

NN31545.1078

augustus 1978

uit voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
Wageningen

**BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW**

TOETSING EN TOEPASSINGSMOGELIJKHEDEN VAN EEN
WEERMODEL VOOR STRANDBADRECREATIE

ing. J.G. Bakker en ir. H.A. van Alderwegen

BIBLIOTHEEK DE HAFF
Droevendaalsesteeg 3a
Postbus 241
6700 AE Wageningen

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatie-
middelen, dus geen officiële publikaties.
Hun inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een
eenvoudige weergave van cijferreeksen, als op een concluderende
discussie van onderzoeksresultaten. In de meeste gevallen zullen
de conclusies echter van voorlopige aard zijn omdat het onder-
zoek nog niet is afgesloten.
Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut
in aanmerking

1791322

13 FEB. 1998

CENTRALE LANDBOUWCATALOGUS



0000 0941 1824

I N H O U D

	Blz.
1. INLEIDING EN DOELSTELLING	1
2. BESCHRIJVING VAN HET WEERMODEL	2
3. TOEPASSINGSMOGELIJKHEDEN VAN HET WEERMODEL	7
3.1. Berekening van het dagbezoek	7
3.2. Berekening van het jaarbezoek	10
3.3. Berekening van de overschrijdingscurve van dagbezoeken	12
4. TOETSING VAN HET WEERMODEL	15
4.1. Werkwijze	15
4.2. Bepaling van weerwaarden	16
4.3. Bepaling van maximum dagbezoeken per daggroep	17
4.4. Correlatie tussen berekende en waargenomen bezoekersaantallen	20
5. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	22
6. SAMENVATTING	24

1. INLEIDING EN DOELSTELLING

VAN LIER (1973)* heeft voor de bepaling van het maatgevend aantal bezoekers voor een aan te leggen strandbad een tweetal modellen geconstrueerd. Het eerste model, een gebruiksmodel, geeft de relatie tussen het aantal bezoekers vanuit een bepaald herkomstgebied naar een strandbad enerzijds en aanbodsfactoren zoals bereikbaarheid en de aanwezigheid van alternatieve recreatieobjecten anderzijds. Het andere model, een weermodel, geeft de relatie tussen het dagbezoek aan een strandbad enerzijds en meteorologische factoren zoals temperatuur, zonneschijn, windsnelheid anderzijds.

Het doel van het gebruiksmodel is het aantal bezoekers op een bepaalde dag te voorspellen, terwijl in samenhang met het weermodel de frequentie van het aantal dagen van voorkomen met een bepaald bezoekersaantal kan worden voorspeld.

In deze nota zal alleen worden ingegaan op het gebruik van het weermodel.

Nagegaan is of het ontwikkelde weermodel bruikbaar is om op basis van een beperkt aantal waarnemingen van het dagbezoek aan een strandbad (of op basis van een prognoseberekening van het dagbezoek aan een aan te leggen strandbad):

- het dagbezoek bij een bepaalde weersgesteldheid te berekenen,
- het gemiddeld jaarbezoek aan het strandbad te bepalen,
- een overschrijdingscurve van het dagbezoek voor het strandbad te construeren.

Het verkrijgen van een inzicht in het (toekomstig) gebruik van

*LIER, H.N. VAN, 1973. Determination of planning capacity and layout criteria of outdoor recreation projects. Pudoc, Wageningen

een strandbad gedurende alle dagen van het seizoen op basis van één of enkele tellingen of prognoseberekeringen van het dagbezoek kan een belangrijk hulpmiddel zijn bij de planning en het beheer van strandbaden.

Deze nota geeft een beschrijving van het gebruikte weermodel (hfdst. 2). Vervolgens worden de werkwijzen gepresenteerd voor de berekening van het dagbezoek, het jaarbezoek en de overschrijdingscurve van dagbezoeken op basis van het weermodel (hfdst. 3). Alvorens deze berekeningen uit te voeren, is nagegaan of de door Van Lier berekende modelparameters en/of de structuur van het model voldoende aansluiting geven bij andere dan door hem gebruikte gegevens. Hiertoe is het model 'getoetst' door de berekening van het dagbezoek aan het strandbad Maarsseveense Plassen uit te voeren voor een periode van 2 jaar en de berekende dagbezoeken te vergelijken met, aan de hand van kaartverkoop, vastgestelde dagbezoeken aan dit strandbad. Op basis van deze toetsing zijn conclusies ten aanzien van de gebruiksmogelijkheden van het weermodel getrokken.

2. BESCHRIJVING VAN HET WEERMODEL

De relatie tussen het bezoek aan openlucht-recreatieobjecten en het weer is vooral belangrijk met het oog op de frequentie waarmee bepaalde bezoekersaantallen optreden. De relatie tussen deelneming en weersgesteld verschilt per vorm van openluchtrecreatie. Voor wandelen bijvoorbeeld stelt de recreant andere eisen aan de weersomstandigheden dan voor het zwemmen en zonnen.

Van Lier heeft voor de relatie deelneming aan strandbadrecreatie en weersgesteldheid twee benaderingen beschreven:

één model dat de relatie beschrijft op basis van een statistische analyse van waargenomen dagbezoekers aan strandbaden en meteorologische gegevens van die dagen, en één model dat is gebaseerd op hypothesen ten aanzien van het warmteuitwisselingsproces van het menselijk lichaam in relatie tot de weersgesteldheid.

Het 'statistisch' model is gebaseerd op gegevens van alle soorten dagen, het 'warmteuitwisselings' model is slechts geldig voor

zondagen en werkdagen in het hoogseizoen.

Daar bij de bepaling van het dagbezoek en het jaarbezoek alle daggroepen in de berekening moeten kunnen worden betrokken, is alleen het statistisch weermodel in de beschouwing betrokken.

Bij het opstellen van dit weermodel geldend voor het bezoek aan strandbaden is ervan uitgegaan dat:

1. een relatie bestaat tussen het aantal bezoekers aan een strandbad op een zekere dag en de weersgesteldheid op die dag,
2. de waardering van de weersgesteldheid wordt bepaald door de waarde die een aantal weersfactoren hebben en kan worden vastgelegd in een 'weerwaarde'.

Nu zal een zondag met mooi weer in het voorjaar wellicht meer bezoekers trekken naar strandbaden dan een zondag in het hoogseizoen met dezelfde weersgesteldheid. De weersgesteldheid is dan ook maar één van de vele factoren die het strandbadbezoek beïnvloeden. Om de invloed van de dag van de week en van de seizoenen op het bezoekersaantal uit te schakelen is een indeling in daggroepen gemaakt en zullen de dagbezoeken binnen één daggroep met elkaar worden vergeleken bij de vaststelling van de invloed van de weersgesteldheid. De dagen van het seizoen zijn onderverdeeld in 12 daggroepen waarbij 4 deelseizoenen en 3 dagsoorten zijn onderscheiden, zie tabel 1. De grenzen van de seizoenen liggen op 15 juni en 15 augustus (afhankelijk van het weekend), terwijl de bouwvakvakantie binnen het hoogseizoen valt.

