
Overstromingen in Mozambique

Herbert Bos
Marijke Jaarsma

Na de overstromingen van februari–maart 2000 in Mozambique wilden wij voor Stromingen onze visie geven op de oorzaken van een dergelijke ramp.

Dit artikel pretendeert niet een volledige wetenschappelijke en analytische beschrijving te zijn van het fenomeen waterbeheersing tijdens overstromingen in Mozambique, maar is geschreven vanuit onze persoonlijke ervaringen. Wij zijn als hydroloog betrokken bij de watersector in Mozambique en hebben uit hoofde van onze functies te maken met het beheer van o.a. de rivier de Limpopo.

De rivier de Limpopo

De overstromingen in Mozambique vonden met name plaats in het Zuiden en Centrum van het land. De belangrijkste rivieren in dit deel van het land zijn de Incomati, de Limpopo en de Save. Gezien het feit dat de situatie in de vallei van de Limpopo het meest in het nieuws is geweest, zullen we ons hiertoe beperken.

De Limpopo heeft een groot stroomgebied in Zuidelijk Afrika (zie figuur 1). De rivier Limpopo ontstaat uit een aantal kleine riviertjes die hun oorsprong in Zuid-Afrika hebben. De rivier vormt de grensrivier tussen Botswana en Zuid-Afrika en daarna tussen Zimbabwe en Zuid-Afrika. Uiteindelijk komt de rivier bij het dorpje Pafúri de grens met Mozambique over.

Het stroomgebied heeft een totale oppervlakte van ongeveer 412.000 km² en beslaat ruwweg het gebied dat ligt ten noorden van Johannesburg (Zuid-Afrika) tot ten zuiden van Bulawayo (Zimbabwe). De westgrens wordt gevormd door Gabarone (Botswana) en de oostgrens door Xai-Xai (Mozambique). In tabel 1 is een verdeling van het stroomgebied over de verschillende landen gegeven.

Tabel 1: Verdeling stroomgebied Limpopo over de verschillende landen.

Land	Oppervlakte (km ²)	Percentage (%)
Zuid-Afrika	193.500	47,0
Mozambique	79.600	19,3
Botswana	73.000	17,7
Zimbabwe	66.000	16,0

Herbert Bos is werkzaam als projectmanager Water bij SEED (DHV Mozambique), Maputo, e-mail: seedm@zebra.uem.mz en **Marijke Jaarsma** is werkzaam als DGIS-deskundige bij het Mozambikaans Waterschap van de Zuidelijke Rivieren, ARA-Sul, Maputo, e-mail:jaarsma@zebra.uem.mz.

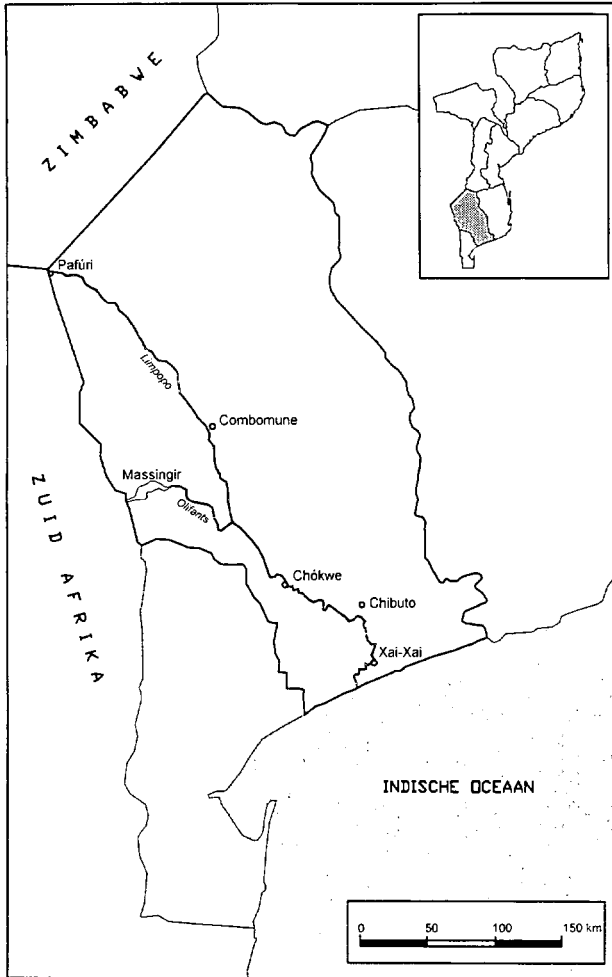


Figuur 1: Het stroomgebied van de Limpopo.

