

RAPPORTER

82/26

ENERGIRESERVER

AV
AUDUN ROSLAND OG ASBJØRN AAHEIM

STATISTISK SENTRALBYRÅ
CENTRAL BUREAU OF STATISTICS OF NORWAY

RAPPORTER FRA STATISTISK SENTRALBYRÅ 82/26

ENERGIRESERVER

AV

AUDUN ROSLAND OG ASBJØRN AAHEIM

STATISTISK SENTRALBYRÅ
OSLO — KONGSVINGER 1982

ISBN 82-537-1814-4
ISSN 0332-8422

FORORD

I denne rapporten blir det presentert anslag og beregningsmetoder for energireservene i Norge. Rapporten inneholder både en gjennomgang av konvensjonelle energireserver som olje, gass, kull og vannkraft, og av nye energikilder som biomasse, sol-, vind- og bølgeenergi. I den grad det har vært mulig er reservene referert kostnadsnivået pr. 1.1.1982.

Begrepet reserve blir gjennomgått relativt grundig i rapporten. Det er lagt vekt på hvordan kunnskap, energipriser og kostnader påvirker størrelsen på reservene.

Beregningene over reserveanslag bygger delvis på statistikk fra Statistisk Sentralbyrå og på data fra andre forskningsinstitusjoner. Forfatterene står selv ansvarlig for analysen og resultatene i rapporten.

Statistisk Sentralbyrå, Oslo, 25. august 1982

Arne Øien

INNHOOLD

	Side
1. Sammendrag	7
2. Bakgrunn	8
3. Ressurser og reserver	8
3.1. Ressursklassifisering	9
3.1.1. Identifikasjon og usikkerhet	10
3.1.2. Drivverdigheten av en ressurs	12
3.2. Reserveberegninger og omvurderinger. Et eksempel fra olje- og gassreservene	14
3.3. Regnskapssystem for energireserver	16
4. Ikke fornybare energiressurser	17
4.1. Olje- og gassressurser	17
4.2. Kullressurser	21
5. Vannkraftressurser	23
6. Nye fornybare energikilder	25
6.1. Trevirke til brensel	26
6.1.1. Eksterne kilder	26
6.1.2. Lauvtrevirke	28
6.1.3. Trevirke fra førstegangstynning	29
6.1.4. Mermasse og hogstavfall fra bartrær	30
6.1.5. Sekundærvirke	30
6.1.6. Oppsummering	30
6.2. Torv til brensel	31
6.3. Akvatisk energi	32
6.4. Halm til brensel	32
6.5. Husdyrgjødsel til energi	32
6.6. Avfall	33
6.7. Solenergi	33
6.7.1. Solvarme	33
6.7.2. Solcelleenergi	33
6.8. Vindenergi	34
6.9. Bølgeenergi	34
6.10. Oppsummering	34
Referanser	36
Måleenheter	37
Utkommet i serien Rapporter fra Statistisk Sentralbyrå (RAPP)	38

- Standardtegn i tabeller:
- .. Opplysning mangler
 - . Tall kan ikke forekomme
 - Null
 - * Foreløpige tall

1. SAMMENDRAG

Reservemengdene varierer med endringer i økonomiske variable som priser og kostnader. "Energi-pris" og "energikostnad" er imidlertid ikke entydlige begreper.

Energikostnaden defineres som regel som kostnaden ved å produsere energi fra en kilde. For konvensjonelle energikilder ser en vanligvis bort fra kostnadene ved å installere anlegg hos forbrukeren. For enkelte nye fornybare energikilder, f.eks. solvarmeanlegg i bolighus, er det derimot nødvendig å ta med også denne kostnaden.

Ved valg av energipris bør man ta hensyn til om den er dannet i et marked og om varen som denne prisen refererer seg til er substituerbar med andre energivarer. På denne bakgrunn er det naturlig å velge verdensmarkedets pris på kull eller råolje som alternativverdi på energi.

De fleste beregninger av reserver tar ikke med eksplisitte økonomiske forutsetninger. For å kunne analysere forholdet mellom reserver og økonomiske parametre er det behov for metoder som har dette forholdet som utgangspunkt.

I Norge er det fire energikilder man kan kalle konvensjonelle. Det er de ikke fornybare kildene olje, naturgass og kull og den fornybare kilden vannkraft. Tabell 1.1. viser reservene målt i petajoule (PJ). Olje representerer den største reserven pr. idag av de ikke fornybare kildene. De kjente gassressursene er imidlertid større enn oljeressursene. Når kjennskapen til olje- og gassressursene blir bedre kan vi derfor vente at gass representerer en større energireserve enn olje. Svalbards kullreserver er små i forhold til olje- og gassreservene, men ressursene utover de utvinnbare reservene kan være store.

Tabell 1.1. Konvensjonelle energireserver i Norge

	PJ	Tonn/TWh
Ikke fornybare energikilder:		
Olje ¹⁾	21 742	514 x 10 ⁶ t.o.e.
Gass ¹⁾	16 116	381 x 10 ⁶ t.o.e.
Kull ²⁾	767	27,3 x 10 ⁶ tonn
Fornybare energikilder:		
Vannkraft ¹⁾	578	160,5 TWh

1) Pr. 31/12 1981. 2) Pr. 31/12 1980.

Vannkraftreservene kan selvsagt ikke sammenliknes direkte med de ikke fornybare reservene, men til sammenlikning svarer de gjenværende oljeresservene i felt med produksjon eller som er planlagt utbygget til ca. 65 års nyttiggjøring av vannkrafta.

De nye fornybare energireservene omfatter innstrømningsressurser som sol-, vind- og bølgeenergi og biotiske ressurser som trevirke, torv, halm og avfall. Vi har i denne rapporten ikke omtalt spillvarme og bruk av varmepumpe. Tabell 1.2. viser reservene av trevirke, halm, husdyrgjødsel og avfall. Det foreligger for få opplysninger til å beregne reservene av sol-, vind- og torvennergi. Reservene av akvatisk energi og bølgeenergi er anslått lik null ut fra dagens kostnadsnivå.

Tabell 1.2. Nye fornybare energireserver i Norge

	Teoretisk brennverdi		Nyttiggjort energi PJ
	PJ	Fysiske enheter	
Trevirke	39 (34-46)	5 mill. fm ³	27
Halm	5,8 (4,4-7,2)	0,4 mill. tonn	3,2
Husdyrgjødsel	5,1 (4,3-5,7)	..	1,8
Avfall	13,4	1,1 mill. tonn	9,3

2. BAKGRUNN

Formålet med ressursregnskapet er å gi en helhetlig oversikt over naturressursene. Det skal fungere som et grunnlag for planlegging og analyse av ressurstilgang og ressursanvendelse i landet. Reserveregnskapene skal gi informasjon om selve ressursgrunnlaget og inngår derfor som første skritt i oversikten over ressurstilgangen. Ved langsiktig planlegging av ressursforvaltningen blir kunnskap om ressursgrunnlaget særlig viktig.

Den delen av ressursgrunnlaget som det er aktuelt å nyttiggjøre seg påvirkes av flere faktorer, som endrer seg over tid. Dette gjør det aktuelt å behandle begreper og definisjoner i reserveregnskapet nærmere, og å undersøke på hvilken måte faktiske beregninger tar hensyn til viktige faktorer. Hensikten med rapporten er å presentere anslag og beregningsmetoder for energireservene, og å gi en oversikt over nye energikilder. Dessuten vil spørsmål som melder seg i forbindelse med reserveberegninger bli behandlet.

Kapittel 3 inneholder en generell diskusjon av ressurser og reserver. I kapitlene 4 - 6 presenteres tall for energiressursene. De konvensjonelle energikildene blir behandlet i kapitlene 4 og 5, og de nye fornybare i kap. 6.

3. RESSURSER OG RESERVER

Energiressurser kan deles inn i to hovedgrupper, fornybare og ikke fornybare. Fornybare energiresurser består av innstrømningsressurser som vannkraft, solenergi, bølgekraft og vindkraft, og de biotiske ressursene, f.eks. trevirke til brensel, akvatisk energi og varme fra husdyrgjødsel. Felles for de fornybare ressursene er at det er den årlige tilgangen av ressursen som begrenser utnyttelsen av dem. Ikke fornybare ressurser består først og fremst av mineralske ressurser som kull, råolje og naturgass. Fysisk sett er det tilstedeværende kvantum som bestemmer utnyttelsen av disse ressursene, og de skiller seg derfor fra fornybare ressurser ved at de en gang kan ta slutt.

De biologiske ressursene blir ofte kalt betinget fornybare. Ressursene er bare fornybare så lenge uttaket ikke overstiger tilveksten. Tilvekst har i denne sammenheng først og fremst interesse i nasjonal sammenheng. For flere av de biologiske ressursene kan uttaket overstige tilveksten på lokalt nivå, som følge av krav om rasjonelle driftsformer. Spesielt gjelder dette ressurser der tilveksten er liten, som torv og bjørkeskog i høyfjellet. På aggregert nivå kan imidlertid likevekten være beholdt. Av praktiske grunner skal vi behandle alle biologiske ressurser som fornybare.

Alle de ikke fornybare energikildene som blir behandlet i rapporten er i konvensjonell bruk idag. Av de fornybare kildene er det bare vannkraft og ved vi vil kalle konvensjonelle. De andre er det vanlig å kalle nye fornybare, se tabell 3.1. Bruken av nye fornybare energikilder idag begrenser seg stort sett til prøvedrift.

Tabell 3.1. Gruppering av energiressurser

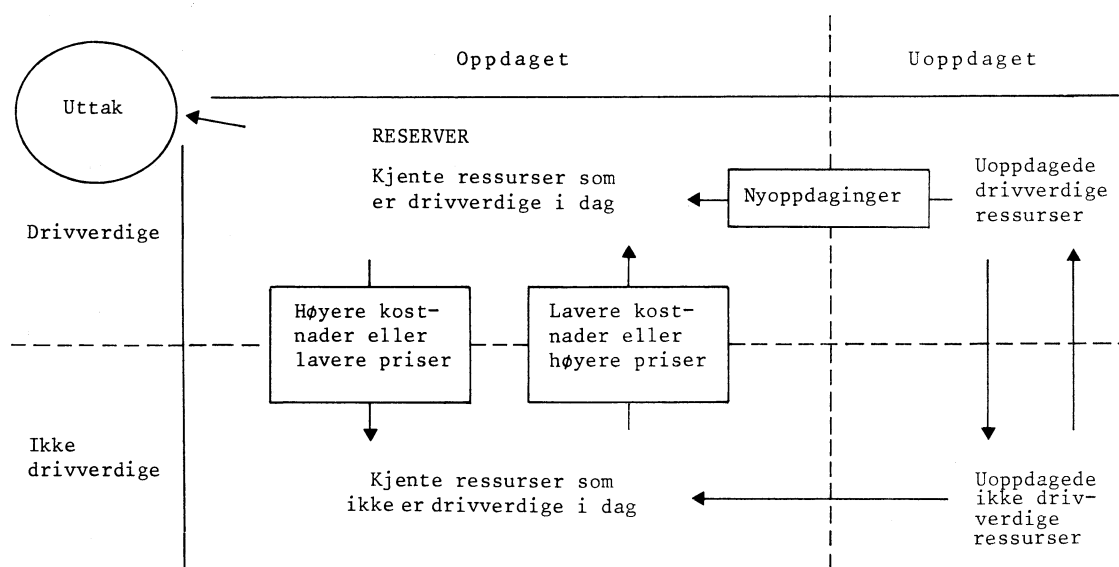
Hovedgruppe	Ressurs
Ikke fornybare:	Råolje, naturgass, kull
Fornybare:	
Konvensjonelle	Vannkraft, trevirke (ved)
Nye fornybare	Innstrømningsressurser: Sol-, vind-, bølgeenergi Bioenergi: Trevirke, torv, halm, akvatisk energi, gjødsel, avfall

3.1. Ressursklassifisering

Hver ressurs kan klassifiseres etter hvor godt man kjenner til mengden av den (identifikasjonskriterier) og etter hvorvidt det er ønskelig eller lønnsomt å utnytte den (drivverdighetskriterier). En ressurs er drivverdig når kostnaden ved å produsere energi fra den ikke overstiger inntekten. Dette kriteriet gjelder såvel fornybare som ikke fornybare energiressurser. Identifikasjonskriteriet er imidlertid bare aktuelt i forbindelse med ikke fornybare ressurser. De fornybare kildene vil i praksis alltid være oppdaget, og man vet hvor stor mengden av ressursene er selv om det kan være uvisst hvor mye energi de vil gi.

Graden av usikkerhet omkring mengden av de ikke fornybare ressursene vil avhenge av hvor godt skjult ressursen er, hvor mye man har leitt, og hvor god metode man har for å finne og anslå mengden av forekomsten¹⁾. For å skaffe en god oversikt over ressursen, kan det være nyttig å klassifisere antatte mengder etter usikkerhet og økonomisk drivverdighet. Fig. 3.1. som er hentet fra Department of Energy, Mines and Resources, Canada 1977 viser en skisse til en slik klassifisering. De fornybare energikildene finnes bare i venstre halvdel av figuren. Om ressursen kan betraktes som en reserve avhenger bare av kostnader (teknikk) og priser. Alle rutene i fig. 3.1. inneholder i prinsippet ikke fornybare ressurser. Pilene indikerer i hvilken retning forekomstene kan bevege seg over tid.

Figur 3.1. Skisse til klassifisering av ressurser



K i l d e : Department of Energy, Mines and Resources, Canada. Uranium Resource Evaluation. ER 77-1.

1) Vi ser her bort fra usikkerhet omkring hvor mye energi en gitt mengde av en forekomst vil gi.

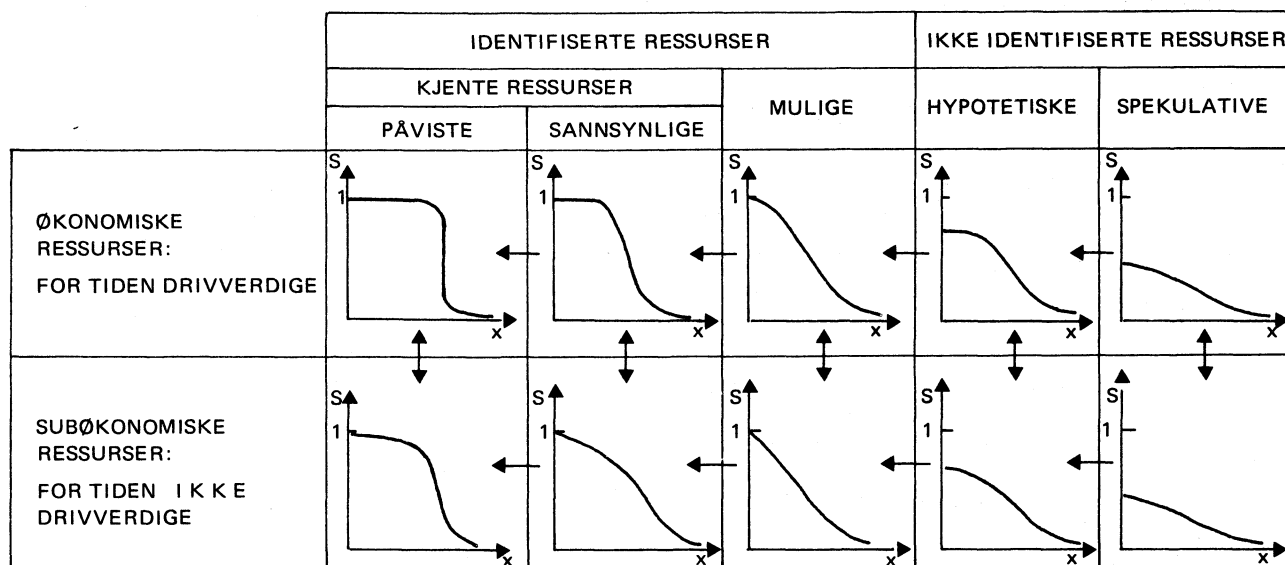
Oppdaginger av nye forekomster av ikke fornybare ressurser medfører en forflytning fra høyre del til venstre del i diagrammet. Påvisning av en forekomst er imidlertid ikke nok for å vite hvor stor den er, og skillet mellom "oppdaget" og "uoppdaget" er derfor problematisk.

