

# Interne notater

STATISTISK SENTRALBYRÅ

90/26

18. desember 1990

## PRODUKSJON, OVERFØRING OG FORDELING AV KRAFT

Etablering av et datagrunnlag for beskrivelse av faktorbruk og produksjon i sektorene produksjon, overføring og fordeling av kraft

av

**TOR ARNT JOHNSEN**

### SAMMENDRAG

I dette notatet dokumenteres etableringen av datagrunnlaget for kraftsektoren i en ny versjon av MSG-modellen under prosjektet "Energi og samfunn". Nasjonalregnskapets tall for blant annet sysselsetting, vareinnsats og realkapital fordeles på delsektorene produksjon, overføring og fordeling av kraft. Fordelingsnøklerne konstrueres ved å utnytte informasjon fra elektrisitetsstatistikken. Det beregnes krafttapsprosent i produksjon, overføring og fordeling av kraft. Det beregnes også produksjonsmål for elektrisitetsvaren i de tre delsektorene.

## **Innhold**

<b>1 Innledning</b>	<b>2</b>
<b>2 Sysselsetting og lønnskostnader</b>	<b>5</b>
2.1 Sysselsetting . . . . .	5
2.2 Lønnskostnader . . . . .	6
2.3 Utførte timeverk . . . . .	7
<b>3 Realkapital, investeringer og kapitalslit</b>	<b>8</b>
3.1 Oppdatering av realkapitaltallene . . . . .	13
<b>4 Vareinnsats</b>	<b>14</b>
4.1 Vareinnsats eksklusive krafttap . . . . .	14
4.2 Vareinnsats i form av krafttap . . . . .	16
4.3 Krafttapsprosjenter . . . . .	18
<b>5 Driftsresultat, indirekte skatter og bruttoprodukt</b>	<b>21</b>
5.1 Mål for produksjonen av elektrisitetsvaren i delsektorene . .	23
<b>6 Avslutning</b>	<b>25</b>
<b>Referanser</b>	<b>26</b>
<b>Vedlegg 1</b>	<b>27</b>

# 1 Innledning

Det pågår for tiden arbeid med å revidere og forbedre den makroøkonomiske likevektsmodellen MSG (Multi Sectoral Growth) under prosjektet "Energi og samfunn". Hovedhensikten med dette arbeidet er å gjøre modellen bedre egnet til energi- og miljøanalyser.

Forurensningsproblemene knyttet til bruk av fossile brensler vil kreve bruk av virkemidler for å begrense bruken av disse brenslene. Energietterspørselen vil dermed bli vridd i retning av andre energikilder som for eksempel vannkraft. Tilbudet av elektrisitet er dermed en viktig størrelse i en modell som skal benyttes til energi og miljøstudier. Kostnadsforholdene i kraftsektoren er dermed viktig for den økonomiske utviklingen i de kommende tiår. Dette motiverer en mer detaljert modellering av sektoren elektrisitetsforsyning.

Norge har i Nordsjøen god tilgang på naturgass. Det er aktuelt å benytte noe av denne gassen til produksjon av elektrisk kraft i Norge. For å kunne analysere økonomien i situasjoner der gasskraft er en valgmulighet vil det bli etablert en ny produksjonssektor i modellen, produksjon av gasskraft.

I dag representeres elektrisitetsforsyning med én sektor både i modellen og i nasjonalregnskapet. Som et ledd i å forbedre den eksisterende MSG-modellen ønsker en å splitte opp kraftsektoren i de fire delene

- vannkraftproduksjon,
- gasskraftproduksjon,
- overføring av kraft og
- fordeling av kraft.

Med *overføring* av kraft menes all overføring av kraft fra kraftstasjon og frem til uttaksstasjon i overføringsnettet dersom spenningen er minst 132 kV. Transformator- og kopplingsstasjoner i direkte tilknytning til overføringslinjene hører også til overføringssektoren. Med *fordeling* av kraft menes fordeling og transformering av kraft fra overføringsanlegg til forbrukernes installasjoner. Linjer som benyttes til både overføring og fordeling av kraft regnes inn under fordelingssektoren. *Produksjon* av vannkraft omfatter resten av dagens kraftsektor, dvs. vannkraftstasjoner, magasiner og reguleringsanlegg.

Siden kraftsektoren er én sektor i nasjonalregnskapet må alle nasjonalregnskapstall fordeles på de tre sektorene som inngår i kraftsektoren idag, dvs. vannkraftproduksjon, overføring og fordeling av kraft. Dette notatet dokumenterer arbeidet med å fremskaffe og konstruere data for de tre nevnte delene av kraftsektoren.

Formålet med notatet er å rapportere de data som er beregnet og de metoder som er anvendt i beregningene. Ulike analyser av de fremkomne data vil bli dokumentert for seg. I

Johnsen (1990a) vil den historiske utviklingen i ressursbruken i kraftsektoren bli studert. En modellblokk for kraftsektoren som kan inngå i MSG dokumenteres i Johnsen (1990b).

Statistisk sentralbyrås elektrisitetsstatistikk er en totaltelling av alle landets elektrisitetsverk og omfatter all aktivitet i disse verkene. Hvert verk fyller ut et skjema og opplysningene fra disse skjemaene danner grunnlag for elektrisitetsstatistikken som publiseres hvert år. Nasjonalregnskapets tall for elektrisitetsforsyning bygger i stor grad på data fra elektrisitetsstatistikken. Kapitalltallene i el-statistikken bygger på beholdningstall fra el-verkene regnskaper. Disse tallene avviker i vesentlig grad fra nasjonalregnskapstallene. Avskrivnings- og verdsettingsprinsippene i nasjonalregnskapet avviker fra praksisen i det enkelte el-verk. Kapitalartene grunn og fallrettigheter settes pr. definisjon lik 0 i nasjonalregnskapet. Tjenesteboliger i kraftsektoren føres i nasjonalregnskapet under en egen sektor, boligsektoren. Produksjons- og vareinnsattallene i el-statistikken inkluderer salg og kjøp av handelsvarer som skjer i en del el-verk. Blant annet omsetter endel el-verk hvitevarer og ulike elektriske komponenter. I nasjonalregnskapet føres slike handelsvarer i varehandelssektoren. Tallene for sysselsetting og utførte timeverk i nasjonalregnskapet avviker fra tallene i el-statistikken på grunn av ulik beregning av deltidsarbeid og fravær.

Det eksisterer betydelige "hull" i detaljopplysningene fra elektrisitetsstatistikken i perioden 1967 – 1982. I perioden 1967 til 1988 er skjemaet som nyttes i elektrisitetsstatistikken endret 2 ganger, i 1973 og i 1982. Hovedsakelig består endringene i at enkelte poster splittes opp ved skjemarevisjonene. Opplysningene i elektrisitetsstatistikken har dermed blitt mer detaljerte over tid. Postene i elektrisitetsstatistikken i perioden 1983 – 1988 er dermed den mest detaljerte oppdelingen som er tilgjengelig. Ved fordeling av poster som i perioden 1967 – 1982 bare er oppgitt aggregert er fordelingen på detaljposter beregnet ved å utnytte informasjon om fordelingen på detaljerte poster fra perioden 1983 – 1988. I de følgende beregninger er det i hvert enkelt tilfelle gjort rede for de metoder som er nyttet ved fordeling av aggregerte poster.

Opplysningene som gis i elektrisitetsstatistikken kan i stor grad tilbakeføres til hver av de tre sektorene produksjon (vannkraft), overføring og fordeling av kraft. Ved hjelp av disse opplysningene fra elektrisitetsstatistikken fordeles nasjonalregnskapets tall på de tre ovenfor nevnte undersektorene. Fordelingen av nasjonalregnskapstallene er foretatt for variablene

- Sysselsetting og lønnskostnader,
- Realkapital, investeringer og kapitalslit,
- Tradisjonell vareinnsats og energiforbruk (ekskl. krafttap),
- Driftsresultat, indirekte skatter og bruttoprodukt.

Sysselsetting, lønnskostnader, realkapital, kapitalslit, tradisjonell vareinnsats og energibruk er fordelt med utgangspunkt i den prosentvise fordelingen av disse postene på produksjon, overføring og fordeling fra elektrisitetsstatistikken. Driftsresultatet er fordelt

ved å anta 7 prosents kapitalavkastning i overførings- og fordelingssektorene. Driftsresultatet i produksjonssektoren er bestemt som differansen mellom driftsresultatet i kraftsektoren og driftsresultatet i overførings- og fordelingssektoren. Indirekte skatter er fordelt prosentvis utfra opplysninger i elektrisitetsstatistikken. Bruttoproduktet i de tre delsektorene følger fra fordelingen av kapitalslit, indirekte skatter, lønnskostnader og driftsresultat.

Verdien av vareinnsatsen i form av krafttap blir ikke beregnet i dette notatet. Verdien av krafttapene i delsektorene vil avhenge av prisen på kraft referert kraftstasjonsvegg. Denne prisen vil avhenge av markedsklareringen på kraft og må beregnes i en simultan modell. Dette vil bli gjort i den sektormodellen for kraftsektoren som dette notatet danner datagrunnlaget for. Samlet vareinnsats og bruttoproduksjonsverdi for kraftsektoren og de tre delsektorene vil dermed ikke bli beregnet i dette notatet. Ved en eventuell estimering av kostnadsfunksjoner for delsektorene kan fysiske mål for produksjonen av varen elektrisitet (vare 686 i NR) i de tre delsektorene brukes som indikator for produksjonsutviklingen i hver av delsektorene. I produksjonssektoren er antall produserte kWh produksjonsmål. I overføringssektoren er leverte kWh ut fra overføringsnettet benyttet som mål for produksjonen. I fordelingssektoren er en kWh levert til alminnelig forsyning produksjonsenhet. Leveranser til andre sektorer er normert i forhold til denne enheten utfra forskjeller i krafttapsprosentene i fordelingssektoren.

