

Geologisk kort over Danmark Geological map of Denmark 1:500 000

PRÆKVARTÆROVERFLADENS HØJDEFORHOLD

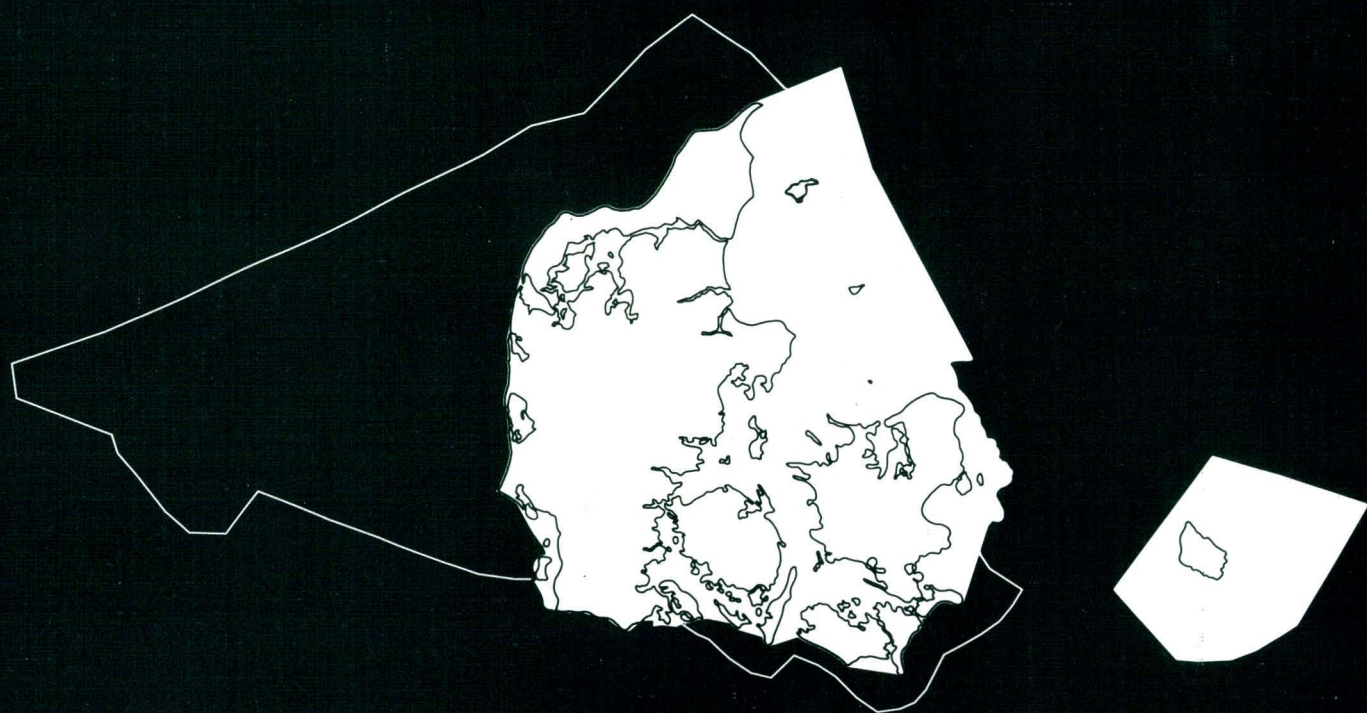
Det danske landområde samt Kattegat, indre farvande
og farvandet omkring Bornholm

Pre-Quaternary surface topography of Denmark

AF/BY

KNUD BINZER & JENS STOCKMARR

Med bidrag af/with contributions by Holger Lykke-Andersen



Geologiske kort – et værktøj

Det geologiske kort er et værktøj, der bruges af brøndborere, ingeniørfirmaer, offentlige myndigheder, undervisere og mange andre.

DGU's vigtigste opgave er at kortlægge, dokumentere og informere om vort lands geologiske forhold: Hvad landet består af, hvorledes det er opbygget og dannet. DGU har over 100 års erfaring med udarbejdelse af sådanne geologiske kort.

Kortlægningen gælder undertiden mere specielle geologiske områder, f.eks. kortlægningen af fremstillingsråstoffer som grus, kalk og ler, og til andre tider er det energiråstoffer som brunkul, olie og geotermisk varme, men som regel indgår kortlægning af grundvand altid.

Det geologiske kort er den bedst egnede måde at beskrive landets opbygning og naturressourcernes fordeling på. Man kan imidlertid ikke fremstille et kort, der indeholder alt, og som kan anvendes til alle formål. Det enkelte kort indeholder derfor oftest et bestemt tema. Der findes således kort over bjergarternes udbredelse, såvel de overfladenære som de dybtliggende, hydrogeologiske kort, kort over prækvartæroverfladens højdeforhold, kort over grundvandsboringer, kort over strukturforholdene i den dybere undergrund og meget andet.

Ved udformningen og anvendelsen af kort er målforholdet af største betydning. Præcisionen i afgrænsningen mellem forskellige geologiske fænomener er afhængig af målforholdet. En ændring af målforholdet fra et lille til et stort (en forstørrelse af kortet) vil medføre en formindsket nøjagtighed. Det må imidlertid tages i betragtning, at mængden af oplysninger på kortene ofte har måttet begrænses på grund af pladshensyn.

Et geologisk kort er, ligesom andre publikationer, udtryk for den viden, man har på det tidspunkt, kortet blev fremstillet. Men på grund af udviklingen i den geologiske videnskab og fremkomsten af nye oplysninger, kan der være behov for i tidens løb at revidere kortet.

Geological maps – a tool

The geological map is a tool used by well drillers, construction firms, public authorities, teachers, to mention a few.

The main tasks of the DGU are the mapping of the country, and providing documentation and information on the geological features of Denmark, the materials, their structures and genesis. The DGU has more than 100 years of experience in the preparation of geological maps of our country.

In addition the mapping aims at economic and public interest. It may be the mapping of manufacturing raw materials, i.e. clay, lime and gravel, or it may be energy raw materials such as lignite, oil and geothermal heat. The mapping of groundwater resources and the movement of the groundwater is an essential part of the work carried out by the DGU.

The geological map is the most suitable way to describe the geology of the country. Of course it is not possible to prepare a geological map which contains all available information and which can be used for all purposes. Therefore, specialized thematic maps are made, showing the geology of the subsurface, hydrology, position of water borings, preQuaternary surface, structural outline of the underground and much more.

In the presentation and the use of maps the scale is significant. The exactness of the boundaries between different geological phenomena depends on the scale of the map. A change of the scale from a small one to a larger one (an enlargement of the map) will diminish the accuracy. Furthermore, it must be considered that the geological documentation on the map frequently is limited due to lack of space.

Like other publications a geological map expresses the knowledge of the area at a certain time. Because of the progress in geology and discoveries of new information it will be necessary to revise the map in the course of time.



Danmarks Geologiske Undersøgelse
Miljøministeriet

Danmarks Geologiske Undersøgelse (DGU) er en rådgivnings- og forskningsinstitution under Miljøministeriet og med væsentlige opgaver på olie/gas området for Energiministeriet.

DGU har som hovedopgave at varetage dataindsamling og kortlægning samt forskning, rådgivning og formidling med sigte på at forbedre kendskabet til materialer, processer og sammenhænge, der har betydning for nyttiggørelsen og beskyttelsen af Danmarks geologiske naturværdier.

