

---

# Verificatie weersverwachtingen 1955-1993

H. Daan

Technische rapporten; TR-159

## 0 Samenvatting

Verificatie van weersverwachtingen is van belang voor zowel interne als externe doelen. Extern heeft een gebruiker er recht op te weten wat de kwaliteit is van wat aangeboden wordt, intern is er behoefte aan kwaliteitscontrole van het eigen produkt. Omdat een externe gebruiker meestal op basis van specifieke criteria werkt, zal een verificatie-systeem voor elke klant apart gemaakt moeten worden, en zal als materiaal de werkelijk uitgegeven verwachting getoetst moeten worden. Voor interne doeleinden, en tevens ook om een algemeen inzicht te krijgen in wat we zouden kunnen presteren voor klanten, is een basis-systeem nodig, waarvoor afzonderlijk eenduidige (en dus cijfermatige) verwachtingen worden opgesteld.

In de internationale praktijk blijkt dat er over het algemeen maar weinig aan verificatie wordt gedaan. In slechts enkele nationale diensten bloeit de verificatie, waarbij Nederland altijd een voortrekker is geweest. Een noodzakelijke voorwaarde schijnt te zijn dat er in het operationele bedrijf iemand is die het verificatie-systeem op de rails zet en bewaakt, en resultaten berekent en publiceert. Dat gebeurt ook in bijvoorbeeld Washington, Helsinki, Bracknell en vroeger in Potsdam.

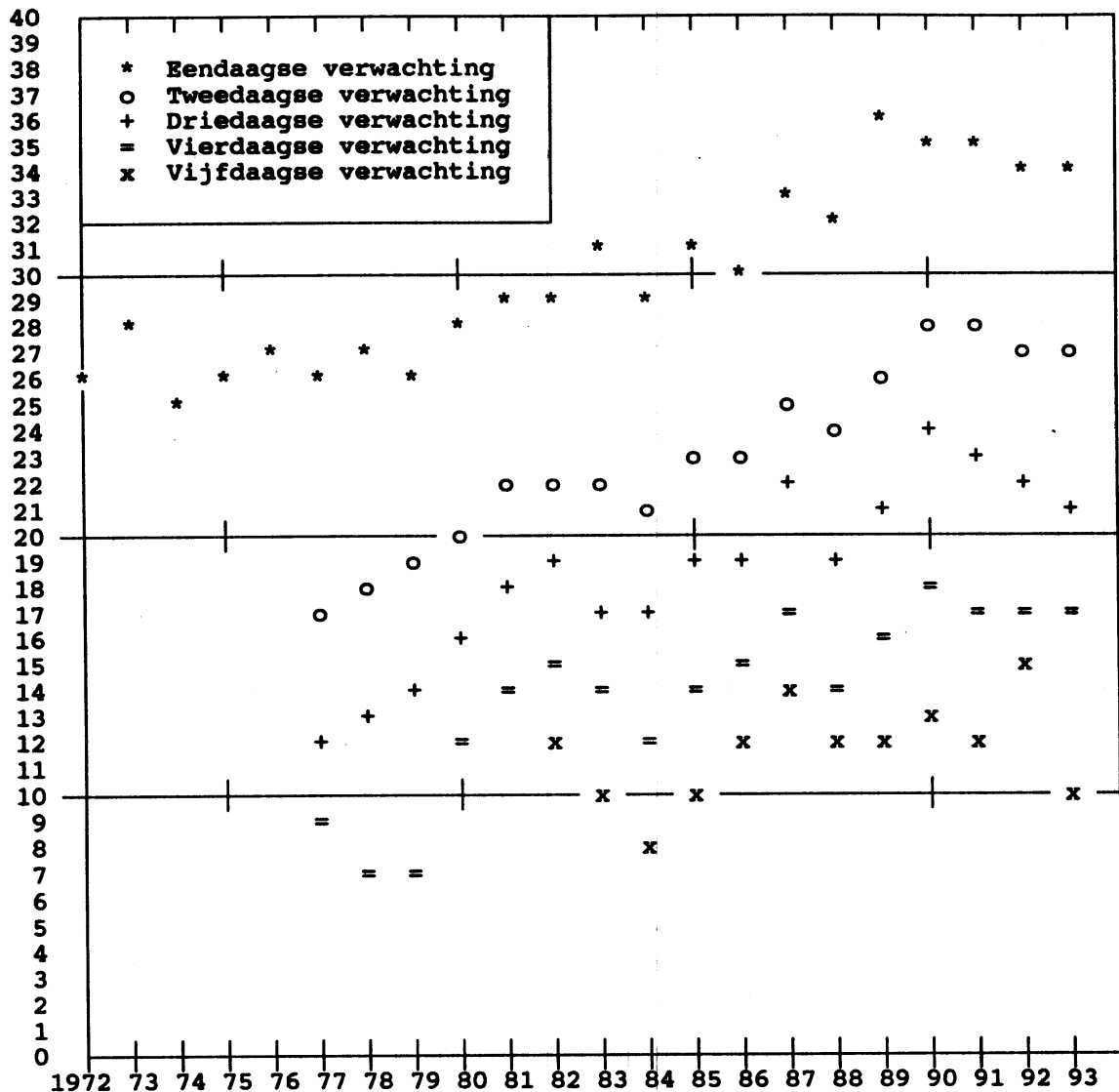
Op het KNMI bestaat sinds vele jaren een systeem dat een uitstekende basis vormt voor het meten van de kwaliteit. In 1954 lanceerde Kuipers de Prestatie-index als maat, op basis van Kritiekverwachtingen, ofwel de "kritiekkkaart". In 1971 werd door Daan het algemenere systeem van Cijferverwachtingen ingevoerd, op basis van de "Groene formulieren". Uit de resultaten van dit laatste systeem kan ook een Prestatie-index berekend worden.

Uit het systeem van Cijferverwachtingen zijn nu van 21 jaren de gegevens beschikbaar. Dit rapport behandelt zowel de toegepaste verificatie-methoden als de resultaten. Een zeer globale samenvatting van de resultaten is gegeven in de hier volgende grafiek. Hierin is de gemiddelde prestatie-index van verwachtingen op een termijn van 1, 2, 3, 4 en 5 dagen uitgezet tegen de tijd. In het gemiddelde zijn verwerkt: de zonneschijnduur, de temperatuurmaxima en -minima, de wind en de neerslag.

Uit de resultaten is een duidelijke progressie af te lezen in de jaren van 1975 tot 1990, voor bijna alle termijnen. Sinds 1990 lijkt een stabilisatie op te treden, maar zo'n conclusie is wel enigszins voorbarig.

**Prestatie-index gemiddeld over 7 weerselementen sinds 1972**  
(maximale waarde ca 78)

De lettertekens in de grafiek geven de jaargemiddelde prestatie-index aan voor de corresponderende termijn



In de cijfers zijn de volgende weerselementen verwerkt:

- de zonneshijnduur te de Bilt
- de minimumtemperatuur te de Bilt
- de maximumtemperatuur te de Bilt
- de maximale wind te IJmuiden in de nacht
- de maximale wind te IJmuiden overdag
- de kans op een droog etmaal in de Bilt
- het aantal stations met neerslag in een etmaal

NB De cijfers voor 1993 betreffen slechts de eerste zes maanden.

- **Foutscores** die een maat geven voor de fout in de verwachting, waaronder verstaan wordt het verschil tussen een verwachte waarde en de opgetreden waarde; voorbeelden zijn de gemiddelde absolute fout, de root mean square error en de systematische fout.

### 1.3 Inleiding tot dit rapport

Dit rapport beoogt een samenvatting te geven van de belangrijkste resultaten van het verificatie-systeem op het KNMI in 38 jaar. Aan te nemen valt dat hiervoor belangstelling bestaat bij verschillende geledingen van het KNMI; in het bijzonder: meteorologen, managers, ontwikkelaars (vooral van statistische modellen). Omdat deze belangstellingen nogal uiteen kunnen lopen zijn zowel snel interpreteerbare grafieken opgenomen als tabellen met historische overzichten van jaarcijfers.

Het rapport beoogt niet het inzicht in verificatie-methoden te verruimen, en heeft geen enkele wetenschappelijke pretentie. Litteratuur-verwijzingen zijn dan ook niet gegeven.

Op het KNMI zijn in de loop der jaren allerlei verwachtingen geverifieerd. In veel gevallen gebeurde dat voor een bepaald tijdvak. Maar ook is er sinds 1954 een standaard verificatiesysteem voor de basisverwachting dat in die 37 jaar slechts éénmaal (in 1971) vrij grondig is gewijzigd. In dit rapport wordt slechts aan de resultaten van dit laatste standaard-systeem aandacht besteed.

In de secties 2, 3 en 4 worden achtereenvolgens beschreven: het beschikbare materiaal, de verificatie-methoden, en een bespreking van de resultaten.

## 1. Inleiding

### 1.1 Doelstellingen van verificatie

Verificatie van weersverwachtingen is te definiëren als het vergelijken van prognostische uitspraken met de opgetreden realiteit. Meer in het bijzonder worden aan een verificatiesysteem meestal als bijkomende eisen gesteld dat de vergelijking systematisch en kwantitatief plaatsvindt.

De doelstellingen van verificatie zijn in het kort als volgt samen te vatten.

- \* het beschikbaar maken van een kwantitatieve indicatie van de kwaliteit aan potentiële gebruikers;
- \* het scheppen van mogelijkheden voor objectieve kwaliteitscontrole, zowel intern als ook voor gebruikers;
- \* verbetering van de verwachtingen door feed-back aan meteorologen (calibratie);
- \* het geven van inzicht in tendensen van de kwaliteit onder verschillende omstandigheden ter evaluatie van invoering van veranderingen in de dienstuitvoering;
- \* ondersteuning van gerichte ontwikkelingen ter verhoging van de kwaliteit; detectie van zwakke plekken.

Specifieke gebruikers stellen dikwijls specifieke eisen aan vorm en inhoud van weersverwachtingen, op basis van eigen criteria. Om zulke gebruikers van adequate informatie over de kwaliteit te voorzien moet ook een aangepast verificatiesysteem worden opgezet. Andere doelstellingen daarentegen eisen de opzet van een meer algemeen systeem.

### 1.2 Verificatie-technieken

Om tot een kwantitatieve vergelijking te kunnen komen, is het noodzakelijk dat de verwachtingen in een voldoende mate exact zijn. Het verifiëren van tekstverwachtingen bij voorbeeld is in de praktijk niet goed uitvoerbaar. Meestal wordt daarom voor verificatie een speciale cijfermatige prognose gemaakt, waarvan verondersteld wordt dat deze overeenstemt met de tekstverwachtingen die op hetzelfde tijdstip worden opgesteld.

Resultaten van verificatie worden meestal gepresenteerd in een van de volgende vormen.

- **Tabellen**, waarin per klasse van verwachtingen de verdeling van opgetreden toestanden worden vermeld; dit kunnen bijvoorbeeld zijn: contingentietabellen, betrouwbaarheidstabellen of -diagrammen, frequentieverdelingen van fouten).
- **Index-cijfers** (ook wel: "skill scores"), die een maat geven voor de kwaliteit van de verwachtingen. Een index is in het algemeen een getal op een schaal van 0 (kwaliteit niet beter dan een van verwachtingen die zonder meteorologische kennis zouden kunnen worden opgesteld) tot 1 (perfecte verwachtingen). Op het KNMI wordt de Prestatie index toegepast; er zijn echter en diverse andere skill scores.

## 2. Het materiaal

### 2.1 Soorten verwachtingen

#### **KV: Kritiekverwachtingen**

Tot 1971 zijn uitsluitend verwachtingen opgesteld met het doel een Prestatie-index te berekenen. In deze verwachtingen geeft de meteoroloog aan welke klassen naar zijn mening een meer dan normale kans van optreden hebben. Het nadeel van deze verwachtingen is dat het niet mogelijk is om hieruit nog andere gegevens de destilleren, zoals bijvoorbeeld een indicatie van de fout.

Het sinds 1954 bestaande systeem werd ook na 1971 gehandhaafd, zij het dat een aantal parameters werd gewijzigd.

Een kritiekverwachting ziet er als volgt uit (als voorbeeld is een windverwachting genomen):

<7	7-11	12-16	17-21	22-27	28-33	>33
2	14	24	27	21	9	3

Op de bovenste rij staan de klassen vermeld (in dit geval intervallen in knopen). Op de onderste rij staan de klimatologische frequenties van elke klasse, in procenten. Met een streep geeft de meteoroloog welke klassen verwacht worden; i.e., voor welke klassen de actuele kans hoger ligt dan de klimatologische frequentie.

In de praktijk laat de interpretatie van deze richtlijn te wensen over. Dikwijls wordt de streep gezet in overeenstemming met de tekstverwachting. Hierdoor bereikt de meteoroloog niet de optimale scoringskans, maar de invloed van deze interpretatie is beperkt.

#### **CV: Cijferverwachtingen**

Sinds 1971 worden ook verwachtingen opgesteld in de vorm van een verwachte waarde, die direct vergeleken kan worden met de opgetreden waarde. De resultaten kunnen in de vorm van gemiddelde fouten en contingentietabellen worden gepresenteerd, en ook is het mogelijk om hieruit een Prestatie-index af te leiden.

De vorm van de Cijferverwachting is in het gehanteerde systeem een getal (prikwaarde) van maximaal 2 cijfers. De opslag en verwerking van CV is veel eenvoudiger dan van de KV. Omdat de Prestatie-index die uit CV is afgeleid heel goed vergelijkbaar bleek met de KV-resultaten, en de CV voor veel meer verwachtingstermijnen beschikbaar is (momenteel 9 tegenover 2 voor de KV) is de systematische bewerking van KV beëindigd. De opstelling van KV wordt nog wel steeds voortgezet.

De resultaten van de prestatie-index in de jaren na 1971 in dit rapport zijn alle bepaald uit de CV.

## 2.2 Parameters

In deze paragraaf wordt een overzicht gegeven van de parameters die bij het systeem betrokken zijn of zijn geweest. Een systematisch overzicht is gegeven aan het einde van deze paragraaf.

### **Zonneschijn (SS)**

De CV betreft de zonneschijnduur zoals gemeten in de Bilt, uitgedrukt in procenten van de maximale duur per dag.

De KV-klassenverdeling is:

0	1-29	30-59	60-100
---	------	-------	--------

Bij de bepaling van een prestatie-index uit de CV wordt een fijnere verdeling toegepast:

0	1-14	15-29	30-44	45-59	60-74	75-100
---	------	-------	-------	-------	-------	--------

### **Neerslaghoeveelheid (RR24, RR12, PL, PK)**

Basisgrootheid is de neerslaghoeveelheid in de Bilt, uitgedrukt in mm per 12 of 24 uur.

De CV betreft de kans dat het gedurende een gegeven periode droog blijft: minder dan 0.3 mm neerslag. Deze kans wordt uitgedrukt in tientallen procenten, waartoe naar beneden wordt afgerond. Een CV=3 geeft dus aan dat de meteoroloog een kans op droog weer tussen 30 en 40 % aanwezig acht. De verwachting PL heeft betrekking op een 24-uurs-periode, van 18 tot 18 uur; PK op een 12-uurs-periode overdag, van 06 tot 18 uur.

De KV-klassenverdeling voor de neerslaghoeveelheid is:

0.0-0.2	0.3-1.4	1.5-4.4	$\geq 4.5$
---------	---------	---------	------------

De verwachting RR24 heeft betrekking op de 24-uurs-periode, van 18 tot 18 uur; RR12 op de 12-uurs-periode overdag, van 06 tot 18 uur.

In de praktijk blijkt de meteoroloog te kiezen voor hetzij de eerste klasse (droog) hetzij de groep klassen 2 t/m 4. Bovendien heeft een onderzoek in 1973 aangetoond dat toen geen waarde werd toegevoegd door van die gewoonte af te wijken. In de praktijk is daardoor zeer goed vergelijking mogelijk met de twee-klassen verdeling die voor de bepaling van de prestatie-index uit de CV voor neerslag wordt gehanteerd:

$\leq 0.2$	$\geq 0.3$
------------	------------

### **Neerslagduur (Rd24, Rd12)**

De neerslagduurverwachting is in 1971 afgeschaft omdat deze geen nieuws toevoegde aan de resultaten voor de neerslaghoeveelheid.

### **Landelijke verdeling neerslag (LL, LK)**

De CV betreft het aantal stations met neerslag uit 10 geselecteerde stations. De verwachting LL heeft betrekking op een 24-uurs-periode, van 18 tot 18 uur; LK op een 12-uurs-periode overdag, van 06 tot 18 uur.

De KV-klassenindeling is:

0	1-2	3-7	8-10
---	-----	-----	------

Het aantal stations in deze verwachtingen bedroeg oorspronkelijk 14, maar is gereduceerd op een moment dat enkele stations gesloten werden (o.a. Ypenburg en Woensdrecht).

### **Windsnelheid (ffn, ffd, FN, FD)**

De CV betreft het maximum van de 12 synop-waarden van de windsnelheid in knopen in een periode van 12 uur. De verwachting FN heeft betrekking op de nachtelijke periode, van 19 tot en met 06 uur, FD op de dagperiode van 07 tot en met 18 uur.