## 2 Sysselsetting og lønnskostnader

Elektrisitetsstatistikken inneholder sysselsettings- og lønnskostnadstall fordelt på de tre sektorene produksjon (P), overføring (O) og fordeling (F) av elektrisitet. Timeverkstallene er ikke fordelt på de tre nevnte sektorene. Timeverkstallene fra nasjonalregnskapet kan fordeles med nøkler som bygger på sysselsettingstall eller de kan fordeles med nøkler som bygger på lønnskostnadstall. Nedenfor er nasjonalregnskapets timeverkstall fordelt på de to alternative måtene for å undersøke om de to nøklene gir forskjellige resultater.

### 2.1 Sysselsetting

For alle år før 1983 inneholdt ikke el-statistikkskjemaet spørsmål om antall sysselsatte personer fordelt på produksjon (P), overføring (O) og fordeling (F). I årene 1967-1982 er bare total sysselsetting oppgitt. Nasjonalregnskapets sysselsettingstall i perioden 1967-82 er fordelt ved å benytte den observerte fordelingsnøkkelen fra 1983. De fordelte sysselsettingstallene kan skrives

$$L_{jt} = \alpha_{jt} L_t, \quad (2.1)$$

hvor  $L_{jt}$  er sysselsetting i sektor  $j = P, O, F$ , i år  $t$ .  $L_t$  er Nasjonalregnskapets tall for sysselsetting i sektoren elektrisitetsforsyning i år  $t$ . Fordelingsnøkkelen  $\alpha_{jt}$  bygger på sysselsettingstall fra elektrisitetsstatistikken

$$\alpha_{jt} = \frac{L_{jt}^*}{L_t^*}, \quad (2.2)$$

hvor  $L_{jt}^*$  er sysselsetting (fra el-statistikk) i sektor  $j = P, O, F$ , i år  $t$  og  $L_t^*$  er el-statistikkens tall for total sysselsetting i kraftsektoren.  $\alpha_{jt}$  for  $t = 1962 - 1982$  er satt lik  $\alpha_{j1983}$ . Alternativt kunne en her satt nøklene for årene 1962-82 lik gjennomsnittet av nøklene for årene 1983-1988. Nøklene for årene 1983-1988 varierer imidlertid lite, og det er heller ikke noen systematisk utvikling i nøklene over tid. Tabell 2.1 viser sysselsetting i kraftsektoren fordelt på de tre sektorene produksjon, overføring og fordeling.

Tabell 2.1: Beregnet antall sysselsatte personer, 1962-1987

År	Produksjon	Overføring	Fordeling	Kraftsektoren
1967	3714	1880	7906	13500
1968	3741	1894	7964	13600
1969	3769	1908	8023	13700
1970	3824	1936	8140	13900
1971	3879	1964	8257	14100
1972	3879	1964	8257	14100
1973	3962	2005	8433	14400
1974	4017	2033	8550	14600
1975	4072	2061	8667	14800
1976	4182	2117	8901	15200
1977	4237	2145	9019	15400
1978	4402	2228	9370	16000
1979	4539	2298	9663	16500
1980	4759	2409	10131	17300
1981	4787	2423	10190	17400
1982	4869	2465	10366	17700
1983	4952	2507	10541	18000
1984	5609	2265	10426	18300
1985	4832	1829	11939	18600
1986	5053	2049	12098	19200
1987	5234	2257	12309	19800

## 2.2 Lønnskostnader

Nasjonalregnskapets lønnskostnadstall er fordelt ved å benytte nøkler basert på elektrisitetsstatistikkens fordeling av lønnskostnader på de tre delsektorene. Nøklerne er tilgjengelige for årene 1983-1988. For alle tidligere år er nøklene fra 1983 benyttet. Det er ingen systematisk eller stor variasjon å spore i nøklene over perioden 1983-1988. Tabell 2.1 viser totale lønnskostnader og den beregnede fordelingen på de tre delsektorene i perioden 1967-1988.

Tabell 2.1: Beregnede lønnskostnader, 1967-1987. Millioner kroner

År	Produksjon	Overføring	Fordeling	Kraftsektoren
1967	104.5	53.8	222.7	381.0
1968	121.5	62.5	259.0	443.0
1969	131.1	67.4	279.4	478.0
1970	143.2	73.6	305.1	522.0
1971	167.9	86.3	357.8	612.0
1972	189.3	97.3	403.4	690.0
1973	215.9	111.0	460.1	787.0
1974	244.7	125.8	521.4	892.0
1975	296.8	152.4	631.3	1080.0
1976	342.1	175.9	729.0	1247.0
1977	387.4	199.2	825.4	1412.0
1978	429.6	220.9	915.4	1566.0
1979	445.6	229.1	949.3	1624.0
1980	503.7	259.0	1073.3	1836.0
1981	581.6	299.1	1239.3	2120.0
1982	654.1	336.3	1393.6	2384.0
1983	704.0	362.0	1500.0	2566.0
1984	860.0	354.0	1604.0	2818.0
1985	844.0	320.6	2007.5	3172.0
1986	945.4	380.2	2238.4	3564.0
1987	1114.8	430.5	2494.7	4040.0

## 2.3 Utførte timeverk

I MSG-modellen benyttes utførte timeverk som enhet ved måling av arbeidskraftforbruket. Elektrisitetsstatistikken gir ikke tall for utførte timeverk fordelt på de tre delsektorene i kraftsektoren. Nasjonalregnskapets tall for utførte timeverk kan enten fordeles ved bruk av nøklene som er basert på fordelingen av sysselsettingen (dvs. like mange timeverk pr. sysselsatt i hver delsektor) eller ved bruk av nøkler som baserer seg på fordelingen av lønnskostnadene (dvs. lik lønn pr. timeverk i hver av delsektorene). For å undersøke hvor viktig valget av nøkler er, er timeverkstallene fordelt med begge de aktuelle nøklene. Tabell 2.1 viser resultatet av bruken av de to ulike nøklene. For alle år i perioden 1967–1982 er nøklene fra 1983 benyttet. Det samsvarer med metoden for fordeling både av sysselsettings- og timeverkstallene.

Tabell 2.1: Beregnede tall for utførte timeverk, 1962-1987

År	Sysselsettingsnøkler			Lønnskostnadsnøkler			Totalt
	Produksjon	Overføring	Fordeling	Produksjon	Overføring	Fordeling	
1967	6.6	3.3	13.9	6.5	3.4	13.9	23.8
1968	6.5	3.3	13.8	6.4	3.3	13.7	23.5
1969	6.4	3.2	13.5	6.3	3.3	13.5	23.1
1970	6.5	3.3	13.8	6.4	3.3	13.7	23.5
1971	6.5	3.3	13.9	6.5	3.3	13.9	23.7
1972	6.5	3.3	13.8	6.4	3.3	13.7	23.5
1973	6.6	3.3	14.0	6.6	3.4	14.0	23.9
1974	6.6	3.3	14.1	6.6	3.4	14.0	24.0
1975	6.8	3.4	14.4	6.7	3.5	14.4	24.6
1976	6.7	3.4	14.3	6.7	3.4	14.3	24.4
1977	6.7	3.4	14.2	6.7	3.4	14.2	24.3
1978	6.9	3.5	14.6	6.9	3.5	14.6	25.0
1979	7.0	3.6	15.0	7.0	3.6	15.0	25.6
1980	7.4	3.8	15.8	7.4	3.8	15.7	26.9
1981	7.5	3.8	15.8	7.4	3.8	15.8	27.1
1982	7.5	3.8	16.1	7.5	3.9	16.0	27.4
1983	7.7	3.9	16.3	7.7	3.9	16.3	27.9
1984	8.6	3.5	16.0	8.6	3.5	16.0	28.1
1985	7.4	2.8	18.2	7.5	2.9	17.9	28.3
1986	7.7	3.1	18.4	7.7	3.1	18.3	29.2
1987	7.8	3.3	18.2	8.1	3.1	18.1	29.3

Det viser seg at valget av fordelingsnøkkel ikke gir vesentlige forskjeller med hensyn til fordelingen av utførte timeverk på delsektorene. Timeverkstallene som fremkommer ved bruk av sysselsettingsnøkler er benyttet i det videre arbeid.



### 3 Realkapital, investeringer og kapitalslit

Elektrisitetsstatistikkens oppgaver over realkapitalmengden i kraftsektoren som stemmer ikke overens med Nasjonalregnskapets definisjon av realkapital. Dette skyldes forskjeller i regnskapspraksis og definisjonsmessige forskjeller. Avskrivnings- og verdsettingsprinsippene i nasjonalregnskapet avviker fra praksisen i det enkelte el-verk. Kapitalartene grunn og fallrettigheter settes pr. definisjon lik 0 i nasjonalregnskapet. Tjenesteboliger i kraftsektoren føres i nasjonalregnskapet på boligsektoren.

