

Knud Binzer og Jens Stockmarr

Geologi i Midtjylland

Prækvartæroverfladens højdeforhold og landskabets
udformning, kortbladet 1214, Silkeborg

DGU

Danmarks Geologiske Undersøgelse
Miljøministeriet

Geologi i Midtjylland

Udgivet af Danmarks Geologiske Undersøgelse, Miljøministeriet, 1985

ISBN 87-88640-30-2

Oplag: 1200

Repro: DGU og C.A. Backhausen ApS

Sats: Dansk Repro-Grafik, Frederiksberg C

Montage og tryk: C.A. Backhausen ApS

Tilrettelæggelse: Henrik Klinge Pedersen/Steen Allin

Omslag: Kirsten Andersen/Henrik Klinge Pedersen

Tegning: Eva Melskens, Kirsten Andersen og Anette Kentved

Fotos: Svend Tougaard, Knud Binzer

1985-11-01

Knud Binzer og Jens Stockmarr, Danmarks Geologiske Undersøgelse,

Thoravej 31, DK-2400 København NV

Redaktion: Bent Aaby

© Danmarks Geologiske Undersøgelse

Thoravej 31

DK-2400 København NV

Knud Binzer og Jens Stockmarr

Geologi i Midtjylland

Prækvartæroverfladens højdeforhold og landskabets
udformning, kortbladet 1214, Silkeborg

DGU

Danmarks Geologiske Undersøgelse
Miljøministeriet



Indhold

Forord	7
Indledning	9
Materialer og metoder	10
Prækvartæroverfladens morfologi	10
Højdeområder	11
Lavninger	11
Dalstrækninger	11
Strukturer under prækvartæroverfladen .	14
Saltstrukturer	14
Forkastningszoner	16
Kvartærlandskabets og prækvartær- overfladens højdeforhold	17
Sammenfatning	21
Tak	23
English Abstract	23
Referencer	25
Kort indlagt i lomme bag i bogen	



Forord

I løbet af de sidste få år har vi oplevet, at steds større kredse i befolkningen har fået interesse for geologi. Denne øgede interesse hænger naturligvis sammen med den voksende forståelse for geologiske forholds betydning ved olieeffterforskning, miljøspørgsmål (lossepladser, grundvandsforurening m.v.) og råstofkortlægningen i det hele taget.

I erkendelse af dette forhold og i erkendelse af et voksende behov for lettere tilgængelig litteratur om geologi, udgav DGU bogen »*Geologi for enhver*«. Heri søges geologi tilgængeliggjort for en større kreds for enhver over 15 år med interesse for geologi.

Nærværende publikation udgives med det håb, at emnet har interesse for andre end geologer, men også for de mennesker, der i det daglige arbejde, som f.eks. lærere, landmænd, planlæggere o.s.v., kommer i berøring med problemer af geologisk art.

Bogen indeholder først og fremmest et kort, der rummer en mængde oplysninger om undergrunden, men også en geologisk fortolkning af disse oplysninger. På grundlag af den dokumentation, der er trykt på kortet eller på grundlag af nye oplysninger, der er kommet, siden kortet blev udgivet, er det muligt for enhver selv at foretage andre tolkninger end dem, der er nedlagt i kortet.

Teksten indeholder en beskrivelse af kortet og dets indhold og en diskussion af de muligheder for tolkning af de geologiske processer, der har resulteret i den geologiske opfattelse, som kortet er udtryk for.

Knud Binzer

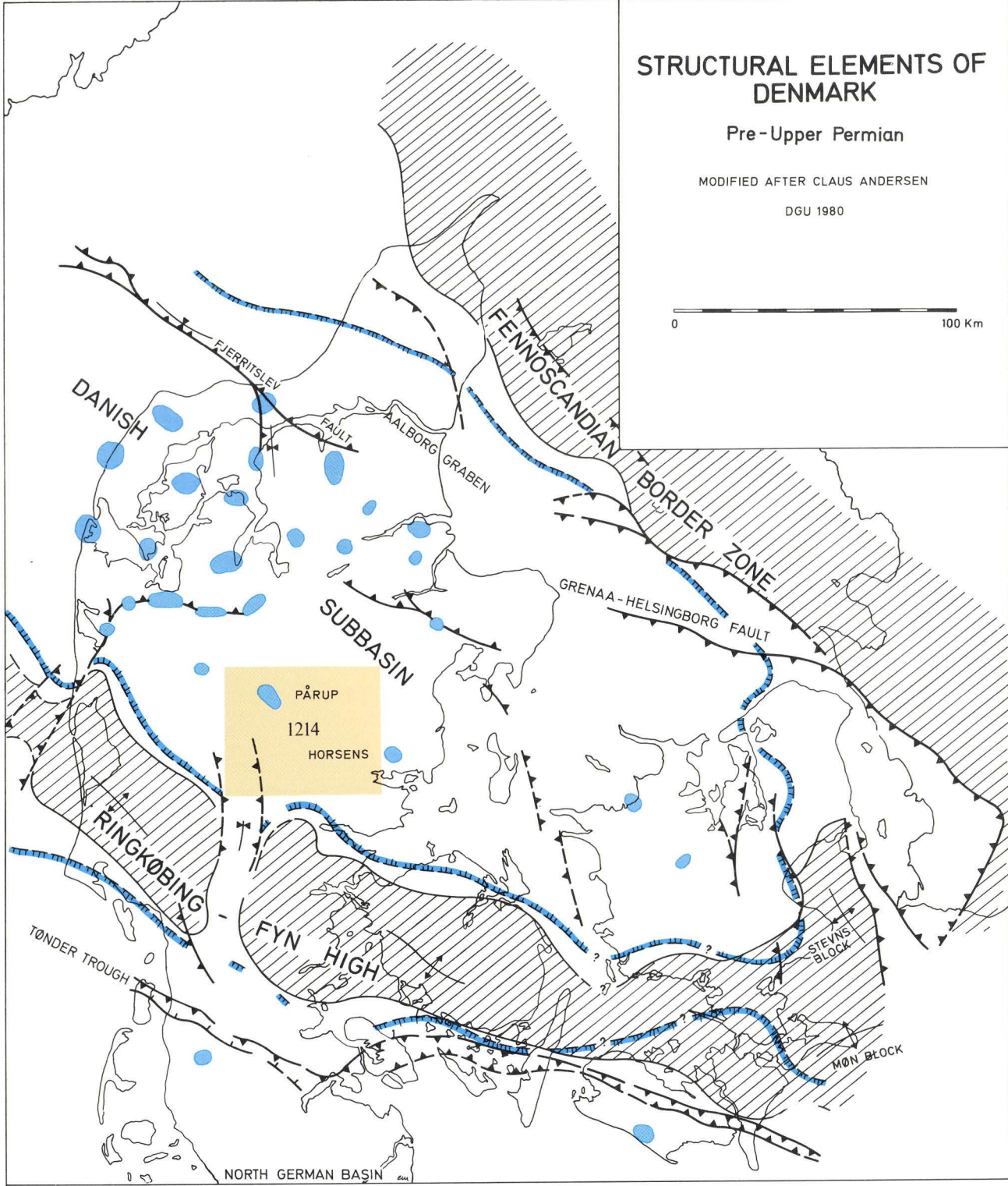
Danmarks Geologiske Undersøgelse
den 1. november 1985

STRUCTURAL ELEMENTS OF DENMARK

Pre-Upper Permian

MODIFIED AFTER CLAUS ANDERSEN

DGU 1980



Legend:		Major fault		Low trend		Extension of Zechstein deposits
		Major fault (uncertain)		High		Positive areas
						Salt structures

Indledning

Silkeborg kortbladet ligger umiddelbart syd for prækvartærkortet 1215 Viborg og omfatter dele af Århus-, Vejle-, og Ringkøbing amtskommuner, det nordøstlige hjørne af Ribe- og den allersydligste spids af Viborg amtskommune (se fig. 1).

I 1978 blev der udgivet et kort over prækvartær-overfladens højdeforhold for Viborg kortbladet (Binzer og Andersen, 1979). I de forløbne år har mange gjort brug af sådanne geologiske temakort i forbindelse med planlægning indenfor vandforsyning og råstofeftersforskning o.l., bl.a. fordi de indeholder en stor mængde geologiske data, og selv om der stadig kommer nye oplysninger til, har det vist sig, at disse oplysninger kun medfører mindre ændringer og i praksis ikke berører det regionale mønster.

Blandt de væsentligste begrundelser for at vælge Silkeborg kortbladet ved udarbejdelsen af et prækvartærkort var for det første, at der i 1981 fremkom geologiske basisdatakort med god boringstæthed for dette område. Også beliggenheden af den såkaldte »Hovedopholdslinie« (også kaldet Ussings linie), hvor weischsel isens yderste

rand havde et længere ophold i området, og forekomsten af dybe dale i det recente landskab var medvirkende årsag, og endelig det forhold at der netop i de dybe dale i kvartæret såvel som i prækvartæret findes gode kildepladser for vandindvindingen i området.

For Viborg kortbladet nåede man frem til den hypotese, at prækvartær-overfladens morfologi hovedsagelig er et resultat af landskabsformende processer i prækvartærtiden (Binzer og Andersen, 1979), medens glacialgeologiske processer så ud til at have haft mere lokal og »overfladisk« betydning. Desuden var der indikationer for, at de såkaldte neotektoniske fænomener i højere grad har accentueret en allerede eksisterende morfologi, end de har omdannet landskabets morfologi. Da der på Silkeborg kortbladet er vist godt 5.000 borer, hvilket svarer til ca. 2 borer pr. km², var der mulighed for at teste og evt. videreudvikle de hypoteser om prækvartær-overfladens morfogenese og dens sammenhæng med det kvartære landskabs morfologi, som man kom frem til ved arbejdet med Viborg kortbladet.

Fig. 1.
Oversigtskort der viser beliggenheden af kortbladet 1214 Silkeborg. På kortet ses Ringkøbing-Fyn Højderyggen samt zechstein aflejringerens udbredelse i det danske subbassin nord for højderyggen og i det nordtyske bassin syd for højderyggen. Beliggenhed og retning af hovedforkastninger og forekomsten af salistrukturer i det danske område er vist.

Map showing the structural elements of Denmark. The Ringkøbing-Fyn High, the extension of Zechstein deposits, salt structures and the direction of major fault systems are shown.

Materialer og metoder

Kortet er trykt i måleforholdet 1:100.000 og er baseret på oplysninger om boringer i DGU's borearkiv samt cirkeldiagramkort (Geologiske basisdatakort: 2 cm kortene 1214 I, II, III og IV). Desuden er anvendt oplysninger for daglokaliteter, hvor prækvartæroverfladen er blottet, for så vidt som de findes i DGU's arkiver eller i publikationer.

Endvidere er DGU's arkiver over geofysiske undersøgelser af den dybere undergrund og Geodætisk Instituts orohydrografiske planer i måleforholdet 1:50.000 anvendt.

