
Wat is de kans op neerslag in Wageningen?

Jan Wesseling, Cathelijne Stoof,
Coen Ritsema, Klaas Oostindie en Louis Dekker

Dit artikel beschrijft de neerslagreeks van 1974–2006 van het meteostation van Wageningen Universiteit (Leerstoelgroep Meteorologie en Luchtkwaliteit). De neerslagreeks wordt grafisch gepresenteerd en er wordt een verdeling gemaakt aan de hand van de jaarlijkse hoeveelheid neerslag. Ook wordt de verdeling van de dagelijkse hoeveelheid neerslag geanalyseerd en wordt per dag gekeken hoe groot de kans op neerslag is.

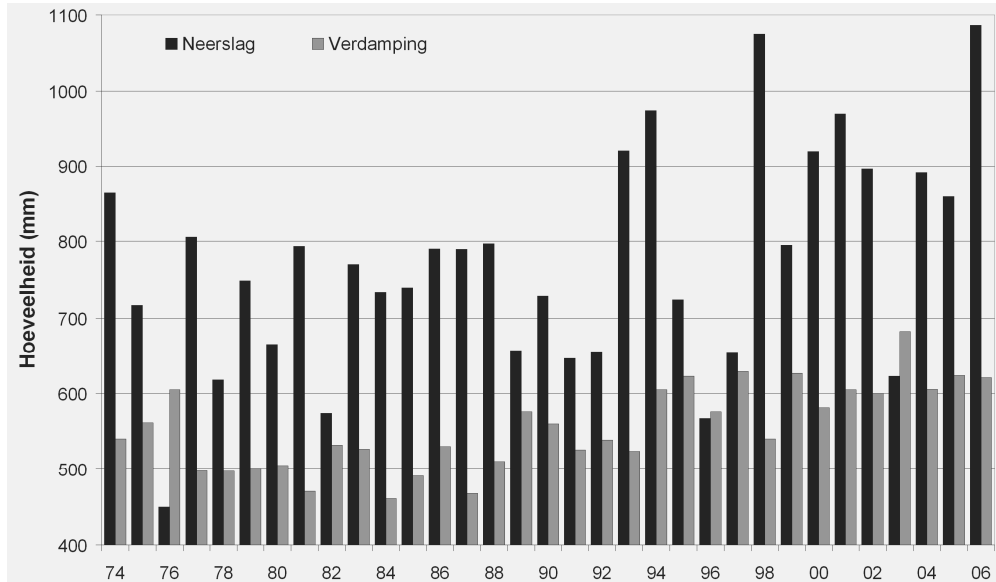
Achtergrond

De laatste jaren is de reken capaciteit van computers enorm toegenomen. Daardoor is het voor onderzoekers mogelijk geworden om steeds gecompliceerdere modellen te ontwikkelen en toe te passen voor waterstroming in de onverzadigde zone van de grond. Er zijn modellen die deze stroming 1-dimensionaal berekenen, zoals SWAP (Van Dam e.a., 1997), DAISY (Hansen e.a., 1990), Hydrus-1d (Simunek e.a., 1998) en SoWaM (Wesseling e.a., 2007). Ook zijn er 2-dimensionale modellen (Heinen, 1997; Vogel, 1997), en 3-dimensionale modellen (Russo e.a., 1998). Op de website van het International Groundwater Modelling Centre (<http://www.mines.edu/igwmc/software/>) staat een goed overzicht van alle modellen en hun beschikbaarheid. Deze modellen hebben allemaal één ding gemeen: ze hebben invoer nodig die de randvoorwaarden van het beschouwde systeem in de tijd specificeert. Een van die randvoorwaarden is de grens tussen bodem en atmosfeer. Op dit grensvlak treden twee belangrijke processen op: neerslag en verdamping. De neerslag wordt meestal gemeten, de verdamping kan worden gemeten of worden berekend uit andere grootheden. Voor modelstudies is het van belang om een groot aantal jaren door te rekenen, vooral als ook stoffentransport in het onderzoek wordt betrokken. Het is daarom van belang om een simulatieperiode te kiezen waarin zowel droge als natte jaren voorkomen. Om zo'n periode te kunnen kiezen moeten de weerjaren eerst worden geanalyseerd.