Netto kapitalakkumulasjonen i kraftsektoren over perioden 1967-87 omfatter en stor del av den realkapitalbeholdning som i dag ifølge nasjonalregnskapet eksisterer i kraftsektoren (levetidene for kapital i nasjonalregnskapet er 75 år for bygg og anlegg og 25 år for maskiner). Fordelingen av netto kapitalakkumulasjonen på de tre sektorene produksjon, overføring og fordeling av kraft kan dermed benyttes til å fordele nasjonalregnskapets realkapitalbeholdning for kraftsektoren. Netto kapitalakkumulasjonen kan beregnes ut fra el-statistikkens tall for investeringer i sektoren og nasjonalregnskapets regler for beregning av avskrivninger og salg av brukt kapital.

El-statistikk skjemaet inneholder spørsmål om investeringer som er foretatt i løpet av året. Inndelingen på ulike investeringsvarer er detaljert. Tabell 3.2 viser de ulike postene for investeringer som er spesifisert på skjemaet pr. idag (siden 1983). Tabellen viser også hvilken investeringsart hver post er definert inn under i nasjonalregnskapet, dvs. bygg (B), anlegg (A), maskiner (M), biler (BI). Likeledes viser tabellen hvordan hver enkelt investeringsvare er fordelt på de tre sektorene produksjon, overføring og fordeling. Når investeringen er fordelt på delsektorene (P,O,F) slik som sysselsettingen fordeler seg det gjeldende år er dette merket med bokstaven (S). Investeringer i fallrettigheter og grunn regnes ikke som investeringer i Nasjonalregnskapet. Investering i tjenesteboliger regnes ikke med som investering i kraftsektoren, men i sektor 885 (boliger, eiendomsdrift). Disse postene fra elektrisitetsstatistikken er holdt utenfor ved akkumulering av investeringstallene.

For perioden før 1983 har enkelte av postene i tabell 3.2 ikke vært skilt ut som egne poster. For denne perioden er postene som inneholder flere av postene i tabellen fordelt ved å anta at fordelingen mellom postene er som i 1983. Denne fordelingen berører om lag 25 prosent av det samlede investeringsbeløp. Alternativt til å benytte fordelingen i 1983 kunne gjennomsnittsfordelingen over årene 1983-1988 vært brukt. Fordelingen i 1983 ligger nær gjennomsnittet slik at de to metodene vil gi tilnærmet samme resultat. Ved å benytte denne fremgangsmåten finnes investerte beløp (anskaffelser) for alle postene ovenfor for hvert år fordelt etter art (B,A,M,BI) og sektor (P,O,F).

Beregning av avskrivninger og netto kapitalakkumulasjon skal (konvensjonelt) gjøres i faste priser. I Nasjonalregnskapet finnes prisindekser for investeringer i hver av de fire kapitalartene (B,A,M,BI). Prisindeksene brukes til å deflatere tallene i tabell 3.3. Avskrivningene beregnes med utgangspunkt i Nasjonalregnskapets praksis. Kapitalartenes levetid varierer. For bygg (B) og anlegg (A) er levetiden 75 år, mens maskiner (M) har levetid 25 år. Biler (BI) anskaffet før 1975 har levetid 12 år. Fra og med 1975

Tabell 3.2: Spesifikasjon av ulike investeringsvarer

Post i el-stat.:	Investeringsart	Sektor
Vannkraftanlegg		
-Fallrettigheter		
-Reguleringsanlegg	A	P
-Vannkraftstasjoner		
-bygningsmessig	0.6B/0.4A	P
-perm. mek. og el.utst.	M	P
Konv. varmekr. anl.		
-Bygningsmessig	0.6B/0.4A	P
-perm. mek. og el.utst.	M	P
Overføringsanlegg		
-Bygningsmessig	A	O
-perm. mek. og el.utst.	M	O
Hovedfordelingsanlegg		
-Bygningsmessig	A	F
-perm. mek. og el.utst.	M	F
Detaljfordelingsanlegg		
-Bygningsmessig	A	F
-perm. mek. og el.utst.	M	F
Driftsentraler	A	S
Gate - og veibelysning	A	S
Biler og andre transp. midler	BI	S
Anleggsmaskiner	M	P
Veianlegg inkl. bruer	A	P
Adm. bygg, lager og verkst.	B	S
Kontormaskiner og utstyr ellers	M	S
Tjenesteboliger		
Grunn		
Andre faste eiend.	B	S
Annet	M	S

Tabell 3.3: Anskaffelser av fast realkapital i kraftsektoren, 1967-1987. Løpende priser, millioner kroner.

År	I alt	Produksjon				Overføring				Fordeling			
		B	A	M	BI	B	A	M	BI	B	A	M	BI
1967	1327	108	520	154	4	3	176	174	2	15	103	61	8
1968	1343	112	497	163	3	2	190	187	1	9	109	63	6
1969	1450	111	601	159	5	3	187	185	3	13	109	64	11
1970	1572	115	698	167	4	2	195	192	2	9	113	65	9
1971	1790	154	731	222	5	4	221	219	2	18	128	76	10
1972	1843	163	728	232	5	6	229	228	3	25	133	82	11
1973	1931	232	572	335	4	6	252	245	2	24	163	87	9
1974	2219	267	600	319	9	4	352	331	5	18	383	113	20
1975	2873	434	743	405	9	8	372	209	5	34	490	144	20
1976	3548	668	897	351	14	12	481	313	7	52	540	181	30
1977	4459	762	1181	612	17	15	679	235	9	64	631	217	36
1978	5407	812	1447	867	19	22	757	336	10	91	707	297	41
1979	5716	882	1554	1020	16	14	821	288	8	61	702	317	33
1980	6410	1030	1928	985	21	19	895	221	10	79	630	550	44
1981	7154	1014	2343	1032	22	23	910	337	11	96	843	475	47
1982	7371	1107	1987	1233	23	32	854	390	12	136	874	675	49
1983	7492	1103	1846	1052	28	44	798	390	14	184	998	977	59
1984	7348	687	1912	1063	32	36	725	519	13	167	1122	1011	60
1985	7186	687	1539	1232	29	33	713	537	11	214	1081	1037	73
1986	8047	879	1608	1298	39	37	663	565	16	218	1345	1285	94
1987	8758	1278	1554	1169	37	50	900	492	16	274	1498	1401	88
1988	8860	1258	1735	901	38	51	811	475	17	277	1628	1580	91

For artene B, A og M er anskaffelse lik investering.

For biler (BI) må salg av biler trekkes fra anskaffelser for å finne investering.

avskrives 2/3-deler av bilinvesteringen over 4 år. I det 5. året selges den siste 1/3-delen av bilene. Avskrivningene er like store hvert år (lineære avskrivninger) og avskrivningen starter i anskaffelsesåret.

**Eksempel:**

*Anta at det ble investert 120 millioner kroner i biler i 1977. Over de fire årene 1977-1980 avskrives 2/3-deler, dvs. 80 millioner med 20 millioner hvert år. Den siste 1/3-delen, dvs. 40 millioner deinvesteres i 1981 (salg av biler).*

For hver kapitalart (B,A,M,BI) i hver sektor (P,O,F) lages en matrise over anskaffelser og avskrivninger i perioden 1967- 1987. Disse matrisene danner utgangspunkt for beregning av nettokapitalakkumulasjon over perioden 1967-1987. Tabell 3.5 gir eksempel på en slik matrise. Summen av anskaffelser fratrukket summen av avskrivninger og eventuelle salg av biler gir nettokapitalakkumulasjonen over perioden 1967-1987. Fordelingen av nettokapitalakkumulasjonen i perioden 1967-1987 gir nøkler for fordeling av Nasjonalregnskapets realkapitaltall for de ulike kapitalartene på delsektorene (P,O,F).

Beregning av realkapitalbeholdningen i 1987 (målt ved utgangen av året) av kapitalart  $i = B, A, M, BI$  i sektor  $j = P, O, F$ , dvs.  $K_{ij}^{87}$  foretas ved

$$K_{ij}^{87} = \frac{I_{ij}^{1967-87}}{\sum_{j=P,O,F} I_{ij}^{1967-87}} K_i^{87}, \tag{3.1}$$

hvor  $I_{ij}^{1967-87}$  er nettokapitalakkumulasjon av kapitalart  $i$  i sektor  $j$  i perioden 1967-1987 i følge elektrisitetsstatistikken.  $K_i^{87}$  er realkapitalbeholdningen av kapitalart  $i$  i 1987 ifølge nasjonalregnskapet.

Tabell 3.4 viser fordelingen av nettokapitalakkumulasjonen, fordelingsnøklerne og de fordelte realkapitaltallene fra Nasjonalregnskapet.

Realkapitaltall for årene før 1987 beregnes utfra følgende formel

$$K_{ij}^{t-1} = K_{ij}^t - J_{ij}^t + D_{ij}^t + S_{ij}^t, \tag{3.2}$$

hvor  $J_{ij}^t$  er anskaffelser av realkapitalart  $i$  i sektor  $j$  i år  $t$ .  $D_{ij}^t$  er avskrivninger av kapitalart  $i$  i sektor  $j$  i år  $t$ , mens variabelen  $S_{ij}^t$  er salg av kapitalart  $i$  i sektor  $j$  i år  $t$ . Denne er lik null for  $i = B, A, M$ . Avskrivningene  $D_{ij}^t$  beregnes ved å fordele nasjonalregnskapets kapitalslitstall for de enkelte kapitalartene på de tre sektorene (P,O,F). Fordelingen foretas med nøkler for fordelingen av avskrivningene av de faktisk registrerte anskaffelsene. Disse tallene hentes fra anskaffelses/avskrivningsmatrisene av samme type som matrisen i tabell 3.5.

