



A.P.Møllers informationstjeneste:

Geologen på pletten

af Erik Stenestad

Hensigten med denne artikel er at beskrive et lille hjørne af geologernes vidtstrakte arbejdsområde, nemlig indsamlingen af de geologiske oplysninger ved borearbejde. Det er et vigtigt stykke arbejde, som til tider kan være betydeligt mere interessant og spændende end man måske umiddelbart forestiller sig. Især kan arbejdet ude ved de store boretårne og på boreplatformene i Nordsøen være overordentligt fascinerende. Medens boret trænger 3-4 km ned i undergrunden, gennemrejser geologen de skiftende landskaber fra de sidste 200 - 300 millioner år.



Man kan kun gætte om hvor mange boringer, der hvert år udføres i vort land. Tager man alle kategorier med, løber det måske op i femcifrede tal, men det er langt fra alle boringer, der kommer til geologernes kendskab. Danmarks geologiske Undersøgelse (DGU), der er et videnskabeligt arbejdende institut under Ministeriet for Offentlige Arbejder, modtager hvert år indberetning om cirka 4000 boringer. Heraf er godt 65% vandforsyningsboringer, medens resten er udført med henblik på at belyse jordlagenes tekniske egenskaber, for eksempel deres bæreevne eller deres anvendelighed som råstoffer. Desuden fører DGU, på statens vegne, tilsyn med alle boringer efter gas og olie, såvel på land som på den danske del af kontinentalsokkelen. Endelig må det nævnes, at DGU's egen boresektion til stadighed supplerer geologernes viden ved at udføre boringer med rent videnskabelige formål, blandt andet på steder hvor ingen andre er interesseret i at bore.

Alle disse mange boringer registreres i borearkivet og er til rådighed for alle interesserede, offentlige myndigheder såvel som private. En borings placering er vist med en lille rød plet med vedføjet borearkivnummer på kort i målestoksforholdet 1:20.000, og oplysninger om boringen findes i journalerne under det pågældende nummer. Ved hjælp af disse oplysninger kan man danne sig et ganske godt indtryk af forholdene de fleste steder i landet. Men det er naturligvis ikke helt det samme som selv at være på pletten.

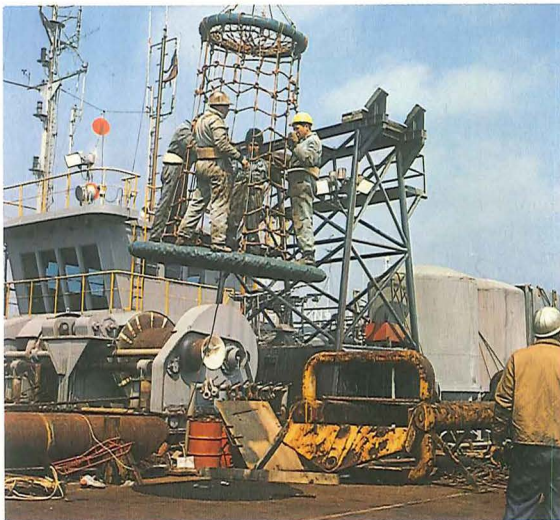
Det sker, at en boring er af så stor interesse, at DGU beslutter sig for at sende geologer til borestedet for at følge arbejdet på nærmeste hold. Den personlige kontakt med borefolkene giver mulighed for at drøfte geologiske og tekniske problemer undervejs og for at få opklaret eventuelle misforståelser eller fejl, som det kan være mere end vanskeligt at få rettet sidenhen.

I tidligere numre af VARV kan man finde eksempler på projekter, hvor DGU har haft geologer på borestedet, blandt andet forundersøgelserne for faste forbindelser over Storebælt (1964,3) og Øresund (1967,2), og for en dansk saltproduktion (1966,4).

