

HY 276.

# Gegevens ijsbezetting in Nederland

DOOR

Ir. P. J. WEMELSFELDER

OVERDRUK PRAE-ADVIEZEN  
VEERTIENDE BINNENSCHIEPVAART-CONGRES

1948

# Gegevens ijsbezetting in Nederland

DOOR

Ir. P. J. WEMELSFELDER  
Hoofdingenieur van de Rijkswaterstaat

## § 1. Doel van het onderzoek.

De extreme omvang van de winter 1947 heeft het vraagstuk van de ijsbezetting op de Nederlandse vaarwegen meer dan ooit in het centrum van de belangstelling geplaatst. Men kan daarin de volgende aspecten onderscheiden.

1. Bestudering van het vóórkomen van ijs.
2. De ijsbestrijding.
3. Administratieve maatregelen van de overheid.
4. De ijsberichtgeving.
5. De meteorologische oorzaken.
6. Economische gevolgen.

Deze studie zal in hoofdzaak gewijd zijn aan punt 1, het statistisch onderzoek, daar omtrent de omvang der ijsbezetting in Nederland nog weinig bruikbare gegevens bekend zijn. De bedoeling is om hiermede een antwoord te geven op vragen als:

wat is de normale omvang van de ijsbezetting in Nederland;  
wat zijn de kansen op stremming van de vaart in verschillende delen van het seizoen;  
worden de winters strenger of zachter;  
is voorspelling mogelijk op grond van een of andere periodiciteit.

De beantwoording van deze vragen is in de eerste plaats bedoeld ten gerieve van de scheepvaart. Doch wellicht kun-

nen sommige gegevens ook betekenis hebben voor bij de scheepvaart betrokken belangen of diensten of voor de uitvoering van werken in de waterbouw e.d.

In het algemeen toch is geen behoorlijke bedrijfspolitiek te voeren zonder kennis van statistische gegevens.

Ten aanzien van punt 2 hebben zich geen gezichtspunten voorgedaan, die een nadere behandeling zouden rechtvaardigen <sup>1)</sup>.

Voor punt 3 worde eveneens naar deze vroegere bundel verwezen <sup>2)</sup>.

Tot de maatregelen om de bezwaren van ijsbezetting tot een minimum te beperken kan ook worden gerekend de ijsberichtgeving. Teneinde deze beter aan het gestelde doel te doen beantwoorden is een reorganisatie ontworpen, waartrent in § 23 nadere mededelingen zullen worden gedaan.

Het onderzoek naar de invloed van meteorologische factoren staat nog in de kinderschoenen. Enige beschouwingen over de invloed van een eventuele klimaatverandering worden gegeven in § 13.

Voor de economische gevolgen van de stremming van de scheepvaart door ijs, wordt verwezen naar het prae-advies van Dr. H. J. Keuning.

## A. ALGEMENE GEGEVENS.

### § 2. Het waarnemingsmateriaal.

Systematische waarnemingen zijn beschikbaar in:

1. Jaarboeken waterhoogten, 1854—heden.
2. Verslagen Openbare Werken,  
Ijsgegevens sinds 1909.
3. Ijsverslagen.
4. Waarnemingen ijsberichtendienst 1937—heden.

<sup>1)</sup> Zie Prae-adviezen Binnenscheepvaartcongres 1928, 1930, 1932 en het rapport „De belemmering van ijsvorming” van Dr. A. L. Th. Moesveld.

<sup>2)</sup> Zie Ir. A. A. Mussert: „Enige mededelingen betreffende de belemmering van de Nederlandse binnenscheepvaart tengevolge van ijsbezetting”.

Mede werden de beschikbare statistieken van de scheepvaartbeweging geraadpleegd. Zij konden echter door kortheid van waarnemingstermijn niet anders dan enige incidentele gegevens verschaffen.

Van een min of meer scherp begrensd winterseizoen met een jaarlijks terugkerende absolute stremming van alle scheepvaart is in ons land geen sprake. Het optreden van vorst en ijs zijn zeer wisselvallig.

Het samenstellen van een behoorlijk statistisch overzicht leverde dan ook grote moeilijkheden op. In de eerste plaats, omdat ijsbezetting en stremming scheepvaart geen scherp omlinjende zaken zijn. Er bestaat nog allerminst een exacte code. De aanduidingen dragen een persoonlijk cachet, dat met tijd en plaats wisselt. Voorts maakten objectieve factoren, zoals de grote verschillen tussen kleine kanalen, grote kanalen, rivieren en zeearmen en regionale verschillen, het samenstellen van een overzicht bezwaarlijk.

In de derde plaats bleken de beschikbare gegevens in niet geringe mate onvolledig, aanvechtbaar, chaotisch en tegenstrijdig te zijn.

Voor de kanalen zijn gegevens bekend van 1925/26 af, doch enigszins bruikbaar zijn zij eerst na 1938, toen het aantal waarnemingspunten belangrijk werd uitgebreid en op de waarnemingen ook meer controle werd uitgeoefend.

De waarnemingen na 1938 hebben echter het nadeel, dat zij een extreem beeld van de ijsbezetting geven door de in deze waarnemingsperiode vallende 4 uitzonderlijke winters, terwijl door de oorlog vele hiaten voorkomen.

Zo was de bewerking van het materiaal een omvangrijk en uiterst tijdrovend werk. Doch wellicht kunnen de hier overgelegde gegevens aanleiding geven tot exacter documentering der waarnemingen in de toekomst en ook tot concreter probleemstelling ten behoeve van de praktijk.

### § 3. Algemeen overzicht der ijsbezetting.

Een nader onderzoek naar het voor komen van ijs op de Nederlandse wateren was slechts mogelijk dank zij de in de Jaarboeken der waterhoogten opgenomen ijsnotities. Zij zijn

bekend sinds 1854, dus over een tijdvak van 94 jaren en geven van dag tot dag aan, of bij de verschillende peil-schalen drijfijis of vast ijs werd waargenomen.

Deze notities zijn weliswaar zeer onvolledig en bevatten

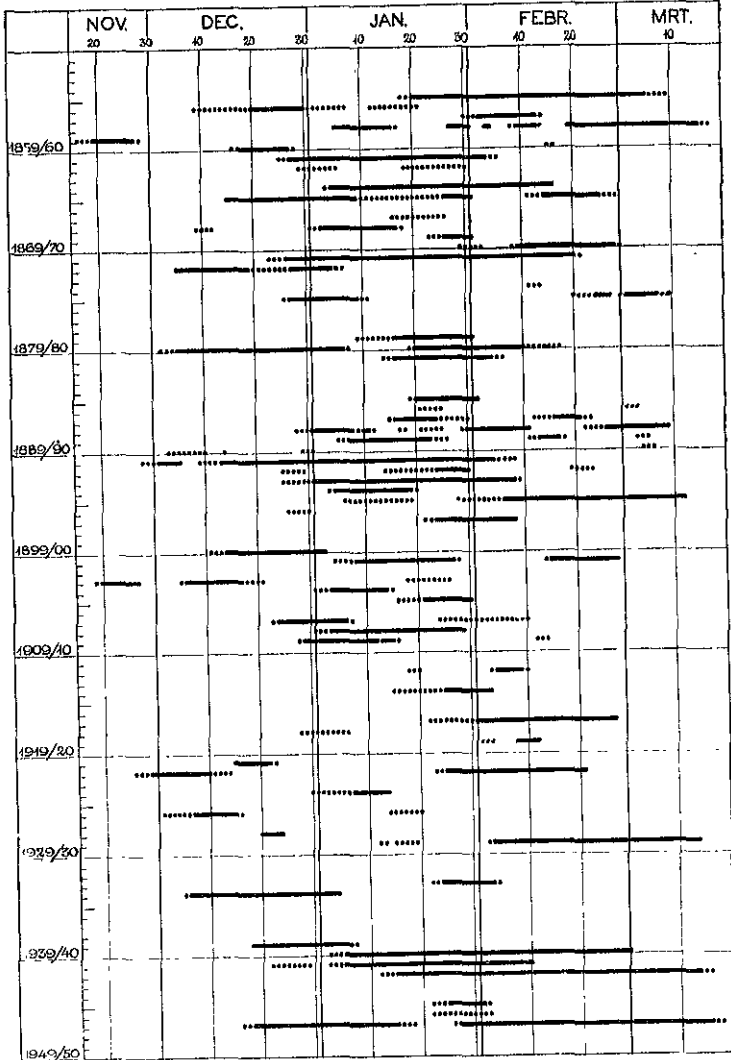


Fig. 1. Ijsbezetting IJssel 1854/1948.

vele onjuistheden en tegenspraak. Doch door zorgvuldige bewerkingen konden bevredigende overzichten worden samengesteld, waaruit voor elk ijsjaar de data van drijfijis en vast ijs en het aantal dagen met redelijke waarschijnlijkheid konden worden afgelezen. Hieruit zijn algemene diagrammen samengesteld, weergevende de ijsbezetting op de 4 grote rivieren, waarvan hier als fig. 1 het diagram van de IJssel is afgedrukt.

Hierin zijn aangegeven de data van het voor komen van drijfijis en vast ijs.

Deze gegevens, waarvan de hoofdzaken zijn vermeld in tabel 1 (zie slot), zijn tot grondslag van het statistisch onderzoek genomen.

De IJssel is als voornaamste representant voor de ijsbezetting genomen om de volgende redenen:

1. Van de kanalen en andere wateren zijn de ijsgegevens ten enen male onvoldoende om tot enig overzicht te kunnen komen. De IJssel kan als een vrij geschikte index worden gebruikt, omdat het voor komen van drijfijis op deze rivier vrijwel steeds overeenkomt met algehele stremming van de scheepvaart op de grote



*Ijsbrekers werkzaam op de Waal.*

kanalen, indien de vaart niet door ijsbrekers wordt gaande gehouden.

2. Op de IJssel zijn geen ingrijpende rivierwerken tot uitvoering gekomen. (Opgemerkt dient echter te worden, dat de rivierwerken van Waal en Maas geen merkbare invloed hebben gehad op de vorming van drijfijis).
3. Ijsbreken, dat eventueel tot vervroegde ijsafvoer kan leiden, heeft op de IJssel nimmer plaats.

Drijfijis komt meestal gelijktijdig op de 4 grote rivieren voor, met een kleine overmaat op de IJssel. De winters met drijfijis op de IJssel zijn hier aangeduid als S-winters (S van streng en stremming scheepvaart) daar, als gezegd, de scheepvaart op de kleine kanalen reeds geheel en op de grotere reeds in hoofdzaak gestremd is als de grote rivieren drijfijis melden.

Alle overige winters, dus die welke op de IJssel als ijsvrij gelden, zijn als Z-winters (zachte winters) aangeduid.

Behalve van de diagrammen van de IJssel en andere grote rivieren, kan voorts gebruik worden gemaakt van het diagram der ijsbezetting op de kleine kanalen en het IJsselmeer (fig. 2), samengesteld uit diverse bronnen van 1925/26 tot 1947/48, omvattende 23 winters.

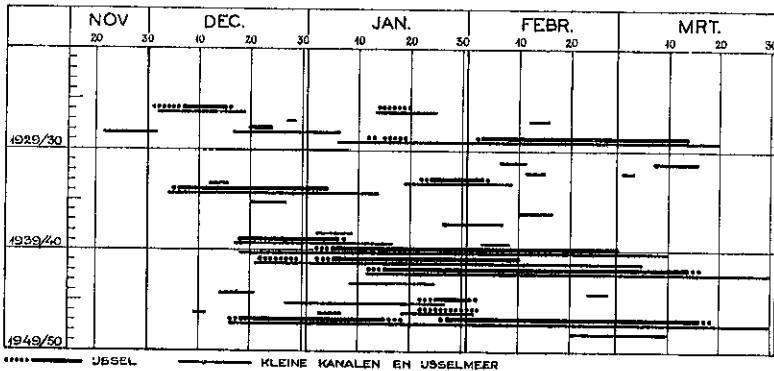


Fig. 2. Diagram ijsbezetting kleine kanalen en IJsselmeer 1925/1948.

Dit diagram is wel als een uiterste te beschouwen, daar het weergeeft het begin van hinder voor de scheepvaart in de kleine kanalen.

Ter vergelijking zijn mede aangegeven de dagen waarop zich op de IJssel ijs vertoonde. De voornaamste gegevens zijn hier in tabel 2 vermeld.

