

KONINKLIJK NEDERLANDS
METEOROLOGISCH INSTITUUT

Industriële en stedelijke invloeden op het zicht
langs de Nieuwe Rotterdamse Waterweg

door

G.P.A. Braam

De Bilt, maart 1962

Industriële en stedelijke invloeden op het zicht langs de
Nieuwe Rotterdamse Waterweg.

door

G.P.A. Braam

1. Inleiding.

Langs de Nieuwe Rotterdamse Waterweg bestaat reeds verschillende jaren een reeks radarposten, die ten dienste staan van het scheepvaartverkeer, speciaal in omstandigheden met slecht zicht. Het ligt derhalve voor de hand dat deze onder het Loodswezen ressorterende radardienst ook zichtwaarnemingen verricht, die telefonisch worden verzameld. Het aantal radarposten bedraagt 7, namelijk

Hoek van Holland	(H)
Rozenburg	(R)
Maassluis	(M)
Tankhoofd	(T)
Pernis	(P)
Lekhaven	(L)
Charlois	(C)

(zie fig. 1)

Op de bijgaande kaart (fig. 1) ziet men hoe de posten geografisch zijn gelegen. De onderlinge afstand bedraagt enkele kilometers, terwijl de waarnemingen worden verricht op een hoogte van omstreeks 10 meter. De frequentie van de zichtmeldingen is afhankelijk van de weerssituatie.

Indien het zicht groter is dan 4 km wordt er één maal per twee uur een opgave verstrekt, is het zicht 4 km of minder dan wordt er één maal per half uur een waarneming verricht, terwijl bovendien in het laatste geval plotselinge veranderingen worden doorgegeven. De scheepvaart kan deze berichten beluisteren tijdens uitzendingen van Scheveningen Radio, of ze aan de posten opvragen (dit laatste zal met name bij Hoek van Holland door binnenkomende schepen gebeuren).

De op bovengenoemde wijze verkregen zichtwaarnemingen lenen zich uiteraard goed voor een vergelijkend onderzoek. Dit is voor de gegevens van twee jaren uitgevoerd (1957 en 1958).

Het doel van dit onderzoek was in de eerste plaats industriële invloeden op het zicht te leren kennen, juist omdat langs gedeelten van de N.R.W. een sterke concentratie van industrieën aanwezig is. Afgezien hiervan leek ook een invloed van de Noordzee op de aan de monding van de Waterweg gelegen post Hoek van Holland waarschijnlijk.

Uit het onderzoek zal echter blijken dat er nog een andere, zeer belangrijke factor een rol speelt bij de ruimtelijke verdeling van slecht-zichtgebieden.

2. Betrouwbaarheid van de waarnemingen en opzet van het onderzoek.

Het vaststellen van het zicht geschiedt in eerste instantie aan de hand van zichtmerken. Met name bij grote drukte wordt echter nogal eens de hulp van de scheepvaart ingeroepen. Alle schepen van enige betekenis staan namelijk met de radarposten in verbinding zodra het zicht 2 km of minder bedraagt. In sommige gevallen komt dit ook al bij zicht van 2 tot 4 km voor.

Als nu bekend is, welke punten men aan boord van een schip kan waarnemen, kan op de radar deze zichtafstand worden bepaald. Het is natuurlijk complicerend dat op deze wijze de zichtopgave niet die van één punt is, doch van een gebied dat enkele vierkante kilometers kan beslaan. Bovendien wordt deze manier van zichtbepaling uiteraard niet uniform gehanteerd: Op een gegeven tijdstip zal de ene post uitsluitend het zelf waargenomen zicht opgeven, en een andere dat van een gebied, terwijl dit op een volgend tijdstip weer anders kan zijn. Kortom, er is geen voor alle stations gelijke procedure, echter met deze uitzondering dat alle posten uitsluitend het zicht over de Waterweg aangeven. Het zicht op het land blijft dus buiten beschouwing.

Behalve het bovengenoemde, kleven er aan de waarnemingen ook nog de gebruikelijke bezwaren van subjectieve invloeden en mogelijke afhankelijkheid doordat de berichten voor een deel telefonisch aan elkaar worden doorgegeven.

De bovengenoemde gang van zaken heeft echter ook voordelen. De waarnemingen staan immers, althans voor een deel, aan directe controle van de afnemers bloot hetgeen de nauwkeurigheid ongetwijfeld ten goede zal komen. Dit geldt vooral wanneer het onderzoek beperkt wordt tot toestanden met slecht zicht. Hier komt nog bij dat de gehele psychologische situatie, mede omdat men geen andere weerselementen waarneemt, juist sterk op het zicht is geconcentreerd.

Op welke wijze moet men nu mogelijke verschillen in zicht tussen de posten aan het licht brengen? Het is duidelijk dat het hanteren van gemiddelden hier misplaatst is. Allereerst zijn de gegevens met zichtwaarden groter dan 4 km niet in voldoende mate gedifferentieerd (getallen die 10 km of meer zouden moeten aangeven komen vrijwel niet voor), maar wat nog belangrijker is, de hogere waarden zijn voor vergelijking niet interessant. Ten slotte is ook de verdelingscurve van de zichtcijfers een zodanige, dat het gemiddelde een zeer slechte karakteristiek zou vormen. Er werd daarom besloten de vergelijking uit te voeren aan de hand van de duur van het slechte zicht. Deze werd uitgedrukt in het aantal halfuurlijkse waarnemingen waarop een waarde werd gemeld kleiner dan een vooraf bepaalde grens. Het is daarbij mogelijk de betekenis van "slecht zicht" te variëren, door de bewerking voor verschillende grenzen uit te voeren.

Deze grenzen kan men echter niet geheel willekeurig kiezen. Het is namelijk a priori te verwachten, dat de waarnemers hun schattingen niet gelijkmatig over de verschillende mogelijkheden zullen verdelen, maar voor bepaalde zichtcijfers een sterke voorkeur zullen vertonen. Hierbij kan men dan vooral aan de waarden 500, 1000, 1500 en 2000 m denken. Deze veronderstelling werd getoetst door een steekproef voor enkele stations waarvan het resultaat is weergegeven in fig. 2. Op grond van deze steekproef is het zonder meer duidelijk dat 1000 m, 1500 m en 2000 m inderdaad bijzonder "aantrekkelijke" waarden zijn. Voor 500 m geldt dit in veel mindere mate. Het is nu van belang de te kiezen grenzen niet op dergelijke voorkeurswaarden te leggen: Er moet immers worden verwacht dat de werkelijke zichtcijfers om deze waarden verdeeld zullen liggen en wel op een onbekende manier.

Deze overweging heeft er toe geleid de vergelijkingsmogelijkheden te benutten voor de volgende grenzen:

100 m	:	0 t/m	99 m
200 m	:	0 t/m	199 m
750 m	:	0 t/m	749 m
1250 m	:	0 t/m	1249 m
1750 m	:	0 t/m	1749 m

Zoals uit de fig. 3 blijkt zijn de eerste drie grenzen tamelijk willekeurig gekozen. Verder vormen de klassegrenzen 99 m, 199 m enz. getallen die natuurlijk nooit worden opgegeven. In feite omvatten de klassen dan ook in hoofdzaak de volgende gemelde waarden: respectievelijk t/m 90, t/m 150 m, t/m 150 m, t/m 700 m, t/m 1200 m en t/m 1500 m (zie wederom fig. 3).

De vergelijking der duren zonder meer is echter ook nu nog moeilijk statistisch uit te voeren. Men kan namelijk de verschillen tussen de totale duren (b.v. per jaar) niet op hun significantie onderzoeken. Het is immers zeer waarschijnlijk dat, vooral bij geringe windsnelheden, mist- of nevelgebieden met een zekere hardnekkigheid op een bepaalde plaats zullen blijven hangen. De afzonderlijke waarnemingen zullen dan dus geen onafhankelijke gegevens opleveren. Om dit z.g. persistentieëffect te elimineren kan men de gegevens groeperen in situaties. Een situatie werd in dit geval als volgt omschreven: Een slecht-zicht-situatie is aanwezig zodra het zicht op één of meer posten 2000 meter of minder bedraagt en duurt ook voort als het zicht tijdelijk overal meer dan 2 km is geworden, behalve als deze laatste periode langer dan 5 uur duurt.

Men mag van één enkele situatie veronderstellen dat er een interne samenhang tussen de zichtwaarden op de verschillende posten zal zijn. Beschouwt men iedere situatie als één geheel dan kan men veilig stellen dat verschillende situaties geen afhankelijkheid meer zullen vertonen.

Over de waarde van het interval dat tussen de situaties moet liggen kan men natuurlijk twisten. De door ons aangenomen waarde van 5 uur is zeker tamelijk willekeurig. Waar het echter om gaat, is dat in deze periode de aanwezige lucht door andere moet zijn vervangen. Welnu, dat is zelfs bij geringe windsnelheden in 5 uur tijds het geval.

Ter verduidelijking wordt de groepering naar situaties hieronder schematisch aangegeven.

		H	R	M	T	P	L	C
	>5 uur	alle stations >2000 m						
1e situatie	h_1 h_1+30 h_2 h_2+30 h_3 . . h_n	1 of meer stations ≤ 2000 m						
	>5 uur	alle stations >2000 m						
2e situatie	h_1 h_1+30 h_2 . .	1 of meer stations ≤ 2000 m						
		etc.						

Vervolgens kunnen de opgegeven waarden die kleiner zijn dan bepaalde grenzen per situatie worden geteld. Men verkrijgt dan dus voor iedere grens afzonderlijk de duur per station, uitgedrukt in halve uren. Een voorbeeld hiervan ziet men in de linkerhelft van de bijgaande tabel die betrekking heeft op de situatie van 13-14 januari 1958. In de kolommen wordt dus een cumulatieve verdeling aangetroffen.

13 januari 1958 21.30 u. - 14 januari 1950 14.00 u.
Rangordenummers (zie onder 3)

	H	R	M	T	P	L	C		H	R	M	T	P	L	C
<100	2	2	2	2	1	1	1		5½	5½	5½	5½	2	2	2
<200	2	2	2	2	2	2	2		4	4	4	4	4	4	4
<750	8	12	13	20	12	15	17		7	5½	4	1	5½	3	2
<1250	13	15	22	24	20	21	20		7	6	2	1	4½	3	4½
<1750	14	21	30	27	23	25	26		7	6	1	2	5	4	3
<2250	20	28	33	29	27	28	29		7	4½	1	2½	6	4½	2½

De op deze wijze bewerkte waarnemingen laten een vergelijkende statistische toets, namelijk die van Friedman, toe.¹⁾

3. Resultaten.

De eerste vraag die zich voor elke in de vorige paragraaf genoemde grens afzonderlijk voordoet, luidt:

Is er enig verschil tussen de duren van slecht zicht op de zeven posten? De rangordetoets van Friedman kan hierop in zoverre een antwoord geven, dat de hypothese: "Er is geen verschil", wordt onderzocht.