De KV-klassenverdeling is gedefinieerd in Beaufort-schaaldelen (maar gegeven in knopen), waarbij de schaal-delen 0-2 en de schaaldelen 8-12 telkens als één klasse zijn samengevat:

0-6	7-11	12-16	17-21	22-27	28-33	>33
-----	------	-------	-------	-------	-------	-----

Tot 1971 werd de windsnelheid in de Bilt (ffn en ffd) als maat genomen. Dit is landelijk gezien echter een zeer weinig representatieve grootheid. Omdat het gewicht van de wind en de windverwachting het grootst is in de kustprovincies, werd in 1971 bewust gekozen voor een station dat in dat gebied centraal ligt: IJmuiden (FN en FD).

De windrichting is nooit in de verificatie meegenomen. Als afzonderlijke grootheid is dat ook weinig zinvol; wel is een verificatie van de windvector overwogen, maar dit zou de bewerking nogal compliceren. Bovendien is voor veel gebruikers de windsnelheid veel belangrijker dan de richting.

### **Temperaturen (TN, TX, dTN, dTX)**

De CV betreft de minimum- (TN) of maximum-temperatuur (TX) te de Bilt in graden Celsius.

De KV-klassenverdeling is gebaseerd op een klasse voor elke graad Celsius afwijking van de klimatologische maandnormaal (TN en TX) of van de waarde die de dag tevoren optrad (dTN en dTX). Daarbij zijn alle afwijkingen of tendensen van meer dan 5 graden telkens in een enkele klasse samengevat.

<-5	-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	+5	>+5
-----	----	----	----	----	----	---	----	----	----	----	----	-----

Voor de meeste parameters is de klimatologische normaal de beste first guess schatting, wanneer meteorologische voorkennis ontbreekt. Voor de temperatuur is (althans op een termijn van niet meer dan een dag) de laatst opgetreden waarde een betere schatting. Daarom is tot 1971 uitsluitend het verschil met de vorige dag geverifieerd. Met de invoering van meerdaagse verwachtingen was dit niet langer houdbaar, en is naast de tendens ook de temperatuurverwachting in absolute zin in de KV opgenomen.



De CV voor temperatuur maakt overigens een verificatie zowel tegenover klimatologie als tegenover persistentie mogelijk.

In Tabel 1 is aangegeven welke elementen (parameters) in de verschillende verificatiesystemen zijn opgenomen.

<b>Tabel 1: Overzicht van verificatie-parameters</b>				
Code	Parameter	Periode (UTC)	Jaren van opname in	
			KV	CV
SS	Zonneschijnduur, percentage van de maximale duur	00-24	54-89	71-93
RR24	Neerslaghoeveelheid in de Bilt	18-18	54-89	-
PL	Kans op droog weer in de Bilt	18-18	-	71-93
RR12	Neerslaghoeveelheid in de Bilt	06-18	54-89	-
PK	Kans op droog weer in de Bilt	06-18	-	71-93
Rd24	Duur van de neerslag in de Bilt	18-18	54-71	-
Rd12	Duur van de neerslag in de Bilt	06-18	54-71	-
LL	Aantal stations met neerslag uit een totaal van 10 (tot 1971: 14)	18-18	54-89	71-93
LK	Aantal stations met neerslag uit een totaal van 10 (tot 1971: 14)	06-18	54-89	71-93
ffn	Maximale uurlijkse wind de Bilt	19-06	54-71	-
ffd	Maximale uurlijkse wind de Bilt	07-18	54-71	-
FN	Maximale wind uurlijkse IJmuiden	19-06	71-89	71-93
FD	Maximale wind uurlijkse IJmuiden	07-18	71-89	71-93
dTn	Verandering minimumtemperatuur te de Bilt	18-06	54-89	-
dTx	Verandering maximumtemperatuur te de Bilt	06-18	54-89	-
TN	Minimumtemperatuur te de Bilt	18-06	71-89	71-93
TX	Maximumtemperatuur te de Bilt	06-18	71-89	71-93

### 2.3 Opstellingstijden en verwachtingstermijnen

In 1954 werden per dag 2 Kritiekverwachtingen opgesteld: een om 11 uur in de morgen voor de periode tussen 19 uur 's avonds tot het einde van de volgende dag, en een om 23 uur voor de volgende dag 07 tot 24 uur. Rond 1960 werd daaraan op experimentele basis een twee- en soms een drie-daagse verwachting toegevoegd. De eendaagse verwachtingen waren op naam gesteld.

Momenteel worden de Kritiekverwachtingen nog steeds op dezelfde wijze om 11 en 23 uur opgesteld; voor de meerdaagse verwachtingen worden slechts Cijferverwachtingen gemaakt.

De Cijferverwachtingen omvatten tegenwoordig de meerdaagse verwachtingen (dag 2 t/m 5), op vier tijdstippen verwachtingen die op de voorgaande dag (eendaagse verwachtingen) worden gemaakt en nog een verwachting die om 5 uur in de ochtend van de dag zelf wordt opgesteld. Bovendien wordt om 11 uur in de ochtend vòòr de weerbespreking door elke aanwezige meteoroloog een verwachting voor dag 1 opgesteld op naam.

Een samenvatting van de verschillende soorten verwachtingen die geverifieerd worden, alsmede referentie-verwachtingen, is gegeven in Tabel 2.

Tabel 2: Overzicht van de CV-verwachtingen		
codes		type verwachting
CLI	50	de klimatologische verwachting op basis van de maandnormalen (voor referentie-doeleinden)
PRS	51	de persistentie-verwachting: opgetreden waarde van de voorgaande dag (ook voor referentie)
MD5	52	de vijfdaagse verwachting opgesteld in de ochtend
MD4	53	de vierdaagse verwachting opgesteld in de ochtend
MD3	54	de driedaagse verwachting opgesteld in de ochtend
MD2	55	de tweedaagse verwachting opgesteld in de ochtend
MD1	47	de eendaagse verwachting opgesteld om 6 uur
MET	1-44	individuele eendaagse verwachtingen, opgesteld door alle aanwezige meteorologen om 11 uur voorafgaand aan de weerbespreking
W11	56	de collectieve eendaagse verwachting opgesteld om 11 uur tijdens de weerbespreking
W17	57	de eendaagse verwachting opgesteld om 17 uur op de voorafgaande dag
W23	58	de eendaagse verwachting opgesteld om 23 uur op de voorafgaande dag
W05	59	de verwachting opgesteld om 5 uur op de zelfde dag
<b>NB</b> Voor de verwachtingen W23 en W05 vervallen natuurlijk de parameters waarvan de periode al is begonnen op het tijdstip van opstelling		

### 3. Verificatie-methoden

De resultaten van de Cijferverwachtingen kunnen met minimaal informatie-verlies in tabellen worden gepresenteerd. Voor informatie aan gebruikers en feed-back naar meteorologen is dit de meest geschikte vorm. De opbouw van tabellen wordt in paragraaf 3.1 beschreven.

Voor een vergelijkende kwaliteitsnorm, bij voorbeeld om te zien of er progressie is in de kwaliteit, of bij de vraag welke van twee methoden betere resultaten levert, zijn echter andere presentatievormen gewenst. Hierbij is onderscheid te maken tussen **indices** en **fout-scores**.

Een **index** is een norm voor de toegevoegde waarde van de meteoroloog. Het is een maat voor het verschil in waarde tussen het resultaat van een meteoroloog en dat van een referentie-systeem, waarvoor meestal de klimatologische normaal wordt genomen. In principe is de index een getal op een schaal van 0 tot 100, waarbij een score van 0 betekent dat de klimatologische "verwachting" het even goed doet, en een score van 100 wijst op perfecte verwachtingen.

Een **fout-score** is een grootte die aangeeft hoeveel de voorspeller er gemiddeld naast zit. De score wordt uitgedrukt in dezelfde eenheden als de parameter waar het om gaat.

In het algemeen zijn indices meer gericht op gebruik door beleidsmakers terwijl fout-scores voor gebruikers interessanter zijn.

In dit hoofdstuk worden de presentatievormen samengevat die in hoofdstuk 4 (Resultaten) worden toegepast. Bovendien wordt in paragraaf 3.4 de berekeningswijze van een prestatie-index uit cijfer-verwachtingen beschreven.

#### 3.1 Tabellen

Voor alle elementen kunnen op basis van voorspelde en opgetreden klasse contingentietabellen geproduceerd worden. Voor zonneshijnduur, windsnelheid en aantal stations met neerslag is dit ook inderdaad de meest praktische methode.

Voor de kansverwachtingen voor een droge periode zijn de klasse-indelingen van voorspelling en opgetreden waarde niet gelijk. De resultaten hiervan worden als volgt gepresenteerd. Voor elk van de 11 mogelijke kanspercentages (in principe 0 tot en met 9, in de praktijk komt echter ook 10 voor) wordt het percentage in werkelijkheid opgetreden droge periodes gegeven. Verder wordt nog onderscheid gemaakt tussen situaties die werden voorafgegaan door een droge en door een neerslag-periode.

Voor de temperatuur heeft het niet zoveel zin een complete contingentietabel op te zetten. Hier wordt gekozen voor een frequentieverdeling van de fout in de verwachting. Verder wordt onderscheid gemaakt in situaties die volgden op een hoge, een normale en een lage waarde.

### 3.2 Prestatie-index

De Prestatie-index is in 1954 op het KNMI geïntroduceerd door Kuipers, maar was al veel langer bekend uit een publikatie van Peirce in 1884. Uitgangspunt is een prognostische uitspraak die voor elke mogelijk optredende klasse van een parameter ondubbelzinnig aangeeft of die verwacht wordt of niet. Zo geeft bijvoorbeeld een uitspraak "15 tot 19" graden duidelijk aan dat 15 graden wèl en 14 graden niét verwacht wordt, maar de uitspraak "omstreeks 17 graden" is niet ondubbelzinnig en dus ook a priori niet verifieerbaar in termen van "goed" of "fout".

De prestatie-index voor één verwachting is gelijk aan:

$$t - pk$$

waarin: t is 1 (een treffer) als de uitspraak juist blijkt, dus als de opgetreden waarde in een der voorspelde klassen valt; in het andere geval 0.

pk is de a priori kans op een juiste uitspraak, dus de som van de kansen van de voorspelde klassen.

NB in de praktijk wordt voor de a priori kans de klimatologische frequentie van de betreffende klassen voor de maand genomen.

De gemiddelden van t en pk afzonderlijk worden wel als *trefferpercentage* en *inzet* aangeduid.

Uit de definitie is de beschrijving van de PI als een toegevoegde waarde duidelijk: de waarde die de meteoroloog toevoegt aan de a priori kans van slagen op klimatologische gronden.

De PI wordt meestal in procenten uitgedrukt, en heeft in theorie een bereik van -100 tot +100. Doordat met vaste klasse-indelingen wordt gewerkt, is het bereik in de praktijk kleiner, en ligt het maximum op 50 tot 90, afhankelijk van het element en de betreffende klasse-indeling.

NB Om een kwantitatieve indruk te krijgen van deze toegevoegde waarde kan het volgende overzicht dienen:

pk ligt in het algemeen tussen 35 en 50 %

t ligt in het algemeen tussen 55 en 80 %

PI ligt in het algemeen tussen 10 en 40 %

Er zijn vele indices geopperd in de loop der jaren, maar de Prestatie-index is in zijn soort (dus als index voor "ja/nee"-verwachtingen) zonder twijfel de beste index. Een geheel ander soort indices vormen de getransformeerde scores (bijvoorbeeld foutscores, zie 3.3). Deze zijn in het algemeen als volgt gedefinieerd:

$$\text{index} = 100x \frac{(\text{score} - \text{score klimatologie})}{(\text{perfecte score} - \text{score klimatologie})}$$

Ook deze indices liggen op een schaal van 0 tot 100.

### 3.3 Fout-scores

In de KNMI-verificatie-routines wordt voor de meeste parameters de gemiddelde absolute fout (MAE = Mean Absolute Error) gebruikt. Dit is de gemiddelde waarde van:

$$| v - r |$$

waarin:         $v$  = verwachte waarde  
                $r$  = opgetreden waarde

Deze maat heeft boven de meer algemeen gebruikelijke RMS-fout het voordeel dat het voorspellen van extremen wat minder ontmoedigd wordt. Vooral bij parameters met verdelingen die nogal van de normale verdeling afwijken (zonneshijn, aantal stations met neerslag) levert dit verwachtingswaarden op die beter aansluiten bij de uitgegeven tekstverwachtingen.

Naast de MAE is het (vooral met het oog op feed-back) nuttig om de systematische fout (ME = Mean Error) te bepalen. De ME is de gemiddelde waarde van:

$$v - r$$

Deze maat is in dit rapport overigens niet toegepast.

Voor kans-verwachtingen wordt de Brier-score BS toegepast; dit is in feite ook een soort fout-score:

$$(p - r)^2$$

waarin:         $p$  = verwachte kans op een droge periode  
                $r$  = 1 als het droog blijft, anders is  $r = 0$ .

### 3.4 Berekening van de prestatie-index uit cijferverwachtingen

De prestatie-index is gebaseerd op een voorspelling van klassen, niet op een voorspelling die de vorm heeft van een getal. Daarom is er een kleine omweg nodig om uit een cijfer-verwachting een prestatie-index te berekenen.

De klasse-voorspelling gaat er van uit dat de voorspeller voor elke klasse nagaat of de actuele kans op optreden groter of kleiner is dan de klimatologische frequentie. Dit veronderstelt dat de voorspeller, alvorens een KV op te stellen, een beeld heeft van de complete actuele kansverdeling.

Het gaat er dus om, uitgaande van een cijferverwachting, te komen tot een actuele kansverdeling. Daarvoor kan een op MOS gelijkende techniek toegepast worden: over een aantal situaties in het verleden waarbij dezelfde cijferwaarde (of de klasse waar deze in valt) werd voorspeld kan een frequentieverdeling gemaakt worden van de waarden die daarbij optraden. Deze verdeling kan vervolgens gebruikt worden als een remplaçant voor de actuele kansverdeling.

Deze techniek is toegepast, waarbij elke klasse van voorspelde waarden - via een surrogaat actuele kansverdeling - wordt omgezet in een optimale combinatie van voorspelde klassen. Daarbij wordt ook de regel gevolgd dat de voorspelde klassen een aansluitend interval dienen te vormen. In enkele gevallen zijn afzonderlijke combinaties gedefinieerd voor de middellange termijn en soms ook voor het seizoen (zomer- of winter-halfjaar).

Op deze methode is wel eens kritiek geïeerd, omdat de actuele kansverdeling soms veel grilliger kan zijn dan een vrij gladgestreken frequentieverdeling. Deze kritiek wordt echter gelogenstrakt door de resultaten. Die blijken voor aldus getransformeerde cijferverwachtingen een tenminste zo hoge prestatie-index op te leveren als de oorspronkelijke kritiek-verwachtingen. Als de methode echt onvoldoende zou zijn, dan zou het resultaat altijd minder moeten zijn.

De oorzaak van het ongeveer gelijke resultaat van de getransformeerde verwachtingen is te vinden in de ongevoeligheid van de PI voor het al of niet voorspellen ("meenemen") van een klassen meer of minder, dus op de rand van het interval. In de praktijk is de bijdrage van deze klassen aan de PI ongeveer 0.

De oorzaak van het feit dat de getransformeerde verwachtingen het soms beter doen ligt vermoedelijk in de beperkingen van een subjectieve kansverdeling.

#### 4. Resultaten

In deze paragraaf worden de resultaten besproken aan de hand van de bijgevoegde tabellen en grafieken.

##### 4.1 Tabel-verificatie

Voor alle elementen zijn tabellen samengesteld die een kwantitatief inzicht geven in de resultaten. Gekozen is voor de periode van de laatste 5 jaar. Bij een kortere periode wordt de steekproef wat klein, bij een langere periode kan de representativiteit voor de huidige "state of the art" van de verwachtingstechniek twijfelachtig worden.

Het leek niet zinvol om tabellen voor alle verwachtingstermijnen samen te stellen. Gekozen is voor de 5-daagse (MD5), 3-daagse (MD3) en de eendaagse (w11) verwachting. Voor elementen die uitsluitend op de overdag-periode betrekking hebben is verder de verwachting voor dezelfde dag (W05) toegevoegd. Tenslotte is voor de minimum-temperatuur de verwachting die de voorafgaande avond wordt opgesteld (W23) opgenomen.

##### *Zonneschijnduur (tabel A1.1 tot en met A1.4)*

Hoewel de klasse "0" veruit het meest voorkomt, wordt deze slechts weinig voorspeld. Dit ligt ook voor de hand omdat de meteoroloog op minimalisering van de gemiddelde fout gericht is.

Naarmate de verwachtingstermijn afneemt, worden de extreme klassen vaker voorspeld, en met succes. Voor alle termijnen geldt overigens dat, indien de voorspelling in de middelste klasse (30-44%) valt, alle klassen met min of meer gelijke kans kunnen optreden. Blijkbaar is dit een verwachtingsklasse die duidt op een situatie waarin geen goede voorspelling te maken is.