Tabel 1. Indeling en codering van daggroepen alsmede het aantal dagen per daggroep in een gemiddeld seizoen

	V voorseizoen	H hoogseizoen	B bouwvak- vakantie	N naseizoen
Zon(feest)dagen ZF	ZFV (4)	ZFH (5)	ZFB (3)	ZFN (4)
Zaterdag ZA	ZAV (4)	ZAH (5)	ZAB (3)	ZAN (4)
Werkdagen WK	WKV (22)	WKH (34)	WKB (10)	WKN (22)

Om de hypothesen te kunnen toetsen en de vergelijking van het model vast te leggen zijn gegevens verzameld in de vorm van dagbezoekcijfers (periode 1962-1970) van vier strandbaden namelijk Tynaarlo, Hoeven, Wijde Wormer en Soest en meteorologische gegevens van de weerstations die zo dicht mogelijk bij deze baden liggen. De vier strandbaden verschillen zowel qua omvang als wel qua accommodatieniveau van elkaar. Omdat van de dichtst bijgelegen weerstations niet alle benodigde weergegevens beschikbaar waren, is gebruik gemaakt van gegevens van 7 weerstations en wel:

voor Tynaarlo : station Eelde en De Bilt
voor Bosbad Hoeven : Oudenbosch, Numansdorp en De Bilt
voor Wijde Wormer : Hoorn, Amsterdam, De Bilt en Lelystad
Voor Soester natuurbad: De Bilt

De relatie tussen het bezoek en de weergegevens is bestudeerd in drie stappen.

Stap 1. 'Factoranalyse'

Voor alle dagen waarvan de bezoekersaantallen bekend waren, zijn per strandbad de bezoekersaantallen gerelateerd aan zoveel mogelijk weersfactoren gemeten op de bijbehorende stations. De betrokken weersfactoren zijn: temperatuur relatieve vochtigheid, neerslag, bedekkingsgraad, zonneschijn, windsnelheid, luchtdruk en globale straling. Per factor zijn verschillende varianten ingevoerd zoals voor de temperatuur: de droge en natte boltemperatuur gemeten om 08.00 uur en om 14.00 uur. Bij de correlatieberekeningen zijn van alle betrokken (varianten van) factoren verschillende functies uitgeprobeerd (zie VAN LIER, 1973). Het resultaat van de analyse is geweest dat als belangrijkste weersfactoren voor de relatie strandbadbezoek en weersgesteldheid naar voren kwamen:

- droge boltemperatuur gemeten om 14.00 uur in °C,
- effectieve bedekkingsgraad gemeten om 14.00 uur in okta's,
- windsnelheid gemeten om 14.00 uur in m/s.

Daarbij is de effectieve bedekkingsgraad gedefinieerd als het gemiddelde van de bewolking van de typen stratocumulus, stratus, cumulus en cumulonimbus en van de totale bewolking, gemeten om 14.00 uur in okta's.

Stap 2. Opstellen van modelvergelijking

Op basis van de resultaten van stap 1 is de modelvergelijking opgesteld:

$$\frac{10V_x}{V_{\max,n}} = A e^{\alpha T_x - \beta \ln N_x - \gamma \ln U_x} \quad (1)$$

hetgeen ook te schrijven is als:

$$\frac{10V_x}{V_{\max,n}} = \frac{A \cdot e^{\alpha T_x}}{N_x^\beta \cdot U_x^\gamma} \quad (1a)$$

waarin:

- V_x = aantal bezoekers aan het strandbad op een dag x vallend in daggroep n
- $V_{\max,n}$ = aantal bezoekers aan het strandbad op een dag vallend in daggroep n met een weersgesteldheid die zeer gunstig is voor strandbadrecreatie (= max. dagbezoek)
- T_x = droge boltemperatuur om 14.00 uur op dag x (in °C)
- N_x = effectieve bedekkingsgraad om 14.00 uur op dag x (in okta's)
- U_x = windsnelheid om 14.00 uur op dag x (in m/s)
- α, β, γ en A = modelparameters

In vergelijking (1) is het dagbezoek uitgedrukt als deel van het zogenaamde maximum dagbezoek van de bijbehorende daggroep om het model een algemene toepasbaarheid te geven i.c. voor alle strandbaden en voor alle dagen van het seizoen dezelfde modelparameterwaarden. Dit maximum dagbezoek voor een strandbad en voor daggroep n is op te vatten als het aantal bezoekers dat het strandbad zal bezoeken op een dag van daggroep n met een weersgesteldheid waarbij de deelneming aan strandbadrecreatie maximaal is. Dit leidt ertoe dat het rechterlid van de modelvergelijking (1) een waarde kan aannemen die ligt tussen 0 en 10, de zogenaamde 'strandbad-weerwaarde'. De strandbad-weerwaarde (W) is op te vatten als een waardering voor de weersgesteldheid voor strandbadrecreatie en is te schrijven als:

$$W = \frac{10V_x}{V_{\max,n}} \quad (2)$$

Stap 3. Berekening van modelparameters

Per strandbad is per daggroep het maximum dagbezoek ($V_{\max,n}$) ingeschat met behulp van de waargenomen dagbezoeken van dat bad (hoogst gemeten bezoekersaantallen per daggroep).

Op basis van de geschatte $V_{\max,n}$ per daggroep n en de waargenomen dagbezoeken (V_x) is voor iedere dag x de weerwaarde (W) bepaald met behulp van vergelijking (2).

Alle dagen met een temperatuur van 14.00 uur van minder dan 15°C en/of een windsnelheid van meer dan 10 m/s zijn bij de verdere berekeningen buiten beschouwing gelaten, omdat bij een dergelijke weersgesteldheid het strandbadbezoek nihil of zeer gering is. Dit houdt in dat het model niet geldt voor dagen met een dergelijke 'slechte' weersgesteldheid.

Uitgaande van de beginschattingen van de maximum dagbezoeken, zijn de modelparameters berekend met een iteratieve procedure waarna de maximum dagbezoeken opnieuw zijn berekend. Voor deze berekeningswijze dient de weersgesteldheid waarbij $W = 10$ te worden vastgelegd. Gebaseerd op de waargenomen bezoekersaantallen is hiervoor aangenomen een temperatuur van 30°C , in combinatie met een effectieve bedekkingsgraad van 1 okta (= 0,125) en een windsnelheid van 2,5 m/s. De berekening heeft geresulteerd in:

$$\frac{10V_x}{V_{\max,n}} = 0,1767 e^{0,139T_x - 0,116 \ln N_x - 0,152 \ln U_x} \quad (R^2 = 0,65) \quad (1b)$$

In fig. 1a, b en c zijn de weerwaarden W uitgezet voor een aantal combinaties van temperatuur, bewolking en windsnelheid.

Uit deze figuren blijkt dat de weerwaarde W groter dan 10 kan worden (dus het max. dagbezoek kan worden overschreden). Bij $T_x = 30^{\circ}\text{C}$, $N_x = 0,125$ en $U_x = 2,5$ m/s bereikt W de waarde van 12,66 zodat het model niet voldoet aan de gestelde randvoorwaarde. Dit wordt veroorzaakt door de rekenprocedure die is gevolgd.

