

Interne notater

STATISTISK SENTRALBYRÅ

Nr. 86/3

16. januar 1986

EN SKISSE TIL MODELLSYSTEM FOR OVERVÅKING AV PETROLEUMSMARKEDENE

AV

KJELL BERGER OG KJELL ROLAND

INNHOOLD

	Side
1. Innledning	3
2. Markedet for råolje og petroleumsprodukter, 1978-85	4
3. En dynamisk modell for energiforbruk	13
4. Skisse av en modell for oljemarkedene	17
5. Lagerhold av olje og petroleumsprodukter	28
6. Oppsummering	35
Litteraturliste	36

1. INNLEDNING

I dette notatet skal vi diskutere et opplegg for løpende overvåking av utviklingen i råoljemarkedet og markedene for petroleumsprodukter samt utarbeidelse av kortsiktige prisprognoser.

Med kort sikt menes ukes eller månedsbasis og med utstrekning 6-12 måneder i tid. Beskrivelsen og diskusjonen er derfor konsentrert om trekk ved markedsforholdene som endrer seg på kort sikt, f.eks. endring i lagerhold. Imidlertid er det nødvendig også i et slik tidsperspektiv å ha et klart bilde av de langsiktige utviklingstrekk i markedet. Arbeidet med prognoser på kort sikt må basere seg på prognoser med et lengre tidsperspektiv (10-20 år). Dette er blant annet nødvendig for å vite om de kortsiktige svingningene i markedet foregår rundt en opp eller nedadgående trend. Forventninger om framtidige priser og kvanta, som betyr mye for markedet på kort sikt, er trolig bestemt av hva aktørene tror om utviklingen på lang sikt.

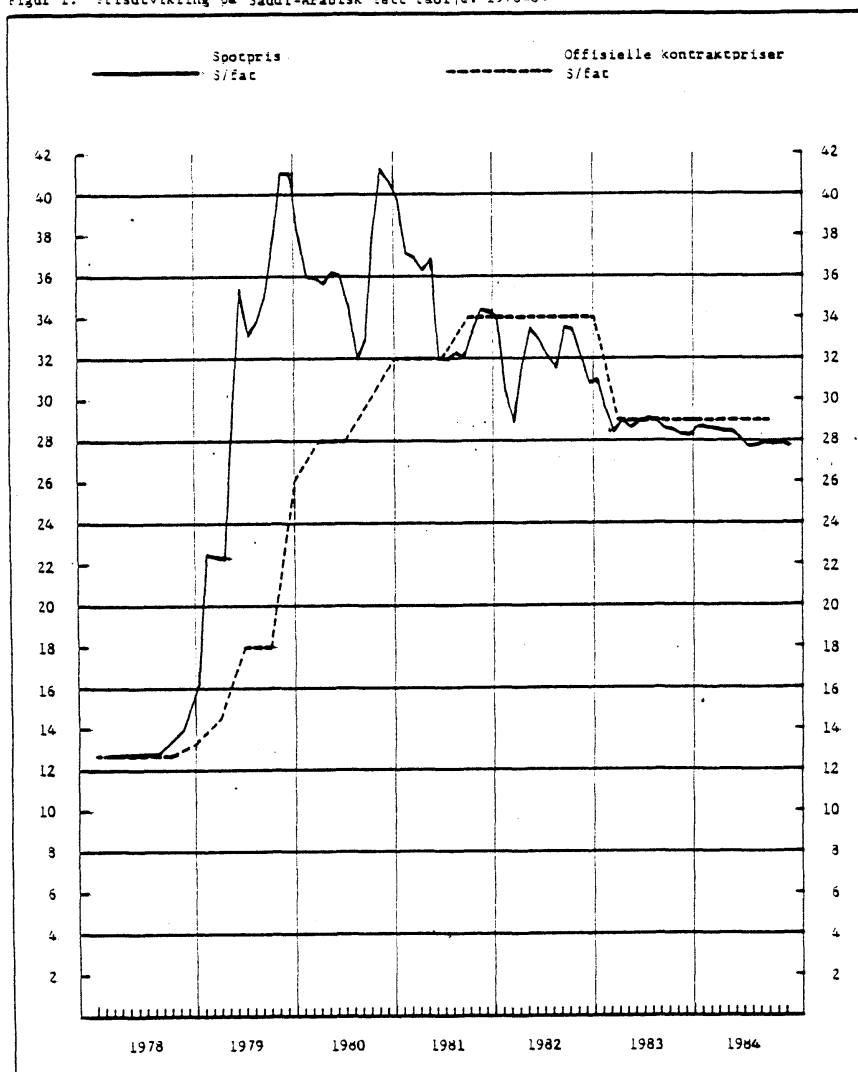
For å gi den teoretiske diskusjonen forankring i de faktiske markedsforholdene drøftes i avsnitt 2 utviklingen i råolje- og produktmarkedene i perioden fra den iranske revolusjon i 1978 til idag. Det er her lagt vekt på å vise samspillet mellom de ulike markedene og den "lag"-strukturen som gjør at det tar tid før et "sjokk" forplanter seg fra produsent til sluttforbruker. I avsnitt 3 drøftes kort en dynamisk modell for energiforbruk som eksplisitt tar hensyn til den koblingen som eksisterer mellom energiforbruk og den eksisterende beholdning av realkapital. Et viktig trekk ved modellen er at den er dynamisk og inkorporerer de kostnadene som er forbundet med å endre beholdningen av energiforbrukende kapitalutstyr. I avsnitt 4 diskuteres en modellramme for hele markedet, fra råoljeproduksjon via raffinerings- og distribusjonsnett til forbrukerne av ulike typer petroleumsprodukter. Til sist gjennomgås teorier for lagerhold og det skisseres hvordan lagerhold kan modelleres og eventuelt innkorporeres i en større modell.

2. MARKEDET FOR RÅOLJE OG PRODUKTER, 1978-85

Som bakgrunn for den teoretiske beskrivelsen av markedene for råolje og petroleumsprodukter, skal vi i dette avsnittet gjennomgå utviklingen fra slutten av 1970-årene og fram til i dag. Det legges særlig vekt på å beskrive hvordan markedet reagerer på kort sikt som følge av et eksogent sjokk. Revolusjonen i Iran høsten 1978 og krigen mellom Iran og Irak i 1980 førte til store kortsiktige svingninger i markedet. Framstillingen av denne perioden bygger delvis på Jacoby og Paddock (1979) og Mitchell (1982).

Våren og sommeren 1978 var oljemarkedet stort sett i likevekt. Offisiell salgspris for arabisk lett råolje var 12,70 \$/fat, og spotprisen lå omtrent på samme nivå.

Figur 1. Prisutvikling på Saudi-Arabisk lett råolje, 1978-84

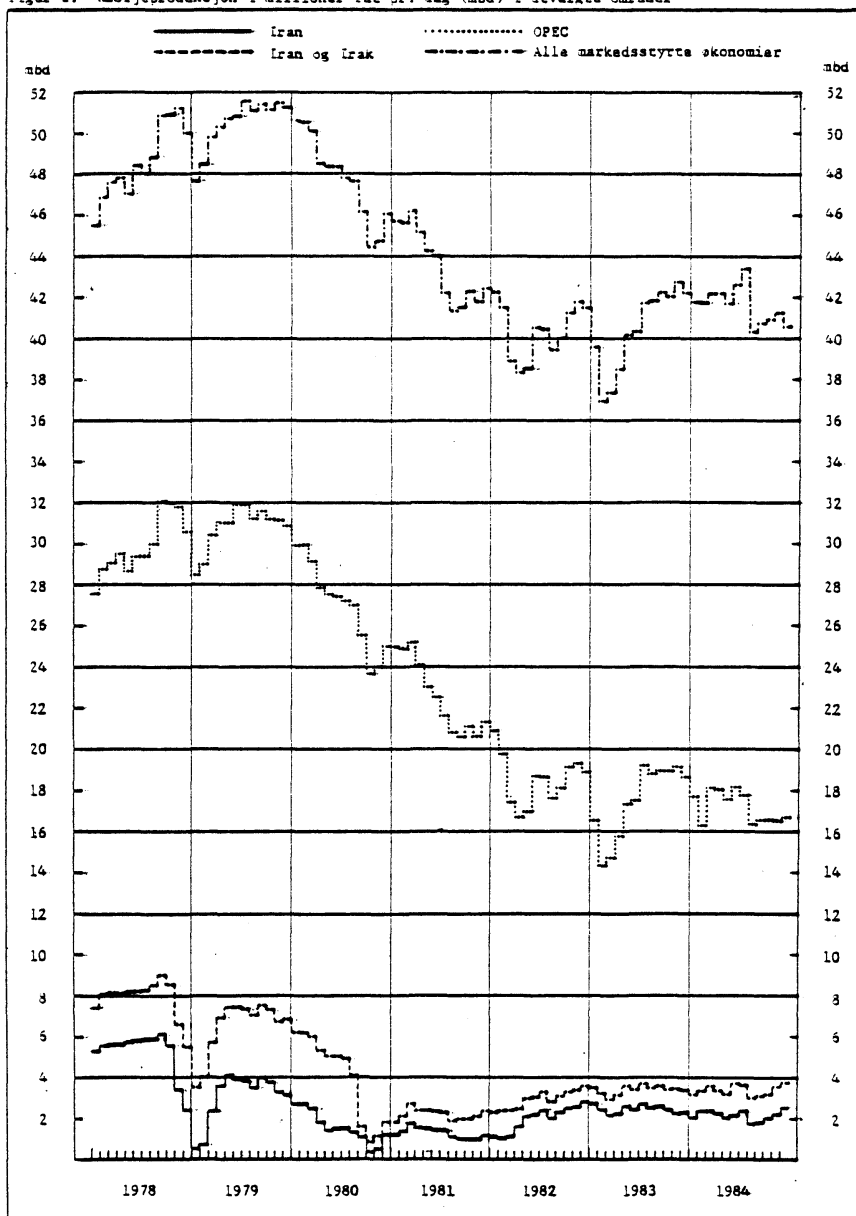


Kilde: Kontraktpriser: BP statistical review of world
Spotpriser: OPEC Bulletin 1979-84
Notater fra OED (data for 1978)

Revolusjonen i Iran førte til at landets oljeproduksjon falt fra ca. 6 mbd (millioner fat pr. dag) i september 1978 til nær null i januar 1979, se fig. 2. De første månedene var total produksjon i verden svakt økende fordi andre produsenter, hovedsakelig innen OPEC, mer enn kompenserte for Irans reduksjon. Først i januar 1979 falt produksjonen i verden under nivået fra 3. kvartal 1978.

På grunn av den lange transporten fra den arabiske gulf til forbrukslandene vil ikke redusert eksportvolum umiddelbart føre til endringer i mengden olje som tilbys i markedet. Normalt tar det 3 til 4 uker å transportere olje fra Gulfen til Vest-Europa. Virkningene på etterspørselen av endrede forventninger kommer imidlertid umiddelbart.

