

De geologiske forhold i farvandet mellem Anholt og Sverige

Et bidrag baseret på reflektionsseismiske undersøgelser

KELVIN GEORG GYLDENHOLM & THOMAS VANGKILDE-PEDERSEN



Gyldenholm, K. G. & Vangkilde-Pedersen, T.: De geologiske forhold i farvandet mellem Anholt og Sverige. Et bidrag baseret på reflektionsseismiske undersøgelser. *Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1990-91*, side 99-103. København, 18. november 1992.

A Preliminary interpretation of 300 km reflection seismic data from the area between the island of Anholt and Sweden, is presented. The seismic survey is part of the "GeoKat" project, at the Geological Institute, University of Aarhus. The penetration depth of the seismic source used varied between approx. 100 and 800 m, thus covering both Quaternary and pre-Quaternary formations.

Kelvin Georg Gyldenholm, Thomas Vangkilde-Pedersen, Maringeologisk Afdeling, Geologisk Institut, Aarhus Universitet, Finlandsgade 6-8, DK-8200 Aarhus N. 28. november 1991.

Data

De anvendte data, som omfatter ialt 300 km seismiske profiler, blev indsamlet i perioden 1988-1990, som led i projektet »GeoKat«, der har til formål at studere den geologiske udvikling i Kænozoikum i Kattegat. Som kilde anvendtes en 30 cu.in. airgun; registreringen af data, som er lagret digitalt, foregik via en 24 kanals streamer. Streamerens hydrofongruppe-afstand er 6,25 m, hvilket med et skudpunktsinterval på 12,5 m gav 6 fold dækning. Indtrængningsdybden varierer mellem ca. 100 og 800 m (afhængig af de geologiske forhold). Den vertikale opløselighed anslås til ca. 6 m i den øverste del af data og ca. 25 m i de nedre dele. Som støtte for tolkningen er resultaterne fra en 306 m dyb boring (i praksis tre borehuller, Anholt 2-4, jvf. fig. 1) blevet benyttet. Boringen er udført i juni 1990 i forbindelse med projekt GeoKat.

Fig. 1 viser beliggenheden af de seismiske profiler. De særligt markerede profiler, som giver et repræsentativt indblik i områdets geologi, er nærmere beskrevet i det følgende. I fig. 2 ses de tolkede profiler gengivet som geosektioner.

Processering

Processeringen af de seismiske data er foretaget med Geologisk Instituts processerings-faciliteter

(ND-570 mini-computer med GECO NORSEIS software).

Det væsentligste problem har været tilstedeværelsen af mange, kraftige havbundsmultipler, som dels har bevirket en forringelse af mulighederne for analyse af de seismiske hastigheder, og dels udgør en stor tolkningsmæssig gene. Multipel-energien er forsøgt dæmpet ved såkaldt prediktiv dekonvolution, men desværre med meget varierende effekt. En af de væsentligste årsager til, at dekonvolutionen ofte ikke virker efter hensigten, er formodentlig den relativt lave vanddybde i området (i gennemsnit ca. 30 m), hvilket bevirker, at indfaldsvinklerne varierer ganske betragteligt både med offset og tovejstid. Da amplituden og pulsformen af både det udsendte og registrerede signal er vinkelafhængig, og dermed forskellig for primær- og multipelrefleksion, medfører dette en væsentlig forringelse af muligheden for at dæmpe multiplerne med den foreliggende processeringssoftware.

Tolkning

Størstedelen af det behandlede område ligger umiddelbart NØ for den i Sen Kridt-Tidlig Tertiær inverterede zone (Liboriussen et al., 1987), se fig. 1. På flere af profilerne (heriblandt Profil B, se fig. 2) kan inversionszonens nordøstlige flanke observeres i form af en (eller flere) større

