

Overstromingen in Malawi en Mozambique

GEERT JAN VAN OLDENBORGH (KNMI), ANDREW KRUCZKIEWICZ (IRI/COLUMBIA UNIVERSITY),
MAARTEN VAN AALST (RODE KRUIS KLIMAATCENTRUM, IRI/COLUMBIA UNIVERSITY)

Midden januari werden Malawi en Mozambique getroffen door hevige regenval die grote problemen veroorzaakte. Honderden doden, meer dan driehonderdduizend mensen op de vlucht voor het water. Er is inmiddels een grote internationale hulpoperatie door de Verenigde Naties en het Internationale Rode Kruis op poten gezet om de meest getroffen te helpen. De vraag duikt tegenwoordig steeds weer op hoe zeldzaam deze extreme regenval is en of dit (mede) veroorzaakt wordt door klimaatverandering. We zijn met een internationale groep, waaronder het KNMI en het Internationale Rode Kruis Klimaatcentrum, bezig een systeem op te zetten dat dit soort vragen kan beantwoorden. De onderdelen die al klaar zijn gebruiken we hier om een gedeeltelijk antwoord op bovenstaande vraag te krijgen en inzicht in problemen waar we in de praktijk mee te maken krijgen te verschaffen.

Wat is er gebeurd?

Het is vaak niet makkelijk om uit te vinden wat er precies aan de hand is. Contacten van het Rode Kruis te plaatse zijn dan erg nuttig, in combinatie met up-to-date data. De Climate Explorer heeft tegenwoordig dagelijkse CMORPH satellietreconstructies van de neerslag en de mogelijkheid om de ERA-interim heranalyse met operationele analyses aan te vullen tot gisteren (tot deze zomer de opvolger van ERA-interim, ERA5, in real-time heranalyses gaat leveren).

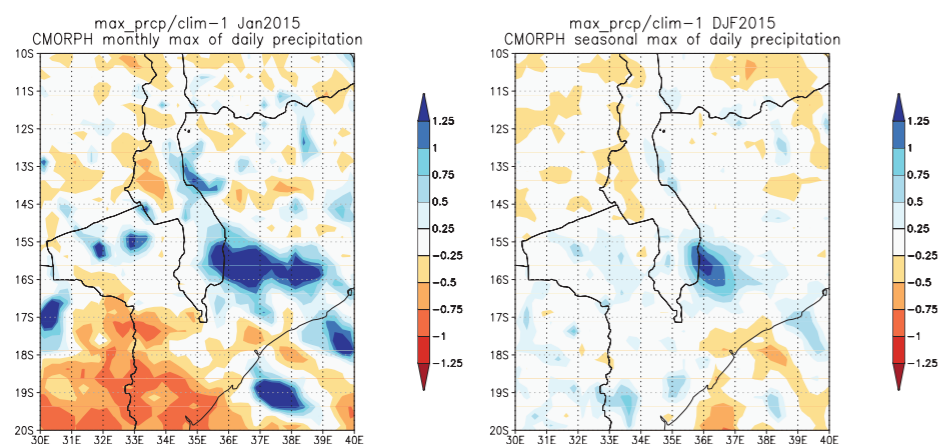
In dit geval bleek het om een combinatie van factoren te gaan. Zeer hevige onweerbuien in de eerste twee weken van januari zorgden lokaal voor zogenaamde *flash floods*, bijvoorbeeld in de buurt van het dorp Chilobwe (net buiten Blantyre), waar op 12 januari honderden huizen vernietigd werden en verschillende doden te betreuren waren, mede doordat de mensen werden overvallen in hun slaap. Voor dit type overstroming is eigenlijk geen goed Nederlands woord, maar het gaat om lokale overstromingen die veroorzaakt worden door extreme lokale regenval in valleien met steile hellingen waardoor heel veel water zich snel verzamelt in een klein gebied. We kennen dit verschijnsel in Nederland dus niet, maar qua snelheid en kracht is het te vergelijken met een dijkdoorbraak. In Chi-

lobwe vergeleken mensen de overstromingen met “Napolo”, een mytische slang die zelf onzichtbaar is, maar allerlei onheil veroorzaakt, vooral in de vorm van wateroverlast en landverschuivingen.