Blandt DGU's opgaver på miljøområdet kan nævnes rådgivning og forskning vedrørende miljøbeskyttelse, vandforsyning, råstofindvinding og naturbeskyttelse. Tilsvarende bistår DGU Energiministeriet i dets administration af lovgivningen om udnyttelsen af forekomster i Danmarks undergrund, herunder dets varetagelse af statens tilsyn med efterforskningen og indvindingen af olie, naturgas og jordvarme m.m. Desuden udfører DGU i vidt omfang opgaver for private firmaer på kontraktvilkår på miljøområdet såvel som på energiområdet.

Danmarks Geologiske Undersøgelse blev oprettet i 1888, og der er i de forløbne år publiceret en lang række afhandlinger om instituttets videnskabelige og praktiske virksomhed.



Geological Survey of Denmark
Ministry of the Environment

The Geological Survey of Denmark (DGU) is an advisory and research institution under the Danish Ministry of the Environment and with significant responsibilities within the sphere of oil and gas for the Ministry of Energy.

DGU's primary function is to provide the essential geological service for the utilization and protection of Denmark's natural resources. This involves mapping, data collection and basic research, in addition to providing impartial advice and presenting geological results to both the general public and the scientific community.

Within the environmental sphere, DGU has both an advisory and a research role with respect to environmental protection, water supply, exploitation of raw materials and nature conservation. Similarly, DGU assists the Ministry of Energy in its administration of the utilization of deposits in the subsurface, including the supervision of exploration for and exploitation of oil, natural gas, geothermal energy etc. In addition, DGU undertakes numerous contract assignments for private firms, concerning both environmental and energy areas.

The Geological Survey of Denmark was established in 1888, and over the years a large number of papers have been published on the Survey's scientific and practical activities.

Geologisk kort over Danmark Geological map of Denmark 1:500 000

PRÆKVARTÆROVERFLADENS HØJDEFORHOLD

Det danske landområde samt Kattegat, indre farvande
og farvandet omkring Bornholm

Pre-Quaternary surface topography of Denmark

AF/BY

KNUD BINZER & JENS STOCKMARR

Med bidrag af/with contributions by Holger Lykke-Andersen

Keywords:

Denmark, structure contour map, paleotopography, topography

Indhold/content: 1 kort og 2 bilag/1 map and 2 enclosures
Kort/Map: Prækvartæroverfladens højdeforhold/Pre-Quaternary surface topography
Bilag 1/enclosure 1: Kurvekort over prækvartæroverfladen (A-3 format)/contour map (A-3 formate)
Bilag 2/enclosure 2: Farvereliefkort over prækvartæroverfladen (A-3 format)/colour-relief map (A-3 formate)

“Mars nunquam sine minerva”

DGU Kortserie nr. 44

ISBN 87-89640-98-1

ISSN 0901-9405

Oplag 800

Repro af kort: Dystan as, København

Tryk af kort: From og Co., København

Repro og tryk af omslag og tekst: AiO Tryk as, Odense

Dato 93-12-19

Knud Binzer og Jens Stockmarr

Danmarks Geologiske Undersøgelse

Thoravej 8, DK-2400 København NV

Holger Lykke-Andersen

Geologisk Institut,

Aarhus Universitet

Finlandsgade 8, DK-8200 Århus N

Redaktion: Ib Marcussen

© Danmarks Geologiske Undersøgelse

Thoravej 8, DK-2400 København NV

I kommission hos Geografforlaget Aps, 5464 Brenderup

Indhold

Forord.....	4	Diskussion	6
Beskrivelse	5	Anvendelsesområder	7
Indledning	5	Tak	7
Materialer.....	5	Abstract	8
Metoder	6	Litteratur.....	9
Resultater	6	1 stk. kort samt 2 bilag vedlagt i lomme	

Forord

Udarbejdelse af geologiske kort, der viser beskaffenheden af den overflade, der skjuler sig under de kvartære dannelser i Danmark, har optaget geologer i mere end 100 år. I de tidlige arbejder er det hovedsagelig de prækvartære bjergarter, der kortlægges, mens der sjældent er ofret nævneværdig opmærksomhed på prækvartær-overfladens højdeforhold. Den væsentligste årsag til dette er, at der manglede data til konstruktion af højdekurver over denne flade.

Oprettelsen i 1926 af Borearkivet ved Danmarks Geologiske Undersøgelse (DGU) har medført, at der er blevet indsamlet oplysninger om beliggenheden af de prækvartære aflejringer gennem indsamling af geologiske underretninger fra vandforsyningsboringer m.v. Landet er nu dækket med i gennemsnit 5 boringer pr. km², hvoraf omkring 1/3 har en eller anden konkret oplysning om prækvartær-overfladens beliggenhed. Geofysiske- og andre undersøgelsesmetoder i de danske farvande har til-

vejebragt yderligere viden om prækvartær-overfladen. Den samlede aktuelle viden vurderes nu at være tilstrækkelig til, at det er forsvarligt at fremstille et landsdækkende kort, som også omfatter Kattegat og farvandet omkring Bornholm.

Vor viden om Danmarks undergrund øges fortsat, ikke mindst ved tilgangen af oplysninger om nye boringer til DGU's Borearkiv. Der vil således løbende være behov for revision af kortet.

Mange geologer og geofysikere, samt ikke mindst brøndborere, har bidraget med kortmateriale, data og viden til fremstillingen af kortet over prækvartær-overfladens højdeforhold. Med udgivelsen er de mange informationer søgt nyttiggjort, til forhåbentlig glæde for alle interesserede både geologer, det administrative system og andre brugere.

Knud Binzer Jens Stockmarr

Beskrivelse

Indledning

Før den systematiske geologiske kortlægning af Danmark blev iværksat i forbindelse med oprettelsen af Danmarks Geologiske Undersøgelse i 1888, var der allerede blevet udarbejdet landsdækkende eller regionale geologiske kort. Disse kort indeholder oplysninger og geologiske fortolkninger af prækvartærlagene, f.eks. med angivelse af bjergarternes udbredelse og alder. Således udgav Forchammer i 1835 et såkaldt Geognostisk kort over landet og i 1882 udsendte Johnstrup et lignende kort.

Efter oprettelsen af DGU og iværksættelsen af den systematiske geologiske kortlægning af landet, udgav Milthers i 1903 et kort over Danmarks undergrund. Grönwall og Harder udgav i 1907 et kort over den østlige del af landet, der viser de prækvartære dannelsers udbredelse. I 1908 udgav Milthers et prækvartærkort over Fakse og Stevn. Et landsdækkende kort blev udgivet af Ravn i 1922 og Madsen udgav ligeledes et landsdækkende kort i 1928 i forbindelse med den internationale geologkongres i København. I 1939 udsendte Sorgenfrei: »Et geologisk Kort over Danmarks prækvartære Undergrund«. Til brug for den systematiske brunkulseftersøgning i Danmark udarbejdede Sorgenfrei i 1941 en let revideret udgave af dette landsdækkende undergrundskort. I 1944 udgav Andersen et kort over Danmarks Undergrund og i 1951 gennemgik Sorgenfrei prækvartærets topografi, stratigrafi og tektonik og udgav et kort over den sydlige del af Danmark. Sorgenfrei udsendte i 1954 et kort, der siden har været det mest almindeligt anvendte kort til illustration af prækvartæroverfladens geologi i Danmark.