Udvælgelse af boringer blev foretaget ved hjælp af basisdatakortene og EDB udskrifter af boringsoplysninger. Følgende oplysninger har dannet grundlag for udvælgelsen og/eller er afbildet på kortet:

- 1) Boringsnummer.
- 2) Borested.
- 3) Kote for prækvartæroverfladen eller bundkote for dybere boring, som ikke når prækvartæroverfladen eller kote, som angiver bund af boring, hvor prækvartæroverfladen ligger på et mindre præcist kendt niveau, højere end bundkoten.
- 4) Bjergartsbetegnelse for den prækvartæraflejrings, boringen har nået.

Af pladshensyn er boringer, som ikke indeholder relevante oplysninger om prækvartæroverfladens beliggenhed, blevet udeladt fra kortet. Farverne, der er anvendt som fladesignatur på kortet, symboliserer de lithologiske hovedtyper i prækvartæroverfladen.

Kurvedragningen mellem boreoplysningerne er i første omgang foretaget ved ren interpolation, således at det meget vel er muligt, at der findes større topografiske forskelle i prækvartæroverfladen end kurvebilledet lader formode.

Prækvartæroverfladens morfologi

Prækvartæroverfladens højdeforhold er vist med farvede kurver med 10 m ækvidistance. Områder med ensartet lithologisk sammensætning i prækvartærets overflade (i kontakt med de kvartære lag) er angivet med kontinuerlig farvning, således at sandede aflejringer er vist med lys blå farve og lerede aflejringer med mørk blå farve. Farverne er valgt i overensstemmelse med de farver, der er anvendt i cirkeldiagrammerne på basisdatakortene. Omridset af større strukturer, f.eks. saltstrukturer og forkastningszoner, er vist med gråtonede streger, bortset fra forkastningszoner ved basis af zechstein, der er vist med brune streger. Disse oplysninger er blevet gengivet sammen med et topografisk kortgrundlag med højdekurver i 5 m intervaller over den nuværende landskabsoverflade, trykt med brun farve, og vand, søer og vådområder trykt med blå farve samt navne- og stregplan (bygninger, veje m.v.) trykt med lysegrå farve.

Det umiddelbare indtryk man får ved betragtning af kurveforløbet over prækvartæroverfladens højdeforhold og de dybere strukturer i prækvartæret, er, at kurverne og strukturerne i meget høj grad beskriver former eller zoner, der har længderetningen orienteret fra sydøst mod nordvest. Det er karakteristisk, at de geologiske strukturer indenfor store områder har denne tendens af orientering. Også andre retninger, f.eks. vinkelret herpå, er fremtrædende.

Prækvartæroverfladens morfologi indeholder en række karakteristiske formelementer: slette-lignende højdeområder eller flader, lukkede »afløbsløse« lavninger og dybe dale, der vil blive behandlet mere udførligt i det følgende.

Højdeområder i prækvartæroverfladen

Mellem dalstrækningerne vist på kortet hæver der sig større og mindre ret flade arealer. De højeste koter, hvori prækvartæroverfladen er truffet, findes i kortets østlige del. Syd for *Mossø* og øst for *Yding Skovhøj* findes prækvartæroverfladen i koter over +100 m og når lokalt endda op over kote +130 m (se bor. 98.80). I et område nord for *Knudsø* og i et område nord for *Låsby* samt i et område omkring *Kollemorten*, øst for *Give* i den sydlige del af kortet er prækvartæroverfladen truffet i koter på mere end +100 m. Stort set når højdeområderne deres højeste niveau øst for en linie fra *Give* til *Silkeborg*. Vest for denne linie falder prækvartæroverfladen ganske jævnt til kote ca. +30 m i områderne vest for en bølgende linie mellem *Ikast* og *Brande*. Der er således en klar tendens til at topkoterne for højdeområderne generelt beskriver en flade, der stryger fra sydvest mod nordøst og som falder ganske svagt mod nordvest med en hældningsvinkel på under 1° (se fig. 5).

På grund af de højereliggende områders ret jævne overflade er det rimeligt at antage, at disse arealer oprindeligt dannede en sammenhængende flade i et »peneplaniseret« landskab, hvori der er nederoderet dalsystemer.

Lavninger

Udover regulære dalstrækninger er der i prækvartæroverfladen sänkninger, der har karakter af mere eller mindre lukkede lavninger. En sådan bassinlignende, skålformet lavning findes sydvest for *Pårup* i området vest for *Christianshede* og nord for *Gludsted plantage*. Den dybeste del af lavningen er sub-cirkulær med en diameter på ca. 5 km, og den falder sammen med den østlige ende af *Ulkær mose*. Prækvartæroverfladen ligger i den dybeste del af lavningen, under kote -60 m. En anden lavning, der dog snarere har karakter af en meget bred dal, ses i den sydøstlige del af kortet nord for *Horsens Fjord*. Denne lavning har form som et trug med åbning mod syd. I denne lavning er prækvartæroverfladen truffet i en kote under -120 m.

Dalstrækninger i prækvartæroverfladen

En sammenligning af kurvebilledet over den nuværende landoverflades morfologi med prækvartæroverfladens konstruerede morfologi giver indtryk af, at sidstnævnte overflade er mere udjævnet. Dette skyldes dels forskellen i kurveækvidstanden, 10 m for prækvartæroverfladens højdeforhold og 5 m for det topografiske kort, dels den kendsgerning, at prækvartæroverfladens kurveforløb er draget på grundlag af langt færre oplysninger (koter) end det topografiske kort.

Uanset dette er det dog sandsynligt, at prækvartæroverfladen er mere udjævnet end den nuværende landoverflade, idet man i områder med tætliggende boreoplysninger ikke ser så store variationer i prækvartæroverfladens højdeforhold som i overfladetopografien.

På kortet kan ses, at der i prækvartæroverfladen findes langstrakte, mere eller mindre slyngede og mere eller mindre snævre dalområder. Disse dales bundhældning er i længderetningen henholdsvis overvejende østlig og vestlig. Kortet kan således opdeles i en østlig – og en vestlig halvdel. Der synes således at være en tærskel eller højderyg i prækvartæroverfladen med nord-sydlig længderetning, der danner et »vandskel«, hvor dalene har deres udspring.

Mest markante er dalene i den nordøstlige fjerdedel af kortet, hvor det største dalsystem, der er sammensat af to systemer, findes. Den ene del af dalsystemet har udspring vest for *Salten Langsø* og fortsætter mod øst under *Salten Langsø* og *Mossø*. Ved vestenden af *Mossø* og sammenfaldende med en del af *Gudenådalens* forløb er der et tilløb fra syd med udspring omkring *Vestbirk*. Ved østenden af *Mossø* får dalen tilløb fra sydøst af et dalsystem, der indeholder *Skanderborg sø*, og drejer derefter skarpt mod nordvest. Ved *Birksø* nord for *Gudensø* får dalen et tilløb fra nordvest af et andet dalsystem. Dette nordlige dalsystem har udspring øst for *Pårup* og har i sit øvre løb et temmelig slynget forløb med hovedretning mod nordøst. Ved *Silkeborg* får denne dal et tilløb fra nordøst af en anden dal, der falder sammen med en del af den nuværende *Gudenådal*. Fra *Silkeborg* drejer dalen mod sydøst og omfatter *Silkeborg søerne* og *Julsø* samt *Gudenådal*. Fra sammenløbet af de to systemer ved *Birksø* fortsætter dette gigantiske dalsystem mod øst gennem en dal, der rummer *Knudsø* og *Ravn-*

sø for endelig udenfor kortet at fortsætte mod øst i »Århus dalen«.

Både dalen med udgangspunkt vest for *Salten Langsø* og den nordlige dal med udgangspunkt øst for *Pårup* har deres højeste bundkote omkring +10 m (se f. eks. bor 96.1666). Den nordlige dal (*Silkeborg-Julsø dalen*) har en længde på ca. 25 km indtil den støder til den sydlige dal (*Salten – Mossø – Gudensø dalen*), der har en længde på ca. 35 km. Ved sammenløbet ligger dalbunden (prækvartæroverfladen) i korte ca. –110 m. Efter sammenløbet fortsætter dalen indenfor kortet ca. 12 km mod øst, hvor dalbunden når dybere end kote –120 m og derefter fortsætter den videre udenfor kortet. D.v.s. mellem udspring og kortets østkant, en strækning af ca. 50 km, er der en forskel mellem dalsystemets højeste og laveste bundkoter på ca. 120 m, hvilket svarer til et fald på mindre end 4 promille over denne strækning. Disse velmarkerede dalstrækninger har altså i deres længderetning kun et ganske svagt fald. Dalens sider er derimod på visse strækninger betydeligt stejlere. Flere stejle skrænter i prækvartæroverfladen kan ses på kortet, f.eks. omkring *Silkeborg søerne*, ved sammenløbet mellem det nordlige og sydlige dalsystem ved *Birksø* samt ved tilløbet af dalen fra *Skanderborg sø* i den østlige ende af *Mossø*. På disse steder falder dalsiderne mellem 100 og 150 m over en strækning på ca. 1.000 m, hvilket svarer til et fald på 10 til 15% eller en hældningsvinkel på 5 til 9°.

I den sydøstlige del af kortet ses også et markant dalsystem, med fald fra vest mod øst. Dalsystemet har udgangspunkt syd for *Givskud* og har derfra et nordøstligt forløb indtil et stykke vest for *Tørring*, hvorfra den fortsætter mod øst ud under *Horsens Fjord*. I den østlige del af kortbladet nordvest for *Horsens* får dalen et tilløb fra nordvest af en dal, der stort set falder sammen med *Hanstedå-dalens* forløb.