Jan G. Wesseling (e-mail jan.wesseling@wur.nl) en **Klaas Oostindie** (e-mail klaas.oostindie@wur.nl) werken bij Alterra Wageningen, Centrum Bodem, Team Bodemfysica en Landgebruik, Postbus 47, 6700 AA Wageningen, **Cathelijne R. Stoof** werkt bij Wageningen Universiteit, Leerstoelgroep Erosie en Bodem- en Waterconservering, Postbus 47, 6700 AA Wageningen, e-mail cathelijne.stoof@wur.nl. **Louis W. Dekker** is gastmedewerker bij Alterra Wageningen, Centrum Bodem, Team Bodemfysica en Landgebruik, Postbus 47, 6700 AA Wageningen, e-mail louis.dekker@wur.nl. **Coen J. Ritsema** is werkzaam bij Alterra Wageningen, Centrum Bodem, Team Bodemfysica en Landgebruik, Postbus 47, 6700 AA Wageningen en bij Wageningen Universiteit, Leerstoelgroep Erosie en Bodem- en Waterconservering, Postbus 47, 6700 AA Wageningen, e-mail coen.ritsema@wur.nl.

De weerjaren van het meteostation Wageningen

Voor een aantal projecten hadden we een neerslagreeks nodig met een hoge resolutie in de tijd. De Leerstoelgroep Meteorologie en Luchtkwaliteit van Wageningen Universiteit heeft sinds de jaren '50 een meteostation operationeel in Wageningen (zie www.met.wau.nl). Van dit meteostation hebben wij de meteocijfers beschikbaar van 1974-2006. Ondanks het feit dat we de neerslagcijfers met een hogere resolutie in de tijd hebben, werken we in de hier gepresenteerde analyse alleen met dagcijfers. Allereerst hebben we de jaarlijkse hoeveelheid neerslag en verdamping voor de periode 1974-2006 berekend. Deze jaartotalen zijn weergegeven in figuur 1.

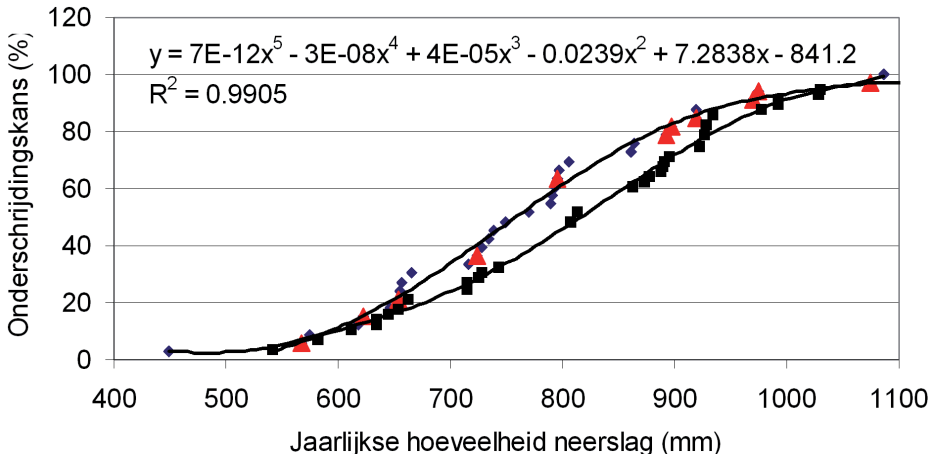


Figuur 1: De jaarlijkse hoeveelheid neerslag en verdamping gedurende de periode 1974-2006. (Let op: de y-as begint niet bij 0 mm maar bij 400 mm, dit om de verschillen duidelijker naar voren te laten komen).

Uit deze figuur blijkt dat de jaarlijkse neerslag voor Wageningen schommelt tussen 450 mm (in 1976) en 1087 mm (in 2006). De gemiddelde hoeveelheid neerslag in de beschouwde periode is 759 mm. De gemiddelde (referentie-)verdamping is 561 mm, met als extremen 461 mm (1984) en 682 mm (in 2002). In de meeste jaren treedt er een neerslagoverschot op. Alleen in de jaren 1976 (155 mm tekort), 1996 (9 mm tekort) en 2003 (60 mm tekort) was dit niet het geval. Hoe belangrijk dit neerslagoverschot of tekort is hangt uiteraard ook af van de verdeling van de neerslag over het jaar, maar daar gaan wij hier niet verder op in. Uit de figuur blijkt ook dat de jaarlijkse hoeveelheid neerslag toeneemt in de tijd, zoals ook statistisch is aangetoond door Van Boxel en Cammeraat (1999).