Tidsskriftet »VARV« udgav i 1972 et vægkort, sammen tegnet af Schirring og Jensen på grundlag af de tidligere udgivne kort og med nyere oplysninger samt suppleret med oplysninger fra nabolandene Sverige (Skåne), Polen og Tyskland. Baartman fremlagde i 1976 et strukturgeologisk kort over Danmark, der bl.a. viser forkastningszoner og saltstrukturer i undergrunden ved basis af zeichstein (perm). I 1977 udsendte Dinesen, Michelsen og Lieberkind et konturkort over eocæn-, paleocæn- og kalkoverfladen. Ter-Borch udsendte i 1988 et landsdækkende kort: »Kalkoverfladens struktur«. Kortet viser i hvilket niveau kalkoverfladen ligger samt de forkastninger og saltstrukturer, der påvirker denne overflade. I 1992 udgav tidsskriftet VARV: »Geologisk Kort over den danske Undergrund«, sammmentegnet af Håkansson og Pedersen til afløsning af VARV-kortet fra 1972. Dette

kort viser, foruden bjergarterne ved basis af kvartæret, udvalgte hovedtræk af de tektoniske forhold i undergrunden.

Kortene illustrerer hovedsageligt udbredelsen af de prækvartære formationer og mindre almindeligt f.eks. geologiske strukturelle forhold, der eventuelt kan være med til at forklare udbredelsesmønstre, og højdeforhold i prækvaroverfladen.

Industrialiseringen og udviklingen på landet og i byerne har medført et behov for et mere detaljeret kendskab til undergrundens geologiske opbygning, ikke mindst af hensyn til bestemmelse af grundvandsressourcens beliggenhed, størrelse, tilgængelighed og kvalitet.

I medfør af landets første vandforsyningslov er der siden 1926 blevet indberettet oplysninger om vandforsyningsboringer til DGU's borearkiv. På grundlag af borningsoplysninger fra bl.a. borearkivet, blev der således tidligt i århundredet udarbejdet kort over prækvartæroverfladens højdeforhold indenfor mere lokale områder. Der blev fremstillet kort over Sydsjælland, Nordøstsjælland og Brande området (Milthers 1919, 1935 og 1939), samt senere over Løgstør kortbladet (Gry, 1979).

Materialer

Med oplysningerne i DGU's borearkiv og med de tolkninger af landets geologi, som det systematiske geologiske kortlægningsarbejde (Cirkeldiagramkort og Jordarts-kort) er mundet ud i, er der tilvejebragt et righoldigt geologisk datamateriale. Dette materiale har, sammen med oplysninger fra DGU's geofysiske arkiver (bl.a. de seismiske kortlægninger), dannet grundlaget for udarbejdelsen af det her publicerede kort over prækvartæroverfladens højdeforhold.

I tilknytning til den amtskommunale hydrogeologiske kortlægning er der udarbejdet kort over prækvartæroverfladens højdeforhold i flere amtskommuner. Disse kort, oftest i målforholdet 1:100.000, danner et væsentligt udgangsmateriale for nærværende landsdækkende kort i målforholdet 1:500.000. Det drejer sig om: Juelsminde området (Stockmarr 1978), kortbladet 1215 Viborg (Binzer & Andersen 1979), Vestsjællands amtskommune (Binzer 1979), Fyns- amtskommune (Rasmussen 1979), Suså området (Kelstrup, Binzer og Knudsen 1981), kortbladet 1214 Silkeborg (Binzer & Stockmarr 1985), samt Nordjyllands amtskommune (Fredericia & Brusch 1987). Endvidere er de seismiske kortlægninger over Det danske Bassin i målforholdet 1.400.000 (Britze & Japsen

1991, og Japsen & Langtofte 1991a,b) og prækvartærkort over Kattegat i målforholdet 1:250.000 (Lykke-Andersen, i tryk) blevet anvendt.

Fra en række arbejder er der desuden blevet benyttet oplysninger og kort, der har været væsentlige navnlig for forståelsen af de stukturgeologiske forhold, (Jespersen (1865), Grönwall & Milthers (1916), Madsen (1921), Ødum (1926), Heybroek et al. (1967), Larsen et al. (1968), Sorgenfrei (1969), Andersen (1973), Münther (1973), Stenestad (1976), Kiels Universitet (1977), Sørensen (1977), Christensen (1979), Hörnsten et al. (1979), Kögler & Larsen (1979), Michelsen et al. (1981), Priisholm & Holm et al. (1982), Bruun-Petersen (1987), Britze (1989), Rasmussen (1990), Larsen et al. (1991), Andersen (1992), DGU & DGI (1992), Japsen (1992), Jensen & Michelsen (1992), Lykke-Andersen (1992), Thomsen (1992), Lykke-Andersen (1992) og Japsen (1993). Desuden har Kort- og Matrikelstyrelsens topografiske kort og særlig de orohydrografiske planer i målforholdet 1:50.000 (der viser relief, vandløb og vådområder) udgjort et vigtigt arbejdsgrundlag og informationsmateriale.

Kortmaterialet, der har udgjort arbejdsgrundlaget, har som regel været i målforholdet 1:50.000 for boringsdata og karteringsdata og 1:100.000 for geofysiske data.

Metoder

Ved hjælp af databehandlingsteknik er borer, der indeholder oplysninger om prækvartæroverfladens beliggenhed og beskaffenhed, blevet udsortet og siden plottet som punktoplysninger på kort. Oplysningerne på disse kortplot udgør grundlaget for udarbejdelsen af højdekurverne over prækvartæroverfladen i området mellem de plottede boringsoplysninger. Imidlertid vil der ikke i alle tilfælde være overensstemmelse mellem de oplysninger, der blev plottet, og den kurvedragning, der er foretaget på kortet. Dette skyldes, at den endelige kurvedragning er et resultat af en fornyet geologisk vurdering af oplysningerne. Denne nyfortolkning er baseret på og støtter sig til de geofysiske kortlægninger af dybereliggende lags strukturer eller er eventuelt baseret på helt nye boringsoplysninger, der giver anledning til en revideret opfattelse af de geologiske forhold i det kortlagte område.

I borer, hvor der er gennemboret en flage med prækvartære lag, er der angivet en kote for prækvartæroverfladen, som ligger under flagen. Såfremt de prækvartære lag igen er truffet dybere nede end flagen, er koten for overfladen af det nederste lag, der er truffet, blevet valgt som prækvartæroverflade.

Et væsentligt filosofisk element i kurvetegningen har været, så vidt muligt, at undgå »afløbsløse huller«. Et andet element har været, at lade kurverne følge den nuværende landskabs relief, hvor intet talte imod en sådan fortolkning.

Endelig er der ved fastlæggelsen af kurverne taget hen-

syn til beliggenheden af forkastningszoner og saltstrukturer i undergrunden.

I områder, hvor f.eks. kvartærlagene er tynde, kan der være risiko for, at højdekurverne for prækvartæroverfladen ved interpolationen kommer til at ligge over den nuværende terrænoverflade imellem borepunktoplysningerne. For at hindre dette, er de orohydrografiske planer anvendt som kontrolgrundlag ved den endelige fastlæggelse af kurveforløbet for prækvartæroverfladen. Lange jævne kurveforløb er ofte udtryk for at datamaterialet er begrænset.

Efter afslutningen af kurvetegningen er de enkelte kortsegmenter blevet scannet, rensat, vektoriseret og indlæst som et baggrundskort i DGU's geografiske informations-system, ZETA (Jørgensen et al. (1993)), hvor det løbende vil kunne korrigeres og detaljeres efterhånden som nye oplysninger bliver tilvejebragt.

Resultater

Det trykte kort over prækvartæroverfladens højdeforhold er en status for en geologisk bearbejdelse af de boringsoplysninger m.v., der har været til rådighed. Kortet viser forløbet af dalstrækninger, flader, sænkninger og andre topografiske formelementer på prækvartæroverfladen. Prækvartæroverfladens topografi fremtræder som et farve-reliefkort, hvor hver farve repræsenterer et koteinterval på 25 m. Desuden er den nuværende landoverflades topografi også afbildet på kortet, som kurver med en ækvidistance på 25 m.