TABEL 2.  
*Gegevens ijs op kleine kanalen en IJsselmeer 1925/1948.*

Winter	Duur der afzonderlijke ijsperioden, ( ) = op IJssel		
	1e	2e	3e
	1925/26	20(16)	14(7)
26/27	3	5	
27/28	12	22(5)	
28/29	76(48)		
29/30	—	—	
30/31	7	10	
31/32	5	3	
32/33	5	22(14)	
33/34	42(31)		
34/35	8		
35/36	8		
36/37	13		
37/38	9		
38/39	32(21)	6	
39/40	83(59)		
40/41	74(48)		
41/42	3	81(64)	
42/43	18		
43/44	8	5	
44/45	22(12)		
45/46	4	6	16(12)
46/47	107(86)		
47/48	19		

#### § 4. Vergelijkende gegevens der ijsbezetting.

Tabel 3 geeft een overzicht van de ijsbezetting op de in 14 groepen onderverdeelde Nederlandse wateren.



TABEL 3.

*Ijsbezetting op verschillende Nederlandse wateren.*  
Toestand 1925/1948.

1	Gemiddeld aantal ijsdagen			Verhouding tot de IJssel Y voor S-winters.
	Over alle winters	In S- winters	In Z- winters	
2	3	4	5	
Dollard	35	45	20	1,1 Y + 15
Wadden	28	40	10	1,1 Y + 15
Noordzeehavens	18	35	0	1,0 Y
Z.-H. en Zeeuwse Stromen	15	29	0	0,9 Y
Westerschelde	10	19	0	0,9 Y — 10
IJsselmeer	32	48	10	1,2 Y + 10
Kanalen Noord	32	45	15	1,4 Y
„ Oost	25	38	10	1,2 Y
„ West	25	38	5	1,2 Y
„ Zuid	22	35	5	1,1 Y
IJssel	16	32	0	Y
Nederrijn	14	28	0	Y — 4
Waal	13	26	0	Y — 6
Maas	12	25	0	Y — 7

In kolom 2 zijn gegeven de gemiddelde cijfers zoals ze uit het tijdperk 1925/1948 worden gevonden, zowel door directe middeling als door onderlinge vergelijking. Men ziet er uit, hoezeer de ijsbezetting binnen de grenzen van ons kleine grondgebied nog varieert: van 10 dagen op de Westerschelde tot 35 dagen in de Dollard en van 12 dagen op de Maas tot 32 dagen op het IJsselmeer.

In kolom 3 zijn de cijfers vermeld, die voor de S-winters gelden (ongeveer 50 % der winters).

Men kan aannemen, dat de volledige stremming wordt aangegeven door de 32 dagen van de IJssel. Wat de cijfers in kolom 3 boven 32 uitgaan is als gedeeltelijke stremming te beschouwen. Voor de kleine kanalen uiteraard meer dan voor de grote.

In kolom 4 zijn de cijfers gegeven van de Z-winters, dus waarbij geen drijfijis op de rivieren wordt gevormd. (Zie fig. 2). Men kan rekenen op 50 % Z-winters, waarbij er gemiddeld 3 korte ijsperiodes voorkomen per 2 Z-winters.

Ook in de S-winters komen er vaak nog korte afzonderlijke periodes voor, waarin de IJssel geen ijs vertoont, doch wel meerdere der overige wateren.

Globaal genomen komt op elke 2 S-winters zulk een extra ijsperiode voor. Hiermede is tevens verklaard waardoor de cijfers in kolom 2 iets groter zijn dan de halve som van de cijfers uit de kolommen 3 en 4.

In kolom 5 is gegeven, welke verhouding er ongeveer bestaat tussen de duur van een bepaalde ijsperiode op de IJssel en de daarmee gelijktijdig optredende ijsbezetting op de andere wateren.

De toevoegingen + 15, — 10 e.d. wijzen er op, dat op de betreffende wateren de ijsbezetting gemiddeld aanmerkelijk eerder of later begint en na het invallen van de dooi nog aanhoudt, zonder dat hierbij van een zekere evenredigheid met de duur van de ijsperiode sprake is.

Men houde wel in het oog, dat de in kolom 5 gegeven relatie een gemiddelde aangeeft. In incidentele gevallen treden aanmerkelijke afwijkingen op, (zie bijv. fig. 2).

### § 5. Enige gegevens over vast ijs op de rivieren.

Op de IJssel zet zich het drijfijis al spoedig met het eerste verschijnen vast.

Op de 26 ijswinters van na 1900 hebben er 24 ook vast ijs gehad en de gemiddelde duur van het vast ijs bedroeg 75 % van de totale ijsbezetting. Op de andere grote rivieren treedt vast ijs minder vaak en minder lang op. In tabel 4 zijn enige typerende getalwaarden gegeven.

TABEL 4.

*Vast ijs op de grote rivieren 1901--1948.*

	Aantal winters met vast ijsdek in %	t.o.v. Waal = 1	Gelijktijdig vast ijs		Gemiddeld in dagen per jaar
			Gem. duur in dagen	Duur t.o.v. IJssel = 1	
	1	2	3	4	5
IJssel	51 %	3	41	1	12
Nederrijn	32 %	2	34	0.8	7
Waal	15 %	1	27	0.7	4
Maas	30 %	2	28	0.7	6

Uit kolom 1 ziet men, dat de helft der winters op de IJssel vast ijs geeft, terwijl dit op de Waal slechts met 1 op de 7 winters geschiedt.

Ook in de winters, waarin alle grote rivieren vast ijs hebben, is de ijsbezetting lang niet gelijk: kolom 3. De verhoudingen worden gegeven in kolom 4.

De gemiddelde duur per jaar, kolom 5, is een vrij abstract bedrag, in werkelijkheid zijn de vast ijsperioden soms vrij lang, tot 50 à 60 dagen, doch deze komen zelden voor. Hierover worden in de volgende paragrafen nadere gegevens verstrekt.

## B. CHRONOLOGISCH ONDERZOEK.

### § 6. Worden onze winters strenger?

De bijzonder zware winter 1947, voorafgegaan door de eveneens reeds zware winters 1940, 1941 en 1942, geven aanleiding tot het stellen van deze voor de scheepvaart zo uiterst belangrijke vraag.

De 94-jarige ijsstatistiek der grote rivieren biedt de mogelijkheid om het verloop van de ijsbezetting over een vrij lange termijn te volgen.

In fig. 3, kromme a, is een grafische voorstelling gegeven van de voortschrijdende gemiddelden over 5 jaren. (Voor kromme b zie § 10).

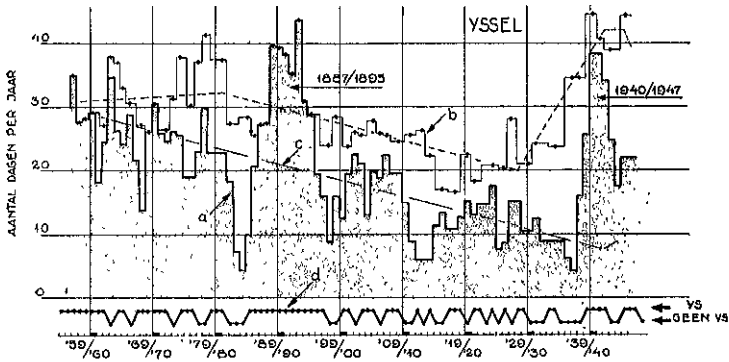


Fig. 3. Afname der ijsbezetting op de IJssel van 1854—1948.  
 a. Voortschrijdende gemiddelden van de ijsdagen over 5 winters.  
 b. Voortschrijdende gemiddelden van de ijsdagen over 5 ijswinters.

Figuur 4 geeft een overeenkomstige voorstelling van de ijsbezetting op Nederrijn, Waal en Maas. Hieruit blijkt, dat de vier rivieren een onderling overeenkomstig beeld vertonen.

De lijn der gemiddelde ijsbezetting vertoont twee gepro-  
 nonceerde pieken n.l. 1887/1895 en 1940/1947.

Het valt hier op, dat de eerste ijsperiode als geheel genomen  
 aanmerkelijk strenger is geweest dan de laatste. Tabel  
 5 geeft hiervan een nader overzicht.

TABEL 5.

*Voorgekomen grootste aantal ijsdagen op de IJssel  
 in resp. 1, 3, 6 of 9 jaren.*

	A		B	
	periode 1887/95	gem. per jaar	periode 1940/48	gem. per jaar
1 jaar	70 dagen	70	86 dagen	86
3 jaar	144 „	48	110 „	37
6 jaar	245 „	41	174 „	29
9 jaar	349 „	39	302 „	34

Men ziet hieruit, dat kolom B het wint voor 1 jaar (dat is

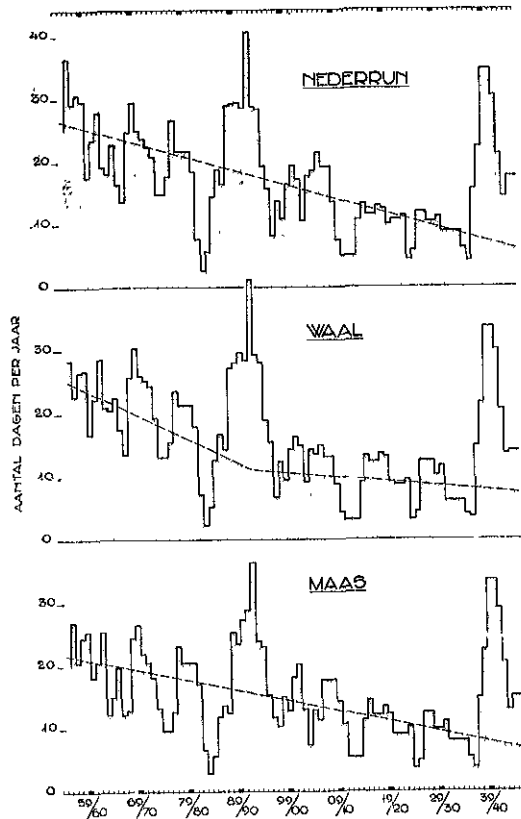


Fig. 4. Afnemning der ijsbezetting op Nederrijn, Waal en Maas van 1854—1948.

Voortschrijdende gemiddelden over 5 jaar.

1947), met 86 dagen. Doch voor 3, 6 of 9 jaar bij elkaar geeft kolom A rond 30 % hoger cijfers. D.w.z. de periode van winters omstreeks 1890 is bijeengenomen een 30 % strenger geweest, dan de periode van winters 1940/1947.

Laat men nu in de figuren 3 en 4 deze twee extreme ijsperiodes buiten beschouwing, dan treedt een sterke en regelmatige teruggang in de ijsbezetting naar voren, zoals in fig. 3 is aangegeven met de lijn c. Het is een afnemning tot 25 à 30 % van de oorspronkelijke sterkte, zoals nader uit tabel 6 blijkt.

TABEL 6.

*Gemiddeld aantal ijsdagen per jaar.*

	1854	1939	1925/1948 (tabel 3)
IJssel	30	8	16
Nederrijn	27	7	14
Waal	26	8	13
Maas	22	7	12

De cijfers van de tweede kolom zijn op de rechte lijn c afgelezen. D.w.z. hierbij zijn de vier zware winters 1940, '41, '42 en '47 buiten beschouwing gelaten. Uiteraard kan dit een te optimistisch beeld van de toestand geven.

De cijfers van tabel 3 zijn hier dan ook niet op gebaseerd. Zij zijn berekend naar de 23-jarige periode 1925/1948 en zijn voor de 4 grote rivieren bijna dubbel zo groot. (Vgl. tabel 3 kolom 2).

Gezien de fig. 3 en 4 en hetgeen nog verder ter sprake komt, bestaat de mogelijkheid, dat de ijstoestand in de komende winters eerder gunstiger zal zijn dan ongunstiger.

Vergelijking van de cijfers van kolom 3 met die van kolom 1 doet zien, dat, ook al telt men de extreme winters 1940, '41, '42 en '47 ten volle mee, de ijsbezetting heden ten dage slechts half zo groot is als die in het midden van de vorige eeuw.

#### § 7. Afnemning ook van het vast ijs.

Wordt een vergelijking gemaakt tussen het voor komen van vaste ijsbezetting op de grote rivieren in de 47 jaren 1854/1901 met die in de 47 jaren 1901/1948, dan blijkt ook deze te zijn afgenomen: tabel 7.

De reductie is zeer belangrijk. Voor de IJssel is het aantal winters met vast ijsdek van  $\frac{2}{3}$  op  $\frac{1}{2}$  verminderd, voor de Waal van 40 % op 15 %! Voor de Maas van  $\frac{2}{3}$  op  $\frac{1}{3}$ . Dit betekent uiteraard, dat in de eerste plaats alle kortere ijsperiodes zijn uitgevallen. In de gemiddelde duur, kolom 2, ziet men dan ook niet een zo sterke teruggang. (Vergelijk § 19 onder c.)

TABEL 7.