De klassen zijn indertijd gedefinieerd in samenhang met de te gebruiken terminologie:

0	bewolkt
1-29	enkele opklaringen, af en toe zon
30-59	zonnige perioden
60-74	vrij zonnig
75-100	zonnig

##### *Wind (tabel A1.5 tot en met A1.11)*

De klasse-indeling is gebaseerd op de Beaufort-schaal:

knopen	windkracht
0-11	0-3 Beaufort, zwak tot matig
12-16	4 Beaufort, matig
17-21	5 Beaufort, vrij krachtig
22-27	6 Beaufort, krachtig
28-33	7 Beaufort, hard
34+	8-12 Beaufort, storm(achtig)

Deze tabellen zijn voor de praktijk bijvoorbeeld interessant voor de Wind- en Storm-waarschuwingsdienst. Er valt uit af te leiden welke consequenties een voorzichtiger of riskanter beleid bij het opstellen van waarschuwingen zou hebben.

**Landelijke neerslag (tabel A1.12 tot en met A1.18)**

Nog sterker dan de zonneshijn heeft deze parameter een U-vormige verdeling. Het verificatie-systeem echter spoort de voorspeller aan om bij grote onzekerheid geen extremen te voorspellen. Bij de verwachtingen voor dag 5 en 3 is de frequentie-verdeling van de verwachte waarden dan ook het spiegelbeeld van de frequentieverdelingen van de opgetreden waarden. Als de termijn afneemt, wordt dit gecorrigeerd (zie bijvoorbeeld Tabel A1.18).

Ook deze klasse-indeling is gebaseerd op de terminologie:

0	(overall) droog
1-2	hier en daar regen, op de meeste plaatsen droog
3-7	plaatselijk regen
8-10	op de meeste plaatsen regen

**Temperatuur (tabel A2.1 en A2.2)**

Onmiddellijk is te zien dat zowel de minimum- als de maximum-temperatuur iets overschat worden: de top van de frequentieverdeling ligt in het algemeen tussen de afwijkingen 0 en +1.

Ook hier is een beleid te formuleren ten aanzien van prognostische uitspraken. Bijvoorbeeld, om een trefferpercentage van 80% te bereiken moet bij een verwachting voor 5 dagen vooruit een marge genomen worden van 4 graden naar beide zijden, voor 3 dagen van 3 graden, en voor 1 dag van 2 graden.

**Neerslagkans (tabel A3.1 en A3.2)**

Van oudsher is eigenlijk niet de neerslagkans, maar de complementaire kans op een droge periode als definitie genomen.

Bij kansverwachtingen zijn er twee aspecten die in het resultaat bekeken moeten worden.

- de **scherpte** van de verwachtingen
- de **betrouwbaarheid** van de verwachtingen

Onder de scherpte wordt verstaan de mate van duidelijkheid van de verwachting: een kansverwachting van 10 of 90% is scherper dan een van 50%.

De betrouwbaarheid eist dat als bijvoorbeeld in 100 gevallen een kans van 30% op droog weer gegeven wordt, dit ook overeenkomt met het opgetreden weer in die gevallen: ongeveer 30 gevallen zal het droog gebleven moeten zijn.

Uit de tabellen blijkt dat naarmate de termijn afneemt, zowel de scherpte als ook (in mindere mate) de betrouwbaarheid toeneemt. Voor beide elementen (overdag en etmaal) blijkt de meest rechtse kolom te wijzen op een uitstekende betrouwbaarheid.



## 4.2 Basisinformatie Prestatie-index en Fout-scores

In de tabellen B1.1 tot en met B1.9 is per element de jaarlijkse gemiddelde Prestatie-index en Fout-score vastgelegd. Deze getallen zijn vooral bedoeld voor diegenen die behoefte hebben aan kwantitatieve gegevens over de kwaliteit van de verwachting, bijvoorbeeld voor vergelijking van de resultaten in een bepaalde periode met die van in ontwikkeling zijnde methoden. Overigens is software beschikbaar om cijfers per maand te genereren.

Inhoudelijke bespreking van de tabellen blijft hier achterwege omdat de meer saillante punten daarvan in grafieken verwerkt zijn en later aan de orde komen (paragraaf 4.3).

De tabellen B2.1 en B2.2 geven een inzicht in de verandering van de kwaliteit met de termijn, voor alle verwachtingstermijnen.

Voor een goede interpretatie van de prestatie-index dient in het oog gehouden te worden dat de schaal in werkelijkheid niet tot 100 loopt, maar dat het maximum lager ligt. Wanneer we de prestatie-index delen door deze maximale waarde, dan ontstaat de zogenaamde *genormeerde prestatie-index*, die een vergelijking tussen verschillende elementen mogelijk maakt.

Deze genormeerde prestatie-indices zijn hieronder berekend voor de verwachtingen die het allereerst (MD5) en het allerlaatst zijn opgemaakt. De laatste kan zijn W11, W23 of W05.

element	SS	TN	TX	FN	FD	PK	PL	LK	LL
maximaal bereikbare PI	85	90	90	80	80	40	50	70	75
allereerst	9	16	22	13	11	28	28	19	21
allerlaatst	35	46	50	50	46	63	64	56	56

Nu blijkt duidelijk dat voor de neerslag de hoogste scores bereikt worden, en dat de zonneshijnduur, of - complementair - de bewolking, de meeste problemen oplevert.

## 4.3 De Prestatie-index in de loop der jaren

Uit de gegevens zijn overzichten gemaakt van het verloop van de prestatie-index in de loop der jaren. Voor zonneshijn en neerslag zijn enkele zeer lange series beschikbaar, die hier dan ook verwerkt zijn (Grafiek C1.1 tot en met C1.9).

Omdat de prestatie-index van jaar tot jaar nogal sterk schommelt, zijn niet de jaarcijfers zelf weergegeven, maar voortschrijdende 5-jarige gemiddelden.

### **Zonneschijnduur (grafiek C1.1)**

Behalve op de zeer korte termijn is er bijna overal een duidelijke progressie in de jaren van 1979 tot 1990. De relatief hoge cijfers in de jaren zestig kunnen misschien samenhangen met de klimatologische basisgetallen die toen gebruikt werden, en die in 1971 vrij grondig zijn gewijzigd.

NB Onjuiste klimatologische cijfers werken altijd gunstig voor de resulterende prestatie-index, onafhankelijk van de aard van de onjuistheid.

### **Temperatuur (grafiek C1.2 en C1.3)**

Ook hier is progressie te bespeuren voor de termijnen van 1 tot 3 of 4 dagen, maar in veel mindere mate. Bij de minimumtemperatuur valt op dat de vooruitgang bij de eendaagse verwachting in de jaren zeventig heeft plaatsgevonden, en dat het niveau daarna gestabiliseerd is.

### **Wind (grafiek C1.4 en C1.5)**

Bij de wind is voor alle termijnen tot en met dag 4 een duidelijke vooruitgang te zien in de jaren tachtig met een korte stagnatie halverwege dat decennium. Ook lijkt de opwaartse trend na 1989 te zijn geëindigd.

### **Neerslagkans (grafiek C1.6 tot en met C1.9)**

Ook hier weer een forse progressie in de jaren van 1977 tot 89 voor alle termijnen. Niet geheel verklaarbaar zijn de vrij grote verschillen tussen de grafieken voor PK en LK, beide neerslagverwachtingen voor dezelfde periode. Waar de landelijke neerslagverwachting ook in de jaren 85-90 duidelijk beter wordt, heeft dit nauwelijks weerslag in de grafiek voor de kansverwachting voor de Bilt.

### **Samenvatting**

Over de hele linie is er in de jaren tussen 1970 en 1990 een duidelijke vooruitgang. Het zou aantrekkelijk zijn om de effecten van allerlei veranderingen in de werkwijze te analyseren, maar het trekken van conclusies uit de gegevens is een hachelijke aangelegenheid. Een voorbeeld kan dit verduidelijken.

In het algemeen hebben mooie zomers met langdurig standvastig weer een gunstige invloed op de jaargemiddelde prestatie-index, vooral voor de zonneschijnduur. Dit was het geval in bijvoorbeeld 1973, 1976 en 1983. Door het hanteren van een 5-jaarlijks gemiddelde worden de klimatologische invloeden wel verminderd, maar niet uitgeschakeld. Tussen 1976 en 1983 zijn twee 5-jaarperiodes (77-81 en 78-82) waarin geen van die mooie zomers viel. In grafiek C1.1 is rond 1979 een duidelijke dip waar te nemen, die vermoedelijk geen enkele relatie heeft met de werkmethoden.

Dan resteert de conclusie die in de eerste zin van deze paragraaf al verwoord is. Ook een extrapolatie van trends naar de nabije toekomst lijkt niet verantwoord.

#### 4.4 Prestatie-index en Fout-scores per maand

Hierboven is al uiteengezet dat het klimaat invloed heeft op de prestatie-index. Om dit duidelijker zichtbaar te maken zijn ook gegevens berekend per maand. Daarin kunnen overigens ook verschillen ontstaan doordat met maand-klimatologie gewerkt wordt.

##### ***Zonneschijnduur (grafiek C2.1)***

Hier moet enige rekening gehouden worden met het feit dat het maximum van de schaal in de zomer hoger ligt dan in de winter. Een genormeerde PI zou vooral voor de wintermaanden wat hoger uit komen. Niettemin blijft de top in mei-juni reëel.

Dit resultaat wordt bevestigd door de MAE fout-score, die ook duidelijk voor de maanden november-januari tot een beter resultaat komt.

##### ***Temperatuur (grafiek C2.2 en C2.3)***

De resultaten van minimum- en maximumtemperatuur lijken spiegelbeelden. De eerste verwachtingen doen het goed in de winter, de laatste in de zomer. Overigens is er blijkbaar geen relatie tussen de resultaten van PI en MAE Fout-score.

##### ***Wind (grafiek C2.4 en C2.5)***

De jaarlijkse gang in de kwaliteit van wind-verwachtingen is duidelijk aanwezig: lage scores in voorjaar en zomer en hoge in najaar en winter, en een grote amplitudo. Een relatie met de MAE is er maar ten dele.

##### ***Neerslagkans (grafiek C2.6 tot en met C2.9)***

Ook de neerslag scoort slecht in het voorjaar; de top ligt hier in februari. De MAE en de Brier-score bevestigen dit, maar bieden overigens geen duidelijk beeld.

## 5 Besluit

Het eerste doel van dit rapport is geweest om de resultaten van het verificatie-systeem in de CWD vast te leggen; niet om er conclusies uit te trekken. Wel dringt zich een globale conclusie op: de weersverwachting is na een stabiele periode in de laatste 20 jaar beter geworden.

De gegevensverzameling die aan dit rapport ten grondslag ligt is uniek in de meteorologische wereld, vooral door de lange serie van verwachtingen die eenduidig zijn opgesteld en geverifieerd. Aan die circa driekwart miljoen verwachtingen in 35 jaar is door generaties meteorologen bijgedragen. Zij zouden hier allen vermeld moeten worden in een woord van erkentelijkheid, maar dat blijkt praktisch niet uitvoerbaar. Wel zal gepoogd worden om dit rapport ook zo volledig mogelijk te verspreiden onder al de meteorologen die bijgedragen hebben, maar niet meer in actieve dienst zijn.

De structuur voor dit rapport is al vele jaren geleden gelegd. Door telkens terugkerende achterstanden bij de bewerking van het materiaal en ook door andere omstandigheden heeft het erg lang geduurd voordat een min of meer complete samenvatting van de resultaten kon worden gepubliceerd. Om niet in dezelfde problemen verzeild te raken als vroeger wel het geval is geweest heb ik niet gewacht tot de gegevens van 1993 volledig aanwezig zijn. Hierbij moet de naam van Rob Borgart genoemd worden, die kans heeft gezien om een achterstand van twee jaren in vrij korte tijd weg te werken. Ik hoop dat het systeem van nu af aan weer redelijk "bij" gehouden kan worden.

Naarmate het KNMI zich meer bekommert om de belangen van de gebruikers neemt ook de vraag naar informatie over de kwaliteit toe. Dit zal uitbreiding van verificatie vergen, waarbij niet alleen inhoudelijke kwaliteit, maar ook elementen als tijdigheid, volledigheid en presentatie-vorm van belang zijn. Bij verificatie ten behoeve van een bepaalde klant zal ook uitgegaan moeten worden van de informatie zoals die werkelijk is verstrekt, en niet van een systeem dat gebaseerd is op een verwachting die uitsluitend ten behoeve van de verificatie wordt opgesteld.

Dat neemt niet weg dat het KNMI ook in de toekomst behoefte zal blijven hebben aan een systeem dat alleen de meteorologische prestatie meet, ontdaan van specifieke eisen die door bepaalde gebruikers gesteld worden. Dit is de enige manier om na te gaan of onze investeringen (modellen, satelliet-ontvangst, radar etc) nuttig effect hebben. Daarom is het van het grootste belang dat het bestaande verificatie-systeem ongewijzigd wordt voortgezet naast nieuw op te zetten gebruikersgerichte systemen.

## A Verificatie-tabellen

Het materiaal omvat de verwachtingen voor de termijnen voor 0, 1, 3 en 5 dagen vooruit in een periode van 5 jaar: juli 1988 - juni 1993. Er is geen onderscheid gemaakt naar seizoenen.

### **A1 Contingentietabellen**

Deze tabellen zijn samengesteld voor verwachtingen voor de zonneshijnduur, voor de wind en voor het aantal stations met neerslag.

Op de bovenste regel zijn de opgetreden klassen vermeld, in de linker kolom de verwachte klassen.

**Tabel A1.1:**

element: *SS*, zonneshijnduur in de Bilt  
termijn: *MD5*, verwachting 5 dagen vooruit

SS opg verw	0	1- 14	15- 29	30- 44	45- 59	60- 74	75- 100	tot aal
0	35	8	6	5	4	3	3	64
1-14	129	48	33	31	21	12	20	294
15-29	118	82	66	61	32	33	31	423
30-44	105	128	99	92	94	90	72	680
45-59	15	29	23	25	22	24	39	177
60-74	4	12	7	16	29	30	73	171
75-100	0	0	0	2	1	1	7	11
<b>totaal</b>	<b>406</b>	<b>307</b>	<b>234</b>	<b>232</b>	<b>203</b>	<b>193</b>	<b>245</b>	<b>1820</b>

**Tabel A1.2:**

element: *SS*, zonneshijnduur in de Bilt  
termijn: *MD3*, verwachting 3 dagen vooruit

SS opg verw	0	1- 14	15- 29	30- 44	45- 59	60- 74	75- 100	tot aal
0	35	4	4	4	4	1	1	53
1-14	141	46	27	25	17	11	6	273
15-29	128	100	70	55	38	27	26	444
30-44	87	119	111	101	90	84	67	659
45-59	8	31	11	23	22	31	43	169
60-74	7	7	10	24	28	33	70	179
75-100	0	0	1	0	4	6	32	43
<b>totaal</b>	<b>406</b>	<b>307</b>	<b>234</b>	<b>232</b>	<b>203</b>	<b>193</b>	<b>245</b>	<b>1820</b>

**Tabel A1.3:**  
 element: *SS, zonneshijnduur in de Bilt*  
 termijn: *W11, verwachting 1 dag vooruit*

SS opg verw	0	1- 14	15- 29	30- 44	45- 59	60- 74	75- 100	tot aal
0	45	6	1	1	0	0	0	53
1-14	180	61	36	16	6	4	3	306
15-29	110	135	91	88	46	23	11	504
30-44	61	84	84	91	85	67	36	508
45-59	6	11	15	22	36	35	27	152
60-74	4	10	7	14	24	47	90	196
75-100	0	0	0	0	6	17	78	101
<b>totaal</b>	<b>406</b>	<b>307</b>	<b>234</b>	<b>232</b>	<b>203</b>	<b>193</b>	<b>245</b>	<b>1820</b>

**Tabel A1.4:**  
 element: *SS, zonneshijnduur in de Bilt*  
 termijn: *W05, verwachting voor dezelfde dag*

SS opg verw	0	1- 14	15- 29	30- 44	45- 59	60- 74	75- 100	tot aal
0	67	6	0	1	0	1	0	75
1-14	182	91	41	14	8	4	1	341
15-29	98	117	89	70	31	13	3	421
30-44	50	80	80	103	93	62	25	493
45-59	5	5	13	24	33	35	27	142
60-74	4	8	11	19	31	65	100	238
75-100	0	0	0	1	7	13	89	110
<b>totaal</b>	<b>406</b>	<b>307</b>	<b>234</b>	<b>232</b>	<b>203</b>	<b>193</b>	<b>245</b>	<b>1820</b>

**Tabel A1.5:**

element: *FN, maximale wind te IJmuiden in de nacht*  
 termijn: *MD5, verwachting 5 dagen vooruit*

FN opg verw	0- 11	12- 16	17- 21	22- 27	28- 33	34+	tot aal
0-11	5	6	5	2	0	0	18
12-16	188	243	169	93	24	8	725
17-21	112	198	156	145	59	17	687
22-27	25	36	52	79	71	39	302
28-33	1	2	14	10	24	26	77
34+	0	0	0	1	5	4	10
<b>totaal</b>	<b>331</b>	<b>485</b>	<b>396</b>	<b>330</b>	<b>183</b>	<b>94</b>	<b>1819</b>

