovborg findes et forholdsvis tykt sandlag, der tilhører Billund sandet. Dette sandlag er meget tyndt mod nord og kiler helt ud mod syd for de nævnte boringer. Nye data fra Ribe Amt, viser at der ligger et meget stort deltakompleks i Billund – Vandel området. Dette deltakompleks er begrænset til Brande Truget. Over Billund sandet følger lerede sedimenter tilhørende Arnum Formationen. Lokalt kan der være indlejret mere sandholdige sedimenter fra Kolding Fjord enheden. Herover følger en massiv udbygning af Bastrup sandet, specielt ved Vorslunde og Bastrup er dette sand veludviklet. I Egtved området er Bastrup sandet mere finkornet og noget tyndere. Over Bastrup sandet følger lerede sedimenter fra Arnum Formationen. Øverste i profilet dominerer Odderup Formationen. Odderup Formationen er op ad til i kontakt med kvartære lag. De tykkeste kvartære lag er anført i Tyrsting boringen. Her er hele den miocæne lagpakke borte-roderet.

V2-profilen korrelerer boringerne: Vorslunde, Risby-2, Risby-1, Risby-3, Jelling-1, Vejle Fjord Bro, Hvidbjerg, Pjedsted og Lillebælt (Fig. 6). Dette profil er baseret på 4 olieefterskningsboringer, hvor prøvetagningen er overfladisk, derfor er der en vis usikkerhed i tolkningen. De lerede sedimenter tilhørende Vejle Fjord Formationen dominerer nederst. Dog er der i den østlige ende af profilet en dominans af fin- til mellemkornet sand tilhørende Hvidbjerg sand. Dette sand blev aflejret i forbindelse med oddekomplekser på ryggen af strukturer på Ringkøbing-Fyn Højderyggen (Fig. 7). I den vestlige del af profilet, der dækker Brande Truget, er både de lerede sedimenter fra Vejle Fjord Formationen og de sandede sedimenter tilhørende Billund sand mægtige. De sandede sedimenterne i Brande Truget blev aflejret i forbindelse med udbygningen af et større deltakompleks og er derfor væsentligt mere grovkornet end de sedimenter, der blev afsat indover strukturer på Ringkøbing-Fyn højderyggen. Billund - og Hvidbjerg sandet overlejres af Kolding Fjord enheden. Sedimenterne her blev aflejret i laguner og barriereøkomplekser og kan stedvist have gode egenskaber som grundvandsmagasin. Denne enhed er veludviklet langs dette profil da profilet repræsenterer en linie langs en Miocæn (øvre Burdigalien) kyst linie. Over Kolding Fjord enheden følger et tyndt lag af Arnum Formationen. Herover kommer en meget veludviklet udgave af Bastrup sandet, specielt ved St. Vorslunde. Bastrup sandet overlejres af den lerede Arnum Formation i den vestlige del af profilet. Mod øst er der direkte kontakt til kvartære sedimenter og ved de 3 daglokaliteter går de miocæne lag i dagen. I den vestlige del af profilet følges Arnum Formationen af Odderup Formationen. Odderup Formationen er her udviklet som sandrige strandaflejringer med overliggende, lerrige lagune sedi-

menter. Den øverste del af Odderup Formationen i St. Vorslunde området repræsenterer velsorterede, sandede sedimenter aflejret under en transgression.

V3-profilet korrelerer boringerne: St. Vorslunde, Risby-2, Risby-1, Risby-3 og Lindved (Fig. 8). Profilet er, på nær Lindved boringen, beskrevet ovenfor under Profil V2. Derfor vil der i det følgende kun blive fokuseret på Lindved boringen. Nederst i profilet dominerer lerede sedimenter tilhørende Vejle Fjord Formationen. Vejle Fjord Formationen følges af et tyndt lag af Hvidbjerg sandet. Herover følger lerede sedimenter fra Arnum Formationen eller Kolding Fjord enheden. Dette kan ikke afgøres her, da Lindved boringen ikke er blevet beskrevet detaljeret og har ikke indgået i en palynologisk undersøgelse. Herover følger Bastrup sandet, der er tyndt men grovkornet og repræsenterer kanal aflejringer da logmønsteret viser en tydelig finende-opad succession. Bastrup sandet følges af lerede sedimenter tilhørende Arnum Formationen. Øverst er der et tyndt lag af Odderup Formationen, der minder meget om de sedimenter, der er gennemboret i St. Vorslunde boringen, altså strandaflejringer med tungminerale. Tæt under grænsen til de kvartære sedimenter, er der i Odderup Formationen en prøve, der kan tolkes som en till, undertegnede tolker dog denne prøve som en udfyldning af en sprække, som det kendes fra daglokaliteten Sanatoriet på nordsiden af Vejle Fjord.

V4- profilet korrelerer boringerne: Lavsbjerg, Hjortballe, St. Vorslunde, Risby-2, Risby-1, Risby-3 og Jelling (Fig. 9). Profilet er på nær Lavsbjerg og Hjortballe boringerne beskrevet ovenfor under Profil V2. Lavsbjerg ligger i Ringkøbing Amt og er medtaget fordi boringen er velbeskrevet (Friis et al. 1979) og derfor giver en sikker korrelation. Ved korrelationen mellem Lavsbjerg, Hjortballe og St. Vorslunde ses at Bastrup sandet er repræsenteret i den nederste del af boringerne. Der vil formentligt kunne gennembøres sandede sedimenter fra Billund sandet, hvis boringerne var dybere. Over Bastrup sandet følger lerede sedimenter fra Arnum Formationen. Dette overlejres af en veludviklet Odderup Formation, der ved Lavsbjerg har en veludviklet Fasterholt member (Kock 1989). Over Odderup Formationen følger de lerrige Hodde og Gram formationer.

V5-profilet korrelerer boringerne: St. Nørlund, Dyringhave, Nygaard, Rørholmvej, Ejstrupholm, Vesterlund og St. Vorslunde (Fig. 10). Boringerne er vandforsyningsboringer og gennemborer derfor ikke hele den miocæne lagpakke. Ved sammenligning med St. Vorslunde boringen ses det at Vejle Fjord Formationen og Billund sandet ikke er testet her. Det nederste sandlag der er gennemboret i vandforsyningsboringerne repræsenterer toppen af Bastrup sandet. Dette følges af den lerrige Arnum Formation, der dog er noget sandet i Vesterlund boringen. Over Arnum Formationen følger Odderup Formationen, der i Rørholm og Dyringhave er domineret af finkornede sedimenter; formodentligt Fasterholt member. Øverst i profilet gennemborer alle boringerne Kvartære lag.

Fordelingen af grundvandsmagasiner i Jylland

I den miocæne lagserie er der 3 niveauer med gode grundvandsmagasiner. Det nederste niveau indeholder 2 fysisk adskilte sandlegemer Billund sand og Ribe Formationen. Herefter følger Bastrup sandet og endeligt, øverst Odderup Formationen. Udbredelsen af disse magasiner vil blive gennemgået i det følgende.

Udbredelsen af Billund sandet er stærkt styret af topografiske elementer, der var aktive umiddelbart før aflejringen af sandet. De tykkeste flod- og deltaaflejringer var koncentreret til Brande Truget og de topografisk lavere-liggende områder i Vestjylland og den nuværende Nordsø. På figur 11 ses en skitse af de palæogeografiske forhold i denne del af Tidlig Miocæn. Fra borer og seismiske data ved vi at i et område omkring Billund og Hoven blev større deltakomplekser aflejret (Rasmussen 2002)(Fig. 11). I Eg-3 boringen blev der aflejret ca 100 m sand, så der er tale om betydelige tykkelser af magasinet lokalt. Mod sydvest tynder disse sandlag ud over et kort distance, ca. 2 km, hvorefter der kun aflejres ler (Fig. 12 og 13) Mod nord aflejres der fluvio-deltaiske sedimenter, hvis tykkelse varierer. Lagene er dog sjældent under 20 m. Specielt mellem Give og Billund findes der formodentligt mægtige lag tilhørende Billund sandet. I en boring syd for Herning (Lind) er grovkornede fluviale sedimenter, tilhørende Billund sandet, anført. Dette betyder at man kan forvente at finde gode magasiner, fra dette niveau, over det meste af Midtjylland. Det må dog tilføjes, at sedimenterne mod nord kan have en mere lokal udbredelse, dels på grund af aflejningsmiljøet (fluviale kanaler) og dels på grund af saltstrukturers indflydelse på aflejningsforholdene. Øst for Brande truget er det tilhørende sandlag, Hvidbjerg sand, væsentlig tyndere og mere finkornede. Endvidere veksler Hvidbjerg sandet mere med de lerede afsætninger fra Vejle Fjord Leret. I det sydlige Jylland aflejres nogenlunde samtidig sandede og grusede sedimenter tilhørende Ribe Formationen (Fig. 14). Ribe Formationen har en mere østlig kilde end Billund sandet.

Lokalt findes forholdsvis tynde, men grovkornede lag, tilhørende Kolding Fjord sand. Disse lag er afsat i tidevandsrender og har derfor en begrænset udbredelse. De bedste eksempler med gode magasinegenskaber kendes fra Føvling og Rækker Mølle borerne. Lagene er her ca. 10 m tykke.