*Vermindering vast ijs op de grote rivieren over 47 jaren.*

	Percentage winters vast ijs		Gemidd. duur vast ijs		Gemiddeld per jaar		Afname in
	vóór 1900	na 1900	vóór 1900	na 1900	vóór 1900	na 1900	47 jaar met
	1		2		3		4
IJssel	66 %	51 %	28 d.	23 d.	18	12	1/3
Nederrijn	55 %	32 %	24 „	21 „	13	7	1/2
Waal	40 %	15 %	23 „	27 „	9	4	1/2
Maas	62 %	30 %	20 „	20 „	12	6	1/2

Op de Waal is, door het wegvallen van de korte perioden met vast ijs, het gemiddelde der overgebleven perioden met vast ijs zelfs toegenomen.

Een zuivere vergelijking geeft kolom 4. Hieruit blijkt, dat op de IJssel het totaal aantal ijsdagen is teruggelopen met 1/3 en op de 3 andere rivieren met 1/2.

#### § 8. Discussie vermindering ijsbezetting.

Een belangrijke vraag is natuurlijk: geldt deze teruggang in de ijsbezetting ook voor de kanalen.

Het is helaas niet mogelijk om voor de kanalen zelf een chronologisch overzicht van voldoende lengte samen te stellen, zodat hier enkele overwegingen zullen worden gegeven die aannemelijk kunnen maken, dat de ijsbezetting op de grote rivieren wel als index voor de grimmigheid van de winters kan gelden.

*a. Invloed scheepvaart.* Deze is sinds 1854 zeer toegenomen en de kracht der schepen is aanmerkelijk groter. Dit zou een ijsstatistiek van de kanalen vermoedelijk zeer aanvechtbaar hebben gemaakt. Voor de ijsvorming op de grote rivieren speelt de scheepvaart echter geen rol. De vorming van een vast ijsdek kan eventueel een weinig worden vertraagd of voorkomen, doch uiteraard niet het optreden van het eerste drijfijis.

En wat het einde van een ijsperiode betreft, de scheep-

vaart begint nooit eerder dan na de natuurlijke afstroming van het vaste ijsdek. D.w.z. de hier gekozen index van de zwaarte der ijswinters is volkomen onafhankelijk van de scheepvaart.

*b. Ijsbreken.* Op Lek en Waal is sinds 1916 in toenemende mate het vaste ijsdek gebroken. Dit heeft wel geleid tot vertraging in het vastzetten van het ijs op deze rivieren. Doch de ijsperioden zijn hier niet gerekend vanaf het optreden van vast ijs, doch van het eerste drijfijis.

Wat het einde van de ijsperiode betreft, heeft tot nu toe het breken nog geen enkele maal geleid tot een vervroegde ijsafvoer.

Op de IJssel is praktisch nimmer ijs gebroken, zodat deze factor voor fig. 3 is uitgeschakeld.

Uit vergelijking van fig. 4 met fig 3 blijkt, dat de invloed van eventueel ijsbreken van geen grote betekenis kan zijn geweest.

*c. Uitvoering rivierwerken.* Op de IJssel en de Nederrijn, meer op de Waal en nog sterker op de Maas, zijn in de loop der jaren belangrijke rivierwerken tot stand gekomen. Men zou geneigd kunnen zijn de vermindering van vast ijs, hetgeen tot uitdrukking komt in de cijfers voor vaste ijsbezetting van tabel 7, hieraan toe te schrijven.

De reductie van het aantal vast ijs winters op de Waal van 40 % vóór 1900 tot 15 % na 1900 is misschien voor een deel aan de zoveel vlottere afvoer van het drijfijis toe te schrijven.

De Maas is gereduceerd van 62 % tot 30 %. Dit nu is geen gevolg, naar men mogelijk zou denken, van de na 1932 uitgevoerde Maasverbeteringswerken, omdat reeds sinds 1928 de Maas slechts 1 winter minder vast ijs had dan de IJssel.

Mogelijk is de sterke reductie van Waal en Maas na 1901 een gevolg van de in 1904 tot stand gekomen scheiding van Maas en Waal, waardoor de opeenhoping van drijfijis in de Merweden sterk verminderde.





Drijfijis voor Dordrecht.

De normalisatie van de Nederrijn en de sinds 1900 uitgevoerde baggerwerken, kan er toe hebben bijgedragen om het aantal winters met vast ijs van 55 % vóór 1900 terug te brengen op 32 % na 1900.

Wat de IJssel betreft, zijn na het begin dezer eeuw tot omstreeks 1926 normalisatiewerken uitgevoerd.

Het is echter niet waarschijnlijk, dat deze werken de vorming van vast ijs hebben vertraagd. Immers, op een enkele uitzondering na, begint het vaste ijs op de IJssel steeds bij de Ketelmond en de toestand van de rivier hogerop heeft daar uiteraard geen invloed op. Eventueel zou zich, sinds de afsluiting in 1932, de vorming van een vast ijsdek eerder hebben voorgedaan. Dit kon echter nog niet worden vastgesteld.

Aangenomen mag dus worden, dat de reductie van het vast ijs hier in haar geheel het gevolg is van klimaatwijziging. Deze moet evenzo hebben gegolden voor de andere drie rivieren, zodat dan misschien de extra reductie op deze rivieren het gevolg is van de uitgevoerde werken.

Het gaat dan om de volgende waarden:

TABEL 8.

*Vermindering van aantal dagen vast ijs.*

	Toestand vóór 1900	1/3 reductie door klimaat	Reductie door werken	Na 1900
IJssel	18	6	0	12
Nederrijn	13	4	2	7
Waal	9	3	2	4
Maas	12	4	2	6

Men zou geneigd zijn hieruit te concluderen, dat tengevolge van klimaatverzachting een aanmerkelijke vermindering in de ijsbezetting is ingetreden.

Wat de mogelijke invloed der werken betreft, dient wel in het oog gehouden te worden, dat deze vermoedelijk geen invloed gehad kunnen hebben op de vorming van drijfijis.

De afneming van de totale ijsbezetting volgens fig. 3 en 4, die bij alle vier rivieren in sterke mate overeenkomt, bewijst dit.

*d. Invloed van verontreiniging.* De verontreiniging van het Rijnwater is in de loop der jaren sterk toegenomen en kan bij lage afvoer op 1 mg/l worden gesteld <sup>1)</sup>.

Volgens Krümmel bedraagt dan de verlaging van het vriespunt 0,05 °C.

Nu komt 1° gemiddelde wintertemperatuur overeen met 15 ijsdagen per winter. D.w.z. bij algehele afwezigheid van chemische stoffen en 0,05 °C hogere luchttemperatuur zou de gemiddelde ijsbezetting 1 dag per jaar korter zijn. Volgens fig. 3 gaat het om een reductie in de orde van grootte van 20 dagen.

Het is duidelijk, dat de toeneming van het chloorgehalte van het rivierwater niet aansprakelijk kan worden gesteld voor de afneming van de ijsbezetting.

Aan het Maaswater worden, voor zover bekend, geen systematische chloorwaarnemingen gedaan; doch uit regel-

<sup>1)</sup> Zie De Ingenieur 1948, no. 19, blz. 153, fig. 2.

matige temperatuurwaarnemingen is bekend, dat de ijsvorming op de Maas intreedt bij 0 °C of hoogstens een fractie van een graad lager. De reductie der ijsbezetting is dus geen gevolg van vriespuntverlaging.

e. *Klimaatwijziging.* De hoofdoorzaak van de verminderde ijsbezetting zal dus moeten worden toegeschreven aan *klimaatwijziging*. Dit punt zal in § 13 uitvoeriger worden onderzocht.

### § 9. De ijswinters worden zeldzamer.

Wij kunnen van 10 tot 10 jaar uittellen, hoeveel winters daarin wel en geen ijs hadden. Het resultaat van zulk een tellen voor de IJssel is gegeven in fig. 5.

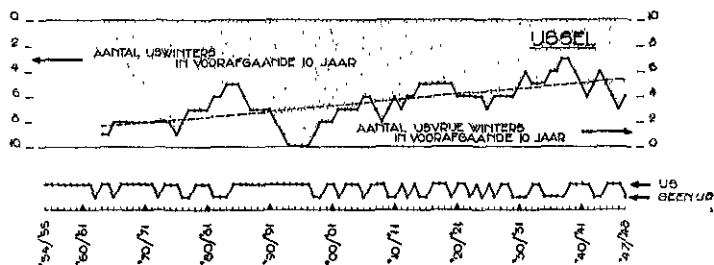


Fig. 5. Afnemning van het aantal ijswinters op de IJssel.

Men ziet hieruit, dat in bijna een eeuw het aantal ijswinters per 10 jaar is teruggelopen van 8 à 9 tot 4 à 5. D.w.z. *Het aantal ijswinters is thans ongeveer half zo groot als een eeuw geleden. Het aantal ijsvrije winters is dienovereenkomstig toegenomen van 1 à 2 per 10 jaar tot 5 à 6 per 10 jaar, d.w.z. het aantal ijsvrije winters is in een eeuw tijd 3 à 5 maal zo groot geworden.*

Het milder worden van ons klimaat uit zich dus in een sterke toeneming van het aantal ijsvrije winters, terwijl de intensiteit der overblijvende ijswinters, naar uit de volgende paragraaf zal blijken, geen systematische verandering te zien geeft.

Een overeenkomstig beeld wordt verkregen van de Nederrijn, de Waal en de Maas. In de fig. 6 en 8 is dezelfde grafiek van de Nederrijn en de Maas afgedrukt, waaruit een

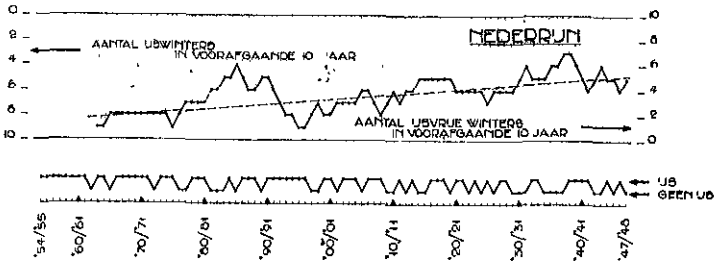


Fig. 6. Afnemning van het aantal ijswinters op de Nederrijn.

daling van het aantal ijswinters per 10 jaar blijkt resp. van ongeveer 8 op 5 en 7 op 5.

In fig. 7 is dezelfde grafiek van de Waal gegeven.

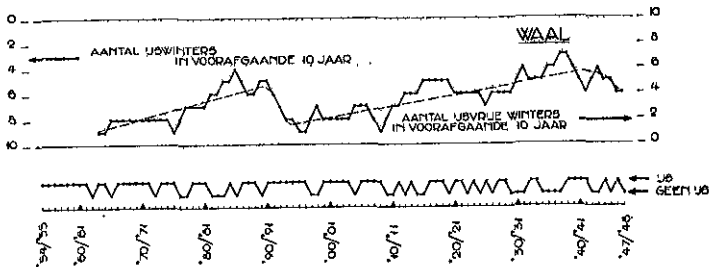


Fig. 7. Afnemning van het aantal ijswinters op de Waal.

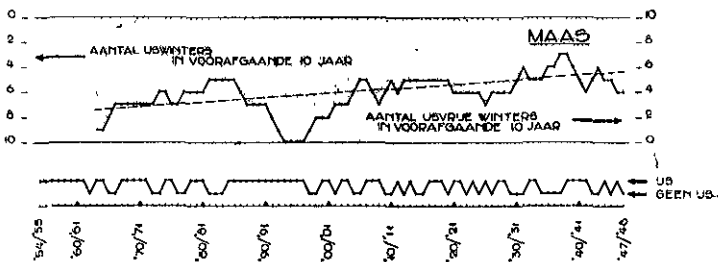


Fig. 8. Afnemning van het aantal ijswinters op de Maas.

De gemiddelde lijn is hier niet rechtlijnig, doch in zaag-  
landvorm getrokken, om te doen uitkomen, dat niet beslist  
sprake behoeft te zijn van een eenparige afnemings. Toch blijft  
de algemene tendenz dezelfde.

Nadat we een minimum van 3 ijswinters hebben gehad in  
het decennium 1929/1939 is dit thans weer opgelopen tot 6 à  
7 over de laatste 10 jaar. De meest recente jaren geven een  
lichte terugbuiging van de lijn te zien.

Of hiermede een terugkeer tot een dichtere opeenvolging  
van ijswinters is begonnen, dan wel of de periode 1885/1895  
zich enigszins verzwakt herhaalt en de teruggang van het  
aantal ijswinters zal voortgaan, is uiteraard niet te voor-  
spellen.

Niet alleen is het aantal ijswinters belangrijk afgenomen,  
doch ook het aantal winters met vast ijs, zoals in § 8 reeds  
uitvoerig is besproken.

