



Koninklijk Nederlands  
Meteorologisch Instituut  
*Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat*

# Metingen van het Flevo-1967 verdampingsonderzoek

J. Wieringa

De Bilt, 2019 | Technisch rapport ; TR-371



# Metingen van het Flevo-1967 verdampingsonderzoek.

Jon Wieringa, CCM  
KNMI TR-371  
Januari 2018

## Opzet, verloop en afwerking van Flevo-1967.

De dijken, die nodig waren voor de inpoldering van Zuidelijk Flevoland, werden in 1967 voltooid. Het ontstane meer kon, voorafgaand aan het leegpompen in 1968, worden gezien als een grote verdampingspan, onder meer omdat er weinig ondergrondse kwel was. Zuiderzeewerken en de Mathematisch-Fysische Afdeling (MFA) van Rijkswaterstaat wilden toetsen met welke eenvoudige maar voldoende betrouwbare methodiek de verdamping van het toekomstige IJsselmeer operationeel kon worden geschat. Samen met het KNMI organiseerden zij een experiment, waarbij meting op klimatologische stationnetjes aan de meerrand werd vergeleken met metingen op een goed meteorologisch meetstation op een ponton in het midden van het meer.

Voor grenslaagmeteorologisch onderzoek had het KNMI aan Wieringa opgedragen om turbulentie-meting te verzorgen voor de nieuwe meetmasten. Toentertijd was sonische anemometrie nog in ontwikkeling en duur, en verkrijgbare snelle windvannen voor meting van de verticale windcomponent bleken niet goed bruikbaar te zijn. Wieringa onderzocht de relatie tussen windvaanbouw en vaandynamica en ontwierp een snelle sterke trivaan, die op het KNMI construeerbaar was (Wieringa 1967). Besloten werd om het prototype te beproeven op het hoofdstation van het Flevo-verdampingsexperiment. In 1967 kampeerde Wieringa gedurende acht halve nazomerweken op het ponton-station voor observatie, overdag en 's nachts. Het resultaat van deze marathon was 467 meetreeksen van turbulentie boven open water, destijds uniek onderzoeksmateriaal.

De meetgegevens van het MFA-stationsnetwerk — profielen van wind, temperatuur en vochtigheid, netto-straling, waterstanden — werden vervolgens door MFA en KNMI geanalyseerd, en de conclusies werden gepubliceerd (Koopmans 1968, Keijman 1971, Keijman en Koopmans 1973, Peeck 1974, De Bruin en Keijman 1979). Trivaanmeetreeksen werden door Wieringa gecorrigeerd voor systematische meetfouten van dit nieuwe instrument, bijvoorbeeld de effecten van neerslag op de vaan (Wieringa 1972). Dit correctieonderzoek duurde ruim een jaar, en daarna werden betrouwbare reeksen geanalyseerd in een tweetal artikelen (Wieringa 1973 a, Wieringa 1974). De trivaanartikelen werden gebundeld in een proefschrift (Wieringa 1973 b), waarin tevens van 141 tienminuten-perioden de trivaan-gemeten fluxen en de MFA-metingen staan. Deze geprinte data zijn daarna onder andere gebruikt voor onderzoek van Hicks (1975).

Zowel de originele registraties als de resultaten van de meetreeks-bewerkingen waren op 7-gats papieren ponsband, destijds de enige beschikbare betrouwbare snelle registratie-methode. Zelfs nog in 1972 kon door Philips voor de meetmast in Cabauw geen betaalbare bruikbare magneetband-registratie worden geleverd! Het volumineuze banden-archief werd na 1973 geschoond van originele secondenregistratie-banden, wel werden bewaard de tienminutenperiode-analyseresultaten van de trivaan en van de MFA-metingen. Wieringa doceerde in de tachtiger jaren grenslaagmeteorologie aan de Technische Universiteit in Delft, en daar was toen hardware beschikbaar om ponsband over te schrijven naar modernere registratiemedia. Een Delftse student kon de Flevo-gegevens gebruiken voor zijn afstudeer-onderzoek en slaagde er in de nog bewaarde Flevo-ponsbanden te transformeren (Van der Meulen, 1993). Zodoende heeft Wieringa deze tienminuten-data toegankelijk kunnen behouden op zijn computer.