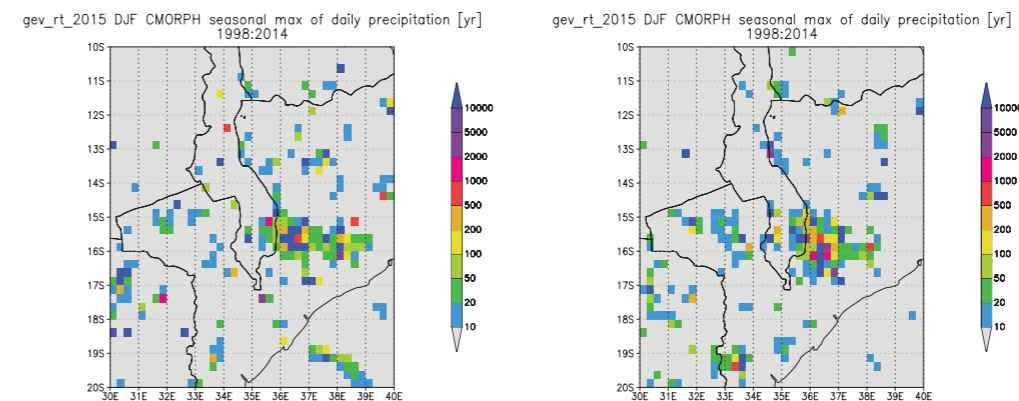
Deze buien maakten deel uit van een zeer zwaar buiencluster boven zuidelijk Malawi en Mozambique dat op 11 en 12 januari in een gebied van meer dan 100 bij 100 km zo'n 200 mm regen bracht. Dit veroorzaakte ook in Mozambique grote problemen. Ook daar is inmiddels een internationale hulpoperatie aan de gang.

Een grote hoeveelheid van dit water kwam binnen een paar dagen in de rivier de Shire terecht. De goede oude Times Wereldatlas leerde ons dat deze vanaf het Malawimeer naar het zuiden stroomt en in de Zambezi uitkomt. Deze rivier kon zo'n grote hoeveelheid water niet aan en trad buiten haar oevers. In dit geval raakten de overstromingen een veelvoud van de mensen die door de flashfloods werden getroffen, met tenminste honderd doden en bijna tweehonderd vermisten. Honderden mensen raakten gewond en meer dan driehonderdduizend mensen werden door het water uit hun huizen verjaagd. Minstens een miljoen inwoners werden indirect getroffen, bijvoorbeeld doordat akkers vernield zijn. Dit gebied heeft wel vaker te maken gehad met overstromingen, maar oudere mensen beschrijven de afgelopen weken als de ergste overstromingen die ze ooit hebben meegemaakt, met rivierniveaus tot wel vier meter boven normaal.

Meteorologisch gezien lijken er dus verschillende tijdschalen in het spel te zijn: de schaal van een zware onweersbui die *flash floods* veroorzaakte, van de tweedaagse neerslag in zuidelijk Malawi en Mozambique, en van de week of twee weken lang aanhoudende regen daarvoor die samen de Shire deden overstromen. Het zou het handigst zijn als we de beschikking hadden over de uitvoer van hydrologische modellen die de



Figuur 1. a) Het maandelijks maximum van de dagelijkse neerslag in januari 2015 rond Malawi vergeleken met de klimatologie 1998-2015. In witte gebieden was dat ongeveer normaal, de donkerblauwe gebieden hadden maxima die meer dan twee zo hoog waren dan normaal. In het centrum van het gebied viel op 11 januari tot drie keer de normale maximum dagelijkse neerslag, tot zo'n 200 mm, b) hetzelfde voor weekgemiddelde neerslag. Data: NCEP/CMORPH 0.25°.