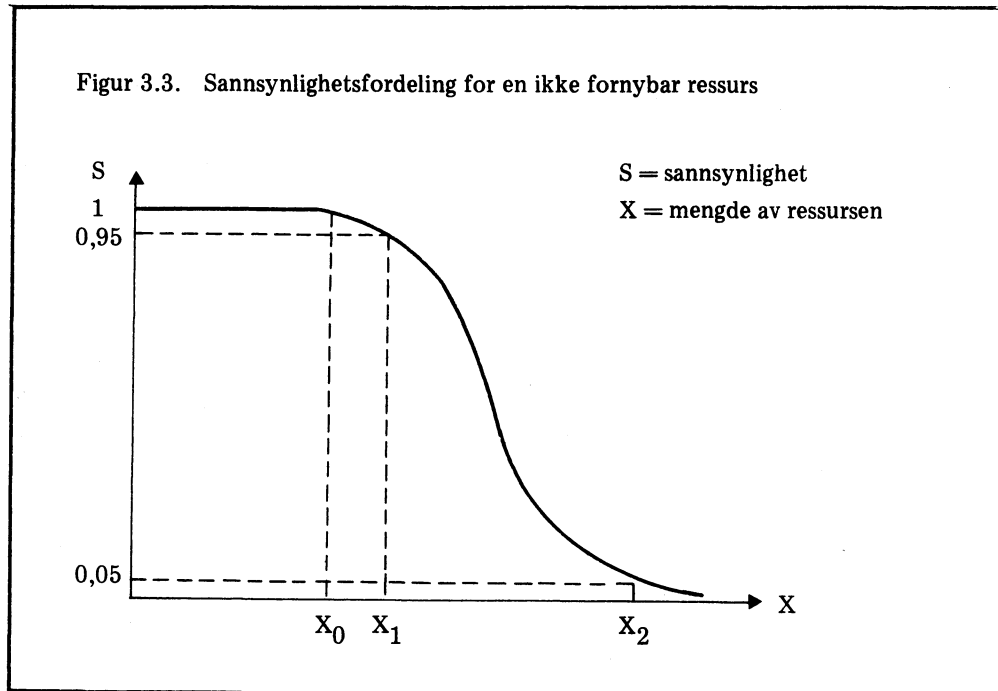
3.1.1. Identifikasjon og usikkerhet

I hvilken grad en forekomst er identifisert avhenger av usikkerheten på anslaget. En mer detaljert oppdeling av identifikasjonsaksen i fig. 3.1. er gjort i Grammeltvedt og Sinding-Larsen (1979) og gjengitt i fig. 3.2. Her er identifikasjonsaksen delt i fem grupper avhengig av usikkerheten. Som i fig. 2.1. er det også et skille mellom drivverdige og ikke-drivverdige ressurser.

Kunnskapsklassene kan deles i to hovedgrupper, nemlig identifiserte og ikke-identifiserte ressurser. Krav til identifiserte ressurser er at vi med sikkerhet vet hvor ressursen er, og at sannsynligheten for ikke å finne noe er null. Undergrupperingen av identifiserte ressurser refererer til graden av usikkerhet omkring mengden av forekomsten. Dette er vist i fordelingene som er tegnet inn i figuren. Kurvene viser sannsynligheten for at minst en gitt mengde x_0 av ressursen forekommer. Jo sikrere anslaget for ressursen er, jo brattere er kurven til fordelingen. Under påviste reserver vil derfor kurven være brattest. I fig. 3.3. er en slik fordeling tegnet noe forstørret. Den flate delen av kurven viser den mengden man med sikkerhet vet finnes. Ressursen kan m.a.o. ikke være mindre enn x_0 . Videre er sannsynligheten for at det minst er x_1 , $0,95$ ($P(X \geq x_1) = 0,95$) mens $P(X \geq x_2) = 0,05$. x_1 og x_2 er m.a.o. grensene i en 90-prosent konfidensintervall for X .

Figur 3.2. Klassifikasjonsskjema for ikke fornybare ressurser





Også for sannsynlige ressurser vet man med sikkerhet at det finnes en gitt minimumsmengde, dvs. at kurven er flat et lite stykke (se fig. 3.2.), men utover dette er usikkerheten langt større enn tilfellet er for påviste reserver. Man trenger ytterligere undersøkelser for å gi et noenlunde sikkert estimat, dvs. at kurven er flatere enn for påviste reserver. Mulige ressurser er vanligvis eventuelle forlengelser av kjente geologiske strukturer. Her tør vi ikke si annet om minimumsmengden enn at vi vet den er større enn 0. Sannsynlighetsfordelingen for mulige ressurser er derfor monotont fallende fra $x = 0$, der $s = 1$.

Forskjellen mellom identifiserte ressurser og ikke identifiserte ressurser, er at det alltid vil være en sannsynlighet for at det ikke finnes noe av ressursen når den ikke er identifisert. Anslagene i disse klassene bygger på kunnskap om geologien i et område. Hvorvidt man vil klassifisere en ressurs som hypotetisk eller spekulativ avhenger også her av hvor god forkunnskapen er om ressursen.

Pilene i fig. 3.2. viser i hvilken retning i skjemaet forekomstene beveger seg over tid. Bevegelsen langs identifikasjonsaksen vil alltid foregå fra høyre mot venstre, idet kunnskapen over tid bare kan bli bedre.

Strengt tatt vil vi ikke kreve at identifiserte subøkonomiske ressurser skal ha en minimumsstørrelse større enn 0. Kurvene i fig. 3.2. er derfor monotont fallende. I praksis vil det likevel alltid være påviste og sannsynlige petroleums- og kullressurser som ikke er drivverdige.

Reserver i fig. 3.2. er klasser av ressurser der det finnes en minimumsmengde større enn null, som vi med 100 prosent sikkerhet vet at finnes, og som det er økonomisk lønnsomt å utvinne. Det er m.a.o. bare de to øverste rutene til venstre i figuren som kan kalles reserver (oppdagede ressurser).

Klassifiseringsskjemaet i fig. 3.2. er ment å gjelde alle mineralske forekomster, men egner seg bedre til malm- og kullforekomster enn til olje og gass. Det er problematisk å plassere bestemte forekomster i rutene i fig. 3.2., men hensikten med det er først og fremst å vise viktigheten av å behandle usikkerhet i forbindelse med reserveberegninger.

3.1.2. Drivverdigheten av en ressurs

Langs drivverdighetsaksen i fig. 3.1. og 3.2. er det priser og kostnader som er de avgjørende variable. Generelt sett kan en prisøkning, eller et teknologisk framskritt som medfører lavere kostnader gjøre at tidligere ikke drivverdige ressurser blir drivverdige og vice versa. De fleste reserveberegninger tar imidlertid ikke eksplisitt hensyn til slike forhold, og når man skal behandle de enkelte ressurstypene er det ikke selvsagt hva man skal regne som pris eller kostnad.

Energireserver og priser

Ved en sammenlikning av energivarer ville det være naturlig å operere med en enhetlig pris på energi. I virkeligheten varierer imidlertid energiprisen med energikilden. I Norge betalte man i 1981 f.eks. gjennomsnittlig 20,5 øre pr. KWh for elektrisitet i oppvarming i husholdningene, mens den tilsvarende prisen for oppvarming med parafin var 37,0 øre pr. KWh. Hvilken pris har da energien?

Ved beregning av reserver sett fra samfunnets side, er det naturlig å ta utgangspunkt i en samfunnsmessig optimal utnyttelse av ressursene, slik at man unngår sløsing. Et velkjent resultat fra økonomisk teori er at grensekostnaden skal være lik prisen, når prisen er dannet i et frikonkurransemarked. Det nærmeste man kommer en frikonkurransemarkedspris for energi, er verdensmarkedsprisen for råolje eller kull. Ideelt sett burde derfor en av disse være normgivende for andre energipriser. Det mest naturlige er kanskje å velge råoljeprisen. De drivverdige ressursene er da bestemt ved at kostnaden ved utbygging av ressursen er mindre eller lik inntekten av ressursen når en regner med verdensmarkedets råoljepris. Flere forhold modifierer imidlertid denne konklusjonen.

For det første bygger den på at vi kan se på energi som én vare, dvs. at vi antar at alle energivarer kan substitueres med hverandre uten problemer. Dette er ikke riktig. Til flere transportformål (f.eks. skip) er olje den eneste aktuelle energivaren, mens det til elektrolyse må brukes elektrisitet. Til oppvarming kan man imidlertid bruke alle de energivarer vi skal behandle. At ulike energivarer har forskjellig pris kan derfor være i samsvar med en optimal samfunnsøkonomisk tilpasning.

For å bestemme en pris på en energivarer bør man ta hensyn til dette og heller legge prisen nært opp til en likest mulig vare der prisen bestemmes på verdensmarkedet. Det er med denne tankegangen at vannkraftreservene blir bestemt. Her har man satt øvre grense for kostnaden til vannkraftutbygging lik kostnaden for kullbasert produksjon av elektrisitet. Et annet alternativ kunne være å bestemme seg for at den faktiske tilpasningen er optimal, noe som tilsier at langtids grensekostnad for vannkraft er alternativverdien for elektrisitetsproduserende energikilder. I så fall ville ikke utbygde vannkraftreserver bestå av ikke utbygd vannkraft som er billigere å bygge ut enn det dyreste utbygde (sist utbygde) kraftverk (!). Vi vil ikke bruke dette alternativet.

Et argument mot olje eller kull som alternativverdi for energi er at det er usikkert i hvilken grad råoljeprisen er dannet i et frikonkurransemarked. Dette har antakelig liten betydning for beregning av reserver. Vi vil derfor benytte olje- eller kullprisen som alternativverdi.

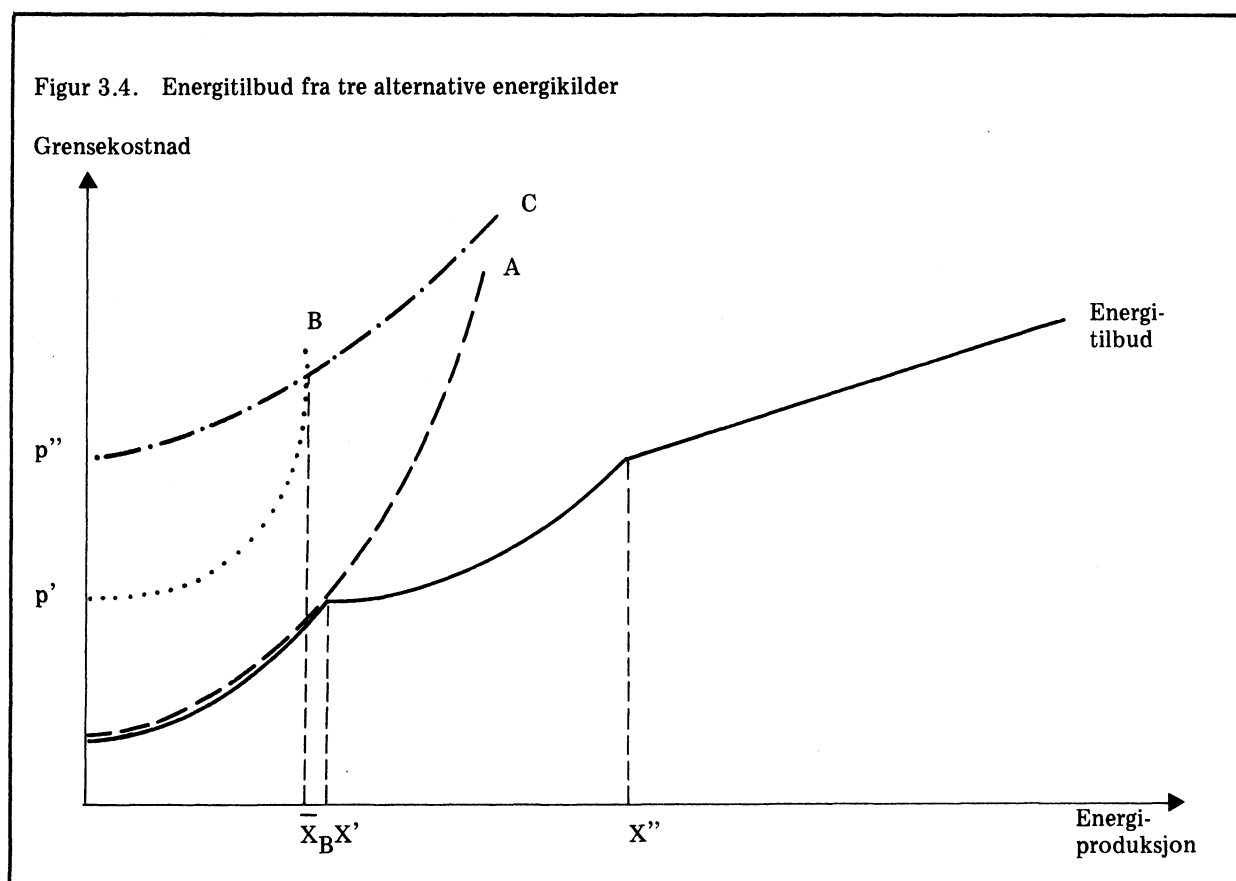
Energireserver og kostnader

Med energikostnad menes kostnaden ved produksjon av en enhet energi. Det er særlig kostnaden ved å produsere ny energi (grensekostnaden) som har interesse. Grensekostnaden er strengt tatt definert som kostnaden ved å produsere én ny enhet energi (f.eks. KWh elektrisitet). For å operere med et mer anvendbart begrep har man definert langtids grensekostnad, som er gjennomsnittlig kostnad pr. produserte energienhet ved det sist igangsatte produksjonsanlegg. I praksis medfører slike definisjoner vanskeligheter, fordi det sjelden er slik at alle ressurser som er bygd ut før, er billigere enn det sist utbygde, mens alle ressurser som ikke er bygd ut ennå er dyrere. Likevel gir definisjonen oss nyttige holdepunkter ved vurdering av prosjekter. God kjennskap til grensekostnadens utvikling gjør det mulig å rangere forekomstene av energikilder etter kostnad, og å bestemme energitilbudet ved ulike energipriser.

Fig. 3.4. viser energitilbudet fra tre ulike energikilder A, B og C. Ettersom prisen på energi øker vil stadig flere kilder bli aktuelle. Den marginale produksjonen kommer m.a.o. fra stadig nye kilder. Når energiprisen p er mindre enn p' vil all produksjon stamme fra kilde A. Når prisen stiger over p' , og produksjonen skal økes utover x^1 , vil man imidlertid produsere den marginale mengden både fra kilde A og B og fra kilde A, B og C når prisen er større enn p'' . Tilbudskurven for energi (den heltrukne linja) blir summen av tilbudene av energien fra kildene A, B og C.

Innen fig. 3.4. er det bare for B man kan snakke om et endelig tilbud, \bar{X}_B , dvs. der hvor grensekostnadskurven blir loddrett. Strengt tatt er da \bar{X}_B energipotensialet av kilde B.

For fornybare energikilder vil tilbudet i prinsippet være lik reserven. For ikke fornybare kilder vil økningen i reservene som følge av en produksjonsøkning avhenge av hvilken forekomst den marginale produksjonen stammer fra.



En inndeling av energikildenes forekomster i kostnadsklasser kunne m.a.o. være til stor hjelp ved analyse av energitilbudet. For nye fornybare energikilder er det ofte beregnet kostnader for ett anlegg eller én gruppe anlegg (jfr. beregningene av kostnader ved bølge- og vindkraft), men det er uvisst hva kostnaden vil bli ved å produsere utover dette. For ikke fornybare energikilder er det vanskeligheter med å finne fram til parametre som indikerer kostnaden for dårlig identifiserte forekomster som forhindrer en inndeling i kostnadsklasser. For forekomster som det drives produksjon fra burde derfor en slik inndeling være mulig.