Giveskud-Tørring-Horsens dalen har sin højeste bundkote i ± 0 m ved *Givskud* og dybeste bundkote under –200 m ved *Horsens*. Dalens længde indenfor kortet er ca. 30 km, og faldet i længderetningen er således ca. 7 promille og altså omkring dobbelt så meget som faldet i det store dalsystem i den nordøstlige del af kortet. Skræn-

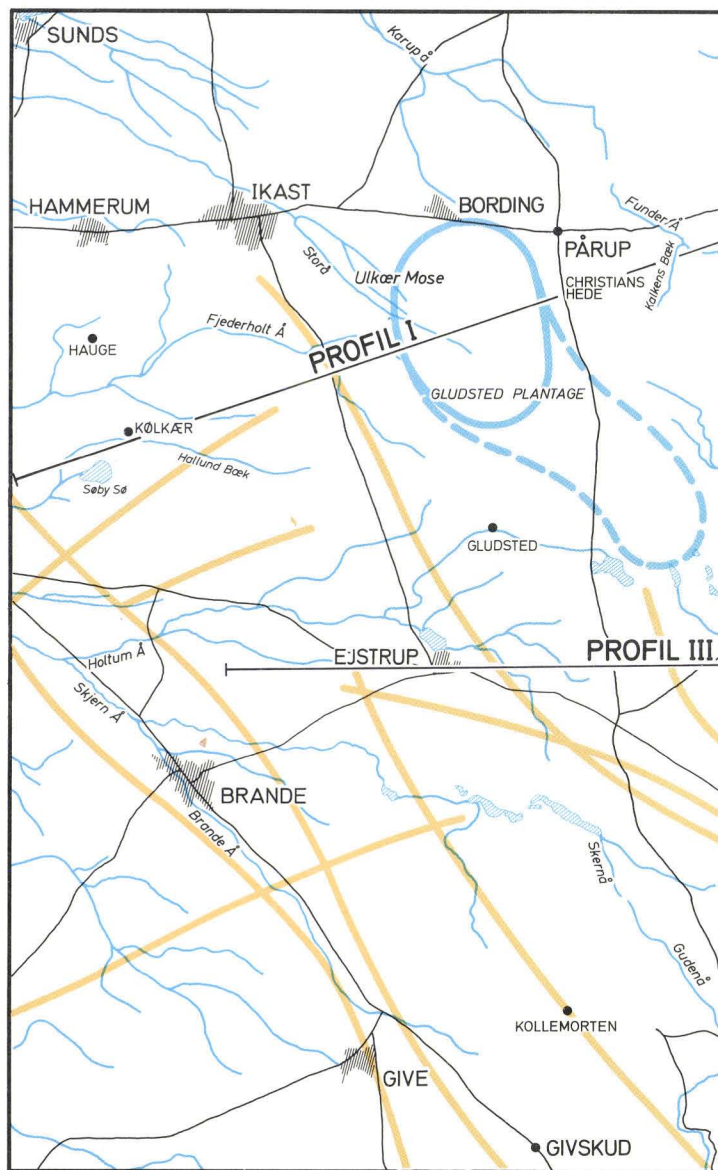
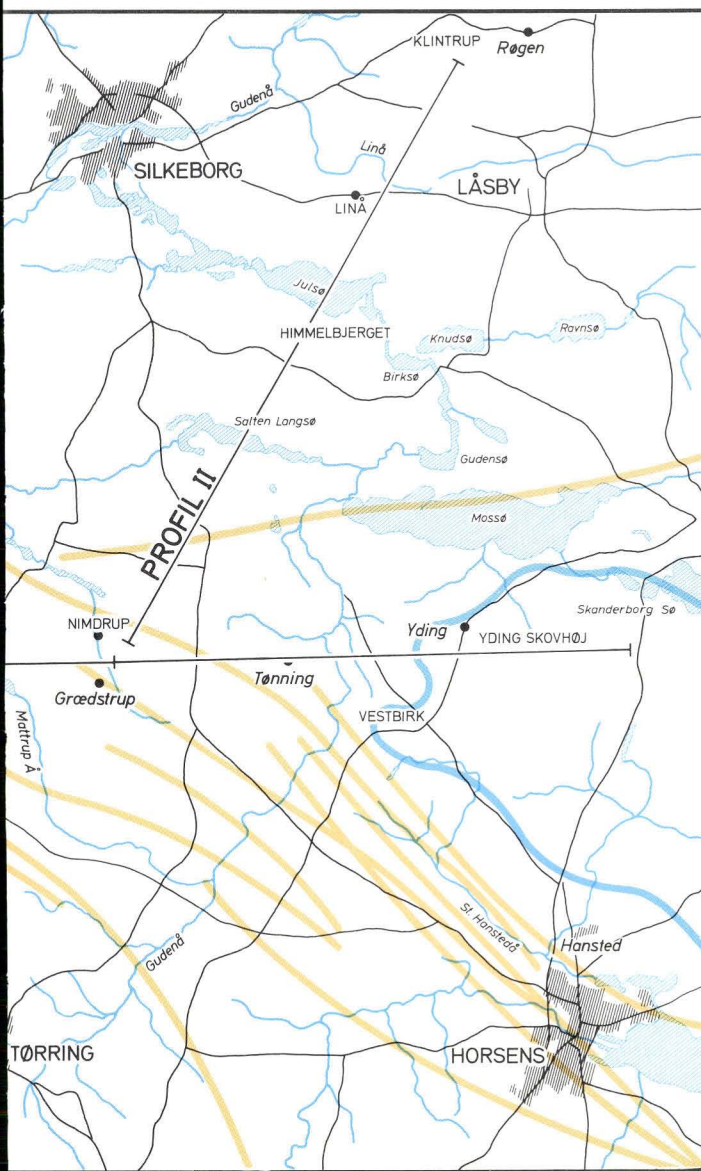


Fig. 2
Oversigt over kortbladet 1214 Silkeborg med angivelse af saltstrukturer og forkastningszoner samt stednavne og større terrænelementer nævnt i teksten og beliggenheden af profillinjerne, I, II og III vist i fig. 3, 4 og 5.

terne eller dalsiderne i den østlige ende af dalen ved *Horsens* er ligeledes betydeligt stejlere end i dalene nord for. På det stejleste, ved nordsiden af *Horsens Fjord*, er faldet i den prækvartære dalside gennemsnitligt omkring 20%, hvilket svarer til en hældningsvinkel på omkring 12°.

Den vestlige halvdel af kortet indeholder dalstrækninger i prækvartæroverfladen, der er min-



Sketch map showing the location of salt structures, fault zones some locality names and morphological features used in the text and the profile lines shown in fig. 3, 4 and 5.

dre markante end i den østlige del af kortet. I den sydvestlige del af kortet findes *en dal*, som har udgangspunkt nordvest for *Give* og bugter sig svagt i nordvestlig retning for at fortsætte videre i denne retning udenfor kortet. Dalen er ret smal med stejle sider. Den har tilløb af en dal fra øst-sydøst, der støder til ved *Brande* og et fra nordøst, der støder til omkring *Holtum* nær kortets vestkant nordvest for *Brande*. I den nordvestlige

del af kortet er der *en anden dal* med udgangspunkt nordvest for *Ikast*, hvorfra den løber i en bue fra nord, øst om byen og fortsætter mod vest forbi *Hammerum* og videre vestpå udenfor kortet. *En tredje dal* med udgangspunkt ved *Bording* løber i nordøstlig retning for derefter ved kortkanten at dreje mod vest og fortsætte med nordvestlig retning omtrent sammenfaldende med *Karupå-dalens* forløb. Endelig er der begyndelsen til *en fjerde dal*, der har sin højeste bundkote omkring *Hauge* syd for *Hammerum*. Denne dal har i sin øvre del et sydvestligt forløb, drejer derefter mod vest og fortsætter udenfor kortet i nordvestlig retning mod *Herning*.

Ikast-Hammerum dalen, *Bording-Karup dalen* og *Hauge-Herning dalen* har alle deres højeste bundkote i kote ± 0 m. De to førstnævnte dalstrækninger når ved kortranden ned under kote -40 m. Hældningsvinklen både for dalbundens længderetning og for dalsiderne er gennemgående mindre end for dalene i den østlige del af kortet.

Den mest markante dal på den vestlige del af kortet, *Give-Brande-Holtum dalen* er ret stejl i sin østlige del. Toppunktet ligger i ca. kote $+40$ m, og dalen når herfra over en strækning på ca. 3 km ned i kote -50 m. Faldet over denne del af dalen er således ca. 3%, men derefter er dalbunden over en strækning på 20 km næsten uden fald. Dalsiderne er over hele forløbet ret stejle med et fald på mellem 10 og 20% eller en hældningsvinkel på mellem 6 og 12°. Dalen er smal med en bredde på mellem 1 og 2 km målt ved overkanten af dalskulder.

Foruden de allerede nævnte, tydelige dalstrækninger, er der andre mindre markerede eller kortere dalstrøg i prækvartæroverfladen. F.eks. en lavning fra østlig eller sydøstlig retning, der falder temmelig nøje sammen med *Skjernå-dalens* nuværende forløb fra åens udspring til prækvartærdalens udløb i *Give-Brande-Holtum dalen* ved *Brande*. Et andet dalstrøg med nordøst-sydvestlig retning ligger under den nuværende *Holtumådal* indtil dalstrøgets udløb i *Give-Brande-Holtum dalen* ved *Holtum*. Endelig findes et mindre dalstrøg, der begynder ved Gudensåens kilder, følger *Gudenså-dalen* mod sydøst og støder til *Givskud-Tørring-Horsens dalen* nordvest for *Tørring*.

Strukturer under prækvartæroverfladen

På kortet over prækvartæroverfladens højdeforhold er der afbildet strukturer, som findes i undergrunden under prækvartæroverfladen (se fig. 2). Disse strukturer hidrører fra bevægelser, der har fundet sted til forskellig geologisk tid.

Bevægelserne er påvist ved hjælp af refleksionsseismik, der er tolket af DGU's geofysikere i forbindelse med kulbrinteefterforskningen og kortlægningen af geotermiske reservoirer. Nogle af de vigtigste og mest markante strukturer hidrører fra bevægelser af stensaltaflejringer (halokinese) fra zechstein-perioden (øvre perm). Desuden er der kortlagt forkastningszoner ved basis af zechstein, ved top af trias, ved basis af kridt og endelig i toppen af skrivekridtaflejringer (se f.eks. Baartmann 1976, Michelsen et al. 1981, Lykke-Andersen 1981).

Foruden de saltstrukturer og forkastningszoner, der er vist på kortet, er der på seismogrammer påvist formodede postsedimentære bevægelser i de *yngste* prækvartære lag (tertiæret). Disse bevægelser ser ud til at afgrænse to langstrakte brede lavninger i aflejringerne. Det er ikke muligt at angive noget præcist tal for bevægelsernes størrelse, men de ser ud til at være af størrelsesordenen 100 m. Den ene af lavningerne går fra *Skanderborg sø* mod nordvest til *Julsø*, hvorfra dens videre forløb er ukendt. Den anden lavning har et øst-vestgående forløb, der rummer *Ravn sø* og *Knudsø*, og den støder mod vest antagelig op til *Skanderborg sø – Julsø lavningen*. En alternativ forklaring for lavningerne er, at de afspejler en synssedimentær indsynkning i en gammel prækvartær (land)overflade.

Saltstrukturer

Det kortlagte område ligger i den sydlige (rand)zone af det Danske Subbassin, hvori der er

aflejret 500–1200 m stensalt ved inddampning af havvand i zechstein perioden. I de efterfølgende tidsperioder: trias, jura, kridt og tertiær er stensaltet blevet overlejret af sedimenter med en tykkelse på op til 6.000 m. I det kortlagte område er disse lagtykkelser noget mindre og aftager yderligere i sydlig retning mod Ringkøbing-Fyn højderyggen. Som følge af stensalts relativt lave massefylde og høje plasticitet kan der i denne bjergart foregå såvel horisontale som vertikale bevægelser udelukkende som følge af massefyldeforskelle. Første stadium i saltbevægelsen vil være dannelsen af bløde opbulninger (saltpuder). Ved fortsat bevægelse vil der dannes salt diapirer, som kan bryde igennem de ovenliggende lag. Saltbevægelsen i Nørrejylland formodes at være påbegyndt i keuper (øvre trias) og foregår stadig (Madirazza 1966, 1968 a, b, 1977, 1979, 1980, Ødum 1960, Hansen og Håkonsson 1980, Lykke Andersen 1981).

