

DIENST
DER
ZUIDERZEEWERKEN

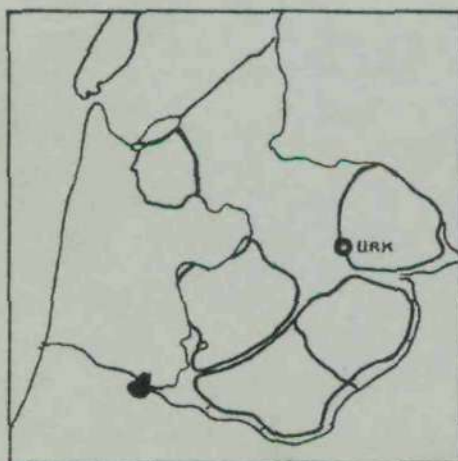
bx

73437

DE VERDAMPINGSWAARNEMINGEN
TE
URK

van Augustus 1943 tot en met November 1946

door
C.H. de Jong
en
ir. A. Volker.



met 9 bijlagen.

7060

Bijlage 6, behorende bij het
EERSTE VERSLAG v. d.
Werkcommissie voor Verdampingsonderzoek.

DE VERDAMPINGSWAARNEMINGEN TE URK
van Augustus 1943 tot en met November 1946

door
C.H. de Jong
en
ir. A. Volker.

rijkswaterstaat bibliotheek
directie flevoland
postbus 600
1200 AP Lelystad

I. Inleiding.

Ter bepaling van de verdamping van het IJsselmeer is reeds kort na de afsluiting begonnen met het uitvoeren van verdampingswaarnemingen in gesloten drijvende bakken.

Nadat de waarnemingen in de meetbakken te Schokland wegens de droogmaling van de Noordoostpolder einde 1940 moesten worden gestaakt, werden zij in Augustus 1943 op gelijke wijze te Urk hervat. De bewerking van de waarnemingen te Schokland is geschied in de nota "De Verdamping van het IJsselmeer" door dr. ir. J.P. Mazure en ir. A. Volker ¹⁾. Deze nota volgde in beginsel de reeds in 1936 in het tijdschrift "Hemel en Dampkring", jaargang 34, afleveringen 3 en 4 uiteengezette methoden.

Ook bij het bewerken der nieuwe waarnemingen te Urk is men hierop aangewezen wegens het vooralsnog ontbreken van meer exacte kennis omtrent de factoren, welke de verdamping van een vrij wateroppervlak beïnvloeden.

Kort samengevat berust deze methode op het volgende:

- a. De normale waarden, zowel voor het jaar, als voor iedere maand afzonderlijk van de verdamping in de drijvende meetbakken worden bepaald door vergelijking van de beschouwde korte reeks waarnemingen met een lange waarnemingsperiode op een naburig station;
- b. de normale waarde van de verdamping van het IJsselmeer (V_y), het voornaamste deel van deze onderzoeken, kan dan worden bepaald door de onder a) gevonden waarden te corrigeren voor het verschil in meteorologische condities tussen het IJsselmeer en de meetbak; als hulpmiddel hiertoe staat alleen de verdampingswet van Dalton ter beschikking.

De waarnemingen te Schokland hebben geleid tot een V_y van 710 mm/jaar met een geschatte onzekerheid van 10%.

De korte waarnemingsperiode te Urk en het door de oorlogsomstandigheden geringe aantal gegevens betreffende de temperatuur van het IJsselmeer laten niet toe tot een overeenkomstig resultaat der nieuwe metingen te besluiten. Toch zijn deze reeds thans volledig bewerkt teneinde tekortkomingen bij de metingen te kunnen opheffen en een opeenstapeling van waarnemingsmateriaal te vermijden. Dat het uiteindelijk resultaat V_y veel minder gefundeerd is dan dat in de "Nota Verdamping" zal vanzelf blijken.

Achtereenvolgens zullen behandeld worden:

- a. De werkelijke dampspanning van de lucht te Urk en boven het IJsselmeer.
- b. De maximum dampspanning, behorende bij de watertemperaturen.
- c. De verdamping in de meetbakken te Urk.
- d. De verdamping van het IJsselmeer.

¹⁾. In het vervolg aangeduid met "Nota Verdamping".

bu
73437 7000

II. De werkelijke dampspanning e_d van de lucht te Urk en boven het IJsselmeer.

Door het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut wordt op verschillende stations driemaaldaags met een psychrometer de waterdampspanning e_d van de lucht bepaald. Op de rondom het IJsselmeer gelegen stations den Helder, Hoorn, Amsterdam (Filiaal), de Bilt en Wijster zijn gegevens beschikbaar over de periode 1905 - 1946; van Augustus 1943 af zijn te Urk op dezelfde wijze waarnemingen gedaan door de Dienst der Zuiderzeewerken. De maandgemiddelden, rechtstreeks afgeleid uit de dagelijks bepaalde dampspanningen van de eerstgenoemde stations, worden gepubliceerd in de jaarboeken van het K.N.M.I., afdeling III "Maand- en Jaaroverzicht van Driemaaldaagse Waarnemingen".

Het gemiddelde van deze cijfers geeft op ieder station maand voor maand de normale waarde van e_d over de basisperiode 1905 - 1946. Deze getallen zijn verzameld in Bijlage I. De waarnemingen te Urk zijn herleid tot de basisperiode met behulp van die te Hoorn, daar hiertussen de meeste overeenstemming bestaat, zoals blijkt uit Bijlage Ia. De afgeleide normale waarden van e_d te Urk zijn eveneens vermeld in Bijlage I.

De waarnemingen te Urk bevestigen de in de "Nota Verdamping" getrokken conclusie, dat e_d boven het IJsselmeer hoger is dan boven het land. Inderdaad geven ook de overige resultaten geen aanleiding de in die Nota gevolgde wijze van berekening van e_d boven het IJsselmeer te herzien. Deze wordt dus gevonden als het gemiddelde van Hoorn en Urk, ieder met gewicht 2 en den Helder met gewicht 1 en blijkt niet meer dan 0,1 mm te verschillen van de in 1940 bepaalde waarden.

Opmerking: De gemiddelde waarde van e_d te Urk en Hoorn over de periode 1943 - 1946 blijkt vooral gedurende de zomermaanden lager te zijn dan de normale e_d , terwijl hij over 1943 - 1946 in de overige stations hoger of gelijk is.

III. De maximum dampspanning e_w van de lucht, behorende bij de temperaturen van het water in de meebakken te Urk en van het IJsselmeer.

1. Gegevens.

De max. dampspanning e_w is een - bekende - eenduidige functie van de watertemperatuur, daarom zal in dit hoofdstuk voornamelijk op de bepaling der watertemperaturen worden ingegaan.

Werden reeds gedurende de waarnemingsperiode te Schokland moeilijkheden ondervonden bij een nauwkeurige bepaling van de temperatuur van het IJsselmeer, gedurende de nu beschouwde waarnemingsperiode waren de oorlogsomstandigheden oorzaak, dat het aantal temperatuurwaarnemingen van het IJsselmeer zeer beperkt is gebleven.

Op dezelfde wijze als in tabel 5 van de "Nota Verdamping" zijn de te gebruiken symbolen verzameld in tabel 1.

OVERZICHT VAN DE SYMBOLEN VOOR DE
WATERTEMPERATUREN

Tabel 1.

	Haven Urk	Haven Nijkerk	Haven Urk bij meetbak	Meetbak Urk	IJssel- meer gem.
Maandgemiddelde van de temperatuur om 8 h over lange reeks jaren	U_8	N_8	U'_8		
Idem over ongeveer 10 jaar	\bar{u}_8	\bar{n}_8			
Idem over korte periode	u_8		u'_8		
Maandgemiddelde van de dagelijkse temperaturen te 8 h, 14 h en 19 h over een lange reeks jaren	U_{3x}	N_{3x}	U'_{3x}	M_{3x}	Y_{3x}
Idem over ongeveer 10 jaar	\bar{u}_{3x}	\bar{n}_{3x}			
Idem over korte periode	u_{3x}		u'_{3x}	m_{3x}	
Gem. der temperatuurwaarnemingen te 8 h, 14 h en 19 h op willekeurige dagen	u_w	n_w			y_w
Maandgemiddelde van het gemiddelde der drie-maaldaagse maximum- en minimum-temperaturen over korte periode			u'_m	m_m	

Omrand = gegeven grootheid.

