

RAPPORTER

ENERGIBRUK ETTER FORMÅL

END USE OF ENERGY

AV
HANS VIGGO SÆBØ

STATISTISK SENTRALBYRÅ
OSLO

RAPPORTER FRA STATISTISK SENTRALBYRÅ 79/1

ENERGIBRUK ETTER FORMÅL

AV
HANS VIGGO SÆBØ

END USE OF ENERGY

OSLO 1979
ISBN 82-537-0992-7



FORORD

Denne rapporten viser hvordan energibruken i 1976 fordelte seg på formål som oppvarming, lys, drift av maskiner og apparater mv. Utgangspunktet for oppstillingene er ressursregnskapet for energi, som bl.a. viser hvor mye energi som brukes i ulike næringssektorer og husholdninger. Arbeidet med å fordele energibruken etter formål er en naturlig utvidelse av dette regnskapet.

Resultatene i rapporten bygger på forskjellige kilder og beregninger. En del av tallene er usikre. Nye undersøkelser kan gi grunnlag for å presentere bedre tall.

Statistisk Sentralbyrå, Oslo, 19. juli 1979

Odd Aukrust

PREFACE

This report shows how the Norwegian use of energy in 1976 was distributed among end use categories like heating, light, operation of machinery etc. The starting point of the calculations is the resource accounts for energy, which among other things shows the use of energy in the different production sectors and private households. The work on splitting energy use by end use categories is a natural extension of this accounting system.

The results in the report are based on different sources and estimations. Some of the figures are uncertain. New surveys may give a basis for improving the figures.

Central Bureau of Statistics, Oslo, 19 July 1979

Odd Aukrust

INNHold

	Side
1. Bakgrunn	9
2. Definisjoner	10
3. Energiregnskapet som utgangspunkt	11
4. Formålsregnskap for de enkelte sektorer	12
4.1. Landbruk og fiske	12
4.2. Bergverk og industri	12
4.3. Andre produksjonssektorer	13
4.4. Private husholdninger	14
5. Spesifisering av transportformålene	17
6. Sammendrag	17
Engelsk sammendrag	21
Litteraturliste	22
Vedlegg A: Måleenheter i ressursregnskapet for energi	23
Vedlegg B: Vareinndeling og omregningsfaktorer i ressursregnskapet for energi	25
Utkommet i serien Rapporter fra Statistisk Sentralbyrå (RAPP)	26

CONTENTS

	Side
1. Background	9
2. Definitions	10
3. The energy accounts as a starting point	11
4. End use of energy in the different sectors	12
4.1. Agriculture and fishing	12
4.2. Mining and manufacturing	12
4.3. Other production sectors	13
4.4. Private households	14
5. Specification of the transport purposes	17
6. Summary	17
English summary	21
References	22
Appendix A: Units used in the resource accounts for energy	23
Appendix B: Fuels and conversion factors in the resource accounts for energy	25
Issued in the series Reports from the Central Bureau of Statistics (REP)	26

FIGUROVERSIKT

	Side
1. Energibruken i Norge 1976 etter formål	20

TABELLOVERSIKT

	Side
3. <u>Energiregnskapet som utgangspunkt</u>	
3.1. Energibruk i norske sektorer utenom energisektorene 1976	11
3.2. Energibruk til råstoff og transportformål 1976	11
4. <u>Formålsregnskap for de enkelte sektorer</u>	
4.1. Formålsregnskap for landbruk og fiske 1976	12
4.2. Formålsregnskap for bergverk og industri 1976	13
4.3. Formålsregnskap for andre produksjonssektorer 1976	14
4.4. Energibruk i private husholdninger 1976	14
4.5. Dekningsgrader for ulike husholdningsapparater og installasjoner	15
4.6. Energi til formål utenom romoppvarming i norske husholdninger 1976	15
4.7. Formålsregnskap for energibruken i husholdninger 1976	17
5. <u>Spesifisering av transportformålene</u>	
5.1. Energi til transportformål 1976	17
6. <u>Sammendrag</u>	
6.1. Energibruk utenom energisektorene 1976 etter sektor og formål	18
6.2. Energibruk utenom energisektorene 1976 etter energibærer og formål	19

LIST OF FIGURES

	Side
1. End use of energy in Norway 1976	20

LIST OF TABLES

	Side
3. <u>The energy accounts as a starting point</u>	
3.1. Use of energy in Norwegian sectors except for the energy sectors 1976	11
3.2. Use of energy for feedstocks and transportation 1976	11
4. <u>End use of energy in the different sectors</u>	
4.1. End use of energy in agriculture and fishing 1976	12
4.2. End use of energy in mining and manufacturing 1976	13
4.3. End use of energy in other production sectors 1976	14
4.4. Use of energy in private households 1976	14
4.5. Distribution of different domestic appliances	15
4.6. End use of energy except space heating in Norwegian households 1976	15
4.7. End use of energy in private households 1976	17
5. <u>Specification of the transport purposes</u>	
5.1. Energy used for transportation 1976	17
6. <u>Summary</u>	
6.1. End use of energy 1976 by sector	18
6.2. End use of energy 1976 by energy commodity	19

1. Bakgrunn

I ressursregnskapet for energi følges energivarene fra uttak gjennom omforming (oljeraffineri, koksverk) til bruk i næringssektorer og private husholdninger. Sektorinndelingen er i samsvar med Standard for næringsgruppering (SN).

De enkelte næringssektors og husholdningers energibruk kan ha forskjellige formål. Energien brukes til vareproduksjon, transport, oppvarming av kontorlokaler og boliger osv. Energiregnskapet gir ikke informasjon om hvordan energibruken fordeler seg på slike formål. For å få oversikt over dette vil vi utvikle et formålsregnskap hvor de ulike energivarene er fordelt etter formål innen hver sektor.

Formålsregnskapet vil gi informasjon om strukturen i energibruken og hvordan denne endres over tid. I tillegg vil det være et utgangspunkt for beregninger av kvaliteten i energien der denne brukes (exergi, se [1] og [2]). Kombinert med kjennskap til produksjonsprosessene kan slike beregninger videre gi grunnlag for å beregne teoretiske minimumsgrenser for energien som trengs for å produsere en gitt mengde varer og tjenester.

Ressursregnskapet for energi kan være et utgangspunkt for energibudsjettering [3]. Ved hjelp av planleggingsmodellen MODIS kan en framskrive energibruken innen et stort antall næringssektorer (se [3]). En slik framskrivning forutsetter i utgangspunktet proporsjonalitet mellom energibruk og bruttoprodukt (eventuelt sysselsetting) innen hver sektor. I tillegg regner en med at de forskjellige energibæreres andeler av den totale energibruken er konstante innen hver sektor.

