

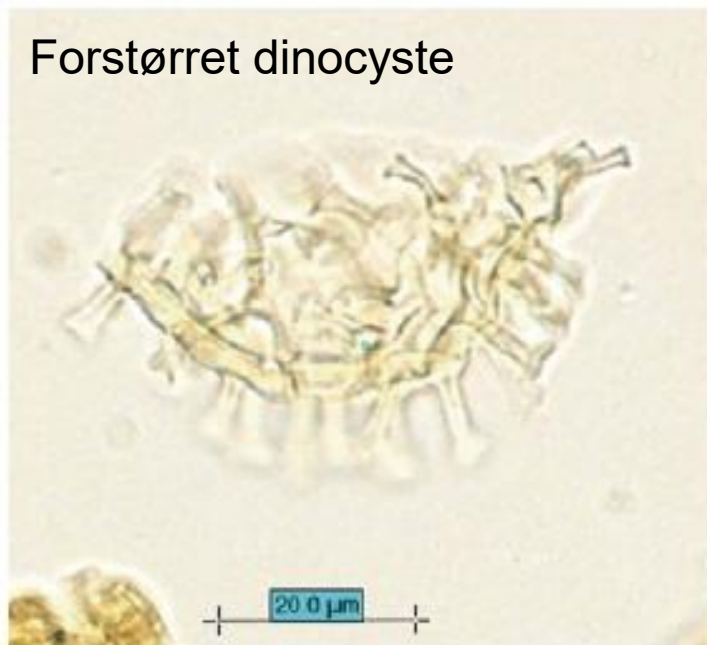


Miljøministeriet
Miljøstyrelsen

Biostratigrafi i grundvandets tjeneste

Biostratigrafi i grundvandets
tjeneste
Tillie Madsen
Grundvandskortlægning

Hvordan kan mikrofossiler bidrage til grundvandskortlægningen?



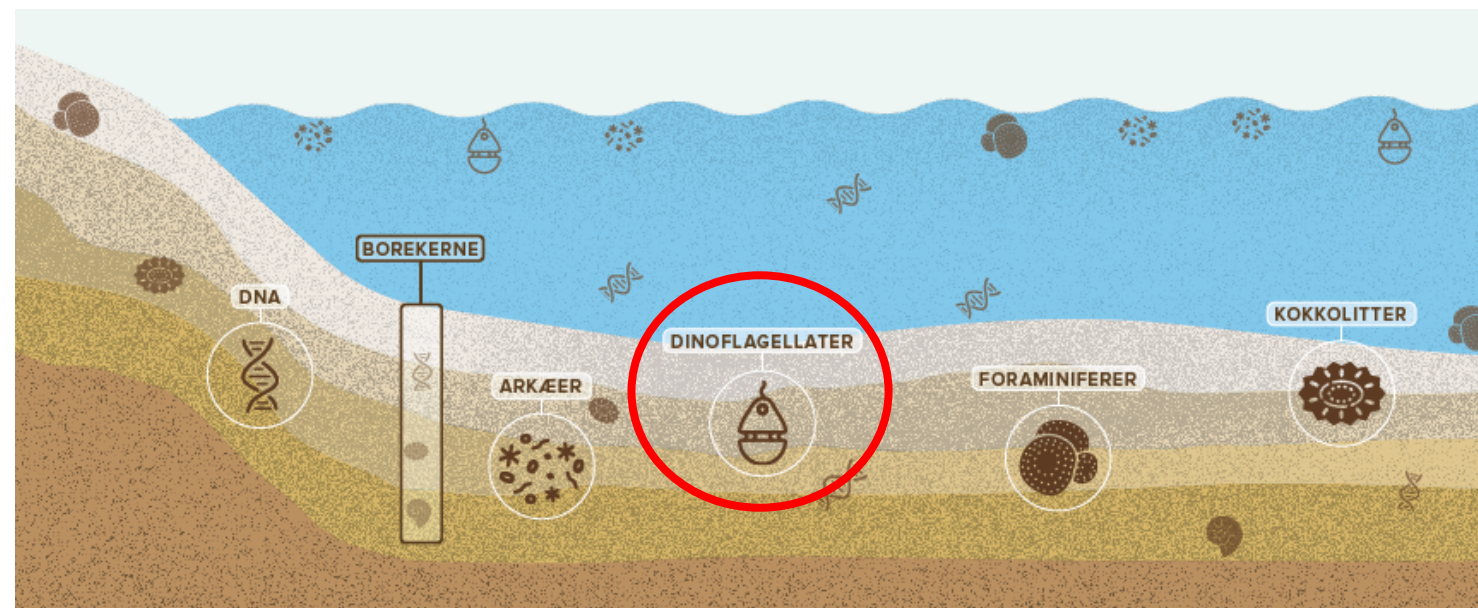
(Figur: Geoviden nr. 2, 2024, s. 5)

Mikrofossilerne anvendes til at stratigrafisk inddele og korrelere sedimenter

Dinoflagellater er plankton (encellede organismer), som levede i havoverfladen

Organismens efterlader skaller (dinocyster), som lander på havbunden

Disse skaller bliver til mikrofossiler i sedimenterne



(Figur: Geoviden, nr. 2, sep. 2024, s. 4)

Indhold

Miocæn stratigrafi

- Biostratigrafi
- Sekvensstratigrafi

Sekvensstratigrafisk ramme i FOHM (Fælles Offentlig Hydrologisk Model)

FOHM-eksempler fra igangværende kortlægninger

Hvordan kan vi forbedre datagrundlaget i fremtiden?