Figur 2. Råoljeproduksjon i millioner fat pr. dag (mbd) i utvalgte områder

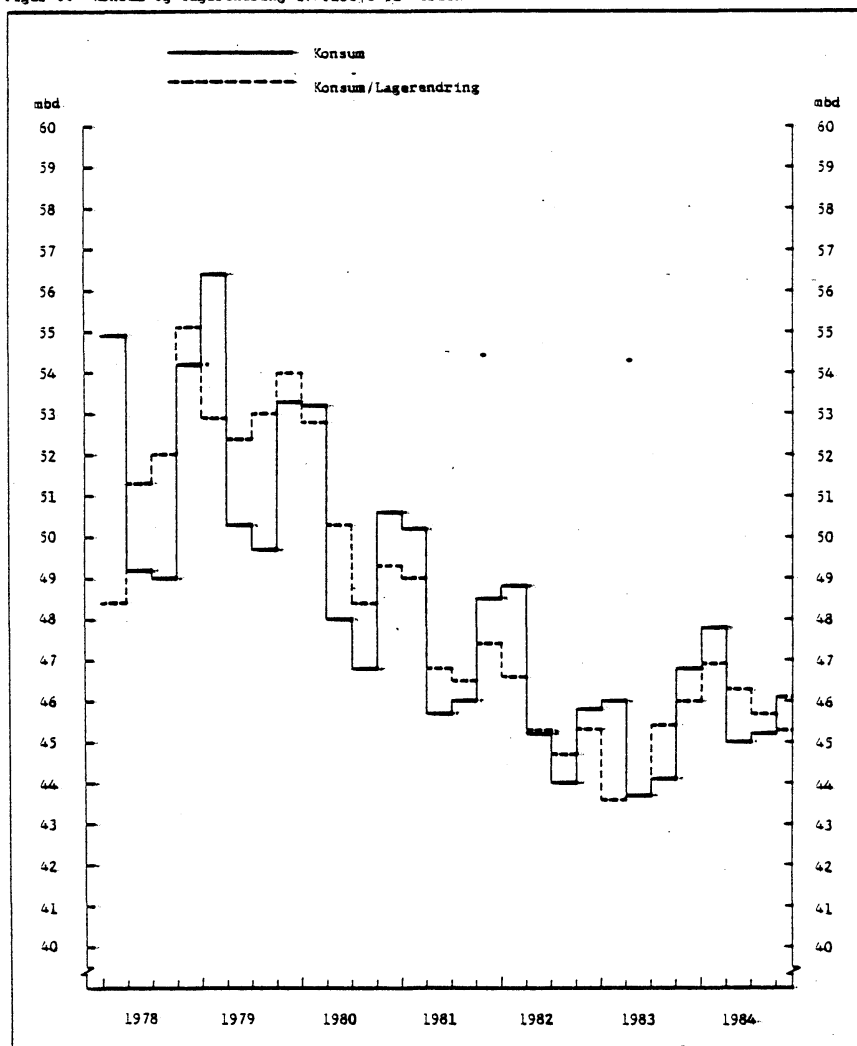


Kilde: Petroleum Economist

I denne fasen av krisen ble ikke tilførselen til markedene for produkter i Europa særlig berørt. De fleste raffineriene fikk også den råoljen de ønsket. Bortfallet av iransk olje rammet imidlertid ulike oljeselskap og ulike importland svært forskjellig. Raffinerier som forutså bortfall av framtidige leveranser fra Iran forsøke å øke sine lagre ved å kjøpe i spotmarkedet for produkter. Dette drev prisene på produktene opp. Årsaken til den økte aktiviteten i spotmarkedet på dette stadiet var ikke reell knapphet, men et forsøk på å sikre seg mot en framtidig svikt i leveransene.

Frykten for et bortfall av iransk olje førte til forventninger om prisøkninger og følgelig en spekulasjonsmotivert etterspørsel for lagringsoppbygging. Lagernivået var dessuten også spesielt lavt før krisen i Iran (se fig. 4).

Figur 3. Konsum og lagerendring av råolje på verdensmarkedet 1) 1978-84. mbd



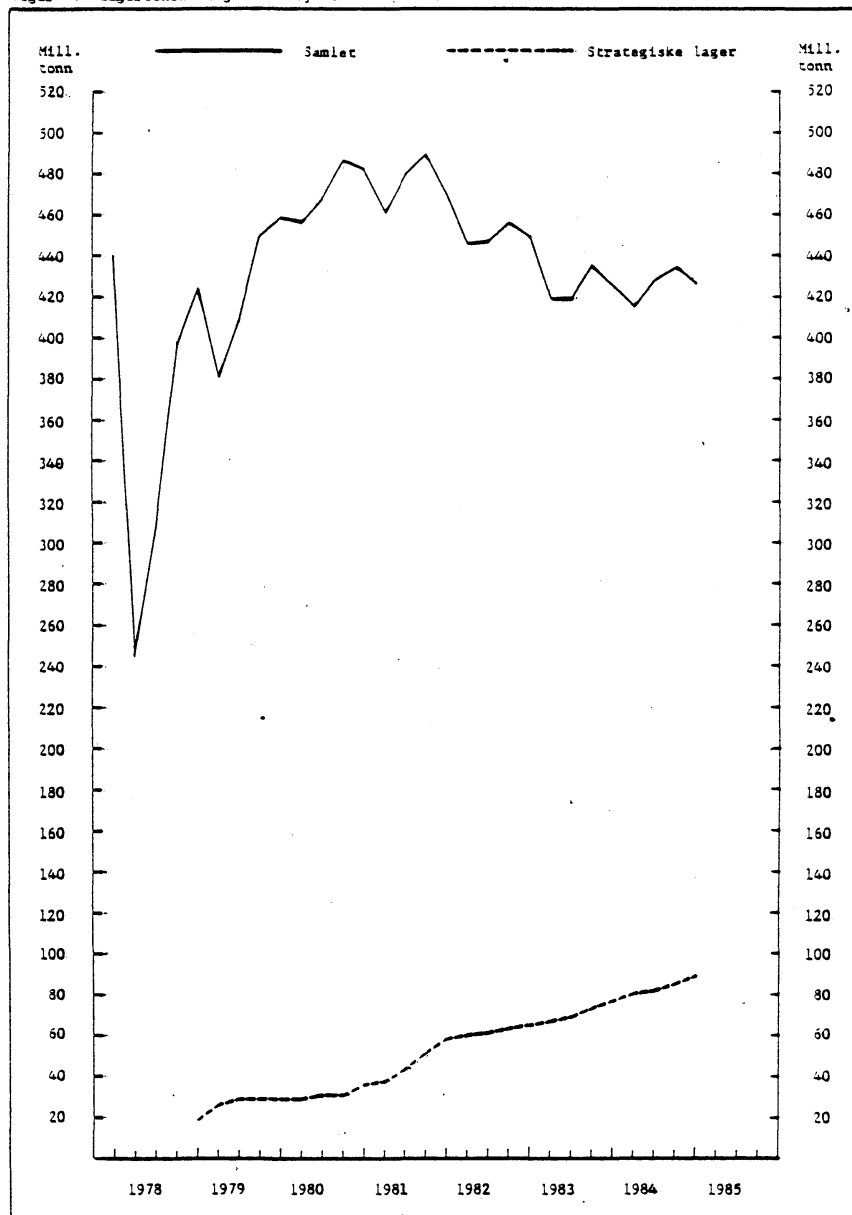
Kilde: Annual oil market report 1984.

For året 1984 er data hentet fra notater fra OED

1) Eksklusive de sentralstyrte økonomiene.

I januar 1979 kuttet så Saudi-Arabia ned sin oljeproduksjon med 1 mbd i protest mot Camp-David forhandlingene. Dette førte til ytterligere nervøsitet i markedet. På dette stadiet tok også spotmarkedet for råolje seg opp. Bortfallet av iransk råolje rammet Japan særlig hardt. De land som fikk redusert sine leveranser under langsiktige kontrakter søkte å dekke sin etterspørsel i spotmarkedet. På dette tidspunktet utgjorde råoljehandelen i spotmarkedet omlag 5-10 prosent av samlet handel. Bortfallet av iransk eksport og det påfølgende behov for å reallokere handelsstrømmene av råolje førte til en voldsom ekspansjon av spotmarkedet.

Figur 4. Lagerbeholdning av råolje i OECD pr. 1/1 i hvert kvartal. Millioner tonn



Kilde: Annual oil market report 1984.
Notater fra OED (for året 1978).

Dette var trolig i seg selv en viktig årsak til at prisene skjøt i været. Spotprisen på arabisk lett råolje økte gjennom hele 1. kvartal 1979 og lå omkring 7\$/fat over den offisielle salgsprisen i mars (fig. 1). I hele første halvår 1979 lå produksjonen over nivået i samme periode året før, samlet for perioden var forskjellen 5,2 prosent.

Som man ser var det i spotmarkedet for produkter at man fikk se de første virkningene av Irans eksportreduksjon, deretter steg prisen i spotmarkedet for råolje. De offisielle prisene på råolje endret seg lite. En del produsentland prøvde imidlertid å øke sine inntekter ved å øke produksjonen og selge mer i spotmarkedet. De fleste landene innførte også spesielle tillegg til den offisielle salgsprisen. Saudi-Arabia innførte et tillegg på 1,20 \$/fat i forhold til den offisielle prisen på 12,70\$/fat. Tilleggene ble begrunnet med den store profitten oljeselskapene fikk fordi spotprisen lå over de offisielle salgsprisene. Offisiell salgspris pluss ekstraavgift lå likevel fortsatt klart under spotprisene.

I Rotterdam steg spotverdien av produktene fra raffinering av et fat fra Arabian Light fra 18 \$/fat i begynnelsen av januar -79 til 32 \$/fat i april. Denne økningen i prisen førte til en lagernedbygging av raffinerienes produktlagre. Dette bidro til å dempe prisøkningen noe, men samtidig foretok sannsynligvis aktører lengre nede i omsetningskjeden bl.a. distributører og konsumenter, en lageroppbygging. På denne tiden begynte også de økte produktprisene å slå igjennom til konsumentene, uten at dette foreløpig ga seg utslag i redusert etterspørsel.

Utover våren 1979 tok produksjonen i Iran seg opp igjen, og også andre produsenter økte sin produksjon for å dra fordel av de høye prisene. På grunn av en betydelig lageroppbygging holdt etterspørselen seg meget sterk. Denne lageroppbyggingen i en tid hvor spotprisene økte sterkt, bidro til et enda mer nervøst spotmarked og ga store prisutslag. Først da økningen i spotprisene begynte å stoppe opp ble de offisielle salgsprisene justert opp til spotprisene (se fig. 1).

På dette tidspunktet hadde de økte råolje- og produktprisene slått ut i økte priser til konsumentene for fullt, noe som førte til at etterspørselen etterhvert ble dempet. Fra første til andre kvartal ble etterspørselen redusert med hele 6,1 mbd. Det var ikke lenger noen overhengende fare for forsyningskrise og det foregikk sannsynligvis en nedbygging av lagrene hos konsumentene, noe som førte til en ytterligere reduksjon i etterspørselen.

Utover høsten 1979 avtok presset i råoljemarkedet betydelig, tilbudet økte både fra land i og utenfor OPEC, og etterspørselen avtok noe. Oppbyggingen av lager var imidlertid fortsatt betydelig, hele 2,1 mbd i

andre kvartal, 3,3 mbd i tredje kvartal for så å falle til 0,7 mbd i siste kvartal 1979.

