

DANMARKS UNDERGRUND

af

H. Wienberg Rasmussen
tegninger: Chr. Rasmussen

Gengivelse af tegningerne er kun tilladt
efter aftale med forfatter og tegner.

Det yngste afsnit af Jordens historie betegnes kvartær-perioden. Den har varet omkring 1 million år, og i løbet af den tid er Danmark 3 gange blevet dækket af indlandsis, som fra Skandinaviens fjelde bredte sig ud over store dele af Nordeuropa. Indlandsisen har afhøvlet landoverfladen og efterladt et dække af løse jordarter, som er aflejret af isen og smeltvandsfloderne. De ældre lag, som ligger under dette dække af kvartær-periodens jordlag betegnes undergrunden.

De kvartære jordlags tykkelse varierer fra sted til sted. Den kan nå op mod 250 m, men er de fleste steder mindre end 50 m. Kun ganske få steder mangler kvartære lag helt. Lag fra undergrunden er hist og her blotet i kystklinter og langs vandløb og er tilgængelige i kalkbrud, mange lergrave og andre udgravninger. De kendes tillige fra talrige boreriger efter vand og fra de dybe boreriger, som hovedsagelig i årene 1947-1959 blev udført for at undersøge mulighederne for olieforekomster i undergrunden.

Den lagserie, som udgør undergrunden, er dannet i løbet af Jordens historie fra de ældste tider indtil kvartær-periodens begyndelse. Lige som man kan inddеле kulturens historie i afsnit som oldtid, middelalder og nyere tid, med talrige underafsnit, kan Jordens lange historie deles i urtid (prækambrium), oldtid (palæozoisk tid), middelalder (mesozoisk tid) og nyere tid (kænozoisk tid), og hver af disse deles i afsnit, som betegnes jordperioder. Jordlagene er aflejret oven på hinanden, så de ældste lag ligger nederst og de yngste lag ligger øverst. I skemaet er periodernes navne angivet i samme orden.

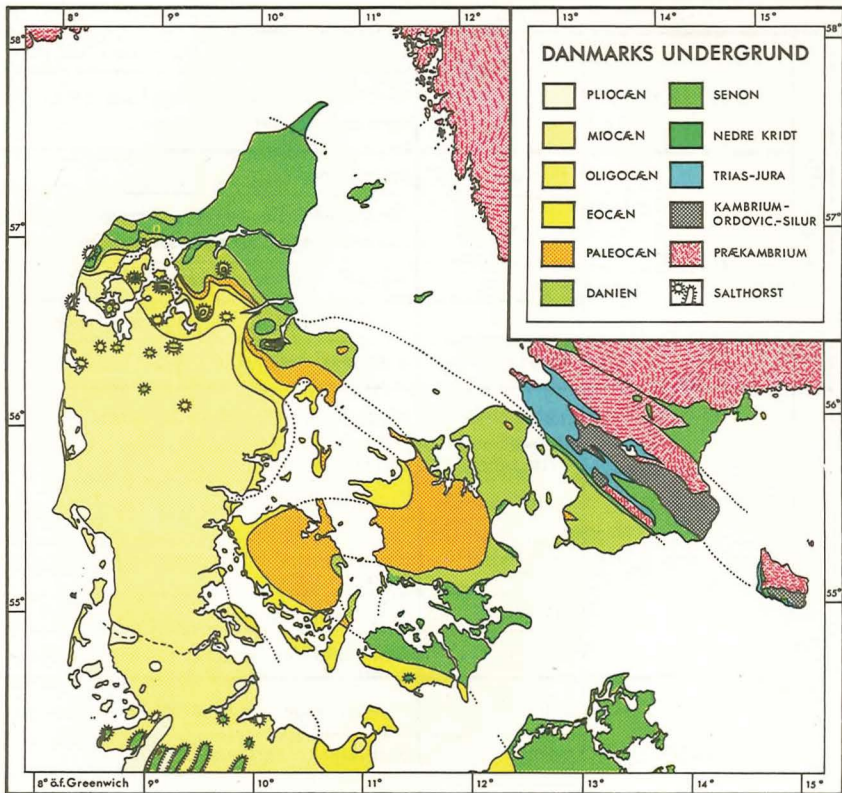
Da indlandsisen i kvartær-perioden bredte sig ud over Danmark, har den de fleste steder høvlet de øverste lag af undergrunden bort. De steder, hvor lagene lå højt, har isen fjernet mest, og det er derfor ikke overalt de samme lag, som danner toppen i den del af undergrundens lagserie, som er bevaret under de kvartære jordarter.

