

# Furesøen

## - nye data til dannelsesmodel

Af Nick Svendsen og Lars Ole Boldreel

Artiklen "Furesøen og Farum-sandet – forslag til dannelse af Danmarks dybeste sø", der udkom i GeologiskNyt nr. 6-2010 indeholdt et forslag til dannelsen af Furesøen, som det fremgår af titlen. En af konklusionerne var, at vi mangler data for at kunne forbedre og indsnævre antallet af mulige dannelsesmodeller. Heldigvis har det vist sig, at Institut for Geografi og Geologi ved Københavns Universitet har optaget en højopløselig Chirp III-linje over den dybere del af Furesøen. Linjen viser en masse detaljer, som gør det muligt at revidere og lægge nogle ekstra detaljer til på den foreslåede dannelsesmodel.

I det følgende beskrives linjen. Ved samme lejlighed bringes figuren fra side 8 i GeologiskNyt nr. 6 2010, som viser stratigrafien for Weichel-istiden. Beklageligvis havde der indsejlet sig nogle fejl, som herved skulle være rettet. Den i artiklen benævnte Nordøst-till svarer til Østjyske till. Både Midtdanske till og Østjyske till er ført over Danmark af gletschere fra nordøst.

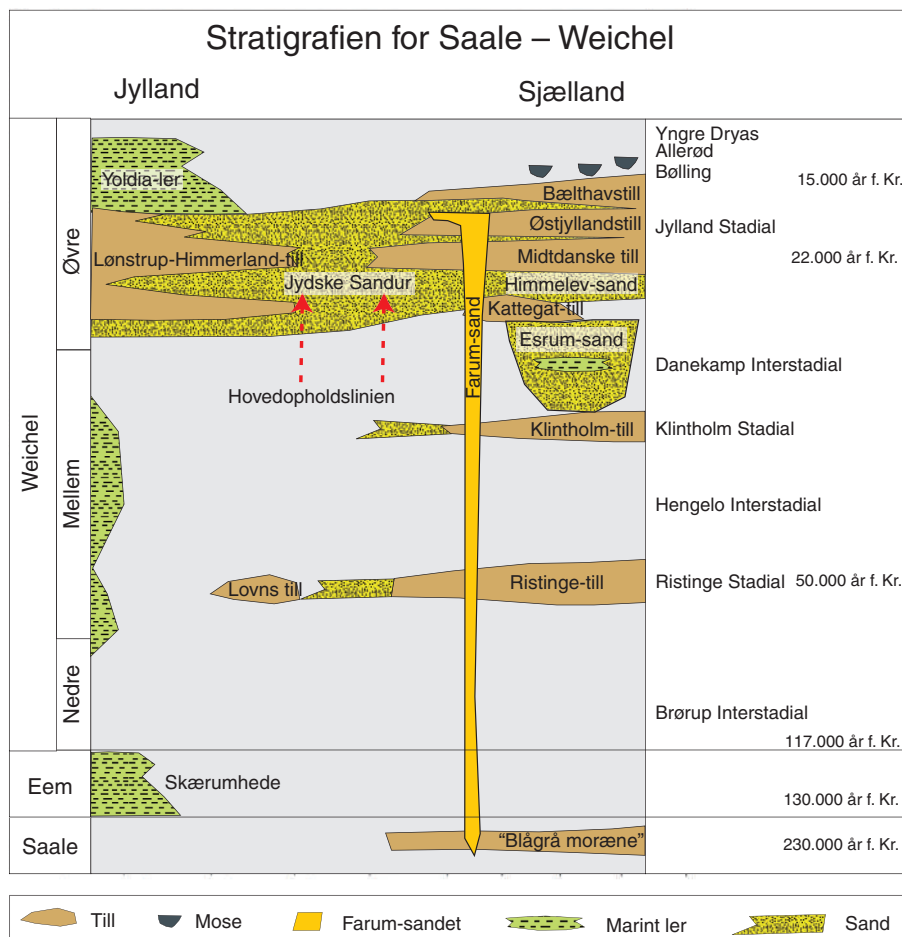
### Chirp III-data

Chirp III er et instrument, der udsender en meget højfrekvent lydimpuls nede i vandet, og når lydbølgen rammer et markant lag, reflekteres den, og det reflekterede signal opsamles også i Chirp III. Metoden kan således sammenlignes med seismik. Da der anvendes meget højfrekvent energi, betyder det, at meget små strukturer eller tynde lag kan erkendes, men kun ned til ca. 10 m under søbunden. Metoden kræver ikke det store udstyr.