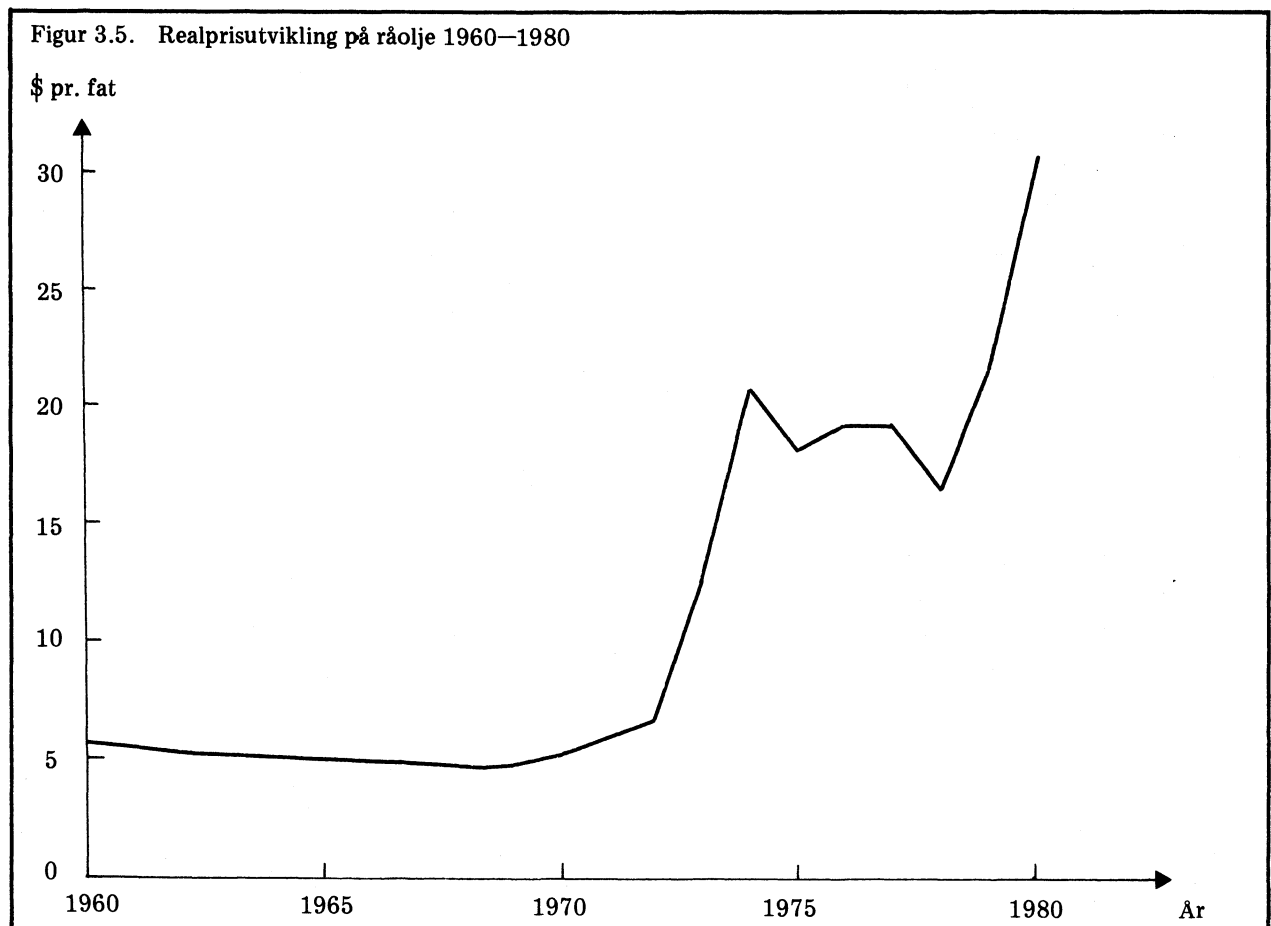
Ved beregning av tilbudet av energi får man bare med kostnader som produsenten selv betaler. Dette dekker imidlertid ikke hele energikostnaden. Dette skyldes miljøvirkninger og andre indirekte virkninger ved produksjon av energi, som ikke produsentene betaler for. Det kan være oljeutslipp i Nordsjøen og tap av menneskeliv ved ulykker, miljøvirkninger ved vannkraftutbygging eller konflikt med fiskeriinteresser ved bygging av bølgekraftverk. Deler av disse kostnadene blir dekket av produsentene, f.eks. erstatning til grunneiere ved utbygging av kraftverk, strenge sikkerhetskrav på oljeplattformene,

opprettelse av olje-fisk-fondet for erstatning til fiskere som får ødelagt redskap pga. skraprester fra oljeinstallasjoner osv. Likevel er det kostnader utover dette som samfunnet betaler. Ved en samfunnsmessig vurdering av reserver bør selvsagt alle indirekte kostnader tas med. Når vi har valgt å konsentrere oss om de tekniske og strengt økonomiske sidene ved ressursene, skyldes det først og fremst de store metodemessige vanskelighetene ved å ta hensyn til de indirekte kostnadene.

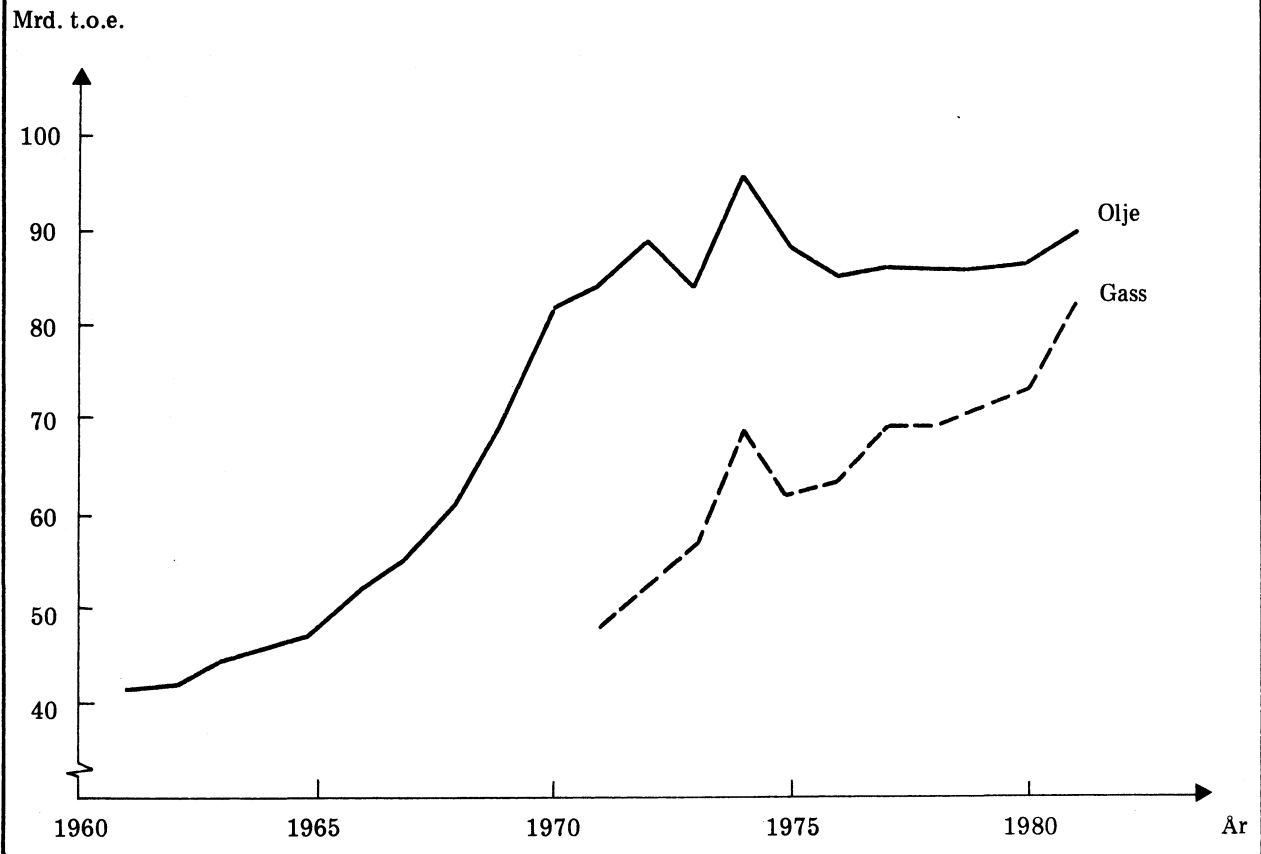
3.2. Reserveberegninger og omvurderinger. Et eksempel fra olje- og gassreservene

Anslag for ressurser og reserver avhenger av kunnskapen om forekomstene, det teknologiske nivået og de økonomiske forutsetningene. Når disse faktorene endrer seg over tid, må anslagene derfor omvurderes. De fleste beregninger av olje- og gassreserver er ikke knyttet direkte til økonomiske parametre. Priser og kostnader har imidlertid en indirekte virkning, f.eks. ved at økt pris på petroleum er et incitament til økt leteaktivitet som er nært knyttet til nye funn.

I fig. 3.5. og 3.6. er prisutviklingen for olje og gjenværende reserver i verden av olje og gass fra hhv. 1960, 1961 og 1971 tegnet inn. I 60-åra gikk oljeprisen noe nedover mens påviste oljereserver økte kraftig. 70-åra preges av en kraftig prisstigning mens gjenværende oljereserver bare har en svakt økende tendens. Mens forholdet mellom pris og gassreserver er som man kan vente, gir figurene et inntrykk av at pris og gjenværende oljereserver faktisk er negativt korrelert (!). En mulig forklaring på dette finnes dersom vi tenker oss en referansebane for gjenværende reserver, som viser hva reservene ville vært dersom prisen ble holdt noenlunde konstant. Wiorkowski (1981) gir en oversikt over ulike estimeringsmetoder som særlig har vært nyttet i USA. Felles for disse er antakelsen om at funnraten i et område (f.eks. USA) avtar med økende akkumulert boreaktivitet (footage drilled). For verdens reserver totalt betyr det at de øker stadig mer i en periode når oppdaginger av nye områder gir større reservetilskudd enn tapet i og med reduksjonen i funnraten i eldre områder. Seinere vil reduksjonen i funnraten veie tyngst, og etter en stund vil uttaket overstige nye funn, og reservene avtar. Gitt en konstant leteaktivitet får vi derfor i fig. 3.6. en referansebane som når en topp en eller annen gang. Dersom denne toppen ble nådd mellom 1970 og 1975 er det enklere å se pris-effekter på reservene, i det gjenværende reserver faktisk har steget litt i 70-åra istedet for å synke.



Figur 3.6. Gjenværende, påviste olje- og gassreserver i verden 1961–1981



Kilde: Oil and Gas Journal.

I denne sammenhengen kan dette forklares med at økt pris har medført økt boreaktivitet.

Det finnes også mer direkte forklaringer på sammenhengen mellom priser og reserver. Økt pris gjør at dyrere teknikker til utvinning kan tas i bruk. I en rapport fra National Petroleum Council (1976) mener man at med en pris på 15 1976-dollar pr. fat, vil nye produksjonsteknikker (enhanced oil recovery) bidra med en produksjon pr. dag på ca. 1 500 fat i år 2000. Regner man en pris på 25 1976-dollar er bidraget ca. 3 000 fat pr. dag. Dette er regnet for felt som var kjente i 1976. Økt oljepris gjør også at stadig nye felt blir lønnsomme.

En gjennomgang av Oljedirektoratets beregninger vil vise hvilke faktorer som er kritiske m.h.t. endringer i økonomiske variable.

Tilstedeværende ressurser beregnes som hydrokarbon porevolum, eller HCPV (se Oljedirektoratet, 1977). Denne kommer man fram til ved å multiplisere brutto volum for oljeførende bergart V , med forholdet mellom netto og brutto bergartsvolum (d), en porøsitetfaktor ϕ , og hydrokarbonmetningen Sh . Dvs. at

$$HCPV = V \cdot d \cdot \phi \cdot Sh$$

For å regne ut utvinnbare reserver må man ta hensyn til at trykk og temperatur i reservoaret er forskjellig fra trykk og temperatur på overflaten. Denne korreksjonsfaktoren kalles ofte "krympefaktoren" (B). Videre er ikke det naturlige trykket i reservoaret stort nok til å drive ut alle hydrokarbonene i reservoaret, og man kjenner heller ikke til metoder idag som gjør det mulig å utvinne alt. Man må derfor anta en utvinningsfaktor (R) for å komme fram til utvinnbare reserver (X). Disse kan da skrives som

$$X = B \cdot R \cdot HCPV$$

For hver av de variable bestemmer man en øvre og en nedre grense for verdien som er slik at en gitt prosent av dataene skal falle innenfor grensene. Alle de variable antas å ha "trekantfordelinger".

På dette grunnlaget kan man lage seg datasett, og ved hjelp av Monte-Carlosimuleringer komme fram til et estimat for ressursene.

Ved disse beregningene gjør Oljedirektoratet to forutsetninger av økonomisk karakter, ved bestemmelse av R og ved å avgjøre hvilke felt som skal betraktes som drivverdige. Siden disse forutsetningene ikke går inn eksplisitt er det ikke mulig å beregne virkninger av endringer i priser og kostnader på reservene eller på framtidig produksjon. For å få fram disse endringene bør det finnes et opplegg for beregning av reserver som bygger på lønnsomhetsvurderinger for hvert felt.

3.3. Regnskapssystem for energireserver

Ved siden av å gi en oversikt over reservene, skal reserveregnskapet vise hvordan reserveanslagene endres fra år til år, og vise årsakene til disse endringene. Tab. 3.2. viser regnskapsoppsettet.

Tabell 3.2. Oppsett for reserveregnskap

	År t	År t+1
Reserver 1/1	R_{t-1}	R_t
+ Nyoppdaginger i året	O_t	O_{t+1}
- Produksjon i året	P_t	P_{t+1}
± Omvurdering i året	V_t	V_{t+1}
= Reserver 31/12	R_t	R_{t+1}

Fornybare ressurser bestemmes av tilgangen pr. år. Oppsettet i tab. 3.2. gir derfor utilstrekkelig informasjon om denne typen ressurser. Reserven setter vi lik "normal" tilgang, og denne størrelsen settes opp i reserveregnskapet. For vannkraft regnes f.eks. "normal" tilgang lik midlere tilløp pr. år. Siden produksjonen ikke tærer på fornybare ressurser faller denne posten bort i reserveregnskapet for disse ressursene. Avviket fra "normal" tilgang har imidlertid interesse når vi skal vurdere de fornybare ressursene. Derfor har vi satt opp et magasinregnskap som vist i tab. 3.3. En nærmere presentasjon av reserveregnskaps- og magasinregnskapsoppsettet er gitt i H.V. Sæbø (1979).

Tabell 3.3. Oppsett for magasinregnskap

	År t	År t+1
Magasinbeholdning 1/1	M_{t-1}	M_t
+ Midlere produksjonsevne	\bar{R}_t	\bar{R}_{t+1}
± Avvik fra et middels år	d_t	d_{t+1}
- Uttak	P_t	P_{t+1}
= Magasinbeholdning 31/12	M_t	M_{t+1}
Magasinkapasitet 31/12	K_t	K_{t+1}
Fyllingsgrad 31/12	F_t	F_{t+1}

Her er

$$\bar{R}_t = \frac{R_{t-1} + R_t}{2}$$

og

$$F_t = 100 \cdot \frac{M_t}{K_t}$$

4. IKKE FORNYBARE ENERGIRESSURSER

4.1. Olje- og gassressurser

Oljedirektoratet utarbeider årlig oversikter over reserver av olje og gass for den norske kontinentalsokkelen. Til sammen antar Direktoratet at sannsynlig utvinnbar olje og gass sør for 62^o, er ca. 4,5 mrd. t.o.e. De påviste reservene er fordelt på reserver i felt som er i drift eller besluttet utbygd (planlagt utnyttede reserver) og reserver i påviste felt som ikke er besluttet utbygd. Tabell 4.1. viser mengden av olje og gass i hver av disse gruppene.

Tabell 4.1. Utvinnbare olje- og gassressurser sør for 62^oN pr. 1. januar 1982

	Olje Mill.tonn	Naturgass 10 ⁹ Sm ³
Utvinnbare ressurser i alt ¹⁾	ca. 4 500 mill. t.o.e.	
Av dette: Påvist pr. 1/1-82 ²⁾	999	1 344
Ressurser i felt som ikke er besluttet utbygd ²⁾	490	963
Reserver i felt med permanent produksjon eller i felt som er besluttet utbygd	509	381

1) Gjelder olje og gass. 10⁹ Sm³ gass er satt lik 10⁶ tonn olje.

2) Utvinnbare ressurser i nye funn er tatt med.

Reserveregnskapet for olje og gass er gitt i tab. 4.2. og 4.3. I løpet av 1981 ble reservene i Ekofiskområdet nedjustert betydelig i forhold til tidligere anslag. Bakgrunnen for nedskrivningene var at nedgangen i produksjonen tok til tidligere enn ventet. De største nedvurderingene av oljereservene gjelder feltene Ekofisk og Eldfisk.

Tabell 4.2. Reserveregnskap for råolje. Mill. tonn

	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
A. Felt uten permanent produksjon ¹⁾							
Reserver 1/1	520	595	504	469	455	42	59
Omvurdering	75	-151	-10	12	-17	-	-7
Nye felt	-	60	-	-	-	24	80
Felt utbygd i perioden	-	-	-25	-26	-396	-7	-
Reserver 31/12	595	504	469	455	42	59	132
B. Felt med permanent produksjon							
Reserver 1/1	137	108	105	120	115	478	437
Omvurdering	-20	11	4	-14	-14	-24	-36
Felt utbygd i perioden	-	-	25	26	396	7	-
Uttak	-9	-14	-14	-17	-19	-24	-24
Reserver 31/12	108	105	120	115	478	437	377
Utvinnbare oljereserver i alt 31/12 (A+B)	703	609	589	570	520	496	509

1) Utvinnbare reserver i planlagt utbygde felt.