Bastrup sandet er udbredt i det meste af Syd- og Centraljylland samt i Nordvestjylland (Fig. 15). Tilførslen af sedimenter til Bastrup sandet er igen koncentreret i det centrale Jylland og i Sydjylland (østlig kilde som var tilfældet for Ribe Formationen). Seismiske data fra Billund området viser tydeligt at et større deltakompleks var beliggende i det Centrale Jylland (Fig. 13). Disse data viser endvidere, at kvaliteten af magasinet varierer indenfor hundrede meter, for eksempel i form af kanaler, ca 400 m brede, med mere grusede aflejringer. De sandede delta aflejringer kiler også hurtigt ud mod sydvest, således at kun mindre grundvandsmagasinet kan forventes i Sydvestjylland. Nord for Billund-området findes særdeles gode magasiner både ved Give og Addit. I den østlige del af Sydjylland, omkring Vamdrup/Bastrup, er der aflejret ca. 40 m flodaflejringer i en nedskåret dal. Dette tyder på at floder fra øst har tilført grovklastiske sedimenter til denne del af Jylland og et større deltakompleks må eksistere i dette område. Det har dog ikke været muligt at kortlægge dette delta da data mangler herfra.

Odderup Formationen er kendt fra store dele af Jylland på nær det sydvestligeste Jylland (Fig. 16). Formationen er domineret af fluviale, grovkornede sedimenter i Midtjylland og dele af Sønderjylland. I Vestjylland veksler formationen mellem mere finkornede strandse-

dimenter og grovkornede fluvio-deltaiske sedimenter. Stratigrafiske boringer og boringer lavet i forbindelse med kortlægning af tungminerale i Jylland, samt georadar data fra Giveområdet (pers. Kom. Torben Jensen 2002), viser at Odderup Formationen udgør en normal progradering med afsætning af sandede sedimenter i nedre og øvre strandplan. I havstokken aflejredes et gruslag. Dette lag overlejres af gradvist mere finkornede sedimenter aflejret i strandzonen. Sedimenterne aflejret i strandzonen er meget rige på tungminerale. Disse lag efterfølges af lagunesedimenter, der i visse horisonter er rige på organisk materiale. Endeligt aflejredes sandede sedimenter under den efterfølgende transgression i form af overskylsvifter.

Dæklag

De marine lag tilhørende Arnum Formationen og Hodde- og Gram formationerne udgør til en vis grad dæklag for de ovenfor nævnte grundvandsmagasiner.

I hele det undersøgte område (Vejle, Ribe og Ringkøbing amter) er der finkornede lag over Billund sand. I det centrale Jylland kan dæklaget være under 10 m. Billund sandet er dog formodentligt i kontakt med det recente grundvand i forbindelse med dybe nedskårede dale som for eksempel ved Brædstrup. Bastrup sandet er også beskyttet af et dæklag i hele undersøgelsesområdet. Her er det den øvre del af Arnum Formationen, som udgør det beskyttende lag. På grund af den lave begravellesdybde, vil der ofte være forbindelse til recent grundvand i forbindelse med nedskårede dale. Odderup Formationen er kun beskyttet af dæklag i syd og sydvest Jylland (Fig. 1 og 2). Her er det Gram Leret og de mere lerede dele af Hodde Formationen der udgør dæklaget. I den øvrige del af Jylland, hvor Odderup Formationen findes, vil formationernes aflejringer enten være i kontakt med de kvartære lag eller være direkte blottet.

Konklusion

22 borer og 4 daglokaliteter er undersøgt for at udrede en tre-dimensionel model for den mioceæne grundvandsmagasiner i Vejle Amt, med speciel fokus på Give-området og Brædstrup-området.

Undersøgelsen viser at de mest mægtige og veludviklede (grovkornede) grundvandsmagasiner ligger i Brande Truget. For Give-området vil det sige vest for byen, hvor Billund sandet kan være op mod 40 meter tykt mod gennemsnitligt 10 m øst for Give by. I Give området er også Bastrup sandet veludviklet og udgør et vigtigt grundvandsmagasin, der opadtil er beskyttet af den finkornede Arnum Formation. I Brædstrup-området er de vigtigste mioceæne grundvandsmagasiner Bastrup sandet og Odderup Formationen. Disse magasiner ligger i dette område i kontakt med kvartære lag enten direkte ved overlejring eller i form af nedskårede kvartære dale, som for eksempel ved Tyrsting.

Referencer

- Dybkjær, K., Piasecki, S. og Rasmussen 1999: Dinoflagellat-zonering og sekvensstratigrafi i den miocæne lagpakke i Midt- og Sønderjylland, 33pp, GEUS rapport 1999/
- Dybkjær, K., Rasmussen, E.S og Piasecki, S, 2001: Oligocæn – Miocæn stratigrafi i Vejle Amt. 37pp, GEUS rapport 2001/104.
- Friis, H, Nielsen, O.B., Friis, E.M. and Blame, B.E. 1979: Sedimentological and palaeobotanical investigation of a Miocene sequence at Lavsbjerg, Central Jutland, Denmark. DGU, årbog, 51-67.
- Japsen, P., Bidstrup, T. and Rasmussen, E.S. 2002: Comment on: "Cenozoic evolution of the eastern Danish North Sea" by M. Huuse, H. Lykke-Andersen and O. Michelsen, Marine Geology 177, 243-269. Marine Geology, 186: 571-575.
- Knudsen, K. 1998: Heavy mineral exploration in Miocene sediments, Jylland. 44pp, GEUS rapport 45.
- Koch, B.E. 1989: Geology of the Søby-Fasterholt area. DGU, Serie A 22, 177pp.
- Kristoffersen, F.N. 1973: Oligocæn og Miocæn i Nøvling Nr. 1. DGU. III Række, Nr. 40: 63-70.
- Mikkelsen, J. 1983: En litofacies undersøgelse af ungtertiæret omkring Vejle Fjord. 100 pp. Upub. Speciale, Aarhus Universitet.
- Rasmussen, E.S. 2003a: Miocæn stratigrafi i den nordøstlige del af Ribe Amt. 48 pp, GEUS rapport 2003/2.
- Rasmussen, E.S. 2003b: Korrelation af miocæne grundvandsmagasiner i Vejle Amt med speciel fokus på Give – Brædstrup området. 33 pp, GEUS rapport 2003/3.
- Rasmussen, E.S. and Dybkjær, K. 1999: Excursion: Upper Oligocene – Lower Miocene storm and tidal dominated deposits at Lillebælt and Vejle Fjord, Denmark. 76 pp., GEUS rapport 1999/52.
- Rasmussen, E.S., Dybkjær, K., and Piasecki, S. 2002: Miocene depositional systems of the eastern North Sea Basin, Denmark. Development of sedimentological and stratigraphical principles in modern sedimentology. 131pp, GEUS rapport 2002/89.

Figurliste

Figur 1. Korrelationspanel af boringer fra Sønderjylland og det centrale Jylland. Bemærk at litologiske enheder og sekvenser (A til F) er vist på figuren.

Figur 2. Korrelationspanel af boringer fra Sønderjylland og Østjylland. Bemærk at litologiske enheder og sekvenser (A til F) er vist på figuren.

Figur 3. Revideret litostratigrafi for den øvre oligocæne – miocæne lagserie. Bemærk at i kolonnerne til højre er angivet sekvenser og farvekoden på seismiske nøglehorisonter.

Figur 4. Kort over boringer, der er korreleret i rapporten.

Figur 5. V1: Korrelationspanel, der viser den miocæne lagserie i den centrale del af Vejle Amt.

Figur 6. V2: Korrelationspanel, der viser den miocæne lagserie i et øst-vest profil centralt i amtet.

Figur 7. Øst-vest gående seismisk sektion, der viser den østlige rand af Billund deltaet beliggende i Brande Truget. Bemærk at den miocæne lagserie er noget tyndere på Ringkøbing-Fyn Højderyggen øst for Brande Truget.

Figur 8. V3: Korrelationspanel, der viser den miocæne lagserie fra Brande Truget og til Lindved boringen.

Figur 9. V4: Korrelationspanel, der viser en korrelation af Lavsbjerg boringen (Ringkøbing Amt) og Hjortsballe boringen til den regionale miocæne lagserie.

Figur 10. V5: Korrelationspanel af udvalgte boringer i Give-området.

Figur 11. Palæogeografisk rekonstruktion af Billund sandet under maksimal udbredelse.

Figur 12. Udkiling af Billund deltaet og et delta, som korrelerer til Bastrup sandet.

