

Wordt de wereld kwetsbaarder voor overstromingen? Als het gaat om aanpassingsstrategieën bij klimaatveranderingen is **veerkracht** het sleutelwoord. Inleiding op een vierluik over de aanpak van waterproblemen wereldwijd.

Veerkracht

In dit nummer van *Geografie* staan artikelen over wateroverlast in Georgetown (Guyana) en Paramaribo (Suriname), over de Drie Kloven Dam in China en over een systeem dat de Nederlandse kust met argusogen in de gaten houdt. Het vorige nummer bevatte teksten over overstromingen van de Franse westkust na een zware storm en over de smeltende gletsjers van de Himalaya ('de watertorens van Azië'). Het laatste artikel voorspelde overigens substantieel lagere afvoeren voor de Indus, terwijl die rivier nu in Pakistan de ergste overstromingen sinds 80 jaar veroorzaakt met 20 miljoen getroffen en 1600 doden. Zit er iets gemeenschappelijks in de beschreven ontwikkelingen?

Extreem weer

Allereerst het verband met klimaatverandering. De zware neerslag in Azië en de zware storm die de Franse kust teisterden passen binnen de voorspellingen van de klimaatmodellen. Maar overtuigende en directe bewijzen voor klimaatverandering zijn het niet. Daarvoor is het weer te grillig en te lokaal. De hevige regenval tijdens de jaarlijkse moesson is normaal, maar dit jaar was hij extra hevig. De Indische Oceaan was warmer dan anders

Overstroomde woningen in de zuidelijke Punjab als gevolg van slecht waterbeheer, gebrek aan ruimtelijk beleid en bestuurlijk falen in Pakistan.

en bracht extra waterdamp in de lucht die naar het Aziatisch continent werd gezogen door de verhitting van de landmassa's.

Maar extreme weersomstandigheden komen – al dan niet door klimaatverandering – vaker voor en het is de vraag of we daarop voldoende voorbereid zijn. Niet elke natuurramp hoeft een menselijke catastrofe te worden, maar een extreme weersomstandigheid kan door slecht waterbeheer en slecht ruimtelijk beleid wel op een ramp uitdraaien. De artikelen over Georgetown, Paramaribo en de Franse westkust laten zien dat de kwetsbaarheid voor rampen toeneemt door slecht onderhoud van waterkeringen en watersystemen, aantasting van beschermende ecosystemen als mangrovebossen plus het bouwen in gebieden met een verhoogd overstromingsrisico.

Veerkracht

Veerkracht is het sleutelwoord als het gaat om aanpassingsstrategieën inzake klimaatverandering, en daar ontbreekt het vaak aan. In de (nieuwe) Nederlandse aanpak om de kust duurzaam te beschermen (dynamisch kustbeheer) is veerkracht een belangrijk principe. Met zandsuppleties wil men het kustfundament (vooroever, strand, duinen) versterken en daarbij zo veel mogelijk ruimte geven aan natuurlijke processen. Dan is het niet erg als een zware storm grote stukken duin wegslaat. Het verdwenen zand komt in de vooroever terecht en wordt later door getij en wind weer aan het strand en de duinen

toegevoegd. Althans, men denkt dat het zo werkt. Daarom houdt ARGUS het gedrag van de kust nauwlettend in de gaten.

Slecht beheer

Hoe een natuurramp door slecht waterbeheer, gebrek aan ruimtelijk beleid en bestuurlijk falen kan uitlopen op een menselijke catastrofe van ongekende omvang is gebleken in Pakistan. Meteorologen voorspelden maanden vóór de ramp al een 40% zwaardere moesson, maar de autoriteiten namen geen extra voorzorgsmaatregelen. Belangrijker is dat miljoenen mensen zich de afgelopen decennia gevestigd hebben in laaggelegen gebieden met een hoog overstromingsrisico zoals de *floodplains* van de Indus. Door de aanleg van dammen en dijken is ook het riviersysteem ontregeld geraakt. Daardoor kreeg de rivier te weinig ruimte en is de bedding verstopt geraakt met sediment. En toen het water kwam, werkten de systemen slecht door falend bestuur en corruptie.

