

Kort advies ten aanzien van het optreden van effecten bij de aanleg en exploitatie van de uitbreiding van Karel's Pier, Bonaire.

Erik H.W.G. Meesters

Rapport number C103/12



IMARES Wageningen UR

Institute for Marine Resources and Ecosystem Studies

Opdrachtgever

Ministerie van EL&I
H. Haanstra
Postbus 20401
2500 EK Den Haag

Rijkswaterstaat Noordzee
P.-J. Steenberg
Postbus 5807
2280 HV Rijswijk

Publicatiedatum

22 oktober, 2012

IMARES is:

- een onafhankelijk, objectief en gezaghebbend instituut dat kennis levert die noodzakelijk is voor integrale duurzame bescherming, exploitatie en ruimtelijk gebruik van de zee en kustzones;
- een belangrijke, proactieve speler in nationale en internationale mariene onderzoeksnetwerken (zoals ICES en EFARO).

P.O. Box 68
1970 AB IJmuiden
Phone: +31 (0)317 48 09 00
Fax: +31 (0)317 48 73 26
E-Mail: imares@wur.nl
www.imares.wur.nl

P.O. Box 77
4400 AB Yerseke
Phone: +31 (0)317 48 09 00
Fax: +31 (0)317 48 73 59
E-Mail: imares@wur.nl
www.imares.wur.nl

P.O. Box 57
1780 AB Den Helder
Phone: +31 (0)317 48 09 00
Fax: +31 (0)223 63 06 87
E-Mail: imares@wur.nl
www.imares.wur.nl

P.O. Box 167
1790 AD Den Burg Texel
Phone: +31 (0)317 48 09 00
Fax: +31 (0)317 48 73 62
E-Mail: imares@wur.nl
www.imares.wur.nl

© 2012 IMARES Wageningen UR

IMARES is onderdeel van Stichting
DLO
KvK nr. 09098104,
IMARES BTW nr. NL 8113.83.696.B16

De Directie van IMARES is niet aansprakelijk voor gevolgschade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van IMARES; opdrachtgever vrijwaart IMARES van aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden zonder schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
2	Vraagstelling	5
3	Conclusies	7
4	Toelichting en discussie	9
4.1	Potentiële effecten	9
4.1.1	Effecten op waterkwaliteit	10
4.1.2	Afval in zee	10
4.1.3	Effecten op waterbeweging	10
4.1.4	Duikactiviteiten	10
4.1.5	Licht- en geluidsvervuiling	11
4.1.6	Kunstmatig strandaanleg	11
4.2	Cumulatieve effecten	11
4.3	Tipping points/alternative stable states	12
4.4	Externe werking	13
4.5	Monitoringprogramma	13
4.5.1	Korte termijn	14
4.5.2	Lange termijn	14
4.6	Compensatie en mitigatie	14
5	Referenties	17
	Verantwoording	17

1 Inleiding

Door het Ministerie van Infrastructuur en Milieu en het ministerie van Economie, Landbouw en Innovatie is IMARES verzocht om een ‘second opinion’ ten aanzien van de mogelijke effecten van de aanleg van één specifieke pier op Bonaire, verder Karel’s Pier genoemd, zoals die beschreven zijn in het rapport van CARMABI aan de overheid van Bonaire (Vermeij 2012). Ook werden ter verduidelijking nog enkele aanvullende vragen aan IMARES gesteld. Op basis van expertkennis is hier op korte termijn invulling aan gegeven waarbij het rapport van CARMABI de basis vormde. Er is geen nader onderzoek gedaan of uitgebreid in de literatuur gezocht naar nieuwe feiten.

2 Vraagstelling

Bij de vergunningverlening van de Noordelijke Karel’s Pier acht men het optreden van ongewenste effecten op het rif niet uitgesloten (Vermeij 2012).

Het Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie en het Ministerie van Infrastructuur en Milieu willen graag een verduidelijking ten aanzien van de effecten en stellen meer specifiek de volgende vragen:

- Wat zijn mogelijke cumulatieve effecten van Karels pier (dit mede in het licht van de al aanwezige degradatie, de cruisepier in directe nabijheid en de influx van nutriënten aldaar)?
- Wat is het risico dat door het initiatief (aantoonbaar) het zgn. tipping point wordt bereikt waarbij er onomkeerbare schade plaatsvindt?
- Wat is mogelijk externe werking op het (westelijk) koraalrif. Dit m.n. in het licht van het IUCN veerkracht rapport dat voor Kralendijk (als enige) de gradatie ‘low resilience’ aangeeft?
- Hoe kan het beste een monitoringsprogramma opgezet worden?
- Welke mogelijkheden zijn er voor compensatie/ mitigatie?