Formålsregnskapet vil for det første gjøre det mulig å framskrive energibruken til forskjellige formål ved hjelp av ulike metoder. Formål som elektrolyse eller prosessvarme er nært knyttet til produksjonen og kan framskrives ved hjelp av forventet utvikling i bruttoprodukt. Når det gjelder energi til lys og romoppvarming, kan det imidlertid være aktuelt å legge forventet utvikling i sysselsettingen til grunn for en framskrivning.

Formålsregnskapet vil også vise i hvilken grad energibærerne kan erstatte hverandre. Olje til transportformål kan f.eks. ikke (i dag) substitueres av elektrisitet, mens elektrisitet er nødvendig til formål som lys og elektrolyse. Behovet for oppvarming kan derimot dekkes av alle typer energibærere. Formålsregnskapets opplysninger om substitusjonsmuligheter vil gjøre det lettere å sette opp og vurdere forutsetninger om overganger fra bruk av en energibærer til en annen i budsjettperioden. Alt i alt kan formålsregnskapet bli et nyttig hjelpemiddel i en budsjetteringsprosess for energi.

I dette notatet presenteres et formålsregnskap for 1976. Det er lagt vekt på å dokumentere de kilder og metoder en har brukt for å komme fram til de tall som blir presentert. En del tall er usikre. De antakelser en har måttet gjøre er imidlertid dokumentert. Hovedresultatene er summert opp i et eget sammendrag.

Utgangspunktet for rapporten er ressursregnskapet for energi. Det er brukt forskjellige metoder for å fordele energibruken på formål i hver sektor. Energiregnskapet og Byråets data alene gjør det mulig å skille ut energi som brukes til råstoff og til transportformål (innen hovednæringene).

For industri og bergverk er energibruken fordelt på formål i et eget prosjekt som er utført ved Institutt for Atomenergi i samarbeid med Scandpower [4]. Prosjektet er et kortsiktig utredningsarbeid hvor en har gått gjennom eksisterende rapporter om energibruk i industrielle prosesser. Dette arbeidet er blitt utført på oppdrag fra Statistisk Sentralbyrå og Miljøverndepartementet.

På lengre sikt vil en kunne samle inn nye data fra industrien i samband med et prosjekt med kartlegging av spillvarmekilder fra norsk industri. Dette utføres ved Institutt for Atomenergi på oppdrag fra Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd (NTNF).

Energibruken i husholdninger og næringssektorer utenom industri og bergverk er fordelt på formål ved hjelp av data fra energiregnskapet kombinert med resultater fra andre norske og utenlandske undersøkelser.

2. Definisjoner

Formålene i det foreløpige formålsregnskapet er angitt i oppstillingen under. Klassifiseringen er gjort på et praktisk grunnlag, en snakker f.eks. om transportformål og ikke mekanisk arbeid av en bestemt type. Transport og elektrisitet-spesifikke formål representerer i all hovedsak arbeid, mens energien i råstoff er kjemisk lagret energi.

Hovedformål	Ønsket underoppdeling	Merknad
I. Råstoff	1) Råstoff 2) Reduksjonsmiddel	
II. Transportformål	1) Transport, mobile maskiner	Det kan være aktuelt å skille ut elektrisitet - spesifikk transport (jernbane, sporvei) og utenriks sjøfart
III. Elektrisitet - spesifikke formål	1) Elektrolyse 2) Lys 3) Stasjonære motorer og maskiner 4) Andre elektrisitet-spesifikke formål (kjøl/frys, elektronikk etc.)	Formål som krever elektrisitet eller hvor markedet forbyr bruk av andre energivarer
IV. Varme	1) Prosessvarme >600°C 2) Prosessvarme 200-600°C 3) Prosessvarme 100-199°C 4) Varmt vann (<100°C) 5) Romoppvarming	Klassifiseres etter den temperatur som er <u>nødvendig</u> for å få prosessen til å gå (prosessetemperatur)

I formålsinndelingen kan en merke seg at mobile maskiner (f.eks. landbruksmaskiner) er klassifisert sammen med transportmidler. Stasjonære maskiner er klassifisert som elektrisitet-spesifikke. Slike maskiner kan drives med olje, men dette er lite lønnsomt. Datamaterialet viser også at bruken av olje til (stasjonær) maskindrift er forsvinnende liten i Norge.

Det er viktig å understreke at en i formålsregnskapet bare tar sikte på å kartlegge bruken av energien slik den er i dag. For å beregne behovet for exergi eller tilgjengelig arbeid må en definere formålene noe mer presist. Det mekaniske arbeid som utføres av hjulene for å drive en bil framover er f.eks. bare 10-20 prosent av energiinnholdet i drivstoffet. Noen definisjonsspørsmål må likevel avklares i samband med fordeling av energibruk på formål:

1) Hvordan skal energi som brukes suksessivt til flere formål klassifiseres? I industrien har en ofte flere prosesser som krever varme av ulik temperatur. Ofte utnyttes spillvarmen fra prosessen som krever høyeste temperatur i de andre prosessene. I slike tilfelle vil vi klassifisere energien etter det mest høyverdige formål (i dette tilfellet formålet som krevet høyest temperatur). Tilsvarende klassifiseres elektrisitet til maskiner og lys under elektrisitet-spesifikke formål selv om spillvarmen utnyttes til romoppvarming ("gratisvarme"). Lavgradig varme krever energi av lavere kvalitet enn de andre formålene (arbeid, kjemisk lagret energi). Kvalitetsmessig er det liten forskjell på høytemperaturvarme, kjemisk lagret energi og arbeid (f.eks. elektrisitet).

2) Hvordan skal en klassifisere prosesser som kan komme i stand ved forskjellige metoder? En vil her holde seg til dagens metode. Ammoniakk (til produksjon av kunstgjødsel) kan f.eks. framstilles på basis av både elektrolyse og petrokjemi (olje). I formålsregnskapet fordeles energien til dagens norske ammoniakkproduksjon på både elektrolyse og råstoff (nafta og tungolje) alt etter i hvilken grad de forskjellige metodene brukes.

3. Energiregnskapet som utgangspunkt

Tabell 3-5 i foreløpig energiregnskap for 1976 [5] danner utgangspunktet for fordelingen av energibruken etter formål. Tabell 3.1. under viser energibruk utenom energisektorene som i nedre del av tabell 5. i energiregnskapet. Her har vi i tillegg tatt med 4 PJ ved som brukes i husholdninger (ca. 500 000 m³).

Tabell 3.1. Energibruk i norske sektorer utenom energisektorene 1976. PJ

	I alt	Fast brensel ¹⁾	Oljeprodukt	Elektrisitet
I alt	1 011 ²⁾	51	719 ²⁾	242
Landbruk og fiske	25	-	22	3
Bergverk og industri	276	45	94	137
Andre produksjonssektorer	567 ²⁾	-	532 ²⁾	35
Private husholdninger	144	6	71	68

1) Kull, koks, petrolkoks, ved. 2) Av dette brukte utenriks sjøfart 419 PJ.