### Beschikbare documentatie.

Tijdens correctie-onderzoek van de trivaan-data en het daarna tot 1974 verrichte onderzoek met gebruik van die data zijn de gebruikte methodieken en argumenten zeer uitvoerig gerapporteerd. Een samenvatting van deze documentatie is nu noodzakelijk voor efficiënt nieuw gebruik van deze waardevolle oude onderzoeksdata over lucht-zee wisselwerking. Belangrijk zijn enige folio-journalen en twee documentenbundels.

[J-1], jaartal J-09 ("Flevo"), begint met uitgebreide basis-informatie over de structuur van het experiment — instrumentatie, opstelling en ijkingen. De 479 verkregen meet-runs van turbulentie op 8 m en 4 m hoogte werden gegroepeerd per azimuth-ijking (p.58, 85) omdat de vanen op draaibare sluitingen stonden. Een belangrijk aspect bleek de bepaling van de correcte elevatie van de windvector (p.71, 73, 79, 87 en ook [J-2]). Ijkingen van propellers (p.113) en fluctuatie-temperaturen (p.121) volgden. Invoeging in het trivaanbestand van geijkte MFA-metingen (cupanemometer-wind, temperatuur- en vochtigheids-profielen, netto-straling) wordt besproken op p.51, 95 en 116-119. Een overzicht per meetweek van de registraties en hun kwaliteit staat op p.154-155, en in de [DB]-bundel in een document d.d. 17 December 1970.

Een overzicht van de planning van de uitwerking van de verkregen ponsbanden staat op p.39 en 43, en vanaf p.50 worden de trivaan-verwerkingsprogrammas besproken (zie overzicht op p.81, 93). Bij kleinst-kwadratische berekening van ijklijnen ("WIJK") werd steeds het statistische uitbijter-criterium van Chauvenet toegepast, waardoor sommige runs niet meegerekend werden omdat de waarschijnlijkheid van hun aanwezigheid in een normaalverdeling van n data rondom de ijklijn kleiner dan  $1/(2n)$  was (Parratt 1961, Van der Meulen 1993, Wieringa en Lomas 2001 p.175).

Tenslotte bevat [J-1] een logboek van de meetweken (p.101-110) en gegevens van alle runs (p.130-153): tijdstip, ronduur, vele op de registratie-electronica uitgelezen data, en omstandigheden tijdens individuele runs (weer; soms storingen). Coderingen van de grove windrichting dd (van eenvoudige vaan, metend in 30-graden sectoren) en het bewolkingstype C staan op p.15 vermeld. N is de bewolgingsgraad (0 = onbewolkt, 8 = volledig bewolkt, - = 's nachts niet waarneembaar). Het weer tijdens de run, ww, is vanaf run 95 genoteerd in de WMO-SYNOP weercode (o.a. 40-49 mist, 80-89 buien, 90-99 onweer). Individuele run-gegevens staan eveneens uitgebreid in jaartal J-13.

[J-2], jaartal J-15 ("Flevo-2") gebruikt het in [J-1] opgebouwde ruwe gegevensbestand voor onderzoek, dat begon in oktober 1970. Tot dan was Wieringa geheel bezet geweest met uitgebreide operationele KNMI-taken, onder meer voorbereiding van de bouw van een 210 m hoge meteorologische meetmast in Cabauw.

Het onderzoek begint met theoretische analyse van de fout in fluxmeting die ontstaat als de trivaan niet geheel verticaal staat (p.1-22). Die fout blijkt voor Flevo hanteerbaar, maar correctie ervan dient goed gecombineerd te worden met verwerking van enige ijkingen. De correctie-aanpak is samengevat in het KNMI-colloquiumverslag van 16 maart 1971, en is ook gepresenteerd in Canada in Mei 1971.

Voorlopige analyse van de gemeten dragcoëfficiënt bij de runs zonder neerslag (p.23-37) wordt gevolgd door bepaling van de flux-meetfout van een trivaan bij neerslag (p.40-43). Gebruik van alle nu bekende correcties voor verticaliteit, ijking en neerslag levert in Juli 1971 een definitief bestand op -- zie print-output F-52 (p.76-87). Dit bestand is daarna nog enige malen voor verschillende toepassingen her-ordend (p.75, 89, 95). Alle 20-minutenruns zijn gesplitst en er wordt verder met 10-minuten perioden gewerkt, waarin de trend is geëlimineerd zodat de bandbreedte steeds 0.5-0.0017 Hz is (p.103).