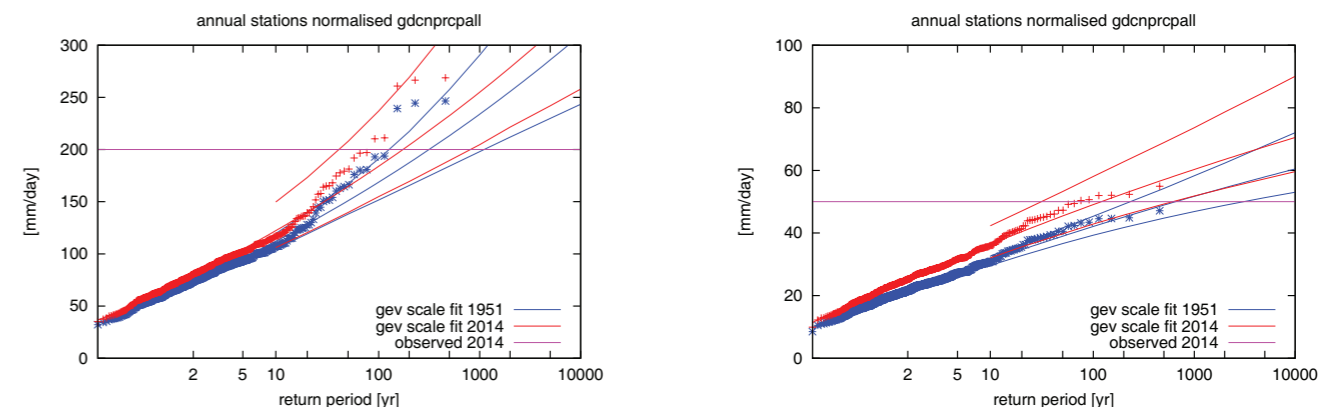
Figuur 2. Herhalingstijden (in jaren) van de jaarmaxima van de neerslag in 2015 in de verdeling van de voorgaande 17 jaar CMORPH data. a) dagelijkse neerslag, b) weekgemiddelde neerslag. Herhalingstijden boven de 20 jaar gaan gepaard met grote onzekerheden.

neerslag naar afvoeren omrekenen; daar wordt aan gewerkt.

Voor onze huidige analyses, die vooral uitgaan van regenval, is het een uitdaging om precies te reconstrueren wat er gebeurd is doordat er maar een beperkt aantal meetstations beschikbaar is, en die ook niet altijd betrouwbare gegevens aanleveren (zo viel een van de stations uit tijdens de overstromingen). De data zijn ook vaak niet voor onderzoekers beschikbaar (en we hebben geen budget om ze zelf te kopen). Satellietobservaties leveren een belangrijke aanvulling, maar zijn uiteraard nog niet zo lang beschikbaar, en hebben ook een beperkte betrouwbaarheid, zeker boven land. Om een voorbeeld te noemen: Blantyre rapporteerde op de dag van de *flash flood* in Chilobwe 398 mm, maar het CMORPH 0.25° roosterpunt daar geeft slechts 47 mm op die dag. Deze discrepantie moet zich over een groot gebied uitgestrekt hebben, aangezien de satellietobservaties vrijwel geen zware regen in het stroomgebied van de Shire tonen, terwijl bij deze rivier zware overstromingen gemeld werden.

Hoe zeldzaam was dat?

De herhalingstijd van de neerslag is te bepalen uit een GEV fit aan het seizoensmaximum van de dagelijkse en wekelijkse neerslag. Bij gebrek aan actuele stationsdata in de regio gaan we toch maar uit van de CMORPH analyse van satellietmetingen, met alle onzekerheden die dit met zich meebrengt, onder andere de onderschatting van de regen in zuidelijk Malawi. De fit laat zien dat in de satellietdata de buien ten westen van Malawi niet uitzonderlijk waren, maar de dagen weksommen in Mozambique en het uiterste oosten van