Nemen wij de IJssel als maatstaf dan is de reductie vol-  
gens tabel 7 kolom 1, 22 % in 47 jaar of 44 % in 94 jaar.

Dit komt overeen met de afnemings van het totaal aantal  
ijswinters volgens fig. 5.

#### § 10. De intensiteit per ijswinter blijft constant.

Door dezelfde gegevens van tabel 1 niet over 5 opeen-  
volgende jaren, doch over 5 opeenvolgende ijswinters te  
middelen, wordt een beeld verkregen over het verloop van  
de sterkte van de individuele ijswinters: lijn b in fig 3.

Het opvallende in deze grafiek is, dat de top van de  
periode 1887/1895 zo goed als verdwenen is. Na 1895 is er  
een sterke teruggang, tot bijna de halve intensiteit. Dan loopt,  
te beginnen met 1929, de ijsbezetting per winter sterk omhoog,  
in hoofdzaak door de winters 1940, '41 en '42. De gemiddelde  
duur per ijswinter blijkt dan ook na 1900 percie's even groot  
te zijn als vóór 1900 (zie § 19 c.).

De zaak is dus deze: In de laatste 20 jaar zijn de winters  
*extreem zwaar geweest*, doch hun aantal was aanzienlijk  
*geringer dan voorheen*, zodat het gemiddelde aantal dagen

stremming (kromme a) kan geacht worden aanmerkelijk te zijn gedaald t.o.v. bijv. 50 jaar geleden.

§ 11. **Aantal afzonderlijke ijsperiodes per ijswinter is niet veranderd.**

Een belangrijke vraag is ook, of de winters in de loop der jaren van matig en verdeeld over het seizoen, misschien meer geconcentreerd op één enkele ijsperiode zijn gekomen met dienovereenkomstig strenger karakter.

Dit is onderzocht door alle ijsperiodes doorlopend op te tellen, met weglating van de perioden met slechts 5 dagen ijs of minder.

Gevonden werd:

voor de eerste 29 ijswinters 42 periodes,  
voor de tweede 29 ijswinters 40 periodes.

Naar deze maatstaf gemeten is dus het karakter der winters niet veranderd. Gemiddeld heeft men 1,4 periodes van 6 dagen en meer per ijswinter en dat aantal blijkt constant te zijn gebleven.

§ 12. **Omtrent de invloed van zonnevlekken is niets gebleken.**

Het vaststellen van eventuele periodiciteiten heeft uiteraard slechts zin, indien deze standvastig zijn van tijdsduur en ten opzichte van storende invloeden een markante amplitude vertonen.

Een enkele blik op chronologische grafieken 3 en 4 doet zien, dat bij de ijsbezetting van geen enkele praktisch bruikbare periodiciteit sprake is.

Enig onderzoek verdient evenwel de eventuele reflex van de 11-jarige periode der zonnevlekkenactiviteit. Ter beschikking staan ruim 8 periodes van 11 jaren. Tabel 9 geeft een rangschikking van het aantal ijsdagen naar de index van de zonnevlekken.

TABEL 9.  
Verband tussen zonnevlekken en ijs op de IJssel.

	Aantal zonnevlekken				
	0—19	20—39	40—59	60—79	boven 80
Gemiddeld aantal					
ijsdagen per jaar	21	16	23	19	26
aantal ijsdagen per					
ijswinter	31	28	31	28	36
ijsvrije winters	0.3	0.4	0.3	0.3	0.3

Geen dezer reeksen geeft aanleiding tot het veronderstellen van enig verband. De iets afwijkende getallen 26 en 36 kunnen gevoeglijk worden toegeschreven aan toevallige invloed door het geringe aantal waarnemingen.

Worden de ijsgegevens 1857/1948 gerangschikt naar perioden van 11 jaar, dan wordt de uitkomst verkregen die in fig. 9 grafisch is voorgesteld.

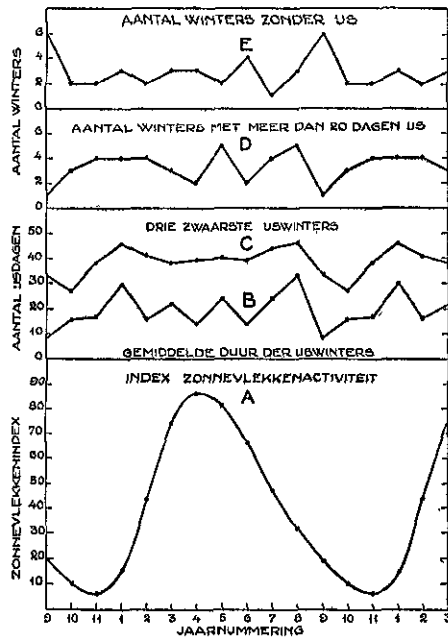


Fig. 9. Zonnevlekken en ijs 1857—1945.

Men ziet, dat er geen elfjarige periode is in de duur der winters (B), ook niet in de duur der strengste winters (C), niet in de aantallen strengere winters (D), noch in de aantallen ijsvrije winters (E).

De opmerking van Van Veen, dat de maxima der zonnevlekken en die der ijsbezettingen ongeveer gelijktijdig vallen <sup>1)</sup>, wordt door dit zorgvuldig en een langer tijdvak omvattend onderzoek, niet bevestigd. Als een sprekend voorbeeld kan dienen, dat de winter 1947 een zonnevlekkengetal had van 126, dus boven het normale maximum en in 1891 15, dicht bij het minimum.

Voorts is onderzocht, of de zonnevlekkenintensiteit invloed heeft op de datum van inzetten van de winter.

Gevonden werden de volgende cijfers:

TABEL 10.

*Gemiddelde, maximum en minimum zonnevlekkenactiviteit bij de verschillende begindata van ijsbezetting.*

	Winter begon	Zonnevlekkengetal		
		min.	gem.	max.
November	4 ×	10	22	52
December 1e decade	8 ×	0	30	99
"    2e    "	7 ×	10	59	122
"    3e    "	15 ×	3	62	129
Januari 1e    "	8 ×	0	37	83
"    2e    "	10 ×	0	30	69
"    3e    "	11 ×	12	44	77

Hieruit is kennelijk geen enkel verband af te leiden. De schommelingen kunnen geheel op rekening van de toevallige spreiding geschreven worden.

Omdat meteorologen invloeden vermoeden van toenemende of afnemende zonnevlekkenactiviteit, is nog nagegaan of hiervan enige invloed op de ijsvorming merkbaar is.

<sup>1)</sup> Dr. Ir. J. van Veen: „Vermindering der ijsperioden op de Nederlandse rivieren sinds 1879. Invloed zonnevlekken op ijsvorming". De Ingenieur 1939, no. 18.



Gevonden werd:

	Gem. aantal ijsdagen
tijdens toenemende activiteit	32
tijdens afnemende activiteit	30

Het minimale verschil is van toevallig karakter.

Het eenduidig resultaat, waartoe al deze onderzoekingen hebben geleid, wettigen de conclusie, dat *de ijswinters in Nederland in geen enkel verband staan met de zonnevlekken.*

### § 13. Klimaatwijziging.

De belangrijke vermindering der ijsbezetting in Nederland kan volgens de overwegingen van § 8 alleen een gevolg zijn van een klimaatsinvloed.

Nu heeft volgens Dr. Labriijn <sup>1)</sup> sinds 1800 een vrij regelmatige stijging van de wintertemperatuur plaats, gepaard gaande met een overeenkomstige verlaging van de zomertemperatuur.

In genoemde verhandeling komt een tabel voor van gemiddelde temperaturen sinds 1735.

Hiervan heb ik van de wintertemperaturen over December, Januari en Februari, voortschrijdende gemiddelden over 5 winters bepaald en uit deze gegevens fig. 10 samengesteld.

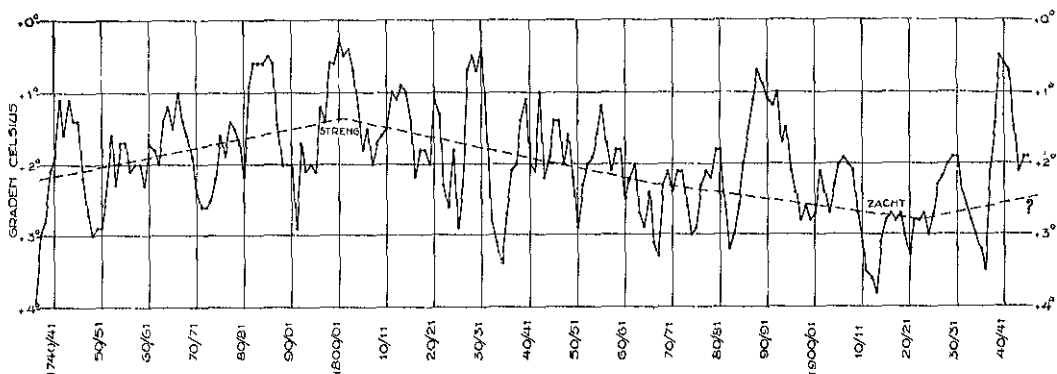


Fig. 10. Voortschrijdende vijfjarige gemiddelden van de wintertemperatuur.

<sup>1)</sup> „Het klimaat van Nederland gedurende de laatste twee en een halve eeuw”. Mededelingen en Verhandelingen K.N.M.I., no. 49, 1945.

Hieruit kan het volgende worden afgeleid:

1. Er is na 1735 een daling van de wintertemperatuur tot ongeveer  $1,4^{\circ}\text{C}$ . omstreeks 1800. In deze tijd heeft men vermoedelijk bij herhaling concentraties van zware winters gehad, vergelijkbaar met zulke als 1940, '41, '42 en '47.

2. Na 1800 is er een langzame stijging van de gemiddelde wintertemperatuur tot  $2,8^{\circ}$  omstreeks 1922. Hiermede correspondeert de afnemning van het aantal ijsdagen volgens fig. 3 en 4.

3. Omtrent het verloop na 1922 kan nog niets worden vastgesteld. Doen wij de ongunstigste aanname van een opnieuw ingezette daling met een snelheid als overeenkomt met de voorafgaande, dan verloopt de gemiddelde temperatuurlijn als is geschetst in fig. 10. Het kiezen van een steiler verloop van de algemeen gemiddelde lijn wordt door niets in de voorafgaande 210 jaren gerechtvaardigd.

4. Uit de figuur blijkt duidelijk, dat af en toe, op onregelmatige tijden, grote afwijkingen voorkomen, als bijv. omstreeks 1890, 1830, 1800, 1784. De periode 1940/47 kan waarschijnlijk daarmede worden vergeleken, zodat het in fig. 10 geschetste verloop van de gemiddelde temperatuur geen onrecht doet aan de extreme winters in de laatste 10 jaren.

5. Uiteraard is er een zekere betrekking tussen de gemiddelde wintertemperatuur in een bepaald jaar en het aantal voorgekomen dagen vast ijs. Het verband is vrij ruw. Gevonden werd, dat  $1^{\circ}\text{C}$ . daling van de gemiddelde wintertemperatuur, d.w.z.  $90^{\circ}$  daling van de temperatuursom, overeenkomt met 13 à 17 dagen meer ijs op de IJssel. D.w.z. elke daling van de temperatuursom met  $6^{\circ}$  komt overeen met 1 dag méér ijs <sup>1)</sup>.

6. De stijging van de gemiddelde wintertemperatuur van 1854 tot 1922 bedraagt  $0,7^{\circ}\text{C}$ . en zou dan een vermindering van 10 dagen ijs hebben moeten teweeg brengen.

Volgens fig. 2 is deze vermindering echter 17 dagen. Het

<sup>1)</sup> Voor het beoordelen van de strengheid van een winter kon geen gebruik worden gemaakt van het z.g. „karaktergetal” volgens Prof. Van Everdingen; omdat er te veel onzekerheid bestond omtrent hun relatie.

aantal ijsdagen is dus meer gedaald, dan overeenkomt met de temperatuurstijging.

In § 8 is er reeds op gewezen, dat andere dan meteorologische factoren vermoedelijk geen rol van betekenis hebben gespeeld.

Waarschijnlijk moet dus het sterk teruggelopen zijn van de ijsbezetting mede worden toegeschreven aan andere klimaatinvloeden dan de temperatuur alleen.

Zo kunnen de wisselvalligheid der temperatuur, de wisselvalligheid van de wind, het amplitudeverschil tussen dag en nacht, de verhouding tussen temperatuurdaling van het water door straling of convectie, een rol spelen.

7. *Eindconclusie.* Mogelijk is, dat de algemene klimaatverzachting tot een eind is gekomen, doch het is overdreven, om de toevallig zo strenge winters der laatste jaren te zien als de voorbode van een nieuwe serie steeds vaker terugkerende en strenger wordende winters.

