

HVORDAN OLJEN BLIR FANGET

Fra Esso Perspektiv
Av Inge Bryhni
Illustrasjoner Tor Wilthill

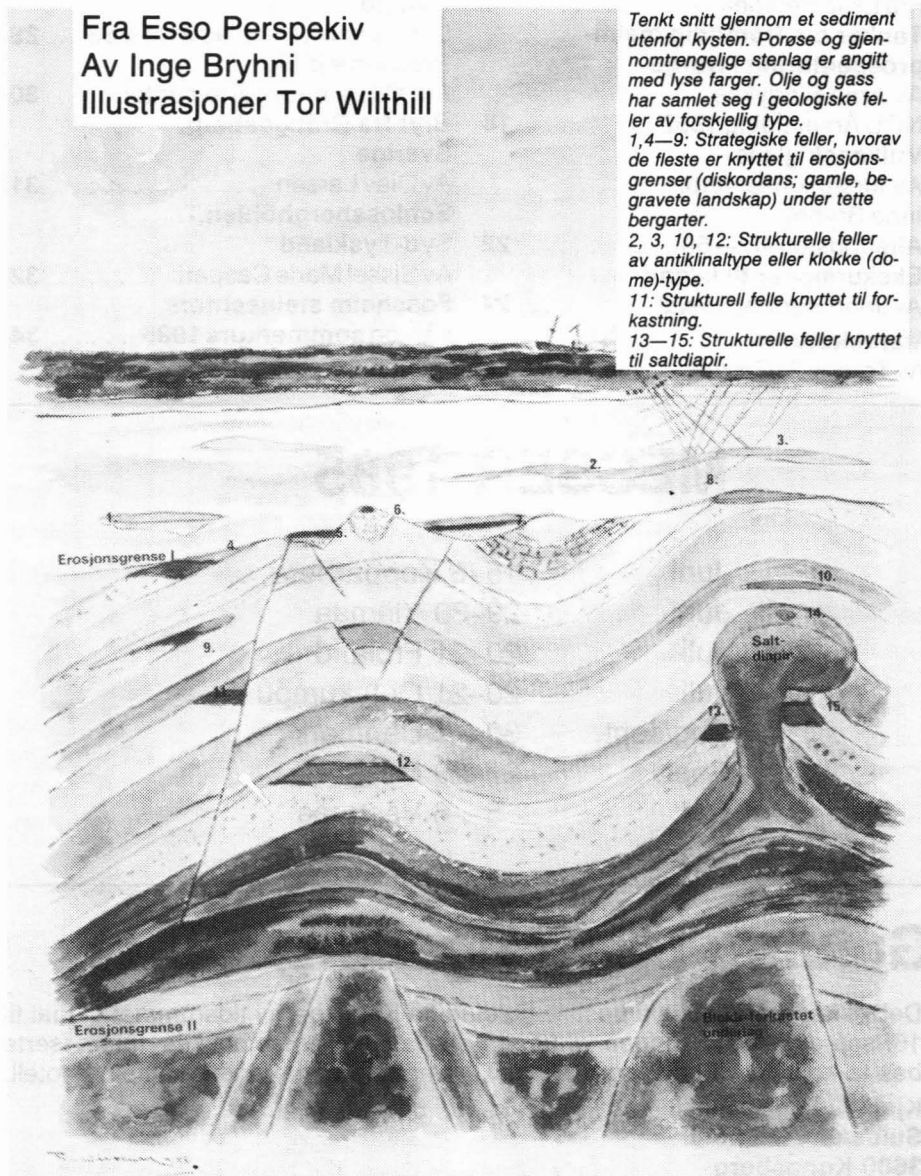
Tenkt snitt gjennom et sediment utenfor kysten. Porøse og gjennomtregelige stenlag er angitt med lyse farger. Olje og gass har samlet seg i geologiske feller av forskjellig type.