Miocæn stratigrafi

Miocæn stratigrafi

- GEUS har defineret en stratigrafisk ramme for den miocæne lagserie

Ribe Gruppen

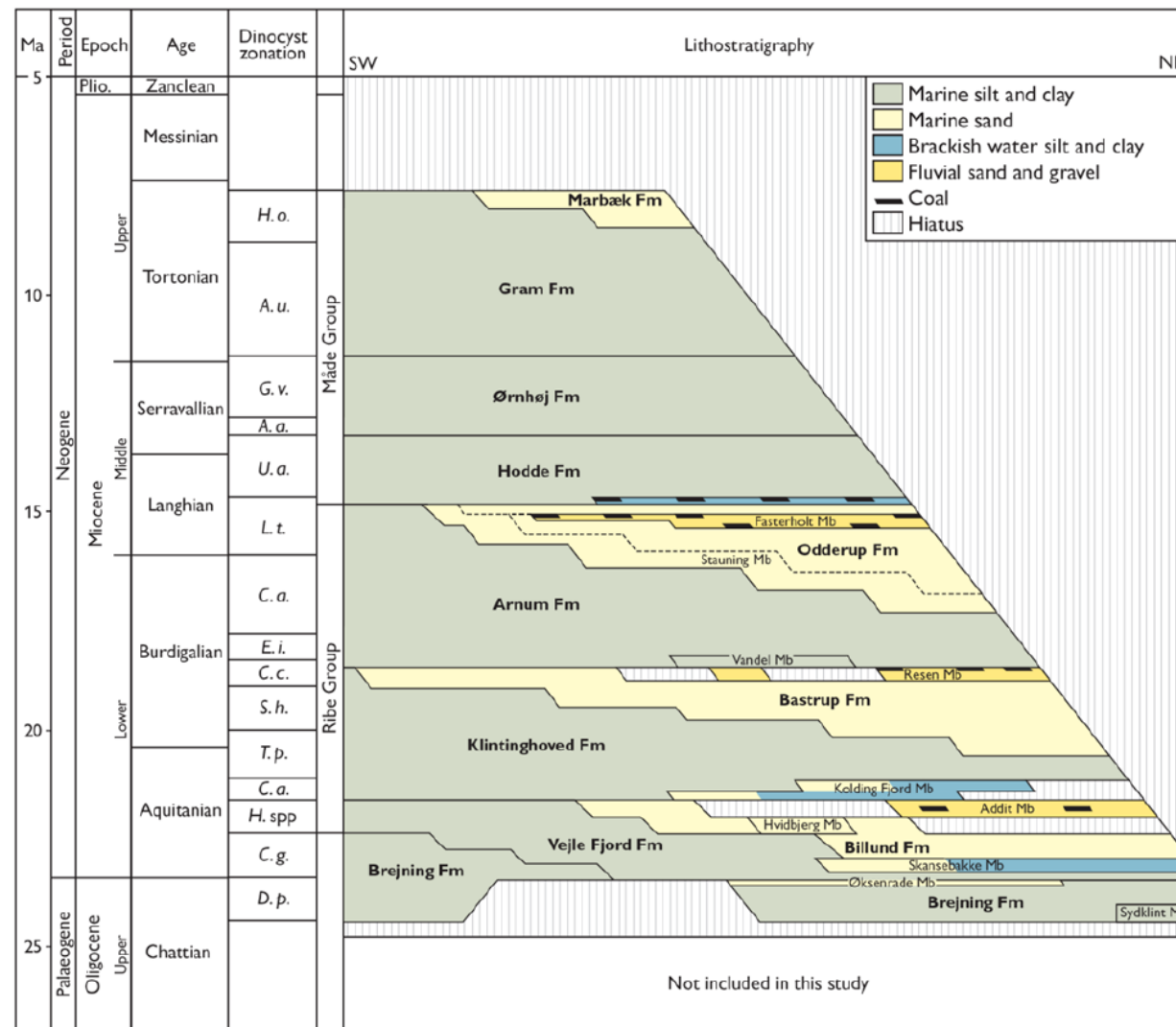
Tre større regressive begivenheder med deltakomplekser: Billund Fm, Bastrup Fm & Odderup Fm

Tre større transgressive begivenheder med marine, lerede og siltede aflejringer: Vejle Fjord Fm, Klintinghoved Fm & Arnum Fm.

Måde Gruppen

Marine lerede aflejringer: Hodde Fm, Ørnhøj Fm & Gram Fm

Deltaudbygning: Marbæk Fm



(Miocæn 3D – Den rumlige geologiske model, opdateret 2015. GEUS rapport 2015/90)

Biostratigrafi & Sekvensstratigrafi

Biostratigrafi

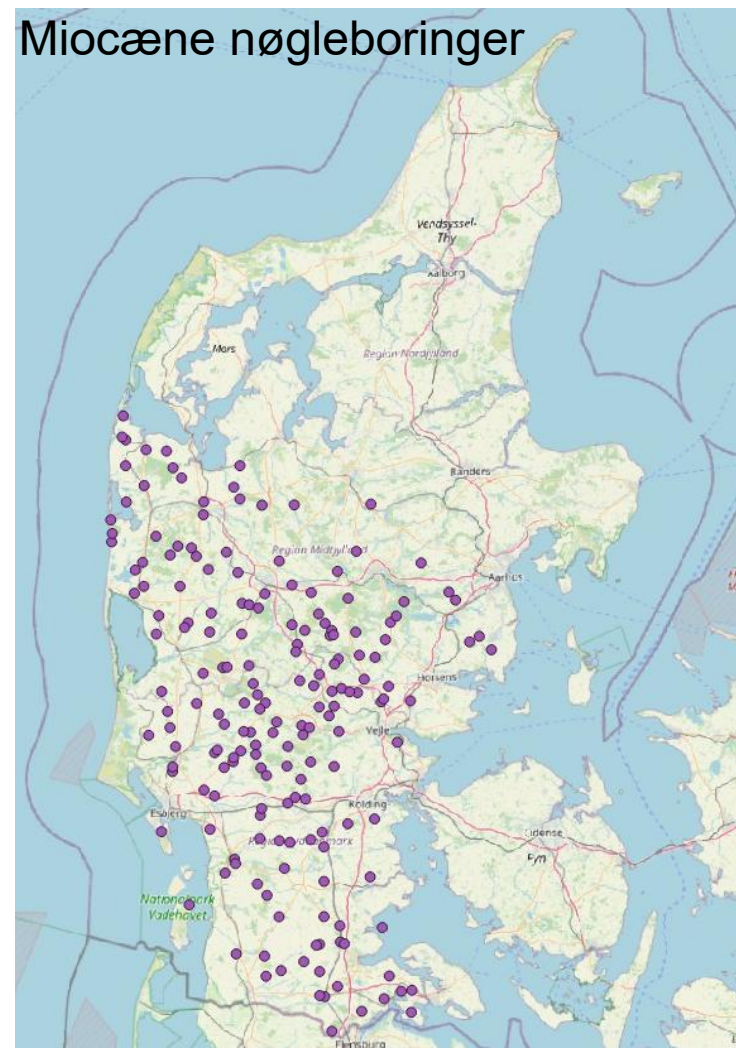
- Sedimenterne dateres ud fra markante dinoflagellater (optræder i kort tid) eller ud fra et bestemt selskab af dinoflagellater (optræder samtidig)
- Relativ aldersbestemmelse: definere hvorvidt et lag er samtidigt, ældre eller yngre end et andet

(Kilde: Miocæn 3D – Den rumlige geologiske model, opdateret 2015. GEUS rapport 2015/90)

Sekvensstratigrafi

- Sedimenter opdeles i rumlige enheder ”sekvenser”
- Sedimenterne i en ”sekvens” er dannet inden for samme tidsrum
- Tidsrummet svarer til én overordnet cyklus i det relative havniveau

(Kilde: Geologi – Nyt fra GEUS, Nummer 1, 1998 – Temanummer: Sekvensstratigrafi)