Lessen

Wat in dit verband te denken van China, dat ook zware moessonsregens te verwerken kreeg? In 1998 – vóór het gereedkomen van de Drie Kloven Dam – werden miljoenen mensen getroffen door overstromingen van de Jangtsekiang en vielen er 3000 doden. Nu heeft de Jangtsekiang de watervloed soepel verwerkt, met dank aan de Drie Kloven Dam. Er is veel kritiek op die dam, maar zijn allerbelangrijkste taak (het voorkomen van overstromingen) heeft hij vervuld. Ook in China is heel erg veel aan te merken op het waterbeheer en ook daar is veel corruptie, maar je moet de Chinezen nageven dat ze snel bijleren en niet bij de pakken neerzitten. Zo zijn ze stroomafwaarts van de Drie Kloven Dam druk bezig met projecten om de rivier meer ruimte te geven. Vroeger eisten de Jangtsekiang en de Gele Rivier bij overstromingen honderdduizenden of zelfs miljoenen slachtoffers. Dat zit nog steeds in het collectieve geheugen van de Chinezen. •



De Drie Kloven Dam

In september 2009 werd de laatste turbine in de Drie Kloven Dam in de Jangtsekiang (Blauwe rivier) in China in werking gezet. Daarmee was de grootste stuwdam ter wereld een realiteit. De bouw is een enorme prestatie van de Chinese ingenieurs, maar ook omstreden vanwege de gedwongen verplaatsing van 1,13 miljoen mensen uit de regio en onzekerheden over de negatieve effecten van het project.

Al in 1919 stelde de legendarische leider Sun Yat Sen voor een dam te bouwen in de Jangtsekiang, benedenstrooms van Chongqing. De dam moest de vaak desastreuze piekafvoeren van de rivier beter beheersen, de scheepvaart door de drie kloven verbeteren en elektriciteit leveren. In 1945 werd onder leiding van Amerikaanse experts een eerste haalbaarheidsstudie verricht.

Eind jaren vijftig werd het Drie Kloven Project vastgesteld. Het voorzag in twee dammen: de Gezhouba Dam, 3 km bovenstrooms van Yichang (gebouwd tussen 1970

en 1988) en de Drie Kloven Dam 40 km bovenstrooms van Yichang (kaart op pagina 8). De inzichten en ervaringen opgedaan bij de bouw van de Gezhouba Dam werden gebruikt voor het ontwerp van de veel grotere Drie Kloven Dam. Eind jaren 80 werden de plannen nader uitgewerkt en in 1993 gaf de Chinese leiding haar fiat. Eind 1994 werd met de bouw begonnen.

De Jangtsekiang

De Jangtsekiang ontspringt op het Tibetaans Plateau op ongeveer 5000 m hoogte. Het is

met 6300 km de langste rivier van China en Azië en de op twee na de langste ter wereld, na de Nijl en de Amazone. Het stroomgebied omvat 1,8 miljoen km² en de gemiddelde afvoer is circa 32.000 m³/s. Dat is ongeveer 15 x zo veel als die van de Rijn: 2200 m³/s. De Jangtsekiang verbindt het ertsrijke bergland en de grote landbouwgebieden van Yunnan en het Sichuan-bekken met de kust en is daarom een belangrijke en drukke transportweg (in 2009 bijna 1000 miljoen ton vracht).

Voorbij Chongqing tot aan Yichang breekt de Jangtsekiang door het Wushan-gebergte via drie kloven: de Qutang, de Wu en de Xiling Kloof, met daartussen bredere dalen (kader Indrukwekkende cijfers op pagina 8).

Bij Chongqing ligt de bodem van de Jangtsekiang op ongeveer 190 m boven zeeniveau en bij Yichang, 320 km stroomafwaarts, op circa 40 m.

Een groot probleem zijn de hoge waterafvoeren en sedimentlast in het natte moessonseizoen van mei tot augustus. In deze periode leveren grote nevenstroomgebieden veel



Indrukwekkende cijfers

De dimensies van het werk zijn indrukwekkend. De hoogte van de dam is 185 m boven zeeniveau en 145 m boven het oude rivierbed; dat is 1,3 x de hoogte van de Domtoren. De dam is 2335 m lang (half uurtje lopen). De breedte aan de top bedraagt 40 m en aan de basis 115 m. De overloop is 483 m lang, met 23 bodemuitlaten van elk 63 m² en 22 overstromingskanalen boven op de dam van 8 m breed. De maximale hoeveelheid water die via de dam kan worden afgevoerd is zo'n 100.000 m³/s. Ter vergelijking: de maximale afvoer van de Rijn is 16.000 m³/s; dat is 1/6 van de Drie Kloven Dam. De afvoer-capaciteit is berekend op een vloed die 1x per 1000 jaar kan optreden.