Disse fordelingsnøklerne er mer usikre i begynnelsen enn mot slutten av perioden. For 1967 er nøklene bare basert på fordelingen av avskrivningene av anskaffelser som er foretatt i dette første året. Tabell 3.6 viser beregnede realkapitaltall for hver kapitalart i de tre sektorene for årene 1967-1987. Tabell 3.6 viser også total realkapitalbeholdning i kraftsektoren for hver kapitalart i perioden 1967-1987.

Beholdningen av realkapital er størst i produksjonssektoren, snaue 60 prosent. Realkapitalbeholdningen i overføringssektoren og fordelingssektoren er jevnstor, om lag 20

Tabell 3.4: Fordeling av realkapitaltall, 1987. Millioner kroner. Faste 1986-priser.

BYGG:	Netto		
	kap.akk.	Nøkler	NR fordelt
Kraftsektoren	19005		27868
-Produksjon	16377	0.86	24014
-Overføring	463	0.02	679
-Fordeling	2165	0.11	3175
<hr/>			
ANLEGG:	Netto		
	kap.akk.	Nøkler	NR fordelt
Kraftsektoren	68647		100087
-Produksjon	36505	0.53	52223
-Overføring	15849	0.23	23108
-Fordeling	16293	0.24	23755
<hr/>			
MASKINER:	Netto		
	kap.akk.	Nøkler	NR fordelt
Kraftsektoren	27144		27556
-Produksjon	12932	0.48	13128
-Overføring	5836	0.21	5924
-Fordeling	8377	0.31	8504
<hr/>			
BILER:	Netto		
	kap.akk.	Nøkler	NR fordelt
Kraftsektoren	305		305
-Produksjon	82	0.27	82
-Overføring	34	0.11	34
-Fordeling	190	0.62	190

Tabell 3.5: Anskaffelser og avskrivninger i produksjonssektoren. Bygg. Faste 1986-priser

År	Ansk.	1967	68	69	70	71	72	73	74	..	81	82	83	84	85	86	87
1967	392	5	5	5	5	5	5	5	5	..	5	5	5	5	5	5	5
1968	393		5	5	5	5	5	5	5	..	5	5	5	5	5	5	5
1969	366			5	5	5	5	5	5	..	5	5	5	5	5	5	5
1970	350				5	5	5	5	5	..	5	5	5	5	5	5	5
1971	443					6	6	6	6	..	6	6	6	6	6	6	6
1972	446						6	6	6	..	6	6	6	6	6	6	6
1973	585							8	8	..	8	8	8	8	8	8	8
1974	584								8	..	8	8	8	8	8	8	8
1975	860									..	11	11	11	11	11	11	11
1976	1215									..	16	16	16	16	16	16	16
1977	1287									..	17	17	17	17	17	17	17
1978	1308									..	17	17	17	17	17	17	17
1979	1367									..	18	18	18	18	18	18	18
1980	1460									..	19	19	19	19	19	19	19
1981	1854									..	18	18	18	18	18	18	18
1982	1878									..	18	18	18	18	18	18	18
1983	1310									..		17	17	17	17	17	17
1984	787									..			10	10	10	10	10
1985	746									..				10	10	10	10
1986	879									..					12	12	12
1987	1141									..						12	15
SUM	18650	5	10	15	20	26	32	40	47	..	165	184	201	212	222	233	249

Tabell 3.6: Realkapitalbeholdning i kraftsektoren, fordelt på sektor. Millioner kroner. Faste 1986-priser.

År	Produksjonssektoren					Overføringssektoren				
	I alt	Bygg	Anlegg	Maskiner	Biler	I alt	Bygg	Anlegg	Maskiner	Biler
1967	45936	12250	29209	4392	86	16150	333	11973	3806	38
1968	47650	12429	30423	4710	88	17001	335	12450	4177	40
1969	49457	12575	31806	4976	100	17733	339	12850	4490	46
1970	51272	12695	33287	5187	103	18362	340	13240	4735	47
1971	53216	12901	34714	5495	106	19050	347	13658	4996	49
1972	55002	13103	36008	5785	106	19710	356	14062	5243	49
1973	56568	13435	36729	6301	102	20387	364	14463	5513	47
1974	57821	13758	37320	6632	111	20837	366	14988	5432	51
1975	59511	14344	38054	6998	115	21347	376	15458	5461	53
1976	61506	15267	38959	7155	124	22120	391	16062	5609	58
1977	64310	16246	40229	7701	134	23003	410	16927	5602	63
1978	67686	17229	41820	8504	133	24059	438	17846	5714	62
1979	71171	18252	43436	9367	115	25002	453	18785	5712	53
1980	74838	19349	45356	10024	108	25817	471	19705	5592	50
1981	78678	20322	47615	10638	102	26688	493	20548	5599	47
1982	81892	21301	49152	11345	93	27411	525	21213	5631	42
1983	84443	22197	50415	11741	90	28003	567	21763	5633	40
1984	86344	22563	51610	12086	86	28556	597	22172	5750	37
1985	87767	22881	52279	12526	80	29025	622	22520	5851	33
1986	89222	23323	52870	12945	85	29376	647	22750	5945	34
1987	90448	24014	53224	13128	82	29745	679	23108	5924	33

  

År	Fordelingssektoren					Kraftsektoren				
	I alt	Bygg	Anlegg	Maskiner	Biler	I alt	Bygg	Anlegg	Maskiner	Biler
1967	14434	1498	10969	1779	188	76520	14081	52151	9977	311
1968	14846	1508	11242	1903	193	79497	14271	54113	10790	321
1969	15237	1527	11480	2011	219	82427	14441	56144	11476	364
1970	15551	1532	11702	2092	225	85185	14567	58228	12013	376
1971	15922	1560	11945	2185	231	88187	14807	60317	12677	385
1972	16290	1602	12178	2278	231	91001	15061	62248	13306	385
1973	16687	1635	12454	2376	223	93641	15433	63645	14190	371
1974	17522	1646	13140	2494	241	96179	15770	65448	14558	403
1975	18483	1687	13921	2626	250	99341	16406	67432	15084	417
1976	19495	1753	14697	2775	269	103121	17411	69717	15539	451
1977	20625	1834	15538	2963	291	107938	18490	72694	16265	487
1978	21897	1950	16432	3226	289	113643	19617	76097	17444	483
1979	22973	2013	17243	3466	251	119146	20718	79464	18543	419
1980	24127	2093	17848	3951	236	124782	21918	82908	19567	393
1981	25361	2186	18667	4285	223	130726	23001	86830	20522	371
1982	26721	2318	19418	4782	204	136024	24143	89783	21757	339
1983	28488	2495	20265	5532	196	140935	25258	92443	22906	325
1984	30238	2641	21168	6246	184	145139	25801	94949	24081	306
1985	31850	2824	21944	6904	178	148642	26326	96743	25281	290
1986	33768	2988	22868	7719	193	152366	26957	98488	26608	312
1987	35624	3175	23755	8504	189	155816	27868	100087	27556	305

prosent i hver av sektorene. De beregnede totaltallene for kraftsektoren avviker noe fra nasjonalregnskapets totaltall. Størst er differansen i 1975, hvor nasjonalregnskapets tall er 38.6 millioner kroner større enn det beregnede. Dette utgjør langt under en promille av totaltallet og skyldes i hovedsak avrundingsfeil. Innen hver kapitalart er avvikene noe større. Dette skyldes i hovedsak manglende detaljgrad på investeringstallene i starten av beregningsperioden. Fordelingen av de aggregerte postene som er referert i starten av dette avsnittet har gitt noen forskyvninger mellom kapitalartene bygg, anlegg og maskiner. Andre investeringer som i nasjonalregnskapet er klassifisert som investering i maskiner, jfr. kolonnen for investeringsart i tabell 3.2 er i beregningene fordelt på en annen måte. Etterhvert som skjemaet er revidert har nye poster for investeringer kommet til. Det har medført at innholdet i "annet"-posten etterhvert har blitt spesifisert. Denne spesifiseringen har vist at "annet"-posten har omfattet andre investeringsarter enn bare maskiner som nasjonalregnskapet forutsetter. På tidspunktet for beregning av nasjonalregnskapstallene har denne informasjonen ikke vært tilgjengelig.

### 3.1 Oppdatering av realkapitaltallene

De beregnede realkapitaltallene kan oppdateres med utgangspunkt i nye årganger av elstatistikken og konvensjonene som er gitt i tabell 3.2. Videre må nasjonalregnskapets prisindeks for investeringer være kjent. Anskaffelsene i det (de) nye året (-ene) fordeles på delsektor og art og deflateres. Videre må nasjonalregnskapets kapitalslitstall (faste priser) være kjent. Dette fordeles ved å oppdatere fordelingsnøkklene som er benyttet i dette notatet. Deretter kan nye realkapitaltall beregnes ved bruk av formelen

$$K_{ij}^{t+1} = K_{ij}^t + J_{ij}^{t+1} - D_{ij}^{t+1} - S_{ij}^{t+1}, \quad (3.3)$$

hvor symbolene er de samme som ovenfor.

## 4 Vareinnsats

Vareinnsatsen i de ulike delene av kraftsektoren består av ordinær vareinnsats, eget forbruk og pumpekraftforbruk i produksjonssektoren og krafttap i overførings- og fordelingsnett.