Diskussion

Prækvartæroverfladens nuværende relief er et resultat af de landskabsdannende processer, der fandt sted i løbet af tertiærtiden og kvartærtiden d.v.s. som følge af jordskorpebevægelser, tektoniske forstyrrelser, vanderosion, iserosion, vinderosion m.v. Disse processer foregår stadig og kan fortsat påvirke prækvartæroverfladen, især de steder hvor prækvartærlagene er blottede og i områder med bevægelseszoner.

Kort, der hovedsagelig er baseret på punktoplysninger, giver kortfremstilleren ret frie tolkningsmuligheder ved udarbejdelsen af kurveforløbet. Sådanne kort er behæftet med usikkerhed, der dels afhænger af boringsoplysningernes troværdighed og boreprøvebeskrivelsernes nøjagtighed, og dels afhænger af antallet af borer indenfor det kortlagte område. Viden om de regionale geologiske forhold er udnyttet til en reduktion af usikkerhederne. En del af denne viden om de regionale geologiske forhold er fremskaffet gennem geofysiske kortlægninger, der i reglen enten er af ældre dato eller behæftet med tilgængelighedsrestriktioner. Da boringsoplysninger i vidt omfang kan fremdrages fra databanker i form af kortplot, vil det være muligt for brugere

af kortet, på grundlag af eventuelle nye boringsoplysninger at foretage ændringer af kurveforløbet indenfor et givet område. Det anvendte datagrundlag er dog det bedst mulige på det tidspunkt, hvor udarbejdelsen af kortet fandt sted.

Der er her anledning til at citere Sorgenfrei (1939): »Det er ved brugen af Kortet nødvendigt, at man klart har for Øje, hvilke Mangler der hæfter ved et Kort af foreliggende Art«.

Anvendelsesområder

Kort over prækvartæroverfladens højdeforhold kan bruges ved løsningen af praktiske geologiske problemer, og i geologisk videnskabelige sammenhænge.

Kortet kan, sammen med andre geologiske korttyper, bruges til at afgrænse områder, indenfor hvilke der er udnyttelige geologiske naturressourcer, f.eks. vandførende lag, råstoffer som sand, ler, salt, energilagringssmuligheder og affaldsdeponeringsmuligheder.

Kortet kan også anvendes som grundlag ved udarbejdelse af kort over tykkelsen af de kvartære lag, der dækker de ældre aflejringer. Yderligere kan kortet bruges som grundlag ved udtegnning af kurver gennem punkter, der beskriver en bestemt hældende geologisk grænseflades skæring med et vandret plan. Endvidere kan en analyse af de terrænelementer, som prækvartæroverfladen består af, sammenlignes med en tilsvarende analyse af den nuværende overflade, hvorved eventuelle ligheder eller forskelle kan fremdrages og gøres til genstand for yderligere teoretisk bearbejdelse.

Sådanne afledte kort vil f.eks. kunne hjælpe med til at belyse tilgængeligheden af råstofforekomster, eller være

et led i vurderingen af den dybere undergrunds strukturelle opbygnings påvirkning af den nuværende topografi.

Kort over prækvartæroverfladens højdeforhold kan opfattes som et palæo-relief kort, der viser, hvordan landskabet tilnærmelsesvis tog sig ud før de kvartære lag blev aflejret. Kortet kan derfor betragtes som en slags status over den geologiske udvikling, hvor man fastholder ét af trinene i udviklingen.

Kortet kan således bruges som et udgangspunkt for udarbejdelsen af andre geologiske kort. Det er muligt på grundlag af bl.a. dette kort at gå tilbage i tid og trin for trin udarbejde kort, der giver et billede af landskabets dannelseshistorie og miljøhistoriske udvikling. Palæogeografiske kort kan være vejledende for udvælgelse af områder, der skal undersøges nærmere i forbindelse med f.eks. efterforskning af geologiske ressourcer eller ved planlægning af større bygværker som broer, havne, tunneler m.v.

En naturlig videreudvikling af det her publicerede kort vil være en kombination af prækvartæroverfladens relief og de bjergarter og formationer, der udgør prækvartæroverfladen.

Tak

En særlig tak rettes til Niels Henrik Mortensen (DGU) for et stort arbejde med transformationen fra kurvetegningerne til de færdige trykmasker. Også tak til en række geologer, geofysikere og EDB-medarbejdere, både uden for og på DGU, der har bidraget med viden og konstruktiv kritik af kortet under forskellige stadier under udarbejdelsen.

Abstract

During the last hundred years, several maps have been published showing the geological formations that subcrop the Quaternary cover. The best known maps are that by Sorgenfrei from 1954 and the two maps produced by the Danish periodical "VARV" (Shirling & Jensen, 1972 and Håkansson & Pedersen, 1992).

Published maps showing the pre-Quaternary surface topography are, however, only available from relatively local areas and the map presented here is thus the first to cover the entire Danish area.

The pre-Quaternary surface topography in Denmark has primarily been established on the basis of the "Geological basic data maps" produced during the last twenty years by the Danish Geological Survey (DGU). These so called cyclogram maps compile geological data, collected at the DGU from more than 200,000 wells, which are stored and processed in the DGU well archive. Additional basic data have been derived from the seismic mapping of the Danish Basin and shallow seismic mapping of Danish coastal waters.

The topography of the pre-Quaternary surface has been mapped at a scale of 1:500,000, with a contour interval of 25 m.

The contour lines have subsequently been scanned, vectorized and registered as a base map in the Geographical Information System (ZETA) at DGU.

The pre-Quaternary surface topography is the result of landscape-forming processes, for example regional crustal movements, local tectonism, erosion by water, glacier ice and wind, processes which were operative during Tertiary and Quaternary times and are still active today. The erosion must have been considerable in some parts of Denmark where the entire Tertiary succession, probably more than one kilometre thick, is missing.

In areas where the pre-Quaternary surface is elevated, there is a marked correspondence between the form of this surface and the present surface topography; this relationship is not obvious in areas where the pre-Quaternary is more deeply-buried. In general, however, the pre-Quaternary surface shows a strong resemblance to the overall form of the present surface topography.

Some of the isolated depressions may be sinkholes over salt diapirs, whereas others are presently unexplained.