Het stuwmeer is 660 km lang en beslaat 1084 km² (2x de Bodensee); de totale inhoud is 393 x 10⁸ m³. Het inundatieoppervlak van het stuwmeer is 21000 ha. Daarvoor moesten 1,13 miljoen mensen huis en haard verlaten en elders worden ondergebracht.

In totaal werd circa 100.000 x 10⁶ m³ aarde afgegraven en 27 x 10⁶ m³ beton verwerkt.

Ook ligt er een serie van vijf dubbele scheepvaartsluizen (kaart), elke sluiskolk meet 280 x 34 x 5 m. In 2013 komt een scheepslift gereed voor kleinere schepen.

Schepen van 10.000 ton kunnen worden doorgesluist. De sluizen vergroten de huidige capaciteit van de scheepvaart van 1 miljoen naar 100 miljoen ton per jaar. Bovendien is de vaart op het stuwmeer veel veiliger dan de vroegere route door het dal van de Jangtsekiang met zijn stroomversnellingen.

De elektriciteitscentrales liggen ter weerszijden van de overlaat; er zijn 26 turbines in elke centrales en 6 turbines in de ondergrondse centrale van elk 700 megawatt (MW); in totaal 32 turbines van 700 MW. De totale capaciteit van de elektriciteitscentrales bedraagt 18.200 MW. Ter vergelijking: de capaciteit van de NUON kolen-centrale Eemshaven is 1200 MW.

Volgens officiële cijfers kost het totale project 27 miljard US dollar, maar onofficiële schattingen reiken tot 88 miljard US dollar als ook alle bijkomende kosten worden meegerekend.

water aan de Jangtsekiang. Vooral in de drie kloven treden door de vernauwing van het dal hoge stroomsnelheden op (orde 4 m/sec). Benedenstrooms van de Drie Kloven Dam komt de Jangtsekiang uit het bergland met een steil verhang terecht in het sedimentaire laagland met een veel flauwer verhang (het gebied van de 800 meren).

Bij piekafvoeren treden in de wijde omgeving van Wuhan vaak rampzalige overstromingen op waarbij grote gebieden en steden voor langere tijd onder water raken en veel slachtoffers vallen. In de vorige eeuw waren er ernstige watersnoden in 1911 (100.000 doden); 1931 en 1935 (beide rond 145.000 doden); 1954 (30.000 slachtoffers; Wuhan, met 8 miljoen inwoners, was drie maanden overstroomd) en 1998 (meer dan 1500 doden, meer dan 2000 km² akkerland onder water en 2,3 miljoen getroffen). Dit illustreert het grote belang van de verbetering van de afwatering door de aanleg van de Drie Kloven Dam.

De bouw

De Drie Kloven Dam ligt in de Xiling Kloof, 40 km stroomopwaarts van Yichang. Deze plaats werd uitgekozen omdat het dal zich hier verwijdt en er bovendien een eiland in de rivier ligt dat een belangrijke rol speelde in het bouwplan.

De dam bestaat uit een krachtcentrale op de rechteroever, een overloop (*spillway*) met

de grote doorlaatkokers middenin en op de linkeroever een tweede krachtcentrale, een scheepslift en de scheepvaartsluizen.