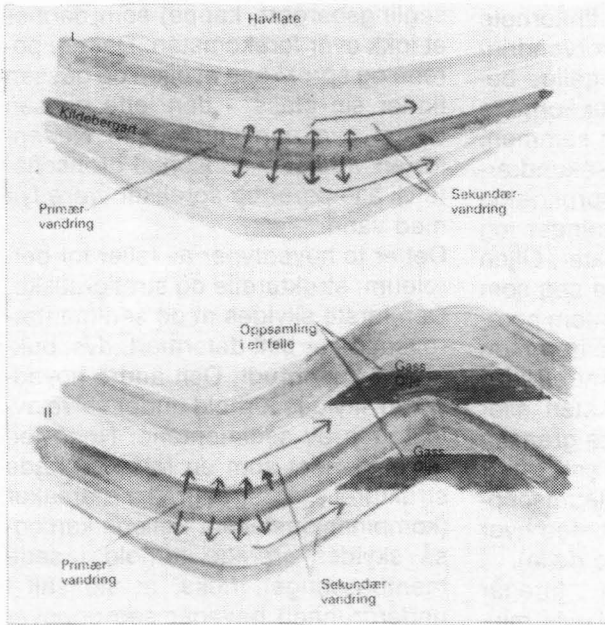
1, 4—9: Strategiske feller, hvorav de fleste er knyttet til erosjons-grenser (diskordans; gamle, begravete landskap) under tette bergarter.

2, 3, 10, 12: Strukturelle feller av antikliinaltype eller klokke (dome)-type.

11: Strukturell felle knyttet til forkastning.

13—15: Strukturelle feller knyttet til saltklappr.





Skjematisk fremstilling av vandringsen av petroleum fra kildebergart til reservoarbergart under to ulike trinn i sedimentbassengets utvikling.

I. Vandring av petroleum fra kildebergart og ut i lettere gjennomtrengelige lag på et tidlig stadium i bassengets historie.
 II. I tiden mellom stadium I og II har området blitt hevet til over havets nivå, og lagene er blitt foldet. Under to ugjennomtrengelige lag er det blitt fanget opp olje og gass i to antiklinal-feller.

Petroleum i de sedimentære bergartene har vanligvis vært på vandring. En utrettelig vandring som kan ha strukket seg over millioner av år og over avstander på kanskje opptil mange kilometer...

Betingelsen for å få dannet en petroleumforekomst er at det fins tykke sedimentære avleiringer med

- en kildebergart hvor organisk materiale er blitt tilstrekkelig, men ikke for sterkt oppvarmet (50-250°C).
- en reservoarbergart som er porøs og gjennomtrengelig på grunn av store mellomrom mellom mineralkornene, sprekker og hulrom.
- en forseglingsbergart (kappe) som danner et tett lokk over forekomsten.

Hertil må det finnes en geologisk felle eller «struktur» som har såpass dimensjoner at betydelige mengder olje og gass kan ha samlet seg der.

Primær- og sekundærvandring
 Primærvandringen finner sted inne i selve kildebergarten og bringer olje og gass ut i en mere grovkornet og

lettere gjennomtrengelig lede- eller reservoarbergart. Årsaken er at store mengder vann kommer på flyttefot når de vannmettede sedimentene

presses sammen under vekten av stadig nye lag. Olje og gass i oppløst eller suspendert form rives med vannet som driver vekk fra de finkornete kildebergartene. Sekundærvandringen foregår i gjennomtrengelige bergarter, f.eks. sandsten hvor kornene ikke så lett lar seg presse sammen. Andre kanaler for sekundærvandringen er særlig oppsprukne og porøse bergarter, forkastninger og andre geologiske grenseflater. Oljen og gassen vil kunne samle seg som små blærer som flyter gjennom porevannet eller følger vannstrømmen inntil det treffer et ugjennomtrengelig lag, f.eks. skifer, tett kalksten eller stensalt. Herfra vil det følge grensen videre oppover inntil det enten når overflaten som et petroleumsoppkomme eller fanges opp et sted hvor det ikke kan komme videre (felle).

Mens primærvandringen foregår over korte avstander (vanligvis mindre enn hundre meter) vil sekundærvandringen kunne strekke seg over avstander fra bare noen få meter til mange kilometer. De store gigantfellene i 100 millioner tonn-klassen kan ha drenert områder på adskillig hundre kvadratkilometer.

Geologiske feller

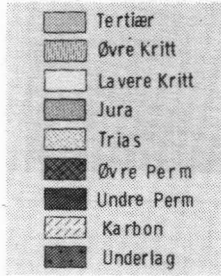
Enhver porøs og lett gjennomtrengelig bergart vil kunne virke som reservoar for olje og gass. En sand- eller siltsten med store åpninger mellom kornene, porøs kalksted og dolomitt, — ja selv skifer og eruptivbergarter kan en sjelden gang duge når de er tilstrekkelig oppsprukket og ligger nær en naturlig petroleumskilde.

