

CASE STUDY

ANDERHALF JAAR NA DE TOHOKU TSUNAMI IN JAPAN:

Leren van de zoektocht naar een acceptabel risico voor een nieuw waterveiligheidsbeleid tijdens de wederopbouw

Bas Kolen^I, Bas Jonkman^{II} en Laurens M. Bouwer^{III}

■ Op 11 maart 2011 werd Japan getroffen door een tsunami veroorzaakt door de Tohoku aardbeving. Er vielen ruim 19000 dodelijke slachtoffers, waarvan nog circa 3.000 worden vermist, en de schade is geraamd op 25 triljoen yen (ca. 250 miljard Euro, een kwart van Japans BNP). Een team van Nederlandse en Japanse experts heeft in juni kennis en ervaringen gedeeld over overstromingsrisico's en beschermingsstrategieën in kustgebieden in een conferentie en driedaags veldbezoek. Centraal stond de huidige zoektocht naar het juiste beleid voor overstromingsrisico's. Dit heeft nieuwe inzichten over de principes en praktijk van meerlaagse veiligheid opgeleverd. In Japan waren op alle lagen maatregelen genomen, echter deze werden compleet overbelast. In principe zou dit gezien kunnen worden als gepland falen, echter in de beeldvorming was falen niet voorzien, immers de maatregelen zouden veiligheid garanderen. Op basis van onze reconstructie van de gebeurtenissen lijkt het aan een rationele basis voor ontwerpeisen te hebben ontbroken.

De belangrijkste conclusie is dat de gevolgen van extreme gebeurtenissen slechts tot op zekere hoogte kunnen worden beperkt. Hierbij is helderheid nodig over het acceptabel risico en de mate waarin verschillende maatregelen voor zowel preventie, ruimtelijke inrichting als rampenbeheersing bij (moeten) dragen aan dit risico of de risicobeleving. Ontwerpeisen voor de drie lagen van voorkomen, gevolgen beperken en evacuatie moeten vooraf in samenhang worden bepaald in een rationeel debat binnen het bestuur en beheer van extreme overstromingsrisico's. Dit governance vraagstuk komt erg overeen met de lopende discussie over meerlaagse veiligheid in Nederland, hoewel cultuur en bestuur in beide landen sterk van elkaar afwijken.

Ook blijkt, net als in New Orleans (2005), Frankrijk (2010), en Nederland in 1953, dat overstroming en de gevolgen vaak anders en groter zijn dan vooraf