Gegeven zijn:

U₈: het 38-jarig gemiddelde van de door het K.N.M.I. verrichte waarnemingen om 8 h in de haven van Urk, gepubliceerd in de "Overzichten gemiddelde watertemperatuur in Nederland";

N₈: waarnemingen in de haven van Nijkerk om 8 h door het K.N.M.I. van 1909 tot 1932 en door de Dienst der Zuiderzeewerken van Juni 1936 tot en met November 1946, met behulp van bovenstaande waarnemingen te Urk herleid tot het gemiddelde over 38 jaar;

\bar{u}_8)
 \bar{u}_{3x}) Waarnemingen door de Dienst der Zuiderzeewerken van Juni
 u_w) 1936 tot en met November 1946 verricht, doch onvolledig
 n_8) in de wintermaanden;
 n_{3x})
 n_w)

u_8)
 u_{3x}) idem van September 1943 tot en met November 1946, even-
 m_{3x}) eens onvolledig gedurende de wintermaanden;
 m_m)
 u_8)
 u_{3x})
 u_m)

y_w : waarnemingen, verricht aan boord van het m.s. "Flevo" gedurende tochten over het IJsselmeer van Juni 1936 tot en met November 1946. Zoals reeds is opgemerkt, is het aantal waarnemingen van Mei 1940 af zeer gering.

De waarnemingsreeksen over lange perioden te Urk en Nijkerk vormen dus de grondslag voor de berekening van de normale temperaturen U_{3x} , N_{3x} , M_{3x} en Y_{3x} . Reeds bij de bewerking in 1940 werd de

vraag gesteld, of een wijziging van de natuurlijke omstandigheden op het IJsselmeer - in dit geval de afsluiting van de Zuiderzee - een merkbare invloed heeft gehad op de watertemperaturen te Urk en Nijkerk. Nadien is de droogmaking van de Noordoostpolder gereed gekomen en is de haven van Urk gewijzigd en daarmee zijn nieuwe mogelijke oorzaken van systematische veranderingen in het temperatuurbeeld te Urk ontstaan, die echter kwantitatief moeilijk van de eerstgenoemde invloed te scheiden zijn. Tracht men dit te doen, dan zijn op Urk drie perioden te onderscheiden:

periode a: vóór de afsluiting van de Zuiderzee op 28 Mei 1932;

periode b: tussen de afsluiting en de droogmaking van de Noordoostpolder, tevens wijziging van de haven van Urk;

periode c: na de droogmaking van de Noordoostpolder.

Als overgangsdatum tussen de periode b en c is gekozen 1 Januari 1941, ongeveer het tijdstip van sluiten van de Noordoostpolderdijk.

Een vergelijking van deze perioden onderling wordt bemoeilijkt door de korte duur van b en c. Daarom zijn de te Urk in elk van de perioden a, b en c gemeten temperatuurgemiddelden met behulp van de waarnemingen te Katerveer herleid tot langjarige gemiddelden, waarbij men dus veronderstelt:

1e. dat de te onderzoeken invloeden te Katerveer niet werkzaam zijn;

2e. dat te Urk en te Katerveer gelijke afwijkingen van de normale waarden der temperaturen optreden.

De op deze wijze berekende langjarige gemiddelden te Urk zijn voor elke periode afzonderlijk maand voor maand vermeld in Tabel 2 en vormen nu het gezochte vergelijkingsmateriaal.

		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	JAAR
LANGJARIG GEM. VAN URK	A	1,9	1,9	4,5	8,7	13,6	17,7	18,7	18,3	15,6	10,9	5,8	2,9	10,0
AFGELEID UIT WAARNEMINGEN OVER PERIODE	B	1,8	1,8	4,6	8,9	13,8	17,3	18,9	18,5	15,8	10,9	5,8	2,8	10,1
	C	2,2	2,0	4,4	8,4	13,4	16,8	18,3	17,8	15,2	10,5	5,7	3,0	9,8

Op grond van deze getallen zou men dus kunnen besluiten, dat de temperatuur na de afsluiting gedurende de zomer- en overgangsmaanden gemiddeld $0,2^{\circ}\text{C}$ is gestegen en gedurende de wintermaanden ongeveer $0,1^{\circ}\text{C}$ gedaald is, hetgeen te verklaren is uit de verminderde stroming in het IJsselmeer en de kleinere wateruitwisseling tussen de haven en zijn directe omgeving.

Daarentegen zou het gevolg van de droogmaking zijn een gemiddeld $0,5^{\circ}\text{C}$ lagere temperatuur in de zomer- en overgangsmaanden en een gemiddeld $0,2^{\circ}\text{C}$ hogere temperatuur in de wintermaanden. Dit is moeilijk te verklaren, tenzij men bovenstaande redenering omkeert, wat echter niet aanvaardbaar lijkt.

De vraag rijst nu, of de gemaakte veronderstellingen juist zijn. Voor de eerste is dit met grote mate van waarschijnlijkheid wel aan te nemen. Ter beoordeling van de invloed van klimaatvariatiaties in een kort tijdvak ten opzichte van een lange periode is eveneens op de stations Nijkerk, Katerveer en Lobith de gemiddelde watertemperatuur bepaald over de respectievelijke perioden a, b en c. Een beschouwing van deze in Bijlage II weergegeven cijfers leert, dat, hoewel de richting van de temperatuursveranderingen op de verschillende stations in hoofdzaak dezelfde is, de grootte van de variaties sterk verschilt. De juistheid van de tweede veronderstelling is dus twijfelachtig, waarmee de boven uitgewerkte oplossing met haar gevolgtrekkingen op losse schroeven komt te staan.

Tevens volgt uit Bijlage II, dat de afwijking van de temperatuur over een korte periode ten opzichte van een lange groter is door de invloed van wijzigingen in de natuurlijke gesteldheid van het IJsselmeer. Alleen een lange reeks waarnemingen na een dergelijke wijziging zou de mogelijkheid bieden de invloed hiervan na te gaan, onder voorwaarde echter, dat er geen algemene klimaatverschuiving plaats vindt.

Momenteel moet de gestelde vraag nog onbeantwoord blijven. Bij de verdere berekeningen is dan ook uitgegaan van de langjarige gemiddelden van Urk en Nijkerk zonder correcties aan te brengen voor eventuele afwijkingen.

2. Berekening van M_{3x} en Y_{3x} (zie Bijlage III).

Hiervoor zijn de volgende reductievergelijkingen toegepast:

$$U_{3x} - U_8 = \bar{u}_{3x} - \bar{u}_8 \quad (1)$$

oftewel:

$$U_{3x} = U_8 + \bar{u}_{3x} - \bar{u}_8 \quad (1a)$$

Op dezelfde wijze:

$$N_{3x} = N_8 + \bar{n}_{3x} - \bar{n}_8 \quad (2a)$$

Voor de haventemperatuur te Urk bij de meetbak geldt:

en voorts:
$$U_8' - U_8 = u_8' - u_8 \quad (3)$$

bovendien
$$U_{3x}' - U_8' = u_{3x}' - u_8' \quad (4)$$

$$U_{3x}' - U_{3x} = u_{3x}' - u_{3x} \quad (5)$$

hetgeen hoogstens een verschil van 0,1°C met vergelijking (4) geeft; de volgens vergelijking (5) berekende waarden zijn waarschijnlijk het meest betrouwbaar.