Figur 13. Nord – syd gående seismisk profil øst for Billund (BH7 se figur 14). Nederst i den miocæne lagserie ses hvorledes, Billund deltaet kiler ud mod syd. Over Billund deltaet ses et nyt delta, der tilhører Bastrup sandet. Bemærk de nedskårede dale i toppen af deltaet. Disse dale er ikke mere end ca. 400 m bredde. Seismiske nøglehorisonter er angivet i højre kolonne på figur 3. (Seismiske data COWI)

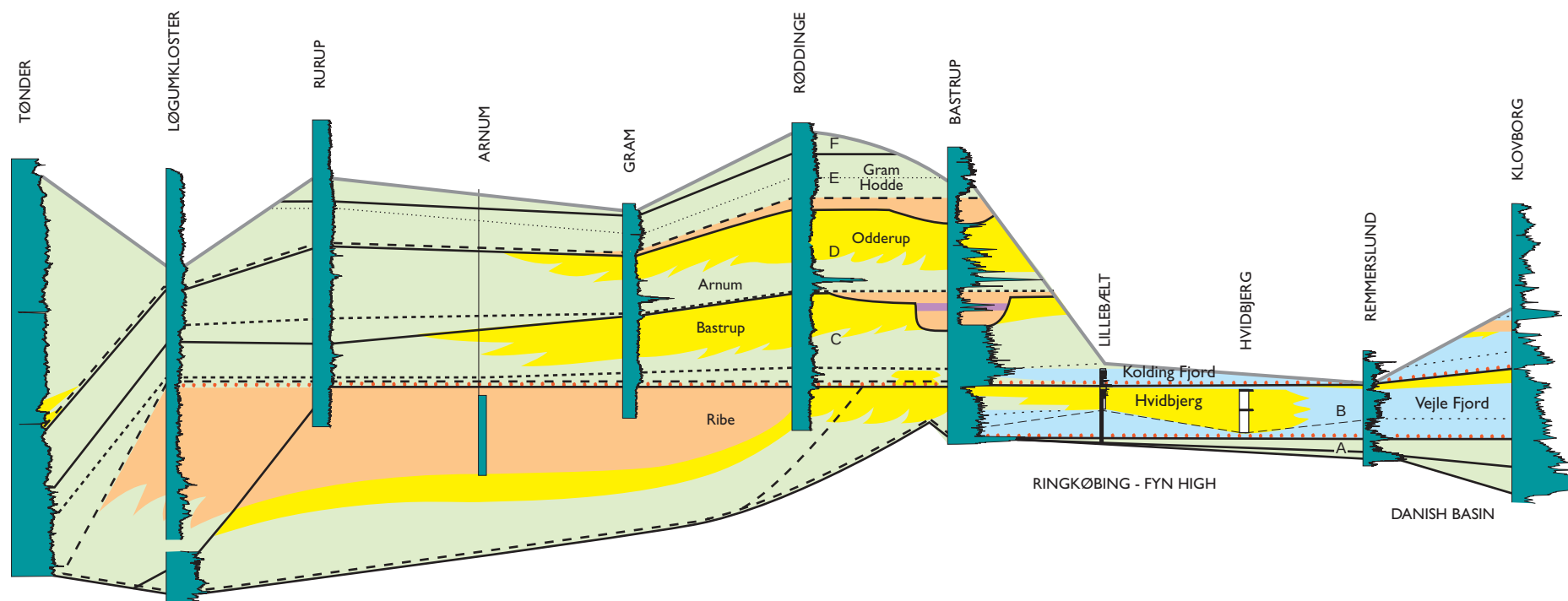
Figur 14. Palæogeografisk rekonstruktion af Ribe Formationen under maksimal udbredelse.

Figur 15. Palæogeografisk rekonstruktion af Bastrup sandet under maksimal udbredelse.

Figur 16. Palæogeografisk rekonstruktion af Odderup Formationen under maksimal udbredelse.

South

North



LEGENDE

- | | |
|---|--|
| Marin silt og ler | Kvartær grænsen |
| Marin sand | Sekvensgrænse |
| Fluvial - deltaisk sand | Oversvømmelsesflade |
| Brakvandsler og silt | Oversvømmelsesflade |
| Flodslette ler | HM Tungminerale |

- Brunkul
 Grus

in m
0
50

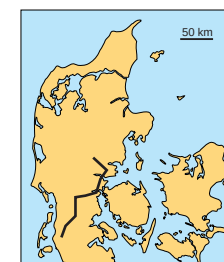


Fig. 2

Korrelationspanel af borer fra Sønderjylland og Østjylland. Bemærk at litologiske enheder og sekvenser (A til F) er vist på figuren.

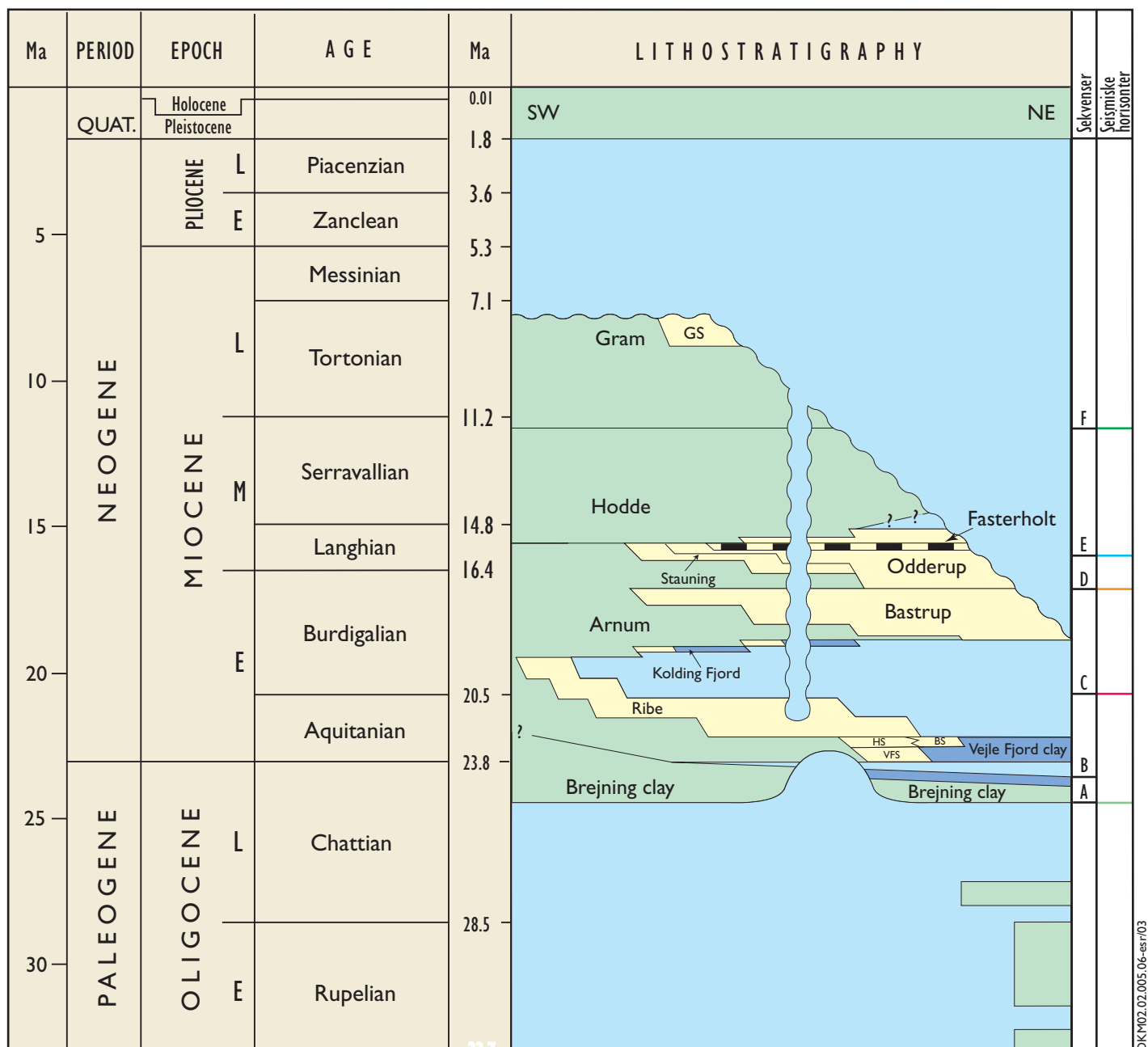


Fig. 3
Revideret litostratigrafi for den øvre oligocæne – miocæne lagserie. Bemærk at i kolonnerne til højre er angivet sekvenser og farvekoden på seismiske nøglehorisonter.