På grundlag af iagttagelser af undergrundens lag i blotninger og boringer er fremstillet et undergrundskort, som viser, hvilke lag der findes umiddelbart under det kvartære dække. Undergrundskortet er således ikke et udtryk for de enkelte lags fulde udbredelse i undergrunden, men viser kun det snit, som isen har skåret gennem lagserien.

De ældste bjergarter i Danmark stammer fra Jordens urtid og har en alder af omkring 1.500 millioner år. Det er granit, gnejs og lignende bjergarter, som findes på Bornholm, og som i øvrigt udgør undergrunden i størstedelen af Sydnorge, Sverige og Finland. Undersøgelser af disse bjergarter og sammenligning med tilsvarende bjergarter i gamle bjergkæder viser, at granitten og gnejsen er dannet ved stort tryk og høj temperatur adskillige kilometer under Jordens overflade og har udgjort de dybeste dele af store foldebjerger. Efterhånden som bjergene smuldrede bort blev de dybere liggende dele hævet op mod overfladen, og efter at omkring en milliard år var forløbet, altså ved slutningen af urtiden for ca. 600 millioner år siden, lå granit og gnejs nær overfladen, kun dækket af rester af smuldringsmaterialet, som vi nu finder i form af den rødlige Neksø-sandsten på Bornholm.

De lag, som efter urtiden er aflejret i Danmark er praktisk talt alle aflejret i havet. På landjorden nedbrydes bjergarterne af sol og vind, frost og vandløb. Smuldringsmaterialet føres af sted med floderne for før eller siden at ende i havet, hvor de de fleste steder er bevaret i fred lige siden. I lagene findes ofte rester af forstenede dyr og i enkelte tilfælde forstenede planter. Det er forskellige arter af planter og dyr, man finder i de forskellige lag. Takket være livets rige variation og udvikling gennem tiderne er forsteningerne blevet det vigtigste middel til at genkende aflejringer fra de enkelte jordperioder og mindre tidsafsnit.

Ved begyndelsen af Jordens oldtid skyllede havet ind over Sjælland, Bornholm og en stor del af den skandinaviske halvø. Lagserien fra den første jordperiode, kambrium, begynder med sandede kystaflejringer, som vi nu finder bevaret på Bornholm som hvidlig kvartsitisk sandsten og grønlig, leret sandsten. I kvartsiten er enkelte steder fundet karakteristiske gravange efter orme i havbunden, og i grønsandstenen findes små, kræmmerhusformede huse af uddøde dyr. Derefter fulgte lag af ler, som blev aflejret i stillestående, iltfattigt vand. De dyr, som døde i vandet, gav vandet og bundens lerlam et stinkende indhold af stoffer fra forrådnelsen. Disse lag ses nu som sort skifer, der indeholder så meget organisk stof, at de kan brænde. I tidligere tid har man, navnlig i Sverige, brændt sådanne



skifre for at udvinde alun af asken. Derfor kaldes skiferen også alunskifer. Foruden skifer indgår enkelte lag og klumper af kalksten i lagserien. I lagene findes en del forsteninger, navnlig trilobiter, som er en uddød gruppe af leddyr, der i det ydre kan minde om krebsdyr.

I lagserien fra de to efterfølgende perioder, ordovicium og silur, veksler skifre og grå kalksten. I disse lag findes andre arter af trilobiter, men i skiferen findes tillige mange forsteninger af en anden uddød dyregruppe, graptoliterne. I enkelte lag veksler skiferen med gråt ler, som er dannet ved forvitring af asken fra vulkanske udbrud.

