

Interne notater

STATISTISK SENTRALBYRÅ

80/31

16. oktober 1980

TEMPERATURKORRIGERING AV ELEKTRISITETSFORBRUKET

Av

Hans Viggo Sæbø ^{★)}

I n n h o l d

	Side
1. Bakgrunn	2
2. Temperatur- og tapskorrigering	2
3. Korrigeringsmetoder	3
3.1 Metode for korrigering av Samkjøringens ukestatistikk	3
3.2 EFI-energi	5
3.3 Metode for korrigering av Byråets måneds- og kvartals- statistikk	5
4. Forsøk med temperaturkorrigering på grunnlag av månedsdata	6
4.1 Datagrunnlag	6
4.2 Beregninger	6
4.3 Temperaturkorrigering for 1977-1979	8
Litteratur	10
Vedlegg A	11-12
Vedlegg B	13

★ Christos Kanellos har utført det praktiske beregningsarbeidet

TEMPERATURKORRIGERING AV ELEKTRISITETSFORBRUKET

1. BAKGRUNN

Ressursregnskapet for energi kan brukes som utgangspunkt for framskriving av energibruken. Metoden som nyttes består i å framskrive energibruken i hver sektor (140 sektorer i alt) ved å anta at denne endres proporsjonalt med forventet bruttoprodukt. Utviklingen i bruttoprodukter fås som et resultat av en MODIS- eller MSG-kjøring. Framskrivningen justeres for antatte endringer i forholdet mellom energibruk og bruttoprodukt. Slike endringer kan skyldes endringer i teknologi og substitusjon mellom de ulike energivarene.

Framskrivningsmetoden tar hensyn til avhengigheten mellom økonomisk utvikling (produksjon) og energibruk. Energibruken varierer imidlertid mye fra år til år pga. ulikt klima. Ifølge formålsregnskapet for energi [1] brukes f.eks. halvparten av elektrisiteten utenom industrien til romoppvarming. Det er energiforbruket i et klimamessig normalår som skal framskrives, og en må derfor justere forbrukstallene i basisåret slik at tallene svarer til forbruket i et slikt normalår.

I dette notatet gis en kort oversikt over de metoder som brukes til temperaturkorrigering av elektrisitetsforbruket (det korrigeres vanligvis bare for temperatur). Til nå er det Samkjøringen og Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen som har brukt slike metoder. I samband med Statistisk Sentralbyrås arbeid med framskriving av energiforbruket har vi også eksperimentert med egne metoder for temperaturkorrigering. Dette notatet inneholder resultatene fra dette arbeidet med forslag til temperaturkorrigering for perioden 1977-1979.

2. TEMPERATUR- OG TAPSKORRIGERING

Temperaturkorrigering av elektrisitetsforbruket er aktuell både i tilknytning til løpende korttidsstatistikk og i den endelige statistikken som foreligger etter ca. ett år.

Korttidsstatistikken omfatter Samkjøringens ukestatistikk og Statistisk Sentralbyrås måneds- og kvartalsstatistikk (kvartalsvise elektrisitetsbalanser). Felles for disse statistikkene er at en utenom kraftintensiv industri stort sett bare har oppgaver over samlet brutto innenlandsk forbruk.¹⁾

1) Tilfeldig kraft til elektrokjeler er skilt ut i Samkjøringens statistikk og Byråets kvartalsstatistikk. Byråets statistikk har netto forbruk innen noen få næringer, f.eks. innen treforedling i kvartalsstatistikken.

En løpende korreksjon av korttidsstatistikk beregnet ut fra empirisk materiale om temperatur og forbrukstall fra slik statistikk vil også inneholde en korreksjon for endringer i tapet. Som et gjennomsnitt for "alminnelig forsyning" (forbruk utenom kraftintensiv industri og tilfeldig kraft til elektrokjeler) regnes tapet lik 16 prosent [2]. Tapet er imidlertid grovt sett proporsjonalt med kvadratet av nettbelastningen, og det kan variere fra år til år, slik at kalde perioder med høy belastning også gir et forholdsvis høyere tap (tap og temperaturinnvirkning er korrelert). De modellene som brukes for å studere sammenhengen mellom elektrisitetsforbruk og temperatur er vanligvis lineære, og tapets kvadratiske avhengighet av belastningen kan dermed føre til at modellene ikke får tatt hensyn til tapskorreksjoner fullt ut.