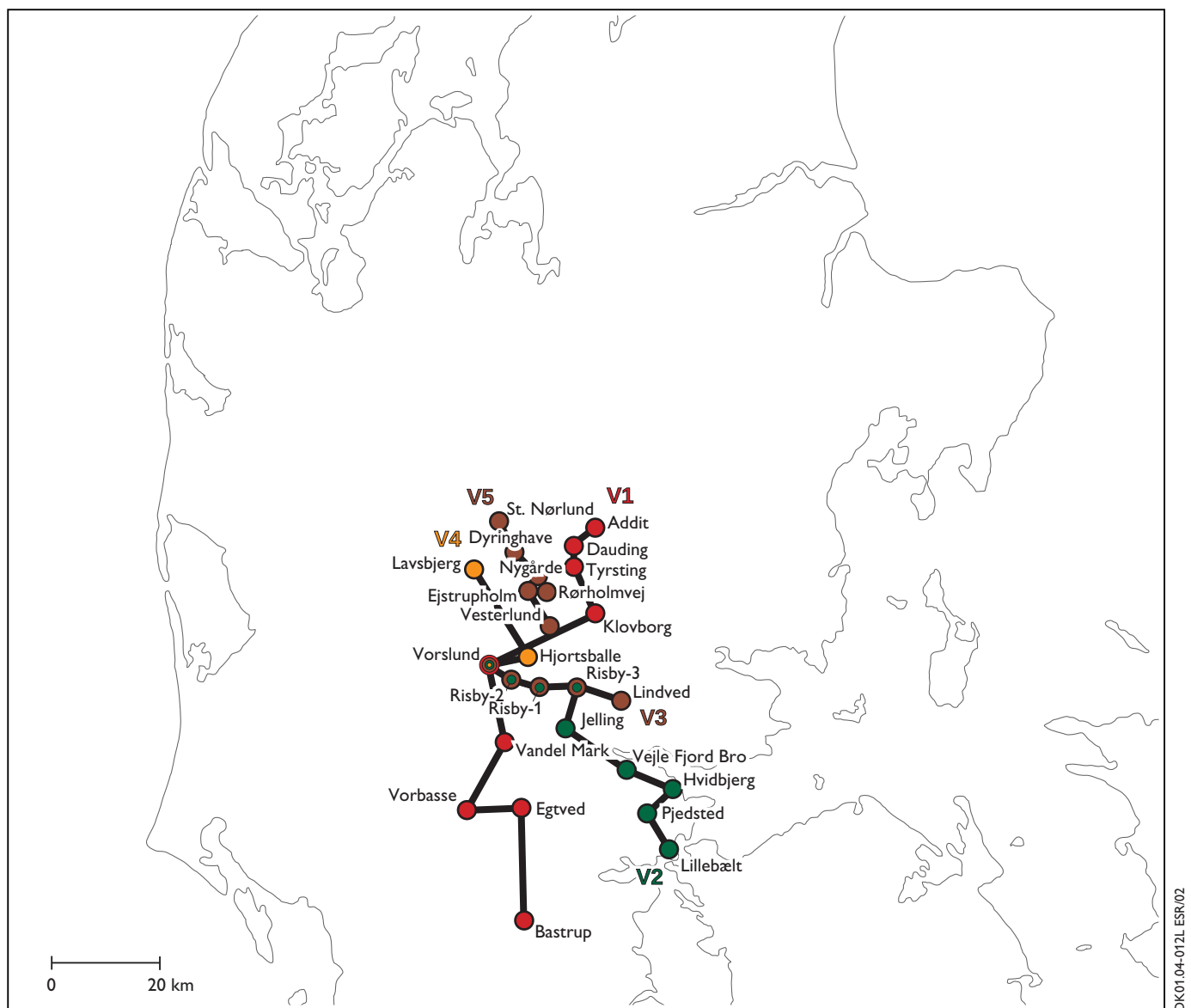


Fig. 4:
Kort over borer, der er korreleret i rapporten.

V2

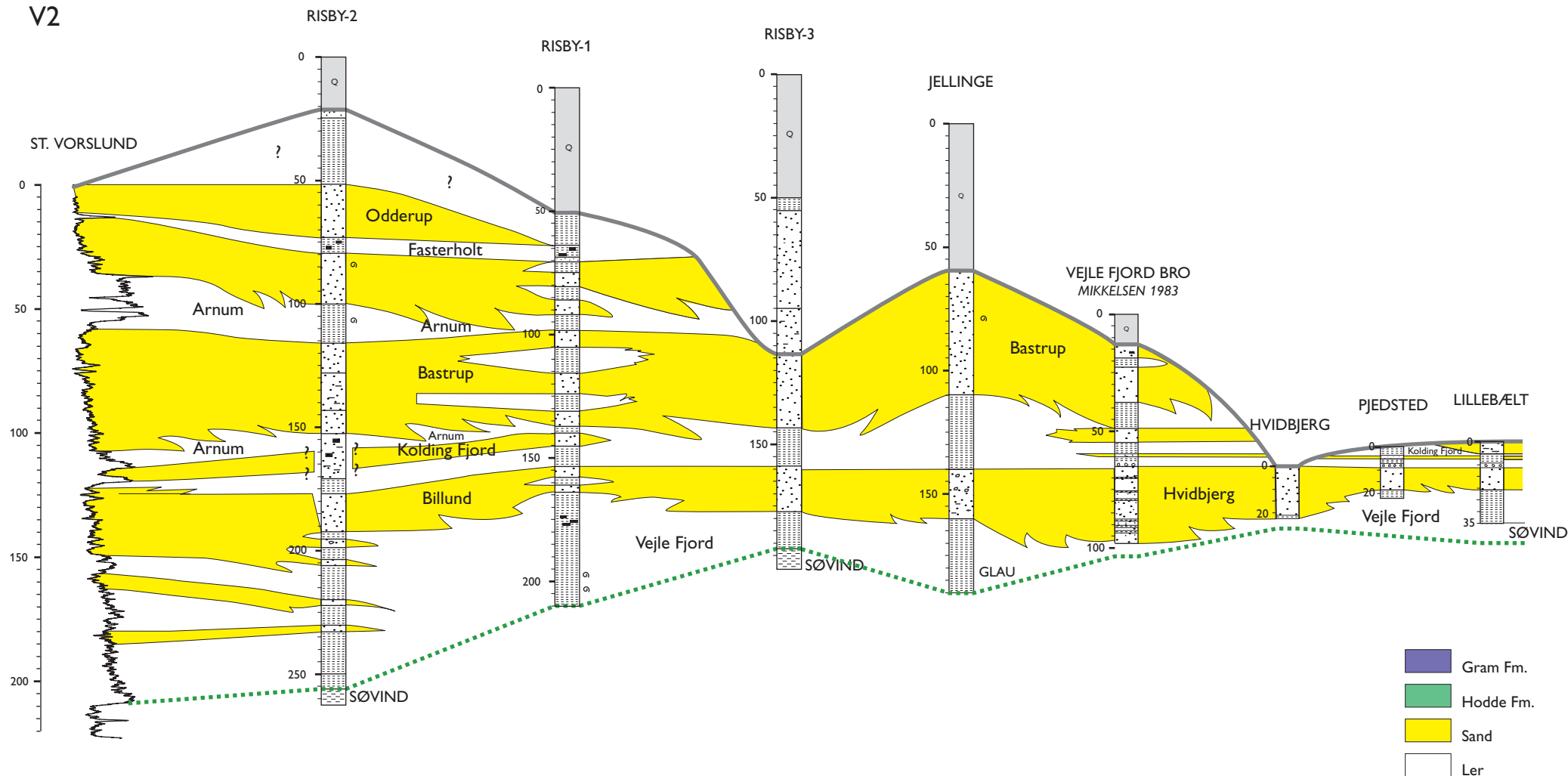


Fig. 6:

V2: Korrelationspanel, der viser den miocæne lagserie i et øst-vest profil centralt i amtet.

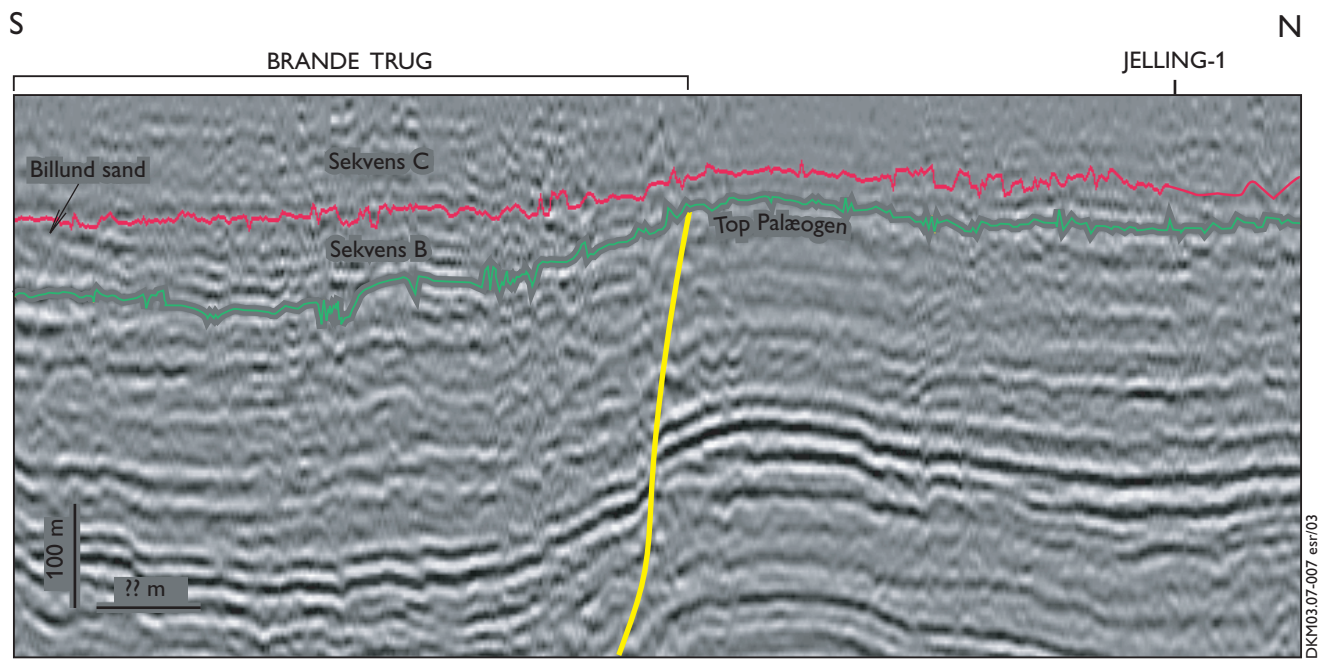


Fig. 7:

Øst-vest gående seismisk sektion, der viser den østlige rand af Billund deltaet beliggende i Brande Trug. Bemærk at den miocæne lagserie er noget tyndere på Ringkøbing-Fyn Højderyggen øst for Brande Trug.