De totale lengte van de rivier is ongeveer 1460 km, waarvan ongeveer 580 km in Mozambique. Het gemiddelde hoogteverschil over de totale lengte van de rivier is 1,03 m/km. Het hoogteverschil tussen Pafúri en de monding van de rivier is slechts 205 meter. Het gemiddelde hoogteverschil in Mozambique is 0,35 m/km. De Limpopo is in Mozambique dus een echte laaglandrivier.

De Limpopo heeft vele in grootte en afvoer sterk variërende zijrivieren in de vier landen. De belangrijkste zijrivier van de Limpopo in Mozambique is de Olifants-rivier (zie figuur 2). Deze rivier ontspringt in Zuid-Afrika. Ten behoeve van de landbouw is in de zeventiger jaren in Mozambique begonnen met de bouw van een grote stuwdam, de Massingir-dam. Hoewel nog niet helemaal afgebouwd, is er inmiddels een groot stuwmeer ontstaan. Vervolgens stroomt de rivier nog ongeveer 110 km over Mozambikaans grondgebied om met de Limpopo samen te komen ter hoogte van Chókwe.

Het gebied tussen Pafúri en Chókwe is zeer dun bevolkt ten gevolge van de verschillende oorlogen die hier hebben plaatsgevonden en het droge klimaat. Rond Chókwe (30.000 inwoners) is de grond erg vruchtbaar en is de bedding van de rivier voor een groot gedeelte bedijkt. Hier ligt ongeveer 35.000 ha landbouwgrond waar slechts een zeer klein gedeelte van wordt bebouwd.



Figuur 2

water-waarschuwingssysteem en de aflezer heeft toegang tot het gebruik van een radio. Zodra het water gaat stijgen boven een (voor elk station bepaalde) kritische waarde wordt er vijf keer per dag afgelezen. De afgelezen waarden worden volgens normaal regime, één keer per maand tot één keer per drie maanden, opgehaald door het hoofdkantoor in Maputo. De drie stations die voorzien zijn van een radio geven drie keer per dag hun waterstanden door aan het hoofdkantoor.

De gemiddelde neerslag per jaar ligt voor het stroomgebied van de Limpopo tussen 400 mm en 1600 mm. In het Mozambikaanse gedeelte van het stroomgebied is het gemiddelde van 1000 mm per jaar aan de kust tot 400 mm per jaar langs de grenzen met Zuid-Afrika en Zimbabwe. Gedurende de maanden oktober tot en met maart valt ongeveer 85% van de jaarneerslag. De gemiddelde neerslag voor een aantal neerslagstations is in tabel 2 gegeven.

Vanaf Chókwe stroomt de rivier door een vlak, merendeels onbedijkt stroomdal, om uiteindelijk bij de stad Xai-Xai in de Indische Oceaan uit te stromen. Bij de stad Xai-Xai bevinden nog enkele dijken ter bescherming van de stad.

De afvoer van de Limpopo ter hoogte van Pafuri (grens Zuid-Afrika) varieert sterk in de tijd. Om deze variatie te kunnen meten zijn in het verleden peilschalen geplaatst. Van de peilschalen bij Pafuri zijn tussen 1953 en 1977 gegevens bekend. De maximale debieten in de natte tijd (december-maart) variëren tussen $120 \text{ m}^3/\text{s}$ en $11.000 \text{ m}^3/\text{s}$, met een gemiddelde van bijna $3000 \text{ m}^3/\text{s}$. Het debiet in de droge tijd (juni-augustus) varieert tussen $2 \text{ m}^3/\text{s}$ en $10 \text{ m}^3/\text{s}$.

Volgens Mozambikaanse normen is de gegevensverzameling redelijk goed. Op acht verschillende plaatsen langs de Limpopo worden driemaal daags de waterhoogten afgelezen. Drie van deze stations maken deel uit van het hoogwa-

Tabel 2: Gemiddelde neerslag per jaar voor een aantal Mozambikaanse stations.