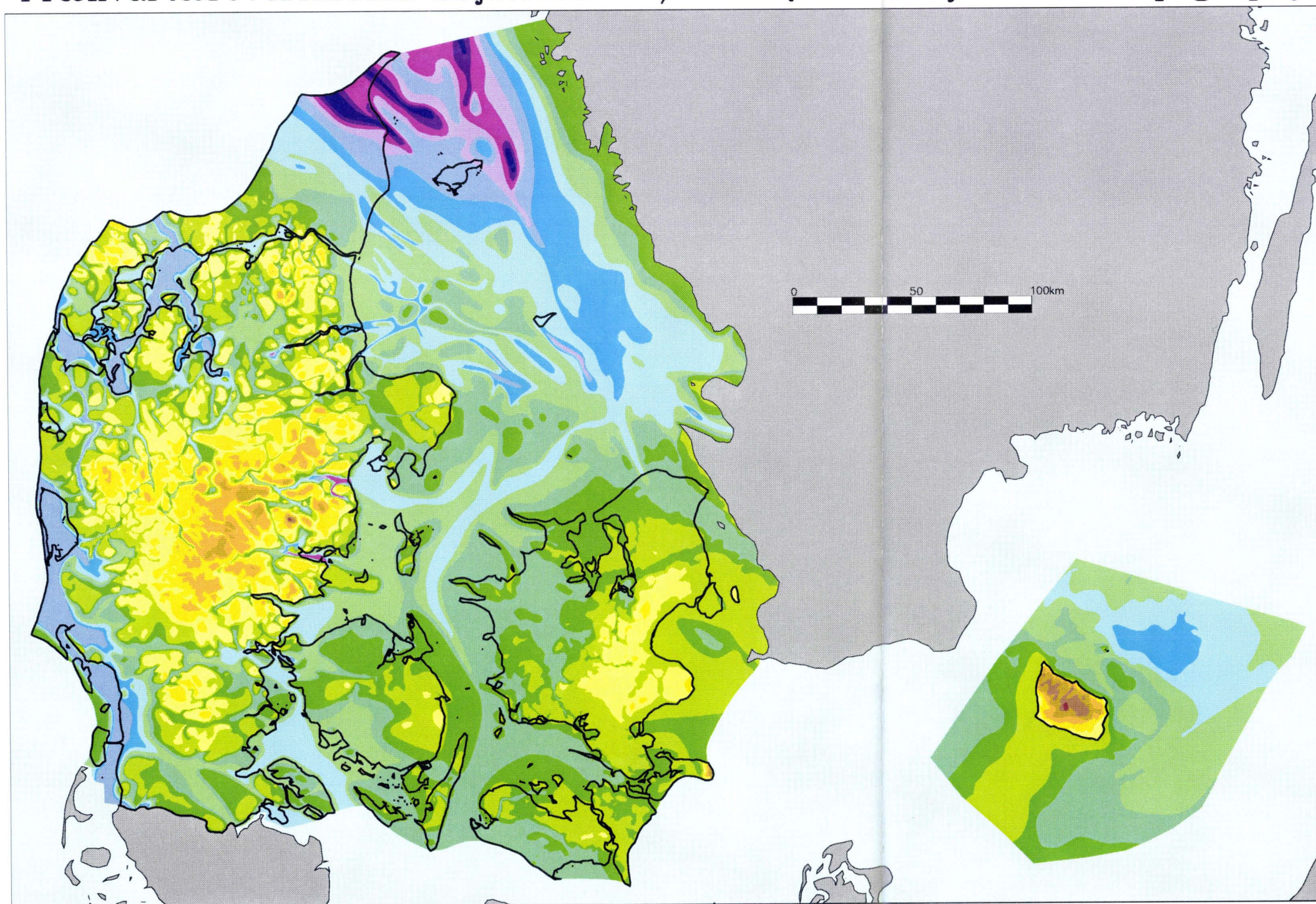
Although the most updated data-base was utilized during production of the map, there are areas of uncertainty where data are scarce or unverifiable.

Litteratur

- Andersen, C., 1992: Upubliceret kortsammenstilling. – Danm.geol. Unders.
- Andersen, L. J., 1973: Cyclogram technique for geological mapping of borehole data. – Danm.geol.Unders., III række, 41, 25 p.
- Andersen, S. A., 1944: Det Danske Landskabs Historie. – København, 480 p.
- Baartman, J. C., 1976: Structural outline of Denmark (Pre-Upper Permian), In: Leif Banke Rasmussen, 1978: Geological aspects of the Danish North Sea sector. – Danm.geol.Unders., III række, 44, 85 p.
- Binzer, K., 1979: Kort over prækvartæroverfladens højdeforhold over Vestsjællands amtskommune, Hydrogeologisk kortlægning af Vestsjællands amtskommune. – Danm.geol.Unders. Rapport, 159 p.
- Binzer, K. & Andersen, C., 1979: Eksempel på kort over prækvartæroverfladens højdeforhold. Kortbladet 1215, Viborg. – Danm.geol.Unders., Årbog 1978, pp. 119–130.
- Binzer, K. & Stockmarr J., 1985: Geologi i Midtjylland. Prækvartæroverfladens højdeforhold og landskabets udformning, kortbladet 1214, Silkeborg. – Danm.geol.Unders., Særudgivelse. 26 p.
- Britze, P., 1989: Geological evolution and hydrocarbon potential of the Lolland – Falster area. – Københavns Universitet, upubliceret hovedfagsopgave.
- Britze, P., & Japsen, P., 1991: Geologisk kort over Danmark, 1:400.000. Det danske Bassin, »Top Zechstein« og Trias. – Danm.geol.Unders., Kortserie nr. 31. 4 p., 4 kort og 1 bilag.
- Bruun-Petersen, J., 1987: Prækvartæroverfladen i Ribe amt, dens højdeforhold og dannelse samt indflydelse på vandindvindingsmulighederne. – Dansk geol.Foren., Årsskrift for 1986, pp. 35–40.
- Christensen, O. W., 1979: Geologiske data til hydrologiske modeller. Grundvandsmodel for Hovedstadsregionen. – Danmarks Tekniske Højskole, upubliceret eksamensprojekt.
- Danmarks Geologiske Undersøgelse & Dansk Geoteknisk Institut, 1992: Øresund-Landanlæg, Amager. Hydrogeologiske Vurderinger. – DGU & DGI rapport.
- Dinesen, A., Michelsen, O. & Lieberkind, K., 1977: A survey of Paleocene and Eocene Deposits of Jylland and Fyn. – Danm. geol.Unders., Serie B, I. 15 p., 6 tavler.
- Forchammer, G., 1835: Danmarks geognostiske Forhold. Indbydelsesskrift til Reformationsfesten d. 14de Novbr. 1835. – København, 112 p.
- Fredericia, J., & Brusch, W., 1987a: Kort over prækvartæroverfladens højdeforhold over Nordjyllands amtskommune, nordlige del. – Danm.geol.Unders., Kort 1:100.000.
- Fredericia, J., & Brusch, W., 1987b: Kort over prækvartæroverfladens højdeforhold over Nordjyllands amtskommune, sydlige del. – Danm.geol.Unders., Kort 1:100.000.
- Gry, H., 1979: Beskrivelse til Geologisk Kort over Danmark. Kortbladet Løgstør. – Danm.geol.Unders., I række, 26, 58 p.
- Grönwall, K. A. & Harder, P., 1907: Paleocæn ved Rugaard i Jylland og dets fauna. – Danm.geol.Unders., II række, 18, 102 p.
- Grönwall, K. A. & Milthers, V., 1916: Kortbladet Bornholm. – Danm.Geol.Unders., I række, 13, 281 p.
- Heybroek, P., Haansta, U. and Erdman, D. A., 1967: Observations on the geology of the North Sea area. – Proceedings 7th. World Petrol. Cong., vol. 2, pp. 905–916.
- Hörnsten, Å. et al., 1979: Maringeologiska kartan, Helsingborg. – SGU Rapporter och meddelanden Nr. 13.
- Håkansson, E. & Pedersen, S. A. S. (Eds.), 1992: Geologisk Kort over den Danske Undergrund. – Tidsskriftet VARV. 1 kort.
- Japsen, P., 1992: Landhævningerne i Sen Kridt og Tertiær i det nordlige Danmark. – Dansk geologisk Forening, Årsskrift 1990–91, pp. 169–182.
- Japsen, P., 1993: Influence of Lithology and Neogen Uplift on Seismic Velocities in Denmark: Implications for Depth Conversion of Maps. – AAPG Bulletin, v. 77, no. 2, pp. 194–211.
- Japsen, P. & Langtofte, C., 1991a: Geologisk kort over Danmark, 1:400.000. Det danske Bassin, »Top Trias« og Jura-Nedre Kridt. – Danm.geol.Unders., Kortserie nr.30. 4 p., 4 kort og 1 bilag.
- Japsen, P. & Langtofte, C., 1991b: Geologisk kort over Danmark, 1:400.000. Det danske Bassin, »Basis Kalk« og Kalk Gruppen. – Danm.geol.Unders., Kortserie nr. 29. 4 p., 4 kort og et bilag.
- Jensen, L. N., & Michelsen, O., 1992: Tertiær hævnning og erosion i Skagerak, Nordjylland og Kattegat. – Dansk geologisk Forening, Årsskrift 1990–91, pp. 157–168.
- Jespersen, M., 1865: Liden Geognostisk Veiviser paa Bornholm. – Rønne (1913), 88 p.
- Johnstrup, F., 1882: Oversigt over de geognostiske Forhold i Danmark. In: V. Falbe-Hansen & W. Sharling (eds), Danmarks Statistik I., 1885, pp. 31–83. – København.
- Jørgensen, J., Hermansen, B. & Jensen, J. H., 1993: Brugervejledning til ZETA. Miljøministeriets geografiske informationssystem, Version 4.0. – Danmarks Geologiske Undersøgelse, Datadokumentation nr. 17.
- Kelstrup, N., Binzer, K., Knudsen, J., 1981: Hydrogeologiske forhold i Susåområdet. – Dansk komité for hydrologi, Rapport nr. Suså H7., 39 p.
- Kiels Universitet, 1977: Präglacialer Untergrund Gewässer um Bornholm, kort 1:200.000 (Geol.Inst. Kiel). In: Kögler, F.-C & Larsen, B.: Quartäre Sedimenten des Bornholm Beckens, Ostsee. – (in prep).
- Kögler, F.-C. & Larsen, B., 1979: The West Bornholm basin in the Baltic Sea: geological structure and Quaternary sediments. – Boreas. vol.8, pp. 1–22.
- Larsen, B., Hansen, H. C. S. & Thomsen, E., 1991: Den faste forbindelse over Øresund, Geologi. – Danmarks Geologiske Undersøgelse, Intern Rapport 10, 1991.
- Larsen, G., Christensen, O. B., Bang, I. & Buch, A. 1968: Øresund. Helsingør-Hälsingborg Linien. – Danm.Geol.Unders., Rapport nr. 1.
- Lykke-Andersen, H., 1992: Nogle Hovetræk af Kattegats kvartærgeologi – foreløbige resultater af en seismisk undersøgelse 1988–1991. – Dansk geologisk Forening, Årsskrift 1990–91, pp. 57–65.
- Lykke-Andersen, H., 1992: Foreløbig udgave af Prækvartærkort over Kattegat, 1:250.000.- (i tryk).
- Madsen, V., 1921: Terrainformerne på Skovbjerg Bakke. – Danm.Geol.Unders., IV række, bd.1(12), 24 p.
- Madsen, V., 1928: Oversigt over Danmarks Geologi. – Danm.geol. Unders., V række, 20, 208 p.
- Michelsen, O.(Ed.) m.fl., 1981: Kortlægning af geotermiske reservoarer i Danmark. – Danm.Geol.Unders., Serie B, nr. 5, 96 p.
- Milthers, V., 1903: Grundvand og vandførende lag i Danmark. – Danm.geol.Unders., III række, 4, 64 p.
- Milthers, V., 1908: Kortbladene Faxe og Stevns Klint. – Danm.geol.Unders., I række, 11, 291 p.
- Milthers, V., 1919: Brønboringer og artesiske Grundvand i det sydlige Sjælland. – Danm.geol.Unders., II række, 21, 119 p.
- Milthers, V., 1935: Nordøstsjælland. Geologi. – Danm.geol.Unders., V række, 3, 192 p.
- Milthers, V., 1939: Kortbladet Brande. – Danm.geol.Unders., I række, 18, 163 p.
- Münther, V., 1973: Dominerende forkastningszoner på Bornholm. – Danm.geol.Unders., II række, 85, 161 p.
- Priisholm, S. & Holm, L.(Eds.) m.fl., 1982: Geothermal reservoirs in Denmark. – Danm.geol.Unders., Rapport, 159 p.
- Rasmussen, L., 1990: Den kænozoiske udvikling i området nord for Fyn. En seismisk stratigrafisk undersøgelse. – Københavns Universitet, upubliceret hovedfagsopgave.
- Rasmussen, P. C., 1979: Kort over prækvartæroverfladens højdeforhold, nordlige og sydlige del af Fyns amtskommune. In: Hydrogeol-

