

Danmarks Brunkulsreserver

Rapport Fase 2
Udført for Energiministeriet



DGU

Danmarks Geologiske Undersøgelse

1984

Danmarks Brunkulsreserver

Rapport Fase 2
Udført for Energiministeriet

Udarbejdet i Kvantærgeologisk afdeling

Af cand. scient. Allan Grambo-Rasmussen

Maj 1984

DGU-rapportserie D nr. 2 · 1984

ISBN 87 88640 04 3

DGU

Danmarks Geologiske Undersøgelse

INDHOLDSFORTEGNELSE

	FORORD.	5
1.0	RESUME OG SUMMARY	7
2.0	INDLEDNING.	10
2.1	Baggrund Og Formål.	10
3.0	ADMINISTRATIVE FORHOLD.	11
3.1	Følgegruppe	12
3.2	Arbejdsgruppe	13
4.0	PROJEKTETS GENNEMFØRELSE.	14
4.1	Undersøgelsesområdet.	14
4.1.1	Beliggenhed Og Tilrådighedstående Data.	14
4.1.2	Geologi	15
4.2	Arbejdsforløb	18
4.2.1	Behandling Og Tilblivelse Af Data	19
4.2.1.1	Digitalisering (diskrete Data).	19
4.2.1.2	Kort Og Profiler.	20
4.2.1.3	Boredata I Tabelformat.	22
4.2.1.4	Statistik For Tabeldata	22
4.2.1.5	Kemidata.	24
4.2.2	EDB-programmer.	28
5.0	RESULTATER.	30
5.1	Brunkulsmængden - Samlede Oprindelige	31
5.2	Brunkulsmængden - Indvundet	32
5.3	Brunkulsreserven.	32
5.4	Resultater Af Kemianalyser.	34
6.0	EVALUERING AF RESULTATET.	34
7.0	MILJØASPEKTER VED BRUNKULSBRYDNINGEN OG ANVENDELSEN .37	
8.0	KONKLUSION.	38
9.0	AFSLUTNING.	39
	LITTERATUROVERSIGT	41
	FIGURER	43-67
	BILAG	

FORORD

DGU har i tre perioder, de 3 brunkulskampagner, udført omfattende eftersøgninger af brunkulsforekomster.

Den I brunkulskampagne, under ledelse af Statsgeolog V. Milthers, blev udført i 1921, for Indenrigsministeriets tekniske udvalg.

Fra 1941-1949 forestod Statsgeolog Keld Milthers II brunkulskampagne som blev gennemført ved særbevillinger fra Arbejds- og Socialministeriet og Undervisningsministeriet.

Keld Milthers skulle også have haft ledelsen for III brunkulskampagne, men på grund af sygdom blev denne overdraget mig. Undersøgelsen blev gennemført i 1958-1963 på særbevilling fra Ministeriet for offentlige arbejder.

Samtlige tre eftersøgningskampagner var baseret på boringer. I III kampagne blev boreprogrammet suppleret med geo-elektriske undersøgelser.

Under og efter hver kampagne blev de indsamlede oplysninger fra forskellige områder foreløbigt bearbejdet og selve undersøgelsen naturligvis afrapporteret. På samme tidspunkt blev det indsamlede materiale, ca. 12.000 DGU-boringer samt indsamlede private boringer, og resulteterne af de geo-elektriske undersøgelser, registreret og arkiveret på DGU.

En bearbejdelse af det meget store datamateriale blev forsøgt umiddelbart efter III kampagne, men andre arbejdsopgaver forhindrede en fortsættelse. Endnu et forsøg blev gjort i 1960-erne, men stoppede på grund af manglende økonomiske og personalemæssige ressourcer.

Den stigende energi-bevisthed og -efterspørgsel gennem de senere år, samt udviklingen af ny teknologi, især på edb-området, som muliggør behandling af meget store datamængder, tilskyndede DGU til at foreslå brunkulsreserverne kortlagt og bearbejdet ved anvendelse af edb-teknik.

Til dette formål fik DGU til 1. fase af projektet "Danmarks brunkulsreserver" i 1980 økonomisk støtte fra Energiministeriet, og i 1982 til 2. fase halv støtte, idet DGU financierede den anden halvdel.

Uden den økonomiske støtte fra Energiministeriet, og ikke mindst, ved den meget store arbejdsindsats som cand. scient. Allan Grambo-Rasmussen har ydet, ville det ikke have været muligt at gennemføre projektet, og derved nå de resultater der var opstillet i projekthåndbogen.

Erik Heller
Projektleder
Kvartærgeologisk
afdeling

1.0 RESUME OG SUMMARY

I Danmark findes der brunkul i Midt- og Vestjylland. Generelt forekommer brunkullet i dybder fra 15 til 25 m, med lagtykkelser fra nogle få centimeter og op til 3 eller 4 m.

I 1921, under og efter 2. verdenskrig, samt i perioden 1958-63 blev der udført en lang række systematiske boringer efter brunkul. Oplysninger fra boringerne er løbende registreret og arkiveret ved Danmarks Geologiske Undersøgelse (DGU).

I september 1980 startede DGU et fasedelt projekt, finansieret af EFP-midler. Projektet behandler beliggenhed og kvalitet af brunkullene under anvendelse af edb-teknik. Der er i projektet indbygget tre faser. De to første faser er gennemført og behandles i denne rapport, mens de miljømæssige konsekvenser, ved udnyttelse og anvendelse af brunkullene, vil kunne belyses i projektets tredje fase. Iværksættelsen af fase tre er afhængig af resultaterne i projektets anden fase.

I fase 1 er boringernes lagdata konverteret til edb-læsbare symboler og indlagt i en databank. Fra databanken er udtegnet et kort i 1:200.000 med angivelse af brunkulsforekomster. Samtidig er udført en foreløbig mængdeberegning.

I den umiddelbart efterfølgende fase 2, er gennemført en rettelsesprocedure af boringernes oplysninger i databanken. En række edb-programmer er udviklet til brug ved den geologiske bearbejdelse af boringerne. Boringernes geografiske placering er plottet, og mængden af brunkul i boringerne er udregnet. EDB-plotteprogrammer er anvendt til udtegning af brunkulsområder og tykkelsen af de tilstedeværende brunkul. Endelig er beregnet mængden af brunkul pr. kortblad i 1:50.000. Den samlede mængde brunkul pr. kortblad, angiver den totale brunkulsmængde, som er tilstede i Midt- og Vestjylland.

Til beskrivelse af brunkullenes lejringsdybde, er beregnet en serie fysiske parametre. En af disse bærer betegnelsen 'graveindex'. Kemiske analyser indgår i vurderingen af brunkullenes kvalitet. Graveindex, brunkulsmængden, den edb-beregne størrelse af bortgravet brunkul og resultaterne af de kemiske analyser, angiver beliggenhed, mængde og kvalitet af den sandsynlige brunkulsreserve i Danmark.

SUMMARY

In Denmark brown coal deposits are located in central and western Jutland. Generally the brown coal layers are situated at depths of 15 to 25 metres and with thicknesses varying from a few centimetres up to 4 or 5 metres.

During and after World War I and II and in the period from 1958 to 1963 a large number of systematic borings were carried out in order to locate the brown coal seams. The information obtained from these borings was continuously registered at the Geological Survey of Denmark (DGU).

In September 1980 DGU initiated a project financed by EFP-funds (energy-investigations-project-funds) dealing with the location and quality of brown coal by use of EDP-techniques.

The project was divided into three phases. The first and second of these phases have been completed and form the subject of this report, while a third phase is to deal with the environmental consequences of utilizing the brown coal.

During the first phase of the project the boring information was converted into EDP-readable symbols and stored in a data bank. From this data bank a map on the scale of 1:200,000 was plotted locating the brown coal areas, and on the basis of these data a preliminary calculation of the amount of brown coal was made.

During the second phase the boring information in the data bank was checked and corrected if necessary. Then a series of programmes were developed in order to support the geological investigations. The geographical locations of the borings were plotted, and the amount of brown coals of each boring calculated. EDP-plotprogrammes were used to plot the brown coal areas and to calculate the thickness of the brown coal at hand. Finally the amount of brown coal was calculated for each individual map sheet on the scale of 1:50,000. The sum of these calculations gives the total amount of brown coal in the investigated area.

In order to estimate the depth at which the brown coal is bedded, some physical parameters were calculated. One of these is called the "digging index". Chemical analyses form part of the evaluation of the quality of the brown coal. The digging index, the total amount of brown coal, the EDP-calculated amount of brown coal already exploited, and the results of the chemical analyses indicate the occurrence, quantity and quality of the potential brown coal reserves in Denmark.

2.0 INDLEDNING

Danmarks Geologiske Undersøgelse (DGU) har i maj 1980 og i juni 1982 opnået økonomisk støtte fra Energiministeriet til et udredningsprojekt om opgørelse af Danmarks brunkulsreserver. Støtten er bevilget af Energiministeriets pulje til energiforskningsprojekter (EFP-80 og EFP-82).

Udredningsprojektet er delt i fase 1, 2 og 3. Fase 1 er afrapporteret til Energiministeriet med udgangen af januar 1982. Indholdet i denne rapport omhandler i hovedsagen fase 2, men erstatter i vid udstrækning tillige indhold og resultater af første fase.

Der tages stilling til gennemførelse af fase 3, når de opnåede resultaterne i fase 2 er vurderet.

2.1 Baggrund Og Formål

Store samlede eftersøgninger af brunkul er foregået i 3 såkaldte brunkulskampagner, i 1921, under og efter 2. verdenskrig samt i perioden 1958-63. Undersøgelserne er forestået af DGU, hvor resultaterne er opbevaret. Endvidere har Geologisk Institut ved Århus Universitet, med støtte fra Statens naturvidenskabelige Forskningsråd, fulgt dette arbejde op med detaljerede geologiske undersøgelser af det tidligere så vigtige brunkulsproducerende område Søby-Falsterholt ved Herning.

Interessen for brunkul har været stærkt svingende, afhængig af brændsefterspørgslen, og der har ikke tidligere været afsat fornødne ressourcer til at færdigbearbejde undersøgelsesresultaterne.

En række oplysninger er dog sammenstillet i tidens løb og anvendt f.eks. i en række jyske amtskommuners råstofregistreringsarbejde.

DGU's arkivmateriale vedrørende brunkul er så omfattende, at en systematisk manuel bearbejdning med henblik på kortlægning af kullenes udbredelse og kvalitet er uoverkommelig.

Imidlertid har den stigende brændselsefterspørgsel gennem de senere år og udvikling af edb-systemer, som muliggør behandling af den store datamængde, tilskyndet DGU til at foreslå brunkulsreserverne kortlagt under anvendelse af moderne edb-teknik.

Interessen for kendskab til brunkulsressourcens størrelse ses senest udtrykt i spørgsmål til folketingets Landbrugs- og fiskeriudvalg den 30/4 1980 (Alm.del/L-bilag 55), hvorfra citeres spørgsmål L.48: "Hvor store er de danske brunkulsreserver og hvor stor brændværdi har de omregnet til gasolie?".-

DGU's projekt vedrørende kortlægning af de danske brunkulsforekomster er et faseopdelt projekt. Formålet med den første fase, var primært, ved en systematisering og bearbejdning af eksisterende arkivmateriale, at opgøre de samlede brunkulsmængder. I projektets anden fase er gennemført en nærmere vurdering af brunkulsforekomsternes udbredelse, mængde og omfang i relation til tilgængelighed og brydeværdighed.

De miljømæssige konsekvenser ved en eventuel indvinding og anvendelse af brunkullene planlægges belyst i brunkulsprojektets tredje fase, jfr. miljøministeriets skrivelse af 20. maj 1980 til Energiministeriet og kapitel 7.0 i denne rapport.

I nærværende rapport omtales resultaterne af brunkulsprojektets første fase og anden fase.

3.0 ADMINISTRATIVE FORHOLD

Første fase af brunkulsprojektet er gennemført i tiden 1. september 1980 til 31. december 1981 med financieret støtte fra Energiministeriet på 415.000 kr.

Anden fase er gennemført i tiden 1. februar 1982 til 31. marts 1984 som et finansielt samarbejde mellem Energiministeriet og DGU, idet hver har investeret 500.000 kr. i fase 2 af projektet.

Projektet er gennemført af Kvantærgeologisk afdeling ved DGU med cand.scient Allan Grambo-Rasmussen som daglig leder. I de første 5

måneder af projektet har cand. scient. Anne-Lise Jensen varetaget den daglige ledelse.

Projektleder har været Statsgeolog Erik Heller, leder af Kvartærgeologisk afdeling. Herudover har Prof. lic. scient Arne Villumsen (DTH) under fase 1, deltaget i styringen og ledelsen af projektet.

3.1 Følgegruppe

DGU har inviteret Energiministeriet, Fredningsstyrelsen og Amtsrådsforeningen til at indtræde i en følgegruppe for projektet. Følgegruppen har følgende sammensætning:

Geolog, cand.scient. Elise Baastrup, Ringkøbings Amtskommune

Geolog, cand.scient. Knud Petersen, Vejle Amtskommune

Geolog, cand.scient. Steen Andersen, Fredningsstyrelsen

Chefgeolog, Erik Stenestad, DGU

Statsgeolog, cand.mag. Erik Heller, DGU

Professor, lic.scient. Arne Villumsen, DTH

Energiministeriet har ønsket at modtage materiale m.v. til følgegruppen uden at være medlem af gruppen.

Under forløbet af fase 2 er afgåede direktør for DGU, dr.phil Ole Berthelsen udtrådt af følgegruppen og erstattet med chefgeolog Erik Stenestad. Cand.scient Arne Rosenkrands Larsen er ligeledes udtrådt af følgegruppen og afløst af cand.scient. Steen Andersen.

Der har den 6. december 1983 været afholdt orienterende møde for følgegruppen om forløbet af projektets anden fase.

3.2 Arbejdsgruppe

Medarbejdere fra DGU's Kvartærgeologiske afdeling, EDB-sektionen og kemisk laboratorium har deltaget i arbejdet.

4.0 PROJEKTETS GENNEMFØRELSE

4.1 Undersøgelsesområdet

4.1.1 Beliggenhed Og Tilrådighedstående Data

De geologiske informationer, som er bearbejdet i projektets fase 1 og 2, kommer fra boringer udført i et rektangulært område i Jylland. Lokaliteterne Varde, Nissum Fjord, Viborg og Vejle udgør hjørnerne af rektanglet (fig.1).

På figuren er angivet de kortblade i 1:100.000 og 1:50.000 som dækker undersøgelsesområdet. Med grå raster er vist de målebordsblade (1:20.000), hvor indenfor der er gennemført systematiske boringer efter brunkul. Målebordsbladene er samlet i atlasblade (1:40.000), der er nummereret efter DGU's nummersystem for atlasblade. Desuden er vist undersøgelsesområdets geografiske placering i Jylland.

De systematiske boringer efter brunkul er gennemført i 1921, under og efter 2. verdenskrig samt i perioden 1958-63.

Om udførelsen af boringerne i III kampagne skriver E.Heller (1959) p.477 følgende: "-Ved tidligere undersøgelser dykkede man ned i områder, hvor det var overvejende sandsynligt, at man ville finde brunkul. Vi er gået fuldstændig systematisk til værks." - og fortsætter - "Programmet er i korthed følgende: Der bliver foretaget dybe boringer ned til 60 meter og 100 meter i et stormasket net med 4 km mellem hver boring. Hvert kvadrat fyldes ud med boringer til 20 meters dybde med 1 km's afstand, og bliver der i kvadratet konstateret brunkul, borer vi med 250 meters mellemrum i varierende dybde".

K.Milthers, 1941 s.102 beretter om boringerne i II brunkulskampagne følgende: "... at flere af de større Lejer kun har et omfang af 500x300 Meter; og hvis man derfor borer efter et Kvadratnet, maa Afstanden mellem Boringerne højst være 250 Meter, for at man kan være nogenlunde sikker paa at faa alle betydelige Forekomster med." Generelle informationer om boringerne er skematiseret i fig. 2.

I fase 1 er der generelt arbejdet med atlasblade (1:40.000) og

målebordsblade (1:20.000). I fase 2 er materialet relateret til de tidsvarende 2 og 4-cm (1:50.000 og 1:25.000).

Datatætheden i undersøgelsesområdet fremgår af kortene bilag 1 og 2. En boring repræsenteres på kortet af en sort prik. Kun i få områder er afstanden mellem boringerne mere end 1 km. De tætliggende boringer (afstand ned til 250 meter) koncentrerer sig i hovedsagen i et ca. 25 km bredt NW-SØ gående bælte. Indenfor dette område er også de fleste brunkulsførende arealer samlet. Nord og syd herfor er forekomster af brunkul mere spredte og mængdemæssigt mindre.

Området dækkes af 25 atlasblade (1:40.000) nummeret efter DGU's atlasbladsnummersystem, 6 kortblade i 1:100.000, 11 kortblade i 1:50.000 og endelig 36 kortblade i 1:25.000. Undersøgelsesområdet omfatter ialt 5.100 kvadratkilometer.

Det endelige antal boringer behandlet i fase 2 er 11.616. I fase 1 var et anslået antal private boringer angivet til ca. 3.500. Disse boringer er gennemgået i fase 2, hvor antallet er opgjort til 2.500. Boringerne indgår ikke i databanken, idet gennemgangen har vist at informationer, om lokalisering, kote og lagfølge, er for ufuldstændige.