I Byrået har en data om hvor mye energi som er gått til råstoff (industristatistikken). Dette dreier seg først og fremst om kull og koks som for det meste brukes som reduksjonsmiddel. Ellers går en del nafta (bensin) og tungolje til framstilling av kunstgjødsel.

Data for bruk av bensin i de forskjellige næringssektorer finnes i grunnlagsmaterialet for energiregnskapet. Det samme gjelder data for bruk av autodiesel og marint brennstoff innen hovednæringsgruppene, men da disse varene er slått sammen med fyringsoljer i industristatistikken er disse data usikre. Totalsalget av disse produktene er imidlertid kjent fra salgsstatistikken for petroleumprodukter. Vi regner at alle de nevnte varene utenom marint brennstoff til industri og bergverk er gått til transportformål. I følge Norsk Petroleumsinstitutt brukes en del marint brennstoff (gass-olje) til vanlig fyring/prosessvarme i industrien.

Tabell 3.2. viser fordelingen av energien til råstoff, transport og andre formål. Denne tabellen er utgangspunktet for den videre fordelingen på formål som gjøres i neste avsnitt. Elektrisitet til transport går til jernbane, sporvei og forstadsbane.

Tabell 3.2. Energibruk til råstoff og transportformål 1976. PJ

	I alt	Fast brensel		Oljeprodukt			Elektrisitet	
		Råstoff	Andre formål	Råstoff	Tran-sport	Andre formål	Tran-sport	Andre formål
I alt	1 011 ¹⁾	44	7	14	561 ¹⁾	143	2	241
Landbruk og fiske	25	-	-	-	17	5	-	3
Bergverk og industri	276	44	1	14	5	75	-	137
Andre produksjonssektorer	567 ¹⁾	-	-	-	503 ¹⁾	29	2	33
Private husholdninger	144	-	6	-	36	34	-	68

1) Av dette brukte utenriks sjøfart 419 PJ.

I de følgende avsnitt vil en gå gjennom hovedsektorene i tabell 3.1. og 3.2. og fordele energibruken på formål. En vil også sette opp en mer detaljert tabell for transportformålene.

4. Formålsregnskap for de enkelte sektorer

4.1. Landbruk og fiske

Datagrunnlaget for foreløpig energiregnskap 1976 gjør det mulig å sette opp et grovt formålsregnskap for landbruk og fiske. Vi regner at all bensin og autodiesel går til transport eller mobile maskiner (traktorer, landbruksredskaper). Fyringsoljer går til veksthus eller annen oppvarming (f.eks. korntørker, oppvarming av grise fjøs). Selv om litt elektrisitet også går til oppvarming, regner vi at denne går til elektrisitet-spesifikke formål (lys, stasjonære maskiner). Formålsregnskapet for landbruk og fiske er vist i tabell 4.1.

Tabell 4.1. Formålsregnskap for landbruk og fiske 1976. PJ

Sektor	Formål	Energibruk		
		I alt	Oljeprodukt	Elektrisitet
I alt	.....	25	22	3
Landbruk:	Transport, mobile maskiner	4	4	-
	Lys, stasjonære maskiner	3	-	3
	Romoppvarming	5	5	-
Fiske:	Transport, mobile maskiner	13	13	-

4.2. Bergverk og industri

Institutt for Atomenergi har i samarbeid med Scandpower satt opp grove tall for energibruk fordelt på formål i 18 sektorer innen bergverk og industri [4]. Tallene bygger i hovedsak på data samlet inn i spesielle NTNØ-støttede prosjekter, men en har også støttet seg til noen utenlandske data (se litteraturliste i [4]).

Erfaringene fra dette prosjektet viser at det er mulig å foreta en relativt grov fordeling av energibruken på forskjellige industrielle prosesser ut fra tilgjengelige data. Å framskaffe data som er gode nok til å registrere årlige endringer i formålsstrukturen innen hver sektor vil imidlertid medføre uforholdsmessig mye arbeid og ekstra belastning på bedriftene. Oppdatering av et formålsregnskap ved hjelp av ny datainnsamling bør derfor bare skje med noen års mellomrom.

Fordelingen av energi på formål utenom prosessene (f.eks. oppvarming og lys) er usikre. En har her måttet bruke utenlandske (særlig svenske) fordelingsnøkler for hver sektor. Institutt for Atomenergi har beregnet at (direkte) romoppvarming og varmt vann i 1976 krevde 19 PJ eller ca. 7 prosent av industriens samlede energiforbruk. En har imidlertid ikke angitt hvordan denne energien fordeler seg mellom energibærerne. Resultatene i rapporten [4] er presentert slik at en del av disse 7 prosent er "innbakt" i de prosenttallene som er oppgitt for de andre formålene (summen overstiger dermed 100 prosent). Dette skyldes at en på noen sektorer nær ikke har hatt grunnlag for å beregne fra hvilke andre formål energien til oppvarming er "tatt". En har heller ikke hatt grunnlag for å beregne hvor mye energi som er gått til transportformål innen de enkelte sektorene. Tallene som presenteres i dette notatet er justert i forhold til [4], slik at den samlede energibruken svarer til det som er angitt i tabell 3.1. og 3.2. i dette notatet (summen av energi til alle formål inkludert oppvarming og transport er 100 prosent). Ved denne justeringen har en antatt at energibruk til oppvarming innen hver enkelt sektor reduserer bruken av alle energibærere til alle prosesser (prosessvarme, maskindrift og elektrolyse) forholdsvis like mye. For transport har jeg brukt tilsvarende framgangsmåte anvendt på olje, men bare for hovednæringen bergverk og industri i sin helhet.

Bedre tall for energi som tilføres med romoppvarming som eneste formål kan muligens innhentes i samband med Institutt for Atomenergis prosjekt "Energiforbruk - Spillvarme i norsk industri". Dette prosjektet baseres i stor grad på bedriftsbesøk og skal avsluttes i 1980. Erfaringer fra prosjektet har imidlertid allerede vært nyttige for formålsregnskapet (f.eks. for jern- og stålsektoren).

Tabell 4.2. viser et foreløpig formålsregnskap for bergverk og industri 1976 (tallene er justert i forhold til [4].) For oversikter over i alt 18 sektorer vises til [4].

Tabell 4.2. Formålsregnskap for bergverk og industri 1976. PJ

Formål	Energibruk			
	I alt	Kull/koks	Oljeprodukt	Elektrisitet
Energibruk i alt	276	45	94	137
Råstoff				
Råstoff	19	5	14	-
Reduksjonsmiddel	39	39	-	-
Transport				
Transport og mobile maskiner	5	-	5	-
Elektrisitet- spesifikke formål				
Elektrolyse	51	-	-	51
Lys	5	-	-	5
Stasjonære motorer og maskiner	31	-	0	31
Andre elektrisitet-spesifikke formål ¹⁾	3	-	-	3
Varme				
Prosess >600°C	60	1	25	34
Prosess 200-600°C	0	-	0	-
Prosess 100-199°C	44	-	38	6
Varmt vann (<100°C)	} 19 ²⁾	-	} 13 ³⁾	} 6 ⁴⁾
Romoppvarming		-		

1) Andre formål som krever elektrisitet, f.eks. kjøling/frysing, ventilasjon, elektronikk.