De bouw verliep in drie fasen van de rechter- naar de linkeroever. In 1994 werd een ringdijk aangelegd die de riviertak tussen het eiland en de rechteroever afsloot. In de drooggelegde bouwput werd de fundering van de waterkrachtcentrale aangebracht. Aan de linkeroever werd een tijdelijke scheepvaartsluis gecreëerd. De tweede fase startte in 1997 met het doorbreken van de ringdijk aan de rechteroever, waar de rivier naartoe geleid werd. Er kwamen nu twee dijken van het eiland Zhongbaodao naar de linkeroever. In deze bouwput werd de overlaat gebouwd en de tweede centrale inclusief de turbines, en de scheepvaartsluizen. In de derde fase (2004-2009) werd de bouwput aan de rechteroever weer omdijkt en droog gepompt. De rivier werd nu via de overlaat geleid. In de bouwput werd op het fundament de krachtcentrale afgebouwd en werden de turbines geplaatst. Ook werd gestart met de bouw van een ondergrondse centrale op de rechteroever. In deze laatste fase begon ook het vullen van het stuwmeer.

Herhuisvesting

De vorming van het stuwmeer vergde een enorme herhuisvesting van de bewoners van de lagere delen van het vruchtbare en dichtbevolkte dal van de Jangtsekiang. Volgens officiële cijfers verdwenen 13 grote en 140 kleinere steden en 1350 dorpen onder water. In totaal moesten 1,13 miljoen mensen huis en haard opgeven. De regering beloofde een betere behuizing elders, nieuwe landbouwgronden en compensatie voor de verloren gronden en nieuwe banen voor de urbane bevolking. De herhuisvesting leidde tot grote onrust. Landbouwgrond is schaars in China en de regering had juist een intensief programma van herbebossing voor de bestrijding van de bodemerosie in gang gezet. Ook de bouw van zo veel huizen in een korte tijd was heel moeilijk. De vergoedingen waren vaak te laag. Daarbij was de uitvoering in handen van provinciale ambtenaren, die niet altijd vies zijn van corruptie.

Nu hebben de boeren in China het sowieso bijzonder moeilijk. De percelen zijn klein en de productiviteit is vanwege de ouderwetse methoden gering. Bovendien is er een groot arbeidsoverschot. De gedwongen verhuizing

Luchtfoto van de Drie Kloven Dam in de Jangtsekiang benedenstrooms van Chongqing.



vanwege de aanleg van het stuwmeer, met het vooruitzicht van een woning en werk in de stad, was voor velen dan ook een aantrekkelijk perspectief. Anderen hechtten echter aan de grond van hun voorvaders en tradities en verzetten zich tegen de gedwongen verplaatsing. Dit leidde tot grote spanningen en maatschappelijke onrust, waartegen de politie vaak hardhandig optrad.

Een bijkomend probleem dat samenhangt met de herhuisvesting is de bodemvervuiling. Het is bijna ondoenlijk de bodem van fabrieksterreinen, industriegebieden, vuilnisbelten en allerlei kleine lokale bronnen doeltreffend te saneren. Concrete cijfers hierover zijn moeilijk te achterhalen. Deze vervuiling zal een belasting vormen voor de kwaliteit van het water in het stuwmeer. Die kwaliteit is toch al een reden voor grote zorg, omdat de sanering van de lozingen van afval- en industriewater op de Jangtsekiang, vooral van de stad Chongqing (meer dan 30 miljoen inwoners), nog nauwelijks van de grond is gekomen.

Er verdwenen 13 grote en 140 kleinere steden en 1350 dorpen onder water

Sedimentatie en erosie

De dam moet berekend zijn op het verwerken van een zeer hoge vloedafoer van de Jangtsekiang, zonder benedenstrooms overstromingen te veroorzaken. Met kleppen in de afvoerkokers in de dam en schuiven op de dam kan de afvoer worden geregeld. Zo kan de dam bij een riviervloed met een frequentie van 1:1000 jaar een waterpeil van 175 m (10 meter onder de kruin van de dam) handhaven.

Het is de bedoeling in het droge seizoen het peil op 175 m boven zeeniveau te houden om zo de productie van elektriciteit te maximaliseren. In de natte tijd wordt het peil verlaagd tot 145 m, om een buffer te hebben die de afvoerpieken kan afvlakken.

Het verschil in peil tussen de natte en droge tijd heeft belangrijke consequenties voor het overgangsgebied van rivier naar stuwmeer. Als de rivier in het meer uitstroomt zal de watersnelheid afnemen en de sedimentlast bezinken. Er zal daar een delta ontstaan. Deze schuift met het verhogen en verlagen van het peil heen en weer. Er ontstaat over een vrij groot gebied een sedimentplug, waardoor er een scheepvaartgeul uitgebaggerd zal moeten worden. Ook krijgt de belangrijke haven van Chongqing te maken met een sterke toename van de sedimentafzetting.