4.1.2 Geologi

Takket være en række videnskabelige afhandlinger, eksisterer der et godt kendskab til de geologiske forhold i Midt- og Vestjylland (se litteraturoversigten).

I undersøgelsesområdet findes et relativt tyndt - generelt 10-15 meter - dække af istidslag (kvartære aflejringer) over de tertiære dannelser, hvori aflejringer af brunkul forekommer.

Tænkes de kvartære aflejringer fjernet, fremkommer overfladen af Danmarks undergrund (fig. 3).

Undergrundeslagene bliver generelt ældre fra syd mod nord i Jylland. Det fremgår af figuren, at undersøgelsesområdet omfatter

en væsentlig del af de miocæne aflejrings udbredelse i Jylland. I et øst-vest vendt profil gennem Jylland vil de miocæne aflejringer i vest domineres af havaflejringer (marine dannelser), mens den østlige del i hovedsagen opbygges af landaflejringer (kontinentale aflejringer). Det er i disse kontinentale aflejringer at brunkulslagene forekommer. Aflejringerne opbygges af kvartssand, glimmersand, glimmersilt samt glimmerler og i forbindelse med brunkulslagene, lerlag med højt organisk indhold.

De danske miocæne aflejringer repræsenterer et samspil mellem nordsøområdet havaflejringer og et delta, som har bredt sig fra øst mod vest og derved opbygget landaflejringerne. Det er i overgangszonen mellem land og hav at brunkullene er dannet.

Betragtes aflejringerne i Danmark under en større synsvinkel, indgår de som en del af et større og vidt udbredt deltaområde. Fra det Skandinaviske grundfjeldsområde har floderne transporteret materiale i sydlig og vestlig retning for at nå lavt liggende områder i Østtyskland, Polen og undersøgelsesområdet samt dele af det område, der i dag er dækket af Nordsøen (fig.4). Figuren illustrerer områdets maksimale udbredelse.

Et nutidigt område af lignende art som i miocæn epoken i Danmark, er Mississippi-deltaets udformning langs kysten af USA i den nordlige del af den Mexikanske Golf.

Efter flere års grundigt videnskabeligt arbejde, er den geologiske model velkendt i det tidligere så vigtige brunkulsområde Søby-Fasterholt, sydøst for Herning. Undersøgelserne er udført af afdelingsleder lektor B. Eske Kock m.fl. ved Geologisk Institut, Århus Universitet.

Med DGU's nuværende undersøgelse af de danske brunkulsreserver, underbygges den hidtil kendte geologiske model statistisk.

De økonomisk vigtige brunkulslag i undersøgelsesområdet, findes gennemgående ned til en dybde af maksimalt 24 m. Brunkullet forekommer i et eller to, sjældnere tre lag, med en samlet tykkelse på op til gennemsnitligt 2 meter. Brunkulslagene ligger generelt i en samlet zone nær jordoverfladen jvf. afs. 4.2.1.4.

Fra det geologiske arbejde med profiler, er det gennemgående indtryk, at der er en udpræget parallelitet, mellem forløbet af det

brunkulsførendeintervalls overgrænse og laggrænsen mellem kvartæret og tertiæret. Det er imidlertid ikke undersøgt nøjere, idet arbejdet i projektet alene tager sigte på en kortlægning og en opgørelse af Danmarks brunkulsreserver.

Brunkullene består af dødt plantemateriale og er omdannet tørv.

Tørv opbygges af fint fordelte plantematerialer, mosser, blade o. lign., større og mindre grene og endelig i sjældnere tilfælde af hele stammer og stubbe.

Sumpe, søer og moser er en nødvendig forudsætning for tørvdannelsen. Samtidig med en stigende grundvandsstand sker der en ophobning af plantemateriale. Når det døde plantemateriale kommer under vand, beskyttes det mod en alt for hastig forrådnelse. Det giver anledning til store ophobninger af tørv, som det kendes i Jylland fra Store og Lille Vildmose.

Det er dog langt fra alle tørv der omdannes til kul. En lang række betingelser skal være til stede. Først og fremmest skal tørvene beskyttes mod en evt. senere forrådnelse ved at de dækkes af sedimentter (aflejringer af ler, sand m.m., de omtalte deltaaflejringer). I den senere omdannelse, den såkaldte indkulingsproces, skal tørvene påvirkes af passende tryk og temperaturer, for at omdannelsen lidt efter lidt kan ske, først til brunkul og senere til stenkul. Indkulingsprocessen har en varighed på adskillige millioner år.

I tørv og organisk rige aflejringer spiller svovlbakterier en særlig rolle ved at reducere sulfater til svovl. De muliggør dannelsen af mineralet pyrit, som er hyppigt forekommende i brunkullet og dets sidebjergarter. Pyrit er en kemisk forbindelse mellem grundstofferne svovl og jern. En forudsætning for at dannelses processen forløber, er en tilstrækkelig tilførsel af svovl og jern. Svovlet stammer fra plante- og dyreproteiner, eller tilføres fra andre områder som jernsulfater, via vandløb og/eller havvand.

Den miocæne epoke er indledt for ca. 23 mill. år tilbage og er afsluttet for ca. 5 mill. år siden. Brunkullene i Danmark er dannet i dette tidsrum for ca. 15 mill. år siden.

Betragtes oversigtskortene (bilag 1 og 2) nøjere, fremtræder en "liniation" eller "retning" i brunkulsområdernes beliggenhed. Den retning som træder tydeligst frem er NW-SØ gående. En retning som er velkendt i andre sammenhænge i Danmarks geologi. Noget svagere giver en N-S retning sig tilkende på kortet.

At liniationen ytrer sig ved en kortlægning af brunkulsforekomster, skyldes den omstændighed, at den tertiære lagserie og dermed brunkullene, er svagt foldet. Årsagen til foldningen er bevægelser i undergrunden, langs NW-SØ og N-S gående forkastninger. De nævnte retninger er velkendte fra undersøgelser af undergrunden i den øvrige del af Nordeuropa.

Den geologiske bearbejdelse af de systematiske brunkulsboringer, har ikke været så indgående, at forholdene omkring brunkulslagseriens påvirkning af bevægelser i undergrunden, er gennemgået nøjere.

4.2 Arbejdsforløb

Ved starten 1. februar 1982 af brunkulsprojektets anden fase, forelå der, som resultat af arbejdet i projektets fase 1, administrative data og lagdata, indlagt i en edb-styret databank for de systematiske brunkulsboringer. Standard edbprogrammer var anvendt til plotning af profiler, mængdeberegninger og endelig udtegning af et kort i 1:200.000 over Midt- og Vestjylland med angivelse af brunkulsførende områder.

I foråret og forsommeren 1982 samledes de informationer og erfaringer sammen, som var gjort under forløbet af fase 1, for nøjere at tilrettelægge arbejdet i fase 2. Den kontrol og justering af boringernes administrative data og lagdata, som blev foretaget mod slutningen af fase 1 fortsattes i fase 2. Arbejdet har været fortsat projektet igennem frem til midten af 1983.

Med starten på efteråret 1982 ansattes en halvtids edb-programmør og arbejdet med fremstilling af programmer til løsning af diverse opgaver, omkring den videre behandling af brunkulsboringerne, kunne begynde.

Optagelse af data ved digitalisering indledtes i slutningen af 1982 og var færdigbearbejdet mod slutningen af 2. kvartal af 1983.

I samme periode blev der, dels forberedt ændringer af standard programmerne, som var anvendt under fase 1, dels udtegnet en række kort til brug ved den geologiske gennemgang af materialet. I perioden fra midten af 1982 og til slutningen af sommeren 1983, forløb den geologiske vurdering af de indsamlede data, mens udtegningen af de endelige kort og procedure til beregning af brunkulsreserven blev fastlagt i perioden 4. kvartal 1983 til 1. kvartal 1984. I samme periode er den afsluttende rapport udarbejdet og færdigskrevet med udgangen af maj måned 1984.

Til støtte i styringen af projektet og til orientering af medarbejdere samt andre interesserede, er udarbejdet månedsrapporter og halvårlige statusrapporter. Den 6. december 1983 afholdtes et møde til orientering af projektets følgegruppe om forløbet af fase 2.

4.2.1 Behandling Og Tilblivelse Af Data

4.2.1.1 Digitalisering (diskrete Data)

Fra starten af projektets anden fase, har det været hensigten, at finde en metode til kontrol af den edb-beregnete brunkulsreserve.

I første fases foreløbige opgørelse af brunkulsreserven, indgik en talstørrelse for den hidtil indvundne mængde brunkul. Produktionsopgørelser og anslåede produktionsmængder, er løbende registreret ved DGU på basis af indberetninger fra producenterne. Registreringen udgør det bedst mulige grundlag for at vurdere, hvor store brunkulsmængder, der i tidens løb er fjernet fra undersøgelsesområdet. Produktionsopgørelsen er behæftet med nogen usikkerhed, men er dog det bedste udtryk, som eksisterer, for den hidtil indvundne mængde brunkul.

Til kontrol af de beregnede brunkulsmængder, har mængdeberegningsproceduren været anvendt til også at beregne mængden af brunkul

indenfor de hidtil omgravede arealer. Den beregnede mængden af brunkul i de gamle brunkulsgrave er derpå sammenlignet med den hidtil kendte indvundne brunkulsmængde (se afs. 5.5).

Fastlæggelsen af omgravede arealer har inddraget arkiverede optegnelser fra feltobservationer. Oplysningerne er gennemgået og indtegnet på kort. De nyeste flyfotos og kortblade over områderne, er gennemgået, for at fremskaffe det fuldstændigste billede af de gamle brunkulsgraves placering i landskabet. Gravenes konturer er registreret med koordinater på digitaliseringsbord og edb-lagret.

Sideløbende med registreringen af brunkulsgrave er foretaget en nøjere afgrænsning af hele undersøgelsesområdet. Dette var foretaget under fase 1, men i en grovere målestok end det er hensigten at udarbejde kortmateriale i fase 2.

Afgrænsningen tjener desuden det formål at være grænse for, hvortil programmet for mængdeberegning kalkulerer mængden af brunkul.

4.2.1.2 Kort Og Profiler

Der er i projektet opstillet en procedure for edb-udtegnning af forskellige korttyper. Ved projektets afslutning vil samtlige kort i 1:50.000 indenfor undersøgelsesområdet kunne udtegnes efter denne procedure.

På basis af UTM-koordinater er kort fremstillet med angivelse af boringernes geografiske placering. Placeringen er manuelt kontrolleret med en række arkiverede kortblade, som Ringkjøbing Amtskommune har anvendt ved koordinatsætningen af boringerne. Kortene er udført i målestoksforholdene 1:20.000 og 1:40.000.

Efter kontrol af boringernes korrekte koordinater, er kort udtegnet i 1:50.000 og 1:25.000 med angivelse af, hvilke boringer der er med brunkul og hvilke der er uden. Kortene har dannet baggrund for en manuel fastlæggelse af brunkulsområder til vejledning i vurderingen af den senere maskinkontureret af brunkulsførende områder. Kortene har samtidig dannet grundlag for placeringen af profiler til brug i den geologiske vurdering.

Efter fremstillingen af hvad der kan betegnes som grundkort, er udarbejdet programmel til specialudtegninger. Disse udtegninger og kontureringer kan fremstilles udfra en datasamling, som omtales nærmere i efterfølgende afsnit om data i tabelformat.

Kortene i 1:50.000, som præsenteres i denne rapport, er en konturering af en summeret kulthykkelse. Imidlertid kan på given foranledning fremstilles kort med konturering af dækbjergartens tykkelse, variationen i tykkelsen af brunkulsintervallet og graveindex.

Kortet 1214 IV (bilag 3 -Brunkulsforekomster (u. graveindex)) er fremstillet for at give et eksempel på den korttype i 1:50.000, som kan fremstilles efter at projektet er afsluttet.

Kortet er fotografisk fremstillet, som en samkopiering af fem forskellige planer: Geodætisk Instituts liniærplan (veje og huse), plan med område afgrænsningen, plan med brunkulsgrave, plan med tekst og endelig den konturerede brunkulstykkelse. Begrundelsen for denne fremstillingsform er at flere oplysninger d.v.s. flere planer kan lægges sammen eller udskiftes til fordel for andre oplysninger. Ved denne metode vil man eksempelvis kunne samkopiere brunkulstykkelsen og overjordstykkelsen.

Bilag 4 (Brunkulsforekomster (m. graveindex)) viser 1214 IV i en anden samkopiering. Efter anvendelse af graveindex, er atter udtegnede tykkelser for brunkulsmængden. Kontureringen af denne mængde har i samkopieringen erstattet kontureringen af brunkulsmængden i bilag 3 (om graveindex se afs. 4.2.1.3).

Desuden er fremstillet to oversigtskort i 1:200.000 bilag 1 og 2. Kortene omtales i afsnittene 4.1.1, 4.1.2 og 5.0.

4.2.1.3 Boredata I Tabelformat

For at kunne vurdere og fastlægge tilstedeværelsen af brunkul som energiråstof, er udarbejdet en tabel med oplysninger om lagfølgen i den enkelte boring. Med udgangspunkt i figur 5 (skematiseret boring) er udarbejdet en tabel. I tabellen indgår oplysninger om dækbjergartens tykkelse (D), tykkelsen af det brunkulsførende interval (BKI), et tal for den summerede lagtykkelse af kul (K) i BKI, et tal for den summerede lagtykkelse af ikke kullag (nK) i BKI og endelig nogle beregnede værdier for forholdet mellem de nævnte tal. I tabellen indgår en beregnet størrelse - $(D+nK)/K$ - som betegnes graveindex. Indexet er et tal for summen af D og nK sat i forhold til den aktuelle kulmængde K i en boring. I den summerede brunkulsmængde indgår brunkulslag på 0.2 m og derover.

Ved siden af oplysninger om lagforholdene findes tillige opført administrative data for hver boring. De administrative data er DGUnr., UTM-koordinater og kote for toppen af boringen i terræn.

Oplysningerne i tabellen indgår direkte i profiludtegningen (de administrative data), i kontureringen og i mængdeberegningen. Det er på den måde muligt at konturere enhver af søjlerne i tabelsamlingen.

Tabellens oplysninger kan desuden anvendes med stor fordel, hvis der skal skabes et hurtigt overblik over brunkulforekomsters størrelse og udbredelse i et mindre område uden anvendelse af edb-teknik og borejournaler.

4.2.1.4 Statistik For Tabeldata

På baggrund af oplysningerne i tabeldata er foretaget en statistisk bearbejdelse af værdierne for dækbjergarten (D), tykkelsen af brunkulsintervallet (BKI), antallet af brunkulslag (BKL), den summerede kulthykkelse (K) og graveindexet.

På figurerne 6,7,8,9 og 10 er vist den procentuelle fordeling af

værdierne. Ud af samtlige boringer er 16.6 pct. brunkulsførende svarende til 1929 boringer.

Variationen i tykkelsen af D er vist med fig. 6. Det fremgår, at i over 40 pct. af de brunkulsførende boringer er dækbjergartens mægtighed 9-15 meter, mens knapt 90 pct. af boringerne har en dækbjergartstykke på 0-18 meter.

Tykkelsen af det brunkulsførende interval (BKI) er i 68 pct. af tilfældene på 0-2 meter og i 23 pct. fra 2-6 meter, d.v.s. at der i godt 90 pct. er en tykkelse på 0-6 meter. Summen af dækbjergarten og brunkulsintervallet, opnår således maksimalt en tykkelse på 24 meter i de systematiske brunkulsboringer. Det skal dog sammenholdes med fordelingen i antallet af boringer og dybden for boringerne som vist i fig. 2. Af oversigten fremgår det at den overvejende del af boringerne, ca. 10.000, er boret til en dybde af 15 og 20 meter, mens kun ca. 2700 boringer er boret dybere end 20 meter. Teoretisk kan det statistiske billede tænkes ændret, hvis samtlige boringer var boret til dybder på 30 meter eller mere. Imidlertid er der overensstemmelse mellem de statistiske resultater og den geologiske viden om brunkullenes lejringsforhold jvf. det geologiske afsnit.

Figurerne 8 og 9 angiver dels antallet af brunkulslag og dels den summerede brunkulstykke i boringerne. I 93 pct. af boringerne er der 1-2 brunkulslag, mens den overvejende del, ca. 73 pct., er brunkulsførende med 1 lag. Variationen i den summerede kulstykke er for 91 pct.'s vedkommende, i intervallet 0-3.0 meter og 80 pct. i intervallet 0-2.0 meter. I ca. 30 pct. af tilfældene er brunkulstykkelsen på maksimalt 0.5 meter.

Udtrykket for graveværdigheden - graveindexet - varierer i godt 50 pct. af boringerne i intervallet fra 0-12. Dette betyder at over halvdelen af de brunkulsførende boringer, har et indhold af brunkul i en dybde, som er bedre end eller lig med 12:1, d.v.s. 12 meter overjord og 1 meter brunkul. I ca. 16 pct. af boringerne er graveindexet mellem 12 og 24 mens den øvrige del er over 24.

4.2.1.5 Kemidata

I dette afsnit omtales data, som er tilvejebragt for beskrivelse af brunkullenes kemiske egenskaber. Analyserne er udført på materiale fra III brunkulskampagne i årene 1958-63.

