



Beoordeling  
**Tsunami Gevaar**  
voor het  
Eilandgebied Curaçao



*Deel II: Risicoanalyse*

---

# Beoordeling Tsunami Gevaar voor het Eilandgebied Curaçao

Deel II: Risicoanalyse

---



Meteorologische Dienst van  
de Nederlandse Antillen &  
Aruba



Aquaelectra



United  
Telecommunication  
Services

© Commissie Tsunami Risk Management, Eilandelijk Rampenstaf Curaçao (2010)

Tekst en fotografie: F. Capello (Meteorologische Dienst Nederlandse Antillen en Aruba)  
Ing. S. Emerenciana (United Telecommunication Services)  
P. Girigori MSc. (Meteorologische Dienst Nederlandse Antillen en Aruba)  
Ir. N. Joubert (Aqualectra)  
Ing. A. Martina (Aqualectra)  
Dr. A. Martis (Meteorologische Dienst Nederlandse Antillen en Aruba)  
Ontwerp omslag: Drukkerij "De Curaçaosche Courant" N.V.  
Grafisch ontwerp: Drukkerij "De Curaçaosche Courant" N.V.  
Drukkerij: Drukkerij "De Curaçaosche Courant" N.V.

Opgedragen aan:  
Ing. Herbert Djaoen  
1958 – 2010


Herbert Djaoen was er altijd.  
Herbert was er constant.  
En altijd betrokken en altijd positief  
met een glimlach.  
Bij elk rampgebeuren, ging het om  
een simulatie of een near miss, hij  
was nadrukkelijk aanwezig en  
toverde treffend en weloverwogen  
een discussiepunt tevoorschijn.  
Nu is hij er niet meer.....  
Wat een onvoorstelbaar verlies voor de  
rampenbestrijding op Curaçao.  
Hij had nog zo ontzettend veel  
kunnen betekenen voor ons eiland.  
Wij missen hem erg!



## Voorwoord

Op 12 september 2009 jl. ontstond er een grote bezorgdheid op het eiland Curaçao door een zeebeving die op het eiland gevoeld werd. Het epicentrum van de zeebeving bevond zich op de plaats San Sebastian breuklijn, ten noorden van Puerto Cabello. Naar aanleiding van dit voorval en met het oog op de mogelijke implicaties van een Tsunami werd een memo (MD 3.20.2/09.1646, stuk 1) vanuit de Meteorologische Dienst van de Nederlandse Antillen en Aruba (MDNA&A) naar de voorzitter van de Rampenstaf Curaçao verzonden met het verzoek een commissie in te stellen belast met het uitvoeren van een risicoanalyse aangaande de Tsunami dreigingen voor het Eilandgebied Curaçao. De Gezaghebber heeft dit verzoek gehonoreerd en aan de directeur van de MDNA&A het mandaat verleend om een commissie samen te stellen. Op 12 november 2009, werd deze commissie opgericht onder de naam *Commissie: Tsunami Risk Management (CoTsuRiMa)* tevens bekend als de *Tsunami Taskforce*.

De commissie bestaat uit leden van de ESF-groepen met als vertegenwoordiger van UTS (ESF-groep 2) de heer Ing. S. Emerenciana, als vertegenwoordigers van Aqualectra (ESF-groep 1) de heer Ing. A. Martina en mevrouw Ir. N. Joubert en als vertegenwoordigers van de MDNA&A de heer Dr. A. Martis, de heer F. Capello en mevrouw P. Girigori MSc. De commissieleden van Aqualectra zijn aangesteld vanwege hun expertise op het gebied van risicomangement, het commissielid van UTS vanwege zijn uitgebreide kennis van communicatiesystemen en mogelijke toepassing daarvan bij calamiteiten en de leden van de MDNA&A zijn aangesteld vanwege hun expertise in de fysische aspecten van een Tsunami en de rol van MDNA&A als officiële waarschuwingsinstantie voor de overheid.



Voor u ligt Deel II van het rapport “Beoordeling Tsunami Gevaar voor het eiland gebied Curaçao”. Het rapport bestaat uit 3 delen en is geschreven door en onder verantwoordelijkheid van de leden van CoTsuRiMa. Het is het resultaat van een uitgebreid onderzoek. Deel II presenteert de resultaten van de analyse van de risico's van een Tsunami voor Curaçao en de impact van deze op het Eilandgebied Curaçao.

Willemstad, 1 oktober 2010

Dr. A. Martis  
Directeur MDNA&A  
Voorzitter CoTsuRiMa



## Dankbetuigingen

Wij zijn bijzonder erkentelijk aan allen die op de een of andere manier hebben meegeholpen aan het tot stand komen van dit rapport. We willen de heer **Lionel Janga** (waarnemend hoofd Dienst Ruimtelijke Ontwikkeling en Volkshuisvesting) bedanken voor het verstrekken van de EOP. Onze dank gaat ook uit naar mevrouw **Inca Dowling** (GIS projectleider bij Aquallectra) voor het tonen van de mogelijkheden die GIS biedt en voor het verschaffen van een kaart met de huisaansluitingen waarvan de aansluitingsnissen tussen een hoogte van 0-5 m en een hoogte van 5-10m zijn gebouwd. Tevens willen we de heer **Steven Damiana** (Marketing en Product Manager van CHATA) bedanken voor het verstrekken en toelichten van de data bestemd voor de bepaling van de “floating population” en zijn bijdrage aan het berekenen van de “floating population”. Een woord van dank gaat ook uit naar de heer **Devon Telford** (Maritieme Meteoroloog bij de Canadian Weather Service afdeling Newfoundland) voor zijn input met betrekking tot het bepalen van de maximale “run-up”. Tot slot wil de commissie de heer wijlen **Herbert Djoen**, in leven Hoofd van de Rampenbureau, erkennen voor zijn toewijding en het faciliteren van gegevens omtrent de huidige (anno 2010) shelters.

Ons dank is groot,

*CoTsuRiMa*



# Samenvatting voor Beleidsbepalers

In Deel I: “Tsunami Hazard Assessment” zijn de mechanismen die een Tsunami tot gevolg kunnen hebben onderkend. De verschillende aspecten in beschouwing nemend leidt dit tot 11 mogelijke scenario's die belangrijk zijn voor het Eilandgebied Curaçao en waarvan de impact beschreven moet worden. Om de impact te bepalen is een gevarenkaart (Fig. 2.2, pagina 17) geconstrueerd door de commissie om de potentiële inundatiezones inzichtelijk maken (Hoofdstuk 2). Dit is geschied voor de kustzones van het eiland Curaçao door de maximale “run-up” te bepalen voor aardbevingen in subducerende zones op verschillende afstanden van het eiland en bevingen van verschillende magnitudes. De commissie heeft gekozen om naar aanleiding van deze resultaten 3 scenario's in behandeling te nemen ter illustratie van de methodiek, namelijk:

1. Een beving van magnitude  $M = 7.5$  in de Zuid Caribische Deformatie zone (SCDB);
2. Een beving van magnitude  $M = 8.0$  in de subductiezone ten zuiden van Puerto Rico (MT);
3. Een beving van magnitude  $M = 8.0$  in de subductiezone ten oosten van de eilandenboog (PT/LAT).

Voorts werd de Tsunami-impact omschreven met behulp van 3 dimensies, i.e. *mens en maatschappelijke schade, materiële en economische schade en schade aan milieu* (Hoofdstuk 3). Hieruit blijkt dat voor deze 3 scenario's geldt dat ongeveer 5.5% van de bevolking woonachtig is in een gebied dat onder zal lopen. Ofschoon dit een klein percentage betreft is de kans groot dat er meervoudig doden zullen vallen. Ook de materiële en economische schade zal groot zijn, aangezien de belangrijkste economische activiteiten, i.e. handel, toerisme en financiële diensten, in de inundatiezones plaatsvinden. In het geval van het milieu zullen vooral de natuurgebieden aan de kust, zoals koraalriffen, stranden, en saliñas, veel schade ondervinden.

De commissie heeft vervolgens de significantie bepaald van de risico's die samenhangen met deze scenario's (Hoofdstuk 4).



De risico's waarvan het risicogehalte een drempelwaarde van 6 overschrijdt, worden als significant beschouwd. Deze is een arbitrair gekozen waarde en mits die consequent wordt ingevuld vormt deze een goede basis voor een onderlinge vergelijking van de risicogehaltes. Het risicogehalte kan bepaald worden met behulp van

$$\text{Risicogehalte} = \text{Kans} * \text{Totaal Effect} \quad (1)$$

Voor het bepalen van het totale effect werd gebruik gemaakt van 5 effectcriteria, i.e. *financieel (Fin)*, *economisch (Eco)*, *health & safety (H&S)*, *milieu (Mil)* en *kwaliteit van het leven (KvL)*. Aan elk criterium werd een bepaalde wegingsfactor toegekend. Per criterium werd de score van het effect bepaald (hoge score=3, middelmatige score=2 of lage score=1). Het totale effect is gelijk aan het gewogen gemiddelde van de scores per criterium.

De kans werd gerelateerd aan de reactietijd, zijnde de tijd tussen het moment dat een waarschuwingsbericht binnenkomt en de tijd dat de Tsunami de kust van Curaçao bereikt. Hoe langer de reactietijd, hoe kleiner de kans dat een bepaald effect zich voordoet.

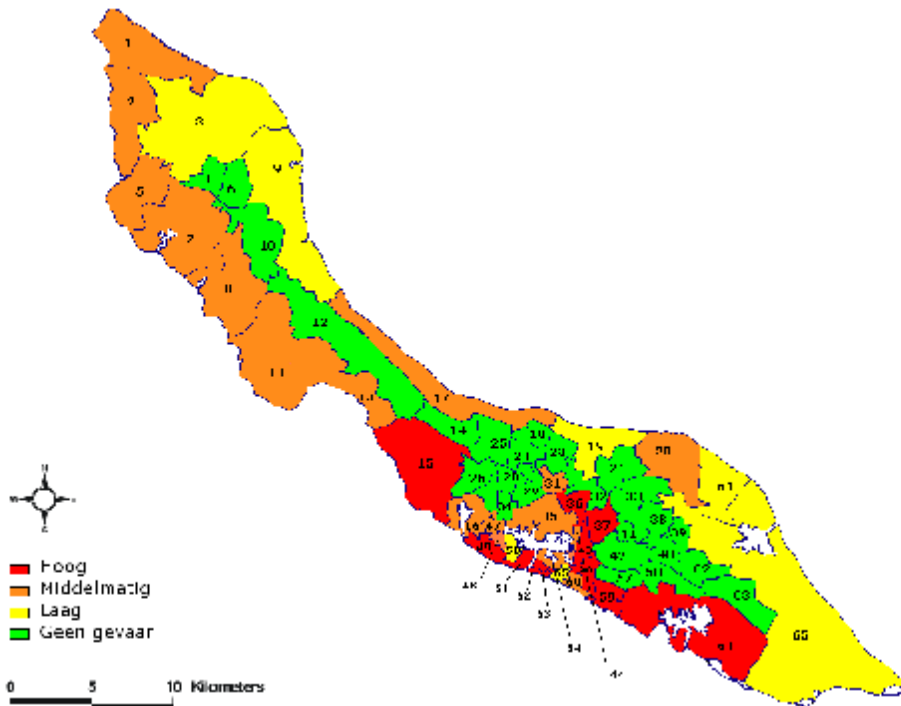
Uit deze analyse blijkt dat de risico's die correleren met deze 3 scenario's significant zijn.