3 Conclusies

Ten aanzien van de cumulatieve van effecten van Karels pier (p. 11):

De ernstigste effecten voor het koraalrif als gevolg van de constructie en gebruik van Karel's Pier die kunnen ontstaan zijn effecten als gevolg van nutriënten en op de tweede plaats door sediment. De effecten als gevolg van nutriënten kunnen bestaan uit een toename in algenbedekking en hebben de potentie om zich over een groot gebied te verspreiden. Algen verdringen koralen omdat ze competitief sterker zijn. Onder gezonde omstandigheden worden algen 'in toom gehouden' via begrazing door vissen en zee-egels.

Ten aanzien van 'tipping points' en onomkeerbare schade (p. 12):

In het bijzonder als gevolg van nutriëntenverrijking is ook aangetoond dat omslagpunten kunnen optreden waardoor systemen kunnen omslaan in een andere stabiele situatie ('tipping points' respectievelijk 'alternative stable states'). Voor koraalriffen is bijvoorbeeld bewezen dat het bij het ontbreken van voldoende begrazing van algen door vissen en zeeëgels en een overvloed aan nutriënten een door koralen gedomineerd rif kan omslaan in een rif dat door algen gedomineerd wordt (review door Done 1992). Vooral het feit dat algen beter en sneller reageren op verhoogde nutriëntenconcentraties en nieuw beschikbaar substraat sneller kunnen koloniseren, leidde vaak tot een omslag van een door koraal naar een algen gedomineerd rif. Onomkeerbare veranderingen zijn ook vaak opgetreden als er nog een extra stressfactor plotseling opdook, zoals een ernstige orkaan of een andere verstoring waardoor ineens een belangrijke functionele groep van het rif verdween. Ook dit is niet ondenkbaar gezien de verwachting dat stormen als gevolg van klimaatverandering meer zullen optreden.

7

Ten aanzien van externe werking (p. 13):

De gevolgen van vervuiling van het water kunnen zich ook gemakkelijk verspreiden over een groter gebied. Dit in tegenstelling tot bijvoorbeeld constructiemateriaal dat tijdens een storm over het rif verspreid wordt, maar wat toch vaak over een beperkter gebied zal gebeuren dan nutriënten. Drijvend materiaal zoals plastics en touw kan zich wel over een groter gebied verspreiden en zorgen voor effecten aan flora en fauna.

Ten aanzien van het opstellen van een monitoringsprogramma (p. 13):

Sedimentgehalte van het water, korrelgrootte van het sediment vlak bij de pier, en nutriënten zouden moeten worden gemonitord bij de pier en op verschillende plaatsen stroomopwaarts en afwaarts van de pier.

Ten aanzien van compensatie/mitigatie (p. 14):

Mitigatie voor de korte en lange termijn van de uitbreiding van Karel's Pier zou zich vooral moeten concentreren op het voorkomen van extra nutriënten in zee. De mogelijke toename in sedimentatie voor de korte termijn zou ook zoveel mogelijk beperkt moeten worden door het gebruik van schermen tijdens de bouw. Waar mitigatie mogelijk is, zou deze moeten worden toegepast.

Waar dit alles in feite voor pleit is een lange-termijn visie waar men met het eiland naar toe wil. Duurzaam (eco)toerisme met hoge kwaliteit aan natuur of liever massa-toerisme met waarschijnlijk een achteruitgang in die kwaliteit. Kunstmatige stranden passen bijvoorbeeld slecht bij de eerste keuze. Aangezien het eiland's bestuur vaker gesteld heeft dat men staat voor een duurzame economische groei, lijkt het ontwikkelen van een Strategische MER,

inclusief de Territoriale Zone, een aan te bevelen activiteit. Via een dergelijke MER kan een zonering opgesteld worden voor de langere termijn en kunnen kwetsbare en minder kwetsbare gebieden aangewezen worden zodat een duurzame ontwikkeling van Bonaire gegarandeerd wordt.