Hvis olje og gass stopper opp og samler seg i større mengder i bergarten, har vi en geologisk felle. Felles

for fellene er at de er konvekse oppad og består av en porøs reservoarbergart under en tettere bergart (forseglingsbergart, kappe) som danner et lokk over forekomsten. Det er i porene og sprekkenes at oljen og gassen finner sin plass, — den lette gassen overst, over den tyngre oljen. Nedenfor en vanligvis horisontal grenseflate vil alle porer og sprekker være fylt med vann.

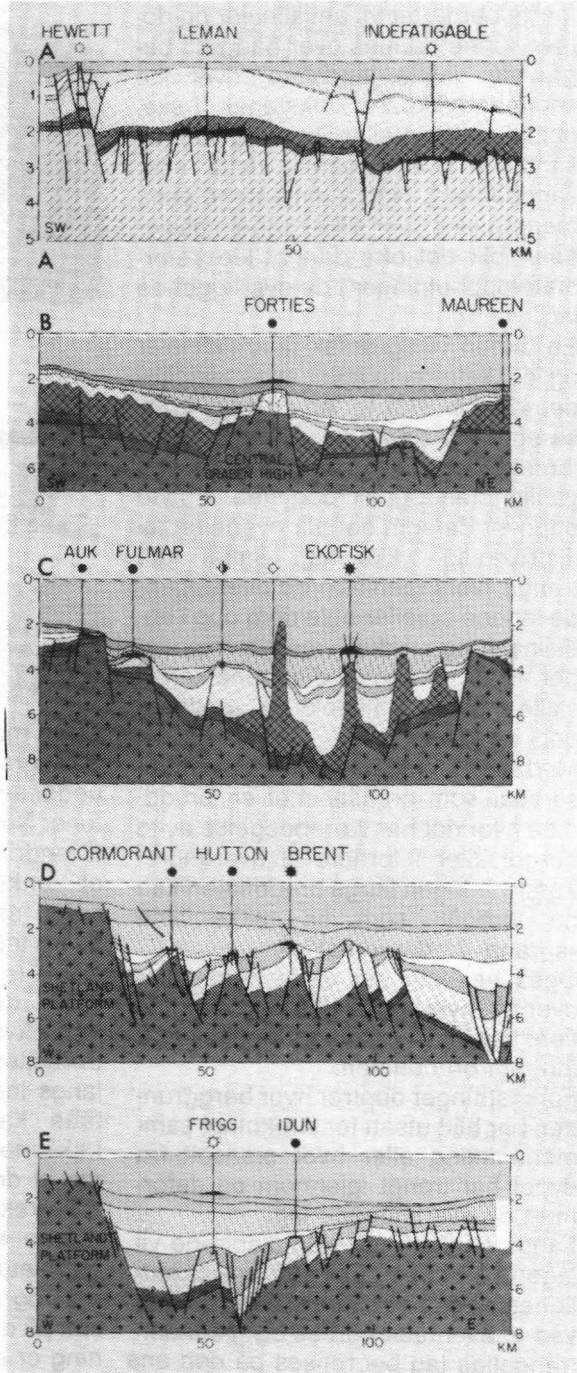
Det er to hovedtyper av feller for petroleum, strukturelle og stratigrafiske. Den første skyldes at de sedimentære lagene er blitt deformert, dvs. bukket eller oppbrudt. Den andre hovedtypen skyldes forhold under selve avleiringen av sedimentene. Noen feller er dannet som en følge av både strukturelle og stratigrafiske årsaker (kombinasjonsfeller). Fellene kan også skyldes særlige forhold i sedimentbassenget, f.eks. at stensalt i undergrunnen beveger seg oppover eller at uregelmessige landskap med daler og hauger er begravet under tykke lag av yngre sedimenter.

Antiklinal- og domeformete feller er strukturelle feller hvor stenlagene danner langstrakte eller klokkeformete oppbulninger. Olje og gass fanges opp i porøse og gjennomtrengelige lag øverst i antiklinalen eller «klokken» (domen) under en tett forseglingsbergart. Hvor det er flere slike sett av reservoar- og forseglingsbergarter, kan det bli flere feller, — det ene ovenpå det andre. Hvis vi tegner konturene for en bestemt flate i en antiklinal eller klokkeformet felle, vil vi få en rekke lukkede linjer. På slike kart kan vi også tegne inn den horisontale grenseflaten mellom gass/olje eller olje/vann og se hvor stort areal forekomsten dekker. I et område med bare svakt defor-



- Oljebrønn
- Gassbrønn
- Olje og gassbrønn

Mindre forekomster er sirklet med fire takker.



merte bergarter vil antiklinaler og domer kunne dannes over hauger i begravete gamle landskap, over lite sammentrykkbare kalkstener (f.eks. gamle kalkrev) eller linser og kiler av sandsten (f.eks. gamle delta eller sandbanker). Når sedimentene sammenpresses over slike uregelmessigheter blir det ofte dannet klokkeformete oppbulninger i de overliggende lag.