2) Usikkert anslag, mesteparten regnes å være romoppvarming. Energi til noen prosesser med prosess-temperatur <100°C er tatt med under prosess 100-199°C, men dette er vanskelig å skille ut.

3) Usikkert anslag, svarer til ca. 300 000 tonn olje. 4) Usikkert anslag, svarer til ca. 1,5 TWh.

4.3. Andre produksjonssektorer

Disse sektorene omfatter bygge- og anleggsvirksomhet, transportnæringen, varehandel og tjenesteytende næringer (næring 5-9 etter standard for næringsgruppering).

Energi til transportformål er skilt ut i tabell 3.2. Disse formålene er spesifisert nærmere i avsnitt 5.

Utenom transportformål brukte andre produksjonssektorer 62 PJ energi (29 PJ olje, 33 PJ elektrisk energi). Det fins ingen detaljerte norske undersøkelser om fordelingen av denne energien på formål, men det er uten videre klart at romoppvarming spiller en dominerende rolle. I tillegg går det energi til lys og andre elektrisitet-spesifikke formål som kjøling/frysing (i varehandelen) og noen maskiner og apparater (f.eks. kassaapparater, elektronikk). Noen sektorer bruker forholdsvis mye varmt vann (f.eks. vask og rensing av tøy, hotell- og restaurantdrift).

I Sverige [6] regner en med at 15 prosent av energien utenom industri og transportformål går til elektrisitet-spesifikke formål. I neste avsnitt skal vi se at denne andelen gjelder (tilnærmet) for norske husholdninger. Vi antar derfor at også 15 prosent av energien utenom transportformålene i "andre produksjonssektorer" går til slike formål. En engelsk undersøkelse [7] støtter også opp under denne antakelsen. Der angis følgende fordeling av energibruken på formål i tjenesteytende næringer:

Lys og elektriske apparater	16 prosent
Koking	8 "
Varmt vann	19 "
Romoppvarming	57 "
	<hr/> 100 "

Andelen til varmt vann og koking virker noe høy (tilsammen 27 prosent). Vi må anta at direkte romoppvarming spiller en større rolle i Norge. Granum [8] anslår at oppvarming av bygninger i tjenesteytende sektorer krever 70 prosent av energien som brukes her. Vi antar foreløpig at romoppvarming

krever 70 prosent, varmt vann 10 prosent og koking 5 prosent av energien utenom transportformål i norske tjenesteytende næringer. En nærmere gjennomgåelse av de enkelte sektorene kombinert med stikkprøver kan på lengre sikt gi bedre fordelingsnøkler. Vi antar videre at energien til vannoppvarming fordeles med 50 prosent olje og 50 prosent elektrisk energi. Ut fra de nevnte forutsetninger har vi satt opp et foreløpig formålsregnskap for produksjonssektorene utenom landbruk, fiske, bergverk og industri (tabell 4.3.).

Tabell 4.3. Formålsregnskap for andre produksjonssektorer 1976. PJ

Formål	Energibruk		
	I alt	Oljeprodukt	Elektrisitet
I alt	567	532	35
Transport			
Utenriks sjøfart	419	419	-
Annen transport	86	84	2 ¹⁾
Elektrisitet- spesifikke formål			
Lys, apparater ²⁾	9	-	9
Varmeformål			
Koking	3	-	3
Varmt vann	6	3	3
Romoppvarming	44	26	18

1) Jernbane og sporvei. 2) Inkluderer også kjøle- og fryseanlegg.

4.4. Private husholdninger

Tabell 4.4. viser energibruken i private husholdninger 1976 fordelt på energivarer.

Tabell 4.4. Energibruk i private husholdninger 1976. PJ

I alt		144
Kull 17 000 tonn	0,5	
Koks 30 000 "	0,8	
Ved 500 000 m ³	4,2	
Fast brensel		6
Bensin 814 000 tonn	35,8	
Parafin 306 000 "	13,0	
Mellom- destillat ¹⁾ 482 000 "	20,4	
Tungolje 16 000 "	0,7	
Bygass 22 mill.Sm ³	0,4	
Oljeprodukt		70
Elektrisitet		68

1) Av dette 5 000 tonn (0,2 PJ) autodiesel.

Til transportformål gikk 36 PJ (bensin og autodiesel). Framgangsmåten ved fordeling av energibruken på andre formål er å skille ut bruken til forskjellige husholdningsapparater og lys ved hjelp av dekningsgrader (andel husholdninger med det aktuelle apparat) og antatt gjennomsnittlig årlig energibruk pr. enhet. Scandpower [9] har gjort en slik beregning som et ledd i arbeidet med den norske WAES-rapporten for 1972. Arbeidet er fulgt opp med utgangspunkt i tall for husholdningenes totale energibruk i 1976 [10]. Dag Poleszynski [11] har også gjort beregninger for 1976 i en utredning for Statens institutt for forbruksforskning (SIFO). I denne rapporten er det beregnet egne dekningsgrader for 1976, mens Scandpower bruker samme dekningsgrader for 1976 som for 1972. (Dekningsgraden

for varmtvann er satt litt opp idet en har regnet med at alle nye boliger etter 1972 har innlagt varmt vann).

I Byrået registreres slike dekningsgrader i de årlige forbruksundersøkelsene. De viktigste energibrukende installasjoner og apparater som fins i husholdningene med dekningsgrader fra ulike undersøkelser er vist i tabell 4.5.

Vi vil ta utgangspunkt i forbruksundersøkelsens dekningsgrader for 1976. Denne undersøkelsen gir imidlertid urealistisk lave dekningsgrader for elektrisk komfyr og vaskemaskin. Dette skyldes at en har spurt om husholdningen eier det aktuelle apparatet (ikke om den disponerer det). Ved leie av møblerte leiligheter følger det gjerne komfyr med. Ellers er det vanlig med felles vaskekjeller i borettslag. For komfyr og vaskemaskin har vi derfor brukt SIFO's dekningsgrader. Det samme har vi gjort for installasjoner/apparater som ikke dekkes av forbruksundersøkelsen. Unntaket er her varmtvann hvor vi har satt dekningsgraden lik 100 prosent. SIFO's tall (85 prosent) virker lavt, og folk uten innlagt varmtvann varmer vel oftest vann på komfyren slik at denne brukes desto mer.

