

ENSO en de neerslag in Suriname

Een stationsgewijze analyse van El Niño- en La Niña-effecten op Brokopondo, La Poule, Nickerie en Zorg en Hoop (1982-2025)

Opgemaakt door: Rajai D. (Meteoroloog), Meteorologische Dienst Suriname

Databronnen: CHIRPS v2.0 (dagelijkse neerslag, Google Earth Engine), NOAA Niño3.4-index (ERSST-versie 6) en station gegevens van de Meteorologische Dienst Suriname

Dataverwerking en analyse: Python & Google Colab

Paramaribo, 10 juni 2026 (bijgewerkt oktober 2026)

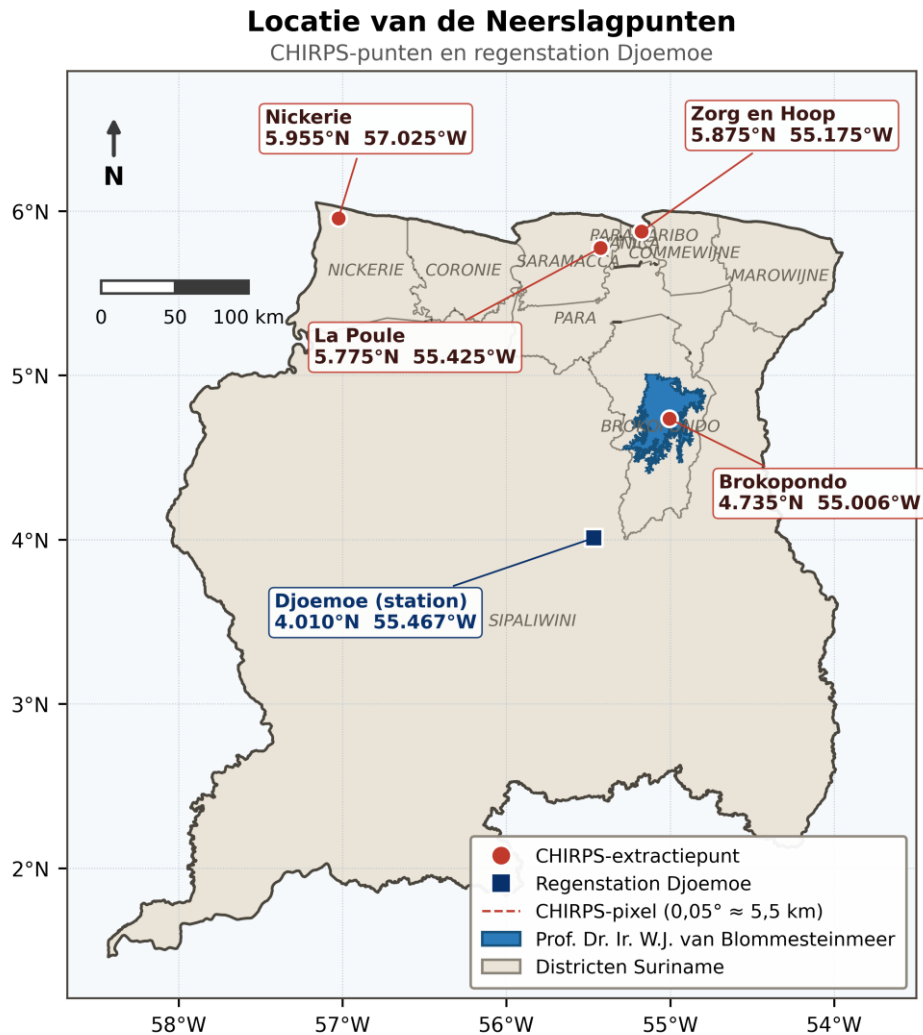
Inhouds Opgave

Inleiding en doelstelling	4
1.1 Wat is ENSO?	5
1.2 Data en methode	6
1.3 Satelliet versus regenmeter	7
2. Het ENSO-sigitaal: sterkte, vertraging en seizoensstructuur	9
2.1 Gelijktijdige en vertraagde samenhang	9
2.2 De verborgen seizoensstructuur	10
3. Composieten: hoeveel regen scheelt het?	11
4. Risicokansen voor de kleine regentijd	12
5. Sectorale brandpunten	14
5.1 Nickerie, rijst: het augustusvenster	14
5.2 Brokopondo, hydro-energie: opeenstapeling in het droge halfjaar	14
5.3 La Poule (Saramacca), tuinbouw: het mildste, maar breedste signaal	16
5.4 Zorg en Hoop, Paramaribo: drinkwater en stedelijke wateroverlast	16
6. Extremen: droge perioden en piekdagen	16
7. Conclusies en aanbevelingen	17
7.1 Conclusies	17
7.2 Vooruitblik 2026/27 en aanbevelingen	18
Referenties	18
Bijlage A: Technische verantwoording	19

Inleiding en doelstelling

ENSO is de dominante bron van jaar-op-jaar klimaatvariabiliteit in de tropen. Dat Suriname tijdens een El Niño droger is dan normaal, is in grote lijnen bekend en past in het beeld dat voor het noordoosten van Zuid-Amerika al langer wordt beschreven (Ropelewski en Halpert, 1987). Wat ontbrak, was een gedetailleerd beeld per locatie: hoe sterk is het effect precies, in welke maanden treedt het op, en verschilt dat tussen de plaatsen die er economisch toe doen? Voor een land dat voor zijn elektriciteit op één stuwmeer leunt en regionaal gespecialiseerde landbouw heeft, is dat geen academische kwestie, maar een vraag van direct operationeel belang.

Deze studie beantwoordt die vraag voor vier locaties, die elk een vitale sector vertegenwoordigen (Figuur 1). In het district Brokopondo ligt het Prof. Dr. Ir. W.J. van Blommesteinmeer, waaruit het merendeel van de nationale elektriciteit wordt opgewekt. De polders van Nickerie dragen de rijstproductie en -export van het land. Het gebied rond La Poule in Saramacca staat voor de grootschalige groente- en fruitteelt voor de binnenlandse markt. Zorg en Hoop ligt in het hart van Groot-Paramaribo, waar het grootste deel van de bevolking woont, en representeert de leefbaarheidssituatie van de stad: drinkwater en stedelijke wateroverlast.



Figuur 1. Ligging van de vier CHIRPS-neerslagpunten (rood) en van het regenstation Djoemoe (blauw), met de districtsgrenzen en het Prof. Dr. Ir. W.J. van Blommesteinmeer. De stippellijn rond elk neerslagpunt geeft de omvang van een CHIRPS-roosterpunt weer, ongeveer 5,5 bij 5,5 km.

Het doel van deze analyse is driedelig: (1) het kwantificeren van de sterkte, timing en ruimtelijke verschillen van het ENSO-neerslagsignaal per locatie; (2) het blootleggen van patronen die bij routinematige inspectie van tijdreeksen niet opvallen, zoals de seizoensafhankelijkheid, de vertragingsstructuur en de asymmetrie tussen El Niño en La Niña; en (3) het vertalen van deze bevindingen naar kansen, seizoensvensters en waarschuwingsmomenten waarmee een beheerder of een boer daadwerkelijk iets kan.