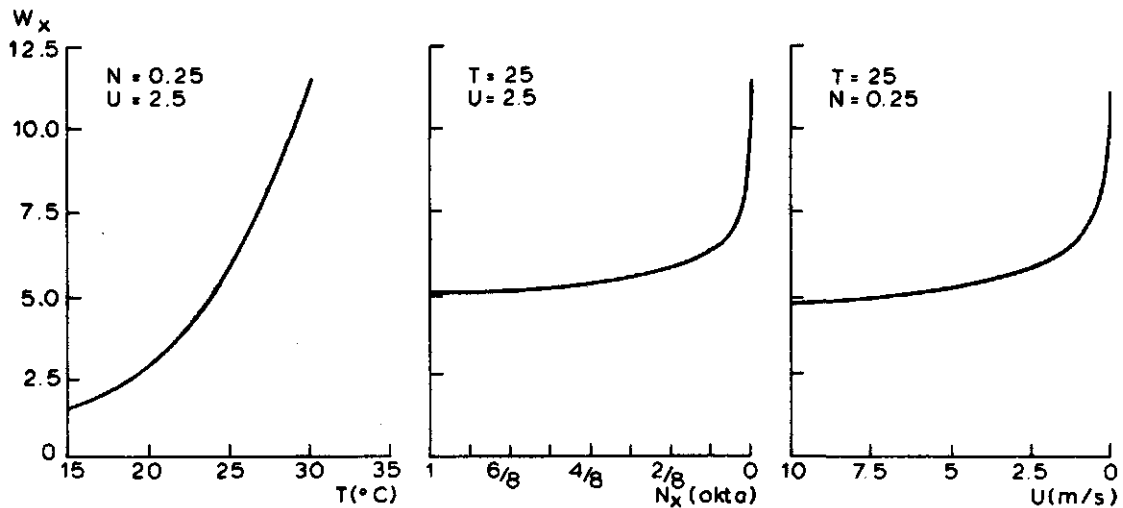


Fig. 1. Verband tussen weerwaarde met temperatuur (T_x), effectieve bedekkingsgraad (N_x) en windsnelheid (U_x) volgens modelvergelijking (1b)

De invloed van de temperatuur op de deelneming aan strandbadrecreatie is zeer groot (fig. 1a), terwijl de invloed van de bewolking zeer gering is voor het traject van licht tot geheel bewolkt ($1/8 < N_x < 1$) en voor het traject onbewolkt tot licht bewolkt juist zeer groot. Ditzelfde is waar te nemen in fig. 1c voor de invloed van de windsnelheid.

3. TOEPASSINGSMOGELIJKHEDEN VAN HET WEERMODEL

3.1. Berekening van het dagbezoek

In deze paragraaf wordt aangegeven hoe op basis van een beperkt aantal waarnemingen van het dagbezoek aan een strandbad met behulp van het ontwikkelde weermodel het aantal bezoekers aan dat strandbad op een willekeurige dag met een bepaalde weersgesteldheid kan worden berekend.

Indien van alle daggroepen één dagbezoekcijfer van een strandbad bekend is, is de werkwijze als volgt:

Van de teldagen x worden de benodigde weergegevens van het dichtst bijgelegen weerstation bij het KNMI opgevraagd. Uit deze gegevens (T_x , N_x en U_x) wordt de strandbadweerwaarde W_x van die dagen berekend uit:

$$W_x = 0,1767e^{0,139T_x - 0,116 \ln N_x - 0,152 \ln U_x} \quad (1c)$$

Uit de berekende weerwaarden W_x en de getelde dagbezoeken V_x is het maximum dagbezoek per daggroep $V_{\max,n}$ te berekenen uit:

$$V_{\max,n} = \frac{10 \cdot V_x}{W_x}$$

Nu $V_{\max,n}$ voor iedere daggroep voor het betreffende strandbad bekend is, kan voor iedere dag van het seizoen waarvan de weergegevens beschikbaar zijn, het aantal bezoekers aan het strandbad op die dag worden berekend uit (1) en (2).

Voorbeeld: op een zondag in het hoogseizoen (x) met $T_x = 20^\circ\text{C}$, $N_x = 0,50$ en $U_x = 4$ m/s is het aantal bezoekers aan een strandbad geteld: $V_x = 3000$ personen.

Gevraagd wordt het aantal bezoekers aan dat strandbad te bepalen op een zondag in het hoogseizoen (y) met $T_y = 24^\circ\text{C}$, $N_y = 0,375$ en $U_y = 3$ m/s. Van de dagen x en y kan de weerwaarde worden berekend volgens (1b); $W_x = 2,50$ en $W_y = 4,71$.

Beide dagen vallen in dezelfde daggroep (ZFH, zie tabel 1), voor beide dagen geldt dus dezelfde $V_{\max,ZFH}$ die gelijk is aan $10V_x/W_x = \frac{10 \times 3000}{2,5} = 12\ 000$. Het aantal bezoekers aan het strandbad op dag y is gelijk aan:

$$V_y = 1/10 V_{\max,ZFH} \cdot W_y = \frac{1}{10} \times 12\ 000 \times 4,71 = 5652 \text{ personen}$$

De beperktheid van deze toepassing van het model is dat voor elke daggroep één dag het aantal bezoekers moet worden geteld hetgeen 12 teldagen impliceert. Dit zal in de praktijk een bezwaar zijn terwijl indien kan worden beschikt over 12 waarnemingen ook zonder een model een redelijke schatting van het aantal bezoekers voor een andere dag

kan worden gedaan. De toepassing van het weermodel is pas waardevol voor het berekenen van dagbezoeken indien kan worden uitgegaan van slechts één of enige waarnemingen.

Indien de verhouding tussen de maximum dagbezoeken ($V_{\max,n}$) van de onderscheiden daggroepen voor alle strandbaden gelijk zou zijn en die verhoudingen voor één strandbad zijn afgeleid, biedt het model deze mogelijkheid. Dat de verhouding tussen de maximum dagbezoeken voor alle strandbaden gelijk kan zijn, is gebaseerd op het feit dat de maximum dagbezoeken aan een strandbad wordt bepaald door het aantal potentiële bezoekers onder de inwoners in de gemeenten liggend binnen de invloedssfeer van het strandbad. Dit aantal verschilt weliswaar per strandbad en per dagsoort, maar de relatieve verschillen zullen voor elk regio ongeveer gelijk zijn. Hoogstens zal de aanwezigheid van grote groepen verblijfsrecreanten in de directe nabijheid van het strandbad verstorend werken.

Aan de hand van een voorbeeld wordt aangegeven hoe de berekening van het dagbezoek verloopt op basis van één waarneming van het dagbezoek en met de veronderstelling dat de verhouding tussen de maximum dagbezoeken van de daggroepen bekend is en voor alle strandbaden gelijk is.

Voorbeeld: op een werkdag in het naseizoen (z) met $T_z = 21^{\circ}\text{C}$, $N_z = 0,675$ en $U_z = 3 \text{ m/s}$ is het aantal bezoekers aan een strandbad geteld: $V_z = 1000$ personen. Uit onderzoek is bekend dat de verhouding $V_{\max,ZFH} : V_{\max,WKN} = 2:1$ geldend voor alle strandbaden.

Gevraagd wordt het aantal bezoekers aan dat strandbad te bepalen op een zondag in het hoogseizoen (y) met $T_y = 24^{\circ}\text{C}$, $N_y = 0,375$ en $U_y = 3 \text{ m/s}$. Van de dagen z en y kan de weerwaarde worden berekend volgens (1b): $W_z = 2,90$ en $W_y = 4,71$.

De V_{\max} van wekdagen in het naseizoen van het betreffende strandbad kan worden berekend volgens $V_{\max,WKN} = 10V_z/W_z = 10,1000/2,90 = 3400$ pers. De dagen z en y vallen niet in dezelfde daggroep maar het maximum dagbezoek voor zondagen in het hoogseizoen voor het betreffende strandbad kan worden berekend volgens:

$V_{\max,ZFH} = V_{\max,WKN} \times 2/1 = 3400 \times 2 = 6800$ pers. Het aantal bezoekers aan het strandbad op dag y is gelijk aan:

$V_y = 1/10 V_{\max,ZFH} \times W_y = 3200$ pers.

3.2. B e r e k e n i n g v a n h e t j a a r b e z o e k

In deze paragraaf wordt aangegeven op welke wijze het aantal bezoekers aan een strandbad per seizoen (jaarbezoek) op basis van het weermodel kan worden berekend.

Ten eerste wordt het dagbezoek aan het strandbad bepaald voor dagen met een weerwaarde van 1 tot en met 10 en wel voor alle daggroepen volgens $V_x = V_{\max, n} \cdot W_x$.

In tabel 2 is het resultaat van deze berekening voor een fictief strandbad gegeven.