I begynnelsen av 1980 var de kortsiktige virkningene av sjokket over. På dette tidspunktet var prisene stort sett justert slik at "normale" forhold mellom offisielle salgspriser og andre råolje- og produktpriser var gjenopprettet. Virkningen på forbruket av at prisøkningene hadde arbeidet seg gjennom systemet helt til forbruker var nå begynt å gjøre seg gjeldende. OPEC's samlede produksjon var i første kvartal 1980 større enn samme periode året før, mens forbruket var redusert med over 3 mbd. Dette forklares ved at lagerendringene var ubetydelige i 1980, mens det i første månedene i 1979 foregikk en lagernedbygging i størrelsesorden 3-3,5 mbd.

Selv om de kortsiktige svingningene i markedene hadde lagt seg ved inngangen til 1980, satt det nye prisnivået for petroleumsprodukter i gang mer langsiktige endringer i markedet. Konsumentene ønsket å bruke mindre olje og det ble lønnsomt å bygge ut produksjonskapasitet utenfor OPEC.

Før man fikk se effektene av disse langsiktige virkningene, opplevde verden et nytt tilbudssjokk. Det brøt ut krig mellom Iran og Irak i september 1980, og eksporten fra de to land falt fra omlag 5 mbd før krigsutbrudd til 0,8 mbd i oktober. Mønsteret for hvordan tilbudssjokket forplantet seg gjennom de ulike markedene etter den iranske revolusjon gjentok seg. Utviklingen avvek imidlertid på et par vesentlige punkter. For det første var det mye større lagre i forbrukslandene denne gangen. Lagrene ble bygget opp gjennom 1979 og -80 til et uvanlig høyt nivå (se fig. 4). For det andre avtok etterspørselen raskt og bunnen falt ut av markedene så snart det var klart at krisen var over. Dette var hovedsakelig fordi de langsiktige virkningene fra den forrige prisøkningen arbeidet parallelt med sjokket av Iran-Irak-krigen.

Langsiktige virkninger

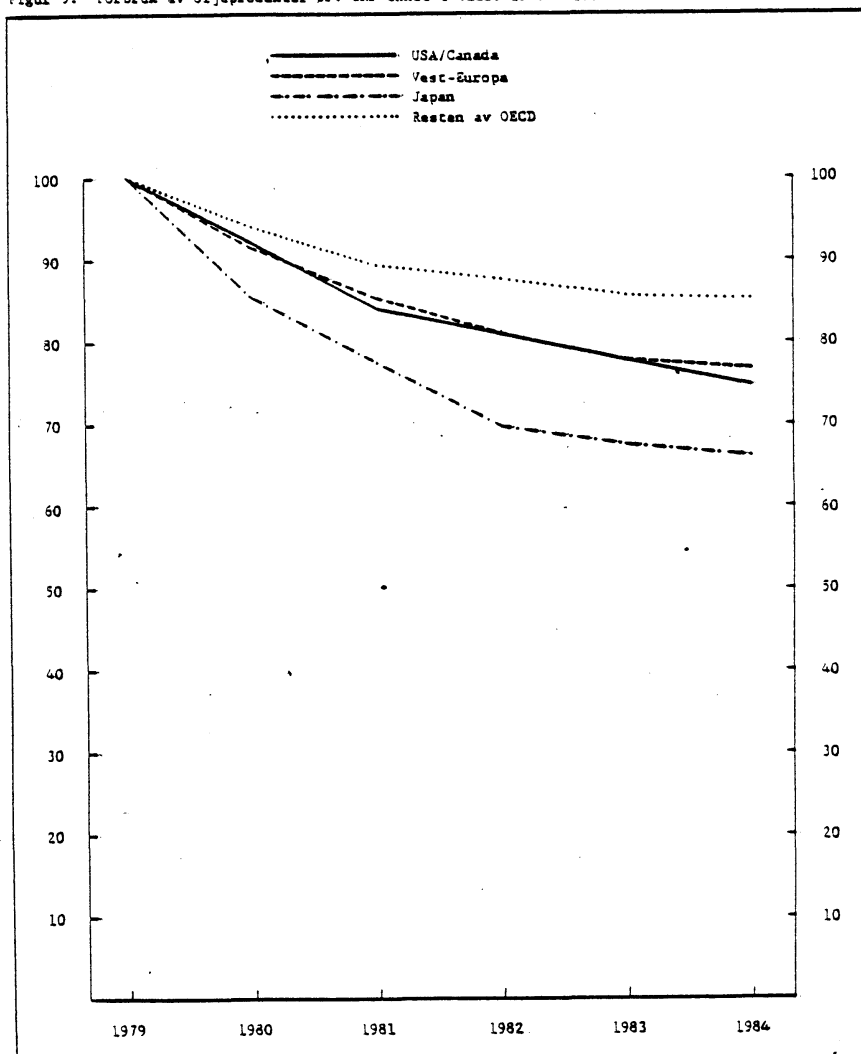
I 1978 var den offisielle salgsprisen på Arabian Light 12,70 \$/fat, i løpet av 1981 ble den hevet til 34 \$/fat. Denne prisøkningen førte til at konsumentene ønsket å bruke mindre olje enn før. Fordi konsumet av petroleumsprodukter er knyttet til bruk av den eksisterende beholdning av realkapital, kan man bare i begrenset grad substituere olje med andre innsatsfaktorer på kort sikt. Ser man derimot på perioden 1979-84 får man fram denne overgangen klarere. Konsumet i verden utenfor de sentralstyrte økonomiene ble redusert fra 51,2 mbd. i 1979 til 45,7 mbd. i 1984, dvs. en nedgang på nesten 11 prosent (kilde: BP 1985). Innen OECD falt konsumet

med neste 17 prosent i det samme tidsrommet, på tross av at BNP steg med 11 prosent.

De forskjellige petroleumsproduktene har forskjellige anvendelser og substitusjonsmuligheter. De tyngre produktene er de som har størst konkurranse, særlig fra kull og naturgass. I transportsektoren er substitusjonsmulighetene mindre med dagens teknologi. Dette er årsaken til at bensinforbruket kun er redusert med knapt 4 prosent fra 1979 til 84, mens forbruket av fyringsoljer er redusert med nesten 30 prosent i samme periode, se fig. 6.

Den betydelige endringen i sammensetningen av forbruket av petroleumsprodukter har medført store endringer innen raffinerisektoren. Den økende andelen av lette produkter har ført til stor lønnsomhet for raffinerier med oppgraderingsutstyr, dvs. som har en høy andel lette

Figur 5. Forbruk av oljeprodukter pr. BNP-enhet i OECD. 1979 = 100



Kilde: BP Statistical review of world energy 1985 og OECD Main Economic Indicators.

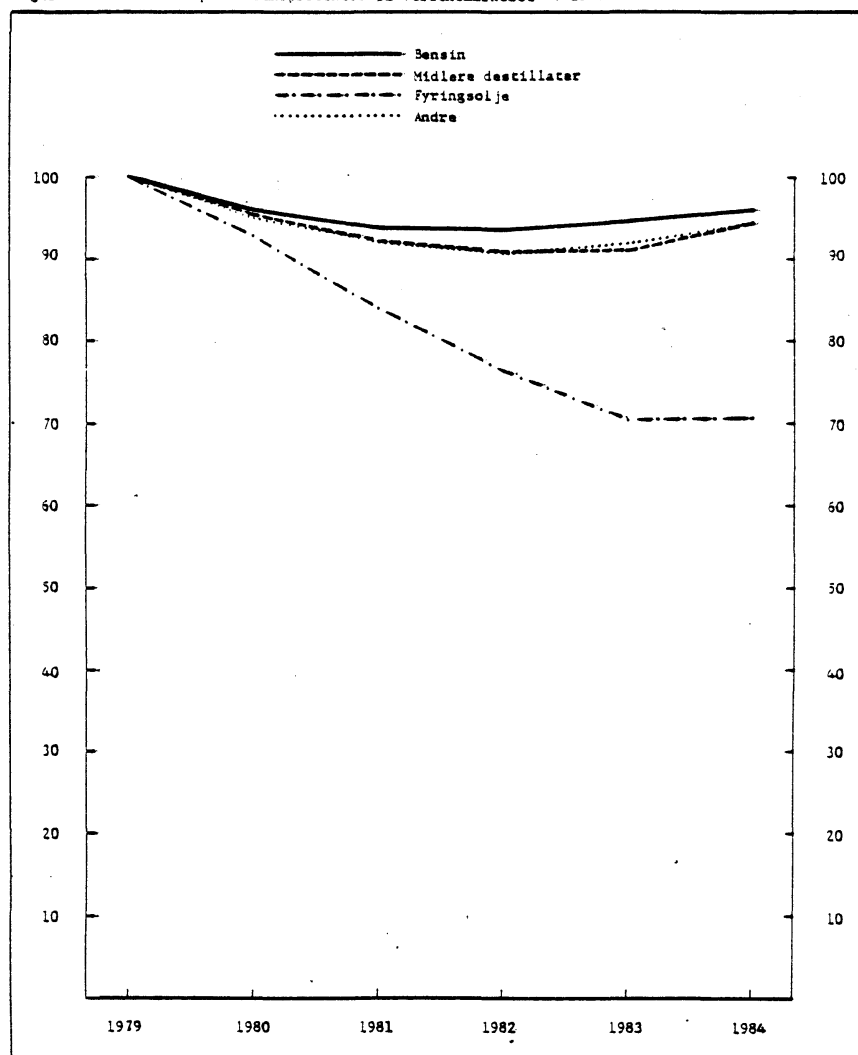
produkter i sin produktmix. Lønnsomheten i raffineringsindustrien ellers har imidlertid vært dårlig pga. stor ledig kapasitet.

Tabell 1. Produksjon av råolje i mill. fat pr. dag

	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984
OPEC	30,3	31,5	27,5	23,4	19,9	18,5	18,3
Resten av markeds- økonomiene	18,7	19,9	20,6	21,2	22,2	23,2	24,3
Totalt	49,0	51,4	48,1	44,6	42,1	41,7	42,6

Kilde: BP.

Figur 6. Forbruk av petroleumsprodukter på verdensmarkedet¹⁾. 1979 = 100



Kilde: BP Statistical review of world energy 1985.

1) Eksklusive de sentralstyrte økonomiene.

Prishoppet i 1979-80 har imidlertid hatt enda større virkning på lettevirksomhet, utbygging av nye felt og produksjon av råolje utenfor OPEC. Produksjonen har økt jevnt som følge av høyere priser. I perioden 1978 til 1984 var økningen på hele 30% eller 5,6 mbd. For å unngå et drastisk fall i råoljeprisen, var OPEC i samme periode tvunget til å redusere sin produksjon med 11,9 mbd, fra 30,3 mbd til 18,3 mbd. For tiden har OPEC et offisielt produksjonstak på 16 mbd, men produksjonen har i sommermånedene i år ligget betydelig lavere enn produksjonstaket. Sammenlignet med 1978, er produksjonen nå mer enn halvert.

3. EN DYNAMISK MODELL FOR ENERGIFORBRUK

Økonomisk teori skiller mellom en aktørs tilpasning på kort og lang sikt. Lang sikt defineres ved at bruken av alle produksjonsfaktorer kan endres, mens man på kort sikt står overfor en eller flere kvasifaste faktorer.