På Furesøen blev der indsamlet data fra en stor tømmerflåde med påhængsmotor for at teste forskellige opsætninger af Chirp III samt teste muligheden for at indsamle brugbare data til en geologisk fortolkning af Furesøens udvikling.

### Beskrivelse af Chirp III-linjen

Figuren øverst på næste side viser en af



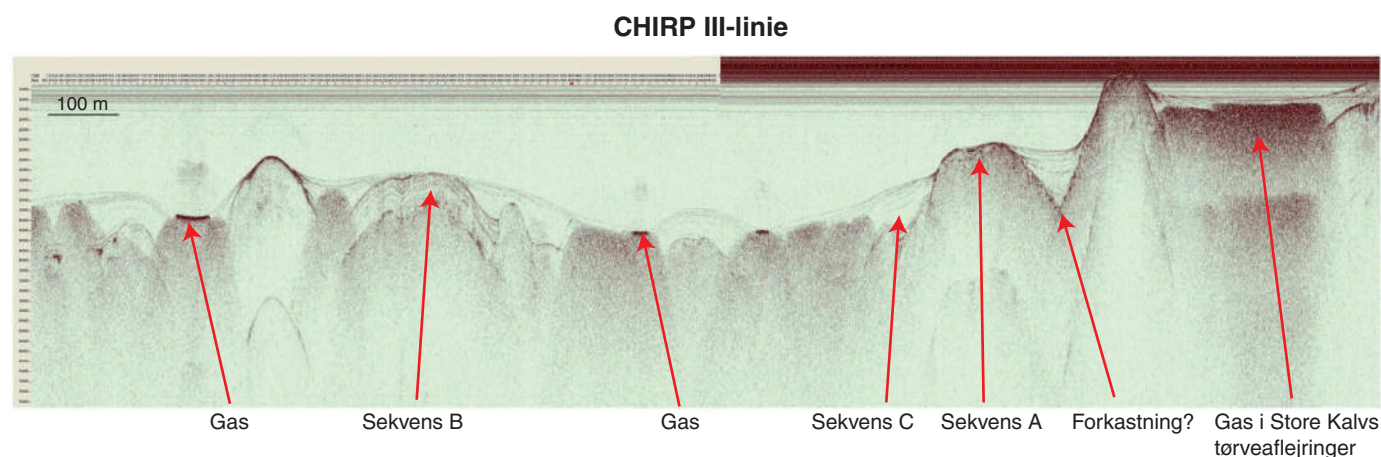
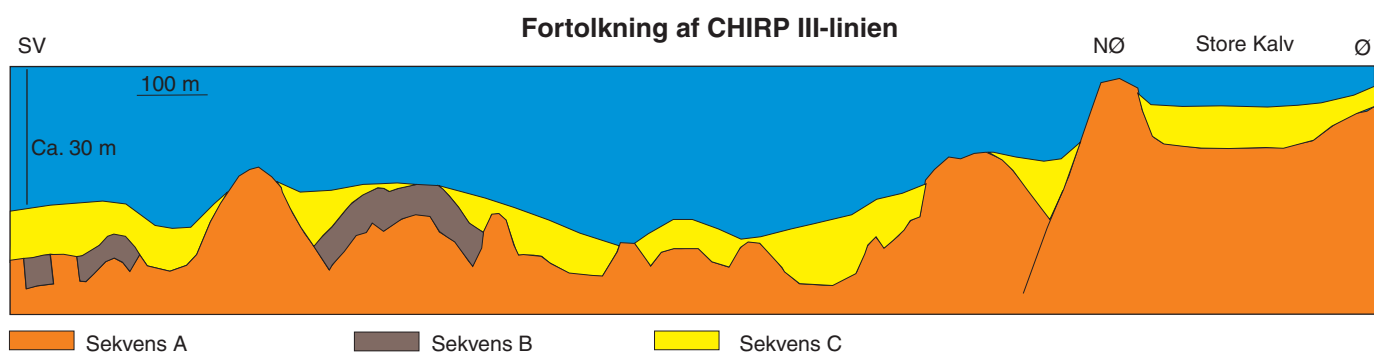
Kvartær-stratigrafien er modificeret efter Houmark-Nielsen (1999). Erosionsfaserne for Farum- og Esrum-sand er forsøgt vist. Begravede dale er et velkendt fænomen i Nordeuropas kvartære aflejringer og er beskrevet i GeologiskNyt i flere artikler. Denne figur er en revideret udgave af samme illustration fra GeologiskNyt 6/2010 side 8. (Grafik: Nick Svendsen modificeret efter Houmark-Nielsen (1999).