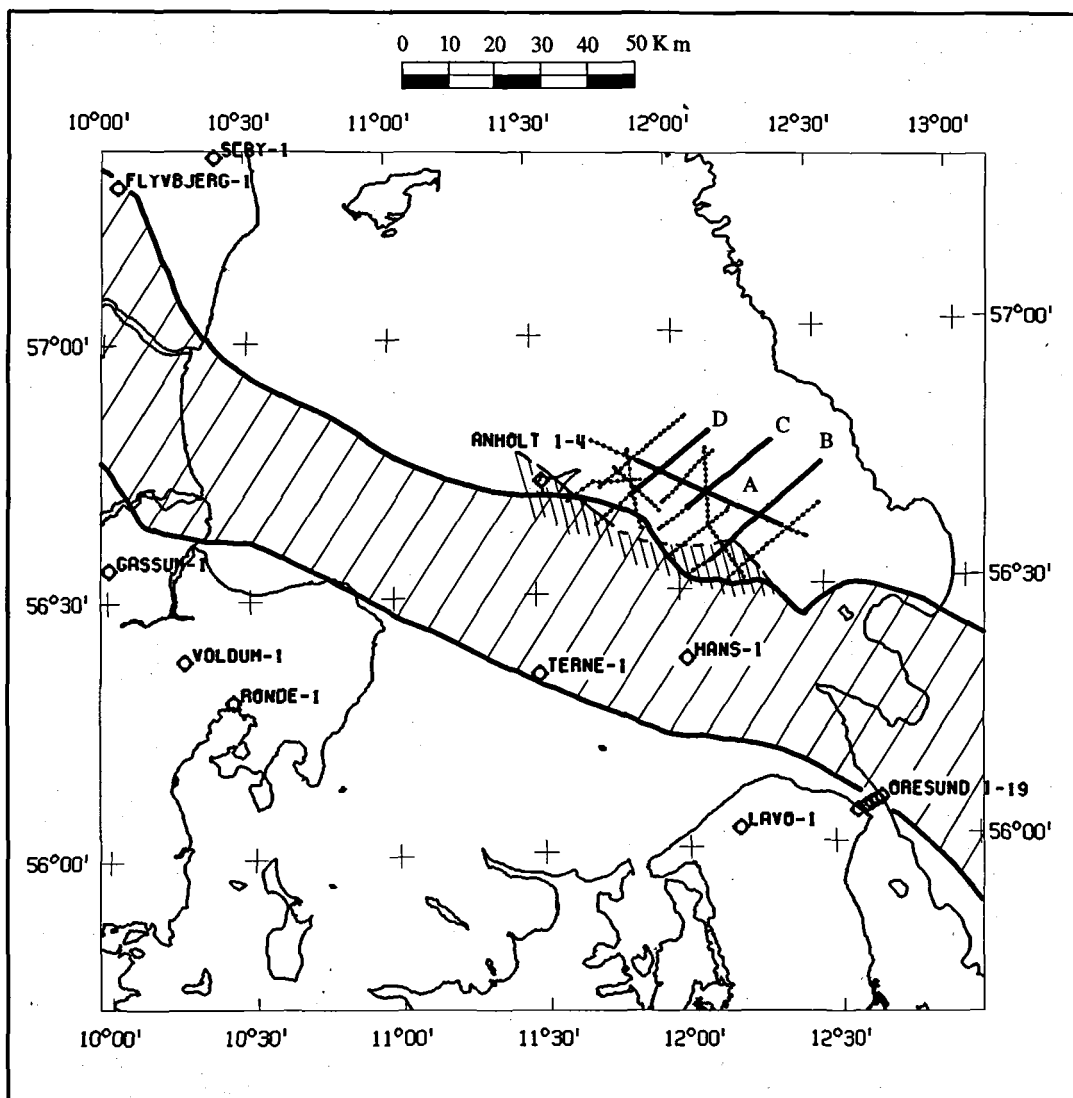


Fig. 1. Kortet viser beliggenheden af de seismiske profiler (A-D). Endvidere er den i Sen Kridt-Tidlig Tertiær inverterede zone angivet ved det åbent-skraverede område (efter Liboriusen et al. 1987). Det tæt skraverede område repræsenterer forfatterens forslag til afgrænsningen af inversionszonen i området omkring Anholt.

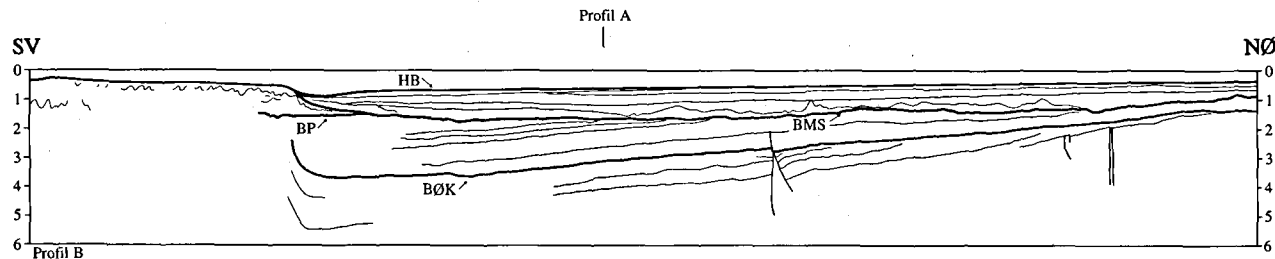
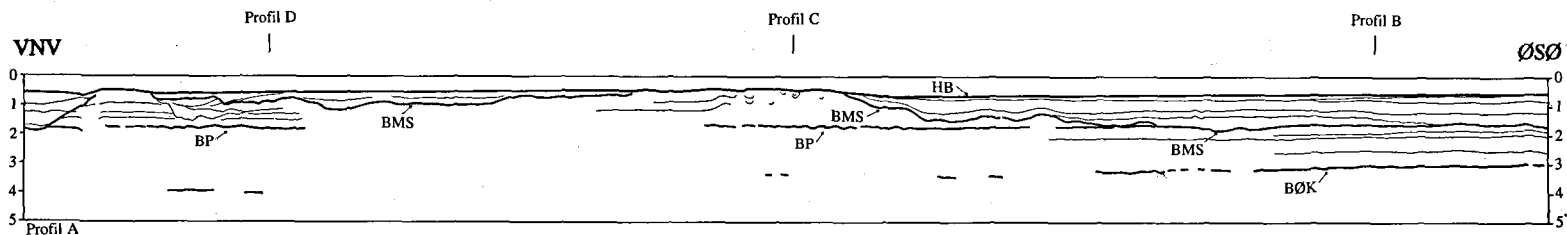
Location of the seismic profiles. The profiles presented in this paper (A-D) are indicated by heavy lines. The areas of Late Cretaceous-Early Tertiary inversion are indicated by hatching (modified from Liboriusen et al., 1987). The closely hatched area indicates the northeastern boundary of the inverted zone in the proximity of the island of Anholt, as suggested by the authors.