### C. DE VERDELING VAN HET IJS OVER HET SEIZOEN.

#### § 14. Uiterste grenzen van het ijsseizoen.

Begin en eind van een ijsperiode zijn in het algemeen weinig scherp belijnd en nog vager zijn de grenzen voor de vroegst begonnen en de laatst geëindigde winter. De in fig. 11 vermelde gegevens worden hier dan ook slechts gegeven ter algemene oriëntering.

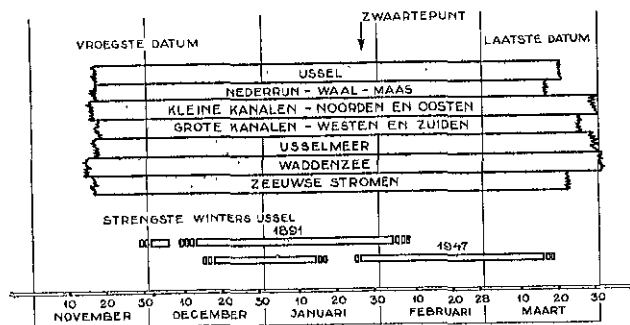


Fig. 11. Grenzen van het ijsseizoen in Nederland.

Van vóór 15 November is niet bekend, dat ooit ijs is voorgekomen en eveneens niet na 1 April, behoudens onbelangrijke restanten wegdooiend drijfijis.

Het gehele ijsseizoen omvat dus in Nederland  $4\frac{1}{2}$  maand.

Ter vergelijking zijn in dit diagram mede opgenomen de ijsbezetting op de IJssel in de zwaarste winters 1891 en 1947. De winter 1947 omvatte met 86 ijsdagen op de IJssel  $\frac{2}{3}$  van het langste mogelijke ijsseizoen.

### § 15. De spreiding van begin en einde van de ijswinter.

Een vraag die steeds weer gesteld wordt is: Tegen wanneer kan men ijs verwachten en na welke datum behoeft men geen ijs, dat tot stremming leidt, meer te vrezzen.

Fig. 12 geeft op deze vraag een algemeen en volledig antwoord.

Voor de kleine kanalen is elke winter een ijswinter. De

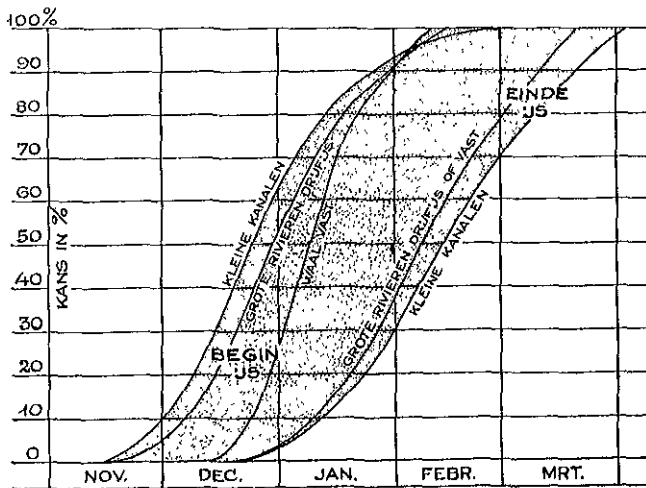


Fig. 12. Kans in %, dat begin of einde van een ijswinter valt vóór een bepaalde datum.

Kans op ijswinter: kleine kanalen .....	100 %
grote kanalen en rivieren drijfijis .....	50 %
Nederrijn en Maas vast .....	30 %
Waal vast .....	15 %

linker kromme geeft het verloop van de kans, dat ijsbezetting voor een bepaalde datum begint. Zo leest men af, dat voor de kleine kanalen

10 %	der winters begint vóór	eind November
65 %	„ „ „ „ „	December
95 %	„ „ „ „ „	Januari
100 %	„ „ „ „ „	Februari

De rechter kromme geeft aan, dat

3 %	na December geen ijs meer heeft
30 %	voorbij is eind Januari
70 %	„ „ „ Februari
98 %	„ „ „ Maart

Voor de grotere kanalen en rivieren is niet elk jaar een ijswinter, zodat men de betreffende kanscijfers moet combineren.

De kans op vast ijs op de Waal is 15 %. Volgens fig. 12 is er 25 % kans, dat dit begint vóór 1 Januari. In totaal is dus de kans op vast ijs op de Waal vóór 1 Januari 25 % van 15 %, dit is 4 %.

De kans, dat Nederrijn of Maas geen vast ijs meer hebben na 1 Maart berekent men aldus: kans op vast ijs is 30 %, kans dat dit ijs op 1 Maart voorbij is, is 80 %. Dat het nog voortduurt dus 20 %. Over alle winters gerekend is dus de kans op vast ijs op de Maas na 1 Maart 30 % van 20 % is 6 % en de kans dat er geen ijs meer is op 1 Maart 94 %.

Deze 94 % moet derhalve zo worden begrepen: 70 % van de winters geeft in het geheel geen vast ijs op de Maas en van de overige 30 % is 24 % reeds voorbij op 1 Maart.

Opgemerkt zij nog, dat bij een bepaalde winter begin en eind in fig. 12 niet op een horizontale lijn behoeven te liggen.

#### § 16. Is er verband tussen begin en eind van de ijsperiode?

Betekent vroeg ijs, dat de winter streng wordt of dat het spoedig lente wordt? Betekent een later invallen van de vorst een late lente? of een laatste, korte ijsperiode?

Fig. 13 geeft hierop een antwoord, ontleend aan de ijsstatistiek van de IJssel.

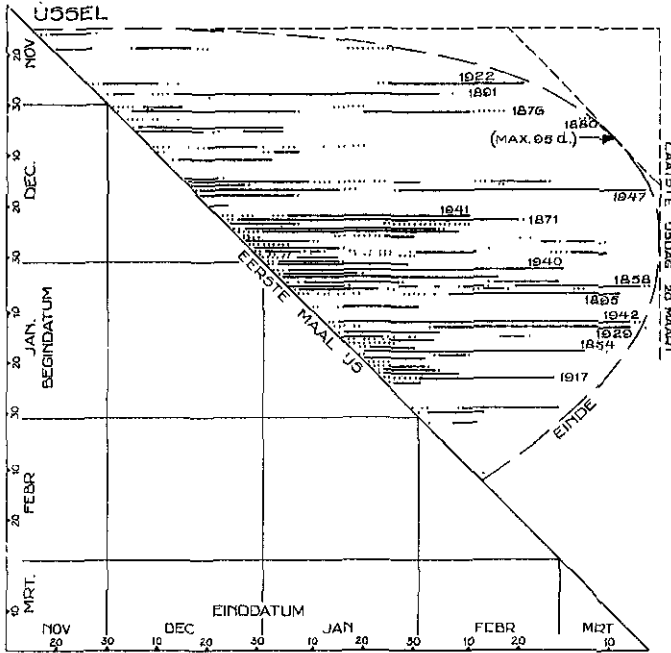


Fig. 13. Verband tussen eerste ijs en laatste ijs (IJssel 1854—1948).

In de richting van de x-as is uitgezet begin van de winter en eind van de winter.

De winters die vroeg begonnen zijn hoog, die welke laat begonnen lager uitgezet, overeenkomstig de schaal van de y-as.

De beginpunten van de ijsperioden vallen daardoor op een lijn onder  $45^\circ$ . De eindpunten vallen naar rechts. Men zou nu mogen verwachten, dat de limiet van deze eindpunten zou zijn de vertikaal door de einddatum 20 Maart.

Dit is echter niet het geval. De zeer vroeg begonnen winters komen niet (met latere ijsperioden) toe aan 20 Maart, maar ook zeer laat begonnen winters niet.

De ijswinters, die in December en Januari beginnen, kunnen het langst duren en tot in Maart doordringen. Het is merkwaardig, dat in Februari begonnen winters dit nooit doen.

Het is niet toelaatbaar het doordringen van de vroeg begonnen winters tot in Maart, te zien als het gevolg van een zoveel langere aanloop. In de eerste plaats blijkt uit fig. 13, dat juist de allervroegst begonnen winters *niet* tot in Maart doordringen. In de tweede plaats is er van een aanloop weinig sprake. Van de 13 ijswinters die tot in Maart reiken, zijn er 10 waarvan dit de 2e of 3e ijsperiode is en daarvan zijn er zelfs 5, waarvan de laatste ijsperiode slechts enkele dagen telt. D.w.z. van een doorschieten tot in Maart is in dit geval geen sprake.

Er moet dus een of andere meteorologische oorzaak zijn, waardoor er een verband bestaat tussen het weer in Maart en dat in December en Januari, ook al vormen deze maanden geen aaneengesloten vorstperiode.

Volgens deze figuur valt het einde van de winter op de IJssel op 20 Maart.

De langste winter zou in totaal 95 dagen kunnen duren en zou verwacht mogen worden te beginnen ongeveer 7 December en te eindigen ongeveer 10 Maart. Vergelijken we hiermee 1947, dan kwam deze winter met een totale duur van 92 dagen, waarvan 86 met ijs, dicht bij dit maximum. In fig. 13 ziet men, dat 1947 slechts een open plaats inneemt op de omhullende lijn der maxima en in het geheel niet opvalt.

#### § 16. De verdeling der strenge ijsperioden over het seizoen.

Wanneer reeds in November of December ijsbezetting optreedt, wordt men onwillekeurig gealarmeerd en is men geneigd op te zien tegen de mogelijkheid, dat de ingezette vorst nog vele weken kan aanhouden.

Anderzijds gebeurt het, dat men al een stuk in Januari of Februari is gevorderd, zonder dat de winter zich hoegenaamd heeft laten gelden, zodat men denkt er al aardig doorheen te zijn. En dan begint er soms een strenge vorst waarop men niet meer gerekend had.

Hoe het hiermee gesteld is kan men ten dele ontlenen aan fig. 1, 2 en 12. Een direct overzicht krijgt men terzake uit fig. 14.

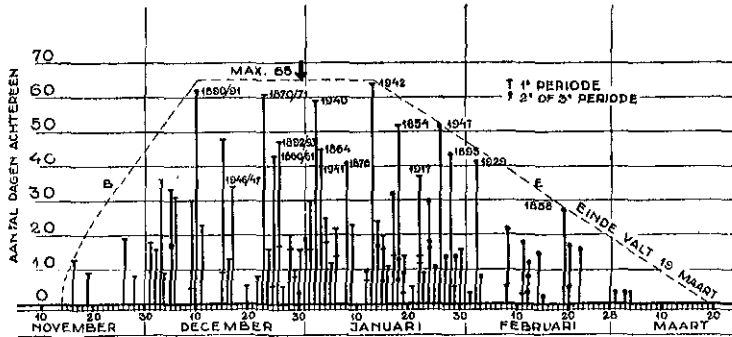


Fig. 14. Verdeling ijsperioden van de IJssel over het seizoen.

De gegevens zijn die van de IJssel en geven dus een maat voor de algehele stremming van de scheepvaart op de middel-grote kanalen.

De verschillende ijsperioden zijn hier op de begindatum uitgezet. Uit deze figuur blijkt het volgende:

a. De langste aaneengesloten periode van stremming is rond 65 dagen. Zulke kwamen voor in de winters 1870/71, 1890/91, 1940 en 1942. Zij begonnen tussen 10 December en 12 Januari.

b. Vóór 10 December begonnen ijsperioden hebben het tot nu toe nooit verder gebracht dan een duur van ruim een maand, terwijl zeer vroeg begonnen ijs niet langer dan 1 à 2 weken duurt. De lijn B kan hier als omhullende worden aangehouden.

c. Tot nu toe was altijd op 19 Maart alle ijs van de IJssel afgevoerd. De lijn E is daarmee de omhullende van de na 10 Januari begonnen ijsperioden.

d. De ijsperioden van 30 dagen en langer zijn practisch alle begonnen in December of Januari. Alleen 1929 begon 2 Februari. Opvallend is, dat de begindata van de 22 ijsperioden van deze lengte gelijkmatig over deze 2 maanden zijn verdeeld. Dat wil zeggen, volledige stremmingen van 30 dagen of meer achtereen beginnen in December of Januari. Van een verhoogde kans omstreeks Kerstmis of in Januari is geen sprake.



e. Opmerking verdient, dat de recordwinter 1947 ook in deze figuur geen bijzondere plaats inneemt.

### § 17. Ijsbezetting in de verschillende maanden.

Op de vraag: hoe groot is in de verschillende maanden de kans op ijs en op hoeveel dagen stremming moet worden gerekend, geeft tabel 11 een antwoord.

TABEL 11.

