

KONINKLIJK NEDERLANDSCH METEOROLOGISCH INSTITUUT  
Nº. 102

---

MEDEDEELINGEN  
EN  
VERHANDELINGEN

---

41

---

Dr. C. Braak. Het klimaat van  
Nederland  
G. Vochtigheid

Dr. C. Braak. The climate of  
the Netherlands  
G. Humidity

HET KLIMAAT VAN NEDERLAND  
THE CLIMATE OF THE NETHERLANDS

## INHOUD

	Bladz.
VOCHTIGHEID	
Tijd en wijze van waarneming, waarnemingsstations . . . . .	7
Dampspanning, gemiddelen . . . . .	9
Betrekkelijke vochtigheid, gemiddelen . . . . .	12
Maxima en minima . . . . .	14
Dagelijksche gang . . . . .	18
Invloed van verontreiniging op de aanwijzingen van den natten bol	27
Natte-boltemperatuur . . . . .	28

## CONTENTS

	Page
HUMIDITY	
Time and method of observation . . . . .	33
Vapour pressure, mean values . . . . .	34
Relative humidity, mean values . . . . .	35
Maxima and minima . . . . .	36
Diurnal variation . . . . .	37
Influence of pollution on the wet-bulb thermometer . . . . .	40
Wet-bulb temperature . . . . .	41

## VOCHTIGHEID

### 1. TIJD EN WIJZE VAN WAARNEMING, WAARNEMINGSSTATIONS

Als regel is de vochtigheid bepaald door 3-maaldaagsche psychrometerwaarnemingen, te De Bilt, Maastricht, Den Helder en Amsterdam (Hortus) zijn daarenboven zelfregistreerende hygrometers in gebruik, te Den Helder eerst sedert de laatste jaren. De natte bol van den psychrometer is omgeven door een lapje mousseline, dat  $1\frac{1}{2}$  à 2 maal om den kwikbol wordt gewonden. Buiten de waarnemingstijden is het lapje tegen verdamping en verontreiniging beschut door een glasje, dat past om een kurk, die boven het lapje om den steel van den thermometer is bevestigd. Eenige minuten vóór de waarneming wordt het glasje verwijderd; met de aflezing wordt gewacht, totdat de aanwijzing constant is geworden. Na de waarneming wordt het lapje nat gemaakt en weer door het beschuttende glasje van de buitenlucht afgesloten. Vóór 1907 werd deze methode weliswaar op de meeste stations toegepast, maar werd op een gedeelte der stations de natte-bolthermometer vochtig gehouden door middel van een afhangend kousje.

De boven beschreven methode heeft het voordeel, dat het lapje minder snel vuil wordt en foutieve aanwijzingen uit dien hoofde minder zijn te duchten (zie § 6).

Bij matige vorst wordt dadelijk vóór de waarneming het lapje bevochtigd met niet te koud water, zoodat al het reeds aanwezige ijs wordt gesmolten; het water op het lapje kan dan nog vloeibaar blijven en de waarneming kan op de gewone wijze plaats vinden. Bij strenge vorst wordt het glasje geruimen tijd vóór de waarneming verwijderd.

Voor het afleiden der vochtigheid zijn de psychrometertabellen van JELINEK gebruikt.

De thermometers zijn als regel opgesteld in een thermometerhut van het vergroot model STEVENSON's screen, met de kwikballen op 2,2 m boven den grond. Te De Bilt is een grotere hut van afwijkend model in gebruik, te Vlissingen is, in verband met de plaatsing op den westhavendam, vóór 1930 een afwijkend model observatiehut gebruikt en te Oudenbosch staan de thermometers minder hoog (1,6 m) boven den grond. In 1905 is de boven genoemde hut op verscheidene stations ingevoerd, op andere reeds eerder.

De voornaamste afwijking in de opstelling der hut komt voor te Maastricht, waar tot April 1904 de thermometers 6,2 m boven den grond waren opgesteld, daarna gedurende enkele maanden 1,5 en 2,0 m en waar ze sedert September 1904 zich op een torenplatform op een hoogte van 20,1 m boven den grond bevinden.

Tijdens de invoering van den zomertijd, welke van 1916 dateert, is te Den Helder, Groningen, De Bilt, Vlissingen en Maastricht te 7, 13 en 18 uur plaatselijke tijd waargenomen in plaats van te 8, 14 en 19 uur en te Akkrum is dit in de meeste jaren het geval geweest. De dampspanning is voor dit verschil van 1 uur niet gecorrigeerd en voor de afleiding der betrekkelijke vochtigheid is de dampspanning als onveranderd aangenomen en is alleen met de verandering van de temperatuur rekening gehouden. Indien in aanmerking wordt genomen, dat de genoemde verwaarloozing zich over ongeveer de helft van de waarnemingsperiode uitstrekt, kan worden afgeleid, dat daardoor in de betreffende maanden (Mei—October)



Fig. 1. Ligging der stations. Position of the stations.

de gemiddelen van de dampspanning hoogstens 0,1 mm en die van de betrekkelijke vochtigheid hoogstens 1 % te laag zijn uitgevallen. Voor Warnsveld, waar gedurende de geheele waarnemingsperiode bij de morgen- en namiddagaflezing gedurende den zomertijd ongeveer 1 uur te vroeg is waargenomen, bedragen voor 8 en 14 uur de correcties hoogstens + 0,2 mm en hoogstens + 2 %. De correcties zijn niet aangebracht.

De cijfers, die onder Naaldwijk zijn opgenomen, zijn voor een deel afkomstig van het vroegere station Katwijk, voor Wijster zijn ook waarnemingen van de vroegere

stations te Den Hulst en Avereest gebruikt en voor Akkrum ook die van Leeuwarden<sup>1)</sup>). De gegevens van Rotterdam (Filiaalinrichting) zijn niet opgenomen, in verband met de abnormale opstelling der instrumenten.

De ligging der waarnemingsstations is op het bijgevoegde kaartje aangegeven.

## 2. DAMPSPANNING, GEMIDDELDEN

De gemiddelden van de dampspanning tijdens de 3-maaldaagsche waarnemingen zijn verzameld in tabel 1. De eerste 12 stations zijn dezelfde als voorkomen in het „Maandelijksch Overzicht der Weersgesteldheid in Nederland”, waarin echter niet de dampspanning, maar alleen het daggemiddelde ( $8 + 14 + 19$  uur) : 3 van de betrekkelijke vochtigheid is opgenomen.

*Jaarlijksche gang.* Over het algemeen is Februari de maand met de geringste dampspanning. Te Gemert en Sittard en op de in het noordoosten gelegen stations Akkrum, Groningen en Wijster is de dampspanning in Januari even laag als in Februari of lager. De hoogste dampspanning komt voor in Juli en Augustus. De in het oosten gelegen stations Wijster, Warnsveld, Winterswijk, Sittard en Maastricht hebben het maximum in Juli, terwijl ten westen van deze zone maxima in de beide maanden Juli en Augustus voorkomen; daarop volgen in het westen Naaldwijk en Oudenbosch met Augustus-maxima. Deze regelmatige verdeeling wordt alleen in het westen verstoord door Vlissingen met maxima in Juli en Augustus en Den Helder met een Juli-maximum; het gaat hier echter om verschillen, die de waarnemings- en afrondingsfouten niet overtreffen. De ligging der Juli-maxima vertoont veel overeenkomst met die van de Juli-maxima van den neerslag (zie fig. 6 op p. 73 van Meded. en Verh. 34a). Er is ook overeenkomst in het later optreden der maxima in het westen, met dit verschil, dat de vertraging bij de vochtigheid kleiner is dan bij den regen.

*Verdeeling over het land.* De gemiddelden loopen in de verschillende delen van het land niet meer dan enkele tiende millimeters uiteen. Er is over het algemeen een toeneming van de vochtigheid te constateeren van oost naar west en van noord naar zuid. Hierin komt zoowel een invloed van de zee als van de temperatuur tot uiting. Deze verschillen treden het

<sup>1)</sup> Het station te Leeuwarden werd in Juni 1920 naar Akkrum, dat te Katwijk in Januari 1928 naar Naaldwijk en daarna te Avereest in October 1924 naar Den Hulst en vervolgens in April 1928 naar Wijster verplaatst.

TABEL I

## Gemiddelde dampspanning in millimeters

*Mean vapour pressure in millimetres*

	Den Helder, 1894—1936				Akkrum, 1894—1936				Groningen, 1894—1936			
	8	14	19	Gem. Mean	8	14	19	Gem. Mean	8	14	19	Gem. Mean
Januari . .	5.0	5.3	5.2	5.2	4.6	5.0	4.8	4.8	4.5	4.9	4.7	4.7
Februari . .	4.8	5.1	4.9	4.9	4.5	5.1	4.8	4.8	4.5	4.9	4.7	4.7
Maart . .	5.4	5.7	5.5	5.5	5.2	5.6	5.4	5.4	5.0	5.4	5.4	5.3
April . .	6.1	6.3	6.2	6.2	6.0	6.2	6.2	6.2	6.0	6.0	6.1	6.1
Mei . .	7.9	8.1	8.0	8.0	7.9	8.2	8.3	8.1	7.8	7.9	7.9	7.9
Juni . .	9.6	9.8	9.7	9.7	9.7	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8	9.8
Juli . .	11.1	11.3	11.2	11.3	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.3	11.2	11.3
Augustus . .	11.0	11.1	11.1	11.1	11.4	11.5	11.4	11.4	11.3	11.4	11.3	11.3
September . .	9.8	10.0	9.9	9.9	9.8	10.1	10.1	10.0	9.5	9.7	9.8	9.7
October . .	7.8	8.2	8.0	8.0	7.5	8.1	7.7	7.8	7.3	8.0	7.7	7.6
November . .	6.1	6.4	6.2	6.2	5.6	6.2	5.8	5.9	5.6	6.1	5.8	5.8
December . .	5.4	5.6	5.5	5.5	4.9	5.3	5.0	5.1	4.8	5.2	4.9	5.0
Jaar . .	7.5	7.7	7.6	7.6	7.4	7.7	7.6	7.6	7.2	7.5	7.4	7.4
	Hoorn, 1905—1936				Wijster, 1905—1936				Naaldwijk, 1906—1936			
Januari . .	4.9	5.3	5.0	5.1	4.5	4.9	4.6	4.7	4.9	5.3	5.1	5.1
Februari . .	4.6	5.2	4.9	4.9	4.6	5.1	4.7	4.8	4.7	5.3	5.0	5.0
Maart . .	5.2	5.9	5.5	5.5	5.0	5.6	5.4	5.3	5.2	5.7	5.6	5.5
April . .	6.2	6.9	6.6	6.6	6.1	6.4	6.4	6.3	6.3	6.5	6.5	6.4
Mei . .	8.5	9.1	8.7	8.8	8.2	8.7	8.7	8.5	8.3	8.5	8.7	8.5
Juni . .	10.0	10.4	10.1	10.2	9.8	10.2	10.3	10.1	9.7	9.8	9.9	9.8
Juli . .	11.7	12.2	11.8	11.9	11.4	11.9	11.8	11.7	11.3	11.4	11.5	11.4
Augustus . .	11.7	12.2	11.7	11.9	11.2	11.7	11.7	11.5	11.4	11.8	11.7	11.6
September . .	9.9	10.7	9.9	10.2	9.5	10.2	9.9	9.9	9.9	10.3	10.1	10.1
October . .	7.7	8.3	8.2	8.1	7.3	8.1	7.6	7.7	7.7	8.4	8.0	8.1
November . .	5.8	6.4	6.0	6.1	5.4	6.1	5.7	5.7	5.9	6.4	6.1	6.1
December . .	5.0	5.4	5.1	5.2	4.6	5.1	4.9	4.9	5.2	5.6	5.4	5.4
Jaar . .	7.6	8.2	7.8	7.9	7.3	7.8	7.6	7.6	7.6	8.0	7.9	7.8
	De Bilt, 1897—1936				Winterswijk, 1894—1936				Vlissingen, 1894—1936			
Januari . .	4.8	5.2	5.0	5.0	4.6	4.9	4.8	4.8	5.1	5.3	5.3	5.2
Februari . .	4.5	5.1	4.8	4.8	4.6	4.8	4.6	4.7	5.0	5.2	5.2	5.1
Maart . .	5.2	5.5	5.5	5.4	5.1	5.3	5.4	5.3	5.4	5.6	5.7	5.6
April . .	6.2	6.2	6.4	6.3	6.1	6.0	6.2	6.1	6.4	6.5	6.6	6.5
Mei . .	8.2	8.4	8.5	8.4	8.2	8.1	8.4	8.2	8.2	8.2	8.4	8.3
Juni . .	9.9	9.9	10.0	9.9	9.8	9.7	9.9	9.8	10.0	10.0	9.9	9.9
Juli . .	11.4	11.5	11.7	11.5	11.4	11.3	11.6	11.4	11.2	11.2	11.4	11.3
Augustus . .	11.3	11.4	11.7	11.5	11.1	11.0	11.3	11.1	11.2	11.2	11.5	11.3
September . .	9.7	10.2	10.2	10.0	9.7	9.9	10.1	9.9	10.0	10.1	10.4	10.2
October . .	7.6	8.2	7.7	7.8	7.4	7.8	7.7	7.6	7.9	8.2	8.2	8.1
November . .	5.6	6.2	5.9	5.9	5.4	6.0	5.7	5.7	6.3	6.6	6.5	6.4
December . .	5.0	5.5	5.2	5.2	4.9	5.2	5.0	5.0	5.5	5.7	5.6	5.6
Jaar . .	7.4	7.7	7.7	7.6	7.4	7.5	7.6	7.5	7.7	7.8	7.9	7.8