### 4.1 Vareinnsats eksklusive krafttap

Nasjonalregnskapets tall for vareinnsats i kraftsektoren er spesifisert på hele 20 ulike varer. Tabell 4.1 viser de ulike postene.

Tabell 4.1: Spesifikasjon av vareinnsats i nasjonalregnskapet

Varenr.	Varespesifikasjon
012	Reparasjon av driftsbygg
013	Reparasjon av anlegg
016	Reparasjon av biler
018	Reparasjon av maskiner
032	Kontorrekvisita, utstyr mv.
033	Leiearb., teletjenester etc.
034	Post- og banktjenester
036	Kontortjenester, EDB mv.
039	Representasjon, reiser etc.
160	Forbruk av kull
461	Forbruk av bensin
462	Smøreoljer o.l.
463	Fyringsoljer
468	Andre jordolje og kullprodukter
686	Elektrisitet
690	Gass gjennom ledningsnett
890	Tjenester av forretningsbygg
905	Leie av maskiner
912	Offentlig adm. gebyrer
929	Undervisn. og forskn. gebyrer

Postene 012, 013, 016 og 018 kan fordeles på produksjon, overføring og fordeling utfra detaljerte opplysninger om reparasjonsarbeidene i elektrisitetsstatistikken. Reparasjonsarbeidene i el-statistikken er fordelt på sektorer og art på samme måte som investeringene, jfr. tabell 3.2 i kapittel 3. Postene 160 og 690 føres i sin helhet som vareinnsats i produksjonssektoren. De øvrige postene er fordelt med utgangspunkt i fordelingen av sysselsettingen på de tre delsektorene i det enkelte år. Post 686, elektrisitet, er i nasjonalregnskapet summen av fire poster fra elektrisitetsstatistikken

- Salg av elektrisitet til andre el-verk
- Overføringskostnader
- Forbruk av elektrisitet spesifisert under posten brensel.

Import av kraft føres som en egen tilgangskomponent på linje med innenlandsk kraftproduksjon.

Salg av elektrisitet til andre el-verk blir i nasjonalregnskapet ført som vareinnsats. Dette

er kryssløyper mellom elektrisitetsverk som blir verdsatt med samme pris for leverende og mottagende verk. Det er dermed ingen avanse på disse leveransene. Bruttoproduktet i kraftsektoren er upåvirket av størrelsen både på disse kryssløyperne og overføringskostnader som også er transaksjoner mellom elektrisitetsverk. Disse tre postene er holdt utenfor når vareinnsatsen fordeles på de tre delsektorene. Krafttap i produksjonen og i overførings- og fordelingsnett derimot utgjør en reell ressursbruk. Denne vareinnsatsen behandles spesielt i neste avsnitt.

Forbruket av elektrisitet som brensel fordeles på de tre delsektorene med sysselsettingsfordelingen som nøkkel.

Tabell 4.2 viser vareinnsatsen i de tre delsektorene og totalt for perioden 1973–1987. Reparasjonsarbeider er en tung komponent i vareinnsatstallene. I 1987 utgjør reparasjon-

Tabell 4.2: Vareinnsats i kraftsektoren, 1973 - 1987. Millioner kroner.

År	Løpende priser				Faste 1986-priser			
	Totalt	Prod.	Overf.	Ford.	Totalt	Prod.	Overf.	Ford.
1973	521.9	133.1	61.1	327.7	1474.7	376.1	174.7	923.9
1974	497.1	123.8	50.6	322.6	1472.8	354.2	153.1	965.6
1975	586.2	145.8	54.7	385.7	1277.0	314.8	122.2	840.0
1976	747.1	200.1	73.4	473.6	1486.3	391.9	148.4	946.0
1977	877.7	233.0	94.9	549.8	1618.3	421.9	177.8	1018.6
1978	1002.8	267.2	109.2	626.5	1737.8	453.6	191.7	1092.5
1979	1330.1	371.4	147.4	811.3	2203.2	604.7	248.1	1350.4
1980	1384.5	378.6	151.4	864.5	2030.3	549.2	223.6	1257.5
1981	1614.7	433.8	202.3	978.6	2180.4	581.3	272.1	1327.1
1982	1934.7	495.4	227.6	1211.8	2328.6	591.4	272.6	1464.6
1983	2312.8	591.5	237.0	1484.3	2625.7	664.7	267.4	1693.7
1984	2616.0	717.8	266.9	1631.2	2918.9	797.7	296.4	1824.9
1985	2927.8	730.7	243.3	1953.8	3077.6	767.1	255.0	2055.5
1986	3235.8	809.3	263.7	2162.7	3235.8	809.3	263.7	2162.7
1987	3698.5	916.5	327.1	2454.9	3365.7	835.7	299.2	2230.7

sarbeider over 50 prosent av vareinnsatsen i fordelingssektoren, mens andelen er noe lavere for de to andre sektorene. Utviklingen i reparasjonsarbeidene blir nærmere drøftet i Johnsen (1990a). Fordelingen av de andre vareinnsatskomponentene gjenspeiler sysselsettingsfordelingen som er benyttet til å fordele den øvrige vareinnsatsen.



## 4.2 Vareinnsats i form av krafttap

Eget forbruk og forbruk av kraft til pumping i produksjonssektoren og krafttap i overførings- og fordelingsnettene kan betraktes som vareinnsats. Elektrisitetsstatistikken gir detaljerte opplysninger om elektrisitetsomsetningen, forbruket i kraftstasjonene og krafttapene i linjenettet. I tillegg til opplysningene i el-statistikken kan informasjon om tapsprosenten hentes fra Norges Vassdrags- og elektrisitetsvesen (NVE). NVE (1988) inneholder opplysninger om tapsprosenten i de ulike deler av kraftforsyningssystemet.

Tabell 4.1 viser den fysiske tilgang og anvendelse av elektrisitet i årene 1973-88. For årene

Tabell 4.1: Tilgang og anvendelse av elektrisitet, 1973-88. GWh.

År	Prod.	Imp.	Eget f.	Pump.	Tap O	Tap Hf.	Tap Df.	Sluttl.
1973	73054	218	494	37		2952	3355	66442
1974	76693	369	541	71		3026	3363	70206
1975	77487	349	560	124		2954	3495	70660
1976	82133	516	582	148		3356	4018	74519
1977	72433	3548	669	259		2818	3955	68312
1978	80997	534	766	225		3257	4215	73224
1979	89123	821	864	398		3307	4448	81025
1980	84099	1787	903	498		3221	4208	77358
1981	93397	1130	967	623		3440	4773	84431
1982	93156	790	1001	556		3793	4076	84947
1983	106370	601	995	516	3037	1202	4258	96492
1984	106666	734	1019	623	3044	1165	3627	97265
1985	103292	4033	942	804	3398	1370	4665	96508
1986	97284	3707	910	883	2559	1202	3572	92203
1987	104283	2407	958	686	2834	1282	4637	96524
1988	110020	1167	964	982	2561	1158	3871	101579

Prod.= produksjon i norske verk, Imp.= import,  
Eget f.= eget forbruk i kraftstasjonene,  
Pump.= kraft til pumping av vann mellom magasiner,  
O = overføring, Hf. = hovedfordelingsnett,  
Df = detaljfordelingsnett, Sluttl. = sluttlevering.  
Statistisk differanse er utelatt fra tabellen.

1973-82 gir elektrisitetsstatistikken bare tall for det samlede krafttappet i overførings- og hovedfordelingsnettene. Til beregningene nedenfor er disse tallene fordelt på overføring og fordeling ved å anta at forholdet mellom tap i overføring og fordeling i årene 1973-82 er som i 1983. I perioden 1983-1988 utgjør tap i overføringsnettene i gjennomsnitt 70 prosent av samlet tap i overføring og hovedfordeling. I årene 1983-1985 er andelen 71-72 prosent og i 1986-1988 er den 68-69 prosent. Standardavviket over hele perioden er omlag 1.8 prosent. Det virker derfor rimelig å benytte fordelingen i 1983 for årene før 1983.

Tabell 4.2 viser de observerte krafttapene i de tre delsektorene. Eget forbruk i stasjonene og forbruk av kraft til pumping er slått sammen og kalt krafttap i produksjonssektoren. Verdsettingen av krafttapene vil avhenge av kraftprisen. Verdsettingen kan skje ved at tapene i produksjonssektoren verdsettes ut fra produsentprisen på kraft. Tilsvarende vil verdien av tapene i overføringssektoren avhenge av prisen på kraft referert inngangen til overføringsnettene. Krafttapene i fordelingssektoren bør verdsettes med kraftprisen referert inngang fordelingsnettene. En slik verdsetting av krafttapene må skje simultant. Selgerprisen på kraft vil avhenge av krafttapene i de ulike delsektorene, men samtidig vil verdien av krafttapene avhenge av selgerprisen på kraft.

Tabell 4.2: Krafttap i delsektorene, 1973-88. GWh.

År	Prod.	Overf.	Ford.	Totalt
1973	531	2115	4192	6838
1974	612	2168	4221	7001
1975	684	2116	4333	7133
1976	730	2404	4970	8104
1977	928	2019	4754	7701
1978	991	2338	5189	8468
1979	1262	2369	5386	9017
1980	1401	2308	5121	8830
1981	1590	2465	5748	9803
1982	1557	2717	5152	9426
1983	1511	3037	5460	10008
1984	1642	3044	4792	9478
1985	1746	3398	6035	11179
1986	1793	2559	4774	9126
1987	1644	2834	5919	10397
1988	1946	2561	5029	9536

Krafttapet i produksjonssektoren består av eget forbruk i kraftstasjonene og pumpekraftforbruk.