Naam meetstation	Gemiddelde neerslag per jaar (mm)
Pafúri	389
Combomune	470
Chókwe	632
Xai-Xai	977

De regens van januari en februari 2000

Midden januari regende het voor de eerste keer stevig in het stroomgebied van de Limpopo. Deze regen zorgde voor een flinke toename van de afvoer tot 6200 m³/s op 18 januari in Beitbridge (200 km voor de grens met Mozambique), het laatste meetstation voor de Mozambikaanse grens waarvan afvoergegevens bekend zijn. Door de geringe bijdrage van de verschillende zijrivieren tussen Beitbridge en Pafúri is het debiet in Pafúri ongeveer gelijk aan het tot dan toe geregistreerde maximum in Beitbridge. De in september 1999 opnieuw geïnstalleerde peilschalen van Pafúri zelf zijn met de eerste vloedgolf verdwenen. Ook het huis van de aflezer was ondergelopen, waardoor deze man moest vluchten en de aflezingen dus zijn gestopt.

In Combomune, ongeveer 200 km stroomafwaarts, was het maximale debiet op 21 januari rond de 5700 m³/s en op 27 januari was het maximale debiet in Xai-Xai dankzij topafvlakking en berging slechts rond de 1500 m³/s.

De bijdragen van de Olifantsrivier aan de afvoeren van de Limpopo is midden januari slechts klein. Het niveau van de Massingir-dam was laag en de dam loosde debieten van maximaal 250 m³/s.

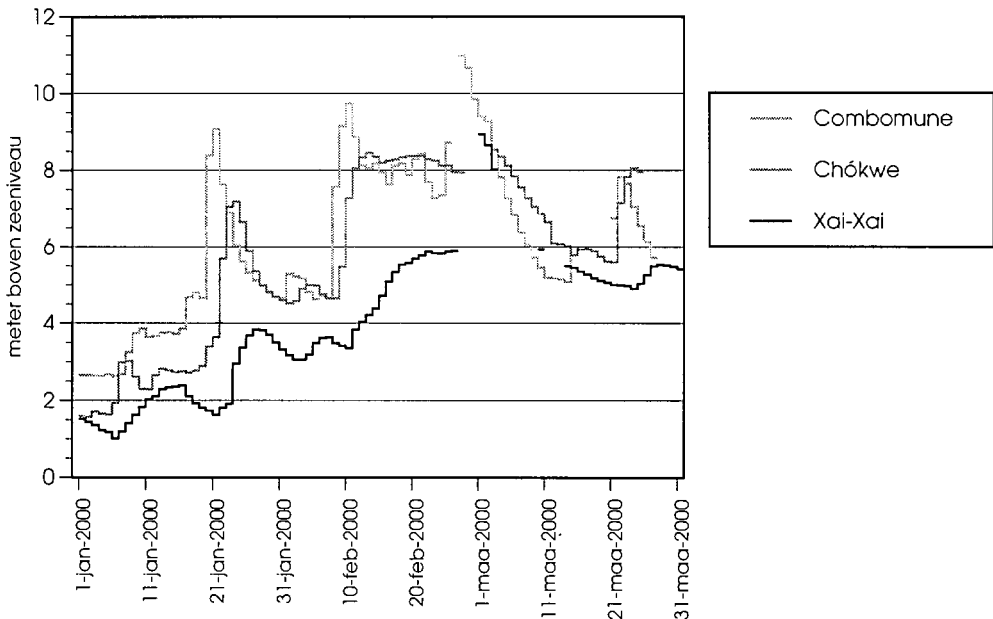
De regens stopten en de waterstand daalde snel. De gemeten debieten werden weer min of meer normaal (Beitbridge 1500 m³/s op 19 januari, Combomune 500 m³/s op 29 januari en Xai-Xai 700 m³/s begin februari).¹

In het weekend van 6 en 7 februari regende het in de hele regio zeer veel. In Maputo viel meer dan 400 mm in drie dagen (waarde uit eigen regenmeter). In Combomune viel 286 mm in 4 dagen; dit is meer dan helft van het jaarlijkse gemiddelde. In Xai-Xai viel 152 mm. Door deze overvloedige regenval stegen de debieten in de verschillende zijrivieren en in de Limpopo. Automatische meetstations in Zuid-Afrika werden overspoeld en gaven geen waarden meer door. Binnen het Limpopo-stroomgebied heeft het in bepaalde gebieden veel, maar in andere gebieden nauwelijks geregend. De hoogwatergolf ten gevolge van deze regen was in Beitbridge niet erg groot, slechts 1700 m³/s op 8 februari. Door met name de grote toestroming uit zijrivieren tussen Beitbridge en Pafúri is de piek in Combomune op 10 februari ongeveer 7000 m³/s.