Teorier for bedrifters etterspørsel etter energi tar utgangspunkt i at bedriftene maksimerer sin neddiskonterte profitt (evt. minimere neddiskonterte kostnader) hensyn tatt til dagens beholdning av kvasifaste faktorer og kostnader forbundet med å endre størrelsen av disse. For aktøren er både hastigheten de kvasifaste faktorene endres i og deres langsiktige likevektsnivå endogent. Etterspørselen både på kort og lang sikt etter energi (og andre variable innsatsfaktorer) forklares altså ved at bedriftene foretar en løpende intertemporær optimalisering av sine aksjoner.

Utviklingen av denne type etterspørselsteori er knyttet til anvendelsen av dynamisk optimal kontrollteori på bedrifters tilpasning. Vi skal her kort skissere teorien med utgangspunkt i arbeidet av Denny, Fuss og Wavermann (1981) og Berndt, Morrison og Watkins (1981).

Anta at produksjonsteknologien i en bedrift kan beskrives ved:

$$(3.1) \quad H(F, V, K, K, Y) = 0$$

hvor

F = input av fyringsolje
 V = input av andre variable faktorer
 K = kapitalbeholdning
 Y = output

$$\dot{K} = \frac{\delta K}{\delta t}$$

Kostnadene ved å justere kapitalbeholdningen uttrykkes ved at $\delta Y / \delta K < 0$ på grunn av tapt ("foregone") produksjon i forbindelse med at beholdningen av den kvasifaste faktoren endres.

Anta videre at bedriften minimerer nåverdien av sine kostnader:

$$(1.2) \quad C(0) = \int_0^{\infty} e^{-rt} \{P_F F + P_V V + P_K (K + \delta K)\} dt$$

r - diskonteringsraten

P_i - enhetspris, $i = F, V$ og K

δ - depresieringsraten

Bedriften ønsker på lang sikt å minimere sine kostnader (3.2) gitt produktfunksjonen (3.1), output og prisene. I faktormarkedene antas det å være fri konkurranse og vår produsent antas å kjenne prisene og videre anta at disse er stasjonære over tid. For enkelthets skyld ser vi bort fra teknisk framgang. Minimeringen skjer ved å velge de baner for de kontrollvariable F, V og K som minimerer $C(0)$ gitt den initiale kapitalbeholdningen K .

På kort sikt er imidlertid den kvasifaste innsatsfaktoren gitt og tilpasningen består i å minimere de variable kostnadene

$$(3.3) \quad G = P_F F + P_V V$$

gitt priser, kapitalbeholdning, nettoinvestering og produksjon.

Minimeringen av de variable kostnadene (G) er identisk med å minimere (3.2) med hensyn på V gitt (3.1) og gitt nivået på den kvasifaste faktoren og output:

$$(3.4) \quad \text{Min. } L(0) = \int_0^{\infty} e^{-rt} [P_F f(V, K, K, Y) + P_V V + P_K (K + \delta K)] dt$$

hvor

$$(3.5) \quad F = f(V, K, K, Y)$$

Nødvendige førsteordensbetingelser for minimum av de variable kostnadene (3.3) er:

$$(3.6) \quad \frac{\partial G}{\partial V} = \frac{\partial L(0)}{\partial V} = P_F f_V + P_V = 0$$

Dersom den implisitte produktfunksjonen er kvasikonveks i de variable faktorene, kan det av (3.5) og (3.6) avledes kortsiktige etterspørselsfunksjon etter disse faktorene:

$$F = h(P_F, P_V, K, K, Y)$$

(3.7)

$$V = g(P_F, P_V, K, K, Y)$$

Innsatt i (3.3) følger den betingede kostnadsfunksjonen:

$$(3.8) \quad G = G(P_F, P_V, K, K, Y)$$

Gitt rimelige betingelser om regularitet og krumning av produktfunksjonen kan det vises at G er stigende og konkav i P_F og P_V , stigende og konveks i K og avtakende og konveks i K .

Videre følger fra Shepards lemma at:

$$(3.9) \quad \partial G / \partial P_F = F, \quad \partial G / \partial P_V = V$$

Den partielt deriverte av den betingede kostnadsfunksjonen (3.4) med hensyn på prisen til en variabel faktor er lik etterspørselsfunksjonen for faktoren.

Siden løsning på det kortsiktige optimaliseringsproblemet (gitt beholdningen av den kvasifaste faktoren og gitt output) er inneholdt i G -funksjonen, kan vi beskrive kostnadsfunksjonen på lang sikt ved:

$$(3.11) \quad C(0) = \int_0^{\infty} e^{-rt} [G(P_V, P_F, K, K, Y) + P_K(K + \delta K)] dt$$

Minimering av (3.11) med hensyn på tilstandsvariabelen $K(t)$ er ekvivalent med å minimere (3.2) med hensyn på $K(t)$, $F(t)$ og $V(t)$ siden de optimale $F(t)$ og $V(t)$ gitt $K(t)$ er inneholdt i (3.7). Minimeringen av (3.11) med hensyn på tilstandsvariabelen $K(t)$ og kontrollvariabelen $K(t)$ kan ved delvis integrasjon av siste ledd i integralet $[\]$ i (3.11) omformes til et standard problem innen optimal kontrollteori.

$$(3.12) \quad H(K, \dot{K}, \lambda) = e^{-rt} [G(P_V, P_F, K, K, Y) + \mu K] + \lambda \dot{K}$$

$$\text{hvor } \mu = P_K (r + \delta)$$

Fra førsteordensbetingelsene for min. problemet (3.12) følger relasjon (3.13) som bestemmer den optimale endring i beholdningen av realkapital:

$$(3.13) \quad -\mu - G_K - rG_K + G_{KK} \dot{K} + G_{KK} \ddot{K} = 0$$

På lang sikt (langs steady statebanen) er $K = K^*$ og $\dot{K} = 0$. Da følger av (3.13) at:

$$(3.14) \quad -G_K(F, V, K^*) = \mu + rG_K(F, V, K^*)$$

Relasjonen (3.14) har følgende tolkning: den marginale reduksjonen

i variable kostnader ved å endre den kvasifaste kapitalen (dvs. kjøpe energieffisient kapitalutstyr) skal være lik marginale kostnader ved å endre kapitalbeholdningen. Kostnadene ved å endre beholdningen er brukerprisen på kapital pluss kostnadene forbundet med selve endringen (de marginale justeringskostnadene). Steady state etterspørselen etter de variable faktorene finnes ved å sette inn K^* fra (3.14) i (3.7).

Modellen kan operasjonaliseres og estimeres ved å introdusere eksplisitte funksjonsformer for den betingede kostnadsfunksjonen (the restricted cost function) (3.8). Fra (3.14) estimeres en relasjon som angir hvordan kapitalakkumulasjonen foregår, fra faktoretterspørselsfunksjonene (2.9) estimeres etterspørselen etter variable faktorer.

Modeller av den type vi her har skissert stiller imidlertid store krav til data. Dens store fordel er at den eksplisitt bygger på en teori om at aktørene optimaliserer sin atferd og samtidig tar hensyn til forbruket av oljeprodukter og annen energi er nært knyttet til den eksisterende beholdning av realkapital. Til analyser av forbruk av petroleumsprodukter er dette således den mest tilfredsstillende framgangsmåten. I neste avsnitt skisseres en simultan markedsmodell for råolje- og produktmarkedene. At vi i den sammenheng velger et enklere opplegg for modelleringen av forbruket av petroleumsprodukter, er et hensiktsmessighetsspørsmål fordi denne modellen er vanskeligere å integrere i en simultan markedsmodell.

4. SKISSE AV EN MODELL FOR OLJEMARKEDENE

Av beskrivelsen i avsnitt 2. framgår at det er forskjellige faktorer som er vesentlige på kort og lang sikt. På lang sikt er det utviklingen i energiforbruk pr. BNP enhet og veksten i verdensøkonomien som sammen med prisen på olje og alternativ energi er viktig. På kort sikt gjør andre etterspørselskomponenter som svinger kraftig seg gjeldene. Den skisse til modell som vi her skal gjennomgå forsøker å ta med en rekke både kortsiktige og langsiktige virkninger.

Tilbud av råolje

Råolje er en ikke-fornybar ressurs: forbruk av en enhet i dag innebærer at den ikke kan brukes senere. Dette betyr at råoljereservene er en formuesbeholdning. Den tradisjonelle modellen for å analysere slike markeder har vært Hotellings modell for ikke-fornybare ressurser (Hotelling (1931)).

Nærmere studier av spesielt OPEC's adferd peker imidlertid i retning av at beslutningene om produksjon av råolje er mer kompliserte (se Lorentsen og Roland (1985 I)). På kort sikt kan det se ut som om betalingsbalanseproblemer, eller det motsatte, problemer med å absorbere inntektene innenlands, er avgjørende for produksjonsbeslutningene i mange land. Etter 1983 er det videre klart at OPEC har fungert som et kartell og prøvd å opprettholde prisnivået på råolje ved hjelp av produksjonskontroll og kvoter.

Oljeutvinning er karakterisert ved spesielt lang investeringsperiode. Fra beslutning tas om utbygging av et oljefelt til produksjonsstart, vil det gå mange år. Dette betyr at på kort sikt er produksjonskapasiteten gitt, og produksjonsbeslutningen dreier seg om hvilken kapasitetsutnyttelse man skal velge.

På bakgrunn av variasjonsbredden i teorier som forklarer tilbudssiden i oljemarkedet, skulle en tro det var mulig å teste holdbarheten ved ulike hypoteser ved empiriske tester. Dette er imidlertid i liten grad gjort (et unntak er EMF 5, (1982)). I praksis viser det seg at mangel på data eller det forhold at teoriene ofte ikke gir skarpe utsagn som er empirisk testbare, har ført til at relativt enkle modeller har vært anvendt for å forklare tilbudet av råolje.

I det følgende vil vi skille mellom modeller som forklarer tilbudet

av OPEC-olje og tilbudet av olje produsert i andre markedsstyrte økonomier. Årsaken er at beslutninger om leting, utvinning og eksport foretas av ulike aktører i disse to områdene. Innen OPEC-området er oljeressursene nå i praksis nasjonalisert. Viktige beslutninger foretas av nasjonalstater ut fra samfunnsøkonomiske eller politiske betraktninger.

Dette er ikke i samme grad tilfellet utenfor OPEC. Her foretas viktige beslutninger om leting, utvinning og produksjon fortsatt av bedrifter som maksimerer sin profitt. (Dette er selvfølgelig en forenkling; i denne gruppen produsenter finnes både land som Mexico, hvor produksjonen er helt nasjonalisert og det finnes statsoljeselskaper som kan tenkes å tilpasse seg på en annen måte enn multinasjonale oljeselskaper.)

Tilbud av råolje fra OPEC

OPEC's adferd over den siste 10-årsperioden kan kort karakteriseres ved

- * Organisasjonen ser ut til sterkt å motsette seg nedgang i nominelle priser.
- * Overskuddstilbud og press på oljeprisen møtes med redusert kvantum, om nødvendig ved å fordele produksjonen mellom medlemslandene ved hjelp av bindende kvoter.
- * Økt etterspørsel ved lav kapasitetsutnyttning i OPEC tas ut i form av økt produksjon, prisene endres lite.
- * I et stramt marked der OPEC's produksjon overstiger 70-80 prosent av produksjonskapasiteten, endres reaksjonsmønsteret; økt etterspørsel tas ut hovedsakelig i form av økte priser, kvantum endres ubetydelig.