De uitvoering van deze toets verloopt in het kort als volgt: Voor een bepaalde grens wordt in iedere situatie aan de stations een rangnummer toegekend. Zijn er posten met gelijke duren in dezelfde situatie, dan moeten deze alle hetzelfde rangnummer ontvangen en wel het gemiddelde van de nummers die ze zouden krijgen bij ongelijke waardering. Een voorbeeld hiervan ziet men in de eerder aangehaalde tabel (van par.2) uitgevoerd en wel in het rechtergedeelte. De rangnummers worden over de verschillende situaties gesommeerd, zodat men een totale rangorde verkrijgt, die in de tabellen I en II resp. voor de jaren 1957 en 1958 (aan het eind van dit verslag) is weergegeven. Van deze totale rangorde wordt vervolgens nagegaan hoe groot de kans is dat ze door het toeval veroorzaakt is. Deze kans is eveneens in de tabellen genoemd en wel geheel rechts. Overschrijdingskansen van 5% en kleiner worden als een aanwijzing beschouwd dat de verdelingen door andere dan toevalsfactoren zijn teweeg gebracht. Volledigheidshalve zijn ook nog de totale duren vermeld (deze staan dus niet direct met de begrenzingen van situaties in verband) en wel links in de tabellen.

De toets levert slechts de uitspraak op of er verschil is.

1) P.J. Rijkoort. Statistische toetsingsmethoden Rapport R III 120, K.N.M.I. 1953.

Welke stations hiervan de oorzaak zijn, kan er niet uit worden afgelezen, doch dit is wel bij redelijke benadering uit het getallenpatroon te interpreteren. Hierbij is getracht de betrouwbaarheid van de interpretatie in aanzienlijke mate op te voeren door de bewerking voor de twee verschillende jaren afzonderlijk uit te voeren. Treedt een effect in beide jaren op dan wordt de kans op interpretatiefouten aanmerkelijk geringer.

A. Vergelijking aan de hand van het totale aantal situaties. (tabellen I en II)

Te verwachten was: Een grotere duur bij de post Tankhoofd wegens nabijheid van veel industrieën.

Opgetreden 1957: Voor alle grenzen is er een significant verschil tussen de rangtotalen. De bovenstaande hypothese m.b.t. een langere duur van het slechte zicht op de post Tankhoofd werd bevestigd voor de grenzen 1250 en 1750 m doch voor de lagere grenzen is de duur op Tankhoofd nog wel aan de hoge kant, maar er is daarbij geen aanleiding dit als een uitzonderingspositie te kenmerken.

Aangezien de getallen van 1958 hetzelfde beeld vertonen, moet aangenomen worden dat de industriële invloed op het zicht zich hoofdzakelijk manifesteert bij zichtcijfers groter dan 800 meter.

De meest voor de hand liggende verklaring hiervoor is de volgende:

De industrierook oefent inderdaad invloed op het zicht uit. Aangezien deze invloed wel bij hogere maar niet bij lagere zichtcijfers kan worden aangetoond, moet worden aangenomen dat het effect van rook op het zicht klein is vergeleken met de uitwerking van atmosferische condensatieprocessen. In de volgende bladzijden zal blijken dat de verklaring in feite gecompliceerder is.

Een ander opvallend aspect van de rangordegetallen, als ook van de totale duren, die links in de tabel staan vermeld, zijn de betrekkelijk lage waarden van de posten Pernis, Lekhaven en Charlois, in vergelijking met de andere. Dit verschijnsel doet zich in 1957 bij vrijwel alle grenzen voor, doch het is opmerkelijk dat de grootste bijdrage tot dit verschil wordt geleverd door zichtwaarden kleiner dan 100 m, zoals duidelijk uit tabel I A blijkt. De waarnemingen van 1958 leveren in grote trekken hetzelfde beeld, maar bij kleine grenzen behoort nu ook Hoek van Holland tot groep van lage waarden. (Zie ook tabel II A).

Het is moeilijk om aan te nemen dat dit verschil door waarnemingsfouten veroorzaakt zou kunnen zijn. Zeker, het grote verschil wordt ten dele teniet gedaan door de categorie tussen 100 en 200 meter, hetgeen kan duiden op subjectieve verschillen in de waarnemingen, maar dit is dan ook inderdaad slechts ten dele.

De posten Lekhaven en Charlois liggen in Rotterdam, Pernis ligt bij Schiedam, Het ligt dus voor de hand te veronderstellen dat deze stations in een stadsklimaat zijn gelegen. Nu is dit op zichzelf nog geen afdoende verklaring. In een stad kunnen immers verschillende tegengestelde invloeden op het zicht werkzaam zijn. Enerzijds hebben een grotere hoeveelheid condensatiekernen en een geringere windsnelheid een zicht-verslechterend effect, anderzijds zullen de hogere temperaturen en de grotere turbulentie in steden relatief goed zicht kunnen veroorzaken. Op grond van de hier bewerkte waarnemingen, moet dus worden geconcludeerd dat in dit geval de zicht-verbeterende werkingen overheersen. Het lijkt waarschijnlijk dat de verwarming hier de belangrijkste factor is.

Gecomplliceerd is de positie van Tankhoofd. Aangezien deze post dicht bij een sterk-warmteafgevend industrieterrein ligt²⁾, en bovendien vlak bij Vlaardingen is gelegen, is hier wellicht ook de bovengenoemde invloed aanwezig. In de tabellen I en II is hiervan echter niets te bespeuren, zodat de voorlopige conclusie moet luiden dat op de post Tankhoofd het effect van de verontreiniging de tegengestelde invloed van de verwarming in ruime mate overcompenseert.

B. Verschillen tussen zomer- en winterhalfjaar (tabellen III en IV).

Situaties behorende tot de maanden september tot en met februari en die gedurende maart tot en met augustus werden afzonderlijk behandeld. Het doel hiervan was de volgende veronderstelling te toetsen:

Het water van de Noordzee is in de zomer relatief koud t.o.v. het land zodat op de nabij de zee gelegen post Hoek van Holland een relatief lange duur van mist verwacht mag worden t.o.v. de meer landinwaarts gelegen posten. In het winterhalfjaar zou het omgekeerde het geval moeten zijn.

Voor de gegevens van 1957 blijkt deze tendens inderdaad voor de zomer aanwezig, voor de winter is het verschijnsel echter niet duidelijk, al heeft Hoek van Holland wel steeds een geringere totale duur dan Rozenburg, Maassluis en Tankhoofd. In de waarnemingen van 1958 is voor de zomer de veronderstelde tendens slechts voor de hogere zichtgrenzen duidelijk, in de winter is het ongeveer als in 1957. Resumerend kan worden gezegd dat er wel enige, doch geen overtuigende, aanwijzingen voor het bedoelde effect aanwezig zijn. Uiteraard speelt de windrichting hierbij een rol.

Het blijkt verder dat de uitspringende positie van de post Tankhoofd die bij vergelijking van de jaartotalen voor hogere grenzen was geconstateerd, voornamelijk wordt veroorzaakt in het winterhalfjaar, al is de tendens in het zomerhalfjaar niet afwezig. De oorzaak hiervan zal gezocht moeten worden in de grotere onstabieliteit gedurende de zomer die een snellere afvoer van rook naar de hogere luchtlagen mogelijk maakt.

De lagere waarden van de stedelijke stations tenslotte worden blijkbaar zowel in de zomer als in de winter aangetroffen.

C. Vergelijking van de zichtverschillen bij diverse windrichtingen (tabellen V t/m X).

Aangezien de industrie in de omgeving van tankhoofd voornamelijk in de Zuidwestsector is gelocaliseerd, heeft het zin de zichtduren voor verschillende windrichtingsgroepen te vergelijken. Hiertoe is gebruik gemaakt van de windrichtingmetingen van het Kuststation Hoek van Holland, in enkele gevallen waarin deze ontbraken aangevuld met waarnemingen van het vliegveld Zestienhoven. Een situatie werd in een bepaalde categorie ingedeeld indien minstens 70% van het aantal (uurlijkse) windwaarnemingen tot de desbetreffende categorie behoorde. De fluctuaties in de windrichting laten een veel hoger percentage dan het genoemde niet toe, omdat anders een te groot aantal situaties in een restcategorie terecht komt. De indeling is als volgt gekozen:

- 1.. 170-230 graden: te verwachten: ernstige invloed van rook op Tankhoofd.
2. 240-260 " : " " : idem maar ook in Pernis
3. 270-310 " : " " : enige invloed van rook op Tankhoofd
4. 320-120 " : " " : geen invloed van rook op Tankhoofd
5. 130-160 " : " " : enige invloed van rook op Tankhoofd
6. Veranderlijke wind.

- 2) Dr. F.H. Schmidt. Enige beschouwingen over de invloed van een groot industriecomplex op de stroming in de atmosfeer. Wetenschappelijk verslag ten behoeve van de Stuurgroep Nieuwe Waterweg.

Verder kan men in bepaalde gevallen proberen categorie 6 te beperken door situaties in een combinatie van twee van de overige categorieën onder te brengen b.v. 1/2, 2/3 enz. Aangezien het in de eerste plaats om de invloeden bij Tankhoofd gaat, kan men de klassen 1, 2 en 1/2 zinnig samen nemen en vergelijken met categorie 4.

Zoals uit de tabellen V en VI voor de grens 1750 m blijkt, bevatten de laatstgenoemde windrichtingsklassen ook de grootste aantallen situaties. In de categorieën 2 (afzonderlijk), 3 en 5 zijn veel minder situaties vertegenwoordigd. Het is dan ook twijfelachtig of een significantieonderzoek hier nog verantwoord is. Voor lagere grenzen (750 m en 200 m) geldt dit trouwens met uitzondering van klasse 4, algemeen. De onderstaande opmerkingen hebben dan ook voornamelijk betrekking op de grens 1750 m.

- a. Of het zicht op de post Pernis bij bepaalde windrichtingen ook invloed van verontreinigingen ondergaat die afkomstig zijn van het industriecomplex bij Tankhoofd, zou beoordeeld moeten worden op grond van de waarden in categorie 2. Zoals boven opgemerkt bevat deze een te klein aantal situaties. Laat men dit even buiten beschouwing, dan is er overigens geen indicatie voor invloed op Pernis aanwezig.
- b. Uit categorie 1, maar vooral uit 1+2+1/2, valt te zien hoe bij winden, in hoofdzaak uit richtingen tussen zuid en west, er weinig verschil is in de duren op de verschillende stations behalvé op Tankhoofd dat duidelijk een uitzonderingspositie inneemt. De duur is daar in 1957 ongeveer 40% en in 1958 ongeveer 27% groter dan op de andere posten gemiddeld. Dit effect is ook nog bij de grens 750 m aanwezig, maar bij 200 meter niet meer.