Sedimenterne i nøgleboringerne er aldersbestemt og underinddelt i sekvenser vha. biostratigrafi

Miocæn3D – Sekvensstratigrafisk ramme

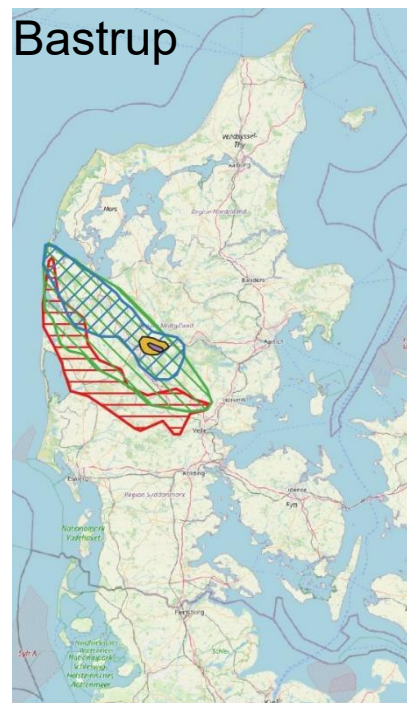
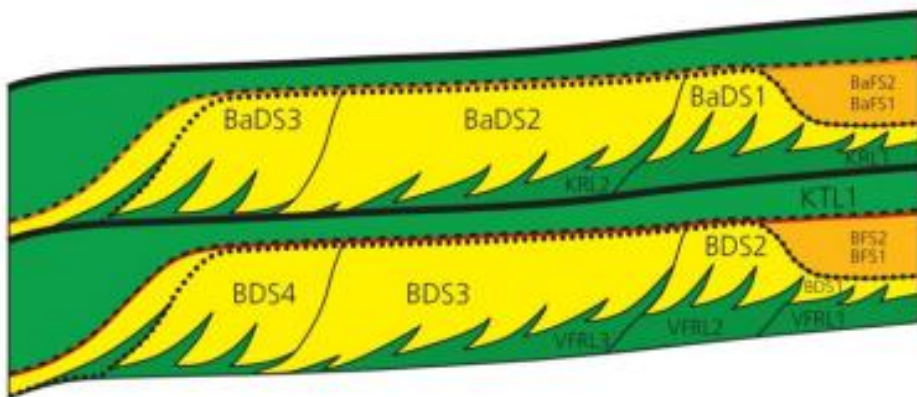
Formationerne er underinddelt i sekvenser, for eksempel:

Bastrup Fm (BaDS1, BaDS2, BaDS3 osv.)

Klintinghoved Fm (KRL1, KRL2, KRL3 osv.)

Billund Fm (BDS1, BDS2, BDS3 osv.)

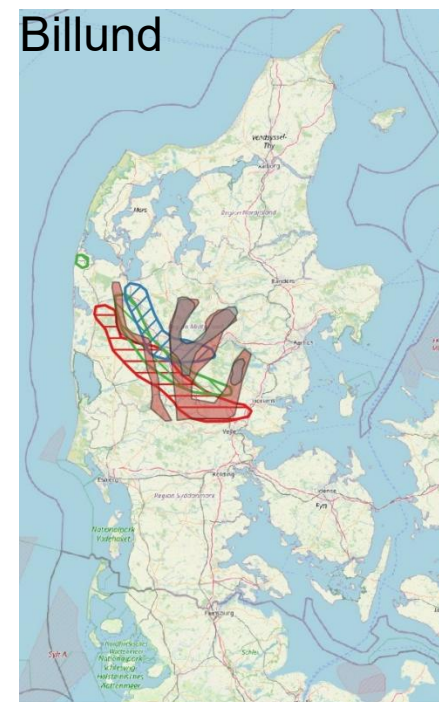
Vejle Fjord Fm (VFL1, VFL2, VFL3 osv.)



Udbredelse af
Bastrup sekvenser

- BaFS1
- BaFS2
- BaDS1
- BaDS2
- BaDS3

Billund



Udbredelse af
Billund sekvenser

- BFS1
- BFS2
- BDS2
- BDS3
- BDS4

(Kilde: Miocæn 3D – Den rumlige geologiske model, opdateret 2015. GEUS rapport 2015/90)



Sekvensstratigrafisk ramme i FOHM

Den miocæne lagserie i FOHM er defineret ud fra den sekvensstratigrafisk ramme, hvor de hydrostratigrafiske enheder udgør en sekvens

Ikke alle sekvenser er repræsenteret i FOHM (fx de fluviale sekvenser), så der findes en løsning ved at anvende eksisterende FOHM-enheder

Måde Gruppen:

5100_Maadegruppen_Gram_og_Hodde

Odderup & Arnum:

5200_Ovre_Odderup_ODS3

5300_Oevre_Arnum_ARL3

5400_Nedre_Odderup_ODS2

5500_Nedre_Arnum_ARL2

Bastrup & Klintinghoved:

5600_Bastrup_BADS9

5610_Klintinghoved_KRL9

5620_Bastrup_BADS8

5630_Klintinghoved_KRL8

5640_Bastrup_BADS7

5650_Klintinghoved_KRL7

5660_Bastrup_BADS6

5700_Klintinghoved_KRL6

5800_Bastrup_BADS5

5900_Klintinghoved_KRL5

6000_Bastrup_BADS4

6100_Klintinghoved_KRL4

6200_Bastrup_BADS3

6300_Klintinghoved_KRL3

6400_Bastrup_BADS2

6500_Klintinghoved_KRL2

6600_Bastrup_BADS1

6700_Klintinghoved_KRL1_Vejle_Fjord

Billund & Vejle Fjord:

6800_Billund_BDS10

6810_Vejle_Fjord_VFL10

6820_Billund_BDS9

6830_Vejle_Fjord_VFL9

6840_Billund_BDS7_BDS8

6850_Vejle_Fjord_VFL7_VFL8

6880_Billund_BDS6

6900_Vejle_Fjord_VFL6

6920_Billund_BDS5

6930_Vejle_Fjord_VFL5

7000_Billund_BDS4

7100_Vejle_Fjord_VFL4

7200_Billund_BDS3

7300_Vejle_Fjord_VFL3

7400_Billund_BDS2

7500_Vejle_Fjord_VFL2

7600_Billund_BDS1

7700_Vejle_Fjord_VFL1

7800_Billund_BDS0

FOHM - Eksempler

Kibæk Kortlægningsprojekt

- Korrelation ml. sekvenser og geofysisk data

Hedensted Kortlægningsprojekt

- Miocæne fluviale aflejringer

Holstebro Kortlægningsprojekt

- Salthorst og indsynkningsgrave

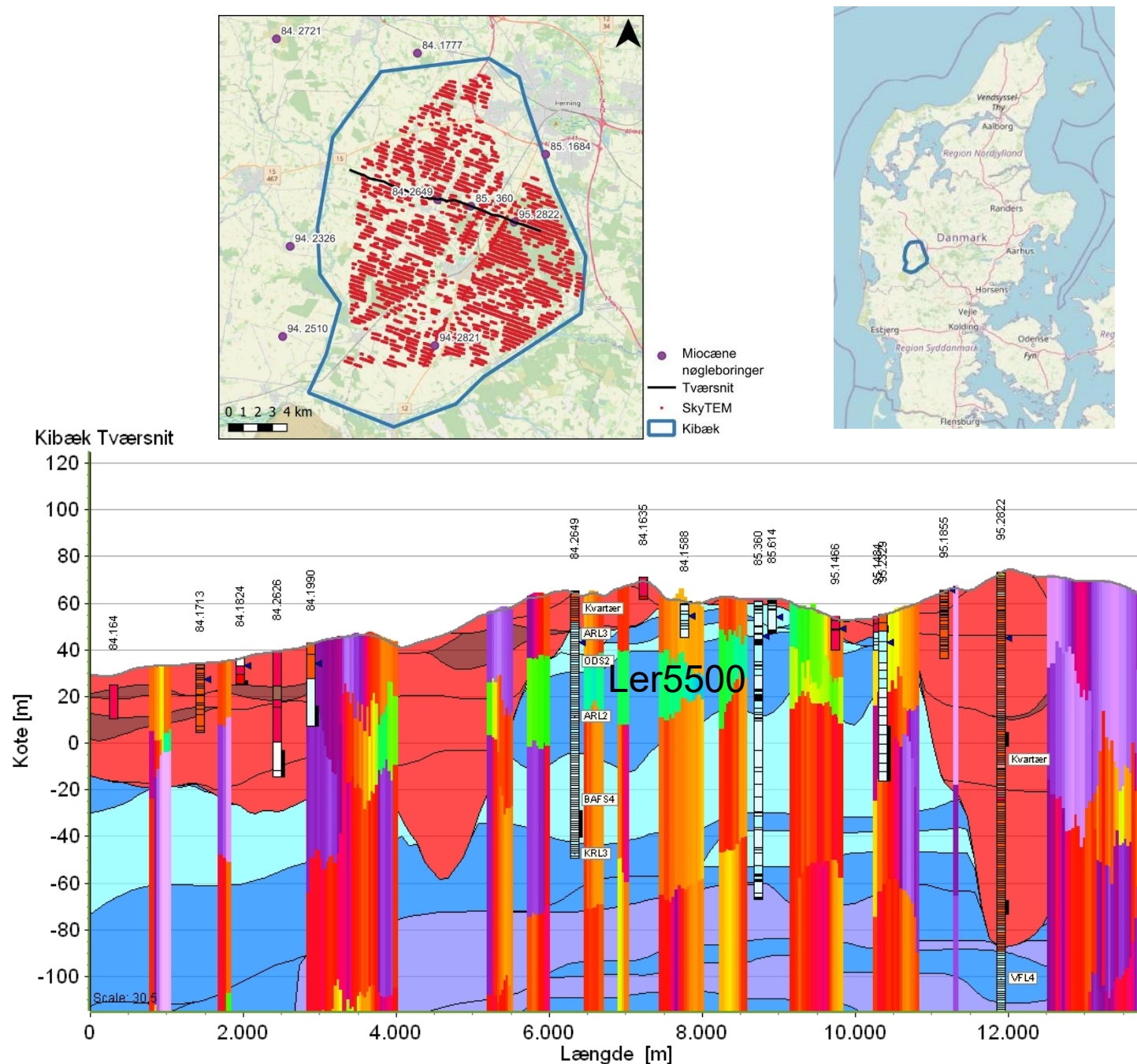


Eksempel fra Kibæk Kortlægningsprojekt

Arnum Formationen (ARL2) har gennemgående udbredelse og tykkelse på 20-40 m

Lavmodstandslag på 20-40 ohmm korreleres med ARL2 => Ler5500 i FOHM

OBS: Vær forsigtig med korrelation ml. de lerede sekvenser og lavmodstandslag, da sekvenserne kan have meget varierende tykkelse inden for kort afstand



Eksempel fra Hedensted Kortlægningsprojekt

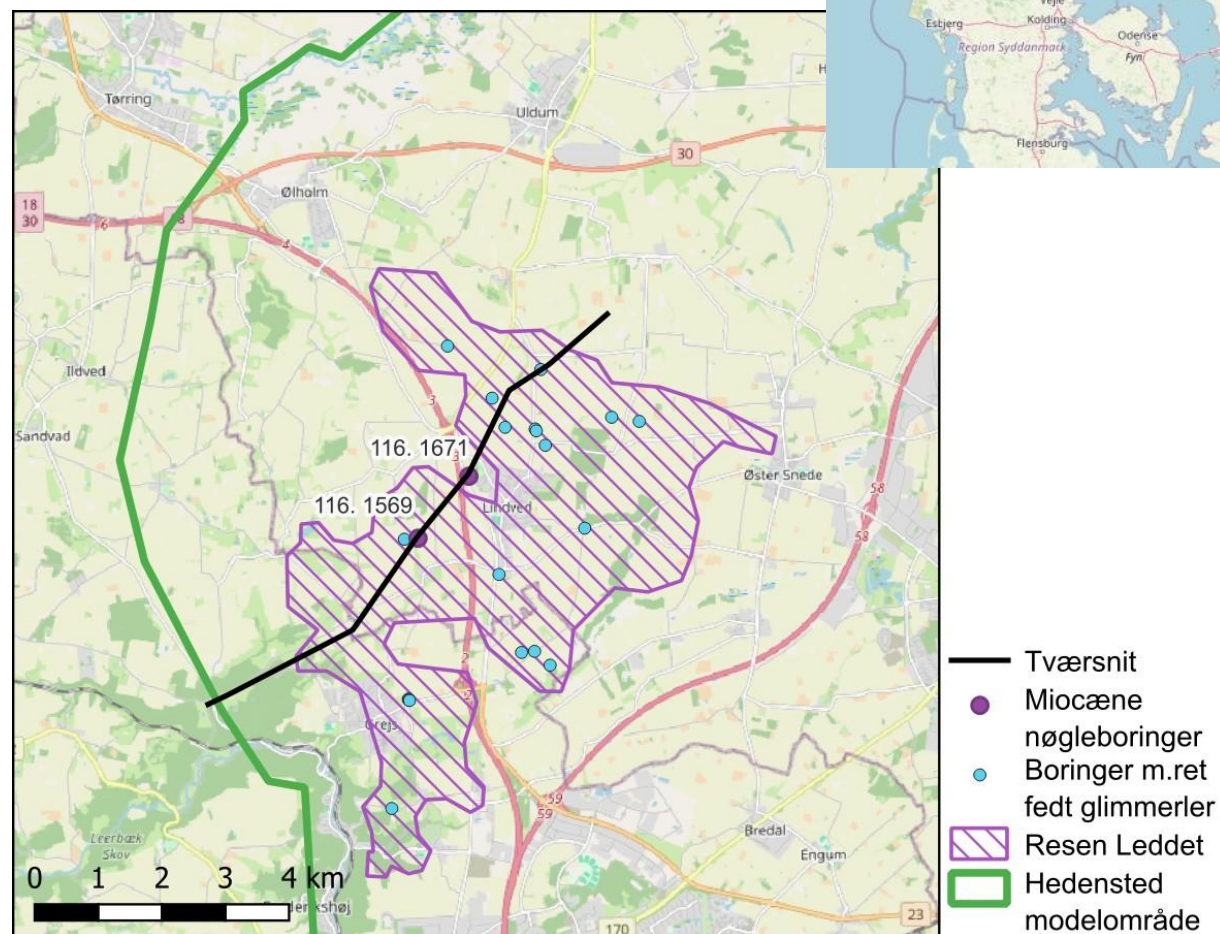
To tætliggende nøgleboringer (DGU 116.1569 & 116.1671) viser fluviale aflejringer nederoderet i marint aflejringer