Resultaten van het gehele onderzoek inzake de noodzakelijke procedures voor meting van turbulentie met trivaneen zijn verwerkt in een artikel (Wieringa 1972) — zie p.132-158.

De KNMI-trivaan is weervast, dat bleek bij onweer met zeer zware windstoten — maar is niet sterk genoeg voor operationele hantering op stations. De KNMI-weerdienst wilde voor diffusie-analyse beschikken over operationele turbulentieschatting. Daarom is met het Flevo-bestand onderzoek gedaan naar de informatie-inhoud van maximale windvlagen (p.40-43), omdat vlagmaxima op weerstations routinematig worden bepaald met gewone anemometers. Dit onderzoek is verwerkt in een tweede Flevo-artikel (Wieringa 1973 a) en leidde tot praktisch belangrijk verder onderzoek (Wieringa 1976).

Nog twee andere parameters zijn daarna toegevoegd aan het Flevo-bestand. De uurlijkse geowind, bepaald door de KNMI-weerdienst uit drukmetingen van enige weerstations (Den Helder, Eelde, De Bilt) is overgenomen (p.103). Voorts zijn van de waterstanden, die gemeten werden op de vijf MFA-stations op de dijk rondom het Flevo-meer, de metingen van Augustus t/m October 1967 bewerkt (p.96-99). Deze metingen dienden om de totale meer-verdamping te bepalen voor toetsing van verschillende meteorologische verdampings-schattingmethoden (Koopmans 1968, Keijman 1971, Keijman en Koopmans 1973, De Bruin en Keijman 1979).

De waterstandsmetingen werden daarnaast door Wieringa gebruikt om uit de helling van het meer-oppervlak de dragcoëfficiënt te schatten (p.104-107). Resultaten van deze aanpak waren hoger dan verwacht, en later bleek dat dit kwam door een fout in de helling-berekening. De dragcoëfficiënten die volgden uit trivaan-gemeten fluxen en uit MFA-profielen werden samen met de wateropzet-bepaalde dragcoëfficiënten in een derde Flevo-artikel gepresenteerd (Wieringa 1974), en de drie Flevo-artikelen werden gebundeld tot een Utrechts proefschrift (Wieringa 1973 b). Nadat de wateropzet-fout was ontdekt is deze gemeld aan de aanwezigen bij een grote conferentie over air-sea-interaction, en deze foutieve coëfficiënten zijn daarna door niemand meer geciteerd. De dragcoëfficiënten die volgden uit de Flevo-metingen van trivaanfluxen en anemometerprofielen (p.109-115) zijn wel gebruikt en geciteerd, onder anderen door Garratt (1977).

Externe documenten inzake het Flevo-project zijn bijeengebracht in een stevige bundel documentatie [DB] en een vierrings klapper met losse bladen [KL].

De documentatiebundel bevat allereerst de verslagen van de werkgroep van KNMI en Rijkswaterstaat ter voorbereiding van het project in 1965 (planning) en 1966 (proefopstelling). Vervolgens bevat [DB] rapporten over het verloop van de uitwerking achteraf — zie bijvoorbeeld het overzicht in December 1970 van de kwaliteit van alle runs — en KNMI-colloquiumverslagen.

De [DB] bevat verder data-tabellen, niet alleen van het beste deel van het trivaanbestand (8 m runs met warmteflux uit runs 25-174 en 265-355 — F-52, Juli 1971), maar ook van een beperkt deel van het voorlopige bestand, dat in Mei 1971 is uitgeprint voor de micrometeorologische conferentie in Canada. Tenslotte bevat [DB] het 1971-manuscript van het artikel voor Boundary-Layer Meteorology, dat daarin in 1972 is gepubliceerd, en commentaren van de tijdschrift-reviewers over dat manuscript.

De klapper [KL] bevat verslagen van de KNMI-grenslaagmeteorologie-groep van Juli 1966 tot Juni 1967, de tijd waarin werd besloten om trivaneen op te stellen op Flevo. Vervolgens bevat [KL] een paar rapporten over de periode 1968-1974 die ontbreken in [DB], in het bijzonder KNMI-memo 73-620 (Wieringa 1973 c) over mogelijk verder werk.

