

KONINKLIJK NEDERLANDS
METEOROLOGISCH INSTITUUT

D e B i l t

Verslagen

V - 280

H.M. van den Dool

m.m.v. J.L. Nap

Verifikatie van het basisprodukt van de
amerikaanse maandverwachting

De Bilt, 1976

Publikationsnummer: K.N.M.I. V-280 (M.O.)

U.D.C.: 551.509.33 :
551.509.5

Verifikatie van het basisprodukt van de Amerikaanse maandverwachting.

door

H.M. van den Dool, m.m.v. J.L. Nap

Inleiding

Tot mei 1975 werd op het KNMI een maandverwachting vervaardigd gebaseerd op een hier ontwikkelde analogentechniek. De kwaliteit van deze prognose bleek na enige jaren van experimenten slechts marginaal te zijn. Na een uitvoerige vergelijking met allerlei buitenlandse maandverwachtingen (zie [1]) bleek de Amerikaanse maandverwachting toegepast op de Bilt het beste resultaat te geven.

Over oktober 1963 - september 1973 werd met de Amerikaanse methode voor de temperatuur een PI van 0.10 behaald. De KNMI-methode had op het moment van staken een PI van 0.06.

Twee maal per maand geeft het National Meteorological Centre (NMC) van de USA een maandverwachting uit voor een groot gedeelte van het noordelijk halfrond [2]. In kaartvorm wordt tegenwoordig aangegeven waar de maandgemiddelde temperatuur, T_{30} , in de klasse A(bove), N(ormal) of B(elow) zal gaan vallen. Een dergelijke kaart beschrijft ook de neerslag-som in de komende maand in termen van H(eavy) en L(ight). Deze kaarten met verwachtingen over temperatuur en regen zijn afgeleid uit een prognose van het maandgemiddelde 700 mbar-vlak. De voorspelde 700 mbar-kaart (H_{700}) is het basisprodukt voor de verwachting. Deze kaart wordt vervaardigd met behulp van subjektieve synoptische en statistische methoden welke in grote lijnen al in 1953 door Namias zijn beschreven [3].

Een tweetal vragen moet nu worden beantwoord.

- 1) Hoe betrouwbaar is het basisprodukt?
- 2) Hoeveel informatie over neerslag, zonneshijn en temperatuur is uit het basisprodukt af te leiden?

In het onderhavige rapport houden we ons met de eerste vraag bezig. Vraag 2 is ten dele al beantwoord door studies van Kruizinga en de Jongh [4], [5] en [6]. Kort samengevat luidt het antwoord op vraag 2 dat, gegeven een foutloos maandgemiddeld 700 mbar-niveau, de varianties van maandgemiddelde weerelementen aan de grond voor 20 à 50% verklaard kunnen worden uit variaties in H_{700} . In de praktijk zal de verwachte H_{700} -kaart

niet foutloos zijn en dit vermindert vermoedelijk de verklaarbare variantie van de weerelementen. Op het NMC worden uit de verwachte H_{700} -kaart deels via regressie-vergelijkingen en deels via synoptisch inzicht de verwachtingen voor het weer aan de grond gemaakt. Uit correspondentie met het NMC blijkt dat men daar van mening is dat deze laatste stap, de weervertaling, het beste werkt voor het eigen land. De reden hiervoor is dat men ter plaatse het klimaat het beste zou kennen. Men bleek zeer geïnteresseerd of wij in de Bilt de vertaling van H_{700} naar weer voor ons gebied zouden kunnen verbeteren. Een eerste voorwaarde hiervoor is uiteraard een betrouwbaar basisprodukt. Dat is in dit verslag onderzocht.

1. De gegevens

Uit de maandelijkse bulletins [2] werden op 86 punten het het Amerikaans, Atlantisch en Europees gebied H_{700} -waarden uitgelezen. De 86 punten worden gevormd door de snijpunten van de breedtecirkels 30, 40, ... 80°N en de meridianen 100, 90, ... 0°W, 10, ... 40°E, zie figuur 1. De roosterpunten aangeduid met * konden niet worden uitgelezen. De periode besloeg 5 jaar: 1971-1975. In totaal hebben we dus 120 velden; voor iedere maand een voorspeld en een opgetreden veld. De voorspelde velden voor februari en april 1974 bleken niet aanwezig te zijn.

2. Verifikatiegrootheden

We hebben een set waargenomen velden HW en forecast velden HF. Hierbij kan HF de werkelijk uitgebrachte forecast H_{700} zijn, maar ook de klimatologische normaal HK of het veld van de vorige maand HW(0) kunnen als voorspelling fungeren.