In de hierop volgende weken blijft het regelmatig regenen in het stroomgebied van de Limpopo, waardoor het peil relatief weinig daalt (zie figuur 3).

¹ Het verrichten van debietmetingen bij het meetstation van Xai-Xai is moeilijk omdat het waterniveau beïnvloed wordt door getijdebewegingen.

Door de vele regenval in Zuid-Afrika, Zimbabwe en Botswana is het stroomgebied van de Limpopo relatief nat, het grondgebied is verzadigd. Dan gebeurt wat de uiteindelijke ramp heeft veroorzaakt: exceptionele regenval in het hele stroomgebied. Vanaf 23 februari regent het in het hele stroomgebied van de Limpopo enorm. Eén meetstation in Zuid-Afrika (Tzaneen) meet 554,5 mm in 24 uur. Naastgelegen stations komen tot 250 tot 300 mm in 24 uur. In Botswana heeft de rivier al een afvoer van 2000 m³/s, waar vanuit Zuid-Afrika en Zimbabwe nog eens ongeveer 7000 m³/s bijkomt. Als de golf 25 februari bij Pafúri Mozambique binnenstroomt is het totale debiet voor de Limpopo-rivier toegenomen tot meer dan 12000 m³/s.² Volgens meetgegevens van de Zuidafrikanen is het waterniveau in Pafúri ongeveer 2,7 m hoger dan het tot dan toe geregistreerde maximum van 10,14 m in 1977. Vanuit de Massingir-dam wordt dan ook nog eens 7000 m³/s aangevoerd, wat betekent dat er rond de 17000–18000 m³/s over de stad Chókwe en een iets lager debiet over Xai-Xai wordt uitgestort.



Figuur 3: Waterstanden van de Limpopo voor Combomune, Chókwe en Xai-Xai in de winter van 2000.

De gevolgen van deze watervloed zijn bekend. Ongeveer 650 mensen verdrinken, duizenden mensen in bomen en op daken van hun huizen, wachtend op hulp. Duizenden stuks vee verdrinken en oogsten zijn vernield. Nu het water gezakt is zijn de problemen nog niet voorbij. Meer dan honderduizend mensen hebben hun huis en bezittingen verloren en hebben grote problemen hun leven weer op te bouwen.

Een belangrijke taak ligt er nu bij de verschillende overheden, zoals het waterschap, het nationale waterdirectoraat en het nationale calamiteitencomité. Zij zullen deze ramp moeten reconstrueren en analyseren. Met deze kennis zullen zowel technische als organisa-

² Dit is een geschatte waarde. Een moeilijkheid bij het berekenen van de debieten is dat er nauwelijks gegevens (debietmetingen) zijn voor het vastleggen van een goede Q–h-relatie. Bovendien zijn de bestaande afvoercurves door de continu veranderde rivierloop en sedimentatie vaak niet meer bruikbaar.

torische maatregelen genomen moeten worden om een herhaling van een dergelijke ramp te voorkomen.

Waarom werd het een ramp?

In principe overstroomt de Limpopo vaker, zij het niet in deze mate. Een overstroming als deze komt ongeveer eens in de 150 jaar voor (voorlopig cijfer). In de regio (Zuid-Afrika, Mozambique, Zimbabwe) zijn waterbeheerders voorbereid op mogelijke overstromingen.

De gegevens van het naderende hoogwater uit Zuid-Afrika zijn duidelijk en op tijd doorgekomen. De relatie met het Zuidafrikaanse Department for Water Affairs and Forestry was ook dit jaar goed. Hogere afvoeren van de verschillende rivieren werden direct per telefoon en per e-mail doorgegeven, zodat de waterbeheerders in Mozambique goed waren geïnformeerd. Neerslaggegevens van heel veel stations over geheel Zuid-Afrika worden dagelijks gepubliceerd op Internet. Ook zijn de gegevens van een aantal riviermeetstations in Zuid-Afrika on-line beschikbaar. In Mozambique is een goede toegang tot de Internet-gegevens.