M_{3x} kan nu op twee wijzen bepaald worden:

1e uit
$$M_{3x} - U_{3x} = m_{3x} - u_{3x}' \quad (6)$$

of
$$M_{3x} = U_{3x}' + m_{3x} - u_{3x}' \quad (6a)$$

2e uit
$$M_{3x} - U_{3x}' = m_m - u_m' \quad (7)$$

of
$$M_{3x} = U_{3x}' + m_m - u_m' \quad (7a)$$

waarbij vergelijking (6) de beste benadering is en vergelijking (7) meer ter contrôle dient. De overeenstemming tussen de gevonden waarden is goed.

De normale temperatuur Y_{3x} van het IJsselmeer is op twee wijzen te vinden, nl. door vergelijking van de vanaf het m.s. "FLEVO" gemeten temperaturen met de op hetzelfde ogenblik in de haven van Urk resp. Nijkerk waargenomen temperaturen.

Dus
$$Y_{3x} - U_{3x} = y_w - u_w \quad (8)$$

of
$$Y_{3x} - U_{3x} + y_w - u_w \quad (8a)$$

en
$$Y_{3x} - N_{3x} = y_w - n_w \quad (9)$$

of
$$Y_{3x} = N_{3x} + y_w - n_w \quad (9a)$$

De vereffening van de in de rechterleden der vergelijkingen voorkomende verschillen geschiedde in navolging van de "Nota Verdamping" bij de vergelijkingen (1) tot en met (7) met behulp van de methode der voortschrijdende gemiddelden en bij de laatste twee vergelijkingen op grafische wijze (Bijlage IV).

De methode der voortschrijdende gemiddelden kan bij de vergelijkingen (3) tot en met (6) gedurende de wintermaanden niet toegepast worden wegens het ontbreken van de waarnemingen.

Hier werd eveneens gebruik gemaakt van de grafische methode; zie Bijlage IV, en de zwartomrande waarden in Bijlage III.

Zoals te verwachten is, vindt men voor U_8 , U_{3x} , N_8 en N_{3x} nagenoeg dezelfde waarden als in 1940, daar het geringe aantal waarnemingen na dit jaar ten opzichte van het grote aantal voorafgaande niet veel gewicht in de schaal kan leggen.

De normale temperatuur van de meetbak te Urk daarentegen blijkt over het gehele jaar genomen ongeveer 0,3°C hoger te zijn dan de overeenkomstige waarde, die voor Schokland was gevonden.

Het sterkst spreekt dit verschil gedurende de tweede helft van het jaar, het is dan 0,5 à 1,0°C groot. Eenzelfde beeld vindt men gedeeltelijk terug in een andere jaarlijkse gang van het temperatuurverschil tussen het water in de meetbak en het omringende water, zie tabel 3.

TABEL 3.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
BAK-HAVEN SCHOKLAND	+ 0,1	+ 0,4	+ 0,6	+ 0,6	+ 0,5	+ 0,2	+ 0,1	- 0,2	- 0,3	- 0,4	- 0,4	- 0,2
BAK-HAVEN URK	0,0	+ 0,3	+ 0,6	+ 0,7	+ 0,7	+ 0,7	+ 0,6	+ 0,5	+ 0,4	+ 0,1	0,0	- 0,1

Uit het bovenstaande volgt wel, dat het verschil bak-haven voornamelijk afhangt van plaatselijke factoren.

Door het geringe aantal waarnemingen op het IJsselmeer gedurende 1943 - 1946 heeft een vergelijking tussen het verschil in temperatuur van de haven om de meetbak en het IJsselmeer weinig waarde.

De bepaling van de normale IJsselmeertemperatuur berust hoofdzakelijk op de gegevens van voor 1940, hetgeen uiteraard tot ongeveer dezelfde waarden leidde als in de "Nota Verdamping" vermeld.

IV. De verdampingsmetingen.

De maandcijfers van de verdamping in de drijvende meetbakken te Urk zijn jaar voor jaar vermeld in Bijlage V. De herleiding van deze cijfers tot de normale waarde van de verdamping is weer geschied met behulp van de metingen in de normale verdampingsmeter te de Bilt. In Bijlage V is deze bewerking uitgevoerd. Voor iedere maand is de verhouding bepaald van de op Urk en te de Bilt waargenomen verdamping.

De maand voor maand bepaalde gemiddelden dezer verhoudingscijfers zijn grafisch vereffend (bijlage Va) en wel zodanig, dat de som der afgeleide normale maandcijfers der verdamping onveranderd blijft.

De afgeleide normale waarden te Urk zijn weergegeven in de laatste kolom van Bijlage V.

Deze cijfers zijn ongeveer 15% lager dan de in 1940 voor de meetbakken in Schokland berekende, terwijl de hogere temperaturen in de meetbakken te Urk en de gelijke werkelijke dampspanning juist het tegendeel deden verwachten. Sterke twijfel ten aanzien van de reële betekenis van de gevolgde reductiemethode schijnt derhalve zeker op zijn plaats. Temeer, daar de verdamping te de Bilt over de periode 1943 - 1946 gemiddeld ongeveer 12% hoger is dan normaal.

Of in een dergelijke abnormale periode te Urk en de Bilt de afwijkingen van het gemiddelde over een zekere periode t.o.v. de normale waarde nog op analoge wijze zullen verlopen - het uitgangspunt van de reductiemethode - is een vraag, die hier niet beantwoord kan worden.

In dit verband kan nog opgemerkt worden, dat de afwijking over het tijdvak 1933 - 1940 te de Bilt slechts 1 à 2% bedroeg.

Kwantitatieve conclusies zijn hieraan echter niet te verbinden wegens het ontbreken van een normale verdampingsmeter te Urk. Deze zou inzicht kunnen verschaffen in het afwijkend gedrag van een drijvende verdampingsmeter t.o.v. een normale onder verschillende omstandigheden.

Voorlopig zijn echter de in Bijlage V berekende normale waarden te Urk aangehouden. De wintermaanden ontbreken volledig. De betreffende cijfers worden nu berekend met behulp van de Wet van Dalton

$$V = c(e_w - e_d) (1 + 0,25v).$$

Voor de functie $1 + 0,25v$, waarin v de windsnelheid in m per seconde voorstelt, worden dezelfde waarden aangehouden als in de "Nota Verdamping". Deze functie toch is een dermate ruwe benadering van de invloed van de wind op de verdamping, dat een nauwkeurige bepaling van de gemiddelde windsnelheid v te Urk uit de windwaarnemingen aldaar niet gewettigd schijnt.

In bovenstaande vergelijking stellen verder voor:

e_w : de bij de normale watertemperatuur t_w in de meetbak behorende maximum dampspanning; daar e_w niet lineair met t_w toeneemt, is e_w iets te laag; / normale

e_d : de normale werkelijke spanning van de waterdamp in de lucht te Urk;

c : een nog onbekende constante, die gelijkgesteld wordt aan het quotient van de som van de bekende waargenomen normale maandwaarden van de verdamping en de som van $(1 + 0,25v)(e_w - e_d)$ over dezelfde maanden.

Dit quotient blijkt te zijn 0,0147 (v in mm/uur en e_w en e_d in mm). De hiermee berekende maandwaarden stemmen^w zeer goed overeen met de uit de waarnemingen afgeleide normale waarden; zie Bijlage VI. Dit is wederom een aanwijzing voor de geldigheid van de Wet van Dalton onder verschillende omstandigheden.

V. De verdamping van het IJsselmeer.

Nu de constante in de wet van Dalton (0,0147) bekend is, kan met behulp van deze wet de verdamping op het IJsselmeer worden berekend. Deze berekening is in staatvorm uitgewerkt in Bijlage VII.

Voor de temperatuur van het IJsselmeer heeft men de beschikking over de in 1940 uit de vergelijkende waarnemingen met 4 stations afgeleide normale waarden en de in dit rapport, Bijlage III vergelijking (8) en (9), bepaalde cijfers.