Tabel 2. Aantallen bezoekers aan een fictief strandbad op dagen vallend in 12 daggroepen met weerwaarden van 1 tot en met 10

Daggroep	Weerwaarde									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ZFV	2270	4540	6810	9080	11 350	13 620	15 890	18 160	20 430	22 700
ZAV	940	1880	2820	3760	4 700	5 640	6 580	7 520	8 460	9 400
WKV	340	680	1020	1360	1 700	2 040	2 380	2 720	3 060	3 400
ZFH/ZFB	1760	3520	5280	7040	8 800	10 560	12 320	14 080	15 040	17 600
ZAH/ZAB	1180	2360	3540	4720	5 900	7 080	8 260	9 440	10 620	11 800
WKH/WKB	890	1780	2670	3560	4 450	5 340	6 230	7 120	8 010	8 900
ZFN	1120	2240	3360	4480	5 600	6 720	7 840	8 960	10 080	11 200
ZAN	380	760	1140	1520	1 900	2 280	2 660	3 040	3 420	3 800
WKN	260	520	780	1040	1 300	1 560	1 820	2 080	2 340	2 600

Ten tweede wordt nagegaan hoe vaak in een gemiddeld jaar dagen met een bepaalde weerwaarde voorkomen. Deze frequenties van weerwaarden wordt bepaald aan de hand van tijdreeksen van weerwaarnemingen bij een weerstation in de omgeving van het betreffende strandbad. In tabel 3 is het aantal dagen van voorkomen met een weerwaarde, ingedeeld in 10 klassen, per daggroep aangegeven. Deze aantallen zijn gebaseerd op de frequenties van W-waarden in voor-, hoog- en naseizoenen in de periode 1950 tot en met 1970 voor het weerstation De Bilt

ontleend aan KNMI gegevens (VAN LIER, 1973).

Tabel 3. Aantal dagen van voorkomen met een weerwaarde ingedeeld in 10 klassen per daggroep voor weerstation De Bilt (gemiddelde van 1950 t/m 1970)

Daggroep	Weerwaarde									
	0,5/ 1,4	1,5/ 2,4	2,5/ 3,4	3,5/ 4,4	4,5/ 5,4	5,5/ 6,4	6,5/ 7,4	7,5/ 8,4	8,5/ 9,4	> 9,5
ZFV	1,07	0,83	0,31	0,17	0,09	0,06	0,01	0,01	-	0,02
ZAV	1,07	0,83	0,31	0,17	0,09	0,06	0,01	0,01	-	0,02
WKV	5,90	4,55	1,72	0,95	0,51	0,33	0,07	0,04	-	0,11
ZFH/ZFB	2,82	2,51	0,82	0,43	0,21	0,15	0,10	0,09	0,04	0,07
ZAH/ZAB	2,82	2,51	0,82	0,43	0,21	0,15	0,10	0,09	0,04	0,07
WKH/WKB	15,51	13,79	4,51	2,38	1,17	0,81	0,55	0,51	0,22	0,40
ZFN	1,77	1,14	0,34	0,27	0,10	0,07	0,03	0,01	-	0,03
ZAN	1,77	1,14	0,34	0,27	0,10	0,07	0,03	0,01	-	0,02
WKN	9,75	6,27	1,87	1,25	0,55	0,40	0,18	0,07	-	0,15

Bij de aantallen dagen vermeld in tabel 3 zijn de dagen met weersgesteldheden waarvoor het weermodel niet geldig is (zie hfdst. 2 stap 3) buiten beschouwing gelaten.

Een schatting van het totaal aantal bezoekers aan het strandbad in een gemiddeld seizoen kan nu worden berekend door het aantal bezoekers berekend voor een dag met een weerwaarde van 1 tot en met 10 (tabel 2) te vermenigvuldigen met het daarbij behorend aantal dagen van voorkomen (tabel 3) en deze produkten op te tellen over de daggroepen. Dit leidt voor het fictief strandbad tot een gemiddeld jaarbezoek van 176 000. Het aldus berekend jaarbezoek is een gemiddelde, zodat het werkelijk aantal bezoekers hiervan kan afwijken als gevolg van 'goede' en 'slechte' zomers.

3.3. Berekening van de overschrijdingscurve van dagbezoeken

In deze paragraaf wordt toegelicht op welke wijze de overschrijdingscurve van dagbezoeken aan een strandbad op basis van het weermodel kan worden berekend. Een overschrijdingscurve van dagbezoeken geeft aan de aantallen bezoekers aan een object op alle dagen van het gemiddeld seizoen, gerangschikt van de drukste dag tot de minst drukke dag. Met behulp van een dergelijke curve kan onder meer het aantal bezoekers op de normdag, gedefinieerd als de n na drukste dag van het seizoen, aan een object wordt bepaald.

Voor het construeren van een overschrijdingscurve dient het aantal bezoekers aan het betreffende strandbad voor alle dagen van een gemiddeld seizoen bekend te zijn. In par. 3.2 is reeds aangegeven hoe met behulp van het weermodel het bezoekersaantal op dagen met een bepaalde weerwaarde en vallend in een bepaalde daggroep kan worden berekend (zie tabel 2). Tevens is het aantal dagen (of delen van dagen) met een bepaalde weerwaarde dat in een bepaalde daggroep voorkomt in een gemiddeld seizoen afgeleid (zie tabel 3).

Door de berekende bezoekersaantallen van de verschillende daggroepen en W -waarden naar afnemende grootte te rangschikken en bij elk bezoekersaantal aan te geven het aantal dagen van voorkomen, kan de overschrijdingscurve uitgezet worden. Bij de uitwerking doet zich het probleem voor dat het aantal dagen van voorkomen per daggroep per W -waarde (tabel 3) vooral bij de hogere weerwaarden zo gering is dat het aantal is uitgedrukt in dagfracties. Om het aantal bezoekers op bijvoorbeeld de drukste dag te berekenen, worden daarom de dagfracties met de hoogste bezoekersaantallen gesommeerd totdat de som van de dagfracties 1 dag bedraagt. Het gewogen gemiddelde aantal bezoekers van deze dagfracties kan worden beschouwd als het aantal bezoekers op de drukste dag van een gemiddeld seizoen. In tabel 4 is deze werkwijze toegelicht op basis van de gegevens uit tabel 2 en 3. In fig. 2 is de overschrijdingscurve van het dagbezoek van het fictieve strandbad gepresenteerd.

De overschrijdingscurve is een karakteristiek voor het aantal bezoekers op de dagen van het seizoen aan een bepaald object c.q. strand-

Tabel 4. Voorbeeld rekenwijze van het aantal bezoekers op de 1e drukste dag op basis van frequentie van weerwaarden per daggroep en bijbehorende bezoekersaantallen

Type dag		Aantal bezoekers (tabel 2)	Aantal dag (fracties) van voorkomen	
daggroep	weerwaarde		absoluut (tabel 3)	cumulatief
ZFV	10	22 700	0,02	0,02
ZFV	9	20 430	0,00	0,02
ZFV	8	18 160	0,01	0,03
ZFH	10	17 600	0,07	0,10
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
ZAV	10	9 400	0,02	0,98
ZFV	4	9 080	0,10	1,00
		213 660		
Gewogen gemiddelde		12 250		

bad. Indien het dagbezoek (weergegeven op y-as) wordt uitgedrukt als deel van het jaarbezoek, geeft de curve een algemener beeld en is een vergelijking met de overschrijdingscurven van andere objecten mogelijk (zie fig. 1, rechter y-as).