Det skisserte reaksjonsmønster kan utdypes videre ved å se på Saudi-Arabias rolle. I perioder hvor markedet er svakt øker Saudi-Arabias makt på grunn av landets mulighet til å opptre som "swing producer". Landet kan pga. finansiell styrke og sin store produksjonskapasitet, variere produksjonen fra 2-3 mbd til 10 mbd. Tilsvarende vil relativt drastiske prisnedganger på kort sikt heller ikke ramme Saudi-Arabia like sterkt som de fleste andre OPEC-land. Er de offisielle OPEC-prisene under sterkt press i markedet, kan Saudi-Arabia derfor nærmest diktere OPEC's politikk fordi landet kan undergrave enhver beslutning fattet av resten av OPEC.

I en situasjon hvor man nærmer seg kapasitetsgrensene i de fleste land, inkludert Saudi-Arabia, vil makten flyttes fra Saudi-Arabia og OPEC-organisasjonen mot de enkelte medlemsland. Beslutninger om produsert

volum blir i stor grad basert på unilaterale vurderinger. Noen land når kapasitetsgrensen, mens andre begrenser produksjonen til det nivå som er tilstrekkelig til å dekke landets løpende behov for valutainntekter. Makten til land som i første rekke prioriterer høyere priser på kort og mellomlang sikt øker, fordi unilaterale aksjoner fra disse land ikke kan nøytraliseres fra andre. Saudi-Arabia er ikke lenger i stand til å motvirke slike aksjoner med økt produksjon. Selv ubetydelige reduksjoner i tilbudt kvantum kan få betydelige prisvirkninger.

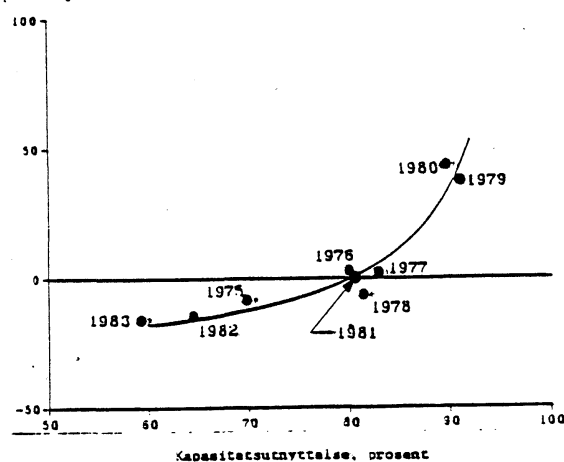
En måte å introdusere denne markedsadferden på i en modell, er å innføre en enkel reaksjonsfunksjon som knytter forbindelsen mellom endring i realpris på olje og OPEC's kapasitetsutnyttelse som vist i fig. 7. (Se Chao and Manne (1982), Rowen and Weyant (1972), Razavi and Samii (1983) eller Lorentsen and Roland (1985 I)):

$$(4.1) \quad \Delta P_t / P_t = \alpha_1 + \alpha_2 / (U_{OPEC,t} - S_{OPEC,t})$$

- P_t - råolje målt i \$ pr. fat, faste priser, tidspunkt t
 $U_{OPEC,t}$ - produksjonskapasitet i OPEC målt i mbd, tidspunkt t
 $S_{OPEC,t}$ - produksjon i OPEC målt mbd, tidspunkt t
 α_1, α_2 - parametre

Figur 7. OPEC's reaksjonsfunksjon

Årlig endring
i realpris
på råolje



Kilde: Energy Outlook. The Washington Group January 1985.

Tilbudet utenfor OPEC

Tilbudet utenfor OPEC er et resultat av beslutninger fattet av et stort antall aktører. Hver enkelt aktør optimaliserer sine investeringer i leting og produksjonskapasitet. Til grunn for denne optimaliseringen ligger forventning om framtidige priser og kostnader, antakelser om ressursgrunnlaget og kunnskap om kjente reserver.

En relativt enkel måte å modellere disse sammenhengene på er vist av Weyant, J.P. og D. Kline (1982). Vi skal her presentere en noe bearbeidet versjon av deres modell. Modellen er basert på tre grunnleggende hypoteser.

(i) En konstant andel av økonomisk utvinnbare reserver produseres hvert år:

$$(4.2) \quad S_{ME} = k R_{ME}$$

S_{ME} - produksjon i år t
 R_{ME} - økonomisk utvinnbare reserver

(ii) Tilveksten til beholdningen av oppdagede oljeressurser er prisfølsom:

$$(4.3) \quad Z_{ME} = d(P) U_{ME}$$

Z_{ME} - økning i kjente og utvinnbare oljeressurser i år t
 U_{ME} - det totale ikke-oppdagete ressursgrunnlaget i år t
 $d(P)$ - andelen av det totale ressursgrunnlaget i år t som oppdages i samme år som funksjonen av oljeprisen P

(iii) Den andel av utvinnbare oljeressurser som gjøres økonomisk utvinnbar er prisfølsom, og det tar tid å tilpasse utvinningsandelen ("recovery factor") til endret pris.

$$(4.4) \quad f^{opt} = f^{opt}(P)$$

$$(4.5) \quad f = c f_{-1} + (1-c) f^{opt}$$

f^{opt} - optimal "recovery factor" i år t gitt råoljeprisen P.

f_{-1} - faktisk "recovery factor" i år t-1

Modellen består, foruten av disse strukturlikningene, av følgende "regn-

skapssammenhenger":

$$(4.6) \quad R_{ME} = f \cdot Y_{ME}$$

Y_{ME} - kjente og potensielt utvinnbare reserver i år t

$$(4.7) \quad Y_{ME} = Y_{ME,-1} + Z_{ME} - \frac{S_{ME}}{f}$$

$$(4.8) \quad U_{ME} = U_{ME,-1} - Z_{ME}$$

Ved innsetting av (4.3) - (4.8) i (4.2) finnes følgende relasjon som bestemmer produksjonen:

$$(4.9) \quad S_{ME} = k[c_{f1} + (1-c)f^{opt}(P)][Y_{ME,-1} + d(P)U_{ME} - \frac{S_{ME}}{f}]$$

I (4.9) framkommer produksjonen utenfor OPEC som en "lagget" respons til utviklingen i råoljeprisen og det totale ikke-oppdagede ressursgrunnlaget. Den første hypotesen (i) virker umiddelbart noe mekanisk, da man skulle anta at den andel av utvinnbare reserver som utvinnes hvert år var avhengig av både prisen på råolje og andre priser (f.eks. rentenivået). Imidlertid viser det seg at denne enkle hypotesen er godt underbygd med data fra perioden 1960-80 (se EMF 5 (1982)). Hypotese (ii) om at leteaktiviteten og dermed tilveksten til beholdningen av oppdagende oljeressurser avhenger av prisen er ukontroversiell. Hypotese (iii) om at andelen av utvinnbare ressurser som er økonomisk lønnsomme å utvinne avhenger av råoljeprisen virker selvsagt. Her er det også antatt at tilpasningen tar tid. Det tar flere år å innintrodusere nye metoder for å øke utvinningsgraden i et oljefelt etter at prisen har endret seg (f.eks. ved hjelp av vanninnjeksjon eller andre metoder).

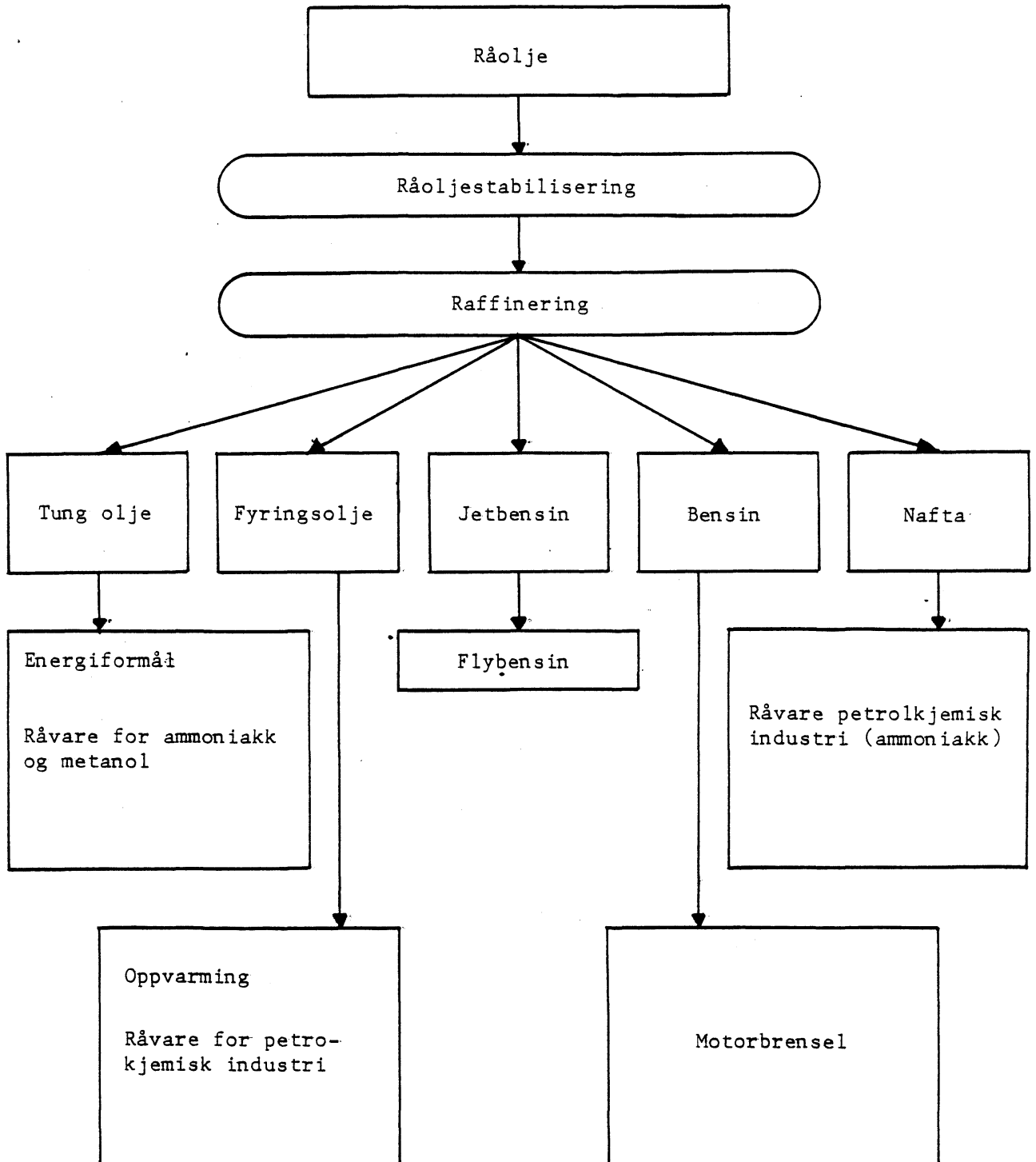
Modellen som leder fram til OPEC's reaksjonsfunksjon og modellen for ikke-OPEC-produsentene er modeller for utviklingen på lang sikt. På kort sikt (inntil ett år), er imidlertid produksjonen utenfor OPEC tilnærmet gitt av eksisterende kapasitet. Innen OPEC må produksjonen anslås på basis av en vurdering av interne maktforhold i organisasjonen og den aktuelle markedssituasjonen. Det synes derfor mest hensiktsmessig å anslå produksjonen eksogent på kort sikt:

$$(4.10) \quad S_{ME} = \text{kapasiteten}$$

$$(4.11) \quad S_{OPEC}^t = \bar{S}_{OPEC}^t$$

hvor \bar{S}_{OPEC}^t er et subjektivt anslag over produksjonen i OPEC.