In 1950-1986 was de sedimentlast van de Jangtsekiang bij Yichang benedenstrooms van de toekomstige dam rond de 500 miljoen ton/jaar. Vlak voor de vorming van het stuw-

De Wu Kloof, de langste van de Drie Kloven waar de Jangstekiāng doorheen voert, ligt tussen de Quatang Kloof stroomopwaarts en de Xiling Kloof stroomafwaarts.

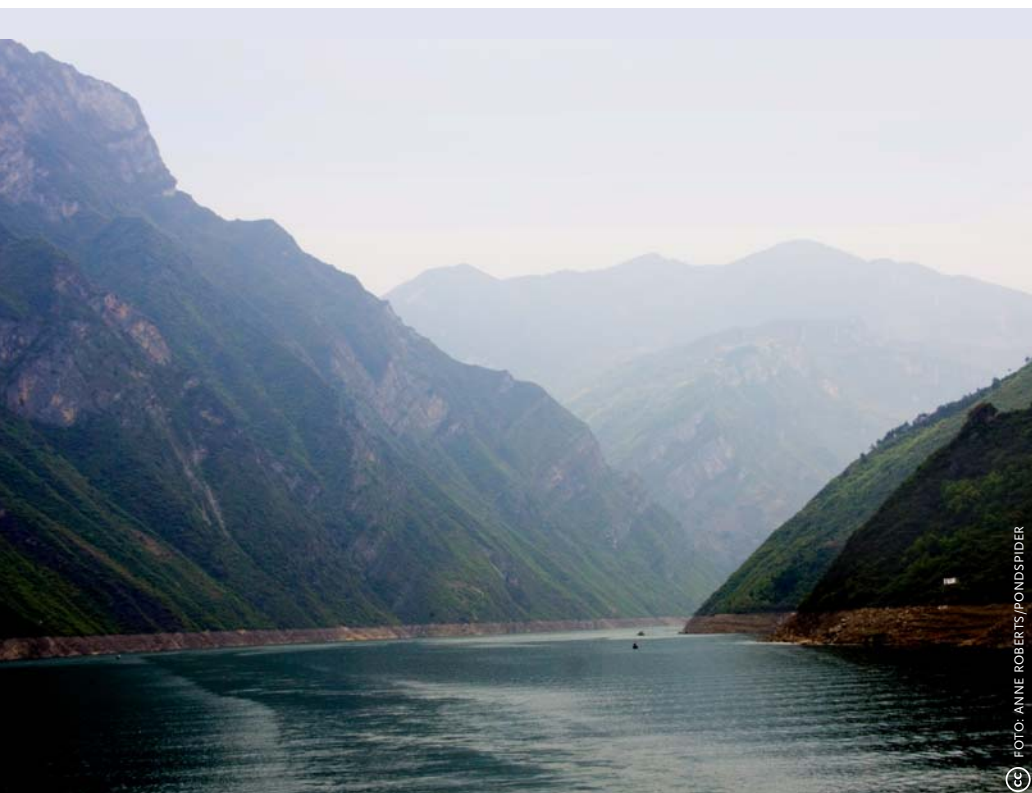


FOTO: ANNE ROBERTS/PONDSPIDER

meer in 2003 was de sedimentlast al dramatisch gedaald tot zo'n 200 miljoen ton/jaar. Dit was het gevolg van de aanleg van dammen in de zijrivieren bovenstrooms, van een intensief herbebossingsprogramma en lage rivierafvoeren in die periode. Sinds de vorming van het stuwmeer is de sedimentlast afgenomen tot zo'n 100 miljoen ton/jaar. Dit sediment wordt voornamelijk afgezet in het stroomopwaartse deel van het meer. In de omgeving van de Drie Kloven Dam is het water veel helderder geworden. Het afvangen van sediment heeft wel tot gevolg dat er benedenstrooms van de dam aanzienlijke erosie is opgetreden, vooral van de oevers. Doordat er minder sediment naar beneden komt wordt er ook minder sediment aangeleverd aan de delta van de Jangtsekiang bij Shanghai. Ook daar treedt nu erosie op, zowel in de delta als in het kustgebied.