<i>Scenario's</i>	<i>Criteria</i>	<i>Score</i>	<i>Totaal effect</i>	<i>Kans</i>	<i>Risico</i>
Aardbeving in de Zuid Caribische deformatie zone Magnitude 7.5 (SCDB)	Fin.	3	3	3	9
	Eco.	3			
	H&S	3			
	Mil.	3			
	KvL	3			
Aardbeving in de subductiezone ten zuiden van Puerto Rico Magnitude 8.0 (MT)	Fin.	3	3	2	6
	Eco.	3			
	H&S	3			
	Mil.	3			
	KvL	3			
Aardbeving in de subductiezone ten oosten van de eilandenboog Magnitude 8.0 (LAT)	Fin.	3	3	2	6
	Eco.	3			
	H&S	3			
	Mil.	3			
	KvL	3			

**Tabel 1:** Risicogehalte

Gezien de risico's significant zijn dienen er beheersmaatregelen te worden opgesteld. De zones zijn gerangschikt op basis van de prioriteitstelling ten

aanzien van het formuleren en implementeren van beheersmaatregelen (Fig.1) (Hoofdstuk 5). De commissie wil hierbij benadrukken dat alle zones in het inundatiegebied liggen en dus aandacht verdienen. Deze prioriteitenlijst geeft slechts een richtlijn bij het bepalen van de zones die als eerste aandacht verdienen.



**Figuur 1:** Prioriteitenindeling van de zones

Ten aanzien van het gebruikte methodiek zijn er een paar punten die meer aandacht verdienen (Hoofdstuk 6):

1. de actualiteit van de gebruikte gegevens;
2. de beschikbaarheid en formaat van de gegevens, omdat deze niet altijd vrij toegankelijk en in een formaat gegoten zijn die aansluit op de behoeftes van de rampenbestrijdingsorganisatie;
3. de methode die gebruikt is bij het bepalen van de gevarenkaart, omdat deze methode alleen een initiële inschatting oplevert van de gevarenkaart.

Om de nauwkeurigheid van deze resultaten te vergroten adviseert de commissie een modelsimulatie voor de “run-up” te laten uitvoeren. Tevens is het aan te bevelen om de rampenbestrijdingsorganisatie te voorzien van een “Geographical



Information System" (GIS) met een database waarin alle informatie die relevant is voor deze organisatie kan worden verwerkt.



# Inhoudsopgave

<b>Hoofdstuk 1: Inleiding</b>	<b>13</b>
<b>Hoofdstuk 2: Inundatiezones</b>	<b>16</b>
2.1 Methodiek	17
<b>Hoofdstuk 3: Impact beschrijving</b>	<b>21</b>
3.1 Informatiebronnen	21
3.2 Methode	23
3.3 De Tsunami-impact	26
<b>Hoofdstuk 4: Bepalen van de significantie van de risico's</b>	<b>27</b>
4.1 Methode	27
4.2 Resultaten significantiebepaling	30
<b>Hoofdstuk 5: Prioriteiten zones</b>	<b>32</b>
<b>Hoofdstuk 6: Discussie &amp; Aanbevelingen</b>	<b>35</b>
6.1 Inundatiezones	35
6.2 Impact beschrijving	36
<b>Bijlage A: Floating population</b>	<b>38</b>
<b>Bijlage A: Tsunami impact</b>	<b>41</b>



# Hoofdstuk 1: Inleiding

In het kader van het opstellen van een adequaat risicobeheerplan (“*risk management plan*”) voor de effecten van een Tsunami op het Eilandgebied Curaçao, is het noodzakelijk de risico’s van het fenomeen te identificeren. Hierbij zal gekeken worden hoe ons eiland in zijn geheel getroffen wordt bij verschillende Tsunami scenario’s. Deze scenario’s beschrijven het verloop van Tsunami’s die ontstaan door aardbevingen van verschillende magnitudes en waarbij de epicentra van de bevingen zich op verschillende locaties bevinden.

Gezien dit rapport een vervolg is op het reeds verschenen Deel I: *Tsunami Hazard Assessment* (DI) zullen dezelfde benamingen gebruikt worden, namelijk een mechanisme dat een Tsunami tot gevolg kan hebben wordt in dit rapport een activiteit genoemd. Een dergelijke activiteit heeft een voortvloeiend aspect, namelijk het genereren van een vloedgolf oftewel een Tsunami. De andere aspecten, die het resultaat kunnen zijn van een activiteit, zijn in dit rapport niet van belang, mits deze ook een Tsunami teweegbrengen. Hierdoor zal het aspect in dit geval altijd een vloedgolf zijn. De nadruk ligt daarom niet op het wel of niet ontstaan van een vloedgolf, maar op de locatie waar de vloedgolf ontstaat en de tijd die deze nodig heeft om ons eiland te bereiken. De gevolgen, i.e. effecten, van een dergelijk aspect zullen een impact op verschillende dimensies van de samenleving hebben. Om de effecten van een Tsunami te kwantificeren zal Curaçao onderverdeeld worden in zones, analoog aan de zone-indeling die door het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) gehanteerd wordt. Dit rapport geeft een beschrijving van de gebruikte methodes, de resultaten van de risicoanalyse en de impact van een Tsunami op het Eilandgebied Curaçao.

Tijdens de “hazard assessment’ fase zijn de mechanismen die een Tsunami tot gevolg kunnen hebben beschreven. Voor het Eilandgebied Curaçao zijn de locaties waar een vloedgolf kan ontstaan en de tijd die deze nodig heeft om ons eiland te bereiken, bepaald. Dit heeft geleid tot 11 mogelijke scenario’s die kunnen leiden tot een Tsunami-dreiging voor Curaçao. Tabel 1.1 toont deze scenario’s.

Per scenario (en eventuele subscenario) dient de Tsunami-impact te worden



beschreven. Hiervoor is het noodzakelijk om een beeld te hebben van de inundatiezones. De aannames om te komen tot een gevarenkaart (hazard map) en de resultaten ten aanzien van deze worden in Hoofdstuk 2 beschreven.

Gebaseerd op deze gevarenkaart kan inzichtelijk worden gemaakt wat de mogelijke gevolgen van een Tsunami voor Curaçao zijn. Ter ondersteuning van de Tsunami-impact beschrijving zijn 3 dimensies gebruikt, namelijk:

1. menselijke en maatschappelijke schade;
2. materiële en economische schade;
3. schade aan milieu.

Hoofdstuk 3 geeft een overzicht van de parameters en vragen die als hulpmiddel hebben gediend om de impact te beschrijven. Tevens behandelt dit hoofdstuk de bevindingen van dit onderzoek met betrekking tot de impact van een Tsunami op Curaçao.

Na het identificeren van de effecten van een mogelijke Tsunami moet de significantie van de risico's worden bepaald. Hoofdstuk 4 behandelt de methodiek gebruikt bij de bepaling van de significantie van de risico's die samenhangen met een bepaald scenario en toont de resultaten.

De resultaten van de significantiebepaling dienen ook ter opstelling van een prioriteitenlijst, die aangeeft welke zones voorrang hebben bij het formuleren en implementeren van beheersmaatregelen. Hoofdstuk 5 behandelt de gebruikte methode en presenteert de prioriteitenlijst.

Tot slot, worden de algemene conclusies, discussies en aanbevelingen in Hoofdstuk 6 behandeld.

Nr.	Activiteit	Type	Reistijd	Aspect Magnitude	Run-up max	Richting
1 a.	Aardbeving in de Caribische deformatie zone	Regionaal	½ uur	7	1.25 m	N
1 b.	Aardbeving in de Caribische deformatie zone	Regionaal	½ uur	7.5	7.07 m	N
1c.	Aardbeving in de Caribische deformatie zone	Regionaal	½ uur	8	36.89m	N
2a.	Aardbeving in de subductiezone ten zuiden van Puerto Rico	Regionaal	1½ - 2 uur	7	0.28 m	N
2b.	Aardbeving in de subductiezone ten zuiden van Puerto Rico	Regionaal	1½ - 2 uur	7.5	1.25 m	N
2c.	Aardbeving in de subductiezone ten zuiden van Puerto Rico	Regionaal	1½ - 2 uur	8	9.34 m	N
3a.	Aardbeving in de subductiezone ten oosten van de eilandenboog	Regionaal	1½ - 2 uur	7	0.28 m	NO/O
3b.	Aardbeving in de subductiezone ten oosten van de eilandenboog	Regionaal	1½ - 2 uur	7.5	2.97 m	NO/O
3c.	Aardbeving in de subductiezone ten oosten van de eilandenboog	Regionaal	1½ - 2 uur	8	11.74 m	NO/O
4	Onderzeese vulkaan uitbarstingen de vulkanische eilandenboog	Regionaal	1½ - 2 uur	-	-	NO/O
5	Aardverschuivingen door instabiele vulkaanhellingen in de vulkanische eilandenboog	Regionaal	1½ - 2 uur	-	-	NO/O
6	Aardverschuivingen langs de onderzeese breuklijn tussen de CP en de ZAP ten Z van Curaçao	Regionaal	< ½ uur	-	-	Z
7	Aardverschuivingen langs de onderzeese breuklijn tussen de CP en de ZAP ten ZO van Curaçao	Regionaal	1-1½ uur	-	-	ZO
8	Aardverschuivingen langs de onderzeese breuklijn tussen de CP en de NAP	Regionaal	1½ - 3 uur	-	-	NW/N
9a.	Aardbeving in de Azoren-Gibraltar translatie breuklijn	Teletsunami	> 3 uur	8.5	1.25 m	NO
9b.	Aardbeving in de Azoren-Gibraltar translatie breuklijn	Teletsunami	> 3 uur	9	22.22 m	NO
9c.	Aardbeving in de Azoren-Gibraltar translatie breuklijn	Teletsunami	>3uur	9.5	-	NO
10	Aardverschuivingen als gevolg van een uitbarsting van de vulkaan la Cumbre Vieja op La Palma (Canarische Eilanden)	Teletsunami	> 3 uur	-	-	NO
11	Aardverschuivingen langs de Mid- Atlantische rug	Teletsunami	> 3 uur	-	-	NO

**Tabel 1.1:** Tsunami scenario's





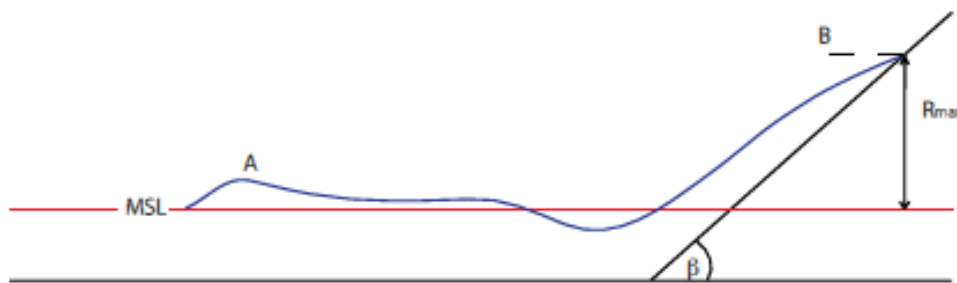
## Hoofdstuk 2: Inundatiezones

Zoals reeds beschreven in Deel I zal een Tsunami gaan shoalen als deze de ondiepe wateren van de kust nadert. Hierdoor zal deze golf in hoogte toenemen en een maximale hoogte bereiken voordat deze op de kust breekt. Om inzicht te krijgen in de mogelijke impact van een dergelijke golf langs de kust en de mate waarin het water binnenlands dringt, wordt gebruik gemaakt van de Tsunami “run-up”.