- ogisk kortlægning af Fyns amtskommune.
– Danm.geol.Unders. Rapport, 79 p.
- Ravn, J. P. J., 1922: Geologisk kort over Danmark. Dybere liggende dannelser. – Danm.geol.Unders., III række, 22, 79 p.
- Schirling, M. & Jensen, E.S. (Eds.), 1972: Undergrundskort over Danmark, med omliggende områder. – Tidsskriftet VARV. 1 kort.
- Sorgenfrei, Th., 1939: Et geologisk Kort over Danmarks prækvartære Undergrund. – Meddr.dansk geol.Foren., bd.9, hf.4, pp.388–412.
- Sorgenfrei, Th., 1941: Undergrundskort over Danmark, I: K. Milthers: Systematisk Eftersøgning af Brunkul.
– Geografisk Tidsskrift, bd.44, pp. 100–117.
- Sorgenfrei, Th., 1951: Oversigt over prækvartærets topografi, stratigrafi og tektonik i området Fyn-Sydsjælland-Lolland- Falster-Møn. Mødereferat. 1 kort.
– Meddr.dansk geol.Foren., bd.12, pp 166–171.
- Sorgenfrei, Th., 1954: Geologisk kort over Danmark. Formationerne ved basis af Kvartæret. In: Th. Sorgenfrei & O. Berthelsen: Geologi og vandboring. – Danm.geol.Unders. III række, 31, 106 p.
- Sorgenfrei, Th., 1969: A review of petroleum development in Scandinavia. In: Hepple, P. W. (Ed.): The exploration for petroleum in Europe and North Africa.
– Inst. of Petroleum, London pp. 191–203.
- 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.
- Sørensen, I., 1977: Prækvartær overfladen 1:100000. Århus Amtskommune vandforsyningsplanlægning. – Århus Amt Teknisk Forvaltning og Århus Univ. Lab. f. Geofysik. 1 kort.
- Ter-Borch, N., 1988: Geologisk kort over Danmark, 1:500.000. Kalkoverfladens struktur. – Danm.geol.Unders., Kortserie nr. 7 (1991).
- Thomsen, E., 1992: Biostratigrafiske undersøgelser af Danien aflejringer omkring Carlsberg forkastningen på Amager. Rapport 5. – Danmarks Geologiske Undersøgelse og Geologiske Institut, Århus Universitet.
- Ødum, H., 1926: Studier over Daniet i Jylland og paa Fyn.
– Danm. Geol.Unders., II række, 45, 280p.