De gesubstitueerde normale waarden zijn met beide gegevens zo goed mogelijk in overeenstemming gebracht. De werkelijke dampspanning e_d boven het IJsselmeer is reeds bepaald in Bijlage I.

De windfactor wordt even groot aangenomen als in het vorige hoofdstuk.

De invloed van de sterkere wind en de golfslag op het IJsselmeer kan nog niet beter in rekening worden gebracht dan door een toeslag van 5% op de berekende maandwaarden aan te brengen.

Het uiteindelijke resultaat is een jaarsom van 567 mm, hetgeen een sterke verlaging betekent t.o.v. de in 1935 en 1940 gevonden waarden van resp. 630 en 710 mm. Daar de overige factoren in de Wet van Dalton nagenoeg hetzelfde zijn als in 1940, is dit grote verschil voornamelijk toe te schrijven aan de veel lagere c -waarde nl. 0,0147 t.o.v. 0,019 in 1940.

Om mogelijke oorzaken voor deze afwijking te kunnen onderzoeken, moge eraan herinnerd worden, dat c bepaald is voor de meetbakken te Urk als het quotient som waargenomen normale verdamping/ som $(1 + A_v)(e_w - e_d)$.

Beschouwen we de hierin voorkomende factoren nader:

1e. De uit de waarnemingen afgeleide normale verdamping. Reeds in Hoofdstuk IV is op de mogelijkheid gewezen, dat deze getallen niet juist zijn. Het is het meest waarschijnlijk, dat ze te laag zijn.

2e. De windfactor. Hierover is in de beschouwde periode te weinig bekend om de invloed ervan na te kunnen gaan, doch veel invloed heeft een correctie van deze factor niet.

3e. Het verschil van de maximum en de werkelijke dampspanning. Dit verschil is gedurende de 2e helft van het jaar gemiddeld ongeveer 5 mm groter dan volgt uit het onderzoek in 1940, hetgeen vooral veroorzaakt wordt door de hogere normale meetbaktemperaturen te Urk.

Zowel de lage verdampingscijfers als het grotere verschil $c_w - c_d$ werken mede tot het verkrijgen van een geringe c-waarde.

Is in het bovenstaande de afwijking van c gedacht als een gevolg van de onzekerheden in de gebruikte reductiemethoden, de toepassing van de Wet van Dalton op de drijvende meetbakken te Urk voor ieder jaar afzonderlijk toont aan, dat de lagere c-waarde wel degelijk reëel kan zijn. In bijlage VIII is deze berekening van de verdamping gemaakt voor de jaren 1944, 1945 en 1946. De windfactor is in dit geval opgenomen in de coëfficiënt c. De mate van overeenstemming tussen de berekende en de waargenomen verdamping is redelijk, gezien de grote rol, die toevallige omstandigheden kunnen spelen in dergelijke korte perioden. Neemt men een gemiddelde windfactor aan van 2,2 dan vindt men voor c over de jaren 1944, 1945 en 1946 resp. 0,0126, 0,0129 en 0,0140. Dit duidt erop, dat een verklaring van de vermindering van c zeker niet alleen kan berusten op het al of niet juist zijn van de wijze van bepaling van de normale verdamping en de normale meetbaktemperatuur.

VI Vergelijkende verdampingsmetingen in bakken, drijvende in de haven van Urk en op het IJsselmeer.

Teneinde een nader inzicht te verkrijgen in de invloed van de opstellingsplaats bij de verdampingsmetingen voor het IJsselmeer zijn simultane waarnemingen verricht in een tweetal bakken A en B in de haven van Urk ("binnen") en in twee overeenkomstige bakken, drijvende in het IJsselmeer ca. 2 km buiten Urk ("buiten").

De bedoeling was deze waarnemingen uur voor uur tijdens een groot aantal dagen te verrichten en naast de verdamping ook lucht en watertemperaturen te bepalen. Tot dusver zijn deze metingen slechts op een tweetal dagen (8 en 9 September 1943) uitgevoerd, waarbij op de eerste dag de metingen buiten wegens wind om 12 h afgebroken moesten worden en eerst om 15 h konden worden hervat. Deze metingen zijn nl. alleen bij stil weer mogelijk; bij enige wind spatten de bakken vol.

In Bijlage IX zijn de resultaten der metingen op beide dagen weergegeven en wel voor elk uur de som der verdamping over de voorafgaande uren. Behalve voor de metingen binnen op 8 September stemmen de resultaten in twee in dezelfde omstandigheden verkerende bakken behoorlijk overeen, doch tussen buiten en binnen blijken karakteristieke verschillen te bestaan.

Ook de uur voor uur gemeten watertemperaturen nl. in de vier bakken, haven en IJsselmeer zijn opgenomen, doch de luchttemperaturen zijn alleen binnen bepaald tegelijk met de meteorologische termijnwaarnemingen.

Een verklaring voor het verschil in verdamping buiten en binnen is kwantitatief moeilijk te geven. Toepassing van de wet van Dalton bv geeft een negatief resultaat. Het feit, dat op 9 September tegen het einde van het daggedeelte met de grootste verdamping het verschil weer kleiner wordt, zou erop wijzen, dat de invloed van de wind (turbulentie) slechts gering is, doch er zijn nog te weinig metingen verricht om bepaalde conclusies te kunnen trekken.

VII Conclusie.

Als resultaat der van Augustus 1943 tot en met November 1946 te Urk uitgevoerde verdampingsmetingen zou dus een normale verdamping van het IJsselmeer volgen van 570 mm/jaar, hetgeen een veel lager bedrag is dan in 1940 werd gevonden (710 mm/jaar; "Nota Verdamping"). Reeds in de Inleiding tot deze beschouwingen werd aangegeven waarom aan dit resultaat geen grote waarde mag worden toegekend. De metingen te Urk zullen eerst t.o.v. de vroegere metingen te Schokland en te Breezand betekenis krijgen, indien zij over een langere termijn worden voortgezet. Voor een betrouwbare reductie der metingsresultaten is het gewenst de beschikking te hebben over een verdampingsmeter te Urk van hetzelfde type en dezelfde opstelling als te de Bilt.

Daarnaast is het noodzakelijk meer inzicht te krijgen in de invloed der factoren, welke een verschil in verdamping veroorzaken tussen de meetbakken en het IJsselmeer. Laboratoriumproeven zullen uitsluitend moeten geven op de vraag, welke invloed vochtigheid, windsnelheid en golfvorming hebben op de verdamping van een vrij oppervlak.

De belangen, verbonden aan een meer nauwkeurige kennis van de verdamping van het IJsselmeer - zowel over lange als korte perioden - zijn zo groot, dat zij zeker de kosten en het tijdverlies rechtvaardigen, welke aan het voortzetten der metingen op de bovenbeschreven wijze verbonden zijn. Zolang bovendien de methode van het verticaal waterdamptransport zijn bruikbaarheid voor het IJsselmeer niet heeft bewezen, blijft het uitvoeren van metingen in kleine proefbakken en het corrigeren der hiermede gevonden resultaten de enige methode om tot het gewenste doel te geraken. Uit de tot dusver verrichte studies blijkt wel, hoezeer het gewenst is ter aanvulling van deze methode de verdamping van het IJsselmeer op een daarvan geheel onafhankelijke wijze te kunnen bepalen.

OVERZICHT DER MAANDGEMIDDELDEN VAN DRIEMAALDAGSE WAARNEMINGEN
VAN DE WERKELIJKE DAMPSPANNING, IN MM.