flexur(er). Da der endvidere forekommer jurassiske aflejringer i en dybde af ca. 104 m, umiddelbart under kvartæret, i Anholt 2-4 (Nielsen, 1992), foreslås, som anført i fig. 1, en mindre modificering af Liboriusen et al.'s (1987) afgrænsning af det inverterede område.

Det skal bemærkes, at der ikke er mulighed for direkte at sammenknytte de seismiske profiler

med borer. Den kronostratigrafiske tolkning beror derfor på bedst mulige »distance-korrelation« til borerne: Sæby-1, Hans-1 og Anholt 2-4.

Den eneste dybtliggende, relativt kontinuerte refleksion, der kan observeres på de seismiske profiler er således kronostratigrafisk indplaceret som værende »nær basis Øvre Kridt« (BØK),



Horizontal skala : 0 1000 2000 3000 4000 5000m
 Ca. 6 - 10 gange overhøjning
 (størst i den øvre del af data)

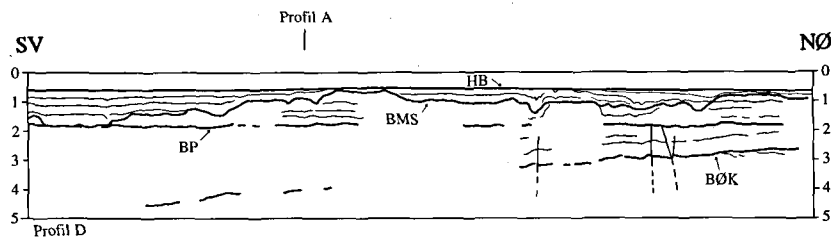
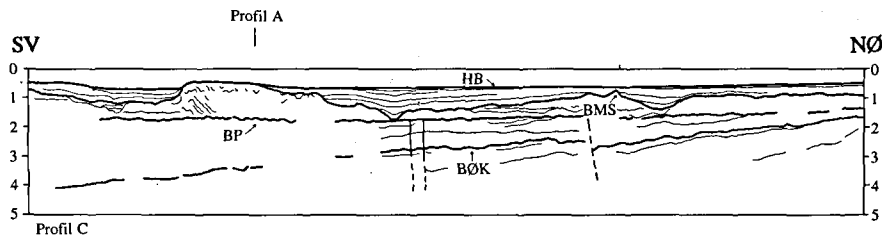


Fig. 2. Figuren viser de tolkede udgaver af profil A, B, C og D. HB betegner havbunden, BMS »nær basis marin Sen Weichsel«, BP »nær basis Pleistocæn« mens BØK betegner »nær basis Øvre Kridt«.

Den vertikale skala er angivet i 1/10 sekunder.

Interpretation of profiles A, B, C, and D. HB designates the sea bottom, BMS "near base marine Late Weichselian", BP "near base Pleistocene", while BØK designates "near base Upper Cretaceous".

Vertical scale in tenths of seconds.

udfra en indirekte korrelation med Sæby-1 boringen, via de »konventionelle« seismiske surveys K75 og RTD81-K.

Sedimenterne umiddelbart under BØK er formentlig af Tidlig Kridt alder nærmest inversionszonen og bliver progressivt ældre mod NØ. I den NØ'ligste ende af området fremstår BØK (imod hvilken der ses tydelige toplaps) som en erosionsflade, og der optræder formentlig palæozoiske sedimenter umiddelbart under denne.

Øvre Kridt intervallet afgrænses opadtil af en relativt kraftig subhorizontal reflektor, tolket som værende »nær basis Pleistocæn« (BP), udfra en korrelation, via andre GeoKat linier, med boringen Hans-1.