Verditall for vareinnsats i form av krafttap i delsektorene vil ikke bli beregnet i dette notatet. En slik beregning vil derimot bli bygd inn i modellen for kraftsektoren som dataene i dette notatet danner grunnlag for. Dette medfører som før nevnt at det i dette notatet heller ikke blir beregnet bruttoproduksjonsverditall for delsektorene i kraftsektoren.

### 4.3 Krafttapsprosent

Oppbyggingen av en modell for kraftsektoren krever kjennskap til krafttapsprosentene i de ulike delene av kraftsektoren. Dette er blant annet viktig ved beregning av de fysiske strømmene av elektrisitet i økonomien.

Tabell 4.1 viser sluttleveringene fordelt på de ulike anvendelser (kjøperkategorier). Forbrukstallene for treforedling og kraftintensiv industri er hentet fra energiregnskapet, jfr. Hetland et al. (1990). Eksporttallene er som importtallene i tabell 4.2.1 elektrisitetsstatistikkens tall for kommersiell eksport/import. Forbruket i alminnelig forsyning er residualbestemt mot den samlede tilgang, jfr. tabell 4.2.1. Forbrukstallene i alminnelig forsyning inkluderer dermed forbruk av elektrisitet i alle andre energisektorer (bryting av kull, utvinning av råolje og naturgass, koksverk, oljeraffinerier, gassverk, fjernvarmeverk).

Tabell 4.1: Sluttleveringer av elektrisitet fordelt på kjøpergrupper, 1973-88. GWh.

År	Alm. fors.		Treforedl.		Kraftint.		Eksp.
	Fast	Tilf.	Fast	Tilf.	Fast	Tilf.	
1973	28600	798	3336	1250	26844	203	5411
1974	30342	962	3811	1791	27614	272	5918
1975	31944	1157	2996	1799	26505	292	5968
1976	35056	1072	2928	1180	26855	277	7152
1977	36882	408	2846	130	25497	86	2464
1978	38605	881	2893	307	26587	11	3939
1979	41748	924	3327	543	28975	86	5472
1980	42174	945	3329	220	28371	66	2251
1981	44626	1167	3366	1089	27468	356	6860
1982	46007	1186	3293	977	26396	237	6852
1983	47803	829	3185	1894	28656	744	14017
1984	49792	1248	3827	2255	31624	445	9001
1985	52517	2741	4140	1720	30453	360	4577
1986	53870	2124	4138	421	29831	142	1876
1987	56134	2228	4118	1584	29410	307	2744
1988	55766	2490	4504	1534	30039	454	6794

Krafttapene knyttet til leveranse av kraft varierer mellom de ulike brukergruppene. Krafttapene er minst ved leveranser til brukere som er lokalisert nær produksjonssted og som kan motta elektrisitet med en høy spenning. NVE (1988) oppgir følgende krafttapsprosent for alminnelig forsyning i 1988

- Eget forbruk i stasjonene ( $\tau_k$ ): 1 prosent av produsert kraft
- Tap i hovednettet ( $\tau_o$ ): 2.5 prosent av innmatet kraft på hovednettet
- Tap i fordelingsnettet ( $\tau_f$ ): 9 prosent av innmatet kraft på fordelingsnettet
- Totale tap ( $\kappa$ ): 13.8 prosent av levert kraft

Totale tap målt som andel av levert kraft beregnes ved

$$\kappa = \frac{1 - (1 - \tau_k)(1 - \tau_o)(1 - \tau_f)}{(1 - \tau_k)(1 - \tau_o)(1 - \tau_f)} \quad (4.1)$$

Kraftintensiv industri forutsettes å være knyttet direkte til overføringsnett, slik at det samlede krafttapet for disse sektorene blir om lag 3.6 prosent av levert kraft. Leveranser til treforedlingssektoren og til eksport kommer i en mellomstilling ved at uttaket i gjennomsnitt skjer et stykke ut i fordelingsnett. For disse leveransene, samt for alle leveranser av tilfeldig kraft er tapsprosenten i 1988 satt til 7 prosent av den leverte kraftmengden. For leveranser av tilfeldig kraft til kraftintensiv industri brukes samme tapsprosent som ved leveranse av fastkraft til denne industrien. Med utgangspunkt i ovennevnte prosentsetninger og nettoforbrukstallene i tabell 4.1 kan hver enkelt sektors bruttoforbruk av kraft beregnes. Generelt vil sammenhengen mellom brutto- og netto kraftforbruk for sektor  $j$  ( $x_j$ ) kunne skrives

$$x_j^{brutto} = \frac{x_j^{netto}}{(1 - \tau_{kj})(1 - \tau_{oj})(1 - \tau_{fj})}, \quad (4.2)$$

hvor  $\tau_{ij}$  er tapsprosenten i kraftstasjonen ( $i = k$ ), overføring ( $i = o$ ) og fordeling ( $i = f$ ). De totale krafttapene i et år vil kunne beregnes ved

$$Tap = \sum_j x_j^{brutto} (\tau_{kj} + (1 - \tau_{kj})\tau_{oj} + (1 - \tau_{kj})(1 - \tau_{oj})\tau_{fj}), \quad (4.3)$$

hvor hvert av de tre leddene uttrykker tapene i henholdsvis kraftstasjon, overførings- og fordelingsnett. Ved anvendelse av NVE's tapsprosenten på el-statistikkens forbrukstall kan krafttap i de ulike delene av kraftsystemet beregnes. Det beregnede krafttapet i overføring blir i 1988 om lag 200 GWh større enn det faktiske tallet fra Elektrisitetsstatistikken. Det beregnede tapet i fordeling blir i 1988 om lag 1000 GWh større enn det observerte tallet. Beregnes tapet i fordeling i 1987 blir imidlertid ikke avviket mer enn 100 GWh. Grunnen til at de beregnede krafttapsprosentene gir gale krafttap kan ligge i betydelig usikkerhet både ved NVEs beregning av krafttapsprosentene og ved elektrisitetsstatistikkens tall for de faktiske tapene i linjenettet. For årene før 1988 er tapsprosentene gitt en utvikling slik at de stemmer best mulig med de observerte tapene. Denne justeringen er foretatt ved å finne den prosentvise veksten i tapsprosenten bakover i tid som minimerer summen av kvadrerte avvik mellom observerte og beregnede tap. Tapsprosentene er dermed forutsatt å ha følgende egenskap

$$\tau_{ij}^{t-1} = (1 + v_i)\tau_{ij}^t, \quad (4.4)$$

hvor  $i = p, o, f$ . Vekstraten  $v_i$  er den samme for alle år og uavhengig av hvilken sektor som mottar kraften. Krafttapsprosenten i kraftstasjonene er behandlet på samme måte bortsett fra at perioden er oppdelt i to. Krafttapsprosenten i produksjonssektoren er gitt en vekstrate i perioden 1973 - 1980 og en annen vekstrate i årene 1981 - 1988. Tapsprosentene er bestemt ved minimering av uttrykkene

$$Q_p = \sum_{t=1973, \dots, 1988} \left[ y_{pt} - \sum_j x_{jt}^{brutto} \tau_{pj}^t \right]^2, \quad (4.5)$$

$$Q_o = \sum_{t=1973, \dots, 1988} \left[ y_{ot} - \sum_j x_{jt}^{brutto} (1 - \tau_{kj}) \tau_{oj}^t \right]^2 \quad (4.6)$$

og

$$Q_f = \sum_{t=1973, \dots, 1988} \left[ y_{ft} - \sum_j x_{jt}^{brutto} (1 - \tau_{kj}) (1 - \tau_{oj}^t) \tau_{fj}^t \right]^2, \quad (4.7)$$

hvor  $y_{it}$  er El-statistikkens tall for krafttap i henholdsvis produksjons- ( $p$ ), overførings- ( $o$ ) og fordelingssektoren ( $f$ ) i år  $t$  og  $x_{jt}^{brutto}$  er bruttoforbruket av kraft i sektor  $j$  i år  $t$ . Minimeringen skjer med hensyn på vekstprosentene. Tabell 4.2 viser utviklingen i de beregnede tapsprosentene over perioden 1973-88 og de beregnede og faktiske krafttapene. I kolonnen for fordeling under tapsprosentene svarer andre til treforedling

Tabell 4.2: Beregnede tapsprosentene produksjon, overføring og fordeling, 1973-88. Prosent. Beregnede og faktiske krafttap, 1973-88. GWh.