Fig 2.1 geeft een schets van de maximale “run-up”. Een Tsunami (A) die de kust nadert zal na de reeds beschreven activiteiten op de kust breken (B). De maximale “run-up”<sup>1</sup> is de maximale hoogte die een dergelijke golf ten opzichte van het gemiddelde zeeniveau (MSL) aan de kust bereikt.

Het bepalen van de “run-up” is een zeer complex proces en hangt van factoren als de periode van de golf en of er wel dan niet al sprake van reflectie aan de kust is geweest. Aangezien dit rapport zich richt op de impact van een Tsunami, kan hier worden volstaan met de maximale “run-up”<sup>2</sup>.

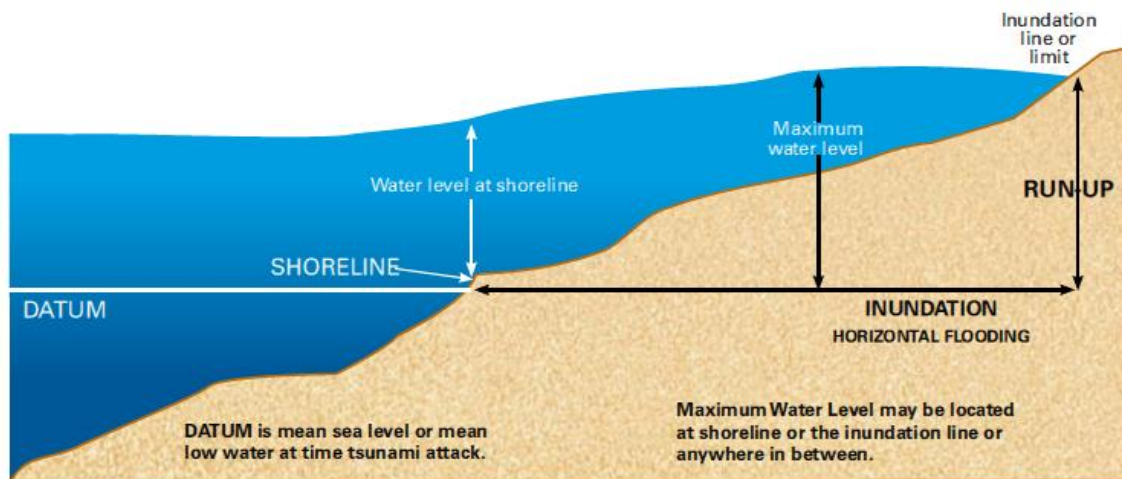
$$R_{\max} = 2.83\sqrt{\cos b} (H_{500})^{\frac{5}{4}} \quad (2.1)$$



**Figuur 2.1a:** Een definitie schets voor de Tsunami “run-up”.  $R_{\max}$  geeft de maximale Tsunami “run-up”.

<sup>1</sup> Onder “run-up” wordt verstaan een plotselinge toename van de golfhoogte, als gevolg van shoaling, die zich in stand houdt en pas op de kust breekt.

<sup>2</sup> Mathematisch gezien is de maximale “run-up” een gewogen middeling over alle mogelijke periodes. Door te middelen over alle mogelijke periodes wordt de afhankelijkheid van deze met betrekking tot de “run-up” verwijderd.



**Figuur 2.1b:** Een schematische tekening van de “run-up” van een Tsunami<sup>3</sup>

Vergelijking 2.1 geeft een versimpelde vorm voor de bepaling van de maximale “run-up”, uitgaande van een kustgebied met een helling  $b$  en  $H_{500}$  de golfhoogte in de transitiezone<sup>4</sup>, namelijk op een locatie met  $h = 500$  m.

## 2.1 Methodiek

Om de inundatiezones te bepalen werd analoog aan Fig. 2.1a een versimpelde voorstelling gemaakt van het kustgebied van Curaçao. De transitiezone werd op 500 m diepte gesteld. De keuze voor  $h = 500$  m als transitiezone is gebaseerd op het feit dat deze diepte over het algemeen binnen de kustwateren<sup>5</sup> valt. De kustwateren worden meestal als ondiepe wateren beschouwd. Vanaf de transitiezone tot aan de kust wordt ervan uitgegaan dat de helling van de kust beschreven kan worden met de versimpelde voorstelling (Fig. 2.1a). Met behulp van Fig. 2.1a van Deel I werden de golfhoogtes op open zee voor de verschillende bevingsscenario's bepaald (zie tabel 2.1). Om de golfhoogtes op 500

<sup>3</sup> Bron: UNESCO-IOC International Tsunami Information Centre (ITIC) with modification.

<sup>4</sup> De transitie zone is het overgangsgebied waarin zeegolven de effecten van de bodem beginnen te voelen. Het geeft dus de overgang van ondiep naar diep. De transitie zone van een golf is afhankelijk van zijn golflengte. In principe geldt er voor Tsunami's dat ze altijd het effect van de bodem zullen voelen. In de transitie zone zullen deze effecten echter versterkt worden.

<sup>5</sup> Onder kustwateren wordt verstaan de oppervlaktewateren, gelegen aan de landzijde van een lijn waarvan elk punt zich op een afstand bevindt van één zeemijl (1,8 km) zeewaarts van het dichtstbijzijnde punt van de basislijn vanwaar de breedte van de territoriale wateren wordt gemeten, zo nodig uitgebreid tot de buitengrens van een overgangswater; bron: Kaderrichtlijn Water, <http://navigator.emis.vito.be/milnavconsult/plainWettekstServlet?wettekstId=32292&lang=nl>

m te bepalen werd gebruik gemaakt van de shoaling correctie zoals beschreven in DI. De diepte in het ontstaansgebied werd op 5000 m gesteld. De hellingen van de kust werden met behulp van een zeebodem topografie kaart<sup>6</sup> bepaald. Daarbij werd de afstand opgemeten van de positie loodrecht op de kust tot aan de 500 m isobath voor verschillende posities in de verschillende zones en werd met behulp van goniometrie de helling bepaald.

$M_w$	<i>South Caribbean Deformation Belt</i> (200 km)	<i>Muertos Trench</i> (625 km)	<i>Puerto Rico Trench</i> (800 km)	<i>Lesser Antilles Trench</i> (800 km)
7.0	5-10 cm	2-3 cm	1-3 cm	1-3 cm
7.5	20-40 cm	8-20 cm	6-10 cm	6-10 cm
8.0	0.6-1.5 m	30-60 cm	30-50 cm	30-50 cm
8.5	1.7-3.0 m	1.0-2.0 m	0.9-2.0 m	0.9-2.0 m
9.0	4.0-9.0 m	3.0-7.0 m	3.0-5.0 m	3.0-5.0 m

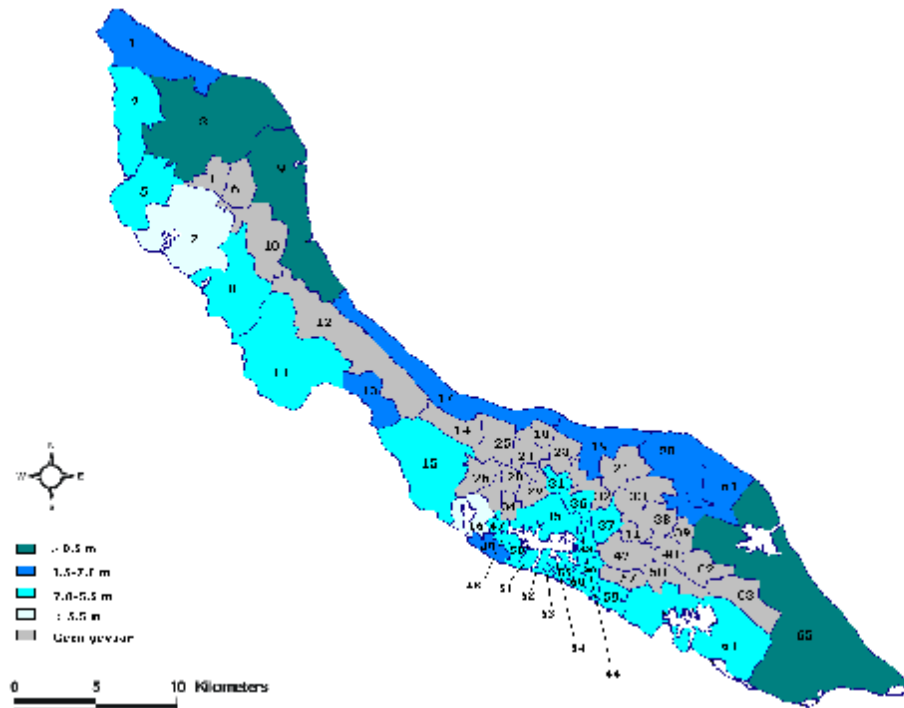
**Tabel 2.1:** Golfhoogte in ontstaansgebied gegenereerd op 5000 m diepte als gevolg van een aardbeving langs verschillende breuklijnen. Deze waarden zijn bepaald met behulp van Fig. 2.1, Deel I: Tsunami Hazard Assessment.

De maximale “run-up” voor de verschillende locaties volgen uit vergelijking 2.1 en worden in Tabel 2.2 weergegeven. De inundatiezone werd bepaald met behulp van de maximale waarde uit de reeks (hier St. Bartolbaai) en afgerond op het dichtstbijzijnde vijf- of tiental. Deze waarde zal dan corresponderen met betreffende isohyps op de topografische kaart van Curaçao. Deze methode werd gevolgd voor het bepalen van de inundatiezones voor alle bevingen gegeven in Tabel 2.1.

Fig. 2.2 toont de maximale  $R_{max}$  voor elke zone voor de specifieke isohyps van 10m boven het gemiddelde zeeniveau. Zoals uit Tabel 2.2 blijkt, zal deze gevarenkaart voor 3 scenario's van toepassing zijn, namelijk:

1. Een beving van magnitude  $M = 7.5$  in de Zuid Caribische Deformatie zone (SCDB)(Scenario: 1B);
2. Een beving van magnitude  $M = 8.0$  in de subductiezone ten zuiden van Puerto Rico (MT) (Scenario: 2C);
3. Een beving van magnitude  $M = 8.0$  in de subductiezone ten oosten van de eilandenboog (PT/LAT) (Scenario: 3C).

<sup>6</sup> Uitgegeven in januari 1938 door de Staat der Nederlanden, kaartnummer 2213.