Geotechnische bedreigingen

Behalve de sedimentproblemen zijn er ook bedreigingen van geotechnische aard, zoals aardverschuivingen langs de hellingen van het stuwmeer en de mogelijk vergrote kans op aardbevingen.

De drie kloven zijn ontstaan door insnijding tijdens een opheffing van het hele gebied sinds het Midden-Tertiair, zo'n 25-35 miljoen jaar (Ma) geleden. Deze insnijding geschiedde in een nauwe breukzone, waarin het gesteente was vergruisd en verzakt of opgeheven

en waar rivieren door achterwaartse insnijding (watervallen) een kloof uitschuurden. In dit gebied komen harde kalkstenen uit de Trias (250-200 Ma) en het Carboon (350-300 Ma) voor die bijna verticale wanden in de kloof vormen. Er komen echter ook zachtere zand- en leistenen voor, die veel meer zijwaartse erosie vertonen en veel minder steile hellingen hebben. Het water in het stuwmeer oefent nu een extra druk uit, waardoor meer water in de poriën gedrukt kan worden. Dit vergroot de instabiliteit van de hellingen, waardoor afglijdingen kunnen ontstaan. Dit gevaar wordt nog versterkt door de klimatologische omstandigheden: de winterneerslag is hier circa 100-150 mm/maand en dit kan in de zomer oplopen tot 200-300 mm/maand. Het watergehalte van de bodem neemt in de zomer belangrijk toe en dat vergroot de instabiliteit. Op bepaalde plaatsen boven het meerniveau zijn grote urbane gebieden ontwikkeld voor de herhuisvesting van de bevol-

Door het gewicht van het water in het stuwmeer kan de kracht van aardbevingen toenemen

king. Ook deze gebieden oefenen een ver-grote bovendruk uit en versterken het gevaar van afglijding. Sinds het ontstaan zijn er in het stuwmeer al diverse aardverschuivingen geweest. Als een groot volume grond plotsklaps van een wand afschuift, ontstaat in het bekken een drukgolf, die als een soort tsunami door het bekken loopt en langs de oevers grote schade kan veroorzaken. Met de afschuiving verdwijnen natuurlijk ook de landbouwgrond, de bebouwing en mogelijk de mensen die zich daar bevinden. Een bijkomende oorzaak van een vergroot afglijdingsgevaar is de seizoensvariatie van het waterpeil in het meer. Het verschil van 30 m tussen het zomer- en winterpeil geeft een wisselende waterdruk en indringing. Dat vermindert de stabiliteit van de voet van de helling.

Aardbevingen vormen een andere bedreiging. De dam is zo ontworpen dat hij een aardbeving van een magnitude 7.0 kan doorstaan. Natuurlijk is er rekening gehouden met aardbevingen in dit tektonisch complexe gebied. Er lopen zes breuklijnen, waarvan twee op 15 en 80 km afstand. De breuk op 80 km heeft sinds de vorming van het stuwmeer een beving gekend van 3.4. In het verleden heeft deze breuk aardbevingen van 5-6 gehad. Sommige experts stellen dat door het gewicht van het water in het stuwmeer de kracht van aardbevingen kan toenemen omdat de bewegende blokken zwaarder zijn. Daardoor zou de kracht van de aardbeving met 1-2 magnitude kunnen stijgen. Vanzelfsprekend worden in het gebied intensieve controlemetingen uitgevoerd om mogelijke aardbevingen te traceren.

De dam is gedimensioneerd om een aardbeving van 7.0 te weerstaan, dat is 10 x zo krachtig als de historische aardbeving. Maar de historische tijdschaal is iets anders dan de geologische tijdschaal. Neem de Tangshan-beving (140 km ten zuidoosten van Beijing) in 1976. Deze had een magnitude van 7.8 en kwam volkomen onverwacht in een gebied waarvan men dacht dat het ongevoelig voor aardbevingen was en waar historisch geen aardbevingen van betekenis waren geregistreerd. Dit duidt erop dat voorspellingen van zware aardbevingen nog steeds behoorlijk onzeker zijn.