STATION	DEN HELDER	HOORN	WIJSTER	AMSTERDAM (FILTAAL)	DE BILT	URK	IJSSELMEER
PERIODE	1905- 1946	1905- 1946	1905- 1946	1905- 1946	1905- 1946	AFGELEID	AFGELEID
JANUARI	5,0	5,2	4,8	5,2	5,0	5,0	5,1
FEBRUARI	5,1	5,2	4,9	5,2	5,0	5,0	5,1
MAART	5,5	5,8	5,4	5,5	5,4	5,7	5,7
APRIL	6,4	6,9	6,5	6,3	6,3	6,9	6,8
MEI	8,2	9,0	8,5	8,1	8,4	9,1	8,9
JUNI	9,7	10,5	10,2	9,5	9,9	10,7	10,4
JULI	11,3	12,2	11,8	10,9	11,5	12,4	12,1
AUGUSTUS	11,4	12,3	11,7	11,2	11,5	12,4	12,1
SEPTEMBER	10,0	10,9	10,2	9,9	10,1	11,0	10,8
OCTOBER	8,2	8,3	8,0	8,2	8,1	8,2	8,2
NOVEMBER	6,3	6,4	6,0	6,3	6,1	6,3	6,3
DECEMBER	5,5	5,5	5,1	5,5	5,3	5,3	5,4
JAAR	7,7	8,2	7,8	7,7	7,7	8,2	8,1

OVERZICHT DER MAANDGEMIDDELDEN VAN DRIEMAALDAGSE WAARNEEMINGEN
VAN DE WERKELIJKE DAMPSPANNING EN P.M.

BIJLAGE I A.

STATION	HOORN					URK				
	1943	1944	1945	1946	GEM.	1943	1944	1945	1946	GEM.
JANUARI		6,0	4,0	4,3	4,8		5,8	4,0	3,9	4,6
FEBRUARI		4,6	6,5	5,7	5,6		4,7	5,9	5,5	5,4
MAART		4,9	6,8	5,3	5,7		5,1	6,7	5,2	5,7
APRIL		6,9	7,7	7,0	7,2		7,1	7,6	7,2	7,3
MET		7,6	9,7	8,5	8,6		7,9	9,5	8,3	8,6
JUNI		9,0	10,5	9,4	9,6		9,3	10,7	9,8	9,9
JULI		11,7	12,3	11,8	11,9		11,9	12,2	12,1	12,1
AUGUSTUS	11,5	13,2	12,1	11,4	12,0	11,8	13,4	12,2	11,8	12,3
SEPTEMBER	10,4	9,8	11,7	10,7	10,5	10,6	9,6	10,7	11,0	10,5
OCTOBER	8,6	8,3	9,5		8,8	8,8	8,2	9,3		8,8
NOVEMBER	6,0	6,5	6,5		6,3	6,0	6,3	6,1		6,1
DECEMBER	5,0	5,3	5,6		5,3	4,8	5,2	5,2		5,1
JAAR		7,8	8,5		8,0		7,9	8,3		8,0

De verh. Urk-Hoorn is eerst lopend gemaakt

GEMIDDELTE WATERTemperaturen WAARNEMINGEN KONINKLIJK NEDERLANDS METEOROLOGISCH INSTITUUT
OVER 5 PERIODEN;

A) 1909 - JUNI 1932;
B) JUNI 1932 - JUNI 1941
C) JAN. 1941 - DEC. 1946

	URK			NIJKERK			KATERVEER			LOBITH		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C
JANUARI	2,1			2,7		2,2	3,3		2,3	3,4		2,5
FEBRUARI	1,9			2,7		3,3	3,3		2,9	3,4		3,2
MAART	4,3		5,1	5,0		4,9	5,6		5,1	5,8		5,6
APRIL	8,6		9,7	8,8		10,2	9,2		9,7	9,3		10,2
MEI	13,9		13,3	14,2		14,0	14,2		13,6	14,3		14,2
JUNI	16,0		16,7	16,8		17,2	17,1		17,1	17,4		17,6
JULI	18,5		18,9	18,3		19,2	18,6		19,7	18,9		20,1
AUGUSTUS	18,0		18,6	17,7		18,4	18,3		19,4	18,8		20,4
SEPTEMBER	15,4		15,7	14,8		15,7	15,5		16,5	16,2		17,8
OCTOBER	10,8		11,6	10,8		11,3	11,1		12,2	11,8		13,2
NOVEMBER	5,5		5,8	5,5		6,0	5,3		6,9	6,9		7,5
DECEMBER	2,8		4,2	2,8		3,7	4,1		4,3	4,4		4,7
JAAR	9,9			10,0		10,5	10,6		10,8	10,9		11,4
Z	16,8		16,9	16,8		17,2	17,1		17,4	17,4		18,1
O1	6,5		7,4	6,9		7,6	7,4		7,4	7,6		7,9
O2	13,1		13,6	12,8		13,5	13,4		14,3	14,0		15,5
W	3,1			3,4		3,8	4,2		4,1	4,5		4,5

Z = M + J + J + A; O1 = M + A; O2 = S + O; W = N + D + J + F.

BIJLAGE III

	VERGELIJKING (1)			VERGELIJKING (2)			VERGELIJKING (3)			VERGELIJKING (4)				
	U _{3x} -U ₈ OVER 1946- 1946	U _{3x} -U ₈ LOPEND 3 MND. GEM.	U ₈ NOR- MAAL 38 J.	U _{3x} -U ₈ OVER 1946- 1946	U _{3x} -U ₈ LOPEND 3 MND. GEM.	U ₈ GERED. OP 37 J.	U _{8x} -U ₈ AFGE- LEID	U ₈ -U ₈ OVER 1943- 1946	U ₈ -U ₈ LOPEND 3 MND. GEM.	U ₈ NOR- MAAL 37 J.	U ₈ AFGE- LEID	U _{3x} -U ₈ OVER 1946- 1946	U _{3x} -U ₈ LOPEND 3 MND. GEM.	U ₈ UIV VERG. (3)
JAN.	+0,1	0,0	1,9	0	+0,1	2,1	2,2				2,0		0,0	2,0
FEBR.	+0,1	+0,2	1,8	+0,2	+0,2	2,4	2,6				1,9		+0,1	2,0
MAART	+0,3	+0,3	4,4	+0,5	+0,5	4,9	5,4	0			4,4	+0,3	+0,4	4,8
APRIL	+0,4	+0,4	8,9	+0,7	+0,7	9,1	9,8	0			8,9	+0,8	+0,7	9,4
MET	+0,5	+0,5	13,8	+0,8	+0,8	14,2	15,0	-0,6			13,8	+1,0	+0,8	14,4
JUNI	+0,6	+0,5	17,0	+0,8	+0,7	17,2	17,9	-0,1			17,0	+0,6	+0,8	17,4
JULI	+0,4	+0,5	18,7	+0,6	+0,7	18,6	19,3	-0,5			18,7	+0,8	+0,7	19,0
AUG.	+0,5	+0,4	18,4	+0,7	+0,5	18,2	18,7	-0,5			18,4	+0,6	+0,6	18,5
SEPT.	+0,3	+0,3	15,7	+0,3	+0,4	15,1	15,5	-0,5			15,7	+0,5	+0,5	15,7
OCT.	+0,1	+0,2	11,0	+0,2	+0,2	10,8	11,0	-0,4			11,0	+0,3	+0,4	11,1
NOV.	+0,1	0,0	5,7	+0,1	+0,1	5,7	5,8	0			5,7	+0,3	+0,2	5,8
DEC.	-0,1	0,0	2,8	0	0	2,8	2,8				2,8	0,1	0,0	2,8
JAAR	+0,3	+0,3	10,0			10,1	10,5				10,0			10,3

OMRAND = GRAFISCH BEPAALD.