**Figuur 2.2:**  $R_{max}$  voor de verschillende zones. Raadpleeg de legenda voor de kleurenaanduiding.

Zone	Plaats	Locatie		
		SCDB 7.5 (0.4m)	MT 8 (0.6m)	PT/LAT 8 (0.5m)
1	Noordpunt*	5.97	9.9	7.89
1	Boka djegu	4.06	6.75	5.37
1	Boka grandi	4.43	7.36	5.86
2	Playa lagun	2.99	4.96	3.95
2	Playa Jeremi	3.13	5.2	4.14
2	Knipbaai	3.13	5.2	4.14
2	Playa abou	3.13	5.2	4.14
2	Westpuntbaai	3.34	5.54	4.41
3	Christoffel	5.17	8.59	6.84
5	Boka St. Cruz	3.6	5.97	4.75
5	Seru Yuana	2.59	4.29	3.42
7	Boka St. Marta	3.27	5.43	4.33
7	Boka pos spano	2.83	4.7	3.75
8	Playalargu	3.47	5.76	4.59
8	Boka grandi	3.2	5.32	4.23
<b>9</b>	<b>Bartolbaai</b>	<b>7.07</b>	<b>11.74</b>	<b>9.34</b>
9	Playa grandi	4.01	6.65	5.3
9	Boka Patrick	4.33	7.19	5.72
11	Salina st. Marie	2.75	4.57	3.64
11	Daaibooibaai	3.34	5.54	4.41
13	Bullenbaai	4.63	7.68	6.12
15	Vaarsenbaai	4.01	6.65	5.3
15	Blauwbaai	3.27	5.43	4.33
16	Piscaderabaai	3.2	5.32	4.23
17	Tera Cora	4.58	7.6	6.05
17	Hato	4.53	7.52	5.99
19	Rancho	4.53	7.52	5.99
20	Boka santu pretu	4.58	7.6	6.05
35	Asiento	4.17	6.93	5.51
43	Zeelandia	4.17	6.93	5.51
44	Nieuwe haven	4.17	6.93	5.51
46	Schottegat	4.17	6.93	5.51
47	Wishi	4.17	6.93	5.51
48	Habaai	4.17	6.93	5.51
49	Mundu Nobo	4.22	7.01	5.58
50	Domi	4.17	6.93	5.51
51	St. Annabaai	4.17	6.93	5.51
52	Punda	4.06	6.75	5.37
53	Scharloo	4.17	6.93	5.51
54	Parera	4.17	6.93	5.51
55	Berg Altena	3.95	6.56	5.22
56	Torenflat	3.6	5.97	4.75
56	Saliña	4.17	6.93	5.51
59	Koraalspecht	3.47	5.76	4.59
60	Steenrijk	3.95	6.56	5.22
61	Boka Labadera	4.22	7.01	5.58
64	Nieuwpoort	2.99	4.96	3.95
64	Spaanse baai	3.2	5.32	4.23
64	Caracasbaai	3.78	6.27	4.99
65	Oostpunt	4.12	6.84	5.44
65	Awa blanku	3.2	5.32	4.23
65	Lagun blanku	3.1	5.14	4.09
65	Boka Tabla(ZW)	5.3	8.8	7.01
65	St. Jorisbaai	6.34	10.52	8.38
65	Boka Kokolishi	3.66	6.07	4.84
65	Verl. Seru	3.47	5.76	4.599

**Tabel 2.2:** Resultaten run-up



# Hoofdstuk 3: Impactbeschrijving

Als eenmaal de gebieden die onder zullen lopen bekend zijn, kan men beoordelen wat de gevolgen zijn. Dit hoofdstuk voorziet in de bepaling van deze gevolgen. Hierbij zullen de gebruikte informatiebronnen, de methode voor het bepalen van de impact en de uiteindelijke beschrijving van de Tsunami-impact aan bod komen.

## 3.1 Informatiebronnen

Zoals reeds vermeld zijn er verschillende dimensies gebruikt om de impact te beschrijven. Tabel 3.1 geeft een overzicht van de parameters en vragen die als hulpmiddel hebben gediend om de impact te beschrijven.

<i>Dimensies</i>	<i>Parameters</i>	<i>Belangrijke vragen</i>
Menselijke en maatschappelijke schade	<ul style="list-style-type: none"><li>- bevolkingsdichtheid</li><li>- bevolkingsopbouw (geslacht, leeftijd enz.)</li><li>- aantal kinderen, gehandicapten en/ of bejaarden (in percentages)</li><li>- gemiddeld inkomen</li><li>- kennis van kustdreigingen</li><li>- hoelang men al aan de kust woont</li><li>- niveau van onderwijs</li><li>- toegang tot waarschuwingsberichtgeving</li><li>- machtrelaties</li><li>- toegang tot middelen die het vermogen tot wederopbouw zouden kunnen vergroten</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Hoeveel mensen wonen/ werken in potentiële inundatiezones?</li><li>- In hoeverre zijn deze mensen beschermd tegen Tsunami gevaar?</li><li>- Welke sociale groepen zijn het meest kwetsbaar voor Tsunami gevaar?</li></ul>

<i>Dimensies</i>	<i>Parameters</i>	<i>Belangrijke vragen</i>
Materiële en economische schade	<ul style="list-style-type: none"> <li>– kritische infrastructuur</li> <li>– verschillende bestemmingsplannen</li> <li>– economische activiteiten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Wat is de waarde van de infrastructuur en gebouwen in de potentiële inundatiezones?</li> <li>– Hoe waarschijnlijk is het dat gebouwen beschadigd zullen worden en kapitaal verloren zal gaan?</li> <li>– In hoeverre wordt de infrastructuur beschermd tegen Tsunami gevaar?</li> <li>– Hoe kwetsbaar zijn de kritische infrastructurale diensten die geleverd worden door kritische infrastructuur?</li> <li>– Welk deel van de bevolking is het meest afhankelijk van deze kritische infrastructurale diensten?</li> <li>– Hoe verandert de economische kwetsbaarheid met de tijd?</li> <li>– Zijn er gebouwen die verstevigd zijn om de potentiële economische schade te reduceren?</li> </ul>
Schade aan milieu	<ul style="list-style-type: none"> <li>– oppervlaktewater</li> <li>– grondwater</li> <li>– bodem</li> <li>– ecosystemen</li> <li>– landschappen</li> <li>– afhankelijkheid van de bevolking van natuurlijke bestaansmiddelen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Hoe kwetsbaar zijn de natuurlijke bestaansmiddelen?</li> <li>– Hoe afhankelijk is de bevolking van deze middelen?</li> <li>– Hoe kwetsbaar zijn de verschillende natuurgebieden?</li> </ul>

**Tabel 3.1:** Dimensies (bron: Intergovernmental Oceanographic Commission, 2009)

De waarden van de parameters en de vragen die correleren met de verschillende dimensies werden met de beschikbare informatie beantwoord. Hierbij werd gebruik gemaakt van de volgende informatiebronnen:

- Censusatlas 2001, Curaçao Nederlandse Antillen, CBS;
- [www.cbs.an](http://www.cbs.an);
- [www.ctb.an](http://www.ctb.an);
- [www.chata.org](http://www.chata.org);
- [www.curacao-chamber.an](http://www.curacao-chamber.an);
- [www.carmabi.org](http://www.carmabi.org);
- [www.mina.vomi.an](http://www.mina.vomi.an);
- Topografische kaart van Curaçao 1963, DOW;
- Geographic Information System Aquallectra, kaart met huisaansluitingen



- op een hoogte tussen 0 en 5 m en tussen 5 en 10 m;
- Drive & Dive Roadmap, 10th Edition, 2010 gepubliceerd door Caribbean Cartographics, Curaçao, Nederlandse Antillen;
- Satellietfoto Curaçao, Google Earth 2010;
- Het Eilandelijk Ontwikkelingsplan 1995, DROV.

### **3.2 Methode**

De mens- en maatschappelijke schade is voornamelijk bepaald op basis van data die is aangeleverd door het Centraal Bureau voor de Statistiek van de Nederlandse Antillen (CBS). Deze gegevens dateren uit 2001 en behoren tot de laatste census. Het CBS verdeelt Curaçao in 65 zones. Hiervan zullen, volgens de berekeningen van het inundatiegebied 35 zones zich in de gevarenzone bevinden. Hierbij moet wel opgemerkt worden dat dit niet per definitie inhoudt dat een zone in zijn geheel gevaar loopt. De grens tussen de gevarenzone en de veilige zone kan dwars door een CBS-zone lopen.

De waarden van de meeste parameters konden met behulp van de bevolkingscijfers van het CBS worden bepaald, met uitzondering van de parameters “kennis van kustdreigingen”, “hoelang men al aan de kust woont”, “machtrelaties” en “toegang tot middelen die het vermogen tot wederopbouw zouden kunnen vergroten”. De vragen die correleren met de dimensie menselijke en maatschappelijke schade heeft de commissie als volgt geherformuleerd, gezien met behulp van de gegevens van het CBS de originele vragen niet uitputtend te beantwoorden zijn:

**1. Hoeveel mensen wonen in potentiële inundatiezones?**

Populatie per zone.

**2. Hoeveel mensen werken in potentiële inundatiezones?**

Niet bekend.

**3. In hoeverre hebben deze mensen mogelijkheden tot evacuatie?**

- Geen mogelijkheid tot evacuatie via auto, zijn het aantal mensen die geen auto tot hun beschikking hebben per zone =% huishoudens zonder auto x aantal huishoudens x gemiddelde grootte huishoudens;


- Geen toegang tot waarschuwing, zijn het aantal mensen die geen toegang hebben tot TV en/of Internet en/of Mobiele telefoon per zone = (aantal huishoudens - aantal Huishoudens met TV/Internet/Mobiel) x gemiddelde grootte huishoudens;
- Aantal mensen die waarschijnlijk berichtgeving over Tsunami niet begrijpen of geen oplossing kunnen bedenken om zichzelf in veiligheid te stellen = alle mensen met een opleiding lager dan Lager Voortgezet Onderwijs (mavo, lbo etc.)<sup>7</sup>;
- Mensen die geen financiële middelen tot hun beschikking hebben om zichzelf in veiligheid te stellen = mensen die een gemiddeld inkomen per huishouden hebben van minder dan ANG 3701, zijnde het gemiddelde inkomen per huishouden;
- Kwetsbare groep per zone = het aantal kinderen tussen 0-4 jaar + het aantal ouderen van 65 jaar en ouder + het aantal gehandicapten per zone.

De vraag “Hoeveel mensen bevinden zich in de potentiële inundatiezones?” was moeilijk te beantwoorden. Het totale aantal mensen in de potentiële inundatiezone wordt namelijk bepaald door het aantal inwoners in dit gebied, maar ook de zogenaamde “floating population”. Deze laatste groep bestaat uit zowel toeristen als mensen die in dit gebied werken of recreëren. De commissie heeft kunnen vaststellen hoeveel mensen in de potentiële inundatiezones wonen, maar het was niet duidelijk hoe groot het aandeel, “floating population”, in deze zones is. Om dit probleem op te lossen heeft de commissie besloten om ten minste het aantal toeristen in het gebied in kaart te brengen. Dit werd gedaan op basis van data verkregen van de CTB (Curaçao Tourist Bureau) en de CHATA (Curaçao Hotel and Tourism Association). Appendix A presenteert de gemaakte aannames en de berekeningen om een inschatting te maken van de “floating population”.

De materiële en economische schade was moeilijker te bepalen. De commissie beschikte niet over de benodigde informatie om de vragen die samenhangen met deze dimensie te beantwoorden. De focus lag hier op het bepalen van de kritische infrastructuur en economische activiteiten in een bepaalde inundatiezone en de verschillende bestemmingsplannen voor deze zone. Deze

---

<sup>7</sup> Er kan ook geargumenteed worden dat deze laagopgeleide groep juist omdat ze niet voor zichzelf een afweging kunnen maken over de mate waarin de Tsunami een bedreiging voor hen vormt, zij eerder geneigd zijn om de aanwijzingen in de waarschuwingsberichten op te volgen. Dit zou dus betekenen dat het niveau van opleiding geen invloed heeft op hun mogelijkheden tot evacuatie.




parameters geven een indicatie van mogelijke materiële en economische schade als gevolg van een Tsunami.