**Tabel A1.6:**

element: *FN, maximale wind te IJmuiden in de nacht*  
 termijn: *MD3, verwachting 3 dagen vooruit*

FN opg verw	0- 11	12- 16	17- 21	22- 27	28- 33	34+	tot aal
0-11	38	15	6	2	0	0	61
12-16	217	282	152	73	6	3	733
17-21	63	164	166	138	51	13	595
22-27	13	23	62	98	88	27	311
28-33	0	1	10	19	31	43	104
34+	0	0	0	0	7	8	15
<b>totaal</b>	<b>331</b>	<b>485</b>	<b>396</b>	<b>330</b>	<b>183</b>	<b>94</b>	<b>1819</b>

**Tabel A1.7:**

element: *FN, maximale wind te IJmuiden in de nacht*  
 termijn: *W11, verwachting 1 dag vooruit*

FN opg verw	0- 11	12- 16	17- 21	22- 27	28- 33	34+	tot aal
0-11	136	57	9	1	0	0	203
12-16	170	296	126	20	3	1	616
17-21	25	108	166	103	7	1	410
22-27	0	23	80	155	59	15	332
28-33	0	2	13	45	90	21	171
34+	0	0	2	5	24	56	87
<b>totaal</b>	<b>331</b>	<b>486</b>	<b>396</b>	<b>329</b>	<b>183</b>	<b>94</b>	<b>1819</b>

**Tabel A1.8:**

element: *FD*, maximale wind te IJmuiden overdag  
 termijn: *MD5*, verwachting 5 dagen vooruit

FD opg verw	0- 11	12- 16	17- 21	22- 27	28- 33	34+	tot aal
0-11	4	5	3	1	0	0	13
12-16	126	185	131	76	21	10	549
17-21	108	234	202	168	68	25	805
22-27	26	64	77	89	71	42	369
28-33	0	6	11	15	20	22	74
34+	0	0	0	1	4	4	9
<b>totaal</b>	<b>264</b>	<b>494</b>	<b>424</b>	<b>350</b>	<b>184</b>	<b>103</b>	<b>1819</b>

**Tabel A1.9:**

element: *FD*, maximale wind te IJmuiden overdag  
 termijn: *MD3*, verwachting 3 dagen vooruit

FD opg verw	0- 11	12- 16	17- 21	22- 27	28- 33	34+	tot aal
0-11	5	2	5	1	0	0	13
12-16	170	256	143	58	7	2	636
17-21	78	197	201	162	55	9	702
22-27	10	39	66	112	85	41	353
28-33	1	1	7	16	30	38	93
34+	0	0	1	1	7	13	22
<b>totaal</b>	<b>264</b>	<b>495</b>	<b>423</b>	<b>350</b>	<b>184</b>	<b>103</b>	<b>1819</b>

**Tabel A1.10:**

element: *FD*, maximale wind te IJmuiden overdag  
 termijn: *W11*, verwachting 1 dag vooruit

FD opg verw	0- 11	12- 16	17- 21	22- 27	28- 33	34+	tot aal
0-11	62	34	5	0	0	0	101
12-16	152	270	122	22	1	1	568
17-21	45	156	184	100	9	3	497
22-27	5	32	100	168	61	11	377
28-33	0	3	12	52	84	32	183
34+	0	0	1	8	29	56	94
<b>totaal</b>	<b>264</b>	<b>495</b>	<b>424</b>	<b>350</b>	<b>184</b>	<b>103</b>	<b>1820</b>



**Tabel A1.11:**

element: *FD*, maximale wind te IJmuiden overdag  
 termijn: *W05*, verwachting voor dezelfde dag

FD opg verw	0- 11	12- 16	17- 21	22- 27	28- 33	34+	tot aal
0-11	88	34	3	1	0	0	126
12-16	143	295	106	16	0	1	561
17-21	30	133	185	73	6	3	430
22-27	3	31	113	205	42	5	399
28-33	0	2	16	45	101	24	188
34+	0	0	1	10	35	70	116
<b>totaal</b>	<b>264</b>	<b>495</b>	<b>424</b>	<b>350</b>	<b>184</b>	<b>103</b>	<b>1820</b>

**Tabel A1.12:**

element: *LK*, aantal stations met neerslag overdag  
 termijn: *MD5*, verwachting 5 dagen vooruit

LK opg verw	0	1- 2	3- 5	6- 7	9- 10	tot aal
0	223	28	23	15	19	308
1-2	384	107	57	67	91	706
3-5	177	62	46	59	88	432
6-7	75	55	47	66	124	367
8-10	0	0	0	1	6	7
<b>totaal</b>	<b>859</b>	<b>252</b>	<b>173</b>	<b>208</b>	<b>328</b>	<b>1820</b>

**Tabel A1.13:**

element: *LK*, aantal stations met neerslag overdag  
 termijn: *MD3*, verwachting 3 dagen vooruit

LK opg verw	0	1- 2	3- 5	6- 7	9- 10	tot aal
0	328	46	16	5	8	403
1-2	340	102	56	63	64	625
3-5	129	58	46	52	77	362
6-7	58	41	49	81	146	375
8-10	4	5	6	7	33	55
<b>totaal</b>	<b>859</b>	<b>252</b>	<b>173</b>	<b>208</b>	<b>328</b>	<b>1820</b>

**Tabel A1.14:**

element: *LK*, aantal stations met neerslag overdag  
 termijn: *W11*, verwachting 1 dag vooruit

LK opg verw	0	1- 2	3- 5	6- 7	9- 10	tot aal
0	485	30	4	1	3	523
1-2	259	96	45	27	11	438
3-5	69	63	49	48	47	276
6-7	40	52	53	103	136	384
8-10	6	11	22	29	131	199
<b>totaal</b>	<b>859</b>	<b>252</b>	<b>173</b>	<b>208</b>	<b>328</b>	<b>1820</b>

**Tabel A1.15:**

element: *LK*, aantal stations met neerslag overdag  
 termijn: *W05*, verwachting voor dezelfde dag

LK opg verw	0	1- 2	3- 5	6- 7	9- 10	tot aal
0	533	27	4	1	3	568
1-2	230	116	40	26	10	422
3-5	57	67	47	49	33	253
6-7	34	32	62	100	114	342
8-10	5	10	20	32	168	235
<b>totaal</b>	<b>859</b>	<b>252</b>	<b>173</b>	<b>208</b>	<b>328</b>	<b>1820</b>

**Tabel A1.16:**

element: *LL*, aantal stations met neerslag per etmaal  
 termijn: *MD5*, verwachting 5 dagen vooruit

LL opg verw	0	1- 2	3- 5	6- 7	9- 10	tot aal
0	138	14	8	11	19	190
1-2	269	64	35	45	77	490
3-5	149	66	50	53	145	463
6-7	106	61	59	92	247	565
8-10	11	8	5	15	73	112
<b>totaal</b>	<b>673</b>	<b>213</b>	<b>157</b>	<b>216</b>	<b>561</b>	<b>1820</b>

**Tabel A1.17:**  
 element: *LL*, aantal stations met neerslag per etmaal  
 termijn: *MD3*, verwachting 3 dagen vooruit

LL opg verw	0	1- 2	3- 5	6- 7	9- 10	tot aal
0	235	23	8	6	8	280
1-2	251	60	49	44	57	461
3-5	114	80	38	62	100	394
6-7	65	42	51	84	229	471
8-10	8	8	11	20	167	214
<b>totaal</b>	<b>673</b>	<b>213</b>	<b>157</b>	<b>216</b>	<b>561</b>	<b>1820</b>

**Tabel A1.18:**  
 element: *LL*, aantal stations met neerslag per etmaal  
 termijn: *W11*, verwachting 1 dag vooruit

LL opg verw	0	1- 2	3- 5	6- 7	9- 10	tot aal
0	397	25	7	3	1	433
1-2	184	74	38	20	11	327
3-5	58	61	54	40	40	253
6-7	29	42	43	97	134	345
8-10	5	11	15	56	375	462
<b>totaal</b>	<b>673</b>	<b>213</b>	<b>157</b>	<b>216</b>	<b>561</b>	<b>1820</b>

**A2 Frequentie-verdeling verwachtingsfout**

Voor de temperatuur-verwachting is er geen reden om aan te nemen dat het niveau van de temperatuur zelf veel invloed heeft op de kwaliteit van de verwachting. Daarom is hier volstaan met een frequentie-verdeling van de fout.

Op de bovenste regel zijn de betreffende verwachtingstermijnen vermeld. In de linker kolom staan de opgetreden verwachtingsfouten, die gekarakteriseerd zijn door het verschil:

*verwachte waarde minus opgetreden waarde*

Onder elke termijn zijn de absolute frequenties van de opgetreden fouten gegeven.

**Tabel A2.1:**

element: *TN*, minimumtemperatuur

TN term verw-opg	MD5	MD3	W11	W23
<-8	6	2	2	1
-8	12	2	0	0
-7	14	10	2	1
-6	26	17	3	4
-5	56	26	11	5
-4	85	75	32	24
-3	111	123	82	72
-2	183	162	139	127
-1	187	211	260	269
0	218	274	379	430
+1	252	287	396	428
+2	223	267	297	274
+3	167	170	132	120
+4	129	96	57	47
+5	62	57	19	12
+6	50	30	2	3
+7	19	6	2	0
+8	11	3	1	2
>+8	9	1	0	0
	1820	1819	1820	1819

**Tabel A2.2**

element: *TX*, maximumtemperatuur

TX term verw-opg	MD5	MD3	W11	W05
<-8	12	4	1	0
-8	12	5	1	2
-7	16	6	2	1
-6	25	20	4	3
-5	34	30	11	7
-4	66	58	32	26
-3	99	92	69	76
-2	169	173	141	147
-1	239	221	268	278
0	240	330	433	453
+1	231	301	395	456
+2	224	242	283	251
+3	152	161	121	87
+4	120	92	38	25
+5	83	56	11	3
+6	45	17	4	1
+7	23	6	3	2
+8	13	4	1	1
>+8	17	2	0	1
totaal	1820	1820	1818	1820

### A3 Tabellen voor kansverwachtingen

Kansverwachtingen voor het optreden van een droge periode worden gegeven in volle tientallen procenten, inclusief 0 en 100. Deze 11 verwachtingsklassen zijn vermeld in de linkse kolom ("kans").

Voor elke verwachtingsklasse is per termijn in de linker kolom ("aant") het aantal gevallen vermeld waarin die kans gegeven werd.

In de rechter kolom ("frq") zijn telkens de relatieve frequenties gegeven voor het inderdaad optreden van een droge periode in procenten.

**Tabel A3.1:**

element: *PK*, kans op droog weer overdag

**Tabel A3.2:**

*PL*, kans op een droog etmaal

PK	MD5		MD3		W11		W05		MD5		MD3		W11	
	aant	frq	aant	frq	aant	frq	aant	frq	aant	frq	aant	frq	aant	frq
0%	0	-	0	-	0	-	5	0	0	-	3	0	4	25
10%	0	-	8	38	76	20	106	17	12	0	62	13	266	6
20%	8	13	47	32	130	26	126	23	104	32	150	18	178	19
30%	53	47	93	34	120	38	111	29	146	31	133	29	121	28
40%	121	50	119	43	123	42	100	44	198	44	146	38	105	38
50%	195	58	162	52	148	53	130	55	211	52	189	43	120	47
60%	177	62	160	56	128	62	113	65	215	52	191	54	126	60
70%	256	68	206	70	141	76	132	75	266	64	220	67	132	73
80%	353	76	296	76	231	80	234	82	332	71	275	71	199	71
90%	640	83	688	89	637	97	605	97	325	83	424	91	487	97
100%	17	100	41	98	86	100	157	99	11	100	27	100	81	100
tot	1820	71	1820	71	1820	71	1819	71	1820	59	1820	59	1819	59

## B Prestatie-index en Fout-scores in tabellen

Het materiaal omvat verwachtingen het CV-systeem; voor de elementen waarvoor ook over een eerdere periode KV-materiaal aanwezig was, zijn de resultaten hiervan eveneens opgenomen.

### B1 Prestatie-index en Fout-scores per jaar

De tabellen bevatten gemiddelde jaarcijfers voor alle verwachtings-termijnen. Alleen jaren waarin tenminste op 50% van de dagen gegevens beschikbaar waren zijn verwerkt, evenals het jaar 1993 (tot en met juni).

Tabel B1.1:  
element: SS, zonneshijnduur

SS	Prestatie-index								MAE in procenten							
	MD5	MD4	MD3	MD2	W11	W17	W23	W05	MD5	MD4	MD3	MD2	W11	W17	W23	W05
1955				11												
1956				6												
1957				8	18			18								
1958				8	16			20								
1959				12	21			28								
1960				13	16			23								
1961				11	22			24								
1962				12	21			23								
1963				12	13			27								
1964				10	17			25								
1965				13	21			27								
1966				10	16			22								
1967					19			26								
1968					15			19								
1969			5	11	18			19								
1970			13	17	19			20								
1971			8	12	15			18								
1972			-1	10	10	17	20	29				20	19	18	15	
1973			9	9	18	18	22	31				19	19	17	15	
1974			7	10	10	12	16	23				19	19	18	16	
1975			4	12	20	19	23	27				19	19	18	16	
1976			7	11	24	24	26	31				19	18	17	15	
1977		0	4	5	20	21	20	27		25	24	23	18	18	18	16
1978		2	4	7	13	14	20	26		22	22	21	19	19	17	15
1979		0	5	9	13	13	21	26		24	22	20	18	18	17	15
1980		7	7	14	19	20	21	23		24	23	20	18	18	17	16
1981	4	4	8	12	17	18	22	28	23	23	22	20	17	17	16	15
1982	5	5	7	11	17	24	25	29	25	24	24	23	20	18	18	16
1983	6	9	14	18	26	24	26	27	23	22	21	20	17	17	17	16
1984	7	6	7	12	20	23	25	29	23	22	22	20	18	17	17	15
1985	3	4	9	9	26	24	26	28	24	23	21	22	17	17	16	14
1986	11	11	10	14	21	23	23	24	21	20	20	19	17	16	16	15
1987	8	12	14	15	24	24	26	31	22	21	20	19	16	16	16	15
1988	4	6	8	12	22	22	23	25	21	21	21	19	15	15	16	14
1989	8	13	13	20	26	31	33	37	24	23	22	20	16	16	15	13
1990	11	12	18	19	26	25	26	27	21	21	19	18	16	16	16	15
1991	6	8	14	19	25	26	27	31	23	23	21	20	18	18	17	16
1992	9	6	12	18	24	22	22	26	20	21	20	18	16	16	16	15
1993	3	6	11	20	30	28	28	29	26	25	24	22	18	18	17	17

**Tabel B1.2:**  
**element: TN, minimumtemperatuur**

TN	Prestatie-index								MAE in tiende graden							
	MD5	MD4	MD3	MD2	W11	W17	W23	W05	MD5	MD4	MD3	MD2	W11	W17	W23	W05
1972					30	34	39						17	15	13	
1973					30	31	39						18	17	14	
1974					28	31	39						17	16	13	
1975					32	34	41						16	16	12	
1976					33	35	41						17	16	14	
1977		6	15	18	31	34	44			26	23	20	16	15	12	
1978		15	17	26	37	40	47			25	23	20	15	14	12	
1979		13	24	28	37	38	46			27	23	20	16	16	13	
1980		15	20	24	30	33	38			26	22	21	16	16	14	
1981	15	17	21	27	40	40	44		23	24	22	20	16	15	13	
1982	14	17	22	22	37	41	43		25	23	22	19	15	14	13	
1983	9	12	15	21	36	38	40		26	24	22	21	15	14	13	
1984	15	16	20	21	34	40	41		22	21	19	18	15	13	12	
1985	14	22	28	33	40	45	46		26	24	21	19	15	14	14	
1986	8	17	20	26	31	39	40		28	25	23	22	18	15	14	
1987	20	22	26	27	36	42	44		26	24	21	20	15	14	13	
1988	11	13	15	22	36	42	45		25	24	22	20	15	12	12	
1989	11	17	24	30	36	42	44		25	23	21	19	15	13	12	
1990	13	19	27	30	37	41	40		25	22	19	19	14	13	13	
1991	15	18	24	27	36	39	39		26	24	21	20	16	15	15	
1992	19	17	21	29	35	37	37		22	22	19	18	15	14	14	
1993	15	18	28	35	40	41	43		26	23	20	18	15	15	14	