I den årlige, endelige elektrisitetsstatistikken er tapene i overførings- og fordelingsnettene registrert, og nettoforbruket er fordelt på detaljerte sektorer. Korreksjoner beregnet på grunnlag av data fra korttidsstatistikk må derfor renses for tapskorreksjon når de endelige tallene skal korrigeres.

3. KORRIGERINGSMETODER

3.1 Metode for korrigeringsmetode av Samkjøringens ukestatistikk

Det er Elektrisitetsforsyningens forskningsinstitutt (EFI) som har laget metoden for temperaturkorrigering som Samkjøringen nytter i sin ukestatistikk. Korreksjonen beregnes for "alminnelig forbruk referert kraftstasjon". Dette forbruket omfatter brutto innenlandsk forbruk utenom kraftintensiv industri og tilfeldig kraft til elektrokjeler. Forbruket er rensset for et beregnet (gjennomsnittlig) tap til kraftintensiv industri (3 prosent av nettoforbruket), til elektrokjeler (7 prosent) og til eksport (7 prosent). Temperaturkorreksjonen vil etter forrige avsnitt også kunne inneholde en tapskorreksjon.

Forbrukstallene for hver av de fire samkjøringsregionene korrigeres hver for seg. Det er beregnet egne koeffisienter som gir korreksjon i GWh pr. grad avvik fra det normale (gjennomsnittstemperatur for en uke). Metoden og beregningene som ligger bak den er dokumentert i [3] og [4]. Noen viktige trekk ved elektrisitetsforbrukets temperaturavhengighet, og hvordan metoden tar hensyn (eventuelt ikke tar hensyn) til disse, skal her kommenteres.

A) Temperaturkorreksjoner varierer med årstid

Korreksjonene er beregnet ved å behandle hver årstid (vinter, vår, sommer og høst) for seg. Det viser seg at korreksjonene er størst vår og høst og mindre vinter og sommer. Dette kan skyldes kapasitetsbegrensninger om vinteren og at folk slutter å fyre når temperaturen kommer over et visst nivå om sommeren. Metoden korrigerer ikke for temperaturavvik som er store i forhold til normaltemperatur (mer enn to standardavvik fra). Selv om korreksjonene er små om sommeren, synes metoden å overkorrigere i svært varme perioder.

B) Korreksjonene endres over tid

I 1978 og 1979 brukte en i ukestatistikken korreksjonskoeffisienter beregnet ut fra data for perioden 1972-76. Koeffisientene endres imidlertid over tid etter som forbruksmønstret endres. Alt tyder på at elektrisitetsforbruket blir mer og mer temperaturfølsomt, idet en stadig større del av romoppvarmingen blir basert på elektrisitet. Mens forbruket av parafin og fyringsoljer var omtrent det samme i 1979 som i 1973, økte elektrisitetsforbruket utenom kraftintensiv industri med ca. 35 prosent i samme periode. Samkjøringens temperaturkorreksjoner for 1980 er basert på data for perioden 1975-79. Korreksjonskoeffisientene beregnet ut fra disse data er da også høyere enn de som ble beregnet ut fra data for 1972-76. Ideelt sett burde korreksjonskoeffisientene være beregnet på grunnlag av så ferske data som mulig. På den annen side må en ha data for noen år for å få gode (signifikante) estimater.

C) Elektrisitetsforbruket har en treghet ved temperaturvariasjoner

Metoden synes å korrigere ned for mye i en periode hvor det blir stadig kaldere og opp for mye dersom det blir stadig varmere. Dette kan skyldes varmekapasiteten i bygningsmassen eller at folk reagerer tregt på klimavariasjoner når det gjelder oppvarming. Forsøk ved Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen (NVE) kan tyde på at en kan komme fram til bedre koeffisienter ved å sammenlikne forbruket i en uke med temperaturen i en like lang periode 1-2 dager tidligere [4].

