

K O N I N K L I J K N E D E R L A N D S  
M E T E O R O L O G I S C H I N S T I T U U T

D e B i l t

Verslagen

V - 275

A.W. Hanssen

Over de bepaling van het meteorologisch inzicht  
bij de voorspelling van maximum temperaturen

De Bilt, 1976

Publikationsnummer: K.N.M.I. V-275 (M.O.)

U.D.C.: 551.509.53

## 1. Inleiding

Voor de beoordeling van de kwaliteit van weersverwachtingen wordt zoals bekend de prestatie-index (PI) gebruikt [1],[2]. Met behulp hiervan kan men een kwantitatieve indruk krijgen van de kwaliteitsafname met het langer worden van de voorspeltermijn. Deze achteruitgang is in het algemeen genomen sterk als de voorspeltermijn meer dan 72 h bedraagt. Kwaliteitsverschillen tussen voorspelmethoden onderling worden dan ook bij toenemende voorspeltermijn moeilijk te bepalen. Bovendien rijst het vermoeden, dat de resterende index-waarde maar gedeeltelijk van de toegepaste methode afkomstig is en ten dele door andere effecten wordt veroorzaakt (o.a. door persistentie of anti-persistentie). Vooral in de Werkgroep Meerdaagse Verwachtingen bestaat reeds geruime tijd belangstelling voor het gedrag en de betekenis van de PI bij langere voorspeltermijn.

Het hier volgende laat zien hoe groot de invloed van bovengenoemde effecten van persistentie en anti-persistentie kan zijn bij maximumtemperatuurvoorspellingen in de zomermaanden. Het is een deel van het onderzoek, dat is gedaan om voorspeldiagrammen te vervaardigen, die aangeven hoe uit 500 mbar-hoogten en windrichting aan de grond maximumtemperaturen af te leiden.

## 2. Onderzoeksmateriaal

Dit bestaat uit de dagelijkse maximumtemperaturen te De Bilt gedurende de zomermaanden juni, juli en augustus over de jaren 1949-1960, later uitgebreid met materiaal van J.P. de Jongh tot 1970 en bedraagt dus omstreeks 1900 gevallen. De bijbehorende frekwentieverdeling van de afwijkingen van het gemiddelde ziet er als volgt uit:

$$\Delta T_x$$

≤-5	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	≥+5
9	7	10	13	12	10	9	7	6	4	13

3. Probleemstelling

A Gegeven de maximumtemperatuur op dag 0. Gevraagd  $\Delta T_x = T_x - \bar{T}_x$  als afwijking van de normaal op dag 1, 2, 3, 4, 5 en 6, indien ter beschikking staan enkele frekwentieverdelingen afhankelijk van de grootte van  $\Delta T_x$  in de uitgangstoestand (dus dag 0).

Hiertoe is de uitgangstoestand gesplitst in 4 klassen:

- I  $\Delta T_x \leq -4$  (komt in 16% van de gevallen voor)
- II  $-3 \leq \Delta T_x \leq -1$  (komt in 35% van de gevallen voor)
- III  $0 \leq \Delta T_x \leq +3$  (komt in 32% van de gevallen voor)
- IV  $\Delta T_x \geq +4$  (komt in 17% van de gevallen voor)

De klassekeuze is echter arbitrair en van weinig invloed op het eindresultaat. We voeren de notatie  $\Delta(i)$  in, die de afwijking tussen de maximumtemperatuur op dag  $i$  en de gemiddelde maximumtemperatuur voorstelt, dus  $\Delta(i) = (T_x)_i - \bar{T}_x$

Er kunnen dan de volgende frekwentieverdelingen worden onderscheiden:

$\Delta T_x \leq -4$	$\leq -5$	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	$\geq +5$
$\Delta(1)$	32	13	19	18	6	5	4	1	1	0	1
$\Delta(2)$	21	13	16	13	11	7	7	5	3	1	3
$\Delta(3)$	17	10	14	12	11	9	8	4	5	3	7
$\Delta(4)$	14	9	13	13	10	10	7	5	6	4	9
$\Delta(5)$	11	7	15	15	10	11	6	6	6	4	9
$\Delta(6)$	10	7	14	16	12	7	9	5	7	3	10