Om te bepalen hoe de verdeling van de jaarlijkse hoeveelheid neerslag is wordt gekeken naar de kans dat hij in de beschouwde periode is opgetreden. Hiertoe worden alle jaarlijkse hoeveelheden neerslagen gesorteerd naar oplopende hoeveelheid. Ieder jaar krijgt dan een rangnummer. Door dit rangnummer te delen door het aantal beschouwde jaren en het resultaat met 100 te vermenigvuldigen ontstaat het zogenaamde %-jaar. Een p-procent jaar betekent dat er een kans p is dat de jaarlijkse hoeveelheid neerslag in de beschouwde

periode kleiner of gelijk is aan de neerslag van dat jaar. Zo heeft bijvoorbeeld 1976 450 mm neerslag. Daardoor komt dit jaar op positie 1 te staan (droogste jaar) en is de kans (in de geanalyseerde 33 jaar) op deze neerslaghoeveelheid dus $(1 / 33) * 100\% = 3\%$. Als we meer of minder jaren in de beschouwing zouden betrekken zou de verdeling veranderen. Hoe meer jaren er beschouwd worden, hoe nauwkeuriger de verdeling zal zijn. Uiteraard kunnen numerieke modellen ook worden gedraaid met alle beschikbare meteorologische gegevens. Het nadeel daarvan is dat de benodigde rekentijd dan behoorlijk kan toenemen, vooral als er meerdere scenario's moeten worden doorgerekend. Daarom is door ons een 11-jarige periode gekozen waarin de neerslagjaren verspreid zijn over de reeks: 1994 t/m 2004.

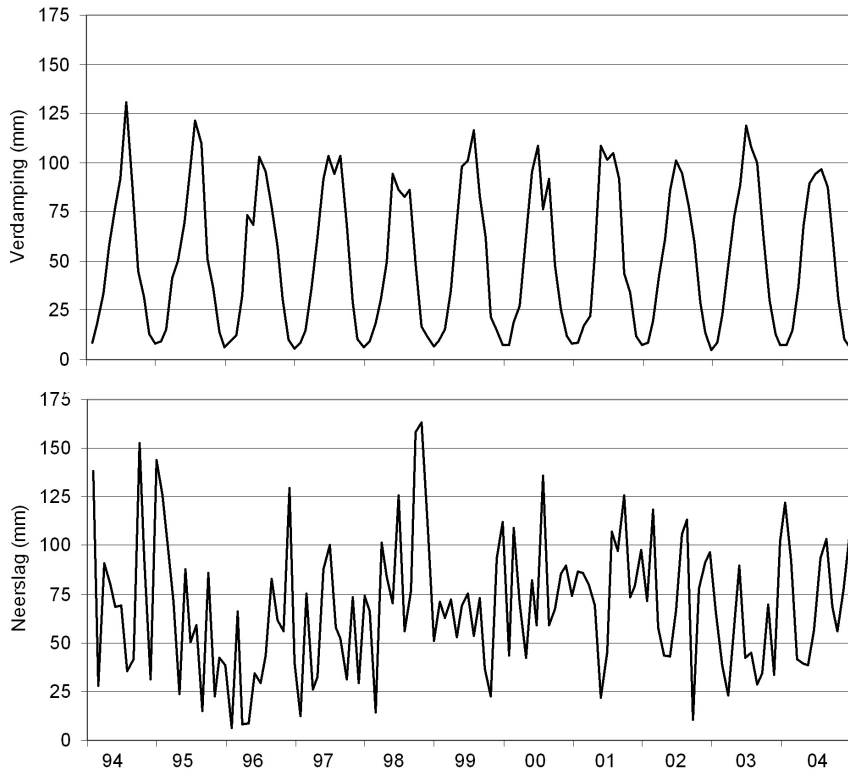


Figuur 2: De onderschrijdingskans van de jaarlijkse hoeveelheid neerslag, bepaald uit neerslagcijfers van de periode 1974-2006. De driehoeken geven de jaren in de door ons geselecteerde periode (1994-2004) weer, de diamantjes vertegenwoordigen de jaren buiten de geselecteerde periode. De getrokken lijn geeft een benadering van de overschrijdingskans met behulp van de polynoom waarvan de vergelijking in de figuur staat. Ter vergelijking is dezelfde analyse gedaan voor de neerslagcijfers van De Bilt voor dezelfde periode (groene blokjes).

