

**KONINKLIJK NEDERLANDS
METEOROLOGISCH INSTITUUT**

WETENSCHAPPELIJK RAPPORT

SCIENTIFIC REPORT

W.R. 83 - 14

A.W.Hanssen

Over de invloed van het weer op electriciteitsmaxima en verificatie
van schattingen dezer maxima gedurende de periode
1 januari 1972 - 1 januari 1983 in Zuid Holland



De Bilt, 1983

Publikatienummer: K.N.M.I. W.R. 83-14 (DM)

Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut,
Dynamisch Meteorologisch Onderzoek,
Postbus 201,
3730 AE De Bilt,
Nederland.

U.D.C.: 551.5 :

621.31 :

33

Summary.

This paper contains an analysis of the weather effects on the peak loads of the electricity power system in the South West of the Netherlands.

There is no economical means of storing electrical energy on a large scale and hence it is necessary to load and unload in strict accordance with the rise and fall of demands of the consumers. Weather conditions have a large effect on this demand especially during the peak-hour periods.

The peak loads of the working days from the period 1972-1982 have been related to meteorological parameters i.e. the condition of the sky (degree of cloudiness) and the temperature. A further selection of parameters e.g. windvelocity and precipitation was abandoned because of the lack of sufficient data. The relationship was established after elimination of the effects of non-meteorological parameters, i.e. long-term trend, seasonal variations and character of the day.

Using a semi-objective method (developed from earlier data in the same way) load estimates for the period 1972-1982 were made daily. These estimates, which are highly dependent on accurate forecasting of the weather, were verified and the results of the verification are summarized in part 4. The mean deviations of the errors in the daily load forecasts amounted to 28.0 Mw (24h forecasts) and 20.6 Mw (8h forecasts) corresponding to 1.7% and 1.3% of the mean load.

It is noteworthy that the literature about load-dispatching is now more scarce than it was 35 years ago and we never saw a systematic verification of load estimates.

1. Inleiding

Over de weersafhankelijkheid van electriciteitsmaxima wordt in afnemende mate gepubliceerd. Het meest recente ons bekende artikel dateert uit 1976, Thorn (1976). Het nu voorliggende rapport is een voortzetting van een in 1972 gepubliceerd wetenschappelijk rapport, Hanssen (1972). Hierin wordt de invloed van het weer op electriciteitsmaxima geanalyseerd over de periode 1953-1972. In dit rapport wordt een analyse gemaakt over de periode 1972-1982. Ten behoeve van de leesbaarheid worden enkele begrippen en bevindingen uit [2] kort samengevat.

Voor een electriciteitsbedrijf is de dagelijkse belastingskromme van essentieel belang. Hieronder verstaat men de netbelasting als functie van de tijd. Omdat voorraadvorming bij elektrische energie praktisch niet mogelijk is wordt de opwekking van elektrisch vermogen in feite bepaald door de verbruikers: er moet op elk moment zoveel vermogen beschikbaar zijn, dat aan de vraag van dat bepaalde moment kan worden voldaan. Men moet de belastingskromme dus op de voet volgen en er voor zorgen dat spanning en frekwentie zo goed mogelijk constant blijven. Het opgewekte vermogen wordt bepaald aan de hand van 5 minuten-gemiddelden (Eenheid MW). De vorm en vooral ook de dagelijkse maxima van de belastingskromme hangen in belangrijke mate af van de weersomstandigheden: daarom zijn bedrijven met keuzemogelijkheid (in opwekkingseenheden) geïnteresseerd in het toekomstige weer op korte termijn (6 tot 24 uur van tevoren). Het is daarom zinvol om de invloed van het weer op de belastingskromme te onderzoeken. De resultaten van dit onderzoek beperken zich tot een weergave van de bevindingen van de weersinvloed op ochtend- en avondmaxima op werkdagen (ten overvloede herhaald: over de periode 1972-1982).

Tevens kan de kwaliteit van de maxima-schattingen die dagelijks over de periode 1972-1982 werden gemaakt op grond van het te verwachten weer (6 tot 24 uur van tevoren) worden beoordeeld aan de hand van de opgetreden foutenverdelingen en variantiereductie.

In hoofdstuk 2 wordt de methode van onderzoek beschreven waarbij moet worden opgemerkt dat de uiteindelijk verkregen tabellen zijn afgeleid uit voortdurend aangroeiend materiaal en dus iteratief zijn verkregen.

In hoofdstuk 3 wordt de invloed van de beschikbare meteorologische parameters besproken die als tabelingen werden gebruikt, terwijl in hoofdstuk 4 een verificatie wordt gegeven van de maxima schattingen die met behulp van de voortdurend aangepaste correctietabellen zijn gemaakt.

2. Methode van onderzoek.

De factoren die van invloed zijn op de belastingsmaxima kunnen worden verdeeld in:

- a) niet-meteorologische factoren welke op hun beurt weer te onderscheiden zijn in:
- 1) lange termijnveranderingen van jaar op jaar. Dat deze factor niet mag worden verwaarloosd blijkt uit de fracties, die aangeven hoe een bepaalde jaarsom zich verhoudt tot de gemiddelde jaarsom (gem. over 1972-1982) voor de jaren 1972 tot 1982 achtereenvolgens:
0.89, 0.94, 0.94, 0.96, 1.01, 1.02, 1.03, 1.08, 1.06, 1.05 en 1.01.
 - 2) jaarlijkse gang, hoofdzakelijk bepaald door seizoensinvloed; zie fig. 1 en fig. 2.
 - 3) karakter van de dag: werkdag, zaterdag, zon- of feestdag;
 - 4) wekelijkse gang bij werkdagen; zie tabel 7 en 8.
- b) meteorologische factoren, te verdelen in de volgende parameters:
- 1) helderheid;
 - 2) temperatuur;
 - 3) neerslag;
 - 4) windsnelheid in combinatie met temperatuur.