Tabell 4.5. Dekningsgrader for ulike husholdningsapparater og installasjoner

Apparat/installasjon	Dekningsgrad i prosent etter kilde og år				
	Scandpower	Forbruk	SIFO	Forbruk	Mine tall
	1972	1973	1976	1976	
Varmtvann	80	.	85	.	100
Elektrisk komfyr	100	.	100	93	100
Vaskemaskin	86	72	89	74	89
Tørkeskap	22	.	30	.	30
Motorvarmer	17	.	20	.	20
Kjøleskap	94	89	100	95	95
Fryser	71	67	84	83	83
Elektrisk lys	100	.	100	.	100
Fjernsyn	72	80	79	90	90

For årlig energibruk pr. enhet har jeg brukt Scandpowers tall. Antall husholdninger (kosthusholdninger) er estimert til 1,44 mill. (Metode: Folkemengden er dividert på gjennomsnittlig antall personer pr. husholdning ifølge forbruksundersøkelsen 1976).

Tabell 4.6. viser hvordan energibruken i norske husholdninger til andre formål enn transport og romoppvarming er beregnet. Av energien til varmtvann regner en med at 70 prosent er elektrisitet mens 30 prosent er levert som olje [10]. Energibruken til andre husholdningsapparater (f.eks. strykejern, mixmaster, oppvaskmaskin) er tatt fra [11]. Ingen av disse apparatene bidrar alene med mer enn 0,5 PJ til husholdningens totale energibruk i 1976.

Tabell 4.6. Energi til formål utenom romoppvarming i norske husholdninger 1976

Apparat/installasjon	Energibruk pr. enhet		Dekningsgrad Prosent	Energibruk i Norge PJ
	kWh	MJ		
I alt .....	.	.	.	40,9
Varmtvann	4 200	15 120	100	21,7 ¹⁾
Elektrisk komfyr	600	2 160	100	3,1
Vaskemaskin	500	1 800	89	2,3
Tørkeskap	600	2 160	30	0,9
Motorvarmer	600	2 160	20	0,6
Kjøleskap	600	2 160	95	2,9
Fryser	750	2 700	83	3,2
Elektrisk lys	800	2 880	100	4,1
Fjernsyn	110	396	90	0,5
Diverse apparater .....	.	.	.	1,6

1) Av dette er 6,5 PJ levert som olje.

Utenom oppvarming av varmtvann og romoppvarming brukes det praktisk talt bare elektrisitet (vi ser bort fra mindre mengder gass og ved som måtte ha blitt brukt til koking). Alle disse formålene kan imidlertid ikke regnes som elektrisitet-spesifikke. Ved vask av tøy går det meste av energien med til vannoppvarming. Grupperingen av apparatene/installasjonene etter formål går fram av følgende oppstilling:

Elektrisitet-spesifikke formål	Vaskemaskin (20%)
	Tørkeskap (20%)
	Kjøleskap
	Fryser
	Lys
	Fjernsyn
	Andre husholdningsapparater
Varme, koking (prosessvarme 100-199°C)	Komfyr
Varme, varmt vann	Varmtvann
	Vaskemaskin (80%)
Varme, romoppvarming og annen lavtemperaturvarme	Tørkeskap (80%)
	Motorvarmer

For vaskemaskiner og tørkeskap har en delt energibruken i elektrisitet-spesifikke formål (mekanisk arbeid) og varme etter forholdet 20/80 prosent. Dette skyldes at en kan tenke seg vannet og lufta som varmes opp med elektrisitet i disse apparatene oppvarmet med andre energibærere. Ellers er det et definisjonsspørsmål hva en skal regne for elektrisitet-spesifikke formål. Formålet med bruk av kjøleskap og fryser er også varme (eller snarere mangel på varme), men det vil ikke være aktuelt å bruke noen annen energikilde enn elektrisitet til kjøling/frysing i Norge. I en kjølemaskin utnyttes dessuten elektrisiteten på en best mulig måte. Også ut fra betraktninger om energikvalitet (exergi) er det derfor naturlig å regne kjøling og frysing som elektrisitet-spesifikke formål.

En skal være klar over at energien tilført husholdningsapparater stort sett kommer til nytte i husoppvarmingen ("gratisvarme"). En økning i dekningsgradene vil derfor ikke gi en tilsvarende økning i husholdningenes totale energibruk, men en mindre del av denne vil gå direkte til romoppvarming. Et unntak er motorvarmer som ikke gir "nyttig" spillvarme. En økning i dekningsgraden fra 20 til 50 prosent vil f.eks. kreve 0,9 PJ eller 250 GWh elektrisitet energi pr. år i Norge. Apparater med høyt vannforbruk kan også føre til økning i den totale energibruken i den grad vannet slippes ut etter bruk uten varmegjenvinning. Oppvaskmaskin (behandlet som "diverse apparater" i tabell 4.6.) hadde i 1976 en dekningsgrad på bare 6 prosent, hvilket gir en årlig energibruk på under 0,1 PJ på landsbasis. En dekningsgrad på 60 prosent her kan gi et merforbruk på 0,5 PJ, eller 150-300 GWh. Sparemuligheter og utviklingstendenser i husholdningenes energibruk er inngående behandlet i [11].

Tabell 4.7. viser fordelingen av husholdningenes totale energibruk fordelt på energibærere og formål (se også tabell 4.4. og 4.6.).

Tabell 4.7. Formålsregnskap for energibruken i husholdninger 1976. PJ

Formål	I alt	Energibruk		
		Fast brensel	Oljeprodukt	Elektrisitet
I alt	144	6	70	68
Transport Privatbil	36	-	36	-
Elektrisitet- Lys	4	-	-	4
spesifikke Apparatere	9	-	-	9
formål				
Varmeformål Koking	3	-	-	3
Varmt vann ¹⁾	24	-	7	17
Romoppvarming ²⁾	68	6	27	35

1) Av dette 1,8 PJ beregnet som vann varmet i vaskemaskin. 2) Av dette er 0,7 PJ beregnet som luft varmet i tørkeskap samt 0,6 PJ til motorvarmer.

5. Spesifisering av transportformålene

Tabell 5.1. viser energi til transportformål (mobile maskiner inkludert) fordelt på næringssektorer. Noen viktige sektorer innen transportnæringen er skilt ut. Alle tall utenom jernbane og sporvei gjelder oljeprodukt.

Tabell 5.1. Energi til transportformål 1976. PJ

SN	Næring	Energibruk
I alt		563
1	Landbruk og fiske	17
11, 12	Landbruk	4,4
13	Fiske	12,8
2, 3	Bergverksdrift og industri	5
5-9	Andre produksjonssektorer	505
7111, 7112	Jernbane, sporvei; forstadsbane	2,7 ¹⁾
71121	Rutebil	3,0
7113	Drosje, turbil	1,4
7114, 7116	Annen landtransport	6,8
7121	Utenriks sjøfart	419,0
7122	Innenriks sjøfart	20,0
713	Lufttransport	18,8
5, 6, Δ7, 8, 9	Egentransport i andre produksjonssektorer	32,5
	Private husholdninger	36

1) Av dette er 2,0 PJ elektrisk energi.