*Kans op stremming in de 5 wintermaanden in % en gemiddelde duur der stremming in dagen.*

	Kleine kanalen		Grote kanalen		Ijssel vast		Waal vast	
	kans	gem. duur	kans	gem. duur	kans	gem. duur	kans	gem. duur
November	10 %	8 d.	5 %	7 d.	4 %	5 d.	—	—
December	50 %	12 d.	30 %	11 d.	20 %	11 d.	2 %	10 d.
Januari	65 %	18 d.	50 %	13 d.	35 %	12 d.	9 %	10 d.
Februari	65 %	15 d.	35 %	16 d.	25 %	17 d.	14 %	18 d.
Maart	35 %	15 d.	5 %	15 d.	5 %	15 d.	5 %	8 d.
Gehele winter	100 %	32 d.	50 %	32 d.	50 %	24 d.	15 %	27 d.

(vgl. tabel 3 en 4).

Men lette er op, dat de gemiddelde duur der stremming is berekend per maand (of voor de gehele winter per jaar) waarin stremming voorkomt en *niet* over alle kalendermaanden gemiddeld.

Het laatste bedrag vindt men door de kans en de gemiddelde duur met elkaar te vermenigvuldigen.

Uit deze cijfers ziet men, dat voor de kleine wateren Januari, voor de grotere Februari de meeste stremming heeft.

De tabel geeft in de 4 groepen een zekere progressie in de graad der stremming, zodat men voor de verschillende typen vaarwegen, voor de uiteenlopende delen van het land en voor de diverse scheepstypen, door juiste interpolatie een maat kan aflezen voor de kans op stremming in enige maand en de gemiddelde omvang daarvan.

### § 18. Algemene verdeling van het ijs over het seizoen.

Fig. 15 geeft een overzicht van het totaal aantal malen, dat op elke datum ijs is voorgekomen op de IJssel sinds 1901.

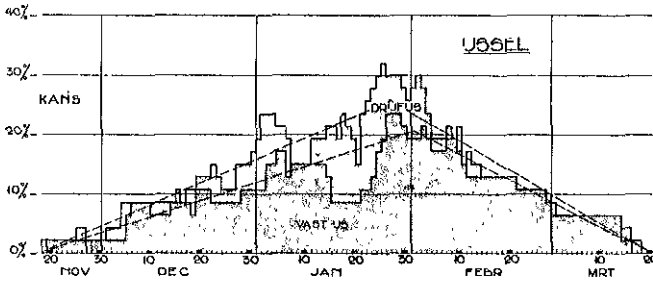


Fig. 15. De kans op ijs op elke datum.

Deze kans neemt van 0 op 15 November regelmatig toe tot 25 % als maximum op omstreeks 28 Januari en daarna tot de laatste datum, 20 Maart, weer regelmatig af tot nul.

Op grond van de logische overweging, dat een vast ijsdek eerst na het aanvankelijke drijfijis ontstaat en de langdurige, zich naar het voorjaar uitstrekkende ijsbezettingen het meest heugen, verwacht men, dat het vaste ijs meer in het late seizoen overheerst en het drijfijis meer in het begin.

Maar uit figuur 15 blijkt, dat dit nauwelijks het geval is. Het vaste ijs omvat over het gehele seizoen gerekend ongeveer 75 % der totale ijsbezetting.

### D. FREQUENTIES.

#### § 19. Sortering der ijswinters naar hun duur.

Het rekenen met gemiddelden heeft altijd het bezwaar, dat men de wisselvalligheid te veel uit het oog verliest. Om zich hiervan een voorstelling te vormen moet men gebruik maken van frequenties. Rangschikken we alle winters op volgorde van hun totaal aantal ijsdagen, dan wordt figuur 16 gevonden.

Om in overeenstemming te blijven met de elders in deze studie toegepaste werkwijze en om de sterke teruggang van

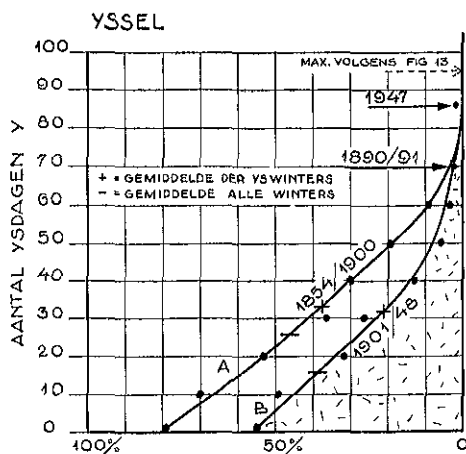


Fig. 16. Rangschikking van de ijswinters naar hun duur.

de intensiteit der winters te doen spreken, is hier weer onderscheid gemaakt tussen de winters 1854/1901 (lijn A) en 1901/1948 (lijn B).

Men leest op de laatstgenoemde lijn af, dat 45 % der winters meer dan 10 ijsdagen op de IJssel heeft, dus meer dan 10 dagen bijna algehele stremming. Een stremming van 60 dagen of meer per winter komt voor bij 5 % der winters.

Uit de figuur is te zien:

a. De lijn van 1854/1901 ligt ongeveer 16 dagen hoger dan de lijn 1901/1948. Men kan hieruit afleiden, dat de winters na 1900 over bijna de gehele linie 16 dagen korter zijn dan die in de tweede helft van de vorige eeuw.

b. Voor de allerstrengste winters van na 1900 geldt een dergelijke daling niet. Vgl. hierbij de pieken 1887/'95 en 1940/'47 in fig. 3.

c. De gemiddelde duur per ijswinter is volgens lijn A 33 dagen en volgens lijn B 32 dagen. Wij komen dus tot de paradoxaal klinkende conclusie:

*de gemiddelde duur der ijswinters is practisch onveranderd gebleven, ondanks de verkorting der ijswinters met 16 dagen!*  
De oplossing van deze interessante conclusie kan met behulp van fig. 16 gemakkelijk worden gevonden: door de vermin-

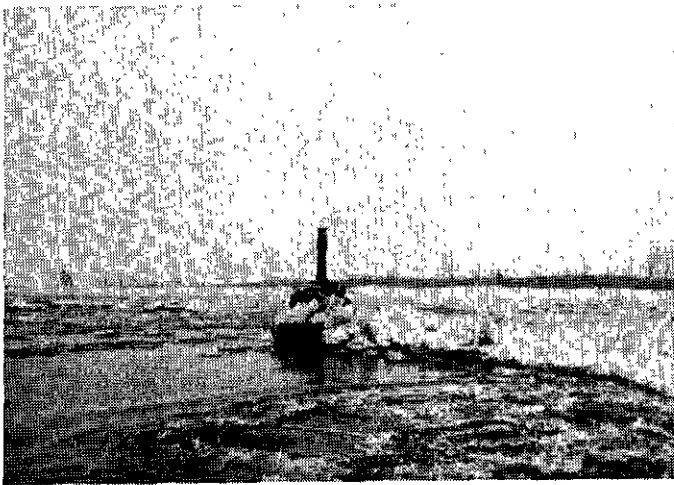
dering der ijswinters met 16 dagen, wordt juist het (grote) aantal korte winters uitgeschakeld, waardoor het algemeen gemiddelde niet daalt.

d. De paradox van c wordt volkomen bevestigd door het verloop van de lijn b in fig 3, aangevende het chronologisch verloop van de gemiddelde duur der ijswinters. In § 10 werd er reeds op gewezen, dat dit gemiddelde vóór en na 1900 op hetzelfde niveau is gebleven.

e. In het voorgaande is begrepen, dat de afneming van de *duur* der ijswinters zich uitsluitend zal uiten in het afnemen van het *aantal* ijswinters. Volgens fig. 16 loopt deze afneming van 80 % tot 55 %. D.w.z. er is een verdubbeling van het aantal ijsvrije winters. Hiermede wordt fig. 5 nader bevestigd en verklaard.

f. Uit fig. 16 blijkt nog weer op andere wijze, dat men topjaren als 1947 en 1891 niet in hun betekenis moet overschatten. Zij geven wel een accent aan het verloop van de frequentielijn in fig. 16, doch zij nemen daarin geen dominerende positie in.

g. Zoals fig. 16 duidelijk laat uitkomen is het heel goed denkbaar, dat de tendenz tot verzachting onzer winters



Opruimen van de laatste resten der ijsbezetting.

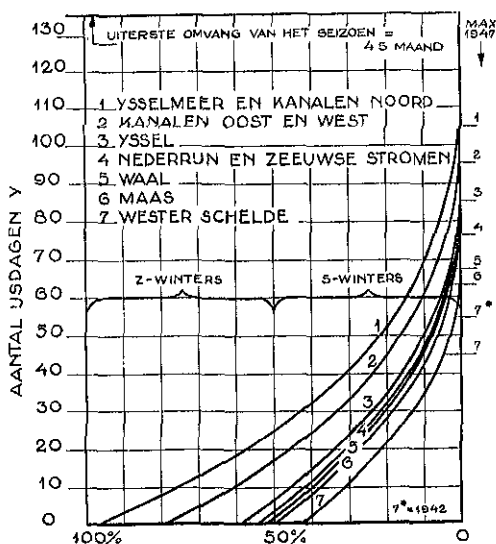


Fig. 17. Frequenties scheepvaartstremmingen (geheel en gedeeltelijk) met een duur langer dan  $y$  dagen.

verdere voortgang vindt, ook al komen af en toe zeer zware winters of groepen winters voor, die zich schijnbaar buiten de algemene regel houden.

#### § 20. De kans op verkeersstremmingen op de Nederlandse wateren.

Op dezelfde wijze als fig. 16 is ingericht voor de frequenties der ijsbezetting op de IJssel is fig. 17 ingericht voor de ijsbezetting op verschillende Nederlandse vaarwegen.

De in deze figuur voorkomende lijn 3 is dezelfde als lijn B in fig. 16.

De bedoeling van deze figuur is niet om de kansen op stremming tot één % en één dag nauwkeurig aan te geven. Dit is immers onmogelijk, omdat dit in hoge mate afhangt van het type kanaal, het type schip, de intensiteit van de vaart, eventueel ijsbreken e.d.

Toch liggen juist deze factoren min of meer mede in fig. 17 begrepen en wel op de volgende wijze.

Bij de vertikaal van 60 % behoort een type winter, die nog geen ijs geeft op de grote rivieren, 10 dagen ijs op de

kanalen in midden Nederland en 18 dagen ijs op het IJsselmeer en op de kanalen in de noordelijke provincies. Voor een bepaalde route en een bepaald type schip is hiermede de mate van stremming reeds vrij scherp aangegeven.

Bij de vertikaal van 10 % behoort een type winter, die 70 dagen ijs geeft op het IJsselmeer, 50 dagen op de IJssel, 35 dagen op de Westerschelde. Deze cijfers wijzen erop, dat IJsselmeer en kleine kanalen zeker 60 dagen volledige stremming hebben, de grote kanalen 40 à 50 dagen algehele stremming, de grote rivieren 15 à 30 dagen stremming en op de Zeeuwse wateren voor de binnenvaart door hinder van ijs in havens en sluizen 20 à 25 dagen stremming. Men kan deze cijfers nu naar behoefte variëren met betrekking tot de aard van het verkeer.

In overeenstemming met § 3 zijn de winters met ijs op de IJssel als S-winters, die zonder ijs op de IJssel als Z-winters aangeduid. Ter wille van de eenvoud is elke groep gesteld op 50 %. Dat wil zeggen, de Z-winters, waarvan de gemiddelden der ijsbezetting werden vermeld in tabel 3, kolom 4, bevinden zich in de linker helft van de figuur, de S-winters in de rechter helft.

De gemiddelden der Z-winters liggen globaal genomen op de vertikaal van 70 %. D.w.z.  $\frac{3}{5}$  der Z-winters is zachter dan kolom 4 in tabel 3 aangeeft en  $\frac{2}{5}$  is strenger.

De gemiddelden der S-winters (tabel 3, kolom 3) liggen op de lijn van 22 %. D.w.z.  $\frac{22}{50}$  der S-winters is strenger en  $\frac{28}{50}$  is zachter. De allerstrengste winters (1942, 1947), zijn juist 2 maal zo streng als de gemiddelde S-winter.

Met oordeel en kennis van zaken gelezen, geeft dan fig. 16 een vrijwel volledige beschrijving van aard en voorkomen der ijswinters op de Nederlandse wateren.

#### § 21. Kans op ijsperiode van bepaalde duur.

Men kan uit fig. 17 aflezen hoe groot de kans is op een winter met een bepaald aantal ijsdagen in totaal.

Deze ijsdagen komen meestal niet achter elkaar voor. Volgens § 11 zijn ze verdeeld over gemiddeld 1,4 periode per ijsjaar.