In figuur 2 is de kansverdeling uitgezet die op deze manier is verkregen. De driehoekjes in de figuur geven de cijfers voor de jaren 1994-2004 weer, de diamantjes de overige jaren, De rode driehoeken in de figuur liggen verspreid in de figuur, hetgeen een indicatie is dat de door ons gekozen periode representatief is voor de verdeling van de jaarlijkse hoeveelheid neerslag. Om de kansverdeling m.b.v. een formule uit te kunnen drukken is een polynoom door de punten getekend. Deze polynoom is ook weergegeven in figuur 2, zowel de getekende lijn als de vergelijking. In de vergelijking is y de onderschrijdingskans (%) en x de jaarlijkse hoeveelheid neerslag (mm). Opvallend is de goede fit door de punten ($R^2 = 0,9905$). Ter vergelijking is dezelfde analyse gedaan voor de jaarlijkse hoeveelheid neerslag in De Bilt, ook voor de periode 1974-2006. Ook hierdoor is weer een polynoom gefit. In het algemeen is de onderschrijdingskans in De Bilt lager dan in Wageningen voor een bepaalde hoeveelheid neerslag, hetgeen inhoudt dat Wageningen in het algemeen droger is dan De Bilt, hetgeen ook naar voren komt als we naar de gemiddelde jaarlijkse hoeveelheid neerslag kijken: 773 mm in Wageningen tegen 823 mm in De Bilt.

Om een indruk te krijgen van de verdeling van de neerslag en verdamping over het jaar zijn de maandtotalen grafisch weergegeven in figuur 3. Het meest opvallende is het duidelijke

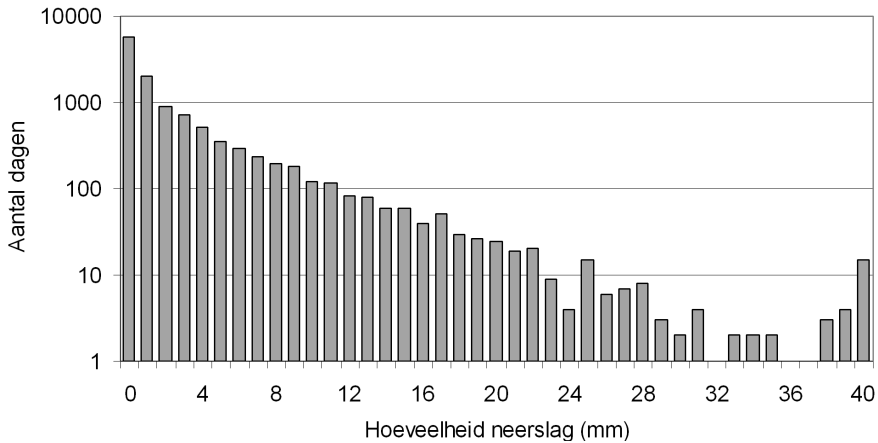
lijk sinusvormige verloop van de maandelijkse (referentie) verdamping. Bij de neerslag zijn duidelijke pieken zichtbaar maar ook droge periodes.



Figuur 3: De maandelijkse hoeveelheid verdamping (boven) en neerslag (onder) in Wageningen gedurende de jaren 1994-2004.