BIJLAGE III
(VERVOLG)

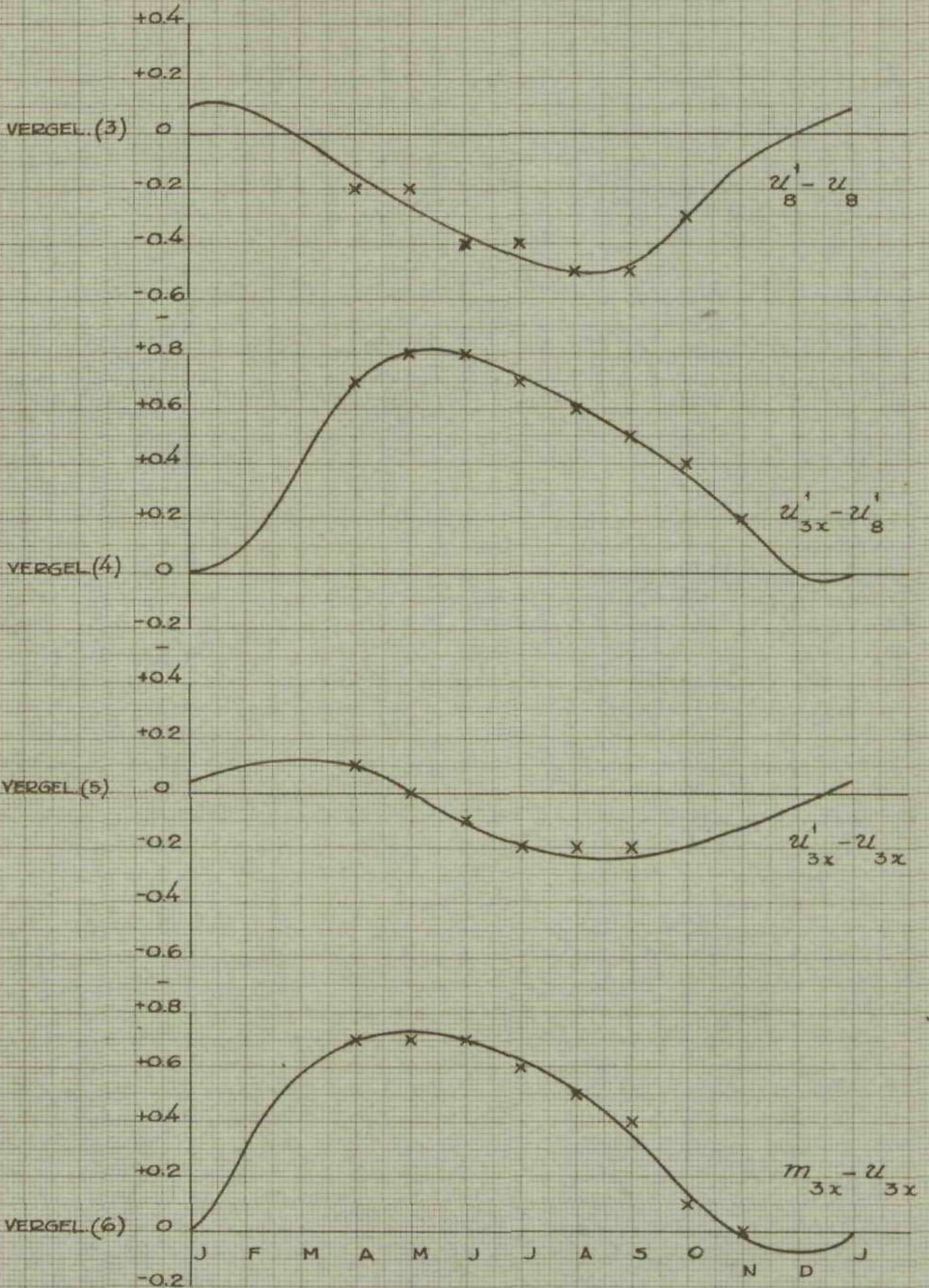
	VERGELIJKING (5)					VERGELIJKING (6)					VERGELIJKING (7)						
	U _{3x} OVER 1943-1946	U _{3x} LOPEND 3 MND. GEM.	U _{3x} UIT VERG. (1)	U _{3x} AFGELEID	Max. U _{3x} OVER 1943-1946	M _{3x} LOPEND 3 MND. GEM.	U _{3x} UIT VERG. (5)	M _{3x} AFGELEID	W _{3x} U _{3x} OVER 1943-1946	M _{3x} LOPEND 3 MND. GEM.	U _{3x} UIT VERG. (5)	M _{3x} AFGELEID	W _{3x} U _{3x} OVER 1943-1946	M _{3x} LOPEND 3 MND. GEM.	U _{3x} UIT VERG. (5)	M _{3x} AFGELEID	W _{3x} U _{3x} OVER 1943-1946
JAN.		0,0	1,9	1,9		0,0	1,9	1,9		0,0	1,9	1,9		0,0	1,9	1,9	
FEBR.		+0,1	2,0	2,1		+0,3	2,1	2,4		+0,3	2,1	2,4		+0,3	2,1	2,4	
MAART	+0,1	+0,1	4,7	4,8	+0,6	+0,6	4,8	5,4	+0,6	+0,6	4,8	5,4	+0,6	+0,6	4,8	5,4	+0,6
APRIL	+0,3	+0,1	9,3	9,4	+0,6	+0,7	9,4	10,1	+0,4	+0,7	9,4	10,1	+0,4	+0,6	9,4	10,0	+0,4
MAY	-0,2	0,0	14,3	14,3	+0,9	+0,7	14,3	15,0	+0,9	+0,7	14,3	15,0	+0,7	+0,5	14,3	14,8	+0,7
JUNI	0,0	-0,1	17,5	17,4	+0,5	+0,7	17,4	18,1	+0,5	+0,7	17,4	18,1	+0,5	+0,6	17,4	18,0	+0,5
JULI	-0,2	-0,2	19,2	19,0	+0,6	+0,6	19,0	19,6	+0,6	+0,6	19,0	19,6	+0,6	+0,6	19,0	19,2	+0,6
AUG.	-0,3	-0,2	18,8	18,6	+0,6	+0,5	18,6	19,1	+0,6	+0,5	18,6	19,1	+0,6	+0,5	18,6	18,5	+0,6
SEPT.	-0,2	-0,2	16,0	15,8	+0,4	+0,4	15,8	16,2	+0,4	+0,4	15,8	16,2	+0,3	+0,4	15,8	15,4	+0,3
OCT.	-0,2	-0,2	11,2	11,0	+0,1	+0,1	11,1 ¹⁾	11,2	+0,1	+0,1	11,1 ¹⁾	11,2	+0,2	+0,1	11,1 ¹⁾	10,2	+0,2
NOV.		-0,1	5,7	5,6	-0,1	0,0	5,7 ¹⁾	5,7	-0,1	0,0	5,7 ¹⁾	5,7	-0,1	-0,1	5,7	4,7	-0,1
DEC.		0,0	2,8	2,8	+0,1	-0,1	2,8	2,7	+0,1	-0,1	2,8	2,7	+0,1	-0,1	2,7	2,3	+0,1
JAAR			10,3	10,3			10,3	10,6			10,3	10,6			10,3	10,3	