TABEL I (Vervolg)

(Continued)

	Oudenbosch, 1894—1936				Gemert, 1905—1936				Maastricht, 1894—1936 <sup>1)</sup>			
	8	14	19	Gem. Mean	8	14	19	Gem. Mean	8	14	19	Gem. Mean
Januari . .	4.7	5.2	5.0	5.0	4.7	5.2	4.9	4.9	4.9	5.2	5.0	5.0
Februari . .	4.6	5.1	5.0	4.9	4.6	5.2	5.0	4.9	4.6	4.9	4.8	4.8
Maart . . .	5.3	5.6	5.7	5.5	5.1	5.5	5.5	5.4	5.2	5.5	5.5	5.4
April . . .	6.4	6.7	6.7	6.6	6.3	6.3	6.6	6.4	6.2	6.4	6.5	6.4
Mei . . .	8.3	8.4	8.7	8.5	8.5	8.3	9.3	8.7	8.2	8.2	8.5	8.3
Juni . . .	10.1	10.1	10.4	10.2	10.1	10.2	10.5	10.2	9.8	9.8	10.1	9.9
Juli . . .	11.3	11.4	11.8	11.5	11.4	11.6	12.1	11.7	11.3	11.7	11.4	
Augustus .	11.5	11.5	11.9	11.6	11.5	11.6	11.9	11.7	11.2	11.3	11.6	11.3
September .	9.8	10.1	10.3	10.1	9.8	10.4	10.2	10.1	9.5	10.0	10.2	9.9
October . .	7.7	8.4	8.1	8.0	7.7	7.9	7.8	7.8	7.4	8.0	7.9	7.8
November . .	5.6	6.5	6.2	6.1	5.5	6.2	5.8	5.8	5.7	6.2	6.0	5.9
December . .	5.0	5.4	5.2	5.2	5.0	5.4	5.1	5.2	5.0	5.4	5.2	5.2
Jaar . . .	7.5	7.9	7.9	7.8	7.5	7.8	7.9	7.7	7.4	7.6	7.7	7.6
	Amsterdam (Hortus), 1923—1936				Warnsveld, <sup>2)</sup> 1916—1935				Sittard, 1904—1936			
	8	14	19	Gem. Mean	8	14	19	Gem. Mean	8	14	19	Gem. Mean
Januari . .	5.1	5.4	5.3	5.3	4.9	5.2	5.1	5.1	4.8	5.2	4.9	5.0
Februari . .	4.8	5.0	5.0	4.9	4.6	4.9	4.8	4.8	4.7	5.2	5.0	5.0
Maart . . .	5.2	5.2	5.3	5.2	5.0	5.1	5.2	5.1	5.2	5.7	5.7	5.5
April . . .	6.2	6.0	6.2	6.1	6.2	6.0	6.2	6.1	6.1	6.5	6.7	6.4
Mei . . .	8.0	7.8	8.0	7.9	8.2	8.0	8.4	8.2	8.4	8.9	9.1	8.8
Juni . . .	9.5	9.1	9.4	9.3	9.6	9.3	9.6	9.5	10.0	10.6	10.7	10.4
Juli . . .	11.4	11.0	11.3	11.2	11.3	11.0	11.4	11.2	11.4	11.9	12.3	11.9
Augustus .	11.4	11.0	11.3	11.2	11.0	11.0	11.3	11.1	11.3	11.7	12.0	11.7
September .	10.1	10.0	10.2	10.1	9.4	9.9	10.0	9.8	9.6	10.6	10.3	10.2
October . .	8.0	8.1	8.1	8.1	7.6	8.0	7.8	7.8	7.5	8.6	7.9	8.0
November . .	6.1	6.4	6.3	6.2	5.8	6.1	5.9	5.9	5.6	6.2	5.9	5.9
December . .	5.2	5.4	5.3	5.3	5.0	5.4	5.2	5.2	5.1	5.5	5.3	5.3
Jaar . . .	7.6	7.5	7.6	7.6	7.4	7.5	7.6	7.5	7.5	8.0	8.0	7.8

regelmatigst aan den dag in den winter, in het voorjaar is de toeneming van noord naar zuid, in het najaar die van oost naar west overwegend, in den zomer zijn de verschillen klein en onregelmatig verdeeld<sup>3)</sup>. Te Amsterdam is een stadeffect merkbaar (zie § 3).

<sup>1)</sup> Zie de noot in § 2. See footnote in § 2.

<sup>2)</sup> Gedurende den „zomertijd“ 7 en 13 uur (zie § 1). During the introduction of „summer time“ 7 and 13 h (see § 1).

<sup>3)</sup> Waarschijnlijk is te Maastricht het verschil tusschen drogen en natten thermometer iets te klein aangenomen, doordat de thermometercorrecties zich in den loop der jaren in geringe mate hebben gewijzigd. In de onderstelling, dat de fout gemiddeld 0°,1 bedraagt, zouden alle dampspanningen met ongeveer 0,1 mm moeten worden vermeerderd, de betrekkelijke vochtigheid voor alle uren in December—April met ongeveer 2 %, in Mei met 1 1/2 % en in Juni—November met 1 %. Deze correctie is in de tabellen niet aangebracht.

## 3. BETREKKELIJKE VOCHTIGHEID, GEMIDDELDEN (tabel 2)

*Jaarlijksche gang.* Als maand met de hoogste betrekkelijke vochtigheid komt op alle stations December voor, terwijl enige voornamelijk in het westen gelegen stations een even hooge vochtigheid in Januari bezitten; tot de laatsten behooren Den Helder, Hoorn, Naaldwijk, Amsterdam, Vlissingen en ook Winterswijk. Het minimum valt bijna overal in Mei, op enkele stations ook in Juni; de meest maritieme stations Den Helder en Vlissingen vertoonen een vertraging in den tijd van het minimum,

TABEL 2

Gemiddelde betrekkelijke vochtigheid in percenten

*Mean relative humidity in percentages*

	Den Helder, 1894—1936				Akkrum, 1894—1936				Groningen, 1894—1936			
	8	14	19	Gem. Mean	8	14	19	Gem. Mean	8	14	19	Gem. Mean
Januari . .	89	87	88	88	91	87	90	89	90	85	89	88
Februari . .	88	84	87	86	90	82	89	87	90	80	88	86
Maart . .	87	79	85	83	87	73	85	82	88	71	83	80
April . .	82	75	81	79	81	67	81	76	81	63	77	74
Mei . .	80	74	80	78	77	64	79	73	76	61	74	70
Juni . .	79	74	79	77	77	65	77	73	77	64	74	72
Juli . .	80	74	79	78	80	69	80	76	80	66	77	74
Augustus .	80	73	79	77	82	70	84	79	84	67	80	77
September .	80	72	79	77	87	70	88	82	87	68	84	80
October . .	84	77	83	81	91	78	90	86	91	76	88	85
November . .	87	83	85	85	91	84	90	88	91	82	89	87
December . .	89	87	88	88	92	88	91	90	90	86	89	89
Jaar . .	84	78	83	81	86	75	85	82	86	73	83	80
	Hoorn, 1905—1936				Wijster, 1905—1936				Naaldwijk, 1906—1936			
	8	14	19	Gem. Mean	8	14	19	Gem. Mean	8	14	19	Gem. Mean
Januari . .	92	89	92	91	91	85	90	89	89	85	90	88
Februari . .	89	84	89	87	90	78	89	86	88	81	87	86
Maart . .	89	79	88	85	88	71	85	81	83	74	88	82
April . .	84	74	85	81	81	65	80	75	81	68	81	77
Mei . .	79	70	81	77	77	62	76	72	78	66	79	74
Juni . .	79	71	80	77	77	65	77	73	78	69	78	75
Juli . .	81	73	82	79	80	68	80	76	79	70	80	76
Augustus .	87	71	85	81	83	69	84	79	80	71	82	78
September .	86	75	86	82	87	70	88	82	84	70	84	79
October . .	90	81	89	87	92	77	90	86	88	76	88	84
November . .	92	87	91	90	92	83	91	89	89	82	89	87
December . .	92	90	91	91	92	87	91	90	89	86	89	88
Jaar . .	87	79	87	84	87	74	86	82	84	75	85	81

TABEL 2 (Vervolg)

(Continued)

	De Bilt, 1897—1936				Winterswijk, 1894—1936				Vlissingen, 1894—1936			
	8	14	19	Gem. Mean	8	14	19	Gem. Mean	8	14	19	Gem. Mean
Januari . . .	91	83	89	88	91	83	89	88	90	85	89	88
Februari . . .	90	76	87	84	90	76	86	84	89	82	87	86
Maart . . .	86	66	81	78	86	67	79	77	88	76	84	82
April . . .	80	62	77	73	79	59	72	70	82	69	79	77
Mei . . .	75	61	75	70	73	56	69	66	80	68	77	75
Juni . . .	76	62	73	70	75	59	69	68	80	69	76	75
Juli . . .	79	64	76	73	79	62	72	71	80	69	76	75
Augustus .	82	65	81	76	81	62	77	73	81	68	77	75
September .	85	67	87	80	86	65	84	78	83	69	80	78
October . . .	91	74	90	85	90	72	88	83	86	75	84	82
November . . .	92	81	90	87	91	79	89	86	89	82	87	86
December . . .	92	86	91	89	91	84	90	88	90	86	88	88
Jaar . . .	84	70	82	79	84	69	80	78	85	75	82	81
	Oudenbosch, 1894—1936				Gemert, 1905—1936				Maastricht, 1894—1936 <sup>1)</sup>			
Januari . . .	91	83	90	88	91	82	89	87	87	80	85	84
Februari . . .	90	78	87	85	91	78	88	85	85	73	81	80
Maart . . .	87	68	83	80	85	67	81	78	82	65	75	74
April . . .	82	63	79	75	79	61	76	72	78	60	70	69
Mei . . .	78	61	76	72	74	58	72	68	74	56	65	65
Juni . . .	79	64	76	73	76	62	73	70	74	58	66	66
Juli . . .	81	65	78	75	80	64	76	73	76	59	68	68
Augustus .	85	66	82	78	82	63	79	75	80	61	71	70
September .	89	68	87	81	87	66	85	79	83	63	77	74
October . . .	91	77	91	86	90	73	89	84	87	71	83	80
November . . .	92	81	90	88	91	81	89	87	88	78	85	83
December . . .	92	86	90	89	91	86	90	89	87	82	86	85
Jaar . . .	86	72	84	81	85	70	82	79	82	67	76	75
	Amsterdam (Hortus), 1923—1936				Warnsveld, <sup>2)</sup> 1916—1935				Sittard, 1904—1936			
Januari . . .	90	83	87	87	91	83	89	88	91	82	86	86
Februari . . .	87	75	83	82	90	74	86	83	90	76	85	84
Maart . . .	84	64	76	75	87	61	79	76	84	66	81	77
April . . .	78	62	74	71	81	60	75	72	78	60	75	71
Mei . . .	75	60	71	68	75	56	70	67	74	58	71	68
Juni . . .	74	60	69	68	74	58	70	68	76	61	72	70
Juli . . .	75	61	71	69	78	59	74	70	78	62	74	71
Augustus .	79	63	75	73	81	62	79	74	80	62	77	73
September .	83	66	81	77	84	65	85	78	87	66	83	79
October . . .	88	72	84	82	92	72	90	85	89	74	87	83
November . . .	89	80	86	85	92	80	90	88	89	79	86	85
December . . .	89	84	87	87	92	86	91	90	90	85	90	88
Jaar . . .	83	69	79	77	85	68	82	78	84	69	81	78

<sup>1)</sup> Zie de noot in § 2. See footnote in § 2.<sup>2)</sup> Gedurende den „zomertijd“ 7 en 13 uur (zie § 1). During the introduction of „summer time“ 7 and 13 h (see § 1).