Fig. 8. Skjematisk framstilling av råolje- og petroleumsmarkedene



Transportkostnader

Både for transporten av råolje fra oljebrønn til raffineri og ved transport av petroleumproduktene til konsument påløper transportkostnader. For vårt formål er det trolig tilstrekkelig å modellere transportaktiviteten ved å anta faste enhetskostnader. Det innebærer at det for råolje innføres en matrise med enhetskostnader, der hvert element C_{hj} angir kostnadene ved å transportere en enhet råolje fra produsentområde h til raffineri j . Tilsvarende innføres matriser for å beskrive transportkostnader for produkttype k fra raffineri j til marked i (C_{ji}^k).

Raffineringssektoren

Teknologien i raffineringssektoren består bl.a. av destillering, hvor man har relativt begrensede muligheter til å variere produktsammensetningen. I tillegg finnes det forskjellige oppgraderingsmuligheter som kan omforme tunge oljer til lettere produkter. Vi antar at produksjonsforholdene innenfor et raffineri kan beskrives som en lineær produksjonsteknologi med faste koeffisienter og kapasitetsgrenser.

Det innebærer at i en situasjon med overkapasitet i raffineringssektoren, har man en viss fleksibilitet til å endre produktsammensetningen når man ser raffinerisektoren samlet. Utnyttes derimot kapasiteten fullt ut, er en sammensetning av output på ulike produkttyper gitt, og forskyvninger i relative priser må til for å få balanse i de ulike delmarkedene.

Etterspørselssiden

På etterspørselssiden er det viktig å skille mellom den delen av registrert etterspørsel som er konsum og den delen som er lagerendring. I konsumet og tildels også i lagerendringen er det dessuten viktig å ta hensyn til sesongvariasjoner.

Etterspørsel etter produkt k , i marked i

$$(4.12) \quad C_i^k = (a_i \quad e^{S_i^T} \quad b_i \quad e^{h_i}) X_i P_i Q_i [P_i] [Q_i] \cdot T^\alpha \cdot e^A$$

$$(4.13) \quad A = \sum_{i=1}^{11} d_i \beta_i$$

$$(4.14) \quad [P_i] = \begin{matrix} f_i & f_i g_i & f_i g_i^2 & f_i g_i^3 & \dots & f_i g_i^{h-1} \\ P_{i,-1} & P_{i,-2} & P_{i,-3} & P_{i,-4} & \dots & P_{i,-h} \end{matrix}$$

$$(4.15) \quad [Q_i] = \begin{matrix} m_i & m_i n_i & m_i n_i^2 & m_i n_i^3 & \dots & m_i n_i^{h-1} \\ Q_{i,-1} & Q_{i,-2} & Q_{i,-3} & Q_{i,-4} & \dots & Q_{i,-h} \end{matrix}$$

(4.12-15) spesifiserer forbruket i markedet for produkt nr. i som funksjon av produksjonsaktiviteten (X_i), prisene på oljeprodukter (P_i), en indeks for prisene på alternativ energi (Q_i), tiden og temperaturen (T). d_i er en dummyvariabel for måned og β_i angir sesongkomponenter. a_i er et konstantledd (som angir oljeforbruket pr. BNP-enhet i basisåret hvis oljemarkedet er i langtidslikevekt, dvs. hvis $P_{i,k} = P_{i,c}$ og $Q_{i,k} = Q_{i,c}$). (Vi har for oversiktens skyld sløffet toppskrift for produkt k). Trendleddet $e^{S_i \tau}$ er innført for å kunne ta hensyn til endringer i oljeforbruk pr. BNP-enhet ut over det de estimerte elastisitetene angir. Slike endringer kan skyldes innføring av ny teknikk og offentlige reguleringer av markedet. Også ved sterke skift i prisen på en energibærer, vil en kunne få endringer i oljeforbruket pr. BNP-enhet som ikke fanges opp av de estimerte priselastisitetene. Koeffisientene b_i , e_i og h_i er inntektselastisiteter og korttids priselastisiteter (virkninger i første periode). Uttrykket i hakeparentesene angir langtidseffekten av prisendringer, der endringer i prisene på oljeprodukter og alternativ energi er forutsatt å påvirke forbruket av petroleumsproduktet i h perioder etter den periode prisendringen skjer.

En svakhet ved de valgte etterspørselsfunksjonene er at etterspørsel elastisitetene er konstante uansett nivå på inntekt og priser. Det er lett å peke på tilfeller der slike forutsetninger vil være urimelige. Hvis prisene på to energibærere i utgangspunktet er nokså like og en av prisene endres, vil en kunne få langt sterkere substitusjonsvirkninger enn krysspriselastisitetene, estimert på historisk materiale, angir. Et eksempel er at prisen på oljeprodukter ligger på et nivå omtrent lik prisen på gass brukt til oppvarming. Hvis forbrukerne forventer at det nye prisforholdet vil vedvare, kan selv en moderat økning i oljeprisen føre til en sterk nedgang i bruk av olje til oppvarming. Relasjonene (4.12-15) vil derfor neppe gi gode prediksjoner hvis energiprisene (eller inntektsnivå) endres drastisk i forhold til estimeringsperioden, med mindre modellbrukeren korrigerer etterspørselen ved å endre de estimerte elastisitetene eller energispærelleddet.

Relasjonene (4.12-15) inneholder "laggete" reaksjoner på pris-

endringer, dvs. at prisendringer på oljeprodukter eller alternativ energi, vil påvirke oljeetterspørselen i n perioder etter den initiale prisendringen. Denne modellformuleringen tar i noen grad hensyn til at det tar tid før energibrukerne rekker å tilpasse kapitalutstyr og andre innsatsfaktorer til endrede energipriser. Vi har i modellen forutsatt at etterspørselsvirkningen av prisendringer avtar geometrisk over tid f.o.m. andre året etter prisendringen (se Koyck (1954)). Datamaterialet tyder på at virkningen av prisendringer dør ut etter 4-5 år.

En svakhet ved denne modellen sammenliknet med modellen i avsnitt 3, er at olje-etterspørselen bare påvirkes av hendinger i oljemarkedet, ikke av situasjonen i kapitalmarkedet. Det synes rimelig å tro at en bestemt endring i energiprisene har ulik virkning i en situasjon med stor ledig produksjonskapasitet og høye realrenter enn i et marked hvor kapasiteten utnyttes og finanskostnader ved nyinvesteringer er lave.

Om sesongmønsteret i forbruket forklares best ved å bruke temperaturen eller tiden som forklaringsvariabel vil avhenge av hvilket produkt det gjelder. For bensin vil det antakeligvis være tiden som er den viktigste for å få med sesongsvingningene. For tyngre produkter som fyringsolje, vil temperaturen være viktigere. Dette kommer av at tunge fyringsoljer særlig brukes til elektrisitetsproduksjon eller til oppvarming. Ved slike anvendelsesområder vil etterspørselen svinge med temperaturen uavhengig av årstid. For bensin vil årstider i seg selv forklare vesentlige svingninger i forbruket bl.a. pga. ferievesonger osv.

Også konsumentene holder lager av produkter. Det er grunn til å tro at spekulasjonsmotivert lager har liten betydning for konsumentene. Konsumentene holder derimot transaksjonsmotivert lager av en betydelig størrelse.

$$(4.16) \quad L_i^{k*} = L_i^{k*}(t)$$

L_i^{k*} = Ønsket lager i periode t av produkt k i marked i for konsumentene.

Det er altså grunn til å tro at lagerholdet hos konsumentene svinger systematisk med årstidene. Konsumentene bygger opp og ned lager for å møte sesongvariasjonene i forbruket.

Den lagerendringen som vil inngå som etterspørselskomponent i perioden vil være differansen mellom ønsket lager i perioden og lagerbeholdningen ved inngangen til perioden. Etterspørselen fra konsumentene vil altså være summen av konsum og lagerendring.

$$(4.17) \quad X_i^k = C_i^k + L_i^{k*}(t) - L_i^k(t-1)$$

Her er $L_i^k(t-1)$ faktisk lagerbeholdning ved utløpet av periode $t-1$.

I tillegg til etterspørselen fra konsumentene vil man få en spekulasjonsmotivert lageretterspørsel fra oljeselskaper o.l. (Mer om det i neste avsnitt).

Totalt etterspurt kvantum av produkt k i marked i vil være

$$(4.18) \quad E_i^k = X_i^k - L_{is}^k$$

L_{is}^k er spekulasjonsmotivert lagerendring

I en modell for internasjonale markeder for råolje og petroleumsprodukter trengs det en måte å knytte sammen de ulike nasjonale delmarkedene. Dette gjøres ved å konstruere en prisindeks som forbinder råoljemarkedet med produktmarkedene målt i lokale valuta:

$$(4.19) \quad P_i^k = (l_i PV_i + (1 - l_i) C_i) T_i^k$$

(4.19) definerer kjøperprisene for oljeprodukter som en veid sum av råoljekostnader målt i lokal valuta (PV_i), kostnader ved transport, lagring og distribusjon av oljeprodukter (C_i^k) påplussset eventuelle indirekte indirekte skatter, T_i^k . Et eksempel på at valutakursene er viktige gir de siste års utvikling med fallende råoljepris i US\$ og kraftig styrking av US\$ i forhold til de fleste andre valutaer. Effekten av dette vises i tabell 2, hvor prisutviklingen på saudi-arabisk lett råolje i lokale valutaer er vist.

Tabell 2. Pris på saudi-arabisk lett råolje
i lokal valuta. (1/1-1979=100)

Pris pr. fat i:	1/1-1983	15/2-1985
Amerikanske dollar	254,9	209,9
Franske franc	405,4	507,6
Tyske mark	331,5	391,7
Pund	341,9	412,1
Yen	272,3	253,5
Lire	423,4	452,9
Kanadiske dollar	259,0	249,9
Forbruksveid prisindeks for "de syv store" ..	290,1	286,7

Kilde: BP Statistical Review of World Energy
1984 og Statistisk Månedshefte.

Skal modellen brukes på lang sikt kan man tenke seg dette gjort ved at man skifter fra månedsdata til årsdata. Temperatur- og sesongleddet i etterspørselsfunksjonen kan da sløyfes. Priselastisitetene ville være høyere på årsbasis enn på månedsbasis. De kortsiktige ubalansene som oppstår mellom forskjellige råoljetyper og produkter vil utjevne seg og man kan redusere antallet råoljekvaliteter og produkter. Med et betydelig mindre antall råoljer og produkter blir raffineringsektoren og transporten mellom de forskjellige sektorer og områder mindre viktig og kan gjøres mindre omfattende.

5 LAGERHOLD AV RÅOLJE OG RÅOLJEPRODUKTER

I teorien skilles vanligvis mellom tre ulike motiv for å holde lager: transaksjonsmotivet, forsiktighetsmotivet og spekulasjonsmotivet.