Der foreligger analyser for ca. 450 lag svarende til ca. 250 borer. I betragtning af, at analyserne er udført på arkiveret materiale, er vandprocent i prøverne ikke beregnet. Analyserne omfatter askeindhold, effektive brændværdi, brændværdi for brændbart stof alene samt svovlprocenten.

For at sætte III kampagnes analyseresultater i relief, er de sammenlignet med resultatet af et stort antal analyser fra II brunkulskampagne i perioden 1944-52. Oplysningerne stammer fra en artikel af laboratorieforsker, civilingeniør Th. Mogensen. Artiklen er trykt i Hedeselskabets Tidsskrift nr. 6, 74. årg. 1953. Analyserne er udført på grundlag af de prøver, der er indsendt af statens daværende brunkulstilsyn. Prøverne er udtaget af friskopgravede brunkul eller i selve brunkulslejerne og udgør over 90 pct. af samtlige udtagne brunkulsprøver i II brunkulskampagne.

Fig. 11 viser fordelingen af antal analyser, i relation til effektive brændværdi, for prøver fra III brunkulskampagne. Der er foretaget en inddeling i klasser på 100 kcal/kg pr. klasse, løbende fra 900 til 3200 kcal/kg. I hver klasse er udregnet en gennemsnits askeprocent på vandfrit materiale. På figuren er angivet talværdien for askeprocenten i de enkelte klasser sammen med punkternes regressionsline. Korrelationskoefficienten for askeværdierne er på 0.993. Spredningen af askeværdierne omkring gennemsnittet er således meget lille.

Regressionslinien, for askeværdier omregnet til prøver med 50 pct. vand, er indtegnet på figuren. Det gælder for regressionslinierne, at de repræsenterer den lovmæssighed, der er i sammenhængen mellem askeindhold og effektive brændværdi, i denne sammenhæng danske brunkul i frisk opgravet tilstand. Med stigende indhold af aske i brunkullet falder den effektive brændværdi.

Fremtidige analyser af brunkulslag vil kunne gennemføres enkelt, idet blot askeprocenten i prøverne bestemmes. Den sandsynlige

effektive brændværdi kan da aflæses af figur 11. Eksempelvis må en prøve med et askeindhold på 15 pct. forventes at have en effektiv brændværdi på ca. 2000-2100 kcal/kg.

Begrundelsen for valget af 50 pct. vandindhold fremgår af figur 12. Figuren er fremstillet efter Mogensen (1953) og omfatter 13035 analyser. Vandprocenten er afsat som abcisse og procentfordelingen som ordinat. Det ses af kurven, at der er et udpræget maksimum ved 49 pct. vandindhold, idet ca. 90 pct. ligger mellem 44 og 54 pct. vand. Der er derfor god grund til at antage, at fremtidige analyser af friskopgravede brunkul vil have et vandindhold på ca. 50 pct.

Ved afbrænding af en brændselsenhed vil vandindholdet forbruge en stor del af den varmeenergi, som det brændbare materiale udvikler. Da forbrændingstemperaturen ligger langt over vands kogepunkt, vil der medgå stor varmeenergi til fordampning af den vandmængde en brændselsenhed indeholder.

For at reducere vandindholdet kunne de frisk opgravede brunkul lufttørres på stedet inden en videre transport til forbrændingsstedet. Herom skriver imidlertid Milther, K (1944) p.187 - "Inden brunkullene leveres, skal de lagres i 14 dage, for at vandindholdet, som normalt ligger på ca. 50 pct., kan nedsættes lidt. Der er dog kun faa procent, der derved forsvinder."

I vurderingen af kuls kvalitet har askeprocenten væsentlig betydning. Det organiske materiale må afgive varme til det ikke organiske materiale (asken), for at bringe temperaturen på dette op på forbrændingsvarmen. Når forbrændingsprocessen er overstået, afkøles asken ved varmestråling til omgivelserne. Et lavt askeindhold i kul er ensbetydende med god kvalitet. Jo lavere askeindholdet er, jo mere brugbar energi leveres der ved forbrændingsprocessen, dels fordi en mindre mængde aske skal opvarmes, dels fordi mængden af brændbart materiale pr. vægtenhed er større.

På figur 13 er udtegnet askeværdierne for analyser fra II brunkulskampagne (13035 prøver) sammen med analyser foretaget på materialer fra III brunkulskampagne (450 prøver). Askeindholdet i prøverne fra II kampagne - "er beregnet med det

vandindhold brunkulsprøverne havde ved modtagelsen i laboratoriet, d.v.s. ved det vandindhold som brunkullenen har i lejet eller i friskopgravet tilstand". Af kurven fremgår det, at den hyppigste askeprocent ligger mellem 4 og 8 pct. og har et markant maksimum på ca. 5 pct.

Kurven for analyser på materiale fra III kampagne er noget fladere, men viser dog et maksimum omkring 11 pct., med den væsentligste del af analyserne i intervallet 6-16 pct. Analyserne er foretaget på tørret materiale, hvorfor askeprocenten, for sammenligneligheden er omregnet til 50 pct. vandindhold (fig. 11).

Forskydningen i de to kurver skyldes, at de brunkul som blev opgravet i 40-erne, var af en bedre kvalitet. I lavninger hvor akkumulationen af brunkul har været stor, har tilførslen af mineroget materiale (aske-materiale) været lav og derfor givet kul af en god kvalitet.

De brunkulsforekomster, som er påvist i III brunkulskampagne, er af ringere kvalitet. Tørveophobningen har fundet sted i perifere områder, set i relation til de gode brunkulsområder. Herom skriver E.Heller (1959) p.446 følgende: "-Det kan ikke nægtes, at kvaliteten gennemgående er noget ringere end under den anden kampagne, hvor man forbød brydning af brunkul med et varmeindhold under 1950 kalorier".

Den effektive nyttige brændværdi af et brændsel, er den varmemængde, som udvikles af en vægtenhed af materialet ved en fuldstændig forbrænding i et lukket rum med et ilt tryk på 20-30 kg pr. kvadratcentimeter (Dansk Standard). I materialet er askeindhold og fugtighed som i en friskopgravet prøve.

For sammenlignelighedens skyld er der i fig 14, hvor den effektive brændværdi er afbildet på abcissen og fordelingsprocenten på ordinaten, bevaret nogle skæve klasseinddelinger fra 1800 til 3200 kcal/kg. Baggrunden herfor er, at man i 40-erne inddelte brunkulskvaliteten i klasser af varmeanheder. Hver klasse modsvarede da af et vist kronebeløb pr. kg brændsel, til udregning af betalingen for den brunkulsmængde, som blev handlet.

Det fremgår af figuren, at III kampagnes kurveforløb har stor overenstemmelse med II kampagnes. Imidlertid skal kurven for III kampagne forskydes mod lavere brændværdi med ca. 250 kcal. Der er

i fremstillingen ikke taget hensyn til at, den effektive brændværdi i II kampagne er beregnet på basis af ca. 50 pct. vandindhold, mens III kampagnes brændværdier er omregnet til 45 pct. fugtighed. Fordampningen af den forøgede vandmængde betyder en forringelse af den effektive brændværdi med ca. 250 kcal. Forskydningen betyder at kurveforløbet bliver i overensstemmelse med det højere askeindhold, som vist med figur 13. Højere askeindhold resulterer i lavere effektiv brændværdi. Flytningen af kurven ændrer imidlertid ikke det generelle billede for fordelingen af den effektive brændværdi.

Det fremgår af begge kurveforløb, at der er et maximum for den nyttige brændværdi, når den omtalte kurveforskydning tages i betragtning, i intervallet 2000-2700 kcal/kg. Den overvejende del af analyserne falder indenfor intervallet fra 1800-3200 kcal/kg.

Kurvens lokale maximum i intervallet 1600-1800 kcal/kg skyldes dels den efterfølgende ændring i ækvidistancen i klasseinddelingen, dels den omstændighed, at der er foretaget en selektion i udvælgelsen af prøver, der ved feltiagttagelse kan opfattes som brunkul.

I en række tilfælde er udvalgt en bestemt bjergartstype, som har været antaget for brunkul. Ved laboratorieundersøgelse har bjergartens brændværdi samlet sig om en bestemt brændværdi.

Det er en bjergart med et så tilpas indhold af organisk materiale, at den har kunnet antages for brunkul. Brunkulslagene sidebjergarter repræsenteres ofte ved en glidende overgang med stigende organiske indhold fra lerlag til brunkulslag.

Af figur 11 fremgår det, at askeprocenten for disse lag ligger omkring 18-24 pct., når der ses på intervallet 1400-1800 kcal/kg for den effektive brændværdi. Når det tages i betragtning, at der er et vandindhold på ca. 50 pct., vil indholdet af organisk materiale være på ca. 25 pct. I egentlige brunkulslag ligger det organiske indhold på ca. 40 til 50 pct., med en effektiv brændværdi på omkring 2500 kcal/kg. For stenkul/antracit ligger brændværdien på ca. 6000-8000 kcal/kg.

Variationen i brændværdien af selve det brændbare stof er vist i figur 15. Brændværdien af brændbart stof er et entydigt udtryk for kulkvaliteten, når denne ses i sammenhæng med indkulingsgraden (omdannelsen af det organiske materiale i retning af stenkul og antracit). For brunkullene ligger brændværdien i området fra

6000-6700 kcal, mens brændværdien for stenkul/antracit ligger to til tre gange højere.

For beskrivelsen af svovlmængden i de analyserede prøver er fremstillet figur 16. Prøverne fra II kampagne udviser et udpræget maksimum for svovlindholdet i intervallet 3.0-3.5 pct., idet ca. 30 pct. af prøverne ligger i dette interval. Svovlprocenten for den overvejende del af analyserne - ca. 70 pct. - falder i intervallet 2.5 til 4.0 pct.

Analyseresultaterne for III kampagne viser god overensstemmelse med resultaterne fra II kampagne, selv om maksimum ligger lidt forskudt.

I analyserne indgår sidebjergarterne til brunkulslagene. Disse lag udviser en svovlprocent som afviger meget lidt fra svovlprocenten i brunkulslagene.

Sammenfattende viser analyserne fra II og III brunkulskampagne, at de danske brunkulforekomster har et vandindhold på 44-54 pct., med et askeindhold på 4-8 pct. når kullene er bedst, og for dårligere forekomster fra 6 pct. til 16 pct. Den effektive nyttige brændværdi, ligger fra ca. 1800 til 3000 kcal/kg, med den hyppigste brændværdi på 2000-2700 kcal/kg. Brændværdien af det brændbare stof alene ligger i intervallet fra 6000-6600 kcal/kg. Indholdet af svovl er mellem 2.5 og 4.0 pct.

4.2.2 EDB-programmer

Ved projektets start 1980 forelå en stor del af de generelle standard programmer, som skulle anvendes i projektet. I løbet af projektet er disse programmer ændret og udbygget i større eller mindre grad alt efter de forhåndenværende problemer. Desuden er helt nye programmer udviklet.

De nyudviklede programmer varetager indlægning, opdatering, retning og sletning af data, i den fra begyndelsen oprettede brunkulsdatabank. Herfra kan udtegnes data med henblik på

udtegnning af profiler. Et standard profilprogram er ændret, så der i profilerne bl.a. gives en særlig markering for brunkulslag og for registreret kvartær/tertiær grænse. Det er en hjælp ved korrelationsarbejdet, at brunkulslagene er fremhævet i profilplotningen. For konverteringen og samkøring af henholdsvis lagdata og administrative data, er udviklet en række mindre programmer, som alene har interesse under tildannelse af profiler.

Kortet, som udtegnedes ved afslutningen af fase 1, blev til på baggrund af anvendelsen af et standard korttegningsprogrammel. I fase 2 har dette program ikke været anvendt. Derimod er anvendt to programpakker indkøbt af DGU. Det ene betegnes SURFACE II og har været anvendt til udtegnning af korteksempel i 1:50.000, mens det andet, UNIRAS har været anvendt til udtegnning og farvelægning af oversigtskort i 1:200.000. Begge korttegningsssystemer er tilpasset projektets behov på visse væsentlige punkter. SURFACE II har desuden været anvendt til at danne de matricer, som mængdeberegningen er foretaget ud fra.

Ved fremstillingen af farvekonturplot med UNIRAS, er der benyttet en interpolationsmetode, som kombinerer linie-, kvadratisk- og afstandsvægtning.

Boringerne er først sorteret i et kvadratisk gridnet. Herefter er der interpoleret til de grid, der ikke indeholder nogen værdi.

Der er ved interpolationen benyttet et gridnet på 200 x 200 punkter og en søgeafstand på 1000 meter.

Det skal dog bemærkes, at ved denne interpolationsmetode er der fare for at nogle af de interpolerede grid ligger over maksimums- eller under minimumsværdierne for de kendte gridpunkter.

Princippet i SURFACE II er, at der ned over det undersøgte område lægges et gridnet (har 210 x 260 punkter). Alle hjørnerne i nettet søges nu tildelt en værdi v.h.a. interpolation ud fra punkt-informationerne (boringerne). Det fremkomne resultat er en matrice, som i dette tilfælde indeholder værdier med brunkulstykkelser eller en kode for manglende information.

Interpolationen foregår ved at man, til hvert gridhjørne, finder de fire nærmeste boringer og vægter dem i forhold til hinanden. Ved vægtningen tages hensyn til kulstykkelser og afstanden fra hver boring til gridhjørnet. Boringens vægt formindskes med kvadratet på afstanden. Hvis der ikke er mindst en boring indenfor 500

meters afstand, og fire boringer indenfor 1000 meters afstand fra et gridhjørne, tildeles dette kodeværdien "manglende information". Tallene 4, 500 og 1000 kan vælges frit, og er valgt udfra et geologisk skøn og efter afprøvning med forskellige værdier.

Sammen med kontureringen af brunkulsforekomster, er indtegnet omrids af brunkulsgravede områder. Til udtegnning af grave og afgrænsning af området, er anvendt et DGU programmet betegnet ZETA.

ZETA er et generelt, interaktivt kartografisk edb-system, som bl.a. kan bruges til udtegnning af temakort. I dette tilfælde er ZETA alene anvendt til udtegnning af målfaste kort over brunkulsgrave og undersøgelsesområdets afgrænsning.

Korttegningsprogrammerne arbejder alle på data fra et register, som er dannet udfra databanken, v.h.a. nyudviklet programmet. I registret indgår DGUnr., UTM-koordinater, kote og en række typiske parametre for beskrivelse af brunkullenes forekomst i jorden (se afsnit 4.2.1.3).

Desuden er nogle delvis korrigerede programmer anvendt til optagelse og behandling af relative koordinater. Programmet konverterer korthjørners relative bordkoordinater til UTM-koordinater, under hensyntagen til eventuelle divergenser mellem de omregnede UTM-koordinater og Geodætisk Instituts UTM-koordinater for kortbladshjørnerne. Foruden korthjørner er de relative koordinater for afgrænsningen af undersøgelsesområdet og omrids af brunkulsgrave omregnet til UTM-koordinater under anvendelse af det omtalte programmet.

5.0 RESULTATER

I projektets anden fase er - i farver - produceret to oversigtskort (bilag 1 og 2) i målestoksforholdet 1:200.000. Det ene kort viser, hvor der forekommer brunkul i Midt- og Vestjylland, det andet en klasse inddeling af graveindexet i samme område.

På kortene kan man oversigtligt orientere sig ved de større byers tilstedeværelse, landeveje og amtsgrænser samt UTM-koordinater.

Datatætheden - tætheden af boringer - fremgår af tætheden af sorte prikker på kortene, idet en boring repræsenteres af en sort prik.

Ved siden af disse to kort, fremlægges desuden to detailkortblade i 1:50.000 (bilag 3 og 4) af 1214 IV. Kortene er et eksempel på hvad projektets edb-programmer og en efterfølgende fotografisk samkopiering, kan fremstille af kort.

Bilag 3 (brunkulsforekomster (u. graveindex)) viser konturerede brunkulsforekomster på baggrund af en geologisk bearbejdet datasamling over summerede kulthykkelser. På kortet er indtegnet undersøgelsesområdets afgrænsning sammen med de brunkulsgrave, som i projektets fase 2 er registreret indenfor kortbladet. Kortet angiver således de brunkulsområder som endnu ikke er omgravet.

Bilag 4 (brunkulsforekomster (m. graveindex)) er samme kortblad som bilag 3. På dette kortblad er imidlertid kontureret den summerede tykkelse for forekomster af brunkul, der har et graveindex på 12 og derunder. Brunkulsgrave og områdets afgrænsning er fortsat angivet. For den nøjere orienterings skyld, er der som baggrund indlagt Geodætisk Instituts liniærplan for kortbladet.

I forbindelse med kontureringen, er foretaget en beregning af brunkulsmængden indenfor kortbladet, dels den mængde som findes når alt medregnes, dels mængden under hensyntagen til graveindex. I begge tilfælde er der samtidig foretaget en beregning af brunkulsmængden i de omgravede områder (gamle brunkulsgrave).

Der er foretaget en sådan beregning for samtlige de 2-cm kort som omfatter de systematisk gennemborede arealer (tabel 1).