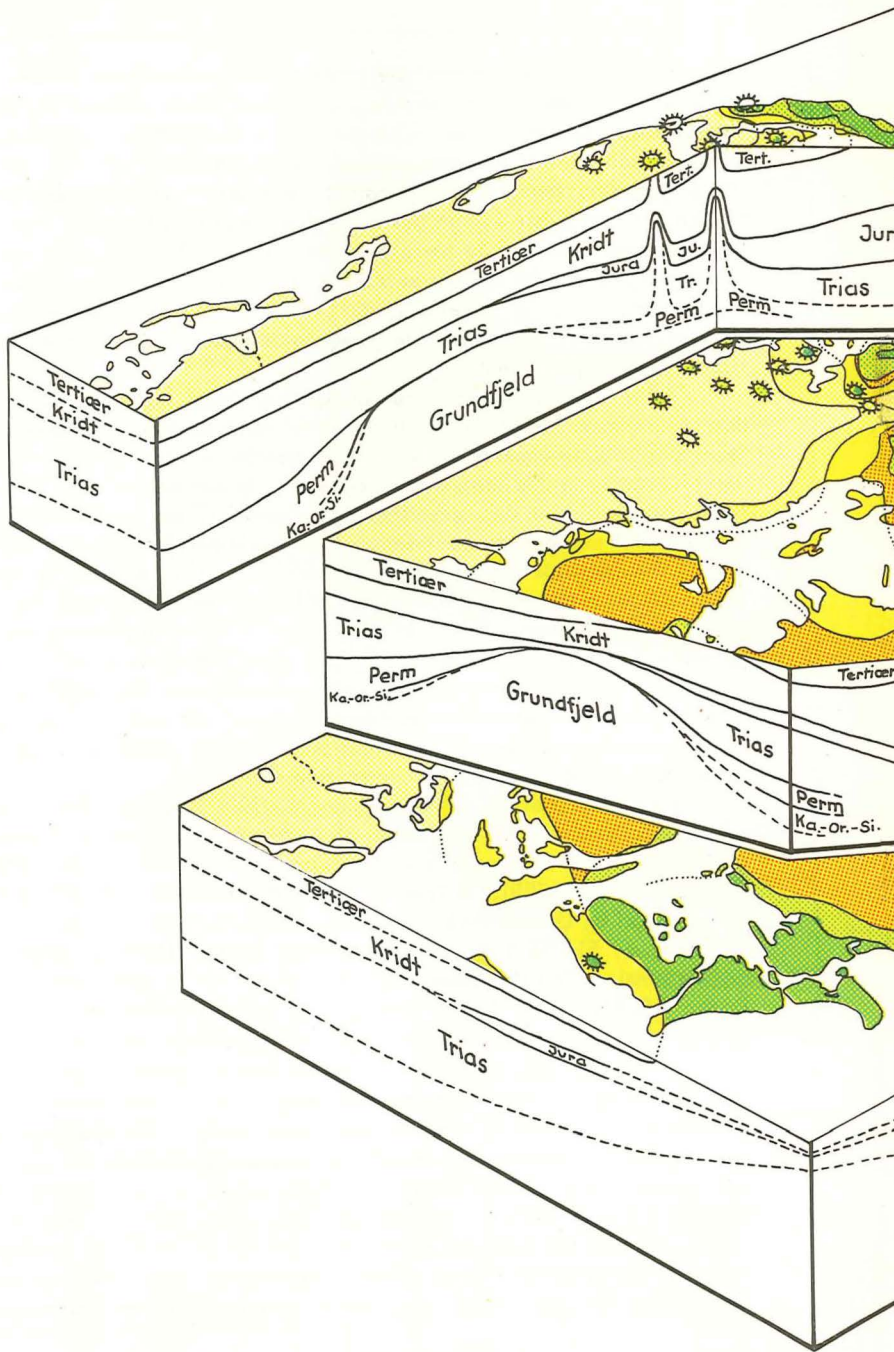
LAGSERIEN I DANMARK

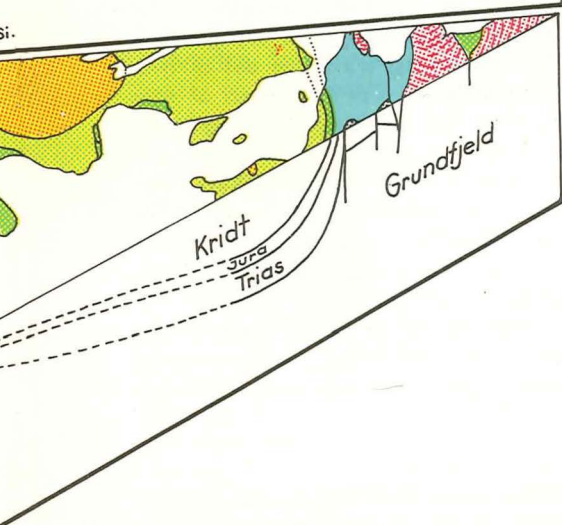
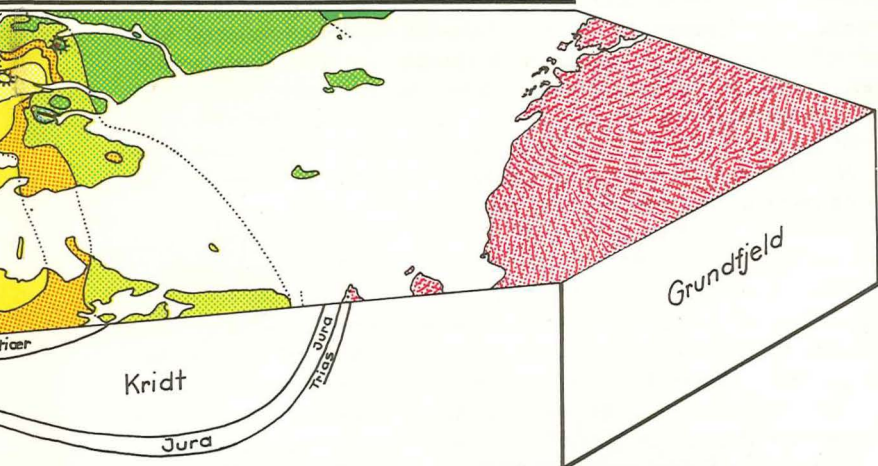
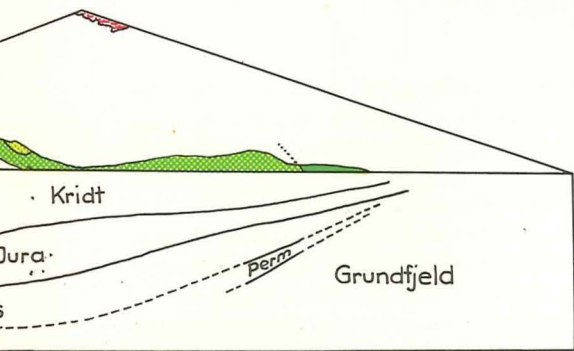
Mill.år	Perioder	Etager	Formationer	
1	KVARTÆR	nutid	stenalderhav, vadehav, moser, klitter	
		istid	moræner, smeltevandslag, interglaciale lag senglaciale lag	
	TERTIÆR	pliocæn	ler og sand	
		miocæn	ferskvand: glimmerler, glimmersand, brunkul havaflejringer: glimmerler, glimmersand	
		oligocæn	mergel, ler, jernsandsten	
		eocæn	mo-ler, plastisk ler, vulkansk aske	
		paleocæn	grønsand, mergel	
70	MIDDELALDER	KRIDT	danien	bryozo-kalk, koral-kalk, slamkalk, kalksten
øvre senon			skrivekridt	
			nedre senon	Bavnodde-grønsand
turon			Arnager-kalk	
cenoman			Arnager-grønsand	
albien			fosforit-konglomerat	
neokom			ferskvands-ler og sand	
JURA		malm	havaflejringer af sand og ler	
		dogger	overvejende ferskvandsaflejringer	
		lias	ferskvandslag: ler, sand, brunkul havaflejringer: ler, lerjærnsten, skifer	
TRIAS		keuper	rødt ler, brunkul, ler, skifer	
		muschelkalk	kalk og mergel	
		buntsandstein	ferskvandslag af rødt ler og sand	