De commissie heeft een lijst opgesteld van infrastructuur die als kritisch wordt beschouwd en van de kritische diensten. Als kritische infrastructuur is aangemerkt:

- Haven:
  - Cruise ship facilities
  - Bunkering
  - Deep water facilities
  - Dok
  - Containerhaven
- Luchthaven: Hato International Airport
- Vrije zone
- Telecom netwerk
- Industriepark
- Utilities
- Raffinaderij/ Curacao Oil Terminal
- Ziekenhuizen
- Hotelgebouwen
- Historische gebouwen (Willemstad Wereld Erfgoed, begrafenisplaatsen etc.).

De kritische diensten zijn:

- Openbare orde (Politie/Brandweer)
- Gezondheidszorg (GGD)
- Rechtsorde
- Openbaar bestuur
- Transport (Wegennet)
- Meteorologische Dienst (MD)
- Dienst Openbare Werken (DOW)/Selikor
- Dienst Werk en Inkomen (DWI).



Voor het benoemen van de kritische infrastructuur en diensten die zich in de inundatiezones bevinden, hebben de Reliëfkaart van Curaçao, het Eilandelijk Ontwikkelingsplan en de toeristenkaart als bron gediend.

Met behulp van het Eilandelijk Ontwikkelingsplan zijn de bestemmingplannen voor de verschillende inundatiezones bepaald. De economische activiteiten in de inundatiezones zijn tijdens een brainstormsessie door de commissieleden bepaald. Het is derhalve mogelijk dat er elementen ontbreken uit de lijst van economische activiteiten.

De parameters in Tabel 3.1 die samenhangen met de dimensie schade aan milieu zijn niet allemaal van toepassing op Curaçao. Curaçao beschikt nauwelijks over oppervlakte water en de bevolking is niet afhankelijk van natuurlijke bestaansmiddelen. De natuur is echter wel van belang voor het toerisme en dit heeft de commissie in haar analyse ook meegenomen. De overige parameters zijn gebruikt om een indicatie te geven van de schade die een Tsunami aan het milieu kan veroorzaken. De locatie van de natuurgebieden, belangrijke ecosystemen etc. zijn bepaald met behulp van [www.carmabi.org](http://www.carmabi.org), [www.mina.vomi.an](http://www.mina.vomi.an) en het toeristenkaart van Curaçao.

### ***3.3 De Tsunami-impact***

Appendix B geeft per inundatiezone een beschrijving van de Tsunami-impact onderverdeeld in dimensies. Zoals eerder vermeld is er een gevarenkaart opgesteld die van toepassing is op 3 verschillende Tsunami-aspecten ( 2.1). We kunnen op basis van Appendix B concluderen dat voor deze 3 scenario's geldt dat een groot deel van de bevolking zal worden getroffen door de nadelige effecten van een Tsunami.

Ongeveer 5.5% van de bevolking is woonachtig in een gebied die onder zal lopen in deze scenario's. Hoewel dit een klein percentage betreft is de kans groot dat de Tsunami zal leiden tot meervoudige doden. Tevens is de verwachting dat de materiële en economische schade groot zal zijn, omdat de belangrijkste economische activiteiten, namelijk handel, toerisme en de financiële diensten, in de inundatiezones plaatsvinden. In het geval van het milieu zullen vooral de natuurgebieden aan de kust, zoals koraalriffen, stranden, salinas, veel schade ondervinden.

# Hoofdstuk 4: Bepalen van de significantie van de risico's

De commissie heeft een aantal richtlijnen gebruikt om de significantie van de risico's te bepalen. Met significante risico's worden die risico's bedoeld waarvan het risicogehalte een bepaalde drempelwaarde overschrijdt. De richtlijnen ter bepaling van de significantie zullen in dit hoofdstuk aan bod komen.

## 4.1 Methode

Om het risicogehalte te bepalen is hier gekozen om het criterium kans (ook wel waarschijnlijkheidsgraad) van het scenario te combineren met een aantal criteria die betrekking hebben op de ernst van het effect van een Tsunami. Deze criteria zijn door de commissie bepaald en zijn als volgt gedefinieerd:

1. **Financieel:** Gevolgen die betrekking hebben op geldelijke zaken, bv. kosten van wederopbouw gebouwen en infrastructuur, achteruitgang in inkomens etc.
2. **Economisch:** Gevolgen die betrekking hebben op de economie (staats-huishoudkunde), bv. afname in werkgelegenheid, afname in investeringen (Foreign Direct Investments), afname in het toerisme, of andere belangrijke industrieën die geschaad worden.
3. **Health and Safety:** Gevolgen die betrekking hebben op het lichamenlijk welzijn van de bevolking en de veiligheid, bv. deel van de bevolking die nadelig wordt beïnvloed door de ramp (= het aantal personen woonachtig en werkzaam in getroffen gebied / totale bevolking), aantal slachtoffers etc.
4. **Milieu:** Gevolgen die betrekking hebben op het leefklimaat van mensen, dieren en planten, bv. verdwijnen van ecosystemen, aantasting koraalriffen etc.
5. **Kwaliteit van leven:** Gevolgen die betrekking hebben op het psychische en sociale welzijn van de bevolking, bv. ontbreken van gezondheidszorg, ontbreken van onderwijs, ontbreken van water en elektriciteit etc.

De hierboven beschreven criteria hebben betrekking op de ernst van het effect. De kans wordt gerelateerd aan de reactietijd, zijnde de tijd tussen het moment dat een waarschuwingsbericht binnenkomt en de tijd dat de Tsunami de kust van Curaçao bereikt.

Voor alle criteria alsook voor de kans zijn er 3 niveaus bepaald: 1 (niet belangrijk/laag), 2 (middelmatic) en 3 (belangrijk/ hoog). De combinatie van de criteria geeft het totale gewicht van het effect. Tabel 4.1 toont per criterium en voor de kans aan wanneer een score van 1, 2 of 3 wordt toegekend.

<i>Criteria:</i>	<i>Score:</i>	
Financieel (Fin.)	Low	Schade aan gebouwen: < 25%
	Medium	Schade aan gebouwen: 25-50%
	High	Schade aan gebouwen: > 50%
Economisch (Eco.)	Low	Economisch nadeel: < NAF 5 miljoen
	Medium	Economisch nadeel: NAF 5 miljoen - 100 miljoen
	High	Economisch nadeel: > NAF 100 miljoen
Health & Safety (H&S)	Low	Getroffen bevolking: < 25% of Slachtoffers: te behandelen verwondingen; aantal doden < 2
	Medium	Getroffen bevolking: 25-50% of Slachtoffers: permanente invaliditeit; aantal doden 2 - 5
	High	Getroffen bevolking: > 50% of Slachtoffers: meervoudige doden; aantal doden > 5
Milieu (Mil.)	Low	Getroffen (beschermd) natuurgebieden: < 25% en/ of Herstelperiode: < 25 jaar
	Medium	Getroffen (beschermd) natuurgebieden: 25-50% en/ of Herstelperiode: 25 - 50 jaar
	High	Getroffen (beschermd) natuurgebieden: >50% en/ of Herstelperiode: > 50 jaar
Kwaliteit van leven (KvL)	Low	Belangrijke diensten onderbroken: < 1 week Sluiting kritische faciliteiten: < 1 week
	Medium	Belangrijke diensten onderbroken: 1 week - 4 weken Sluiting kritische faciliteiten: 1 week - 4 weken
	High	Belangrijke diensten onderbroken: > 1 maand Sluiting kritische faciliteiten: > 1 maand
Kans	Low	Reactietijd na waarschuwing: > 3 uur
	Medium	Reactietijd na waarschuwing: 1½ - 3 uur
	High	Reactietijd na waarschuwing: < 1½ uur

**Tabel 4.1:** Scores toekennen aan het effect en de kans.



Het effect wordt gekwantificeerd met behulp van de volgende vergelijking:

$$TE = \frac{2}{12} * [Fin.] + \frac{4}{12} * [H \& S] + \frac{2}{12} * [Eco.] + \frac{3}{12} * [KvL] + \frac{1}{12} * [Mil.], \quad (4.1)$$

Deze vergelijking geeft het gewicht weer dat de commissie aan elke criterium heeft toegekend en bepaalt het gewogen gemiddelde van de scores.

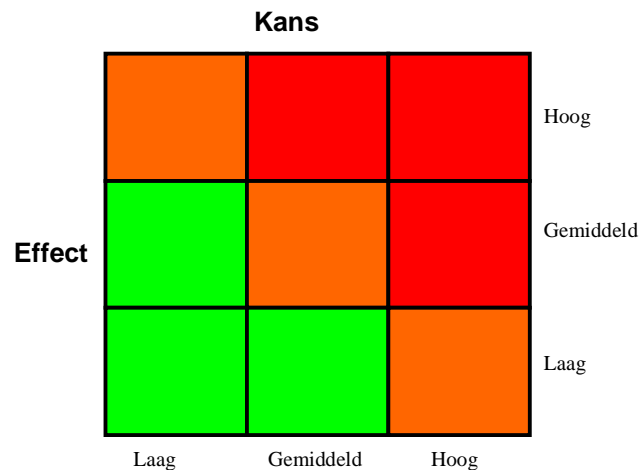
Vervolgens worden de score van de kans en de totale score van het effect, vermenigvuldigd om het risicogehalte te bepalen, omdat

$$\text{Risicogehalte} = \text{Kans} * \text{Totaal Effect} \quad (4.2)$$

Op deze manier kan men elk scenario inschalen naar risicogehalte. De classificatie van het risicogehalte is vervolgens als volgt:

- $1 \leq$  Laag risicogehalte  $< 3$ ;
- $3 \leq$  Gemiddeld risicogehalte  $< 6$ ;
- $6 \leq$  Hoog risicogehalte  $< 9$ .

Fig. 4.1 toont de classificatie van het risicogehalte in matrix vorm. De risico's waarvan het risicogehalte een drempelwaarde van 6 overschrijdt, worden als significant beschouwd. Deze is een arbitrair gekozen waarde en mits die consequent wordt ingevuld vormt deze een goede basis voor een onderlinge vergelijking van de risicogehaltes. Voor de significante risico's zullen beheersmaatregelen worden geformuleerd.



**Figuur 4.1:** Classificatie risicogehalte in matrix vorm





## ***4.2 Resultaten significantiebepaling***

Op basis van de beschrijving van de Tsunami-impact en Tabel 4.1 heeft de commissie een score toegekend aan het effect en de kans voor de verschillende scenario's. Tabel 4.2 toont het risicogehalte van de risico's die samenhangen met de 3 scenario's die in kaart zijn gebracht. Op basis van deze tabel heeft de commissie geconcludeerd dat deze risico's significant zijn.

<i>Scenario's:</i>	<i>Criteria:</i>	<i>Score:</i>	<i>Totaal effect*</i>	<i>Kans</i>	<i>Risico</i>
Aardbeving in de zuid Caribische deformatie zone Magnitude 7.5	Financieel	3	3	3	9
	Economisch	3			
	Health & Safety	3			
	Milieu	3			
	Kwaliteit van Leven	3			
Aardbeving in de subductiezone ten zuiden van Puerto Rico Magnitude 8.0	Financieel	3	3	2	6
	Economisch	3			
	Health & Safety	3			
	Milieu	3			
	Kwaliteit van Leven	3			
Aardbeving in de subductiezone ten oosten van de eilandenboog Magnitude 8.0	Financieel	3	3	2	6
	Economisch	3			
	Health & Safety	3			
	Milieu	3			
	Kwaliteit van Leven	3			

**Tabel 4.2:** Risicogehalte





## Hoofdstuk 5: Prioriteiten zones

De algemene conclusie luidt dat de risico's die samenhangen met deze 3 scenario's significant zijn. Beheersmaatregelen dienen dus opgesteld te worden om de risico's te beperken. Om dit op een efficiënte manier te doen, heeft de commissie een prioriteitenlijst opgesteld voor het opstellen van beheersmaatregelen voor de gesignaleerde risico's, door aan elke zone in het inundatiegebied een bepaalde mate van prioriteit toe te kennen. Een zone kan een hoge, gemiddeld, of lage prioriteit hebben bij het opstellen van beheersmaatregelen. Om tot deze prioriteitenlijst te komen is een methode gebruikt die vergelijkbaar is aan de methode die gebruikt is voor het bepalen van de significantie van de risico's (§ 4.1).