I nærværende sammenhæng er det især saltstrukturernes og forkastningszonernes indflydelse på prækvartæroverfladens geologi og højdeforhold, der vil blive omhandlet.

På Silkeborg kortet er der afbildet to saltstrukturer (se fig. 2): en salt diapir og en saltpude. Salt diapiren, den såkaldte *Pårup salt dome* er først nævnt af Sorgenfrei og Buch (1964) og senere beskrevet mere indgående af Ramberg og Lind (1968), Madirazza (1968a, 1977) og Baartmann (1973). Ødum (1960) omtaler en række saltstrukturer og giver en historisk redegørelse for undersøgelser af saltforekomster i Danmark indtil 1959, men nævner ikke Pårup saltstrukturen.

Den anden saltstruktur, der er vist på kortet, er *Horsens saltpuden*, og allerede Sorgenfrei og Buch (1964) omtaler en struktur på dette sted, dog uden at angive dens natur nærmere. Saltpuden er tidligere blevet afbildet på kort af Baart-

mann (1974 og 1976) og er omtalt mere detaljeret af Lykke Andersen (1981).

På Viborg kortet (Binzer og Andersen, 1979) er der vist flere saltstrukturer, hvor saltet i undergrunden har presset de ovenliggende lag op. Dette har medført borterrosion af de yngste prækvartære lag, således at de ældre prækvartære lag nu ligger omgivet af yngre og med kvartære dannelser på toppen. Lignende resultater af sådanne oppresninger omkring saltstrukturer er ikke registreret på Silkeborg kortet. Derimod er der et nøje sammenfald mellem den positive gravimetriske anomali, der angiver »cap rock effekt« over *Pårup Saltdomen* (Ramberg og Lind, 1968) og den lavning i prækvartæroverfladen under den østlige ende af *Ulkær mose*, som er omtalt tidligere under »Lavninger« (se fig. 3, profil I). Denne meget markante depression i prækvartæroverfladen kan forklares som en kombination af karstdannelse i cap rock'en samt en opløsning af underliggende salt eller ved saltopløsning alene. Dette må da skyldes, at der er sket hurtigere saltopløsning end saltopskydning, hvilket kan have medført kraftig indsykning og forsætninger. I prækvartæroverfladen bliver den afspejlet som en langstrakt lavning med den dybe subcirkulære lavning under *Ulkær mose* længst mod nordvest. Hele den langstrakte form kan formod-

es at have samme oprindelse som *Ulkær mose* lavningen, altså indsykning som følge af saltopløsning. Den mindre dybe lavning mod SØ over den dybestliggende del af saltstrukturen kan imidlertid også forklares med saltfyldning fra denne del af strukturen ind i selve den højtliggende diapir under den dybe, mere cirkulære del af lavningen. Ramberg og Lind (1968) foreslår, at *Pårup saltdomen* er en af flere salt diapirer, der skyder sig op fra en langstrakt saltmur eller salt ryg, der strækker sig subparallelt med nordflanken af *Ringkøbing-Fyn højderyggen* fra sydøst imod nordvest. Da *Horsens saltpuden* ligger sydøst for *Pårup strukturen* stort set i forlængelse af den formodede saltrygs længderetning, kan det ikke udelukkes, at også *Horsens saltpuden* har forbindelse med denne saltryg (se fig. 1). *Pårup saltdomen* menes at have sit »saltspejl« (dybden for balance mellem salttilførsel nedefra og saltopløsning oppefra) i mindre end 500 m under terræn (Ramberg & Lind, 1968), men salthorsten er endnu ikke påvist ved borer. Saltspejlet i *Horsens saltpuden* er anslået til at ligge omkring 3000 m under terræn (H. Lykke-Andersen, 1981).

Prækvartæroverfladens højdeforhold over *Horsens saltpuden* kan ikke, som det er tilfældet med *Pårup saltdomen*, sættes i en snæver relation til saltbevægelse, saltopløsning og karstdannelse i cap rock'en. *Horsens saltpuden* har en langt stør-

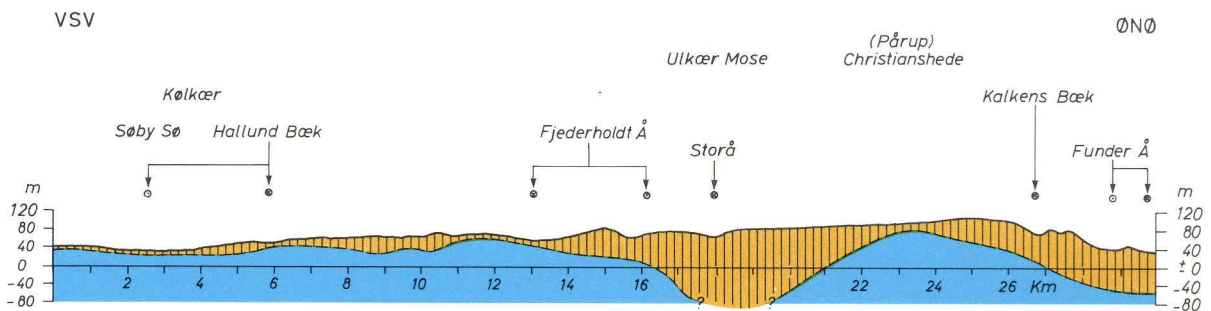


Fig. 3. Profil I. Profilet går gennem kortets nordvestlige del (se fig. 2) og viser den dybe lavning i prækvartæroverfladen oveni *Pårup saltdomen*. Profilet viser, hvorledes der vest for saltdomen er sammenfald mellem den flade nuværende topografi og prækvartæroverfladens topografi. Øst for saltdomen ses også en tendens til »parallelitet«, hvor de store træk i kvartærlandskabet »følger« sig efter prækvartæroverfladens topografi, mens saltstrukturen tydeligvis forstyrrer dette billede. Den brune farve angiver de kvartære lag, medens den blå farve angiver de tertiære lag.

Pårup Salt Dome

- Nuværende topografi
- - - Prækvartæroverfladens topografi

Profile through the north-western part of the map (see fig. 2) showing the deep "hole" in pre-Quaternary surface above the *Pårup Salt Dome*.

re arealmæssig udbredelse og er mere uklart afgrænset. På prækvartæroverfladen findes både lavninger og højdeområder, der ligger indenfor saltputens udbredelsesområde, men disse forhold kan indtil videre ikke entydigt knyttes til salttektonik (halokinese) m.v. i selve saltputen, hvilket kunne tyde på at *Horsens saltputen* ikke har været i målbar udvikling i kvartær tid.

Forkastningszoner

På Silkeborg kortet er der som tidligere omtalt afbildet forkastningszoner, der er kortlagt i 4 forskellige seismiske niveauer (se kortet).

Mellem *Horsens Fjord* (syd for *Horsens saltputen*) og *Pårup saltdomen* er der en »sværm« af sub-parallele forkastninger hovedsagelig med sydøst-nordvest gående retning. Vest og sydvest for *Pårup saltdomen*, findes både forkastningszoner med sydøst-nordvest gående retning, og zoner med retninger vinkelret herpå, altså fra sydvest mod nordøst. Herudover findes tillige zoner med mere nord-syd gående retning. En relativt markant forkastningszone nord for *Horsens saltputen* strækker sig fra et stykke øst for *Pårup saltdomens* sydlige ende i næsten vest-østlig retning langs med *Mossøs* længderetning. Kurvebilledet over prækvartæroverfladens højdeforhold genspejler i nogle områder tilstedeværelsen af de afbildede forkastningszoner. I de fleste tilfælde er der dog ikke nogen nøje overensstemmelse mellem forkastningszoner og topografiske elementer i prækvartæroverfladen, d.v.s. at forkastningszoner og topografisk element normalt ikke ligger »oven« i hinanden. Dette skyldes i nogen grad, at forkastningerne er hældende planer, som er kortlagt i forskellige seismiske niveauer, og som derfor ikke nødvendigvis skærer prækvartæroverfla-

den nøjagtigt på de angivne steder. Afhængigt af forkastningernes hældning og dybden til de kortlagte niveauer kan skæringslinien mellem forkastningsplanerne eller disses forlængelse således være forskudt flere kilometer i forhold til placeringen i dybet.

Derimod er der ofte nøje overensstemmelse mellem retningen af forkastningszoner og retningen af de topografiske elementer. Blandt de afbildede forkastningszoner falder »sværmen« syd for *Horsens saltputen* nøje sammen med den østligste del af den dybe *Horsens dal* i prækvartæroverfladen. Denne dal er af Baartmann (1974) og Lykke-Andersen (1981) vist som en »graben«, altså en gravsænkning, i de prækvartære aflejringer. De nordligste af disse forkastningszoner er ligeledes sammenfaldende med *Hansteddalen* i prækvartæroverfladen. Forkastningszonen nord for *Horsens saltputen* falder ret nøje sammen med den øst-vest gående del af *Salten Langsø-Mossø dalen*.

I den vestlige og sydvestlige del af kortet er forkastningszonerne noget forskudt i forhold til de topografiske lavninger i prækvartæroverfladen, de ofte er subparallelle med. I det sydvestlige område er der forkastningszoner, som kan sættes i relation til beliggenheden og retningen af den nordøstligste ende af *Brande »Truget«* (Baartmann, 1976). *Brande »Truget«* er en gravsænkning i *Ringkøbing-Fyn Højderyggen* grundfjeldsdannelser, som altså grænser op til betydeligt yngre dannelser langs nordkanten af højderyggen.

Sammenfattende kan det konkluderes, at disse iagttagelser understøtter hypotesen om, at tektoniske processer i den dybe undergrund påvirker prækvartæroverfaldens udformning.

Kvartærlandskabets og prækvartæroverfladens højdeforhold

Ved en sammenligning mellem den kvartære morfologi og prækvartæroverfladens højdeforhold ser man, at der navnlig på kortets østlige del ofte findes en tydelig og påfaldende overensstemmelse mellem det nuværende landskabs udformning og prækvartæroverfladens form (se fig. 4, profil II). Der, hvor der er dale og bakker i det nuværende landskab, er der som regel også dale og bakker i prækvartæroverfladen. Undtagelser fra denne regel findes naturligvis; således kan visse markante dale i prækvartæroverfladen ikke genfindes i kvartæroverfladen, men er udfyldt eller »begravet« af kvartære aflejringer. Som eksempel på tilslørede dale kan nævnes »*Give-Brand-Holtum*« dalen i den sydvestlige del af kortet og dele af dalkomplekset vest og nord for *Horsens*.