3.2 EFI-energi

EFI's energiprognosemodell kan også brukes til å beregne temperaturkorreksjon. Modellen inneholder data om bygningsmassen, oppvarmingsmetode m.v. Modellen beregner forbruket med det aktuelle graddøgntallet¹⁾ og med normaltemperatur i en periode (vanligvis et år). Forskjellen gir temperaturkorreksjonen. Metoden korrigerer forbruket målt hos forbruker (netto), og egner seg for å beregne korreksjoner knyttet til endelige tall (ikke foreløpig korttidsstatistikk). Metoden er brukt bl.a. til å analysere temperaturs betydning for utviklingen i elektritetsforbruket 1978 og 1. halvår 1979, se [5]. Denne analysen ble gjort i samband med arbeidet i et underutvalg av Regjeringens prognoseutvalg ("korttidsanalyseutvalget").

3.3 Metode for korrigering av Byråets måneds- og kvartalsstatistikk

I samband med arbeidet i korttidsanalyseutvalget høsten 1979 arbeidet en også med en enkel modell for å korrigere Byråets kvartals- eller månedsstatistikk for temperatursvingninger [5]. Modellen er lineær og bruker kvartals- eller månedstall for forbruk utenom kraftintensiv industri. Tallene inneholder et eventuelt ekstra tap (utover gjennomsnittlige 16 prosent), og metoden vil derfor gi en temperaturkorreksjon som også inneholder tapskorreksjon (i hvert fall den "lineære delen" av denne). I beregningene med kvartalstall er det også skilt fra et beregnet forbruk i industri og bergverk utenom de kraftintensive næringene.

Modellen er

$$Y = a + bG + ct + u, \text{ hvor} \quad (1)$$

Y = fastkraftforbruk,
G = graddøgntallet (veid for hele landet),
t = nummeret på kvartalet eller måneden,
u = et restledd med forventning 0.

Modellens styrke ligger først og fremst i dens enkelhet. Tregheten i forbrukernes reaksjon på temperatursvingninger skulle dessuten spille liten rolle når en regner med en periode på en måned eller mer.

Den største svakheten ved modellen er at den ikke tar hensyn til at temperaturkorreksjonene varierer med årstid. Dette kan en imidlertid rette på ved å beregne egne regresjonslikninger for hver årstid. Ved beregninger på månedsdata nummereres månedene 1,2,3 osv. Korreksjonskoeffisienter for våren (mars, april, mai) kan beregnes ved å bare bruke t = 3,4,5. Ved å ta med flere år i beregningene kan en likevel få nok data.

1) Graddøgn = $(20^{\circ}\text{C} - \text{midlere temperatur i perioden}) \times \text{antall dager i perioden}$

I neste avsnitt har en estimert koeffisientene i (1) ved hjelp av månedsdata for perioden 1977-79. Her har en også beregnet egne koeffisienter for hver av de fire årstidene.

Noen andre metoder som har vært brukt eller foreslått til temperaturkorrigering er nevnt i [4], hvor en også har gått nærmere inn på de generelle problemene ved alle slike metoder (f.eks. andre faktorer som påvirker forbruket, så som andre klimafaktorer og faktorer som påvirker den ikke-temperaturavhengige delen av forbruket).

4. FORSØK MED TEMPERATURKORRIGERING PÅ GRUNNLAG AV MÅNEDSDATA

4.1 Datagrunnlag

Datagrunnlaget for beregningene stammer fra Byråets månedsstatistikk når det gjelder elektrisitetsforbruket. Statistikken gir brutto innenlandsk forbruk utenom kraftintensiv industri. Fra dette forbruket har en trukket tilfeldig kraft til pumpekraft og elektrokjeler beregnet ved å summere Samkjøringens ukesrapporter. En har også trukket ut tap til kraftintensiv industri (3 prosent av det registrerte nettoforbruket), tilfeldig kraft (7 prosent) og eksport (7 prosent), slik at forbrukstallene svarer til "alminnelig forsyning referert kraftstasjon". Data for perioden januar 1977 - april 1980 er satt opp i vedlegg A.