Om de kwantitatieve invloed van de meteorologische factoren op de vermogensmaxima te kunnen bepalen, moeten deze maximumwaarden onderling vergelijkbaar zijn, d.w.z. het beschikbare materiaal moet homogeen worden gemaakt. Daartoe corrigeren we voor de niet-meteorologische factoren (a). Dit is een noodzakelijke voorwaarde om de weersinvloed te kunnen kwantificeren. Deze kwantificering is echter slechts geldig binnen een beperkt aantal jaren. Uiteindelijk komt de invloed van het weer op de belastingskromme voor een groot gedeelte tot stand via reacties van mensen op het weer. En deze reacties worden weer bepaald door de beschikbare mogelijkheden en het sociale patroon. Dit betekent o.a. dat de hoeveelheid materiaal nauwelijks groeit omdat, ondanks correcties voor de jaarlijkse groei, inhomogeniteit van een andere soort optreedt. Als belangrijke bronnen van inhomogeniteit noemen we de oliecrisis, komst van de vrije zaterdag, opkomst van aardgas, invoering van de zomertijd, groei van airconditioning, commerciële piekbeperking, toenemende werkloosheid, vakantiespreiding, stakingen i.v.m. arbeidsonrust.

Na correctie voor de niet-meteorologische factoren (a) kunnen de vermogensmaxima (A) worden gerelateerd aan de meteorologische parameters

(b), in volgorde van belangrijkheid.

Op grond hiervan kunnen correctie-tabellen (iteratief bepaald, zie pag. 1) worden samengesteld die de kwantitatieve invloed van o.a. helderheids- en temperatuurafwijkingen aangeven (zie tabel 5 en 6). Deze correcties zijn vanwege de jaarlijkse gang seizoensafhankelijk en daarom is het materiaal per maand opgesplitst. Zo zijn er 11 januari-maanden (1972-1982), 11 februari-maanden enz. beschikbaar, die elk een afzonderlijke tabel kunnen opleveren. Het blijkt echter dat het materiaal nauwelijks voldoende is om op 2 weersfactoren te worden onderzocht: de helderheidsparameter is verdeeld in 5 klassen, de temperatuurparameter in 11 klassen, nl. van 5°C beneden normaal tot 5°C boven normaal. We beschikken per maand over omstreeks 22 werkdagen en dit levert dus in 11 jaar gemiddeld 240 gevallen per maand. Bij 5 maal 11 = 55 mogelijke klassecombinaties is dus de gemiddelde bezetting 4 gevallen (omdat de verdelingen scheef zijn is de bezetting per klassedoorsnede echter sterk variabel). Hier blijkt weer eens (zoals bekend, maar zelden voldoende onderstreept) dat het aantal beschikbare gevallen in de parameterdoorsnede snel afneemt met toenemend aantal parameters en klassen, Panofsky (1958).

Slechts door toepassing van lineaire regressierekening (met de temperatuur als onafhankelijke variabele) ongeacht helderheid was het mogelijk bruikbare regressieconstanten per maand te bepalen. Deze regressieconstanten zijn voor elk jaar afzonderlijk bepaald en daarna gemiddeld over de periode 1972-1982. Regressierekening na splitsing op helderheid bleek dus niet mogelijk en is bovendien ongewenst gezien de correlatie tussen temperatuur en helderheid zelf (lagere temperaturen en grotere helderheid zijn positief gecorreleerd). De helderheidsinvloed is eveneens per maand onderzocht, ongeacht de temperatuur, en wordt evenals de temperatuursinvloed in punt 3 nader besproken.

Op grond van het onderzoek van helderheid en temperatuur kan men maandelijks correctietabellen samenstellen die de kwantitatieve invloed op vermogenspieken weergeven (tabel 5 en 6).

Construeert men aan de hand van de jaarlijkse gang (bepaald uit de beschikbare jaren, zie fig. 1 en fig. 2) zogenaamde basisgetallen (normbedragen), dan kan men hierop via de maandtabellen correcties aanbrengen voor de invloed van de te verwachten helderheid, de te verwachten temperatuur en eventueel neerslag en aldus schattingen maken van de te verwachten ochtend- en avondmaxima. Immers, de basisgetallen