Det mest markante eksempel på »sammenfald« mellem de to topografiske overflader er lange strækninger af *Gudenåens* forløb og søerne i det midtjydske søhøjland (*Silkeborg søerne* m.v.). Noget lignende, skønt knap så tydeligt, gør sig gældende for en række af vandløbsstrækningerne i kortets vestlige del, f.eks. *Skjern å's* øvre løb, *Holtum å* og *Fjederholt å*.

Som tidligere beskrevet udgør prækvartæroverfladen på den vestlige halvdel af kortet en meget flad, svagt bølgende overflade. En sådan overflade med svagt relief (terrænforskelle indenfor denne del af kortet er mindre end 50 m.) har kun haft ringe mulighed for at påvirke eller styre senere formdannede, erosive processer, (is, vand m.v.), som ikke fandt større »forhindringer« at virke på.

Man kan forestille sig, at de kvartære formdannende processer (istryk, smeltevand, termokarst (>dødishuller«) m.v.) i sådanne områder, hvor prækvartæroverfladen er flad, måske mere følger glaciologiske og/eller isfysiske love.

En anden mulighed kan være, at nedsivningsforholdene i området har været gode, bl.a. som følge af et lavere havniveau ud mod vest, hvorved evt. fluvial erosionsvirksomhed har været begrænset, fordi vandet er sivet ned uden at danne vandløb af betydning. Det er øjensynligt, at der foregår formdannende processer, uden at der kan påvises en klar indvirkning fra prækvartæroverfladens topografi, ligesom denne overflade i det højeste bliver sløret uden selv at blive ændret nævneværdigt.

Ud fra kortet må man konkludere, at den flade prækvartæroverflade i den vestlige del dækkes af kvartære aflejringer, der ligeledes har en flad overflade (hedesletter, bakkeøer m.v.), således at man som på den østlige korthalvdel (dal over dal) kan konstatere, at de to overflader stort set er subkonforme (se fig. 5, profil III). V. Milthers (1939) gør opmærksom på dette forhold ved beskrivelsen af kortbladet Brande, og lignende forhold er iagttaget og beskrevet fra andre dele af landet, bl.a. fra Stevns (Suså området) og Københavns området, hvor prækvartæroverfladen dog består af kalk (Kelstrup et al. 1981 og Stenestad, 1976).

Det var tidligere en almindelig opfattelse, at de store dale i det kvartære landskab blev skabt enten under isen som »Fjorddale« (Ussing, 1903) eller som »Tunneldale« (Madsen, 1921) og dermed som erosionsdale i tilknytning til den sidste istid, weichsel glaciationen (se f.eks. K. Milthers, 1935, V. Milthers, 1948 og S. Hansen, 1965). K. Hansen (1971) har imidlertid rejst tvivl om, at man kan fastholde smeltevandsfloderosion i det pågældende tidsrum som generel dannelsesmåde for dalene, uden dog at fremsætte andre muligheder. En alternativ forklaring for dannelsen er fremsat af Woldstedt (1952) og Berthelsen (1972), som foreslår en kombination mellem smeltevand-

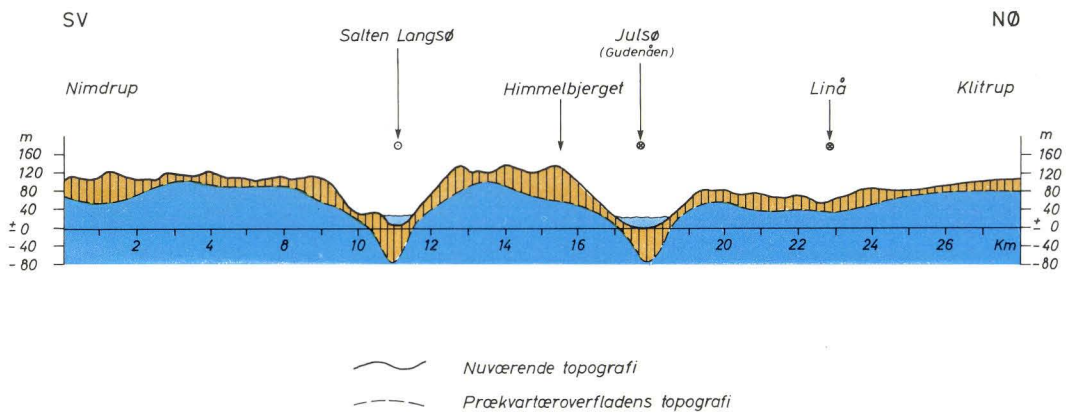


Fig. 4.

Profil II går gennem kortets nordøstlige del (se fig. 2) og viser sammenfaldet i store træk mellem prækvartærøverfladens topografi og det nuværende landskabs topografi. Den brune farve viser de kvartære lag, medens den blå farve viser de tertiære lag.

serosion og glacialerosion af en avancerende gletcher.

Glaciofluvial erosion (subglacial og/eller extramarginal) og glacial erosion er således blevet betragtet som de væsentlige erosive kræfter ved udformningen af kvartærøverfladen og formodentlig også prækvartærøverfladen, uden at dette dog nævnes udtrykkeligt.

Flere forfattere har fremsat begrundede formodninger om, at dalene er anlagt tidligere end i weichsel. Allerede Madsen (1921) kommer ind på problemet ved beskrivelsen af *Skovbjerg Bakkeø*. Visse af de nuværende åers forløb (f.eks.) *Fjedersholt å* foreslår han anlagt forud for sidste istid og ud fra sine forudsætninger foreslår han interglacialtiden forud for sidste istid. K. Milthers (1941) undrer sig, i sin afhandling om brunkul-eftersøgningen, over så uforstyrret den tertiære overflade synes at være i *Vestjylland*. Han gør opmærksom på, at det synes som om indlandsisen har »ladet sig påvirke af det forud eksisterende relief«, og hvor »hedesletterne har fulgt allerede eksisterende sænkninger og afløbsdale, der eksisterede i tertiærtidens slutning«. Milthers diskuterer desværre ikke muligheden for, om noget tilsvarende kan have været gældende i *Østjylland*. S.A. Andersen (1944) skriver, at selvom istidens aflejringer som regel dækker de underliggende lags overflade, er der adskillige steder, hvor undergrundens opbygning i ikke ringe grad skinner igennem istidslagenes dække.

Profile through the north-eastern part of the map (see fig. 2) showing the coincidence between the topography of the contact Quaternary-pre-Quaternary and present surface topography.

Lykke-Andersen (1973) gør sig til talsmand for muligheden af, at dalene er anlagt som floddale i tertiærtidens slutning, og Marcussen (1977) tilslutter sig denne hypotese og giver en gennemgang af litteraturen om tunneldalene og deres dannelse.

Det afgørende problem ved hypotesen om daldannelse i forbindelse med en glaciation er, at man ikke præcist kan datere tidspunktet for, hvornår den fluviale erosion har fundet sted. Det afgørende er imidlertid, at grænsefladen mellem kvartæret og prækvartæret beskriver en lakune (tidsrum uden bevarede aflejringer) i den geologiske lagsøjle. Denne lakune dækker pr. definition en periode, som lokalt eller i hele området strækker sig fra områdets yngste tertiær-aflejringer (miocæn) til områdets ældste kvartær-aflejringer (saale?). Området må derfor have været udsat for stærke erosive kræfter i hele eller dele af tidsrummet mellem miocæn og saale (ca. 4.5 millioner år). En nøjere indkredsning af denne erosive fase er ikke mulig ved hjælp af de foreliggende direkte observationer.

Derimod er det muligt ud fra kendskabet til de klimatiske og generelle geologiske og palæogeografiske forhold at opstille hypoteser, som kan forklare de faktiske, nuværende geologiske lejningsforhold.

Inden udformningen af de store dale i prækvartærøverfladen fandt sted, må det rimeligvis antages, at der har fundet en peneplanisering sted, som i store træk beskrives af toppunkterne i prækvartærøverfladen (se fig. 5). Dette peneplan er

tydeligt dannet som følge af erosion, idet det er beliggende i aflejringer, som har været overlejet af yngre tertiære aflejringer især mod vest, men som efter peneplaniseringen er fjernet. Herved er det almindeligt accepterede billeder af det geologiske kort over *Danmark* opstået, hvor de yngste aflejringer (pilocæn og miocæn) kun findes bevaret i *Syd- og Vestdanmark*, mens overfladen af prækvartæret bliver successivt ældre mod nord og øst (Sorgenfrei og Berthelsen, 1954).

Denne enkle opbygning hænger især sammen med to væsentlige træk i Danmarks geologiske historie: *For det første* skete der på overgangen mellem ældre og yngre kridttid en sammensmeltning af de tre store aflejringsbassiner, som i hele mesozoikum ellers havde præget den geologiske bassinudvikling. Opdelingen af det danske område i *Det Dansk-Norske Bassin*, *Det Dansk-Tyske Bassin* og mod vest *Centralgraven*, blev i øvre kridt og hele tertiærtiden afløst af eet stort sedimentationsbassin, som havde aflejringscentrum omtrent midt i *Nordsøen*, og som i hvert fald indtil midten af tertiærtiden har dækket hele *Danmark* og *Nordsøen* med udelukkende marine aflejringer, også på højderyggene og i randområderne (Kristoffersen og Bang, 1982). *For det andet* skete der i miocæn en regression, som bevirkede, at marine aflejringer begrænsedes til *Nordsøen* og dennes grænseområder. Denne regression, som formentlig skyldes den tiltagende klimaforværring, som indledtes i tertiærtidens sidste del, og som kulminerede med de egentlige kuldeperioder og nedisninger i kvartærtiden, bevirkede, at de marginale dele af det oprindelige *Nordsøbassin* blev hævet over havniveau og derfor udsat for erosion. Medvirkende til denne udvikling kan også have været den »inversion«, som fandt sted i øvre kridt og tertiær, hvor arealmæssigt meget store områder i *Kattegat* og *Nordjylland* udsattes for sideværts kompression (Ziegler, 1978), hvorved store flade folder dannedes samtidig med, at området generelt hævedes.

Disse forhold tilsammen forklarer på geologisk-dynamisk måde de generelle træk i det geologiske kort over Danmark, hvor de yngste lag kun er bevaret i *Nordsøbassinets* midte, og hvor toppen af prækvartæret ud mod det oprindelige *Nordsøbassin*s rande udgøres af stadigt ældre lag.