In 1975 werd de EL-X8-computer van het KNMI vervangen, en dat was aanleiding tot opruimen van het gearchiveerde Flevo-bestand. [KL] bevat de rapportage daarover (Wieringa 1975). De nieuwe computer van 1975 werd in de tachtiger jaren vervangen

door een Burroughs-computer, en in 1990 heeft Van der Meulen 9 Flevo-files kunnen overzetten van Burroughs-tape naar ASCII-code op zijn Delftse computer (Van der Meulen 1993). [KL] bevat een aantal bladzijden uit zijn rapport over zijn studie. Helaas ontbreken bij Flevo golfveld-metingen, en bleek schatting daarvan niet goed mogelijk. De printouts van de overgezette banden (F-67) zijn gebundeld in [KL].

Twee dozijn jaren later blijkt er bij de universiteit te Wageningen belangstelling te bestaan voor het Flevo-1967 experiment. Een promovendus van Meteorologie en Luchtkwaliteit was geïnteresseerd in 2015, maar werd door zijn promotor verboden om gebruik te maken van Wieringa's informatie. In 2017 was er actievere interesse bij de vakgroep Hydrologie en Watermanagement voor een goed bestand gegevens over de atmosferische grenslaag boven het IJsselmeer, en voor hen is bij dezen de datareeks van Flevo zo goed mogelijk toegankelijk gemaakt.

#### Verloop van het experiment.

Gedurende negen weken in de nazomer van 1967 werden trivaan-metingen verricht op het hoofdstation van het Flevo-experiment. Parallel daaraan waren er MFA-metingen, iedere 10 minuten geregistreerd op ponsband en een Brown-recorder. Trivaanen werden opgesteld op 8 m en 4 m hoogte, en op 8 m tevens een temperatuur-fluctuatiemeter met snelle thermokoppels. In de eerste twee weken werd de ponsband-registratie en de temperatuurfluctuatie-electronica geïnstalleerd en bijgesteld. De in die eerste twee weken verrichte metingen waren ter beproeving van de opstelling.

De 1.01-Hz-ponsregistratie had slechts vier kanalen, drie voor één trivaan en een voor de temperatuurfluctuatie. Er werd dus besloten iedere drie uur een serie meetruns te maken van de twee vanen: eerst 20 minuten op 8 m, dan 20 minuten op 4 m, dan nog 10 minuten op 8 m en tenslotte nog 10 minuten op 4 m. Tussen ieder tweetal metingen was 10 minuten pauze voor omschakeling en eventueel inzet van nieuwe ponsband, zo dat een volledige serie runs anderhalf uur duurde. Dan was er anderhalfuur rustpauze. Op een 360m-ponsband kon ruim 100 minuten worden geregistreerd ([J-1] p.15, 127).

In de derde wekelijkse meetperiode, van 28 tot 31 Augustus, werkte electronica goed voor ruim 90% van de tijd. Interessant was bezoek van een zwerm Zuiderzeemuggen, waardoor de vaanelevatie van run 63 erg groot werd. Ook in de buiige vierde meetperiode, 4 tot 7 September, functioneerde meestal alle apparatuur. Daarentegen was de fluctuatiemeter defect in de vijfde periode, 11 tot 14 September, zodat in die periode warmtefluxmeting niet mogelijk was. In de zesde periode, 18 tot 21 September, was de fluctuatiemeter weer in orde, zodat alleen tijdens onweer de warmteflux-meting onbetrouwbaar was.

De laatste drie meetweken hadden problemen. De trivaan op 8 m werkte vanaf 25 September slecht en werd op 28 September weggehaald. In de achtste week werd nauwelijks gemeten. Een andere trivaan werd op 9 October op 8 m geplaatst, maar werkte ook niet goed. De trivaan die in de zevende en negende week op 4 m stond deed het wel, maar zijn propeller is niet na-geijkt.

Uiteindelijk blijken dan de metingen tamelijk compleet en goed betrouwbaar te zijn geweest in vier opeenvolgende weken, van 28 Augustus tot 21 September, runnummers 25 t/m 355. In [J-1] is op p.156-159 het gehele runbestand getabelleerd in grafische vorm. Voor het behoorlijk functioneren van deze snel ontworpen en gebouwde instrumentatie verdient de toenmalige Instrumentele Afdeling van het KNMI alle lof, in het bijzonder de heren Blokhuis, Schoen en Jansse. Bovendien was het nuttig dat Wieringa, goed bekend met de electronica van de zestiger jaren, tijdens de metingen ter plaatse was voor bijregeling, voor inzet van zeer veel ponsbanden, en voor rapportage.