Transaksjonsmotivert lager er et resultat av sesong og konjunkturbestemte svingninger i forbruk og produksjon. Slike lager holdes av alle aktørene som fysisk kontrollerer oljen på vei fra oljefelt til sluttforbruker. Transaksjonsmotivert lager holdes på oljefeltet, i terminaler for shipping og transport av råolje, i rørledninger, på tankbåter, i raffineriene og langs hele kjeden av distribusjonsledd fram til sluttforbruker. Av samlede lager utgjør transaksjonsmotiverte trolig den største andelen.

En modell for transaksjonsmotivert lagerhold kan baseres på aksele-
rator-prinsippet; ønsket transaksjonsmotivert lagerhold er en funksjon av forbruksnivået i inneværende periode, av forventet forbruk i en eller flere påfølgende perioder eller begge deler. Modellen kompliseres naturligvis dersom forventet konsum i framtiden inngår, fordi det da kreves en teori for forventningsdannelsen i markedet.

$$(5.1) \quad L_t - L_{t-1} = g(C_t, C_{t+1}^e, \dots)$$

L_t - lagerhold ved utgangen av periode t

C_t - konsum i periode t

C_{t+1}^e - forventet konsum i periode $t+1$

En innvending mot estimerte relasjoner av typen (5.1) kan være at de er lite stabile og at strukturen endrer seg mellom estimerings- og prognoseperioden. Det har vært hevdet at det har skjedd slike strukturelle endringer i ønsket nivå for transaksjonsmotivert lager de seinere år. Sammenliknet med 1960-årene da hovedstrømmen av olje passerte gjennom vertikalt integrerte selskaper, er behovet for transaksjons- (og forsiktighets-)motiverte lager trolig større idag når ulike aktører kontrollerer hvert sitt ledd i kjeden. De senere år (etter 1980) har imidlertid den gjennomsnittlige avstand fra oljebrønn til sluttforbruker blitt redusert. OPEC's relative betydning er mindre, og produksjonen har økt utenfor OPEC og nærmere konsumentene. Dette trekker i retning av lavere lager. Tilsvarende gjør trolig eksistensen av spotmarkeder, som reduserer kostnadene ved bortfall av leveranser under langsiktige kontrakter samt den betydelige økning i realrenten som har skjedd de siste 5-10 år.

Nivået på optimalt lager bestemmes i stor utstrekning av sesong-

variasjoner i etterspørselen. Imidlertid innebærer dagens situasjon med stor ledig produksjons- og raffineringsskapasitet at man i større grad enn tidligere kan la tilbudet svinge i takt med forbruket.

Etter oljekrisen i 1973 oppsto betydelig interesse for forsiktighetsmotivert lagerhold. Forsiktighetsmotivert lagerhold innebærer at lageret er en buffer som skjermer aktøren, vanligvis konsumenten, mot uforutsette stokastiske avbrudd i de normale leveransene av olje. IEA har helt siden opprettelsen vært opptatt av at medlemslandene burde opprette slike lager. I noen land blir dette gjort av regjeringene direkte, i andre land pålegges eller betales private oljeselskaper for å holde slike lager. En rekke forsøk er gjort på å bestemme det optimale nivå på strategiske lager i et land eller en gruppe av land. Diskusjonen startet etter en artikkel av Nordhaus (1974) som analyserte det amerikanske oljemarkedet etter oljeprishoppet i 1973 og foreslo bruk av både importtoll og strategiske lager for å redusere kostnadene ved framtidige avbrudd i oljeleveransene. Senere har spillteori (Nichols and Zeckhauser (1977)) vært anvendt for å vise at regjeringen i et konsumentland kan anvende strategiske lager for å motvirke kartellmakt i råvaremarkeder. Stokastisk dynamisk kontrollteori har vært anvendt for å finne optimal oppbygging av og nivå på "the Strategic Petroleum Reserve" i USA (se Teisberg (1982)) eller (Chao og Manne (1982)).

De nevnte teoriene er imidlertid hovedsakelig av normativ og langsiktig karakter. På kort sikt er trolig eksistensen av strategiske lager relativt lett håndterbare. I praksis har oppbyggingen av slike lager vært et resultat av politiske vedtak om en konstant takt i lageroppbyggingen (se fig. 4) til et ønsket nivå har blitt nådd. Under normale markedsforhold er således denne etterspørselskomponenten relativt stabil og forutsigbar. I et mer turbulent marked er det derimot vanskelig å forutsi hva som vil skje. Til nå har vi få erfaringer som gir grunn til å predikere hvordan regjeringer som sitter på store strategiske lager vil opptre dersom normale leveranser brytes; når vil man starte å bruke de strategiske lager og i hvilken takt vil uttappingen foregå? Vil lagrene bli solgt på det åpne markedet, eller allokert til bestemte kunder til spesielle priser?

Alt i alt vil endringer i beholdningene av olje p.g.a. transaksjons- og forsiktighetsmotivert på kort sikt normalt være rimelig forutsigbart. Regjeringer fatter vedtak om strategiske lagre som er bindende over relativt lange perioder og transaksjonsmotivert lager følger bevegelsene i konsumet. Langt viktigere for å forstå de senere års utvikling i oljemarkedet er derimot spekulasjonsmotivert lagerhold.

Som tidligere forklart, har strukturelle endringer i råolje- og

produktmarkedet ført til at oljen nå passerer gjennom et stort antall uavhengige ledd. De multinasjonale selskaperes vertikale struktur dominerer ikke lenger markedet, og det har oppstått et stort antall "traders" som kjøper og selger råolje og produkter i spot- og terminmarkeder. Petroleum Intelligence Weekly har summert opp denne utviklingen ved å si at "the 1980s may be the decade of the speculators, as the 1970s belonged to OPEC, the 1960s to independent firms, and the 1950s to major oil companies" (PIW, 1982).

Det er ikke uvanlig at en skipslast med gassolje skifter eier 20 ganger på vei fra raffineri til konsument. På tross av det høye aktivitetsnivået i disse markedene, tyder nyere økonometriske studier på at markedene ikke fungerer særlig effektivt (se Bird (1984) eller Gjølborg (1984)).

Det finnes i dag lite teori som forklarer spekulasjonsmotivert lagerhold. Den grunnleggende ide er imidlertid enkel nok. Dersom en aktør forventer at prisen fra en periode til neste øker så mye at avkastningen på å holde lager er større enn avkastning på en risikofri investering, tross lagerkostnadene, så lønner det seg å bygge opp lageret. Ellers er konklusjonen motsatt. Lageret bør tømmes raskest mulig. Dette enkle prinsippet kompliseres noe ettersom aktørene har risikoaversjon. I så fall vil man først investere i lager når dette gir en høyere avkastning enn en risikofri investering.

Spekulasjonsmotivert lagerhold er også knyttet til eksistensen av framtidsmarkeder ("futures markets"). Mot slutten av 1970-tallet vokste det fram et aktivt framtidsmarked for råolje, bensin og gassolje ved New York Mercantile Exchange og for gassolje ved International Petroleum Exchange i London.

Mange mener det i teorien kan vises at eksistensen av "futures markets" stimulerer lagerhold og virker til å stabilisere et marked. I praksis ser imidlertid de fleste ut til å mene at det motsatte har vært tilfelle i råoljemarkedet (se Mitchell (1982) Verleger (1984)) eller Razavi and Samii (1983)). Både under prishoppene på olje i 1973 og i 1979 og da oljeprisen kom under sterkt press nedover vinteren 1984-85, virket endringen i spekulasjonsmotivert lager destabiliserende på markedet. Spekulasjonsmotivert etterspørsel etter olje presser prisen oppover når det er knapphet i markedet og undergraver prisen når det er overskuddstilbud. Årsaken er neppe at spekulanter opptrer anderledes i oljemarkedet enn i andre råvaremarkeder, men at strukturelle trekk ved råoljemarkedet gjør slik adferd rasjonell. Dette har trolig sammenheng med OPEC's atferd.

Spekulantenes prisforventninger avhenger selvsagt av etterspørsels-

utviklingen og av tilbudet utenfor OPEC. Etter 1973 har imidlertid fokus hovedsakelig vært rettet mot OPEC av følgende årsaker. Man har ment at OPEC var et effektivt kartell (noe organisasjonen trolig først ble i 1983). Ulike teorier eksisterer vedrørende kartellets og de enkelte medlemslands adferd. Felles for alle er imidlertid at de innebærer at kartellet effektivt kontrollerer markedet og fastsetter prisen. Kartellets styrke og samhold kan imidlertid variere avhengig av markedsforholdene og politiske og økonomiske forhold blant dets medlemsland. Dersom kartellet har stor ledig produksjonskapasitet undergraves dets markedsrett ved at enkelte medlemsland presses til å produsere mer en kvoten eller innføre rabatter i forhold til kartellets offisielle priser for å betale løpende import etc.

Med utgangspunkt i resonneringer av denne type, har mange postulert en enkel reaksjonsfunksjon for OPEC (se fig. 7) som knytter en sammenheng mellom kapasitetsutnyttelsesgraden og den pris OPEC fastsetter. I Razavi and Samii (1983) nyttes en slik reaksjonsfunksjon som utgangspunkt for en enkel modell for spekulasjonsmotivert lagerhold.

Modellen tar utgangspunkt i OPEC's reaksjonsfunksjon:

$$(5.2) \quad \Delta P_t / P_t = g(X_t) \quad 0 < x_t < 1, \quad g' > 0$$

P_t - råoljeprisen $X_t \leq K_t$
 X_t - kapasitetsutnyttelsesgraden i OPEC

Spekulantene maksimerer sin profitt (Π_t) i hver periode:

$$(5.3) \quad \Pi_t = S_t \Delta P_t - C_t$$

S_t - spekulasjonsmotivert lager
 C_t - lagerkostnader

Lagerkostnadene er dels kostnader ved fysisk lagerhold ($C_{s,t}$) og dels finansielle alternativkostnader ved å binde kapitalen i lagerhold. ($C_{f,t}$)

$$(5.4) \quad C_t = C_{s,t} + C_{f,t}$$

$$(5.5) \quad C_{s,t} = C_{s,t}(S_t) \quad C'_{St} > 0$$

$$(5.6) \quad C_{f,t} = r_t S_t P_t$$

r_t er forventet avkastning på alternative investeringsprosjekter.

Kapasitetsutnyttelsen innen OPEC er definert ved:

$$(5.7) \quad X_t = \frac{D_t + L_t}{K_t}$$

D_t - etterspørsel etter OPEC-olje til konsum og sikkerhets- og transaksjonsmotivert lager

L_t - speulasjonsmotivert lagerendring.

K_t - fysisk produksjonskapasitet innen OPEC.

Sammenhengen mellom L og S er gitt ved:

$$(5.8) \quad S_t = S_{t-1} + L_t$$

Spekulantene i markedet må subjektivt fastlegge hvordan OPEC's reaksjonsfunksjoner ser ut i neste periode og danne seg en forventning om etterspørselen. På det grunnlag gir modellen svar på hva som er optimalt lagerhold og dermed lagerendring fra forrige periode.

Modellen løses ved innsetting av (5.2) og (5.4)-(5.8) i (5.3). Førsteordensbetingelsen for profittmaksimum blir:

$$(5.9) \quad P_t g(X_t) + S_t P_t g'(X_t) 1/K_t = C'_t(S_t) + P_t r_t$$

Betingelsen sier at man skal bygge opp eller ned lageret (avhengig av S_{t-1}) inntil grenseinntekten er lik grensekostnaden ved lagerhold.