V3

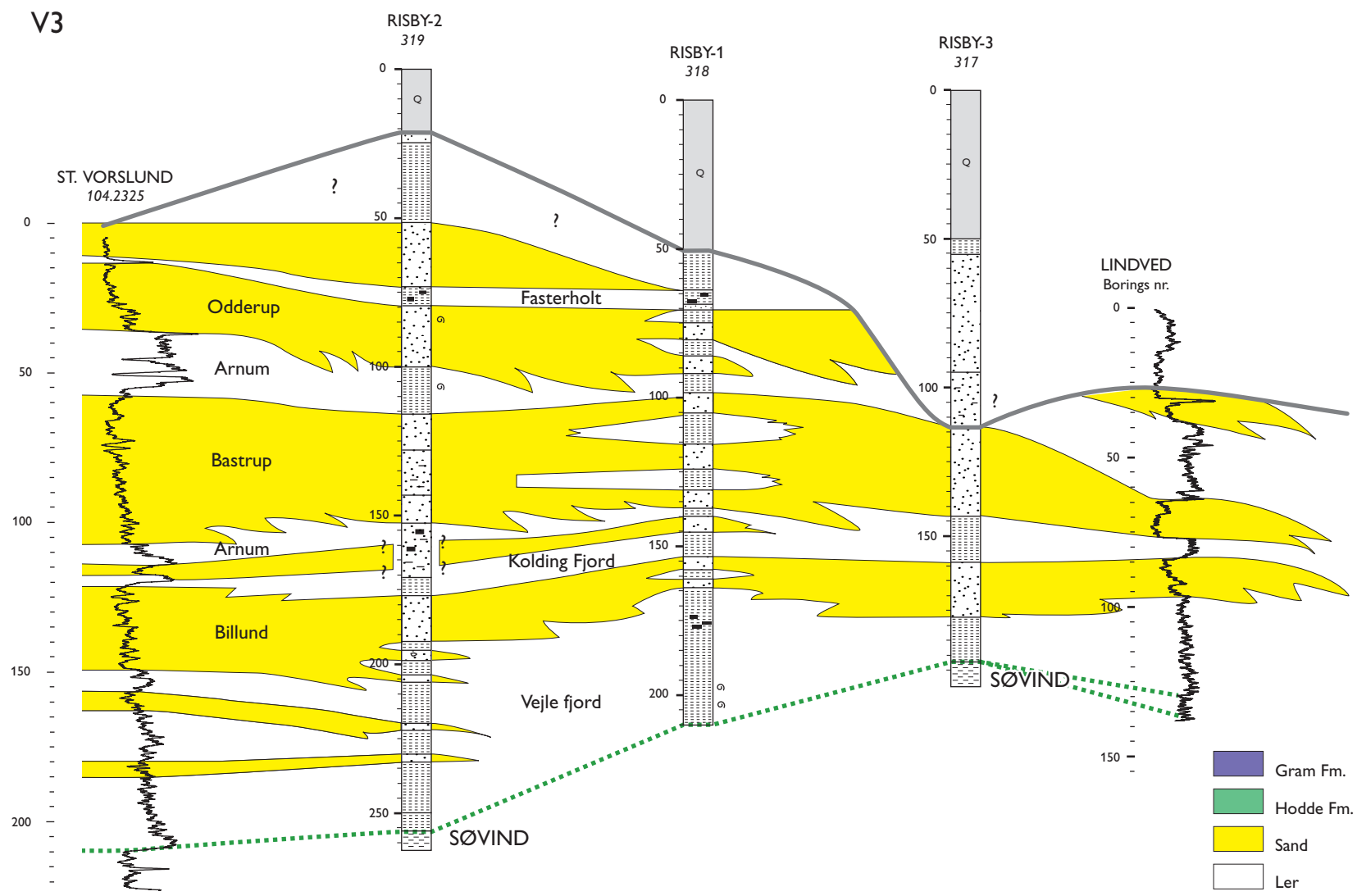


Fig. 8:
V3: Korrelationspanel, der viser den miocæne lagserie fra Brande Truget og til Lindved boringen.

V4

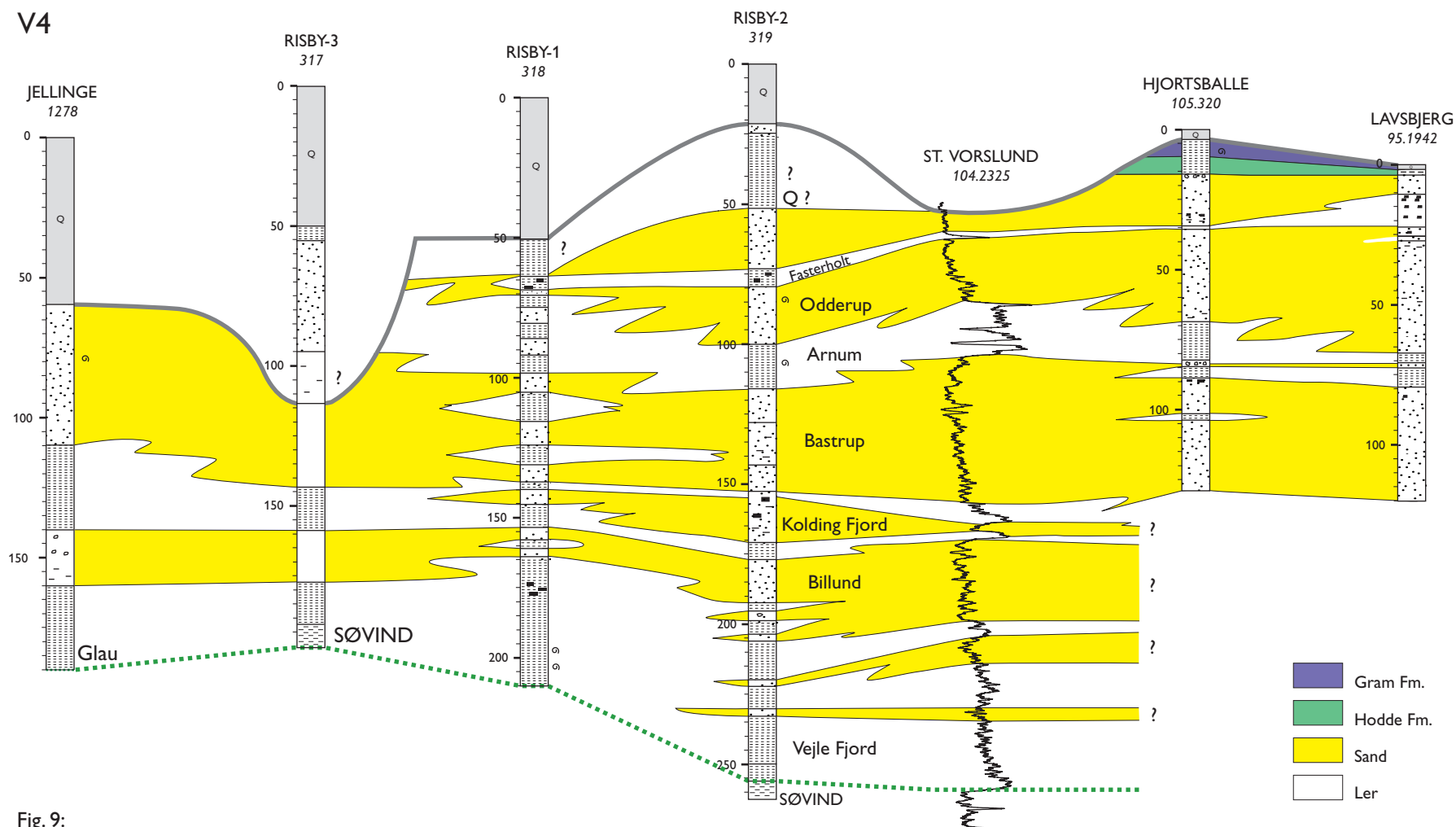


Fig. 9:
V4: Korrelationspanel, der viser en korrelation af Lavsbjerg boringen (Ringkøbing Amt)
og Hjortsballe boringen til den regionale miocæne lagserie