### Digitaal nog beschikbare Flevo-data.

Met programma F-52 van Juli 1971 waren alle runs voorzien van neerslagcorrecties in de elevatie. De F-52 output was gesplitst in vier lijsten: 8m-runs met warmteflux, 8m-runs zonder warmteflux, buien-runs met grote snelheidssprongen (8m: 305, 309, 310, 322, 335 — en 4m: 306, 308, 327, 336), en 4m-runs vanaf 187, want er is geen F-52-printout van 4m-runs eerder dan 187 (verloren bij verhuizing ?).

Voor de proefschrift-tabel van 140 runs (69-158) in 1973 werd programma F-67 gebruikt. Daarbij werden in de printout de drogebol- en nattebol-temperatuurverschillen als temperaturen en millibar-dampspanningen gepresenteerd, en stralingsdata waren omgerekend naar MKS-eenheden. Ook werd in deze output een Richardson-stabiliteitsgetal gegeven voor alle runs, en tevens Obukhov's  $z/L$  (zonder vochtflux-correctie) voor de 8m-runs met warmteflux-meting.

In 1975 werd deze F-67-output niet langer gesplitst, er kwam één lijst van 487 goede tienminuten-runs ([J-2] p.89). De trivaan-runs werden nu voorzien van bandbreedte-correcties, en MFA-cupwindsnelheden zijn gecorrigeerd voor overrun. Volledige specificatie van de F-67-output van Augustus 1975 wordt vermeld in memo 75-653 (Wieringa 1975). Naast de lijst van alle 4m- en 8m-runs in lay-out van de proefschrift-tabel van 1973 (trivaan en MFA) kwamen er nog twee aparte output-lijsten — een met alleen de trivaandata (bijlage in memo 75-653), en een met alleen de MFA-data. In de korte trivaandata-lijst worden niet meer decimalen vermeld dan er significant zijn. Voorts wordt bij presentatie van standaarddeviaties ( $\sigma$ ) rekening gehouden met stationariteit — als de trend in de tien run-minuten groter dan tweemaal de trendvrije  $\sigma$  is, dan wordt  $\sigma$  in de tabel genoteerd met een decimaal minder en een minteken.

In de definitieve trivaan-runlijsten van F-67 ontbreken een aantal runs uit de serie 25-355. Runs 29, 30, 33, 45, 47, 121, 135 en 260 waren door technische storing korter dan 10 minuten, run 63 was overbelast door Zuiderzeemuggen, run 179 was windstil. Run 203 is gehandhaafd maar gestoord door ponton. MFA-metingen van 11 September en enige MFA-data van 21 September ontbraken oorspronkelijk, maar zijn voor de trivaanruns handmatig uitgetrokken ([J-1]-94). Wieringa's proefschrift-lijst van goede runs was beperkt tot runs 69-158 vanwege veel gestoorde runs in de eerste dagen van de derde meetweek, en windzwak mistweer aan het eind van de vierde meetweek. Hij nam onder andere waar dat tijdens harde wind ( $u > 10$  m/s) voor runs 123-142 de 4m-trivaanfluxen verzwakt werden door golven van circa 0.6 m geschatte hoogte.

Hicks (1975) heeft serieus naar de proefschrift-lijst van data gekeken, en kon ze goed gebruiken voor relevant onderzoek. Hij noteert problemen met een dozijn van de 140 runs, maar dat kunnen weer-effecten zijn — bijvoorbeeld, tijdens runs 122-127 was er "driving rain", regen en harde wind, dat geeft problemen bij meting van warmteflux.