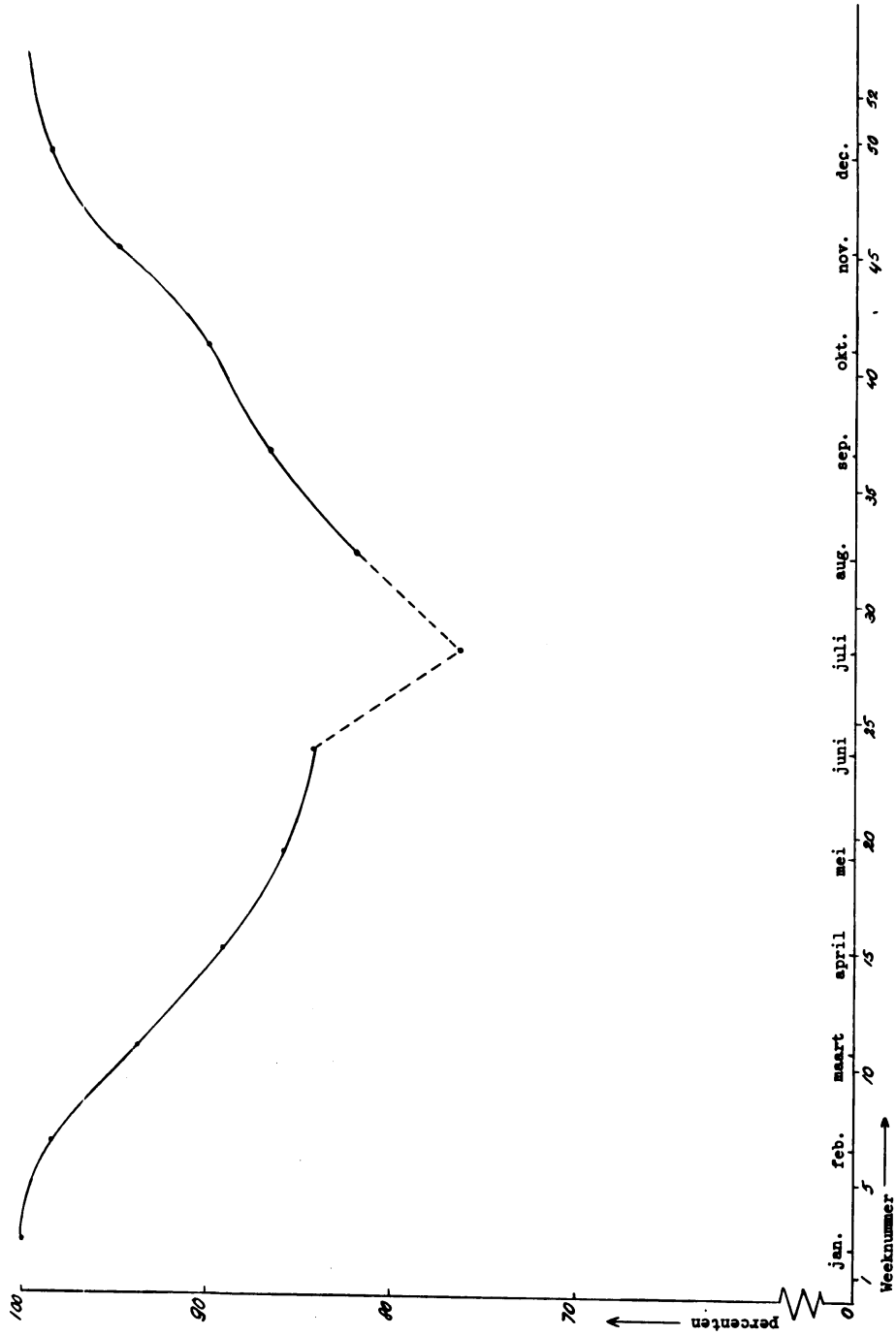


Fig. 1 Basis-kromme ochtendmaximum. (1972-1982)
Langs de verticale as staan de maandgemiddelden als fractie van het januari-gemiddelde. (1972-1982)
De stippellijn geeft aan dat het tijdvak juni-augustus wegens vakantie minder betrouwbaar is.

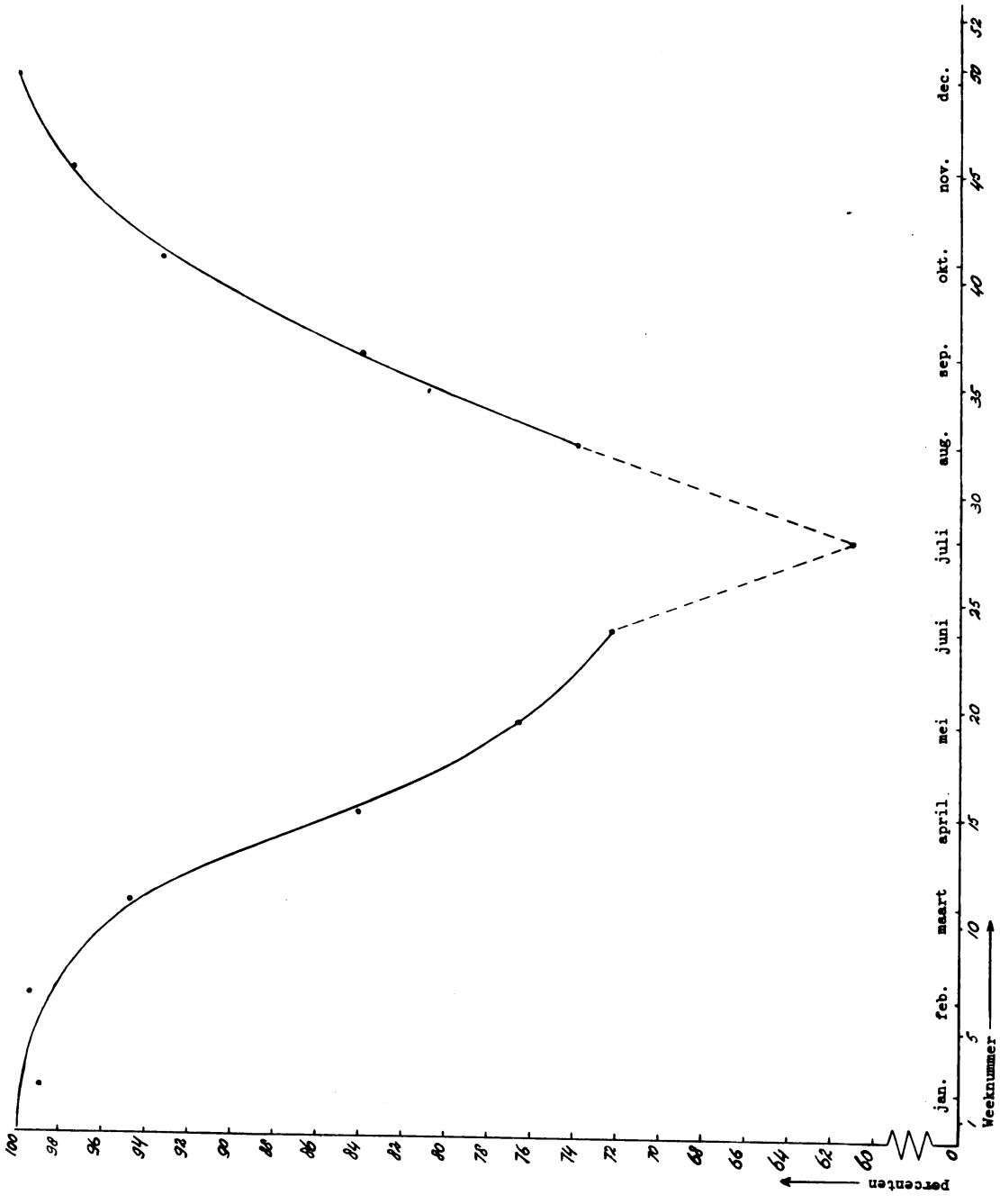


Fig.2 Basiskromme avondmaximum. (1972-1982)
 Langs de verticale as staan de maandgemiddelden als fractie van het januari-gemiddelde. (1972-1982)
 De stippellijn geeft aan dat het tijdvak juni-augustus wegens vakantie minder betrouwbaar is.

geven aan welke belastingswaarde bij normaaltemperaturen (temperatuurafwijking = 0) zullen optreden bij helder weer. De helderheid- en temperatuurverwachtingen worden gemaakt aan de hand van prognostische weerkaarten en hebben uiteraard een beperkte nauwkeurigheid en wel geringer naarmate de verwachtingstermijn langer is.