Reflektorer i Øvre Kridt intervallet synes generelt at være subparallelle med BØK. Der ses enkelte steder toplap (erosionstrunkeringer) mod BP. Øvre Kridt intervallet udgør således i dette område en kileformet lagpakke med aftagende mægtighed, fra op imod 650 m mod SV og lokalt ned til 50 m mod NØ (beregnet udfra en anslået seismisk hastighed på 2800 m/s). Intervallet afgrænses mod SV af inversionszonen, hvor reflektorerne ses at have en særdeles kraftig hældning mod NØ (se profil B, fig. 2), i forbindelse med en (eller flere) flexur(er), som strukturelt kan sammenlignes med den, af Larsen (1966) beskrevet, på sydvestflanken af inversionszonen i Øresund.

De præ-kvartære aflejringer præges herudover flere steder af mindre, stejle forkastninger.

I den kvartære lagserie ses en markant diskordans, som efter SGU's (1989) maringeologiske kort at dømmes repræsenterer bunden af marine aflejringer fra Sen Weichsel. Den foreslås således kronostratigrafisk placeret »nær basis marin Sen Weichsel« (BMS).

Ud fra en sammenligning med Anholt 2-4 boringen, hvor de kvartære aflejringer (0-104 m) spænder fra Saale til Sen Weichsel (på nær ca. 2 m holocæne sedimenter øverst), ifølge Seidenkrantz (1992), forekommer det rimeligt at antage, at intervallet mellem BP og BMS består af tilsvarende aflejringer. Størstedelen af sedimenterne i dette interval består således formentlig af smeltevandsaflejringer fra Saale og Weichsel, med mindre indslag af marine aflejringer fra henholdsvis Sen Saale-Eem og Mellem Weichsel. De yngste aflejringer i intervallet formodes at hidrøre fra afsmeltningen af den sidste iskappe i Weichsel.

Intervallet mellem havbunden (HB) og BMS består formentlig hovedsagligt af marine aflejringer fra Sen Weichsel, idet holocæne aflejringer generelt kun optræder sporadisk som tynde linser (SGU, 1989). Den seismiske refleksionskonfiguration i den nedre del af intervallet er karakteriseret ved ujævne reflektorer (fig. 2) og indicerer enkelte steder, at der optræder grovkornede (glacio-fluviale?) sedimenter her.

Flere steder bærer aflejringerne i intervallet BP-BMS præg af kraftige deformationer. Endvidere er store dele af intervallet borteroderet, enten i form af kanalerosion eller som »flade-erosion« over større områder.

Det er nærliggende at antage, at de kraftige deformationer er forårsaget af den (eller de) sidste isoverskridelse(r). Det kan dog ikke udelukkes, at andre mekanismer (såsom »slumping«) har haft en indflydelse.

»Flade-erosionen« skal formentlig tilskrives gletscher-abrasion i forbindelse med de nævnte isoverskridelser. Da bunden af mange af erosionskanalerne ligger langt under niveauet for den maksimale relative havspejlsænkning i Weichsel (Mörner, 1980), er disse rimeligvis dannet som tunneldale under isen.

Det glacialt betingede relief er i større eller mindre grad blevet udfyldt. Denne udfyldning skal formentlig forbindes med havets indtrængen umiddelbart efter den sidste is' afsmeltning (det senglaciale Yoldia-Hav).

Tak

Tak til Lektor Holger Lykke-Andersen for hjælp i forbindelse med udarbejdelsen af dette manuskript, samt til tegner Charlotte Sørensen for rettegning af figurer.

Litteratur

- Larsen, G., 1966: Geologiske resultater af bundundersøgelserne i Øresund. *Meddr. Dansk geol. Foren.*, 16, 260-265.
- Liboriussen, J., Ashton, P. & Tygesen, T., 1987: The tectonic evolution of the Fennoscandian Border Zone in Denmark. *Tectonophysics*, 137, 21-29.
- Mörner, N.-A., 1980: The Fennoscandian Uplift: Geological Data and their Geodynamical Implication. I: N.-A. Mörner (ed.): *Earth Rheology, Isostasy And Eustasy. Geodynamics Project: Scientific Report No. 49.* John Wiley & sons inc., 1980.
- Nielsen, O. B., 1992: Lithologi, lithostratigrafi og aflejrings-

miljø i Anholt boringen. *Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1990-91*, p. 67-72.

Seidenkrantz, M.-S., 1992: Nye oplysninger om Kvartær stratigrafi – baseret på foraminiferer fra en ny boring på Anholt,

Kattegat. *Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1990-91*, p. 81-88.

SGU, 1989: Maringeologiska kartan, 041/042 Stora Middgrund-Halmstad. *Sveriges Geol. Unders. Ser. Am.*, 4.