Dat hiermee de uitwerking van de industrierook wordt aangetoond lijkt wel onbetwistbaar, maar deze constatering wint nog aan betekenis als men de zichtverdeling over de stations in windrichtingsgroep 4 beschouwt waarin dus geen invloed van rook is te verwachten. Daarin valt op te merken dat Tankhoofd dan geen uitzonderingspositie meer inneemt, zelfs niet meer de grootste duur heeft, maar wat grootteorde betreft in 1957 met 3 en in 1958 met 1 andere post samengaat.

- c. Men ziet eveneens hoe juist in groep 4 de lage waarden van de posten Pernis Lekhaven en Charlois markant zijn. Dit bevestigt de onder A geuite veronderstelling dat hier stedelijke invloeden een rol spelen, omdat juist bij deze windrichtingen (320-120) de lucht over een groot gedeelte van het stadscomplex Rotterdam-Schiedam is gevoerd. Dat dit een effect van grote betekenis is blijkt ook hieruit dat het zelfs bij de grens 200 meter nog duidelijk is waar te nemen. In het jaar 1958 was het bijzonder sprekend: de duur bedroeg toen op de genoemde 3 stations ruwweg slechts de helft van die op de andere posten.

Hoe staat het nu echter bij deze windrichtingen met de stedelijke invloed op de post Tankhoofd? Warmteïnvloed van het industrieterrein is niet of slechts in geringe mate te verwachten. Er is dus slechts effect waarschijnlijk van het in vergelijking tot Rotterdam kleine stedelijke gebied van Vlaardingen. Uit de getallen blijkt dat er nog wel iets van deze invloed aanwezig kan zijn (Tankhoofd heeft een kortere duur dan Maassluis), maar de grootte ervan is in ieder geval slechts gering. (de duur op Tankhoofd is groot t.o.v. die op Pernis, Lekhaven en Charlois). In aansluiting op de laatste beschouwing moet worden opgemerkt dat de genoemde windrichtingsclassificatie in eerste instantie is ontworpen om de industriële, en niet om de stedelijke invloed na te gaan. Er is in deze richting nog verder onderzoek mogelijk. Dit geldt ook voor het opsporen van eventuele rookinvloed op de post Maassluis.

4. Mistduren en temperaturen in en om andere grote steden.

Men treft in de literatuur weinig of geen onderzoeken aan waarbij de onderlinge afstand der beschouwde waarnemingsposten zo klein is, en de waarnemingswijze zo systematisch als bij het besproken onderzoek. Vergelijking van de gevonden resultaten met die van andere grote steden en hun omgeving is dan ook slechts op een globale manier mogelijk, maar biedt toch wel enig houvast.

Voor het stadscomplex van Londen en de omgeving daarvan werd het volgende gevonden³⁾:

- a) De duren van het zicht kleiner dan 1100 yards bleken in centraal-Londen hoger dan in de randsteden en in de laatste weer hoger dan op het platteland.
- b) De duren van het zicht kleiner dan 440 yards bleken in de voorsteden het hoogst. In centraal-Londen waren ze een weinig hoger dan buiten de stad.
- c) De duren van het zicht kleiner dan 220 yards hadden in centraal-Londen uitgesproken de laagste waarden. De voorsteden hadden, evenals onder b) de hoogste duren.

Hierin is vooral de relatief lage frequentie van dichte mist in de binnenstad opmerkelijk in overeenstemming met wat bij Rotterdam werd gevonden. Een verschil is echter dat dit effect bij hogere zichtgrenzen in Londen wél, maar in Rotterdam niet overgecompenseerd wordt.

Een ander opvallend punt in het "Londense onderzoek" is de zeer hoge duur in de voorsteden, waarop we aan het eind van deze paragraaf nog zullen terugkomen.

Hoewel de betrouwbaarheid van een in 1931 ingesteld onderzoekje naar de mistduren in en om Parijs⁴⁾ niet te hoog aangeslagen moet worden, zijn de resultaten ervan althans niet met het bovenstaande in strijd (ook hier relatief lage frequentie van dichte mist in de stad).

Tenslotte zij nog een door Hader voor Wenen uitgevoerd onderzoek⁵⁾ vermeld. In deze stad is de situatie ingewikkelder ten gevolge van hoogteverschillen, terwijl de waarnemingen in hoofdzaak beperkt zijn tot het stedelijke gebied zelf. Niettemin waren er ook hier aanwijzingen voor een relatief lage waarde van de mistfrequentie in de binnenstad, en een maximum in de buitenwijken.

Het lijkt vervolgens zinvol nog enkele gegevens over temperatuurverschillen tussen steden en hun omgeving te vermelden. De z.g. "Autofahrten" in de dertiger jaren brachten in verschillende Duitse en Oostenrijkse steden het volgende aan het licht⁶⁾ 7):

Tijdens windstille en wolkenloze weerstoestanden zijn de maximumtemperaturen van stad en omgeving vrijwel gelijk, daarentegen is er 's avonds een groot verschil: De stad is dan veel warmer. Dit verschil is ook 's ochtends vroeg nog aanwezig maar het is dan minder groot. Al met al is het geen zeldzaamheid dat de dagelijkse gang van de temperatuur bij dergelijke weerstoestanden in de stad 6 à 7 graden kleiner is dan daarbuiten.

- 3) H.C. Shellard. The frequency of fog in the London area, compared with that in rural areas of East Anglia and Southeast England. Met Mag.vol. 88, 1959 blz. 321.
- 4) L. Besson. Fréquence du brouillard à Paris et dans les environs Annales des services techniques d'hygiène de la ville Paris 1931, blz. 1.
- 5) Hader Fr. Der Nebel in Wien als Erscheinung des Stadtklimas Bioklimatologische Beiblätter der Met. Zeitschrift band 4, 1937 blz. 116
- 6) Steinhauser F. Neue Untersuchungen der Temperaturverhältnisse von Groszstädten Biokl. Beibl. der Meteor.Zeitschrift band 1, 1934, blz. 105.
- 7) Berg.H. und Metzler H.K. Temperaturmeszfahrten durch das Gebiet der Stadt Hannover, Biokl. Beibl. der Meteor.Zeitschrift band 1, 1934, blz. 111

Ook in de gemiddelde temperaturen komt het verschil tussen Wenen en omgeving tot uiting. In de jaargemiddelden is ook altijd nog een overschot aan de zijde van de stad van 0,3 - 0,4 graden ⁸⁾.

Als oorzaken van het verschil worden genoemd:

- a. 1. Minder uitstraling in de stad door afsluiting van de horizon als gevolg van de bebouwing.
2. Afscherming van de straling door de aanwezigheid van een stofsluier boven de stad.
- b. Warmteproductie der stad.
- c. Verschil in bodemgesteldheid i.v.m. geleidingsvermogen en verdamping.
- d. Opzameling van de warmte in de huizenmassa's der stad.

Temperatuurverschillen tussen stad en omgeving zijn ook in de U.S.A. bekend en onderzocht, evenals trouwens verschillende andere aspecten van het stadsklimaat ⁹⁾

In verband met ons onderzoek verdient de mogelijke aanwezigheid van een stof- en nevelsluier boven de stad bijzondere aandacht (a2). Bij wijze van hypothese zijn tamelijk in aanvulling op het in par.3 gestelde, nog de volgende mechanismen als verklaring voor op de Rotterdamse Waterweg waargenomen verschijnselen aan te voeren:

- a. Aanwezigheid van stofsluier —————> relatief veel nevel in de stad
- ↓
- Hogere stadstemperatuur door
afscherming van de uitstraling
- ↓
- Lagere frequentie van dichte
mist in de stad

Vooraf voor de Londense zichtcijfers lijkt deze verklaring aannemelijk. In Rotterdam is het verschil in frequenties van nevel dus nog niet gevonden.

In verband met dit effect krijgt de situatie bij Tankhoofd nog iets meer reliëf als men bedenkt dat bij winden tussen zuid en west wanneer dus zowel door de industrie geproduceerde warmte als verontreinigingen over de Waterweg worden gevoerd, de duur van dichte mist op het station toch niet kleiner is dan op andere. Zoals al eerder werd opgemerkt wijst dit op de zeer grote invloed van verontreinigingen van de daar aanwezige industrie.

- b. De stedelijke stofsluier kan ook nog het volgende effect hebben:

Met geringe windsnelheden kan de sluier aan de stadsrand en in de stadsomgeving terecht komen en daar in combinatie met de daar optredende sterkere uitstraling juist aanleiding geven tot versterking van de tendens tot mistvorming.

De markante hoge frequentie van mist aan de Londense en Weense stadsrand vormt hiervoor een aanwijzing.

In par.3 is de kleine duur van mist in de stad Rotterdam toegeschreven aan de stadswarmte. Het is nu echter mogelijk dat het verschil stad-omgeving van twee kanten tegelijk uit verklaard moet worden, namelijk mede door het over het platteland (met name Maassluis) gevoerde en van de stad afkomstige stof.

8) Eckel O. Klima und Bioklima von Wien, II Teil, 1957, blz. 108 e.v.

9) Schmidt, F.H. The Air over Cities, Verslag van het Symposium met betrekking tot luchtverontreiniging in steden. Cincinnati, november 1961 K.N.M.I.-verslag V-104.

De ingewikkeldheid van de verklaring neemt verder toe als men bedenkt dat ook verontreinigingen afkomstig van de steden Den Haag en Delft gemakkelijk de Nieuwe Waterweg kunnen bereiken.