5.1 Brunkulsmængden - Samlede Oprindelige

Tabel 1 giver en oversigt over de mængdeberegninger som er udført. Brunkulsmængden totalt pr. kortblad i 1:50.000 varierer fra mindre end 1 mill. kubikmeter og op til 58 mill. kubikmeter. De største mængder koncentrerer sig i den centrale del af området på 1114 I-II og 1214 III-IV med mere end 80 pct. af de samlede totale

brunkulsmængder. Nord, syd og vest herfor varierer mængden fra mindre end 1 mill. kubikmeter til knapt 9 mill. kubikmeter.

Området indeholder samlet 176 mill. kubikmeter, der omregnet svarer til 126 mill. tons. Omregningsfaktor er 1.4 jvf. Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 364 af 17 juli 1978.

5.2 Brunkulsmængden - Indvundet

Den indvundne brunkulsmængde har frem til 1958, været opgjort til ca. 32 mill. tons. Tallene stammer fra indberetninger til DGU om produktion og om forbrug på forbrændingsstedet. Hertil kommer et forbrug fra 1958 til 1971 på ca 4 mill. tons, en forbrugt total brunkulsmængde på ca. 36 mill. tons svarende til ca. 50 mill. kubikmeter.

Af tabel 1 fremgår det, at der er edb-beregnet en mængde, for de registrerede brunkulsgrave i hele området, på ca. 38 mill. kubikmeter brunkul.

5.3 Brunkulsreserven

For hvert kortblad (tabel 1) er beregnet en brunkulsmængde under hensyntagen til et graveindex (ang. graveindex se afs. 4.2.1.3). Ved opgørelsen af brunkulsreserven, er valgt grænseværdien 12 i graveindex. Brunkulsførende borerer med graveindex mindre end eller lig 12, indgår i beregningen af brunkulsreserven.

For hele området er den beregnede totale mængde brunkul ca. 127 mill. kubikmeter. Fradrages den beregnede mængde af brunkul i gravene, fås en brunkulsreserve på ca. 89 mill. kubikmeter, svarende til ca. 63 mill. tons.

Under anvendelse af følgende omregningsfaktorer:

Gennemsnitlig brændværdi for gasolie 41,9 GJ/ton

BRUNKULSMÆNGDEN I MIDT- OG VESTJYLLAND
-opgjort pr. 2-cm kort.

```

*****
*
kortblad * mængde u. graveindex          * mængde m. graveindex
          * i mill. kubikmeter            * i mill. kubikmeter
*****

```

1115 III	mængdetotal :< 0,1 indh. i grave:< 0,1	mængdetotal : 0,0 indh. i grave: 0,0
1115 II	mængdetotal : 1,6 indh. i grave: 1,6	mængdetotal : 1,1 indh. i grave: 1,1
1215 III	mængdetotal : 8,3 indh. i grave: 7,9	mængdetotal : 5,6 indh. i grave: 5,2
1114 IV	mængdetotal : 8,8 indh. i grave: 8,8	mængdetotal : 6,2 indh. i grave: 6,2
1114 I	mængdetotal : 46,3 indh. i grave: 35,5	mængdetotal : 34,4 indh. i grave: 23,9
1214 IV	mængdetotal : 58,2 indh. i grave: 37,2	mængdetotal : 49,5 indh. i grave: 29,0
1114 III	mængdetotal :< 0,1 indh. i grave:< 0,1	mængdetotal :< 0,1 indh. i grave:< 0,1
1114 II	mængdetotal : 20,8 indh. i grave: 16,9	mængdetotal : 15,9 indh. i grave: 12,2
1214 III	mængdetotal : 21,3 indh. i grave: 19,6	mængdetotal : 12,9 indh. i grave: 11,5
1113 I	mængdetotal : 4,4 indh. i grave: 4,4	mængdetotal : 0,3 indh. i grave: 0,3
1213 IV	mængdetotal : 6,5 indh. i grave: 6,2	mængdetotal : 1,5 indh. i grave: 1,2
Hele området :		
	mængdetotal : 176,2 indh. i grave: 138,1 opgravet : 38,1	mængdetotal : 127,4 indh. i grave: 90,6 opgravet : 36,8

- svarende til ca. 10000 kcal/kg	
Minimums brændværdi for brunkul	2000 kcal/kg
Maksimums brændværdi for brunkul	2700 kcal/kg
Gennemsnits brændværdi for brunkul	2400 kcal/kg

- modsvares den beregnede brunkulsreserve af 12,5-17,0 mill. tons gasolie med en gennemsnitlig værdi på 15.0 mill.tons.

5.4 Resultater Af Kemianalyser

Den kemiske beskaffenhed af reserven er iflg. resultatet af de kemiske analyser (se afs. 4.2.1.4) et vandindhold på 44-54 pct., et askeindhold på 4-8 pct. når kullene er bedst og i dårligere forekomster fra 6 pct. til 16 pct.

Den effektive nyttige brændværdi af brunkullene ligger fra ca. 1800 til 3000 kcal/kg, med den hyppigst fundne brændværdi på 2000-2700 kcal/kg. Brændværdien af det brændbare stof alene ligger i intervallet fra 6000-6600 kcal/kg. Indholdet af svovl varierer mellem 2.5 og 4.0 pct.

6.0 EVALUERING AF RESULTATER

Ved interpolationen, som danner grundlag for kortudtegningen og mængdeberegningen, er interpolations-afstanden på maksimalt 1 km, idet mindst en boring skal være indenfor en afstand på 0.5 km. Med en større interpolationsafstand udtegnes kort med lukkede kurver for brunkulstykkelsen, mens den kortere afstand efterlader abrupt afskårne kurver mod områder uden information om tilstedeværelse af brunkul. Størrelsen af disse områder er, når de er mindst ca. 1.2 kvadratkilometer.

Den korte interpolations-afstand er valgt, fordi interpolationen danner grundlag for edb-beregningen af brunkulsreserven. Den beregnede reserve angiver den mængde, som ligger præcist indenfor kurverne.

Dette er valgt sådan, fordi der i de områder, hvor brunkul er registreret er boret tættere (ca. 250 meter) så en nogenlunde afgrænsning af en forekomst har kunnet gennemføres. Det vil derfor med denne opgørelse af brunkulsreserven i Danmark, synes urimeligt at lade "teknikken" beregne brunkulsforekomster i store områder, hvor der vides at være boret med stor afstand, fordi brunkul ikke er påvist eller forekommer i uinteressante mængder, jvf. afsnit 4.1.1 om kvadratnet.

Den samlede oprindelige brunkulsmængde er opgjort til ca. 176 mill. kubikmeter. Resultatet af de foreløbige beregninger i projektets første fase gav en samlet oprindelig mængde på ca 291 mill. kubikmeter. Mængden er reduceret med ca. 40 pct. Forklaringen herpå er de geologiske hensyn, som er indlagt i interpolations-afstanden, samt den geologiske gennemgang af selve borerne. Disse overvejelser indgik ikke i mængdeberegningen under fase 1. Det har ved den geologiske gennemgang vist sig, at standardprogrammet fra fase 1 til tider har beregnet brunkulsforekomster, hvor der iflg. den geologiske opfattelse, ikke er brunkul.

Pålideligheden i beregningen af brunkulsmængderne ses af beregningen af den allerede indvundne brunkulsmængde jvf. afs. 5.2 og 4.2.1.1. De hidtil kendte tal for den indvundne mængde, er ca. 50 mill. kubikmeter, mens den edb-beregnete indvundne brunkulsmængde er på ca. 38 mill. kubikmeter. Dette tal er bedre end det umiddelbart synes.

Sammenlignes kontureringen af brunkulsforekomster og beliggenheden af brunkulsgrave, gør to forhold sig gældende ved beregning af brunkul i de registrerede brunkulsgrave. For det første rækker de digitaliserede brunkulsgrave nogle steder udover de konturerede brunkulsmængder og vil derfor i edb-beregningen af brunkulsmængden indeholde mindre brunkul end der faktisk vil være indberettet som produceret. For det andet er der blandt de registrerede grave nogle, som forekommer uden for de konturerede brunkulsområder

Tallet for den beregnede indvundne brunkulsmængde vil derfor kunne forøges noget, og kommer herved i overensstemmelse med de hidtil kendte produktionsmængder på ca. 50 mill. kubikmeter. I beregningen af brunkulsmængder og dermed reserven kan man således

gå udfra at den anvendte interpolationsmetode beregner værdier, som er realistiske.

Årsagen til at visse brunkulsgrave ligger udenfor de konturerede områder er, at de systematiske brunkulsboringer blev gennemført i områder, hvor forekomster af brunkul endnu ikke var påvist. I områder med eksisterende brunkulsgrave, har arealerne været uden interesse, alene af den grund at en grav allerede var etableret i området. For at indhente ny viden om udbredelsen af brunkul, er de systematiske boringer koncentreret i de dengang ukendte områder. Det skal dog understreges, at de væsentligste brunkulsgrave er sammenfaldende med de konturerede brunkulsarealer.

En sammenligning mellem de danske brunkuls kemiske forhold og brunkulsforekomster andre steder i verden fremgår af fig. 17. Her er de danske brunkuls gennemsnitlige værdier for vand- og askeindhold samt effektive brændværdi indtegnet. De danske brunkul er angivet med nr. 13 i rækken af brunkulsområder.

Brunkullene ligger i tæt overensstemmelse med de områder, som traditionelt sammenlignes med danske brunkul, nemlig nr. 4 - Neurath i brunkulsområdet ved Köln i Tyskland (rhinske brunkul) og nr. 6 - Turow i Polen.

Tidsmæssigt er brunkullene ved Köln, dannet på samme tidspunkt som de danske og under tilsvarende geologiske forhold. Brunkullene har i modsætning til de danske en anseelig mægtighed på 60-100 meter. Brunkullene anvendes i vid udstrækning til elektricitetsproduktion.

Gennemsnitligt varierer vandindholdet i disse brunkullene mellem 45 og 65 pct. mens askeindholdet varierer mellem 1 og 2 pct. med maksimumsværdier på ca. 5 pct. Den gennemsnitlige brændværdi på vand- og askefrit stof, varierer mellem 5600-6500 kcal/kg, med maksimumsværdier ved ca. 6100 kcal/kg, mens brændværdien for friske brunkul ligger mellem 1600-3000 kcal/kg (Kothen, H. & Reichenbach, K. 1981).

Svovlindholdet er lavt i disse kul. Det ligger fra 0.2-1.0 pct.

De væsentligste forskelle mellem de rhinske brunkul og de danske,

er indholdet af svovl og aske. I de danske brunkul er svovlprocenten 2.5-4.0 pct., altså betydeligt højere. Det høje svovlindhold er, ved afbrændingen af brunkullene, en væsentlig faktor i påvirkningen af miljøet.

Askeindholdet i de danske brunkul er i de bedste kul 4-8 pct., altså lidt højere end i de rhinske brunkul, mens det for de dårligere brunkul er væsentlig højere, nemlig 6-16 pct.

De danske brunkuls brændværdi ligger på nogenlunde samme niveau, som de rhinske brunkul, men er dog af en ringere beskaffenhed p.g.a. det høje aske- og svovlindhold.

7.0 MILJØASPEKTER VED BRUNKULSBRYDNINGEN OG ANVENDELSEN

Den danske brunkulsreserve udgør - set i relation til den samlede energisituation, en begrænset ressource.

Indvinding af danske brunkul har fundet sted til forskellige tider, bl.a. perioder med brændselsknaphed. Undertiden har denne brunkulsindvinding givet uheldige følgevirkninger for det omgivende miljø.

Brunkulsindvindinger har eksempelvis ført til udledning af surt og okkerholdigt vand til vandløbene, hvorved visse vandløb er ødelagt for dyr og planter, og andre er skadet i betydelig grad. Grundvandsforurening i forbindelse med brunkulsgravning kendes også. Hertil kommer gener som følge af sandflugt fra forladte og ikke efterbehandlede brunkulsgrave.

De danske brunkul har, som det fremgår af undersøgelsen i projektets anden fase, et ikke ubetydeligt indhold af svovlforbindelser. Det må derfor påregnes at afbrænding af brunkullene kan give anledning til luftforurening. Disse miljøgener kan formentlig afbødes eller afværges gennem passende efterbehandlingsarbejde og ved rensning af røggassen. For at opnå kendskab til art og omfang af eventuelle skadevirkninger på miljøet, har Miljøministeriet, Departementet, i skrivelse af 20. maj 1980 til Energiministeriet, gjort opmærksom på behovet for at få gennemført en belysning af de

miljømæssige konsekvenser ved en eventuel indvinding og anvendelse af brunkullene.

8.0 KONKLUSION

Der er i projektet EFP-80 og 82 Danmarks Brunkulsreserver, gennemført en kortlægning og beregning af brunkulsreserven i Danmark, under anvendelse af moderne edb-teknik.

Der er gennemført en geologisk analyse af lejringsforholdene for brunkulsaflejringerne. Det har resulteret i opstilling af et såkaldt graveindex, som er et mål for den tilstedeværende brunkulsmængde sat i relation til den dybde, hvori brunkulsmængden forekommer. Hertil kommer resultater af en række kemiske analyser, som angiver askeprocenten, den effektive brændværdi, brændværdien for brændbart stof og svovlindholdet i brunkulslagene og deres sidebjergarter.

Brunkulsreserven er opgjort til ca. 89 mill. kubikmeter, svarende til knapt det dobbelte af den hidtil kendte brunkulsreserve på ca. 50 mill. kubikmeter. Brunkullenes kemiske beskaffenhed består i et vandindhold på 44-54 pct., en aske pct. på 4-16, en effektiv nytte-brændværdi på 1800-3000 kcal/kg og endelig et svovlindhold på 2.5-4.0 pct.

Med afslutningen af anden fase af projektet til opgørelse af Danmarks brunkulsreserver, præsenteres de nødvendige forudsætninger for at gennemføre en samlet vurdering af miljøgenerne ved anvendelse af brunkul som energiråstof. En sådan samlet vurdering af miljøproblematikken vil kunne gennemføres som en efterfølgende tredje fase af brunkulsprojektet.

9.0 AFSLUTNING

Med afslutningen af projektets anden fase, skal der rettes en varm tak til Prof.Lic.scient. Arne Villumsen, Statsgeolog Erik Heller og Statsgeolog Henning Kristiansen, for deres støtte til projektet.

Landinspektør Karl Kristensen skal takkes for vedholdende arbejde med projektets edb-problemer frem til 31.12.83, hvor han fratrådte projektet.

En særlig tak skal rettes til datalog Bjørn Hermansen, som har ydet en indsigtsfuld og engageret indsats med udformning af kort og korttegningsprogrammel i de sidste seks måneder af projektets anden fase. Han har desuden medvirket ved gennemlæsning og retning af rapporten, samt bidraget til denne med en redegørelse for funktionerne af programmerne SURFACE II og ZETA.

For tilblivelsen af oversigtskortet i farver, skal programmør Sten Aabo Hansen takkes for en hurtig og effektiv indsats. Sten Aabo Hansen har desuden bidraget til rapporten med en redegørelse for funktionerne af DGU's programpakke UNIRAS.

For indtastningen af det store data-materiale, takkes tasteoperatør Zofia Orlowicz for vedholdende og hurtigt arbejde.

Tegner Torben Jensen takkes for sin indsats ved tegnebordet, under udarbejdelsen af figurer og kort til rapporten.

Assistent Birgit Nielsen skal have tak for at have anvendt sine engelsk-kundskaber under tilblivelsen af det engelske resume.

Sluttelig skal assistent Lone Andreasen takkes for arbejdet ved skrivemaskine og skærmterminal.

LITTERATUROVERSIGT:

- BIJLSMA, S. 1981: Fluvial sedimentation from the Fennoscandian area into the North-West European Basin during the Late Cenozoic. In: A.J. van Loon (ed.): Quaternary geology: a farewell to A.J. Wiggers - Geol. Mijnbouw 60:337-345.
- KOTHEN, K. & Reichenbach, K 1981: Teufenabhängigkeit und gegenseitige Beziehungen von Qualitätsparametern der Braunkohle der Niederrheinischen Bucht. - Fortschr. Geol Rheinld. u. Westf. 29:353-380, Krefeld 1981.
- SYMPOSIUM, 1979: The Continental Miocene of Central Jutland Denmark. Edt.: B.E. Koch & E.F. Christensen. - Aarhus University, June the 11th-16th, 1979.
- SYMPOSIUM, 1979: Proceedings - The Continental Miocene of Central Jutland: Geology - Brown coal Facies - Stratigraphy - Paleontology. EDT.: B. Eske Koch. - Aarhus University June 11th-16th, 1979.
- MORRISON, G.F. 1978: Combustion of low grade Coal. - Report IEA Coal Research, London 1978.
- KOCH, B.E. 1975 : Træk af brunkulsbrydningens historie i Danmark. - MIV 5(museerne i Viborg amt), 1975:10-19, 1975.
- KOCH, B.E. et al. 1973 : Den miocæne brunkulsflora og dens geologiske miljø i Søby-Fasterholt området sydøst for Herning. - Dansk geol. Forening., Årsskr. 1972:1-57, 1972.
- LARSEN, G. & FRIIS, H. 1973 : Sedimentologiske undersøgelser af det jyske ung-Tertiær. - Meddr. dansk geol. Foren. Årsskr. 1972:119-128, 1972.
- HELLER, E. 1961 : Keld Milthers arbejde med brunkulsefter-søgningen. - Meddr. dansk geol. Foren. 14:447-453, 1961.
- HELLER, E. 1961 : Iagttagelser over tertiære og kvartære forhold i Tarm-Brande-Grindsted-området. - Meddr. dansk geol. Foren. 14:374-385, 1961.
- RASMUSSEN, L.B. 1961: De Miocæne Formationer i Danmark. Danm. geol. Unders. rk. 4:4:5:45 pp.
- HELLER, E. 1959: 165 nye brunkulsfund til en værdi af mindst 150 mill. kr. - Ingeniøren 21:445-448, København 1959.
- MOGENSEN, Th. 1959: Tørvebrændsels- og brunkulsproduktion 1952 belyst ved analyser. - Hedeselskabets Tidsskrift nr. 6 årg. 74:85-95, 1953.
- INGWERSEN, W. 1949 : Iagttagelser i de jyske Brunkulsgrave. - Meddr. dansk geol. Foren. 11:486-488, 1949.