Resen Leddet:

- Fluvialt ler BAFL4 (ret fedt ler)
- Fluvialt sand BAFS3 (gruset, groft sand)

Det fluviale ler har modstande på 15-30 ohmm; lavere end marint glimmerler

Område med fluviale aflejringer er identificeret ud fra geofysik & prøvebeskrivelser

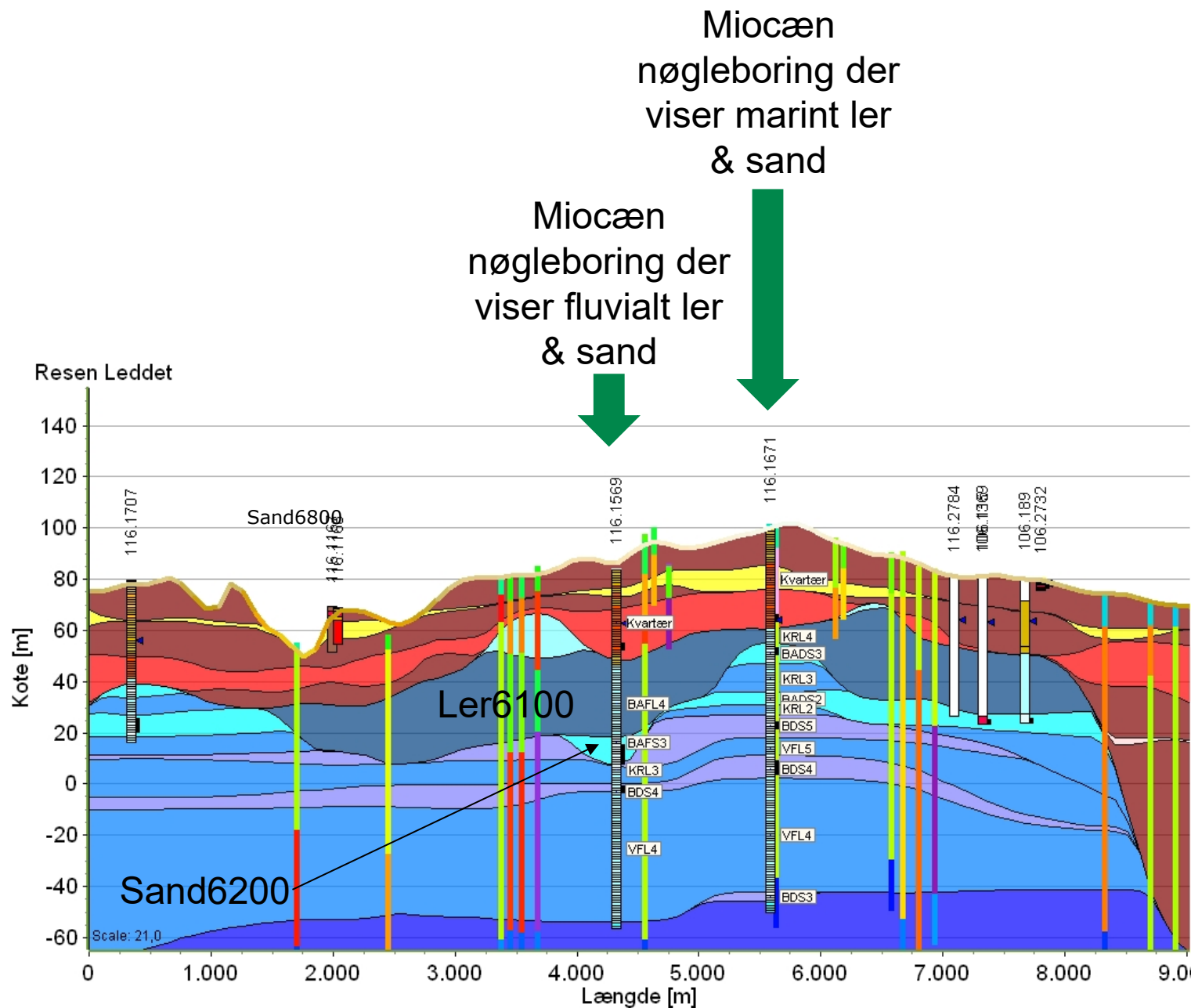


Eksempel fra Hedensted Kortlægningsprojekt

Tolket i FOHM:

- BAFL4 indgår i enheden Ler6100 (KRL4)
- BAFS3 indgår i enheden Sand6200 (BADS2)

OBS: FOHM-tolkningerne følger ikke 100 % sekvensstratigrafien – kompleks geologi & tilpasning til andet data fx pejledata