De definities gebruikt voor de bepaling van de significantie waren echter hier niet van toepassing. Om het effect te kwantificeren, heeft de commissie eerst een waarde aan het effect per dimensie per zone toegekend. De score van het effect op "*mens en maatschappelijke schade*" (M&M) in een zone is afhankelijk van de bijdrage van die zone aan het totale mens en maatschappelijke schade van het scenario dat bestudeerd wordt. Indien de bijdrage relatief groot is wordt een waarde van 3 toegekend, in het geval dat de bijdrage middelmatig is, een waarde van 2 en indien de bijdrage relatief klein is, een waarde van 1. De score van het effect voor zowel "*materiële en economische schade*" als (M&E) "*schade aan milieu*" (Mil) per zone werden op analoge wijze bepaald als de "score van het effect voor de mens en maatschappelijke schade per zone"<sup>8</sup>.

De commissie heeft gewichten toegekend aan de dimensies en op basis van een gewogen gemiddelde van het effect per dimensie per zone, wordt de prioriteit van een zone (i) bepaald, i.e.

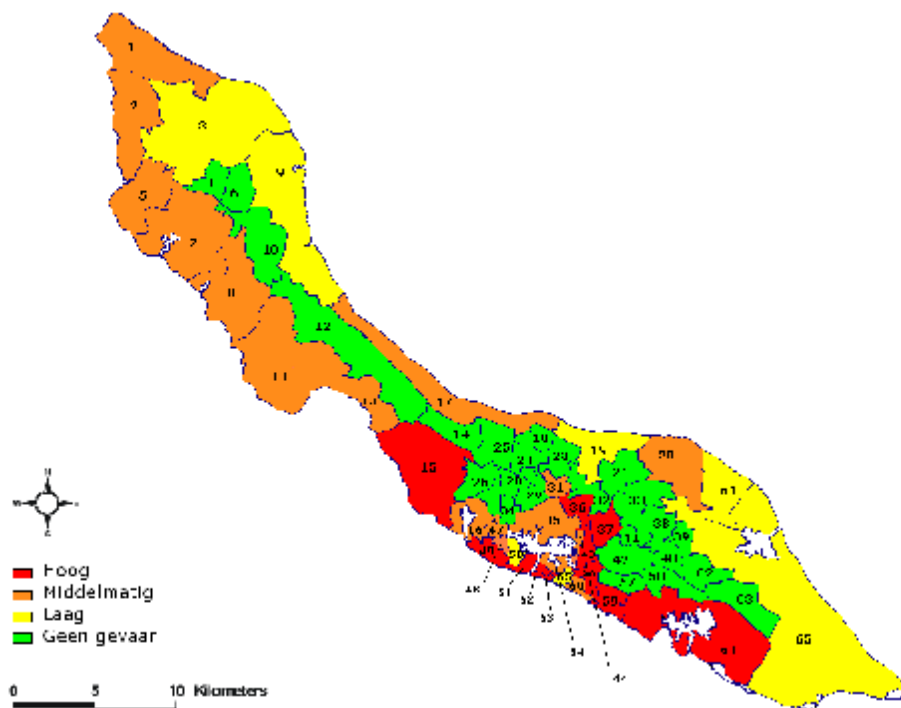
---

<sup>8</sup> De criteria beschouwd in § 4.1 voor het bepalen van het totale effect werden ter versimpeling, samengevoegd en verminderd tot 3 criteria. De criteria H&S en KvL vallen in dit hoofdstuk onder M&M en het criterium Fin. en Eco. onder M&E.

$$P(i) = \frac{7}{12} * [M \& M] + \frac{4}{12} * [M \& E] + \frac{1}{12} * [Mil.], \quad (5.1)$$

Een score van 3 komt overeen met een hoge prioriteit, een score van 2 met een middelmatige prioriteit en een score van 1 met een lage prioriteit.

Fig. 5.1 toont de score van het effect per dimensie per zone en de prioriteit van de zone op basis van het totale effect, berekend met behulp van bovenstaande vergelijking.



**Figuur 5.1:** Prioriteitenindeling van de zones. Rood duidt een hoge prioriteit, oranje een middelmatige en geel een lage prioriteit voor het toepassen en opstellen van beheersmaatregelen.

De zones met een hoge prioriteit zijn rood gemarkeerd, de zones met een gemiddelde prioriteit oranje en de zones met een lage prioriteit geel. De commissie benadrukt wel dat alle zones in het inundatiegebied liggen en dus aandacht verdienen bij het opstellen van beheersmaatregelen. Er wordt slechts een richtlijn gegeven voor het bepalen welke zones op basis van het effect van een Tsunami op die zone, het eerst aandacht verdienen bij het formuleren en implementeren van beheersmaatregelen voor de risico's.

Ter verduidelijking worden de resultaten ook in tabelvorm (Tabel 5.1) gegeven.

Zones	M&M	M&E	Mil	P
Zone 15: St. Michiel	3	2	3	3
Zone 64: Spaanse water	3	3	3	3
Zone 59: Koraal Specht	3	2	3	3
Zone 56: Salifa	3	3	1	3
Zone 53: Scharloo	3	3	1	3
Zone 52: Punda	3	3	1	3
Zone 49: Mundu Nobo	3	3	2	3
Zone 51: Otrobanda	3	3	2	3
Zone 36: Groot Kwartier	3	2	3	3
Zone 37: Mahaai	3	3	1	3
Zone 43: Zeelandia	3	3	1	3
Zone 16: Piscaderabaai	3	1	3	2
Zone 47: Wishi	3	1	1	2
Zone 1: Westpunt	2	2	2	2
Zone2: Lagun	2	2	3	2
Zone 5: Tera Pretu	2	1	3	2
Zone7: Soto	2	1	3	2
Zone 8: Pannekoek	2	1	3	2
Zone 17: Hato	2	3	1	2
Zone 11: St. Willibrordus	2	2	3	2
Zone 60: Steenrijk	2	1	1	2
Zone 48: Habaai	2	1	1	2
Zone 31: Suffisant	2	1	1	2
Zone 20: Rondeklip	1	3	1	2
Zone 13: Meiberg	1	3	1	2
Zone 54: Parera	1	3	1	2
Zone 35: Asiento	1	3	1	2
Zone 44: Nieuwe Haven	1	3	3	2
Zone 3: Christoffel	1	1	3	1
Zone 9: Wacawa	1	1	1	1
Zone 19: Rancho	1	1	1	1
Zone 61: Koraal portier	1	1	1	1
Zone 65: Oostpunt	1	1	3	1
Zone 55: Berg Altena	1	1	1	1
Zone 50: Domi	1	1	1	1

**Tabel 5.1:** Zones verdeeld aan de hand van toegekende prioriteit voor het opstellen en implementeren van beheersmaatregelen.



## Hoofdstuk 6: Discussie & Aanbevelingen

Na concluderen van de risicoanalyse, zijn er verschillende punten ten aanzien van de methodiek die een discussie waardig zijn. Deze tekortkomingen vloeien vooral voort uit noodzakelijke simplificaties ter vereenvoudiging van de besluitvorming. Dit hoofdstuk behandelt de tekortkomingen van dit onderzoek en de aanbevelingen ter verbetering van de nauwkeurigheid van de risico-inschatting.

### **6.1 Inundatiezones**

Om de inundatiezones te bepalen en zo tot een “*hazard map*” te komen, is de commissie ervan uitgegaan dat de Tsunami uit een richting loodrecht op de kust komt. Dit is echter gezien de verschillende scenario’s, weergegeven in Tabel 1.1 niet het geval. De meeste Tsunami’s komen uit het noorden/noordoosten. Dit kan leiden tot een overschatting van het gebied dat onderloopt. Echter een voordeel van deze methode is dat refractie hiermee gedeeltelijk in beschouwing wordt genomen. Verder is voor het bepalen van de maximale “run-up” een versimpeling van het kustgebied van Curaçao gemaakt, waarbij de helling van de kust ten opzichte van de 500 m isobath bepaald werd. Het kustgebied van Curaçao kent echter zeer stijle hellingen vanaf het 200 m isobath naar de kust toe, waarbij er aan de noordkust zelfs sprake is van hellingen van 90°, tot 8 m boven MSL, door koraalrif vorming. Ook deze aanname zorgt voor een overschatting van de maximale run-up en voorts van de potentiële inundatiezones. Ter verbetering van de inschatting van de potentiële inundatiezones beveelt de commissie aan om een modelsimulatie te laten construeren voor de Tsunami golfhoogtes aan de kust voor de verschillende scenario’s beschreven in Tabel 1.1. Een voorbeeld van een dergelijk model is het SWAN model voor het simuleren van golven nabij de kust, ontwikkeld door Universiteit Delft.



## 6.2 Impact beschrijving

Een andere beperking van dit onderzoek was de actualiteit van de beschikbare gegevens van het CBS, de EOP en de gebruikte topografische kaart. Zoals reeds verteld zijn bijvoorbeeld de gegevens van het CBS van het jaar 2001 en dus sterk verouderd. Om de 10 jaar bepaald het CBS de bevolkingscijfers door middel van een grootschalig onderzoek. Het is dan ook aan te bevelen om dit onderzoek periodiek te herhalen, mits nieuwe gegevens beschikbaar worden.

Verder speelde de beschikbaarheid van informatie om de mens- en maatschappelijke schade, de materiële en economische schade en de schade aan het milieu in de inundatiegebieden te bepalen de besluitvorming parten. De benodigde informatie voor het identificeren van risico's, opstellen van beheersmaatregelen en crisisbeheer wordt door verschillende diensten van het Eilandgebied Curaçao beheerd. Tevens wordt de informatie op een wijze weergegeven die niet aansluit bij de behoefte van een rampenbestrijdingsorganisatie. De rampenbestrijdingsorganisatie staat vaak voor beslissingen waarbij kennis over de geografische spreiding van de bevolking, huishoudens, scholen, ziekenhuizen, wegen, mogelijke impact van rampen (weergegeven op *hazard maps*) etc. van cruciaal belang zijn. De data die de verschillende diensten beschikbaar hebben gesteld aan de commissie Tsunami Risk Management, specificieert vaak onvoldoende de locatie van mensen, huishoudens, natuurgebieden, kritische infrastructuur en vooral de "floating population".

Gedurende dit onderzoek heeft de commissie haar kennis verbreed over de mogelijkheden van GIS (Geografic Information System) als een hulpmiddel bij rampenbestrijding. GIS is een database voor het verzamelen, opslaan, bewerken, en weergeven van geo-informatie (informatie met een ruimtelijk component).

GIS is een zeer nuttig hulpmiddel voor vele aspecten van *emergency management* zoals: *emergency response*, planning, simulatieoefeningen, *mitigation*, nationale veiligheid en *preparedness*. Naast de mogelijkheid voor beheer en weergave van gegevens heeft GIS krachtige modelleringmogelijkheden, waardoor de gebruiker gegevens kan bewerken en verschillende scenario's kan bestuderen<sup>9</sup>.