- MILTHERS, K. 1944 : Det danske Brunkulseventyr. -
Ingeniøren 53 årg. 45:K67-K69, 1944.
- MILTHERS, K. 1941 : Systematisk Eftersøgning af Brunkul. -
Geogr. Tidsskr. 44:100-117, 1941.
- MILTHERS, K. 1941 : De danske Brunkul og deres Udnyttelse. -
Ledetraad ved folkelig Universitetsunderv. 115:4pp, 1941
- MILTHERS, K. 1939 : Kortbladet Brande. -
DGU 1:18:163pp, København 1939

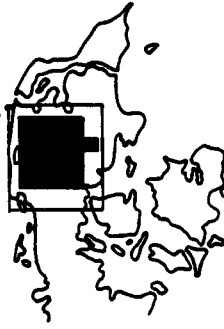
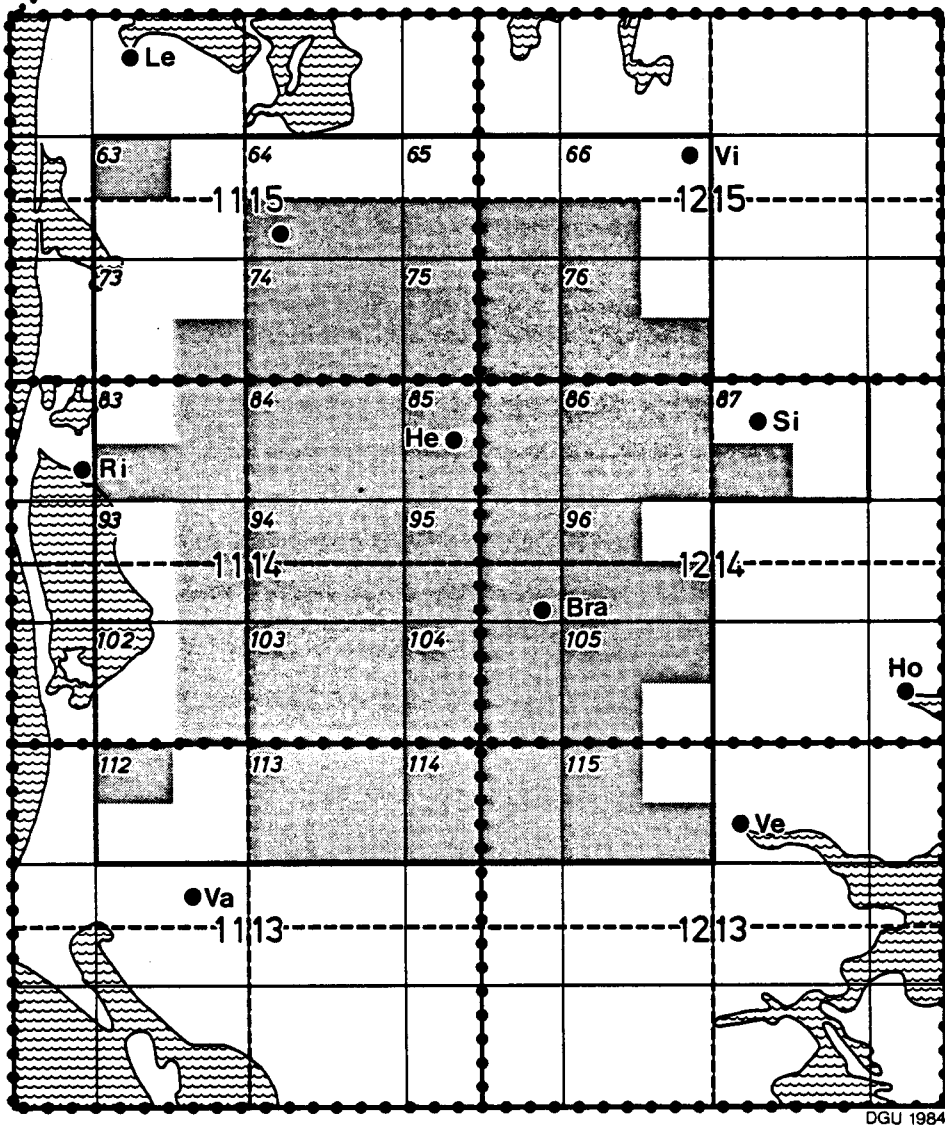


FIG.1



- Med raster er vist området indenfor hvilket der er gennemført systematiske boringer efter brunkul.

Området er inddelt i en række kortblade som angivet på figuren.

●—1115—● GI kortblad-inddeling 1:100 000

--- GI kortblad-inddeling 1:50 000

— 63 — DGU atlasblad-inddeling 1:40 000

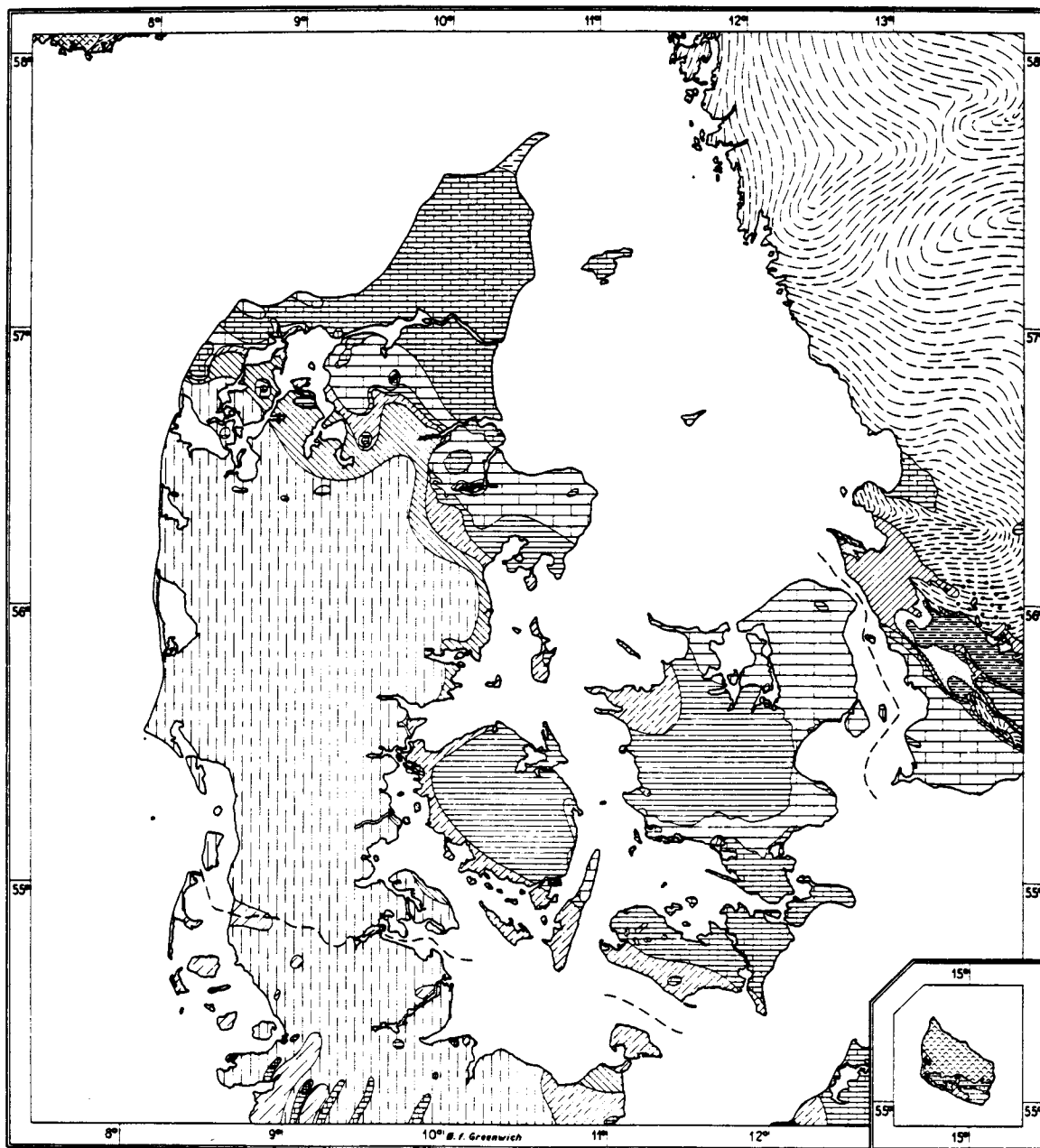
FIG. 2

	PERIODE	ANTAL BORINGER	DYBDE	GENNEBØRET OMRÅDE
I kampagne	1921	629	10-15 m og 30 m	Områderne vest for Brande å.v.s. Nr. Vium Troldhede, Ahler, Sandet-Sdr. Felding, Ronum Gejlbjerg - Sandfeld.
II kampagne	1941-49	ca. 10.000	15 og 20 m	Egnen mellem Holstebro, Skjern og Nr. Snede som ikke har været gennemboret i 1921.
III kampagne	1958-63	ca. 2750 Heraf: ca. 63 106 1695 278	60-100 m 60 m 25-30 m 15-25 m	Egnen mellem Grindsted og Holstebro som ikke tidligere har været gennemboret.

Generelle informationer om boringerne i I, II og III
brunkulskampagne.

FIG. 3

Geologisk kort over Danmark. Formationerne ved basis af kvartæret



GEOLOGISK KORT OVER DANMARK.
FORMATIONERNE VED BASIS AF KVARTÆRET.

	Gotlandium og Ordovicium		Danien		Basalt
	Gotlandium, Ordovicium og Kambrium		Øvre Kridt		Pliocæn
	Kambrium (Nexsandsten)		Nedre Kridt		Miocæn
	Kambrium		Rhaet-Jura		Oligocæn
	Granit		Trias		Eocæn
	Gnejs		Perm		Paleocæn

Maalestok
Kilometer

FIG. 4

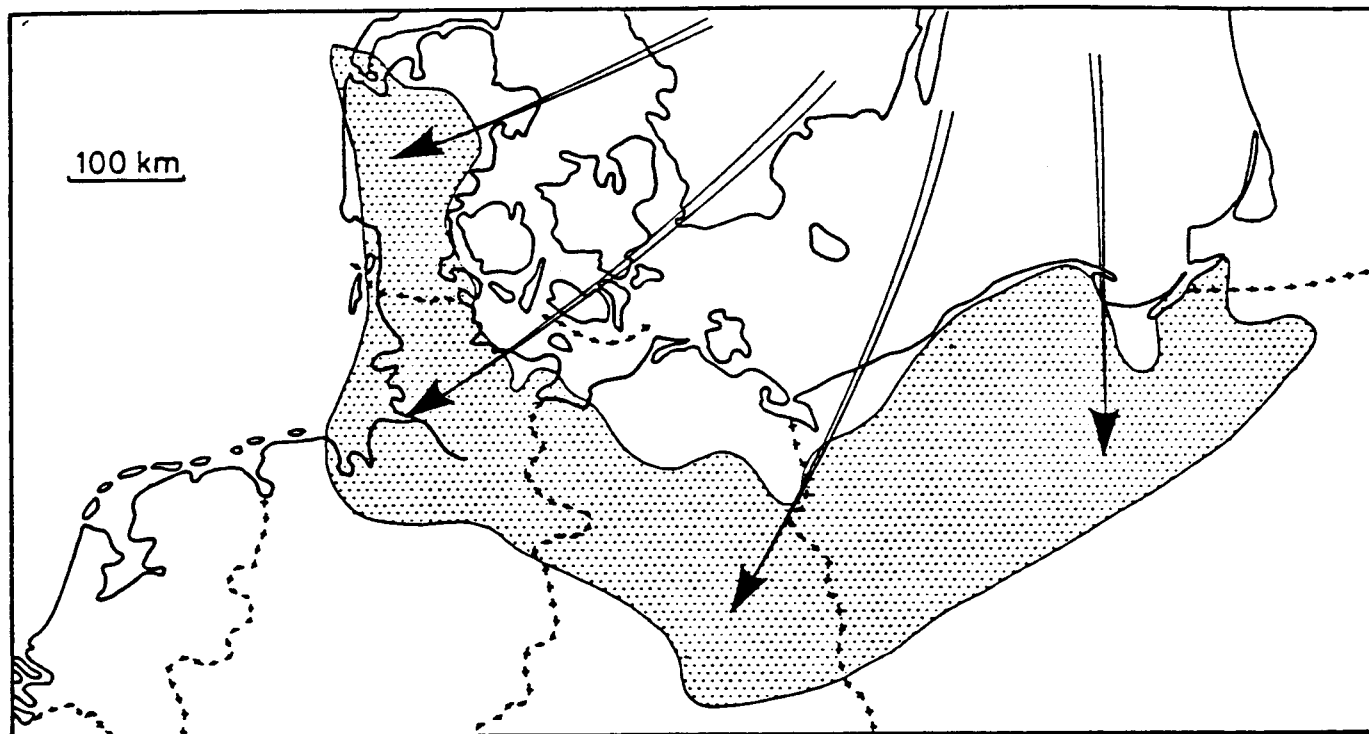
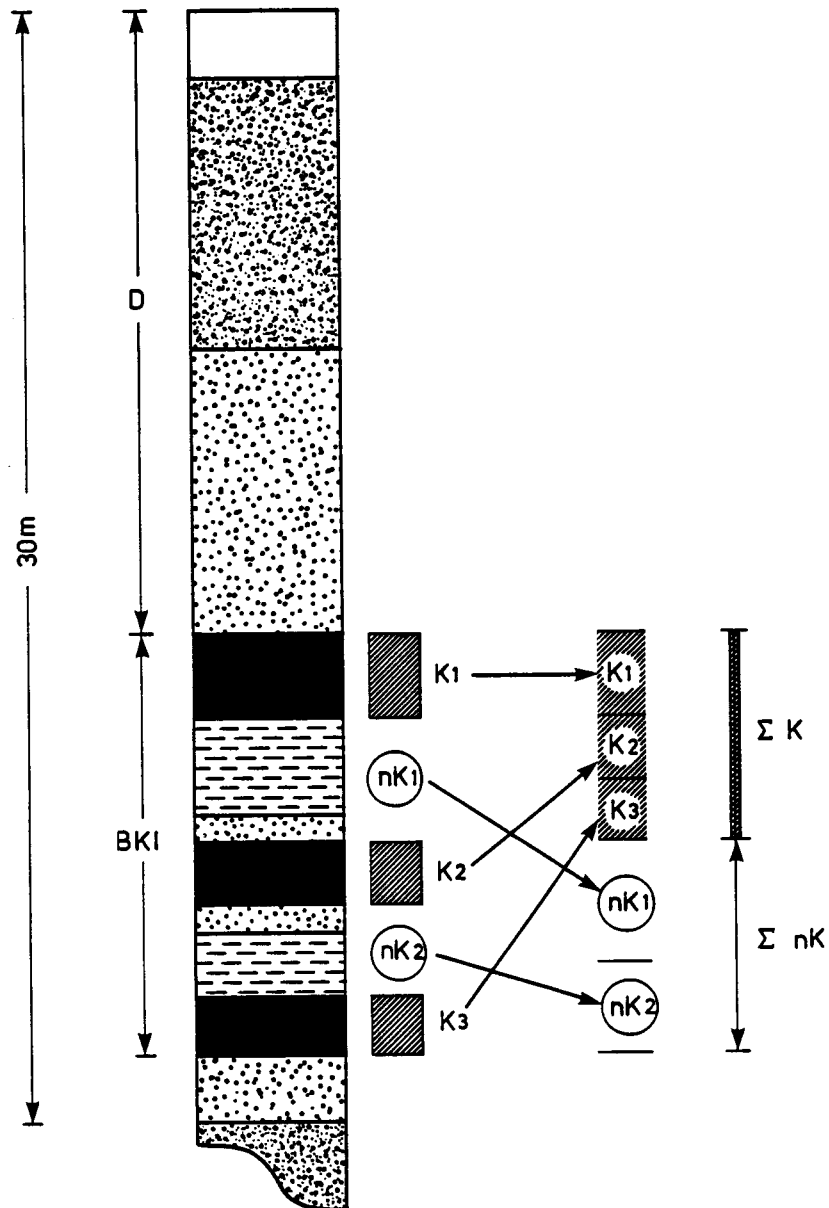