Tabel 11 geeft de kans op ijstremming in de verschillende maanden. Hierbij is vermeld het gemiddeld aantal per maand. Meestal betreft dit één aaneengesloten periode. Ook deze varieert, van December tot en met Maart, van 1 tot 31 dagen.

Voor de scheepvaart tellen de perioden van lange stremming naar verhouding zwaarder dan die van 2 of 3 dagen. Daarom is het van belang te letten op de kans om in een of andere maand een ijsperiode van bepaalde duur te treffen.

Hierop geeft fig. 18 antwoord.

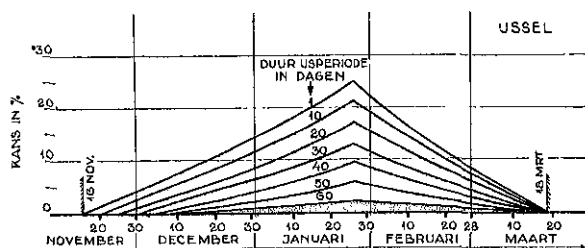


Fig. 18. Kans op ijsperioden van bepaalde duur voor de IJssel.

Men kan in deze grafiek aflezen, hoe groot de kans is om op een zekere kalenderdag te zitten in een ijsperiode van bepaalde duur.

Zo is er 10 % kans om half Januari in een ijsperiode van 30 dagen duur te zitten. Hierbij blijft buiten beschouwing of men op de betreffende datum in begin, midden of einde van deze ijsperiode zit.

De kromme van 1 dag is ontleend aan fig. 15.

In overeenstemming met fig. 14 beginnen de lijnen voor perioden van 30 à 60 dagen in de eerste helft van December. Perioden tot 20 dagen kunnen reeds in November beginnen.

De figuur geldt voor de ijsbezetting op de IJssel, dus voor vrijwel totale stremming op de middelgrote kanalen.

Voor de andere wateren kunnen vergelijkingscijfers worden ontleend aan tabel 3, in het bijzonder kolom 5, tabel 11 en fig. 17.

Men kan het vraagstuk van de kans op het treffen van ijsperiodes van een bepaalde duur ook aldus benaderen:

Fig. 19 geeft weer de kans, dat een ijsdag behoort tot een aaneengesloten ijsperiode van langs de y-as aangegeven duur.

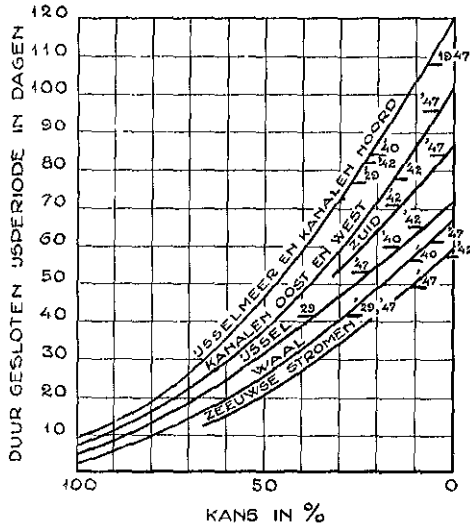


Fig. 19. Kans, dat een ijsdag behoort tot een ijsperiode van bepaalde duur.

Men leest b.v. op de bovenste kromme af, dat voor de betreffende wateren er 80 % kans is, dat een ijsdag behoort tot een ijsperiode van minstens 20 dagen en 20 % kans te behoren tot een ijsperiode van minstens 90 dagen.

De grootte van de kans op een ijsdag in een of andere maand vindt men voor de IJssel en daarmee voor de middel-grote kanalen, in fig. 15.

Voor andere wateren kan men die uit tabel 11 berekenen.

Daartoe vermenigvuldigt men de kans in % met de gemiddelde duur en deelt door 30 of 31.

Zo is de kans om op een willekeurige dag in Maart op de kleine kanalen ijs te hebben  $\frac{35\% \times 15 \text{ d}}{31 \text{ d}} = 17\%$ .



Men vindt nu de kans op een ijsperiode van een bepaalde duur door beide percentages met elkaar te vermenigvuldigen.

Voorbeeld: Gevraagd, de kans op stremming grote kanalen gedurende 60 dagen achtereen, te beginnen 1 Januari.

Berekening: Tabel 11 geeft als gemiddelde kans om op een dag in Januari ijs te hebben  $\frac{50 \% \times 13 \text{ d}}{31 \text{ d}} = 21 \%$ ,

in Februari  $\frac{35 \% \times 16 \text{ d}}{28 \text{ d}} = 20 \%$ .

Volgens fig. 19 is de kans, dat een ijsdag behoort tot een periode van 60 dagen 25 %. Het antwoord op de vraag is dus: 25 % van 20 % = 5 %.

De kans op 30 dagen ijs (van 15 Januari tot 15 Februari) is echter 60 % van 20 % = 18 % en de kans op een week ijs eind Januari of begin Februari is 100 % van 20 % = 20 %.

## § 22. Toepassing der waarschijnlijkheidswetten.

a. Uit de in tabel 1 overgelegde statistiek van de IJssel kan men tellen hoeveel winters ijsvrij waren en in hoeveel er 1 ×, 2 ×, 3 × en 4 × ijsperiodes voorkwamen. Het resultaat van deze telling is weergegeven in tabel 12.

TABEL 12.

*Aantal afzonderlijke ijsperiodes per winter voor de IJssel.*

	Aantal winters	Totaal aantal periodes
ijsvrij	31 ×	0
1 ijsperiode	34 ×	34
2 ijsperiodes	21 ×	42
3 ijsperiodes	7 ×	21
4 ijsperiodes	1 ×	4
	94 winters	101 ijsperiodes.

Dit komt overeen met een gemiddelde van 1,07 ijsperiodes per winter.

Zouden nu de genoemde 101 ijsperioden volkomen volgens de wetten van het toeval over de winters worden verdeeld, dan vindt men deze verdeling rekenkundig door toepassing van de verdelingswet van Poisson

$$k_r = \frac{m^r e^{-m}}{r!}$$

waarin  $k$  de kans

$m$  het gegeven gemiddelde

$r$  het aantal malen, dat het verschijnsel in de eenheid van tijd optreedt.

In ons geval is  $m = 1,07$  en wij vinden door toepassing van deze formule, dat resp. 0, 1, 2, 3 of 4 ijsperioden per winter optreden op 94 winters der aantallen volgens tabel 13.

TABEL 13.

*De verdeling der ijsperioden over de 94 jaar 1854/1948.*

	Berekend	Opgetreden	Afwijking
geen ijs	32,2 ×	31 ×	— 1
1 ijsperiode	34,5 ×	34 ×	0
2 „	18,5 ×	21 ×	+ 3
3 „	6,6 ×	7 ×	0
4 „	1,8 ×	1 ×	— 1

De overeenstemming is nagenoeg volkomen. Dat wil zeggen: de spreiding der ijsperioden over de diverse winters geschiedt kennelijk volgens de wetten van de waarschijnlijkheid.

Bijzondere opmerking verdient in dit verband: *dat het voorkomen van ijsvrije winters wordt beheerst door de wetten van het toeval.*

b. Past men de verdelingswet van Poisson toe op het tijdvak van 47 jaar van 1892 tot 1939, dus juist tussen de extreme winterperioden eindigende 1892 en beginnende 1940, dan wordt gevonden een gemiddeld aantal perioden per jaar  $m = 0,83$  en een verdeling als volgt:

TABEL 14.

*De verdeling der ijsperioden over de 47 jaar 1892/1939.*

	Berekend	Opgetreden	Afwijking
geen ijs	20,5 ×	20 ×	0
1 ijsperiode	17,0 ×	17 ×	0
2 „	7,1 ×	8 ×	+ 1
3 „	1,9 ×	2 ×	0

Ook hier is er een bijna volkomen overeenstemming. In dit tijdvak valt een opeenvolging van 4 ijsvrije winters, n.l. 1934/1938.

Voor de verhoudingen, geldende sinds 1892 moet de kans op zulk een verschijnsel zijn:

$$e^{-4 \cdot 0,83} = 0,036$$

op de eenheid van 4 jaar of rond 1 %.

Men zal dus, als het winterklimaat verder ongewijzigd blijft, in vele tientallen jaren niet behoeven te verwachten, dat zich nog eens 4 winters achtereen geen ijs op de IJssel vertoont.

Zou de algemene stijging der wintertemperaturen zich nog verder doorzetten, dan is het natuurlijk niet uitgesloten, dat dit zich vaker gaat herhalen.

c. Een winter van zeer lange duur zou men kunnen opvatten als te bestaan uit 4 of 5 zo dicht opeenvallende afzonderlijke ijsperioden, dat zij ineenvloeien. Volgens punt b. is vóór 1940 het gemiddelde aantal perioden per jaar 0,83 dus per ijswinter 1,66. Volgens § 11 is het aantal ijsperioden van 6 dagen en langer 1,4 per ijswinter. Bij een gemiddelde duur per ijswinter van 32 dagen komt men dan op een gemiddelde duur per periode van globaal 20 dagen. Men zou dus 1947 kunnen opvatten als een winter bestaande uit 4 ineenvloeiende ijsperioden. Volgens dezelfde wetten is de kans op het optreden van zulk een winter of een strengere rond 1 %. D.w.z. enkel en alleen rekening houdende met de wetten van het toeval zou men uit de 47 winters 1892/1939, waarin geen opvallende winters voorkwamen, (vgl. fig. 3) reeds in 1939 hebben kunnen berekenen, dat een winter van

het type 1947 met een kans van 1 % zou zijn te verwachten.

d. Deze beschouwingswijzen verliezen echter hun geldigheid voor het optreden van meerdere strenge winters achter elkaar, zoals de perioden 1885/93 en 1940/47 te zien gaven. Volgens de waarschijnlijkheidsrekening zou de kans op zulke combinaties in de orde van grootte zijn van 1<sup>o</sup>/<sub>100</sub>. Het feit, dat zulke combinaties toch meer dan eens voorkomen wijst erop, dat hier andere invloeden in het spel zijn. Bijvoorbeeld deze, dat af en toe ons land wordt getrokken in de continentale sfeer. Het bijzondere is hierbij niet, dat zich zulk een winter voordoet, maar dat dit in een groep van jaren bij herhaling geschiedt, om dan weer tientallen jaren achtereen niet op te treden.

e. Beschouwen wij in dit licht de figuren 3 en 4 opnieuw, dan mogen wij de situatie van Nederland misschien aldus vastleggen:

Ons eigen Nederlands winterklimaat is in de laatste 100 jaar aanmerkelijk milder geworden. Er dringen echter af en toe tot ons gebied winters door van meer continentaal karakter, die véél strenger zijn en die aan het proces van milder worden geen deel hebben. Een deel van de ijswinters zakt dus geleidelijk weg, een ander deel blijft op volle sterkte. Hierdoor worden de tegenstellingen meer en meer geaccentueerd.

## E. IJSBERICHTGEVING.

### § 23. Opvoering van de doelmatigheid der ijsberichtgeving.

De perioden, gedurende welke men in Nederland met gehele of gedeeltelijke stremming van de scheepvaart te maken heeft, variëren van 1 tot 105 dagen en de uitgestrektheid van enkele kleine kanalen tot het gehele Nederlandse grondgebied. Gemiddeld heeft men per jaar te rekenen op 10 tot 30 dagen ijs, waarvan de hinder niet alleen afhangt van het deel van het land en het type waarweg, maar ook van het type schip en uiteraard het meest van de gesteldheid van het ijs.

Gedurende meer dan de helft van het totaal aantal ijsdagen

in Nederland, kan op een belangrijk gedeelte der vaarwegen de vaart nog voortgang vinden en het gebeurt zelden, dat de vaart overal tegelijk en in haar geheel wordt stilgelegd.

Het is een punt van algemeen belang, dat van de nog bevaarbare waterwegen een zo volledig mogelijk gebruik wordt gemaakt. Dat wil zeggen, het is gewenst, dat alle bij de schipperij betrokkenen zich gedurende ijsbezetting van dag tot dag omtrent de vaarmogelijkheden kunnen oriënteren.

Ten dienste hiervan bestaat reeds sinds 1923 een ijsinlichtingendienst, uitgaande van de Rijkswaterstaat. In de praktijk is deze dienst tot nu toe nooit populair geworden, omdat hij niet ten volle aan het doel beantwoordde. Als hoofdoorzaken kunnen worden genoemd:

- de puntgewijze vermeldingen van de ijstoestand stonden een snelle oriëntering in de weg;
- met de mogelijkheden en resultaten van ijsbreken werd te weinig rekening gehouden;
- de berichten verschenen te laat voor de betreffende dag;
- de enkelvoudige lettercode liet een duidelijke beschrijving van de ijstoestand in vele gevallen niet toe.