Den Helder heeft het in Juni, Augustus en September en Vlissingen heeft minima behalve in Mei en Juni ook in Juli en Augustus. Waarschijnlijk hangt dit samen met de vertraging van het temperatuurmaximum op de stations, die sterk onder den invloed van de zee staan; wellicht is evenzoo de vertraging van het maximum op de stations in het westen van het land toe te schrijven aan de vertraging van het temperatuurminimum op zee.

*Verdeeling over het land.* Over het algemeen is een afname van de betrekkelijke vochtigheid van enkele percenten op te merken van west naar oost en een geringere van noord naar zuid. Het verschil is het duidelijkst in de lente en den zomer en van weinig beteekenis in den herfst en den winter. Het verschil is het grootst tijdens de waarneming van 14 uur: in de zomermaanden is dan in het noordwesten de vochtigheid 10 % hooger dan in het zuidoosten, terwijl te 8 uur het verschil niet meer dan 2 % bedraagt; in den winter is het verschil te 14 uur niet meer dan 4 %, te 8 uur zeer gering en is in het westen de vochtigheid eer lager dan hooger, vergeleken met het oosten. Opmerkelijk is de geringe vochtigheid te Amsterdam, die in de betrekkelijke vochtigheid in alle jaargetijden duidelijk aan den dag treedt, maar in de dampspanning alleen in de lente en den zomer. Dit is te beschouwen als een groote-stadseffect, de afwijking in de betrekkelijke vochtigheid hoofdzakelijk tengevolge van de hogere temperatuur, terwijl de iets geringere dampspanning, door KRATZER<sup>1)</sup> o.a., aan de geringere verdamping wordt toegeschreven, veroorzaakt door het snel oppervlakkig afvloeien van het regenwater.

#### 4. MAXIMA EN MINIMA

*Dampspanning* (zie tabel 3). Zeer vaak zijn de hoogste waarden van de dampspanning, die bij een lange reeks van waarnemingen voorkomen, toe te schrijven aan gebrekkige of foutieve waarneming. In vele gevallen zijn de fouten onmiskenbaar, in andere twijfelachtig. De absolute maxima zijn alle gecontroleerd, zoowel door vergelijking met de andere termijnwaarnemingen van denzelfden dag op het betreffende station als met de gelijktijdige waarnemingen op naburige stations en, voorzoover beschikbaar, door vergelijking met de diagrammen van den hygrograaf. In het laatste geval in de contrôle afdoende, maar wat de stations zonder hygrograaf betreft is het zeer goed mogelijk, dat de absolute maxima in sommige

---

<sup>1)</sup> ALBERT KRATZER. Das Stadtklima. Die Wissenschaft, Bd. 90, 1937, p. 98.

gevallen te hoog zijn, waarschijnlijk echter niet veel meer dan 1 mm. Bij de gemiddelde jaarlijksche maxima was de contrôle, omdat men hier grootendeels met minder opvallende extremen te maken heeft, minder streng door te voeren, echter wordt de fout door het berekenen der gemiddelden sterk verkleind. In veel geringere mate zijn fouten te duchten in de minima, omdat bij gebreken in de waarnemingsmethode wel te hooge, maar geen te lage vochtigheden worden gemeten. De ligging der stations met de

TABEL 3

## Dampspanning in mm, maxima en minima

I = absoluut, II = gemiddeld jaarlijksch

## Vapour pressure in mm, maxima and minima

I = absolute, II = mean annual

	Den Helder				Akkrum				Groningen			
	Maxima		Minima		Maxima		Minima		Maxima		Minima	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Januari . .	8.7	7.5	1.4	2.8	8.5	7.3	1.0	2.5	8.6	7.5	1.0	2.6
Februari . .	8.6	7.1	0.8	2.8	9.0	7.4	0.6	2.6	9.4	7.5	0.7	2.5
Maart . . .	10.3	8.0	1.7	3.2	11.1	8.4	1.5	3.1	10.1	8.4	1.3	3.0
April . . .	11.2	9.2	2.4	3.7	13.1	9.8	2.3	3.7	13.9	9.9	1.8	3.4
Mei . . .	15.0	12.2	3.3	4.7	17.0	13.5	2.6	4.6	16.5	13.2	2.7	4.5
Juni . . .	17.1	14.0	4.7	6.3	18.0	14.3	1.8	6.3	18.4	14.7	4.0	6.0
Juli . . .	19.4	15.7	6.3	7.7	19.7	16.1	5.8	8.0	19.6	16.1	6.2	7.6
Augustus . .	19.7	15.3	5.3	7.6	20.3	16.2	6.5	8.1	19.3	15.7	6.4	7.8
September . .	17.2	14.1	2.7	6.3	17.8	14.5	4.8	6.7	17.7	14.5	4.1	6.2
October . . .	14.2	12.1	2.3	4.6	15.4	12.0	1.6	4.6	15.4	12.1	1.6	4.4
November . .	11.6	7.2	2.0	3.6	11.5	9.3	1.3	3.4	12.1	9.4	1.2	3.4
December . .	9.4	8.1	1.5	3.0	9.5	7.8	1.0	2.6	9.4	8.0	0.4	2.6
Jaar . . .	19.7	16.6	0.8	2.2	20.3	17.5	0.6	1.7	19.6	16.6	0.4	1.9
	Hoorn				Wijster				Naaldwijk			
	9.0	7.7	1.5	2.9	8.8	7.7	0.6	2.3	10.2	7.9	1.2	2.6
Februari . .	8.8	7.4	0.7	2.8	9.7	7.8	0.5	2.4	9.6	7.7	0.8	2.6
Maart . . .	10.9	8.6	2.0	3.5	10.5	8.7	1.6	2.9	10.7	8.7	1.8	3.2
April . . .	13.0	10.4	2.6	4.3	13.5	10.1	1.5	3.4	13.3	10.0	2.3	3.7
Mei . . .	18.6	14.5	4.3	5.6	16.9	13.8	2.7	4.7	17.4	13.8	3.5	4.8
Juni . . .	20.2	15.3	5.0	7.1	18.9	15.3	4.1	6.4	19.4	15.1	4.7	6.3
Juli . . .	20.9	17.2	7.7	8.8	19.9	16.7	5.5	7.8	18.9	16.5	5.9	7.7
Augustus . .	20.8	17.2	7.0	8.5	21.0	16.8	6.1	8.1	21.9	16.5	4.9	7.7
September . .	18.6	15.2	5.8	7.4	17.5	14.9	4.9	6.4	19.2	15.0	4.8	6.3
October . . .	14.5	12.3	2.5	5.1	14.7	12.1	1.8	4.3	15.6	12.5	2.5	4.5
November . .	11.7	9.2	2.3	3.8	11.8	9.3	1.6	3.2	11.1	9.6	2.1	3.5
December . .	9.3	8.1	1.3	3.0	10.1	8.2	0.7	2.4	10.0	8.4	1.2	3.0
Jaar . . .	20.9	18.4	0.7	2.1	21.0	17.7	0.5	1.6	21.9	17.8	0.8	1.9

TABEL 3 (Vervolg)

(Continued)

	De Bilt				Winterswijk				Vlissingen			
	Maxima		Minima		Maxima		Minima		Maxima		Minima	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Januari . . .	10.2	8.2	0.9	2.2	9.6	8.0	0.4	2.2	9.8	7.7	1.2	2.8
Februari . . .	9.8	7.9	0.7	2.4	9.8	7.7	0.6	2.2	9.2	7.5	1.0	2.8
Maart . . .	10.3	8.5	1.5	2.9	10.4	8.5	1.7	2.8	11.4	8.3	1.9	3.3
April . . .	13.0	10.5	1.7	3.4	14.4	10.1	1.9	3.1	13.2	9.7	1.8	3.8
Mei . . .	16.3	13.8	2.9	4.8	18.2	13.7	2.6	4.3	18.5	13.3	3.4	4.8
Juni . . .	18.1	15.1	5.0	6.2	17.7	15.3	4.2	5.8	19.6	14.8	4.7	6.3
Juli . . .	20.6	16.8	6.3	7.8	19.8	16.7	5.5	7.5	19.5	15.9	4.9	7.7
Augustus . . .	19.4	16.5	6.9	8.0	19.8	15.8	5.8	7.6	18.8	15.6	6.6	7.7
September . . .	18.0	15.0	4.2	6.3	18.3	14.8	4.1	6.1	18.2	14.6	4.0	6.2
October . . .	14.8	12.5	2.1	4.5	15.8	12.4	1.4	4.3	14.3	12.1	2.6	4.9
November . . .	12.0	9.6	1.8	3.3	11.9	9.5	1.6	3.1	11.8	9.7	2.1	3.8
December . . .	11.0	8.7	1.2	2.6	11.2	8.5	0.9	2.4	10.2	8.4	1.4	3.2
Jaar . . .	20.6	17.4	0.7	1.7	19.8	17.4	0.4	1.6	19.6	17.1	1.0	2.1
	Oudenbosch				Gemert				Maastricht *			
Januari . . .	10.1	8.1	1.1	2.4	10.0	8.3	1.3	2.5	10.1	8.3	0.8	2.5
Februari . . .	10.0	7.9	0.7	2.5	10.2	7.8	0.8	2.5	9.8	7.8	0.6	2.5
Maart . . .	10.7	8.4	1.6	3.0	11.3	8.8	1.6	3.0	10.5	8.8	1.7	3.0
April . . .	12.7	10.6	1.9	3.6	14.4	10.3	2.1	3.2	12.2	10.2	2.0	3.5
Mei . . .	17.6	14.1	2.6	4.7	17.6	14.4	3.2	4.6	17.8	13.9	1.9	4.7
Juni . . .	18.6	15.5	4.9	6.3	19.0	16.5	3.8	6.4	19.8	15.2	3.3	6.0
Juli . . .	20.2	16.8	5.3	7.6	20.5	17.5	5.3	7.9	20.8	16.6	5.7	7.5
Augustus . . .	21.5	16.1	4.5	7.8	20.0	16.7	6.0	8.0	20.6	16.5	4.6	7.6
September . . .	16.9	15.2	4.0	6.2	18.1	15.1	4.3	6.3	19.0	14.9	3.5	5.9
October . . .	15.5	12.6	2.7	4.6	14.7	12.3	1.9	4.3	17.2	12.2	2.6	4.5
November . . .	12.7	9.9	1.7	3.6	11.6	9.4	1.9	3.4	12.1	9.7	1.9	3.4
December . . .	10.9	8.5	1.0	2.7	11.2	8.8	1.3	2.9	11.1	8.7	1.4	2.8
Jaar . . .	21.5	18.0	0.7	1.8	20.5	18.1	0.8	1.8	20.8	17.5	0.6	1.9
	Amsterdam (Hortus)				Warnsveld				Sittard			
Januari . . .	9.4	8.0	1.7	3.0	10.0	8.5	1.0	2.4	10.2	8.5	1.1	2.5
Februari . . .	8.7	7.7	0.8	2.4	9.3	7.8	0.5	2.2	9.7	8.1	0.6	2.6
Maart . . .	10.0	8.4	1.9	2.7	9.5	8.4	1.5	2.4	11.2	9.4	2.0	3.2
April . . .	12.2	9.7	2.5	3.3	11.9	9.7	1.7	3.2	12.9	10.5	2.2	3.9
Mei . . .	15.6	11.3	3.2	4.5	16.2	13.4	2.5	4.2	17.4	14.6	3.6	5.1
Juni . . .	16.4	14.3	4.7	5.7	18.7	14.9	4.8	5.9	21.1	16.2	4.6	7.0
Juli . . .	18.3	16.1	5.3	7.1	18.4	16.1	5.8	7.4	20.6	17.3	6.8	8.4
Augustus . . .	18.8	16.0	6.4	7.7	20.2	16.0	6.2	7.6	21.6	17.5	6.3	8.3
September . . .	16.6	14.8	5.2	6.3	16.5	14.6	4.2	6.0	19.6	15.6	4.3	6.2
October . . .	13.7	12.2	3.4	4.6	14.7	12.4	1.6	4.2	16.0	12.5	2.7	4.4
November . . .	11.8	9.9	2.9	3.8	12.1	9.8	1.5	3.3	11.2	9.7	1.8	3.5
December . . .	10.0	8.3	1.2	2.6	10.4	8.5	0.8	2.3	11.4	8.9	0.7	2.7
Jaar . . .	18.8	17.0	0.8	1.8	20.2	17.2	0.5	1.5	21.6	18.9	0.6	1.8

\*) Zie de noot in § 2. See footnote in § 2.

laagste gemiddelde jaarlijksche minima in het oosten (Warnsveld, Winterswijk en Wijster met respectievelijk 1,5, 1,6 en 1,6 mm) en die met de hoogste in het westen (Den Helder, Vlissingen en Hoorn met respectievelijk 2,2, 2,1 en 2,1 mm) is dan ook geheel volgens de verwachting.