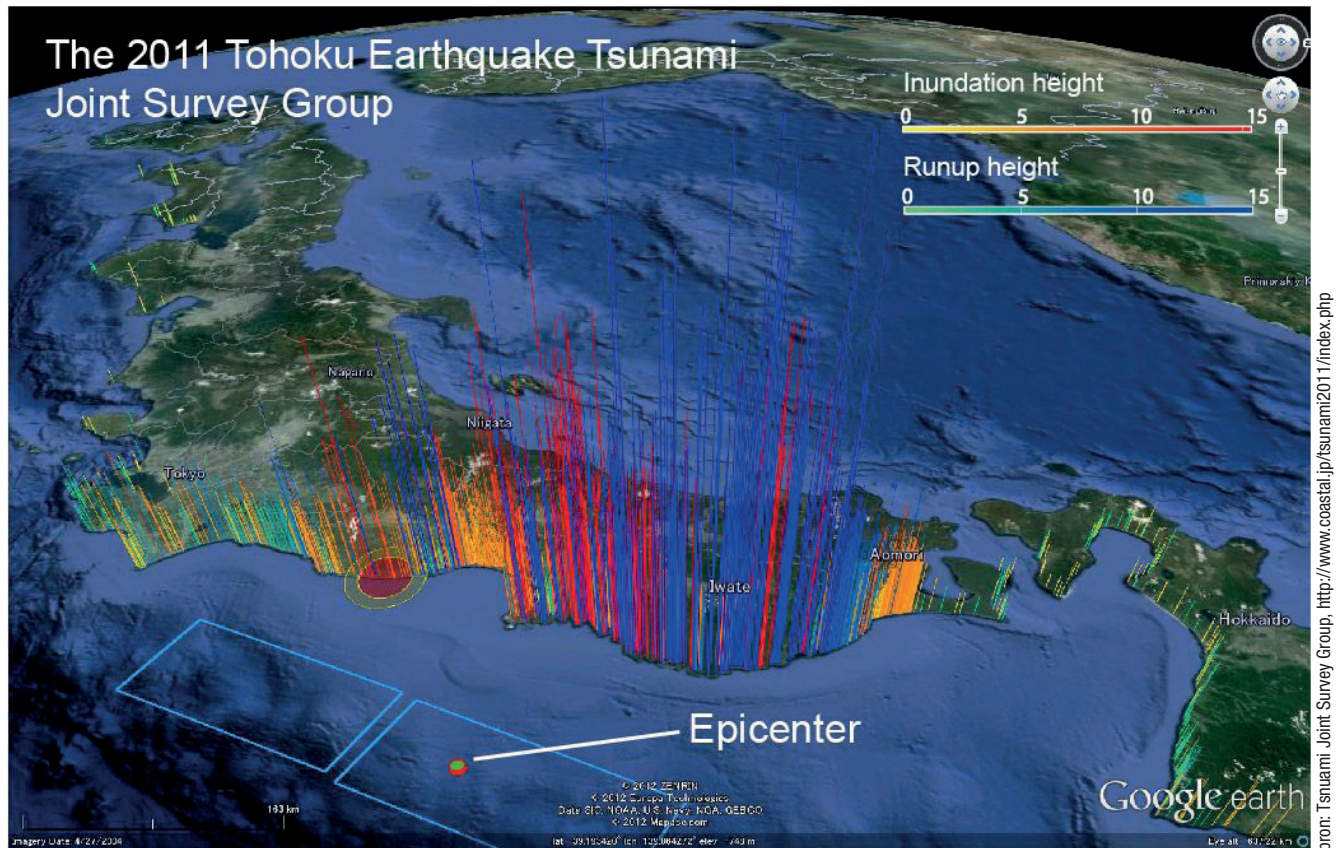
werd voorzien. Een overstroming is ingrijpend voor de maatschappij en de mensen, zelfs als deze voorbereid zijn. Een goede analyse van kansen en gevolgen kan een beter inzicht geven in wat nu onverwachte gebeurtenissen lijken.

De derde conclusie is dat ervaringen uit het buitenland - in dit geval Japan - belangrijk zijn voor de waterveiligheid in Nederland. Omdat in Nederland in het recente verleden weinig grootschalige overstromingen hebben plaatsgevonden, wordt er veel gepraat en gestudeerd maar ontbreekt inzicht in de echte impact en de noodzaak om al dan niet maatregelen te nemen. De confrontatie met de gevolgen in het rampgebied in Japan, en de reactie van de overheid en de bevolking maken duidelijk dat naast overleg er ook keuzes moeten worden gemaakt voor de juiste inzet van schaarse tijd en geld als we vinden dat maatregelen nodig zijn. Dit vergt dan ook een

I **Bas Kolen**, HKV lijn in water.

II **Bas Jonkman**, Technische Universiteit Delft, Faculteit Techniek en Geowetenschappen, Sectie Waterbouwkunde.

III **Laurens M. Bouwer**, Instituut voor Milieuvraagstukken, Vrije Universiteit Amsterdam.



Afbeelding 1:

Inundatiediepte en golfoploophoogte langs de Japanse kust.

sterke regie van bestuurders omdat anders keuzes altijd uitgesteld kunnen worden omdat het altijd morgen nog kan, een luxe die ze in Japan nu niet meer hebben.