**Tabel B1.3:**  
**element: TX, maximumtemperatuur**

TX	Prestatie-index								MAE in tiende graden							
	MD5	MD4	MD3	MD2	W11	W17	W23	W05	MD5	MD4	MD3	MD2	W11	W17	W23	W05
1972					31	32	37	39					18	17	15	14
1973					36	37	40	41					15	15	14	13
1974					39	39	43	46					15	16	14	13
1975					37	40	43	48					17	16	14	13
1976					37	38	40	43					17	17	16	14
1977		16	22	27	31	32	34	40		22	22	19	17	17	15	14
1978		18	22	28	39	41	44	46		25	23	21	16	15	14	13
1979		19	26	30	37	39	38	43		25	22	21	17	16	16	14
1980		25	29	33	38	40	39	46		25	20	19	16	16	15	13
1981	22	21	27	33	37	40	43	45	23	25	21	19	16	15	14	13
1982	21	20	28	31	37	38	40	44	24	23	20	18	16	15	15	13
1983	19	22	29	32	36	37	40	43	24	22	20	19	16	15	14	13
1984	12	17	22	31	34	34	36	40	24	21	19	17	15	14	14	13
1985	15	26	30	37	43	43	43	47	28	25	22	19	16	15	15	14
1986	17	20	30	31	40	41	42	43	24	22	19	18	15	15	15	14
1987	25	29	33	34	38	42	41	46	22	20	18	17	15	14	14	13
1988	16	17	20	27	35	38	38	44	24	23	21	18	14	13	13	12
1989	21	23	30	35	43	44	45	47	25	23	21	19	15	14	14	12
1990	18	24	31	34	38	41	41	43	25	22	18	16	13	13	13	13
1991	19	28	34	38	42	43	45	46	25	21	18	16	14	13	13	12
1992	25	29	35	41	45	46	46	45	22	20	17	15	13	12	13	12
1993	18	22	23	32	44	43	43	45	27	24	22	20	15	15	15	14

**Tabel B1.4:**  
**element: FN, maximale wind in de nacht**

FN	Prestatie-index								MAE in tiende knopen							
	MD5	MD4	MD3	MD2	W11	W17	W23	W05	MD5	MD4	MD3	MD2	W11	W17	W23	W05
1972					33	33							38	36		
1973					31	32							40	39		
1974					27	30							44	41		
1975					27	33							42	40		
1976					26	29							44	40		
1977		5	9	16	27	33				64	57	55	42	38		
1978		-2	8	15	26	28				65	57	55	45	41		
1979		7	10	18	29	28				64	59	53	43	42		
1980		10	11	16	30	33				59	56	54	43	38		
1981	16	14	14	15	28	33			61	57	57	54	41	38		
1982	14	15	19	19	30	39			64	59	54	53	42	35		
1983	9	12	14	15	27	31			64	61	58	53	43	40		
1984	3	9	14	15	29	35			60	57	54	52	38	34		
1985	8	11	15	20	29	36			58	55	54	48	39	32		
1986	6	11	20	22	32	38			60	56	51	48	36	32		
1987	10	14	19	21	36	38			58	55	51	48	34	31		
1988	12	18	22	26	34	38			55	51	45	43	35	30		
1989	7	13	17	25	36	42			55	51	48	41	33	29		
1990	15	21	25	29	41	41			56	51	45	41	30	29		
1991	5	13	21	28	37	40			60	54	51	44	35	32		
1992	14	17	22	26	35	38			54	51	46	43	35	33		
1993	8	17	21	24	31	35			52	45	39	37	30	28		

**Tabel B1.5:**  
**element: FD, maximale wind overdag**

FD	Prestatie-index								MAE in tiende knopen							
	MD5	MD4	MD3	MD2	W11	W17	W23	W05	MD5	MD4	MD3	MD2	W11	W17	W23	W05
1972					21	26	29	33					49	47	41	35
1973					26	25	30	30					46	46	40	38
1974					19	17	20	26					50	51	47	40
1975					16	19	26	27					50	50	43	41
1976					19	23	22	27					46	44	43	38
1977		7	8	11	20	23	25	32		60	58	53	44	41	40	32
1978		-5	14	14	22	22	25	31		67	53	51	45	46	41	36
1979		4	9	12	22	23	24	30		63	59	56	47	47	44	38
1980		7	9	13	20	23	24	27		61	59	52	46	47	45	39
1981	8	7	14	16	23	25	25	28	62	62	57	53	44	45	45	39
1982	13	13	19	20	24	29	31	34	60	56	50	50	43	42	41	38
1983	3	8	12	20	23	27	27	31	62	58	55	50	45	43	43	38
1984	4	10	16	18	27	25	26	34	62	56	54	53	43	45	44	38
1985	6	11	16	19	26	28	28	30	61	57	53	50	43	42	41	38
1986	7	8	14	16	26	27	28	31	59	58	51	50	42	41	42	37
1987	12	10	18	24	30	32	34	34	55	53	47	42	36	36	36	33
1988	9	12	21	23	32	31	32	36	54	51	46	43	36	37	38	35
1989	8	12	15	20	31	32	34	38	57	53	48	46	35	35	34	30
1990	9	12	19	27	37	36	36	36	58	55	47	43	33	33	33	31
1991	6	13	21	25	31	34	34	35	59	54	49	47	38	38	38	35
1992	12	12	15	22	31	33	33	36	61	58	55	50	43	42	42	39
1993	2	15	15	24	29	29	29	31	54	47	43	36	32	31	31	29



**Tabel B1.6:**  
**element: PK, neerslagkans overdag**

PK	Prestatie-index								Brier-score in procenten							
	MD5	MD4	MD3	MD2	W11	W17	W23	W05	MD5	MD4	MD3	MD2	W11	W17	W23	W05
1957								20								
1958								17								
1959								21								
1960								17								
1961								23								
1962								21								
1963								19								
1964								19								
1965								24								
1966								22								
1967								20								
1968								18								
1969								19								
1970								20								
1971								19								
1972					15	17	17	20				17	16	16	15	
1973					21	19	21	25				16	16	15	13	
1974					21	21	24	26				17	17	16	15	
1975					17	17	16	19				16	16	16	16	
1976					16	17	17	23				15	15	15	13	
1977		1	2	6	19	20	22	27		23	25	23	17	17	16	14
1978		2	5	6	20	21	23	26		23	22	20	16	16	16	14
1979		-3	5	5	20	19	23	26		27	25	24	19	19	17	14
1980		3	0	7	20	22	24	28		25	25	22	17	17	16	14
1981	18	9	11	15	22	21	23	25	20	22	22	21	17	17	16	15
1982	11	14	15	18	22	21	21	25	18	17	16	15	14	14	14	13
1983	7	11	12	16	25	25	24	25	20	19	19	18	14	14	14	13
1984	6	8	13	17	20	20	22	26	21	21	19	17	16	16	15	14
1985	6	9	12	15	19	17	17	21	20	20	18	17	16	17	17	15
1986	12	15	17	23	22	23	23	22	17	16	15	13	13	13	13	13
1987	8	10	14	18	25	24	25	25	20	20	18	16	14	13	13	13
1988	10	9	15	17	23	25	27	29	22	22	21	18	15	14	13	12
1989	13	7	16	18	23	24	27	27	18	19	17	16	14	12	11	11
1990	8	13	17	21	24	23	24	25	20	18	16	14	13	13	13	12
1991	13	15	19	20	25	26	26	25	16	16	14	13	11	11	11	11
1992	11	15	15	17	24	23	23	24	19	17	17	15	14	14	14	14
1993	12	14	20	22	22	23	22	24	18	16	15	13	13	12	12	11

**Tabel B1.7:**  
**element: PL, neerslagkans per etmaal**

PL	Prestatie-index							Brier-score in procenten								
	MD5	MD4	MD3	MD2	W11	W17	W23	W05	MD5	MD4	MD3	MD2	W11	W17	W23	W05
1955				11												
1956				11												
1957				15	22											
1958				14	27											
1959				20	28											
1960				14	21											
1961				17	24											
1962				19	22											
1963				17	22											
1964				13	22											
1965				18	24											
1966				13	20											
1967					19											
1968					24											
1969			14	17	19											
1970			17	16	25											
1971			19	21	26											
1972			13	17	25	25						17	16			
1973			17	22	25	27						16	15			
1974			14	17	26	26						16	15			
1975		8	14	20	22	22						17	17			
1976		10	20	14	23	24						15	15			
1977		15	16	20	23	24			22	21	19	17	16			
1978		16	16	21	27	26			22	21	19	16	16			
1979		7	13	14	23	22			25	23	22	18	18			
1980		10	16	18	27	28			24	20	19	16	15			
1981	14	17	20	24	26	26		20	21	20	18	16	15			
1982	9	17	20	23	26	26		22	19	17	16	14	14			
1983	15	18	18	23	30	30		22	20	18	17	14	13			
1984	9	10	19	24	25	27		22	22	19	17	16	15			
1985	8	11	15	18	22	22		23	21	20	19	17	17			
1986	17	19	18	24	26	28		19	18	18	16	14	13			
1987	11	16	20	26	31	32		23	21	19	16	13	12			
1988	17	16	21	25	28	32		22	20	18	16	14	12			
1989	15	17	23	25	33	35		20	20	18	16	11	9			
1990	13	16	22	26	30	30		22	19	16	14	12	12			
1991	16	19	23	26	32	33		20	18	17	15	11	11			
1992	11	18	21	24	31	31		22	19	18	16	12	12			
1993	16	18	20	24	31	29		20	19	18	16	12	12			

Tabel B1.8:

element: LK, aantal stations met neerslag overdag

LK	Prestatie-index								MAE in tiende stations							
	MD5	MD4	MD3	MD2	W11	W17	W23	W05	MD5	MD4	MD3	MD2	W11	W17	W23	W05
1957								19								
1958								18								
1959								29								
1960								17								
1961								27								
1962								29								
1963								22								
1964								25								
1965								27								
1966								24								
1967								27								
1968								22								
1969								25								
1970								24								
1971								29								
1972					24	25	25	32				20	20	20	16	
1973					28	27	31	36				19	19	18	15	
1974					21	22	30	35				24	24	20	18	
1975					30	28	28	32				20	20	19	16	
1976					26	27	30	34				18	18	17	14	
1977		8	8	15	28	28	30	37		28	27	25	21	21	19	15
1978		2	6	14	25	26	29	34		28	27	24	22	21	20	18
1979		4	11	13	20	22	29	37		31	28	27	25	24	21	17
1980		6	9	18	26	27	27	33		29	27	24	21	21	20	17
1981	16	13	14	21	27	28	28	35	26	27	27	25	22	21	20	17
1982	7	15	16	20	28	27	28	35	28	26	25	23	18	19	18	16
1983	8	11	10	18	29	30	30	31	29	28	27	25	20	19	20	18
1984	8	12	15	22	30	29	30	35	28	27	25	24	19	19	19	15
1985	9	14	17	20	29	29	29	31	27	26	24	23	20	20	20	18
1986	13	20	23	28	32	33	33	35	26	23	21	19	17	16	16	15
1987	9	11	16	22	32	36	36	35	28	26	24	22	19	18	17	16
1988	13	11	18	21	37	38	39	43	29	29	26	23	18	17	16	15
1989	11	16	22	27	35	39	41	44	25	23	22	19	15	13	13	11
1990	11	18	19	26	34	36	37	40	27	25	22	20	16	15	15	14
1991	16	18	22	28	36	37	38	39	24	23	21	19	14	14	14	14
1992	15	21	22	27	37	36	36	37	25	24	21	20	16	16	16	15
1993	9	16	22	28	30	28	27	29	25	21	20	17	16	16	17	16

**Tabel B1.9:**  
**element: LL, aantal stations met neerslag per etmaal**

LL	Prestatie-index								MAE in tiende stations							
	MD5	MD4	MD3	MD2	W11	W17	W23	W05	MD5	MD4	MD3	MD2	W11	W17	W23	W05
1957								23								
1958								22								
1959								32								
1960								16								
1961								26								
1962								26								
1963								23								
1964								26								
1965								28								
1966								23								
1967								22								
1968								27								
1969								27								
1970			14	21				28								
1971			21	24				29								
1972			12	21	31	32						21	19			
1973			15	24	30	33						20	19			
1974			16	20	27	28						22	22			
1975		8	17	24	30	30						21	21			
1976		14	18	19	30	33						19	18			
1977		15	14	23	31	32			30	29	25	22	21			
1978		8	10	18	28	28			32	31	27	22	22			
1979		2	9	17	24	27			35	31	29	23	22			
1980		11	17	22	30	31			31	28	25	19	18			
1981	17	16	25	28	33	34		28	28	26	24	20	19			
1982	9	20	21	26	34	32		32	28	26	24	18	18			
1983	11	15	18	23	36	39		32	30	29	26	19	18			
1984	7	12	21	25	33	35		34	32	28	26	20	19			
1985	14	16	21	25	33	32		30	28	27	25	20	19			
1986	16	22	21	27	33	38		29	26	26	23	17	15			
1987	13	18	22	27	37	38		32	29	26	23	17	15			
1988	16	19	23	30	37	44		31	30	28	23	17	16			
1989	14	19	25	30	44	47		29	27	25	22	15	12			
1990	14	20	27	31	39	41		31	27	23	21	15	14			
1991	18	22	27	32	42	42		28	26	23	20	14	14			
1992	18	23	27	29	40	39		29	26	24	22	15	15			
1993	11	20	28	32	36	34		30	25	23	20	16	16			

**B2 Prestatie-index en Fout-score per verwachtingstermijn**

Deze tabellen bevatten gemiddelde resultaten over een periode van 5 jaar, per element en per verwachtingstermijn.

**Tabel B2.1: Prestatie-index**

Ter mij nen	Elementen								
	SS	TN	TX	FN	FD	PK	PL	LK	LL
MD5	8	15	20	10	9	11	14	13	16
MD4	9	17	24	17	14	12	17	18	21
MD3	14	24	30	22	18	17	22	21	26
MD2	19	29	35	26	24	19	25	26	30
W11	25	37	41	36	33	24	31	35	40
W17	26	40	43	40	34	24	32	36	42
W23	27	41	43	--	34	25	--	37	--
W05	30	--	45	--	37	25	--	39	--

**Tabel B2.2: Fout-scores**

SS in procenten zonneshijn

TN en TX: MAE in 10de graden

FN en FD: MAE in 10de knopen

PK en PL: Brier-score in procenten

LK en LL: MAE in 10de stations

Ter mij nen	Elementen								
	SS	TN	TX	FN	FD	PK	PL	LK	LL
MD5	23	25	25	56	58	19	22	26	30
MD4	22	23	22	52	54	18	20	24	27
MD3	21	21	20	47	49	17	18	22	25
MD2	20	19	17	43	46	16	16	20	22
W11	17	15	14	34	37	14	12	16	16
W17	17	14	14	31	37	13	12	15	15
W23	17	14	14	--	36	13	--	15	--
W05	15	--	13	--	34	12	--	14	--

**C Grafieken**

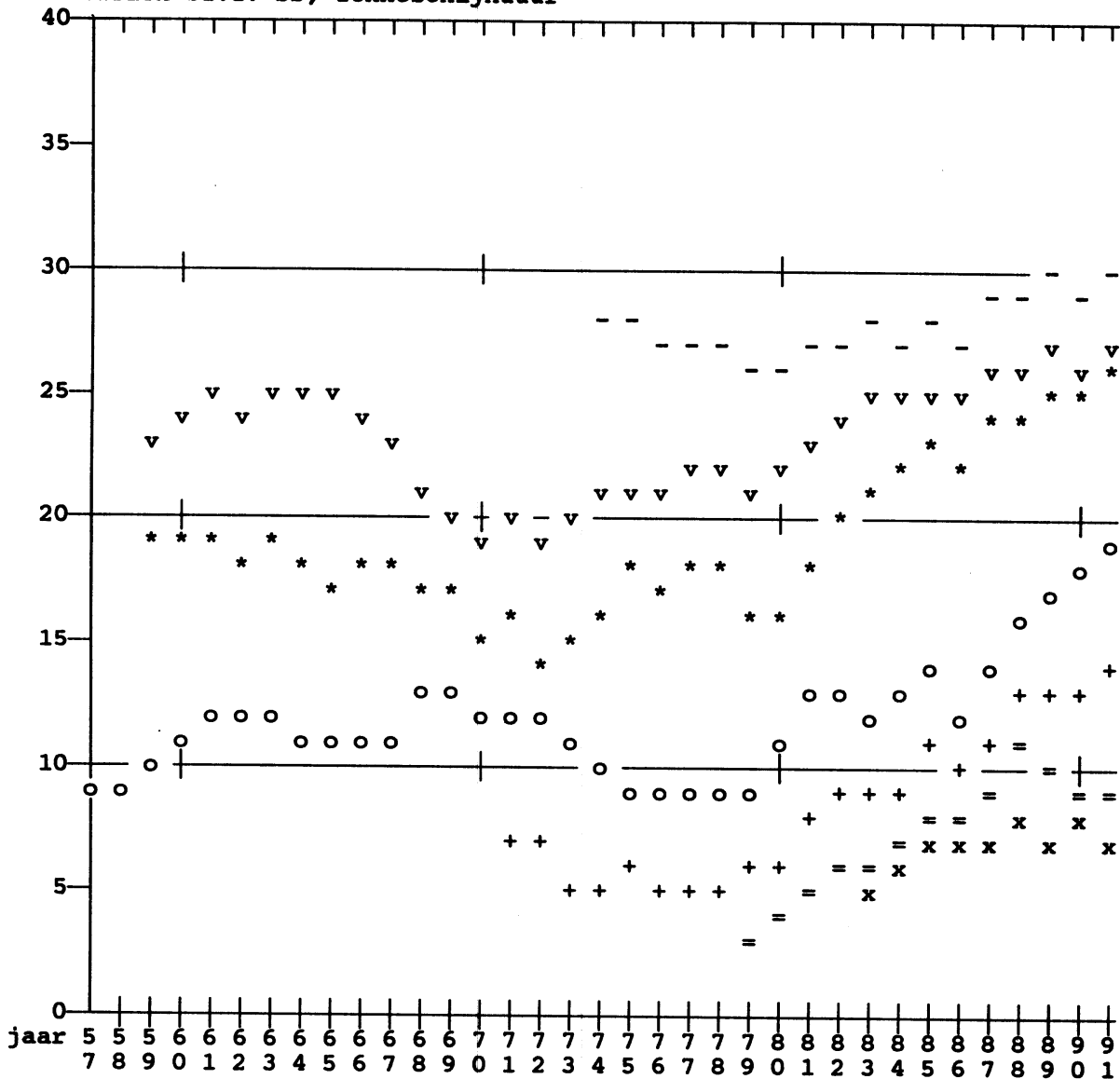
**C1 Prestatie-index per jaar**

In deze grafieken zijn voortschrijdende 5-jaarlijkse gemiddelden gegeven sinds het begin van de verificatie van elk element. De jaartallen die onder aan de grafiek vermeld zijn hebben betrekking op het midden van een 5-jaarsperiode.