220	PERM	zechstein	kalk, dolomit, anhydrit, salt	
		rotliegendes	ferskvandslag af rød sandsten, vulkansk lava	
	KARBON (KUL)			
	DEVON			
	SILUR	graptolit-skifer		
	ORDOVICIUM	orthoceratit-kalk, graptolit-skifer		
	KAMBRIUM	Balka-kvartsit, grønnsandsten, alunskifer		
400	OLDTID	PRÆ-KAMBRIUM	Neksø-sandsten	
600			diabas	
			granit, gnejs, pegmatit	

Fra de to følgende perioder, devon og karbon findes ingen aflejringer i Danmark. Det skyldes, at havet havde trukket sig tilbage fra Danmark og fra størstedelen af Nordeuropa. Forklaringen på denne ændring i havets udbredelse må være, at på den tid opstod nogle af Jordens største bjergkæder, deriblandt den norske fjeldkæde og senere de mellemeuropæiske bjerge. Disse bjerge består af lag, som er aflejret i havet og derefter er foldet sammen og hævet, så de nu rager højt op over havet. Ved de store bjergkædefoldninger er mange millioner km³ af bjergarter rundt om i verden hævet op af havet, og det medførte en sænkning af havets overflade. Derfor er alle store bjergkædefoldninger ledsaget af en midlertidig tilbagetrækning af havet.