Inleiding

De catastrofale gevolgen van de tsunami werden veroorzaakt door de zeer grote kracht van de beving (magnitude 9.0), maar vooral door de combinatie met het uitzonderlijk grote breukvlak. De kans op een beving van deze omvang wordt geschat op eens per 1000-1400 jaar. Meer dan 2000 kilometer kustlengte werd getroffen. De hoogte van de tsunami op zee was zo'n 6 tot 8 meter, nabij en op land kon deze echter 20 meter bereiken (afbeelding 1). De lokale tsunami hoogte hing af van de nabijheid tot het centrum van de aardbeving, de vorm van de kust (baai of vlakke kust) en de aanwezigheid van beschermingswerken, zoals zeedijken, kademuren en golfbrekers. Vooral in de vele nauwe baaien in het noordelijk gedeelte van het getroffen gebied werd de tsunamigolf opgestuwd. Simulaties laten zien dat de oploophoogte van de golf tot wel 40% werd gereduceerd door golfbrekers, ondanks dat de golf hier overheen sloeg en de golfbrekers ook deels bezweken. Bossen kunnen een natuurlijke bescherming bieden bij kleinere tsunami's. De bomen werden nu echter meegevoerd door het water en veroorzaakten extra schade en slachtoffers. Zoals bij

veel overstromingen waren vooral ouderen slachtoffer. Zo was 65% van de slachtoffers ouder dan 60 jaar.

De hoogte van de tsunamigolf is af te lezen aan de restanten van hoge gebouwen, waar deuren en ramen uit het pand zijn geslagen tot waar het water binnendrong. Van de getroffen huizen in het gebied, grofweg 160.000 objecten, is ongeveer 30% verwoest. Slechts een deel van de huizen die zijn overstroomd kunnen worden hersteld, 75% is onherstelbaar verwoest. Ook zijn veel markeringen aangebracht aan gebouwen tot waar het water is gekomen, bijvoorbeeld bij een school die als schuilplaats diende (afbeelding 2).

Het veldbezoek en seminar werden uitgevoerd onder leiding van prof. Han Vrijling en andere medewerkers van de TU Delft, het Instituut voor Milieuvraagstukken van de VU Amsterdam en HKV lijn in water. Deelnemers uit Japan waren medewerkers van het Disaster Prevention Research Institute van de universiteit van Kyoto en de universiteiten van Tohoku en Waseda, Tokyo. De bijeenkomst werd mogelijk gemaakt door een bijdrage van de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO) en de Japan Society for the Promotion of Science (JSPS).

Tijdens het veldbezoek werd de kustbescherming



Foto: Laurens Bouwier

Afbeelding 2:

Een merkplaat die de overstromingshoogte aangeeft op het schoolgebouw van Nakahama tot ongeveer 8 meter hoog.

van Tokyo bezocht, en het gebied ter grootte van zo'n 250 kilometer kust rondom Sendai. De grote lege kustvlaktes vallen op, waar alleen nog enkele funderingen staan en waar grote hoeveelheden puin zijn verzameld, in totaal zo'n 23 miljoen ton. In het getroffen gebied is ook de rijstbouw stil komen te liggen en zal het naar verwachting nog jaren duren voordat bewoning en bedrijvigheid terug zijn.

Veranderingen in het beheersen van overstromingsrisico's

De ramp heeft duidelijk geleid tot veranderingen in het omgaan met grote overstromingsrisico's. Ondanks goede preventiewerken, schuilplaatsen, evacuatieplannen en oefeningen hebben de Japanners geconcludeerd dat al deze maatregelen werden overbelast en onvoldoende bleken. De ramp laat zien dat de gevolgen van een gebeurtenis erger of anders kunnen zijn dan verwacht. De voorbereiding en evacuatie voor deze ramp pakten niet werkelijk zo uit als was voorzien. Bijvoorbeeld risicokaarten bleken achteraf niet altijd te kloppen. Ook was in de planvorming voorzien dat mensen lopend zouden

evacueren; achteraf bleek wel 60% van de mensen toch de auto te gebruiken. Zeker in de vlakke, open gebieden zijn veel mensen zo in files beland waardoor shelters binnen het rampgebied onbereikbaar bleven. Bij de aanleg van de shelter is wel gekeken naar de benodigde hoogte, echter sommige schuilplaatsen bleken achteraf toch niet hoog genoeg.