$-3 \leq \Delta T_x \leq -1$	$\leq -5$	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	$\geq +5$
$\Delta(1)$	7	10	12	19	16	14	9	6	4	1	2
$\Delta(2)$	8	8	13	17	13	12	9	6	4	3	7
$\Delta(3)$	8	7	12	16	12	11	8	6	6	5	9
$\Delta(4)$	8	8	12	14	11	11	8	7	5	5	11
$\Delta(5)$	8	7	11	15	14	10	10	6	4	4	11
$\Delta(6)$	7	8	10	13	13	12	8	8	6	4	11

$0 \leq T_x \leq +3$	$\leq -5$	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	$\geq +5$
$\Delta(1)$	3	3	6	8	12	<u>12</u>	<u>13</u>	10	11	7	15
$\Delta(2)$	6	6	6	11	13	<u>11</u>	<u>10</u>	8	9	5	15
$\Delta(3)$	7	7	9	12	12	<u>11</u>	<u>10</u>	8	6	3	15
$\Delta(4)$	7	6	10	13	13	10	<u>10</u>	6	7	4	14
$\Delta(5)$	8	8	10	13	12	9	9	<u>7</u>	<u>7</u>	4	<u>14</u>
$\Delta(6)$	9	8	11	13	10	10	9	<u>6</u>	<u>6</u>	<u>5</u>	<u>13</u>

$\Delta T_x \geq +4$	$\leq -5$	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	$\geq +5$
$\Delta(1)$	0	1	2	3	7	5	7	7	<u>10</u>	<u>10</u>	<u>48</u>
$\Delta(2)$	2	2	5	5	9	10	10	6	<u>10</u>	<u>8</u>	<u>33</u>
$\Delta(3)$	3	4	3	8	13	9	<u>10</u>	8	<u>10</u>	<u>8</u>	<u>24</u>
$\Delta(4)$	4	4	5	8	13	10	<u>11</u>	9	<u>9</u>	<u>7</u>	<u>20</u>
$\Delta(5)$	7	4	5	10	10	11	<u>11</u>	8	<u>9</u>	<u>7</u>	<u>18</u>
$\Delta(6)$	8	4	7	8	14	10	<u>9</u>	<u>9</u>	<u>7</u>	<u>7</u>	<u>17</u>

Het voorspelvoorschrift luidt nu als volgt: voorspel die temperatuurklassen waarvoor de aktuele kans op grond van de uitgangstoestand groter is dan de klimatologische kans. Aldus wordt de PI maximaal en in het bovenstaande zijn de gekozen temperatuurklassen aangestreept. Dit geeft aanleiding tot het volgende berekenings-schema.

Schema voor de berekening van de PI voor de opeenvolgende dagen 1 t/m 6 bij voorspelling van  $\Delta T_x$  door gebruik te maken van conditionele kansverdelingen van  $\Delta T_x$  :

klasse	dag 1				dag 2				dag 3			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
treffers T	82	71	68	68	63	63	58	51	53	58	53	60
inzet $p_k$	39	52	49	24	39	52	49	23	39	52	49	39
$T - p_k$	43	19	19	45	24	11	9	28	14	6	6	21
gewicht %	16	35	32	17	16	35	32	17	16	35	32	17
bijdrage	6.9	6.6	6.1	7.6	3.8	3.9	2.9	4.8	2.2	2.1	1.9	3.6
PI	0.27				0.15				0.10			

klasse	dag 4				dag 5				dag 6			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
treffers T	49	56	41	56	48	57	43	53	42	56	30	49
inzet $p_k$	39	52	39	39	39	52	30	39	39	52	30	39
$T - p_k$	10	4	2	17	9	5	2	14	8	4	0	10
gewicht %	16	35	32	17	16	35	32	17	16	35	32	17
bijdrage	1.6	1.4	0.6	2.9	1.4	1.8	0.6	2.4	1.3	1.4	0	1.7
PI		0.07				0.06				0.04		

B Gegeven de maximumtemperatuur  $T_x$  op dag 0. Gevraagd de verandering van  $T_x$  voor dag 1, 2, 3, 4, 5 en 6 gerekend vanaf dag 0, indien frekwentieverdelingen van die veranderingen ter beschikking staan, afhankelijk van de grootte van  $\Delta T_x$  in de uitgangstoestand (dus dag 0). Hiertoe is het uitgangsmateriaal weer gesplitst in de 4 klassen zoals bij A. We voeren nu de notatie  $\delta(i)$  in, die de verandering van de maximumtemperatuur van dag  $i$  tot die van dag 0 voorstelt, dus  $\delta(i) = (T_x)_i - (T_x)_0$ .