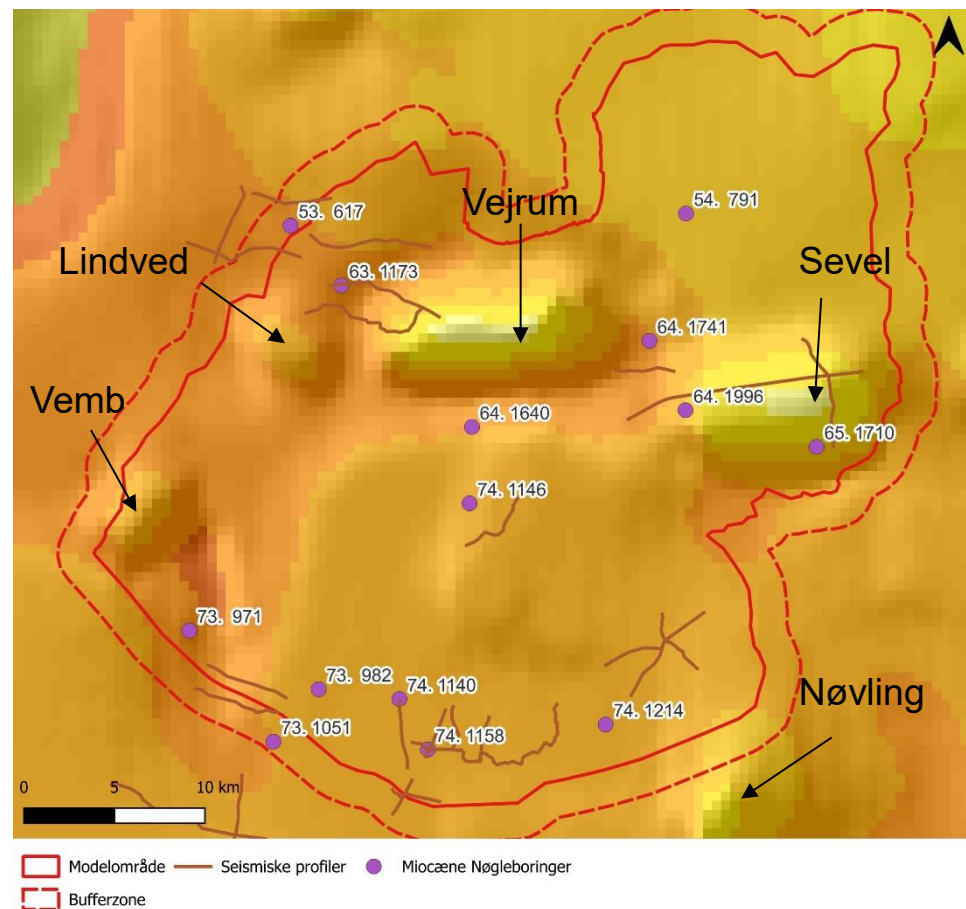
Eksempel fra Holstebro Kortlægningsprojekt

Kompleks geologi med salthorst & indsynkningsgrave

Den miocæne lagserie er kraftigt påvirket af disse strukturer

Her er de miocæne nøgleboringer og seismiske profiler med tolkning af den miocæne sekvensstratigrafi utrolig vigtig

Saltstrukturer & indsynkning

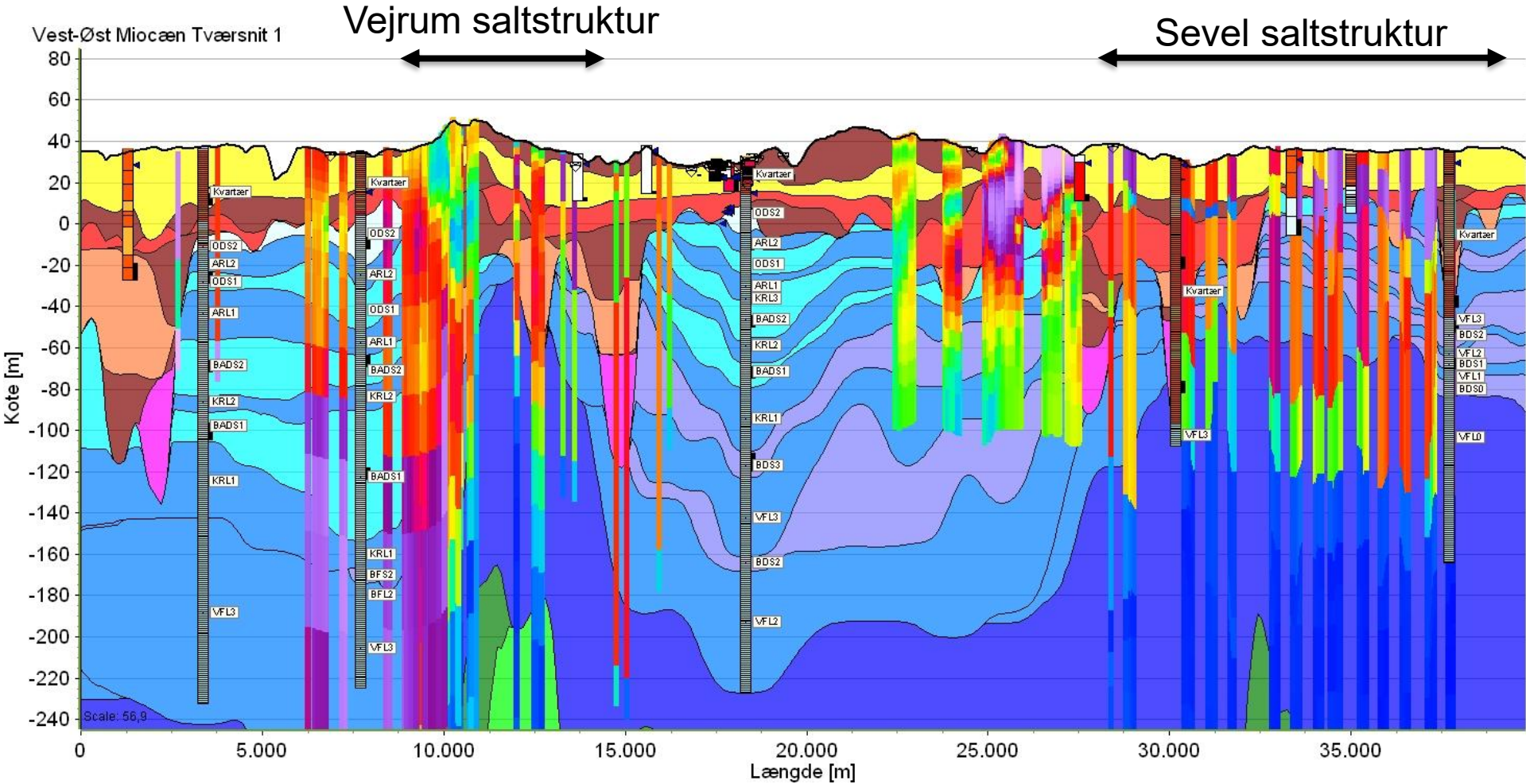
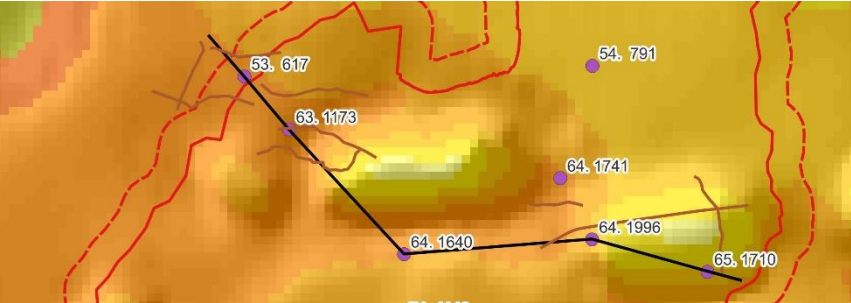