---

<sup>9</sup> Federal Emergency Management Agency retrieved from <http://www.gismaps.fema.gov/gis01.shtm> on August 23, 2010





Het is aan te bevelen om GIS te gebruiken om de informatie op te slaan die relevant is voor rampenbestrijding. De verschillende diensten kunnen GIS-kaarten opstellen van informatie die van belang is voor hun specifieke werkzaamheden. De rampenbestrijdingsorganisatie kan deze informatie verwerken in een centraal beheerd informatie systeem, dat gebruikt kan worden voor het identificeren van risico's, het opstellen van plannen voor risicobeheersing en het opstellen van noodplannen. GIS maakt het mogelijk om geo-informatie op te slaan over de parameters die gerelateerd zijn aan een ramp en de parameters die gerelateerd zijn aan de dimensies (menselijke en maatschappelijke schade, de materiële en economische schade en de schade aan het milieu) die gebruikt worden om de impact van een ramp te beschrijven.

Tot slot wil de commissie benadrukken dat dit rapport slechts betrekking heeft op 3 subscenario's van de 11 geprojecteerde scenario's. Het is daarom aan te bevelen om in de toekomst deze exercitie voor **alle scenario's** uit te voeren.

## Bijlage A: Floating population

Zoals reeds omschreven, omvat de floating population in een bepaalde zone

1. toeristen die in dit gebied verblijven of zich recreëren;
2. lokale inwoners die in een bepaalde zone werken en/of recreëren.

Het bepalen van het aantal werknemers binnen een bepaald gebied bleek minder makkelijk te zijn, aangezien hiervoor informatie nodig was die niet vrij beschikbaar is.

Voor het bepalen van het aantal toeristen in een bepaalde inundatiezone werd gebruik gemaakt van gegevens verkregen van de CTB (Curaçao Tourist Bureau), namelijk de gemiddelde maandelijkse aankomsten cijfers voor de periode van 2005-2009 en de CHATA (Curaçao Hotel and Tourism Association), te weten de bezettingscijfers van de hotels geaffilieerd aan de CHATA voor die zelfde periode, zijnde:

<i>Year</i>	<i>Gemiddelde bezetting hotel (%)</i>	<i>Verblijf toerisme</i>	<i>Dag toerisme</i>	<i>Cruise</i>	<i>Verblijf nachten</i>
2005	75,05	222.099	12.275	276.217	1.959.759
2006	81,46	234.249	15.951	321.551	2.155.853
2007	83,39	299.730	23.168	340.907	2.560.064
2008	84,99	408.844	14.110	352.897	2.977.771
2009	74,8	366.837	40.464	423.088	2.696.798
Mean	79,947	306.352	21.194	342.932	2.470.049

**Tabel A.1:** Toerisme gegevens (bron: CTB, CHATA)

Van deze cijfers wordt aangenomen dat al het verblijftoerisme in hotels of appartementen op het eiland logeren. De conventie die in dit rapport gebruikt zal worden is als volgt.  $K_i$  duidt het aantal kamers aan voor een bepaalde pa-

parameter (bijv. verkocht of beschikbaar) terwijl  $N_i$  het aantal nachten aanduidt voor een bepaalde parameter. Een kalenderjaar in dit rapport bedraagt 365 dagen.

Het totale aantal kamers ( $K_{\text{totaal}}$ ) voor april 2010 bedroeg 5097<sup>10</sup>. CHATA bepaalt de bezettingsgraad ( $B$ ) van de hotels die geaffilieerd zijn aan deze organisatie met behulp van

$$B = \frac{N_{\text{verkocht}}}{N_{\text{beschikbaar}}} \quad (\text{A.1})$$

met  $N_{\text{verkocht}}$  het aantal verkochte nachten en  $N_{\text{beschikbaar}}$  het aantal beschikbare nachten. Dit houdt in dat het totale aantal, dat gemiddeld per jaar bezet zijn overeen komt met

$$K_{\text{bezet}} = K_{\text{totaal}} * B_{\text{gem}}, \quad (\text{A.2})$$

welke resulteert in **4,074 (= 5097 x 79.94%)** beschikbare kamers per jaar, corresponderende met ( $N_{\text{bezet}}$ ) **1,487,171 (= 4,074 x 365)** nachten per jaar. De bezettingsgraad van de hotelkamers kan dan berekend worden met behulp van

$$B_{\text{kamers}} = \frac{N_{\text{verblijf}}}{N_{\text{bezet}}} \quad (\text{A.3})$$

$$\frac{2.470.049}{= 1,487,171} \quad (\text{A.4})$$

$$= 1.66 \quad (\text{A.5})$$

De floating population (FTP) in een potentiële inundatiezone ( $i$ ) gerelateerd aan de toeristen wordt uiteindelijk bepaald door te kijken naar het aantal beschikbare kamers in deze inundatiezone en de bezettingsgraad van de hotelkamers, i.e.

$$FTP(i) = B_{\text{kamers}} K_{\text{totaal}}(i) \quad (\text{A.6})$$

$$FTP(i) = 1.66 K_{\text{totaal}}(i) \quad (\text{A.7})$$

## Uitzonderingen

De zones Hato, Punda en Otrobanda vormen een uitzondering, aangezien men in deze zones ook rekening moet houden met mensen die enkel voor een dag op het eiland zijn.

<sup>10</sup> Dit zijn dus inclusief 350 kamers van Hyatt die in april opgeleverd werden maar pas in juni officieel in gebruik werden genomen. Ook de kleine hotels en appartementen zijn hierbij meegenomen.

Voor de zone Hato was dit het aantal dagbezoekers die via de luchthaven binnenkomen, terwijl voor Punda en Otrobanda ook de cruisetoeristen meegerekend dienen te worden. Hierdoor geldt vergelijking A.7 niet voor deze zones en moet deze vervangen worden door een vergelijking waar ook met bovenstaande rekening wordt gehouden. De FPT voor zone **Hato**, volgt uit

$$FTP = 1.66K_{total} + \frac{M_{dagtoeristen}}{365} \quad (A.8)$$

met  $M_{dagtoeristen}$  het gemiddelde aantal dagtoeristen per jaar berekend oever een periode van 5 jaar en die voor **Punda** en **Otrobanda**<sup>11</sup> uit

$$FTP = 1.66K_{total} + \frac{M_{cruisetoeristen}}{2 * 365} \quad (A.9)$$

met  $M_{cruisetoeristen}$  het gemiddelde cruisetoeristen per jaar berekend oever een periode van 5 jaar.

---

<sup>11</sup> Hierbij wordt ervan uitgegaan dat de toeristen die per cruise schip naar het eiland komen, zich in de stad (Willemstad) bevinden en zich evenredig over de twee delen van de stad verspreiden. Deze aanname is niet geheel juist aangezien de toeristen zich ook in andere delen van het eiland kunnen bevinden. Echter een specifiekere verdeling van deze toeristen zal het resultaat niet sterk beïnvloeden en is daardoor achterwege gelaten in deze beschouwing.



## Bijlage B: Tsunami impact

In onderstaand tabel wordt de Tsunami-impact omschreven, voor de verschillende zones. De commissie heeft gekozen om kwantitatieve data in intervallen aan te geven, aangezien concrete getallen een perceptie van nauwkeurigheid kunnen creëren, die niet overeenkomt met de werkelijkheid. Voor de bestemmingsgebieden worden de volgende afkortingen gebruikt:

- **CG:** Conserveringsgebied
- **LWG:** Landelijk woongebied
- **SWG:** Stedelijk woongebied
- **TG:** Toeristisch gebied
- **OL:** Open land
- **Vv:** Vliegveld
- **PG:** Park gebied
- **AG:** Agrarisch gebied
- **IG:** Industrie gebied
- **B:** Binnenstad

	<i>Zone 1: Westpunt</i>	<i>Zone 2: Lagun</i>	<i>Zone 3: Christoffel</i>	<i>Zone 5 Tera Pretu</i>	<i>Zone 7: Soto</i>
<b>Menselijke en maatschappelijke schade</b>					
Aantal huishoudens	10-19	40-49	-	10-19	30-39
Gemeenschap in gevaarzone	50-59	130-139	-	40-49	110-119
Aantal mensen zonder auto tot hun beschikking	10-19	10-19	-	0-9	20-29
Aantal mensen zonder TV	0-9	0-9	-	0-9	10-19
Laag opgeleid	10-19	40-49	-	0-9	30-39
Gemiddeld inkomen boven/onder gemiddeld	Onder	Onder	-	Onder	Onder
Aantal kwetsbare personen	10-19	30-39	-	10-19	20-29
FPT	250-259	140-149	-	0-9	0-9
<b>Materiële en economische schade</b>					
Economische activiteiten	-Voornamelijk een vissersdorp; schade aan vissersbootjes, middelen om te voorzien in levensonderhoud -Toerisme: 194 hotelkamers	-Visserij -Toerisme: 106 hotelkamers	-Toerisme/ recreatie: natuurpark	-Toerisme/ recreatie	-
Bestemmingsplan	Grootste deel CG, LWG,SWG	TG, CG, SWG	CG	CG, LWG	TG, LWG, CG,OL
Kritische infrastructuur	Hotelgebouwen (3.8% van K <sub>totaal</sub> )	Hotelgebouwen (2.1% van K <sub>totaal</sub> )	-	-	-
<b>Schade milieu</b>					
	Nationaal Park Shete Boka	4 stranden, o.a. Grote Knip	Christoffelpark	4 stranden, o.a. Boca Sta.Cruz; 7 duiklocaties (koraalriffen); salinas	5 duiklocaties; 2 stranden; Sta Marta salina's

**Tabel B.1:** Tsunami impact



	<i>Zone 8: Pannekoek</i>	<i>Zone 9: Wacawa</i>	<i>Zone 17: Hato</i>	<i>Zone 19: Rancho</i>	<i>Zone 20: Rondeklip</i>
<b>Menselijke en maatschappelijke schade</b>					
Aantal huishoudens	10-19	0-9	-	10-19	0-9
Gemeenschap in gevaarzone	30-39	0-9	-	30-39	10-19
Aantal mensen zonder auto tot hun beschikking	0-9	0-9	-	0-9	0-9
Aantal mensen zonder TV	0-9	0-9	-	0-9	0-9
Laag opgeleid	10-19	0-9	-	0-9	0-9
Gemiddeld inkomen boven/ onder gemiddeld	Onder	Onder	-	Boven	Onder
Aantal kwetsbare personen	10-19	0-9	-	0-9	0-9
FPT	10-19	0-9	130-139	0-9	0-9
<b>Materiële en economische schade</b>					
Economische activiteiten	-Recreatie/ toerisme: 9 hotelkamers	-	-Toerisme:vliegveld en 45 hotelkamers - Import en export - Opwekking energie	-	- Opwekking energie -Industrieterrein
Bestemmingsplan	CG, OL, LWG	CG, OL	CG, OL, Vv	CG	PG, CG, OL, LWG, SWG, AG
Kritische infrastructuur	Vakantieverblijf (0.2% van $K_{\text{totaal}}$ )	Historisch gebouw: Landhuis Patrick	Windmolenpark, Vliegveld, Hotelgebouw(en) (0.9% van $K_{\text{totaal}}$ )	-	Windmolenpark Industriepark
<b>Schade milieu</b>					
	7 stranden o.a. Cas Abou; 5 duiklocaties; salina's San Juan baai	1 duiklocatie	2 duiklocaties	2 duiklocaties	3 duiklocaties; Playa Kanoa (surflocatie)