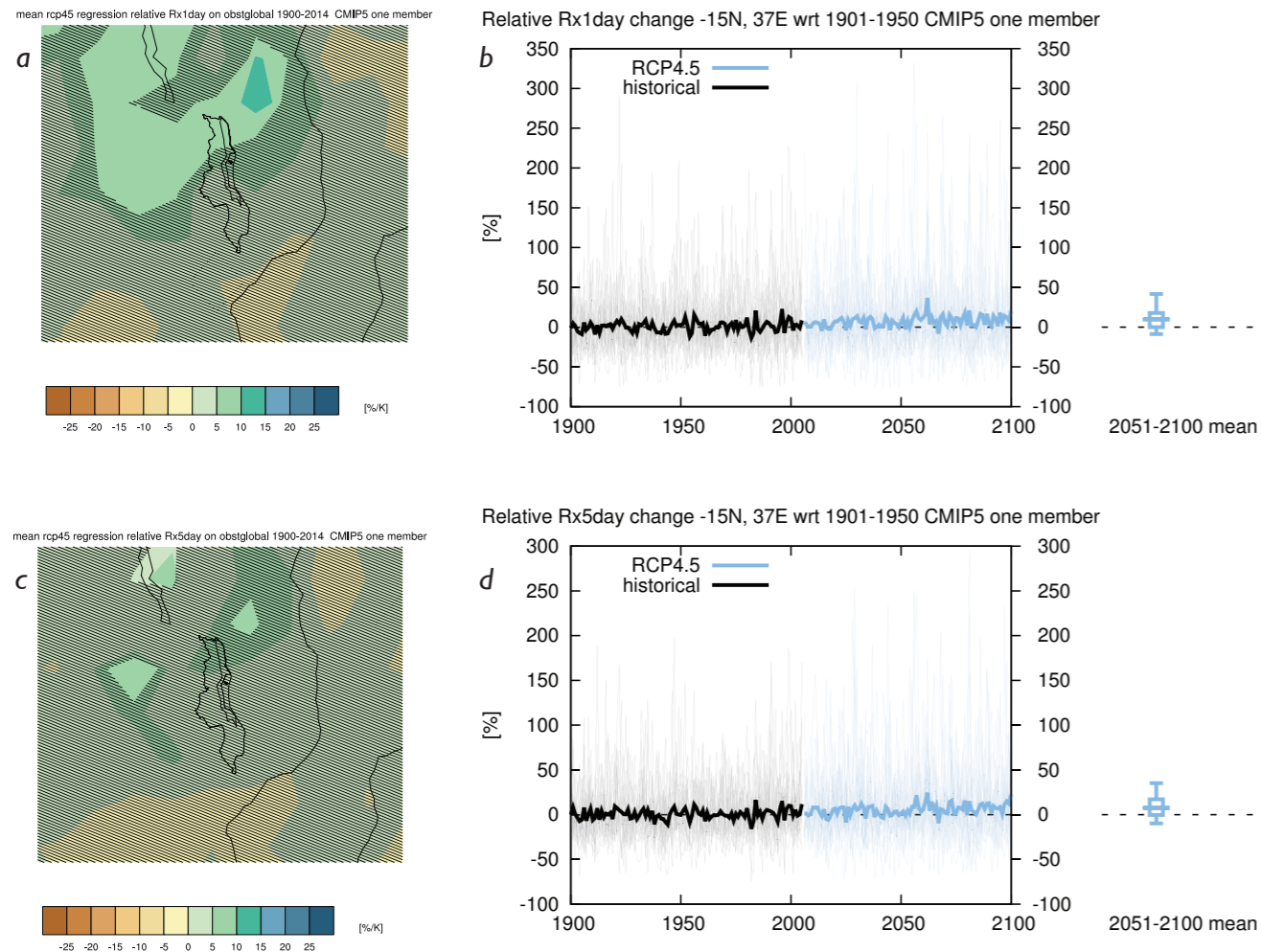
Figuur 3. Trend in de herhalingstijd van stations data van 11 stations met dagelijkse neerslag in en bij Zuid Malawi, in totaal 453 stationsjaar. We nemen aan dat de GEV-distributie schaalt met de toename met de wereldgemiddelde temperatuur als maat voor de effecten van klimaatverandering. De toename in neerslagextremen is significant op $p < 0.2$ voor de dagelijkse data en significant op $p < 0.05$ voor de wekelijks gemiddelde data.

Malawi wel, de weksommen nog meer dan de dagsommen. De waarden waren veel hoger dan de 17 jaar satellietwaarnemingen daarvoor op die plek, zie Figuur 2. Veel hogere herhalingstijden hebben relatief grote onzekerheden.

De veldsignificantie is niet erg hoog: ongeveer 7% van deze kaarten heeft een herhalingstijd van 20 jaar of meer, terwijl je op basis van toeval 5% zou verwachten. De kans is dus groot dat je bijna elk jaar ergens op deze kaart zo veel roosterpunten met eens-in-de-20-jaar neerslag zou vinden. Helaas is de reeks te kort om te onderzoeken of dat ook voor hogere herhalingstijden geldt.

Is er een trend in de waarnemingen?