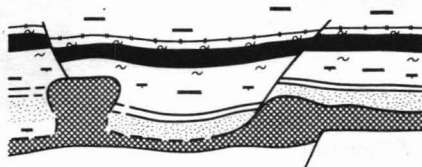
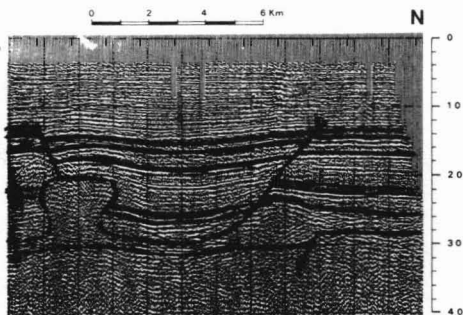
En annen viktig årsak til antiklinaler og klokkeformete feller er salt diapirene. «Diapir» står for en plastisk masse som har banet seg vei oppover i jordskorpen. Stensalt er lettere enn vanlig sten og vil begynne å flyte oppover dersom det blir overleiret av tilstrekkelig tykke lag. Saltet kan trenge tvers gjennom de overliggende lagene og/eller bule dem opp i antiklinaler og klokkeformete forhøyninger. Etter formen av diapirene kan vi skille mellom «saltstokker», «saltveger» og «saltputer».

Med forkastningsfeller mener vi et reservoar som grenser mot en bruddflate hvor det har vært beegelse av to bergblokker i forhold til hverandre. Forskyvningen langs bruddflaten kan ha foregått som en rekke små «sprang» under jordskjelv.

Også her kan det være flere feller ovenpå hverandre dersom det fins flere lag med reservoar-egenskaper inn mot bruddflaten.

Forkastninger opptrer hvor berggrunnen har blitt utsatt for strekning, sammentrykking eller hvor stensalt fra dypet har trengt igjennom og deformert de overliggende lag.

Langs flankene av salt-diapirene vil lagene bli bøyet opp. Her er det muligheter for petroleumsfeller dannet ved at eventuelt porøse og gjennomtrengelige lag begrenses på den ene



Seismisk profil og tolkning ved borehull 17/10-1. De øverste lag er leire eller skifer og kalsten fra Tertiær og Kritt. Det neste lag er fra Trias og det underste representerer stensalt fra Perm. Merk saltdiapir til venstre og forkastning til høyre! Kilde: Oljedirektoratet, Lithology. Well no. 17/10-1, Paper no. 21.

siden mot tett stensalt.

Stratigrafiske feller skyldes forhold under selve avsetningen av sedimentene. Noen av disse fellene er knyttet til endring av sedimentene innenfor et enkelt lag (facies-vekslinger), f.eks. sandsten som går sidelangs over i tett skifer. En porøs sandsten i skifer (se felle 1-3 og 9) kan f.eks. være dannet som en sandbanke langs kysten, et delta eller elvekanal. Porøsiteten kan også veksle sidelangs innenfor et lag. Den vanligvis tette kalkstenen fra kritt-tiden er f.eks. noen steder i Nordsjøen så porøs at den inneholder store gass- og oljeforekomster (Ekofisk-området). Gamle kalkrev kan inneholde mye petroleum i tilfeller hvor det er «druket» og overleiret av sedimenter avsatt på dypere vann. Av særlig betydning er erosjonsgrenser, hvor gamle

landskap er dekket med yngre sedimenter. De eldre lag kan ha blitt forkastet, foldet eller skrånstilt før de ble erodert og eventuelt dekket av yngre, finkornete sedimenter. Slike erosjonsgrenser (vinkeldiskordanser) kan ha drenert olje og gass fra særlig store områder. Hvor de er overleiret av tette bergarter kan de ha fanget opp enorme mengder petroleum i kalkrev, elvekanaler og underliggende skrånstilte lag (se figur side 4, fellene 4-8).