Oljereservene på Valhall A, som ennå ikke er kommet i produksjon, ble nedskrevet med 7 mill. tonn.

Nedvurderingen av reservene i Ekofiskområdet gjelder også gassen, men i noe mindre grad. Ved siden av Eldfisk og Ekofisk ble også gassreservene på Albuskjell redusert kraftig.

Tabell 4.3. Reserveregnskap for naturgass. Milliarder Sm³

	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
A. Felt uten permanent produksjon ¹⁾							
Reserver 1/1	445	411	377	228	190	28	60
Omvurdering	-34	-76	-15	-19	-14	-	- 4
Nye felt	-	42	-	-	-	32	40
Felt utbygd i perioden	-	-	-134	-19	-148	-	-
Reserver 31/12	411	377	228	190	28	60	96
B. Felt med permanent produksjon							
Reserver 1/1	144	129	120	270	255	378	325
Omvurdering	-15	- 9	19	-19	- 3	-27	-14
Felt utbygd i perioden	-	-	134	19	148	-	-
Uttak	-	-	- 3	-14	-22	-26	-26
Reserver 31/12	129	120	270	255	378	325	285
Utvinnbare gassreserver i alt 31/12 (A+B)	540	497	498	445	406	385	381

1) Se note 1, tabell 4.2.

To nye felt ble besluttet utbygd i 1981. Det var første fase av utbyggingen av Gullfaks (34/10-delta) som i hovedsak er et oljefelt, og Heimdal, der det i første rekke finnes gass. Oljedirektoratet regner med at oljereservene på første fase av Gullfaks-utbyggingen er noe under 80 mill. t., mens gassreserven er noe under 10 mill. t.o.e. På Heimdal antas reservene å være ca. 1 mill. tonn olje og ca. 31 mill. t.o.e. gass.

Tab. 4.4. og 4.5. gir oversikt over reservene i hvert felt. Det er bare tatt med utvinnbare reserver, og for de feltene som er i drift eller er besluttet utbygd finnes også tall med utvinnbar andel, som er lik forholdet mellom opprinnelige utvinnbare reserver og tilstedeværende ressurser. Generelt sett er utvinningsandelen større for gass enn for olje, men den varierer sterkt fra felt til felt. Dette skyldes først og fremst de geologiske forholdene i strukturene, som drivmekanisme i reservoaret, porøsitet etc. Men det er også andre faktorer som er viktige for utvinningsandelen. Måten et felt blir bygd ut på, vil påvirke andelen. Velger man f.eks. å produsere mye på kort tid, vil utvinningsandelen vanligvis bli lav. Det finnes også metoder til å "hjelpe på" trykket i reservoaret, og øke andelen på den måten. På Statfjord-feltet injiseres gass til dette formålet. På Ekofisk arbeider man med et vanninjeksjonsprosjekt som kan øke utvinningsgraden for olje opp til ca. 25 prosent dersom man lykkes. Antakelig vil metoder for å øke utvinningsandelen bli mer og mer vanlig.

Hvordan man velger å bygge ut et felt vil i høy grad avhenge av markedsforholdene for olje og gass. Oljedirektoratets anslag over utvinnbare andeler bygger som vist bare på kunnskap om de geologiske forholdene. En omvurdering i tab. 4.2. og 4.3. skyldes m.a.o. øket kunnskap og reservoarene. Ser vi på årene 1975 til 1981, finner vi en tendens både for olje og gass til nedjustering av reservene når kunnskap om reservoarene økes. Det bør nevnes at de reserveanslagene som er gjengitt i disse tabellene forutsetter en bestemt utbyggingsmåte, og at dette valget har innflytelse på reserveanslaget. Statfjord har f.eks. en svært høy utvinningsandel på olje, mens utvinningsandelen for gass er den laveste av de feltene som er i drift. Dette skyldes bl.a. gassinjeksjonsanlegget, som øker utvinningsandelen for olje på bekostning av gass.

Tabell 4.4. Olje- og gassreserver i felt med permanent produksjon, og i felt som er besluttet utbygd. 1. januar 1982

	Olje ¹⁾	Gass	Utvinnbar andel ²⁾	
	Mill.t	Milliarder Sm ³	Olje	Gass
Felt med permanent produksjon				
I alt	377	285	..	..
Albuskjell	6	11	0,30	0,42
Cod	1	3	0,31	0,56
Edda	1	1	0,25	0,67
Ekofisk	47	87	0,20	0,59
Eldfisk	21	34	0,16	0,49
Frigg ³⁾	1	93	..	0,80
Murchison ⁴⁾	7	-	0,48	-
Statfjord ⁵⁾	287	40	0,52	0,34
Tor	4	8	0,13	0,48
Vest-Ekofisk	2	8	0,20	0,71
Felt som er besluttet utbygd				
I alt	132	96	..	..
Nord-Øst Frigg	-	4	-	0,5
Odin	-	22	-	0,73
Ula	24	2	0,41	0,25
Valhall A	28	28	0,14	0,46
Gullfaks A	79	9	0,40	0,45
Heimdal	1	31	..	0,65

1) Omfatter NGL. 2) Produsert mengde er ikke trukket fra. 3) Gjelder norsk andel (60,82 prosent). 4) Gjelder norsk andel (16,25 prosent). 5) Gjelder norsk andel (84,09 prosent).

Tabell 4.5. gir oversikt over utvinnbare ressurser i felt som ikke var besluttet utbygd pr. 1/1-82. Mange av feltene er meget lovende. I første rekke gjelder dette Troll-området (omfatter feltene 31/2, 31/3, 31/5 og 31/6). Foreløpige anslag for den delen av Troll som ligger i 31/2 er 108 mill. tonn olje, og 480 mrd. Sm³ gass. Reservoaret strekker seg imidlertid utover felt 31/2, og reservene hele området antas å være langt større. Sleipnerfeltet er også meget lovende, men også svært komplisert. Det er påtruffet olje i sju ulike strukturer, men ressursene i flere av disse områdene har svært høyt CO₂-innhold. Selv med uvanlig mange borer har det ennå ikke vært mulig å komme med noen kommersialitetserklæring. Også feltene Balder og 30/6 knytter det seg stor interesse til.

Endelig er det påvist forekomster som ikke er tatt med i noen av tabellene, men som ved ytterligere undersøkelser kan vise seg å inneholde olje eller gass som det vil lønne seg å utvinne. Oppmerksomheten har i det siste året særlig vært rettet mot funnene på Tromsøflaket der mulighetene for at man har truffet på et stort reservoar på Askeladden-feltet er til stede. Også funnet på Haltenbanken utenfor Nordland, er oppmuntrende, først og fremst som bevis på at det finnes hydrokarboner i området. OD regner at reservene i nye funn på hele den norske kontinentalsokkelen utgjør ca. 245 mill t.o.e. olje og gass.

Tabell 4.5. Utvinnbare olje- og gassressurser i felt som ikke var besluttet utnyttet pr. 1. januar 1982

Felt	Olje	Gass
	Mill.t.	Milliarder Sm ³
I alt	430	853
Balder ¹⁾	32	-
Bream	< 1	-
Brisling	< 1	-
Flyndre	< 1	< 1
S.Ø.Frigg	-	1
Ø.Frigg	-	5
Hod	8	7
Murphy	-	2
Sleipner	10	140
S.Ø.Tor	3	3
Valhall ²⁾	20	19
Tommeliten	7	24
Gudrun	2	29
25/2-4	3	12
30/6	96	60
30/4, 30/7	-	51
31/2	108	480
33/9-Alfa	15	2
33/9-Beta	32	2
34/10-Alfa	7	4
Gullfaks ³⁾	87	12

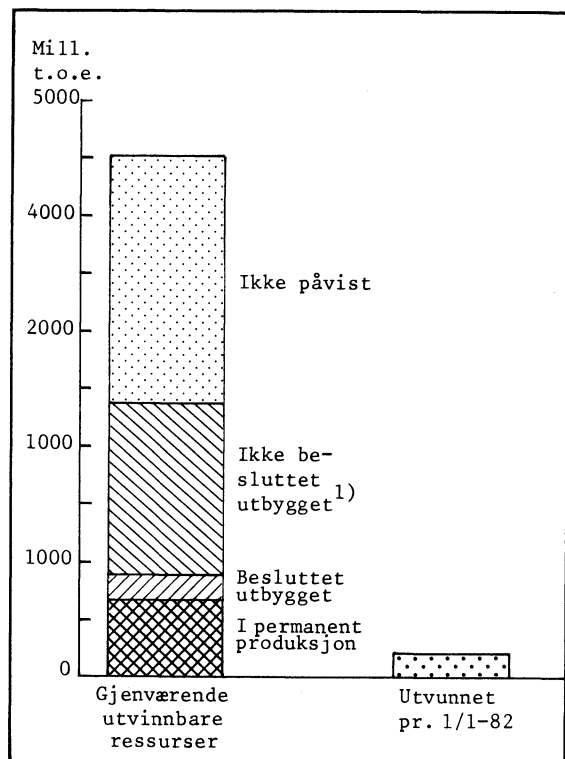
1) Under vurdering. Anslaget gjelder hele feltet. 2) Den delen som ikke omfattes av Valhall A-utbygginga. 3) Den delen som ikke omfattes av Gullfaks A-utbygginga.

Fig. 4.1. viser forventede utvinnbare ressurser sør for 62^o fordelt etter hvor klargjort feltene er til produksjon. Det går fram at man regner med å kunne utvinne ca. 4,7 mrd. t.o.e., og ca. halvparten av denne mengden er funnet pr. 1/1-82. Vi må understreke at tallene er usikre, det gjelder særlig anslaget for ikke påviste reserver. OD's offisielle tall sier at utvinnbare reserver er mellom 4 og 5 mrd. t.o.e.

Av fig. 4.2. går det fram at både i felt med permanent produksjon og i felt som er besluttet utbygd er oljereservene tilsammen noe større enn gassreservene. Mesteparten av reservene som ikke er besluttet utbygd består imidlertid av gass. Her utgjør gassreservene på Sleipner og Troll den største delen. De totale gassreservene på Troll forventes som nevnt å være langt større enn det som er tatt med i fig. 4.2.

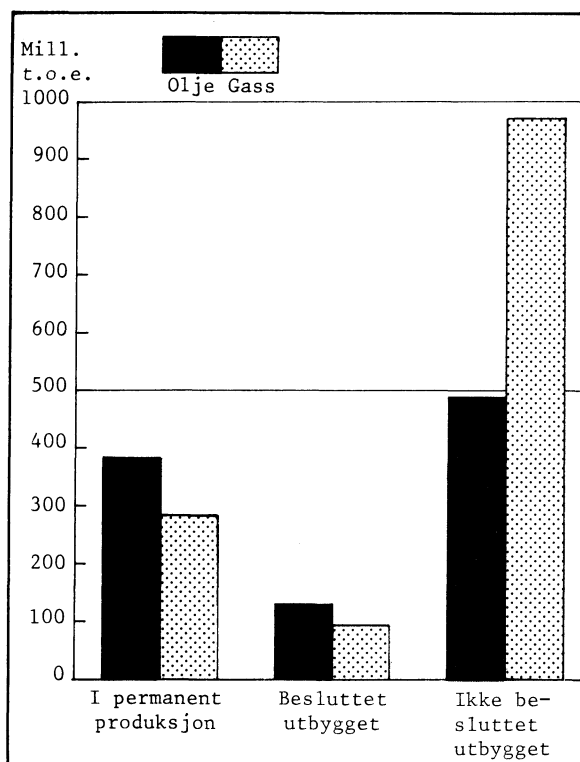
OD offentliggjør ikke sannsynlighetsfordelinger for estimatene, og vi kan derfor ikke plassere de enkelte reservene i skjemaet i fig. 3.2. i kap. 3.1.1. Prinsipielt skal imidlertid de utvinnbare ressursene på 4,5 mrd. t.o.e. sør for 62^o gjelde alle drivverdige ressurser, dvs. både identifiserte og ikke identifiserte ressurser. For å være identifisert, må olje- eller gassressursen være funnet ved boring. (OD karakteriserer den da som påvist.) Identifiserte utvinnbare ressurser utgjør altså mellom 2,2 og 2,3 mrd. t.o.e. Av disse er det strengt tatt bare de utvinnbare ressursene i felt med permanent produksjon eller som er besluttet utbygd som vi med sikkerhet kan kalle reserver. Hvorvidt de identifiserte utvinnbare ressursene i felt som ikke er besluttet utbygd er drivverdige eller ikke, er det for tidlig å si noe om. Dette vil som tidligere nevnt avhenge av om olje- og gassprisen er stor nok til å dekke kostnadene med å produsere den utvinnbare andelen av feltet.

Figur 4.1. Forventede utvinnbare olje- og gassressurser sør for 62°



1) Inkl. nye funn gjort i 1981 sør for 62°.

Figur 4.2. Fordeling av olje og gass i utvinnbare ressurser sør for 62°



4.2. Kullressurser

Kullressursene på Svalbard er beregnet i et eget prosjekt, se R. Sinding-Larsen (1981). Beregningen av kullreservene er gjort av geolog Alv Orheim, Store Norske Kullkompani, Svalbard. I dette prosjektet er det beregnet estimater for såvel identifiserte som ikke-identifiserte ressurser. Tabell 4.6. viser reserveregnskap for påviste og sannsynlige reserver for årene 1976-1980. Reservene av kull finnes i to forekomster, nemlig Longyearkullet, som det drives kontinuerlig produksjon fra på ca. 300 000 tonn pr. år, og Sveakullet som det foreløpig bare drives prøveproduksjon fra.

Tabell 4.6. Reserveregnskap for kull. Mill. tonn

	1976	1977	1978	1979	1980
Reserver 1/1	23,1	23,7	23,3	23,2	27,2
Omvurdering	1,1	-	0,3	4,3	0,4
Uttak	- 0,5	- 0,4	- 0,4	- 0,3	- 0,3
Reserver 31/12	23,7	23,3	23,2	27,2	27,3

Omvurderingene de siste årene skyldes øket kunnskap om forekomstene.

Reservene for kull blir beregnet på grunnlag av minimums- og maksimumsanslag på variable som har betydning for kullforekomster. Estimeringen gjøres ved Monte-Carlo-simulering, og man får da ut sannsynlighetsfordelinger for hver beregning. Disse beregningene gjelder tilstedeværende ressurser. For å komme fram til utvinnbare reserver har vi multiplisert med 0,8, da man regner med gjennomsnittlig 20 prosent i brytningstap og tap i oppredningsprosessen.

Tallene i reserveregnskapet er de forventningsrette estimatene for kull. I tabell 4.7. er det gitt 90-prosent konfidensintervall for påviste og sannsynlige reserver.

Tabell 4.7. Norske kullreserver pr. 1. januar 1981. Mill. tonn

	Forventningsrett estimat	90-prosent konfidensintervall
Påviste reserver, brutto	25,4	21,8-29,4
Sannsynlige reserver, brutto	8,6	5,1-14,0
Kjente reserver i alt, brutto	34,1	29,0-40,4
Utvinnbar reserve ¹⁾	27,3	..

1) Brutto (tilstedeværende) reserver er multiplisert med 0,80 for å få den utvinnbare reserven.

De påviste reservene omfatter såvel Sveakull som Longyearkull, mens sannsynlige reserver bare gjelder Longyearkullet.

Ikke-identifiserte kullressurser er også beregnet i R. Sinding-Larsen (1981). Metoden som er brukt er i prinsippet den samme som for identifiserte ressurser: Man lager sannsynlighetsfordelinger for viktige variable, og estimerer ressursmengden ved hjelp av Monte-Carlo-simulering. Det er brukt to modeller for å komme fram til estimatene: En for Longyearkull og en for Sveakull. Hovedforskjellen mellom de to typene kullforekomster er at Longyearkullet er dannet under roligere avsetningsforhold, slik at forekomstene er mer kontinuerlige, og dekker store flater. Sveakullet er avsatt innenfor lokale avsetningsbassenger, og representerer således formasjoner som er mindre kontinuerlige. Formasjonene varierer derfor sterkt både i utstrekning og tykkelse. Sveakullet er dessuten dannet tidligere enn Longyearkullet, og ligger derfor dypest av de to typene. Forskjeller som det er pekt på her, gjør at kostnader ved å utvinne kullet er ulike. F.eks. vil man måtte grave gråberg for å komme fra forekomst til forekomst i Svealagene, mens Longyearkullet i prinsippet kan utvinnes kontinuerlig. Slike økonomiske vurderinger er imidlertid ikke gjort i forbindelse med beregningene av ikke-identifiserte kullressurser.