Fig. 4 - viser hvor deltasandsdannelserne forekommer og deres maximale udbredelse.
Pilene angiver den formodede retning for flodernes transport af materiale.
(mod. eft. Bijlsma 1981)

FIG. 5

GENERALISERET BOREPROFIL



D = Dækbjergart
 BKI = Brunkulsinterval
 K = Brunkulslag i BKI
 nK = Lag af non brunkul i BKI

Fig.6 Dækbjergart (D)

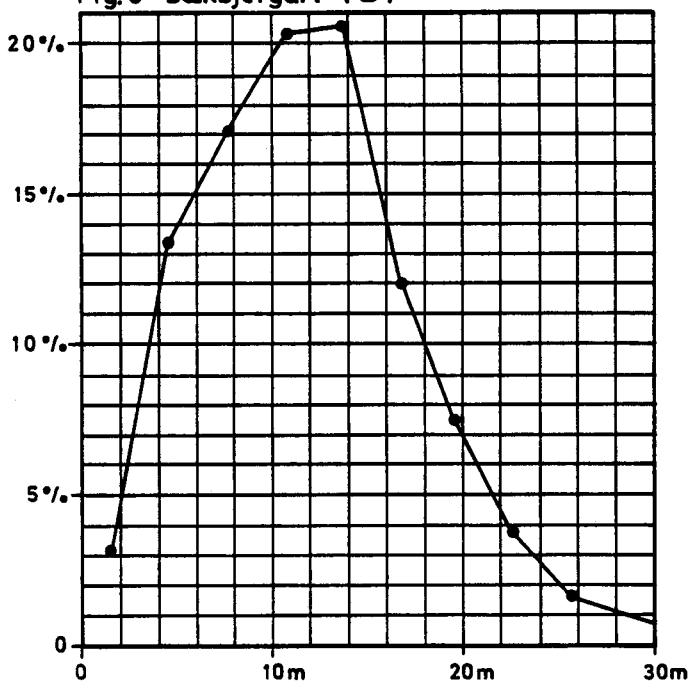


Fig.7 Brunkulsinterval (BKI)

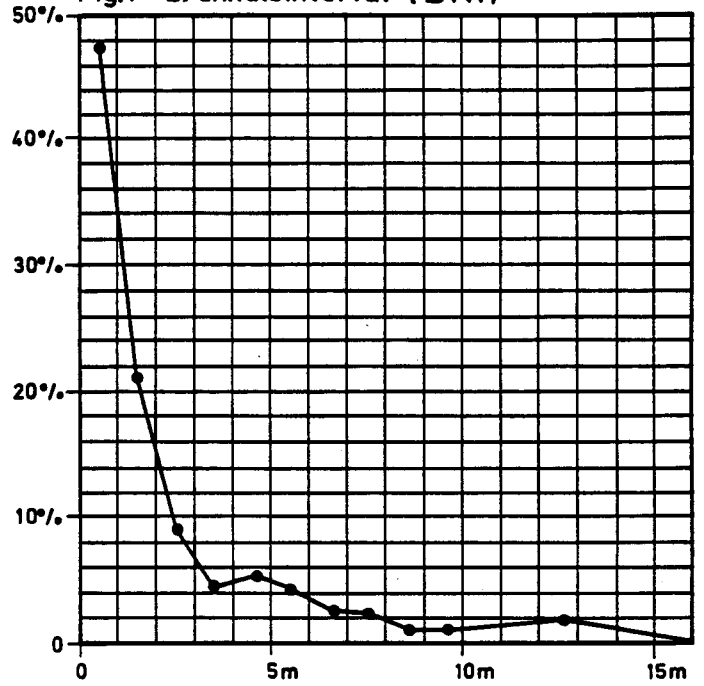


Fig.8 Brunkulslag (BKL)

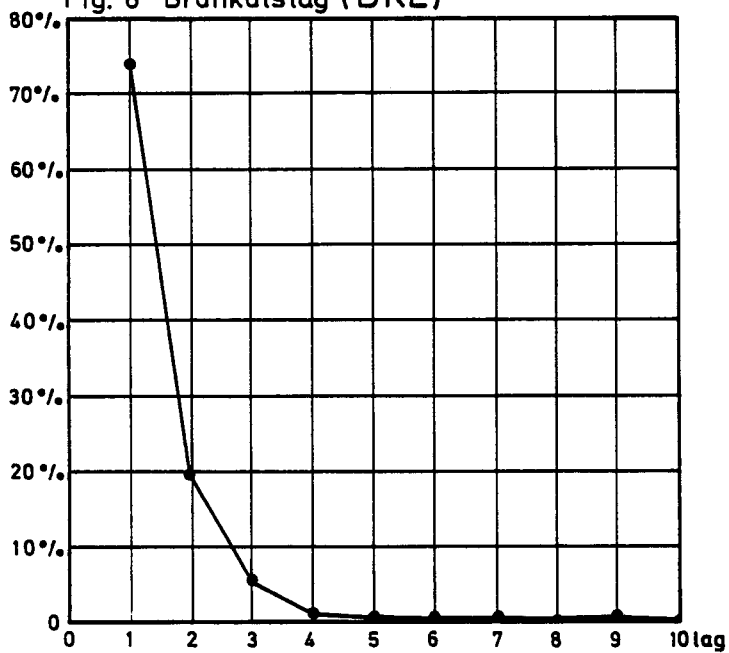


Fig.9 Summeret kultykkelse (K)

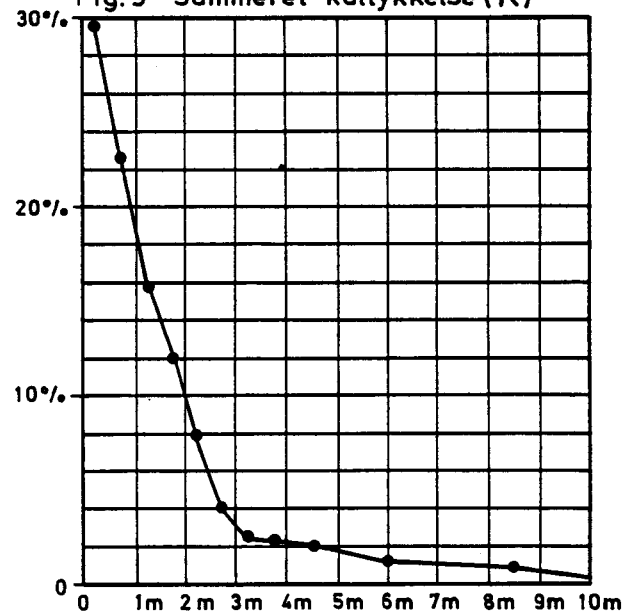


Fig.10 Graveindex

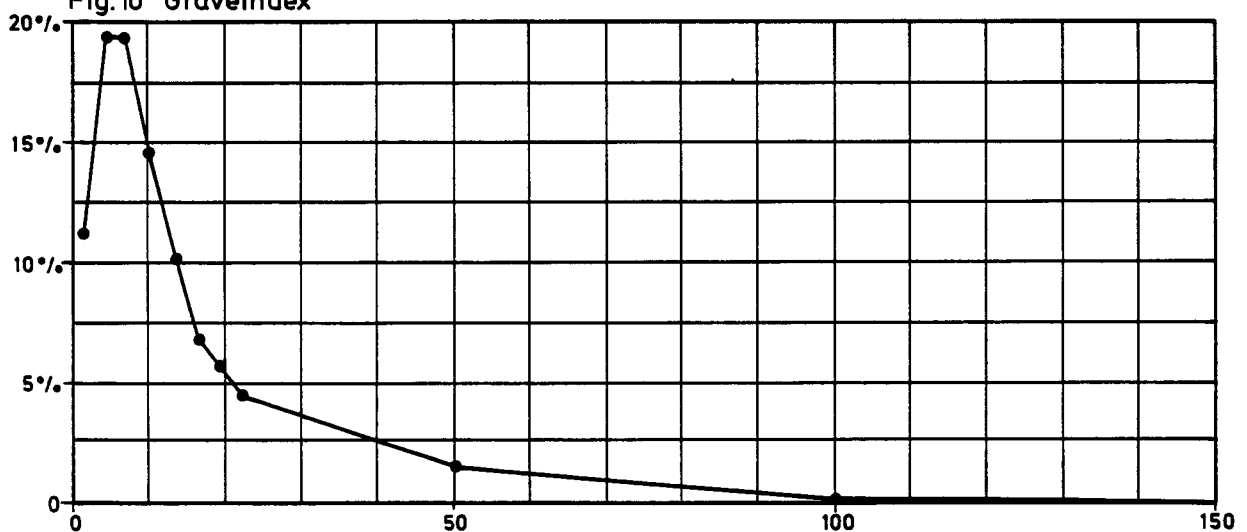
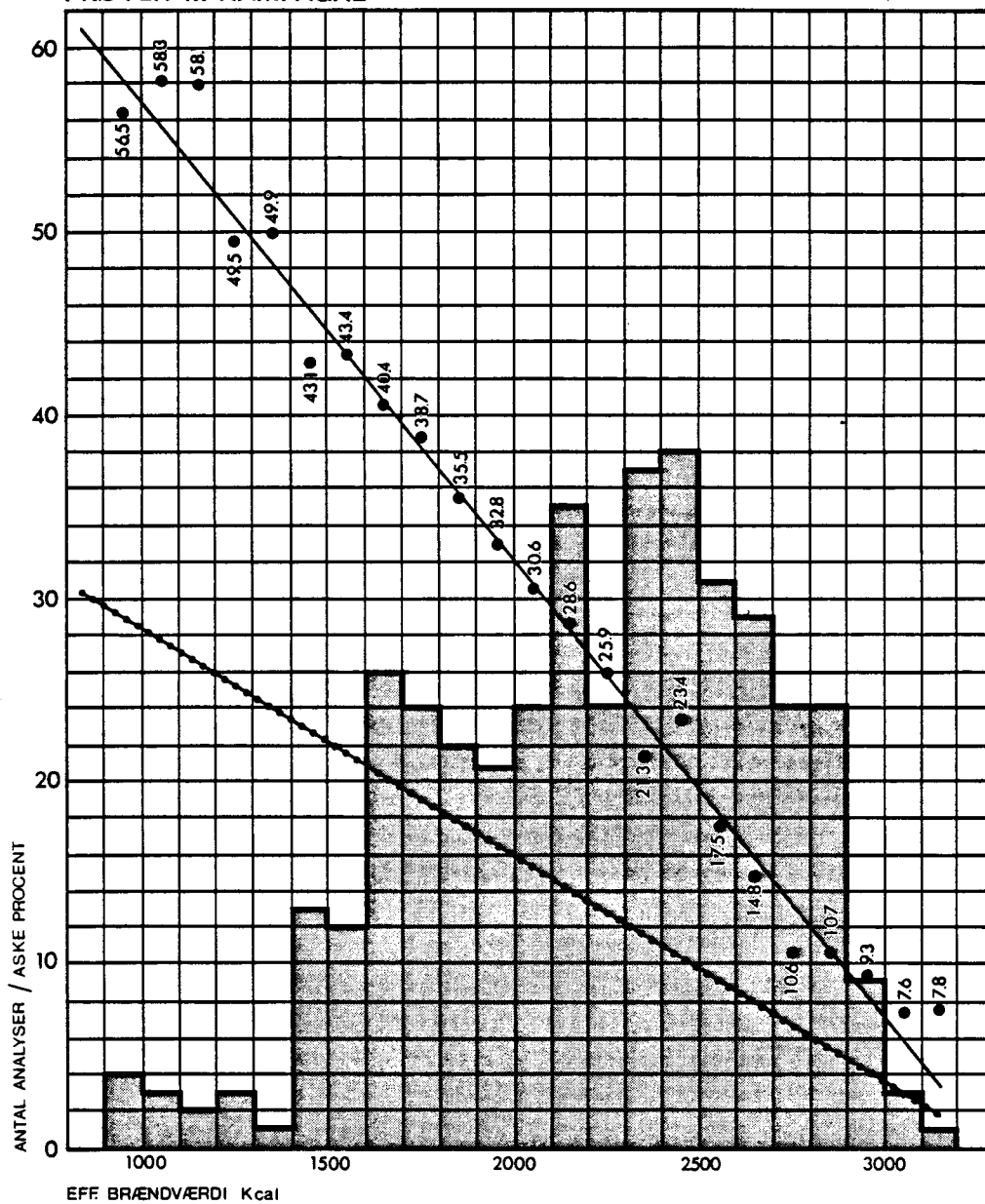