Men modellen forklarer *ikke* de mange dale, som siden er skåret ned i dette peneplan. For at

forklare disse dale kan to modeller anvendes. Enten kan der være tale om, at der på overgangen mellem tertiær og kvartær tid har været en betydelig tektonisk aktivitet, som har resulteret i dannelsen af en række gravsænkninger i *Danmark*. Denne model er imidlertid næppe sandsynlig, da en sådan tektonisk aktivitet ikke er kendt fra andre steder i *Nordvesteuropa*, og da dalstrukturene i prækvartæroverfladen ikke har karakter af gravsænkninger i dybet, således som det fremgår af den reflektionsseismiske kortlægning. Snarere må man anvende den anden mulige model, der går ud på, at erosionsbasis (vandstaden i verdenshavet) er sænket dramatisk ved kvartærtidens begyndelse. At dette også er sket ved den første egentlige nedisning eller opbygning af polkalotten, er indlysende nok på grund af den store vandmængde, der derved blev bundet i isen.

Der er derfor grund til at tro, at daldannelserne hænger nøje sammen med sænkningen af erosionsbasis i kvartærtidens kuldeperioder og egentlige nedisninger. Dale og fjorde har derfor skåret sig ind i landområderne fra de større havområder, som ved tertiærtidens afslutning eller kvartærtidens begyndelse har dækket det nuværende *Nordsø-område*, *Østersøen* og store dele af *Nordtyskland*.

Sammenfaldet mellem de nuværende dale i prækvartæroverfladen og de dybtliggende tektoniske strukturers retninger tyder derfor på, at dalene primært er dannet, hvor præeksisterende strukturer har udgjort svaghedszoner eller har dannet selv svage terrænelementer, som har styret de eroderende vandløb.

Derefter må man udfra dalenes detaljerede udformning (afløbsløse huller, varierende gradienter o.l.) formode, at gletschere og senere smeltvandsstrømme yderligere har udmodelleret dalformerne.

Det forhold, at de kvartære lag i *Nordsøen* i betydelige områder er mere end 500 m tykke (Kristoffersen og Bang, 1982) sammenholdt med de forhold, at de kvartære dannelser til lands i *Danmark* sjældent er mere end 200 m tykke, og at den overvejende del af kvartæret i *Østdanmark* er af weichsel alder, kan tages som et godt indicium på, at store materiale mængder er transporteret såvel fra *Skandinavien* som fra danske landområder til *Nordsøbækkenet*.

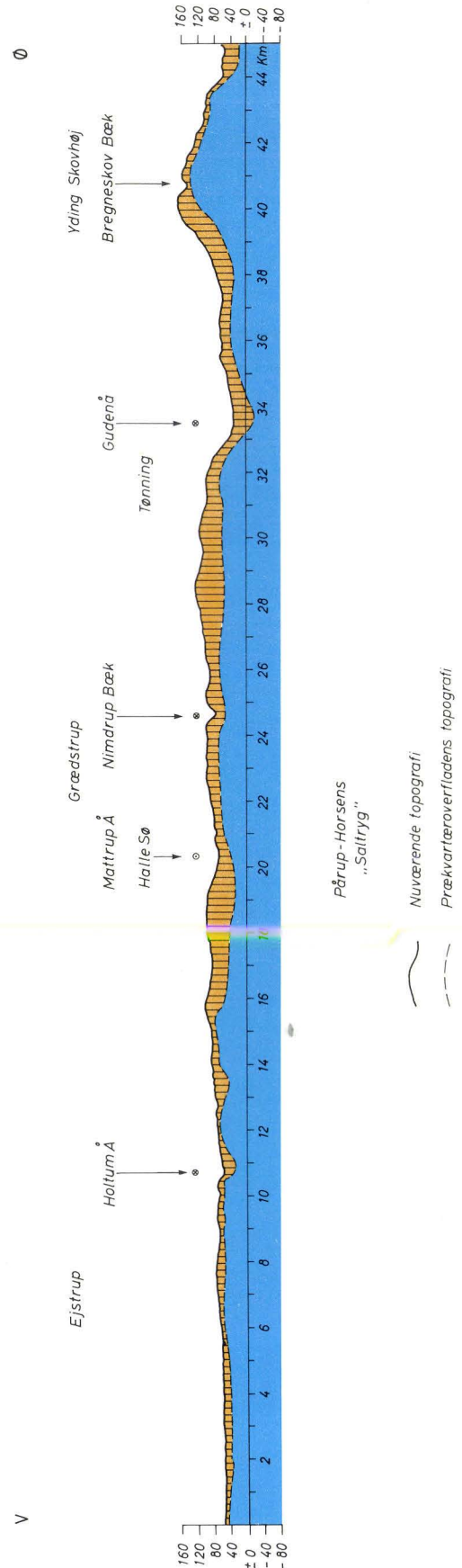
De kvartære aflejringer i *Nordsøen* består

overvejende af glaciofluviale og marine aflejringer, mens moræne dannelser er betydeligt mindre fremtrædende end i danske landområder. Dette kan tages som indicium på, at interglaciale floder og pleistocæne smeltevandsstrømme har borteroderet en væsentlig del af de kvartære materialer, som måtte være blevet aflejret inden weichselnedisningen, ligesom prækvartære materialer i de områder, hvor der er kontakt mellem lag af weichsel alder og prækvartæret også må være blevet transporteret til *Nordsøbassinet*.

Hvorledes det nøjere samspil mellem gletcherbevægelser og smeltevandsstrømme har udmødeleret dalene til deres nuværende form, er vanskeligt om ikke umuligt at udrede i detaljer al den stund den erosive og aflejrende virkning af gletcher og smeltevandsfloder er højst forskellige. Men vanskeligheden opstår først og fremmest, fordi man end ikke kan regne med, at dalens nuværende hældningsretninger og gradienter afspejler de hældningsretninger og gradienter, som var gældende i dalens forskellige udviklingstrin. Dette skyldes først og fremmest, at de isostatisk virkninger af de forskellige nedisninger må formodes at være af en helt anden størrelsesorden end de forholdsvis svage gradienter, der afgør om vandet løber den ene eller den anden vej i en dal. Hvis derfor en dal i prækvartæroverfladen i dag hælder mod øst (som f.eks. de østjyske fjorde) kan dette ikke tages som indicium endelige bevis for, at **hældningsretningen var den samme før sidste nedisning eller tidligere**. Berthelsen (1972) har været inde på dette. Men der er endnu ikke udført undersøgelser, som entydigt viser hvilke størrelsesordener de differentielle isostatisk bevægelser og dermed ændringer af terrængradienterne kan have haft i løbet af en enkelt nedisning og afsmeltning.

Hvorom alting er, har man i nogle af de dybe dale i prækvartæroverfladen fundet aflejringer, der er dateret til *eem interglaciertid*, og disse dale må da formodes at være ældre end eem (og dermed weichsel). Det er derfor nærliggende at antage, at det samme kan være gældende for andre dalstrækninger i prækvartæroverfladen.

Spørgsmålet er altså, hvor gamle de store dale i prækvartæroverfladen og dermed i kvartærlandskabet er. Saale glaciationen dækkede hele landet og kan derfor måske have haft større betydning for daldannelsen end weichsel. Det samme



kan ikke udelukkes for endnu ældre istider. Der har været op imod 20 kuldeperioder (Shackelton and Opdyke, 1973), og heraf mindst 4 egentlige istider (S.T. Andersen, 1965). Hvis man forestiller sig, at der ved hver glaciation er sket en ændring af kvartærlandskabet såvel som af prækvartæroverfladen, måtte det indebære, at den nuværende prækvartæroverflade hovedsagelig blev udformet i tilknytning til weichsel glaciationen.

Men denne »sidste« formændring kan ikke på afgørende måde have berørt de dalstrøg, hvori man har fundet eem aflejringer (se Hartz, 1909, Jessen og Milthers, 1928, Bull et al., 1976, Marcussen, 1977). Disse dale må have eksisteret forud for sidste glaciation.

Derimod kan det ikke afvises at udformningen af disse dale og af prækvartæroverfladen er sket ved glacial/glaciofluviatil erosion under en ældre istid måske mest oprindeligt ved den første kvartære nedisning der dækkede landet.

Men det ser ud til at det er nødvendigt at tage den morfologi i betragtning, der må have eksisteret forud for den første glaciation. Denne morfologi har sandsynligvis i et vist omfang påvirket en evt. glacial/glaciofluviatil erosion og antagelig derfor præget det glacielle landskab, som dannes ved den første glaciation. Det er ligeledes nødvendigt at tage tektoniske begivenheder, der finder sted i den dybe undergrund, både saltbevægelser og forkastninger, i betragtning.

Det er tidligere nævnt at sådanne bevægelser stadig finder sted. Disse forplanter sig øjensynlig igennem jordlagene opad og påvirker endog den nuværende kvartære morfologi (V. Milthers, 1916, Madirazza, 1966, 1968a, 1968b, 1977, 1979, Kronborg et al., 1978, Hansen og Håkonsson 1980, Lykke-Andersen 1981).

Fig. 5.
Profil III går midt gennem kortet fra øst til vest i næsten hele kortets bredde (se fig. 2). Profilet viser, hvorledes den nuværende topografi følger sig efter prækvartæroverfladens topografi i store træk. Hvor prækvartæroverfladen i vest er flad er kvartærlandskabet fladt, og hvor prækvartæroverfladen har relief, har kvartærlandskabet ligeledes mere relief. Hvis man lægger en ret linje gennem de højeste punkter på de linjer, der beskriver de to forskellige topografiske overflader, ses det at både linjen for prækvartæroverfladen og linjen for den kvartære overflade falder ganske svagt mod vest. De kvartære lag er vist med brun farve medens de tertiære lag er vist med blå farve.

Profile through the map from east to west (see fig. 2). The coincidence between the two topographical surfaces are readily seen and also the dip of the surfaces from east to west is seen.

Sammenfatning

Det som man ikke kan komme bort fra er, at sammenfaldet mellem prækvartæroverfladen og den nuværende overflade er for stor til at det udelukkende kan bero på en tilfældighed. Ligeledes er overensstemmelsen mellem retningen af terrænelementer både i prækvartæroverfladen og den nuværende overflade og retningen af både forkastningszoner og saltstrukturer for stor til at det kan være tilfældigt. Med andre ord, det ser ud til at de geologiske forhold i prækvartæret har indflydelse på de kvartærgeologiske forhold. Spørgsmålet er, hvordan processerne har været. Har is og vand fulgt allerede eksisterende lavninger og dale, eller har tektoniske begivenheder været konstant aktive og dannet lavningerne, eller er der helt andre hidtil ukendte muligheder. Formodentlig er der tale om et kombineret procesforløb, hvor det ikke er muligt at adskille de enkelte processer på grund af interferens imellem dem.

Disse overvejelser fører frem til den konklusion, at prækvartæroverfladens større morfologiske træk (de store dale og de ensartede flader) primært er anlagt forud for de kvartære glaciationer og har præget de senere glacielle landskaber, men at glacial/glaciofluviatil erosion måske navnlig i forbindelse med den første glaciation i det mindste har modificeret og/eller eventuelt bidraget med nye træk i prækvartæroverfladens morfologi.