Såvel modellen for Longyearkullet som modellen for Sveakullet fikk virke over to områder, der man mente at sannsynlighetsfordelingene til inputvariablene kunne være forskjellige. F.eks. antok man at mektigheten på Longyearkullet fordelte seg ulikt i de to områdene Longyearmodellen ble delt opp i. Estimaten for begge områdene inngår imidlertid som hypotetiske ressurser. For Sveakullet mente man bl.a. at forholdene for vekst og bevaring av strukturene hadde vært forskjellig i de to områdene Sveamodelen ble delt opp i. I det ene området ansees ressursene å være hypotetiske, mens de i det andre ansees for å være spekulative. I alt inngår det 10 variable i simuleringen, og estimeringen er gjort på grunnlag av 5 000 beregnede datasett.

Tab. 4.8. og 4.9. gir 90-prosent konfidensintervall for tilstedeværende og utvinnbare kullressurser fordelt på hypotetiske og spekulative ressurser. Den oppgitte gjennomsnittsverdien ligger nærmere nedre grense i intervallet enn øvre for alle kategorier. Intervallene er blitt relativt store. Sammenliknet med påviste og sannsynlige reserver ser imidlertid ressursene ut til å være meget betydelige. Vi vil likevel nok en gang understreke at det bare ligger en begrenset økonomisk vurdering til grunn for tallene. I tabellene 4.8. og 4.9. er det ikke tatt hensyn til brytningstap og tap i oppredningsprosessen.

Tabell 4.8. Tilstedeværende hypotetiske og spekulative kullressurser på Svalbard 1981. Mill. tonn

	Min. anslag	Gj.sn.	Maks. anslag	Standardavvik
Hypotetiske ressurser	1 131	3 357	9 150	1 202
Spekulative ressurser	0	1 817	12 976	1 332

Tabell 4.9. Utvinnbare hypotetiske og spekulative kullressurser på Svalbard 1981. Mill. tonn

	Min. anslag	Gj.sn.	Maks. anslag	Standardavvik
Hypotetiske ressurser	0	914	3 954	760
Spekulative ressurser	0	889	5 875	703

5. VANNKRAFTRESSURSER

Reserveberegninger for vannkraft gjøres hvert år i NVE, og i tab. 5.1. er det satt opp et reserveregnskap for årene 1973-1981. Som vannkraftreserve eller nyttbar vannkraft regnes vannkraft som kan bygges ut til energiformål til en gitt maksimumskostnad pr. energienhet.

Posten omvurdering i tab. 5.1. er relativt betydelig, særlig for ikke utbygde vassdrag. Dette skyldes bl.a. det potensialet som ligger i utbygging av små kraftverk, og opprustning av eldre kraftverk. I 1978 ble dette potensialet satt til 11 TWh, og ytterligere oppjustert i 1979 og 1980 med henholdsvis 1,1 og 2,0 TWh. I 1980 ble det vernet vassdrag med vannkraft tilsvarende 4,5 TWh. Dette inngår også i "omvurderinger", slik at netto omvurdering i 1980 var - 2,5 TWh. I 1981 skyldes omvurderingen en ubetydelig oppjustering av potensialet i et av de varig vernede vassdragene, som ikke regnes som vannkraftreserve.

Tabell 5.1. Reserveregnskap for vannkraft. TWh

	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981
A. Ikke utbygde vassdrag ¹⁾									
Reserver 1/1	76,5	73,3	69,3	71,2	69,2	67,9	76,9	76,0	70,9
Omvurdering	-	-	5,1	- 1,6	-	11,0	1,1	- 2,5	- 0,1
Utbygging i perioden	- 3,2	- 4,0	- 3,2	- 0,4	- 1,3	- 2,0	- 2,0	- 2,6	- 5,0
Reserver 31/12	73,3	69,3	71,2	69,2	67,9	76,9	76,0	70,9	65,8
B. Utbygde vassdrag ²⁾									
Utbygd vannkraft 1/1	73,1	76,3	80,3	81,2	81,8	83,1	85,1	87,1	89,7
Omvurdering	-	-	- 2,3	0,2	-	-	-	-	-
Utbygging i perioden	3,2	4,0	3,2	0,4	1,3	2,0	2,0	2,6	5,0
Utbygd vannkraft 31/12	76,3	80,3	81,2	81,8	83,1	85,1	87,1	89,7	94,7
Nyttbar vannkraft i alt 31/12 (A+B) ...	149,6	149,6	152,4	151,0	151,0	162,0	163,1	160,6	160,5

1) Midlere årsproduksjon av nyttbar vannkraft. 2) Midlere årsproduksjon.

I 1981 ble det bygd ut vannkraft svarende til 5 TWh, og dermed er 94,7 TWh utbygd pr. 31/12-81, mens restpotensialet er 65,8 TWh.

Tab. 5.2. viser magasinregnskapet for årene 1973-1980 samt et foreløpig regnskap for 1981.

Tabell 5.2. Magasinregnskap for vannkraft 1973-1981

	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981*
Magasinbeholdning 1/1	31,6	31,4	34,2	40,6	30,5	36,9	40,5	42,0	38,8
Midlere produksjonsevne	74,7	78,3	80,7	81,5	82,5	84,1	86,1	88,4	92,2
Avvik fra et middels år ¹⁾	- 2,1	1,1	3,1	- 9,6	- 3,9	0,4	4,4	- 7,6	3,8
Uttak	-72,8	-76,6	-77,4	-82,0	-72,2	-80,9	-89,0	-84,0	-92,8
Magasinbeholdning 31/12	31,4	34,2	40,6	30,5	36,9	40,5	42,0	38,8	42,0
Magasinkapasitet 31/12	45,5	48,5	50,4	52,4	54,3	55,5	57,3	58,5	62,0
Fyllingsgrad 31/12, prosent	69,0	70,5	80,6	58,3	68,0	73,0	73,3	66,4	67,7

1) Forskjellen mellom nyttbart tilsig og midlere årsproduksjon.

Tilsiget varierer kraftig fra år til år. Disse svingningene dempes gjennom eksport og import av elektrisk kraft. Hvor mye som skal importeres evt. eksporteres avhenger imidlertid ikke bare av de årlige variasjonene i tilsiget. Sesongmessige variasjoner har også stor betydning foruten at Norge har inngått langsiktige avtaler om elektrisitetsforsyning med andre land.

I tab. 5.3. er ikke utbygde vassdrag inndelt i kostnadsklasser. Et kraftanleggs kostnad er definert som den pris krafta måtte ha dersom anlegget skulle nedbetales på ett år. Ved vurdering av nytten av et kraftanlegg bør man imidlertid også ta hensyn til hvordan kraftproduksjonen fordeler seg på sommerkraft og vinterkraft, og hvilket tilskudd det gir til landets kraftpotensial. Kostnaden, slik den er definert her, må derfor bare betraktes som en rettesnor for verdien av et kraftanlegg. Kostnadsklassene er pr. 1/1-82 inndelt i følgende grupper:

Klasse I	- 117 øre/KWh
Klasse II a	117 - 156 "
Klasse II b	156 - 195 "
Klasse III	195 - 273 "

Eventuelle prosjekter som vil koste mer enn 273 øre pr. kWh etter den definisjonen som er gitt ovenfor, blir altså ikke betraktet som vannkraftreserve. 273 øre svarer til kraft produsert i et eventuelt kullfyrt varmekraftverk.

Tabell 5.3. Nyttbar og utbygd vannkraft¹⁾. Midlere årsproduksjon. TWh

	Utbygd pr. 1/1 1982	Ikke utbygd pr. 1/1 1982					
		I alt	Etter kostnadsklasse				
			I	IIa	IIb	III	Ufordelt
I alt	94,7	65,8	6,8	18,0	19,9	19,3	1,8
Av dette							
Konsesjon gitt .....	.	9,5	2,7	3,6	2,3	0,9	-
Konsesjon søkt .....	.	16,7	0,5	7,8	4,2	4,2	-
Forhåndsmeldt .....	.	5,4	0,0	1,0	3,1	1,3	-
Rest .....	.	21,9	1,1	3,5	5,7	9,8	1,8
Vernet til 1985 .....	.	12,3	2,5	2,1	4,6	3,1	-

1) Vassdrag som er varig vernet (11,5 TWh) er ikke med.

I tabell 5.4. gis det en oversikt over vannkraftreservene i de viktigste vassdrag under utbygging, eller der konsesjon er søkt pr. 1/1 1982.

De fleste av de kraftverkene som det er gitt konsesjon for vil være ferdig før 1987. En vil da disponere minst 100 TWh vannkraft i et midlere produksjonsår. Til sammen er det søkt, eller gitt conse-

sjon for over 125 TWh (midlere produksjon) inklusive de vassdrag det er gitt forhåndsmeldig om. Dette er det samme som i Energimeldinga (St.mld. nr. 54 (1979-80)) blir nevnt som illustrasjon på en skånsom vannkraftutbygging. Utover dette er 21,9 TWh ikke vernet, og 12,3 TWh vernet fram til 1985.

Tabell 5.4. Viktige vassdrag under utbygging, eller hvor konsesjon er søkt pr. 1. januar 1982. TWh.

	Midlere årsproduksjon	Fastkraft
Utbygd 1/1 1982	94,7	87 ¹⁾
Konsesjon gitt	9,5	11 ²⁾
Øvre Otra	0,5	
Ulla-Førre	2,1	
Aurland	0,6	
Orkla-Grana	1,2	
Kobbelv	0,7	
Alta	0,7	
Andre ³⁾	3,7	
Konsesjon søkt	16,7	15
Otta	3,3	
Etna-Dokka	0,8	
Tovdal	0,9	
Breheimen	3,0	
Gaular	1,2	
Rauma	1,1	
Svartisen	4,1	
Andre ³⁾	2,3	
Forhåndsmelding gitt	5,4	5
Røldal-Suldal	0,5	
Nausta	0,7	
Sanddøla-Luru	0,8	
Vefsna	1,4	
Andre ³⁾	2,0	

1) Inkluderer 4 TWh pga. importrettigheter. 2) Fastkraft overstiger midlere årsproduksjon pga. fler-årsmagasiner. 3) Prosjekter under 0,5 TWh.

6. NYE FORNYBARE ENERGIRESERVER

Med nye fornybare energireserver mener vi bioenergi i form av trevirke, torv, halm, husdyrgjødsel og avfall til brensel og innstrømningsressurser som sol-, vind- og bølgeenergi. Spillvarme fra industrien blir ikke behandlet fordi denne ressursen må karakteriseres mer som energiøkonomisering enn som energiressurs. Det samme gjelder bruk av varmepumper.

De nye fornybare energiressursene har med unntak av trevirke ikke tidligere vært trukket inn i energiregnskapsammenheng. Vi har derfor sett det nødvendig å ofre relativt stor plass til prinsipiell diskusjon og presentasjon av reserveanslag for disse energiressursene. Spesielt har vi lagt stor vekt på energivirke fra skogen, både fordi dette representerer en stor ressurs og fordi datagrunnlaget over tilgjengelighet og drivbarhet er bedre enn for noen av de andre nye energikildene.

Også for reserver av de nye energikildene er det et krav at energikostnadene ved uttak og produksjon ikke overstiger energiprisen på konvensjonell energi. I litteraturen er imidlertid anslagene over nyttbart potensiale av nye energikilder i hovedsak beregnet med utgangspunkt i teknologiske vurderinger. Enkelte av analysene bærer mer preg av potensielt utbyggingsprogram enn økonomisk drivbarhetsanalyse. Potensialet er i liten grad vurdert ut fra økonomiske analyser. Dette skyldes i hovedsak at datagrunnlaget er for spinkelt til å anslå grensekostnadens utvikling. Konsekvensen blir at andre indikatorer enn rent økonomiske, må legges til grunn ved gradering av drivverdigheit.

Ved vurdering av reservestørrelse bør i prinsippet også miljøsyn og konflikter med andre brukerinteresser tas med. Der utnyttelse av energiressursene kommer i konflikt med naturvern- og jordbruksinteresser bør disse få innvirkning på bedømmelsen av drivverdigheit på reservene. I praksis vil det være mest naturlig å sette skranker på utnyttelsen av en ressurs. Vi vil komme tilbake til disse problemene i den grad datagrunnlaget tillater det.

6.1. Trevirke til brensel

I prinsippet kan alt trevirke brukes til brensel. Det avvirkes i dag i underkant av 10 mill. m³ stammevirke medregnet alt som går til hjemmeforbruk og til industrien. I energisammenheng svarer dette til om lag 23 TWh eller 85 PJ teoretisk brennverdi.

Det vil være urimelig å regne høykvalitets trevirke som i dag avvirkes og selges til industrien, som en energireserve. I denne rapporten vil vi ta utgangspunkt i de marginale virkesressursene når vi beregner et økonomisk drivverdig energipotensial. Med marginale virkesressurser menes ressurser som i dag ikke utnyttes eller utnyttes i liten grad, se figur 6.1.

Som det framgår av figur 6.1. er det stor forskjell mellom tilvekst og total avgang. Følgelig vil en få en årlig oppsparing av virke. Bartrevirke i vanskelig tilgjengelig terreng utgjør en stor del av dette. I den seinere tid er imidlertid det økende volum av lautrevirke kommet i fokus. Ved dagens driftsformer avvirkes det på langt nær tilveksten av lauskog. Denne virkesressursen er spesielt interessant som energiressurs.

Følgende virkesressurser vil bli behandlet i energisammenheng:

1. Lautrevirke medregnet mermasse¹⁾.
2. Førstegangstynningsvirke medregnet mermasse.
3. Mermasse og hogstavfall ved sluttavvirkning av bartrevirke.
4. Stubbe- og rotvirke.
5. Sekundærvirke fra industrien.

For å kunne kartlegge det økonomisk drivverdige potensialet av trevirke til brensel bør en foreta en total kostnadsanalyse. En slik analyse må inneholde anslag over driftskostnader ved uttak i skogen, transport, lagring og kostnader ved flising eller kapping. I f.eks. boliger og i jordbruk er det naturlig å sammenlikne trevirke med parafin eller lett fyringsolje. Skal trevirke kunne konkurrere med dette brenselet, må de totale driftskostnadene ikke overstige 450 - 600 kr pr. fm³. Vi har da ikke tatt hensyn til eventuelle ulikheter i anleggskostnader mellom oljefyring- og f.eks. ved/flisfyringsanlegg. For industrien vil det være mer naturlig å sammenlikne med tung fyringsolje. Ekvivalentverdien for de totale kostnadene blir da 250 - 300 kr pr. fm³.

En generell lønnsomhetsvurdering som ovenfor, gir likevel ikke grunnlag nok til et reserveanslag. Det hadde vært ønskelig å dele landets skogareal inn i ulike kostnadsklasser på basis av informasjon om arealets tilgjengelighet og drivverdighet. Ulike utnyttelsesformer har imidlertid ulike driftskostnader. Ved sjølhogst kan f.eks. arbeidskostnadene settes lavt så lenge hogsten foregår i fritiden. Det økonomisk drivbare potensialet av brenselvirke blir dermed stort. Ved kommersiell omsetning av ferdig kløyvd ved eller flis må derimot skogeierens arbeidskostnader medregnes i de totale driftskostnadene. Reserveanslaget blir mindre enn med basis i sjølhogst.