Intusschen moet rekening worden gehouden met het feit, dat in enkele gevallen systematische fouten zijn voorgekomen, doordat bijv. eenigen tijd de behandeling van den natten bol te wenschen heeft overgelaten. De maandgemiddelden van de tabellen 1 en 2 zijn in die gevallen zoo goed mogelijk verbeterd, maar in den regel zijn de maxima en minima niet gecorrigeerd. O.a. heeft dit feit zich vroeger te Sittard voorgedaan, en de betrekkelijk hooge cijfers in de tabellen 3 en 4 zijn, althans voor een gedeelte, aan deze oorzaak toe te schrijven.

De absolute minima van de dampspanning zijn alle voorgekomen bij zeer lage temperaturen.

*Betrekkelijke vochtigheid* (zie tabel 4). De absolute minima der betrekkelijke vochtigheid varieeren tusschen 25 % te Den Helder en Hoorn en 13 % te Wijster, Oudenbosch en Gemert, de gemiddelde jaarlijksche minima tusschen 42 % te Hoorn en 23 % te Warnsveld en Winterswijk.

TABEL 4

*Betrekkelijke vochtigheid in %, minima*  
I = absoluut, II = gemiddeld jaarlijksch

*Relative humidity in %, minima*  
I = absolute, II = mean annual

	Den Helder		Akkrum		Groningen		Hoorn		Wijster	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Januari . . .	47	62	35	62	47	64	50	70	38	60
Februari . . .	45	59	37	59	34	55	46	67	27	48
Maart . . .	25	52	30	47	15	41	36	55	22	53
April . . .	26	48	21	40	20	34	26	53	13	37
Mei . . .	28	46	16	40	20	34	30	50	14	37
Juni . . .	33	48	25	41	21	37	25	49	22	39
Juli . . .	35	52	32	45	19	40	33	55	24	42
Augustus .	28	52	29	49	22	44	37	59	27	47
September .	29	52	27	48	22	46	42	59	21	46
October .	43	54	38	56	35	51	35	63	35	52
November .	44	58	35	61	29	59	56	71	29	59
December .	36	62	38	65	33	63	41	70	39	65
Jaar . . .	25	39	16	33	15	27	25	42	13	30

TABEL 4 (Vervolg)

(Continued)

	Naaldwijk		De Bilt		Winterswijk		Vlissingen		Oudenbosch	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Januari . . .	48	60	33	57	35	55	48	62	37	56
Februari . . .	33	53	27	49	16	45	35	58	30	48
Maart . . .	21	45	22	38	21	34	27	51	22	39
April . . .	19	40	14	35	16	28	16	44	13	36
Mei . . .	24	37	22	35	17	28	27	43	18	34
Juni . . .	27	42	21	34	22	32	27	44	22	39
Juli . . .	23	46	30	41	22	36	24	47	28	41
Augustus . . .	23	45	28	42	22	38	25	49	23	42
September . . .	23	48	22	45	15	39	35	49	17	44
October . . .	36	53	35	51	21	46	37	54	37	51
November . . .	39	57	30	56	24	52	39	57	30	57
December . . .	46	62	42	63	31	58	49	64	34	61
Jaar . . .	19	31	14	27	15	23	16	35	13	29
	Gemert		Maastricht *)		Amsterdam (Hortus)		Warnsveld		Sittard	
Januari . . .	36	55	38	54	53	71	40	54	39	60
Februari . . .	29	49	21	45	20	47	21	42	34	52
Maart . . .	24	38	21	38	21	35	18	31	27	42
April . . .	18	33	17	32	26	36	16	30	21	37
Mei . . .	19	32	19	32	26	34	22	30	26	37
Juni . . .	22	35	20	34	27	37	18	32	30	41
Juli . . .	22	39	24	36	20	35	25	35	22	42
Augustus . . .	22	39	20	38	27	43	33	40	22	41
September . . .	13	40	18	38	35	46	21	42	22	46
October . . .	27	50	27	47	42	48	23	46	28	55
November . . .	28	55	33	53	42	55	31	54	32	57
December . . .	42	63	38	59	39	59	41	61	36	61
Jaar . . .	13	26	17	27	20	27	16	23	21	31

Zij nemen over het algemeen af van noordwest naar zuidoost (voor de hooge cijfers van Sittard zie boven). Terwijl de gemiddelde betrekkelijke vochtigheid bijna overal het laagst is in Mei, komen de absolute minima op 8 van de 15 stations in April voor, op 2 in Maart en op 1 in Februari, als gevolg van de in sommige jaren in dezen tijd optredende periodes van groote droogte bij noordelijke winden.

##### 5. DAGELIJKSCHE GANG

Voor de bepaling van den dagelijkschen gang van de vochtigheid te De Bilt en Maastricht is van de beschikbare hygrograafwaarnemingen

\*) Zie de noot in § 2. See footnote in § 2.

slechts een gedeelte gebruikt, zich uitstrekende over 3 à 4 jaren; voor Den Helder was slechts een reeks van 1 à 2 jaren beschikbaar<sup>1)</sup>. De uurgemiddelden van de tabellen 5—10 zijn verkregen door de gemiddelden van de korte reeks, waarover de hygrograafwaarnemingen zich uitstrekken, voor de uren 8, 14 en 19 aan te sluiten aan de cijfers van de tabellen 1 en 2, en de gemiddelden voor de andere waarnemingsuren zijn door regelmatig verlopende correcties gereduceerd, zoodat de cijfers van de tabellen 5—10 kunnen worden beschouwd betrekking te hebben op de lange reeksen van de tabellen 1 en 2.

*Dampspanning.* De dagelijksche gang te *De Bilt* vertoont in de verschillende maanden in hoofdzaak 4 verschillende typen, die in fig. 2 zijn voor-

TABEL 5

**De Bilt. Dagelijksche gang van de dampspanning, in mm**  
*Diurnal variation of vapour pressure, in mm*

	Jan.	Febr.	Maart	April	Mei	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
I	4.8	4.7	5.0	6.1	8.0	9.3	10.7	10.3	9.3	7.3	5.7	5.0
2	4.7	4.7	5.0	5.9	7.9	9.1	10.4	10.2	9.2	7.4	5.7	5.1
3	4.7	4.7	5.0	5.8	7.8	8.9	10.2	10.0	9.2	7.3	5.7	5.1
4	4.8	4.6	5.0	5.7	7.6	8.9	10.1	9.9	9.1	7.3	5.7	5.1
5	4.8	4.6	4.9	5.6	7.6	9.0	10.2	9.8	9.0	7.2	5.6	5.0
6	4.8	4.6	5.0	5.8	8.0	9.6	10.9	10.2	9.0	7.1	5.6	5.0
7	4.8	4.6	5.1	6.1	8.2	9.8	11.3	10.9	9.5	7.4	5.6	5.0
8	4.8	4.5	5.2	6.2	8.2	9.9	11.4	11.3	9.7	7.6	5.6	5.0
9	4.7	4.7	5.4	6.4	8.5	10.1	11.7	11.8	10.3	8.0	5.9	5.0
10	4.9	5.0	5.8	6.6	8.4	10.2	11.8	11.7	10.4	8.2	6.2	5.2
11	5.1	5.1	5.7	6.4	8.5	10.0	11.5	11.6	10.4	8.4	6.4	5.4
12	5.2	5.2	5.6	6.4	8.6	9.9	11.6	11.3	10.3	8.3	6.4	5.5
13	5.2	5.1	5.7	6.3	8.4	9.7	11.5	11.3	10.3	8.3	6.5	5.5
14	5.2	5.1	5.5	6.2	8.4	9.9	11.5	11.4	10.2	8.2	6.2	5.5
15	5.2	4.9	5.6	6.4	8.4	9.9	11.5	11.2	10.1	8.1	6.2	5.4
16	5.0	4.8	5.4	6.4	8.4	9.9	11.6	11.2	9.9	8.0	6.1	5.3
17	5.1	4.7	5.4	6.3	8.3	9.7	11.5	11.3	9.9	7.8	5.9	5.2
18	5.0	4.8	5.4	6.3	8.2	9.7	11.7	11.5	10.0	7.6	5.9	5.2
19	5.0	4.8	5.5	6.4	8.5	10.0	11.7	11.7	10.2	7.7	5.9	5.2
20	4.9	4.7	5.3	6.4	8.4	10.2	12.1	11.6	9.9	7.5	5.9	5.2
21	4.9	4.7	5.4	6.4	8.6	10.2	12.1	11.3	9.7	7.5	5.8	5.2
22	4.9	4.7	5.3	6.4	8.5	10.1	11.9	11.0	9.5	7.3	5.7	5.1
23	4.8	4.6	5.3	6.3	8.2	9.9	11.5	10.7	9.4	7.3	5.8	5.1
24	4.8	4.7	5.2	6.1	8.2	9.7	11.0	10.4	9.3	7.3	5.7	5.1
Gem. Mean	4.92	4.78	5.32	6.20	8.24	9.73	11.31	10.98	9.74	7.67	5.90	5.18

<sup>1)</sup> Voor October ontbreken bruikbare registraties.

## HET KLIMAAT VAN NEDERLAND

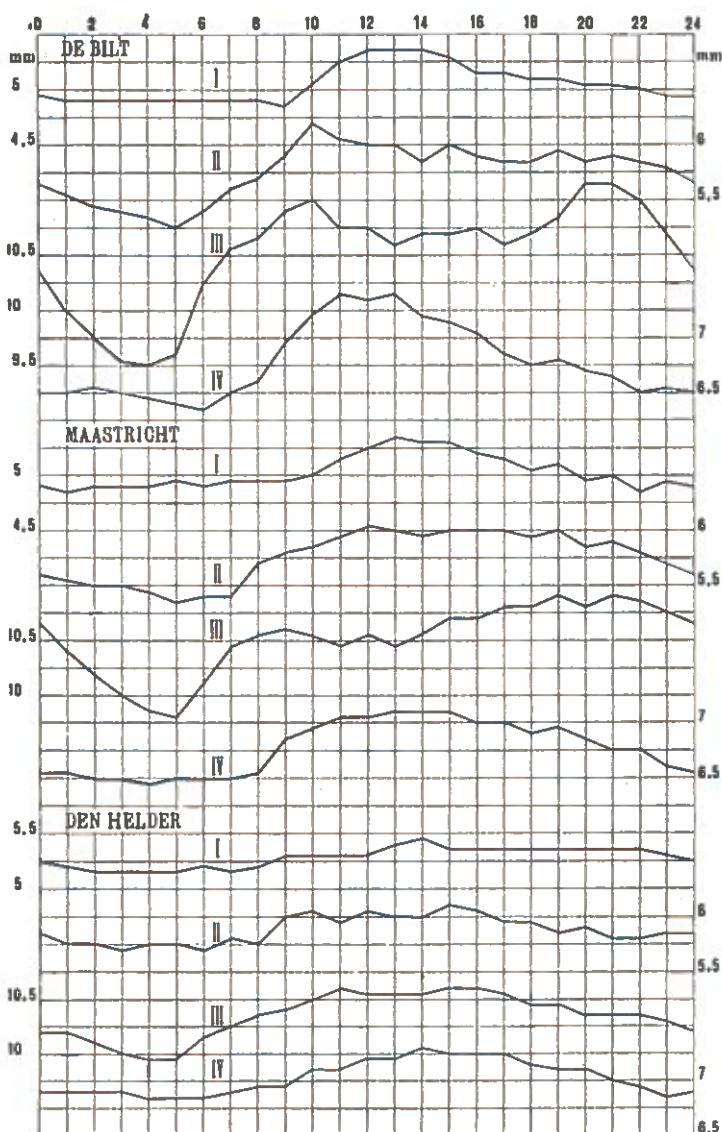


Fig. 2. Dagedelijksche gang van de dampspanning.  
*Diurnal variation of vapour pressure.*

I = Dec. en Jan., II = Maart en April, III = Juni en Juli, IV = Oct. en Nov.