Er kunnen nu de volgende 4 klassen met elk 6 frekwentieverdelingen worden onderscheiden:

$\Delta T_x \leq -4$	$\leq -5$	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	$\geq +5$
$\delta(1)$			3	6	11	12	20	19	12	7	10
$\delta(2)$		1	1	4	8	11	14	16	12	9	23
$\delta(3)$			1	3	8	7	13	15	10	8	35
$\delta(4)$			1	3	4	11	9	11	14	9	38
$\delta(5)$				1	5	8	11	13	12	10	40
$\delta(6)$			1	2	3	7	10	12	12	14	39

$-3 \leq \Delta T_x \leq -1$	$\leq -5$	-4	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	$\geq +5$
$\delta(1)$	1	1	6	9	17	17	19	11	8	6	5
$\delta(2)$	1	3	6	10	13	13	16	10	8	6	14
$\delta(3)$	2	3	4	10	14	12	13	9	8	7	18
$\delta(4)$	3	3	5	10	10	12	15	10	7	6	19
$\delta(5)$	1	4	5	9	11	14	13	10	9	6	18
$\delta(6)$	2	2	6	8	11	12	13	12	8	6	20

$0 \leq T_x \leq +3$	$\leq -5$	$-4$	$-3$	$-2$	$-1$	$0$	$+1$	$+2$	$+3$	$+4$	$\geq +5$
$\delta(1)$	7	7	9	12	14	12	11	9	7	5	7
$\delta(2)$	15	10	8	11	12	10	7	7	7	4	9
$\delta(3)$	17	8	13	12	11	9	8	5	5	3	9
$\delta(4)$	19	8	13	13	11	9	7	5	4	3	8
$\delta(5)$	20	12	11	10	10	8	8	5	4	4	8
$\delta(6)$	22	11	10	13	9	8	6	5	4	4	8

$\Delta T_x \geq +4$	$\leq -5$	$-4$	$-3$	$-2$	$-1$	$0$	$+1$	$+2$	$+3$	$+4$	$\geq +5$
$\delta(1)$	29	7	7	9	11	9	11	7	4	3	3
$\delta(2)$	45	8	8	7	9	4	6	4	4	2	3
$\delta(3)$	54	9	9	7	7	2	4	4	3	1	2
$\delta(4)$	58	9	8	5	5	4	3	2	2	2	2
$\delta(5)$	58	9	7	9	4	3	3	2	3	0	2
$\delta(6)$	63	7	7	4	6	3	2	2	1	1	3

Het voorspelvoorschrift luidt weer: voorspel voor dag  $i$  die temperatuurklasse waarvoor de aktuele kans op grond van de uitgangstoestand groter is dan de klimatologische kans voor dag  $i$ . In dit geval is er voor elke dag  $i$  een bijbehorende klimatologische verdeling van  $\delta(i)$ :

$\delta(i)$	$\leq -5$	$-4$	$-3$	$-2$	$-1$	$0$	$+1$	$+2$	$+3$	$+4$	$\geq +5$
$\delta(1)$	7	4	7	10	14	13	15	11	8	5	6
$\delta(2)$	12	5	6	9	11	11	11	9	8	5	13
$\delta(3)$	14	5	7	9	10	9	10	8	7	5	16
$\delta(4)$	16	5	7	9	8	10	9	7	7	5	17
$\delta(5)$	16	6	6	8	8	9	10	8	7	5	17
$\delta(6)$	17	6	7	8	8	8	9	8	6	6	17

Evenals bij A zijn de voorgeschreven temperatuurklassen aangestreept en het bijbehorende berekeningsschema voor de bepaling van de verwachtingswaarden van de PI volgt hieronder:

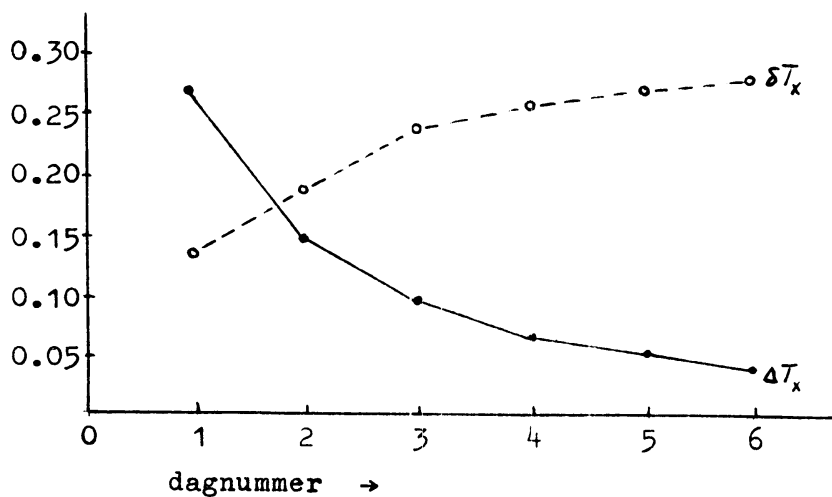
klasse	dag 1				dag 2				dag 3			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
treffers T	68	53	49	44	75	62	56	61	81	91	61	70
inzet $p_k$	45	42	42	18	46	51	43	23	46	74	45	26
$T - p_k$	23	11	7	25	29	11	13	38	35	17	16	44
gewicht %	16	35	32	17	16	35	32	17	16	35	32	17
bijdrage	3.7	3.9	2.2	4.2	4.6	3.9	4.2	6.5	5.6	6.0	5.1	7.5
PI	0.14				0.19				0.24			

klasse	dag 4				dag 5				dag 6			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
treffers T	81	89	64	75	86	90	63	74	87	90	65	79
inzet $p_k$	45	72	45	28	47	72	44	28	46	70	46	30
$T - p_k$	36	17	19	47	39	18	19	46	41	20	19	49
gewicht %	16	35	32	17	16	35	32	17	16	35	32	17
bijdrage	5.8	6.0	6.1	8.0	6.3	6.3	6.1	7.8	6.6	7.0	6.1	8.3
PI	0.26				0.27				0.28			

#### 4. Interpretatie en conclusie

Volgens 3A levert een juist toegepaste persistentievoorspelling van  $\Delta T_x$  een maximale PI op voor dag 1 en neemt de voorspellende waarde van de persistentie snel af bij toenemend dagnummer.

Volgens 3B levert een optimaal toegepaste anti-persistentievoorspelling voor de  $T_x$ -verandering  $\delta T_x$  juist de laagste waarde op voor dag 1 en neemt de PI vervolgens toe met toenemend nummer van de dag.





De prestatie-index is ingevoerd als maat voor meteorologisch inzicht en in het bijzonder om methoden onderling te kunnen vergelijken. Bij het voorspellen van  $\delta T_x$  dient men zich te realiseren dat het blijkens het voorafgaande mogelijk is met een simpele methode in toenemende mate hoge PI-waarden te behalen vanaf dag 2. Ook bij het voorspellen van  $\Delta T_x$  kan men middels een eenvoudig voorschrift een hoge PI-waarde verkrijgen, echter: alleen voor dag 1.

Voor optimale bepaling van het meteorologisch inzicht anders dan door persistentie- en anti-persistentie-effekten toe te passen, verdient het dus aanbeveling bij de zeer verschillende grootheden  $\delta T_x$  en  $\Delta T_x$ :

- 1e voor dag 1: het inzicht in  $\delta T_x$  te meten;
- 2e vanaf dag 2 en volgende: het inzicht in  $\Delta T_x$  te meten.

Hiermee is tevens een kwantitatieve verklaring gegeven van het toenemen van de scores van  $\delta T_x$  met toenemend dagnummer, zoals dit reeds jaren uit verificatiegegevens blijkt. Zij berusten op intuïtieve toepassing van het verschijnsel van anti-persistentie.

#### Literatuur:

- [ 1 ] W.J.A. Kuipers, Over de noodzakelijkheid van weersvoorspellingen, die zijn ingesteld op de verbruiker. Coll. Verslag 8 juni 1954.
- [ 2 ] W.J.A. Kuipers, Verification of a categorical forecast of two classes. WMO, Technical Note No. 71, Geneva, 1966, pp. 149-151.