De aldus gemaakte semi-objectieve maximum-schattingen zijn over de periode 1972-1982 voor de werkdagen geverifieerd en worden in punt 4 besproken.

3. Meteorologische factoren.

3.1 Helderheid.

Het is bekend, dat een gedeelte van het opgewekte elektrische vermogen wordt gebruikt voor verlichting. De vermogenskromme als functie van de tijd vertoont een duidelijke, dagelijkse gang met een meestal uitgesproken ochtendmaximum en een avondmaximum. Beide maxima worden beïnvloed door de zgn. helderheid, dit is een grootte die wordt bepaald door o.a. zonnestand, bedekkingsgraad, soort en dikte van de bewolking en enigermate door het horizontale zicht.

Het blijkt moeilijk, zo niet onmogelijk, een objectieve maat voor de "helderheid" te vinden als gevolg van nogal grote individuele verschillen in optische beoordeling van eenzelfde helderheid, gemeten met een belichtingsmeter.

In de praktijk blijkt het slechts mogelijk een helderheidsindeling in 4 klassen te maken:

klasse 0 - helder (h);

klasse 1 - tamelijk helder (t.h.);

klasse 2 - tamelijk donker (t.d.);

klasse 3 - donker (d).

Ondanks deze grove indeling blijven er nog verschillen in beoordeling over en wel voornamelijk bij keuze tussen de klassen 1 en 2. Men heeft dan behoefte aan complementaire beoordeling zoals bijv. niet-donker, maar ten behoeve van de eenduidigheid zien we hier van af.

Uiteraard is het de subjectieve beoordeling van de helderheid door de consument die invloed heeft op de grootte van het verbruik. Niettemin is geprobeerd de helderheidswaarde objectief vast te stellen met behulp van een speciaal daartoe gemaakte luxmeter (AEG). Het kwam echter herhaaldelijk voor dat een bepaalde met deze meter objectief vastgestelde

helderheidswaarde door eenzelfde waarnemer subjectief verschillend werd geclassificeerd. M.a.w. er bleek geen eenduidige relatie te bestaan tussen objectieve en subjectieve classificatie. De eenduidigheid werd nog geringer bij verschillende waarnemers. Het negatieve resultaat van deze objectiveringspoging heeft geleid tot een voortzetting van de gebruikte subjectieve indeling in 4 klassen met als toevoeging een klasse 4 in geval van neerslag of extreem lage helderheid:

Klasse 4 - zeer donker (z.d.).

Voor de beoordeling van de helderheid is de bedekkingsgraad van lage- en middelbare bewolking (lm) een betere maatstaf dan de luxmeter waarden. In tabel 1 wordt uit een steekproef van ongeveer 180 gevallen het verband tussen helderheid en lm weergegeven. De bedekkingsgraad én soort van de bewolking is daarom de belangrijkste factor bij de beoordeling van de "helderheid" in een verzorgingsgebied.

Zowel voor het ochtendmaximum (plm. 09 GMT) als voor het avondmaximum (doorgaans na zonsondergang) is de invloed van de helderheid (ongeacht temperatuur) te zien in fig. 3. Langs de verticale as staat per maand uitgezet de relatieve vermogenstoename van de gevallen met klasse 2, 3 en 4 t.o.v. de gevallen met klasse 1 en 2. De helderheidsinvloed bij het avondmaximum is dus in de wintermaanden december en januari te verwaarlozen en voor zowel ochtend- als avondmaximum in maart en september het grootst. Deze helderheidsinvloed is kwantitatief verwerkt in de maandcorrectietabellen in de vorm van richtgetallen voor verschillen in globaal helder en globaal donker weer. Deze richtgetallen geven de grenzen van de correcties aan waartussen subjectief kan worden geïnterpoleerd voor gevallen waarin de helderheid zich als t.d. of t.h. laat beschrijven.

3.2 Temperatuur

Hoewel aardgas de toepassing van electriciteit voor verwarmingsdoeleinden voortdurend heeft teruggedrongen, is de invloed van de buitenluchttemperatuur op de hoogte der electriciteitsmaxima nog steeds aanwijsbaar. Voor de temperatuurbepaling in het verzorgingsgebied is het gemiddelde van de temperaturen op 3 stations omstreeks de tijdstippen van de maxima genomen. Hiervan wordt de afwijking t.o.v. het langjarige temperatuurgemiddelde bepaald met klasse-indeling in hele graden van 5 of meer graden onder normaal tot 5 of meer graden boven normaal. Dit levert dus een indeling van de temperatuurparameter in 11 klassen op. Zoals reeds onder 2 (bij de