Aflejringer fra begyndelsen af Jordens oldtid var især knyttet til randen af urtidens skandinaviske kontinent. Med de store foldninger opstod i løbet af perioderne devon og karbon et kontinent, som omfattede størstedelen af Nord- og Mellemeuropa, og i den følgende periode, perm, udløstes mange steder den spænding og uligevægt, som ved foldningerne var opstået i det europæiske kontinent. I en boring ved Slagelse, som når ned til lag fra begyndelsen af Jordens oldtid, ser man derfor, at disse gamle lag er blevet mere eller mindre skråt stillede, mens de yngre lag, som ligger ovenpå, ligger vandret og uforstyrret. I Oslo-området opstod kilometer-dybe sprækkezoner, gennem hvilke lava trængte op til overfladen og størknede som porfyr og andre bjergarter, og tilsvarende sprækker, forskydninger og lavabjergarter kendes fra Harzen. I Danmark er lignende porfyr og lava fra begyndelsen af perm-perioden fundet i dybe boringer ved Rødby på Lolland og ved Rødebro nær Åbenrå.

I området mellem urtidens skandinaviske kontinent og de nye, mellem-europæiske bjerge bevirkede uligevægten i kontinentet, at store områder af jordskorpen begyndte at synke ganske langsomt, så der opstod langstrakte lavninger adskilt af rygge. De dybe boringer efter olie i Nordtyskland, Polen og Danmark viser, at et sænkningssområde strækker sig fra Nordjylland over Sjælland og videre ned mod Polen. Dette område kaldes det danske bassin. Det afgrænses mod nord af granit og gnejs fra urtiden, som findes i Skåne og er fundet i en boring ved Frederikshavn. Mod syd begrænses det danske bassin af en ryg i undergrundens lag fra Vestjylland over Fyn mod Lolland, mens Sønderjylland danner kanten af et nordtysk bassin. Sænkningen i disse bassiner har foregået lige siden perm-perioden for omkring 250 millioner år siden – og foregår stadig. Havaflejringer har gang på gang udfyldt bassinerne, men de er bestandigt genopstået ved den fortsatte nedsynkning. Disse bassiner er derfor nogle af de vigtigste aflejringsområder i Nordeuropas geologiske udvikling siden perm. I midten af bassinerne, hvor sænkningen var kraftigst, blev der plads til de tykkeste lagserier, og alle lagene tynder ud mod bassinernes rand. Ved Glamsbjerg på den fynsk-jyske ryg findes lag, som er ældre end perm i en dybde af kun





835 m og ved Frederikshavn i en dybde af knap 1300 m. Hvor lagserien er tykkest er den ikke gennemboret, men anslås til mindst 4500 m. En ned-synkning på mellem 3 og 4 km i løbet af 250 millioner år svarer til gennemsnitlig lidt over 1/100 mm årligt.