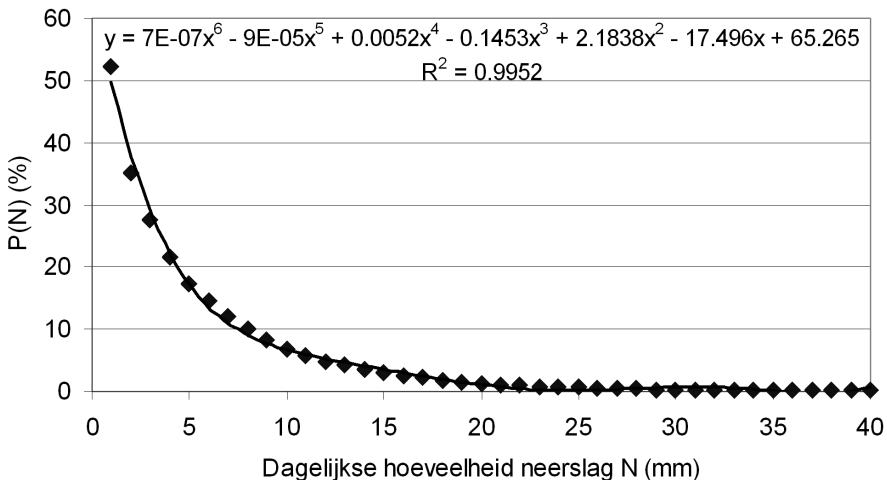
Verdeling van de dagelijkse neerslag

Om een inzicht te krijgen in het aantal dagen met een bepaalde hoeveelheid neerslag in Wageningen gedurende de periode 1974-2006 is eerst een verdeling gemaakt in klassen. Zelf hebben we meerdere verdelingen onderzocht, hier willen we slechts een eenvoudig voorbeeld geven. De eerste klasse is die waarin geen neerslag valt. De volgende klasse heeft een neerslag tussen 0 en 1 mm/d, de daarop volgende tussen 1 en 2 mm/d, enz. Vervolgens wordt voor iedere dag bepaald in welke klasse de neerslag ligt. Tenslotte wordt het aantal dagen in iedere klasse bepaald. De laatste klasse (40 mm) geeft het aantal dagen weer met een neerslag ≥ 40 mm. De resultaten hiervan zijn grafisch weergegeven in figuur 4.



Figuur 4: Het aantal dagen met neerslag in een bepaalde klasse in Wageningen gedurende de periode 1974-2004.

Uit deze figuur blijkt dat de klasse zonder neerslag het meest voorkomt. Zoals verwacht neemt de kans op neerslag snel af met de grootte ervan (denk om de logarithmische y-as). Uit deze data kan de kans worden afgeleid op een dag met een neerslag $> N$, waarbij N een geheel getal is. Deze relatie is weergegeven in figuur 5.

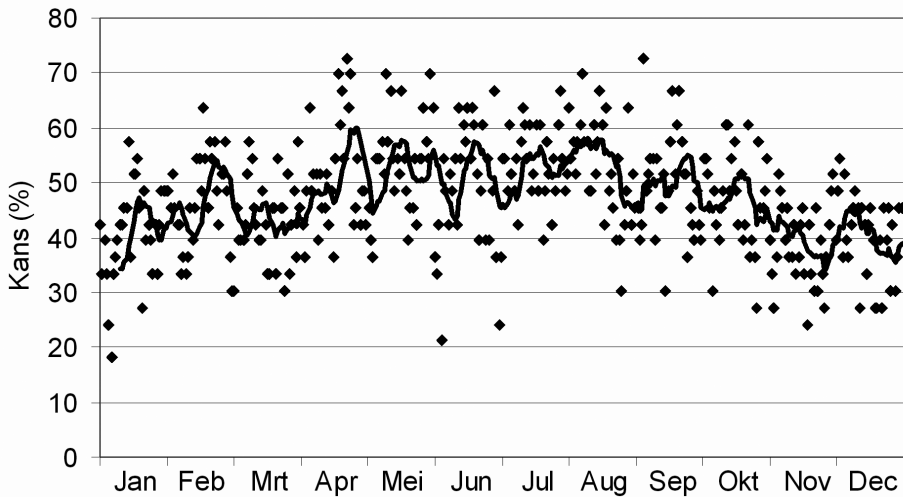


Figuur 5: De overschrijdingskans (P) van de dagelijkse hoeveelheid neerslag (N) in Wageningen. Door de berekende punten is weer een polynoom gefit. In de vergelijking is x de dagelijkse hoeveelheid neerslag (mm) en y de overschrijdingskans (%).