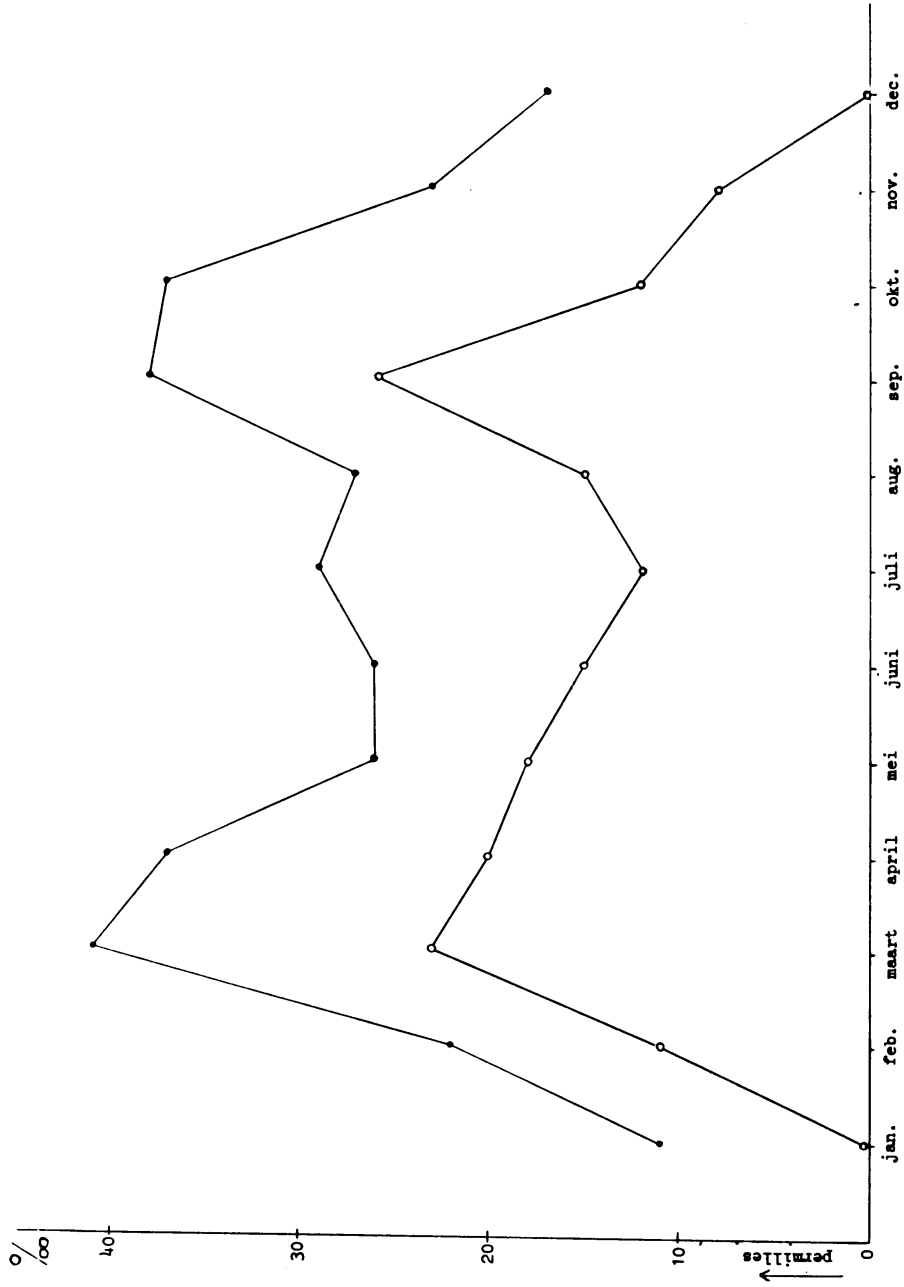


Fig.3 Relatieve toename van het ochtendmaximum (—•—) en het avondmaximum (---o---) bij donker weer t.o.v. helder weer. (in permilles) (1972-1982)

methode van onderzoek) werd opgemerkt is het gebrek aan homogeen materiaal de oorzaak van de noodzakelijke beperking van het aantal parameters en bovendien van het aantal klassen per parameter. Slechts door lineaire regressierekening toe te passen per maand, ongeacht de helderheid, werd het mogelijk bruikbare regressiecoëfficiënten te bepalen. Zoals reeds op pag. 3 vermeld zijn deze coëfficiënten voor elk jaar afzonderlijk bepaald en daarna gemiddeld over de jaren 1972-1982. De aldus bepaalde kwantitatieve invloed van de temperatuur op de ochtend- en avondmaxima is te vinden in tabel 2 in permilles per graad C. Deze temperatuursinvloed is eveneens in de maandcorrectietabellen verwerkt in de vorm van richtgetallen in MW. De berekeningen zowel als de correctietabellen hebben betrekking op absolute eenheden maar vanwege de overzichtelijkheid is tabel 2 in relatieve eenheden. In de afgelopen jaren sinds 1980 wordt het in toenemende mate duidelijk, dat de regressiecoëfficiënten gedurende warmteperioden in de zomer positief kunnen worden tengevolge van de toename van airconditioning. Omdat deze warmteperioden betrekkelijk weinig voorkomen is een betrouwbare kwantitatieve bepaling nog niet mogelijk. Uit voorlopige schattingen volgt een waarde van 10 MW per graad C vanaf een temperatuurafwijking van 3° boven normaal. Deze waarde is in de maandcorrectietabellen voor de maanden juni tot september verwerkt.

3.3 Overige parameters

In het voorgaande is de nadruk gelegd op de beperkte mogelijkheden om de invloed van het weer te kwantificeren hetgeen in hoofdzaak het gevolg is van de inhomogeniteiten in het materiaal. De ervaring leert dat het slechts onder bepaalde omstandigheden mogelijk is de invloed van neerslag of de windinvloed aan te wijzen. Zo werd in [2] reeds gewezen op de mogelijkheid van globale toeslagen in extreme gevallen nl. bij meer dan krachtige wind bij temperaturen onder het vriespunt of langdurige en intensieve regen. Tevens werd de hoop uitgesproken dat bij machinale verwerking de invloed van neerslag en wind zou kunnen worden bepaald. Het ziet er echter naar uit dat, althans in de nabije toekomst, alleen maar sprake zal kunnen zijn van subjectieve schattingen van de invloed van regen en wind op de belastingsmaxima en dan alleen maar in extreme gevallen. Dit is in overeenstemming met de bevindingen van het in de inleiding genoemd rapport [1] waar eveneens slechts naar temperatuur en helderheid kon worden onderscheiden.

4. Verificatie der semi-objectieve maximumschattingen

Over de periode 1 januari 1972 - 1 januari 1983 werden op routinebasis dagelijks schattingen (S) gemaakt van de ochtendmaxima (24 uur vooruit) en van de avondmaxima (gemiddeld 8 uur vooruit). Voor de werkdagen zijn deze schattingen geverifieerd door het opstellen van frekwentieverdelingen van de fout F in een schatting S waarbij $F = A - S$ het verschil tussen opgetreden waarde A en de bijbehorende schatting S betekent. De verschillen werden in klassen van 10 MW opgemaakt met eindklassen 90 MW of meer (resp. -90 MW of minder). Voor de ochtendschattingen zijn de foutenverdelingen per maand in tabel 3 te vinden, de foutenverdelingen voor de avondschattingen in tabel 4.

Bezien we de frekwentieverdelingen van de ochtendschattingen $F = A - S$ dan kan hieruit worden afgeleid:

de gemiddelde fout $m(F) = -1.1$ MW, de standaardafwijking $s(F) = 35.6$ MW; bij een gemiddelde waarde $\bar{A} = 1632$ MW bedraagt de standaardafwijking van de fout in de ochtendschattingen dus $\frac{35.6}{1632} = 2.2\%$. De gemiddelde absolute fout $(F) = 28.0$ MW, hetgeen overeenkomt met 1.7%.