	<i>Zone 61: Koraal Portier</i>	<i>Zone 65: Oostpunt</i>	<i>Zone 11: St. Willibrordus</i>	<i>Zone 13: Meiberg</i>	<i>Zone 15: St. Michiel</i>
<b>Menselijke en maatschappelijke schade</b>					
Aantal huishoudens	-	0-9	20-29	-	130-139
Gemeenschap in gevaarzone	-	10-19	60-69	-	420-429
Aantal mensen zonder auto tot hun beschikking	-	0-9	0-9	-	0-9
Aantal mensen zonder TV	-	0-9	0-9	-	10-19
Laag opgeleid	-	0-9	10-19	-	90-99
Gemiddeld inkomen boven/ onder gemiddeld	-	Onder	Onder	-	Boven
Aantal kwetsbare personen	-	0-9	10-19	-	80-89
FPT	-	0-9	130-139	-	180-189
<b>Materiële en economische schade</b>					
Economische activiteiten	-	-Recreatie: Ostrich farm	-Recreatie/ toerisme: 105 hotelkamer	-Import ruwe olie	-Toerisme/ recreatie: golfbaan, 138 hotelkamers
Bestemmingsplan	CG, OL, LWG, SWG, AG	CG, AG, OL	CG, SWG	CG, IG	CG, IG, SWG, TG
Kritisch infrastructuur	-	Historische gebouwen: Landhuis Choloma, Landhuis Koraal Tabak; Vuurtoren	Ruines, hotelgebouwen (2.1% van K <sub>totaal</sub> )	Curacao Oil Terminal, Vuurtoren	Historische gebouwen: Oud Fort, Landhuis Groot St. Michiel, Landhuis Klein St. Michiel, Landhuis Blauw; Hotelgebouwen (2.7% van K <sub>totaal</sub> )
<b>Schade milieu</b>					
	-	Ostrich farm; 8 duiklocatie; oostpunt natuurgebied saliña's	5 stranden; 9 duiklocaties; saliña's Daaibooi; saliña's St. Marie, Flamingo rustplaats	-	Natuurpark Malpais; saliña's St. Michiel. 9 duiklocaties; 3 stranden





	<i>Zone 64: Spaanse water</i>	<i>Zone 59: Koraal Specht</i>	<i>Zone 56: Saliña</i>	<i>Zone 60: Steenrijk</i>	<i>Zone 55: Berg Altena</i>
<b>Menselijke en maatschappelijke schade</b>					
Aantal huishoudens	460-469	100-109	200-209	20-29	10-19
Gemeenschap in gevaarzone	1330-1339	380-389	540-549	60-69	40-49
Aantal mensen zonder auto tot hun beschikking	0-9	130-139	0-9	10-19	10-19
Aantal mensen zonder TV	30-39	0-9	10-19	0-9	0-9
Laag opgeleid	180-189	120-129	100-109	10-19	10-19
Gemiddeld inkomen boven/ onder gemiddeld	Boven	Onder	Boven	Onder	Onder
Aantal kwetsbare personen	240-249	90-99	130-139	20-29	10-19
FPT	1030-1039	760-769	10-19	40-49	0-9
<b>Materiële en economische schade</b>					
Economische activiteiten	-Toerisme/ recreatie: 781 hotelkamers - Olieopslag en -transport	Toerisme/ recreatie: 575 hotelkamers	- Toerisme: 8 hotelkamers - Kantoren: 7% van totaal Fin. diensten	-Toerisme: 30 kamer appartementen	-
Bestemmingsplan	TG, SWG, CG, PG	TG, SWG	SWG, IG	SWG	SWG, IG
Kritische infrastructuur	Hotelgebouwen: 15.3% van $K_{\text{totaal}}$ ; Historisch gebouwen: Landhuis Sta. Barbara, Fort Bekenburg, Nieuwpoort installatie zandwinning, ruines; Olieotanks; Vuurtoren	Hotelgebouwen: 11.3 % van $K_{\text{totaal}}$	Historische geb.: Landhuis Cobolobo; Hotelgebouwen: 0.2% van $K_{\text{totaal}}$ ; (verschillende banken)	Vakantie appartementen: 0.6% van $K_{\text{totaal}}$ ; (veel scholen)	-
<b>Schade milieu</b>					
	Mangrovebos; 6 stranden o.a. Fuikbaai, Jan Thielbaai en; Caracasbaai 14 duiklocaties en koraalriffen	4 duiklocatie o.a. onderwaterpark, 4 stranden o.a. Lions Dive, Sea Aquarium	-	-	-



	<i>Zone 54: Parera</i>	<i>Zone 53: Scharloo</i>	<i>Zone 52: Punda</i>	<i>Zone 16: Piscaderabaai</i>	<i>Zone 49: Mundu Nobo</i>
<b>Menselijke en maatschappelijke schade</b>					
Aantal huishoudens	10-19	10-19	40-49	60-69	10-19
Gemeenschap in gevaarzone	40-49	20-29	90-99	180-189	40-49
Aantal mensen zonder auto tot hun beschikking	0-9	0-9	60-69	40-49	0-9
Aantal mensen zonder TV	0-9	0-9	20-29	10-19	0-9
Laag opgeleid	10-19	0-9	30-39	50-59	10-19
Gemiddeld inkomen boven/ onder gemiddeld	Onder	Onder	Onder	Onder	Onder
Aantal kwetsbare personen	10-19	0-9	20-29	40-49	10-19
FPT	0-9	0-9	1050-1059	0-9	1260-1269
<b>Materiële en economische schade</b>					
Economische activiteiten	-	- Fin. diensten o.a. Centrale bank - recreatie (The Movies)	- Fin. diensten - Kantoren: 25 % - Handel: winkels, barkjes - Toerisme/ recreatie: 439 hotelkamers	Recreatie	- Toerisme/ recreatie: 951 hotelkamers, Koredor - Opwekking energie - Prod. drinkwater - Visserij: hutjes - Handel: WTC
Bestemmingsplan	IG, CG	B	B	TG, CG, PG	SWG, TG, CG
Kritische infrastructuur	Marine Basis Selikor hoofdgebouw Jachthaven Werf de Wilde	Monumenten o.a. Nationaal Archief; Overheidsdiensten: DOW, DWI, Bestuurscollege; div. banken; Wilhelminabrug	Monumenten o.a. Fort Amsterdam, UNESCO Werelderfgoed lijst, Kath. Pietermaai; div. banken, kantoren (25%); Emmabrug; Hotelgebouwen: 8.6% van K <sub>totaal</sub> ; Rechtsorde: Stadhuis, de Tempel	Historische gebouwen: Landhuis klein Piscadera	Aqualectra Prod. Mundu Nobo; Hotelgebouwen: 18.7% van K <sub>totaal</sub> ; Historisch gebied: Tula monument; Handel: WTC
<b>Schade milieu</b>					
	-	-	1 duiklocatie	Mangrovebossen; 1 duiklocatie; 1 strand; marine onderzoek Carmabi	Mangrovebossen; 1 duiklocatie



	<i>Zone 51: Otrobanda</i>	<i>Zone 50: Domi</i>	<i>Zone 48: Habaai</i>	<i>Zone 47: Wishi</i>	<i>Zone 35: Assiento</i>
<b>Menselijke en maatschappelijke schade</b>			(google earth voor aantal huishoudens)	( Marchena uit google earth, rest HH uit kaart 1963)	
Aantal huishoudens	80-89	-	50-59	250-259	-
Gemeenschap in gevaarzone	200-209	-	140-149	710-719	-
Aantal mensen zonder auto tot hun beschikking	120-129	-	10-19	310-319	-
Aantal mensen zonder TV	10-19	-	0-9	20-29	-
Laag opgeleid	70-79	-	30-39	210-219	-
Gemiddeld inkomen boven/ onder gemiddeld	Onder	-	Onder	Onder	-
Aantal kwetsbare personen	60-69	-	50-59	190-199	-
FPT	1120-1129	-	0-9	0-9	-
<b>Materiële en economische schade</b>					
Economische activiteiten	- Handel: winkels - Kantoren: 5% - Toerisme/ recreatie: 492 hotelkamers	-	-	-	- Industrie: olie raffinaderij - Opwekking energie (C.UC) - Opslag brandstof
Bestemmingsplan	B, SWG, IG	IG	CG, SWG	SWG	IG
Kritische infrastructuur	Ziekenhuis; Hotelgebouwen: 9.7% van K <sub>totaal</sub> ; Historische gebouwen: Riffort; SVB-gebouw; Werven: Mathij werf, West werf, Nieuwe werf, Motet werf, Oranje werf, Prins Hendrikwerf; Historische gebouwen: Willemstad UNESCO Werelderfgoed; Megapier	-	Huize Habaai (ouderenzorg); Hist. gebouwen: Landhuis Habaai; (veel scholen)	Historische gebouwen: Beth Heim Begraafplaats	Raffinaderij Isla; C.UC
<b>Schade milieu</b>					
	Mangrovebossen; 2 duiklocaties Bati Pana baai	Valentijnsbaai, Manzaliñabaai,	-	-	-

	Zone 36: Groot Kwartier	Zone 37: Mahaai	Zone 44: Nieuwe Haven	Zone 43: Zeelandia	Zone 31: Suffisant
<b>Menselijke en maatschappelijke schade</b>					
Aantal huishoudens	430-439	170-179	-	150-159	80-89
Gemeenschap in gevaarzone	1280-1289	470-479	-	330-339	240-249
Aantal mensen zonder auto tot hun beschikking	0-9	0-9	-	0-9	20-29
Aantal mensen zonder TV	40-49	0-9	-	0-9	10-19
Laag opgeleid	310-319	60-69	-	50-59	70-79
Gemiddeld inkomen boven/ onder gemiddeld	Boven	Boven	-	Boven	Onder
Aantal kwetsbare personen	500-509	110-119	-	150-159	70-79
FPT	20-29	0-9	-	90-99	0-9
<b>Materiële en economische schade</b>					
Economische activiteiten	- Handel: 7% kantoren - Recreatie/ toerisme: Golf & Squash club; 20 hotelkamers	- Winkelcentra en kantoren 11%	- Reparatie schepen: CDM - Distributie drinkwater en elektra - Energie opwekking - Handel: import en export, Free Zone	- Recreatie/ toerisme: 74 hotelkamers - Handel; 8% kantoren	-
Bestemmingsplan	SWG	SWG, AG, PG	IG	IG, SWG	SWG
<b>Kritische infrastructuur</b>	Postkantoor; Golf & Squash club; Hist. gebouwen: Landhuis Groot Kwartier; Capriles Kliniek; Hotelgebouwen: 0.3% van $K_{\text{totaal}}$	Hist. gebouwen: Landhuis Bloemhof, Zuikertuintje, Seritu	Curaçaose Dok Maatschappij; Asfaltmeer Free Zone; Containerhaven; Diesel Centrale Dokweg; Aqualectra Disrib. gebouwen Nieuwe Haven en Maduro Plaza	Hist. geb.: Landhuis Gaitu, Davelaar, Pos Kabai, Zeelandia (op hoogte $h > 10$ m); Hotelgebouwen: 1.5% van $K_{\text{totaal}}$ (veel winkels etc.)	Politiebureau
<b>Schade milieu</b>					
	Bodemverontreiniging door asfaltmeer	Park Florida	Bodemverontreiniging door asfaltmeer	-	-