4. Conclusies.

- a. De werking van de industrierook op het zicht bij de post Tankhoofd kan duidelijk uit de zichtwaarnemingen van twee jaren worden aangetoond. Deze invloed is echter bij toestanden met zeer slecht zicht (kleiner dan ongeveer 500 meter) niet of nauwelijks merkbaar. De uitwerking van het atmosferische condensatieproces lijkt in het laatste geval veel groter, al is de warmteafgifte van het industriecomplex vooral bij lage zichtcijfers waarschijnlijk eveneens een factor van betekenis.
- b. De invloed van de zee op het zicht van de nabij de kust gelegen post Hoek van Holland is niet op overtuigende wijze uit de gegevens vast te stellen.
- c. De in het stadscomplex Rotterdam-Schiedam gelegen posten hebben alle een relatief korte duur van slecht zicht. Aangezien dit verschijnsel zich vooral voordoet, wanneer ten gevolge van bepaalde windrichtingen de lucht over een groot deel van de stad stroomt, moet worden aangenomen dat de verwarmende werking van en de hogere graad van turbulentie in de stad van grote betekenis zijn als zichtverbeterende factoren. De invloed van de aanwezigheid van vele condensatiekernen en van de geringere windsnelheden wordt blijkbaar in ruime mate overgecompenseerd, althans in geval van toestanden met zeer slecht zicht. Het verschil stad-omgeving moet misschien mede uit een ander effect worden verklaard. Het is namelijk mogelijk dat de uit de stad wegdrijvende stofsluier buiten de stad aanleiding geeft tot een versterkte tendens tot mistvorming.

**RADARPOSTEN
N. WATERWEG**

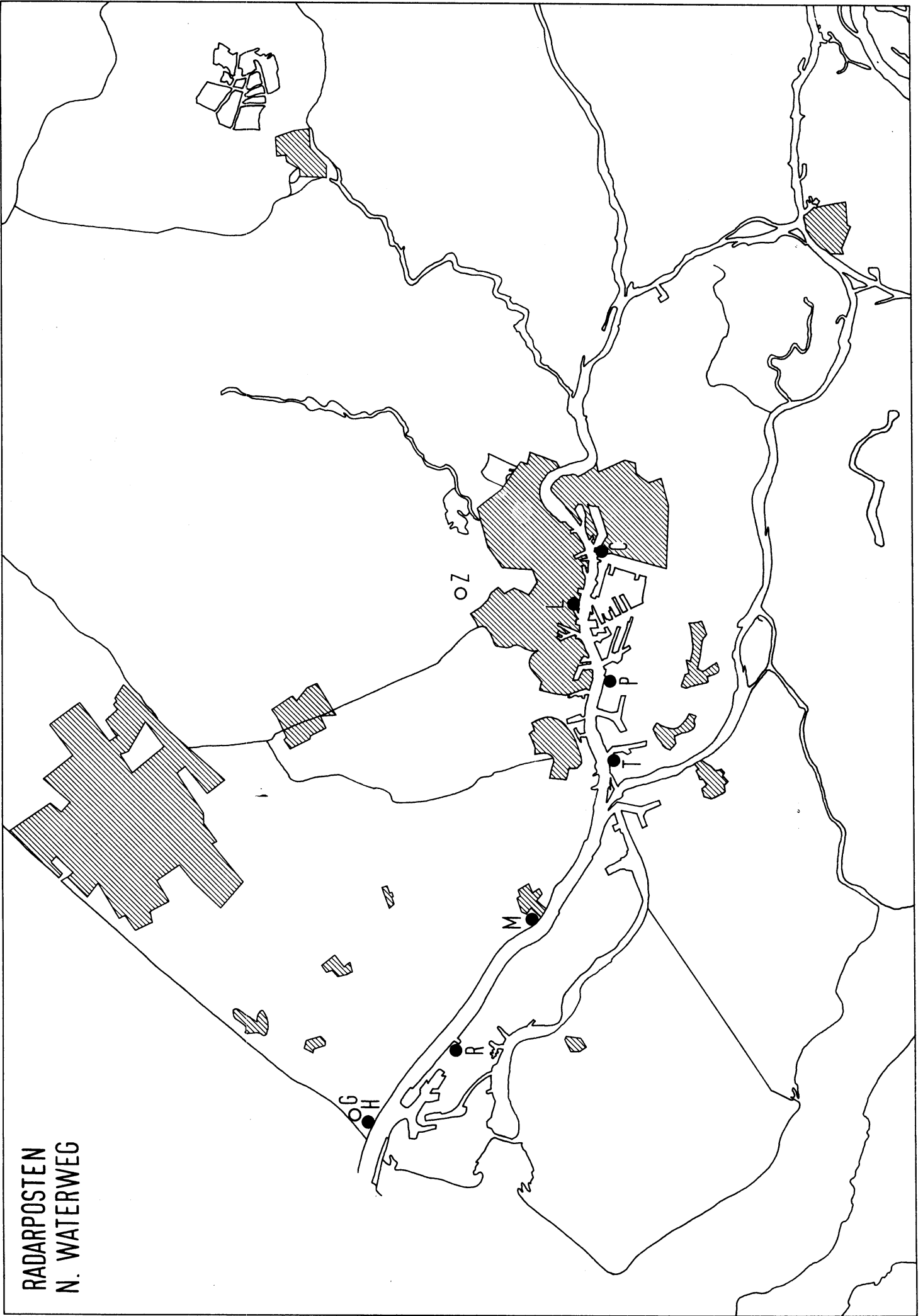
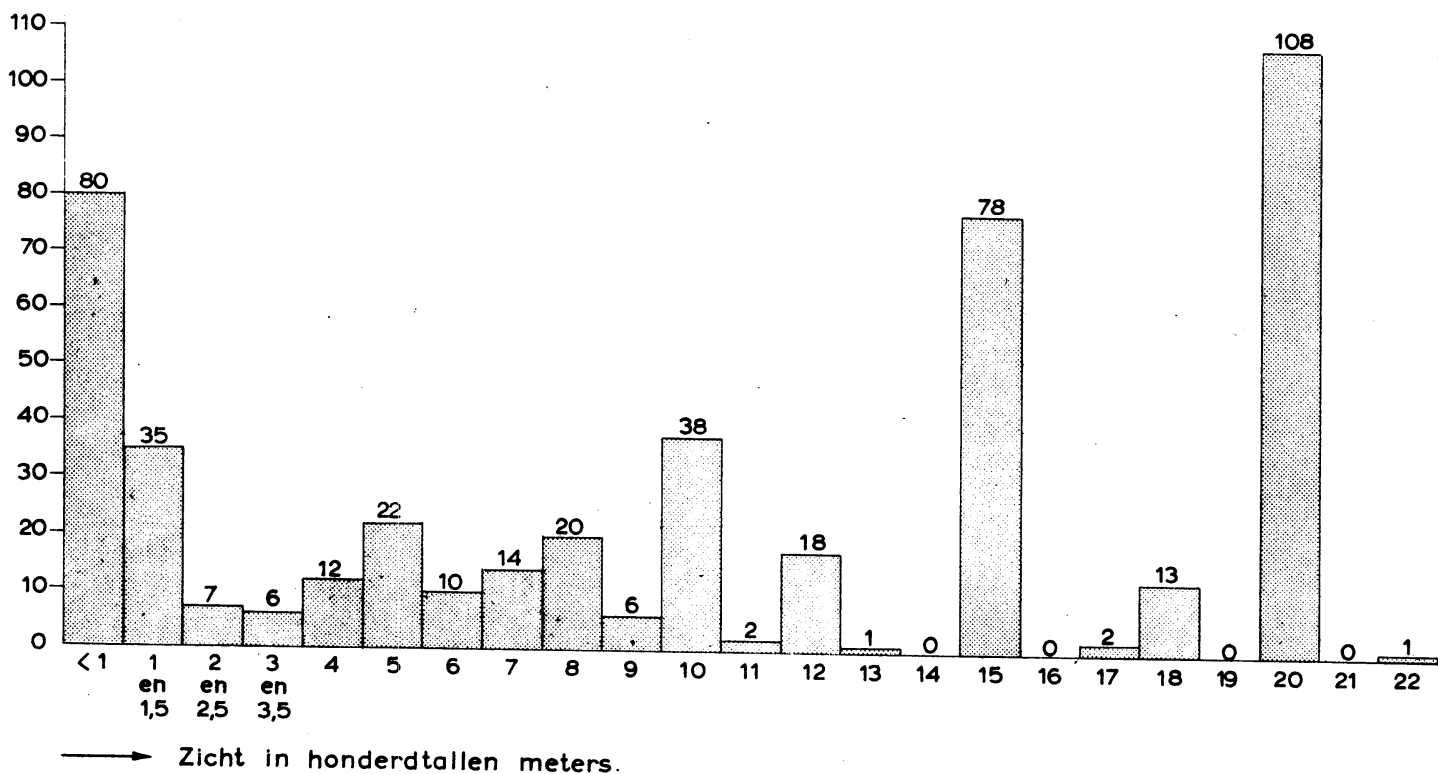