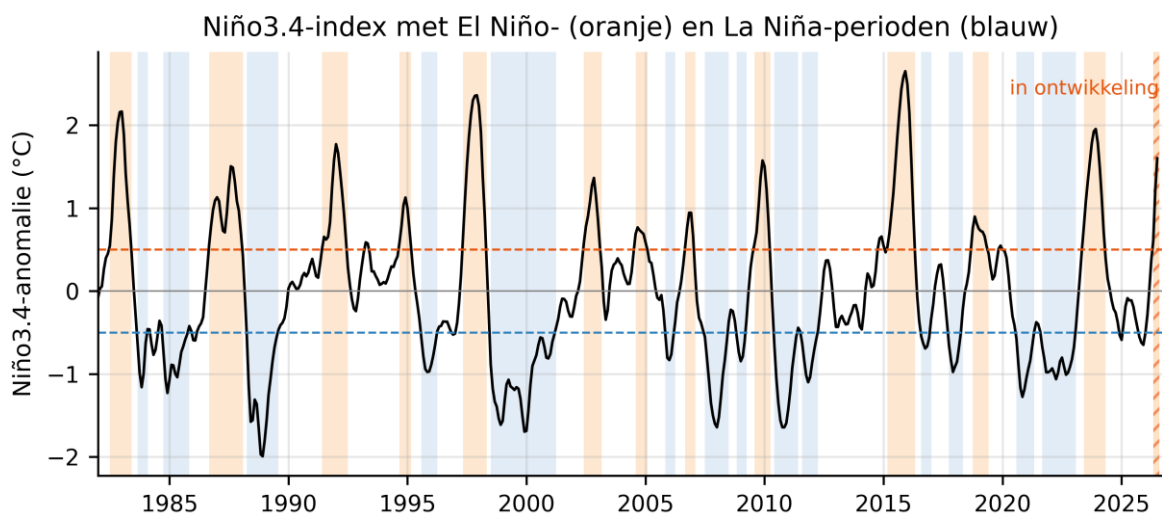
Het meetnet in Suriname is dun en de meeste regenstations liggen in de kustvlakte, waardoor het binnenland en zeker het stuwmeergebied nauwelijks zijn bemeten. Satellietneerslag met een lange, homogene reeks biedt dan de enige praktische mogelijkheid om de vier locaties op gelijke wijze te behandelen. Waar stationsgegevens beschikbaar zijn, zijn die gebruikt om de satellietreeksen te controleren (paragraaf 1.3).

1.1 Wat is ENSO?

ENSO (El Niño-Southern Oscillation) is de natuurlijke schommeling tussen een warme fase, El Niño, en een koude fase, La Niña, van het oppervlaktewater in de tropische Stille Oceaan, met soms ingrijpende

gevolgen voor het weer elders op aarde. Om het verband met de regen in Suriname te bepalen wordt gebruikgemaakt van de Niño3.4-index (Figuur 2): de afwijking van de zeewatertemperatuur ten opzichte van het langjarig gemiddelde in een gebied in de centraal-oostelijke Stille Oceaan rond de evenaar.

We spreken van een El Niño of een La Niña wanneer het driemaandelijks voortschrijdend gemiddelde van die afwijking minstens vijf opeenvolgende maanden 0,5 °C hoger dan wel lager ligt dan normaal (Trenberth, 1997). Zo krijgt elke maand zijn eigen fase: over 1982 tot en met 2025 gaat het om 120 El Niño-, 155 La Niña- en 253 neutrale maanden, de oranje en blauwe zones in Figuur 2. Een event kan over twee kalenderjaren lopen; in deze studie wordt daarom per maand gewerkt en niet per kalenderjaar. Het event dat zich in 2026 ontwikkelt, ligt sinds mei boven de drempel en telt volgens deze regel als El Niño zodra het vijf maanden aanhoudt; in Figuur 2 is het daarom gearceerd weergegeven. Volgens de maandwaarden steeg de index van +0,7 °C in juni naar +2,1 °C in juli en +2,0 °C in augustus 2026.



Figuur 2. De Niño3.4-index (driemaandelijks voortschrijdend gemiddelde) van 1982 tot en met juli 2026; het laatste punt is het gemiddelde van juni tot en met augustus. Oranje vlakken zijn El Niño-events en blauwe vlakken La Niña-events, waarbij de afwijking minstens vijf opeenvolgende maanden boven +0,5 °C of onder -0,5 °C ligt. Het gearceerde vlak in 2026 is een El Niño in ontwikkeling die nog geen vijf maanden boven de drempel ligt. De stippellijnen geven de drempels aan.

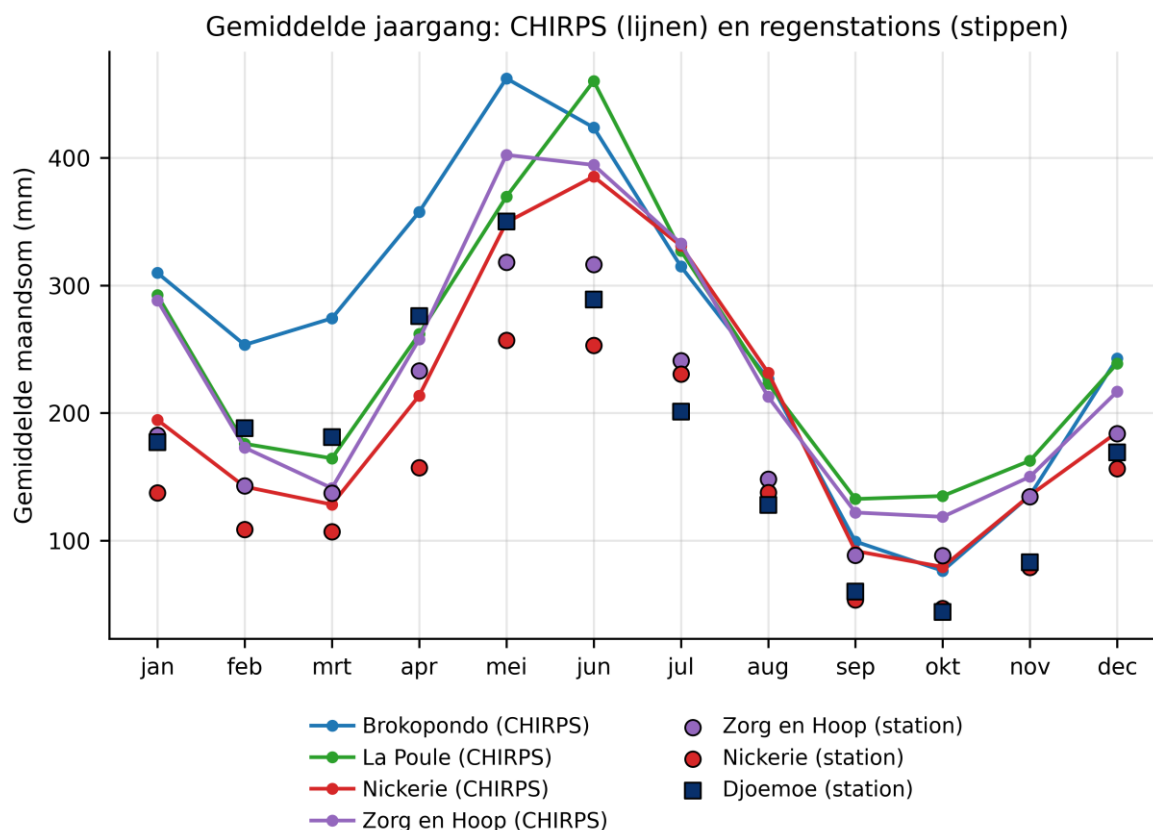
1.2 Data en methode

- **Neerslag:** dagelijkse totalen uit CHIRPS v2.0 (Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data; Funk e.a., 2015), een product dat satellietwaarnemingen van wolkeentemperaturen combineert met grondmetingen, met een ruimtelijke resolutie van ongeveer 5 bij 5 km en dagwaarden vanaf 1981 (www.chc.ucsb.edu/data/chirps). Voor elk van de vier locaties is via Google Earth Engine de dagreeks van 1 januari 1982 tot en met 31 december 2025 opgehaald: 16.071 dagen per locatie, zonder ontbrekende waarden.
- **ENSO:** de maandelijkse Niño3.4-anomalie van NOAA, berekend uit de zeewatertemperatuurreeks ERSST-versie 6 (Huang e.a., 2025), verwerkt tot een driemaandelijks voortschrijdend gemiddelde. De ENSO-fase is per maand bepaald volgens de vijfmaandenregel uit paragraaf 1.1.