Indien de veronderstelling, gedaan in par. 3.1, dat de verhouding tussen de maximum dagbezoeken voor de onderscheiden daggroepen voor alle strandbaden gelijk zijn, juist is, is het jaarbezoek en de overschrijdingscurve van een strandbad op veel eenvoudiger wijze te berekenen als hiervoor is beschreven. Dit geldt voor zowel bestaande als wel voor geplande strandbaden.

Uitgaande van de veronderstelling omtrent de verhoudingen van de maximum dagbezoeken, zal de overschrijdingscurve van alle strandbaden namelijk gelijkvormig zijn indien het dagbezoek wordt uitgedrukt als deel van het jaarbezoek. Dit houdt in dat, indien er eenmaal een overschrijdingscurve van een strandbad is berekend op de

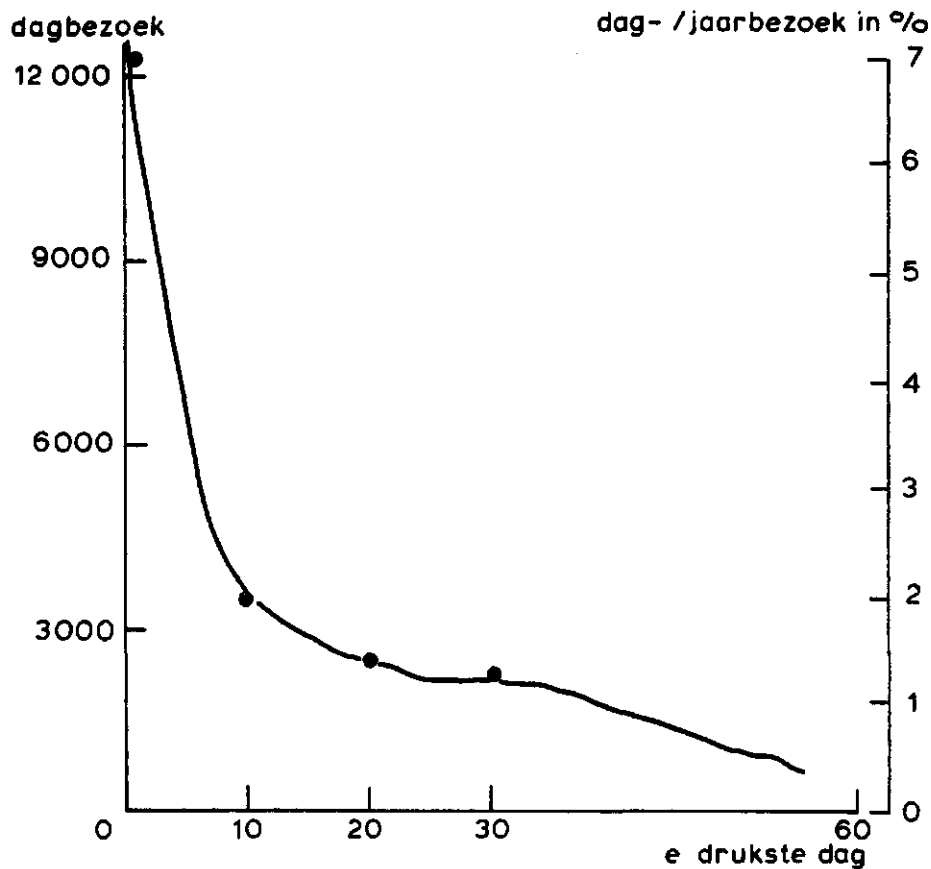


Fig. 2. Overschrijdingscurve van dagbezoeken aan een fictief strandbad berekend op basis van het weermodel

wijze zoals hiervoor is toegelicht, het mogelijk zal zijn om op basis van deze algemeen geldende curve uit één waarneming (prognoseberekening) van het dagbezoek aan een willekeurig strandbad het jaarbezoek en de overschrijdingscurve van dit strandbad als volgt te berekenen.

Van de dag van waarneming (prognoseberekening) x is de weerwaarde W_x aan de hand van de weersgesteldheid op die dag te berekenen terwijl de daggroep bekend is; het aantal bezoekers aan het strandbad is $V_x = 3000$. Aan de hand van een uitgewerkte tabel 4 kan worden afgeleid de hoeveelste drukste dag van het seizoen het betreft, stel

de 20e drukste dag. Uit de overschrijdingscurve van strandbaden is af te leiden dat het quotiënt dagbezoek/jaarbezoek (V_d/V_j) op de 20e drukste dag gelijk is aan 1,4%. Daaruit volgt dat het gemiddeld jaarbezoek aan strandbad x gelijk is aan 214 300. Op dezelfde wijze echter omgekeerd gereedeneerd kunnen de aantallen op de linker as worden bepaald en ligt de overschrijdingscurve voor strandbad x vast.

4. TOETSING VAN HET WEERMODEL

4.1. W e r k w i j z e

Het verdient aanbeveling om het in hoofdstuk 2 besproken weermodel te toetsen aan de hand van waargenomen bezoekersaantallen van één of meerdere strandbaden alvorens het model te gebruiken voor de in hoofdstuk 3 besproken toepassingsmogelijkheden van een weermodel. Hoewel de modelparameters zijn berekend op basis van waarnemingen van het dagbezoek aan 4 strandbaden is niet door Van Lier aangetoond dat het model kan worden gebruikt voor andere strandbaden.

Bij de toetsing van het model zal worden nagegaan in hoeverre de aantallen bezoekers per dag berekend met behulp van het model afwijken van de waargenomen aantallen bezoekers aan een bepaald strandbad. Voor de toetsing is gebruik gemaakt van gegevens omtrent de bezoekersaantallen op dagen in de jaren 1973 tot en met 1977 aan het strandbad Maarsseveense Plassen (Utrecht) en van gegevens omtrent de weersgesteldheid van het weerstation De Bilt. De keus is op dit strandbad gevallen, omdat hiervan de dagbezoeken gedurende een lange periode dankzij de registratie van kaartverkoop beschikbaar was.

De toetsing van het weermodel bestaat uit:

- bepaling van de weerwaarde van de dagen in de periode 1973 tot en met 1977 waarop Maarsseveense Plassen was geopend (ca. 600 dagen) op basis van weergegevens van De Bilt volgens vergelijking (1b),
- berekening van de gemiddelde maximum dagbezoeken van alle daggroepen op basis van de berekende weerwaarden en waargenomen bezoekersaantallen op de dagen in de seizoenen 1973, 1974 en 1975 volgens vergelijking (2),
- berekening van het aantal bezoekers aan de Maarsseveense Plassen voor de dagen in de seizoenen 1976 en 1977 op basis van de gemiddelde maximum dagbezoeken en de weerwaarden van die dagen volgens

vergelijking (2),

- correlatieberekening van berekende en waargenomen bezoekersaantallen voor de dagen in de seizoenen 1976 en 1977.

4.2. B e p a l i n g v a n w e e r w a a r d e n

Van alle dagen in de seizoenen 1973 tot en met 1977 zijn de weersgegevens die nodig zijn om met behulp van het weermodel de weerwaarde voor strandbadbezoek te berekenen bij het KNMI voor het weerstation De Bilt opgevraagd. Dit betreft:

- droge bol temperatuur gemeten om 14.00 uur p.m. in °C (T_x)
- effectieve bedekkingsgraad gemeten om 14.00 uur p.m. in okta's (N_x)
- windsnelheid gemeten om 14.00 uur p.m. in m/s (U_x)

Daarna is de weerwaarde W_x bepaald uit:

$$W_x = 0,1767 e^{0,139 T_x - 0,116 \ln N_x - 0,152 \ln U_x} \quad (1b)$$

voor dagen waarop om 14.00 uur MET de temperatuur gelijk of hoger dan 15°C en/of de windsnelheid minder dan 10 m/s. Voor alleen deze dagen is het model geldig (zie hfdst. 2); in de praktijk bleek dit overeen te komen met dagen met een weerwaarde > 1. Het betreft ongeveer 100 dagen in de periode 1973 tot en met 1977. Indien $W > 10$ dan is een W -waarde van 10 aangehouden. De hoogste weerwaarden die zijn berekend, zijn per daggroep vermeld in tabel 5. Hieruit blijkt dat in het voor- en naseizoen geen hoge W -waarden zijn voorgekomen in die jaren.