de indsamlede profillinjer, som begynder ved den vestlige del af Storekalv (se artiklens sidste figur) og fortsætter i sydvestlig retning ind i Furesø. En del af linjen er forstørret i figuren nederst på næste side for at vise detaljer af geologien. Linjen viser tilstedeværelsen af følgende tre sedimentære sekvenser:

**Sekvens A:** Denne sekvens findes i højdedragene i bunden af søen, i kanterne af søen og under de to andre sekvenser. Den fremstår uden nogen lagdeling. Relieffet i toppen af sekvensen er meget kraftigt, og dybdekortet for Furesøen giver derfor kun et meget udglattet relief af Sekvens A.

**Sekvens B:** Denne sekvens ligger mellem sekvenserne A og C og har en tydelig lagdeling. Den er kun observeret i den dybere del af søen og synes at ligge i tre dele adskilt af Sekvens A. De vestlige to dele ligger relativt dybt, og fortolkningen er noget usikker. Sekvensen har en nogenlunde ensartet tykkelse i tværsnittet. Den østlige del af forekomsterne har kanterne bøjet nedad.

**Sekvens C:** Sekvens C er den yngste og findes i de dybere dele af søen samt i Store Kalv. Den viser lagdeling, men noget svagere end Sekvens B. Sekvensen ligger ofte diskordant på de andre to sekvenser. Tykkelsen varierer stærkt i de enkelte forekomster



*Chirp III-Linje fra Furesøen optaget af Institut for Geografi og Geologi, Københavns Universitet. Det skal bemærkes, at der er en stor overhøjning af linjen, som det fremgår af figuren. Længden af linjen er lidt over 2 km. Hver vertikal delstreg svarer til ca. 7,5 cm; Værdien 10.000 svarer til ca. 7,5 m og 20.000 til ca. 15 m. Gasforekomsten tæt på søbunden til venstre ligger i ca. 30 meters dybde. (Kilde: Institut for Geografi og Geologi, Københavns Universitet)*

og ses at fylde relieffet ud efter de andre sekvenser. Der er flere steder indikationer på tilstedeværelsen af gas (biogen, formodentlig sumpgas) i Sekvens C.

**Gas:** Flere steder ses der en meget kraftig reflektor, som ser ud til at skygge for den underliggende geologi (figurene nedenfor og

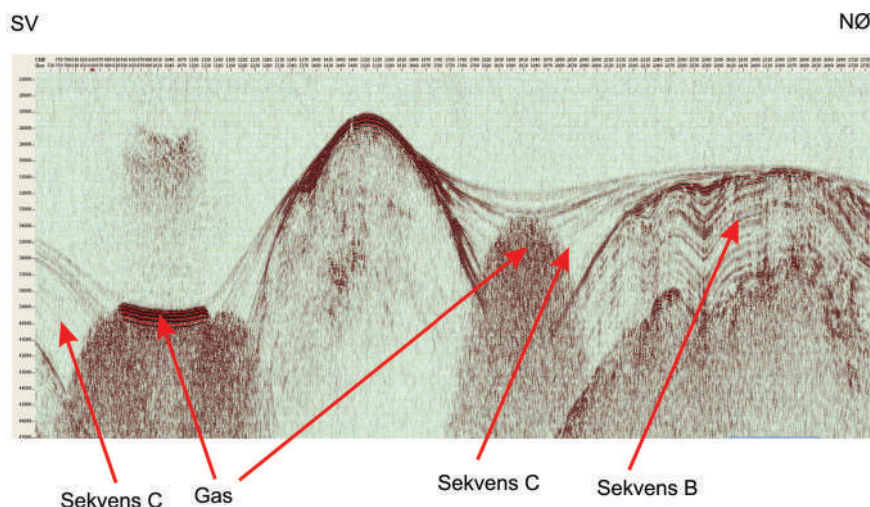
øverst på næste side). Disse kraftige reflektorer ligger nogle steder meget tæt på søbunden og andre steder lidt dybere. Lagenes overgrænse kan tydeligt ses, hvorimod undergrænse er diffus. Ud fra figuren nedenfor og figuren øverst på næste side ses det, at lag fra sekvenserne B og C fortsætter gennem den forstyrrede zone under gasforekomsten.