Modellen slik den er beskrevet over, er selvsagt svært enkel og kunne raffineres og utbygges på en rekke måter, bl.a. ved å innføre stokastiske prosesser for å beskrive enkelte parametre. Den belyser imidlertid noen viktige trekk ved de beslutninger som ligger bak speulasjonsmotivert lager. Særlig viktig er selvfølgelig antakelsen om OPEC's reaksjonsfunksjon.

En måte å unngå å måtte ta stilling til form og beliggenhet på reaksjonsfunksjonen kunne være å ta utgangspunkt i den informasjon som kan hentes for framtidsmarkedene for olje og oljeprodukter. Dersom disse markedene fungerte effektivt, ville utnyttelse av slik informasjon trolig være bedre enn individuelle spekulanters oppfatninger av reaksjonsfunksjonen. Med utgangspunkt i historiske data burde det la seg gjøre å estimere relasjonen av typen:

$$(5.10) \quad S_t = J(P_t, P_{t+1}, \dots, P_{t+r})$$

hvor S fortsatt er lager og P er observerte priser i framtidsmarkedene.

Det er imidlertid uklart hvor effektivt framtidsmarkedene er og dermed hvor mye informasjon som ligger i priser observert i disse markedene. Teoretiske studier av framtidsmarkedene tenderer til å konkludere med at disse markedene virker stabiliserende eller destabiliserende avhengig av hva som er kilden til usikkerhet i markedet (se f.eks. Turnovsky (1983)). I Kawai (1983) kommer man fram til at framtidsmarkeder virker stabiliserende dersom de stokastiske elementene i markedet er knyttet til utviklingen i konsumet. Oppstår de stokastiske prosessene fra lagerhold er konklusjonen motsatt, og kommer det eksogene sjokk fra tilbudssiden, kan det ikke generelt sies noe om stabilitetsegenskapene i markedet. Et svært interessant forsøk på å modellere sammenhengen mellom framtid- og spotmarkedet finnes i Bohi og Toman (1985). Deres konklusjon er imidlertid at det nå er et stykke igjen før dynamiske likevektsmodeller kan brukes til å lage prognoser om utviklingen i spotmarkedet på bakgrunn av hendelser i framtidsmarkedet. Modellene kan derimot nyttes til å trekke kvalitative konklusjoner om markedene.

De siste ett til to år har mengden transaksjoner i framtidsmarkedene for olje og produkter gått betydelig tilbake (se Edwards (1985) eller Verleger (1984)). Dette har sammenheng med flere forhold, bl.a. at risikoen forbundet med kjøp/salg av olje og andre råvarer de senere år i første rekke har vært knyttet til valutakursendringer og endringer i økonomisk vekst. I oljemarkedet ser det dessuten ut til å være en ubalanse mellom "short hedgers" (selgere av framtidskontrakter) og "long hedgers" (kjøpere av slike kontrakter). Under slike markedsforhold vil markedet tendere til å flukturere sterkt. Det er normalt for få selgere relativt til antallet kjøpere. Dette fører til at markedet blomstrer kraftig opp i perioder med optimistiske prisforventninger, fordi spekulantene da er villige til å utstede framtidskontrakter.

Lager holdes på alle ledd i kjeden fra oljebrønnen til den endelige konsument. Det er vanlig å dele lagrene i 3 typer:

- Primære lager. Lager som forekommer langs kjeden fra oljebrønn til og med raffineri.
- Sekundære lager. Lager som befinner seg i distribusjonskjeden for produkter.
- Tertiære lager omfatter den beholdning som den enkelte konsument har, f.eks. bensin på bilen.

Anslag for beholdningen av samlede lager tyder på at det samlet for de ikke-kommunistiske land er omlag 10 milliarder fat, eller tilsvarende et

halvt års forbruk (se World Oil (1982)). Det er bare for primære lager det finnes tilgjengelig statistikk. Dette vanskeliggjør i betydelig grad arbeidet med å overvåke etterspørselen eller tilbud av olje og produkter fra lager. Det er anslått at sekundære og tertiære lager tilsammen er like store som de primære lagrene. Primærlagrene består av all råolje ombord i tankere, i rørledninger, raffinerier osv. Det er viktig å merke seg at en svært stor del av disse lagrene egentlig ikke kan bygges helt ned, men rett og slett må være i systemet for å få det til å fungere. En annen viktig del av disse lagrene er strategiske lager kontrollert av regjeringer. Denne typen lager vil ikke svinge mye på kort sikt. Den resterende delen av primærlagrene kan endres ut i fra forhold som sesongsvingninger og tilfeldige etterspørsels- og tilbudssvingninger og spekulasjon.

Fig. 8. Ulike typer lager

	Transaksjons- motivert	Forsiktighets- motivert	Spekulasjons- motivert
Primære	Tilgjengelige data	Tilgjengelige data	Tilgjengelige data
Sekundære	Data ikke tilgjengelige	Data ikke tilgjengelige	Data ikke tilgjengelige
Tertiære			

I figur 9 er vist en tabell over ulike typer låger. I prinsippet eksisterer tall i alle rutene i matrisen. Data er imidlertid bare tilgjengelig for primære lager. Ser vi på sekundære og tertiære lager, er transaksjonsmotiverte lager trolig mest betydningsfulle. Trolig finnes også forsiktighetsmotiverte lager og som nevnt i avsnitt 2 er det åpenbart at en viss spekulasjonsmotivert endring i lagerhold skjer helt fram til konsumenten. Av hensyn til enkelthet og p.g.a. datasituasjonen, ser vi imidlertid bort fra dette. Vi foreslår altså at den analytiske behandlingen av lager bør skje ved å bygge en separat modellblokk for primære lager og at de sekundære og tertiære transaksjonsmotiverte lagerhold modelleres i forbindelse med etterspørselen (se avsnitt 4).

6. OPPSUMMERING

Vi har i dette notatet forsøkt å få fram at man må vurdere reaksjonene i markedet både på kort og lang sikt for å forstå de løpende transaksjonene og lage prognoser. Vi har skissert hvordan langsiktige effekter virker på etterspørsels- og tilbudssiden. Det tar tid å endre produksjonskapitalen som bruker olje, og det tar tid å endre produksjonskapasiteten for råolje. Det er lagt vekt på å gjennomgå de viktigste etterspørsels- og tilbudskomponentene som svinger sterkt på kort sikt, særlig lagerhold.

Den dynamiske modellen for oljeetterspørsel viser en teoretisk tilfredsstillende og empirisk estimerbar vei dersom man i første rekke konsentrerer interessen om å studere forbruksutviklingen.

I den skisserte markedsmoellen er det derimot lagt vekt på å sørge for konsistens (likevekt) mellom tilbud i råoljemarkedet og etterspørsel i en serie nært forbundne markeder for petroleumsprodukter. Sammenhengen mellom kort og lang sikt er foreslått ivaretatt ved at det rundt den samme modellstrukturen lages én versjon som legger vekt på kort sikt og én som legger vekt på lang sikt. Sammenhengen mellom kort og lang sikt følger av at begge modellene har samme kjerne.

Det er imidlertid ett forhold ved oljemarkedet som vankeliggjør modellering og prognoser. Det er det store innslaget av politiske inngrep og hendelser som preger nettopp dette markedet. Disse forhold er nærmest umulige å gjøre endogene i en økonomisk modell, noe som igjen betyr at prognosene blir svært betingede. Modellene som er skissert i dette notatet, kunne selvfølgelig ikke forutsi krigen mellom Iran og Irak eller den iranske revolusjonen. Derimot ville modellene trolig vært i stand til å beskrive markedet gitt en eksogen antakelse om slike politiske sjokk med påfølgende reduksjon i produksjonen.

LITTERATURLISTE

- BP (1985): Statistical review of world energy
- Berndt, E.R., C.J. Morrison and G.C. Watkins (1981): Dynamic Models of Energy Demand: An Assessment and Comparison i Berndt and Field (ed): Modeling and Measuring Natural Resource Substitution.
- Bird, J.W.N. (1984): Continuity and Reversal in Oil Spot Price Movements. CMI-rapport No. 842050-6.
- Bohi, B.R. and M.A. Thoman (1985): Futures trading and oil market conditions. Mimeo. Resources for the Future, April.
- Chao, H. and A.S. Manne (1982): Oil Stockpiles and Import Reductions: A Dynamic Programming Approach. Operations Research, Vol. 31, No. 4, July-August.
- Denny, M., M. Fuss and L. Waverman (1981): Substitution Possibilities for Energy: Evidence from U.S. and Canadian Manufacturing Industries. Berndt and Field (ed): Modeling and Measuring Natural Resource Substitution.
- Edwards, J. (1985): Why the Futures Markets Does not Work. Financial Times, 26.7.
- EMF 5 (1982): US oil and gas supply. Summary report Energy Modeling Forum, Stanford, September.
- Gjølberg, O. (1984): Is the spot market for oil products efficient? Some Rotterdam evidence. Norwegian fund for Market and Distribution. Research Report 3784.
- Hotelling, H. (1931): The economics of exhaustible resources. Journal of Political Economy, April, Vol. 39/2.
- Jacoby, H.D. and J.L. Paddock (1979): Supply Instability and Oil Market. Behaviour Energy Systems and Policy No. 4.
- Kawai, M. (1983): Price volatility of storable commodities under rational expectations in spot and futures markets. International Economic Review, Vol. 24, No. 2.
- Koyck L.M. (1954): Distributed lags and investment analyzis. Amsterdam, North-Holland.
- Lorentsen, L. og K. Roland (1985 I): Markedet for råolje. Historisk utvikling. Teorier og modeller. Prisprognoser. Rapport nr. 85/4 fra Statistisk Sentralbyrå.
- Lorentsen, L. and K. Roland (1985 II): Modelling the Crude Oil Market. Oil prices in the Long Term. I Bjerkholt and Offerdal (eds.): Macroeconomic prospects for a small oil exporting coventry.
- Mitchell, J. (1982): Anatomy of an Oil Crisis. Zeitschrift für Energiewissenschaft. Juni
- Nichols, A.L., and R.J. Zeckhauser (1977): Stockpiling strategies and Cartel Prices. Bell Journal of Economics.

- Nordhaus, W.D. (1974): The 1974 Report of President's Council of Economic Advisors: Energy in the Economic Report, American Economic Review, September.
- PIW (1982): Petroleum Intelligence Weekly, Vol. XXI, No. 50, 13 December.
- Razavi, H. and M.V. Samii (1983): Speculative demand for oil. OPEC Review, Spring.
- Rower, H.S. and J.P. Weyant (1982): Reducing the Economic Impacts of oil Supply Interruptions: An International Perspective. The Energy Journal.
- Teisberg, T.J. (1981): A Dynamic Programming Model of the US Strategic Petroleum Revenue. Bell Journal of Economic
- Turnovsky, S.J. (1983): The determination of spot and futures prices with storable commodities. Econometrica, Vol. 51, No. 5.
- Verleger, P.K. (1984) Opportunities for marketers. Petroleum Economist, November.
- Weyant, J.P. and D.M. Kline (1982): OPEC and the oil glut: outlook for oil export revenues during the 1980's and 1990's. OPEC Review, Vol. VI, No. 4.
- World Oil (1982): Crude inventories: How they are measured and regulated. February 15.