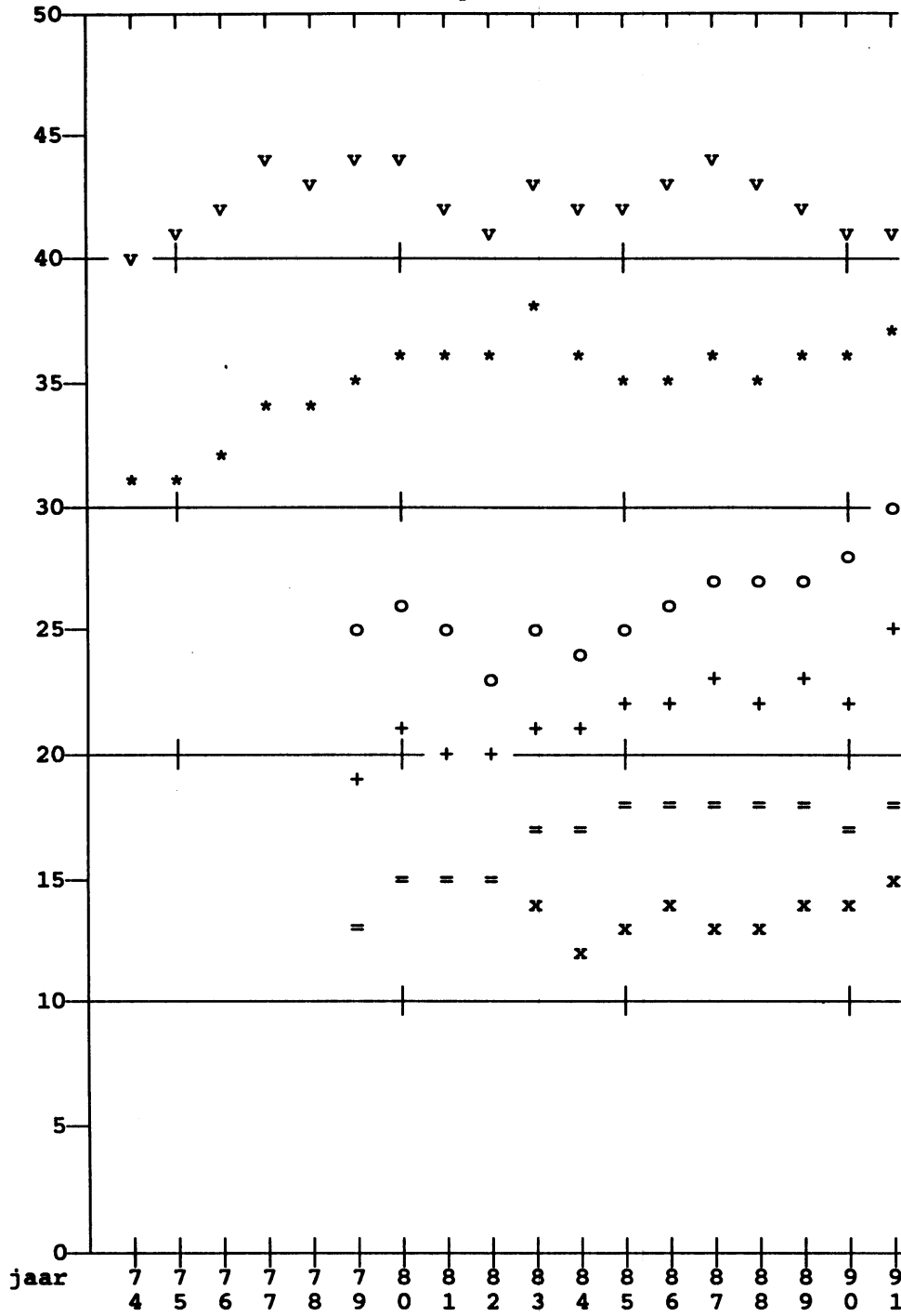
Voor de weergave zijn de volgende tekens gebruikt:

-	W05
v	W23
*	W11
o	MD2
+	MD3
=	MD4
x	MD5

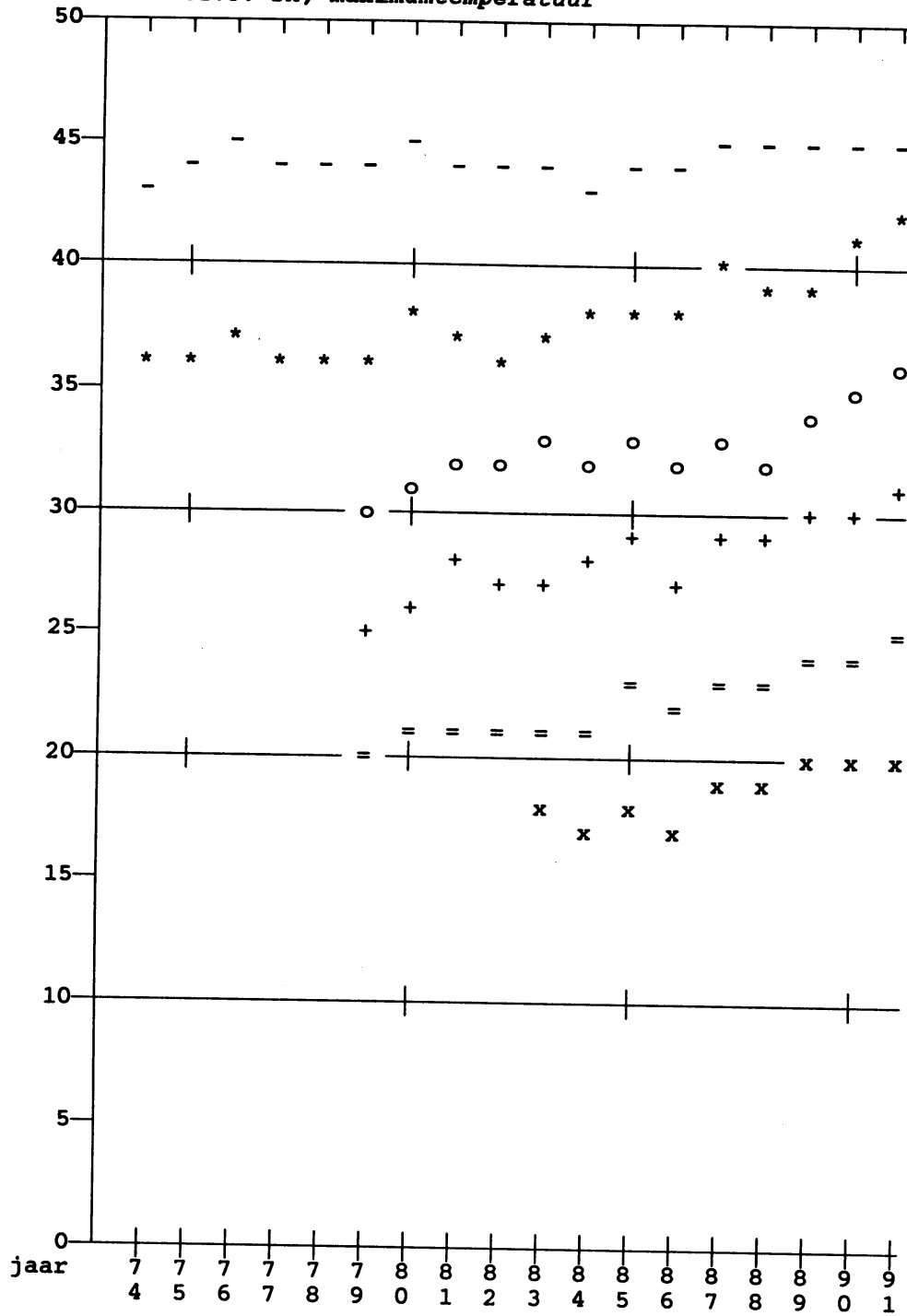
**Grafiek C1.1: SS, zonnenschijnduur**



Grafiek C1.2: TN, minimumtemperatuur

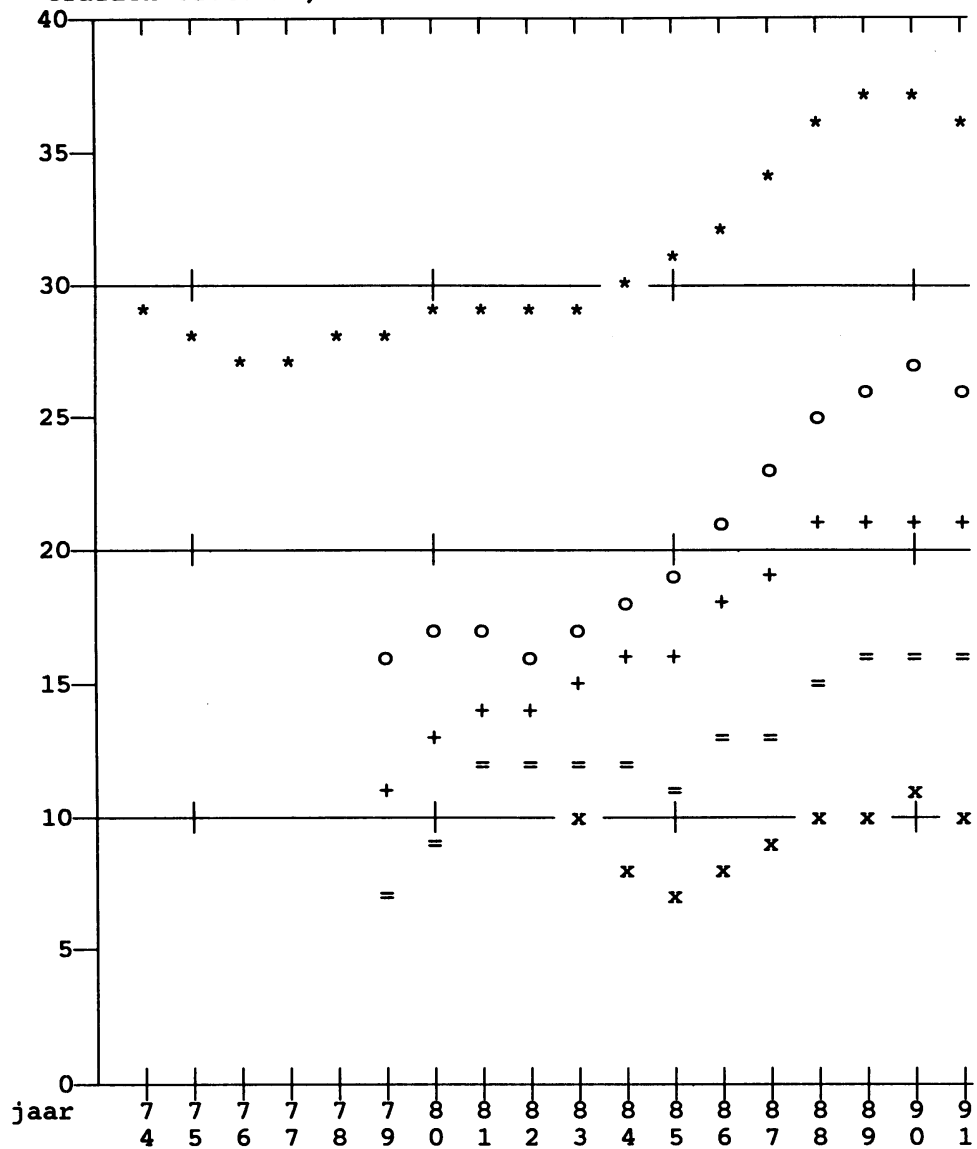


Grafiek C1.3: TX, maximumtemperatuur

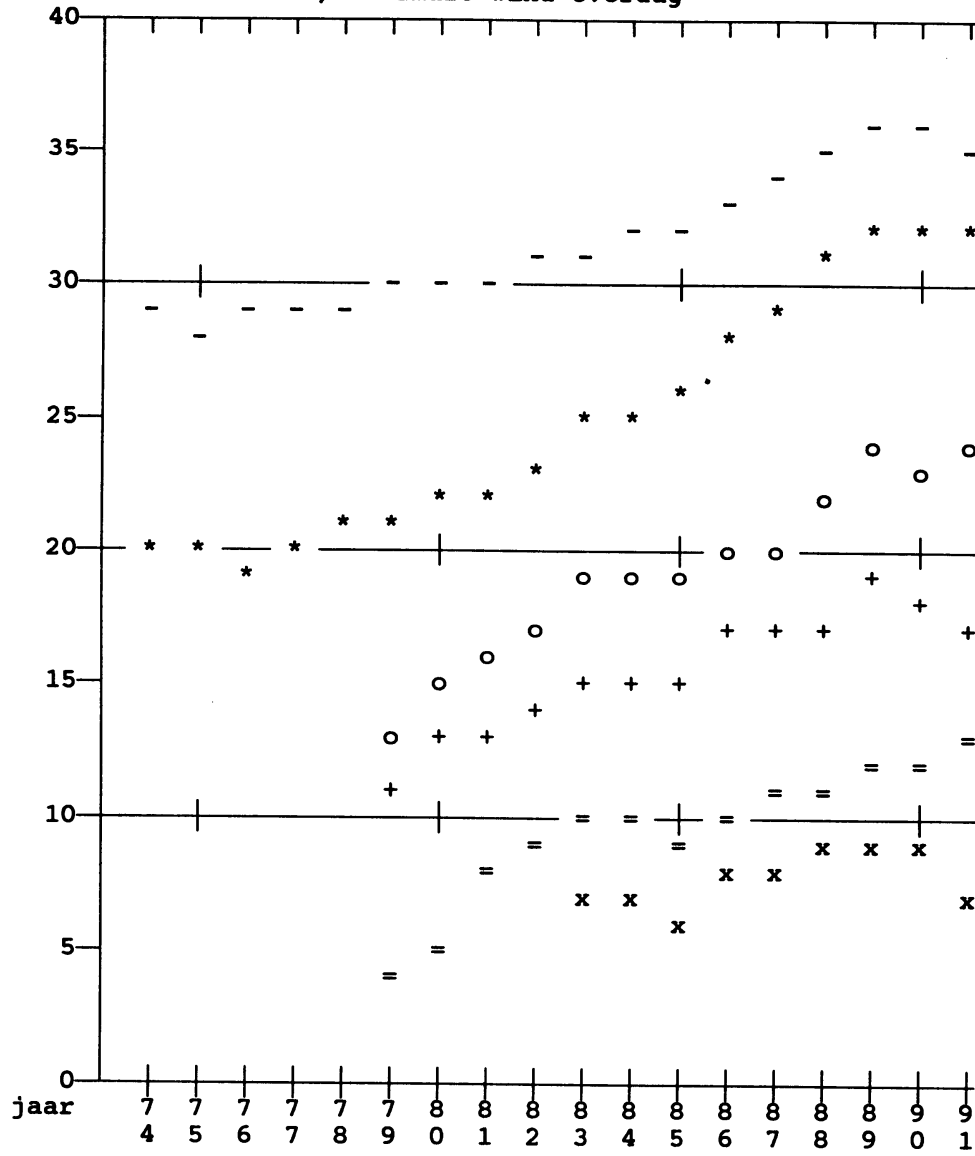




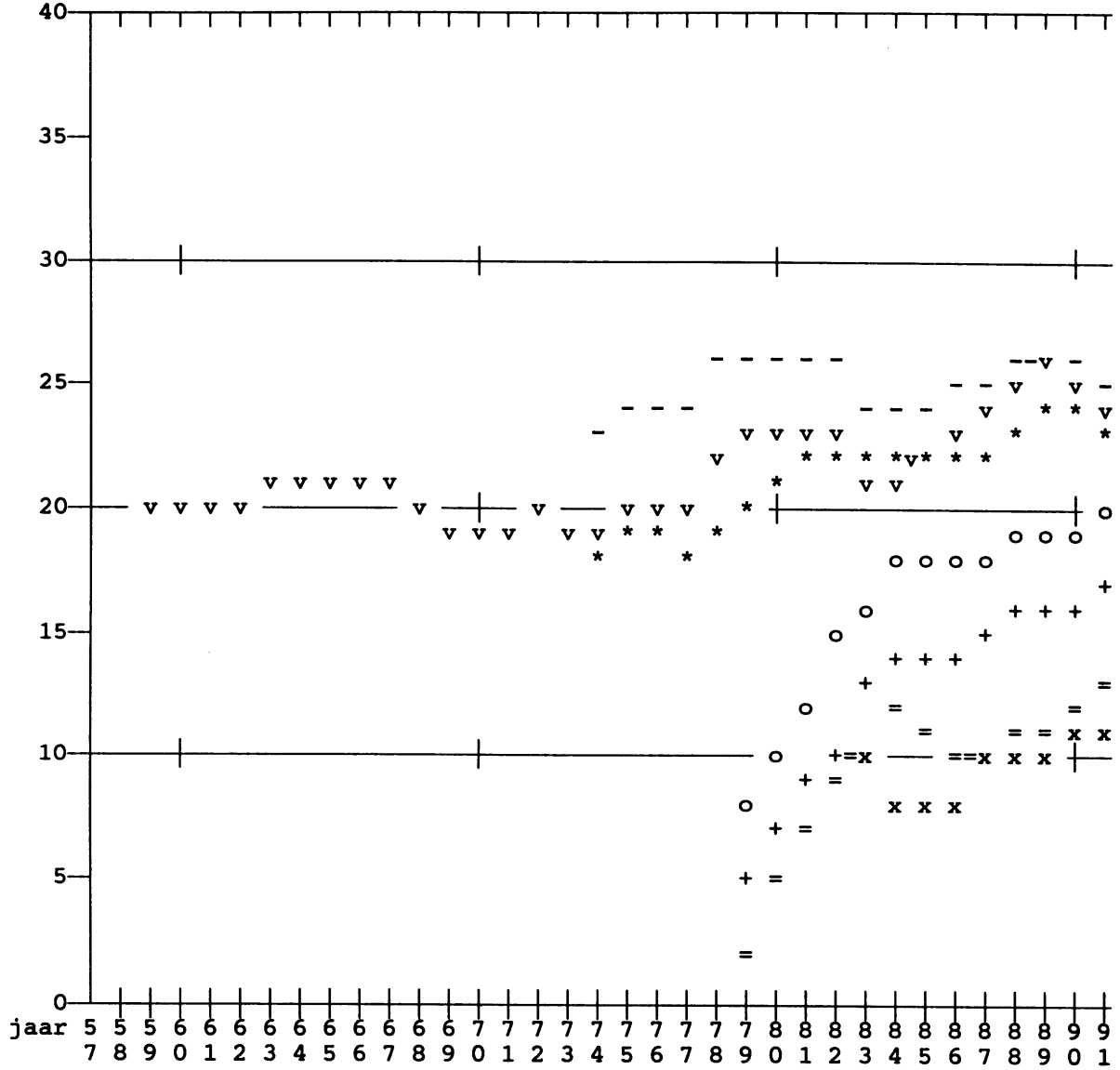
Grafiek Cl.4: FN, maximale wind in de nacht



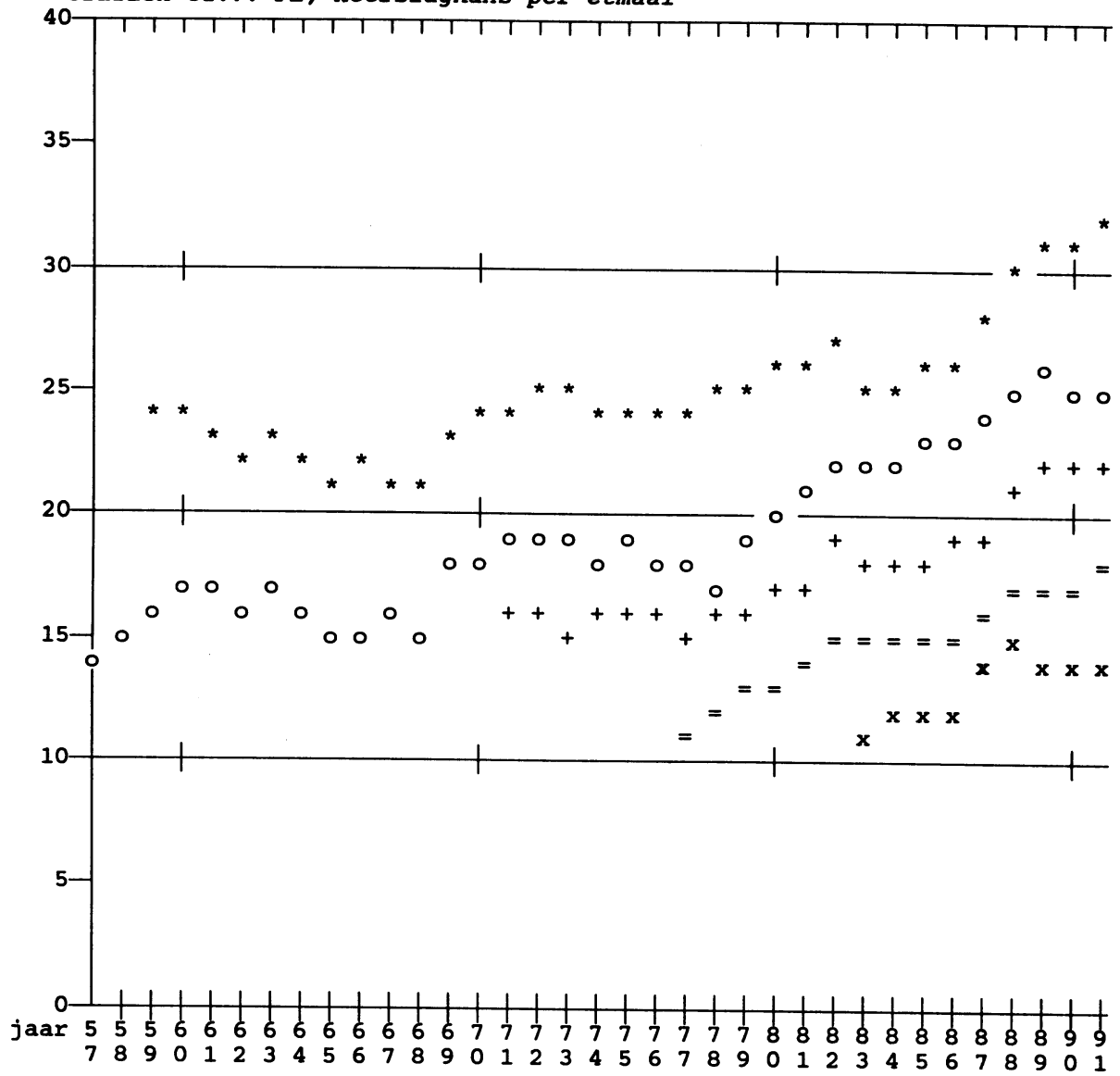
Grafiek C1.5: FD, maximale wind overdag



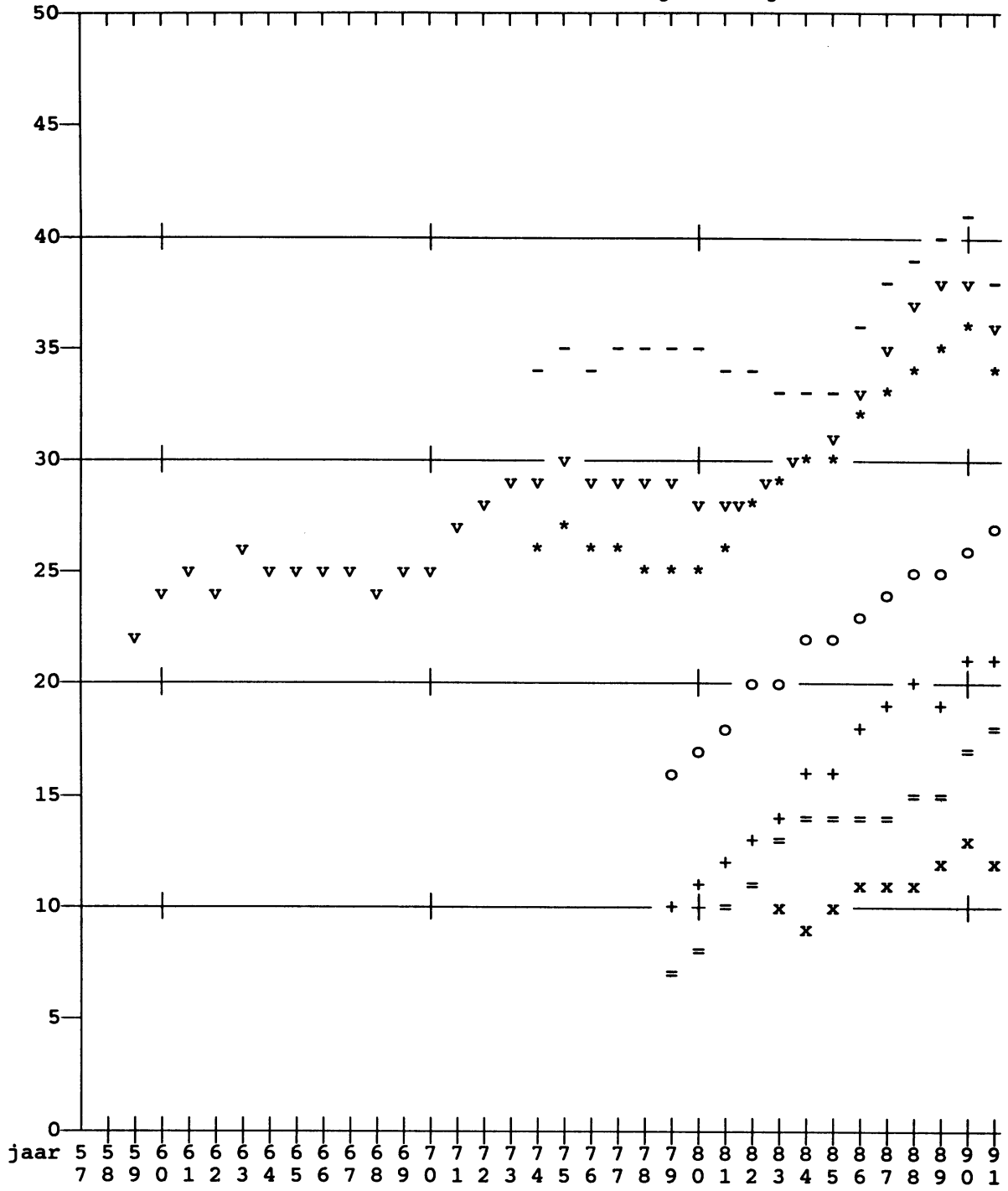
Grafiek C1.6: PK, neerslagkans overdag



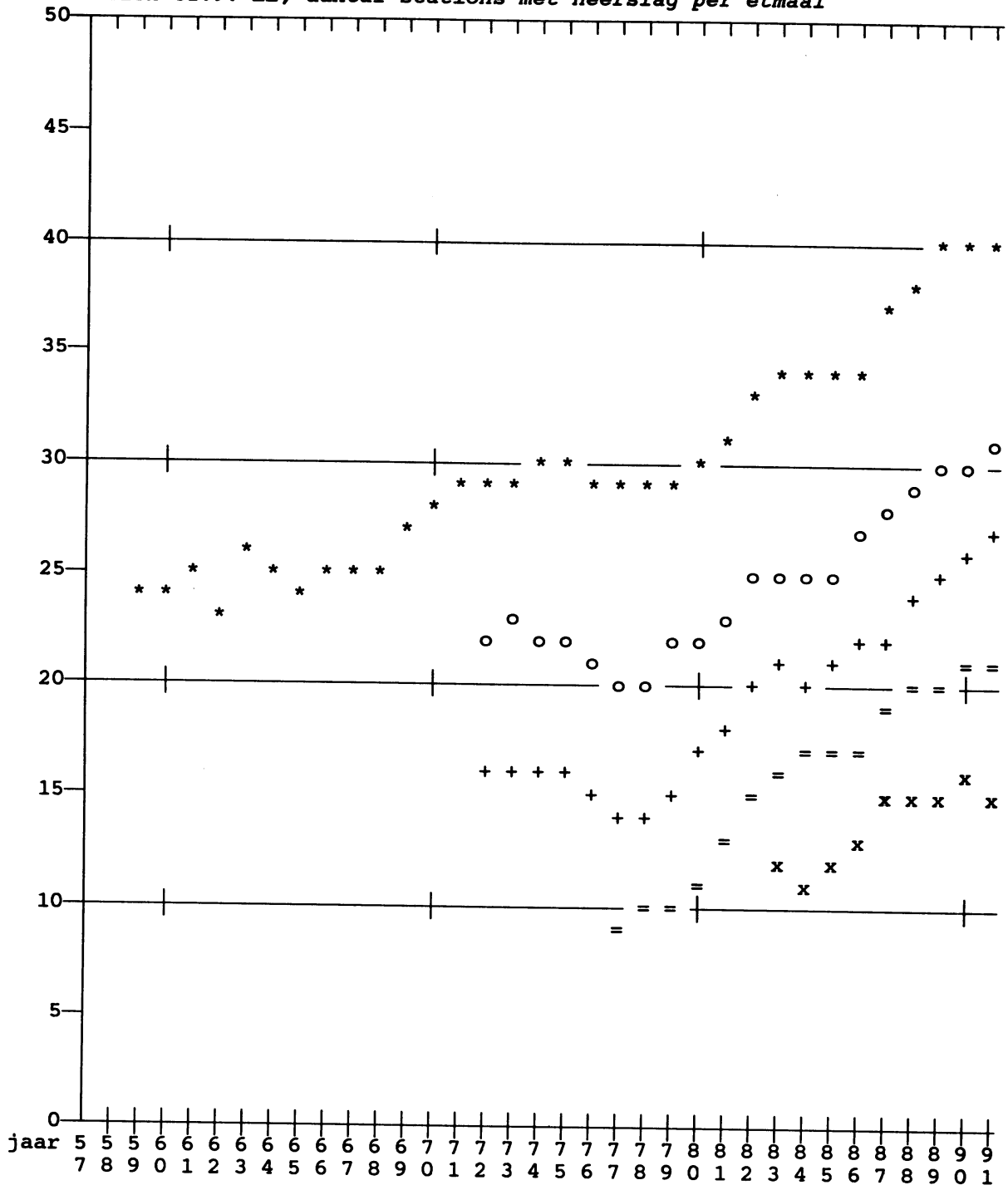
Grafiek C1.7: PL, neerslagkans per etmaal



Grafiek C1.8: LK, aantal stations met neerslag overdag



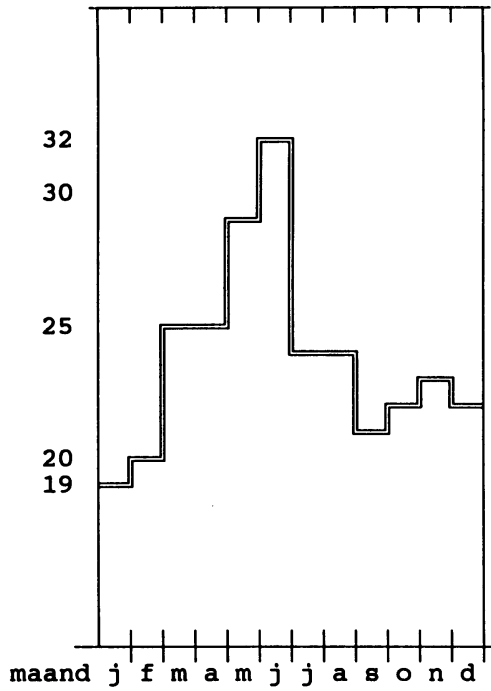
Grafiek Cl.9: LL, aantal stations met neerslag per etmaal



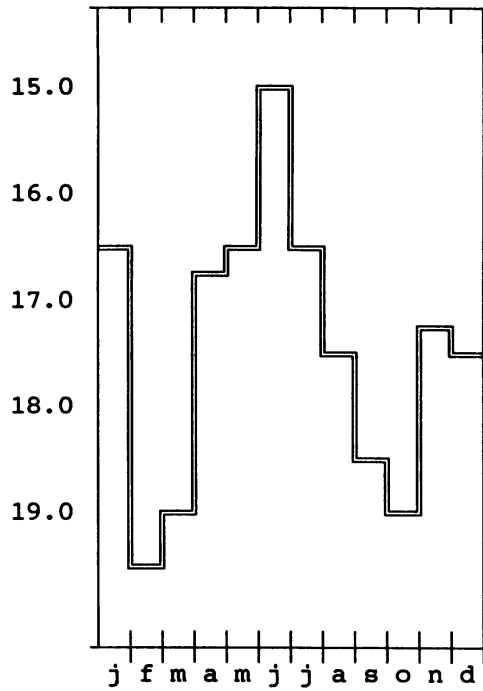
**C2 Prestatie-index en MAE Fout-score per maand**

Voor de eendaagse verwachtingen Wil is nagegaan in hoeverre er sprake is van een jaarlijkse gang. De grafieken geven het verloop van de gemiddelde prestatie-index en fout-score per maand van het jaar, op basis van verwachtingen in de tien-jarige periode van juli 1983 tot en met juni 1993.