**Tørv?:** I den nordlige del af profilet ses en meget kraftig reflektor nord for et højdedrag, som adskiller Storekalv fra Furesøen. Reflektoren er dog ikke så markant som ved gasforekomsterne og den underliggende forstyrrede zone er mere transparent end gasområdet. Baseret på resultater fra andre søer foreslås det, at der her er tale om tørvdannelse.

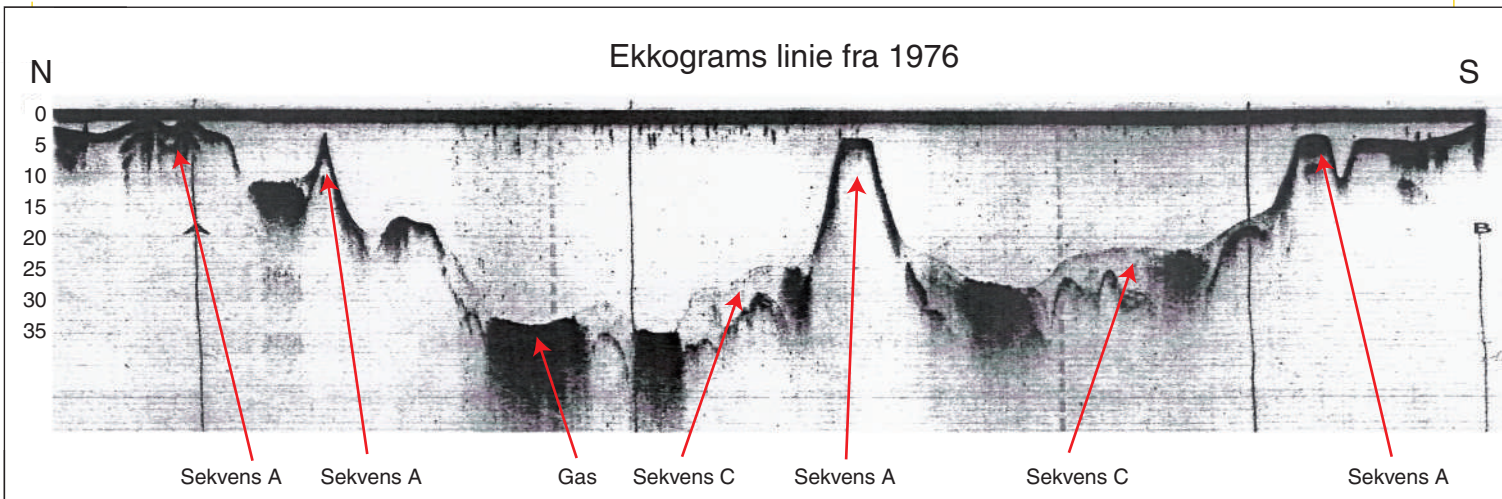
**Fortolkning**

Følgende er et forsøg på en fortolkning af Chirp III-linjen (figuren på næste side):