Top Kalk

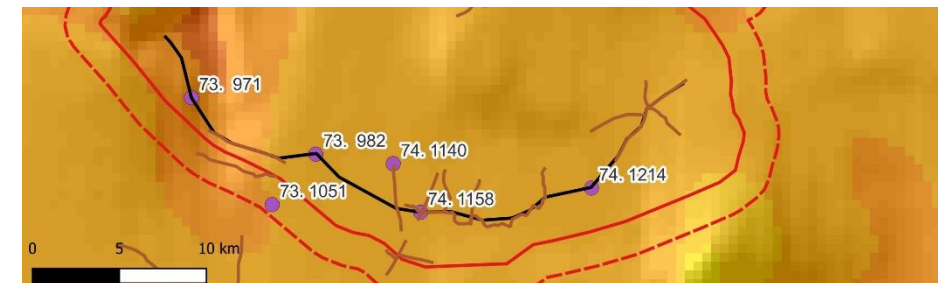
2007: Chalk depth structure map, Central to Eastern North Sea, Denmark.
GEUS bulletin nr 13. Ole Vejbæk, T. Bidstrup m.fl.
Kortet er baseret på udvalgte seismiske data op til 2001.



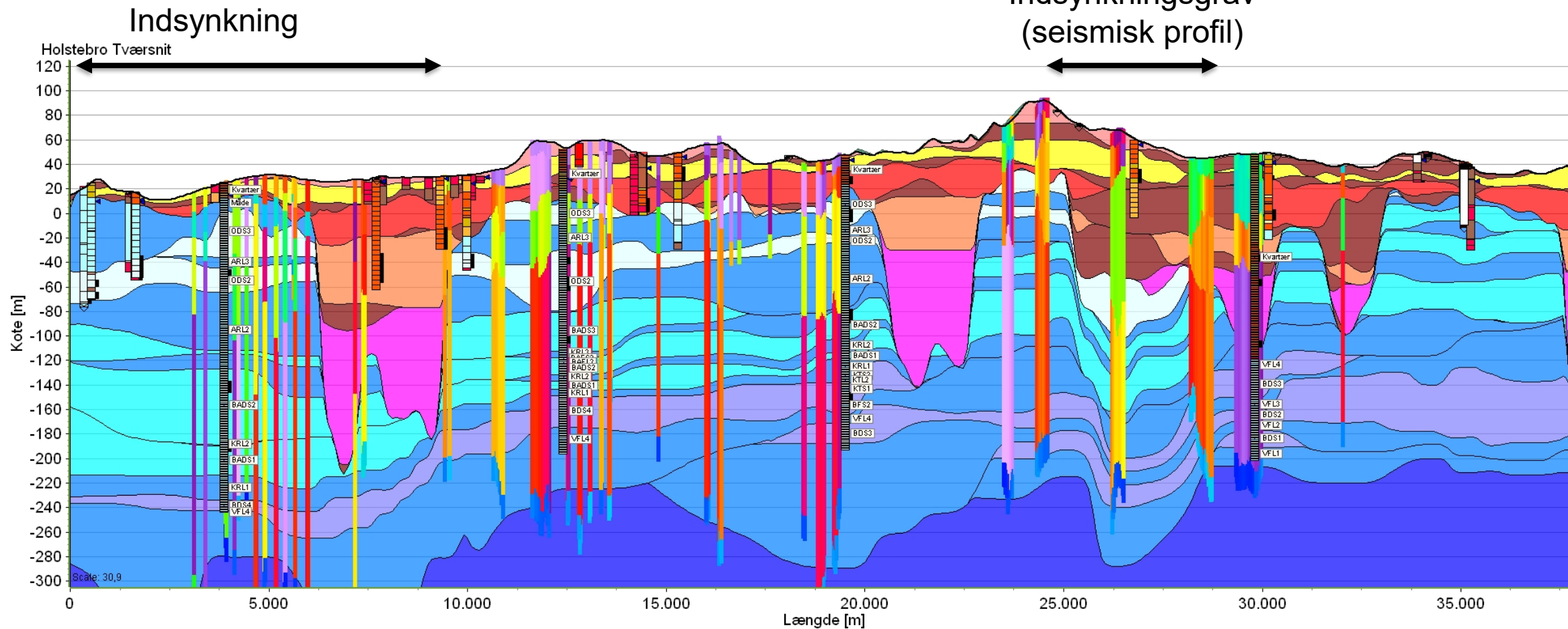
Eksempel fra Holstebro Kortlægningsprojekt



Eksempel fra Holstebro Kortlægningsprojekt

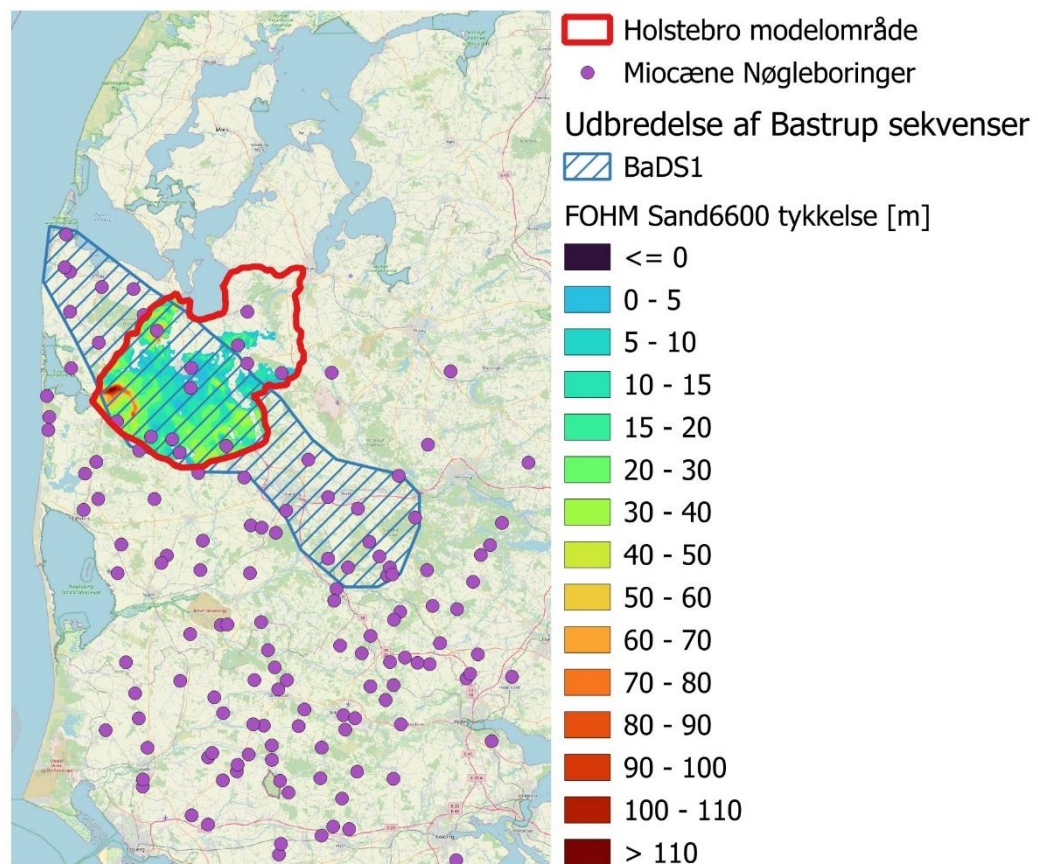


Indsynkningsgrav (seismisk profil)