TABEL 6

Den Helder. Dagelijksche gang van de dampspanning, in mm  
*Diurnal variation of vapour pressure, in mm*

	Jan.	Febr.	Maart	April	Mei	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct. *)	Nov.	Dec.
1	5.1	4.8	5.4	6.3	7.7	9.3	11.1	10.7	9.6	7.7	6.1	5.3
2	5.0	4.9	5.3	6.2	7.8	9.1	11.1	10.6	9.6	7.7	6.1	5.3
3	5.0	4.8	5.3	6.2	7.7	9.0	11.0	10.6	9.5	7.7	6.1	5.3
4	5.0	4.9	5.2	6.2	7.7	9.0	10.9	10.7	9.4	7.6	6.1	5.3
5	5.0	4.9	5.3	6.2	7.7	9.1	10.8	10.7	9.3	7.6	6.1	5.3
6	5.1	4.8	5.3	6.1	7.7	9.2	11.1	10.7	9.4	7.6	6.1	5.3
7	5.0	4.7	5.4	6.2	7.9	9.5	11.0	10.9	9.6	7.7	6.1	5.3
8	5.0	4.8	5.4	6.1	7.9	9.6	11.1	11.0	9.8	7.8	6.1	5.4
9	5.1	5.0	5.6	6.4	8.1	9.6	11.2	11.0	10.1	7.9	6.0	5.5
10	5.1	5.1	5.8	6.3	8.2	9.7	11.3	11.2	10.1	8.0	6.2	5.5
11	5.1	5.0	5.7	6.2	8.2	9.8	11.4	11.2	9.9	8.0	6.2	5.5
12	5.1	5.0	5.7	6.4	8.3	9.8	11.3	11.1	10.0	8.1	6.3	5.5
13	5.2	5.0	5.7	6.3	8.1	9.8	11.3	11.0	9.9	8.1	6.3	5.6
14	5.3	5.1	5.7	6.3	8.1	9.8	11.3	11.1	10.0	8.2	6.4	5.6
15	5.2	5.0	5.7	6.5	8.2	9.8	11.4	11.2	10.0	8.2	6.3	5.5
16	5.2	4.8	5.6	6.5	8.3	9.9	11.3	11.2	10.0	8.1	6.4	5.5
17	5.2	4.8	5.5	6.4	8.1	9.8	11.3	10.9	10.0	8.1	6.4	5.5
18	5.2	4.8	5.6	6.3	8.0	9.7	11.2	11.1	9.9	8.0	6.3	5.5
19	5.2	4.9	5.5	6.2	8.0	9.7	11.2	11.1	9.9	8.0	6.2	5.5
20	5.2	5.0	5.5	6.3	8.1	9.7	11.0	11.0	9.8	8.0	6.2	5.5
21	5.2	4.9	5.4	6.2	8.1	9.6	11.1	11.0	9.6	7.9	6.1	5.5
22	5.2	4.9	5.4	6.2	8.0	9.6	11.1	11.0	9.6	7.8	6.1	5.5
23	5.2	5.0	5.5	6.2	7.9	9.5	11.1	10.8	9.6	7.7	6.0	5.4
24	5.1	5.0	5.4	6.3	7.9	9.4	11.0	10.7	9.5	7.7	6.1	5.4
Gem.	5.12	4.91	5.50	6.27	7.99	9.54	11.15	10.94	9.78	7.88	6.18	5.44

gesteld. Telkens zijn 2 maanden, die vrijwel hetzelfde verloop te zien geven, te zamen genomen.

In Juni—Juli neemt van 22 tot 4 uur de dampspanning sterk af door condensatie van den waterdamp (dauwvorming door afkoeling). Na 4 uur neemt het vochtgehalte toe door verdamping van den dauw en afgifte van waterdamp door den grond tengevolge van de verwarming. De toenemende convectie, die een gedeelte van den waterdamp naar boven wegvoert, heeft het tegengestelde effect en dit verkrijgt blijkbaar na 10 uur de overhand en er ontstaat een inzinking in de dampspanningslijn gedurende het warmste gedeelte van den dag, zich uitstrekende tot 20 uur. Te 20 en 21 uur is de

\*) Geïnterpoleerd. *Interpolated.*

dampspanning nog iets hooger dan tijdens het morgenmaximum van 10 uur: de waterdamp toevoer uit den grond heeft zich tot in de late namiddaguren voortgezet, terwijl de convectie van weinig beteekenis meer is. Na 21 uur wordt de invloed der condensatie weer overwegend.

In October en November heeft de dampspanningslijn een regelmatig verloop, de invloed der convectie treedt niet meer duidelijk aan den dag. De hogere zonnestand in Maart en April maakt, dat in die maanden de invloed der convectie weer merkbaar wordt, als een duidelijke inzinking na 10 uur. Een avondmaximum, zooals in de zomermaanden voorkomt, ontbreekt; de convectie schijnt niet sterk genoeg te zijn om in den namiddag een goed ontwikkeld minimum te voorschijn te roepen. In Januari en Fe-

TABEL 7

Maastricht. Dagelijksche gang van de dampspanning, in mm \*)  
*Diurnal variation of vapour pressure, in mm \*)*

	Jan.	Febr.	Maart	April	Mei	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
I	4.7	4.5	5.1	6.0	8.1	9.5	11.3	11.1	9.3	7.4	5.7	5.0
2	4.8	4.6	5.1	5.9	8.0	9.3	11.1	10.9	9.1	7.3	5.7	5.0
3	4.8	4.6	5.1	5.9	7.8	9.1	10.9	10.7	8.9	7.3	5.7	5.0
4	4.8	4.5	5.1	5.8	7.7	9.0	10.7	10.5	8.9	7.3	5.6	5.0
5	4.9	4.5	5.0	5.7	7.7	9.0	10.6	10.4	8.8	7.3	5.7	5.0
6	4.8	4.5	5.1	5.7	7.7	9.4	10.8	10.5	8.8	7.3	5.7	5.0
7	4.8	4.5	5.0	5.8	8.1	9.7	11.2	10.9	9.0	7.3	5.7	5.1
8	4.9	4.6	5.2	6.2	8.2	9.8	11.3	11.2	9.5	7.4	5.7	5.0
9	4.8	4.6	5.4	6.2	8.2	9.9	11.3	11.3	10.0	7.7	6.0	5.1
10	4.9	4.8	5.5	6.2	8.1	9.8	11.3	11.4	10.1	7.9	6.0	5.1
11	5.0	4.7	5.6	6.3	8.1	9.8	11.1	11.5	10.2	8.0	6.1	5.3
12	5.1	4.8	5.7	6.4	8.2	9.9	11.2	11.4	10.3	8.0	6.1	5.4
13	5.2	4.8	5.6	6.4	8.1	9.8	11.1	11.0	10.1	8.0	6.2	5.5
14	5.2	4.9	5.5	6.4	8.2	9.8	11.3	11.3	10.0	8.0	6.2	5.4
15	5.2	4.9	5.6	6.4	8.3	10.0	11.4	11.5	10.1	8.0	6.2	5.4
16	5.1	4.8	5.6	6.4	8.2	9.9	11.5	11.4	10.1	7.9	6.1	5.3
17	5.0	4.9	5.6	6.4	8.4	10.1	11.5	11.5	10.3	8.1	5.9	5.3
18	4.9	4.9	5.5	6.4	8.4	10.1	11.5	11.5	10.3	7.9	5.9	5.2
19	5.0	4.8	5.5	6.5	8.5	10.1	11.7	11.6	10.2	7.9	6.0	5.2
20	4.8	4.9	5.3	6.4	8.6	9.9	11.7	11.7	10.2	7.8	5.9	5.1
21	4.8	4.9	5.4	6.4	8.3	10.0	11.8	11.4	9.9	7.7	5.8	5.2
22	4.7	4.8	5.3	6.3	8.3	9.9	11.8	11.4	9.7	7.7	5.8	5.0
23	4.8	4.7	5.2	6.2	8.2	9.9	11.6	11.4	9.6	7.5	5.7	5.1
24	4.8	4.5	5.1	6.1	8.2	9.8	11.5	11.2	9.4	7.5	5.6	5.0
Gem. Mean	4.91	4.71	5.34	6.18	8.15	9.73	11.30	11.20	9.70	7.68	5.88	5.15

\*) Zie de noot in § 2. See footnote in § 2.

bruari is er een ongestoord maximum op het warmste gedeelte van den dag, gevolgd door een langzame afname van de dampspanning gedurende den nacht.

Bij de beoordeeling van den dagelijkschen gang te *Maastricht* is in aanmerking te nemen, dat sedert September 1904 (zie § 1) de waarnemingen worden verricht op het torenplatform, 20 m boven den grond. Het verschil met *De Bilt* (zie fig. 2) bestaat voornamelijk in een geringere ontwikkeling van het voormiddagmaximum, doordat in den loop van den morgen de dampspanning langzamer toeneemt. Het duurt ook langer, voordat 's morgens de stijging in de dampspanning begint. Eerst moet de convectie van eenige beteekenis worden, voordat het verdampte water het niveau van de thermometers bereikt en waarschijnlijk is zij dan tevens op deze hoogte voldoende sterk geworden om de verdere ophooping van den waterdamp belangrijk te verminderen.

Te *Den Helder* is de dagelijksche verandering betrekkelijk gering, hoewel een verhooging van het dampgehalte op het warmste gedeelte van den dag en een vermindering gedurende den nacht nog duidelijk merkbaar blijft.

De geringe amplitude en het feit, dat de invloed van de zee en van het land beide een belangrijk aandeel hebben in het optreden van den dagelijkschen gang, waardoor het verschijnsel ingewikkelder wordt, maken het wenschelijk om van een verklaring in bijzonderheden af te zien.

Hieronder zijn de verschillen opgenomen tusschen het 24-uurgemiddelde *m* en het gemiddelde der 3 termijnwaarnemingen.

*Dampspanningsverschil m — (8 + 14 + 19) : 3, in mm*

	Jan.	Febr.	Maart	April	Mei	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
Den Helder	-0.05	-0.02	-0.03	+ 0.07	-0.01	-0.16	-0.05	-0.13	-0.12	-0.12	-0.05	-0.06
De Bilt ..	-0.08	-0.02	-0.08	-0.07	-0.13	-0.20	-0.22	-0.49	-0.29	-0.16	0.00	-0.05
Maastricht.	-0.12	-0.06	-0.06	-0.19	-0.15	-0.17	-0.13	-0.07	-0.20	-0.09	-0.09	-0.05

Zij zijn voor vele maanden nauwelijks van eenige beteekenis en kunnen overigens na eenige vereffening worden gebruikt om de uitkomsten der termijnwaarnemingen tot ware daggemiddelden te herleiden.

*Betrekkelijke vochtigheid.* Zoowel de 24-uurcijfers van de tabellen 8—10 als de 3-maaldaagsche van tabel 2 leeren, dat in het meer continentale

deel van het land de dagelyksche gang van de betrekkelijke vochtigheid minstens 2 maal zoo sterk is als nabij de kust.