1. Sekvens A har ingen indikationer på intern lagdeling. Den findes i højdedragene i bunden af søen, i de fladtoppedede bakker ved kanten af Store Kalv, i siderne af søen og under de andre to sekvenser. Sekvens A fortolkes derfor som moræneaflejringer. I artiklen i GeologiskNyt 6/2010 blev de fladtoppedede bakker fortolket som en mulig ås, men den manglende interne lagdeling siger noget andet, og bakkerne må derfor være moræneaflejringer. Neden for de fladtoppedede bakker ligger en Sekvens A-“knold” (se figuren ovenfor). Der er måske indikationer på et forkastningsplan (det kan dog være en refraction) på siden af den.
2. Sekvens B viser en klar lagdeling, hvil-



*Detalje fra den vestlige del af Chirp III-linjen. Man kan se, at sekvens B er deformeret – måske er der tale om en ås (kamås?). Man kan ligeledes se, at gassen maskerer det underliggende sediment. (Kilde: Institut for Geografi og Geologi, Københavns Universitet)*



Ekkolodprofil fra Furesøen. Ekkolodprofilen er forsøgt skaleret på samme måde som Chirp III-linjen. (Kilde: Danske søer 1997)

ket tolkes til, at den er aflejret af vand. De nedbøjede sider i den østlige forekomst antyder en vis dislokation måske relateret til afsmeltning af død is. Sekvens B fortolkes som aflejret af smeltvand muligvis en åsdannelse.

3. Sekvens C har ligeledes en klar lagdeling, men mønstret er ikke så tydeligt som i Sekvens B, hvilket antyder, at materialeskellen i aflejringen ikke er så markant som i Sekvens B. Sekvensen udfylder lavninger i Sekvens A (i moræneaflejringerne) og ligger diskordant på Sekvens B. Der synes også at være nogen dislokation af Sekvens C-sedimenterne. Tilstedeværelsen af gas (sump-gas) antyder indhold af organisk materiale.

Til at belyse geologien er der tidligere foretaget nogle prøveindsamlinger i søen, og beskrivelserne fra rapporten "Overvågning af søer, 1995" er her gengivet:

"I december 1995 blev der udtaget prøver af sedimentet på 25 meters dybde i det åbne bassin og på 2,5 meters vanddybde i Store Kalv. På hver station blev der udtaget 3

prøver. Det lykkedes at udtage meget dybe prøver, som i gennemsnit var 50 cm dybe. I hovedbassinet var der kun ringe visuel forskel mellem stationerne. Generelt var lagfølgen noget diffus, måske betinget af en konstant sedimentation på disse relativt store vanddybder.

De øverste 5 - 10 cm var brunlige, mens de følgende 40 cm bestod af vekslende lag af gråt-mørkegråt materiale. De nederste lag var mere ensfarvede lysegrå.

I Store Kalv var der tydelige forskelle mellem stationerne. Således var den mest vindeksponerede station i den vestlige del af bassinet meget kompakt og lysegrå med et dårligt sorteret overfladesediment. Derimod var prøverne fra den østlige del, ved tilløbet fra Dumpedalsrenden, meget bløde og bestod af sort dynd. Der er relativt stor forskel mellem sedimentet i det åbne bassin og i Store Kalv. Tørstofindholdet i det åbne bassin er 11 %, mens det er 17 % i den lavvandede del af søen. Glødetabet er i begge dele af søen omkring 25 % i overfladesedimentet."

Beskrivelsen bekræfter, at en væsentlig del

af de øverste bundsedimenter er organisk materiale, og at der er en vis lagdeling. Sekvens C fortolkes som postglaciale søsedimenter. Furesøens vandstand var før 1300-tallet ca. 2 m lavere (før vandmøllernes tid). Det betyder, at Store Kalv dengang formodentlig var en mose. Der er da også fundet rester af birketræer i Store Kalv på 2 meters vanddybde. Sekvens C i Store Kalv består formodentlig mest af tørv.

Ekkolodlinjen fra 1976 er her vist modificeret (figuren ovenfor), så den har nogenlunde samme størrelsesforhold som Chirp III-linjen. Med udgangspunkt i Chirp III-linjen genkender man også Sekvens A og C på denne linje.

#### Geologisk Model

Følgende foreløbige geologiske model tager udgangspunkt i modellen, der blev præsenteret i GeologiskNyt 6/2010.