Denne konklusion og iagttagelserne skildret i afsnittet om de dybere strukturer, gør det nærliggende at antage, at episoder i den dybe undergrund har langt mere indflydelse på prækvartæroverfladens morfologi og dermed på det glacielle landskabs beskaffenhed, end man hidtil har antaget.



Tak

En lang række af vore kolleger på DGU har i løbet af den tid, udarbejdelsen af kortet har fundet sted, bidraget med forslag og konstruktiv kritik. Særlig tak skylder vi Else Kolstrup og Jens Morten Hansen, som begge har medvirket til forbedring af teksten. Torben Bidstrup, DGU, og Holger Lykke-Andersen, Århus Universitet takkes for udvist interesse for projektets gennemførelse. Endelig skylder vi DGU's ledelse tak, fordi vi på trods af påtrængende opgaver har fået mulighed og tid til gennemførelse af arbejdet med kortlægningen.

Abstract

The pre-Quaternary surface topography of the map sheet "1214 Silkeborg", Denmark (1:100.000) has been mapped. This has been done on the basis of geological information from water supply wells. The area mapped covers more than 2200 km² and contains nearly 10.000 wells. Information from more than 5.000 wells are printed on the map. Also reflection seismic information showing fault-zones and salt structures have been used and are shown on the map.

On the basis of the similarity between the pre-Quaternary surface topography and the landscape topography it is suggested that the mode of genesis of the pre-Quaternary surface mainly is the result of pre-Quaternary processes rather than the result of glacial activity. In other words: the morphological features of the pre-Quaternary surface controls, to a large extent, the present surface topography. Of course, the glacial and melt water activity during Quaternary times has modified or accentuated, and eventually formed the minor local morphological features of the present days' landscape.

Another striking feature is the coincidence between the linear structures of the pre-Quaternary surface and the present surface. This is suggested to be the result of the main faulting activity direction in the area from SE to NW. This direction is more or less parallel to the Fenno-Scandian Border Zone and the Ringkøbing-Fyn High. Furthermore, this observation suggests the impact of processes in the pre-Quaternary sedimentary basin on the Quaternary sedimentary development.

A third influence of processes on the development of the pre-Quaternary is the tectonic activity of the Permian salt deposits in the area. The impact of salt diapirs and salt pillows are readily

seen in the pre-Quaternary surface, and some Quaternary morphological features can be related to diapirism as well as salt dissolution.

Summing up, the conclusion is that geological events affecting the pre-Quaternary deposits

have a strong influence on the glacial landscape. These events are mainly related to tectonic processes in the pre-Quaternary deposits, whatever these processes may have taken place during Quaternary times or earlier.

Referencer



















- Andersen, S.A.*, 1944: Det Danske Landskabs Historie. København, 480 p.
- Andersen, S.T.*, 1965: Interglaciale og interstadiale i Danmarks kvartær. – Meddr dansk geol. Foren., 16, pp. 486–506.
- Baartmann, J.C.*, 1973: Interpretation of reflection seismic work in the area around Nøvling No. 1. – In Rasmussen, Banke L. (ed), Dybdeboringen Nøvling nr. 1 i Midtjylland. – Danm. geol. Unders. III række, 40, pp. 34–53.
- Baartmann, J.C.*, 1974: Upubliceret kort over Horsens-Gyllingnæs området baseret på seismiske undersøgelser. DGU's rapportarkiv.
- Baartmann, J.C.*, 1976: Upubliceret kort: Structural outline of Denmark (pre upper Permian), DGU 1976.
- Berthelsen, A.*, 1972: Flod-, Fjord- og Tunneldale. – Dansk geol. Foren. Årsskrift for 1971, pp. 101–104.
- Binzer, K. og Andersen, C.*, 1979: Eksempel på kort over prækvartæroverfladens højdeforhold. – Danm. geol. Unders. Årbog 1978, pp. 119–129, 1 kortbilag.
- Bull, N., Kallesøe, R. og Kærgaard, H.*, 1976: Hydrogeologisk kortlægning af et område ved Horsens. Udført for Horsens Vandforsyning. – Danm. geol. Unders., Rapport, 58 p.
- Dinesen, A., Michelsen, O. and Lieberkind, K.*, 1977: A survey of Paleocene and Eocene Deposits of Jylland and Fyn. – Danm. geol. Unders. Serie B, 1.
- Grambo-Rasmussen, A.*, 1984: Danmarks Brunkulsreserver. – Danm. geol. Unders. Serie D, 2, 67 p. 4 kort.
- Hansen, J. M. og Håkansson, E.*, 1980: Thistedstrukturens geologi – et »neotektonisk« skoleeksempel. – Dansk geol. Foren. Årsskrift for 1979, pp 1–9.
- Hansen, K.*, 1959: Saltenprofilet. – Meddr dansk geol. Foren., 14, pp. 151–158.
- Hansen, K.*, 1971: Tunnel valleys in Denmark and Northern Germany. – Bull. geol. Soc. Denmark, 20 pp. 295–300.
- Hansen, S.*, 1965: The Quaternary of Denmark. – In Rankama, K. (ed), The Geologic systems. The Quaternary, pp. 1–90, Interscience publishers, New York.
- Harz, N.*, 1909: Bidrag til Danmarks tertiære og diluviale flora. – Danm. geol. Unders. II række, 20, 292 p. XIII tavler.
- Jessen, K. og Milthers, V.*, 1928: Interglacial Fresh-water Deposits. – Danm. geol. Unders. II række, 48, 379 p. XXXX plates.
- Kelstrup, N., Binzer, K. og Knudsen, J.*, 1981: Hydrogeologiske forhold i Susåområdet. – Dansk komité for hydrologi, Rapport nr. Suså H7., 39 p, 3 kort, 39 bilag.
- Koch, B.E., Friederich, W.L., Christensen, E.F. & Friis, E.M.* 1972: Den Miocæne brunkulsflora og det geologiske miljø i Søby-Fasterholt området sydøst for Herning. – Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1972, pp. 1–57.
- Kristoffersen, F. Nyhuus og Bang, I.*, 1982: Cenozoic excl. Danian limestone. – In Michelsen, O. (ed.): Geology of the Danish Central Graben. – Danm. geol. Unders. Serie B, 8, pp 62–71.
- Kronborg, C., Bender, H. og Larsen, G.*, 1978: Tektonik som en mulig medvirkende årsag til daldannelsen i Midtjylland. – Danm. geol. Unders. årbog 1977, pp. 66–76.
- Larsen, G., Kronborg, C. og Bender, H.*, 1979: Det midtjyske Søhøjland, Geologi. – Århus amtskommune, Amtsfredningskontoret, 31 p.
- Lehman, I.*, 1956: Danske jordskælv. – Meddr dansk geol. Foren., 13, pp. 88–103.
- Lykke-Andersen, H.*, 1973: En begravet dal i prækvartæret ved Århus. – Dansk geol. Foren. Årsskrift for 1972. pp. 111–118.
- Lykke-Andersen, H.*, 1981: Indications of neotectonic features in Denmark. – Z. Geomorph. N.F.; Suppl. Bd. 40, pp. 43–54.
- Madirazza, I.*, 1966: Possible signs at postglacial tectonics in Mønsted salt dome area. – Meddr dansk geol. Foren., 16, pp. 457–459.
- Madirazza, I.*, 1968a: An interpretation of the Quaternary morphology in the Paarup salt dome area. – Meddr dansk geol. Foren., 18, pp. 241–243.
- Madirazza, I.* 1968b: Mønsted and Sevel salt dome, North Jutland and their influence on the Quaternary morphology. – Geol. Rundschau. 57. pp. 1034–1066.
- Madirazza, I.*, 1977: Zechstein bassinet og saltstrukturer i Nordjylland med særlig henblik på Nøvling og Paarup. – Dansk geol. Foren. Årsskrift for 1976. pp. 57–68.
- Madirazza, I.*, 1979: Salt diapirernes betydning for den Kvartære kronologi: Batum – et eksempel. – Dansk geol. Foren. Årsskrift for 1978, pp. 7–13.
- Madirazza, I.*, 1980: Postglaciale bevægelser i området ved Fjerritslev saltstruktur. – Dansk geol. Foren. Årsskrift for 1979, pp. 11–14.
- Madsen, V.*, 1921: Terrainformerne på Skovbjerg Bakkeø. – Danm. geol. Unders. IV række, Bd. 1 (12), 24 p.

- Marcussen, I.*, 1977: Deglaciation landscapes formed during the wasting of the late Middle Weichselian ice sheet in Denmark. – Danm. geol. Unders. II række 110, 72 p.
- Michelsen, O. (red) et al.*, 1981: Kortlægning af potentielle geotermiske reservoirer i Danmark. – Danm. geol. Unders. Serie B, 5, 95 p.
- Milthers, K.*, 1935: Landskabets udformning mellem Alheden og Limfjorden. – Danm. geol. Unders. II række, 56, 36 p.
- Milthers, K.*, 1941: Systematisk Efterforskning af Brunkul. – Geografisk Tidsskrift. Bd. 44, pp. 100–117.
- Milthers, V.*, 1916: Spaltdale i Jylland. – Meddr dansk geol. Foren., 5 (3), 16 p, 1 tavle.
- Milthers, V.*, 1939: Kortbladet Brande. – Danm. geol. Unders. I Række, 18, 162 p. 3 kort.
- Milthers, V.*, 1948: Det danske Istidslandskabs Terrænformer og deres opståen. – Danm. geol. Unders. III række, 48, 234 p.
- Ramberg, Ivan B. and Lind, G.*, 1968: Gravity measurements on the Paarup salt dome. – Meddr dansk geol. Foren., 18, pp. 221–240.
- Rasmussen, Banke L.*, 1966: Biostratigraphical studies on the marine younger miocene of Denmark. – Danm. geol. Unders. II række, 88, 358 p.
- Rasmussen, Banke L.*, 1978: Geological aspects of the Danish North Sea sector. – Danm. geol. Unders. III række, 44, 85 p.
- Shackelton, N.J. and Opdyke, N.D.*, 1973: Oxygen Isotope and Palaeomagnetic Stratigraphy of Equatorial Pacific Core V28–238: Oxygen Isotope Temperatures and Ice Volumes on a 10^5 and 10^6 Year Scale. – Quaternary Research 3, pp. 39–55.
- Sorgenfrei, Th. og Berthelsen, O.*, 1954: Geologi og Vandboring. – Danm. geol. Unders. III række, 31, 107 p, 1 tavle.
- Sorgenfrei, Th. and Buch, A.*, 1964: Deep Tests in Denmark. 1935–1959. – Danm. geol. Unders. III række, 36, 146 p. 22 plates.
- Sorgenfrei, Th.*, 1966: Strukturgeologischer Bau von Dänemark. – Geologie, 15 (6), pp. 641–660.
- Stenestad, E.*, 1976: Københavnsområdets geologi især baseret på citybaneundersøgelserne. – Danm. geol. Unders. III række, 45, 149 p.
- Stockmarr, J.*, 1978: Den prækvartære overflade ved Juelsminde, Danmark. – Danm. geol. Unders. Årbog 1976, pp. 49–52.
- Ussing, N.V.*, 1903: Om Jyllands hedesletter og teorierne for deres dannelse. – Overs. o. Det kgl. danske Vid. Selsk. Forhl. 1903, 2, pp. 99–152.
- Woldstedt, P.*, 1952: Die Entstehung der Seen in den ehemals vergletscherten Gebieten. – Eiszeitalter u. Gegenwart, 2, pp. 146–153.
- Ziegler, P.A.*, 1978: North-Western Europa: Tectonics and basin development. – In van Loon, A.J. (ed.): Key-notes of the MEGS-II. – Geol. Mijnbouw, 57, pp. 589–626.
- Ødum, H.*, 1960: Saltefterforskningen i Danmark. – Danm. geol. Unders. III række, 34, 42 p.