Tabel 5. De hoogste voorkomende weerwaarden berekend voor de dagen in de seizoenen 1973 tot en met 1975 per daggroep voor weerstation De Bilt

Daggroep	ZFV	ZAV	WKV	ZFH	ZAH	WKH	ZFN	ZAN	WKN
Hoogste weerwaarde	4	3	6	10	10	10	6	6	10

4.3. B e p a l i n g v a n m a x i m u m d a g b e z o e k e n p e r d a g g r o e p

Met behulp van de weerwaarden van de strandbaddagen in de periode 1973 tot en met 1975 en de waargenomen dagbezoeken is maximum dagbezoek per daggroep bepaald volgens:

$$V_{\max,n} = 10V_x/W_x \quad (2)$$

Bij de bepaling van de maximum dagbezoeken per daggroep is de indeling van daggroepen enigszins aangepast namelijk de periode van bouwvakvakanties is ondergebracht bij het hoogseizoen gezien het geringe aantal dagen van voorkomen in die periode.

Omdat de beschouwde periode waarvan dagbezoekgegevens voorhanden waren meerdere dagen per daggroep omvat, kan het maximum dagbezoek van een daggroep geldend voor Maarsseveense Plassen op basis van een aantal waarnemingen worden geschat. Dit brengt met zich mee dat een gemiddeld maximum dagbezoek en de betrouwbaarheid daarvan kan worden geschat, zie tabel 6.

Tabel 6. Geschatte maximum dagbezoeken per daggroep ($V_{\max,n}$) met standaardafwijking $\sigma V_{\max,n}$ geldend voor het strandbad Maarsseveense Plassen (op basis van alle strandbaddagen in de seizoenen 1973 t/m 1975)

Daggroep	$\bar{V}_{\max,n}$	$\sigma V_{\max,n}$	$\frac{\sigma V_{\max,n}}{\bar{V}_{\max,n}}$	Aantal waarnemingen
ZFV	7 500	8 650	1,2	14
ZAV	4 850	4 550	0,9	12
WKV	1 900	1 900	1,0	46
ZFH	10 550	11 550	1,1	20
ZAH	5 850	5 550	1,0	22
WKH	3 900	3 850	1,0	125
ZFN	8 050	10 650	1,3	12
ZAN	4 750	6 850	1,5	11
WKN	1 300	2 200	1,7	49

Uit tabel 6 blijkt dat voor alle daggroepen de betrouwbaarheid van de gemiddelde maximum dagbezoeken zeer gering is. Nagegaan is of de oorzaak van de onbetrouwbaarheid van de maximum dagbezoeken gelegen is in het feit dat bij de berekeningen ook dagen met een laag bezoekersaantal en een lage weerwaarde zijn betrokken. Immers indien het maximum dagbezoek wordt berekend op basis van dagen met hoge weerwaarden, zal het verschil met de waargenomen dagbezoeken geringer zijn. In fig. 3 is voor twee daggroepen per dag het berekend dagbezoek uitgezet tegen de weerwaarde van de dag op basis waarvan het maximum dagbezoek is berekend.

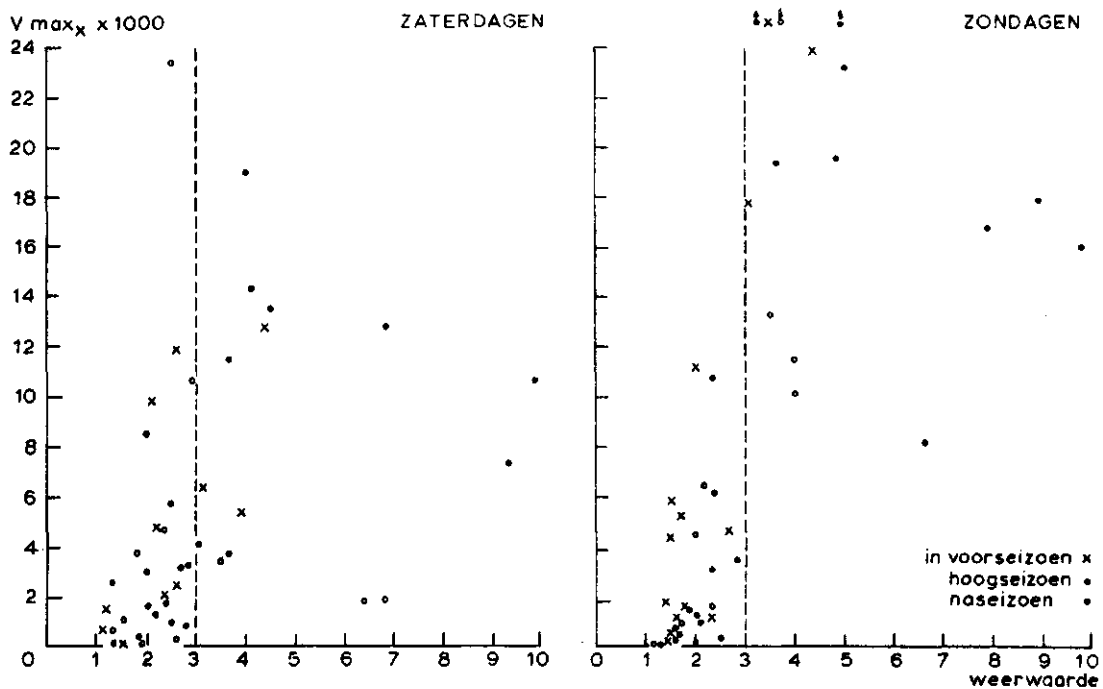


Fig. 3. Berekende maximum dagbezoeken ($V_{\max,n}$) uitgezet tegen de weerwaarde (W_x) van de dagen op basis waarvan $V_{\max,n}$ is berekend voor de zaterdagen en zondagen

Voor alle daggroepen blijkt dat de minimum dagbezoeken, berekend op basis van dagen met een weerwaarde < 3, veel geringer zijn dan mag worden verwacht. Het verdient derhalve aanbeveling bij het schatten van de maximum dagbezoeken uit te gaan van waarnemingen van het dagbezoek op dagen met een redelijke tot goede weersgesteldheid ($W > 3$).

Op basis van deze conclusie zijn de maximum dagbezoeken van alle daggroepen opnieuw geschat, maar nu alleen uitgaande van dagen met een weerwaarde > 3. De resultaten zijn vermeld in tabel 7.

Tabel 7. Geschatte maximum dagbezoeken per daggroep ($V_{\max,n}$) met standaardafwijking ($\sigma V_{\max,n}$) geldend voor het strandbad Maarsseveense Plassen (op basis van de strandbaddagen met een weerwaarde > 3 in de seizoenen 1973 t/m 1975)

Daggroep	$\bar{V}_{\max,n}$	$\sigma V_{\max,n}$	$\frac{\sigma V_{\max,n}}{\bar{V}_{\max,n}}$	Aantal waarnemingen
ZFV	22 300	3 850	0,2	3
ZAV	8 200	4 000	0,5	3
WKV	3 050	2 100	0,7	13
ZFH	22 850	7 700	0,3	8
ZAH	9 800	5 650	0,6	10
WKH	7 150	3 850	0,5	50
ZFN	16 300	12 500	0,7	5
ZAN	2 450	800	0,3	3
WKN	1 850	2 750	1,5	23

Uit de tabel blijkt dat de spreiding aanmerkelijk kleiner is geworden ten opzichte van die van de maximum dagbezoeken vermeld in tabel 6. Echter ook deze spreiding lijkt nog te groot om tot een redelijke schatting van dagbezoeken te komen.