- **Seizoenen:** Suriname kent een uitgesproken seizoensindeling, die voornamelijk wordt bepaald door de intertropische convergentiezone (ITCZ), een wolkengordel boven de warmste zeewateren die de wereld omcirkelt: de kleine regentijd (december-maart), als de ITCZ zuidwaarts over Suriname trekt, gevolgd door de grote regentijd (april-juli) en de grote droge tijd (augustus-november), respectievelijk als de ITCZ zich geleidelijk noordwaarts terugtrekt over Suriname en dan weer ten noorden van de kust ligt.
- **Standaardisering:** omdat een gemiddelde mei ruim twee keer zo nat is als een gemiddelde maart (Figuur 3), is elke maand vergeleken met zijn eigen langjarig gemiddelde. Dat gebeurt op twee manieren: als gestandaardiseerde afwijking (z-score per kalendermaand), een maat voor hoe uitzonderlijk de maand was, en als procentuele afwijking van de maandnormaal.
- **Statistiek:** Pearson-correlaties tussen index en neerslagafwijking, gelijktijdig en met een vertraging tot twaalf maanden; composietanalyse (gemiddelde afwijking per ENSO-fase en kalendermaand); conditionele tercielkansen; en de niet-parametrische Mann-Whitney U-toets voor de dagkenmerken van de neerslag.
- **Seizoensindeling voor de kansen:** alleen voor de kans op een droge kleine regentijd (Tabel 1) is per seizoen gewerkt. De neerslag van december tot en met februari is vergeleken met het gemiddelde van de index over dezelfde maanden. Zo valt de kleine regentijd in 1983-2025 vijftien keer in een El Niño-event, achttien keer in een La Niña-event en tien keer in een neutrale periode; een meerjarige La Niña, zoals die van 2020 tot 2023, telt daarbij meerdere keren mee.

1.3 Satelliet versus regenmeter

Omdat de analyse volledig op satellietdata rust, zijn ter vergelijking de maandgemiddelden van de regenstations Zorg en Hoop en Nickerie (1990-2025) en Djoemoe als stippen in dezelfde grafiek gezet als de CHIRPS-jaargang (Figuur 3). De vorm van de jaargang komt goed overeen, maar CHIRPS ligt er systematisch boven, met de grootste verschillen in de natte maanden.



Figuur 3. Gemiddelde jaargang van de neerslag. Lijnen: de vier CHIRPS-neerslagpunten, 1982-2025. Stippen: de regenstations Zorg en Hoop en Nickerie (1990-2025) en Djoemoe (voorlopige waarden). De dubbele regentijd en de grote droge tijd zijn op alle locaties zichtbaar; Nickerie is het droogst.

Die afwijking is niet toe te schrijven aan de ruimtelijke resolutie van 5 bij 5 km, want gebiedsmiddeling zou pieken juist afvlakken en dus tot lagere waarden leiden. De verklaring ligt in de onderliggende CHIRPS-maanddata, die satellietschattingen combineert met een correctie op basis van een mondiaal stationnetwerk. Enerzijds kampen conventionele regenmeters met een structurele ondervangst door windturbulentie, verdamping en spatverlies, waardoor puntmetingen lager uitvallen dan de werkelijke neerslag, vooral bij de intense, kortdurende buien die het tropisch klimaat kenmerken. Anderzijds is de biascorrectie in dataspars gebieden als Suriname beperkt: er zijn te weinig stations om de schatting lokaal te kalibreren, zodat de ruwe satellietschatting, die in de tropen van nature al naar overschatting neigt, grotendeels ongecorrigeerd blijft.

Omdat het Brokopondo-punt in het meer zelf ligt en het binnenland nauwelijks bemeten is, is de jaargang daar vergeleken met die van het station Djoemoe, ruim negentig kilometer zuidelijker in het stroomgebied van de Suriname-rivier (Figuur 1). De vorm komt sterk overeen ($r = 0,98$ tussen de twee jaargangen): beide hebben hun maximum in mei en hun minimum in oktober, en in beide valt ongeveer zestig procent van de jaarneerslag tussen december en mei. De jaarsom van Djoemoe bedraagt ongeveer twee derde van die van het Brokopondo-punt; dat verschil kan naast het verschil tussen regenmeter en satelliet ook een werkelijk ruimtelijk verschil weerspiegelen. Voor het seizoenspatroon is het gebruikte punt dus representatief. De Djoemoe-waarden zijn voorlopig.

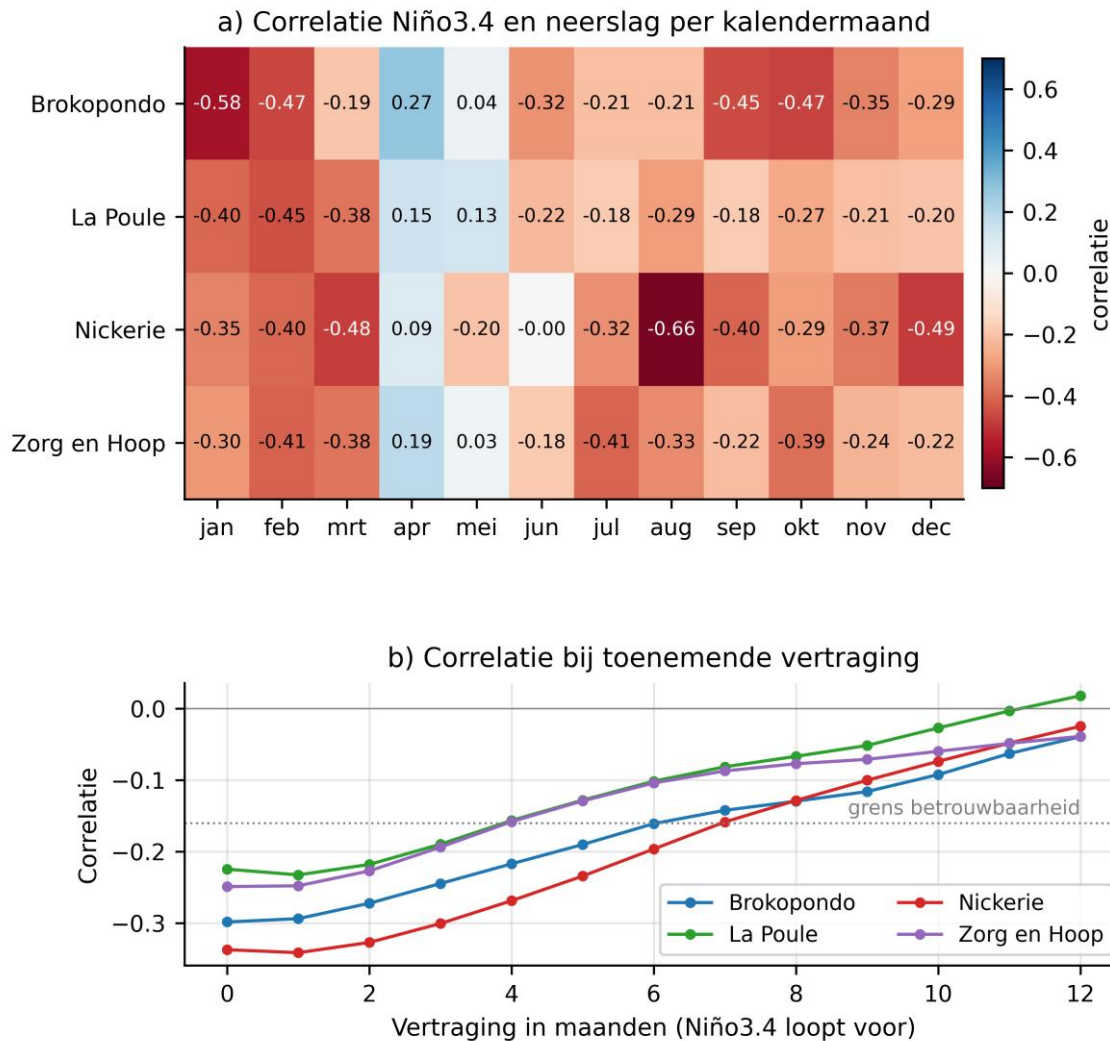
Voor deze studie is de systematische afwijking van beperkt belang, omdat de analyse op afwijkingen ten opzichte van het eigen gemiddelde berust, waarbij een systematische afwijking grotendeels wegvalt. Bij het gebruik van absolute drempelwaarden is voorzichtigheid wel op zijn plaats.