FIG. 11
KEMISKE ANALYSER OG ANTAL
PRØVER III KAMPAGNE



— REGRESSIONSLINIE FOR ASKE%, I VANDFRIE PRØVER

- - - REGRESSIONSLINIE FOR ASKE%, MED 50% VAND



ANTAL ANALYSER

FIG.12
HYPPIGHEDSKURVE FOR VANDPROCENTEN
PRØVER II KAMPAGNE

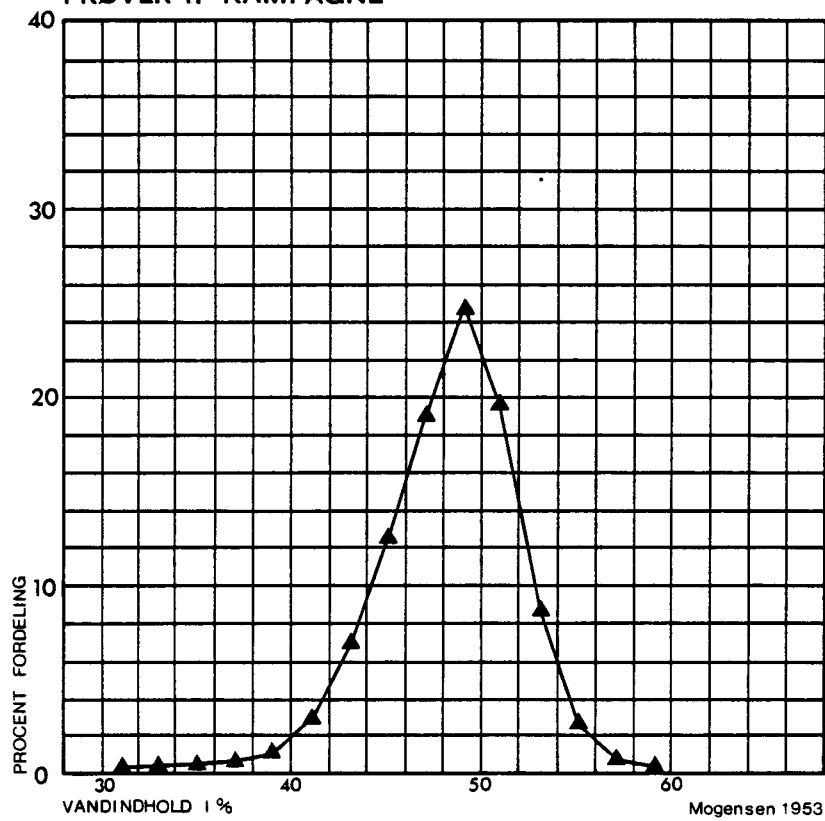


FIG.13
HYPPIGHEDSKURVE FOR ASKEPROCENTEN

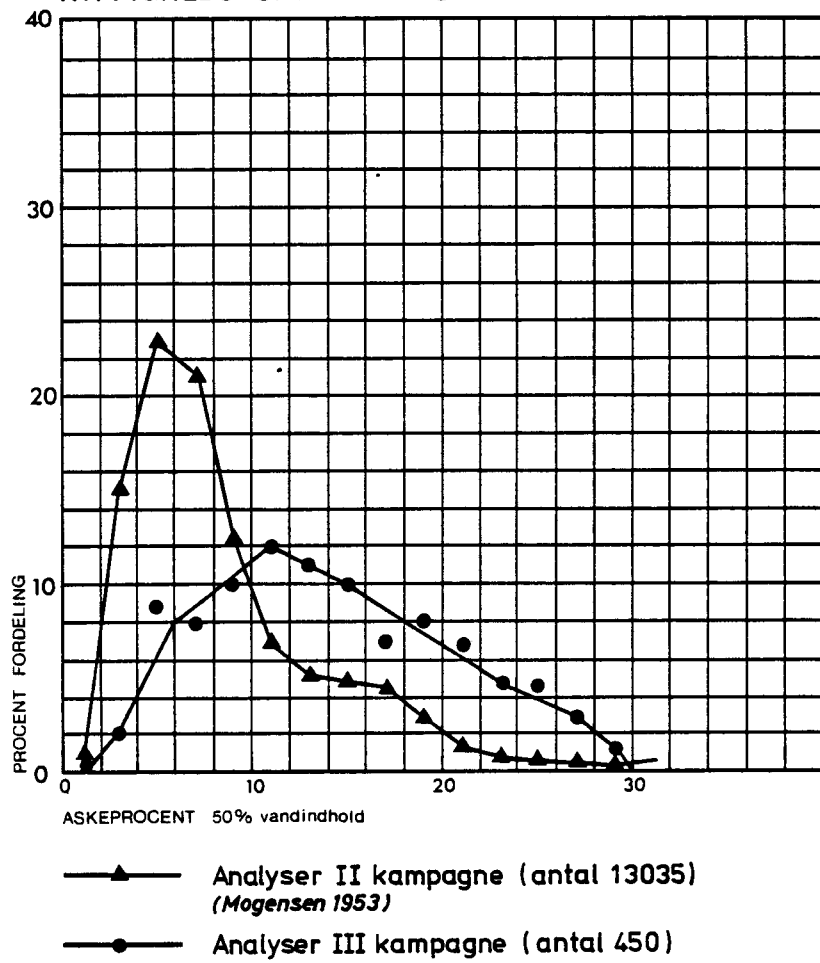
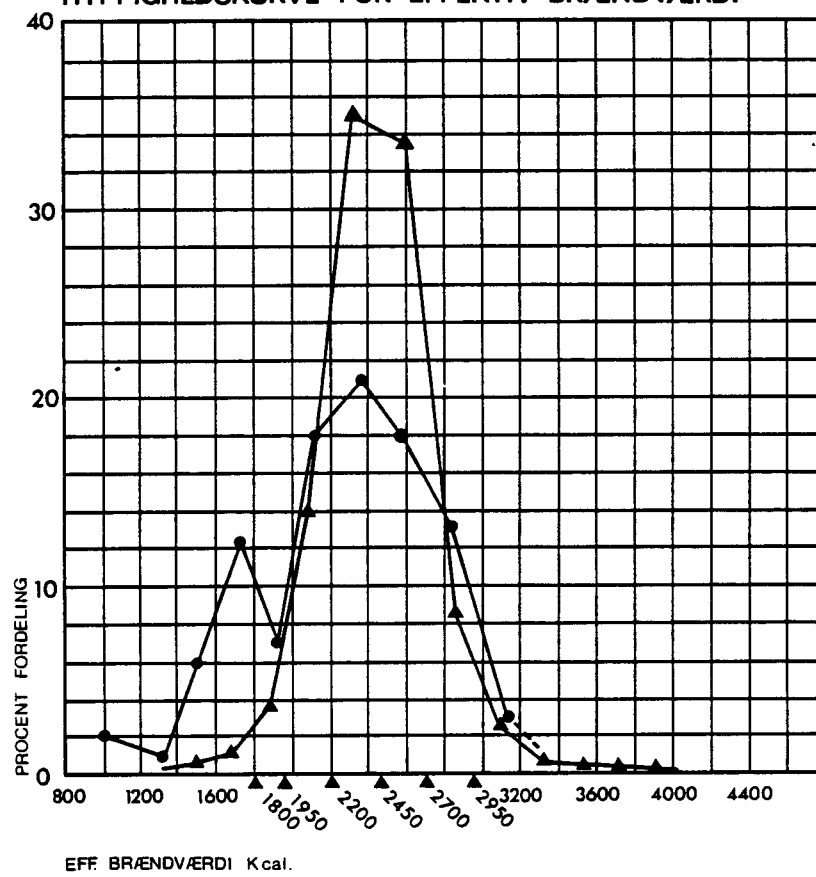


FIG.14

HYPPIGHEDSKURVE FOR EFFEKTIV BRÆNDVÆRDI



EFF. BRÆNDVÆRDI Kcal.

—▲— Analyser II kampagne (antal 13035)
(Mogensen 1953)

—●— Analyser III kampagne (antal 411)

FIG.15
HYPPIGHED FOR BRÆNDVÆRDI AF BRÆNDBART STOF

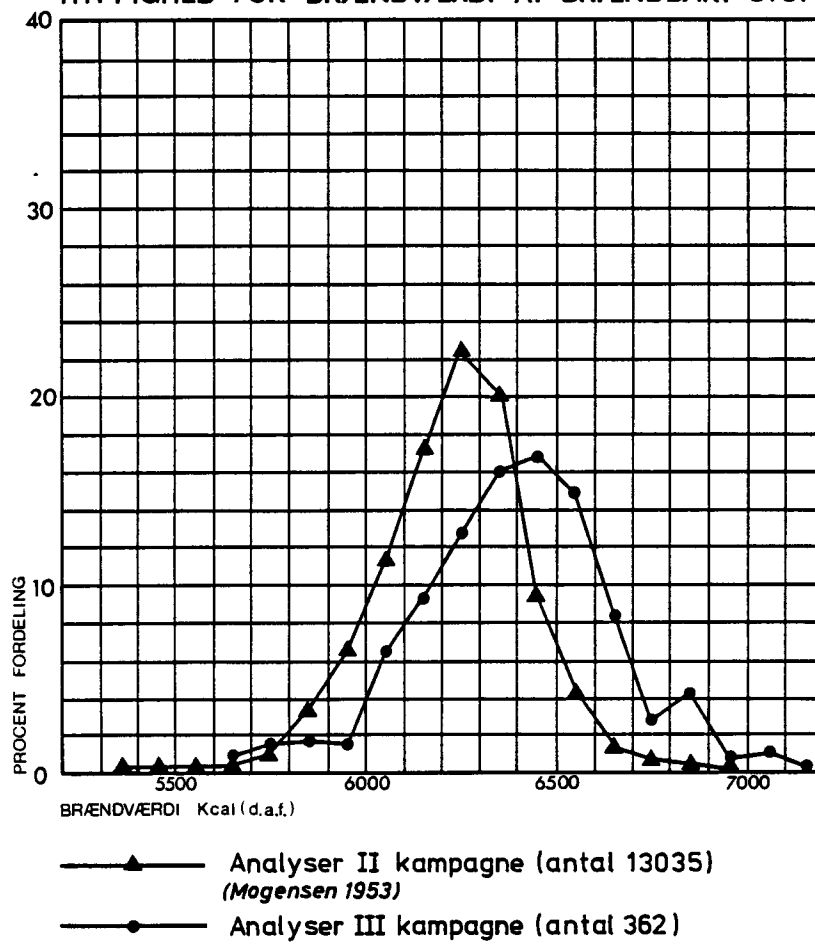
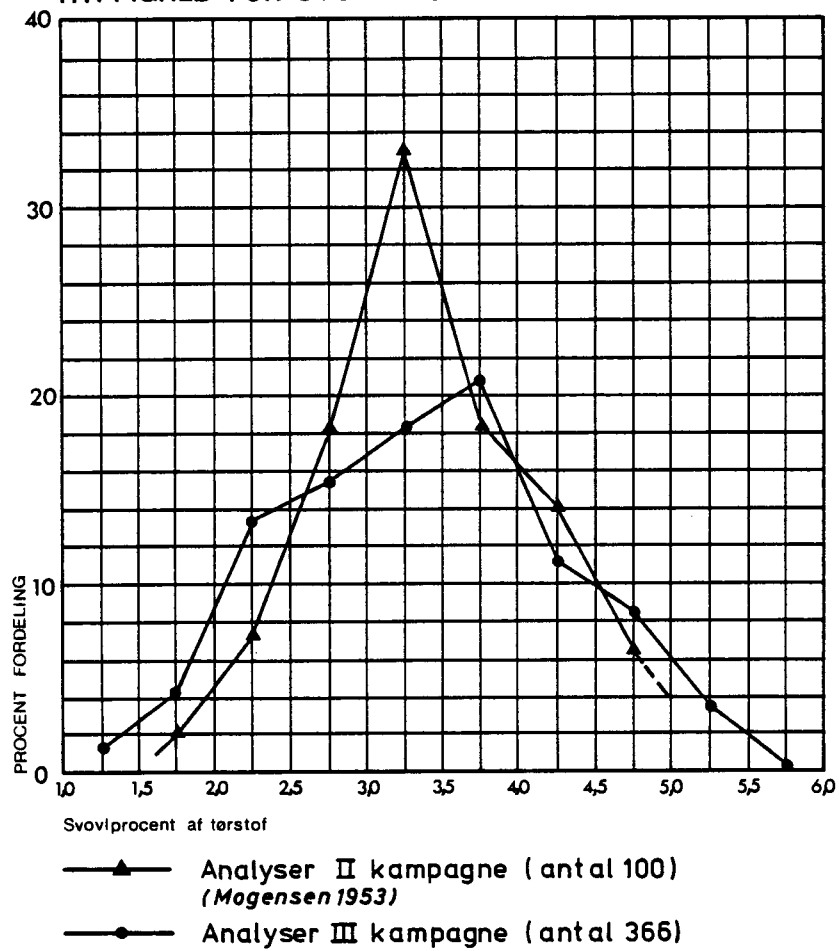
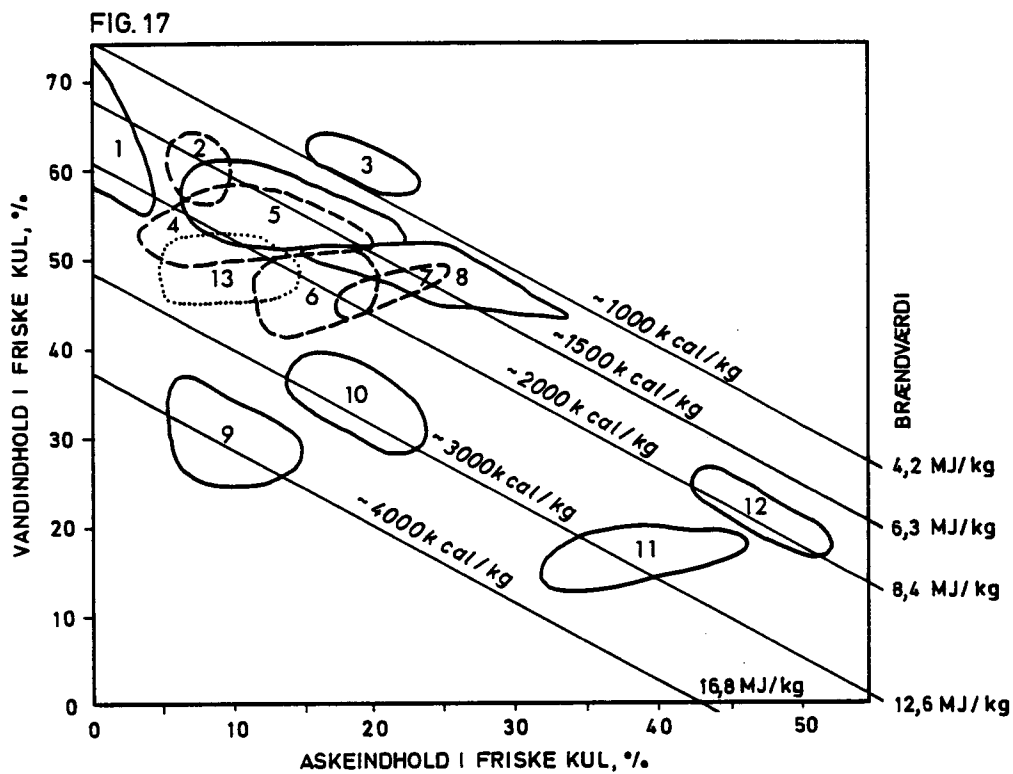


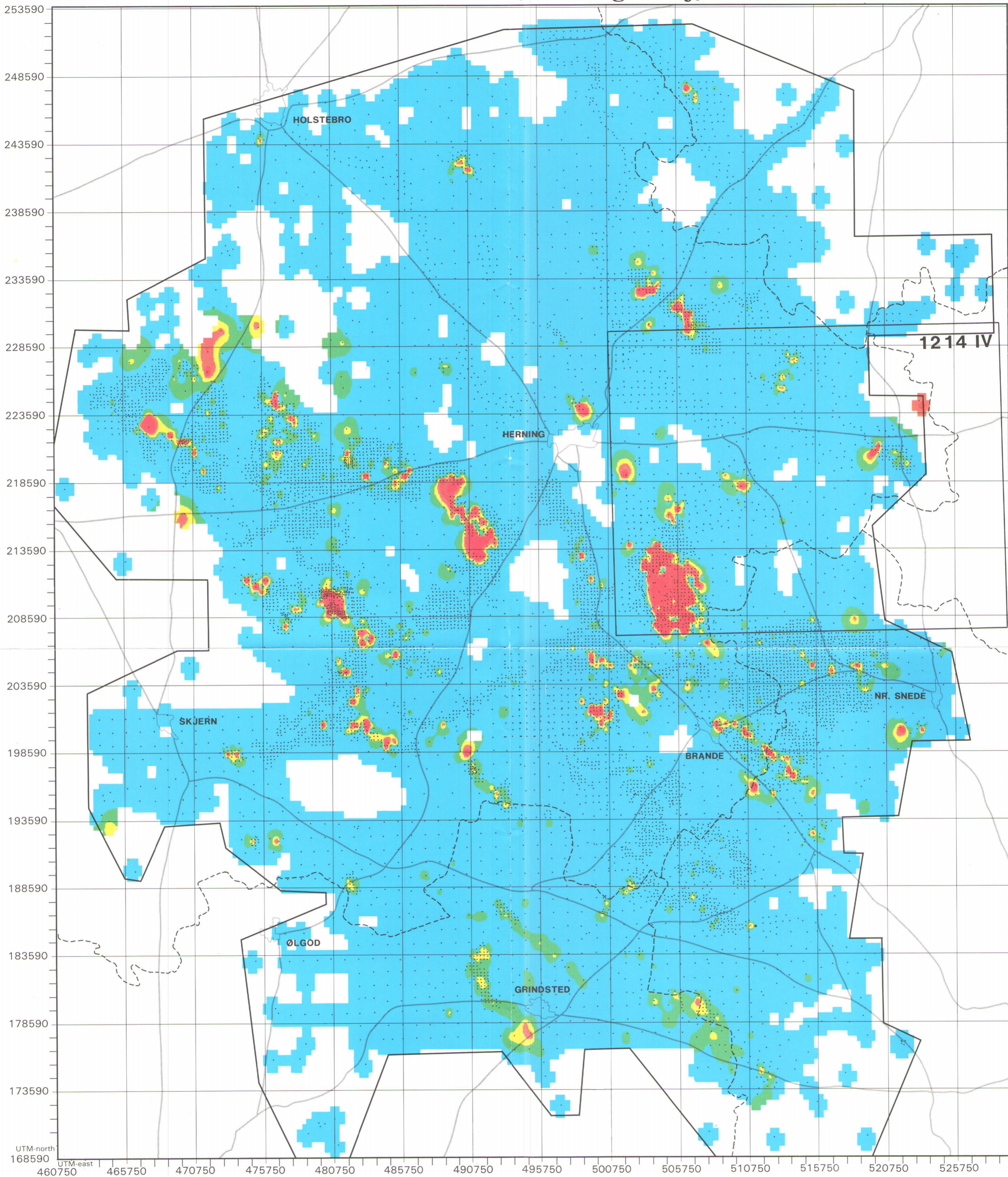
FIG. 16
HYPPIGHED FOR SVOVLPROCENTEN





- | | |
|-----------------------------|--------------------------|
| 1. Yallourn, Australien | 7. Puentes, Spanien |
| 2. Hagenwerder, Ø. Tyskland | 8. Gyongyos, Ungarn |
| 3. Megalopolis, Grækenland | 9. Dakota, Texas, USA |
| 4. Neurath, W. Tyskland | 10. Aliveri, Grækenland |
| 5. Ptolemais, Grækenland | 11. Bobov Dol, Bulgarien |
| 6. Turow, Polen | 12. Tuncbilec, Tyrkiet |
| 13. Danske brunkul | |

Kvalitetsvariation for brunkulsforekomster



Summeret lagtykkelse

I Danmark har brunkul været anvendt som brændsel til el- og varmeproduktion frem til 1972. Under og efter 1. og 2. verdenskrig og i perioden 1958-63 er der udført knapt 14.000 systematiske borer efter brunkul. Boringerne er edb-bearbejdet.

Kortet viser hvor der i Midt- og Vestjylland via borer er registreret forekomster af brunkul. En mindre del af forekomsterne er i dag bortgravet. I den enkelte boring er brunkulslag over 0.2m til en dybde af 30.0m summeret til en samlet kuldykkelse. Det er denne kuldykkelse og beliggenhed, som er vist på kortet.