Milieuvoordeel

De Drie Kloven Dam heeft ook positieve milieueffecten. De nieuwe waterkracht-

Een deel van de stad Wanzhou is met de grond gelijk gemaakt om plaats te maken voor het enorme dammeer. In totaal zijn er 13 steden, 140 plaatsen, 1352 dorpen, 600 fabrieken en 1200 archeologische projecten onder water gezet.

centrales besparen jaarlijks 31 miljoen ton kolen en dat scheelt aan uitstoot 100 miljoen ton broeikasgassen, miljoenen tonnen stof, 1 miljoen ton zwaveldioxide, 370.000 ton NO_x en 10.000 ton CO. Verder maken de centrales de winning, het wassen en het transport van 31 miljoen ton kolen uit andere delen van China overbodig. Ook het transport van goederen per schip in plaats van over de weg en per spoor door het stroomgebied van de Jangtsekiang zorgt voor een reductie van 190 miljoen ton CO₂, 2,3 miljoen ton zwaveldioxide en 1 miljoen ton NO_x. Dit komt ruwweg overeen met de jaarlijkse uitstoot in Nederland.

De praktijk

In juli 2010 had het zuidoosten van China te lijden van grote overstromingen door extreme regenval in de natte moessontijd. Vele rivieren traden buiten hun oevers, er vielen tientallen slachtoffers en de materiële schade was groot. Ook de Jangtsekiang en de zijrivieren kenden topafvoeren. In de westerse pers verschenen alarmerende verhalen en werd gesteld dat de Drie Kloven Dam gefaald had in de beoogde drastische beperking van de overstromingen in het benedenstroomse gebied. We zetten de feiten op een rij.

Op 20 juli bereikte de piek van de hoogwatergolf het stuwmeer. De instroom in het meer was 70.000 m³/sec. Tevoren had men het peil in het meer verlaagd tot het minimale streefniveau van 145 m boven zeeniveau. Door de instroming steeg het peil tot circa 160 m boven zeeniveau, dat is 15 m onder het maximale streefhoogwaterpeil van 175 m. De doorlaatcapaciteit van de dam is berekend op 100.000 m³/sec. Tijdens de piek werd 40.000 m³/sec door de dam afgelaten. De elektriciteitscentrales werkten gewoon door. Ook de Gezhouba Dam liet 40.000 m³/sec door, dat is tweederde van de ontworpen capaciteit. Dankzij het tegenhouden van het water door beide dammen kon de waterstand in het benedenstroomse gebied tijdens de piekafvoer afdoende worden gereduceerd. In het verleden werden de overstromingen in de buurt van Wuhan vooral veroorzaakt door het samenvallen van de topafvoeren van de zijrivier Han en de Jangtsekiang. Dat was ook nu het geval. Het 600 km² grote retentiebekken langs de Han, bedoeld om de piekafvoeren af te vlakken, hoefde niet te worden gebruikt. Dit kwam mede doordat de Drie