2. Het ENSO-sigitaal: sterkte, vertraging en seizoensstructuur

2.1 Gelijktijdige en vertraagde samenhang

Alle vier de locaties tonen een significante negatieve correlatie tussen de Niño3.4-index en de gestandaardiseerde maandelijkse neerslagafwijking: warm oppervlaktewater in de Stille Oceaan betekent minder regen in Suriname, koud oppervlaktewater meer. Dat is in lijn met eerder onderzoek voor Paramaribo (Matai, 2022). De correlatie is het sterkst in Nickerie ($r = -0,34$) en Brokopondo ($r = -0,30$) en iets zwakker in Zorg en Hoop ($r = -0,25$) en La Poule ($r = -0,23$); alle p-waarden zijn kleiner dan 10^{-6} .

De vertraginganalyse (Figuur 4b) laat zien dat het verband maximaal is in dezelfde maand of één maand later en daarna gestaag afneemt; na ongeveer vier tot zes maanden zakt het onder de grens van betrouwbaarheid. Dit is een wezenlijk, niet direct zichtbaar inzicht: ENSO werkt in Suriname vrijwel onmiddellijk door, via de verzwakte circulatie boven de Stille Oceaan (de Walker-circulatie) en de verschoven ligging van de ITCZ. Voor de operationele voorspelbaarheid betekent dit dat de seizoensverwachting moet leunen op de internationale modelverwachtingen voor ENSO zelf, zoals de IRI/CPC-pluim, en niet op het na-ijlen van een al waargenomen ENSO-toestand.



Figuur 4. (a) Correlatie tussen de Niño3.4-index en de maandelijkse neerslagafwijking, per kalendermaand en per locatie; rood staat voor droger tijdens El Niño, blauw voor natter. (b) Dezelfde correlatie over alle maanden samen, bij een toenemende vertraging van de index ten opzichte van de neerslag; de stippellijn geeft de grens van betrouwbaarheid aan.

2.2 De verborgen seizoenstructuur

Figuur 4a, die de correlatie per kalendermaand weergeeft, legt een patroon bloot dat in jaargemiddelden volledig wegvalt. De ENSO-koppeling is geen constante eigenschap van het klimaat, maar een seizoenvenster:

- **December-maart (kleine regentijd en begin van de kleine droge tijd):** het sterkste en ruimtelijk meest samenhangende venster. Brokopondo piekt in januari ($r = -0,58$), Nickerie in maart ($r = -0,48$). In dit venster reageren alle vier de locaties op dezelfde manier, zichtbaar als een aaneengesloten blok in Figuur 4a. Dat is geen toeval: een ENSO-event bereikt zijn hoogtepunt rond de jaarwisseling, precies wanneer Suriname van de kleine regentijd afhankelijk is.
- **April-mei:** het signaal valt vrijwel volledig weg en slaat in april zelfs licht om: de samenhang is dan op alle vier de locaties zwak positief (Brokopondo $r = +0,27$). De start van de grote regentijd wordt dus gedomineerd door de jaarlijkse noordwaartse doortocht van de ITCZ, die de invloed vanuit de Stille Oceaan tijdelijk overstemt; bij El Niño valt bovendien het verval van het event

vaak in dit seizoen. Dit is een subtiele maar belangrijke nuance: een El Niño betekent niet automatisch dat de grote regentijd verstoord begint.

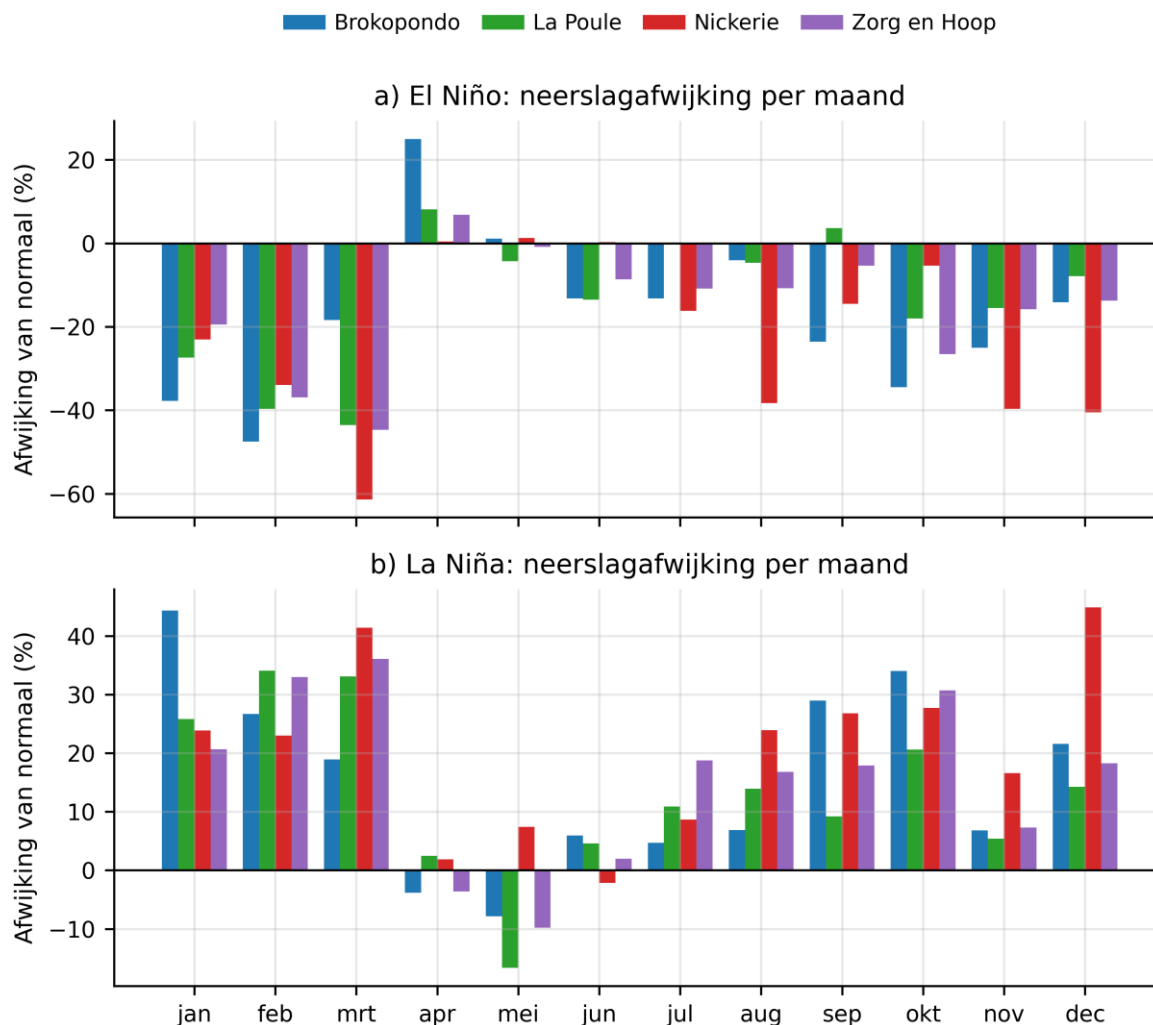
- **Augustus (Nickerie):** een geïsoleerde, zeer sterke piek ($r = -0,66$), de sterkste enkele cel van de hele matrix. In augustus, tijdens de overgang naar de grote droge tijd en de inzaaiperiode van het najaarsrijstgewas, reageert de neerslag in Nickerie uitzonderlijk gevoelig op een zich ontwikkelende El Niño, die juist in deze maanden aan kracht wint. De ligging van Nickerie aan de noordwestkust, dicht bij de as van de ITCZ, die dan boven de Atlantische Oceaan ligt, maakt het station gevoeliger voor de verschuiving van de ITCZ die met een opbouwende El Niño samenhangt.
- **September-december (grote droge tijd):** een tweede sterk venster (Brokopondo $r = -0,45$ tot $-0,47$ in september en oktober; Nickerie $r = -0,49$ in december). Een El Niño verdiept en verlengt dus de toch al droge periode, de gevaarlijkste combinatie voor het stuwmeerpeil en voor het bosbrandrisico in het binnenland.