De overeenkomstige waarden voor de avondschattingen bedragen:

$m(F) = -7.3$ MW, $s(F) = 25.5$ MW, dit wordt bij een gemiddelde waarde $\bar{A} = 1577$ MW dus 1.6%. De gemiddelde absolute fout $(F) = 20.6$ MW, overeenkomende met 1.3% van \bar{A} .

Verder kan worden opgemerkt dat ten

1e de ochtendschattingen vrijwel geen systematische fout vertonen: zij zijn immers gemiddeld slechts 1.1 MW te hoog;

2e de avondschattingen een kleine systematische afwijking laten zien: zij zijn gemiddeld 7.3 MW te hoog;

3e gedurende de periode maart tot oktober hebben beide schattingen de neiging te laag uit te vallen.

Verder zijn de avondschattingen beduidend beter dan die van de ochtend want ze hebben een 40% lagere standaardafwijking, hetgeen uiteraard vooral wordt veroorzaakt door de korte voorspeltermijn: 5 tot 10 uur t.o.v. 24 uur van te voren.

In dit verband is het interessant om te onderzoeken in hoeverre de fout in de beoordeling van het weer doorwerkt in de uiteindelijke schattingsfout.

De fout in de schatting wordt in hoofdzaak bepaald door 3 factoren:

- 1) fouten in de weersvoorspelling, in het bijzonder de helderheid en temperatuur;
- 2) fouten in de bepaling van de normbedragen B verkregen door extrapolatie;
- 3) fouten in de correcties hierop voor het weer als gevolg van onvolkomenheden in de correctietabellen.

Voor de ochtendschattingen zijn alle gevallen onderzocht waarvoor de absolute fout in de schatting 80 MW of meer bedroeg, dit was 99 keer het geval, waarbij de gevallen van staking werden uitgesloten. De gemiddelde waarde van deze grote fouten bedroeg $m = 44.7$ MW met hierin een standaardafwijking $s(F) = 98.0$ MW.

Voor al deze gevallen zijn de correcties toegepast volgens de correctietabellen 5 en 6 op grond van opgetreden temperatuur- en helderheidswaarden. Van deze nieuwe foutenverdeling (F') werd het gemiddelde $m(F') = 19.4$ MW met een standaardafwijking $s(F') = 44.7$ MW hetgeen een aanzienlijke reductie van de fout tot op meer dan de helft betekent. De kwaliteit is dus soms zeer gevoelig voor de kwaliteit der meteorologische voorspellingen. Dus ook bij groot meteorologisch inzicht is dit het maximum resultaat, dat bij de gebruikte methode te behalen is.

Ook voor de avondschattingen werd getracht enig inzicht te krijgen over de invloed van de helderheids- en temperatuurschattingen. Hier werden de gevallen onderzocht waarvoor de absolute fout in de schatting 60 MW of meer bedroeg. Dit was 66 keer het geval waarbij eveneens enkele gevallen van arbeidsonrust (6 maal) werden uitgesloten. Van deze verdeling van grote fouten bedroeg het gemiddelde $m = -14.2$ MW bij een standaardafwijking van $s(F) = 69.4$ MW. Ook voor deze gevallen werd volgens de correctietabellen gecorrigeerd op grond van opgetreden temperatuur- en helderheidswaarden.

Van de aldus gevormde nieuwe foutenverdeling (F') werd het nieuwe gemiddelde $m(F') = -11.4$ MW en een standaardafwijking $s(F') = 50.8$ MW.

Zoals te verwachten was is de reductie van de fout aanzienlijk kleiner dan bij de ochtendschatting omdat de weersinvloed hier geringer is en omdat bovendien de fout in de weerparameters zelf kleiner is vanwege de korte voorspeltermijn.

Vervolgens kunnen we nog bepalen hoeveel de variantiereductie bedraagt als gevolg van de toegepaste semi-objectieve schattingsmethode. Over de maanden januari tot december is de gemiddelde variantie (gemiddeld over de

jaren 1972-1982) te vinden in tabel 9 (in MW^2). Deze gemiddelde varianties zijn de uitgangsvananties en zij kunnen worden beschouwd als de varianties van de fout, die ontstaat door voor elke werkdag van een bepaalde maand het bijbehorende maandgemiddelde als schatting op te geven. Zij zijn dus een maat voor de fout bij schattingen, die worden gemaakt zonder het weer er bij te betrekken.

De in tabel 9 en 10 vermelde restvarianties werden bepaald uit de foutenverdelingen per maand (tabel 3).

De gemiddelde variantiereductie voor de ochtendschattingen bedraagt 47%. In de maanden december en januari is de methode dus het minst succesvol. Een overeenkomstig overzicht is te vinden in tabel 10 voor de avondschattingen.

De variantiereductie voor de avondschattingen bedraagt gemiddeld 57% waarbij eveneens sprake is van een jaarlijkse gang met geringste waarden in december en januari. Bij de uitgangsvananties voor de avond vallen onder meer de grote waarden in de maanden augustus en september op. Hieruit zou kunnen volgen dat splitsing per maand nog een te grove benadering van de jaarlijkse gang is.

5. Samenvatting

In het voorgaande is een analyse gemaakt van de invloed van weersomstandigheden op elektrische vermogenspieken die tweemaal per dag optreden t.w. ochtend- en avondmaxima.

Het materiaal, beschikbaar uit de periode 1972-1982 is homogeen gemaakt door middel van eliminatie van niet-meteorologische factoren:

- 1) lange termijnveranderingen van jaar op jaar;
- 2) jaarlijkse gang, hoofdzakelijk als gevolg van seizoensinvloed;
- 3) wekelijkse gang als gevolg van dageffecten.

De verschillen tussen gehomogeniseerde waarden en werkelijk opgetreden waarden zijn gecorreleerd met de meteorologische parameters helderheid en temperatuur.