I de beregningene som tidligere er utført på kvartalsdata [5] har en også trukket ut tall for resten av industrien (beregnet ut fra kvartalsvise produksjonsindekser samt korttidsstatistikk når det gjelder treforedling og noen få andre sektorer). En slik detaljering av månedsstatistikken ville være en fordel også når det gjelder å forbedre metodene for temperaturkorrigering.

Data for graddøgntallet er hentet fra Meteorologisk institutt. Veide tall for Norge er satt opp i vedlegg B.

4.2 Beregninger

Perioden januar 1977 - desember 1979 gir 33 observasjoner når vi ikke tar med juli. Juli bør holdes utenfor, da et lavt forbruk denne måneden først og fremst skyldes ferie. Dersom juli ble tatt med i beregningene, ville det føre til for høy korreksjonskoeffisient (ferieforbruket er korrelert med høy temperatur) og dårligere tilpasning.

Resultater for januar 1977 - desember 1979

$$Y = 1553 + 5,3 G + 15 t, \quad (\text{GWh})$$

$$R^2 = 0,98$$

95 - prosent konfidensintervall for koeffisientene:

Temperaturkorrigering: $b = (5,3 \pm 0,3)$ GWh/grad

Trend: $c = (15 \pm 5,1)$ GWh/måned

Omregning til korrigering på nettoforbruk i alminnelig forsyning¹⁾ gir en temperaturkorrigering på 4,6 GWh/grad. Dette stemmer bra med korreksjonsfaktoren på 4,2 GWh/grad som ble beregnet på kvartalsdata for perioden 1. kvartal 1977 - 2. kvartal 1979, og det indikerer en svak økning i koeffisienten over tid.

Trenden på 15 GWh/måned svarer til en økning på 2160 GWh/år. Alminnelig forbruk referert kraftstasjon var 48,6 TWh i 1978, og trenden svarer til en årlig økningstakt på 4,4 prosent.

Resultater for januar 1978 - april 1980

For å undersøke om temperaturkorrigeringer øker over tid, har vi også beregnet koeffisienten for januar 1978 - april 1980 (unntatt juli):

$$Y = 1633 + 5,4 G + 16 t,$$

$$R^2 = 0,99$$

95 - prosent konfidensintervall:

$b = (5,4 \pm 0,3)$ GWh/grad

$c = (16 \pm 6,1)$ GWh/måned

Beregningene for dette tidsrommet avslører ingen signifikant økning i korrigeringskoeffisient. En vil senere utføre beregninger hvor en har med data for hele 1980.

Resultater for de enkelte årstidene, data for 1977-1979

Vinter

$$Y = 2102 + 4,4 G + 17 t \quad (\text{GWh})$$

$$R^2 = 0,87$$

$b = (4,4 \pm 1,0)$ GWh/grad

$c = (17 \pm 6,1)$ GWh/måned

1) b divideres på 1,16

Vår

$$Y = 1358 + 5,5 G + 18 t \text{ (GWh)}$$

$$R^2 = 0,93$$

$$b = (5,5 \pm 1,0) \text{ GWh/grad}$$

$$c = (18 \pm 11) \text{ GWh/måned}$$

Sommer

$$Y = 1782 + 4,7 G + 7 t \text{ (GWh)}$$

$$R^2 = 0,94$$

$$b = (4,7 \pm 1,4) \text{ GWh/grad}$$

$$c = (7 \pm 2,6) \text{ GWh/måned}$$

Høst

$$Y = 1417 + 6,1 G + 9 t$$

$$R^2 = 0,98$$

$$b = (6,1 \pm 0,5) \text{ GWh/grad}$$

$$c = (9 \pm 5,4) \text{ GWh/måned}$$

Beregningene tyder som ventet på at elektrisitetsforbruket er mer temperaturavhengig om våren og høsten enn om vinteren og sommeren, selv om forskjellene er for små til at en ut fra vårt materiale alene kan påstå at alle er signifikant forskjellige. Det meste av økningen i forbruket (trenden) har i perioden 1977-79 foregått i 1. halvår.