De volgende bewerkingen zijn toegepast:

a) De afwijking van HF en HW in root mean square zin.

$$\text{RMS}(\text{HF}, \text{HW}) = \left(\frac{1}{W} \left(\sum_n w_n (\text{HF} - \text{HW})^2 \right) \right)^{\frac{1}{2}}.$$

$$\text{met } W = \sum_n w_n$$

\sum_n stelt sommatie over alle roosterpunten voor

w_n is een gewichtsfactor die rekening houdt met het oppervlak dat ieder roosterpunt vertegenwoordigt; $w_n = \cos \varphi$

- b) De systematische afwijking tussen HF en HW.

$$\Delta H = \frac{1}{W} \sum_n w_n (HF - HW)$$

Voor de eenvoud van de notatie voeren we gewogen ruimtelijke gemiddelden in.

$$\Delta H \equiv [HF] - [HW].$$

- c) De ruimtelijke korrelatie tussen HF en HW.

$$\rho(HF, HW) = \frac{\frac{1}{W} \sum_n w_n (HF \cdot HW) - [HF] [HW]}{\left(\left(\frac{1}{W} \sum_n w_n ((HF)^2 - [HF]^2) \right) \left(\frac{1}{W} \sum_n w_n ((HW)^2 - [HW]^2) \right) \right)^{\frac{1}{2}}}$$

- d) Korrelaties als bedoeld onder c voor de anomalievelden HF - HK en HW - HK : $\rho(HF - HK, HW - HK)$.
- e) Idem voor persistentie van het anomalieën-veld in de uitgangismaand naar de voorspelmaand:

$$\rho(HW(0) - HK(0), HW(1) - HK(1)).$$

3. Resultaten

- 3.1 In tabel 1 zijn de RMS (HF, HW) en ΔH -waarden gegeven voor alle maanden in de periode 1971 - 1975. Gemiddelden van deze grootheden zijn per kalendermaand toegevoegd. De eenheid is de geopotentiële decameter.

De systematische afwijking ΔH is in het algemeen in de orde van 1 decameter. Opmerkelijk is de uitschieter in december 1973 waarbij de systematische afwijking niet minder dan 6 decameter bedraagt. Men kan hier denken aan verkeerde nummering van de isohypsen in één der velden. Bij inspectie bleek het HW-veld opvallend laag. Na controle van de maandgemiddelde hoogte van het 700 mbar-vlak voor de Bilt, uit de TEMPS, bleek dit echter juist te zijn. Gemiddeld over alle gevallen blijkt het voorspelde 700 mbar-vlak systematisch te hoog te liggen.

	1971		1972		1973		1974		1975		gemid. 5 jaar	
	RMS	ΔH	RMS	ΔH	RMS	ΔH	RMS	ΔH	RMS	ΔH	RMS	ΔH
jan.	5.0	1.9	5.9	0.2	3.7	1.1	8.7	1.7	4.9	1.5	5.7	1.3
feb.	4.0	-1.0	4.6	0.5	6.0	1.2	-	-	5.6	2.5	5.0	0.8
mrt.	4.6	1.1	4.4	0.1	4.1	0.6	7.0	-1.6	4.5	3.2	4.9	0.7
april	2.1	0.0	3.0	0.8	4.5	1.4	-	-	3.7	0.7	3.3	0.7
mei	4.2	1.2	4.0	1.0	4.0	1.5	3.5	2.2	3.8	0.9	3.9	1.3
juni	2.9	0.6	3.0	0.7	3.9	1.5	3.7	2.6	3.2	0.7	3.4	1.2
juli	2.8	0.0	3.0	-1.2	3.0	1.3	4.1	2.0	3.8	2.1	3.3	0.4
aug.	3.0	0.3	2.4	0.2	3.1	1.0	2.6	0.0	2.9	1.0	2.8	0.5
sept.	3.1	-0.5	3.1	-0.1	3.7	2.2	4.7	3.0	4.4	2.1	3.8	1.4
okt.	4.6	-0.3	3.3	0.9	4.7	1.0	4.5	0.2	4.7	-2.2	4.3	-0.1
nov.	5.6	0.0	3.7	-0.2	4.9	0.1	3.1	0.6	3.7	-1.4	4.2	-0.2
dec.	5.2	-1.0	6.1	-0.9	7.0	6.0	5.4	-0.5	7.4	0.7	6.2	0.9

Tabel 1. RMS (HF, HW) en ΔH waarden voor alle maanden uit de periode 1971 - 1975. Gemiddelden over 5 jaar zijn toegevoegd. De eenheid is de geopotentiële decameter.