Het is uiteraard niet mogelijk om een trend in de satellietwaarnemingen te detecteren. Malawi heeft een redelijk aantal stations in de GHCN-D dataset van dagelijkse data die op het oog goede reeksen bevatten. Slechts één daarvan (Chileka) heeft echter (GTS) data na 1990. Dit station ligt weliswaar in Zuid Malawi, maar buiten het gebied met de hevige neerslag; de maximale neerslag was slechts 35.1 mm/dag op 12 januari 2015 (uit het GTS). Als we aannemen dat de statistiek van de regen niet zo heel veel verschilt van die in het gebied met de overvloedige neerslag kunnen we de maximale dag- en weekneerslag per jaar van alle stations samen fitten aan een GEV verdeling die afhangt van een maat voor de mondiale opwarming, zie Figuur 3. De beste fits worden gevonden voor een toename van de neerslag met de wereldgemiddelde temperatuur. Hiermee onderzoeken we hoe de kans op een fictieve dagsom van 200 mm/dag of een weekgemiddelde van 50 mm/dag veranderd is. In beide gevallen vinden we een toename, zie Figuur 3. In het geval van dagelijkse neerslag is deze toename echter niet significant op $p < 0.1$. De fit is ook niet erg goed; het kan zijn dat er twee soorten gebeurtenissen door elkaar lopen. De weekgemiddelde neerslag wordt wel goed beschreven door een GEV, en de toename is significant op $p < 0.05$. Dit geeft aan dat er ondanks de relatief korte reeksen een goede aanwijzing is dat de neerslagextremen zijn toegenomen.



Figuur 4. Toename van de dagelijkse (a, b) en 5-daagse (c, d) neerslagextremen in het CMIP5 ensemble van mondiale klimaatmodellen. De kaarten (a, c) geven de verandering van het ensemblegemiddelde. Dit is niet betrouwbaar in het zuidelijke gedeelte, waar tropische cyclonen voorkomen die deze modellen niet kunnen representeren. De tijdreeksen (b, d) zijn voor het roosterpunt het dichtst bij het waargenomen neerslagextreem.

Deze toename kan echter ook veroorzaakt worden door decadaal variabiliteit, om de verandering aan de opwarming van de aarde te koppelen moeten we naar modellen kijken.

Wat leren we van klimaatmodellen?

In de Climate Explorer staan de jaarmaxima van dagelijkse en vijfdaagse extremen klaar als Rx1day en Rx5day, met dank aan Slava Kharin en collega's van CCCMA in Canada. In de KNMI Climate Change Atlas is het makkelijk daarvan kaarten en tijdreeksen te maken die lijken op die van de IPCC kaarten van een jaar geleden. Dit zijn grofmazige modellen die individuele onweersbuien niet op kunnen lossen maar het gemiddelde effect hiervan over roosterafstanden van 0 (100km) parametriseren. Veranderingen hierin lijken in de praktijk vaak redelijk op de waargenomen veranderingen in buienactiviteit.

Zowel de dagelijkse als vijfdaagse extremen laten tot nu toe gemiddeld een kleine toename zien van een paar procent (Figuur 4), veel kleiner dan de toename in de stationsdata. De arcering geeft aan dat dit kleiner is dan de natuurlijke variabiliteit in het zuiden van Malawi en het aangrenzende deel van Mozambique.

De tijdreeksen voor het roosterpunt dichtstbij de extreme neerslag laten zien dat de spreiding door natuurlijke variabiliteit en modelonzekerheid groot is. Het 25% - 75% interval loopt van -10% tot +40% meer extreme neerslag in 2100. Dit is het

gemiddelde, in individuele jaren kan net als in de werkelijkheid drie of vier keer zo veel vallen.

Conclusies

De overstromingen in Malawi en Mozambique werden veroorzaakt door een combinatie van *flash floods* door kortdurende neerslag en langer aanhoudende regens. Opvallend was vooral een groot cluster van onweersbuien dat over een groot gebied in zuidelijk Malawi en aangrenzende delen van Mozambique op 11 en 12 januari zo'n 200 mm regen bracht. De kans dat ergens in zuidelijk Afrika zulke regens optreden is vrij groot, maar op die specifieke plek is dat eens in de paar tientallen jaren. Er zijn zowel in de waarnemingen als in klimaatmodeluitvoer aanwijzingen dat zowel de daggemiddelde als de weeggemiddelde neerslag toeneemt door klimaatverandering, maar deze toename is momenteel nog nauwelijks groter dan de onzekerheid door natuurlijke variaties en modelonzekerheden. Een kwantitatieve analyse wordt gehinderd door het gebrek aan actuele stationsdata en grote discrepanties tussen de satellietwaarnemingen en rapporten uit het getroffen gebied zelf. Ook hebben we nog niet de beschikking over gedetailleerde klimaatmodellen voor dit gebied. Dit vage antwoord helder communiceren wordt nog een behoorlijke uitdaging.