Tilsvarende beregninger utført med data for januar 1978 - april 1980 avspeiler de samme trekk, men temperaturkorrigeringen øker svakt.

4.3 Temperaturkorrigering for 1977-1979

Siden korreksjonsfaktoren antas å øke fra år til år, vil trolig en beregning foretatt med data for 1977, 1978 og 1979 gi best resultat for 1978. Vi har likevel beregnet korreksjoner for alle tre årene. Korreksjonene er beregnet ved å bruke faktorene for hver årstid. Midlere antall graddøgn i hver periode er beregnet for perioden 1930-59 (kilde: Meteorologisk institutt, se vedlegg B). Det vil være ønskelig å ha med en lengre og/eller senere periode i disse beregningene.

Tabell 1. Temperaturkorleksjon for 1977-1979 for alminnelig forsyning referert kraftstasjon¹⁾. GWh

År	I alt	Vinter	Vår	Sommer	Høst
1977	-697	-211	-160	-320	-6
1978	-1 209	-880	-83	-136	-110
1979	-2 288	-906	-358	-414	-610

1) Inkluderer noe korleksjon for ekstra tap (den "lineære" delen av denne)

En kan merke seg at alle årstidene i perioden 1977-79 har vært kaldere enn normalt!

Endelig statistikk for 1977 og 1978 er nå tilgjengelig. For å få korleksjoner for nettoforbruket innen alminnelig forsyning, må en dividere korleksjonene i tabellen på 1,16 og trekke fra eventuell korleksjon for ekstra tap. Korttidsanalyseutvalget har tidligere anslått tapskorleksjonen til 0,0 TWh i 1977 og 1978 og -0,3 TWh 1. halvår 1979. Dersom en beregner tapet for 1978 ut fra nettoforbruket i kraftintensiv industri (3 prosent), elektrokjeler (7 prosent), eksport (7 prosent) og annet forbruk (16 prosent), får en imidlertid ca. 200 GWh lavere tap enn det som er registrert i den årlige elektrisitetsstatistikken. Alt etter i hvilken grad temperaturkorrigeringen fanger opp et ekstra tap i kalde perioder (som vinteren, særlig desember, 1978), kan vi derfor regne med en tapskorleksjon på 100-200 GWh i 1978.

Ved å dividere korleksjonene i tabell 1 med 1,16 fås netto korleksjoner på hhv -600, -1 040 og -1 970 GWh for 1977, 1978 og 1979. Dersom vi regner med en tapskorleksjon på ca. 150 GWh i 1978, får vi en temperaturkorleksjon på netto alminnelig forbruk på -900 GWh dette året. Dette er det tallet som til nå er brukt av korttidsanalyseutvalget (også beregnet ved kjøring av EFI-energi).

For 1979 kan vi foreløpig regne med en temperatur- og tapskorleksjon på 2 300 GWh brutto (tabell 1). Dersom det er inkludert et ekstra tap på 300 GWh i dette tallet, får vi en netto temperaturkorleksjon på ca. -1 700 GWh.

På lengre sikt kan det være aktuelt å korrigere Byråets månedsstatistikk, selv om det foreløpig ikke foreligger noen planer om dette. En mulig metode kunne gå ut på å bruke koeffisienter som er beregnet løpende, slik at en til enhver tid har med data for de siste 36 måneder i beregningen. Vi må imidlertid skaffe oss mer erfaring med slike beregninger før dette eventuelt gjøres til en fast rutine.