Prækvarteroverfladens højdeforhold / Pre-Quaternary surface topography



Højdeintervaller

over 150 meter
125 til 150
100 til 125
75 til 100
50 til 75
25 til 50
0 til 25
-25 til 0
-25 til -50
-50 til -75
-75 til -100
-100 til -125
-125 til -150
-150 til -175
-175 til -200
-200 til -225
-225 til -250
under -250 meter

Bilag 2 / Enclosure 2

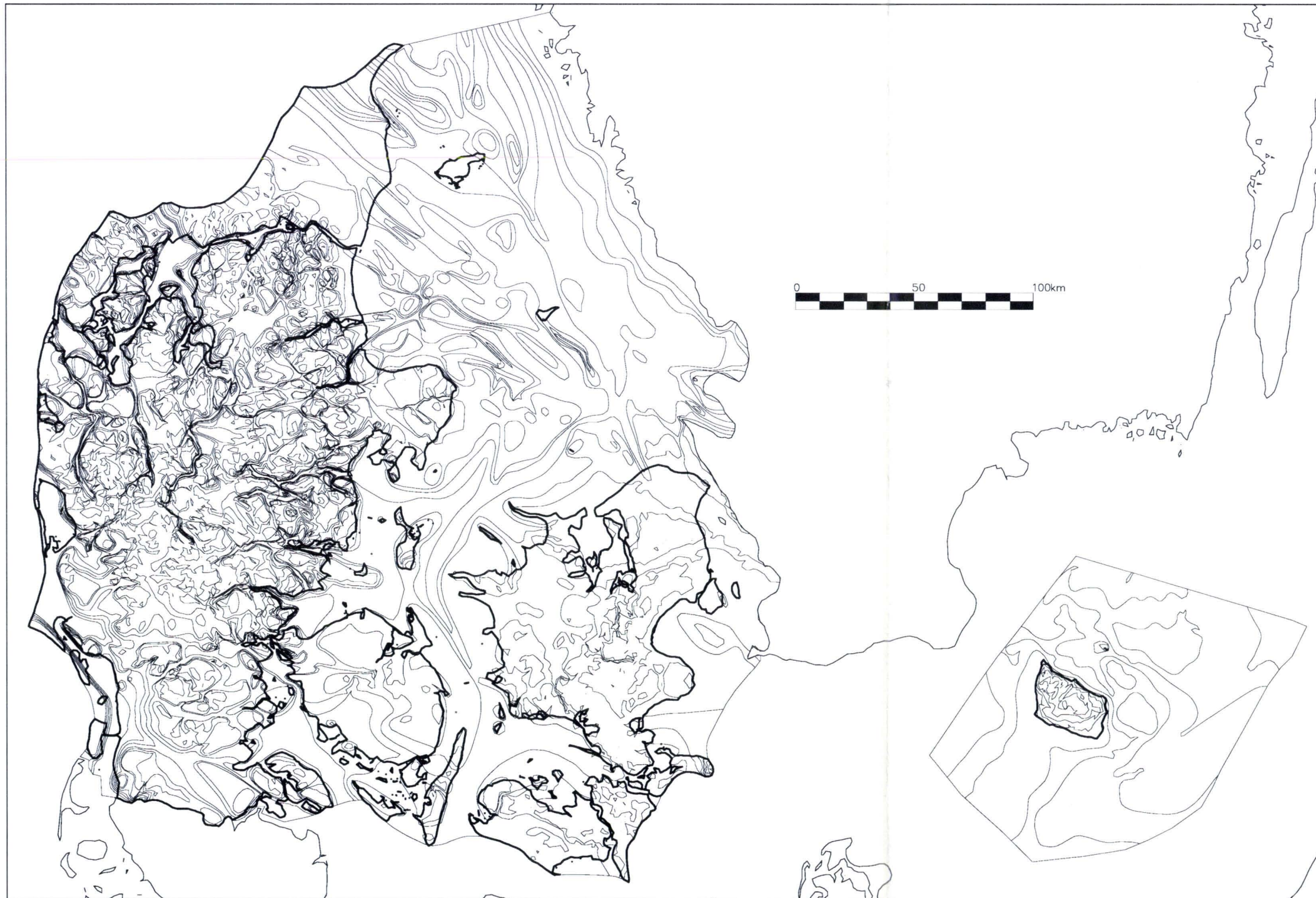
DGU kortserie nr. 44
Farvereliefkort.
DGU Map Series no. 44
Colour relief map.

Sammenstillet af / Compiled by:
K. Binzer, J. Stockmarr & H. Lykke Andersen
1993

DGU

Danmarks Geologiske Undersøgelse
Miljøministeriet

Prækvartæroverfladens højdeforhold / Pre-Quaternary surface topography



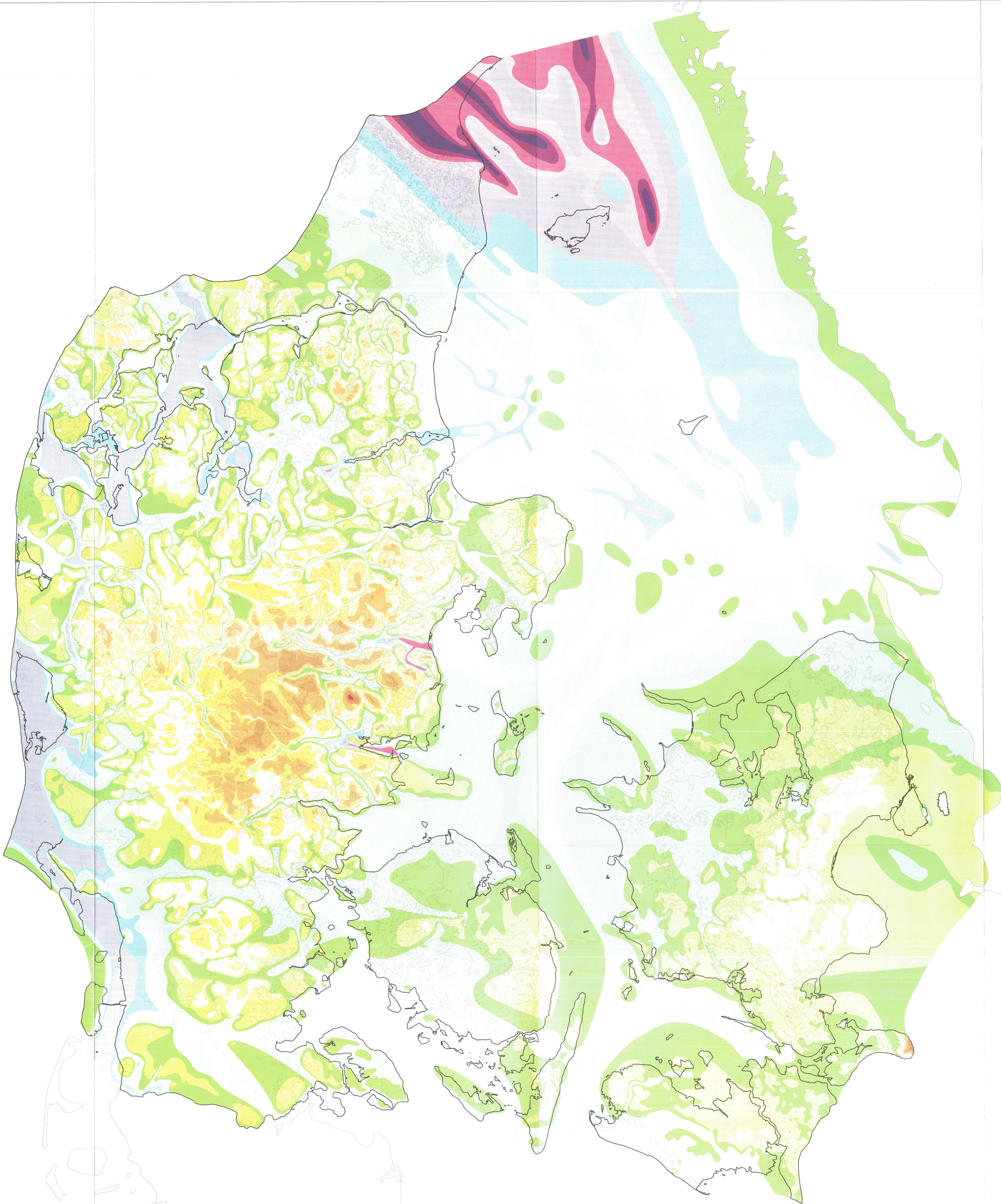
Bilag 1 / Enclosure 1

DGU kortserie nr. 44
Kurvekort – ækvidistance 25 meter.
DGU Map Series no. 44
Contour map – interval 25 metre.