V5

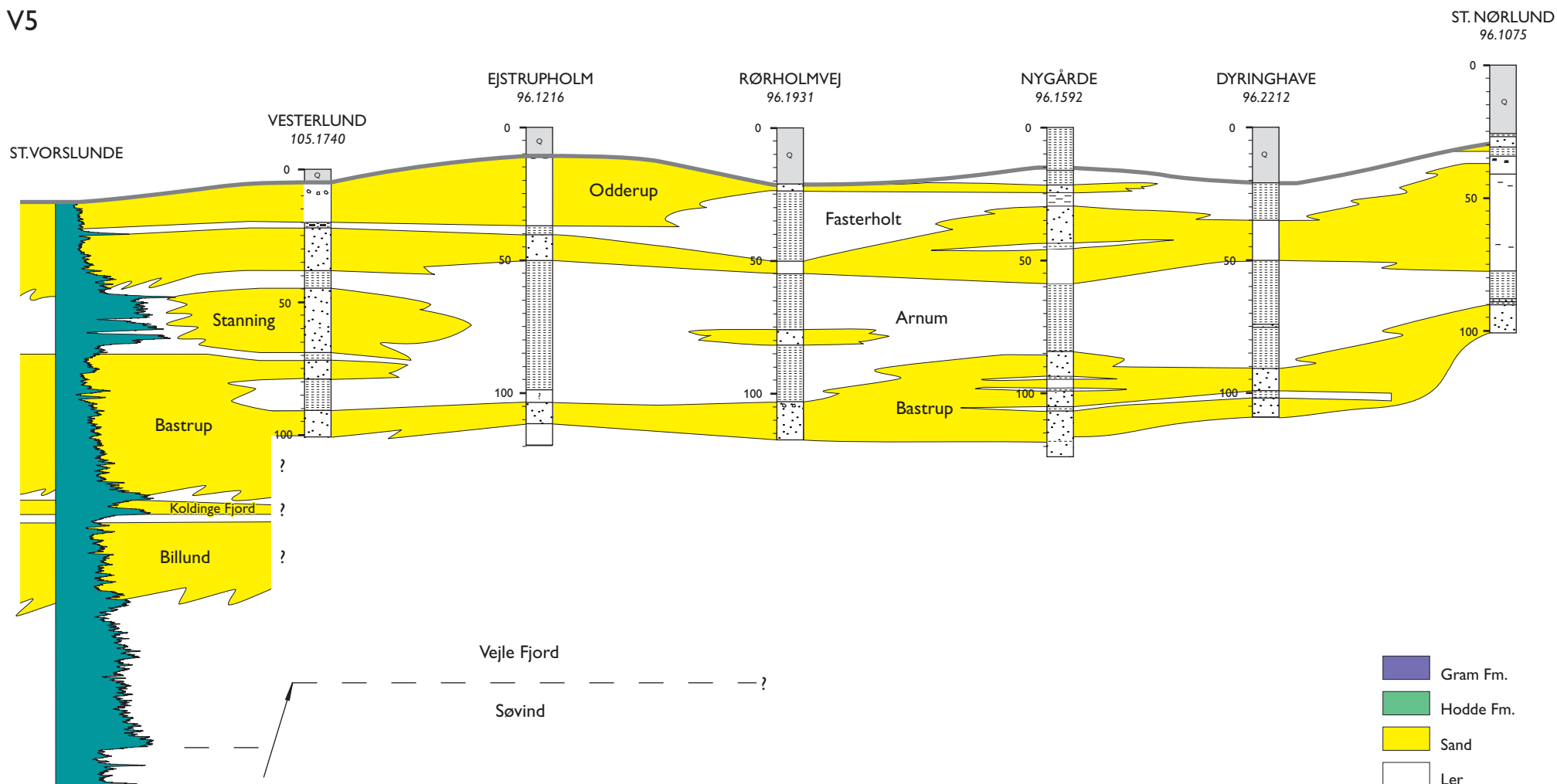


Fig. 10:
V5: Korrelationspanel af udvalgte borer i Give-området.

Early Aquitanian

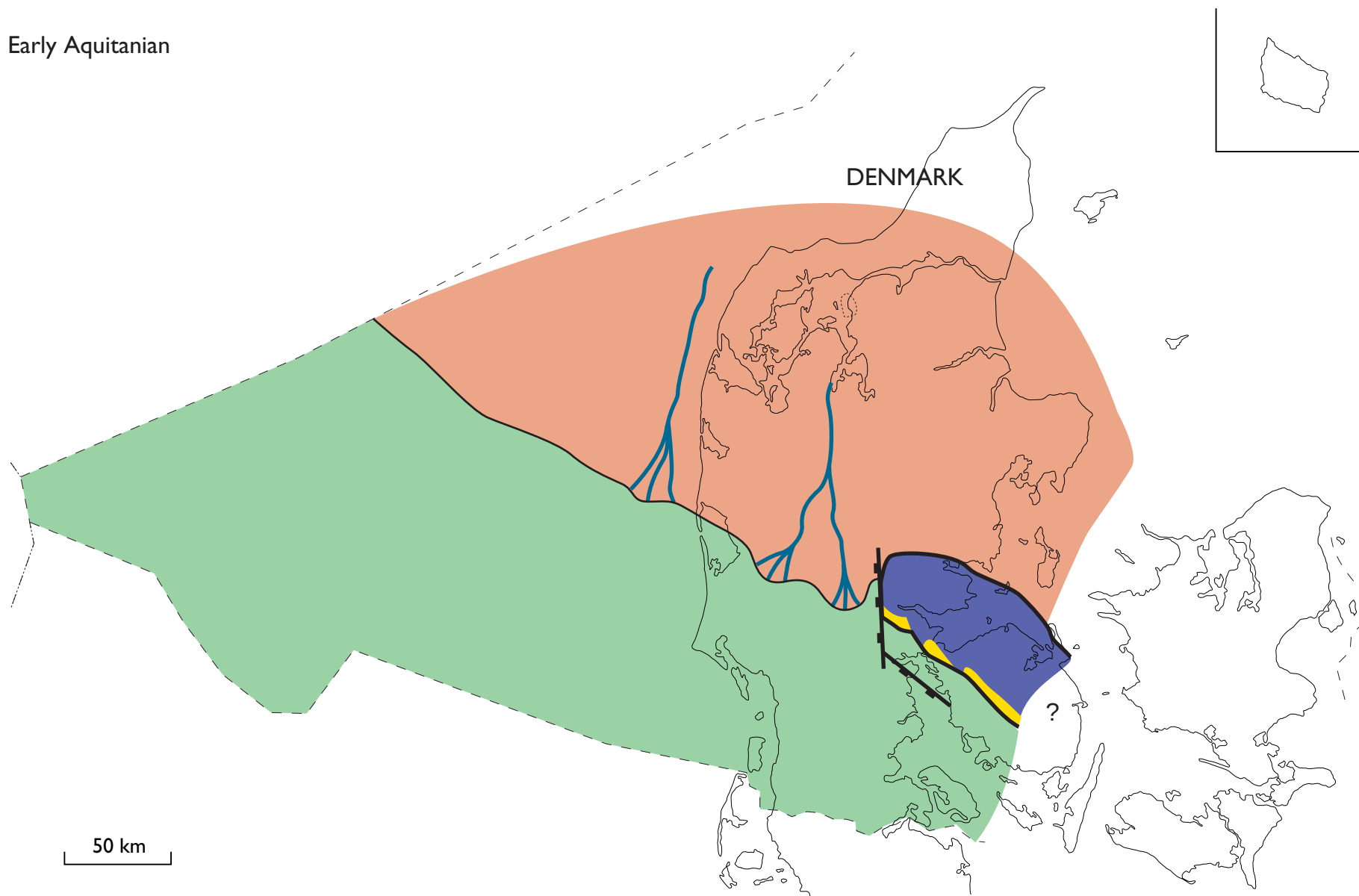


Fig. 11:
Palæogeografisk rekonstruktion af Billund sandet under maksimal udbredelse.