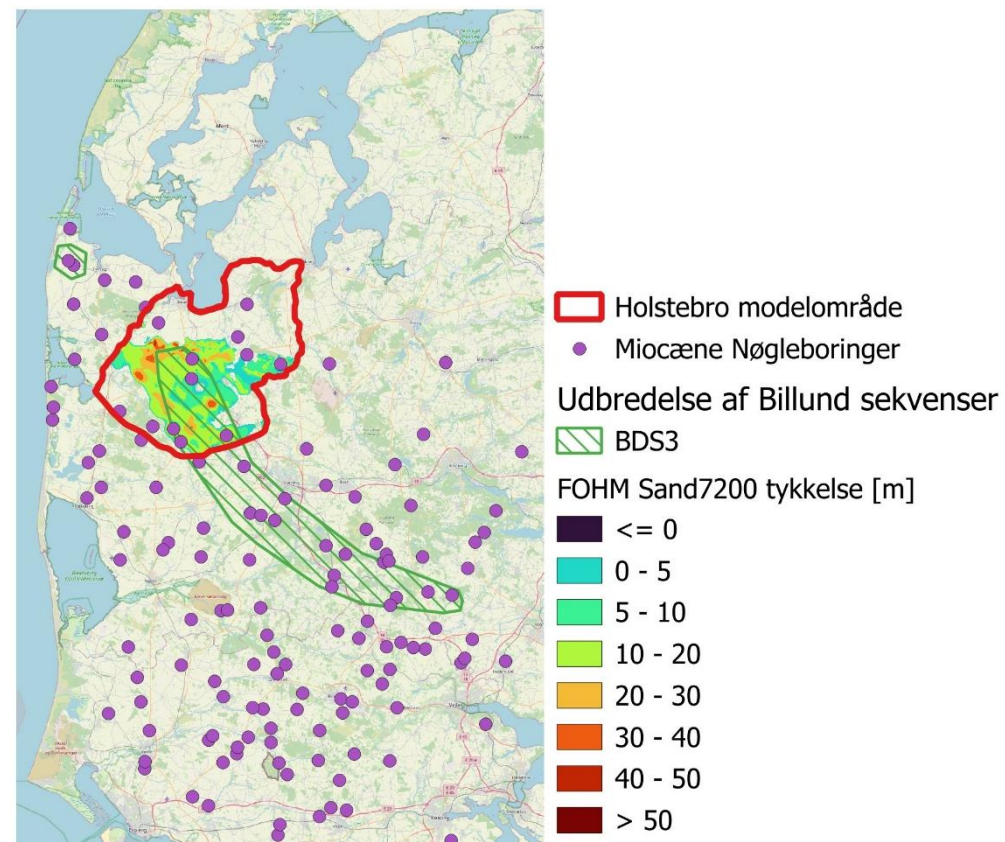


Eksempel fra Holstebro Kortlægningsprojekt

Bastrup Formationen (BADS1 – Sand6600)



Billund Formationen (BDS3 – Sand7200)



Hvordan kan vi forbedre datagrundlaget i fremtiden?

Biostratigrafi er essentiel for tolkning af den miocæne lagserie

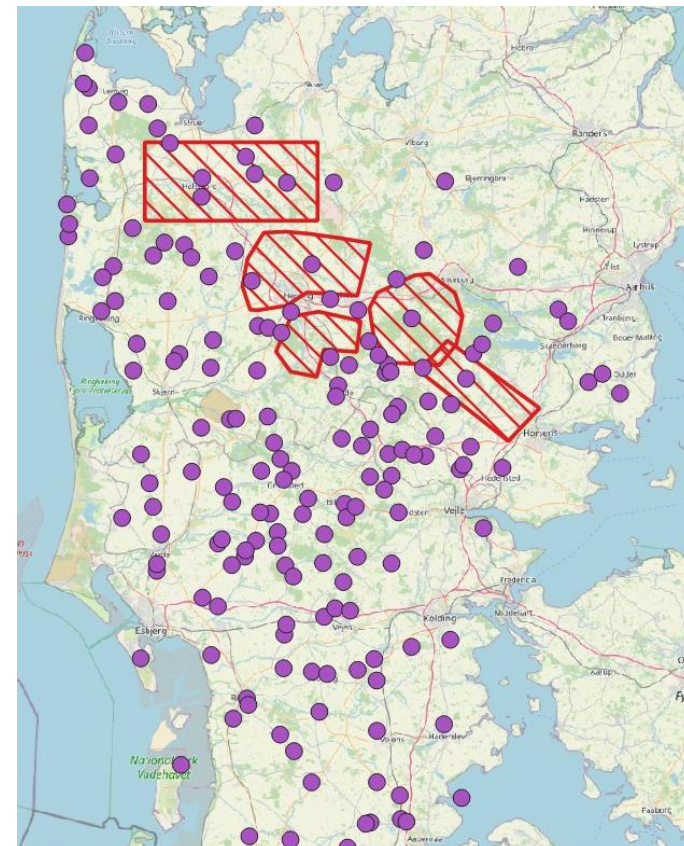
Hvordan får vi ny viden/data, der kan bidrage til forbedring af FOHM?

Nyt data der kan bidrage til miocæne sekvensstratigrafi:

- Nye seismiske profiler
- Etablering af nye boringer

Miljøstyrelsens budget er mere begrænset i forhold til før 2015.

Miljøstyrelsen kan evt. bidrage til betaling af biostratigrafisk datering & sekvensstratigrafisk tolkning



- Miocæne Nøgleboringer
- ▨ Kompleks område (behov for dateringer)

Tak for opmærksomheden

Spørgsmål?



Tillie Madsen
Tlf.: 21 65 26 51
Mail: timam@mst.dk

Biostratigrafi i grundvandets
tjeneste
4. marts 2026
Tillie Madsen