Buiten het venster van december tot en met maart loopt het beeld tussen de locaties uiteen. Juist die verschillen maken het mogelijk om waarschuwingen sectorgericht op te stellen in plaats van landelijk (hoofdstuk 5).

3. Composieten: hoeveel regen scheelt het?

De composietanalyse (Figuur 5) vertaalt de correlaties naar concrete procentuele afwijkingen. Tijdens El Niño-maanden valt in de kleine regentijd 19 tot 48 procent minder neerslag dan normaal in januari en februari, met een uitschieter van -61 procent in Nickerie in maart en -48 procent in Brokopondo in februari. In de grote droge tijd komen daar tekorten bovenop die per locatie oplopen tot 24 à 41 procent, zoals -34 procent in Brokopondo in oktober en -40 à -41 procent in Nickerie in november en december. Een El Niño verdiept en verlengt dus een toch al droge periode, en zorgt daarna voor een kleine regentijd die droger uitvalt dan normaal.

Tijdens La Niña is het beeld gespiegeld: $+14$ tot $+45$ procent in december tot en met maart, met de hoogste waarden in Nickerie in december ($+45$ procent) en in Brokopondo in januari ($+44$ procent), en $+9$ tot $+34$ procent in september en oktober.



Figuur 5. Gemiddelde neerslagafwijking per kalendermaand ten opzichte van normaal, tijdens (a) El Niño-maanden en (b) La Niña-maanden, voor de vier locaties. Let op het vrijwel ontbreken van een signaal in april en mei en het diepe minimum in Nickerie in maart en augustus tijdens El Niño.

Een tweede niet-evident resultaat is dat de fasen niet elkaars spiegelbeeld zijn. In Brokopondo en Nickerie is de gemiddelde gestandaardiseerde afwijking per El Niño-maand groter dan per La Niña-maand (Brokopondo $-0,38$ tegenover $+0,33$; Nickerie $-0,42$ tegenover $+0,39$), hoewel La Niña-maanden in de reeks juist vaker voorkomen (155 tegenover 120). In La Poule en Zorg en Hoop zijn beide fasen ongeveer even sterk ($-0,28$ tegenover $+0,30$ en $-0,32$ tegenover $+0,34$). Het droogterisico per El Niño-maand weegt dus vooral in Brokopondo en Nickerie zwaarder dan het natrisico per La Niña-maand: een kleine regentijd die droger dan normaal uitvalt, wordt binnen enkele maanden zichtbaar in het meerpeil en in de beschikbaarheid van irrigatiewater.

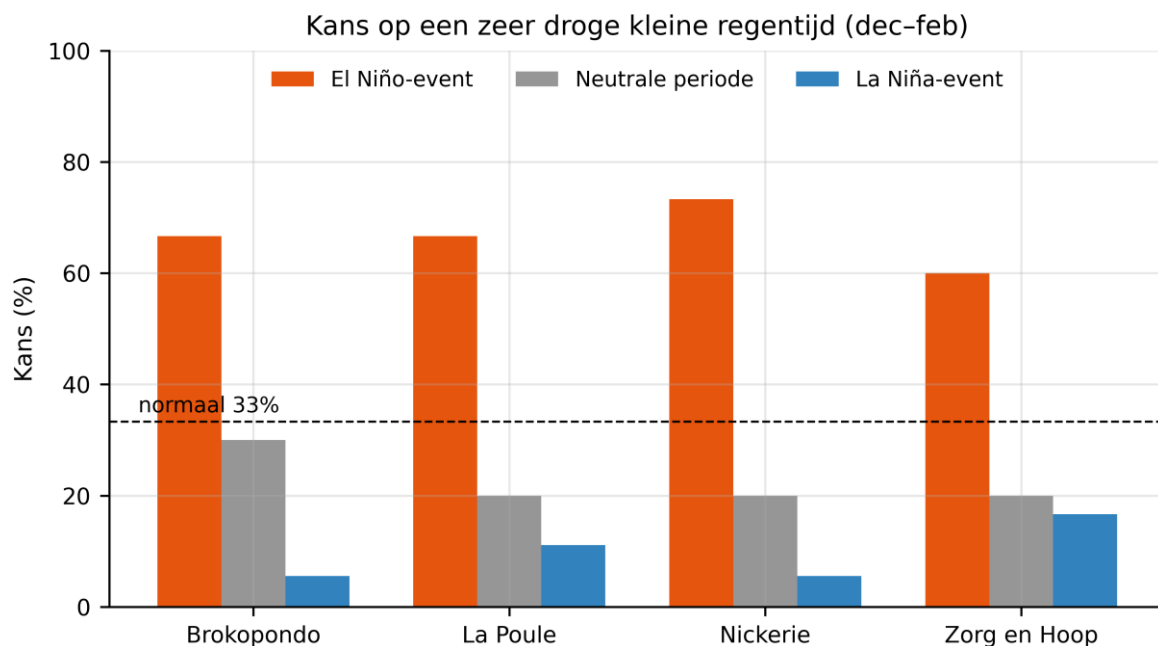
4. Risicokansen voor de kleine regentijd

Voor wie een besluit moet nemen, is een kans bruikbaar dan een correlatie. Daarom is per locatie geteld hoe vaak de neerslagsom van de kleine regentijd (december tot en met februari) in de droogste eenderde van alle jaren viel ("zeer droog"), afhankelijk van de ENSO-toestand in dezelfde maanden (Tabel 1, Figuur 6). Zonder die informatie is die kans per definitie 33 procent.

Toestand dec-feb	Brokopondo	La Poule	Nickerie	Zorg en Hoop
El Niño-event (n = 15)	67%	67%	73%	60%
Neutrale periode (n = 10)	30%	20%	20%	20%
La Niña-event (n = 18)	6%	11%	6%	17%

Tabel 1. Kans op een zeer droge kleine regentijd: het aandeel jaren waarin de neerslagsom van december tot en met februari in de droogste eenderde van alle jaren viel, naar de ENSO-toestand in dezelfde maanden, 1983-2025. n is het aantal keren dat die toestand voorkwam. Zonder ENSO-informatie is de kans 33 procent.

Tijdens een El Niño-event is een zeer droge kleine regentijd dus eerder regel dan uitzondering (60 tot 73 procent), terwijl dit scenario tijdens een La Niña-event vrijwel uitgesloten is (6 tot 17 procent). Tussen beide fasen ligt een verschil van een factor 3,5 (Zorg en Hoop) tot 12 (Nickerie). Voor Nickerie is de tegenstelling het grootst: 73 tegenover 6 procent. Op seizoensbasis is de samenhang tussen index en neerslagsom ook sterker dan op maandbasis: $r = -0,68$ in Brokopondo, $-0,59$ in Nickerie, $-0,56$ in La Poule en $-0,48$ in Zorg en Hoop. In Brokopondo verklaart ENSO daarmee bijna de helft van de jaar-op-jaarvariatie in de neerslag van de kleine regentijd.