Van der Meulen vond op het KNMI een Burroughs-tape met F-67 samenvattingen van Flevo. Vier files 1-4 bevatten volledige trivaan- en MFA-statistics van runs 25-355, (hierboven genoemde 10 runs met storing of slecht weer zijn weggelaten) met per run dezelfde data als gepubliceerd door Wieringa (1973 b), nu met bandbreedte-correctie. File 9 bevat het verkorte overzicht van alle trivaan-dataruns. Files 5 en 6 geven uurwaarden van MFA-profielen en van straling voor 28 Augustus tot 21 September, zonder 11 September. File 7 toont halfuurwaarden van vijf randstation-waterstanden en wind vanaf 30 Augustus tot en met 7 September. File 8 bevat locale uurlijkse geowindsnelheid en -richting voor 29 ongespecificeerde dagen. Check de dagen bij KNMI, zo nodig.

Deze 9 files zijn in Februari 1991 naar ASCII getransformeerd, en Van der Meulen kon ze daarna gebruiken voor zijn afstudeer-onderzoek. Een pdf-print van de 9 files is gebundeld in de klapper [KL]. Alle digitale files zijn op CD ondergebracht in het KDC, het

Data Centrum van het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut, onder de naam flevo1967. Het bovenbeschreven niet-digitale materiaal van het onderzoek (journalen, rapporten, klappers) is in de KNMI-bibliotheek opgenomen onder signatuur IX.h.938. Zo is het goede Flevo-bestand voldoende bereikbaar gemaakt voor nieuw onderzoek.

Referenties, chronologisch.

- Parratt L.G. (1961): Probability and experimental errors in science. Wiley, New York.
- Wieringa J. (1967): Evaluation and design of wind vanes. *J.Appl.Meteor.*6, 1114-1122.
- Koopmans R.W.R. (1968): De verdamping van open water, resultaten van een waterbalansstudie in Zuidelijk Flevoland. Dienst Zuiderzeewerken, Afd.Waterloopkunde Nota B 68-1.
- Keijman J.Q. (1971): Vergelijking van enige methoden ter bepaling van de verdamping uit een meer (Flevomeer 1967). *K.N.M.I.-W.R.* 71-2.
- Wieringa J. (1972): Tilt errors and precipitation effects in trivane measurements of turbulent fluxes over open water. *Bound.-Layer Meteor.*2, 406-426
- Wieringa J. (1973 a): Gust factors over open water and built-up country. *Bound.-Layer Meteor.*3, 424-441.
- Wieringa J. (1973 b): Applications of turbulence measurements over Lake Flevo. D.Sc. Thesis, Utrecht University, Netherlands.
- Wieringa J. (1973 c): Mogelijke voortzettingen van het Flevo-onderzoek. KNMI-memo MO-73-620.
- Keijman J.Q. en Koopmans R.W.R. (1973): A comparison of several methods of estimating the evaporation of Lake Flevo. *Proc. Int.Ass.Hydrol.Sc. Symposium on Hydrology of Lakes, IAHS-publ.109*, 225-232.
- Wieringa J. (1974): Comparison of three methods for determining strong wind stress over Lake Flevo. *Bound.-Layer Meteor.*7, 3-19.
- Peeck H.H. (1974): De bepaling van de windschuifspanningscoëfficiënt boven water met een numeriek model. *K.N.M.I.-W.R.* 74-8.
- Wieringa J. (1975): Overzicht gearhiveerd materiaal Flevo-project 1967. KNMI-memo MO-75-653.
- Hicks B.B. (1975): A procedure for the formulation of bulk transfer coefficients over water. *Bound.Layer Meteor.*8, 515-524.
- Wieringa J. (1976): An objective exposure correction method for average wind speeds measured at a sheltered location. *Quart.J.Roy.Meteor.Soc.*102, 241-253.
- Garratt J.R. (1977): Review of drag coefficients over oceans and continents. *Monthly Weath.Rev.* 105, 915-929.
- De Bruin H.A.R., Keijman J.Q. (1979): The Priestley-Taylor evaporation model applied to a large, shallow lake in the Netherlands. *J.Appl.Meteor.* 18, 898-903.
- Van der Meulen R.J. (1993): Experimentele verificatie van een similariteitsrelatie voor de ruwheidslengte van een meer. Verslag Technische Natuurkunde, Techn.Univ.Delft.
- Wieringa J. en Lomas J. (2001): Lecture notes for training agricultural meteorological personnel. WMO-No.551, 2nd ed., 196 p., ISBN 92-63-12551-1.
-





**Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut**

Postbus 201 | 3730 AE De Bilt  
T 030 220 69 11 | [www.knmi.nl](http://www.knmi.nl)