Litteratur

- [1] Sæbø, Hans Viggo: "Energibruk etter formål": Statistisk Sentralbyrå, Rapporter 1979 (RAPP 79/1)
- [2] Kroken, Svein: "Overføringstap i det norske kraftforsyningssystem", NVE, Arbeidsrapport 1976 (EE 20/76)
- [3] Tyse, Elin: "Temperaturkorrigering av elforbruket til alminnelig forsyning". NVE, Kontornotat 1979 (EEM 22/79)
- [4] Tyse, Elin: "Problemer vedrørende klimakorreksjon og tapskorreksjon av elforbruket til alminnelig forsyning". NVE, Kontornotat 1980 (EEM 2/80)
- [5] "Analyse av utviklingen i elektrisitetsforbruket 1978 og første halvår 1979". Statistisk Sentralbyrå, Rapporter 1980 (RAPP 80/7)

V e d l e g g A

Elektrisitetsforbruket i Norge januar 1979 - april 1980

År	Måned	A	B	C	D	E
		Brutto forbruk innenlands	Kraftintensiv industri (Brutto)	Tilfeldig kraft til pumpekraft og elektrokjeler (Brutto)	Beregnet tap ved eksport	Alminnelig forsyning referert kraftstasjon
1979	Januar	7 798	2 340	41	9	5 408
	Februar	6 964	1 979	41	3	4 941
	Mars	6 938	2 153	41	7	4 737
	April	6 146	2 046	83	7	4 010
	Mai	5 574	2 174	83	7	3 310
	Juni	5 105	2 138	83	10	2 874
	Juli	4 304	1 955	97	6	2 246
	August	4 805	2 022	97	4	2 682
	September	5 542	2 051	97	5	3 389
	Oktober	6 209	2 098	72	7	4 039
	November	6 874	2 102	72	29	4 671
	Desember	7 350	2 166	72	15	5 097
1980	Januar	7 622	2 117	92	23	5 390
	Februar	7 329	1 969	72	16	5 273
	Mars	7 295	2 192	97	34	4 972
	April	6 525	2 177	88	25	4 235
	Mai	5 743	2 261	120	15	3 347
	Juni	5 073	2 131	198	22	2 722
	Juli	4 602	2 068	195	32	2 307
	August	5 088	2 210	110	19	2 749
	September	5 881	2 236	75	13	3 557
	Oktober	6 669	2 360	85	15	4 209
	November	7 300	2 366	211	46	4 677
	Desember	8 579	2 499	148	38	5 894

$$E = A - B - C - D$$

Kilde: Korttidsstatistikken og oppgaver fra Samkjøringen (elektrokjeler)

Vedlegg A (forts)

Elektrisitetsforbruket i Norge januar 1979 - april 1980

År	Måned	A	B	C	D	E
		Brutto forbruk innenlands	Kraftintensiv industri (Brutto)	Tilfeldig kraft til pumpekraft og elektrokjeler (Brutto)	Beregnet tap ved eksport	Alminnelig forsyning referert kraftstasjon
	Januar	8 909	2 471	112	16	6 310
	Februar	7 796	2 268	45	10	5 473
1	Mars	7 908	2 508	35	12	5 353
9	April	6 746	2 430	37	20	4 259
	Mai	6 471	2 458	50	13	3 949
7	Juni	5 520	2 371	246	42	2 861
9	Juli	5 139	2 325	272	39	2 503
	August	5 814	2 469	273	62	3 010
	September	6 337	2 422	268	57	3 590
	Oktober	7 427	2 533	281	57	4 556
	November	7 851	2 476	143	31	5 201
	Desember	8 451	2 586	133	24	5 708
1	Januar	8 975	2 593	129	25	6 228
9	Februar	8 397	2 395	112	16	5 574
8	Mars	8 147	2 531	104	17	5 495
0	April	6 883	2 419	95	17	4 352

$$E = A - B - C - D$$

Kilde: Korttidsstatistikken og oppgaver fra Samkjøringen (elektrokjeler)

V e d l e g g B

Graddøgn for Norge (veid)

Periode	1977	1978	1979	1980	Normal
Januar	725	657	806	755	704
Februar	672	700	678	703	624 ¹⁾
Mars	567	620	608	646	611
April	531	492	477	447	465
Mai	329	301	378	299	322
Juni	222	168	183	148	207
Juli	167	170	195	114	127
August	174	186	205	166	161
September	318	330	309	257	273
Oktober	384	425	456		428
November	531	495	567		531
Desember	611	803	682		632
Årssum	5 231	5 347	5 544		5 085

1) 646 i 1980 pga. skuddår

Tallene er beregnet på grunnlag av data fra Meteorologisk institutt.