Dankwoord

Met dank aan Erin Coughlan.

Ultrasoon Universeel Meteo Station

Toepassingen:
-GBS
-Verkeer
-Meteorologie
-Groene stroom
-Tuinbouw
-Luchtvaart
-Off-shore

De USM is leverbaar in 8 modellen. Standaard zijn de modellen voorzien van windsnelheid en windrichting. Tot 10 meteorologische parameters en analoge en digitale uitgangen.

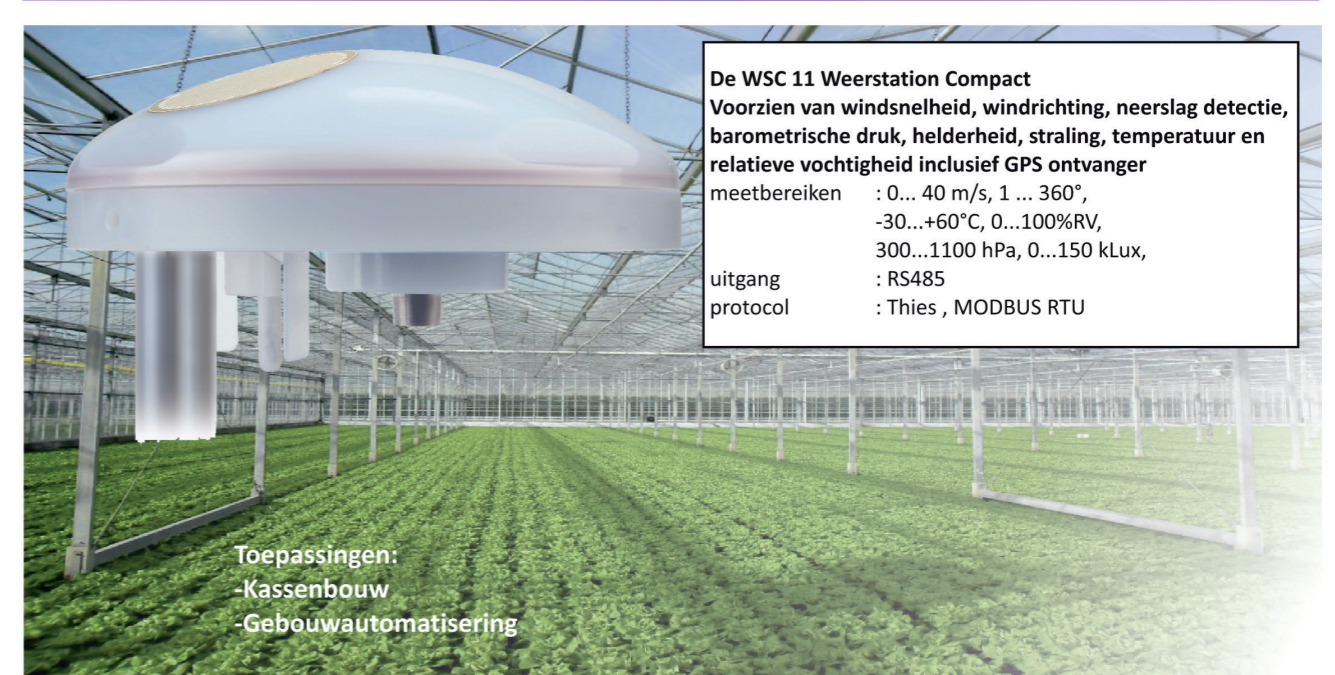
meetbereiken : 0... 60 m/s, 0 ... 360°,
-30...+70°C, 0...100%RV,
300...1100 hPa, 0...150 kLux,
0...10mm/min
analoge uitgang : 0 ... 10V, 2...10V
digitale uitgang : RS485, RS422, ASCII, ModBus RTU
voeding : 24V AC/DC



Low Cost Meteo Station Compact

De WSC 11 Weerstation Compact
Voorzien van windsnelheid, windrichting, neerslag detectie, barometrische druk, helderheid, straling, temperatuur en relatieve vochtigheid inclusief GPS ontvanger

meetbereiken : 0... 40 m/s, 1 ... 360°,
-30...+60°C, 0...100%RV,
300...1100 hPa, 0...150 kLux,
uitgang : RS485
protocol : Thies, MODBUS RTU



Toepassingen:
-Kassenbouw
-Gebouwautomatisering