Sammenstillet af / Compiled by:
K. Binzer, J. Stockmarr & H. Lykke Andersen
1993

DGU

Danmarks Geologiske Undersøgelse
Miljøministeriet



DGU Kortserie nr. 44 / DGU Map Series no. 44

Geologisk kort over Danmark
Geological map of Denmark

Prækvartæroverfladens højdeforhold
Det danske landområde samt Kattegat, indre farvande og farvandet omkring Bornholm

Pre-Quaternary surface topography of Denmark

Legende / Legend

1:500.000

Kote / Level	
> +150 m	
+125 - +150 m	
+100 - +125 m	
+75 - +100 m	
+50 - +75 m	
+25 - +50 m	
±0 - +25 m	
-25 - ±0 m	
-50 - -25 m	
-75 - -50 m	
-100 - -75 m	
-125 - -100 m	
-150 - -125 m	
-175 - -150 m	
-200 - -175 m	
-225 - -200 m	
-250 - -225 m	
< -250 m	

Hav / Sea

Udland / Neighbouring
countries

Højdekurver for det
nuværende landskabs
topografi / Present
topographical contour line

Af / By Knud Binzer og Jens Stockmarr
Med bidrag af / with contributions by Holger Lykke-Andersen

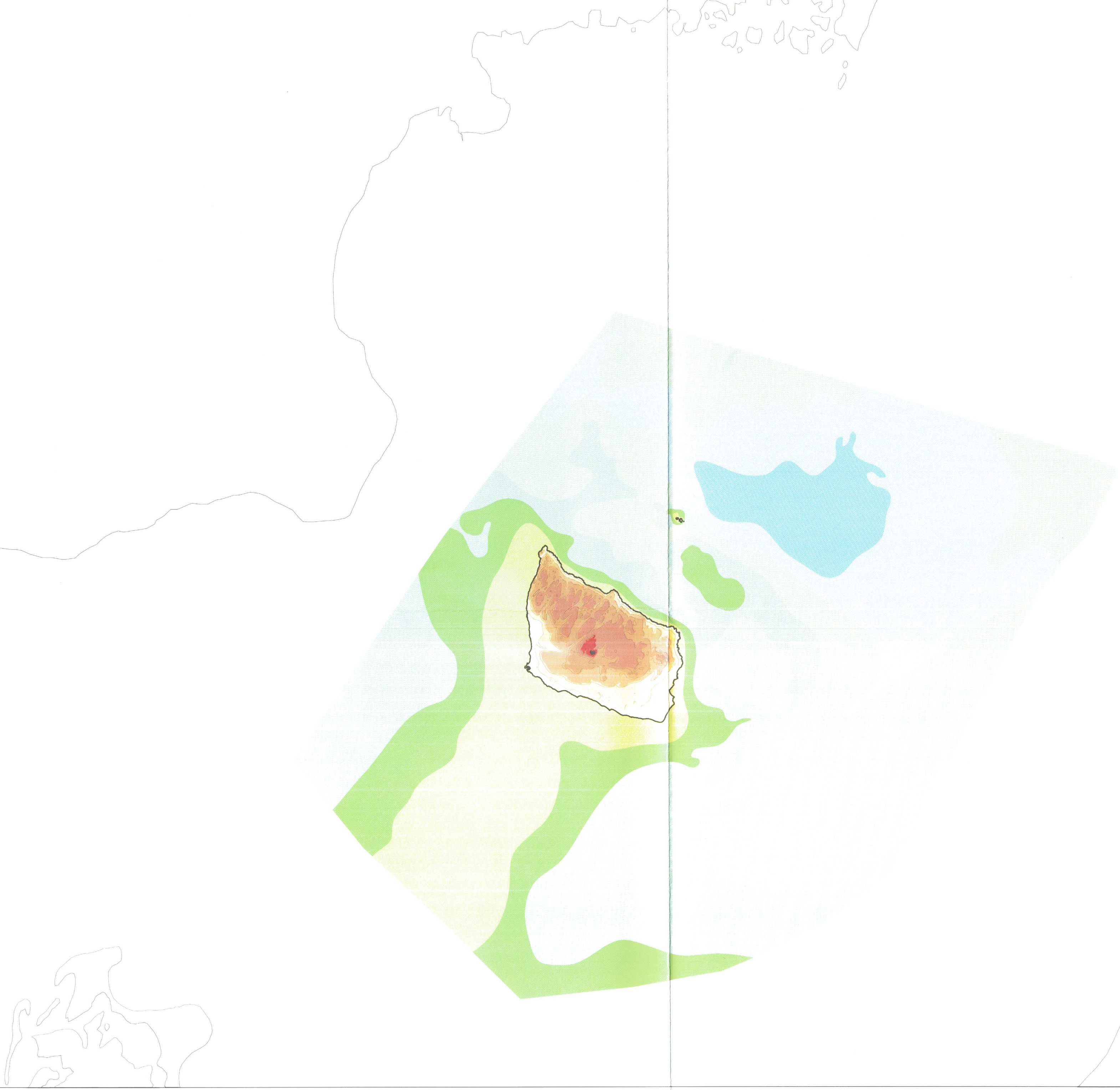
Jordoverfladens topografi undergår til stadighed forandringer som et resultat af de landskabsdannende geologiske processer, som for eksempel jordskorpebevægelser, tektoniske forstyrrelser og vand-, is- og vinderosion. Prækvartæroverfladens topografi er udformet gennem disse processer i løbet af tertiær- og kvartær-tiden.
Kortet er fremstillet på grundlag af de geologiske data, der er indsamlet i DGU's borearkiv og præsenteret i DGU's geologiske basisdatakort. Derudover er der anvendt seismiske data, udført og indsamlet af blandt andre Geologisk Institut, Århus Universitet, samt Kort- og Matrikelstyrelsens topografiske kort.

The topography of the pre-Quaternary surface is the result of the landscape-forming geological processes, for example regional crustal movements, tectonism and water-, ice-, and wind-erosion, throughout the Tertiary and up to the present day. The Map has been constructed on the basis of the geological data, stored and processed in the DGU well archive and presented in DGU's geological basic data maps, on seismic data collected by, among others, the Institute of Geology, University of Århus, and on the topographical maps of the National Survey and Cadastre (Danish ordnance survey).



Danmarks Geologiske Undersøgelse
Miljøministeriet
Thoravej 8 • DK-2400 København NV • TEL: +45 31 10 66 00
1994

Det topografiske grundmateriale er Kort- og Matrikelstyrelsens kort 1:500.000. Kortet er reproduceret med tilladelse (A. 80) fra Kort- og Matrikelstyrelsen.



Jordoverfladens topografi undergår til stadighed forandringer som et resultat af de landskabsdannende geologiske processer, som for eksempel jordskorpebevægelser, tektoniske forstyrrelser og vand-, is- og vinderosion. Prækvartæroverfladens topografi er udformet gennem disse processer i løbet af tertiær- og kvartærtiden.

Kortet er fremstillet på grundlag af de geologiske data, der er indsamlet i DGU's borearkiv og præsenteret i DGU's geologiske basisdatakort. Derudover er der anvendt seismiske data, udført og indsamlet af, blandt andre, Geologisk Institut, Aarhus Universitet, samt Kort- og Matrikelstyrelsens topografiske kort.

The topography of the pre-Quaternary surface is the result of landscape-forming geological processes, for example regional crustal movements, tectonism and water-, ice- and wind-erosion, throughout the Tertiary and up to the present day.

The map has been constructed on the basis of geological data stored and processed in the DGU well archives and presented in DGU's geological basic data maps, on seismic data collected by, among others, the Institute of Geology, University of Aarhus, and on the topographical maps of the National Survey and Cadastre (Danish ordnance survey).