6. Sammendrag

Tabell 6.1. er en sammenstilling av formålsregnskapene for hovedgruppene (landbruk og fiske, bergverk og industri, andre produksjonssektorer og husholdninger) som er behandlet i dette notatet. Tabell 6.2. og figuren viser tilsvarende norsk energibruk 1976 etter energibærer og formål. Dersom en ser bort fra utenriks sjøfart får en følgende grove prosentfordeling for de ulike formålene som resten av energiforbruket går til:

Råstoff/reduksjonsmiddel	10 prosent
Transport	24 "
Elektrisitet-spesifikke formål	19 "
Varme: Prosessvarme >600°C	10 "
Prosessvarme 100-199°C	8 "
Varmtvann (<100°C) og romoppvarming	28 "

En har ikke hatt grunnlag for å skille energi til varmt vann fra energi til romoppvarming innen industrien. Dersom vi likevel antar at 15 av de 19 PJ som industrien bruker til varmt vann og romoppvarming går til romoppvarming, får vi totalt 132 PJ til romoppvarming i Norge 1976 eller 22 prosent av energiforbruket utenom utenriks sjøfart. Av dette var 55-59 PJ eller ca. 16 TWh elektrisk energi.

En kan merke seg at kull og koks i Norge praktisk talt bare brukes til reduksjonsmiddel og/eller råstoff. Oljen som brukes til råstoff går stort sett til produksjon av kunstgjødsel (3-400 000 tonn oljeprodukt).

Det er varmeformålene som først og fremst kan dekkes alternativt av olje og elektrisitet. Til disse formål ble det i 1976 brukt i alt 144 PJ oljeprodukt (svarer til ca. 3,4 mill. tonn), 125 PJ elektrisitet (35 TWh) og 7 PJ fast brensel (i det vesentlige ved). Dersom all olje til oppvarmingsformål skulle erstattes av elektrisitet, ville dette kreve 30-40 TWh ekstra elektrisk energi (beregnet for virkningsgrader i intervallet 0,75-1 for olje i forhold til elektrisitet).

Tallene i formålsregnskapet kan forbedres ved nye undersøkelser særlig innen industri og tjenesteytende næringer. Vi vil ta sikte på å presentere bedre og mer detaljerte data i samband med ressursregnskap for energi for et senere år enn 1976. På lengre sikt vil en også arbeide med å lage et (grovt) exergiregnskap.

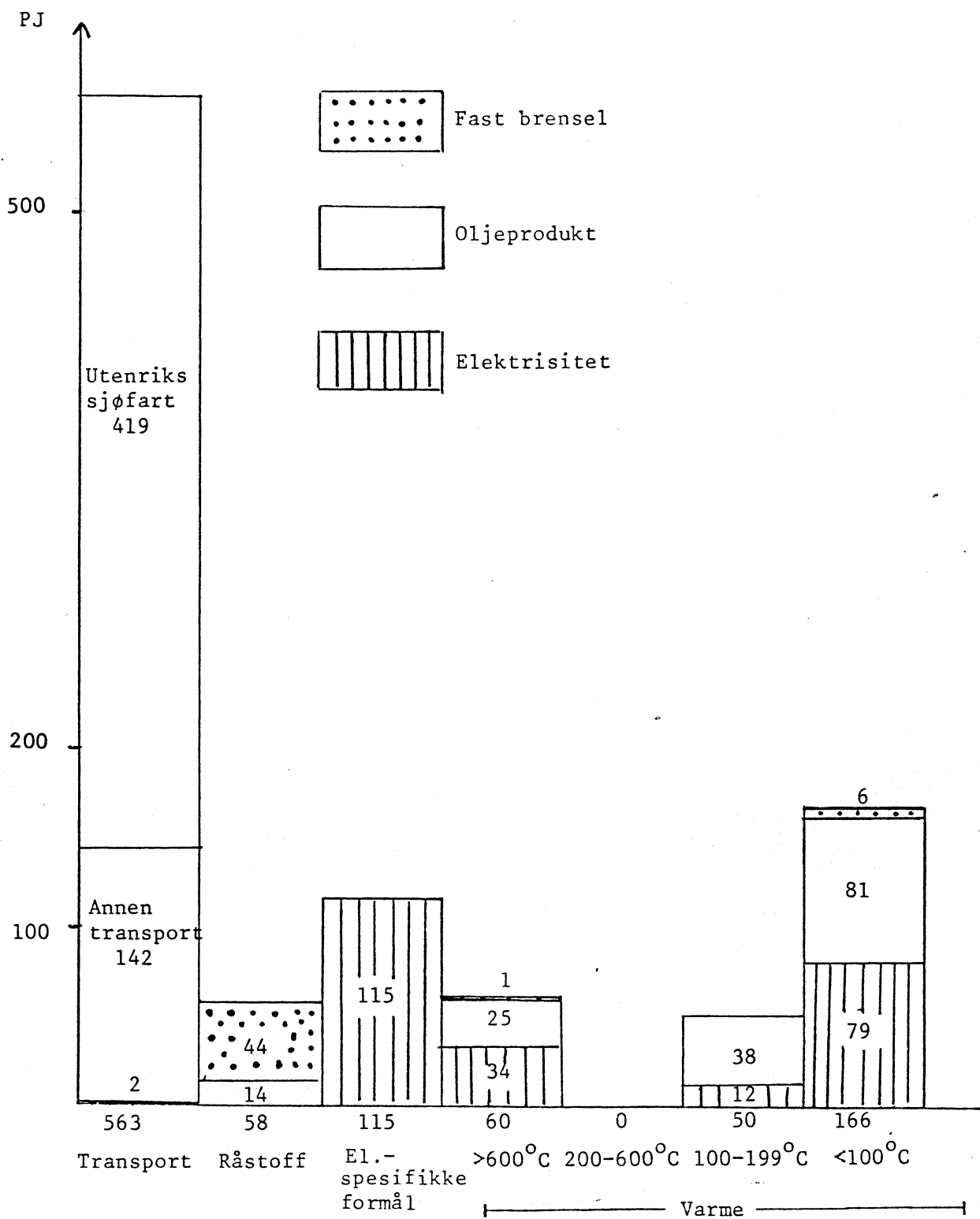
Tabell 6.1. Energibruk utenom energisektorene 1976 etter sektor og formål. PJ

Formål	I alt	Sektor			
		Landbruk, fiske	Bergverk, industri	Andre produktionssektorer	Husholdninger
Energi i alt	1 011	25	276	567	144
Råstoff					
Råstoff	19	-	19	-	-
Reduksjonsmiddel	39	-	39	-	-
Transport					
Utenriks sjøfart	419	-	-	419	-
Annen transport og mobile maskiner	144 ¹⁾	17	5	86 ¹⁾	36
Elektrisitet-spesifikke formål					
Elektrolyse	51	-	51	-	-
Lys	64	3	5	9	4
Stasjonære motorer og maskiner			31		
Andre elektrisitet-spesifikke formål			3		9
Varme					
Prosess >600°C	60	-	60	-	-
Prosess 200-600°C	-	-	0	-	-
Prosess 100-199°C	50	-	44	3 ²⁾	3 ²⁾
Varmt vann (<100°C)	166	5	19	6	24 ³⁾
Romoppvarming				44	68

1) Av dette er 2 PJ elektrisitet til jernbane og sporvei. 2) Koking. 3) Av dette er 1,8 PJ beregnet som vann varmet i vaskemaskin.