De aller fleste hittil kjente forekomster fins i strukturelle feller som antiklinaler og forkastninger, men dette kommer trolig av at de er lettest å oppdage ved de metoder vi rår over idag.

Fellene i Nordsjøen

De permiske gassfeltene i søndre del av Nordsjøen (Vest Sole, Leman, In-

fatigable, Slochteren osv.) er for det meste knyttet til en porøs ørkensandsten fra Lavere Perm (Rotliegendes) som reservoar og stensalt fra Øvre Perm (Zechstein) som forseglingsbergart. Gass fra dypere liggende karbonisk sandsten er fanget opp i komplekse blokk-forkastete strukturer under saltavsetningene. Fellene er ofte «breddfulle» slik at gassen renner unna nederst.

Feltene i Sentralgraven (Forties, Montrose, Ekofiskprovinsen) er fortrinnsvis knyttet til porøse og oppsprukne kalksteiner fra Øvre Kritt (Danien-Mastrichtian) og en dypvannsandsten fra Tertiær (Paleocen) som reservoar. Jurasisk sandsten, permiske karbonater og devonsk sandsten kan også inneholde petroleum. Forseglingsbergarter er gjerne mesozoiske og tertiære leirskifre eller en tett og massiv kalksten

STENSLIPING

Stikk innom oss og se vårt
store utvalg til rimelige priser.

- Slipeutstyr
- Råsten
- Innfatninger
- Mineraler
- Stensmykker
- Presangartikler
- Cabochoner i norsk sten og mye mer

GEO-HOBBY^{AS}

Trondheimsvn. 6, Oslo 5.

Tlf. (02) 37 67 88

Åpent: 10.00 – 16.00 (13.00)

Mandag stengt.

fra Øvre Kritt. Olje og gass fra dype-
religgende kildebergarter (Kimmerid-
gean Shale) har blitt fanget opp i tre
typer strukturelle feller Fig. B side 7 1)
roterte forkastningsblokker, 2) klok-
keformete feller (kompaksjonsstruk-
turer) over dypereliggende forkast-
ningsblokker og 3) diapirer.

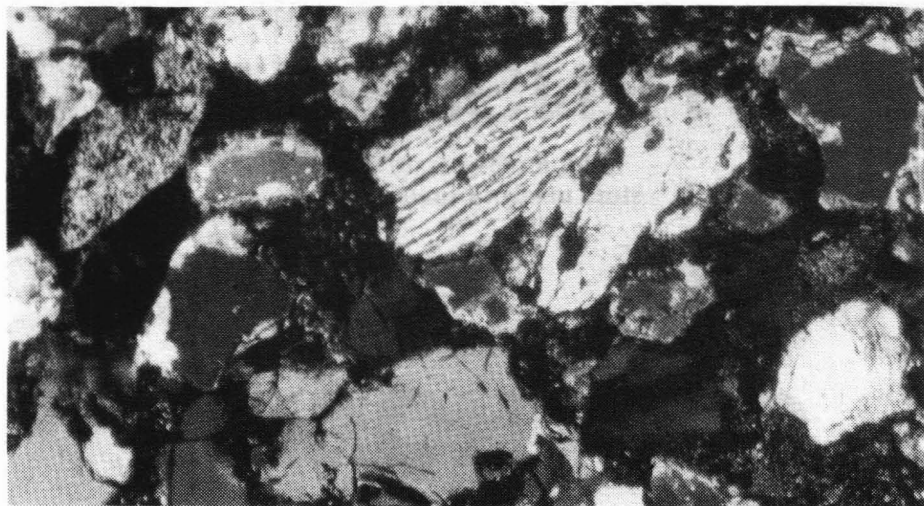
Feller knyttet til forkastningsblokker
fins særlig langs flankene av Sentral-
graven. Kompaksjonsstrukturer er ut-
viklet under de opptil 3500 m tykke
avleiringene fra tertiærtiden. Tyng-
den av dem førte til at kalkstein og
sandsten draperte seg over oppstik-
kende blokker i det underliggende re-
lieffet. Forties og Montrosefeltene
opptrer i oppbulninger av Paleocen
sandsten over forhøyninger i et eldre
begravd landskap.