Geologens arbejde ved et boreårn omfatter dels en registrering af den tekniske gennemførelse af borearbejdet, dels en første beskrivelse af boreprøverne og videre ekspedition af prøver og data til DGU. Det lyder enkelt, og er det for såvidt også - ihvertfald i teorien, men i praksis har geologen på borestedet som regel hænderne fulde. Går borearbejdet godt, vælter det ind med prøver, der skal beskrives, etiketteres og pakkes - går det derimod dårligt, bliver geologen nemt involveret i borefolkernes drøftelser af problemerne, og så får han travlt med at mobilisere sin viden og fantasi for - om muligt - at bidrage til en klaring af problemerne. Også af den grund må geologen have et vist kendskab til boreteknik og registrering af boredata. Det er ikke nok, at han kan beskrive prøver. Kan

han ikke forstå, hvad han hører og ser på borestedet, og er han ude af stand til at skabe et godt forhold til borefolkene, vil han uvægerligt blive isoleret fagligt og socialt og er dermed ude af stand til at løse sin opgave.

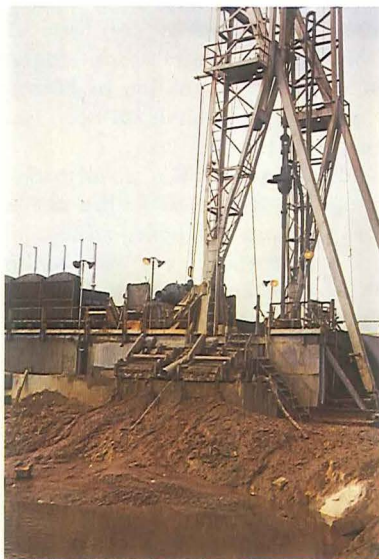
Valget af boremetode indretter sig naturligt nok efter formålet, idet man i princippet vælger den billigste metode, der kan give tilstrækkeligt gode resultater. Vandforsyningsboringer udføres ofte med sandspand, det vil sige et meterlangt, svært stykke stålror, som er ophængt i en stålwire og som forneden er lukket med en klap- eller kugleventil. Sandspanden knuser ved sit fald bjergarterne i borehullets bund, og de løsnede brokker presses gennem bundventilen op i sandspanden. Når den er fyldt, hentes den op til jordoverfladen og tømmes ud af den øvre ende. Også en del boringer med andre formål bliver udført med denne metode, der sædvanligvis giver ret gode, men knuste prøver. Der er en risiko for at sandspanden på vej ned gennem borehullet kan rive brudstykker af bjergarter fra højere niveauer med ned, således at prøverne eventuelt kan være en blanding af materiale fra flere niveauer. Geologerne er opmærksomme på denne mulighed, når de beskriver prøverne. I mange tilfælde forhindrer man, at der kan ske nedfald ved at presse et stort stålror, et forerør, ned i borehullet efterhånden som arbejdet skrider frem. Der er også den mulighed, at man kan tage "intakte" prøver med passende mellemrum, så geologen får nogle faste holdepunkter, når han skal beskrive lagserien. Intakte prøver skaffer man ved at presse eller banke et prøverør ned i de faststående jordlag i borehullets bund. Denne metode benyttes meget ved byggegrundsundersøgelser i lagserier fra Kvartær- eller Tertiærtiden, hvorfra forholdsvis bløde aflejringer af ler, mergel, sand eller dynd er dominerende. Skal man have intakte prøver fra hårdere lag, som kalksten, sandsten eller skifre, er det nødvendigt at benytte kerneboring. Denne metode benyttes jævnligt ved forundersøgelserboringer for broer og tunneler, og også ved boringer efter gas, olie og salt bliver der i et vist omfang taget kerneprøver. Olieboringer udføres ellers hovedsageligt ved skylleboring, en boremetode, ved hvilken der benyttes roterende bor og boremudder, som pumpes ned gennem borerørene og spuler bjergartsspånerne væk fra borehullets bund. Boremudderet vender tilbage til jordoverfladen i hulrummet mellem borehullets væg og borestammen og bringer bjergartsspånerne med op. Når boremudderet kommer op til boreårnet igen, bliver borespånerne siet fra, og boremudderet bliver rensat for urenheder, inden det igen bliver pumpet ned i borehullet. De frasierte bjergartsspåner, "cuttings", udgør sammen med boremudder og eventuelle urenheder de "skylleprøver", som geologerne har til rådighed ved beskrivelsen af lagserien. Teknikken ved planlægningen og udførelsen af olieboringer er iøvrigt omtalt i Varv (1965,4).