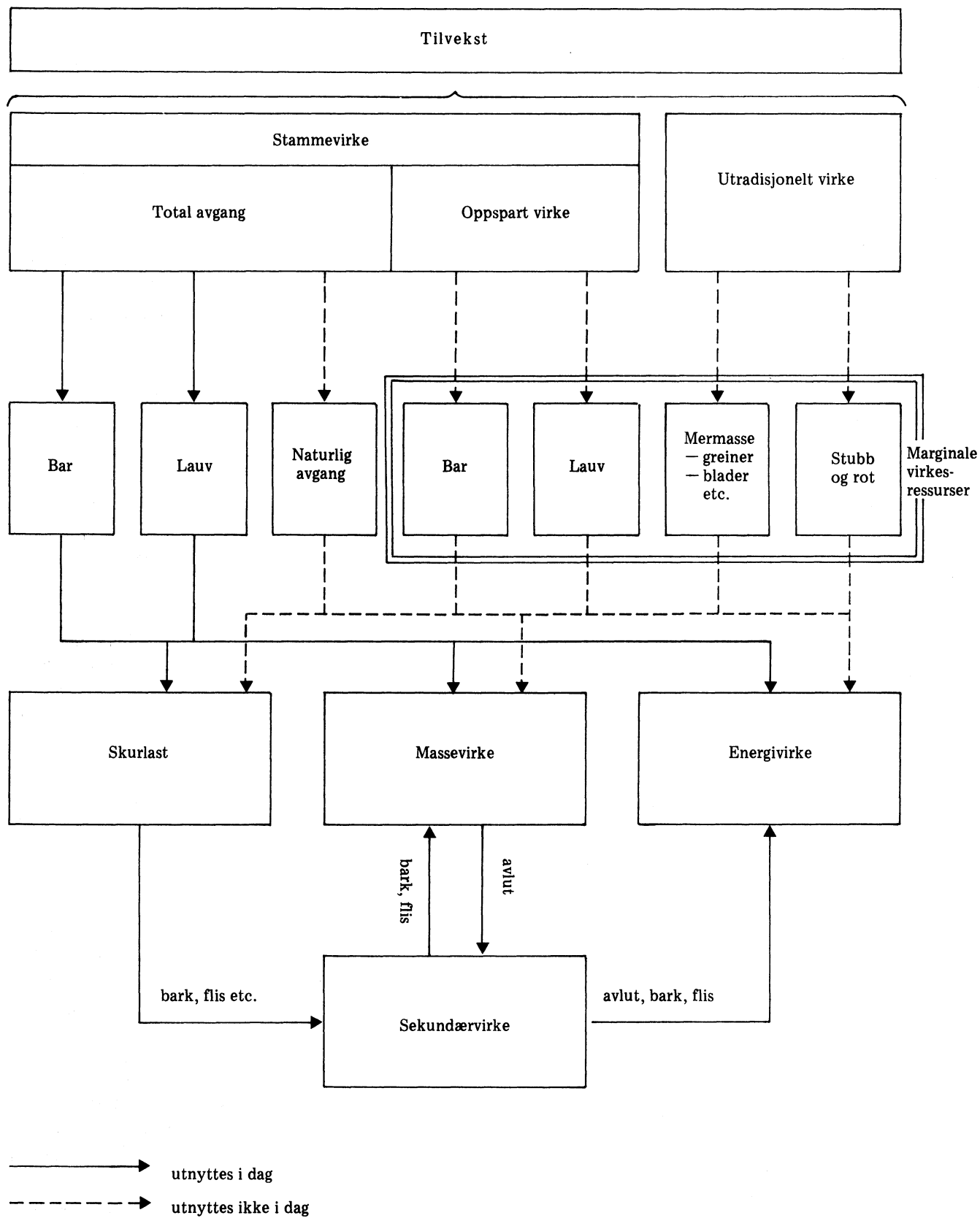
I praksis vil det, med det mangelfulle datagrunnlaget som eksisterer, ikke være mulig fullt ut å ta hensyn til disse problemene. I det følgende vil det økonomisk drivverdige potensialet i hovedsak bli beregnet ut fra parametre som forteller noe om tilgjengelighet av ressursene, f.eks. terrengbratthet, avstand til vei etc.

6.1.1. Eksterne kilder

Enkelte av skogbrukets forskningsinstitusjoner har i ulike sammenhenger foretatt beregninger av det nyttbare potensialet av brenselvirke, se tabell 6.1.

1) Med mermasse menes greiner, blader, topp etc.

Figur 6.1. Tilvekst og avgang av skogsvirke



Tabell 6.1. Marginale virkesressurser aktuelle til energiformål. 1 000 fm³

	Prosjekt heltre utnyttelse (Gulbrandsen 1979)	NLVF-utredning nr. 116 (Gulbrandsen 1981)	Biomasse (Institutt for skogøkonomi 1981)
Lauvtrevirke med mermasse	1 020-3 520	610-2 030	1 300
Virke fra førstegangstynning	370	450	10
Mermasse og hogstavfall fra bartre ..	860	1 200-1 500	720
Stubbe- og rotvirke	100	100	-
Sekundærvirke	-	590	970

I sammenheng med Prosjekt heltreutnyttelse har Gulbrandsen (1979) foretatt en sammenstilling av hva man på dette tidspunktet anså som drivverdig marginalvirke til energiformål. Beregningene er først og fremst basert på Gulbrandsen (1977), Fæste og Gislerud (1978) og Løvseth (1978). I forbindelse med Bioenergikonferansen 9. - 10. febr. 1981, reviderte Gulbrandsen (1981) beregningene noe, se tabell 6.1.

Gulbrandsen's beregninger over førstegangstynningsvirke, mermasse og hogstavfall bygger i hovedsak på en forutsetning om at dette virket bare kan nyttes i jevnt, slakt og veinært terreng. Forskjellen mellom de to kildene i tabell 6.1. skyldes først og fremst utlikt datagrunnlag. Beregningene over tilgjengelig lauvtrevirke er derimot i hovedsak basert på en skjønsmessig vurdering. Økonomiske parametre er ikke brukt direkte for å anslå potensialet. Gulbrandsen anser stubbe- og rotvirke bare drivverdig til energi i forbindelse med nydyrking i skogsområder. Med bakgrunn i en undersøkelse fra 1975 over avvirkning på nydyrkingsarealer ble nyttbart potensial av stubbe- og rotvirke anslått til 100 000 m³. Størrelsen på sekundærvirke er beregnet ut fra anslag over dagens forbruk av bark, sagflis, kutterflis o.l. til energi. Forbruk av avlut er ikke medregnet.

I forbindelse med Stortingsmelding nr. 65 (1981-82) skrev Institutt for Skogøkonomi (1981) en underlagsrapport om bioenergi, der det ble foretatt grove beregninger over nyttbart potensial av brenselvirke, se tabell 6.1. Beregningene har tatt utgangspunkt i en konsekvensanalyse som ble gjennomført ved Institutt for skogtaksasjon (Nersten et al. 1981). Institutt for Skogøkonomi har ikke selv foretatt noen lønnsomhetsanalyse for å beregne andeler av marginalt trevirke til brensel. Men i konsekvensanalysen til Nersten et al. (1981) er det innebygd en drivverdighetsanalyse i og med at enkelte lite drivverdige skogsområder er holdt utenfor.

Et problem i beregningene til Institutt for Skogøkonomi er at store deler av lauvskogsarealene ikke er medregnet i grunnlagsmaterialet. Tilgjengelig lauvtrevirke er derfor klart underestimert. I analysen er i tillegg førstegangstynning i nåværende hogstklasse III ikke medregnet. Dette virkespotensialet er derfor også underestimert.

Vi vil i de følgende avsnitt summere opp resultatene fra kildene foran, og vurdere disse i lys av annen informasjon på området.

Vi har valgt å se bort i fra stubbe- og rotvirke da dette uansett vil bety lite sammenliknet med de andre virkessortimentene.

6.1.2. Lauvtrevirke

Som det går fram av kildematerialet foran er anslagene over tilgjengelig lauvtrevirke svært grove. Anslagene varierer alt fra 0,6 til 3,5 millioner fm³ medregnet mermasse. Hovedårsaken er at datagrunnlaget er spinkelt. Landskogstakseringen har til nå i liten grad registrert lauvskogsarealene mht. tilvekst og tilgjengelighet. Det gjelder spesielt for lauvskogsarealer på Vestlandet og nord for Salten, og lauvskogsarealer over barskoggrensa i hele landet.

I 1980 var forbruket av ved til brensel i husholdningene om lag 2 millioner fm³ (Rosland, 1982). Av dette kan en regne 1 - 1,2 millioner fm³ var lauvtrevirke. Dette kvantumet må betegnes som absolutte minimum på det økonomisk nyttbare potensialet av lauvvirke til brensel. Den teoretiske maksimumsstørrelsen er gitt ved den totale tilveksten. Løvseth (1978) har beregnet lauvtretilveksten for hele landet i 1970 til 3,92 millioner fm³. Han har da ikke medregnet tilvekst over barskoggrensen, som Løvseth (pers.medd.) grovt vil anslå til 200 000 fm³. Medregnet mermasse gir dette til sammen en tilvekst på om lag 5,4 millioner fm³.

Problemet er imidlertid å anslå hvor stor del av den totale tilveksten som er økonomisk drivverdig.

Statistisk Sentralbyrå har utarbeidet et arealregnskap som gir visse muligheter for å inndele det totale lauvskogarealet i bratthetsklasser og klasser for avstand til vei, se tabell 6.2. Resultatene i tabell 6.2. egner seg godt for å illustrere en aktuell metode ved bedømmelse av økonomisk drivverdighet.

Tabell 6.2. Lauvskogarealet etter bratthet og avstand til vei. Arealregnskapet. Prosent

	Avstand til vei				
	I alt	< 0,5 km	0,5-1,0 km	1,0-1,5 km	> 1,5 km
I alt	100,0	28,2	15,6	12,5	43,8
< 10 %	37,9	8,9	2,7	2,2	2,4
Bratthet 10-20 %	21,5	6,1	3,7	8,4	7,0
20-30 %	12,3	4,0	2,6	1,9	3,8
30-40 %	8,7	2,9	2,5	7,6	2,5
> 40 %	19,6	6,3	4,1	2,9	6,3

Det går fram av tabellen at ca. 20 prosent av arealet ligger i "pent terreng". Det vil si mindre bratthet enn 30 prosent og kortere avstand til vei enn 500 meter. Dette er arealer som vil være lett tilgjengelig og dermed økonomisk forsvarlig å drive ut. Ved sjøhogst er det mulig en kan akseptere lengre avstand til vei, og at veinære arealer i brattere terreng enn 30 prosent kan utnyttes. Det kan antydes at 20 - 35 prosent av lauvskogarealet er tilgjengelig til avvirking. Usikkerheten er vel og merke stor.

Dette betyr ikke uten videre at 20 - 35 prosent av lauvtretilveksten er drivverdig. Som det går fram av tabell 6.3. er det en markert tendens til at "veinære" lauvskogsområder er mer produktive (høyere tilvekst) enn "veiløse" områder.

Tabell 6.3. Produktivt lauvskogareal fordelt etter bratthet og avstand til vei. Arealregnskapet. Prosent

	Avstand til vei				
	I alt	< 0,5 km	0,5-1,0 km	1,0-1,5 km	> 1,5 km
I alt	100,0	56,8	22,7	9,5	10,9
< 10 %	26,3	20,5	2,2	1,1	2,5
Bratthet 10-20 %	23,7	12,3	4,1	3,4	3,9
20-30 %	14,7	7,5	4,1	1,5	1,7
30-40 %	11,6	5,6	4,1	1,3	0,7
> 40 %	23,8	11,0	8,3	2,2	2,3

Tar vi utgangspunkt i samme kriterier for drivverdighet som for det totale lauvskogarealet, øker det tilgjengelige arealet fra 20 - 35 prosent til 40 - 65 prosent. Grove anslag antyder at 80 prosent av den totale tilveksten på 5,4 millioner fm³ kan tilskrives produktive lauvskogsarealer og lauvtrær i produktiv barskog (Løvseth pers.medd.). Med utgangspunkt i de to tabellene over er det derfor rimelig å anta at mellom 40 og 50 prosent av den totale tilveksten på 5,4 millioner fm³ er økonomisk nyttbar. Dette tilsvarer 2 - 2,7 mill. fm³. Som et middel kan antydes 2,3 millioner fm³.

6.1.3. Trevirke fra førstegangstynning

Gulbrandsen (1979 og 1981) har anslått potensialet av brensel fra førstegangstynning til om lag 370 - 450 000 fm³. Av dette utgjør lauvtrevirke i overkant av 25 prosent. I prinsippet skal lauvtrevirke være inkludert i beregningene i forrige avsnitt, slik at Gulbrandsen's anslag for virke fra førstegangstynning blir 270 - 330 000 fm³.

Institutt for skogøkonomi (1981) har beregnet et minimalt anslag på førstegangstynningsvirke. Dette skyldes hovedsakelig at nåværende hogstklasse III ikke er tatt med i beregningene.

Vi velger å legge oss på Gulbrandsen sitt anslag, det vil si 270 - 330 000 fm³, og et middel lik 300 000 fm³.

6.1.4. Mermasse og hogstavfall fra bartrær

Det er svært vanskelig å anslå størrelsen på dette virkespotensialet. Anslagene i litteraturen varierer naturlig nok mye, fra 0,7 til 1,2 millioner fm³. Vi har ikke grunnlag for å snevre inn intervallet ytterligere, men kan antyde et middel omkring 1 million m³.

6.1.5. Sekundærvirke

Beregninger foretatt i Miljøverndepartementet i samarbeid med Statistisk Sentralbyrå og Papirindustriens forskningsinstitutt (PFI), viser at forbruket av sekundærvirke til brensel i skogbruksindustrien var om lag 575 000 tonn tørt treråstoff i 1979 (Lone 1982). Omregnet gir dette 1,3 millioner fm³ eller 8,4 PJ teoretisk brennverdi, se tabell 6.4. For nærmere dokumentasjon av dette materialet henvises til en rapport om ressursregnskap for skog som vil være ferdig en gang i løpet av høsten 1982.

Tabell 6.4. Bruk av sekundærvirke til brensel i skogbruksindustrien

Sektor SN	1 000 tonn tørrvekt	Teoretisk brennverdi PJ
I alt	575	8,4
33 111 Saging og høvling	214	3,7
33 112 Sponplater	14	0,3
34 111 Tremasse	51	0,8
34 112, Cellulose	292	3,5
34 113		
34 114 Papir og papp	-	-
34 115 Trefiberplater	4	0,1

Størstedelen av biproduktene i skogbruksindustrien nyttes som gjeninnsats i andre produksjoner. Resten nyttes til brensel eller tapes ved utslipp og deponering. Teknisk vil det være mulig å utnytte større del av sekundærvirke til brensel. En kan imidlertid komme i konflikt med anvendelse til industrielt bruk. I denne rapporten vil vi begrense oss til å regne som nyttbart potensial det kvantum som allerede i dag utnyttes til energi, samt det kvantumet som deponeres til jord. Store deler av treråstoffet som slippes ut i sjø og vassdrag kan også nyttes til brensel. Men statistikken er imidlertid for dårlig til å kunne kvantifisere dette potensialet. Lone (1982) har for 1979 beregnet samlet deponering til jord til 44 000 tonn tørrstoff eller om lag 100 000 fm³. Sammen med forbruket av brenselvirke (se tabell 6.4.) gir dette et reserveanslag på 1,4 millioner fm³. Grove anslag i PFI og Byrået viser at forbruket av sekundærvirke til brensel i 1981 allerede oversteg 1,4 millioner fm³. Det vil derfor være rimelig å ta utgangspunkt i et reserveanslag for sekundærvirke på 1,5 millioner fm³. Dette tilsvarer 9,7 PJ teoretisk brennverdi.

6.1.6. Oppsummering

I tabell 6.5. har vi satt opp resultatene av analysen foran.

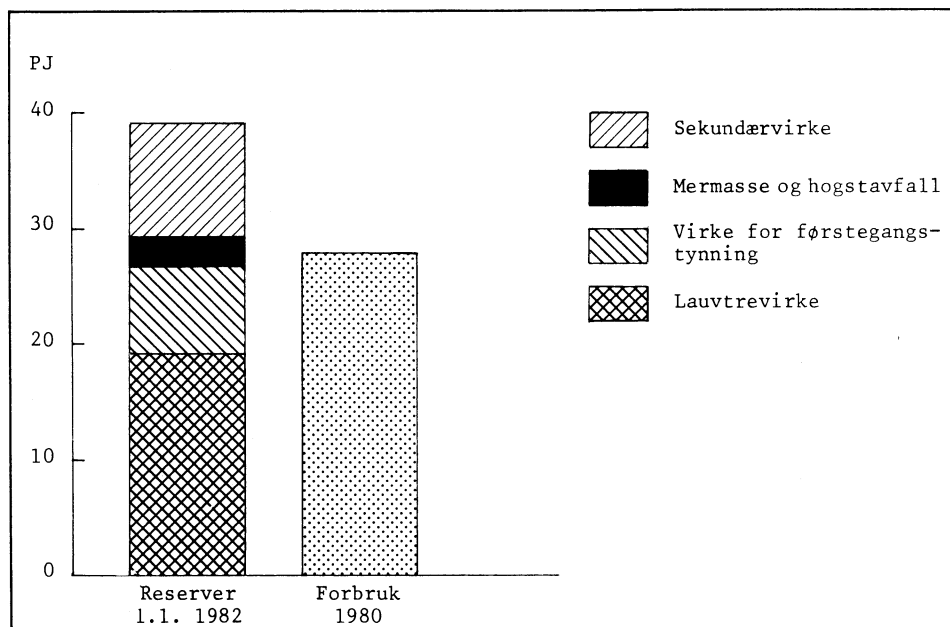
Tabell 6.5. Reserver av trevirke til brensel referert dagens kostnadsnivå.