I Ekofisk-området er det en klynge av
felter som alle er knyttet til salt diapir-
er. De drivverdige forekomstene er

vanligvis ikke langs kantene av diapi-
ren, men ovenpå, hvor særlig kritt-
kalksten er bulet opp og oppspruk-
ket. Andre steder har diapirene laget
oppbulninger i dyphavssandsten fra
Tertiær (Paleocen) og dannet feller
der (Andrew, Cod, Lomond og Mau-
ren feltene).

Feltene i Vikinggraven har som vik-
tigste reservoarbergart jurassiske
sandstener (Brent og Statfjord Sand).
De inneholder mesteparten av den
påviste olje i Vikinggraven og gir
grunnlag for forekomstene Brent, Ni-
nean, Statfjord, Murchison, Gullblok-
ken 34/10, Sølvblokken 30/6, 30/3
osv. Dyphavssand av Eocen alder
inneholder betydelig gass (Friggfel-
tet).

Fellene er knyttet enten til buler over
et blokkforkastet relieff i bunnen av
sedimentbassenget eller til lag under
en gammel erosjonsgrense. Således



Mikrofotografi av Brent Sand - en viktig reservoarbergart i sentrale Nordsjøen (her fra 3500 m dyp). De enkelte ca. 1 mm store sandkornene lyser opp.

Eventuell olje og gass vil finne plass i hulrommet mellom de enkelte sandkornene (sort på bildet).

Noen av sandkornene (f.eks. et feltspatkorn midt på bildet) må ha kommet fra et krystalisk underlag maken til det vi har i fastlands Norge.

er gigantfeltene Brent, Statfjord og Ninian karakterisert ved at skråttstilte lag i en rotert forkastningsblokk blir forseglet av nær horisontalt-liggende skifer. Kildebergarten (Kimmeridgean Shale) ligger like i nærheten, og de porøse jurassiske sandstenene fanget opp olje som neppe har vandret langt i dette tilfelle.

På jakt etter feller

En petroleumsforekomst kan bare finnes ved boring. Før oljeselskaperne går til de kostbare dypboringene (ofte 100 millioner kroner pr. hull) vil de ha utført en rekke undersøkelser for å finne en lovende struktur. Boret settes ned i toppen av denne strukturen, og hvis det i det beregnede dyp ikke finnes olje eller gass, men bare vann, - ja da er det bare å begynne letingen et annet sted. Boringen vil imidlertid ha gitt verdifulle informasjon om lagene i undergrunnen, porøsitet og gjennomtrengelighet, modningsgrad av derogen etc.

For å finne frem til lovende sedimentbassenger og strukturer må det vanligvis utføres geofysiske undersøkel-

ser. Ved dem kan vi «se» flere kilometer ned i undergrunnen.

Ved magnetisk kartlegging studeres innvirkningen av de lokale magnetiske særtrekkene i undergrunnen på jordens magnetfelt. I et krystallinsk underlag av f.eks. gneis og granitt kan det være et betydelig, men varierende innhold av magnetiske mineraler. Dette vil gi uregelmessigheter eller anomalier i magnetfeltet over området. Sedimentære bergarter er imidlertid praktisk talt umagnetiske. Styrken av en anomali er avhengig av avstanden, og virkningen fra underlaget dempes desto mere jo tykkere de overliggende sedimentære avleiringene er. Dette benyttes til å bestemme tykkelsen v sedimentene og hovedstrukturene i sedimentbasenget.

Magnetiske undersøkelser gjøres nå fra luften med magnetometer som henges under et fly. Resultatet fremstilles som et konturkart.

Ved gravimetrisk undersøkelser er det virkningen av tyngdevariasjonene i underlaget på jordens tyngdefelt som bestemmes. Resultatet fremstil-

STENKJELLEREN rock shop

MINERALER, SLIPEUTSTYR, RÅSTEIN
SKIVER, INNFATNINGER, CABOCHONER.

Åpent:
08.30 - 15.30

STOR 50 SIDERS KATALOG

Medlem
N.M.F.

Tilsendes for 15 kr. som fratrekkes bestilling.

C. ANDERSEN & CO.

A.B.C. Gatn 5, 4000 Stavanger - Tlf. (04) 52 08 82

les som et konturkart. Tyngdekraften i et område vil være avhengig av hvor tungt materiale det er i undergrunnen. Sedimenter er vanligvis lettere enn underlagets bergarter, og dersom f.eks. underlaget danner en «haug» som rekker langt opp mot overflaten, vil dette avsløres som et tyngdeoverskudd (positiv anomali). En særlig dyp del av sedimentbassenget vil tegne seg om et tyngdeunderskudd (negativ anomali). Diapirer med lette bergarter (stensalt) nær overflaten vil gi karakteristiske negative tyngdeanomalier.