Ten einde aan deze bezwaren tegemoet te komen en mede in verband met klachten over moeilijkheden der scheepvaart bij ijsgang op het IJsselmeer, werd overgegaan tot uitbreiding en tevens reorganisatie van de dienst tot de *Nederlandse Ijsberichtendienst*.

De hoofdkenmerken van deze nieuwe berichtgeving zijn:

berichtgeving zal gelden voor vaarROUTES;

verspreiding zal geschieden door middel van IJSKAARTJES;

vermelding zowel van scheepstype, waarmede gevaren IS of KAN WORDEN, als van de IJSTOESTAND;

het mede opnemen van IJSBREKEN;

het verleggen van de berichtgeving van de late ochtend naar de voorafgaande avond;

opnemen van ijsberichten in de avonduitzending van de radionieuwsdienst.

Als belangrijkste middel tot bekendmaking zullen ijskaartjes worden toegepast, waarvan een specimen, ontleend aan de beperkte proefneming in 1947 achter in het boekje is gevoegd.

Deze ijskaartjes geven weer de ijstoestand in de middag van de betreffende dag en worden per nachtpost geëxpedieerd. Zij kunnen dus bijna overal in Nederland 's morgens vroeg aanwezig zijn <sup>1)</sup>).

Uit de kleuren blauw voor nog bevaarbaar en rood voor volledig gestremd, wordt reeds met één oogopslag een beeld van de vaarmogelijkheid verkregen.

De bijgeplaatste letters geven nadere bijzonderheden, waarvoor de code aan de achterzijde van de kaartjes is afgedrukt.

Het probleem van de snelle oriëntering over de bevaarbaarheid van een zekere route is hiermede opgelost, terwijl ook de gelegenheid bestaat om alle aan de Algemene Dienst van de Rijkswaterstaat gerichte mededelingen over ijsbreken in de kaartjes op te nemen.

Als aanvulling op deze berichtgeving kunnen in enkele gevallen ook codetelegrammen worden verzonden, met behulp waarvan de ontvanger zelf het ijskaartje kan samenstellen. Voorts is in overweging om belangrijke gezichtspunten via de radionieuwsdienst ter kennis van de belanghebbenden te brengen.

In de winter 1946/47 werd met deze berichtgeving een proef op beperkte schaal genomen. Uit de proef en een naar aanleiding daarvan gehouden rondvraag werd de lering getrokken, dat de schipperij over de routeberichtgeving en de ijskaartjes vol lof is. Men achtte de berichtgeving in beginsel ideaal, doch verbetering in details is hier en daar nodig en mogelijk.

---

<sup>1)</sup> Omtrent extra bestelling of afhalen bij postkantoor of trein is ev. plaatselijk overleg te plegen.

De code van 5 letters, die eerst wat onwennig aandoet, bleek hoegenaamd geen moeilijkheden of misverstanden te geven.

In de eerstvolgende winter met ijsbezetting zal de proef op uitgebreider schaal worden herhaald.

Met het tot het uiterste profiteren van de vaargelegenheden wordt vermoedelijk een groter algemeen belang gediend, dan met het breken van vaarwegen met ijsbrekers.

Ik meen dan ook op alle belanghebbenden, die medewerking aan de ijsberichtgeving kunnen verlenen, een beroep te mogen doen, teneinde te bereiken, dat deze op zo effectief mogelijke wijze extra zal bijdragen om de nadelen van de ijsbezetting tot een minimum te beperken.

TABEL 1.

*Ijsbezetting IJssel 1854/1948.*

Winter	Afzonderlijke ijsperioden				Eerste datum	Laatste datum	Aantal dagen	
	1e	2e	3e	4e			ijs	vast ijs
1854/55	52				18—1	10—3	52	46
55/56	30	10			9—12	21—1	40	10
56/57	16				30—1	14—2	16	12
57/58	13	14	28		5—1	18—3	55	50
58/59	13				16—11	28—11	13	9
59/60	13	2			16—12	16—2	15	11
60/61	43				25—12	5—2	43	39
61/62	8	13			29—12	30—1	21	—
62/63	—				—	—	—	—
63/64	45				3—1	16—2	45	44
64/65	48	18			15—12	28—2	66	45
65/66	—				—	—	—	—
66/67	11				16—1	26—1	11	—
67/68	19	4			9—12	18—1	23	16
68/69	9				23—1	31—1	9	6
69/70	22	5			29—1	1—3	27	20
70/71	61				23—12	21—2	61	57
71/72	33				5—12	6—1	33	25
72/73	—				—	—	—	—
73/74	3				11—2	13—2	3	—
74/75	17	17			26—12	9—3	34	25
75/76	18	41			1—12	17—2	59	47

TABEL 1 (vervolg)

Winter	Afzonderlijke ijsperiodes				Eerste datum	Laatste datum	Aantal dagen	
	1e	2e	3e	4e			ijs	vast ijs
76/77	—				—	—	—	—
77/78	—				—	—	—	—
78/79	23				9—1	31—1	23	16
79/80	36	32			3—12	17—1	68	55
80/81	24				14—1	6—2	24	20
81/82	—				—	—	—	—
82/83	—				—	—	—	—
83/84	—				—	—	—	—
84/85	14				19—1	1—2	14	13
85/86	5	1	3		21—1	3—3	9	—
86/87	16	12			15—1	23—2	28	15
87/88	16	14	16	7	28—12	9—3	53	36
88/89	22	8	3		5—1	5—3	33	22
89/90	9	3	3		3—12	6—3	15	—
90/91	8	62			28—11	8—2	70	59
91/92	17	5	5		25—12	23—2	27	6
92/93	47				25—12	9—2	47	40
93/94	18				3—1	20—1	18	16
94/95	44	14			6—1	12—3	58	35
95/96	5				26—12	30—12	5	—
96/97	17				23—1	8—2	17	16
97/98	—				—	—	—	—
98/99	—				—	—	—	—
99/00	23				11—12	2—1	23	20
1900/01	25	15			4—1	28—2	40	34
01/02	—				—	—	—	—
02/03	9	17	9		19—11	26—1	35	20
03/04	16				31—12	15—1	16	12
04/05	15				16—1	30—1	15	9
05/06	—				—	—	—	—
06/07	16	18			23—12	10—2	34	14
07/08	30				31—12	29—1	30	27
08/09	20	11	3		28—12	14—2	34	27
09/10	—				—	—	—	—
10/11	—				—	—	—	—
11/12	8	3			18—1	10—2	11	6
12/13	—				—	—	—	—
13/14	20				15—1	3—2	20	10
14/15	—				—	—	—	—



TABEL 1 (vervolg)

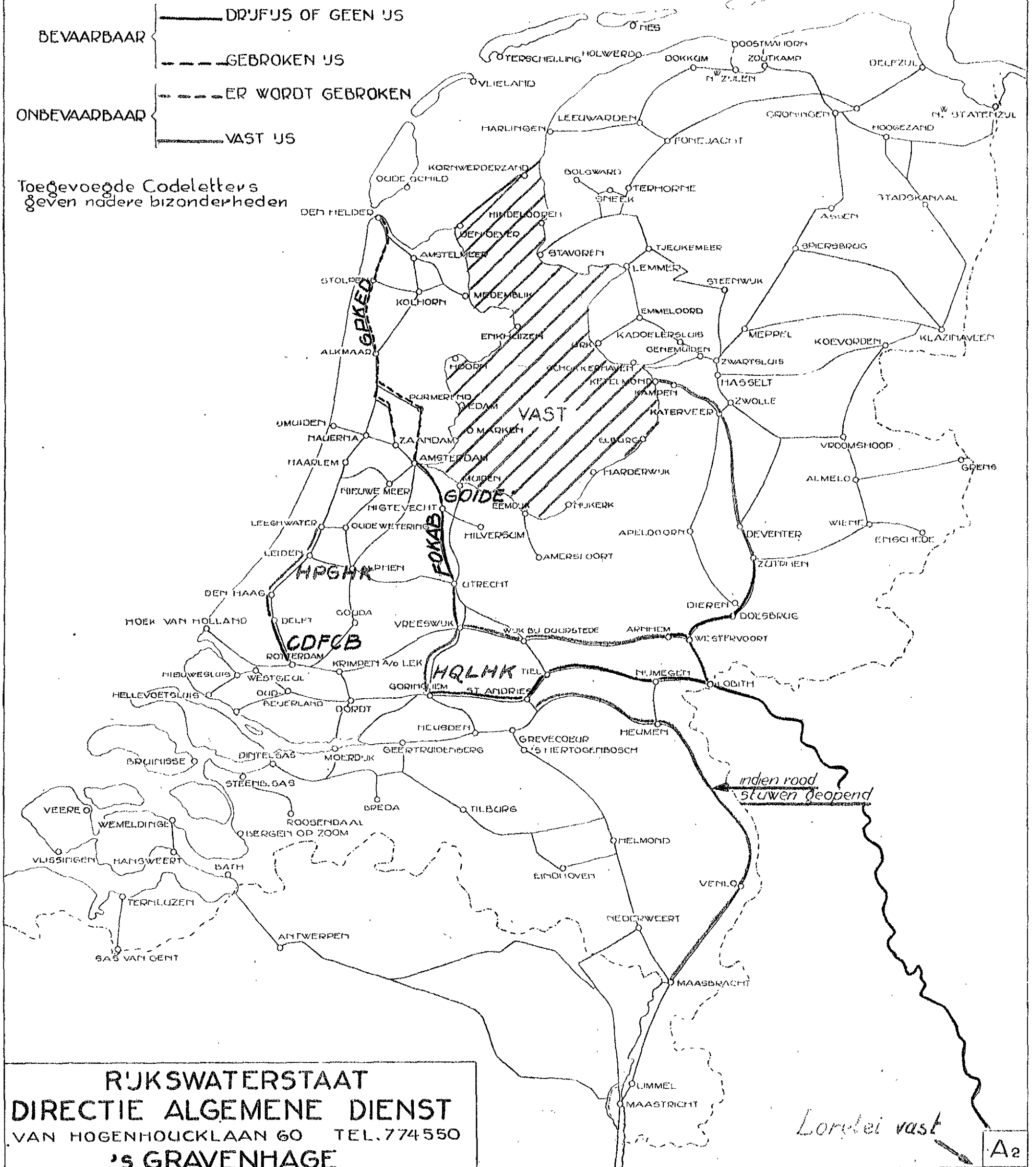
Winter	Afzonderlijke ijsperioden				Eerste datum	Laatste datum	Aantal dagen	
	1e	2e	3e	4e			ijs	vast ijs
15/16	—				—	—	—	—
16/17	37				22—1	27—2	37	27
17/18	10				28—12	6—1	10	—
18/19	5	3			1—2	12—2	8	4
19/20	—				—	—	—	—
20/21	9				15—12	23—12	9	8
21/22	19	30			26—11	21—2	49	40
22/23	—				—	—	—	—
23/24	16				30—12	14—1	16	7
24/25	—				—	—	—	—
25/26	16	7			1—12	20—1	23	9
26/27	—				—	—	—	—
27/28	5				20—12	24—12	5	4
28/29	41	7			12—1	14—3	48	39
29/30	—				—	—	—	—
30/31	—				—	—	—	—
31/32	—				—	—	—	—
32/33	14				22—1	4—2	14	11
33/34	31				5—12	4—1	31	30
34/35	—				—	—	—	—
35/36	—				—	—	—	—
36/37	—				—	—	—	—
37/38	—				—	—	—	—
38/39	21				18—12	7—1	21	20
39/40	59				2—1	1—3	59	55
40/41	40	8			22—12	10—2	48	37
41/42	64				12—1	16—3	64	59
42/43	—				—	—	—	—
43/44	—				—	—	—	—
44/45	12				22—1	2—2	12	6
45/46	12				22—1	2—2	12	—
46/47	34	52			16—12	18—3	86	78
47/48	—				—	—	—	—

# NED. IJSBERICHTENDIENST PROEF IJSKAARTJE

IJSBERICHT N<sup>o</sup> 5 VAN 10 JAN 1947

- |              |           |                      |
|--------------|-----------|----------------------|
| BEVAARBAAR   | —————     | DRYF IJS OF GEEN IJS |
|              | - - - - - | GEBROKEN IJS         |
| ONBEVAARBAAR | - - - - - | ER WORDT GEBROKEN    |
|              | —————     | VAST IJS             |

Toegevoegde Codeletters  
geven nadere bijzonderheden



**RIJKS WATERSTAAT**  
**DIRECTIE ALGEMENE DIENST**  
 VAN HOGENHOUCKLAAN 60 TEL. 774 550  
 'S GRAVENHAGE