År	Tapsprosentene				Produksjon		Krafttap Overføring		Fordeling	
	Alle	Overf.	Alm.fors.	Andre	Faktisk	Beregn.	Faktisk	Beregn.	Faktisk	Beregn.
1973	0.76	2.99	11.26	3.97	531	545	2115	2175	4192	4120
1974	0.82	2.95	11.09	3.91	612	633	2168	2268	4221	4291
1975	0.90	2.92	10.92	3.86	684	701	2116	2258	4333	4436
1976	0.99	2.88	10.76	3.80	730	814	2404	2355	4970	4755
1977	1.09	2.85	10.60	3.74	928	824	2019	2142	4754	4693
1978	1.19	2.82	10.44	3.69	991	970	2333	2263	5139	4861
1979	1.31	2.78	10.29	3.63	1262	1178	2369	2469	5386	5205
1980	1.44	2.75	10.14	3.58	1401	1239	2308	2331	5121	5070
1981	1.58	2.72	9.99	3.53	1590	1486	2465	2511	5748	5454
1982	1.60	2.69	9.84	3.47	1557	1511	2717	2497	5152	5537
1983	1.62	2.65	9.70	3.42	1511	1738	3037	2788	5460	5765
1984	1.63	2.62	9.55	3.37	1642	1773	3044	2775	4792	5793
1985	1.65	2.59	9.41	3.32	1746	1763	3398	2726	6035	5963
1986	1.67	2.56	9.27	3.27	1793	1703	3559	2579	4774	5949
1987	1.68	2.53	9.14	3.23	1644	1800	2834	2663	5919	6054
1988	1.70	2.50	9.00	3.18	1946	1908	2561	2760	5029	6066

og eksport samt tilfeldig kraft. De beregnede tapsprosentene impliserer at den totale tapsprosenten for alminnelig forsyning i prosent av levert kraft blir 17.3 prosent i 1973. Det medfører reduksjon på 3.5 prosentpoeng fra 1973 til 1988. For kraftintensiv industri blir tapsprosenten i 1973 4.1 prosent av levert kraft (3.6 prosent i 1988) og for andre næringer og tilfeldig kraft blir tapsprosenten 8.4 prosent (7 prosent i 1988) av levert kraft. Kolonnene for krafttap viser beregnet (NVEs tapsprosentene forlenget bakover) og faktisk (fra el-statistikken) krafttap. Avvikene er store i enkelte år. I grove trekk forklarer de beregnede krafttapsprosentene de faktiske tapene godt. I modellen for kraftsektoren vil de beregnede krafttapsprosentene bli benyttet. Alternativet er å benytte basisårets tapsprosentene. Sistnevnte metode gir også usikre resultater, siden usikkerheten ved enkelte års observerte krafttap er stor. De beregnede krafttapsprosentene representerer en glatting av de faktisk observerte krafttapsprosentene.

## 5 Driftsresultat, indirekte skatter og bruttoprodukt

I dette avsnittet benyttes tallene for lønnskostnader og realkapital som er beregnet i kapittel 2 og 3 til å konstruere tall for driftsresultat, indirekte skatter og bruttoprodukt i de tre delsektorene. Beregningen gjøres bare for årene 1986 og 1987 da det ved modelleringen av kraftsektoren ikke er behov for disse tallene i andre år enn i basisåret.

Faktorinntekten i kraftsektoren  $R^*$  er kjent fra nasjonalregnskapet. Faktorinntekten er sammensatt av lønnskostnader  $R^N$  og driftsresultat  $R^K$ , dvs.

$$R^* = R^N + R^K. \quad (5.1)$$

Denne sammenhengen må gjelde også for hver av delsektorene, dvs.

$$R_i^* = R_i^N + R_i^K, \quad (5.2)$$

hvor  $i = P, O, F$ . I kapittel 2 er lønnskostnadene beregnet og i kapittel 3 er realkapitalbeholdningen beregnet. Det forutsettes at kapitalavkastningen (driftsresultatet som andel av kapitalbeholdningen) er 7 prosent i overførings- og fordelingssektoren. Driftsresultatet i produksjonssektoren ( $R_P^K$ ) kan da beregnes residualt. Det medfører at produksjonssektoren i form av lav kapitalavkastning, bærer hele belastningen ved et lavt driftsresultat i kraftsektoren. Alternativt kunne en forutsatt lik kapitalavkastning i alle de tre delsektorene.

$$R_P^K = R^* - \sum_{i=P,O,F} R_i^N - \sum_{i=O,F} R_i^K \quad (5.3)$$

Tabell 5.3 viser de beregnede tallene for faktorinntekt og driftsresultat. Driftsresultatet i produksjonssektoren gir 3.8 og 3.2 prosents kapitalavkastning i henholdsvis 1986 og 1987.

Differansen mellom nettoprodukt ( $R$ ) og faktorinntekt består av subsidier ( $U$ ) og indi-

Tabell 5.3: Faktorinntekt og driftsresultat. Millioner kroner.

	Faktorinntekt		Driftsresultat	
	1986	1987	1986	1987
Prod.	4333	4266	3387	3152
Overf.	2437	2756	2056	2325
Ford.	4602	5274	2364	2780
Total	11371	12296	7807	8257

rekte skatter ( $T$ ), dvs.

$$R = R^* + T - U. \quad (5.4)$$

Subsidiene til kraftsektoren er beskjedne, om lag 149 millioner kroner i 1986. De indirekte skattene består av elektrisitetsavgift, eiendomsskatt, andre kommunale avgifter, investeringsavgift på reparasjonsarbeider og hjelpestoffer, avgift til finansdepartementets fond, årsavgift på biler og statlige gebyrer. Det er elektrisitetsavgiften som er den dominerende

avgiften. Den står i 1986 og 1987 for drøye 75 prosent av de samlede indirekte skattene i kraftsektoren. Subsidiene, elektrisitetsavgiften og avgift til finansdepartementets fond legges i sin helhet til produksjonssektoren. Eiendomsskatt, andre kommunale avgifter og statlige gebyrer fordeles på delsektorene på samme måte som sysselsettingen fordeler seg på delsektorene. Årsavgiften på biler fordeles som bilkapitalen og investeringsavgiften på reparasjoner og hjelpestoffer fordeles med utgangspunkt i delsektorenes forbruk av de avgiftsbelagte varer som fremgår fra elektrisitetsstatistikken. Etter at denne fordelingen er gjennomført kan nettoproduktet i de enkelte delsektorene beregnes ved

$$R_i = R_i^* + T_i - U_i, \quad (5.5)$$

hvor  $i = P, O, F$ . Tabell 5.4 viser fordelingen av de indirekte skattene og nettoproduktene i de enkelte delsektorene.

Tabell 5.4: Indirekte skatter, subsidier og nettoprodukt. Millioner kroner.

	Ind. skatter		Subsidier		Nettoprodukt	
	1986	1987	1986	1987	1986	1987
Prod.	2920	3228	149	149	7104	7345
Overf.	81	92	0	0	2518	2847
Ford.	496	517	0	0	5098	5792
Total	3497	3836	149	149	14719	15984

Bruttoproductet ( $E$ ) i de enkelte delsektorene i løpende priser er summen av nettoprodukt og kapitalslit ( $D_i$ ), dvs.

$$E_i = R_i + D_i, \quad (5.6)$$

hvor  $i = P, O, F$ . Kapitalslitet for de enkelte delsektorene er beregnet ved realkapitalberegningene i kapittel 3. Tabell 5.5 viser kapitalslit og bruttoprodukt i hver av de tre delsektorene.

Tabell 5.5: Kapitalslit og bruttoprodukt. Løpende priser. Millioner kroner.

	Kapitalslit		Bruttoproduct	
	1986	1987	1986	1987
Prod.	2359	2658	9462	10004
Overf.	926	1037	3444	3884
Ford.	999	1179	6097	6970
Total	4283	4875	19002	20859

Bruttoproduksjonsverdien er summen av bruttoprodukt og vareinnsats. Bruttoproduksjonsverdien motsvares av summen av produksjonen av de varer som produseres i

Tabell 5.6: Produksjon i kraftsektoren 1987. Løpende priser. Millioner kroner.

Vare	Totalt	Prod.	Overf.	Ford.
683 Monteringsarb.	622.8	142.5	39.4	440.9
684 Rep. arb.	295.2	67.5	18.7	209.0
686 Elektrisitet	41234.9			
688 Egne inv. arb.	451.1	103.2	28.6	319.3
689 Bortl. av prod.f.	708.9	162.2	44.9	501.8
890 Tj. fra forr.bygg	352.2	93.1	40.1	218.9
905 Utleie av mask.	36.8	9.7	4.2	22.9
Bruttoproduksj. verdi	43701.9			

sektoren. Kraftsektoren produserer foruten elektrisitet flere andre varer. Tabell 5.6 viser sektor-vare balansen fra nasjonalregnskapets hovedbok i 1987.

Produksjonen av varene 688 og 689 er fordelt på delsektorene med utgangspunkt i detaljopplysninger om reparasjonsarbeider i elektrisitetsstatistikken. Postene 683 og 684 er gitt samme fordeling som post 688. De to siste postene 890 og 905 er fordelt som sysselsettingens fordeling i tråd med metoden som er nyttet ved fordeling av vareinnsatsen. Post 686 omfatter i tillegg til sluttleveringer av elektrisitet kryssleveranser av elektrisitet mellom elektrisitetsverk. Disse kryssleveransene kommer inn som vareinnsats i andre verk og bidrar til å blåse opp bruttoproduksjonsverdien. Ved beregning av vareinnsatsen som er foretatt i kapittel 4 ble disse kryssleveransene strøket. Post 686 skal i tillegg til sluttleveringer inneholde leveranser av elektrisitet som brensel til andre elektrisitetsverk samt krafttap i produksjonssektoren, overførings- og fordelingsnettet. De sistnevnte leveransene kan ikke verdiberegnes uten ved bruk av en simultan modell som beregner verdien av tapene i delsektorene samtidig. Dette vil bli gjort i den modellen for kraftsektoren som dette notatet danner grunnlag for.