Mandskabet kommer til boreplatformen med heliokopter - eller som her med forsyningskib - hvorfra de sættes om bord med bådmandsstol. (A.P.Møllers informationstjeneste)



Det er meget vigtigt for borearbejdets gode forløb at værktøjet hele tiden er i allerbedste stand. Her monteres en ny boremejsel (tri-cone bit). (A.P.Møllers informationstjeneste)



Detalje fra boreplads. Skyllprøverne udtages på sigterne i forgrunden af billedet.

I princippet udfører den vagthavende geolog en en-mands undersøgelse af det foreliggende materiale. Lad os som et eksempel følge en typisk arbejdsdag ved en olieboring. Det første man foretager sig, er at op-
søge borefirmaets geologer for at høre nyt. Hvilken dybde er man nu nået ned i og hvordan forløber borearbejdet? Har man skiftet boremejsel for nylig, eller skal man snart gøre det? Hvilken formation er man i og hvordan ser bjergarten ud? Man kigger på et par prøver i fællesskab og danner sig en foreløbig mening om tingene. Den vagthavende geolog noterer derpå forskellige data fra de tekniske journaler. Der er for eksempel oplysninger om "lag time" (forsinkelsestid), det vil sige, den tid et bjergartsfragment må forventes at bruge på at nå fra borehullets bund op til jordoverfladen, og "lag distance" (forskellen mellem virkelig og tilsyneladende dybde) altså tykkelsen af den lagserie, som er blevet gennemboret i løbet af den tid, et bjergartsfragment har været undervejs op fra borehullets bund. Disse oplysninger benyttes ved beregningen af den dybde, skylleprøverne i virkeligheden stammer fra, idet prøverne fra borestedet er forsynet med dybdeangivelser, der er for store, nemlig de dybder boret befandt sig i, da prøverne blev udtaget ved jordoverfladen. "Lag time" og "lag distance" angivelserne er ikke sikre værdier, fordi de er beregnet på grundlag af den tid, der går fra man indfører et gas-sporstof i boremud-
deret ved jordoverfladen og til man registrerer det på gasdetektoren ved

boremudderets tilbagevenden til jordoverfladen. Det man beregner på er altså gasbobler af simpel form, medens det, man vil vide noget om, er bevægelseshastigheder hos tunge, uregelmæssigt formede bjergartsfragmenter. Det bliver altså en tilnærmet korrektion af boreddybderne, man opnår, men ved hjælp af de geofysiske borehulsmålinger (schlumberger logs) kan man foretage yderligere korrektioner.

Man noterer også andre tekniske enkeltheder, såsom borehullets hældning, mejseltypen og dybderne ved hvilke der er sket udskiftning af boremejsler og tilføjet nye borerør til borestammen. På grundlag af boretiderne kan man optegne en boretidskurve, som kan være til hjælp blandt andet ved fastlæggelsen af grænsen mellem to bjergarter. Det er ofte sådan, at ændringer i bjergarterne først efter en vis tid markerer sig i prøverne. Dette har flere årsager. Dels er prøverne, som nævnt, forsinkede, dels er der en vis afstand mellem de udtagne prøver, som regel 3-10 m, og dels bliver den "ny" bjergart knust og opblandet med så store mængder af boremudder og cuttings af den "gamle" bjergartstype, at der simpelthen går en vis tid før koncentrationen af den "ny" bjergart er stor nok til, at den kan gøre sig gældende.

Den vagthavende geolog er nu næsten færdig med den tekniske del af sine pligter. Han noterer dybderne for udtagelsen af prøverne og sammenholder dem med de dybdetal, der er skrevet på prøveposerne. Så er det slut med selskabeligheden. Nu skal der bestilles noget. Vel ankommet til geologskuret - eller, hvis man er til søs, det anviste lukaf, går man i gang med at dele prøverne i et arbejdsæt og et referencesæt, der etiketteres omhyggeligt og pakkes hver for sig. Ved passende lejlighed afsendes prøvesættene til DGU, men aldrig samtidig. Skulle det ene prøvesæt gå tabt, har man det andet. Det er i en vis forstand uerstattelige sager, det drejer sig om. Men inden man når så langt, skal prøverne beskrives. Man udtager små mængder af arbejdsprøverne og befrier dem så vidt muligt for boremudder ved forsigtig skylning med rent vand - hvis man da har adgang til dette værdifulde hjælpemiddel. Ved boreriger på havet er der selvsagt ingen nød, men vandforsyningen kan undertiden være et problem ved landboringer.