TABEL 8

**De Bilt. Dagelyksche gang van de betrekkelijke vochtigheid, in %**  
*Diurnal variation of relative humidity in %*

	Jan.	Febr.	Maart	April	Mei	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
1	91	89	90	92	92	92	93	91	91	92	91	92
2	91	90	91	92	92	93	92	92	92	93	91	92
3	91	91	91	92	92	93	92	93	93	93	92	92
4	91	91	91	92	92	93	93	92	93	93	92	92
5	91	91	92	92	92	91	93	92	93	93	92	92
6	91	91	92	91	91	89	90	91	93	93	92	92
7	91	91	91	87	82	83	86	90	92	93	92	92
8	91	90	86	80	75	76	79	82	85	91	92	92
9	90	89	83	77	72	73	75	79	82	89	92	92
10	89	88	78	72	68	70	70	73	75	85	91	91
11	87	84	74	69	66	65	67	68	72	80	88	89
12	85	80	70	66	64	63	66	66	69	76	86	88
13	85	78	68	64	62	62	65	65	67	75	84	87
14	83	76	66	62	61	62	64	65	67	74	81	86
15	84	76	66	63	61	61	63	63	66	74	82	86
16	85	76	67	64	62	62	64	65	67	77	83	87
17	86	79	69	67	63	64	66	67	70	82	87	89
18	88	83	74	71	66	67	71	73	77	86	88	90
19	89	87	81	77	75	73	76	81	87	90	90	91
20	89	88	83	83	81	80	83	86	89	91	90	91
21	89	89	87	86	87	88	89	89	89	91	91	91
22	90	90	88	88	89	91	91	90	90	91	91	92
23	90	90	89	89	89	91	92	91	90	92	91	92
24	90	90	89	90	90	92	92	91	91	92	91	92
Gem. Mean	88.6	85.7	81.5	79.0	77.7	78.0	79.8	80.6	82.5	86.9	89.2	90.4

Gerangschikt naar de grootte der jaargemiddelden, bevat tabel 11 de gemiddelde verschillen tusschen de betrekkelijke vochtigheid te 8 uur en 14 uur, voor de jaargetijden en het jaar. Duidelijk komt ook hier het grote verschil in den dagelykschen gang op de kust- en de landstations tot uitdrukking.

De afwijkingen tusschen de daggemiddelden der 3 termijnwaarnemingen en de 24-uurgemiddelden zijn belangrijk, in tegenstelling met de overeenkomstige verschillen bij de absolute vochtigheid. De volgende cijfers kunnen

TABEL 9

**Den Helder.** Dagelijksche gang van de betrekkelijke vochtigheid, in %  
*Diurnal variation of relative humidity, in %*

	Jan.	Febr.	Maart	April	Mei	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct. <sup>1)</sup>	Nov.	Dec.
I	88	87	87	86	86	85	85	84	83	85	86	88
2	89	89	86	87	86	85	86	84	83	85	86	88
3	89	87	86	85	86	85	85	84	84	85	86	88
4	90	87	87	86	86	84	86	85	84	85	87	89
5	90	88	88	86	85	85	85	84	83	85	88	89
6	90	87	88	87	84	83	85	84	83	86	88	89
7	90	87	88	85	82	81	81	82	82	86	88	89
8	89	88	87	82	80	79	80	80	80	84	87	89
9	89	88	86	83	78	77	78	78	78	83	85	89
10	89	89	84	81	76	76	78	77	77	81	84	90
11	88	86	82	80	76	76	76	76	75	79	82	88
12	88	85	80	78	75	74	76	75	74	78	82	87
13	87	84	80	78	74	74	74	73	73	77	82	87
14	87	84	79	75	74	74	74	73	72	77	83	87
15	88	84	79	78	74	74	74	74	72	78	84	87
16	88	83	80	78	75	75	75	74	73	79	85	87
17	89	85	82	79	76	76	76	75	75	81	85	88
18	88	86	83	81	77	77	77	77	78	82	85	88
19	88	87	85	81	80	79	79	79	79	83	85	88
20	88	88	86	83	82	82	81	81	80	84	86	88
21	88	87	86	82	82	83	82	83	81	84	86	88
22	88	88	86	84	84	83	83	83	82	84	86	88
23	88	87	87	85	84	83	84	83	82	84	86	88
24	88	88	86	86	85	84	84	83	82	85	86	88
Gem. Mean	88.5	86.6	84.5	82.3	80.3	79.8	80.2	79.6	79.0	82.5	85.3	88.1

TABEL 10

**Maastricht.** Dagelijksche gang van de betrekkelijke vochtigheid, in %<sup>2)</sup>  
*Diurnal variation of relative humidity, in %<sup>2)</sup>*

	Jan.	Febr.	Maart	April	Mei	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
1	87	85	84	82	83	84	85	86	87	87	87	87
2	87	85	84	83	85	86	86	87	87	87	87	87
3	87	86	85	84	86	87	87	87	87	88	88	87
4	87	86	85	84	87	87	87	87	88	88	88	87

<sup>1)</sup> Geïnterpoleerd. *Interpolated.*<sup>2)</sup> Zie de noot in § 2. *See footnote in § 2.*

	Jan.	Febr.	Maart	April	Mei	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
5	88	86	85	85	87	86	86	87	88	88	88	87
6	88	86	85	84	85	84	85	87	88	89	89	87
7	87	85	84	81	81	79	80	84	87	88	89	88
8	87	85	82	78	74	74	76	80	83	87	88	87
9	85	83	78	73	70	69	71	75	78	83	86	86
10	84	80	75	68	65	65	65	69	73	80	84	85
11	81	77	71	64	62	61	63	66	70	75	82	83
12	80	75	68	63	59	59	61	64	67	73	79	82
13	80	73	66	61	57	58	59	60	64	71	78	82
14	80	73	65	60	56	58	59	61	63	71	78	82
15	81	73	65	60	57	59	59	62	63	71	79	83
16	82	74	66	61	57	59	61	62	64	74	80	83
17	82	77	68	63	58	61	62	64	68	78	82	85
18	83	79	71	66	61	63	64	67	72	80	83	85
19	85	81	75	70	65	66	68	71	77	83	85	86
20	86	83	77	73	70	70	72	75	81	84	85	86
21	86	84	78	75	73	74	76	79	83	85	86	86
22	86	84	80	78	76	78	80	81	84	86	87	86
23	87	84	81	80	79	81	82	83	85	87	87	86
24	87	85	82	81	81	83	83	84	86	87	87	87
Gem. Mean	84.7	81.2	76.7	73.2	71.4	72.1	73.2	75.3	78.0	82.1	84.7	85.4

TABEL II

Verschillen 8<sup>h</sup>—14<sup>h</sup> van de betrekkelijke vochtigheid, in %Differences 8<sup>h</sup>—14<sup>h</sup> of relative humidity, in %

	Dec.—Febr.	Mrt.—Mei	Juni—Aug.	Sept.—Nov.	Jaar
Den Helder . .	2.7	7.0	6.0	6.4	5.6
Hoorn . . .	3.3	9.7	10.6	8.3	7.9
Naaldwijk . . .	4.7	11.4	9.0	11.0	9.0
Vlissingen . . .	5.4	12.3	11.6	10.7	10.0
Akkrum . . .	5.3	13.7	11.7	12.4	10.7
Wijster . . .	7.7	16.0	12.7	13.6	12.5
Groningen . . .	6.3	16.7	14.6	14.4	13.0
Amsterdam (H.) .	8.0	17.0	14.7	14.0	13.4
De Bilt . . .	9.3	17.3	15.3	15.3	14.3
Gemert . . .	9.0	17.3	16.3	16.0	14.6
Sittard . . .	9.3	17.4	16.3	15.3	14.6
Oudenbosch . .	8.7	18.3	16.7	15.3	14.7
Maastricht . .	8.0	17.7	17.4	15.6	14.7
Winterswijk . .	9.7	18.6	17.3	17.0	15.7
Warnsveld . .	10.0	22.0	18.0	17.0	16.8

dienen om de verschillen te berekenen. In navolging van KÖPPEN<sup>1)</sup> is uitgegaan van de formule:

$$m = q + c (14 h - q)$$

waarin  $m$  = het ware daggemiddelde,  $q = \frac{1}{2} (8 h + 19 h)$  en  $c$  een factor, die uit hygrograafaflezingen kan worden afgeleid door te schrijven:

$$c = (m - q) : (14 h - q)$$

Uit de gegevens van de tabellen 8—10 zijn de volgende waarden van  $c$  berekend.

	Jan.	Febr.	Maart	April	Mei	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
Den Helder	0.00	0.26	0.21	-0.12	-0.05	-0.16	-0.13	-0.02	0.07	0.15	0.23	0.27
De Bilt . .	0.20	0.22	0.11	-0.03	-0.19	-0.28	-0.17	0.05	0.18	0.22	0.18	0.20
Maastricht .	0.22	0.18	0.13	0.06	-0.14	-0.18	-0.09	0.01	0.12	0.21	0.21	0.24

#### 6. INVLOED VAN VERONTREINIGING OP DE AANWIJZINGEN VAN DEN NATTEN BOL

Te Den Helder zijn gedurende eenigen tijd behalve een droge bol 2 natte-bolthermometers opgesteld geweest, waarvan de een (a) werd behandeld op de in § 1 beschreven wijze, terwijl daarnaast een thermometer (b) was geplaatst, die door een in een reservoortje met water afhangend lapje voortdurend vochtig werd gehouden en vrij aan de lucht bleef blootgesteld. Het meteorologische station is achter den zeedijk vlak bij zee gelegen en de lucht bevat op winderige dagen vrij veel zout, zoodat de verontreinigende invloed hier betrekkelijk snel aan den dag zal treden.

De aflezingen zijn van 1 Mei 1937 af verricht te 8, 14 en 19 uur. De gemiddelde verschillen b—a zijn voor de afzonderlijke dekaden hieronder vermeld, 1° het verschil tusschen de twee natte thermometers en 2° het verschil in dampspanning, dat men verkrijgt, indien men in de psychrometertabel op de gewone wijze de dampspanning opzoekt; dit laatste verschil geeft de dampspanningsverlaging aan het oppervlak van thermometer b tengevolge van de opgeloste verontreinigingen.

<sup>1)</sup> Dr. W. KÖPPEN. Ueber die Ableitung wahrer Tagesmittel aus den Beobachtungsstunden 8 h a.m., 2 h p.m. und 8 h p.m. Ann. d. Hydr. etc. 1888, Heft VIII, S. 341.

Dekaden	Mei			Juni			Juli			Augustus		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Verschil der natte thermometers, C°	0.13	0.08	0.11	0.31	0.32	0.39	0.40	0.34	0.51	0.47	0.44	0.32
Verschil in dampspanning, mm	0.15	0.10	0.14	0.45	0.44	0.50	0.57	0.49	0.71	0.69	0.64	0.52

Enkele malen kwam het bij hooge vochtigheid voor, dat de natte bol b hooger aanwees dan de droge, waarschijnlijk doordat de verzadigingsdruk van den waterdamp door het opgeloste zout zoover verlaagd was, dat water op het vochtige lapje condenseerde <sup>1)</sup>.

In September traden onregelmatige afwijkingen in de verschillen op, die werden veroorzaakt, doordat het lapje van thermometer b door de verontreiniging het water niet meer voldoende opzoog en begon uit te drogen. In October werden de beide lapjes vernieuwd. Het lapje van den gewonen thermometer was nog in goeden staat, maar het andere bruin gekleurd en voelde na drogen hard aan. Reeds na 3 dagen na het verwisselen traden in October verschillen op van dezelfde orde als in September, hetgeen zal zijn toe te schrijven aan het ongunstige herfstweer met sterkeren zeewind dan in de zomermaanden was voorgekomen.

Bij een temperatuur van gemiddeld 18°, zooals in Augustus tijdens de termijnwaarnemingen te Den Helder voorkwam, komt een dampspanningsverlaging van 0,6 mm, zooals in die maand werd gevonden, overeen met die van een keukenzoutoplossing met een sterkte van 6,8 gram per 100 gram water.

Het blijkt uit het bovenstaande, dat afsluiting van den natten bol tusschen de waarnemingstijden voor kuststations noodzakelijk is. Zij is ook zeer gewenscht tegen andere verontreinigingen, zooals den rook in groote steden, het stof op vliegterreinen enz. en houdt ook in andere gevallen het lapje veel langer in een bruikbaren staat.

#### 7. NATTE-BOLTEMPERATUUR

De gevoeligheid van het menschelijk lichaam voor verschillen in de vochtigheid is bij niet te hooge temperaturen betrekkelijk gering <sup>2)</sup>, omdat

<sup>1)</sup> Er is rekening te houden met het feit, dat de natte thermometer door het beschutte lapje trager is dan de droge en bij dalende temperatuur ook tengevolge daarvan ten opzichte van den drogen thermometer te hoog kan wijzen.

<sup>2)</sup> Een uitzondering wordt gemaakt door het gevoel van „waterkoude”, dat bij enkele graden boven het vriespunt optreedt, en waarbij de vochtigheid wel van invloed blijkt te zijn. (VAN EVERDINGEN, Beiträge zur Geophysik, p. 299—301, Heft 2—4, 1937).

het temperatuurevenwicht gemakkelijk is te handhaven. De warmteafgifte, die berust op warmtegeleiding en straling eenzijdens en verdamping anderzijds is dan ruim voldoende en de laatstgenoemde factor niet van overwegende beteekenis. Bij hooge warmtegraden, waarbij de eerste twee factoren kleiner worden en het lichaam zijn toevlucht moet nemen tot versterkte verdamping van de huid door zichtbare transpiratie, neemt de invloed van den vochtigheidsgraad sterk in beteekenis toe. De aanwijzing van den natten thermometer wordt dan een goede maatstaf voor de beoordeling van het drukkende karakter van het weer, omdat zoowel de invloed van de temperatuur als van de vochtigheid er in tot uitdrukking komen<sup>1)</sup>.