Uit deze statistische bewerking werden correctietabellen afgeleid (tabel 5 en 6), die als richtlijnen kunnen dienen voor een semi-objectieve methode voor het schatten van ochtend- en avondpieken, respectievelijk 24 en 6-10 uur van tevoren. Uit een overeenkomstige bewerking van materiaal [2] uit de periode 1953-1967 was reeds een semi-objectieve methode ontwikkeld waarvan de correctietabellen door iteratie gedurende de periode 1972-1982 overgingen in de tabellen 5 en 6. De dagelijkse schattingen over de periode 1972-1982 (voor werkdagen) werden geverifieerd en de resultaten hiervan in hoofdstuk 4 besproken met als belangrijkste conclusie, dat de kwaliteit der schattingen soms zeer gevoelig is voor de kwaliteit der meteorologische schattingen. In hoofdstuk 3 werd tevens gewezen op de beperkte mogelijkheden om de invloed van het weer te kwantificeren als gevolg van inhomogeniteit in het materiaal. Deze kwantitatieve bevindingen zijn nog steeds in overeenstemming met hetgeen in [5] (blz. 163) werd gevonden: "Inaccuracies in the daily load forecast are usually the result of failure to calculate accurately the effect of weather on the system load."

Zoals echter bij de inleiding reeds werd vermeld wordt over de weersafhankelijkheid van belastingskrommen in afnemende mate gepubliceerd, terwijl van een systematische verificatie van schattingen ons althans niets bekend is.

Tabel 1. Verband tussen helderheid en bedekkingsgraad (in achtsten).

		helderheid →			
		d	t.d.	t.h.	h
	8	31	11	2	8
	7	8	7	13	8
lm	6		1	6	16
↓	5			3	19
	4			3	12
	3			1	10
	2				8
	1				4
	0				9

Tabel 2. Temperatuurinvloed in permilles per graad C op maxima.

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec
OCHTEND	-3	-3	-3	-4	-5	-3	-4	-6	-3	-3	-2	-2
AVOND	-3	-3	-3	-3	-3	-2	-2	-4	-2	-2	-2	-2

Tabel 3. Frekwentieverdeling van de fout in de ochtendschattingen in klassen van 10 MW.

MW	$\overline{F=A-S}$																			n	\$(F)
	< -90	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	00	10	20	30	40	50	60	70	80	≥ 90		
jan	2	1	5	5	8	25	15	32	33	28	28	25	16	4	1	3	2	0	0	233	30.8
feb	1	3	4	6	11	16	18	33	27	21	26	15	10	5	3	1	0	0	0	200	26.0
mrt	4	3	5	15	18	20	23	16	24	22	17	18	15	15	6	2	5	3	5	236	39.9
apr	4	2	6	4	7	14	15	15	25	24	15	18	17	7	6	10	5	2	8	204	40.7
mei	1	0	2	3	8	7	14	18	22	22	24	18	16	15	11	8	5	2	7	203	34.3
jun	0	0	1	2	4	7	17	26	20	20	26	28	17	15	12	10	10	3	11	229	35.8
jul	2	0	2	5	8	15	15	30	28	25	31	26	20	13	7	4	2	0	2	235	32.4
aug	3	0	3	6	6	12	15	21	34	28	34	22	23	14	6	5	4	1	3	240	32.8
sep	4	1	9	11	13	10	22	14	28	29	24	18	11	13	5	7	5	2	4	230	34.7
okt	3	4	6	2	14	14	21	26	23	21	36	20	10	12	9	5	4	3	7	240	38.2
nov	3	1	3	5	12	16	16	20	25	28	35	24	11	19	7	6	3	0	0	234	32.7
dec	2	2	4	2	5	12	18	17	29	13	21	13	17	5	5	4	1	2	0	172	32.8
	29	17	50	66	114	168	209	268	318	281	317	245	183	137	78	65	46	18	47	2656	35.6

Tabel 4. Frekwentieverdelingen van de fout in de avondschattingen in klassen van 10 MW.

	$\overline{F-A-S}$																			n	S(F)
	MW \leq -90	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	00	10	20	30	40	50	60	70	80	\geq 90		
jan	0	3	2	5	9	19	20	36	39	43	32	11	8	5	2	0	0	0	0	234	24.2
feb	1	0	2	2	6	10	19	30	37	39	25	25	6	5	0	0	0	0	0	207	22.4
mrt	2	1	1	8	10	20	24	33	31	40	29	15	6	5	1	1	0	0	1	228	24.8
apr	2	3	1	6	10	18	23	29	34	26	14	18	9	4	2	0	0	0	0	199	26.9
mei	1	1	2	9	4	14	16	32	32	23	28	10	7	7	4	1	0	0	0	191	30.3
jun	0	0	2	1	5	15	16	32	25	45	31	20	16	9	5	4	1	1	0	228	26.3
jul	0	1	4	6	4	20	19	24	31	35	24	30	18	9	8	1	1	1	0	236	28.9
aug	0	0	2	2	7	13	22	34	40	31	38	23	14	4	1	6	1	0	0	238	26.9
sep	0	0	0	2	4	11	20	31	27	44	33	33	11	6	3	4	1	0	0	230	23.7
okt	0	1	2	3	9	13	30	30	34	33	36	29	11	5	0	3	0	0	0	239	24.5
nov	0	0	2	4	11	9	27	45	42	35	27	14	7	6	3	0	0	0	0	232	22.9
dec	0	0	1	5	7	14	21	31	25	31	13	12	5	0	1	0	0	0	0	166	25.3
	6	10	21	53	86	176	257	387	397	425	330	240	118	65	30	20	4	2	1	2628	25.5

Tabel 5. Richtgetallen voor correcties in MW voor jan - juni.