De evacuatie is direct na de aardbeving op gang gekomen. Hiervoor was in de zwaarst getroffen gebieden niet meer dan ruim een half uur beschikbaar. Bijna 57% van de bevolking ging direct na de aardbeving zonder waarschuwing evacueren. Nog eens 31% evacueerde pas na een waarschuwing maar om diverse redenen gingen ze pas later op pad. 12% bleef om diverse redenen, uit vrije wil, achter. De reden van deze hoge evacuatiebereidheid kan worden verklaard door de combinatie van de ervaring met aardbevingen, de goede voorlichting en de vele oefeningen. De (bestuurlijke) aandacht voor rampenbeheersing lijkt hier dus wel bijgedragen te hebben aan het voorkomen van slachtoffers.

Inmiddels is men hard bezig om de meeste beschermingswerken al dan niet provisorisch te herstellen. Opvallend is dat preventiewerken in Japan grotendeels als harde constructies worden vormgegeven, vaak met beton. Ook lijken ze op sommige locaties, zoals bij grote havens, sterk overgedimensioneerd. Waar in Nederland een ruimtelijk ingepaste dijk wordt verwacht met veel groen, moet deze in Japan vooral functioneel zijn en het mogelijk maken om gebieden hierachter te beschermen en te (her)ontwikkelen. De integrale afweging van ruimtelijke kwaliteit en functionaliteit van waterkeringen wijkt daarmee af van Nederland. Vanuit technisch oogpunt kan echter ook de vraag worden gesteld of deze in beton gegoten kustverdediging nu handig is. Analyses van faalmechanismen laten zien dat betonnen constructies soms niet standgehouden hebben omdat deze door overtopping aan de landzijde werden aangevallen door diepe ontgrondingskuilen. Ook bleken er verzakkingen van de grond onder het beton te zijn. Deze verzakkingen kunnen vooraf niet worden opgemerkt tijdens inspecties omdat ze niet zichtbaar zijn.

Een belangrijke ontwikkeling is dat grote gebieden waarschijnlijk niet opnieuw worden ontwikkeld voor bewoning, omdat de overstromingskansen te groot wordt geacht of omdat de lokale bevolking niet terug wil keren. Bij eerdere tsunami's blijkt echter dat na verloop van tijd gebieden om economische redenen vaak toch weer bebouwd worden. Wel is er een klein aantal voorbeelden in Japan waaruit succesvol terugtrekking blijkt en gebieden nu enkel voor rijstbouw bestemd zijn, terwijl bewoners verhuisd zijn naar hogere locaties. Ook in laaggelegen kustgebieden in Frankrijk en de VS blijkt dat gebouwd wordt in gebieden die een grote overstromingskansen hebben. Er kan worden

gesteld dat door middel van een goed bestuur deze bebouwing had kunnen worden voorkomen. De vraag is echter of dat werkelijk zo is. Door de ruimtelijke druk en door plannen van bestuurders en ondernemingen blijkt dat deze gebieden na verloop van tijd geleidelijk toch ontwikkeld worden. De vraag is hoe bestaande regelgeving effectiever kan worden toegepast zodat de omvang van de volgende ramp mogelijk kan worden beperkt.