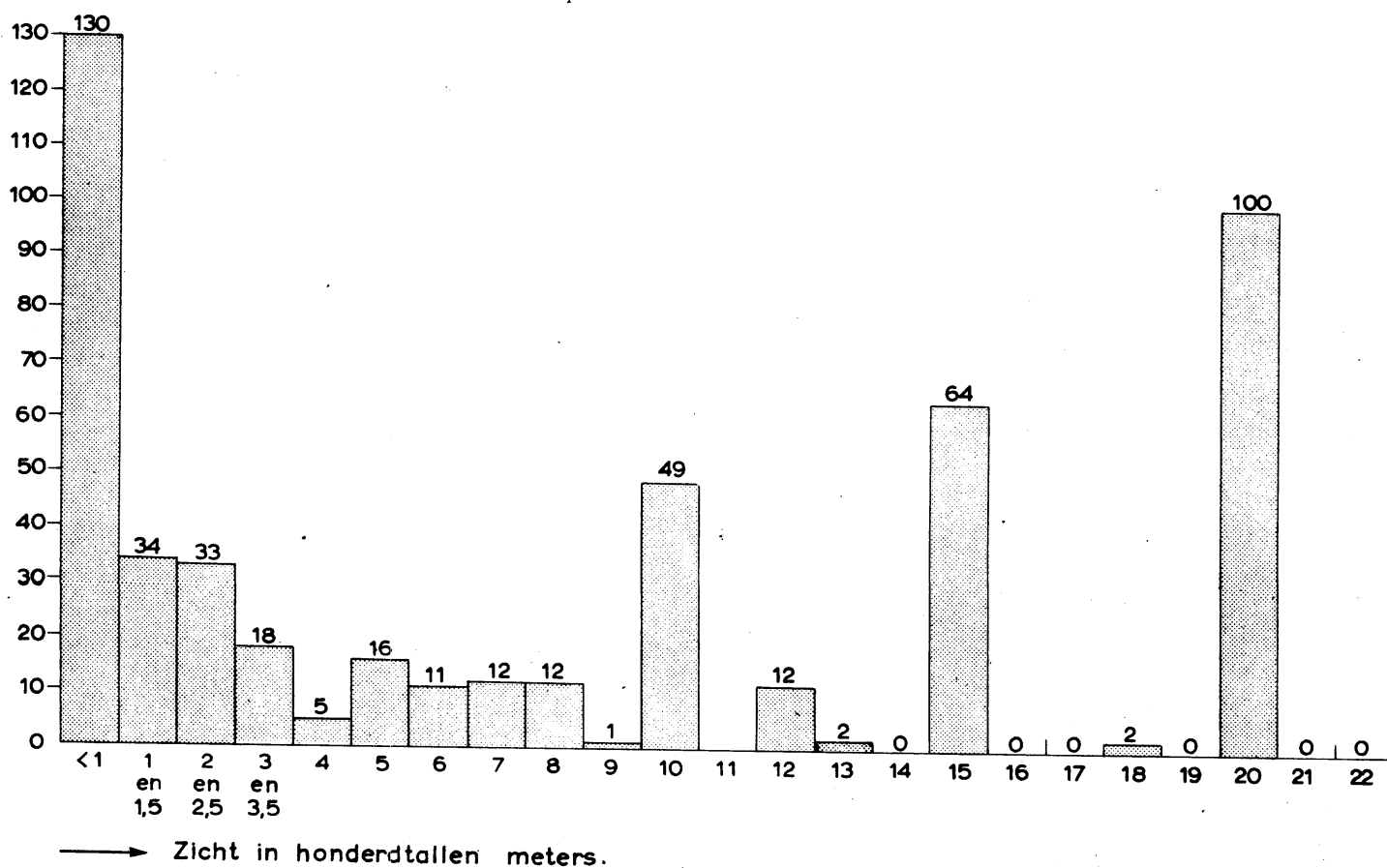
FIG. 1

Fig. 2

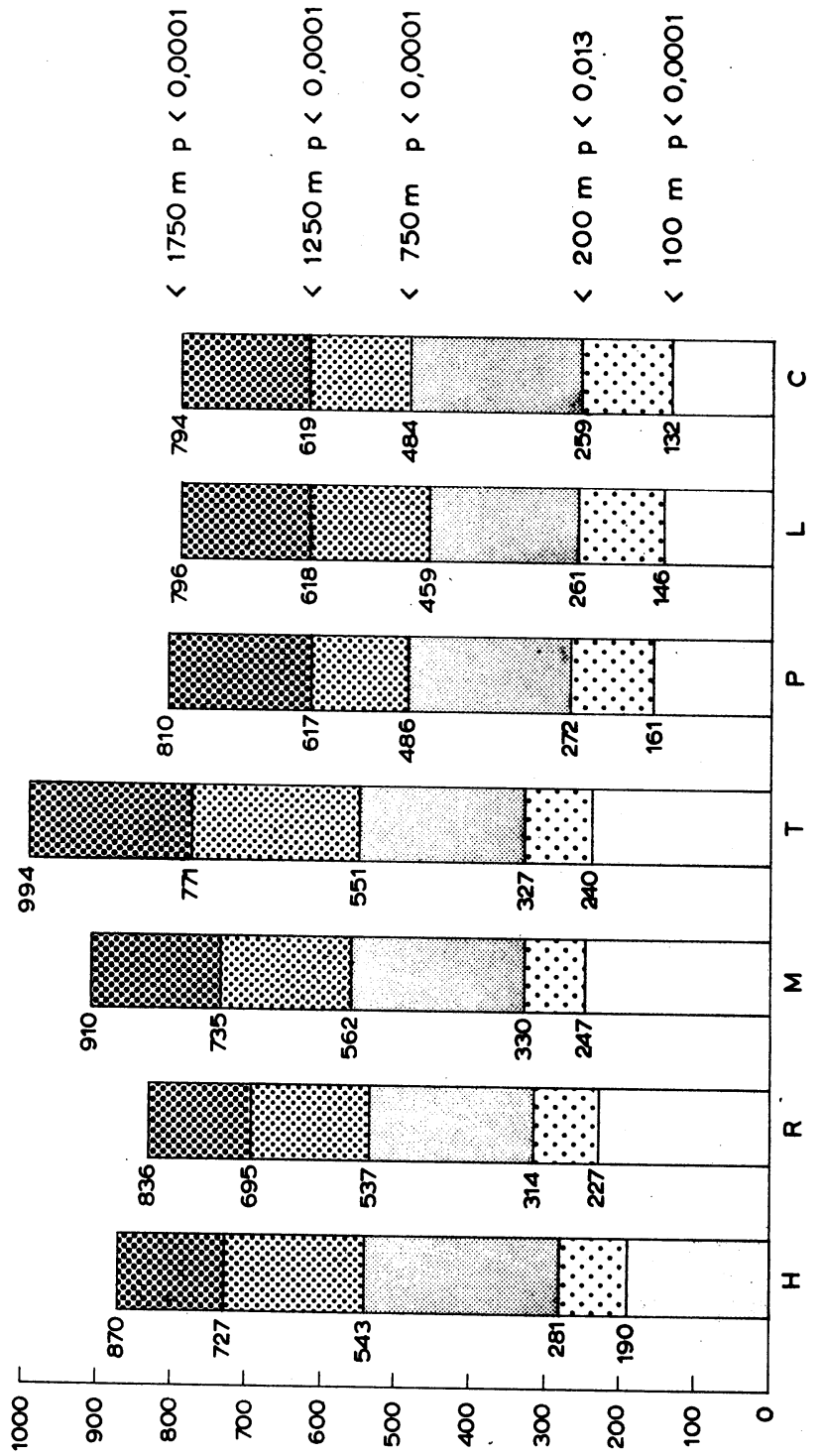
Lekhaven januari, februari en oktober 1957



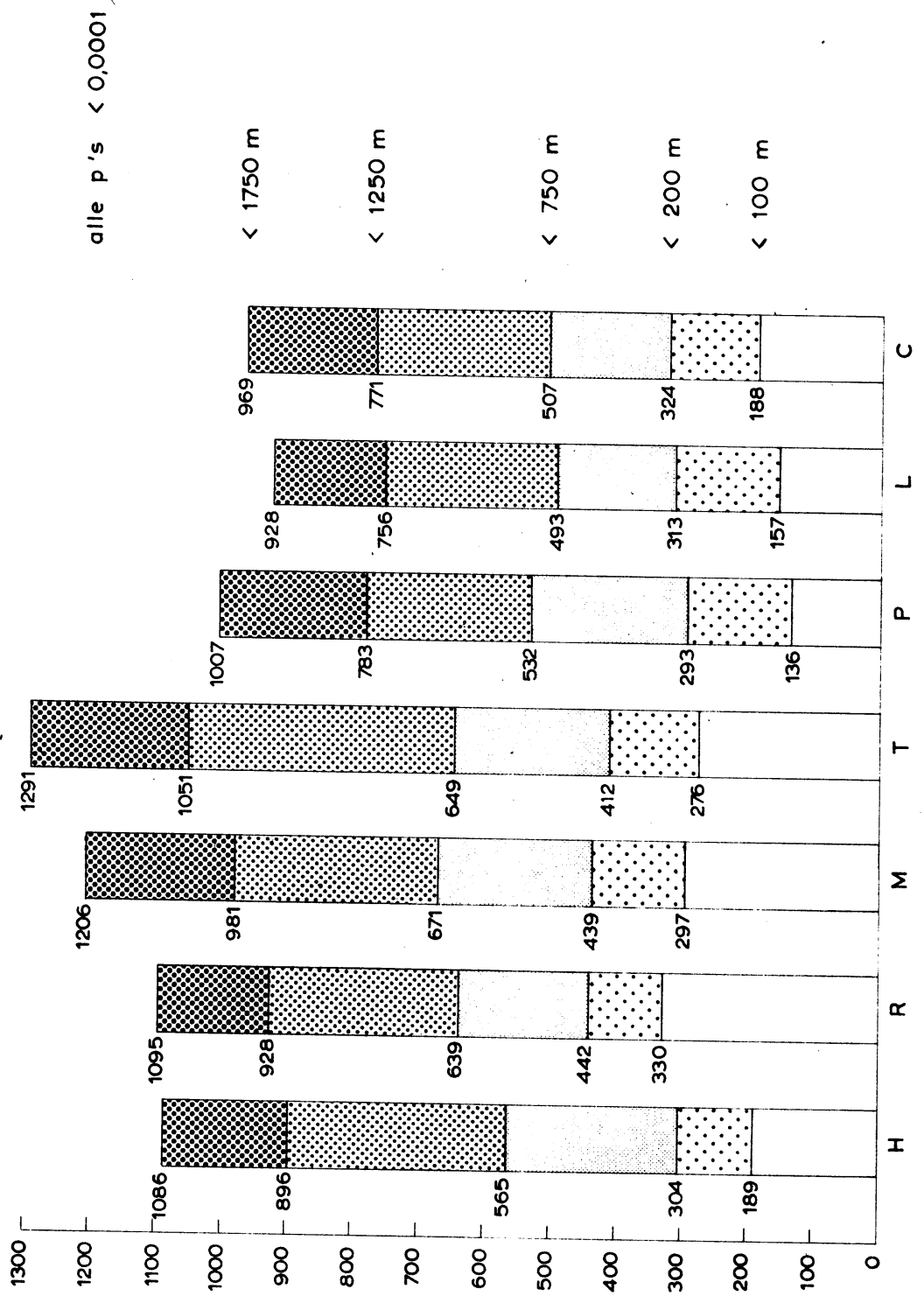
Rozenburg februari, oktober en november 1957