4 Toelichting en discussie

Inschattingen in het Carmabi rapport ten aanzien van de mogelijke effecten zijn vooral gebaseerd op ‘expert judgement’. Er wordt weinig tot niets gezegd over de exacte waarschijnlijkheid dat er cumulatieve effecten zullen optreden, noch over significantie, noch worden uitspraken gesteund door feiten of wetenschappelijke publicaties. Dit is echter geen nalatigheid van de opsteller van het rapport, maar veel meer het gevolg van het ontbreken van voldoende basisgegevens en het gebrek aan wetenschappelijk onderzoek naar accumulatie van effecten. Een gebrek aan methoden en onderliggende data ten behoeve van cumulatiestudies geldt trouwens ook voor Nederlandse wateren binnen Europa.

Hieronder worden de belangrijkste potentiële effecten kort besproken en in perspectief geplaatst.

4.1 Potentiële effecten

Lokale factoren bepalen de exacte consequenties van de aanleg van deze pier. Dit wordt ook door Vermeij (2012) aangegeven (p4). De meeste gevolgen bevatten geen exacte waarschijnlijkheid en het is dus zelfs mogelijk dat ze helemaal niet zullen optreden. De huidige druk op het koraalrif van Bonaire wordt gesteld als te hoog voor het koraalrif om te blijven bestaan (p. 5 rechts). Deze stellingname kan echter worden betwist. Er zijn ook tekenen van herstel: *Acropora cervicornis* (hertshoornkoraal), in de vorige eeuw door een ziekte zo goed als verdwenen, komt op veel plaatsen weer terug en veel delen van het rif van Bonaire zijn in uitstekende staat. De genoemde publicaties staan niet in de referentielijst, maar zijn mij wel bekend. Ze zijn niet wetenschappelijk geëvalueerd en daarom zijn de conclusies op zijn minst aanvechtbaar. De statistische onderbouwing van de conclusies in deze rapporten is zwak (expert opinion). De conclusie dat de riffen van Bonaire in snel tempo verslechteren is daarom nog lang niet bewezen. De invasie van de koraalduivel zou mogelijk grote gevolgen kunnen hebben, maar ook dat is nog niet bewezen. Van Duyl van het NIOZ die bijna jaarlijks al sinds 1978 de riffen van Bonaire bezoekt en onder anderen de onderwateratlas van Bonaire en Curaçao gemaakt heeft, vindt juist dat het rif van Bonaire op veel plaatsen vooruit gaat sinds de massale sterfte midden jaren tachtig. In figuur 1 op pagina 5 van Vermeij (2012) wordt gesuggereerd dat de achteruitgang van het rif tussen 1982 en 2009 door de mens is veroorzaakt. Dit klopt niet. Ten tijde van de opnames van Van Duyl was de bedekking van het ondiepe rif vaak tot 30% hoger door de aanwezigheid van het hertshoornkoraal (*Acropora cervicornis*). Dit koraal is door een Caribbeaan-wijde ziekte (waarvan alleen vermoed wordt dat het door de mens is veroorzaakt) compleet verdwenen tussen 1982-1985. Van Duyl vertelt desgevraagd dat het koraal tijdens haar opnames wel al tekenen van de ziekte vertoonde, maar dat haar kaarten nog de situatie voor het uitbreken weergeven. De achteruitgang van de koraalbedekking in het ondiepe rif op pagina 5 van Vermeij (2012) wordt dan ook bijna totaal veroorzaakt door deze sterfte en niet door lokale invloeden.

Niettemin kan niet ontkend worden dat de te bouwen pier geen negatieve effecten kan hebben. Om betere schattingen te krijgen voor de waarschijnlijkheid dat bepaalde effecten door de activiteiten van Karel's pier zullen optreden of toenemen is breder onderzoek nodig. Toch kunnen een aantal algemene opmerkingen gemaakt worden ten aanzien van de waarschijnlijkheid op negatieve effecten en mogelijke accumulatie van effecten met ernstige gevolgen. Ook kan een prioritering gegeven worden met betrekking tot waar mitigatie op gericht zou moeten zijn. Hieronder worden de meest relevante effecten uit het rapport van Vermeij (2012) nader besproken.

4.1.1 Effecten op waterkwaliteit

De invloed van de activiteiten op Karel's pier moeten worden afgezet tegen alle andere activiteiten die in de kustzone plaats vinden. In hoeverre de geplande activiteiten relatief grote doses bacteriën, virussen en nutriënten het water in brengen zou hier moeten worden afgewogen. Om effecten te voorkomen, zou elke vorm van input van verf, spoelwater, afvalwater of etensresten in het kustwater moeten worden vermeden. De aanbevelingen die in het rapport gedaan worden, zouden moeten worden opgevolgd: elke vorm van vloeibaar afval moet verdwijnen in riool van Bonaire en niet in zee. De septic tank lijkt niet te voldoen zeker bij de verwachte groei van het aantal bezoekers van de pier. Hierbij dient ook te worden opgemerkt dat stroomopwaarts op minder dan 500m kinderen vaak zwemles krijgen en een vermindering van de waterkwaliteit gezien de gevoeligheid van kleine kinderen absoluut niet gewenst is.