In tabel 12 zijn voor De Bilt over het tijdvak 1906—1937 alle nattebolwaarnemingen vermeld van 23° en hoger, met de gelijktijdige waarden van de gewone temperatuur, betrekkelijke vochtigheid en dampspanning (3-maaldaagsche waarnemingen).

Er kwamen daarenboven 53 gevallen voor met natte-boltemperaturen van 22°.0 tot 22°.9.

De cijfers van tabel 12 kunnen dienen om te voldoen aan aanvragen uit de praktijk, met name die betreffende de klimaatregeling in gebouwen. De vraag wordt namelijk gesteld aan welke voorwaarden een installatie moet voldoen om zelfs bij de drukkendste warmtegraden de voorgeschreven eischen van behaaglijkheid te kunnen bevredigen. Men vindt in de tabel een aantal voorbeelden, waarbij de temperatuur en de vochtigheid binnen ruime grenzen varieeren.

De cijfers kunnen tevens dienen om een vergelijking te maken tusschen het Hollandsche en het Indische klimaat. Als hoogste natte-boltemperatuur geeft de tabel 24°.5 en slechts in een 5-tal gevallen wordt 24° of meer bereikt.

Hiertegenover is te stellen, dat blijkens mijn Indische ervaring bij 24° de hitte te Batavia nog nauwelijks als bezwaarlijk wordt ondervonden; bij 25° begint het weer drukkend te worden, zoodat ook bij zittend werk een hinderlijke zwoelheid wordt ondervonden, terwijl bij 26° algemeen over de warmte wordt geklaagd.

Te Batavia is 24° het gemiddelde van de aanwijzingen van den natten thermometer over het geheele etmaal, 26° komt slechts op de drukkendste uren van den dag en alleen in de warmste maanden als regel voor. In het als „koel” bekend staande Buitenzorg wordt 24° als gemiddelde natteboltemperatuur te 2 uur 's namiddags bereikt. Dat men deze hooge warmte-

<sup>1)</sup> Zie Verhandelingen n°. 8 van het Kon. Magn. en Meteor. Observatorium te Batavia. Het klimaat van Ned.-Indië, Deel I, p. 373.

TABEL 12

**De Bilt. Natte-bolaflezingen van 23° en hooger, met bijbehorende temperatuur, betrekkelijke vochtigheid en dampspanning, 1906—1937**

*Wet-bulb readings of 23° and higher, with corresponding temperature, relative humidity and vapour pressure, 1906—1937*

Datum Date	Plaatselijke tijd <i>Local time</i>	Natte bol Wet bulb	Temperatuur Temperature	Betrekkelijke vochtigheid Relative humidity %	Damp- spanning Vapour pressure mm
		C°	C°		
31-7 '06	19 h	23.0	24.9	84	19.7
9-8 '09	14 h	23.0	28.1	63	17.7
28-7 '11	14 h	24.0	35.0	37	15.4
29-7 '11	19 h	23.4	28.3	65	18.4
10-8 '11	14 h	23.2	34.5	35	14.2
22-8 '18	13 h	23.5	30.5	51	16.6
22-8 '18	18 h	23.5	29.6	58	17.8
8-7 '23	13 h	23.2	28.7	61	17.8
11-7 '23	18 h	23.0	31.7	45	15.5
12-7 '23	18 h	23.0	30.6	50	16.2
14-7 '23	13 h	23.6	30.6	53	17.4
21-7 '25	13 h	23.0	31.1	48	15.9
1-9 '26	13 h	23.5	29.4	59	17.9
15-7 '28	18 h	23.1	30.7	50	16.3
28-8 '30	13 h	23.8	32.4	46	16.6
29-8 '30	13 h	23.6	30.2	55	17.6
5-8 '31	18.20 h	23.2	26.6	74	19.0
12-8 '32	13 h	23.1	28.3	63	17.8
18-8 '32	13 h	23.4	28.8	62	18.1
19-8 '32	13 h	24.4	31.6	53	18.3
20-8 '32	13.20 h	23.5	32.3	45	16.1
20-8 '32	18.20 h	23.2	28.7	61	17.8
27-7 '33	18.20 h	24.3	31.5	53	18.1
10-6 '37	13 h	24.5	29.6	64	19.7
10-6 '37	18.15 h	24.3	28.2	71	20.2
8-8 '37	13.15 h	23.2	26.8	72	18.9

graden in de tropen zoo goed verdraagt, is een gevolg van de ver doorgevoerde aanpassing wat betreft levenswijze, kleeding en inrichting der woningen.

## HUMIDITY

## HUMIDITY

### I. TIME AND METHOD OF OBSERVATION

As a rule, humidity has been determined by observations of dry and wet-bulb thermometers, taken 3 times a day. Moreover, selfrecording instruments are in use at De Bilt, Maastricht, Den Helder and Amsterdam (Hortus), at Den Helder only during the last years. The wet-bulb is enveloped by a muslin cover, wound  $1\frac{1}{2}$  or 2 times round it. Between the observations, the muslin is protected against evaporation and pollution by means of a glass tube, which shuts it off from the open air. The tube is taken away some minutes before the observation; the readings are made, when the temperature of the bulb has become constant. After the observation the muslin is moistened and again shut off with the glass tube. Before 1907, at a minority of the stations, the bulb was kept moist by the sucking up of water from a small reservoir placed near it.

Our method has the advantage, that it takes much more time before the muslin becomes dirty, and therefore unreliable readings by this effect are less to be feared (see § 6).

During moderate frost the muslin is moistened just before the observation with not too cold water, in order to melt all the ice, that may have formed previously; the water on the bulb may then still remain fluid, and the observation can be made in the ordinary way. During severe frost the glass tube is removed a long time before the observation.

The psychrometer tables of JELINEK have been used for the deduction of humidity.

The thermometers are usually placed in a STEVENSON screen of large pattern, with their bulbs at 2,2 metres above the ground. A larger screen of an other pattern is in use at De Bilt, the screen used at Flushing before 1930, when it stood on the dam of the harbour, was also of an other type, and at Oudenbosch the height of the thermometers is only 1,6 m. The above-mentioned screen has been introduced at several stations in 1905, and still earlier at other stations.

The principal deviation with regard to the exposure of the screen is found at Maastricht, where the thermometers have been placed at 6,2 m

above the ground up to April 1904, afterwards during a few months at 1,5 and 2,0 m, and where, since September 1904, they stand on a tower platform at a height of 20,1 m.

The observations at Den Helder, Groningen, De Bilt, Flushing and Maastricht have been made at 7, 13 and 18 h local time, in stead of 8, 14 and 19 h, during the introduction of „summer time”, which dates from 1916; at Akkrum this was the case in most of the years. No correction was applied to vapour pressure for this difference of 1 hour, and the correction for relative humidity was determined under the assumption that the vapour pressure remains constant, and only a change of temperature has to be taken into account. The effect of this approximation, extending over about half of the observation period, will be that in the months concerned (May—October), the averages of vapour pressure will be 0,1 mm and those of relative humidity 1 % too low at the utmost. At Warnsveld, where during the whole period of observation the readings in the morning and the afternoon were taken about 1 hour too early during the „summer time”, the corrections for 8 and 14 h are + 0,2 mm and + 2 % at the utmost. These corrections have not been applied.

The figures under Naaldwyk are partly from the former station at Katwyk, for Wyster also the observations of the former stations at Den Hulst and Avereest have been used, and for Akkrum also those of Leeuwarden<sup>1)</sup>. The observations of Rotterdam (Branch-office) have not been used, on account of the abnormal exposure of the instruments.

The situation of the stations is indicated in fig. 1.

## 2. VAPOUR PRESSURE, MEAN VALUES

The mean values of vapour pressure of the observations, taken 3 times a day, are given in table 1. The first 12 stations are the same ones as those in the monthly publication „Maandelijksch Overzicht der Weersgesteldheid in Nederland”, which periodical, however, does not contain vapour pressure data, but only daily means  $(8 + 14 + 19) : 3$  of relative humidity.

*Annual variation.* February is usually the month with the lowest vapour pressure, the same value of vapour pressure or a lower one being found in January at Gemert and Sittard, and at Akkrum, Groningen and

<sup>1)</sup> The station at Leeuwarden was removed to Akkrum in June 1920, that at Katwyk to Naaldwyk in January 1928, that at Avereest to Den Hulst in October 1924, and to Wyster in April 1928.

Wyster in the north-east. July and August are the months with the highest vapour pressure. The stations of Wyster, Warnsveld, Winterswyk, Sittard and Maastricht, in the eastern part of the country, have a maximum in July, whereas maxima in July and August occur to the west of this zone; then follow in the western part Naaldwyk and Oudenbosch with maxima in August. This regular distribution is disturbed only in the west by Flushing with maxima in July and August, and Den Helder with a maximum in July, however, the differences in question do not surpass the errors of observation and smoothing. The distribution of the July-maxima corresponds to a large extent with that of the July-maxima of precipitation (see fig. 6 on p. 73 of Meded. en Verh. 34a). There is also correspondance with regard to the later occurrence of the maxima in the west, with the restriction that the retardation is smaller for humidity than for rainfall.

*Distribution over the country.* The averages do not differ more than a few tenths of a millimetre over the whole country. There is, generally speaking, an increase of humidity from east to west and from north to south, an effect of the influence of the sea, and of the higher temperature in the south. These differences make themselves apparent most regularly in winter, the increase from north to south preponderates in spring, that from east to west in autumn, the differences being small and irregularly distributed in summer<sup>1)</sup>. A town effect is observed at Amsterdam (see § 3).

### 3. RELATIVE HUMIDITY, MEAN VALUES (table 2)

*Annual variation.* December is at all stations one of the months with the highest relative humidity, an equally high percentage occurring in January chiefly at some stations in the western part of the country. To the latter belong Den Helder, Hoorn, Naaldwyk, Amsterdam, Flushing, and also Winterswyk. The minimum occurs nearly everywhere in May, at a few stations also in June. The most maritime stations Den Helder and Flushing show a lag in the occurrence of the minimum, it appears in June, August and September at Den Helder, and at Flushing in May and June and, moreover, in July and August. This is probably a consequence of the

<sup>1)</sup> At Maastricht the difference between dry and wet-bulb has probably been assumed a little too small, owing to a slight change in the thermometer corrections in the course of years. If the mean error is taken to be 0°,1, all the vapour pressures would be increased by 0,1 mm, the relative humidity for all hours in December—April by about 2 %, in May by 1½ %, and in June—November by 1 %. This correction has not been applied in the tables.

time lag of the temperature maximum at those stations, which are strongly influenced by the sea. Perhaps the retardation of the maximum at the western stations may likewise be attributed to the lag of the temperature minimum at sea.

*Distribution over the country.* There is, generally speaking, a decrease of relative humidity of a few percentages from west to east, and a smaller one from north to south. The difference is most clear in spring and summer and of little importance in autumn and winter. It attains its highest value during the observation of 14 h. At that time of the day, relative humidity is in the summer months 10 % higher in the northwest than in the southeast, whereas the difference is not more than 2 % at 8 h. In winter the difference is not larger than 4 % at 14 h, and very small at 8 h, the percentages being rather lower in the west in stead of higher, in comparison with those in the east. A conspicuous feature is the low humidity at Amsterdam, clearly shown by the relative humidity in all the seasons, but by the vapour pressure in spring and summer only. It may be considered as an influence of the large town, with regard to relative humidity mainly as an effect of the higher temperature, whereas the slightly lower vapour pressure is ascribed, f. i. by KRATZER<sup>1)</sup>, to the smaller evaporation, caused by the rapid superficial drainage of the rainwater.