PRÆKVARTÆROVERFLADENS HØJDEFORHOLD

Tolket på grundlag af borer, daglokaltiter og udvalgte geofysiske data.

SIGNATURFORKLARING

-  Højdekurver for prækvartæroverfladen (kote m)
-  Boringens DGU-arkiv nummer
-  Borestedets beliggenhed, hvor prækvartær-overfladen er nået
-  Kote for prækvartæroverfladen
-  Bjergartssymbol for prækvartæroverfladen
-  Borestedets beliggenhed, hvor prækvartær-overfladen ikke er nået
-  Kote for bund af boring, hvor prækvartær-overfladen ligger lavere
-  Kote for prækvartæroverfladen ligger højere end den anførte størrelse
-  Daglokaltit (øvrige data analoge med boring)
-  Daglokaltit i flage af prækvartære lag beliggende i kvartære lag (øvrige data analoge med boring)
-  Omrids af saltstrukturer
-  Omrids af højtliggende saltome
-  Forkastningszone i top af kalk
-  Forkastningszone ved basis af øvre kridt
-  Forkastningszone i top af trias
-  Forkastningszone ved basis af zechstein (øvre perm)
-  Overvejende sandede sedimenter i prækvartæroverfladen fra øvre tertær
-  Overvejende lerede sedimenter i prækvartæroverfladen fra øvre tertær

DGU-Atlasbladinddeling på kortbladet 1214 SILKEBORG

85	86	87	88
95	96	97	98
104	105	106	107

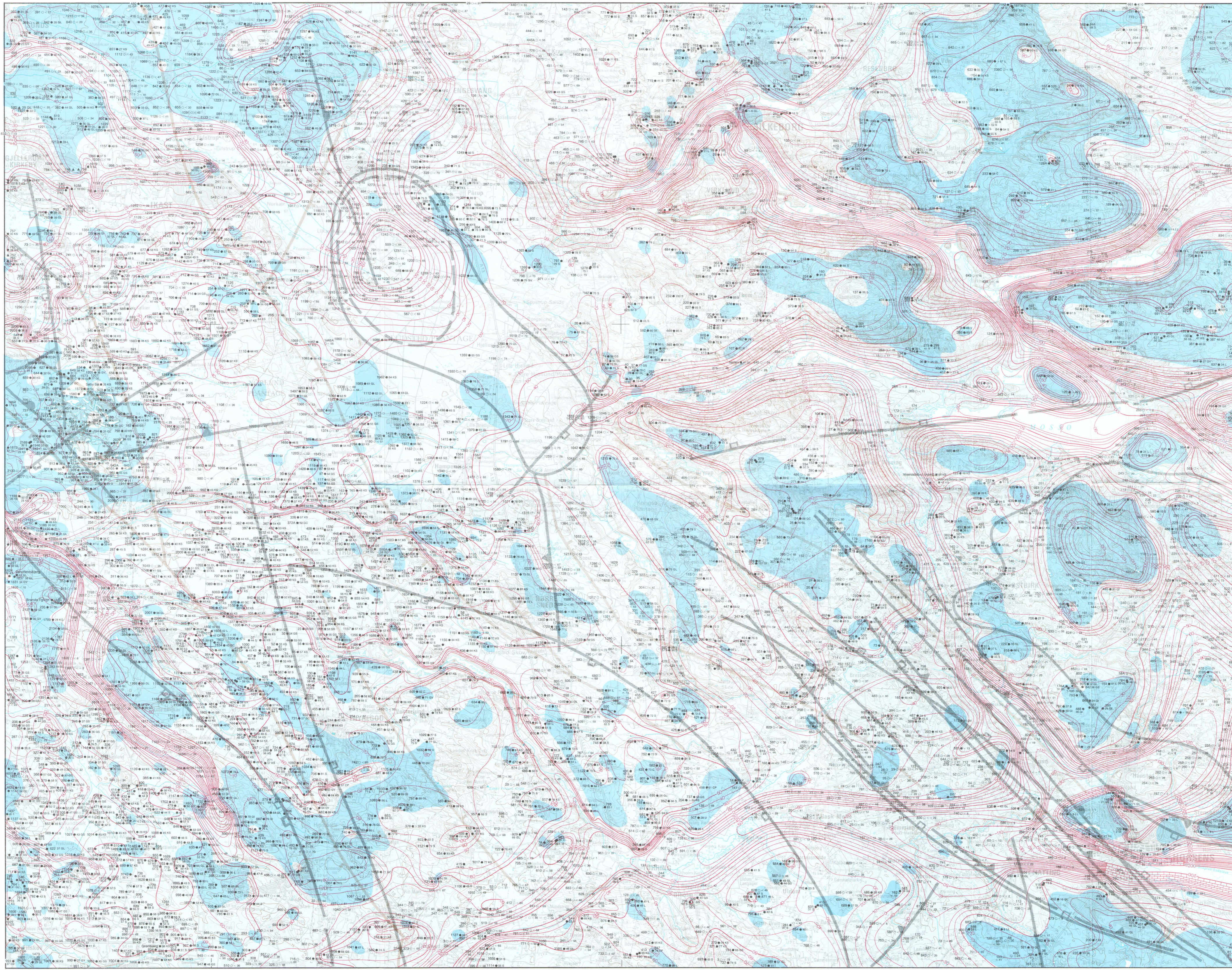
1:100.000
0 1 2 3 4 5 km

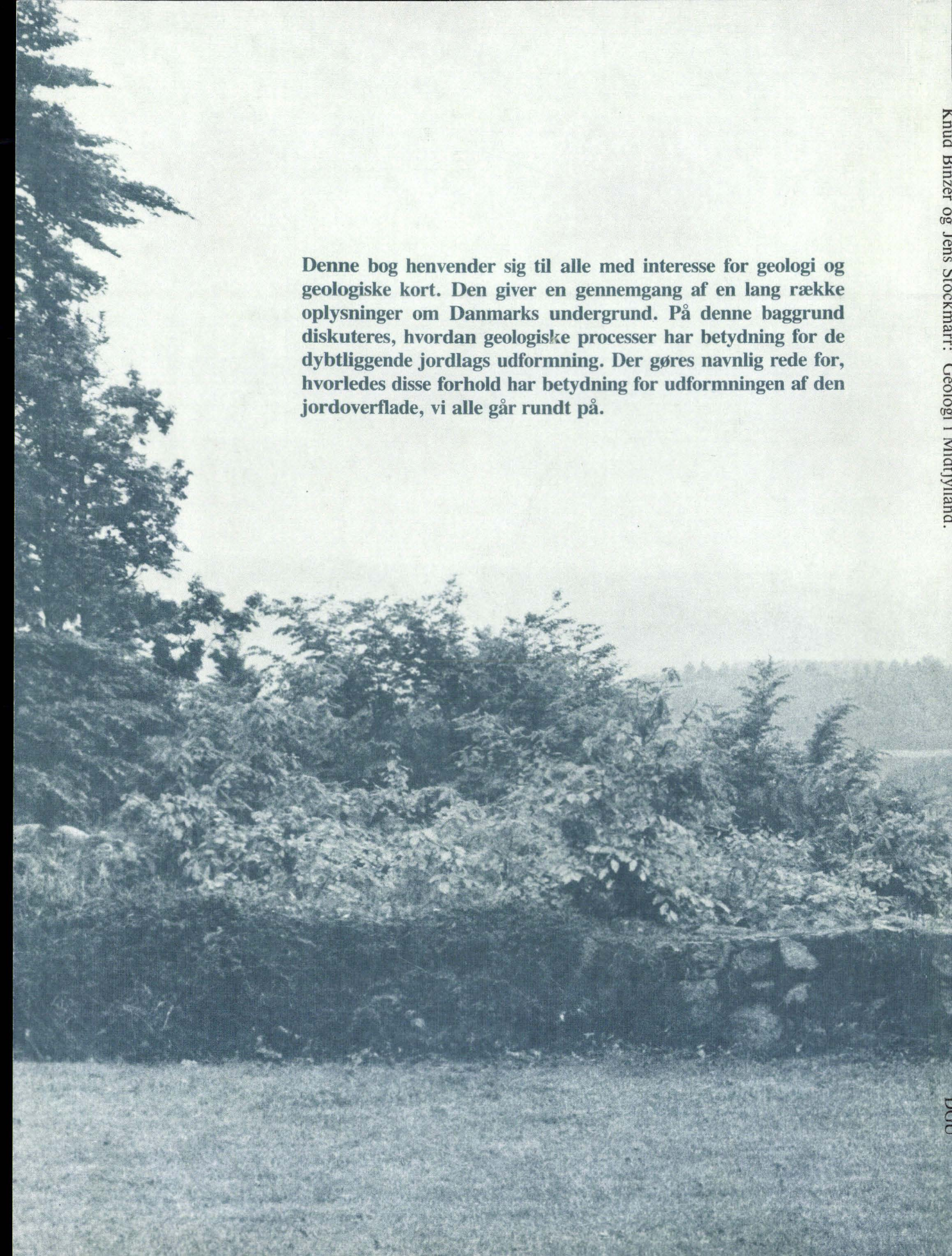
Danmarks Geologiske Undersøgelse
Boredataafdelingen

Topografisk grundmateriale er
Geodætisk Instituts 1 cm kort

Reproduceret med tilladelse (A. 881/71)
af Geodætisk Institut

København 1985



A black and white photograph of a landscape. In the foreground, there is a grassy field. A low stone wall runs across the middle ground, partially obscured by dense, leafy bushes and trees. The background shows a line of trees under a pale sky. The overall scene is a natural, somewhat overgrown outdoor setting.

Denne bog henvender sig til alle med interesse for geologi og geologiske kort. Den giver en gennemgang af en lang række oplysninger om Danmarks undergrund. På denne baggrund diskuteres, hvordan geologiske processer har betydning for de dybtliggende jordlags udformning. Der gøres navnlig rede for, hvorledes disse forhold har betydning for udformningen af den jordoverflade, vi alle går rundt på.