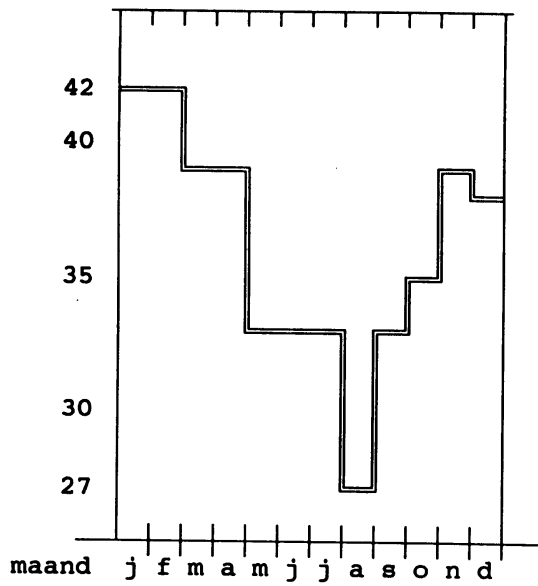
**Grafiek C2.1: SS, zonneshijnduur**  
Prestatie-index



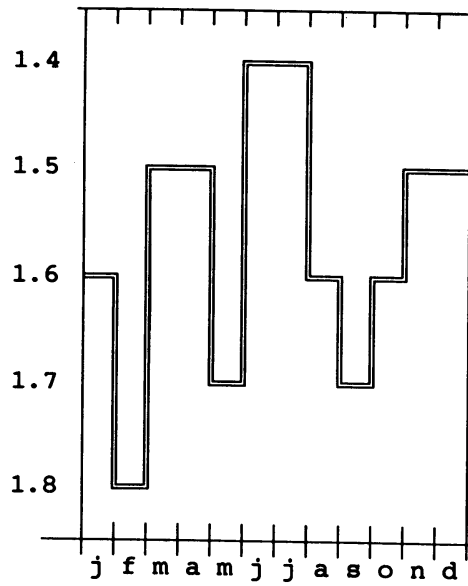
MAE-score



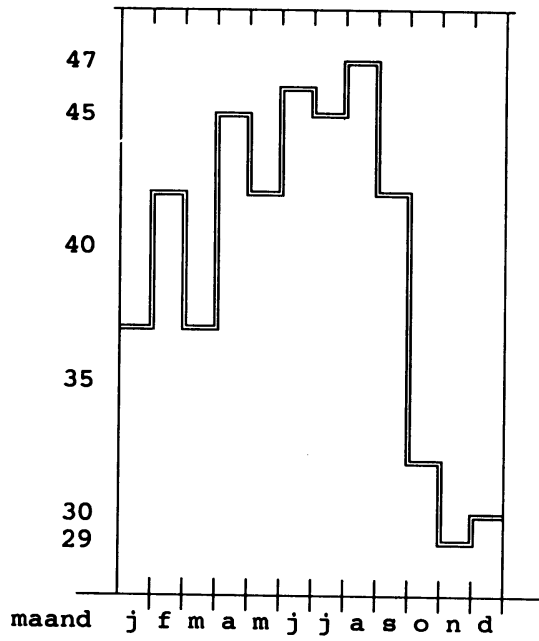
**Grafiek C2.2:  $T_N$ , minimumtemperatuur  
Prestatie-index**



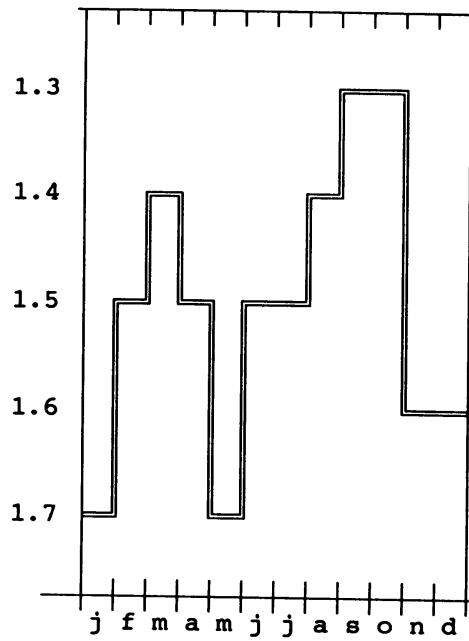
**MAE Fout-score**



**Grafiek C2.3:  $T_X$ , maximumtemperatuur  
Prestatie-index**



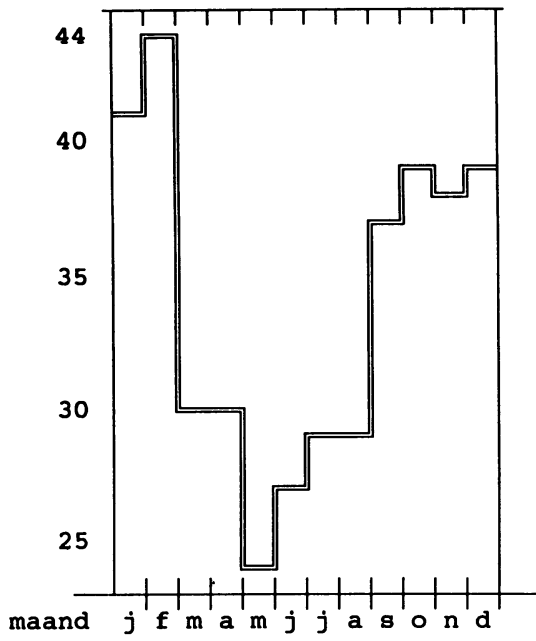
**MAE Fout-score**



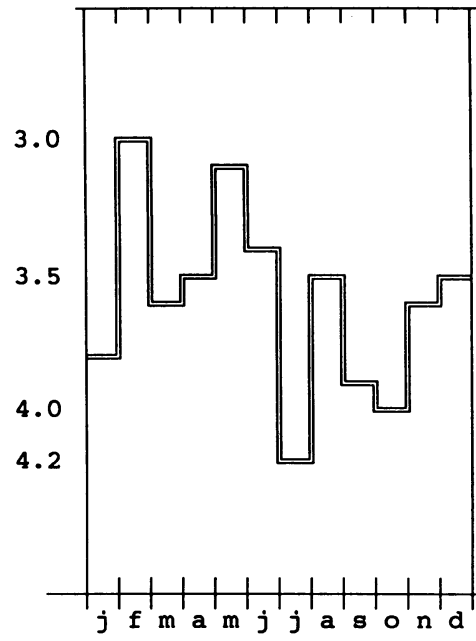


**Grafiek C2.4: FN, maximale wind in de nacht**

Prestatie-index

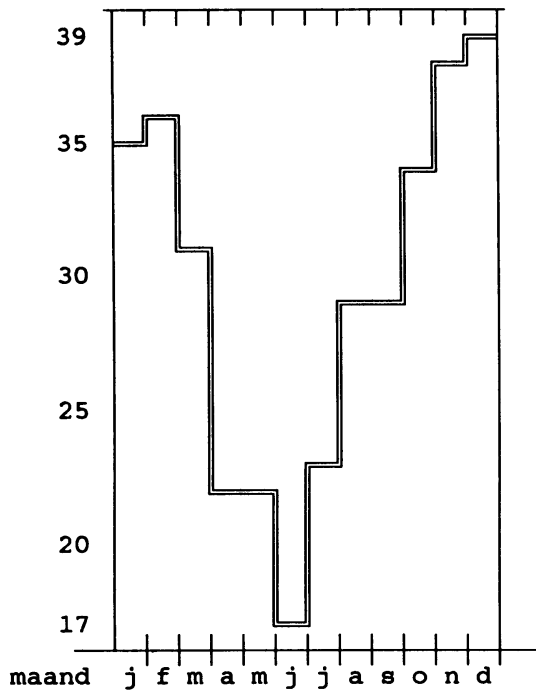


MAE Fout-score

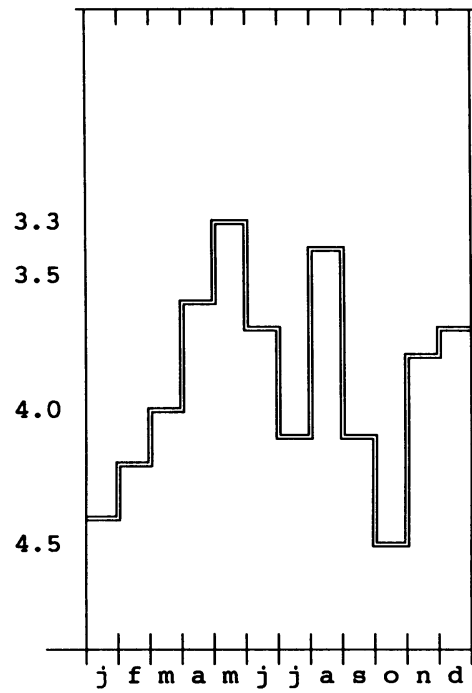


**Grafiek C2.5: FD, maximale wind overdag**

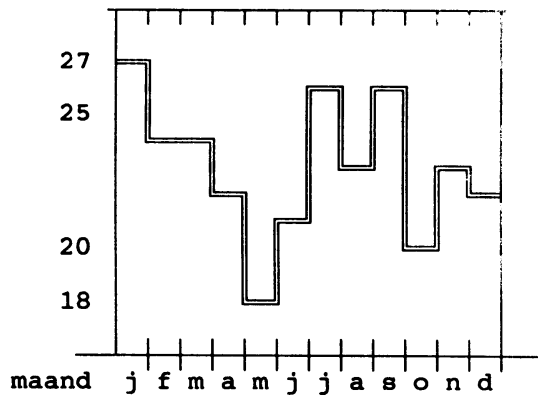
Prestatie-index



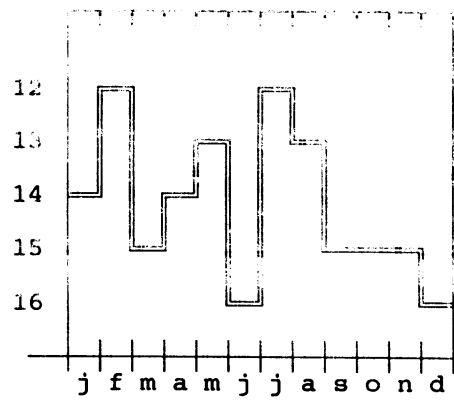
MAE Fout-score



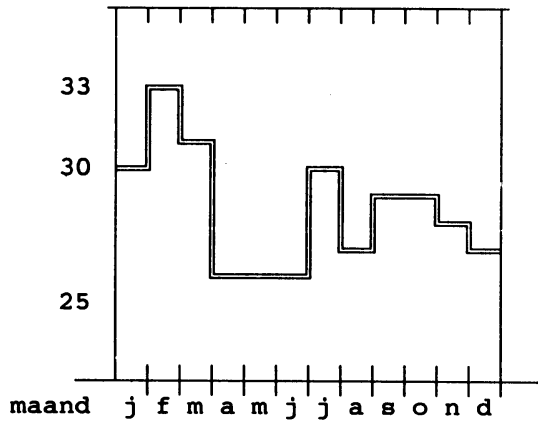
**Grafiek C2.6: PK, neerslagkans overdag**  
Prestatie-index



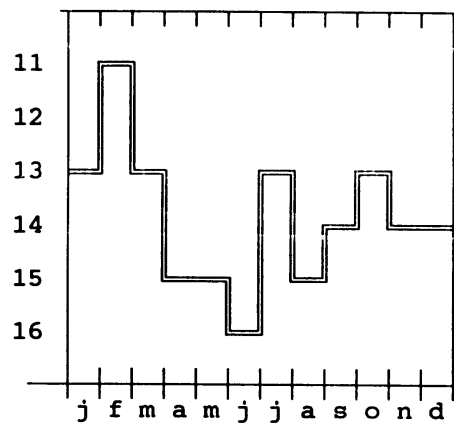
Brier Fout-score



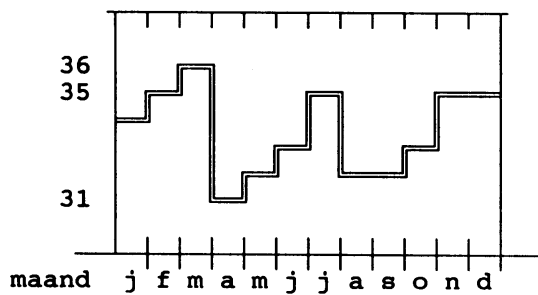
**Grafiek C2.7: PL, neerslagkans per etmaal**  
Prestatie-index



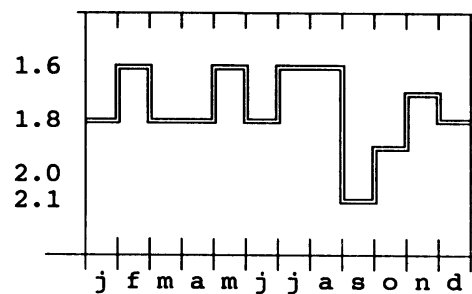
Brier Fout-score



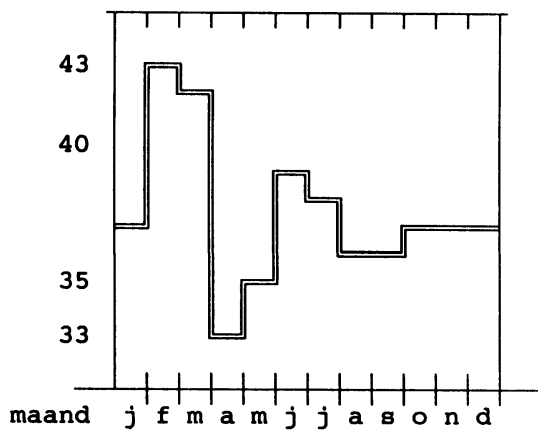
**Grafiek C2.8: LK, aantal stations met neerslag overdag**  
Prestatie-index



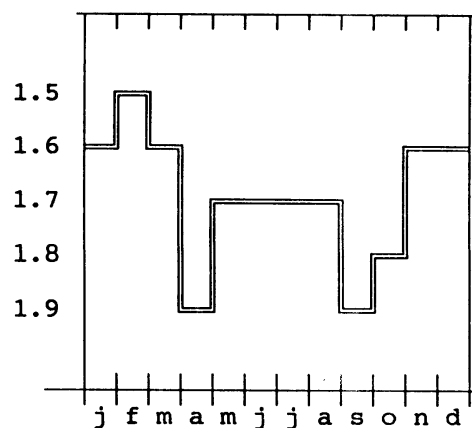
MAE Fout-score



**Grafiek C2.9: LL, aantal stations met neerslag per etmaal**  
Prestatie-index



MAE Fout-score



Aan de lezers van het Technisch Rapport  
Verificatie Weersverwachtingen 1955-1993

H. Daan

11 maart 1994

### Internationale Betrekkingen

De heer Bijvoet maakte mij attent op een fout in de tabellen op pagina 27. Hoewel de begeleidende tekst duidelijk aangeeft dat de verwachtingsfout gedefinieerd is als:

verwachte waarde minus opgetreden waarde,

hebben de getallen in beide tabellen (A2.1 en A2.2) betrekking op:

opgetreden waarde minus verwachte waarde.

Zowel minimum als maximum temperatuur worden dus enigszins onderschat en niet overschat.

Ik verzoek u om verontschuldiging voor deze omissie. Een gecorrigeerde versie van pagina 27 gaat hierbij.

**A2 Frequentie-verdeling verwachtingsfout**

Voor de temperatuur-verwachting is er geen reden om aan te nemen dat het niveau van de temperatuur zelf veel invloed heeft op de kwaliteit van de verwachting. Daarom is hier volstaan met een frequentie-verdeling van de fout.

Op de bovenste regel zijn de betreffende verwachtingstermijnen vermeld. In de linker kolom staan de opgetreden verwachtingsfouten, die gekarakteriseerd zijn door het verschil:

*verwachte waarde* minus *opgetreden waarde*

Onder elke termijn zijn de absolute frequenties van de opgetreden fouten gegeven.

**Tabel A2.1:**  
element: *TN*, *minimumtemperatuur*

TN term verw-opg	MD5	MD3	W11	W23
> 8	6	2	2	1
8	12	2	0	0
7	14	10	2	1
6	26	17	3	4
5	56	26	11	5
4	85	75	32	24
3	111	123	82	72
2	183	162	139	127
1	187	211	260	269
0	218	274	379	430
-1	252	287	396	428
-2	223	267	297	274
-3	167	170	132	120
-4	129	96	57	47
-5	62	57	19	12
-6	50	30	2	3
-7	19	6	2	0
-8	11	3	1	2
<-8	9	1	0	0
	1820	1819	1820	1819

**Tabel A2.2**  
element: *TX*, *maximumtemperatuur*

TX term verw-opg	MD5	MD3	W11	W05
> 8	12	4	1	0
8	12	5	1	2
7	16	6	2	1
6	25	20	4	3
5	34	30	11	7
4	66	58	32	26
3	99	92	69	76
2	169	173	141	147
1	239	221	268	278
0	240	330	433	453
-1	231	301	395	456
-2	224	242	283	251
-3	152	161	121	87
-4	120	92	38	25
-5	83	56	11	3
-6	45	17	4	1
-7	23	6	3	2
-8	13	4	1	1
<-8	17	2	0	1
totaal	1820	1820	1818	1820