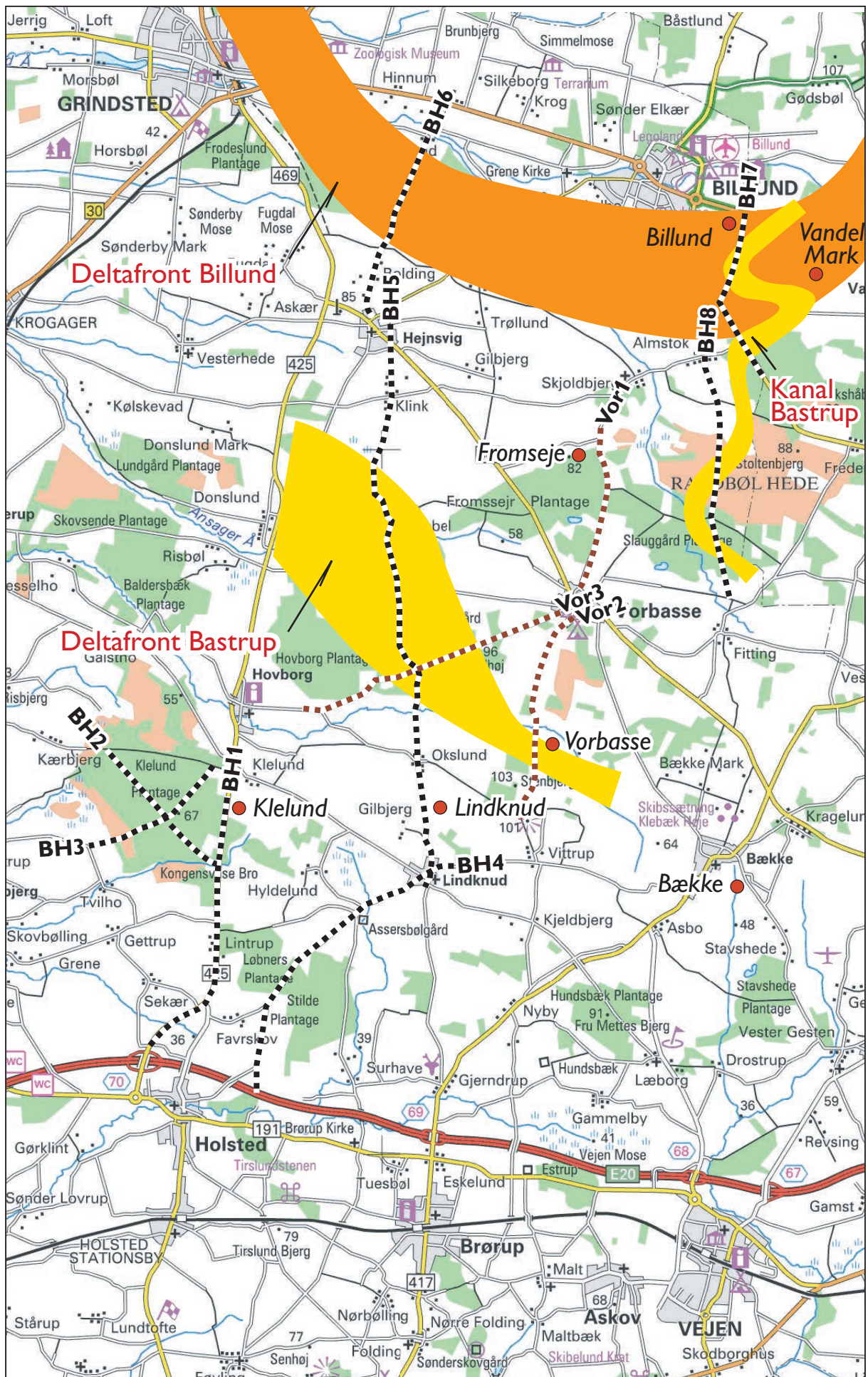


Fig. 12:
Udkiling af Billund deltaet og et delta, som korrelerer til Bastrup sandet.

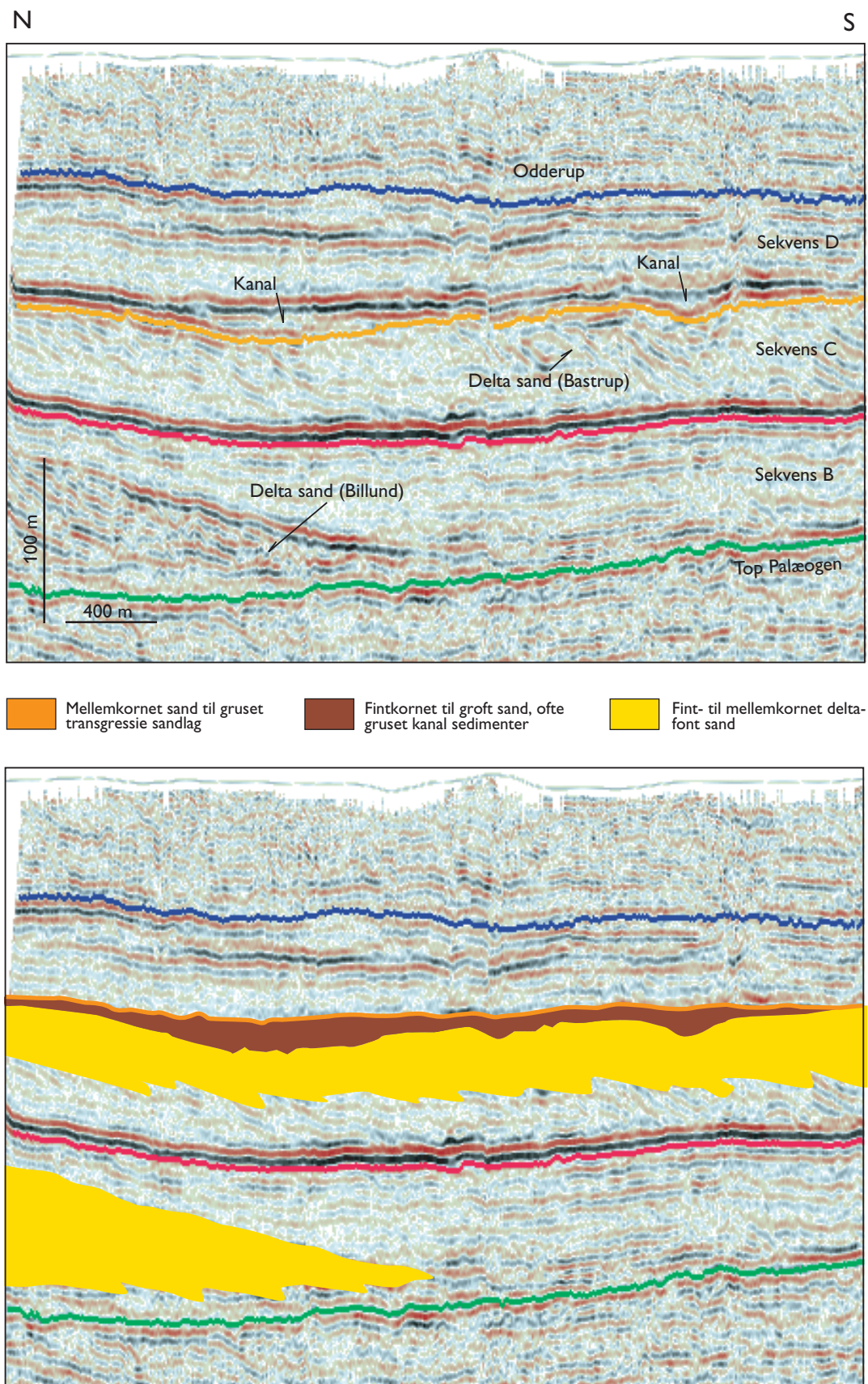


Fig.13:

Nord – syd gående seismisk profil øst for Billund (BH7 se figur 14). Nederst i den miocæne lagserie ses, hvorledes Billund deltaet kiler ud mod syd. Over Billund deltaet ses et nyt delta, der tilhører Bastrup sandet. Bemærk de nedskårede dale i toppen af deltaet. Disse dale er ikke mere end ca. 400 m brede. Seismiske nøglehorisonter er angivet i højre kolonne på figur 3. (Seismiske data COWI)

Late Burdigalian

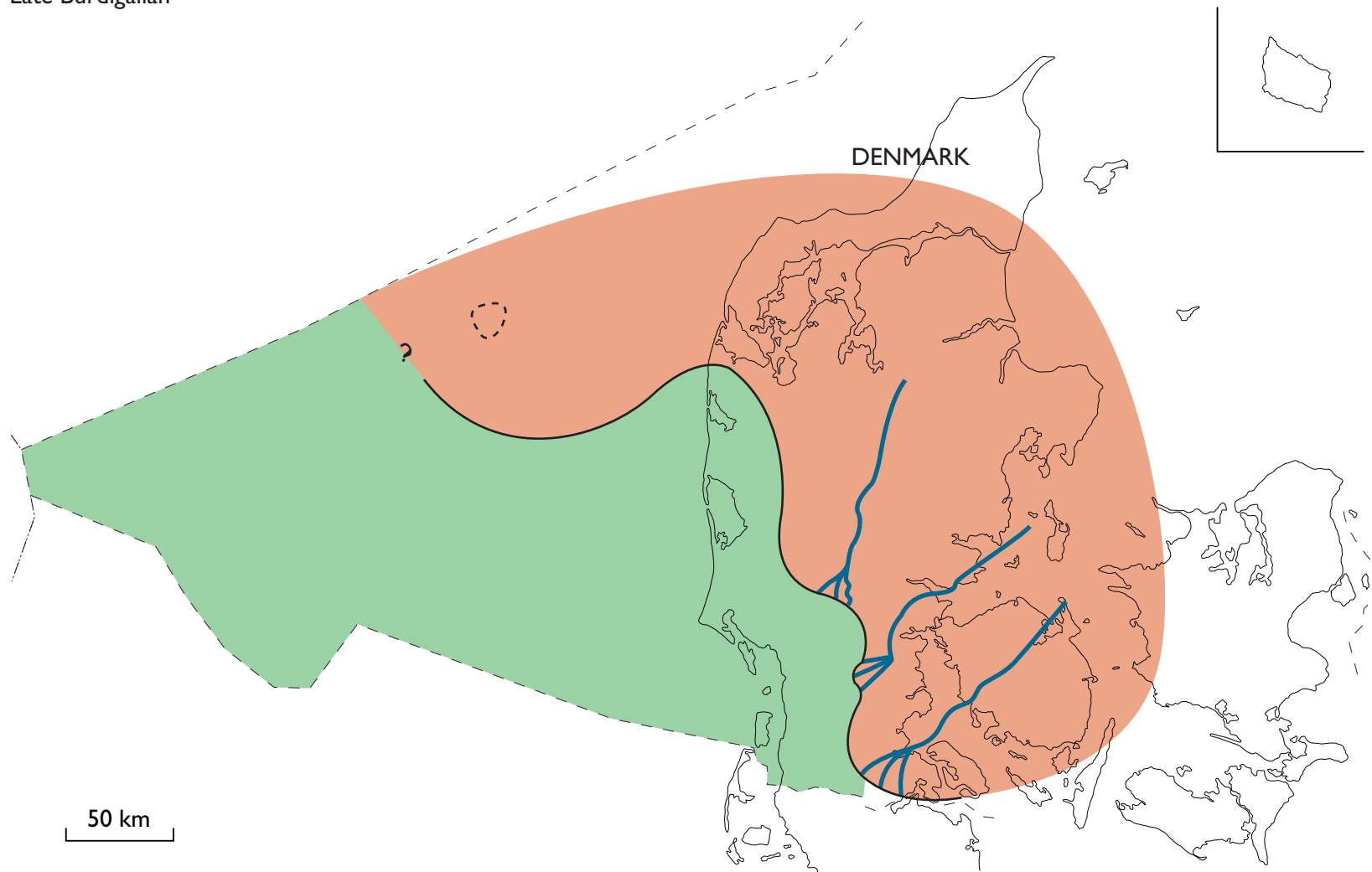


Fig. 14:
Palæogeografisk rekonstruktion af Ribe Formationen under maksimal udbredelse.