Tabell 6.2. Energibruk utenom energisektorene 1976 etter energibærer og formål. PJ

Formål		I alt	Energibærer		
			Fast brensel	Olje	Elektrisitet
Energibruk i alt	.....	1 011	51	718	243
Råstoff	Råstoff	19	5	14	-
	Reduksjonsmiddel	39	39	-	-
Transport	Utenriks sjøfart	419	-	419	-
	Annen transport og mobile maskiner	144	-	142	2
Elektrisitet- spesifikke formål	Elektrolyse	51	-	-	51
	Lys, stasjonære motorer og maskiner m.v. .	64	-	0	64
Varme	Prosess >600°C	60	1	25	34
	Prosess 200-600°C	0	-	0	-
	Prosess 100-199°C	50	-	38	12
	Varmt vann og romoppvarming	166	6	81	79

Figur 1. Energibruken i Norge 1976 etter formål.¹⁾ PJ

1) Energi til varmeformål er klassifisert etter den temperatur som er nødvendig for den aktuelle prosess (prosesstemperatur).

ENGLISH SUMMARY

The results of this report are based on different sources and estimations. Concerning mining and manufacturing, the figures are based on the results of a project carried out by Insitutt for Atomenergi and Scandpower commissioned jointly by the Central Bureau of Statistics and the Ministry of Environment. In mining and manufacturing most of the electricity is used for functions requiring electricity (electricity-specific use, for instance electrolysis). Operation of stationary machinery is considered as electricity-specific as the use of fossil fuels for this purpose is negligible in Norway, due to relatively low electricity prices.

The results for other production sectors have been estimated rather roughly, and are thus quite uncertain. It is clear, however, that most of the energy in these sectors is used for heating purposes.

For private households we have estimated energy use for several domestic appliances (electric cooking, washing machines, freezers etc.) on the basis of the distribution of such appliances and their average annual energy use.

The results are summed up in table 6.1., 6.2. and figure 1. The total Norwegian energy use (outside the energy sectors) was 1 011 PJ in 1976, of which ocean transport used 419 PJ. The remaining 592 PJ was distributed according to end use as follows:

Feedstocks and reduction (coke and coal)	10 per cent
Transportation	24 "
Electricity-specific use	19 "
Heat ¹⁾ : Process >600°C	10 "
Process 200-600°C	0 "
Process 100-199°C	8 "
Hot water (<100°C), space heat	28 "

1) Energy for heating is classified by the temperature needed for the actual process (process-temperature).

New surveys and investigations may improve the quality of the end use data, particularly concerning the figures for commercial and institutional sectors. We later aim at presenting better and more detailed data intergrated in the energy accounts, as well as analyzing the quality of end use energy (exergy, available work).

Litteraturliste

- [1] Wall, Gøran: "Exergi- Ett användbart begrepp inom resursräkenskap", Institut för teoretisk fysisk og mekanik, Chalmers Tekniska Högskola och Göteborgs Universitet, Göteborg 1977.
- [2] Sæbø, Hans Viggo: "Fysiske grenser for energiutnyttning - teoretisk grunnlag". Internt notat (HVS/ANI, 5/3-79).
- [3] Hervik, Arild: "Energibudsjett". Internt notat (ArH/ANI, 7/5-79).
- [4] Institutt for Atomenergi: "Kartlegging av energibruk i norsk industri og bergverk etter formål". Rapport april 1979.
- [5] Statistisk Sentralbyrå: "Ressursregnskap for energi 1976. Foreløpige tall". Publisert i Statistisk ukehefte nr. 10, 1979.
- [6] Johansson, Thomas B og Steen, Peter: "Sol-Sverige, en skiss til et fornyelsebart energisystem", Falköping 1978.
- [7] Leach, Gerald: "A Low Energy Strategy for the United Kingdom", London 1979.
- [8] Granum, Hans: "Bygg og energiforbruk - reduksjon av forbruk gjennom totalplanlegging". Foredrag på ENERGIA'79.
- [9] Scandpower: "Den norsk WAES-rapporten - Energiforbruket i Norge fram til år 2000". Rapport 1976.
- [10] Scandpower: "Oppfølging av den norske WAES-rapporten - Energiforbruket 1972-76". Rapport 1979.
- [11] Poleszynski, Dag: "Energibruk i husholdningen - Arbeidsrapport april 1978". Rapport fra Statens Institutt for forbruksforskning 1978.
- [12] Statistisk Sentralbyrå: "Forbruksundersøkelse 1974 - 1976". NOS B9, 1979.