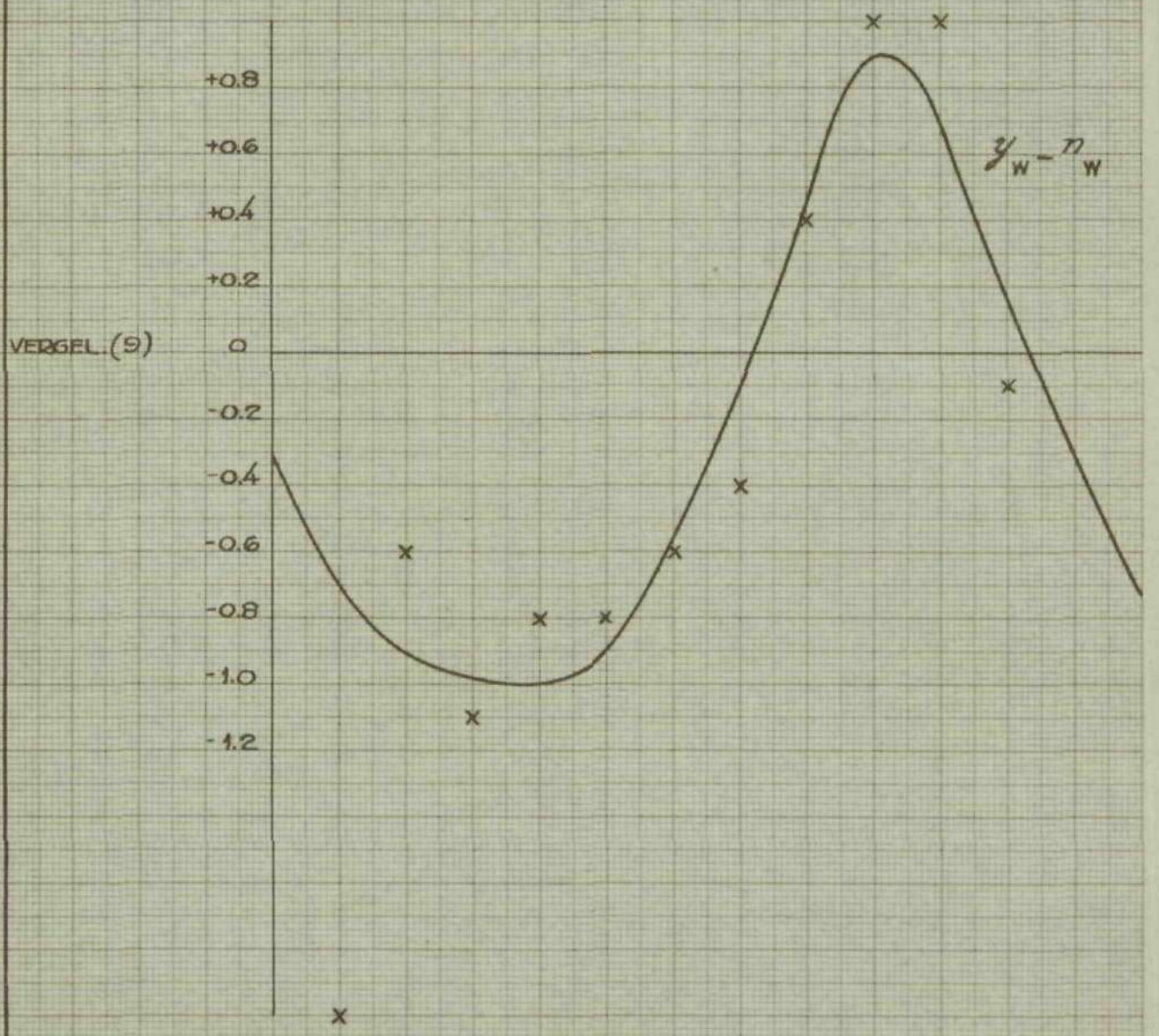
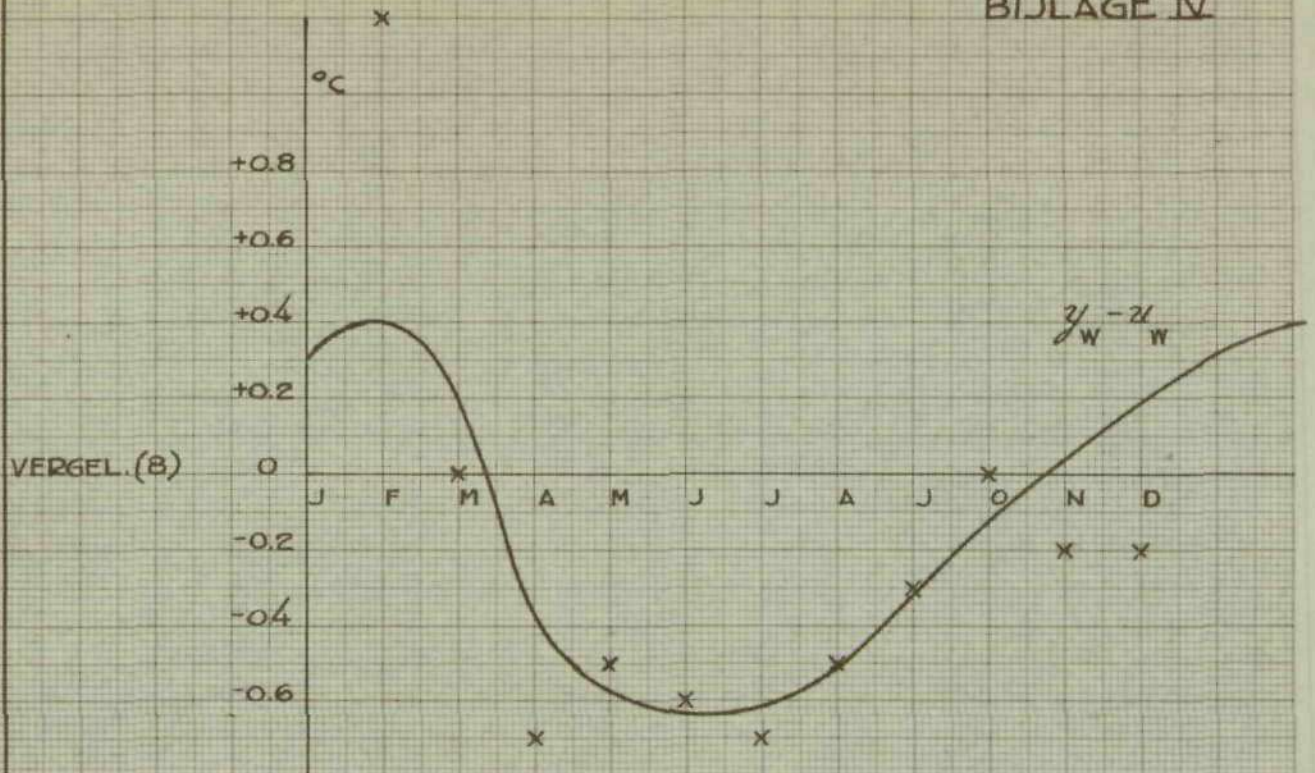
¹⁾ UIT VERG. (4).

¹¹⁾ GEM. VAN U_{3x} UIT VERG. (4) EN (5).