Introductie van een lagenbenadering

Na de tsunami is in Japan een “lagenbenadering” geïntroduceerd waaraan nu verdere invulling moet worden gegeven. Bij deze lagenbenadering zijn parallellen te zien met het concept meerlaagse veiligheid dat in Nederland wordt gepropageerd. Echter in Japan is er sprake van een meer sectorale uitwerking. De eisen aan waterkeringen, bijvoorbeeld, lijken los te staan van de omvang van het te beschermen belang.

In de Japanse lagenbenadering wordt onderscheid gemaakt tussen twee niveaus. Niveau 1 is gericht op het bieden van bescherming tegen relatief kleinere tsunami's. Dit niveau beschrijft de eisen voor waterbouwkundige beschermingswerken. De waterkeringen worden grofweg gedimensioneerd voor een vloedgolf die eens in de 100 jaar voorkomt. Niveau 2 wordt gebruikt voor de evacuatieplannen en het vormgeven van vluchtplaatsen. Hierbij wordt uitgegaan van een extreme tsunami die eens per 1000 jaar voorkomt. Schade aan gebouwen en landerijen wordt geaccepteerd, maar grote aantallen slachtoffers niet. Er worden evacuatieplannen gemaakt waarin zo nodig ook sterke shelters zijn voorzien. Ook worden waterbouwkundige beschermingswerken zo ontworpen dat deze wel kunnen falen en deels mogen bezwijken, maar nog wel enige bescherming bieden door een deel van de energie uit de tsunamigolf te nemen.

Net als in Nederland is in Japan het beschikbare budget beperkt. Veel beleidsdiscussie vindt dan ook plaats rond het efficiënt inzetten van middelen. Inhoudelijk werd er tijdens het seminar overeenstemming bereikt over de noodzaak tot een helder afwegingskader voor risico's, maar de vraag is hoe Japanse besluitvormers hier tegenaan kijken. De Japanse manier van besluitvorming gaat op basis van consensus, waarbij lokale en nationale partijen een belangrijke rol spelen. Dit vereenvoudigt het maken van keuzes niet, kan soms leiden tot kostbare oplossingen en soms tot minder veiligheid. Ook worden vraagstukken minder integraal bekeken. Bij de plaats Kamaishi, bijvoorbeeld, is in het verleden een golfbreker aangelegd tegen ca. 2 miljard dollar kosten, terwijl het beschermd belang beperkt is. Daarnaast heeft de golfbreker ook nog mogelijk afwentelingseffecten op naastgelegen gebieden. Inzichten in onzekerheden van belastingen van keringen en effectiviteit van evacuatieplannen zijn

van belang. Vooral bij niveau 2, waar gebruik wordt gemaakt van een maatgevende tsunami, is het de vraag of deze in werkelijkheid ook zo optreedt. Als een tsunami extremer blijkt te zijn, kunnen bedachte maatregelen alsnog tekort schieten.

Superdijken en robuustheid

Een andere ontwikkeling in Japan is de superleevee, die verschillende voordelen kan bieden boven een traditionele kering. In Tokio is de Hirai Super Levee langs de rivier Arakawa bezocht. Dit is een zeer brede kering met een kleine overstromingskans. In de gehele dijkkring is echter maar een klein stukje opgewaardeerd tot superleevee: slechts over een lengte van 100 meter. De andere waterkeringen zijn nog normale dijken. De superleevee heeft een breedte van slechts 150 meter terwijl deze eigenlijk 300 meter zou moeten zijn. Het bleek niet mogelijk om ook de gewenste verdere 150 meter grond te betrekken. Achter de superleevee staan sociale woningbouw en een speeltuin. Het maaiveld maakte hier een sprong van wel vijf meter. Om te zorgen dat de superleevee niet instort, is een rechte achterwand gebouwd.