4.1.2 Afval in zee

Stormen die pieren zwaar beschadigen zijn in het verleden voorgekomen en zullen zeker (en met grotere waarschijnlijkheid) ook in de toekomst optreden. Het constructiemateriaal van de pier en alles wat erop gebouwd is zal bij een zware storm voor een groot deel in zee terecht komen en mogelijk over grote afstanden verspreid worden. Opruimen hiervan zal een tijdrovende, kostbare en misschien onmogelijke taak zijn. De gevolgen onder water afgezien van de visuele vervuiling zijn waarschijnlijk niet groot vergeleken met wat een dergelijke storm aanricht. Gewenst is een dergelijke visuele vervuiling allerm minst en ook voor bezoekende duikers vormt het allerm minst een aantrekkelijke onderwateromgeving.

Ander afval dat tijdens het gebruik van de pier in zee zal belanden, heeft hoogst waarschijnlijk plaatselijk vooral visuele vervuiling tot gevolg, hoewel plastics en touwen weg kunnen drijven en voor vervuiling en verwonding van flora en fauna ver weg van de bron kunnen zorgen.

10

4.1.3 Effecten op waterbeweging

De effecten van veel grotere pieren dan Karel's Pier extensie zijn beschreven als minimaal ('negligible' p 10). De hier genoemde publicaties zijn ook geen wetenschappelijk gereviewde rapporten. Toch wordt door Carmabi geconcludeerd dat er effecten zullen zijn. Als toelichting: Statistisch gezien is er nooit 'geen effect', maar is het slechts een kwestie van nauwkeurig genoeg meten om een effect aan te tonen. De wezenlijke vraag is dan ook of de te verwachten effecten dusdanig zullen zijn dat zij een merkbaar effect zullen hebben dat als negatief beoordeeld zal worden. Die vraag lijkt met betrekking tot effecten als gevolg van veranderingen in waterbeweging negatief te zijn, voornamelijk omdat bij studies aan veel grotere pieren geen effecten wezenlijke effecten lijken te zijn gevonden. De effecten van een opeenvolging aan pieren langs de kust zou echter in samenhang bekeken moeten worden aangezien zij in combinatie wel degelijk een remmende werking op waterbeweging kunnen hebben. Dit is mede afhankelijk van de omvang, en type constructie.

4.1.4 Duikactiviteiten

Duikactiviteiten ter plekke zullen waarschijnlijk beperkt blijven omdat het rif bij Karel's Pier niet erg aantrekkelijk is. Daarom zullen effecten van duiken zelf eerder verder weg optreden als door het beschikbaar komen van de pier meer gedoken zal worden. In hoeverre de pier zal zorgen voor een toename van het aantal duiken of slechts zal leiden tot een herverdeling van de plaatsen waar duikers aan boord stappen is in dit stadium niet te zeggen. De duikactiviteiten zullen zich vooral manifesteren in bootbewegingen van de pier naar dislocaties verder weg gelegen. Een duikzaak zal ook leiden tot meer spoel- en afvalwater. Bij het spoelen wordt vaak was- of ontsmettingsmiddel gebruikt, wat weer zal kunnen leiden tot

een toename aan ongewenste stoffen in het water (b.v. fosfaten). Dus ook de duikzaak zal op het riool aangesloten moeten zijn.

4.1.5 Licht- en geluidsvervuiling

De effecten van licht en geluid zijn hoogst waarschijnlijk vooral lokaal. Bovendien is er in het betreffende gebied thans ook al een tamelijk grote mate van extra licht en geluid. Dat de pier tot meer licht en geluid zal leiden is zeker waar, maar dat dit tot meer ongewenste en waarneembare effecten zal leiden, lijkt klein.