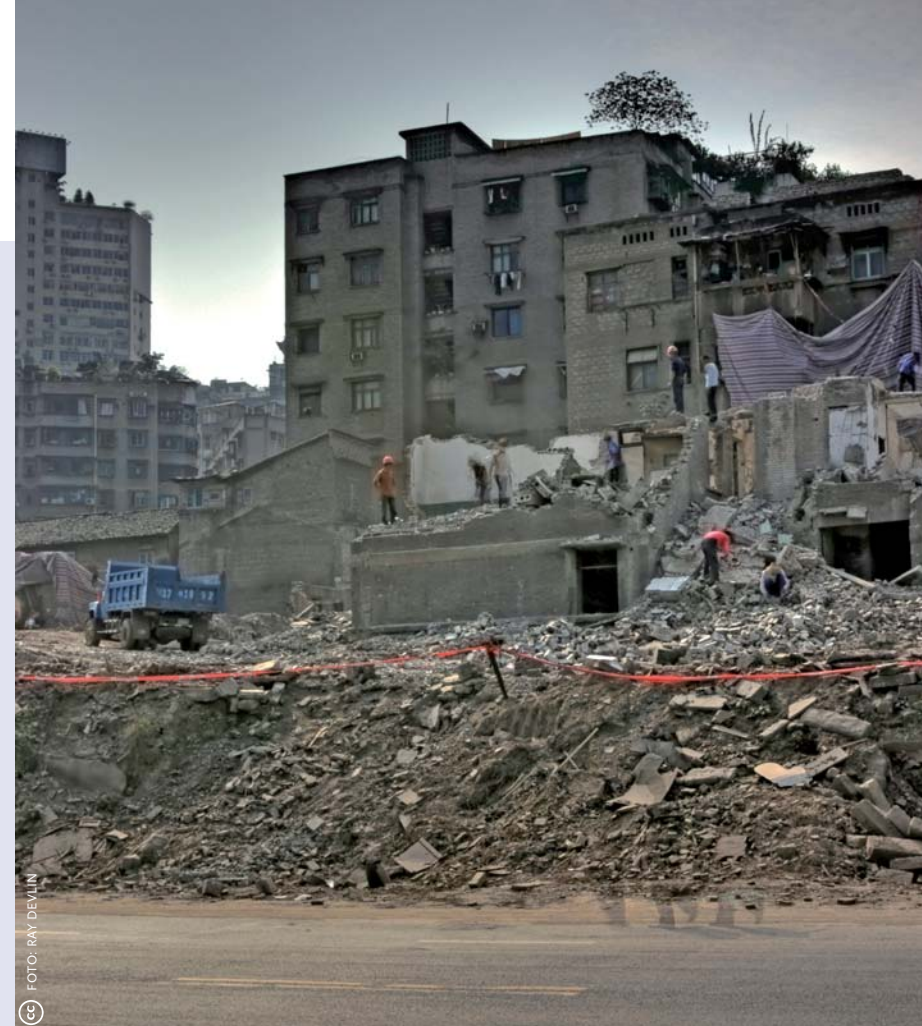


FOTO: RAY DEVLIN

Kloven Dam de piekafvoeren van de Jangtsekiang effectief reguleerde. Langs de benedenloop zijn ook geen berichten over catastrofale overstromingen gemeld.

Kentering?

De bouw van de Drie Kloven Dam, die vier jaar vóór de geplande einddatum gereed kwam, heeft aangetoond dat China in staat is dergelijke enorme werken succesvol uit te voeren. De voordelen voor de waterbeheersing en energievoorziening zijn evident. Daarbij zijn er onmiskenbaar positieve milieueffecten. Maar er zijn ook grote nadelen, zoals de gedwongen verhuizing van meer dan een miljoen mensen. Ook de waterverontreiniging in het stuwmeer en de bestrijding ervan vormen een groot probleem. Een ander heikel punt is of de risico's, vooral van een destructieve aardbeving, wel goed in te schatten zijn. Je moet niet denken aan de rampzalige gevolgen van een doorbraak van

zo'n gigantische dam in het benedenstroomse gebied. Vanzelfsprekend hebben de Chinese deskundigen er alles aan gedaan deze risico's zo goed mogelijk in te schatten en via een uitgebreid meetprogramma te controleren. Maar er is in China wel een grote discussie ontstaan over de afweging van de positieve en negatieve effecten van dergelijke gigantische waterbouwkundige werken. Volgens sommigen is het veelbetekenend dat bij de ingebruikname van de dam en onderdelen daarvan noch president Hu Jintao, noch premier Wen Jiabao aanwezig was. Recentelijk zijn er ook verschillende damprojecten tegengehouden. •

Bronnen

- *China's Three Gorges Dam buffers worst flood in decades.* Geraadpleegd op web.search.cctv.com/olsearch.php?
- Chen, D.J. 1999. Engineering geological problems in the Three Gorges Project on the Yantze, China. *Engineering Geology* 51: 183-193.
- Highland, L.M. 2008. Geographical Overview of the Three Gorges Dam and Reservoir, China – Geologic hazards and environmental impacts. *U.S. Geological Survey Open-File Report*: 2008-1241.
- Jinlong, L. (ed.) 2005. *The Magnificent Three Gorges Project*. Yichang.
- Xu, K., J.D. Milliman, Z. Yang & H. Wang 2006. Yantze sediment decline partly from Three Gorges Dam. *EOS* 87 (19): 185-196.

De waterkrachtcentrales besparen jaarlijks 31 miljoen ton kolen'