De fout in root mean square zin, waarin de systematische is opgenomen, is belangrijk groter. De RMS-fout is in de orde van 4 à 5 decameter. Bekijken we in de laatste kolom van tabel 1 de gemiddelden over 5 jaar dan vertonen de RMS-waarden een duidelijke jaarlijkse gang met een maximum in de winter.

Op het eerste gezicht lijken deze fouten wellicht gering. 1 decameter is de dikte van de getekende isohyps en 4 à 5 decameter is minder dan de afstand tussen twee opeenvolgende isohypsen. Men kan hier echter pas een juist oordeel over vellen door de opgetreden fouten te vergelijken met de van nature mogelijke fluktuaties in de hoogte van het maandgemiddelde 700 mbar-vlak. De standaarddeviatie van H_{700} ontleend aan berekeningen van R. Jenne (NCAR), is uitgelezen op dezelfde 86 roosterpunten en vervolgens ruimtelijk gemiddeld. In tabel 2 zijn deze gemiddelde standaarddeviaties gegeven, samen met de RMS-fout uit de laatste kolom in tabel 1.

	jan	feb	mrt	april	mei	juni	juli	aug	sept	okt	nov	dec
$s(H_{700})$	4.5	5.0	4.8	3.1	3.1	2.6	2.4	2.5	2.5	3.1	3.5	4.0
RMS	5.7	5.0	4.9	3.3	3.9	3.4	3.3	2.8	3.8	4.3	4.2	6.2

Tabel 2. De gewogen gebiedsgemiddelde standaarddeviaties van H_{700} en de waargenomen RMS-fout van de Amerikaanse verwachting. De eenheid is de decameter.

Uit tabel 2 zien we dat in alle maanden $RMS(HF, HW) \geq s(H_{700})$. De interpretatie hiervan is dat de Amerikaanse verwachting voor 700 mbar, in RMS zin, gemiddeld in geen enkele maand beter is dan de eenvoudige verwachting dat de volgende maand de klimatologische normaal zal opleveren. In de meeste maanden is de NMC verwachting iets slechter dan klimatologie; in enkele maanden aanmerkelijk slechter. Indien de RMS-waarde $2^{\frac{1}{2}} \cdot s(h_{700})$ bereikt moet men konkluderen dat een volkomen willekeurig maandgemiddelde, opgevat als forecast, niet slechter is dan de huidige verwachting van H_{700} .

Mogelijk liggen de werkelijke RMS-waarden iets lager dan in tabel 2. Immers bij het uitlezen van de velden worden fouten gemaakt in de orde van 1 decameter die de RMS-waarde enige tienden te hoog maakt.

3.2 Aan de bepaling van de RMS-fout kleven enige meteorologische bezwaren. Indien bijvoorbeeld in de forecast de lange golven wel in de juist fase zijn maar met verkeerde amplitude, kan de RMS-fout groot zijn terwijl naar meteorologisch oordeel het produkt informatie in zich bergt. Dergelijke bezwaren worden ten dele ondervangen door gebruik van andere objectieve verifikatiegrootheden, bv. korrelatie tussen de velden.

In tabel 3 zijn per maand voor het jaar 1971 $\rho(HF, HW)$ en $\rho(HK, HW)$ gegeven. De informatie die uit de andere jaren verkregen wordt is vrijwel identiek.

	jan	feb	mrt	april	mei	juni	juli	aug	sept	okt	nov	dec
$\rho(\text{HF}, \text{HW})$	.96	.97	.92	.98	.93	.95	.96	.97	.97	.95	.93	.96
$\rho(\text{HK}, \text{HW})$	.96	.99	.95	.97	.98	.95	.98	.99	.98	.97	.97	.99

Tabel 3. Korrelatie tussen voorspeld en waargenomen veld en tussen klimatologisch normaal en waargenomen veld voor 1971.

Opvallend in tabel 3 is, behalve het feit dat de korrelaties zo hoog zijn, dat $\rho(\text{HK}, \text{HW})$ nog juist iets hoger is dan $\rho(\text{HF}, \text{HW})$. Ook met deze verifikatiegrootheid vinden we dat de klimatologie als voorspelling minstens zo goed is als de operationele voorspelling. Van der Tol vond tijdens zijn klein onderzoek aan de universiteit van Utrecht voor een beperkt gebied hetzelfde resultaat.