Ved seismiske undersøkelser benyttes de samme prinsippene som ved studier av Jordens oppbygning på grunnlag av sjokkbølgene fra jordskjelv. Mer enn 95% av alle forundersøkelser før boring er basert på harmløse lydbølger som ligner dem

vi får ved jordskjelv. Det er to typer seismiske metoder, refleksjonsseismikk og refraksjonsseismikk som skiller seg fra hverandre ved hvilken vei lydbølgene har tatt gjennom sedimentene. Til sjøs foregår undersøkelsene med et spesielt utstyr seismiskskip. Sammenpresset luft presses ut støtvis fra en lydkanon og lydbølgene brer seg ut i alle retninger. Prinsippet ved refleksjonsseismikk er det samme som ved bruk av ekkolodd. Lydbølgene møter først havbunnen, hvor en del blir reflektert og går opp gjennom vannet igjen. Resten forsetter ned i undergrunnen, og hver gang bølgen treffer en grenseflate, blir en del av energien reflektert oppover som et ekko. I overflaten blir noen av lydimpulsene fanget opp av geofoner (mikrofoner), gjort om til elektriske signaler og sendt tilbake til ski-

STEIN - EN EVENTYRLIG HOBBY

VI HAR ALT DU TRENGER
DET NYE DIAMANTSAGBLADET STAR FAMAD 5



SLIPEBORD OG SAGER FOR KURS OG SKOLER
«STAR» OG «GRAVES» HOBBYMASKINER
RÅSTEIN, MINERALER, BEARBEIDET STEIN,
INNFATNINGER, SMYKKER OG GAVEARTIKLER

B.GJERSTAD

UTSTYR FOR SMYKKESTEINSLIPING

FORRETNING: KIRKEVEIEN 63, 1344 HASLUM
POSTADRESSE: SØRHALLA 20, 1344 HASLUM
TELEFON (02) 53 36 86

pet. Ved hjelp av datamaskiner får vi så tegnet vertikale snitt gjennom undergrunnen (figur side 13), og ved målinger på kryss og tvers får man etterhvert et seismisk kart hvor vi kan søke etter mulige feller.

Det dannes fremdeles petroleum

Oppsamlingen av petroleum i fellene dypt nede i jordskorpen er del av det store samspillet mellom de indre og de ytre geologiske kreftene. Ved de indre geologiske kreftene bygges og deformeres jordskorpen, og prosessene drives trolig med kjerneenergi fra de små mengder av radioaktive stoffer som er tilstede i allslags sten. De ytre geologiske kreftene syldes solenergien, og leder til at høydepartiene i jordskorpen slites ned mens det løsevne materialet transporteres til forsenkningsområdene. Jordskor-

pen er aldri helt i ro, men forandringene er vanligvis så langsomme at vi ikke ser dem. Selv idag avleires det sedimenter som kanskje en gang i fremtiden vil kunne avgi petroleum. Fremdeles fins det stenlag hvor det organiske innholdet er i ferd med å modnes, og noen steder synker slike lag langsomt ned i dypet til «petroleumskjøkkenet» hvor olje og gass blir dannet. Grenselinjen mellom hav og land endres mange steder, og sedimentbassenger utvikler seg. Eldre geologiske feller fanger sikkert fremdeles opp petroleum på vandring gjennom stenlagene, og nye feller er trolig i ferd med å dannes.

Forholdet er imidlertid at naturen benytter enorme tidsrom på å samle opp petroleum, mens vi tapper ressursene i løpet av noen få generasjoner. Det er alvorret i dagens situasjon.

KENT a.o.s

Gaukås Stasjon, N-4860 Treungen
TLF.: (036) 45 893 - 45 903

ENGROS SALG AV:

- ★ HOBBY- & INDUSTRIMASKINER
- ★ UTSTYR & TILBEHØR
- ★ FOR BEARBEIDING AV STEIN
- ★ SMYKKEHALVFABRIKATA
- ★ SMYKKER
- ★ GAVEARTIKLER
- ★ RÅSTEIN
- ★ MINERALER



**KATALOGER/PRISLISTER
TIL REGISTRERTE
FORHANDLERE
& PRODUSENTER.**