1957 I De duur van slecht zicht kleiner dan
de rechts aangegeven grenzen
uitgedrukt in halfuren

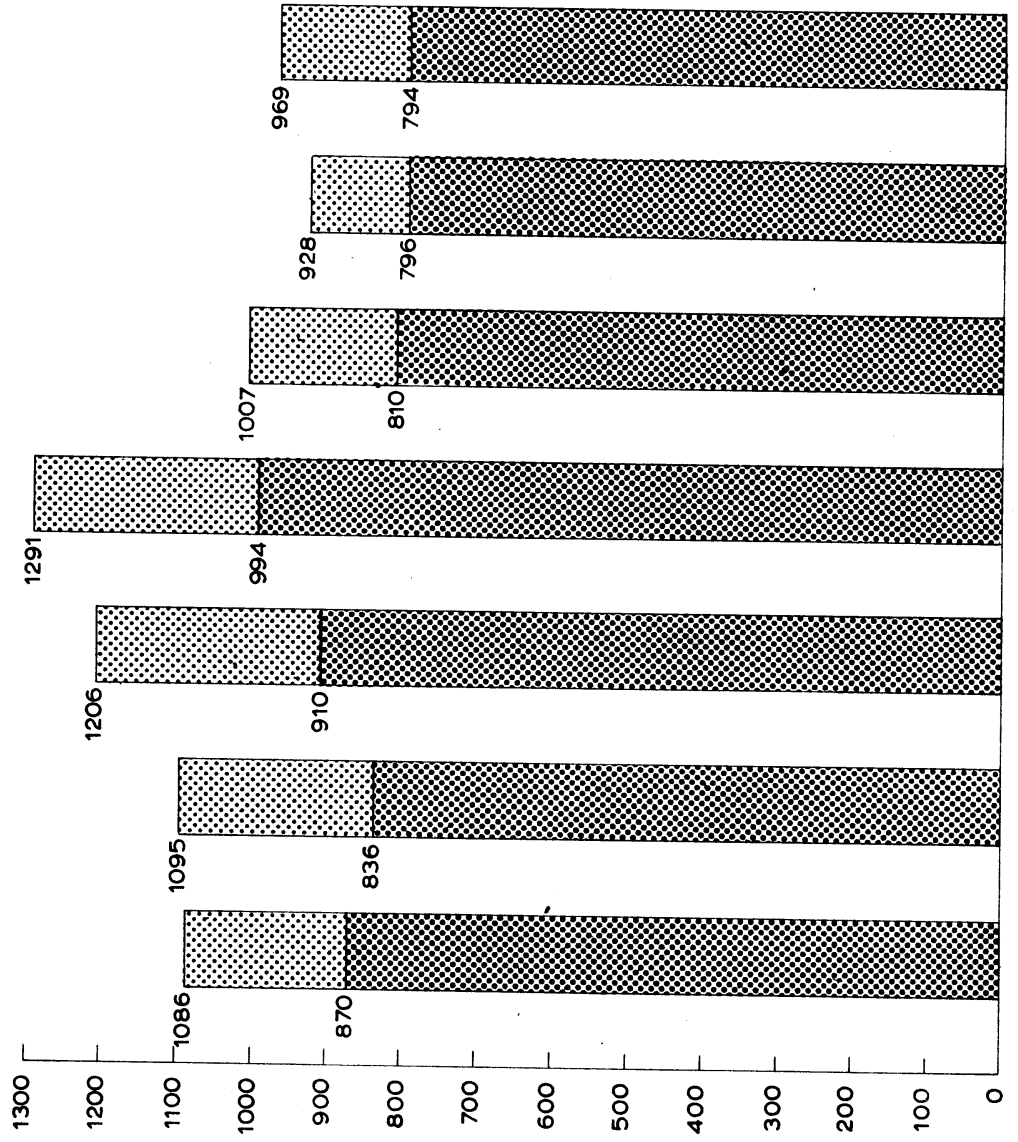


1958 II De duur van slecht zicht kleiner dan
de rechts aangegeven grenzen
uitgedrukt in halfuren



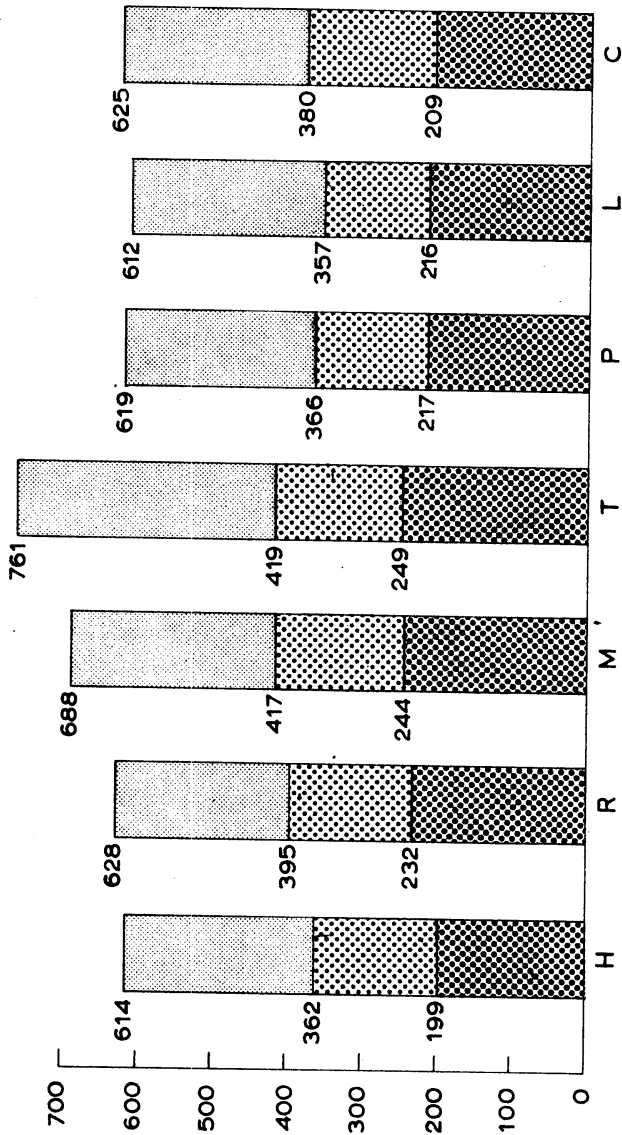
II a

Totale duur van 1957 in vergelijking met 1958



III

1957 Herfst + Winter

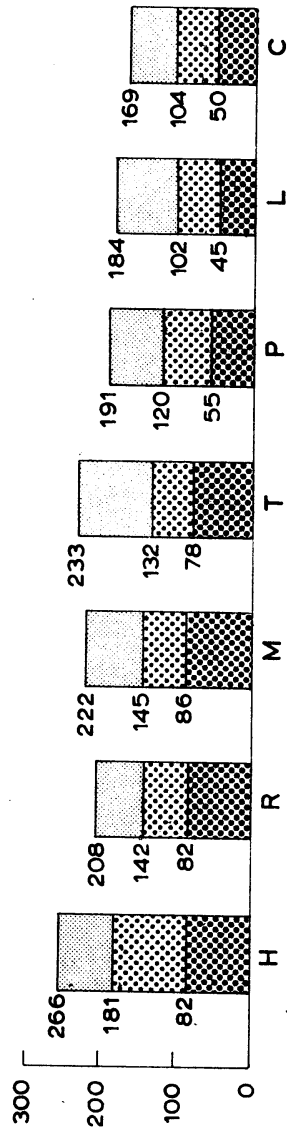


< 1750 m 69 p < 0,0001

< 750 m 36 p ≈ 0,05

< 200 m 23 p ≈ 0,39

1957 Voorjaar + Zomer

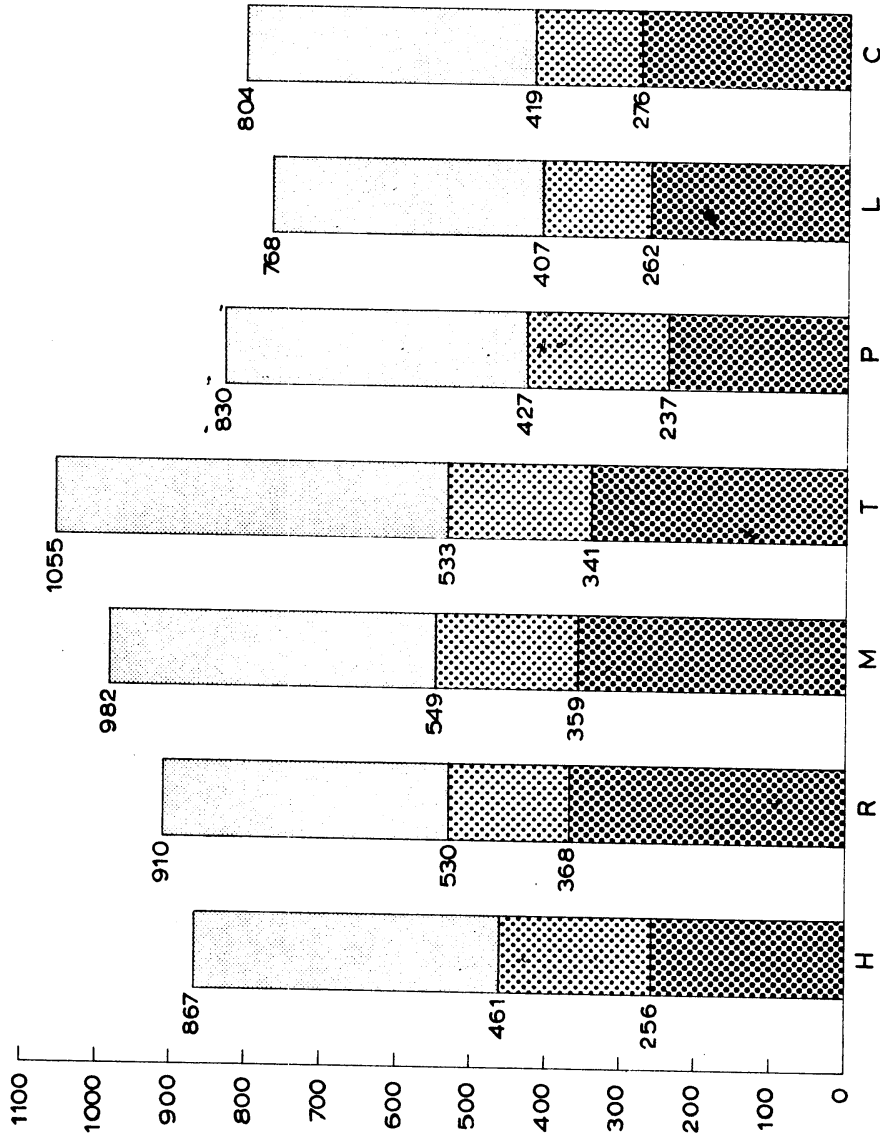


< 1750 m 53 p ≈ 0,0006

< 750 m 26 p < 0,0002

< 200 m 19 p ≈ 0,004

1958 Herfst + Winter

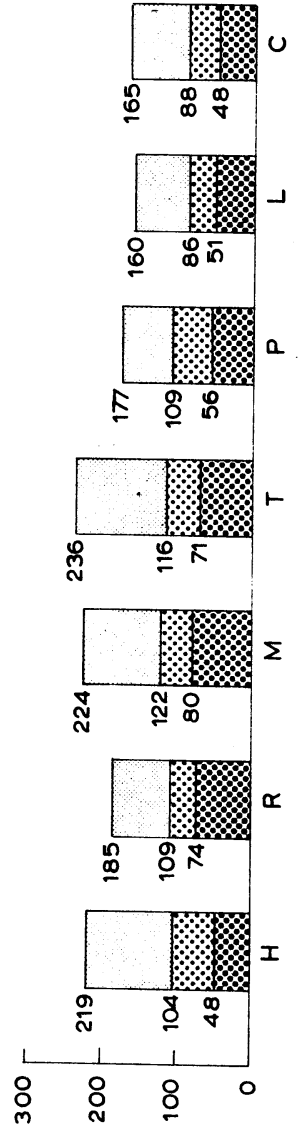


< 1750 m 73 p < 0,0001

< 750 m 35 p < 0,0001

< 200 m 27 p < 0,0001

1958 Voorjaar + Zomer



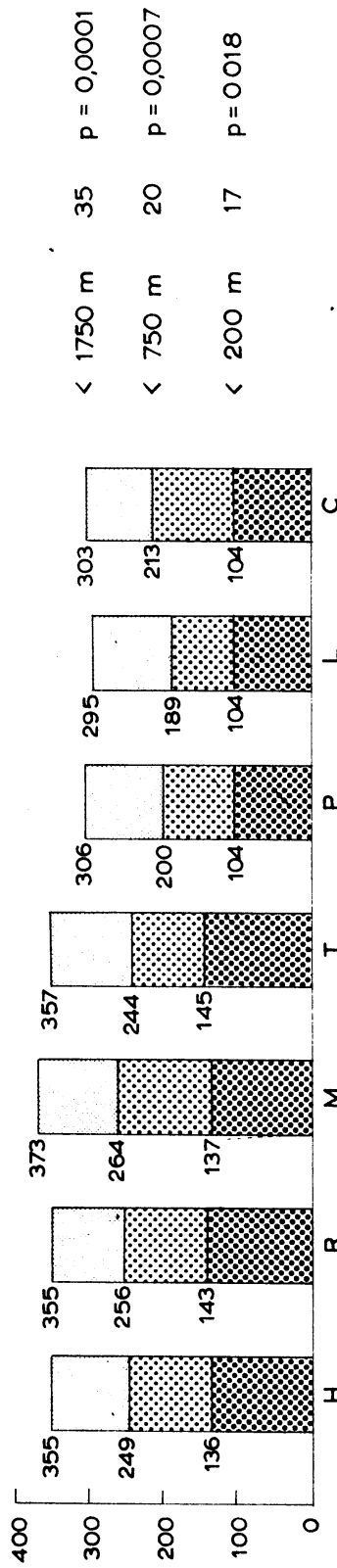
< 1750 m 59 p 0,00041

< 750 m 36 p 0,275

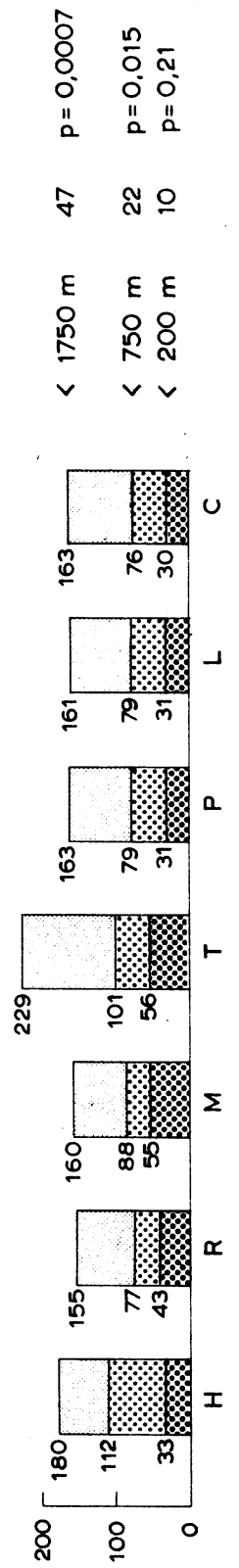
< 200 m 17 p 0,175

V

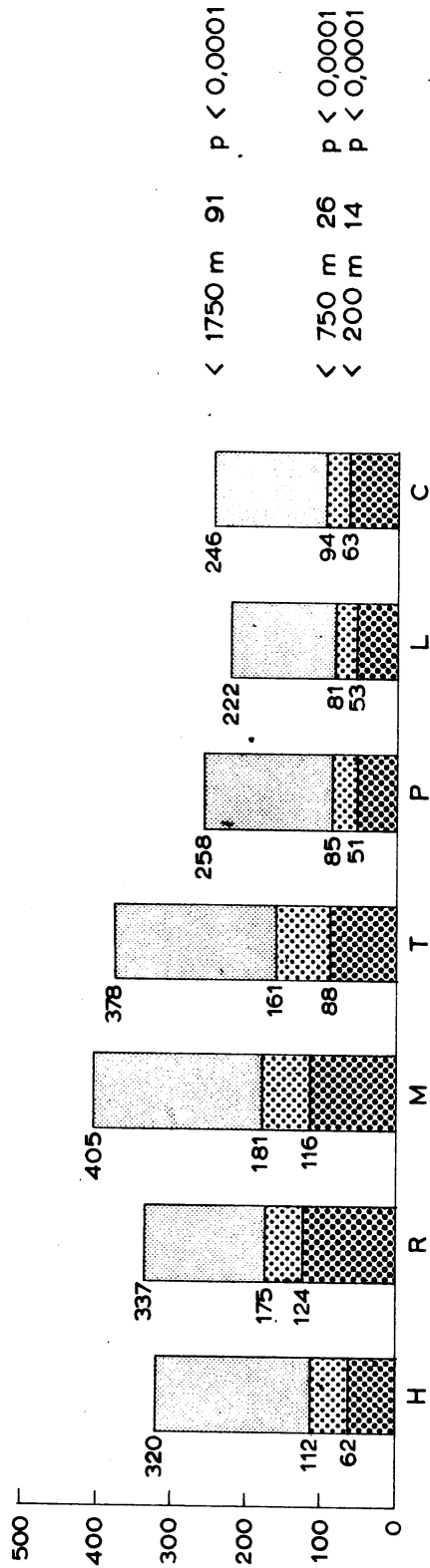
1957 Windrichtungen: 320 - 120



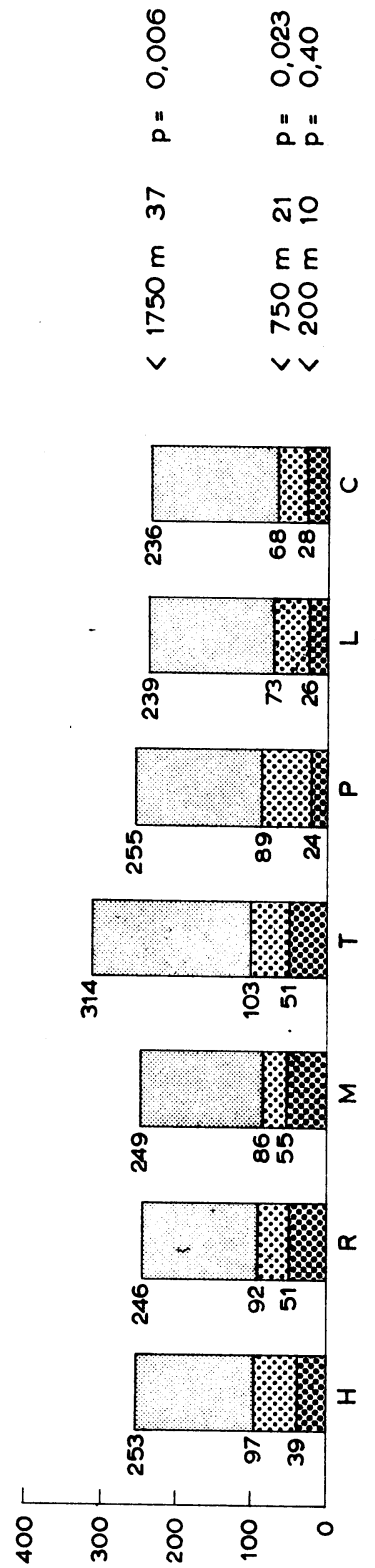
Windrichtungen: 170 - 260



1958 Windrichtungen: 320 - 120



Windrichtungen: 170 - 260



Tabel I. Jaartotalen over 1957 van de duur van slecht zicht en wel achtereenvolgens kleiner dan de in de linkerkolom aangegeven grenzen. In het rechtergedeelte van de tabel vindt men de rangorde-totalen zoals die in verband met de toets van Friedman zijn bepaald.

grens	Situaties												Overschrijdingskans (Friedman toets)			
	H	R	M	T	P	L	C	AANTAL	H	R	M	T		P	L	C
<100	199	227	247	240	161	146	132	40	137.0	150.0	137.5	134.0	190.5	174.0	197.0	p < 0.0001