#### 4. MAXIMA AND MINIMA

*Vapour pressure* (see table 3). The highest values of vapour pressure, which are found in a long series of observations, are very frequently the result of defective or erroneous observation. The errors are unmistakable in many cases, in others doubtful. We have checked all the absolute maxima, by comparison with the other eye-readings on the same day of the station in question, as well as with the simultaneous observations at neighbouring stations. Furthermore, as far as available, by comparison with the diagrams of a hygrograph. Whereas the check is conclusive in the latter case, it is quite possible that the absolute maxima of the stations not provided with a hygrograph are too high in some instances, but probably not much more than 1 mm. The check was less rigorous for the mean annual maxima, the extremes being mostly less prominent, however, in this case the error is reduced strongly by the calculation of the averages. Errors in the minima

<sup>1)</sup> ALBERT KRATZER. Das Stadtklima. Die Wissenschaft. Bd. 90, 1937, p. 98.

are to be feared to a much smaller degree, because the defects in the method of observation are apt to yield too high humidities, but not too small ones. So it is entirely according to what might be expected, that the lowest mean annual minima are found in the east (Warnsveld, Winterswyk and Wyster, with 1,5, 1,6 and 1,6 mm respectively), and the highest ones in the west (Den Helder, Flushing and Hoorn, with 2,2, 2,1 and 2,1 mm).

One should, however, take into account, that in a few cases systematic errors have been introduced, for instance because for some time the manipulation of the wet bulb has been unsatisfactory. The monthly means of the tables 1 and 2 have been corrected in those cases as well as possible, but as a rule no corrections have been applied to the maxima and minima. This fact has, for instance, taken place at Sittard during the earlier years, and the relatively high figures in the tables 3 and 4 are, at least partly, due to this cause.

All the absolute minima of vapour pressure occurred at very low temperatures.

*Relative humidity* (see table 4). The absolute minima of relative humidity vary from 25 % at Den Helder and Hoorn to 13 % at Wyster, Oudenbosch and Gemert, the mean annual minima from 42 % at Hoorn to 23 % at Warnsveld and Winterswyk. They generally decrease from NW to SE (for the high figures of Sittard see above). Whereas the mean relative humidity attains nearly everywhere its minimum in May, the absolute minima are found in April at 8 stations out of 15, in March at 2, and in February at 1 station, a consequence of periods of great drought, which occasionally occur at this time of the year with northerly winds.

##### 5. DIURNAL VARIATION

Only part of the available hygrograph diagrams of De Bilt and Maastricht, covering 3 or 4 years, has been used for the determination of the diurnal variation of humidity at these stations; diagrams for Den Helder were available for 1½ year only<sup>1)</sup>. The hourly means of the tables 5—10 have been obtained by linking up the short sets of hygrograph readings with the figures of the tables 1 and 2 for the hours 8, 14 and 19, and reducing the means for the other hours of observation by means of smoothed corrections. In this way, we obtained, that the figures of the tables 5—10 may be considered to apply to the long sets of the tables 1 and 2.

<sup>1)</sup> For October no good records were available.

*Vapour pressure.* The diurnal variation at *De Bilt* shows, in the various months, mainly 4 different types, represented in fig. 2. Each time 2 months with about the same variation have been taken together.

In June—July vapour pressure decreases considerably from 22 till 4 h by condensation (dew formation by cooling). The vapour content increases after 4 h by evaporation of the dew and release of water vapour from the soil, under the influence of the rise of temperature. The increasing convection, which transports a part of the vapour to higher airlevels, has the opposite effect, and the latter obviously becomes predominant after 10 h. The result is a depression in the vapour pressure curve during the warmest part of the day, extending till 20 h. At 20 and 21 h vapour pressure is still a little higher than at the time of the morning maximum of 10 h: the supply of water vapour from the soil has continued until the late afternoon hours, whereas the convection has then become insignificant. After 21 h the influence of condensation again becomes preponderating.

In October and November the vapour pressure curve is fairly undisturbed and the influence of convection is no longer distinctly visible. The higher altitude of the sun in March and April renders the influence of convection again effective in those months, and a depression after 10 h is clearly defined; the evening maximum of the summer months is lacking, however; it seems, that the convection is not strong enough to produce a well-defined minimum in the afternoon. In January and February there is an undisturbed maximum during the warmest part of the day, followed by a slow decrease of vapour pressure during the night.

When considering the diurnal variation at *Maastricht*, one has to take into account, that since September 1904 (see § 1) the observations are made on the tower platform at 20 m above the ground. The difference with *De Bilt* mainly consists in a smaller development of the forenoon maximum, the increase of vapour pressure being less rapid in the course of the morning. It also takes more time, before in the morning the increase of vapour pressure sets in. The convection must first become of some importance, before the evaporated water reaches the level of the thermometers, and then it probably has grown strong enough to counteract considerably further accumulation of water vapour.

The diurnal variation is relatively small at *Den Helder*, but an increase of the vapour content during the warmest part of the day and a decrease during the night is clearly perceptible. The small amplitude and the fact, that the influences of the sea and the land are cooperating both to an ap-

preciable extent in producing the diurnal variation and render the phenomenon intricate, make it advisable to abstain from an explanation in detail.

In the subjoined table we give the differences between the 24-hourly mean  $m$  and the average of the observations taken 3 times a day.

*Difference of vapour pressure  $m - (8 + 14 + 19) : 3$ , in mm*

	Jan.	Febr.	March	April	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
Den Helder	-0.05	-0.02	-0.03	0.07	0.01	0.16	-0.05	0.13	0.12	0.12	0.05	-0.06
De Bilt . .	-0.08	-0.02	-0.08	0.07	-0.13	0.20	-0.22	0.49	0.29	0.16	0.00	-0.05
Maastricht . .	-0.12	-0.06	-0.06	0.19	0.15	0.17	-0.13	0.07	0.20	0.09	0.09	-0.05

They are hardly of any importance for many months, and may for the rest be used, after some smoothing, to reduce the results of the observations taken 3 times a day to true daily means.

*Relative humidity.* It is shown evidently by the 24-hourly figures of the tables 8—10 as well as by those of table 2, that the diurnal variation of relative humidity is at least twice as large in the more continental part of the country as near the coast.

Table 11 contains the mean differences between the relative humidity at 8 and 14 h for the seasons and the year, arranged according to the values of the annual means. The large difference in the daily range between the coast and the landstations is also clearly demonstrated by these figures.

The differences between the daily averages, determined from the observations taken 3 times a day, and the 24-hourly means, are considerable. The following figures may serve to calculate them. Following the example of KÖPPEN<sup>1)</sup>, we have used the formula:

$$m = q + c(14 \text{ h} - q)$$

$m$  being the true daily mean,  $q = \frac{1}{2}(8 \text{ h} + 19 \text{ h})$ , and  $c$  a factor, which may be derived from hygrograph readings by writing:

$$c = (m - q) : (14 \text{ h} - q)$$

The following values of  $c$  have been calculated from the data of the tables 8—10.

<sup>1)</sup> Dr. W. KÖPPEN, Ueber die Ableitung wahrer Tagesmittel aus den Beobachtungsstunden 8 h a.m., 2 h p.m. und 8 h p.m. Ann. d. Hydr. etc. 1888, Heft VIII, S. 341.

	Jan.	Febr.	March	April	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
Den Helder	0.00	0.26	0.21	-0.12	-0.05	-0.16	-0.13	-0.02	0.07	0.15	0.23	0.27
De Bilt . .	0.20	0.22	0.11	-0.03	-0.19	-0.28	-0.17	0.05	0.18	0.22	0.18	0.20
Maastricht .	0.22	0.18	0.13	0.06	-0.14	-0.18	-0.09	0.01	0.12	0.21	0.21	0.24

### 6. INFLUENCE OF POLLUTION ON THE WET-BULB THERMOMETER

For some time two wet-bulb thermometers have been read at Den Helder, one of which (a) was used in the ordinary way, described in § 1. The second one (b) was unprotected, the muslin covering being kept moist by dipping its tail into a small reservoir of water placed near it. The meteorological station is situated behind the seadyke close to the sea, and the air contains a fairly large amount of salt on windy days, and consequently the polluting effect should show itself relatively rapidly here.

The observations have been made at 8, 14 and 19 h, beginning on May 1, 1937. The mean differences b—a for the separate decades are mentioned below, 1° the difference between the readings of the 2 wet-bulbs, and 2° the difference in vapour pressure, which is obtained when it is read in the usual way from a psychrometer table, the latter difference yielding the lowering of vapour pressure at the surface of thermometer b on account of the dissolved pollution.

Decades	May			June			July			August		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Difference wet bulbs, C° . . . . .	0.13	0.08	0.11	0.31	0.32	0.39	0.40	0.34	0.51	0.47	0.44	0.32
Difference vapour pressure, mm .	0.15	0.10	0.14	0.45	0.44	0.50	0.57	0.49	0.71	0.69	0.64	0.52

It occurred in a few cases with high humidity that the reading of the wet-bulb b was higher than that of the dry bulb, probably because the saturation pressure of the water vapour was so much depressed by the dissolved salt, that water was condensating on the wet muslin<sup>1</sup>).

<sup>1</sup>) One should also take into account, that the wet-bulb is rendered slower than the dry one by the sheltering muslin, and that with falling temperature it may also by this effect yield a too high reading in relation to the dry thermometer.

In September irregular deviations appeared in the differences, caused by insufficient moistening of thermometer b on account of the pollution. In October both thermometers were provided with clean muslin covering. That of thermometer a was still in a good state, but the other one had assumed a brown colour and felt hard after drying. In October differences of the same order as in September occurred already 3 days after the change of the coverings, which may be ascribed to the unfavourable autumn weather with a stronger sea wind than had occurred in the summer months.

A lowering of vapour pressure of 0,6 mm, as was found in August with a mean temperature of 18°, corresponds with a concentration of a NaCl solution of 6,8 grammes in 100 grammes of water.

It will be apparent from the above, that the protection of the wet-bulb is a necessity at the coast stations. It is also very desirable against other sources of pollution, as smoke in large cities, the dust on aerodromes etc., and also in other circumstances it keeps the muslin much longer in the proper state.

#### 7. WET-BULB TEMPERATURE

The sensitiveness of the human body for differences of humidity is relatively small when the temperature is not too high<sup>1)</sup>. In those circumstances the loss of heat, depending on heat conduction and radiation, and also on evaporation, is amply sufficient for the maintenance of the heat equilibrium, and the last-mentioned factor of no preponderating importance. Its significance, however, increases appreciably with high degrees of heat, when the two first-mentioned factors become smaller and the body is compelled to have recourse to increased evaporation from the skin by visible perspiration. In those circumstances the readings of the wet-bulb become a good measure for the oppressive character of the weather, because they give an indication of the influence both of temperature and humidity<sup>2)</sup>.

Table 12 contains all the wet-bulb temperatures observed at De Bilt during the period 1906—1937 of 23° and higher, with the corresponding values of ordinary temperature, relative humidity and vapour pressure (observations taken 3 times a day). Moreover, there were observed 53 wet-bulb temperatures of 22°.0—22°.9.

<sup>1)</sup> An exception is made for the sensation of „damp cold”, which is experienced with temperatures a few degrees above the freezing point, which effect appears to depend upon humidity. (VAN EVERDINGEN, Beiträge zur Geophysik, p. 299—301, Heft 2—4, 1937).

<sup>2)</sup> See Verhandelingen n°. 8 of the Royal Magn. and Meteor. Observatory at Batavia. The climate of the Netherlands Indies, Vol. I, English text, p. 172.

The figures of the table may serve for answering practical questions, particularly those concerning air conditioning of buildings. The question is proposed, for instance, for what conditions a refrigerating plant should be designed in order to fulfil the requirement, that even in the most sultry weather the comfort may satisfy the demand. The table gives a number of cases, varying between wide limits with regard to temperature and humidity.

The figures may also serve for a comparison between the climate of the Netherlands and the tropical climate. The highest wet-bulb temperature in the table is  $24^{\circ}5$ , and in only 5 cases it attains  $24^{\circ}$  or more.

On the other hand may be stated, that according to my tropical experience the heat at Batavia is still scarcely felt as inconvenient with a wet-bulb reading of  $24^{\circ}$ . The weather begins to become oppressive at  $25^{\circ}$ , the heat becoming troublesome even during sedentary occupations; at  $26^{\circ}$  complaints about the heat become general.

At Batavia  $24^{\circ}$  is the average wet-bulb reading for day and night (24-hourly mean),  $26^{\circ}$  occurring only at the most sultry epoch of the day and as a common experience only in the hottest months. In Buitenzorg, well-known for its „cool” climate,  $24^{\circ}$  is the average wet-bulb temperature at 14 h. It is a consequence of extreme adaptation to the climate with respect to mode of living, dressing and housing, that people in the tropics bear high degrees of heat with relatively so little inconvenience.