Late Aquitanian - early Burdigalian

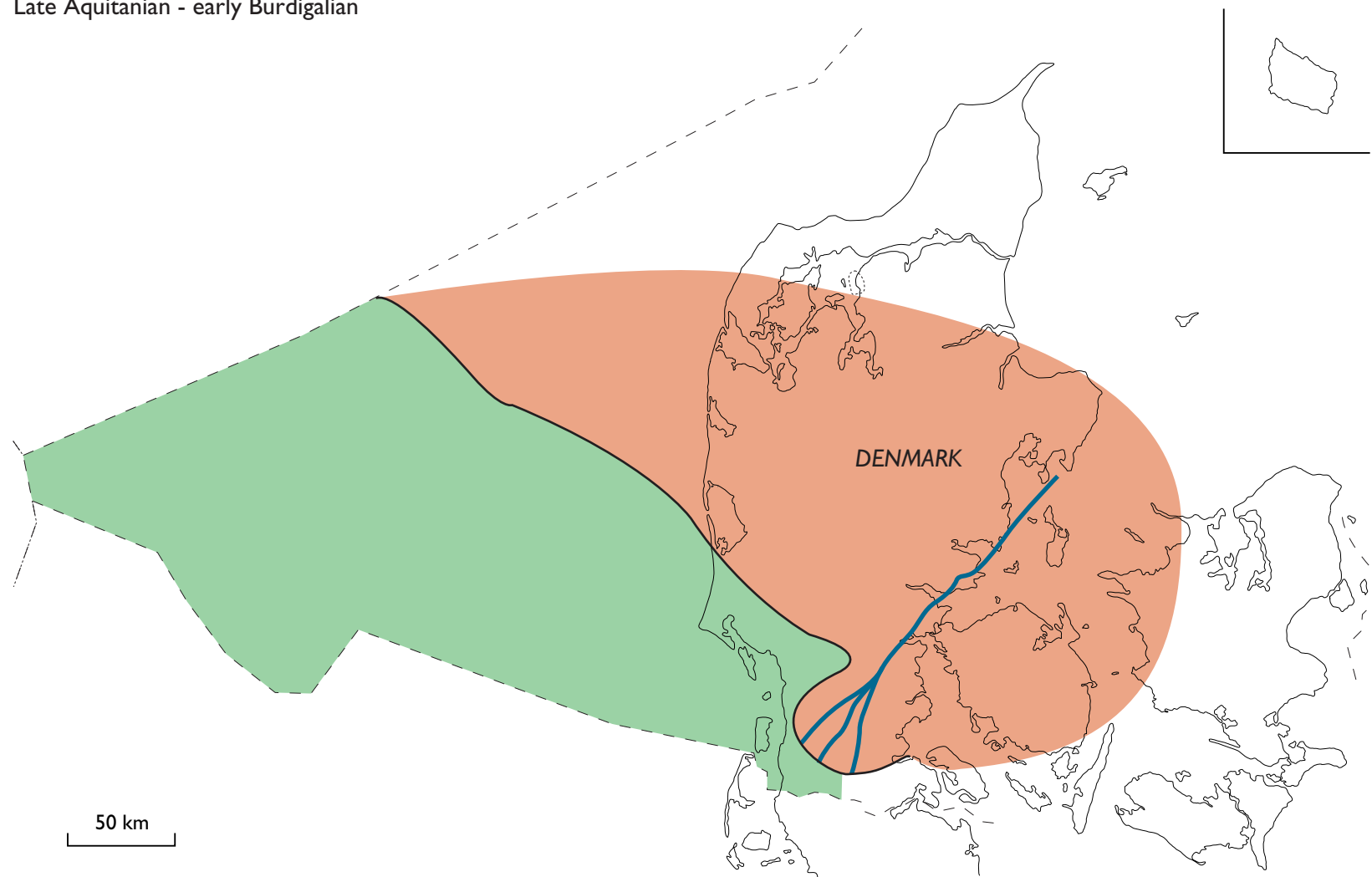


Fig. 15:
Palæogeografisk rekonstruktion af Bastrup sandet under maksimal udbredelse.

Mid Langhian

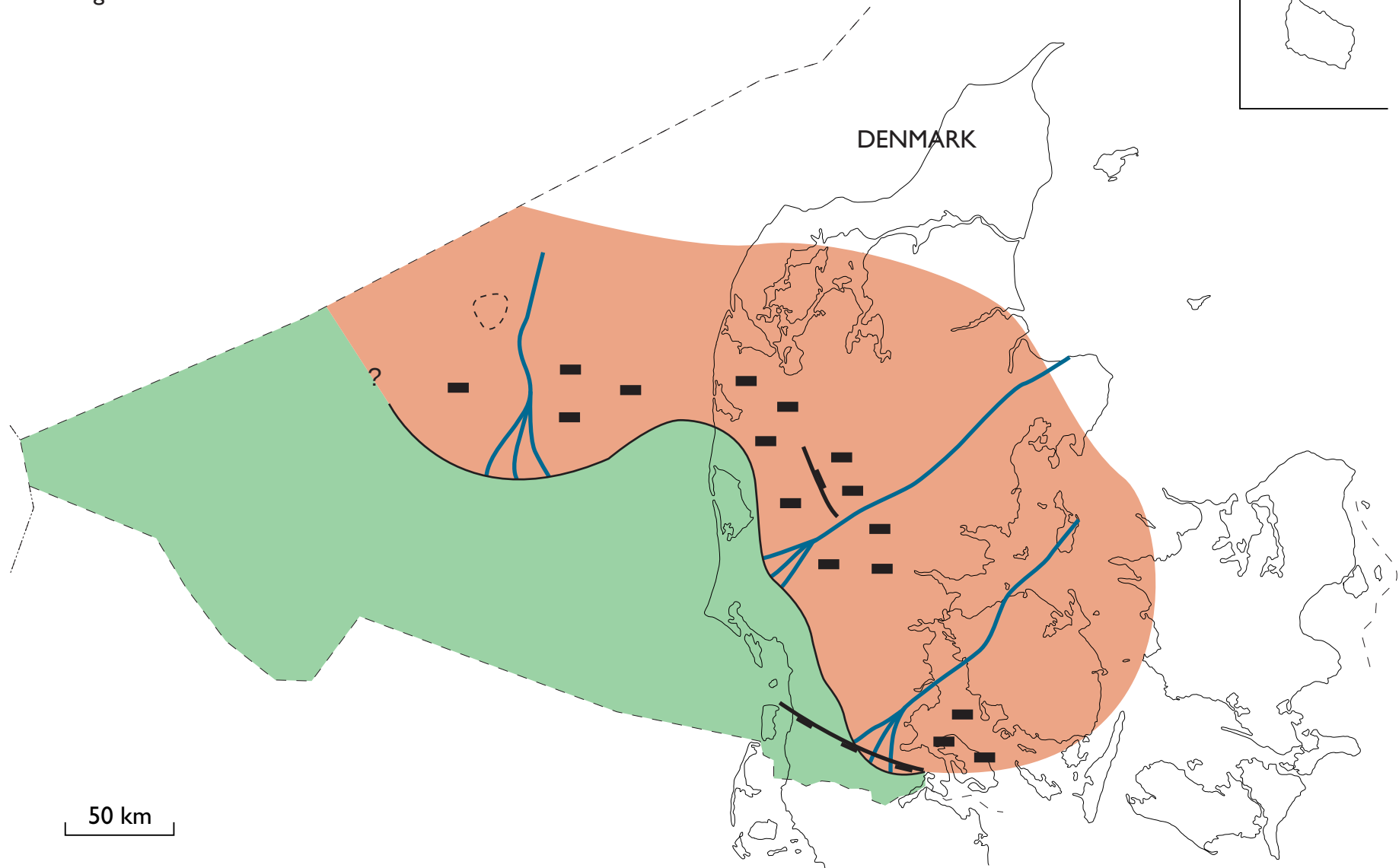


Fig. 16:
Palæogeografisk rekonstruktion af Odderup Formationen under maksimal udbredelse.