Richtgetallen voor januari					Richtgetallen voor februari				
ΔT	ochtend		avond		ΔT	ochtend		avond	
	H	D	H	D		H	D	H	D
-5	25	45	25		-5	25	65	25	45
-4	20	40	20		-4	20	60	20	40
-3	15	35	15		-3	15	55	15	35
-2	10	30	10		-2	10	50	10	30
-1	5	25	5		-1	5	45	5	25
0	0	20	0		0	0	40	0	20
1	-5	15	-5		1	-5	35	-5	15
2	-10	10	-10		2	-10	30	-10	10
3	-15	5	-15		3	-15	25	-15	5
4	-20	0	-20		4	-20	20	-20	0
5	-25	0	-25		5	-25	15	-25	0

Richtgetallen voor maart					Richtgetallen voor april				
ΔT	ochtend		avond		ΔT	ochtend		avond	
	H	D	H	D		H	D	H	D
-5	25	95	25	65	-5	50	110	25	55
-4	20	90	20	60	-4	40	100	20	50
-3	15	85	15	55	-3	30	90	15	45
-2	10	80	10	50	-2	20	80	10	40
-1	5	75	5	45	-1	10	70	5	35
0	0	70	0	40	0	0	60	0	30
1	-5	65	-5	35	1	-5	55	-5	25
2	-10	60	-10	30	2	-10	50	-10	20
3	-15	55	-15	25	3	-15	45	-15	15
4	-20	50	-20	20	4	-20	40	-20	10
5	-25	45	-25	15	5	-25	35	-25	5

ΔT	Richtgetallen voor mei				Richtgetallen voor juni				
	ochtend		avond		ochtend		avond		
	H	D	H	D	H	D	H	D	
-5	50	90	25	55	-5	25	65	0	20
-4	40	80	20	50	-4	20	60	0	20
-3	30	70	15	45	-3	15	55	0	20
-2	20	60	10	40	-2	10	50	0	20
-1	10	50	5	35	-1	5	45	0	20
0	0	40	0	30	0	0	40	0	20
1	0	35	-5	25	1	0	35	0	20
2	0	35	-10	20	2	0	30	0	20
3	0	25	-15	15	3	10	30	10	20
4	0	20	-20	10	4	20	30	20	20
5	0	15	-25	5	5	30	30	30	30

Tabel 6. Richtgetallen voor correcties in MW voor juli - dec.

ΔT	Richtgetallen voor juli				Richtgetallen voor augustus				
	ochtend		avond		ochtend		avond		
	H	D	H	D	H	D	H	D	
-5	25	65	0	20	-5	50	90	25	45
-4	20	60	0	20	-4	40	80	20	40
-3	15	55	0	20	-3	30	70	15	35
-2	10	50	0	20	-2	20	60	10	30
-1	0	45	0	20	-1	10	50	5	25
0	0	40	0	20	0	0	40	0	20
1	0	40	0	20	1	0	40	0	20
2	0	40	0	20	2	0	40	0	20
3	10	40	10	20	3	10	40	10	20
4	20	20	20	20	4	20	40	20	20
5	30	30	30	30	5	30	30	30	30

Richtgetallen voor september

ΔT	ochtend		avond	
	H	D	H	D
-5	25	35	0	40
-4	20	30	0	40
-3	15	75	0	40
-2	10	70	0	40
-1	5	65	0	40
0	0	60	0	40
1	0	60	0	40
2	0	60	0	40
3	10	50	10	40
4	20	40	20	40
5	30	30	30	40

Richtgetallen voor oktober

ΔT	ochtend		avond	
	H	D	H	D
-5	25	85	0	20
-4	20	80	0	20
-3	15	75	0	20
-2	10	70	0	20
-1	0	65	0	20
0	0	60	0	20
1	0	55	0	20
2	0	50	0	20
3	0	45	0	20
4	0	40	0	20
5	0	40	0	20

Richtgetallen voor november

ΔT	ochtend		avond	
	H	D	H	D
-5	25	65	0	20
-4	20	60	0	20
-3	15	55	0	20
-2	10	50	0	20
-1	5	45	0	20
0	0	40	0	20
1	-5	35	0	20
2	-10	30	0	20
3	-15	25	0	20
4	-20	20	0	20
5	-25	15	0	20

Richtgetallen voor december

ΔT	ochtend		avond	
	H	D	H	D
-5	25	55		25
-4	20	50		20
-3	15	45		15
-2	10	40		10
-1	5	35		5
0	0	30		0
1	-5	25		-5
2	-10	20		-10
3	-15	15		-15
4	-20	10		-20
5	-25	5		-25

Tabel 7. Dagafwijking op weeknormbedrag in MW bij ochtendmaximum

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec
ma	10	10	20	20	20	10	5	15	20	25	10	10
di	-15	-10	-30	-30	-20	-10	-15	-15	-20	0	-10	0
wo	-15	-10	0	-10	-10	-20	-5	-20	-15	-20	-10	-15
do	10	10	10	10	10	10	15	20	0	5	5	5
vr	10	0	0	10	0	10	0	0	15	-10	5	0

Tabel 8. Dagafwijking op weeknormbedrag in MW bij avondmaximum

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec
ma	10	10	10	0	0	-15	-10	0	10	10	0	0
di	-5	-5	0	5	-5	0	0	0	0	0	5	0
wo	-10	-10	-5	0	-5	5	5	0	-10	-15	5	10
do	20	20	20	15	20	15	5	15	20	20	10	10
vr	-15	-15	-25	-20	-10	-5	0	-15	-20	-15	-20	-20

Tabel 9. Restvarianties van de schattingsfout vergeleken met uitgangsvananties van A (ochtend).

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec
<u>var.</u> (A)	1253	1529	2756	2948	2285	1927	4032	2916	2275	3003	2043	1656
restvar.(F)	949	676	1592	1656	1176	1282	1050	1076	1204	1459	1069	1076
reductie in %	24	56	42	44	49	33	74	63	47	51	48	35

Tabel 10. Restvarianties van de schattingsfout vergeleken met de uitgangsvananties van A (avond).

	jan	feb	mrt	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec
<u>var.</u> (A)	1136	1122	1789	2440	1806	1122	1823	3956	4212	1303	1183	812
restvar.(F)	586	502	620	725	920	692	835	723	562	600	526	641
reductie in %	48	55	65	70	49	38	54	82	87	54	56	21

Literatuur

- [1] W. Thorn, Verfahren zur Ermittlung des Verlaufs kurz- und mittelfristig zu erwartender Tagesbelastungskurven. Elektrizitätswirtschaft, 75, 1976, p. 489-502.

- [2] A.W. Hanssen, Over de invloed van het weer op de dagelijkse electriciteitsmaxima, W.R. 72-12. De Bilt, KNMI, 1972.

- [3] H.A. Panofsky, Some applications of statistics to meteorology, 1958, pag. 183.

- [4] M. Davies, Grid System operation and the Weather. Weather, 15, 1960, p. 18-24.

- [5] H.A. Dryar, Load dispatching and Philadelphia Weather, Bull. Am. Meteor. Soc., 30, 1949, p. 159-167.