<200	281	314	330	327	272	261	259	42	160.0	155.5	152.0	143.0	186.0	183.5	196.0	p = 0.013
<750	543	537	562	551	486	459	484	62	211.0	243.5	223.0	213.0	268.0	290.5	287.0	p < 0.0001
<1250	727	695	735	771	617	618	619	91	352.0	366.0	335.0	270.5	413.0	393.0	481.5	p < 0.0001
<1750	870	836	910	994	810	796	794	122	489.5	521.5	457.0	369.5	518.5	523.5	536.5	p < 0.0001

I A

<100	199	227	247	240	161	146	132
100-199	82	87	83	87	111	115	127
200-749	262	223	232	224	214	198	225
750-1249	184	158	173	220	131	159	135
1250-1749	143	141	175	223	193	178	175

Tabel II Jaartotalen over 1958 van de duur van slecht zicht en wel achtereenvolgens kleiner dan de in de linkerkolom aangegeven grenzen. In het rechtergedeelte van de tabel vindt men de rangordetotalen zoals die in verband met de toets van Friedman zijn bepaald.

grens	AANTAL situaties											overschrijdingskans				
	H	R	M	T	P	L	C	H	R	M	T		P	L	C	
<100	189	330	297	276	136	157	188	39	172.5	127.0	131.5	131.5	187.0	181.5	161.0	P < 0.0001
<200	304	442	439	412	293	313	324	44	207.0	142.0	137.5	148.5	205.5	196.5	195.0	P < 0.0001
<750	565	639	671	649	532	493	507	71	286.5	272.5	257.0	228.5	292.5	336.0	315.0	P < 0.0001
<1250	896	928	981	1051	783	756	771	112	422.0	447.5	414.0	334.5	482.0	516.0	520.0	P < 0.0001
x<1750	1086	1095	1206	1291	1007	928	969	132	507.5	544.5	484.5	386.5	563.0	607.0	603.0	P < 0.0001

II A

<100	189	330	297	276	136	157	188
100-199	115	112	142	136	157	156	136
200-749	261	197	232	237	239	180	183
750-1249	331	289	310	402	251	263	264
1250-1749	190	167	225	240	224	172	198

Tabel III. 1957, Zomerhalfjaar (maart t/m augustus).