De tijd tussen een hoogwaterpiek in Beitbridge en de aankomst van deze piek in Combomune is 3 dagen. De tijd tussen de piek in Combomune en de aankomst van deze piek in Chokwe is 2 dagen en tussen Chokwe en Xai-Xai is 4 dagen.

Middels het waarschuwingssysteem van ARA-Sul (het waterschap) en DNA (nationale waterdirectoraat) zijn de waterbeheerders er over het algemeen in geslaagd om de Mozambikaanse bevolking te waarschuwen voor stijgend water. Zodra het waterniveau boven een zekere alarmwaarde steeg is het nationale calamiteitencomité en de bevolking per radio, tv en krant gewaarschuwd, zowel in de nationale taal (Portugees) als in de lokale talen.

Waarom werd het dan toch een ramp?

- 1 Waterbeheerders in Mozambique hebben op dit moment geen beschikking over materiaal dat inzicht geeft in de hoogteligging van het land rondom de rivieren. Dit betekent dat zelfs bij een gegeven afvoer of waterhoogte van de rivier de Limpopo de waterbeheerders niet kunnen vaststellen welke gebieden onder water komen te staan. Tot op dit moment zijn noch bij ARA-Sul, noch bij DNA van Mozambique zogenaamde overstromingskaarten aanwezig. Er is dus geen relatie te bepalen tussen de te verwachten waterhoogten en de te overstroomde gebieden.
- 2 Omdat niet precies kan worden aangegeven welke gebieden onder water komen te staan en wat verwacht moet worden van het tijdstip en de duur deze overstromingen worden de waarschuwingen door de bevolking gedeeltelijk genegeerd. Daarnaast speelt mee dat in de natte tijd weken achter elkaar wordt gewaarschuwd voor stijgend water, ook indien dit slechts een stijging van een aantal centimeters betreft. Er is dus geen relatie tussen de aard van de waarschuwing en de te verwachten waterhoogten.
- 3 Tot slot speelt dat een groot gedeelte van de bevolking in de Limpopo Vallei niet is opgegroeid met de rivier, maar tijdens de oorlog naar deze zone is gevluht. Deze vluchtelingen, inmiddels permanente bewoners, kennen de grillen van de rivier niet en zijn dus in hun huizen gebleven. De oorspronkelijke bewoners zijn vaak wel vertrokken naar van oudsher hogere, droge plaatsen. Bovendien waren veel van deze mensen niet bereid om

te vluchten. Het was voor hen ondenkbaar om hun enige bezittingen (hun huis en een aantal kippen of een geit) in de steek te laten.

Discussie

De watersnoodramp in Mozambique is het gevolg van een natuurlijk fenomeen: hevige regenval in het hele stroomgebied. Het hoge aantal slachtoffers is veroorzaakt door het ontbreken van hoogtegegevens van het Mozambikaanse gedeelte van het stroomgebied, waardoor het voor de waterbeheerders niet mogelijk was gedetailleerde informatie te verstrekken. Bovendien was een gedeelte van de bevolking niet bereid om te vertekken.

Nu het water gezakt is zullen er veel studies en analyses worden gedaan naar het voorkomen van een herhaling van een dergelijke ramp. Daarbij kan onder andere gedacht worden aan:

- het ontwikkelen van een heldere informatie voorziening van de waterbeheerders naar de bevolking;
- het opbouwen van vluchtgebieden, hoger gelegen gebieden met voedselvoorraden;
- het verbeteren van het waarschuwingssysteem, waardoor deze meer wordt dan alleen een voorspelling van stijgend water;
- het verbeteren van Q-h-krommen bij cruciale punten in de rivier;
- het maken van overstromingskaarten van het gebied.

In dit kader is het wellicht goed te vermelden dat het Nederlandse waterproject in DNA momenteel in samenwerking met DHV Mozambique en DHV Zuid Afrika bezig is om op basis van satellietbeelden en/of luchtfoto's een eerste aanzet te geven voor het maken van een overstromingskaart, terwijl het WL tegelijkertijd een onderzoek doet naar het verbeteren van het 'early flood warning system'.