De korrelaties in tabel 3 zijn zo bijzonder hoog omdat het grootste deel van de ruimtelijke variatie bestaat uit lage waarden in het noorden en hoge in het zuiden. Deze over-all noord-zuid helling van de drukvlakken in de troposfeer is dermate zeker dat verwachtingen hier moeilijk aan voorbij kunnen gaan. De normaalkaart beschrijft de noord-zuid helling al heel goed en scoort hiermee een korrelatie van .95 tot .99. In de operationele forecast wordt nog enige extra ruimtelijke variatie ingebracht, de ruggen en de troggen, maar dit blijkt te resulteren in een lagere korrelatie met het waargenomen veld.

Het is moeilijk als een prestatie aan te merken dat men een koude pool en een warme equator voorspelt. De korrelaties in tabel 3 zijn zo hoog omdat in de grootheid $\rho(\text{HF}, \text{HW})$ klimatologische "zekerheden" te sterk worden gewaardeerd. We willen echter liever weten of de relatief kleine ruimtelijke variaties die samenhangen met ruggen en troggen juist worden voorspeld. Om dit na te gaan trekken we de klimatologische normaal af van HF en HW zodat we nu de kleine anomalieën in deze velden kunnen korreleren.

In figuur 2 zijn voor iedere maand uit de periode 1971-1975 de korrelaties $\rho(\text{HF}-\text{HK}, \text{HW}-\text{HK})$ geplot. Seizoensgemiddelde waarden zijn met een lijn verbonden. Het is opnieuw duidelijk dat de prestatie van deze Amerikaanse methode wisselvallig is. Goede voorspellingen ($\rho \approx 0.7$) komen voor.

Gemiddeld over 5 jaar is de korrelatie positief: $\rho = 0.13$.

Onze figuur 2 kan volledig vergeleken worden met figuur 3 uit een verifikatie-studie uit 1961 uitgegeven door het U.S. Department of Commerce. In dit rapport worden de prognoses over 1954 tot 1959 besproken [7].

In de jaren die sindsdien verstreken zijn is de methode volgens objektieve verifikatie-scores niet verbeterd. Gemiddeld over 6 jaar werd destijds voor $\rho(\text{HF-HK}, \text{HW-HK})$ 0.25 berekend voor het Amerikaans-Atlantisch gebied.

In het voorafgaande werd $\rho(\text{HF}, \text{HW})$ voor referentie vergeleken met $\rho(\text{HK}, \text{HW})$. In het geval van korrelatie van anomalieën vervalt deze mogelijkheid omdat $\rho(\text{HK-HK}, \text{HW-HK})$ niet gedefinieerd is. Als referentie nemen we nu persistentie van de anomalie van de vorige maand. In tabel 4 zijn per kalendermaand de gemiddelden over 5 jaar gegeven van $\rho(\text{HF-HK}, \text{HW-HK})$ en $\rho(\text{HW}(0)\text{-HK}(0), \text{HW}(1)\text{-HK}(1))$.

	$\rho(\text{HF-HK}, \text{HW-HK})$	$\rho(\text{HW}(0)\text{-HK}(0), \text{HW}(1)\text{-HK}(1))$
jan	0.21	-0.09
feb	0.10	0.02
mrt	0.20	0.15
april	0.23	0.12
mei	0.06	0.14
juni	0.20	0.30
juli	-0.05	0.08
aug	0.12	-0.05
sept	0.21	0.09
okt	0.04	0.24
nov	0.05	0.19
dec	0.04	0.01
totaal	0.13	0.10

Tabel 4. Gemiddelden per kalendermaand over de periode 1971-1975 van de korrelaties tussen opgetreden en verwachte anomalieën en tussen de opgetreden anomalieën in de 2 opeenvolgende maanden (persistentie-verwachting).

$\rho(\text{HF-HK}, \text{HW-HK})$ vertoont geen duidelijk verloop door het jaar heen. Gemiddeld over het gehele jaar is deze korrelatie juist iets groter dan de korrelatie van de persistentie-verwachting. Deze laatste korrelatie behaalde zijn hoogste waarden merkwaardig genoeg in de overgangsmaanden hetgeen nogal in tegenstelling is met de persistentie in de maandgemiddelde temperatuur welke vrijwel afwezig is in de overgangsmaanden [8].