Zoals eerder is toegelicht is het van belang voor de gebruiksmogelijkheden van het weermodel om na te gaan of de verhouding van de maximum dagbezoeken voor alle strandbaden gelijk is. Voor het strandbad is deze verhouding af te leiden uit tabel 7 en is vermeld

in tabel 8. Daarbij is de V_{\max} van zon- en feestdagen in het hoogseizoen gelijk aan 1,0 gesteld, daar de spreiding van de V_{\max} van deze daggroep relatief gering is.

Tabel 8. Verhouding tussen maximum dagbezoeken per daggroep voor het strandbad Maarsseveense Plassen

ZFV	ZAV	WKV	ZFH	ZAH	WKH	ZFN	ZAN	WKN	Daggroep
1,0	0,4	0,1	1,0	0,4	0,3	0,7	0,1	0,1	$V_{\max,n} / V_{\max,ZFN}$

Of deze verhoudingsgetallen algemeen geldend zijn, kan niet worden nagegaan omdat van de strandbaden betrokken bij het opstellen van het weermodel deze gegevens niet zijn te achterhalen (VAN LIER, 1973).

4.4. Correlatie tussen berekende en waargenomen bezoekersaantallen

Het doel van de toetsing is na te gaan of de bezoekersaantallen aan het strandbad Maarsseveense Plassen berekend met het weermodel overeenkomen met de waargenomen aantallen.

In par. 4.2 is beschreven hoe de weerwaarden van de strandbad-dagen in de periode 1973-1977 zijn berekend in in par. 4.3 is aangegeven hoe voor alle onderscheiden daggroepen de maximum dagbezoeken op basis van gegevens van de periode 1973 tot en met 1975 zijn geschat. Om de toetsing van het model verantwoord te laten zijn, dienen de uitkomsten van het model onafhankelijk te zijn van de invoergegevens; daarom zijn bij de toetsing slechts de berekende dagbezoeken in de seizoenen 1976 en 1977 vergeleken met de waargenomen dagbezoeken in die periode.

In grafieken zijn de berekende bezoekersaantallen uitgezet tegen de waargenomen bezoekersaantallen, zie fig. 4 voor het voor- en hoogseizoen. Tevens is per deelseizoen door middel van regressieberekening nagegaan in hoeverre het berekend bezoekersaantal overeenkomt

met het bezoekersaantal volgens de vergelijking

$$\hat{V}_x = aV_{-x} + b$$

waarin:

\hat{V}_x = berekend bezoekersaantal voor dag x

V_{-x} = waargenomen bezoekersaantal op dag x

a en b = constanten

Indien de schatter van a = 1 en die van b = 0, houdt dit in dat de berekende aantallen gemiddeld goed overeenkomen met de waargenomen aantallen.

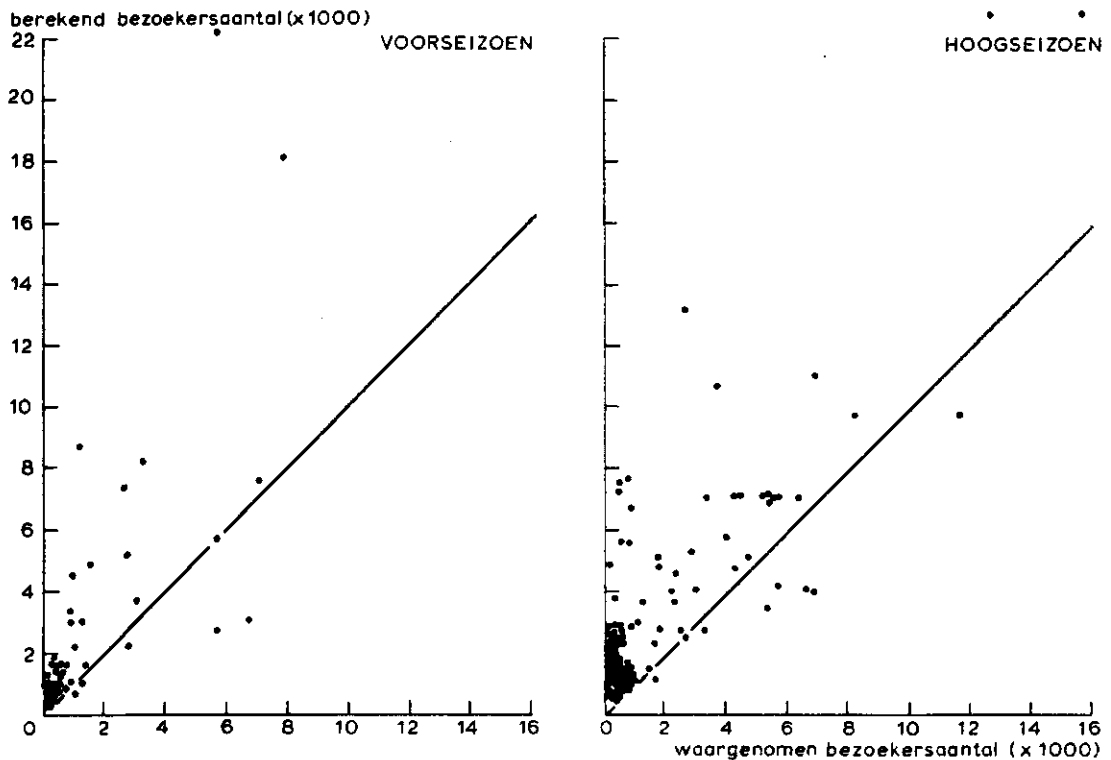


Fig. 4. Verband tussen berekend en waargenomen bezoekersaantal voor dagen in het voor- en hoogseizoen berekend met behulp van model voor de seizoenen 1976 en 1977 voor Maarsseveense Plassen

Gezien deze resultaten en fig. 4 moet worden geconcludeerd dat het weermodel van Van Lier geen betrouwbare schatting geeft van het dagbezoek aan het strandbad Maarsseveense Plassen. Zeker zou deze conclusie gelden als de maximum dagbezoeken per daggroep op basis van één of enige waarnemingen zou zijn gebaseerd zoals als voorwaarde voor de toepassing van een dergelijk model is gesteld.

5. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Op basis van het voorgaande kunnen de volgende conclusies worden getrokken.

De met behulp van het weermodel berekende bezoekersaantallen per dag wijken sterk af van de waargenomen aantallen. Indien bij de bepaling van de gemiddelde maximum dagbezoeken per daggroep, de dagen met een weerwaarde < 3 buiten beschouwing worden gelaten, is de schatting nog niet voldoende betrouwbaar. Hierdoor is het getoetste weermodel eveneens niet bruikbaar om het jaarbezoek aan een strandbad te schatten en daarmee samenhangend, een overschrijdingscurve van het dagbezoek aan een strandbad te construeren.

Drie oorzaken zijn hiervoor aan te wijzen:

1. De structuur van het model

In fig. 1 (blz. 7) is het verband tussen de temperatuur bedekkingsgraad en windsnelheid en de weerwaarde uitgezet. De exponentiële toename van de weerwaarde bij een stijging van de temperatuur lijkt niet reëel; ditzelfde kan gezegd worden voor het verband met de effectieve bedekkingsgraad en de windsnelheid. In fig. 5 is aangegeven hoe het verloop volgens de auteurs van deze nota zou moeten zijn, wil het werkelijke verband worden benaderd.