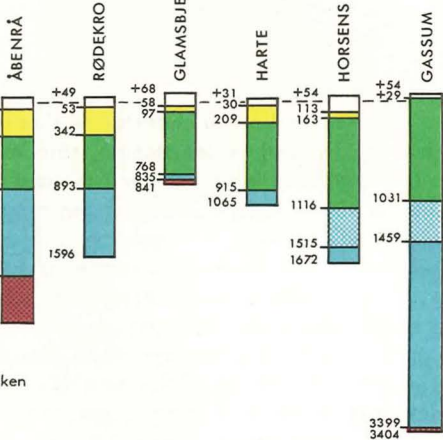
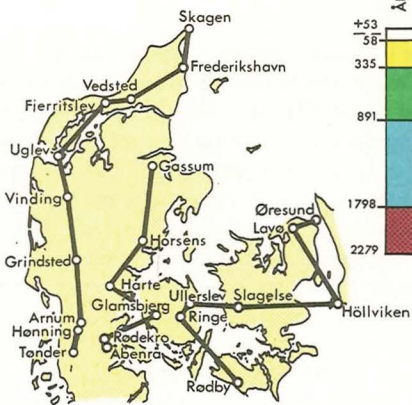
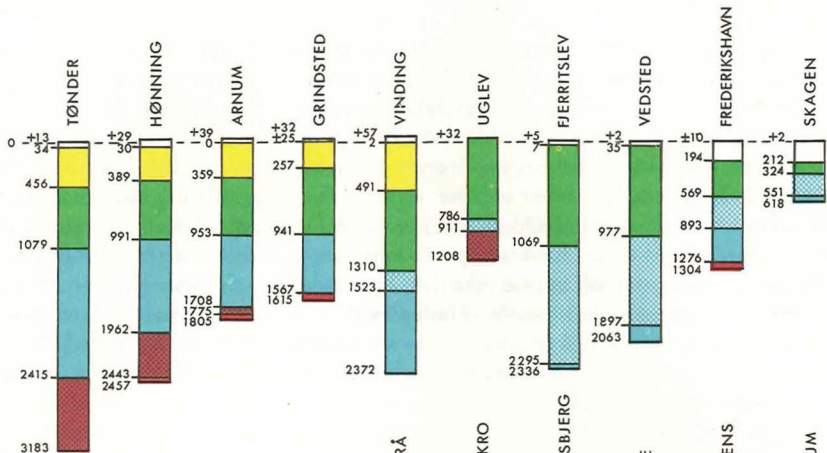
Allerede fra begyndelsen af perm findes i bassinerne sammenskyllede lag af rødligt eller brunligt sand og ler aflejret af vandløb, og i øvre-perm trængte havet ind i bassinerne i Tyskland og Danmark. Klimæet var dengang ørkenagtigt - varmt og tørt - i Nordeuropa. Det fremgår af, at der næsten ikke findes lag af sand og ler, som ellers plejer at blive ført med floder ud i havet. Men selve havvandet indeholder forskellige opløste salte. Det vand, som fordampede fra overfladen af de lave bassiner, blev erstattet af nyt havvand, som lejlighedsvis trængte ind over lave tærskler fra oceanet. Indholdet af opløste stoffer blev derved gradvist forøget og og koncentreret og begyndte at udskilles på havbunden som kalksten, anhydrit (vandfri gips), stensalt og til sidst eventuelt de lettest opløselige kalisalte. Man finder i Danmarks og Tysklands undergrund betydelige lag af salt fra perm-perioden, som til sidst fyldte de lave bassiner.

I begyndelsen af Jordens middelalder, perioderne trias og jura, gendannedes bassinerne ved den fortsatte nedsynkning, og der aflejredes hovedsageligt ler og sand. Det er dels ferskvandsaflejringer, dels havaflejringer, afhængig af om aflejringen holdt trit med bassinernes nedsynkning. I trias dannedes hovedsagelig ferskvandslag af sandsten og lersten med røde og brune farver. Klimæet var fortsat varmt og tørt, og der indgår enkelte lag af kalk, anhydrit og stensalt, som er udskilt af havvand, der lejlighedsvis trængte ind over de laveste områder. De røde lerlag fra sidste del af trias findes også i et lille område ved Bornholms sydkyst. Før slutningen af trias trængte havet ind i det danske bassin, hvor der dannedes skifre og sandsten med muslinger, ammoniter, rester af fisk og andre forsteninger. Samtidig blev klimæet mere fugtigt, og i boreriger i Vendsyssel og enkelte steder i den sydlige del af landet er fundet ferskvandsaflejringer med plantester og ubetydelige kullag vekslede med kystaflejringer. Lag fra jura-perioden mangler på den fynsk-jyske ryg og i Sønderjylland - som åbenbart var land, men i Nordjylland er fundet havaflejringer af skifer og lersten med talrige forsteninger, og den nederste del af denne lagserie findes også i boreriger på Sjælland - mens man ved Rødby, i Skåne og på Bornholm finder ferskvandsaflejringer med brunkul fra nedre-jura vekslede med enkelte kystaflejringer.