Overigens is een korrelatie in de orde van 0.10 - 0.15 zeer laag voor toepassing. Slechts 2% van de waargenomen variantie van H_{700} kan worden verklaard uit de hier onderzochte forecast.

4. Diskussie

Het is wel duidelijk dat volgens objektieve verifikatie het basisprodukt van de amerikaanse maandverwachting weinig waarde heeft. Hoe is het dan te verklaren dat verwachtingen voor de maandgemiddelde temperatuur en neerslag, welke zijn afgeleid uit H_{700} , toch nog een $PI > 0$ vertonen? De verklaring zou kunnen zijn dat de vertaling van H_{700} naar weer niet objectief gebeurt. Via een achterdeur kan nuttige informatie over persistentie e.d. worden toegevoegd in de uiteindelijke verwachting. Om dit nader te staven is in tabel 5 per kalendermaand de PI van de amerikaanse verwachting voor T30 gegeven. De totale periode is jan. 1954 - juli 1976. Ter vergelijking is de PI opgenomen van eenvoudige overgangsregeltjes die op historisch materiaal zijn afgeleid voor de Bilt [8].

		jan	feb	mrt	april	mei	juni	juli	aug	sept	okt	nov	dec
USA	I	.05	.06	.15	.07	-.18	.09	.00	.17	.03	.12	-.06	.01
	II	.09	.23	.09	.10	-.05	.07	-.03	.15	.11	-.04	.00	-.03
Overg.		.08	.11	.18	.08	.05	.00	.04	.05	.14	.00	.00	.10

Tabel 5. De prestatie-index van de amerikaanse maandverwachting voor de temperatuur bij een inzet van 1 klasse (I) of 2 of 3 klassen (II) en de PI van de overgangsregeltjes voor de Bilt.

Het opmerkelijke is nu dat blijkt dat de amerikaanse verwachting, evenals de overgangsregels hun succes boeken in de maanden februari/maart en augustus/september. Het succes van de amerikaanse verwachting in die maanden is moeilijk te verklaren uit de relatief grote persistentie in de hoogte-anomalieën welke dan vertaald een persistentie in

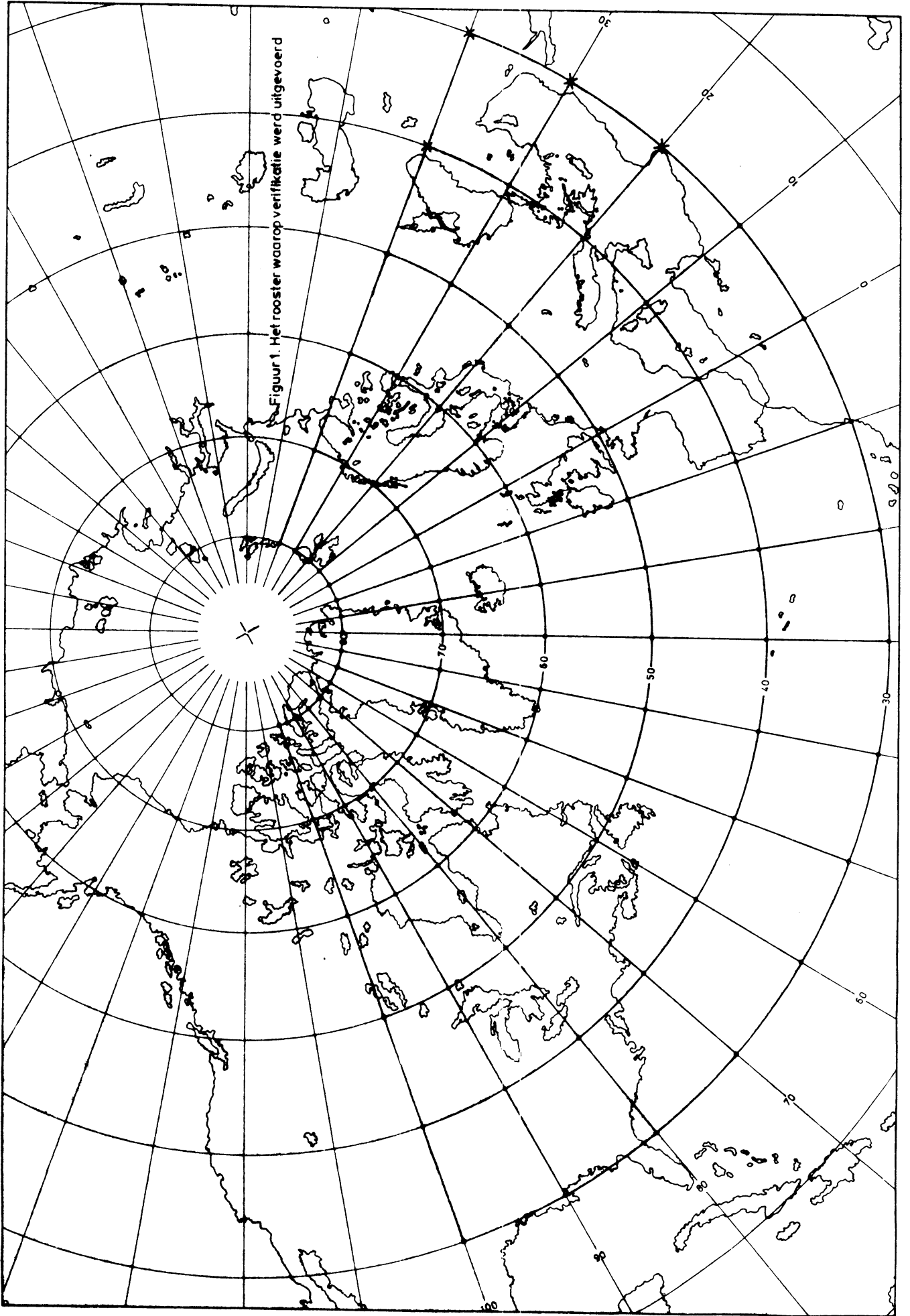
T30 moeten geven. Immers uit tabel 4 blijkt dat, althans voor 1971-1975, de maximale persistentie in de hoogte-anomalieën in mei/juni en september/oktober werd waargenomen. Vermoedelijk wordt een $PI > 0$ op de temperatuur grotendeels behaald door subjektieve toevoegingen tijdens het vertaalproces.