Onduidelijk is waarom ervoor gekozen is om deze superleevee niet verder uit te breiden. Bewoning op de dijk is (her)ontwikkeld met inzet van subsidie om te stimuleren dat de bewoners terugkeren. Langs de rivier liggen nog andere kleine stukjes superleevee. Sinds 1987 is langs de rivier een dikke 2 kilometer gerealiseerd aan superleeves en nog 6 kilometer is in de planning. Totdat de ring is gesloten zal het risico in achterliggend gebied niet wezenlijk afnemen, in totaal is 60 kilometer nodig. Momenteel is er ook in Japan veel discussie over de kosten en baten van een superleevee. De mensen op de superleevee zijn dan wel relatief veilig, de mensen erachter niet omdat de dijken naast de superleeves alsnog kunnen doorbreken. Ook kan een grote hoeveelheid water over de levee lopen tijdens hoogwater, wat het achterland bedreigt.

Samenvattend blijkt dat een meer robuuste preventie in Japan mogelijk is, zelfs bij extreme gebeurtenissen. Daarnaast wordt evacueren algemeen gezien als een belangrijke maatregel bij extreme tsunami's. Mensenlevens kunnen dan nog in grote mate worden gespaard, maar schade aan huizen en landbouwgebieden niet. Grofweg kan worden gezegd dat alles wat in het gebied achterblijft tijdens een extreme tsunami wordt verwoest (leven, goederen, gebouwen en voertuigen). Alternatieve maatregelen, zoals het aanpassen van gebouwen, vormen een zeer grote opgave. Kostbaar ook, gezien de grootte van tsunami's. Een probleem is ook dat aanpassingen in het dagelijks gebruik van gebouwen als hinderlijk kunnen worden ervaren. Ophogen van het gebied (met zo'n 20 meter) lijkt te kostbaar. Hoe om te gaan met ruimtelijke inrichting en welke veronderstellingen over de effectiviteit worden gebruikt voor het waterveiligheidsbeleid, is een governance vraagstuk. In de

praktijk blijkt dat ruimtelijke plannen die bebouwing verbieden, ook kunnen falen als het bestuur de regels niet streng toepast, echter dat wordt pas duidelijk na een ramp. In principe is het verstandig om gebieden waar een tsunami tot een zeer grote inundatiediepte kan leiden vrij te houden van bebouwing. Maar de druk om toch te bouwen is vaak zo groot dat ontwikkeling op termijn onvermijdelijk lijkt. Bij rampen zal de overstroming zich veelal niet voltrekken volgens het aangenomen scenario en maken mensen keuzes die achteraf niet effectief blijken.

Omdat de voorstelling van een zeer extreme tsunami en een grootschalige overstroming het voorstellingsvermogen te boven kan gaan, is het lastig om vooraf alle denkbare gevolgen te doorgronden. Een acceptabel risico als basis, opgebouwd uit reële inschattingen van overstromingskans, preventie, ruimtelijke planning en inrichting, rampenbestrijding en evacuatie kan dit ondervangen en kan ook worden gebruikt om maatschappelijke middelen effectief te benutten en risico's te minimaliseren. Hierin ligt ook de uitdaging voor Nederland: wat is het acceptabele risico dat aan de basis moet liggen van onze normstelling? En welke eisen stellen we dan aan preventie, inrichting en rampenbeheersing en hoe verdelen we de inzet op een effectieve manier over deze lagen? ■

SUMMARY

On 11 March 2011, Japan was struck by a tsunami caused by the Tohoku earthquake. Over 19,000 people are reported dead, of which some 3000 are still missing, and damages are estimated at 25 trillion yen (some 250 billion Euros, one fourth of Japanese GDP). In June a team of Dutch and Japanese experts shared knowledge and experiences on flood risk and protection strategies in coastal areas during a conference and a three-day field visit. Central to the activity was the present search for adequate flood risk policy. This resulted in new insights on the principles and practice of multi-level safety. In Japan, measures were taken at all levels, but their capacity was exceeded. This could be seen as planned failure, however the public rather expected that safety was guaranteed. On the basis of our reconstruction of events it appears that a rational basis for such safety was lacking.