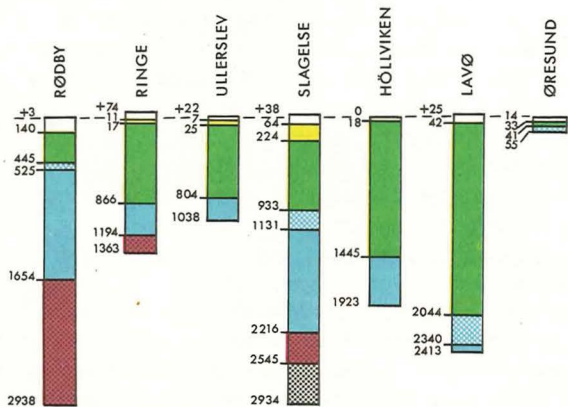
I det sidste afsnit af Jordens middelalder, kridt-perioden, bredte havet sig ud over hele Danmark. Tilførslen af ler og sand mindskedes hur-

tigt, og aflejringen af kalk blev dominerende. Den nederste del af kridt-periodens lag af sand, ler, mergel og kalksten er blottet flere steder på Bornholm og kendes tillige fra de dybe borer i den øvrige del af landet. De øverste lag består af skrivekridt og kalksten, som ikke er bevaret på Bornholm, men er synlige mange steder i Nordjylland, Sydsjælland og Møn. Skrivekridtet består af fine kalkpartikler udskilt af havvandet og mikroskopiske kalkplader (kokkolither) fra encellede organismer, som har levet i havet. Kalkstenen fra kridt-periodens sidste afsnit (danien) er hovedsagelig opbygget af knuste skaller og skeletter af forskellige havdyr. Limstenen (bryozokalken) består således mest af itubrudte skeletter af mosdyr (bryozøer), mens kalken ved Fakse er en koral-banke, og den finkornede kalksten, som er almindelig i Jylland og omkring København består af små kalk-korn og kokkolither.

Jordens nyere tid omfatter tertiær-perioden og kvartær-perioden. De yngste lag i undergrunden stammer således fra tertiær-perioden. De kendes fra blotninger mange steder i Jylland og på Øerne. Den nederste etage af den tertiære lagserie består af den grågrønne paleocæne mergel, som kan ses ved Lellinge, i Nordvest-Sjælland, ved Kerteminde, i det sydlige Djursland og ved Randers. Enkelte af lagene er rige på snegle og muslinger. Nogle steder graves mergelen og udnyttes til jordforbedring. Den næste etage eocæn, omfatter mo-leret på Mors og Fur og det fede, røde og grå plastiske ler, som ses ved Lillebælt, Refsnæs og enkelte andre steder. Mo-leret består af ler med kiselalger, som har levet i havet. Det indeholder forsteninger af fisk, søstjerner og andre havdyr, men tillige insekter og landplanter, som er drevet ud fra en kyst i nærheden. Både i mo-leret og i den nederste del af det plastiske ler findes omkring 200 tynde, sorte lag af vulkansk aske. Undersøgelser af askens komstørrelse og udbredelse tyder på, at den stammer fra meget store vulkanudbrud nord for Danmark, måske i det sydligste Norge. Meget af asken er faldet på land og er ved forvitringen omdannet til ler, som floderne har ført ud i havet og aflejret som det plastiske ler. Der er kun fundet få forsteninger, blandt andet krabber, i det plastiske ler ved Lillebælt. Oligocæn-etagen omfatter ligeledes overvejende lerede havaflejringer. De kendes fra Salling og Østjylland, men mangler i Sønderjylland. I det nordligste Jylland og på Øerne ligger det snit, som istidens indlandsis har skåret gennem lagserien for dybt til at vi kan vide, om lag fra denne og de følgende etager har været aflejret. Ved Middelfart er oligocæne lag til stede som rustbrun jern-sandsten med aftryk af talrige muslinger og snegle. Fra miocæn-etagen findes i Jylland både havaflejringer af glimmerler og glimmersand og ferskvandsaflejringer af glimmerler, glimmersand og brunkul. I Østjyl-



DYBE BORINGER



land og Midtjylland er ferskvandslagene dominerende mens havaflejringerne dominerer mod vest. Kystens beliggenhed i Jylland har vekslet frem og tilbage i løbet af miocæn. I havaflejringerne er snegle og muslinger hyppige, mens man enkelte steder i ferskvandslag af ler og brunkul finder rester af kæmpefyrrer og andre træer. Brunkullene benyttes i rig udstrækning som brændsel især ved el-værker i Jylland, mens ler fra oligocæn og miocæn benyttes til teglsten. Den øverste etage i den tertiære lagserie, pliocæn, er kun få steder bevaret og omfatter sandede kystaflejringer i Sønderjylland og muligvis flodaflejringer af sand andre steder i Jylland.