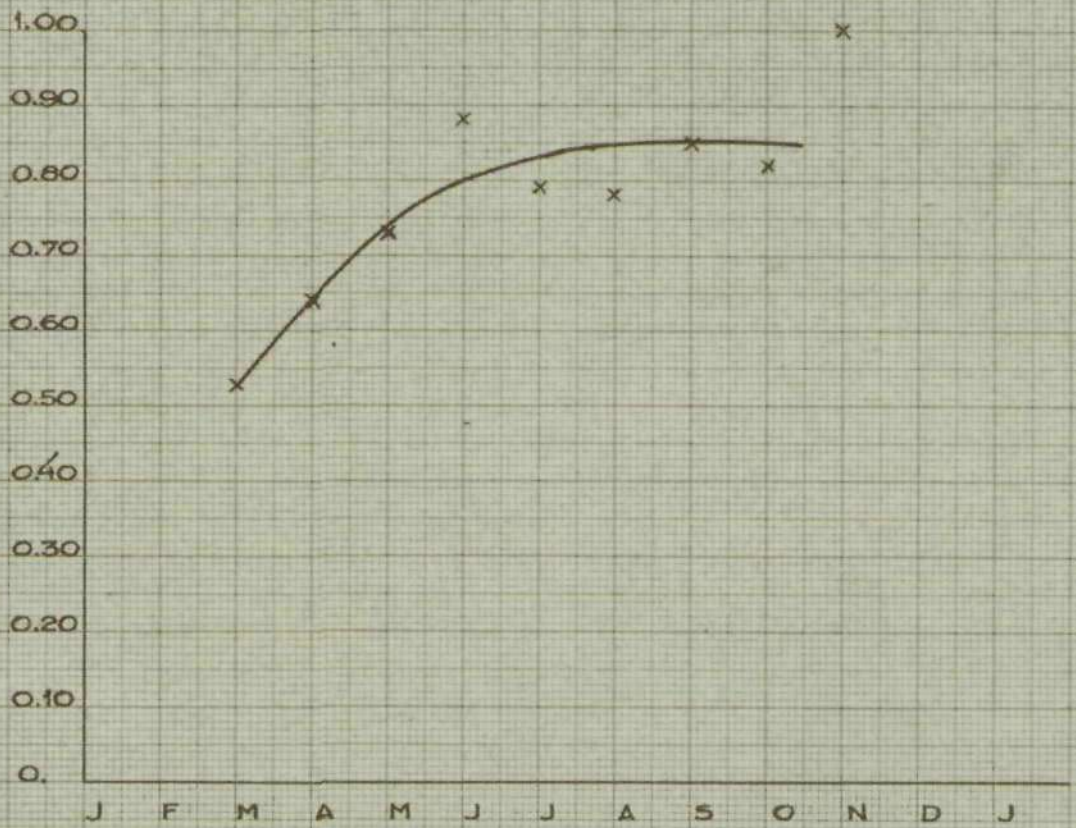
	VERGELIJKING (8)					VERGELIJKING (9)				
	Y _{W-UW} OVER 1936- 1946	Y _{W-UW} VEREF- FEND	U _{3X} UIT VERG. (1)	Y _{3X} AFGE- LEID	Y _{W-NW} OVER 1936- 1946	Y _{W-NW} VEREF- FEND	N _{3X} UIT VERG. (2)	Y _{3X} AFGE- LEID		
JAN.		+0,3	1,9	2,2		-0,3	2,2	1,9		
FEBR.	+1,2	+0,4	2,0	2,4	-2,0	-0,7	2,6	1,9		
MAART	0,0	+0,2	4,7	4,9	-0,6	-0,9	5,4	4,5		
APRIL	-0,7	-0,4	9,3	8,9	-1,1	-1,0	9,6	8,8		
MEI	-0,5	-0,6	14,3	13,7	-0,8	-1,0	15,0	14,0		
JUNI	-0,6	-0,6	17,5	16,9	-0,8	-0,9	17,9	17,0		
JULI	-0,7	-0,6	19,2	18,6	-0,6	-0,6	19,3	18,7		
AUG.	-0,5	-0,5	18,8	18,8	-0,4	-0,1	18,7	18,6		
SEPT.	-0,3	-0,3	16,0	15,7	+0,4	+0,4	15,5	15,9		
OCT.	0,0	-0,1	11,2	11,1	+1,0	+0,9	11,0	11,9		
NOV.	-0,1	0,0	5,7	5,7	+1,0	+0,7	5,8	6,5		
DEC.	-0,1	+0,2	2,8	3,0	-0,1	+0,2	2,8	3,0		
JAAR			10,3	10,1			10,5	10,2		

GRAFISCHE BEPALING VAN
ENKELE TEMPERATUURVERSCHILLEN.





GEM. VERH $\frac{\text{VERDAMPING URK}}{\text{VERDAMPING DE BILT}}$ OVER 1943-1946



BIJLAGE VI.

BEREKENING VAN DE VERDAMPING IN DE DRIJVENDE MEETBAKKEN TE URK.

	DAGEN	M_{3X} OO	E_w	E_D URK	$E_w - E_D$	$1 + \frac{1}{4}V$	BEREKENDE NORMALE VERDAMPING $C = 0,0147$	WAARGEN. NORMALE VERDAMPING
JANUARI	31	1,9	5,2	5,0	0,3	2,50	8	
FEBRUARI	28	2,4	5,4	5,0	0,4	2,40	9	
MAART	31	5,4	5,7	5,7	1,0	2,37	26	27
APRIL	30	10,1	9,2	6,9	2,3	2,32	57	55
MEI	31	15,0	12,7	9,1	3,6	2,17	86	93
JUNI	30	18,1	15,5	10,7	4,8	2,20	112	107
JULI	31	19,6	17,0	12,4	4,6	2,15	108	108
AUGUSTUS	31	19,1	16,5	12,4	4,1	2,17	97	92
SEPTEMBER	30	16,2	13,7	11,0	2,7	2,17	62	63
OCTOBER	31	11,2	9,9	8,2	1,7	2,25	42	33
NOVEMBER	30	5,7	6,9	6,3	0,6	2,35	15	17
DECEMBER	31	2,7	5,6	5,3	0,3	2,45	8	
JAAR		10,6					630 MM	

BEREKENING VERDAMPING VAN HET IJSSELMEER

	DAGEN	Y_{3X} 00	E_w	E_D IJSSELMEER	$E_w - E_D$	$I + \frac{1}{2}V$	BEREKENDE NORMALE VERDAMPING 0 = 0,-147	NORMALE VERDAMP. IJSSELMEER (+ 5%)
JANUARI	31	2,2	5,4	5,1	0,3	2,50	8	8
FEBRUARI	28	2,2	5,4	5,1	0,3	2,40	7	7
MAART	31	4,6	6,35	5,7	0,65	2,37	17	18
APRIL	30	8,8	8,5	6,8	1,7	2,32	42	44
MEI	31	13,8	11,8	8,9	2,9	2,17	69	73
JUNI	30	16,9	14,4	10,4	4,0	2,20	93	98
JULI	31	18,5	15,9	12,1	3,8	2,15	90	95
AUGUSTUS	31	18,3	15,7	12,1	3,6	2,17	86	90
SEPTEMBER	30	15,7	13,3	10,8	2,5	2,17	58	61
OCTOBER	31	11,1	9,9	8,2	1,7	2,25	42	44
NOVEMBER	30	5,9	6,95	6,3	0,65	2,35	16	17
DECEMBER	31	3,2	5,8	5,4	0,4	2,45	11	12
JAAR							539	567

BIJLAGE VIII.

BEREKENING VAN DE VERDAMPING IN DE DRIJVENDE MEETBAKKEN TE URK
VOOR DE AFZONDERLIJKE JAREN 1944, 1945 EN 1946.

	1944							1945							1946						
	DA- GEN	U 3X	E W	E D	E - E W D	BER. VERD. MEET- BAK	WAAR- GEN. VERD.	U 3X	E W	E D	E - E W D	BER. VERD. MEET- BAK	WAAR- GEN. VERD.	U 3X	E W	E D	E - E W D	BER. VERD. MEET- BAK	WAAR- GEN. VERD.		
JANUARI																					
FEBRUARI																					
MAART	31	5,0	6,5	5,1	1,4	29	24							12,1	10,6		3,4	78	79		
APRIL	30	12,1	10,6	7,1	3,5	70	60							15,8	13,4	8,3	5,1	115	121		
MEI	31	14,3	12,2	7,9	4,3	88	92							17,8	14,8	9,8	5,0	113	119		
JUNI	30	16,5	14,0	9,3	4,7	96	122	19,4	16,8	10,9	6,1	127	129	20,3	17,7	12,1	5,6	126	127		
JULI	31	19,4	16,8	11,9	4,9	100	98	20,4	17,8	12,2	5,6	116	131	18,3	15,7	11,8	3,9	88	85		
AUGUSTUS	31	21,8	19,3	13,4	5,9	120	117	18,7	16,1	12,2	3,9	81	89	16,3	13,8	11,0	2,8	63	53		
SEPTEMBER	30	15,5	13,2	9,6	3,6	73	66	16,7	14,2	10,7	3,5	73	77	10,9							
OCTOBER	31	11,2	9,9	8,2	1,7	35	33	12,9	11,1	9,3	1,8	37	32	6,0							
NOVEMBER	30							8,3	8,2	6,1	2,1	44	19								
DECEMBER	31																				
JAAR						611	612					478	477					503	584		

$C' = 0,0276$

$C' = 0,0284$

$C' = 0,0308$

VERGELIJKENDE VERDAMPINGSMETINGEN
OP HET IJSSELMEER EN IN DE HAVEN