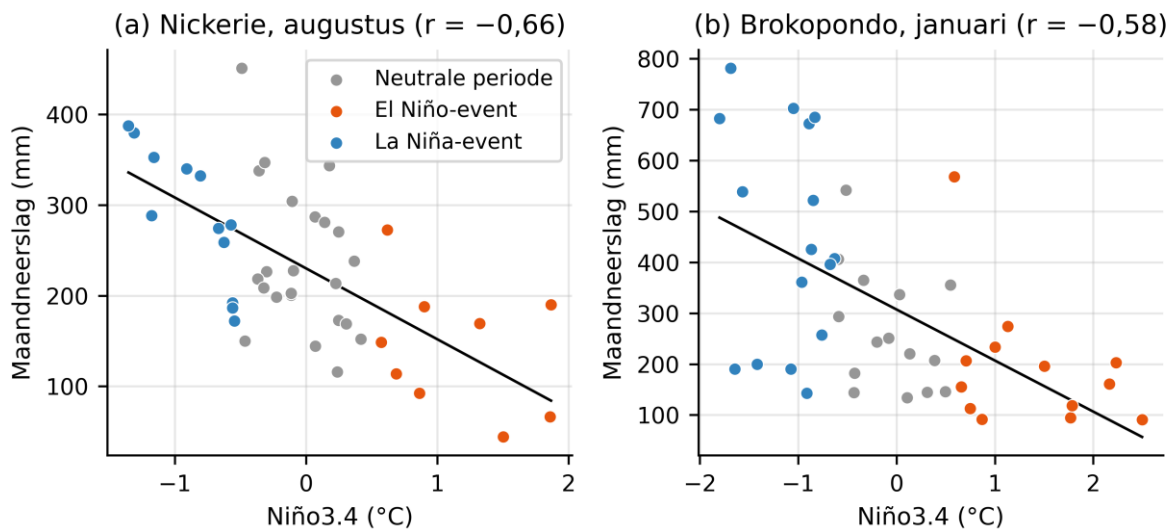
Figuur 6. Kans op een zeer droge kleine regentijd (neerslagsom van december tot en met februari in de droogste eenderde van alle jaren) per locatie en per ENSO-toestand in dezelfde maanden, 1983-2025. De streeplijn is de kans zonder ENSO-informatie (33 procent).

Zo'n kans sluit aan bij de manier waarop gebruikers beslissen. De getallen in Tabel 1 zijn direct over te nemen in een seizoensbulletin, met per fase een korte paragraaf per sector, en in adviesproducten richting Staatsolie/EBS (stuwmeer), het ministerie van Landbouw, Veeteelt en Visserij (LVV) en de rijstsector.

5. Sectorale brandpunten

5.1 Nickerie, rijst: het augustusvenster

Het scherpste sectorale signaal van de hele analyse is de augustus-correlatie in Nickerie ($r = -0,66$, Figuur 7a). In Nickerie is de augustusneerslag veel sterker aan ENSO gekoppeld dan waar en wanneer dan ook in de reeks; tijdens El Niño valt er gemiddeld 38 procent minder regen dan normaal. De inzaai van het najaarsgewas loopt van augustus tot in september, met de oogst in december en januari; juist in die beginfase piekt de vraag naar irrigatiewater uit de omliggende zwampen, waaronder de Nanizwamp, en de Corantijnrivier.



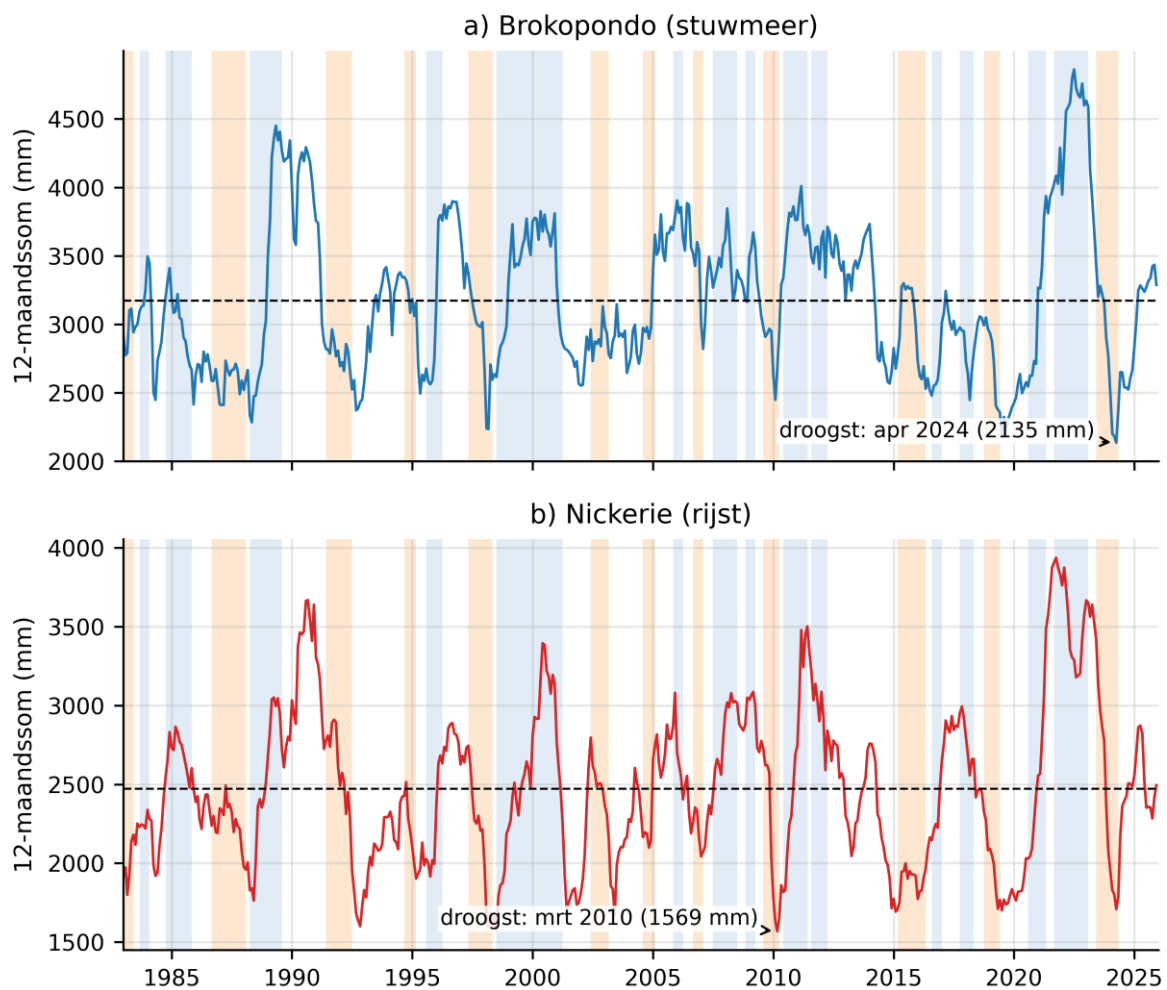
Figuur 7. Sectorale kernrelaties: maandneerslag tegen de Niño3.4-index, één stip per jaar (1982-2025). (a) Nickerie, augustus (start van de najaarsrijst); (b) Brokopondo, januari (instroomseizoen van het stuwmeer). Oranje = El Niño-event, blauw = La Niña-event, grijs = neutrale periode; de lijn is een lineaire regressie.

Dat dit venster juist in Nickerie zo scherp is, past bij de ligging aan de noordwestkust, dicht bij de as van de ITCZ. Een zich ontwikkelende El Niño, herkenbaar aan een Niño3.4-index die in juni en juli boven $+0,5$ °C uitstijgt, gaat vrijwel systematisch gepaard met een onderdrukte augustusneerslag. Een opkomende El Niño is in juni en juli nog niet zeker, maar de stand van de index en de internationale modelverwachtingen geven dan al aan hoe waarschijnlijk een warme fase is. Dat volstaat voor een gerichte waarschuwing in kansvorm aan de rijstsector in juni en juli, die naarmate augustus nadert kan worden bijgesteld. Omdat ook december in Nickerie sterk aan ENSO gekoppeld is ($r = -0,49$; -41 procent tijdens El Niño), loopt het risico bij een El Niño door tot in de oogstperiode.