Nu skulle vi så være klar til at beskrive prøverne. Det er en god ide straks at kontrollere om prøven indeholder noget nyt i forhold til de overliggende prøver. Der kan for eksempel være et tydeligt ændret mængdeforhold mellem de tilstedeværende bjergarter, eller der kan være småændringer i en eller flere af bjergartstypernes kornstørrelse, farve eller indhold af underordnede bestanddele. Der kan også være dukket en ny bjergart op. Man samler nogle cuttings af den nye type i et prøveglas eller i en lille præparatæske med gennemsigtigt låg, en såkaldt slide, hvorpå man nummererer og beskriver bjergartstypen så detaljeret som muligt. Til hjælp har man et mikroskop og nogle få kemiske reagenser. Først drejer det sig om at fastslå hvilken bjergart, der er tale om, altså om det er



Det er hårdt arbejde at lave borer. (A.P.Møllers informationstjeneste)

kalk, stensalt, lerskifer, sandsten, moræneler og så videre for blot at nævne et par eksempler. Dernæst må man karakterisere bjergarten nærmere, blandt andet ved dens farve, kornstørrelse, hærdeningstilstand og eventuelle indhold af ledsagende bestanddele, såsom mineralerne glaukonit, glimmer, svovlkis og forkullede planterester, skaller og andre fossilrester med mere. Har man kærneprøver til rådighed kan man yderligere gøre iagttagelser over lagdeling, laghældning, glideflader, gange, brudzoner, sprækkefyldninger og så videre.

Det er altid meget spændende, når der kommer en kærneprøve op, og der råder en hektisk stemning ved boretårnet. Alle er på benene, selv om det er midt om natten og hundekoldt. Et mundheld blandt borefolk siger: "Borekærner er som børn ... de kommer som regel om natten". Boreentreprenørfirmaets leder på stedet, "Toolpusheren" tæller diamanterne på kærneboret og ser betænkelig ud. Boremesteren bortforklarer kærnetabet - hvis der mangler noget af kærnen - hvad der langtfra altid er tilfældet. Det sker endog, at kærnelængderne er større end den borede distance, normalt dog kun hvis man tager flere kærner efter hinanden og ikke har fået hele foregående kærne med op. Til sidst bæres kærnen ned til geologernes arbejdsrum. Her bliver den beskrevet, og der bliver udtaget små stykker til typestykkksamlingen, idet geologerne har brug for sammenligningsmateriale til illustration af beskrivelserne og til videregående undersøgelser. Derpå sømmes kærnekasserne ret omgående til og fragtes til de laboratorier, hvor de tekniske undersøgelser skal foretages.

Når prøverne er beskrevet og om muligt aldersbestemt ved hjælp af deres indhold af fossilrester, er tiden inde til at sammenfatte iagttagelserne i geologjournalen. Her skal geologen vurdere det foreliggende prøve- og datamateriale og forsøge at nå til en rimelig fortolkning, hvor der klart gøres rede for, hvad der er kendsgerninger, begrundede formodninger og ren teori.

Så gik den dag - og måske det meste af aftenen med.

Den vagthavende geologs arbejde ved et boretårn foregår ofte under en eller anden form for stressende omstændighed. Han kan have vejrforholdene imod sig: Der ligger måske meterhøje snedriver, som forhindrer ham i at nå frem til borestedet, eller vandet er frosset, så han ikke kan vaske sine prøver. Han har faglige problemer: Er prøverne "ægte" eller er de forurenede af yngre materiale? Hvilken formation, hvilken alder? Han har kommunikationsproblemer: Folkene på borestedet taler måske Texas-dialekt og bruger fagudtryk, hvis direkte betydning og videre konsekvenser han ikke kender. Disse stressende omstændigheder er - sammen med en følelse af at være på pletten - midt i begivenhedernes centrum, det der gør geologens arbejde ved et boretårn til en inspirerende oplevelse, som de, der har prøvet det, næppe ville have undværet.

Leif Steenbol