	1 000 fm ³ Middel	1 000 fm ³ Variasjon	Teoretisk brennverdi PJ	Nyttig- gjort PJ
I alt	5 000	4 300-5 900	39,1	26,9
Lauvtrevirke	2 300	2 000-2 700	19,3	12,5 ¹⁾
Virke fra førstegangstynning	300	270- 330	2,5	1,6 ¹⁾
Hogstavfall og mermasse fra bartre	900	700-1 200	7,6	4,9 ¹⁾
Sekundærvirke	1 500	1 400-1 600	9,7	7,8 ²⁾

1) 65 prosent virkningsgrad. 2) 80 prosent virkningsgrad.

Det går fram av tabellen at 39,1 PJ trevirke kan utnyttes gitt dagens kostnadsnivå. Allerede i dag (1980) utnyttes 26 PJ. Det finnes m.a.o. 13 PJ tilgjengelig skogmasse som ikke utnyttes, se figur 6.2.

Figur 6.2. Reserver av trevirke til brensel referert dagens kostnadsnivå.
Forbruk 1980. Teoretisk brennverdi PJ.



6.2. Torv til brensel

Lie (1980) har beregnet arealet av brenntorv i Norge til 5 millioner da. Den samlede tilveksten på disse arealene er om lag 5 millioner m³, eller i overkant av 29 PJ pr. år i teoretisk brennverdi. Dette er et rent teoretisk potensial og har liten praktisk verdi. Skal energitorv kunne betraktes som økonomisk akseptabel ressurs, må den kunne framstilles og distribueres for en kostnad under 330 - 440 kr pr. m³. Det er her regnet med en virkningsgrad på 60 prosent ved forbrenning. Et for-prosjekt for produksjon av torvpellets i Fosnes i Nord-Trøndelag har vist at torvpellets sannsynligvis vil kunne leveres til en pris under dette (Nilssen, 1981). Sett fra strengt foretaksøkonomisk synsvinkel kan torvtekt under gunstige forhold m.a.o. være lønnsom. I et videre perspektiv er det

imidlertid riktig å trekke inn brukskonflikter mellom torvtekt på den ene siden og jordbruk-, skogbruk- og naturverninteresser på den andre. Torvtekt i stor skala vil møte sterk motstand fra flere hold. Dette er en faktor som gjør beregningene av reservestørrelsen vanskelig.

I dag utnyttes om lag 2 000 m³ brenntorv. For bare 20 år siden var forbruket 600 000 m³/år (Poleszynski, 1978). Dette indikerer at det nyttebare potensialet av brenntorv er større enn de 2 000 m³ som utnyttes i dag. En eksakt vurdering av reservestørrelsen kan imidlertid ikke foretas før data-grunnet er bedre.

6.3. Akvatisk energi

Halmø, et. al. (1981) har anslått den årlige tilveksten av tang og tare langs norskekysten til 11 millioner tonn våtvekt. Dette tilsvarer en teoretisk brennverdi på 70 - 180 PJ pr. år. Foreløpig er det ikke foretatt vurderinger av størrelsen på det økonomisk nyttebare potensiale. Økt forskning i Norge på området er imidlertid nødvendig før anslag for lønnsomhet og reservestørrelse kan foretas.

6.4. Halm til brensel

Produksjonen av halm er i dag 1,24 millioner tonn pr. år (80 prosent tørrstoff). Omregnet gir dette 18 PJ, teoretisk brennverdi (Tjernshaugen 1981). Halmen kan enten brennes i manuelle eller i automatiske halmfyringsanlegg. De manuelle anleggene har vist seg å være økonomiske, selv der det er snakk om små bruksenheter. Erfaringer fra Sverige viser at også automatiske halmfyringsanlegg klarer å konkurrere med oljefyringsanlegg bare enhetene blir store nok (Nilsson og Ekstrøm 1982). Utnyttelse av halm som brensel i sentrale fjernvarmeanlegg har til nå ikke blitt ansett som økonomisk interessant. To anlegg i Danmark viser imidlertid at fjernvarme basert på halm i høyeste grad er aktuelt. Vi har likevel valgt å begrense oss til halm brukt i forbindelse med gårdbruk.

Bruken av halm til brensel er først og fremst aktuell i korndistriktene på Østlandet og delvis i Trøndelag, der bruken ikke kommer i stor konflikt med halm til dyrefôr og strø. Tjernshaugen (1981) har regnet med at om lag 600 000 tonn halm er nyttbart til brensel. Han har da antatt at halmen bare nyttes i korndistriktene. 600 000 tonn tilsvarer anlegg med en kapasitet på 25 tonn pr. år plassert på 70 prosent av alle korngårdene på Østlandet og i Trøndelag. Det er realistisk å tro at bare de største gårdene ligger til rette for halmfyringsanlegg. I følge Landbrukstelingen 1979 er det i dag om lag 16 000 korngårder med jordbruksareal over 100 da. på Østlandet¹⁾ og Trøndelag. Dersom en antar at alle korngårder over 100 da. installerte halmfyringsanlegg med en kapasitet på 25 tonn halm pr. år, ville totalforbruket av halm bli 400 000 tonn pr. år. Ut fra de erfaringer som er gjort for halmfyringsanlegg på gårdsbruk, vil det ikke være urimelig å gå ut fra et økonomisk drivverdig potensial på 400 000 tonn eller 5,8 PJ teoretisk brennverdi. Usikkerheten er vel å merke stor (\pm 100 000 tonn).

6.5. Husdyrgjødsel til energi

I følge Tjernshaugen (1981) produseres det årlig ca. 1,5 millioner tonn tørrstoff husdyrgjødsel pr. år, som tilsvarer om lag 26 PJ teoretisk brennverdi. Naturlig nok vil bare deler av dette kvantumet kunne utnyttes til energiformål. Komposteringsanlegg synes i dag å være den metoden som best egner seg. Beregninger foretatt av Tjernshaugen (1981) viser at energi kan produseres til en kostnad på 20 - 35 øre/KWh. Bio-gass-anlegg er foreløpig lite lønnsomme i praktisk drift i Norge. De komposteringsanlegg som er aktuelle å bygge i dag, må først og fremst knyttes til gårdsbruk med store besetninger av storfe eller svin. Det er i dag neppe økonomi i å transportere rå husdyrgjødsel eller fjernvarme til andre forbruksenheter. Foreløpige tall fra Landbrukstelingen 1979 viser at om lag 10 000 gårdsbruk har flere enn 15 kyr og/eller flere enn 50 svin. Det kan antydes at disse brukene har et substituerbart energipotensial av lavtemperatur-varme på 1,5 - 2,0 PJ. Tjernshaugen (1981) har beregnet et nyttbart potensial på 4,6 PJ for 1981 med utgangspunkt i teknologiske forutsetninger. Dette anslaget ligger betydelig over hva som ville være økonomisk forsvarlig å bygge ut i dag. Vi velger å legge oss på et reserveanslag på 1,8 PJ husdyrgjødsel nyttiggjort²⁾.

1) Østlandet defineres her som fylke 01 til 07 (Østfold t.o.m. Telemark).

2) Virkningsgrad er 35 prosent av teoretisk energi.

6.6. Avfall

Avfall kan utnyttes til dyrefôr, materialgjenvinning og energigjenvinning. Til nå ser det ut som om energigjenvinning er mest aktuelt. Det finnes i dag i alt om lag 40 forbrenningsanlegg for kommunalt avfall. Av disse er det 8 - 12 fjernvarmeanlegg der avfall nyttes som supplement til olje (Nilsen pers. medd.)

Dalaker (1982) har med utgangspunkt i blant annet befolkningstettheten beregnet hvor stor del av det teoretiske potensialet som kan nyttes, se tabell 6.6. Det ligger ikke direkte økonomiske beregninger bak hans anslag. Vi velger likevel å betrakte anslaget som en reserve av avfall, i og med at de anlegg som til nå er bygget har vist relativt god økonomi.

Tabell 6.6. Tilgjengelige avfallsmengder til energiformål, pr. år. Dalaker (1982)

Avfallstype	Teoretisk mengde 1 000 t	Nyttbart potensial	
		1 000 t	PJ
I alt	1 764	1 117	9,3
Kommunalt avfall	1 600	1 000	7,1 ¹⁾
Avfall fra helseinstitusjoner	45	30	0,3 ¹⁾
Gummiavfall (dekk)	14	7	0,2 ²⁾
Proble mavfall	15	10	0,2 ²⁾
Oljeavfall	50	40	1,3 ²⁾
Kommunalt slam	40	30	0,3 ¹⁾

1) Virkningsgrad ved forbrenning 68 %. 2) Virkningsgrad ved forbrenning 80 %.

6.7. Solenergi

6.7.1. Solvarme

Vi vil begrense oss til aktiv soloppvarming i bygninger. Sentrale anlegg plassert uavhengig av boliger og yrkesbygg vil ikke bli behandlet. Passiv soloppvarming har som oftest mest karakter av energiøkonomisering og bør behandles i den sammenhengen.

Pr. 1980 var det i Norge installert 1 000 m² solfangerareal (Salvesen, pers. medd.), med en samlet energiproduksjon på grovt regnet 400-700 GJ. De fleste av disse anleggene ble laget med tanke på forsøk og eksperimenter. Av den grunn produserer mange av anleggene energi til en varmepris som er høyere enn f.eks. elektrisitet. Flere av anleggene må imidlertid allerede i dag anses som lønnsomme. Dette gjelder først og fremst anlegg for bolighus der man har forsøkt å integrere solfangeren m.m. i bygningskonstruksjonen. Det kan ellers nevnes at soloppvarming av idrettshaller, svømmebasseng og enkelte servicebygg har gitt gode resultater (Salvesen 1981). Disse resultatene indikerer at det er et betydelig potensial av solvarme dersom det satses på de beste løsningene. Det finnes imidlertid ingen overslag i litteraturen der det økonomiske potensialet referert dagens teknologi og kostnadsnivå er beregnet. Salvesen (1981) har i forbindelse med Stortingsmelding nr. 65 (1981-82) anslått en utviklingsramme for årlig solenergiproduksjon i boliger og lettere yrkesbygg. En slik utviklingsramme kan ikke sammenliknes med et reserveanslag for solvarme.

Den økonomisk nyttbare reserven av solvarme er utvilsomt større enn null. En nærmere presentasjon av tall er imidlertid vanskelig før bedre informasjon foreligger.

6.7.2. Solcelleenergi

Solcelleanlegg kan enten installeres desentralisert, f.eks. i forbindelse med boliger eller fritidshus, eller sentralisert i et stort solkraftverk. I Norge er foreløpig bare den første typen aktuell. Prisene for solceller ligger i dag på kr 25-60 pr. spisswatt, dvs. en installert effekt som gir 1 W under de best tenkelige solforhold (Salvesen, 1982). Beregnet energikostnad basert på dagens

teknologi vil være 2,20 - 4,20 kr pr. kWh for et distribuert kraftverk på eksisterende hustak.

Til tross for den høye energiprisen er det pr. i dag installert mellom 5 000 - 7 000 solcellepaneler i hytter o.l. Energimessig representerer disse en svært liten ressurs. Nyttien er likevel tilstede i og med at alternativet til solcellepanel i "strøm-løse" distrikter er elektrisitet fra bensin- eller diesellaggregater. Elektrisitetsprisen for slike anlegg er også relativt høy.

Det er mulig at solcellepaneler om få år kan tilbys til en kostnad ned mot elektrisitetsprisen. I en slik situasjon vil naturlig nok det nyttbare potensialet av solcelleenergi måtte vurderes på nytt. Thorstensen (1981) anslår i sin rapport om solceller, at potensialet i år 2000 vil være 0,1 - 0,5 TWh. Dette omfatter både sentrale solcellekraftverk og distribuerte solcelleanlegg.

I dag må reserven imidlertid defineres lik null.

6.8. Vindenergi

Institutt for energiteknikk (1981) har utarbeidet en rapport om vindenergi, der økonomi, potensial og miljøhensyn ble vurdert. Det ble konkludert med at vindenergi kunne produseres for 23 - 31 øre/kWh (1981-priser). Dersom disse beregningene holder mål, betyr det at det finnes en økonomisk reserve av vindenergi større enn null.

Med bakgrunn i ulike parametre har IFE beregnet et nyttbart potensial. Det ligger ikke direkte økonomiske vurderinger bak annet enn de generelle som er nevnt over. Det "økonomisk" nyttbare potensialet er indirekte beregnet ut fra indikatorer som vindforhold, topografi, adkomst, avstand til eksisterende strømmett, avstand til lokalbefolkning, fredede områder m.m. Konklusjonen er at ved en moderat utbygging, dvs. 1 200 - 1 450 kraftstasjoner, vil den årlige vindenergiproduksjonen bli 11 - 13 TWh. Men i og med at ingen vindmøller i nyere tid er utprøvd i Norge er usikkerheten stor med hensyn til drivverdigheten. Vi velger derfor ikke å ta stilling til størrelsen på den økonomisk nyttbare reserven av vindkraft.

6.9. Bølgeenergi

NVE (1981) har foretatt en evaluering av de tre bølgekraftprosjekter: svingende bøye, svingende vannsøyle og fokuseringsprinsippet. Med utgangspunkt i dagens kostnadsnivå kan bølgekraft produseres til en energipris på 1,20 - 1,40 kr/kWh. Bølgekraft representerer neppe noe økonomisk potensial i dag. Større forskningsinnsats kan utvilsomt redusere energikostnadene i framtida, slik at det nyttbare potensial må vurderes på nytt.

6.10. Oppsummering

Tabell 6.7. viser energireservene av nye fornybare energiresurser. Det er ikke foretatt anslag over torv, solvarme og vind, til tross for at disse utvilsomt er større enn null. Datagrunnlaget er foreløpig for spinkelt. Reservene av akvatisk energi, solcelleenergi og bølgeenergi har vi anslått lik null ut fra dagens kostnadsnivå.

Tabell 6.7. Reserver av nye fornybare energikilder referert dagens kostnadsnivå. PJ

	Teoretisk brennverdi		Nyttiggjort energi Middel
	Variasjon	Middel	
Trevirke i alt	34 - 46	39,1	26,9
Lauvtrevirke	17 - 26	19,3	12,5
Førstegangstynningsvirke	2 - 3	2,5	1,6
Mermasse og hogstavfall	6 - 10	7,6	4,9
Sekundærvirke	9 - 10	9,7	7,8
Torv .....	..	..	..
Akvatisk energi	-	-	-
Halm	4,4 - 7,2	5,8	3,2
Husdyrgjødsel	4,3 - 5,7	5,1	1,8
Avfall .....	..	13,4	9,3
Solvarme .....	..	..	..
Solcelleenergi	-	-	-
Vind .....	..	..	..
Bølge	-	-	-

Referanser

Dalaker, O., 1982. Varmeproduksjon for fjernvarme. Avfallsforbrenning og spillvarme fra industri. Konferanse: Fra elverk til energiverk 4. - 6. januar 1982. NTH-Trondheim. Norske Sivilingeniørers Forening i samarbeid med NTH. 15 s.

Department of Energy Mines and Resources, Canada, 1977. Uranium resource evaluation, ER 77-1.

Fæste, I. og O. Gislrud, 1978. Stubbe- og rotvirke fra nydyrkingsfelter i åtte skogfylker - en kvantitetsvurdering. Norsk inst. for skogforskning. Skogteknisk avdeling. Rapport 2/78. 33 s.

Gammeltvedt, G. og R. Sinding-Larsen, 1979. Vurdering av reserveanslag for kull og malmer 1979. Prosjektrapport. 99 s.

Gulbrandsen, K., 1977. Heltreutnyttelse - framtidige kvantiteter fra førstegangstynninger. Meddr. norsk inst. for skogforskning 33: s. 481 - 512.

Gulbrandsen, K., 1979. Marginale virkesressurser i Norge. Prosjekt heltreutnyttelse. Sluttrapport. Skogbrukets og Skogindustriens Forskningsråd Larvik/As 1979, s. 27 - 35.

Gulbrandsen, K., 1981. Energiressurser i skogbruket. Bioenergi - Forskning og utvikling. NLVF-utredning nr. 116. Oslo s. 44 - 48.

Halmø, I., M. Indergaard og A. Jensen, 1981. Utnyttelse av marin biomasse. STF 21 A80061. Sintef, NTH Trondheim. 109 s.