5.2 Brokopondo, hydro-energie: opeenstapeling in het droge halfjaar

Voor het stuwmeer is niet één droge maand bepalend, maar de optelsom over het hydrologisch jaar. Brokopondo combineert de sterkste respons in januari ($r = -0,58$, Figuur 7b) met een sterke respons in de grote droge tijd van september tot en met november (Figuur 4a). Tijdens een El Niño volgt op een verdiepte droge tijd dus een kleine regentijd die droger uitvalt dan normaal: het meerpeil krijgt twee klappen achter elkaar en het herstellenvenster ertussen valt weg.

Het gevolg is zichtbaar in de neerslagsom over telkens twaalf maanden (Figuur 8a). De droogste twaalf maanden van de hele 44-jarige reeks eindigden voor Brokopondo niet in 1998 of 2016, maar in april 2024, met 2.135 mm, ongeveer een derde onder het gemiddelde en in de nasleep van de El Niño van 2023/24. Dat dit recente record weinig publieke aandacht kreeg, benadrukt de waarde van systematische monitoring boven de herinnering aan bekende El Niño-events. Figuur 8b toont hetzelfde patroon voor Nickerie: vrijwel elk diep minimum valt tijdens of vlak na een El Niño, terwijl de hoogste twaalfmaandssommen samenvallen met een La Niña, met 2021 en 2022 als natste periode. Een verlengde droge tijd in het stroomgebied vergroot bovendien het bosbrandrisico en bemoeilijkt de bevaarbaarheid van de rivieren in het binnenland.



Figuur 8. Neerslagsom over telkens twaalf maanden voor (a) Brokopondo en (b) Nickerie, met El Niño-events in oranje en La Niña-events in blauw. De streeplijn geeft het langjarig gemiddelde aan.

Daarbij past een duidelijke kanttekening. Het meerpeil wordt niet bepaald door de neerslag op één punt, maar door de aanvoer van de rivieren uit een opvanggebied dat een aanzienlijk deel van midden-Suriname beslaat, met daartussen de verdamping, de berging in de bodem, de vertraging van de afvoer en de onttrekking voor stroomopwekking. Deze analyse gaat dus over het risico op een neerslagtekort en niet rechtstreeks over het meerpeil; daarvoor is een hydrologische vertaling van het hele stroomgebied nodig.

5.3 La Poule (Saramacca), tuinbouw: het mildste, maar breedste signaal

La Poule heeft van de vier locaties de zwakste totale correlatie, maar het signaal is er wel aanwezig in vrijwel alle maanden behalve april en mei (Figuur 4a), het sterkst in januari tot en met maart ($r = -0,38$ tot $-0,45$). Voor de tuinbouw betekent dit minder extreme, maar wel breed gespreide droogtestress tijdens El Niño. Tijdens La Niña valt er in januari tot en met maart een kwart tot een derde meer regen (+26 tot +34 procent), wat relevant is voor wateroverlast op laaggelegen percelen en voor een hogere ziekte- en schimmeldruk in de teelt. Ook in de dagkenmerken is het signaal gematigd: in El Niño maanden duren de droge perioden 16 procent langer dan normaal (Tabel 2). Het droogste twaalfmaandsvenster van La Poule eindigde in maart 2010 (1.776 mm) en viel samen met de El Niño van 2009/10; in Nickerie viel het droogste venster in dezelfde maand (1.569 mm).

5.4 Zorg en Hoop, Paramaribo: drinkwater en stedelijke wateroverlast

Het stedelijke station volgt het nationale patroon (seizoenscorrelatie voor de kleine regentijd $r = -0,48$), maar met de kleinste uitslag van de vier locaties. De praktische betekenis ligt vooral in de uitersten. Tijdens La Niña ligt het aantal zeer natte dagen (boven het 95e percentiel) een vijfde hoger dan normaal (+20 procent), terwijl het tijdens El Niño 13 procent lager ligt en de droge perioden 18 procent langer duren (Tabel 2). Voor Paramaribo betekent dat een risico dat van kant wisselt: tijdens La Niña een verhoogd risico op stedelijke wateroverlast, tijdens El Niño watertekorten en verziltingsdruk in het kustgebied, met gevolgen voor de drinkwatervoorziening.

6. Extremen: droge perioden en piekdagen

De ENSO-invloed blijft niet beperkt tot maand- en seizoenssommen, maar werkt door in de dagstructuur van de neerslag (Tabel 2). Per maand is gekeken naar twee kenmerken: de langste aaneengesloten droge periode, met dagen onder 1 mm, en het aantal zeer natte dagen, met een dagsom boven het 95e percentiel van de locatie. Beide zijn vergeleken met het normale niveau voor dezelfde kalendermaand, zodat de jaarcyclus geen rol speelt. De maanden zijn ingedeeld volgens dezelfde maandelijkse ENSO-fasen als in Figuur 2. Gemiddeld over alle maanden en locaties duurt de langste droge periode in een maand 4,8 dagen en telt een maand 1,5 zeer natte dagen.

Locatie	Langste droge periode			Zeer natte dagen		
	El Niño	Neutraal	La Niña	El Niño	Neutraal	La Niña
Brokopondo	+31%	-5%	-19%	-15%	-7%	+26%
La Poule	+16%	-2%	-9%	-15%	-1%	+15%
Nickerie	+16%	-1%	-10%	-28%	-3%	+29%
Zorg en Hoop	+18%	-2%	-10%	-13%	-5%	+20%
Vier locaties samen	+21%	-3%	-12%	-18%	-4%	+23%

Tabel 2. Dagkenmerken van de neerslag per ENSO-fase (maandindeling volgens Figuur 2: 120 El Niño-, 253 neutrale en 155 La Niña-maanden), als procentuele afwijking van het normale niveau voor dezelfde kalendermaand. Langste droge periode: de volledige lengte van de langste aaneengesloten reeks dagen met minder dan 1 mm die in de maand valt. Zeer natte dag: een dagsom boven het 95e percentiel van de betreffende locatie.

In El Niño-maanden duren de droge perioden gemiddeld een vijfde langer dan normaal (+21 procent) en ligt het aantal zeer natte dagen bijna een vijfde lager (-18 procent). In La Niña-maanden is het omgekeerd: de droge perioden zijn 12 procent korter en er zijn ruim een vijfde meer zeer natte dagen (+23 procent). Neutrale maanden liggen dicht bij normaal. Het beeld is op alle vier de locaties gelijk, met Brokopondo als uitschieter bij de droge perioden (+31 procent tijdens El Niño) en Nickerie bij de zeer natte dagen (-28 procent tijdens El Niño en +29 procent tijdens La Niña).

Opvallend is de rolverdeling: El Niño werkt het sterkst door in de droge perioden, La Niña in de zware buien. Het verschil tussen El Niño- en La Niña-maanden is voor beide kenmerken statistisch significant (Mann-Whitney U, $p < 10^{-7}$). Omdat opeenvolgende maanden niet onafhankelijk zijn, moet die p-waarde als een indicatie worden gelezen en niet als exacte maat; de richting en de consistentie over de vier locaties zijn de belangrijkste bevinding. Dit bevestigt dat ENSO beide kanten van het neerslagrisico raakt: droogte tijdens El Niño en wateroverlast tijdens La Niña.