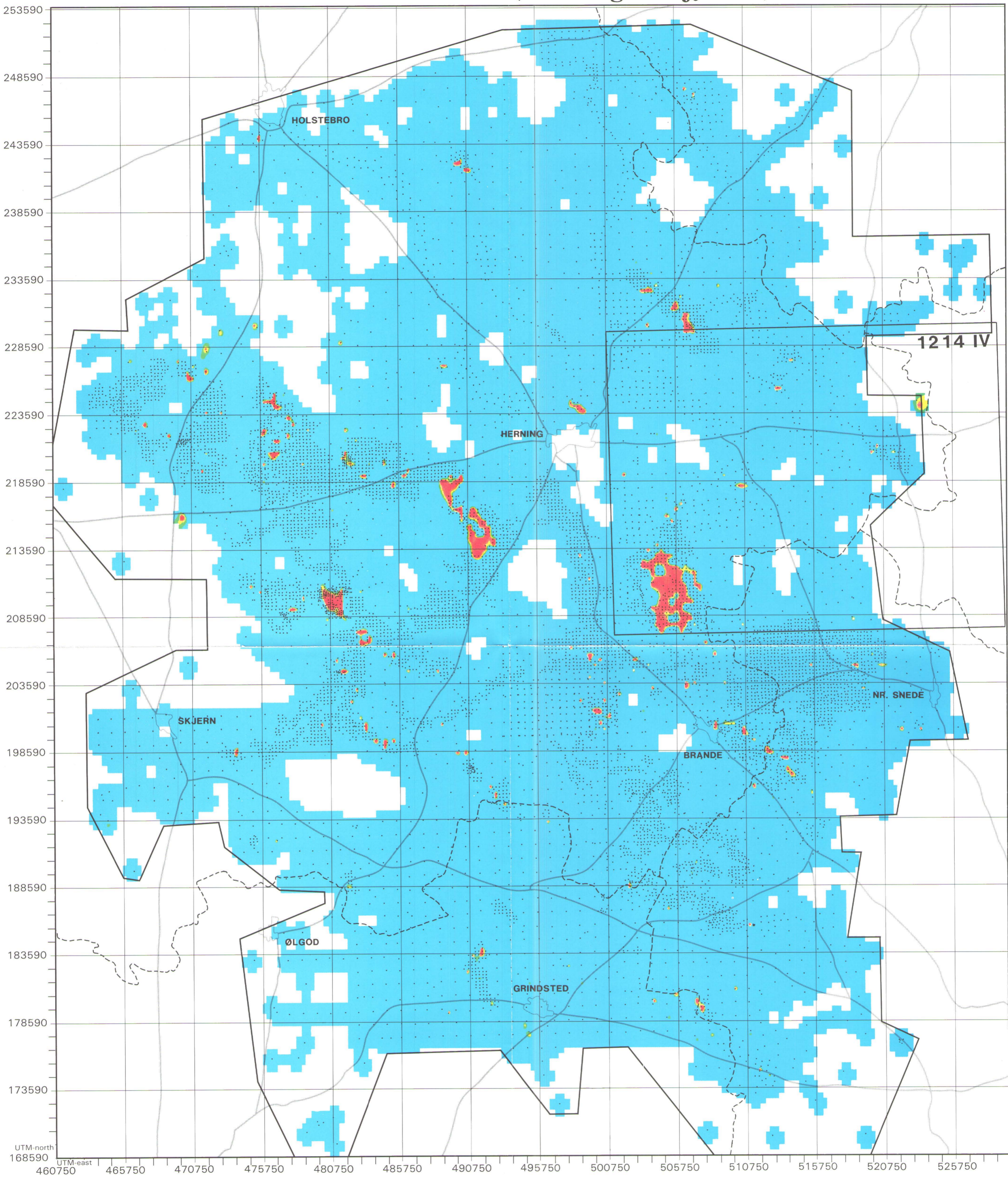
Brunkullene i Danmark er geologisk set fra miocæn epoken i den tertiære periode og 15-20 mill. år gamle.

KORTET FREMSTILLET AF: Allan Grambo-Rasmussen/Sten Aabo Hansen
Energiforskningsprojekt Danmarks Brunkulsreserve
DGU Maj 1984

Legende:

- Over 1,8
- 1,4 - 1,8
- 1,0 - 1,4
- 0,6 - 1,0
- 0,2 - 0,6
- Under 0,2 eller intet
- udefineret

- :Begrænsning af området med systematiske brunkulsboringer
- :Amtsgrense
- :Boring



Graveindex for brunkul:

I Danmark har brunkul været anvendt som brændsel til el- og varmeproduktion frem til 1972. Under og efter 1. og 2. verdenskrig og i perioden 1958-63 er der udført knapt 14.000 systematiske boreringer efter brunkul. Boringerne er edb-bearbejdet.

I vurderingen af rentabiliteten ved udnyttelse af brunkul, er det af interesse at vide hvor meget materiale der skal fjernes før brunkullene kan opgraves og anvendes. Et talmæssigt udtryk herfor er et såkaldt graveindex. I den enkelte boring, er brunkulslag over 0.2m til en dybde af 30.0m summeret til en samlet brunkulsmængde. Graveindexet udtrykker forholdet mellem overjorden og brunkulsmængden. Eksempelvis giver brunkul i 12 meters dybde i en tykkelse på 1 meter et graveindex på 12:1 eller blot 12.

På kortet er vist variationen i graveindex.

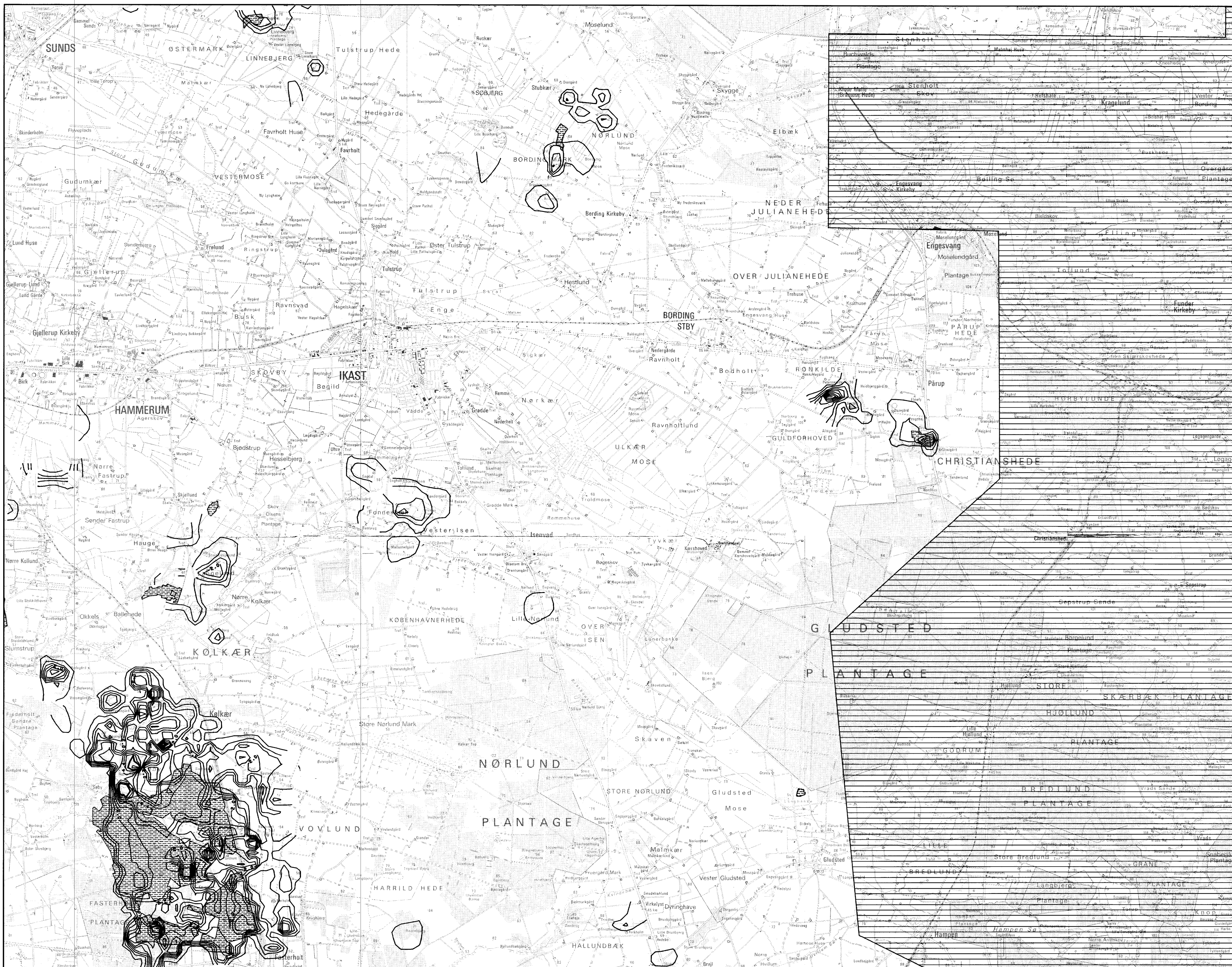
Brunkullene i Danmark er geologisk set fra miocæn epoken i den tertiære periode og 15-20 mill. år gamle.

KORTET FREMSTILLET AF: Allan Grambo-Rasmussen/Sten Aabo Hansen
Energiforskningsprojekt Danmarks Brunkulsreserve
DGU Maj 1984

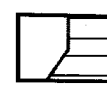


Legende:



- :Begrænsning af området med systematiske brunkulsboringer
- :Amtsgrense
- :Boring



LEGENDE:

-  :Grænse mellem områder m. og u. brunkulsboringer. Raster angiver områder uden brunkulsboringer.
-  :Brunkulsforekomst kontureringskurve Kurvækvidde 0,6m 1. kurve begynder ved 0,2m brunkul
-  :Brunkulgrave

I Danmark har brunkul været anvendt som brændsel til el- og varmeenergi frem til 1972. Under og efter 1. og 2. verdenskrig og i perioden 1958-63 er der udført knap 14.000 systematiske boringer efter brunkul. Boringerne er edb-bearbejdet.

Kortet viser hvor der i Midt- og Vestjylland via boringer er registreret forekomster af brunkul. En mindre del af de viste forekomster er i dag bortgravet. I den enkelte boring er brunkulslaget over 0,2 m til en dybde af 30,0 m summeret til en samlet kultykkelse. Denne kultykkelse og beliggenheden er vist på kortet.

Brunkullene i Danmark er geologisk set fra mioocæn epoken i den tertiære periode og er 15-20 mill. år gamle.

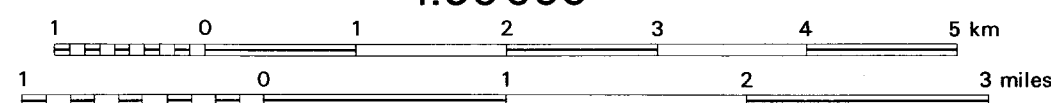
KORTET FREMSTILLET AF: Allan Grambo-Rasmussen/Bjørn Hermansen
Energiforskningsprojekt Danmarks brunkulsreserver
DGU Maj 1984

Udgivet af Danmarks Geologiske Undersøgelse
Maj 1984

Topografisk grundmateriale er
Geodætisk Instituts 2 cm kort. Udg. 1.0.1.
Reproduceret med tilladelse A. 881/71
af Geodætisk Institut.

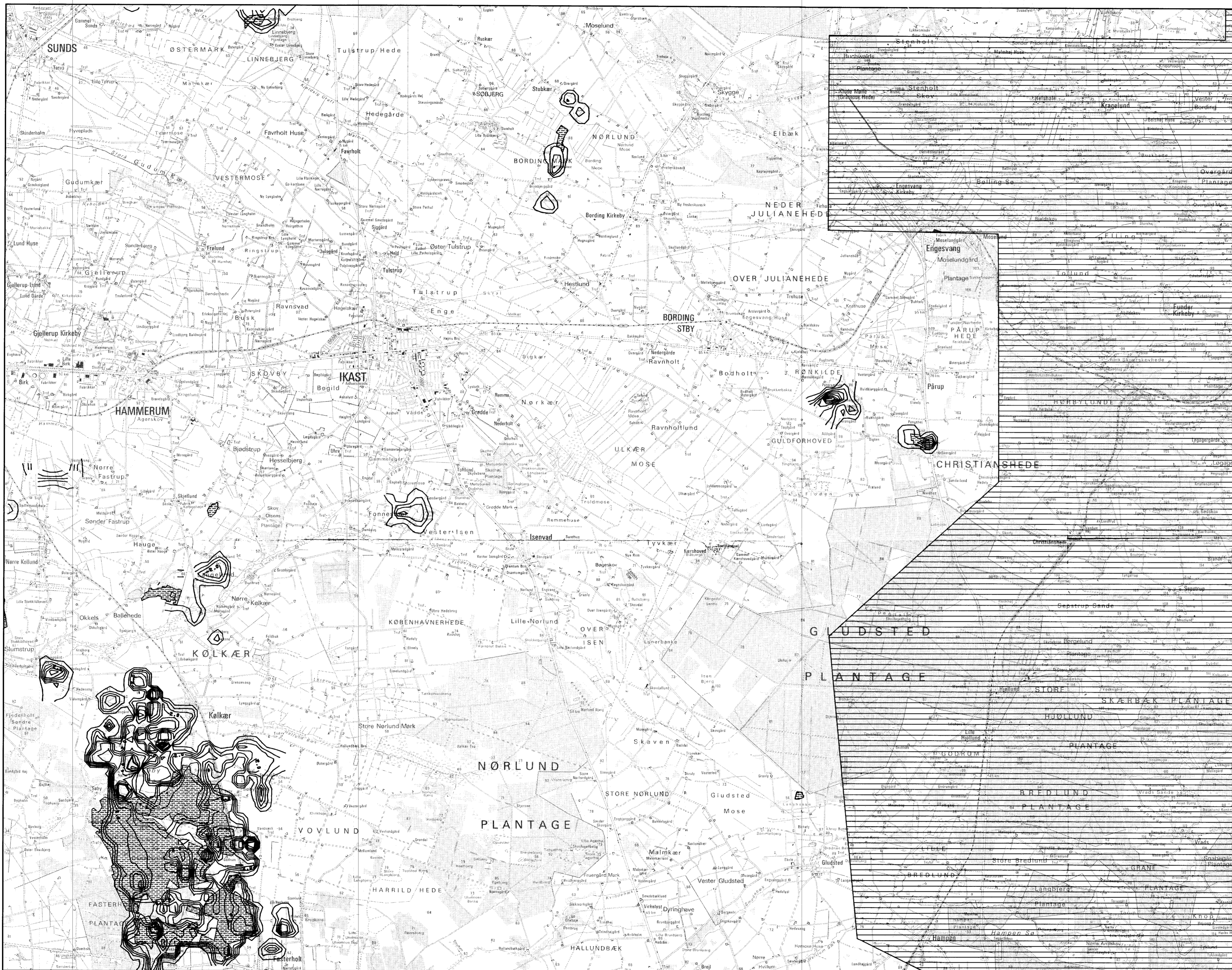
BRUNKULSFØREKOMSTER uden anvendelse af graveindex.

1:50000



TILSTØDENDE BLADE
ADJONING SHEETS
ANGRENZENDE BLÄTTER

1115 II	1215 III	1215 II
1114 I	1214 IV	1214 I
1114 II	1214 III	1214 II



LEGENDE:

 :Grænse mellem områder m. og u. brunkulsboringer. Raster angiver områder uden brunkulsboringer.

 :Brunkulsforekomst
konturens kurve
Kurvækvævdistance 0,6m
1. kurve begynder ved 0,2m brunkul

 :Brunkulsgrav

I Danmark har brunkul været anvendt som brændsel til el- og varme- og varveproduktion frem til 1972. Under og efter 1. og 2. verdenskrig og i perioden 1958-63 er der udført knap 14.000 systematiske borer efter brunkul. Boringerne er edb-bearbejdet.

I vurderingen af rentabiliteten ved udnyttelse af brunkul, er det af interesse at vide hvor meget materiale der skal fjernes før brunkulene kan opgraves og anvendes. Et talmæssigt udtryk herfor er et såkaldt graveindex. Graveindexet er forholdet mellem overjorden og brunkulsmængden. Eksempelvis giver brunkul i 12 meters dybde i en tykkelse på 12:1 eller blot 12. I den enkelte boring er brunkulslag over 0,2 m til en dybde af 30,0 m summeret til en samlet kultrykkelse.

Kortet viser den konturerede kultrykkelse for forekomster, der har et graveindex mindre end eller lig 12,0.

Brunkullene i Danmark er geologisk set fra miocæn epoken i den tertiære periode og er 15-20 mill. år gamle.

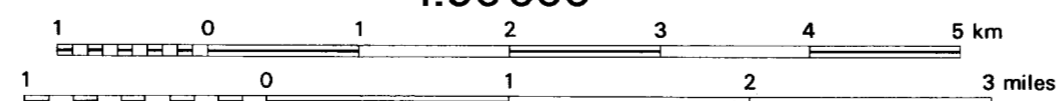
TRYK: C. A. BACKHAUSEN A/S, KØBENHAVN

Udgivet af Danmarks Geologiske Undersøgelser
Maj 1984

Topografisk grundmateriale er
Geodætisk instituts 2 cm kort. Udg. 1.0.1.
Reproduceret med tilladelse A, 881/71
af Geodætisk Institut.

BRUNKULSFØREKOMSTER-med anvendelse af graveindex.

1:50000



KORTET FREMSTILLET AF: Allan Grambo-Rasmussen/Bjørn Hermansen
Energiforskningsprojekt Danmarks brunkulsreserver
DGU Maj 1984

TILSTØDENDE BLADE
ADJØJNING SHEETS
ANGRENZENDE BLÄTTER

1115 II	1215 III	1215 II
1114 I	1214 IV	1214 I
1114 II	1214 III	1214 II

I Danmark findes brunkulsforekomster i Midt- og Vestjylland. Generelt forekommer brunkulslagene i dybder fra 15-25 m og med lagtykkelser på få millimeter og op til 3-4 m. I 1921 og under og efter 2. Verdenskrig, samt i perioden 1958-63 udførte Danmarks Geologiske Undersøgelse (DGU) systematiske boringer efter brunkul. Boringerne er registreret og arkiveret på instituttet. I september 1980 startede DGU et fasedelt projekt finansieret af energiforskningsprojektets penge (EFP-midler). Projektet har ved brug af moderne edb-teknik behandlet det arkiverede materiale med henblik på beliggenheden, mængden og kvaliteten af brunkulsforekomsterne.

Danmarks Geologiske Undersøgelse
Thoravej 31
DK 2400 København NV
Danmark
Telefon 01 10 66 00

ISBN 87 88640 04 3