Ser man nu på lagenes udbredelse på undergrundskortet, så finder man de ældste lag mod øst, hvor granit, gnejs og lag fra den ældste del af Jordens oldtid er blottet mange steder på Bornholm - ligesom i Skåne. Længere vestpå fortsætter disse lag på større dybde og dækkes af yngre lag. Lagene hælder dog ikke jævnt som en flade, men danner de to bassiner, som er omtalt foran. Kun ved det danske bassins nordrand i Vendsyssel og på den fynsk-jyske ryg, som adskiller de to bassiner, er boringer nået ned i urtidens gnejs. I det gennemskårne blokdiagram (side 16-17) er lagenes forløb i større dybde angivet på grundlag af dybdeboringer. Man ser, at de enkelte perioders aflejringer har størst tykkelse midt i bassinerne og tynder ud henimod randen. Ved den fortsatte nedsynkning har lagene efterhånden fået et bølget forløb, som er mest udpræget for de ældre lags vedkommende, idet disse lag har været udsat for den mest langvarige nedsynkning, mens de tertiære lag kun har deltaget i nedsynkningen i de få millioner år, som er forløbet siden disse lag blev dannet.

Ved isens afhøvling af undergrunden er skåret et forholdsvis jævnt og fladt snit gennem lagserien. På undergrundskortet viser lagenes hældende og bølgede struktur sig ved et slynget forløb af de enkelte perioders aflejringer, og lige som i de lodrette snit er det også på kortet de ældste lag, som har det mest slyngede forløb. Særlig tydelig er forskellen mellem forløbet af de eocæne lags nedre og øvre grænse. Der må således være sket en kraftig nedsynkning i løbet af den eocæne tid. Også andre steder i verden foregik omkring denne tid betydelige ændringer i jordlagenes beliggenhed. Først og fremmest må her nævnes kulminationen af Alpernes, Himalayas og andre store bjergkæders foldning. Disse bjergkæder udgør i nutiden Jordens højeste områder, og deres dannelse har lige som andre store foldninger været ledsaget af en sænkning af havet. Det er derfor, at Europa i dag fremtræder som et stort, sammenhængende fastland - skønt opbygget af havaflejringer.

Også forskydninger af jordlagene langs brudlinier er foregået i løbet af tertiær-perioden. På undergrundskortet ser man således, at lag fra eocæn støder direkte op til skrivekridtet på Lolland og Falster. I boreriger er der her påvist en lodret forskydning på omkring 200 m i lagserien. Mange andre forskydninger skjuler sig uden tvivl under istidens jordlag. Kun på Bomholm findes så mange blotninger af undergrunden at man kan se, hvorledes lagserien er gennemskåret af talrige forskydninger.

Den lagserie på flere kilometers tykkelse, som siden perm-perioden er lagt oven på saltaflejringerne, udøver et vældigt tryk, og da saltet har ringe stivhed, er det blevet forskudt og koncentreret i buler, hvor trykket var mindst. Her er det lette salt presset i vejret. De omliggende lag er blevet gennemsat af revner og forskydninger og er mange steder blevet stejlt stillet. På undergrundskortet ses de oppressede lag over saltmasseme omgivet af yngre lag. Denne oppresning er antagelig sket gradvis gennem lang tid, men det er dog sandsynligt, at den var særlig kraftig i tertiær-perioden, da de overliggende lag havde nået betydelig tykkelse, og bevægelser i Jordskorpen samtidig med Alpemes foldning har kunnet fremskynde oppresningen. Det viser sig da også, at de yngste lag, som man kan se er oppresset omkring saltmasserne stammer fra eocæn. De ændringer af lagstillingen, som kan findes hvor undergrunden indeholder lag af salt, har stor interesse ved eftersøgning af olie, idet olien på grund af sin ringe vægt er tilbøjelig til at sive op efter og kan koncentreres hvor porøse, hældende lag dækkes af ugennemtrængelige lag.

Endnu er der langt mellem de boreriger og blotninger, som kan give et indblik i Danmarks undergrund. Det gælder navnlig de dybest liggende lag. Det er derfor også kun hovedtrækkene, man foreløbig kender. Efterhånden som nye boreriger bliver udført og prøverne bliver undersøgt, vil nye detaljer blive afsløret. Hver ny dybdeboringer bliver derfor også fulgt af geologerne med den største spænding og forventning.