**Fase 1:** Furesøen blev oprindelig dannet som en tunneldal i forbindelse med afsmeltningen af næstsidsste gletscherfremstød som dannede Østjyske till. Taget i istunnelen kollapsede og faldt ned i hullet. Hullet blev

# Vi borer over hele landet..!

- Kerneboringer
- Hulsneglsboringer
- Højslevboring
- Tørboring
- Luftslylleboring
- Skylléboring

- ring og hør nærmere...





**POUL CHRISTIANSEN A/S**  
**Brøndborer- & Ingeniørfirma**  
 7840 Højslev  
 Tlf. 97 53 52 22

# 100

år

- din sikkerhed for erfaring og kompetence...

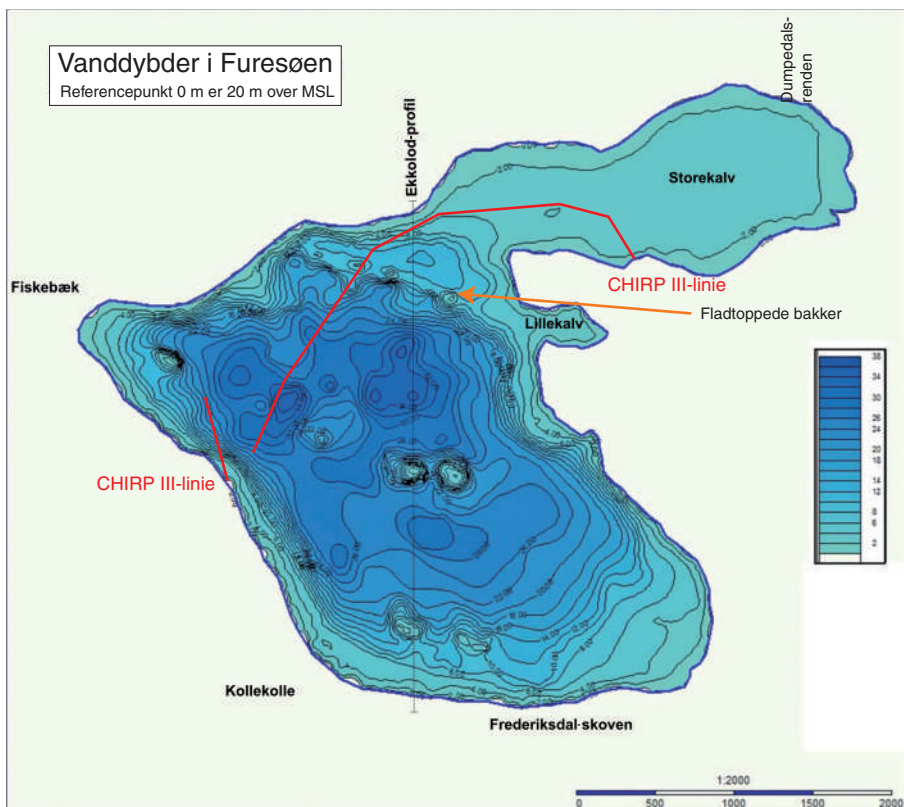
så omdannet til et dødishul. Dødisen nåede ikke at smelte mellem dette isfremstød og det efterfølgende Baltiske isfremstød.

**Fase 2:** Ved det Baltiske isfremstød skred isen endnu engang over området fra syd. Da gletscherranden efter afsmeltning stod ved Furesøen, løb smeltevandet ud og eroderede endnu engang. Der dannedes også dødis-klumper i den Baltiske till.

**Fase 3:** I den postglaciale periode smeltede dødisen, både den i den dybereliggende Østjyske till og den yngre i den Baltiske till. Herved sank bunden i dødishullet ned, og Sekvens B- og C-aflejringerne deformeredes.

Ovenstående model skal opfattes som en arbejdshypotese. Der mangler flere Chirp III-data til at få en bedre opfattelse af den rummelige fordeling af de tre sekvenser. Hvis det derudover er muligt at finde alle de gamle ekkogramprofiler, vil de også kunne bidrage til modellen.

*Tak til teknikerne Peer Jørgensen og Paul Christiansen for hjælp til indsamling af Chirp III-data.*



Vanddybdekort med Ekkogram og Chirp III-linjerne indtegnet. (Modificeret efter Overvågning af Søer, 1995)

## Kort nyt