De consequentie hiervan is waarschijnlijk dat de modelvergelijken ingewikkelder zou worden.

2. Gebruikte schattingsprocedure

Mede als gevolg van de gekozen modelvergelijking wordt bij de schatting van de modelparameters vereffend volgens de kleinste kwadratenmethode op een logaritmische functie van de bezoekersaantal-

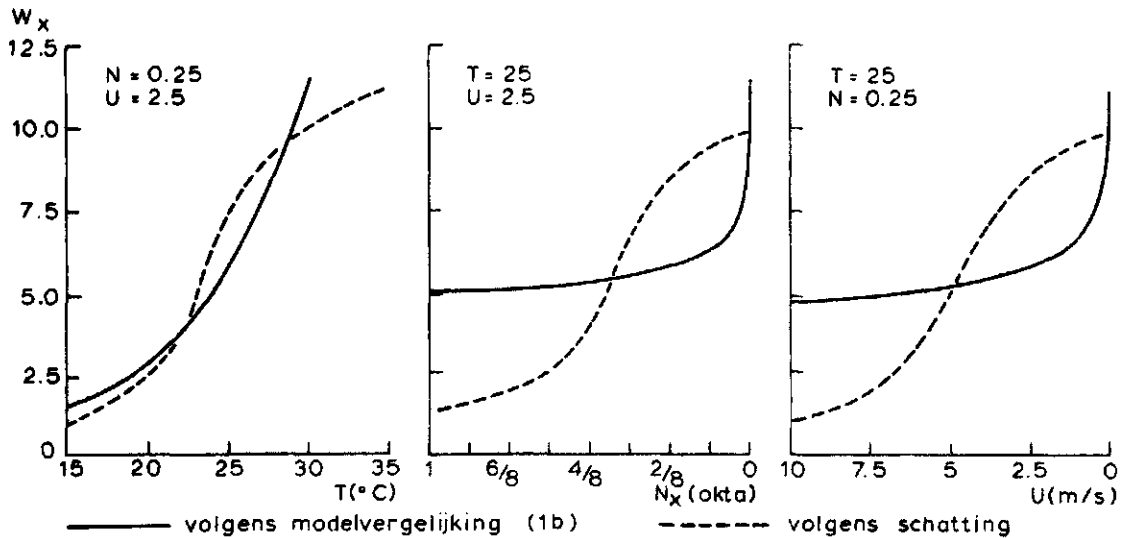


Fig. 5. Verband tussen de weerwaarden (W_x) met temperatuur (T_x) effectieve bedekkingsgraad (N_x) en windsnelheid (U_x) volgens de modelvergelijking en een schatting

len. Het gevolg hiervan is dat de berekende correlatiecoëfficiënt ($r^2 = 0,65$) geldt voor de logaritme van de berekende en waargenomen bezoekersaantallen. Dit betekent echter niet dat de aansluiting die het model geeft bij de absolute bezoekersaantallen redelijk is; vergelijk bij $\underline{v}_x = 2980$ behoort $\ln \underline{v}_x = 8$ tegen $\hat{v}_x = 8100$ behoort bij $\ln \hat{v}_x = 9$.

Tevens is niet duidelijk of de gehanteerde 'iteratieve rekenprocedure' heeft geleid tot stabiele parameterwaarden.

3. Weersvariabelen

In de loop van de dag kunnen grote verschillen in windsnelheid en bewolking optreden. De meeste recreanten zullen in de ochtend-uren de beslissing nemen om naar het strandbad te gaan en hun beslissing mede baseren op de weersgesteldheid in de ochtenduren. Daarom lijkt het minder logisch om de weersvariabelen gemeten om 14.00 uur n.m. te gebruiken als verklarende variabelen. Zo zal waarschijnlijk een gemiddelde windsnelheid en bedekkingsgraad tussen bijvoorbeeld 08.00 en 17.00 uur beter voldoen.

Neerslag op een dag zal stellig het bezoek aan strandbaden beïnvloeden, in het besproken model wordt daarmee geen rekening gehouden. Juister lijkt het indien alle dagen waarop het bijvoorbeeld

tussen 07.00-17.00 uur meer dan 0,2 mm heeft geregend, buiten beschouwing te laten bij de berekening van de modelparameters of de hoeveelheid neerslag als een afzonderlijke variabele in te voeren.

Tevens zou het aanbeveling verdienen om na te gaan in hoeverre de weersgesteldheid van de voorgaande dagen van invloed is op het dagbezoek aan een strandbad en indien van belang hoe deze invloed in het model kan worden opgenomen.

Verder moet worden bedacht dat ten behoeve van de praktische hanterbaarheid van een weermodel weergegevens die makkelijk zijn te achterhalen, de voorkeur verdienen. Daarbij kan worden gedacht aan de maandelijks overzichten van de weersgesteldheid van alle KNMI hoofdweerstations, waarin onder andere staan vermeld: de windsnelheid als 24 uursgemiddelde, het aantal uren zonneschijn en de maximum dagtemperatuur.

Het geheel overziende, wordt geconcludeerd dat de bestudering van het weermodel van Van Lier tot gevolg heeft gehad dat de toepassingsmogelijkheden van een dergelijk model verder zijn uitgekristalliseerd en aanwijzingen heeft opgeleverd in welke richting verder onderzoek naar de invloeden die de weersgesteldheid heeft op het recreatiegedrag dient te worden voortgezet.

6. SAMENVATTING

Eén van de belangrijkste factoren, die het recreatiepatroon van de Nederlandse bevolking beïnvloed is de weersgesteldheid. Dit geldt zowel voor de totale deelneming als voor de deelneming aan de verschillende recreatie-activiteiten afzonderlijk.

Het in deze nota beschreven onderzoek heeft betrekking op het toetsen en het uitbouwen van toepassingsmogelijkheden van een door VAN LIER (1973) geformuleerd weermodel. Dit (statistisch) weermodel geeft de relatie aan tussen het dagbezoek aan een strandbad en meteorologische factoren zoals temperatuur, zonneschijn en windsnelheid. Van Lier had als doel gesteld met het weermodel, in samenhang met een gebruiksmodel, de frequentie van het aantal dagen van voorkomen met een bepaald aantal bezoekers te voorspellen.

Het doel van de onderhavige studie is, na te gaan of dit model bruikbaar is om met een beperkt aantal waarnemingen (op een object), het dagbezoek bij een bepaalde weersgesteldheid te berekenen, het gemiddeld jaarbezoek aan een strandbad en een overschrijdingscurve van het dagbezoek te bepalen.

De werkwijzen voor de bepaling van het dagbezoek, jaarbezoek en overschrijdingscurve met behulp van het weermodel zijn in deze nota beschreven. Alvorens de methode toe te passen is het weermodel getoetst. Bij deze toetsing is gebruik gemaakt van bezoekgegevens over de periode van 1973 tot en met 1977 van het strandbad Maarsseveense Plassen bij Utrecht. Uit de correlatieberekeningen van de waargenomen dagbezoekcijfers en de met behulp van het weermodel berekende dagbezoekcijfers van de jaren 1976 en 1977 blijkt dat de bezoekersaantallen te sterk van elkaar afwijken, om op basis hiervan het jaarbezoek en de overschrijdingscurve met enige nauwkeurigheid te kunnen voorspellen respectievelijk te kunnen construeren.

Toch biedt dit weermodel voldoende aanknopingspunten om de relatie weer-recreatie aan een nader onderzoek te onderwerpen, zowel voor de activiteit strandbadbezoek als voor andere openluchtrecreatie-activiteiten.