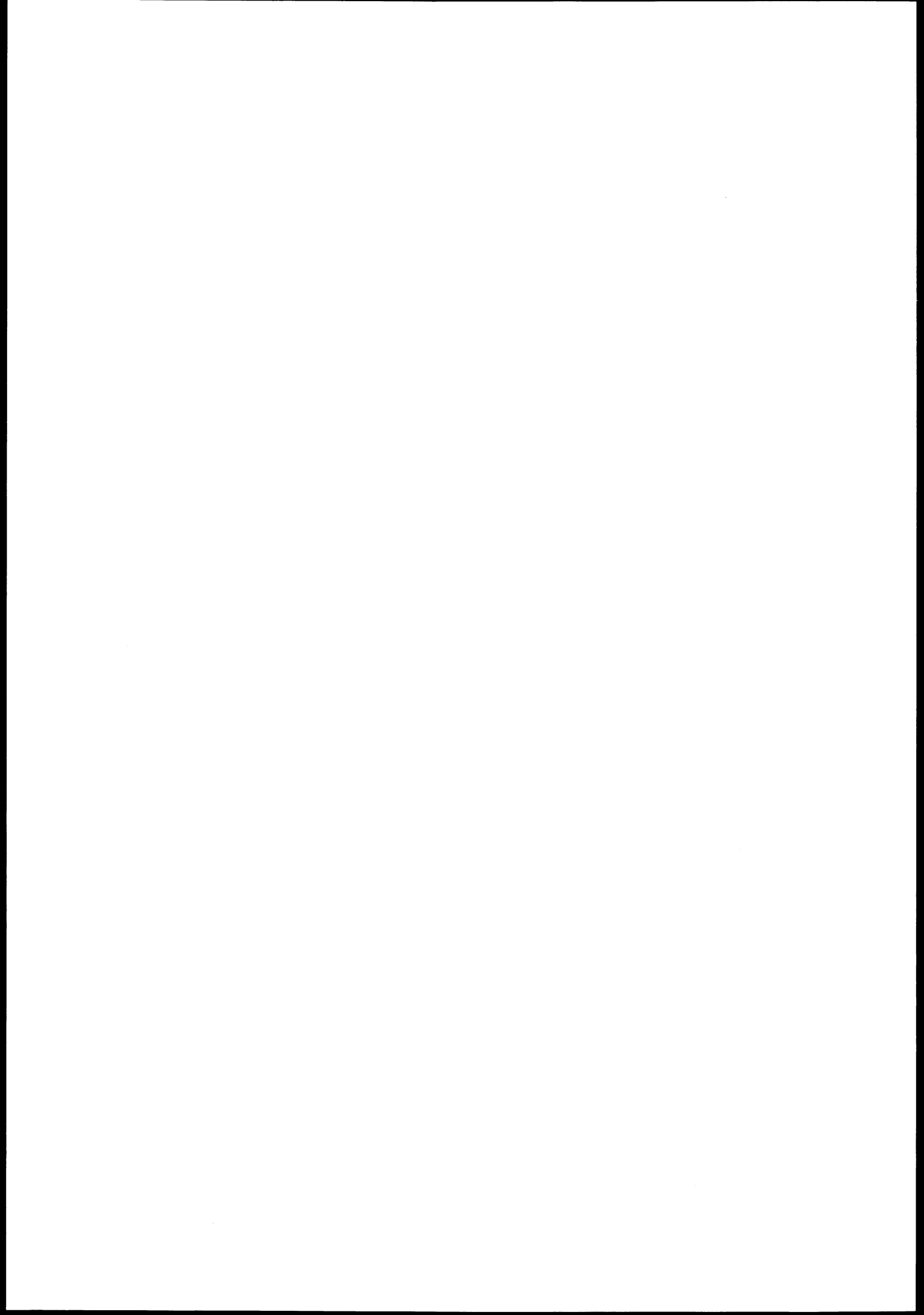
Måleenheter i ressursregnskapet for energi

De forskjellige energivarene er regnskapsført i de forskjellige naturlige enheter (masse-, volum- og energimål). De aktuelle enheter går fram av oppstillingen under. I formålsregnskapet er grunnenheten J (Joule). Omregningsfaktorene som er brukt går fram av vedlegg B.

Størrelse	Enhet fra SI-systemet	Forkortelse	Enhet i regnskapet
Masse	Kilogram	kg	1 tonn = 1 000 kg
Volum	Kubikkmeter	m ³	For gass: 1 Sm ³ (standard m ³) = 1 m ³ ved 15°C og en atmosfæres trykk.
Energi	1 Joule = 1 Watt · 1 sekund	J	J 1 Wh (Watt-time) = 3 600 J

Foran enhetene brukes følgende prefikser:

Navn	Symbol	Faktor som enheten multipliseres med
Giga	G	10 ⁹
Tera	T	10 ¹²
Peta	P	10 ¹⁵



Vareinndeling og omregningsfaktorer i ressursregnskapet for energi

Tabellen viser varene som inngår i energiregnskapet med tilsvarende handelsvarer og brennverdier. Tettheten er tatt med for varer det er aktuelt å regne om fra volum til masse i statistikken.

Vare i regnskapet	Omfang/ handelsvarer	Gjennomsnittlig brennverdi	Tetthet
Kull	Steinkull Brunkull	28,1 TJ/1 000 tonn	
Koks	Koks m.v. av kull	28,5 "	
	Petrolkoks	35,2 "	
Ved	Ved, flis m.v. Brenselsbriketter	8,4 TJ/1 000 m ³	0,5 tonn/m ³ f. mål
Råolje	Råolje	42,3 TJ/1 000 tonn	0,85 tonn/m ³
Gass- på gass- form	Naturgass	36,4 TJ/mill. Sm ³	0,77-1,07 kg/Sm ³ 0,50 "
	Raffinerigass	46-55 "	
	Koksovngass	17,6 "	
	Bygass	15,9 "	
Gass- gjort flytende	LPG (propan og butan)	46,0 TJ/1 000 tonn	0,53 tonn/m ³
Bensin	Nafta	44,0 "	0,70 "
	Bilbensin		0,74 "
	Ekstraksjonsbensin		0,74 "
	Flybensin		0,74 "
	Båtbensin		0,75 "
	Jetbensin		0,77 "
Parafin	Jetparafin	42,7 "	0,79 "
	Fyringsparafin		0,79 "
Mellom- destillat	Autodiesel	42,3 "	0,83 "
	Marin gassolje		0,83 "
	Fyr.olje 1		0,83 "
	Marin diesel		0,85 "
	Fyr.olje 2		0,85 "
	Spesialdestillat		0,88 "
Tungolje	Tunge fyringsoljer	41,9 "	0,95 "
Elektrisitet	Elektrisitet	1 GWh = 3,6 TJ	

Utkommet i serien Rapporter fra Statistisk Sentralbyrå (RAPP)

- Nr. 79/1 Hans Viggo Sæbø: Energibruk etter formål ISBN 82-537-0992-7
- " 79/2 Viggo Jean-Hansen: Det norske nasjonalregnskapet Dokumentasjonsnotat nr. 7 Sektorberegninger for samferdselssektorene og reparasjon av kjøretøyer m.v. ISBN 82-537-0968-4
- " 79/3 Jon Blaalid: Undersøkelse av renholdsbedrifter 1977 ISBN 82-537-0969-2
- " 79/4 Anne Lise Ellingsæter: Deltidsundersøkelsen 1978 ISBN 82-537-0970-6
- " 79/5 Grete Dahl: Boligutgiftsbegrepet i forbruksundersøkelsene En metodestudie ISBN 82-537-0971-4
- " 79/6 Charlotte Koren: MAFO-Makromodell for folketrygden En skisse av en budsjettmodell ISBN 82-537-0972-2
- " 79/7 Odd Skarstad: Estimering av inntektsderiverte på tverrsnittsdata med målefeil ISBN 82-537-0976-5
- " 79/8 Svein Røgeberg: Det norske nasjonalregnskapet Dokumentasjonsnotat nr. 14 Sektorberegninger for fiske og fangst ISBN 82-537-0977-3
- " 79/9 Statsansattes vurdering av arbeidsforholdene i staten 1977 ISBN 82-537-0954-4
- " 79/13 Helge Herigstad: Forbruksundersøkinga 1967 - 1977 samanlikna med nasjonalreknskapen ISBN 82-537-1001-1
- " 79/14 Jon Blaalid: Oppgavebyrden for små bedrifter ISBN 82-537-0995-1
- " 79/16 Helge Herigstad: Forbrukseiningar ISBN 82-537-0994-3

Pris kr 7,00

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

ISBN 82-537-0992-7