5. Konklusies

- 1) In root mean square zin verschillen de verwachte en waargenomen H_{700} -velden minstens zoveel als de klimatologische normaal en het waargenomen veld.
- 2) De korrelatie tussen het verwachte en waargenomen H_{700} -veld is op zijn hoogst gelijk aan de korrelatie tussen de klimatologische normaal en waargenomen veld.
- 3) De waargenomen anomalieën in het 700 mbar-veld korreleren zeer matig (+0.13) met de aangekondigde anomalieën.
- 4) De talloze arbeidsintensieve stappen die genomen worden om het basisprodukt samen te stellen zijn van weinig of geen invloed op de uiteindelijke verwachting van het weer in de Bilt aan de grond.
- 5) Gezien het bovenstaande, heeft het weinig zin te proberen de Amerikaanse verwachting in zijn huidige vorm voor Nederland te verbeteren.

Referenties

1. A.P.M. Baede, H.J. Krijnen, J. Reiff m.m.v. J.L. Nap.
Weersverwachtingen voor perioden van meer dan 3 dagen vooruit
zowel in Nederland als daarbuiten.
KNMI Verslagen, V-274,(1976).
2. National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA).
Average monthly weather outlook vol. 25-29,(1971-1975).
3. J. Namias.
Thirty-Day Forecasting: A review of a ten-year experiment.
Meteorological Monographs of the American Meteorological Society.
Vol.2, nr.6, (1953).
4. S. Kruizinga.
Relatie van enkele weergrootheden met het maandgemiddelde van
de hoogte van het 700 mbar-vlak.
VSB 75/4, (1975).
5. J.P. de Jongh.
Verband tussen enkele maandgemiddelde weergrootheden en de
maandgemiddelde hoogte van het 500 mbar-vlak.
KNMI Memorandum 75-211, (1975).
6. J.P. de Jongh en S. Kruizinga.
Enkele onderzoeken met betrekking tot de maandverwachting.
KNMI Verslagen V-266, (1975).
7. U.S. Department of Commerce, U.S. Weather Bureau.
Verification of the Weather Bureau's 30-day Outlooks.
Technical Paper nr. 39, (1961).
8. H.M. van den Dool.
Verwachtingen van de maandgemiddelde temperatuur met behulp
van overgangsregels.
KNMI, Wetenschappelijk Rapport, WR 76-14.



Figuur 1. Het rooster waarop verifikatie werd uitgevoerd

Figuur 2. Ruimtelijke korrelaties ρ (HF-HK, HW-HK) voor alle maanden in de periode
 1971-1975 (•). Kruisjes (x) geven seizoensgemiddelde waarde verbonden
 door ———