## 5.1 Mål for produksjonen av elektrisitetsvaren i delsektorene

Volumutviklingen i produksjonen av elektrisk kraft, overføringstjenester og fordelingstjenester er viktig når ressursbruken i kraftsektoren skal studeres. Ved å forutsette at produksjonen av biprodukter (vare 683, 684, 688, 689, 890, 905) i delsektorene står i et fast forhold til produksjonen av hovedproduktet (vare 686) vil volumutviklingen til hovedvaren bestemme volumutviklingen i delsektorenes bruttoproduksjonsverdi. I dette avsnittet dokumenteres volummålene for produksjonen i de tre delsektorene.

I produksjonssektoren vil kraftproduksjonen målt i fysiske enheter svare til bruttoproduksjonsverdien av vare 686 i faste priser.

I overføringssektoren vil antall overførte kWh over en gitt overføringsavstand uttrykke et volummål for produksjonen av vare 686 i overføringssektoren. Tall for årlig overføringslengde



er ikke tilgjengelig. Antall leverte kWh ut fra overføringsnettet vil derfor bli brukt som volummål for produksjonen av overføringsstjenester. Sammenligning av produksjonsvolumet fra år til år vil kreve en forutsetning om konstant gjennomsnittlig overføringslengde.

Fordelingssektoren produserer fordelingsstjenester ved å transportere kraft fra overføringsnett og frem til sluttforbrukerne. Produksjonsmålet for denne sektoren kan bygges opp ved å la en kWh levert til brukere innen alminnelig fordeling telle som en produksjonsenhet. Leveranser til treforedling og eksport samt alle leveranser av tilfeldig kraft krever mindre fordelingsstjenester pr. levert kWh. Tapsprosenten i fordelingsnettet ved leveranser til disse gruppene som andel av tapsprosenten ved leveranser til alminnelig forsyning brukes som vekt ved beregning av hvor mye en levert kWh til treforedling, eksport og tilfeldig kraft skal telle i forhold til en kWh til alminnelig forsyning. Produksjonsmålet for vare 686 i fordelingssektoren ( $X_f$ ) kan skrives

$$X_f = x_{alm.fors.}^{netto} + \frac{\tau_f^*}{1-\tau_f^*} \frac{\tau_f}{1-\tau_f} x_{tref.,eksp.,tilf.}^{netto} \quad (5.7)$$

hvor  $\tau_f$  er tapsprosenten i fordeling ved leveranser av fastkraft til alminnelig forsyning og  $\tau_f^*$  er tapsprosenten i fordeling ved leveranser til treforedling og eksport samt ved alle leveranser av tilfeldig kraft. Tapsprosentene  $\tau_f^*$  og  $\tau_f$  er målt som prosent av innmatet kraft i fordelingsnettet. De tilsvarende tapsprosentene målt i forhold til levert kraft blir  $\frac{\tau_f^*}{1-\tau_f^*}$  og  $\frac{\tau_f}{1-\tau_f}$ . Tabell 5.1 viser beregnede produksjonsmål i de ulike delene av kraftsektoren. Svingningene i årlig produksjon skyldes i stor grad temperatur- og nedbørsforhold.

Tabell 5.1: Produksjonsmål i delsektorene

	Prod.	Overf.	Ford.
1973	73054	70626	32189
1974	76693	74282	34344
1975	77487	75036	35939
1976	82133	79515	39186
1977	72433	73034	38828
1978	80997	78207	41241
1979	89123	86313	45134
1980	84099	82177	44415
1981	93397	90472	48690
1982	93156	89672	50144
1983	106370	102423	54626
1984	106666	102714	55336
1985	103292	102181	56996
1986	97284	96639	56685
1987	104283	102212	59774
1988	110020	106680	61001

I år med høy produksjon vil gjennomsnittsprisen på elektrisitet være lavere enn i år med lav produksjon. Dette skyldes at overskuddskraft ofte selges som tilfeldig kraft og til eksport, til lave priser. Dette vil bidra til å jevne ut bruttoproduksjonsverdien i løpende priser i produksjonssektoren.

## 6 Avslutning

Dette notatet dokumenterer et datagrunnlag for studier av kraftsektoren. De beregnede data vil bli utnyttet både ved sektorstudier av kraftsektoren, jfr. Johnsen (1990a) og ved utarbeidelse av en modellblokk for kraftsektoren som kan inngå i en revidert utgave av den makroøkonomiske modellen MSG, jfr. Johnsen (1990b). Nasjonalregnskapstall for sysselsetting, vareinnsats og realkapital er fordelt på sektorene produksjon, overføring og fordeling av elektrisk kraft. Fordelingen er foretatt med utgangspunkt i opplysninger om fordelingen av de enkelte poster på de tre sektorene i elektrisitetsstatistikken. Driftsresultatet i kraftsektoren er fordelt på delsektorene ved å forutsette at kapitalavkastningen er 7 prosent i overførings- og fordelingssektoren. Driftsresultatet i produksjonssektoren er deretter residualbestemt. Fordelingen av de indirekte skatter, lønnskostnadstall, kapitalslit og driftsresultat bestemmer bruttoproduktet i hver av de tre delsektorene. Beregning av bruttoproduksjonsverdien i delsektorene krever en verdsetting av den vareinnsatsen som utgjøres av krafttapene ved overføring og fordeling av kraft. En slik beregning vil bli foretatt simultant for delsektorene i den modellen som dette notatet danner grunnlaget for.

Beregningene er utført i EXCEL-regneark. Vedlegg 1 angir navn og funksjon for de regneark som inngår i beregningene.

## Referanser

Bjerkholt, Olav, Svein Longva og Øystein Olsen (1982): Analyse av tilbud og etterspørsel etter elektrisitet i norsk økonomi. Samfunnsøkonomiske studier 53. Oslo: Statistisk sentralbyrå .

Fløttum, Erling Joar (1980): Nasjonalregnskapet i Norge. System og beregningsmetoder. Samfunnsøkonomiske studier 45. Oslo: Statistisk sentralbyrå .

Hetland, Tyra, Turid Vik og Asbjørn Aaheim (1990): Tilgang og bruk av energi. Interne notater 90/2. Oslo: Statistisk sentralbyrå .

Johnsen, Tor Arnt (1990a): Kraftsektoren 1973 - 1988. Upublisert notat. Oslo: Statistisk sentralbyrå .

Johnsen, Tor Arnt (1990b): Modell for kraftsektoren. Upublisert notat. Oslo: Statistisk sentralbyrå .

Myklestu, Knut (1979): Data til energimodellen. Interne notater 79/2. Oslo: Statistisk sentralbyrå .

NOS (1967-88): Elektrisitetsstatistikk, Årgangene 1967 – 1988. Oslo: Statistisk sentralbyrå .

NOS (1987): Nasjonalregnskapsstatistikk 1987. Oslo: Statistisk sentralbyrå .

NVE (1988): Langtidsgrensekostnad for fastkraft. Indifferenskostnad for fastkraft. Avdelingsrapport ES 20/88. Oslo: Norge vassdrags- og elektrisitetsverk.

## Vedlegg 1

**Regneark: Funksjon**

---

**Sysselsetting:**

**elsyssel.xls** Lager fordelingsnøkler for sysselsetting og lønnskostnader. Beregner fordelte tall for sysselsetting, timeverk, lønnskostnader og normalårsverk i de tre delsektorene.

**Vareinnsats:**

**elvarein.xls** Fordeler reparasjonsarbeider fra post 13 i skjemaet på vare og sektor. Konstruerer nøkler.

**elvarein2.xls** Beregner vareinnsats i faste basisårspriser. Korrigerer krysslev. Fordeler vareinnsatsen fra nasjonalregnskapet med utgangspunkt i nøkler fra elvarein og sysselsettingsnøkler fra elsyssel.

**Realkapital:**

**elinvest.xls** Innlesing av tall fra post 13 i skjemaet (anskaffelser).

**elinves1.xls** Fordeler samleposter i periodene 1967-72 og 1973-82. Fordeler de ulike poster på art og sektor.

**elinpris.xls** Beregner prisindeksverdien for 1987.

**elinves2.xls** Fastprisberegner anskaffelser etter art samlet og fordelt på sektor.

**elinvesp.xls** Beregner nettokapitalakkumulasjon i produksjonssektoren.

**elinveso.xls** Beregner nettokapitalakkumulasjon i overføringssektoren.

**elinvesf.xls** Beregner nettokapitalakkumulasjon i fordelingssektoren.

**elinves3.xls** Fordeler nasjonalregnskapets realkapital i siste år (1987).

**elinvesa.xls** Fordeler kapitalslit fra nasjonalregnskapet for hver art og hver sektor.

**elinvesb.xls** Innlesing og beregning av salg av brukte biler.

**elinvep1.xls** Lager tilbakegående tall for realkapital etter art for produksjonssektoren. Bygger på anskaffelser, avskrivninger og salg.

**elinveo1.xls** Lager tilbakegående tall for realkapital etter art for overføringssektoren. Bygger på anskaffelser, avskrivninger og salg.

**elinvef1.xls** Lager tilbakegående tall for realkapital etter art for fordelingssektoren. Bygger på anskaffelser, avskrivninger og salg.

**elinvett.xls** Oppsummerer resultatene og kontrollerer avvik fra nasjonalregnskapet.

**Omsetning og tap i nettet:**

**eltap.xls** Viser fysisk økosirk for kraftomsetningen

**eltap4.xls** Viser nettoforbruk og tap i de ulike deler av systemet  
Beregner tapsprosent og utviklingen i disse.

**eltap2.xls** Spesifikasjon av post 671 i skjemaet.

**varesekt.xls** Beregner driftsresultat, indirekte skatter og bruttoprodukt.

---