7. Conclusies en aanbevelingen

7.1 Conclusies

De resultaten maken van een algemeen bekend verband een bruikbaar instrument. De belangrijkste bevindingen zijn:

- **ENSO is een sterke voorspeller van de seizoensneerslag in Suriname.** El Niño gaat op alle vier de locaties samen met droogte en La Niña met natte omstandigheden. De respons is gelijktijdig tot hooguit één maand vertraagd; in de kleine regentijd verklaart ENSO tot bijna de helft van de jaar-op-jaarvariatie (r tot -0,68 op seizoensbasis, in Brokopondo).
- **De invloed is seizoensgebonden.** Het signaal is maximaal in december tot en met maart en in september tot en met december, en vrijwel afwezig in april en mei. Verwachtingen voor de kleine regentijd en de grote droge tijd hebben daardoor waarde; die voor de start van de grote regentijd nauwelijks, en moeten met terughoudendheid worden gebracht.
- **ENSO werkt vrijwel onmiddellijk door.** Het verband is maximaal bij een vertraging van nul tot één maand en verdwijnt na vier tot zes maanden. De voorspelkracht zit dus in de internationale verwachtingen voor ENSO zelf, niet in het na-ijlen van een al waargenomen situatie.
- **De ruimtelijke verschillen zijn sectorrelevant.** Nickerie is het gevoeligst, met een uniek augustusvenster voor de rijstinzaai ($r = -0,66$). Brokopondo kent de gevaarlijkste opeenstapeling van een verdiepte droge tijd en een droge kleine regentijd. La Poule heeft het breedste maar mildste signaal, en Paramaribo vooral een respons in de uitersten.
- **Conditionele kansen zijn operationeel scherp.** Tijdens een El Niño-event is de kans op een zeer droge kleine regentijd 60 tot 73 procent, tegenover 6 tot 17 procent tijdens een La Niña-event en 33 procent zonder ENSO-informatie.
- **ENSO raakt ook de dagstructuur.** In El Niño-maanden duren droge perioden een vijfde langer, in La Niña-maanden zijn er ruim een vijfde meer zeer natte dagen.

- **Een recent en relatief onopgemerkt record.** De droogste twaalf maanden van de hele reeks eindigden voor Brokopondo in april 2024, in de nasleep van de El Niño van 2023/24, met directe relevantie voor het beheer van het stuwmeer.

7.2 Vooruitblik 2026/27 en aanbevelingen

Deze bevindingen zijn direct van belang. In augustus 2026 stond de Niño3.4-index op +2,0 °C, en in het ENSO-bulletin van 10 september 2026 gaf NOAA een kans van meer dan 90 procent op een zeer sterke El Niño rond de jaarwisseling 2026/27. Op basis van deze analyse betekent dat een verhoogde kans op een verdiepte grote droge tijd in het najaar van 2026, gevolgd door een kleine regentijd die droger uitvalt dan normaal, met 60 tot 73 procent kans op de droogste eenderde (Tabel 1). Daaruit volgen de volgende aanbevelingen:

- **Stuwmeer (Brokopondo):** voer in het laatste kwartaal van 2026 waterbesparend beheer en start overleg met de beheerders van het stuwmeer over het scenario van een verdiepte grote droge tijd, gevolgd door een kleine regentijd 2026/27 die droger uitvalt dan normaal.
- **Rijstsector (Nickerie):** informeer de sector over het verhoogde risico op een droge periode van september tot en met december, nu het najaarsgewas op het veld staat, en houd rekening met de irrigatiebehoefte tot de oogst in december en januari. Ontwikkel voor de komende jaren een vast waarschuwingsproduct in juni en juli, gericht op het augustusvenster.
- **Tuinbouw (Saramacca) en Paramaribo:** zorg voor tijdige droogtecommunicatie richting de landbouwgebieden en de drinkwatervoorziening, met aandacht voor verziltingsdruk in het kustgebied.
- **Seizoensverwachting:** geef de kansen uit Tabel 1 een vaste plaats in de seizoensverwachting van de dienst, en monitor de Niño3.4-index maandelijks, zodat situaties als die van april 2024 op het moment zelf worden signaleerd in plaats van achteraf.
- **Vervolgonderzoek:** verifieer de resultaten met meer lokale stationsreeksen voordat absolute drempels operationeel worden gebruikt, en werk voor het stuwmeer een hydrologische vertaling uit van het hele stroomgebied, waarmee het neerslagrisico kan worden omgezet in een risico voor het meerpeil.

Referenties

- Funk, C., Peterson, P., Landsfeld, M., Pedreros, D., Verdin, J., Shukla, S., Husak, G., Rowland, J., Harrison, L., Hoell, A. en Michaelsen, J. (2015). The climate hazards infrared precipitation with stations: a new environmental record for monitoring extremes. *Scientific Data*, 2, 150066. doi:10.1038/sdata.2015.66
- Huang, B., Yin, X., Boyer, T., Liu, C., Menne, M., Rao, Y., Smith, T., Vose, R. en Zhang, H.-M. (2025). Extended Reconstructed Sea Surface Temperature, version 6 (ERSSTv6). Part I: An artificial neural network approach. *Journal of Climate*, 38(4). doi:10.1175/JCLI-D-23-0707.1
- Matai, K. (2022). Data analysis study on monthly mean precipitation in Paramaribo in relation to El Niño and La Niña events since the 19th century. BSc-scriptie, Anton de Kom Universiteit van Suriname, Paramaribo.
- Ropelewski, C.F. en Halpert, M.S. (1987). Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Niño/Southern Oscillation. *Monthly Weather Review*, 115(8), 1606-1626.
- Trenberth, K.E. (1997). The definition of El Niño. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 78(12), 2771-2777.

Bijlage A: Technische verantwoording

- **Periode:** 1 januari 1982 tot en met 31 december 2025 (44 jaar; 16.071 dagen per locatie, geen ontbrekende waarden).
- **Neerslagdata:** CHIRPS v2.0, dagwaarden per roosterpunt (ongeveer 5,5 bij 5,5 km) op de vier locaties, opgehaald via Google Earth Engine. Maandsommen zijn berekend uit de dagwaarden.
- **Stationsdata (ter vergelijking):** maandgemiddelden van de MDS-stations Zorg en Hoop en Nickerie (1990-2025) en Djoemoe (voorlopige waarden).
- **ENSO-classificatie per maand:** driemaandelijks voortschrijdend gemiddelde van de Niño3.4-anomalie (NOAA, ERSST versie 6); drempel $\pm 0,5$ °C gedurende minstens vijf opeenvolgende maanden. Resultaat: 120 El Niño-, 155 La Niña- en 253 neutrale maanden. Het event van 2026 valt buiten de analyseperiode en is in Figuur 2 alleen ter informatie weergegeven.
- **Seizoensindeling (alleen Tabel 1 en Figuur 6):** neerslagsom van december tot en met februari tegenover het gemiddelde van de index over dezelfde maanden ($\geq +0,5$ °C El Niño-event, $\leq -0,5$ °C La Niña-event, anders neutrale periode), toegekend aan het jaar van januari en februari. Resultaat voor 1983-2025: 15 El Niño-events, 18 La Niña-events en 10 neutrale perioden. In 1986, 2015, 2020 en 2025 haalt het seizoensgemiddelde de drempel, terwijl de maanden zelf niet volledig aan de vijfmaandenregel voldoen; dat verklaart kleine verschillen met de maandindeling.
- **Afwijkingen:** z-scores per kalendermaand met 1982-2025 als referentie; composieten als procentuele afwijking van de maandnormaal.
- **Correlaties:** tweezijdige Pearson-toetsen; vertraging van 0 tot 12 maanden. Bij de vertraginganalyse is een praktische betrouwbaarheidsgrens van $r = -0,16$ gehanteerd, rekening houdend met de autocorrelatie van de reeksen.
- **Dagkenmerken (Tabel 2):** langste droge periode per maand als de volledige lengte van de langste reeks dagen met minder dan 1 mm die de maand raakt; zeer natte dag als dagsom boven het 95e percentiel van alle dagen van de betreffende locatie. Beide als procentuele afwijking van het gemiddelde voor dezelfde kalendermaand.
- **Toetsen:** Mann-Whitney U tussen El Niño- en La Niña-maanden (vier locaties samen): $p = 6,7 \times 10^{-9}$ voor de droge perioden en $p = 3,2 \times 10^{-8}$ voor de zeer natte dagen. Door de autocorrelatie tussen opeenvolgende maanden zijn deze waarden indicatief.
- **Kanttekening:** CHIRPS is een satellietproduct dat met grondmetingen is gecorrigeerd; in Suriname ligt het systematisch boven de regenmeters (paragraaf 1.3). Lokale verificatie met stationsgegevens wordt aanbevolen voordat absolute drempels operationeel worden gebruikt.
- **Software:** Python (xarray, pandas, NumPy, SciPy, Matplotlib, GeoPandas) in Google Colab.