Institutt for energiteknikk, 1981. Vindenergi i Norge. Underlag for Stortingsmelding om alternative energikilder. Kjeller. 120 s.

Institutt for skogøkonomi, 1981. Biomasse. Underlagsrapport til Stortingsmelding om nye, fornybare energikilder. As - NLH. 48 s.

Lie, O., 1981. Torv som energiressurs. Bioenergi - Forskning og utvikling. NLVF-utredning nr. 116, Oslo. S. 58 - 61.

Lone, Ø., 1982. Upubl. Ressursregnskap for skog: Massebalanser for omformingssektorene 1972, 1977 og 1979. Miljøverndepartementet, Oslo. 6 s.

Løvseth, T., 1978. Skogs- og virkesbalansen i Norge. Nordisk skogsunion. Skogs- & virkesbalansen i Finland, Norge och Sverige. Solna. S. 65 - 72.

Løvseth, T., pers. medd. Samtaler med Torgeir Løvseth, Landskogstakseringen, mars 1982.

National Petroleum Council, 1976. Enhanced Oil Recovery. US Department of the Interior. USA.

Nersten, S., Knut Delbeck, Rolf Gjølberg og Kåre Hobbelstad 1981. Konsekvensanalyser for ulike investerings- og avvirkningsprogram. Melding nr. 29. Institutt for skogtaksasjon. As - NLH. 222 s.

Nilssen, E., 1981. Torv som brensel. Rapport nr. STF15 A81011. Sintef, NTH Trondheim. 37 s.

Nilssen, E., pers. medd. Telefonsamtale med Erik Nilssen, Sintef, NTH Trondheim. Mars 1982.

Nilsson, C. og N. Ekstrøm, 1982. Halm som bråsele. Bakgrund och systemlösningar. Specialmeddelande 14. Sveriges Lantbruksuniversitet. Lund. 165 s.

Norges Vassdrags- og elektrisitetsvesen, 1981. Evaluering bølgekraft. Del I og Del II. Oslo. 189 s. + 150 s.

Oljedirektoratet, 1977. Arsberetninger 1976 Stavanger. 56 s.

Poleszynski, D., 1978. Energibruk i husholdninger. Arbeidsrapport april 1978. Statens institutt for forbruksforskning.

Rosland, A., 1982. Forbruk av fast brensel i husholdningen 1960 - 1980. Rapport 82/11. Statistisk Sentralbyrå. Oslo - Kongsvinger. 41 s.

Salvesen, F., 1981. Solenergi. Teknisk/økonomisk vurdering av energipotensialet og utviklingsmuligheter. NTNFS' s komité for bygg- og anleggsteknisk forskning. Utvalg for energispørsmål. Sandvika. 56 s.

Salvesen, F., 1982. Solenergi. Forelesningsnotat fra seminar om alternative energikilder i Norge, arrangert av Norsk energiforening, "Ingeniørnytt" og Institutt for energiteknikk. 17 s.

Salvesen, F., pers. medd. Telefonsamtale med Fritjof Salvesen. Miljøplan I/S desember 1981.

Sinding-Larsen, R., 1981. Sammendrag av resultater innen prosjektet "Beregning av Norges kjente og potensielle malm og kullreserver". Utkast til rapport. Prosjektnotat 30/12-81.

Stortingsmelding nr. 65, 1981-82. Om nye fornybare energikilder i Norge. Olje- og energidepartementet. 88 s.

Sæbø, H.V., 1979. Reserver i ressursregnskapet for energi - foreløpige tall, Arbeidsnotat fra Statistisk Sentralbyrå. 25 s.

Thorstensen, B., 1981. En teknisk-økonomisk vurdering av solceller brukt til elektrisitetsgenerering i Norge. Institutt for energiteknikk, Kjeller. 37 s.

Tjernshaugen, O., 1981. Underlag til Stortingsmelding om fornybare energikilder. Intern serie nr. 262. Institutt for bygningslære, As - NLH. 11 s.

Wiorowski, 1981. Estimating Volumes of Remaining Fossil Fuel Resources: A Critical Review. Journal of the American Statistical Association September 1981, Vol. 76, Number 375. S 534 - 548.

MåleenheterEnergi generelt

$$1 \text{ PJ} = 10^3 \text{ TJ} = 10^6 \text{ GJ} = 10^9 \text{ MJ} = 10^{12} \text{ kJ} = 10^{15} \text{ J}$$

$$1 \text{ TWh} = 10^3 \text{ GWh} = 10^6 \text{ MWh} = 10^9 \text{ kWh}$$

$$1 \text{ PJ} = 0,278 \text{ TWh}$$

$$1 \text{ TWh} = 3,6 \text{ PJ}$$

Olje, kull og gass (teoretiske brennverdier)

$$1 \text{ tonn olje (t.o.e.)} = 42,3 \text{ GJ}$$

$$1 \text{ tonn kull (t.k.e.)} = 28,1 \text{ GJ}$$

$$1 \text{ Nm}^3 \text{ naturgass} = 36,4 \text{ MJ}$$

Trevirke

$$1 \text{ fm}^3 \text{ trevirke} = 0,45 \text{ tonn tørt (100 \%)} \text{ treråstoff}$$

Teoretiske brennverdier:

	GJ/tonn tørrstoff	Gjennomsnittlig tørrstoffprosent ved forbrenning
Stammevirke og mermasse	18,5	80 - 95
Bark	15	40
Avlut	12	55 - 60

Utkommet i serien Rapporter fra Statistisk Sentralbyrå (RAPP) - ISSN 0332-8422

Trykt 1981

- Nr. 81/1 Erling J. Fløttum: National Accounts of Norway System and Methods of Estimation
Sidetall 101 Pris kr 15,00 ISBN 82-537-1555-2
- 81/2 Referansearkiv for naturressurs- og forurensningsdata 2. utgave Sidetall 424
Pris kr 20,00 ISBN 82-537-1233-2
- 81/3 Nils Håvard Lund: Byggekostnadsindeks for boliger Sidetall 127 Pris kr 15,00
ISBN 82-537-1232-4
- 81/4 Anne Lise Ellingsæter: Intervjuernes erfaringer fra arbeidskraftundersøkelsene
Rapport fra 99 intervjuere Field Work Experiences with the Labour Force Sample
Survey Reports from 99 Interviewers Sidetall 40 Pris kr 10,00 ISBN 82-537-1234-0
- 81/5 Bjørn Kjensli: Strukturundersøkelse for bygg og anlegg Vann- og kloakkanlegg
Sidetall 62 Pris kr 15,00 ISBN 82-537-1235-9
- 81/6 Erling Siring og Ib Thomsen: Metoder for estimering av tall for fylker ved hjelp av
utvalgundersøkelser Sidetall 42 Pris kr 10,00 ISBN 82-537-1509-9
- 81/7 Arne Ljones og Hans Viggo Sæbø: Temperaturkorrigering av energiforbruket
Sidetall 43 Pris kr 10,00 ISBN 82-537-1507-2
- 81/8 Morten Reymert: En analyse av faktorinnsatsen i Norges utenrikshandel med utvik-
lingsland og industriland Sidetall 55 Pris kr 15,00 ISBN 82-537-1506-4
- 81/9 Petter Longva: A System of Natural Resource Accounts Eit rekneskapssystem for
naturressursar Sidetall 26 Pris kr 10,00 ISBN 82-537-1540-4
- 81/10 Stein Erland Brun: Tilgangen på arbeidskraft i fylkene for årene 1971 - 1979
Sidetall 72 Pris kr 15,00 ISBN 82-537-1514-5
- 81/11 Eva Ivås og Kjell Roland: MODIS IV Detaljerte virkningstabeller for 1979
Sidetall 264 Pris kr 20,00 ISBN 82-537-1515-3
- 81/12 Helge Brunborg, Jan Mønnesland og Randi Selmer: Framskriving av folkemengden etter
ekteskapielig status Sidetall 75 Pris kr 11,00 ISBN 82-537-1541-2
- 81/13 Adne Cappelen: Importinnhold i sluttleveringer Sidetall 20 Pris kr 10,00
ISBN 82-537-1545-5
- 81/14 MODIS IV Dokumentasjonsnotat nr. 16 Endringer i utgave 78-1 og 79-1 Sidetall 100
Pris kr 15,00 ISBN 82-537-1549-8
- 81/15 Skatter og overføringer til private Historisk oversikt over satser mv. Årene
1969 - 1981 Sidetall 74 Pris kr 15,00 ISBN 82-537-1554-4
- 81/16 Helgeturer 1978/79 Sidetall 23 Pris kr 10,00 ISBN 82-537-1560-9
- 81/17 Roy Østensen: Eie og bruk av personbil Foreløpige tall for 1979 og 1. kvartal 1980
Sidetall 42 Pris kr 10,00 ISBN 82-537-1566-8
- 81/18 Svein Homstvedt, Øyvind Lone og Tore Nesheim: Jordbruksareal ifølge jordregister og
utvalgstillinger. Metodiske forskjeller belyst med materiale fra Trøgstad kommune
Sidetall 62 Pris kr 15,00 ISBN 82-537-1598-6
- 81/19 Arne Faye: Holdninger til norsk utviklingshjelp 1980 Sidetall 62 Pris kr 15,00
ISBN 82-537-1562-5
- 81/20 Knut Fredrik Strøm: Konkurser i industri og varehandel Utvikling, hyppighet og
omfang Sidetall 31 Pris kr 10,00 ISBN 82-537-1569-2
- 81/21 Frank Foyn: Miljøverninvesteringer i industrien. Problemer ved kartlegging av
data Sidetall 34 Pris kr 10,00 ISBN 82-537-1591-9

Utkommet i serien Rapporter fra Statistisk Sentralbyrå (RAPP) - ISSN 0332-8422 (forts.)

Trykt 1981


- Nr. 81/22 Petter R. Koren: Etterspørsel etter energi i norsk industri Sidetall 27
Pris kr 10,00 ISBN 82-537-1592-7
- 81/23 Harald Bergland og Adne Cappelen: Produktivitet og sysselsetting i industrien
Sidetall 75 Pris kr 15,00 ISBN 82-537-1600-1
 - 81/24 Levekårsundersøkelsen 1980 Dokumentasjon Del I Sidetall 67 Pris kr 15,00
ISBN 82-537-1612-5
 - 81/25 Tor Haldorsen: Norske ferieformer Sidetall 112 Pris kr 15,00 ISBN 82-537-1611-7
 - 81/26 Aktuelle skattetall 1981 Current Tax Data Sidetall 46 Pris kr 10,00
ISBN 82-537-1610-9
 - 81/27 Tiril Vogt: Planregnskap Ressursregnskap for fysisk planlegging Sidetall 70
Pris kr 15,00 ISBN 82-537-1614-1
 - 81/28 Figurer i publikasjoner Sidetall 115 Pris kr 15,00 ISBN 82-537-1628-1
 - 81/29 Tor Skoglund: Utprøving av modellen REGION mot fylkesfordelte nasjonalregnskapsdata
for perioden 1973 - 1976 Sidetall 42 Pris kr 10,00 ISBN 82-537-1626-5
 - 81/30 Adne Cappelen, Erik Garaas og Svein Longva: MODAG En modell for makroøkonomiske
analyser Sidetall 70 Pris kr 15,00 ISBN 82-537-1630-3
 - 81/31 Torstein Bye og Tor Eivind Høyland: Inntektsbegreper - Inntektsfordeling
Sidetall 43 Pris kr 10,00 ISBN 82-537-1639-7
 - 81/32 Totalregnskap for fiske- og fangstnæringen 1977 - 1980 Sidetall 39 Pris kr 10,00
ISBN 82-537-1634-6
 - 81/33 Erik Biørn: Estimating Seemingly Unrelated Regression Models from Incomplete
Cross-Section/Time-Series Data Sidetall 32 Pris kr 10,00 ISBN 82-537-1635-4
 - 81/34 Eva Ivås og Kjell Roland: MODIS IV Detaljerte virkningstabeller for 1980
Sidetall 272 Pris kr 20,00 ISBN 82-537-1636-2
 - 81/35 Sigurd Tveitereid og Jan Lædre: Markedsindikatorer for norsk eksport Sidetall 47
Pris kr 15,00 ISBN 82-537-1645-1

Trykt 1982

- Nr. 82/1 Tor Haldorsen og Gunvor Iversen: Praktiske eksempler på måling av latente variable:
Sammenhengen mellom subjektive og objektive indikatorer på arbeidsforhold
ISBN 82-537-1649-4 ISSN 0332-8422
- 82/2 Jan Mønnesland, Helge Brunborg og Randi Selmer: Inngåelse og oppløsning av ekteskap
etter alder og varighet Formation and Dissolution of Marriage by Age and Duration
Sidetall 77 Pris kr 15,00 ISBN 82-537-1650-8
 - 82/3 Ole K. Hovland og Håvard Røyne: En revidert versjon av skattemodellen LOTTE
Sidetall 63 Pris kr 15,00 ISBN 82-537-1648-6
 - 82/4 Gunvor Iversen: Arbeidsmiljø 1980 Noen hovedresultater Sidetall 79
Pris kr 15,00 ISBN 82-537-1715-6
 - 82/5 Naturressurser 1981 Sidetall 29 Pris kr 10,00 ISBN 82-537-1651-6
 - 82/6 Stein Erland Brun: Nettoflytting og arbeidsmarked i fylkene En foreløpig analyse av
sammenhengen Sidetall 68 Pris kr 15,00 ISBN 82-537-1718-0
 - 82/7 Øystein Engebretsen: Arealbruk i norske byer og tettsteder Sidetall 183
Pris kr 15,00 ISBN 82-537-1720-2
 - 82/8 Attitudes to Norwegian Development Assistance Sidetall 68 Pris kr 15,00
ISBN 82-537-1719-9
 - 82/9 Rolf Aaberge: Om måling av ulikskap Sidetall 73 Pris kr 15,00 ISBN 82-537-1721-0

Trykt 1982

- Nr. 82/10 Arne S. Andersen: Levekårsundersøkelsen 1980 Dokumentasjon Del II Sidetall 88
Pris kr 15,00 ISBN 82-537-1722-9
- 82/11 Audun Rosland: Forbruk av fast brensel i husholdninger 1960 - 1980 Sidetall 41
Pris kr 10,00 ISBN 82-537-1735-0
- 82/12 Bjørn Kjensli: Strukturundersøkelse for bygg og anlegg Industribygg Sidetall 58
Pris kr 15,00 ISBN 82-537-1732-6
- 82/13 Liv Argel: Statistikkbrukerundersøkelsen 1980-81 Resultater fra en postundersøkelse
om bruk og vurdering av offisiell statistikk Sidetall 91 Pris kr 15,00
ISBN 82-537-1748-2
- 82/14 Vetle Hvidsten og Kåre Kalstad: Nasjonalregnskap 1975 - 1976 Inntekts- og kapital-
konti System og beregningsmetoder Sidetall 84 Pris kr 15,00 ISBN 82-537-1745-8
- 82/15 Johan A. Alstad: Oppfølging av flyttemotivundersøkelsen 1972 En studie av tilbake-
flytting Sidetall 93 Pris kr 15,00 ISBN 82-537-1784-9
- 82/16 Per Skagseth: Det norske nasjonalregnskapet Dokumentasjonsnotat nr. 12 Beregning
av investering, realkapital og kapitalslit Sidetall 50 Pris kr 10,00
ISBN 82-537-1756-3
- 82/17 Ressursregnskap for fisk Sidetall 52 Pris kr 15,00 ISBN 82-537-1765-2
- 82/18 Susan Lingsom: Behov for tilsynsordninger for barn 7-12 år Sidetall 32
Pris kr 10,00 ISBN 82-537-1772-5
- 82/19 Skatter og overføringer til private Historisk oversikt over satser mv. Årene
1969 -1982 Sidetall 78 Pris kr 15,00 ISBN 82-537-1786-5
- 82/20 Trygve Solheim: 70-åras feriereiser Sidetall 38 Pris kr 10,00 ISBN 82-537-1805-5
- 82/21 Trygve Solheim: Friperioder og ferieturer Omfang og fordeling over året
Sidetall 36 Pris kr 10,00 ISBN 82-537-1804-7
- 82/26 Audun Rosland og Asbjørn Aaheim: Energireserver Sidetall 40 Pris kr 15,00
ISBN 82-537-1814-4



Pris kr 15,00

Publikasjonen utgis i kommisjon hos H. Aschehoug & Co. og
Universitetsforlaget, Oslo, og er til salgs hos alle bokhandlere.

ISBN 82-537-1814-4
ISSN 0332-8422