grens	H	R	M	T	P	L	C	AANTAL	H	R	M	T	P	L	C	
<100	52	47	62	58	24	30	23	19	60.0	74.5	62.0	66.5	92.0	80.5	96.5	$p \lesseqgtr 0.0003$
<200	82	82	86	78	55	45	50	19	60.5	64.5	63.0	69.0	88.5	91.5	95.0	$p \lesseqgtr 0.0004$
<750	181	142	145	132	120	102	104	26	77.0	99.5	90.5	95.5	108.0	127.5	130.0	$p < 0.0002$
<1250	221	175	182	177	148	145	134	39	141.5	157.0	143.0	136.5	166.5	159.0	188.5	$p \lesseqgtr 0.018$
<1750	256	208	222	233	191	184	169	53	189.5	220.0	198.0	179.0	225.0	220.0	252.5	$p \lesseqgtr 0.006$

1957. Winterhalfjaar (september t/m februari).

<100	147	180	185	182	137	116	109	21	77.0	75.5	75.5	67.5	98.5	93.5	100.5	$p \lesseqgtr 0.04$
<200	199	232	244	249	217	216	209	23	99.5	91.0	89.0	74.0	97.5	92.0	101.0	$p \lesseqgtr 0.39$
<750	362	395	417	419	366	357	380	36	134.0	144.0	132.5	117.5	160.0	163.0	157.0	$p \lesseqgtr 0.05$ (iets kle.)
<1250	502	520	553	594	469	473	485	52	210.5	209.0	192.0	134.0	246.5	234.0	230.0	$p < 0.0001$
<1750	614	628	688	761	619	612	625	69	300.0	301.5	259.0	190.5	293.5	303.5	284.0	$p < 0.0001$

Tabel IV. 1958. Zomerhalfjaar (maart t/m augustus)

grens	H	R	M	T	P	L	C	AANTAL	H	R	M	T	P	L	C		
<100	29	41	50	57	40	34	36	14	62.0	61.0	49.0	45.0	59.0	60.0	56.0	392	p= 0.472
<200	48	74	80	71	56	51	48	17	78.0	65.5	51.0	62.0	69.0	73.5	77.0	476	p= 0.175
<750	104	109	122	116	105	86	88	36	146.0	148.5	136.5	124.5	137.0	160.5	155.0	1008	p= 0.275
<1250	168	143	165	180	135	113	119	49	172.0	208.5	188.0	158.5	199.0	226.0	220.0	1372	p= 0.00055
<1750	219	185	224	236	177	160	165	59	217.0	250.5	221.0	188.5	250.5	258.5	266.0	1652	p= 0.00041

1958. Winterhalfjaar (september t/m februari).

<100	160	289	247	219	96	123	152	25	110.5	66.0	82.5	86.5	128.0	121.5	105.0	700	p < 0.0001
<200	256	368	359	341	237	262	276	27	129.0	76.5	86.5	86.5	136.5	123.0	118.0	756	p < 0.0001
<750	461	530	549	533	427	407	419	35	140.5	124.0	120.5	104.0	155.5	175.5	160.0	980	p < 0.0001
<1250	728	785	816	871	648	643	652	63	250.0	239.0	226.0	176.0	283.0	290.0	300.0	1764	p < 0.0001
<1750	867	910	982	1055	830	768	804	73	290.5	294.0	263.5	198.0	312.5	348.5	337.0	2044	p < 0.0001

Tabel V. 1957. Zichtduren <1750 m gesplitst naar windrichtingsklassen (voor verklaring zie tekst)

klasse	AANTAL												P	L	C	p
	H	R	M	T	P	L	C	AANTAL	H	R	M	T				
1	140	128	134	189	132	136	140	33	142.0	145.0	147.0	89.0	135.5	134.0	131.5	p = 0.0015
2	11	9	8	22	14	11	12	9	37.5	42.0	41.5	27.5	30.5	37.0	36.0	p = 0.505
3	18	15	19	16	11	14	11	8	26.0	35.0	26.0	30.0	38.5	30.0	38.5	p = 0.165
4	355	355	373	357	306	295	303	35	129.0	129.5	107.5	119.0	163.5	165.5	166.0	p = 0.0001
5	24	23	27	31	30	26	22	5	21.5	25.0	16.5	15.0	14.0	21.5	26.5	p = 0.205
6	215	217	244	274	238	245	239	15	70.0	72.5	56.0	35.0	65.0	59.5	62.0	p = 0.014
Overige	107	89	105	105	79	69	67	17	63.5	72.5	62.5	54.0	71.5	76.0	76.0	p = 0.319
1+2+ comb 12	180	155	160	229	163	161	163	47	193.5	208.5	208.0	135.0	183.5	193.0	194.5	p = 0.0007

Tabel VI. 1958. Zichtduren <1750 m gesplitst naar windrichtingsklassen

klasse	H	R	M	T	P	L	C	AANTIAL	H	R	M	T	P	L	C	
1	112	117	124	154	117	105	102	17	71.5	71.0	71.5	46.5	64.5	74.5	76.5	p = 0.129
2	28	17	16	26	20	19	17	13	49.5	53.5	61.0	40.5	53.5	49.0	57.0	p = 0.288
3	11	10	14	19	17	17	21	11	46.5	50.5	47.5	36.5	43.5	43.5	40.0	p = 0.678
4	320	337	405	378	258	222	246	41	136.5	164.5	116.0	123.5	191.0	211.5	205.0	p 0.0001
5	1	1	6	12	4	3	2	7	30.0	30.0	25.5	17.5	30.0	31.0	32.0	p = 0.118
6	268	274	286	284	244	232	240	11	43.0	42.0	31.5	30.0	51.5	56.0	54.0	p = 0.035
Comb	346	339	355	418	347	338	341	32	130.5	133.0	131.5	92.0	129.0	141.5	138.5	p = 0.034
1+2+12	253	246	249	314	255	239	236	37	150.0	150.5	167.0	107.0	144.0	154.5	163.0	p = 0.006

Tabel VII. 1957. Zichtduren < 750 m gesplitst naar windrichtingsklassen.

klasse	H	R	M	T	P	L	C	AANTAL	H	R	M	T	P	L	C	p
1	87	71	77	91	72	73	69	17	58.5	68.5	65.0	52.0	76.0	75.0	81.0	p = 0.066
2	6	0	0	1	1	2	2	2	5.0	11.0	11.0	8.5	8.5	6.0	6.0	p = 0.42
3	11	8	10	9	9	6	6	2	6.0	9.0	7.0	5.5	5.5	11.5	11.5	p = 0.42
4	249	256	264	244	200	189	213	20	65.0	71.0	62.5	68.5	96.5	101.5	95.0	p = 0.0007
5	16	12	14	14	15	10	10	2	8.0	9.5	5.0	5.0	5.5	11.5	11.5	p = 0.435
6	106	130	138	142	145	146	153	11	49.0	48.5	45.5	39.5	44.5	42.5	38.5	p = 0.88
Comb.	68	60	59	50	44	33	31	8	19.5	26.0	27.0	34.0	31.5	42.5	43.5	p = 0.034
1+2+12	112	77	88	101	79	79	76	22	66.5	93.0	85.5	72.0	97.5	98.0	103.5	p = 0.015

Tabel VIII. 1958. Zichtduren < 750 m gesplitst naar windrichtingsklassen.

klasse	H	R	M	T	P	L	C	AANTAL	H	R	M	T	P	L	C	
1	67	70	69	81	74	64	59	11	48.0	44.0	49.5	34.5	42.0	42.5	47.5	p = 0.205
2	18	11	6	9	5	2	2	8	24.0	31.5	36.0	23.5	32.0	38.5	38.5	p = 0.063
3	3	2	3	4	2	1	2	3	9.0	11.0	11.0	9.0	14.0	16.0	14.0	p = 0.695
4	112	175	181	161	85	81	94	26	96.0	89.0	87.5	82.0	122.0	132.5	119.0	p < 0.0001
5	0	0	0	0	1	1	1	1	5.5	5.5	5.5	5.5	2	2	2	p = 0.421
6	189	200	214	205	192	178	175	7	35.5	29.0	15.5	24.0	24.0	35.0	33.0	p = 0.112
C	176	181	198	189	173	166	174	15	68.5	62.5	52.0	50.0	56.5	69.5	61.0	p = 0.38
1+2+12	97	92	86	103	89	73	68	21	76.5	83.5	93.5	60.5	84.0	92.5	97.5	p = 0.023

Tabel IX. 1957. Zichtduren <200 m gesplitst naar windrichtingsklassen.

klasse	H	R	M	T	P	L	C	AANTAL	H	R	M	T	P	L	C	
1	26	41	52	54	31	31	30	8	28.0	31.0	3.05	27.0	35.5	34.5	37.5	p = 0.70
2		geen														
3	2	2	2	1	0	0	0	1	2.0	2.0	2.0	4.0	6.0	6.0	6.0	p = 0.42
4	136	143	137	145	104	104	104	17	64.0	55.0	62.5	51.5	83.5	76.0	83.5	p = 0.018
5	8	9	10	10	8	8	7	2	8.5	6.5	5.5	5.5	9.0	9.5	11.5	p = 0.31
6	60	77	94	90	103	97	102	8	46.5	42.0	32.0	31.5	23.5	26.0	22.5	p = 0.02
Comb	49	42	35	27	26	21	16	6	11.0	19.0	19.5	23.5	28.5	31.5	35.0	p = 0.0067
1+2+12	33	43	55	56	31	31	30	10	30.5	39.0	37.0	34.5	46.0	45.0	48.0	p = 0.21

Tabel X. 1958. Zichtduren <200 m gesplitst naar windrichtingsklassen.

klasse	H	R	M	T	P	L	C	AANTAL	H	R	M	T	P	L	C	
1	20	24	28	30	21	23	21	7	33.5	28.0	28.5	21.0	28.0	26.0	31.0	p = 0.74
2	1	1	0	0	0	0	0	1	1.5	1.5	5	5	5	5	5	p = 0.74
3	0	1	3	2	4	3	4	2	13.0	11.5	7.5	8.5	4.5	6.5	4.5	p = 0.26
4	62	124	116	88	51	53	63	14	61.5	32.5	38.5	50.5	75.0	71.0	63.0	p < 0.0001
5								0								
6	115	160	147	154	135	124	127	7	42.0	25.5	18.0	16.0	27.0	34.5	33.0	p = 0.0098
C	106	132	145	138	82	110	109	13	55.0	43.0	40.0	47.5	66.0	53.5	58.5	p = 0.052
1+2+12	39	51	55	51	24	26	28	10	43.0	32.5	37.0	31.5	45.5	43.5	47.0	p = 0.40