Gedurende de beschouwde jaren 1974-2006 was de kans op een dag zonder neerslag in Wageningen 48%. Hieruit kan worden geconcludeerd dat de kans op een dag met een neerslaghoeveelheid ≥ 0 mm in Wageningen 52% is, hetgeen overeenkomt met het eerste punt in de figuur. De dagelijkse neerslaghoeveelheden en de bijbehorende kansen zijn weergegeven als punten. Door de uitgezette punten is een regressielijn gefit. De vergelijking van de

gebruikte polynoom staat in de figuur. Uit de waarde van $R^2 = 0,995$ blijkt dat deze vergelijking de kansverdeling zeer goed beschrijft. In deze figuur zijn seizoensinvloeden e.d. buiten beschouwing gelaten. Natuurlijk beïnvloedt dit de neerslagkans op een bepaalde dag, maar een dergelijke analyse valt buiten de doelstellingen van dit onderzoek.

Wij hebben ook berekend hoe groot de kans is dat er op een bepaalde dag geen neerslag valt. Ook hierbij geldt weer dat er andere methodes zijn waarbij rekening gehouden kan worden met seizoensinvloed, neerslaghistorie e.d. Wij willen slechts aantonen dat een eenvoudige berekening al interessante resultaten op kan leveren. De kans op een droge dag in Wageningen is weergegeven in figuur 6.



Figuur 6: De kans op een dag zonder neerslag, bepaald uit de dagelijkse neerslag voor de jaren 1974-2006. De punten geven de dagelijkse kans weer, de getrokken lijn is berekend als het voortschrijdend gemiddelde over 10 dagen.

De grootte van de kans op een dag zonder neerslag varieert sterk per dag. Het gemiddelde is weer 48%, zoals ook in de vorige paragraaf is bepaald. De kans op een droge dag is het kleinst op 6 januari (18,2%) en het grootst op 23 april en 5 september (73%). Alleen in november en december neemt de kans op een droge dag duidelijk af. Pas als we het voortschrijdend gemiddelde (met een periode van 10 dagen) aan de grafiek toevoegen (de getrokken lijn), worden wat perioden met grotere (eind februari, eind april, augustus) en kleinere (januari, begin september, november, december) kansen op een droge dag zichtbaar.

Slotopmerkingen

De hier beschreven methode voor het classificeren van neerslagjaren bestaat al vele jaren. Het is een globale methode die echter een goede eerste indeling oplevert. Zoals altijd geldt ook hier weer: hoe meer weerjaren bij de classificatie worden betrokken, hoe nauwkeuriger de verdeling wordt.

Referenties

- Boxel, J. van en E. Cammeraat (1999)** Nog meer nattigheid?; Weerspiegel 26: 667-672.
- Dam, J.C. van, J. Huygen, J.G. Wesseling, R.A. Feddes, P. Kabat, P.E.V. van Walsum, P. Groenendijk, en C.A. van Diepen (1997)** Theory of SWAP version 2.0: Simulation of water flow, solute transport and plant growth in the Soil-Water-Atmosphere-Plant environment; Technical Document 45. DLO-Staring Centrum, Wageningen.
- Hansen, S., H.E. Jensen en N.E. Nielsen (1990)** DAISY: soil plant atmosphere system model; Copenhagen, Denmark.
- Heinen, M. (1997)** Dynamics of water and nutrients in closed, recirculating cropping systems in glasshouse horticulture. With special attention to lettuce grown in irrigated sand beds; Wageningen Agricultural University.
- Russo, D., J. Zaidel en A. Laufer (1998)** Numerical analysis of flow and transport in a three-dimensional partially saturated heterogeneous soil; Water Resources Research 34: 1451-1468.
- Simunek, J., M. Sejna en M.T. van Genuchten (1998)** The HYDRUS-1D software package for simulating the one-dimensional movement of water, heat and multiple solutes in variably-saturated media, version 2.0; Int. Ground Water Model. Cent., Colo. Sch. of Mines, Golden.
- Vogel, T. (1997)** SWM 2 - numerical model of two-dimensional flow in a variably saturated porous medium. Research Report 87. Research report / Agricultural University, Department of Hydraulics and Catchment Hydrology.
- Wesseling, J.G., C.R. Stoof, C.J. Ritsema, K. Oostindie en L.W. Dekker (2007)** A new, flexible and widely applicable software package for the simulation of one-dimensional moisture flow: SoWaM; Environmental Software and Modeling: Submitted.