4.1.6 Kunstmatig strandaanleg

Kunstmatige stranden leiden tot extra transport van sediment met de stroom mee als er geen dam omheen wordt gebouwd om het zand op zijn plaats te houden. Dammen beïnvloeden de stroming langs de kust en de verversing van het water. Door de verminderde stroomsnelheden treedt achter dammen vaak verhoogde sedimentatie op. Korallen kunnen zeer slecht tegen een toename van sediment in het water. Dammen kunnen in potentie grote gebieden negatief beïnvloeden. De aanleg van een strand zonder dam moet afgeraden worden en de aanleg van een dam moet met de grootst mogelijke voorzichtigheid bestudeerd worden alvorens een vergunning wordt afgegeven.

4.2 Cumulatieve effecten

De beschreven effecten zullen indien ze gezamenlijk tegelijkertijd optreden waarschijnlijk een groter effect hebben op de mariene omgeving hebben dan elk effect afzonderlijk. Met betrekking tot het gezamenlijk optreden van verschillende effecten is het mogelijk dat effecten elkaar opheffen of versterken. Het versterken kan additief of multiplicatief zijn, dat wil zeggen optelbaar of vermenigvuldigbaar. Het effect van A en B tegelijkertijd kan zijn $A + B$ of $A*B$, het laatste heeft duidelijk ernstigere consequenties. In die zin kan men spreken over 3 scenario's. Ten eerste, het 'best case' scenario, de effecten treden niet tegelijk op en er is geen sprake van versterking van het totaal effect. Een tussenliggend scenario waarin effecten optreden en er nog geen sprake is van multiplicatieve effecten en als laatste een 'worst case' scenario waarin effecten optreden en hun gezamenlijke effect groter is dan de som van de onderlinge effecten. In onderstaande tabel wordt een inschatting van de kans op dergelijke effecten gegeven en wordt getracht de verschillende effecten enigszins in relatie tot elkaar te evalueren.

Tabel 1. Inschatting van kans op effecten onder verschillende scenario's. Best case, alle effecten vallen mee of zijn afwezig. Intermediate case, effecten zullen optreden, maar zijn in de meeste gevallen niet meer dan additief. Worst case scenario, effecten treden op en kunnen samen groter zijn dan de individuele optelsom (multiplicatief). -, effect treedt niet op; -+, effect treedt waarschijnlijk in geringe mate op; +, effect treedt op, combinatie van effecten waarschijnlijk additief; ++, effect treedt in significante (versterkte of multiplicatieve mate) op.

Fase	Effect	Best case		Intermediate case		Worst case	
		Dichtbij	Veraf	Dichtbij	Veraf	Dichtbij	Veraf
Constructie	Afval in zee gedurende de bouwfase	-	-	+	-	+	+
Exploitatie	Effecten op waterkwaliteit door coatings	-+	-	-+	-	+	-
Exploitatie	Stormschade	+	-+	+	+	++	++
Exploitatie	Afvalwatervervuiling en ander afval door activiteiten	++	+	++	+	++	++
Exploitatie	Duikactiviteiten		-+	-+	+	+	+
Exploitatie	Effecten van bootverkeer	-+	-	+	-+	+	+
Exploitatie	Afval vanaf de pier ¹	-	-	+	-	+	++
Constructie en exploitatie	Lichtvervuiling	-	-	-+	-	+	-
Constructie en exploitatie	Geluidsvervuiling	-	-	-+	-	+	-
Constructie en exploitatie	Kunstmatig strand	+	-+	+	+	++	++

4.3 Tipping points/alternative stable states

Het koraalrif rond Kralendijk wordt aangemerkt als een rif met lage veerkracht in het rapport van IUCN (2011). Een evaluatie van dat rapport is in deze korte scan niet mogelijk. Wel staat in het rapport dat de veerkrachtbepaling vooral in het teken staat van klimaatverandering. Het is daarom maar de vraag in hoeverre deze vorm van veerkracht ook betrekking heeft op veerkracht ten aanzien van de effecten die als gevolg van de pier zullen optreden. Verder zijn de veerkrachtindicatoren vooral indicatoren die een gezond koraalrif beschrijven. In het algemeen herstelt een veerkrachtig rif waarschijnlijk wel sneller van schade dan een minder veerkrachtig rif. Het feit dat op veel plaatsen voor Kralendijk ondiep amper nog van een rif gesproken kan worden, maar eerder over een zandvlakte, betekent dat de indicatoren niet erg toepasselijk zijn in deze omgeving. De zandvlakte kan als zandvlakte zeer veerkrachtig en robuust tegen verandering zijn! Dit geldt mogelijk ook voor de situatie rondom Karel's pier. Ter illustratie onderstaand figuur.

¹ Deels opgenomen onder 'Afvalwatervervuiling en ander afval door activiteiten'

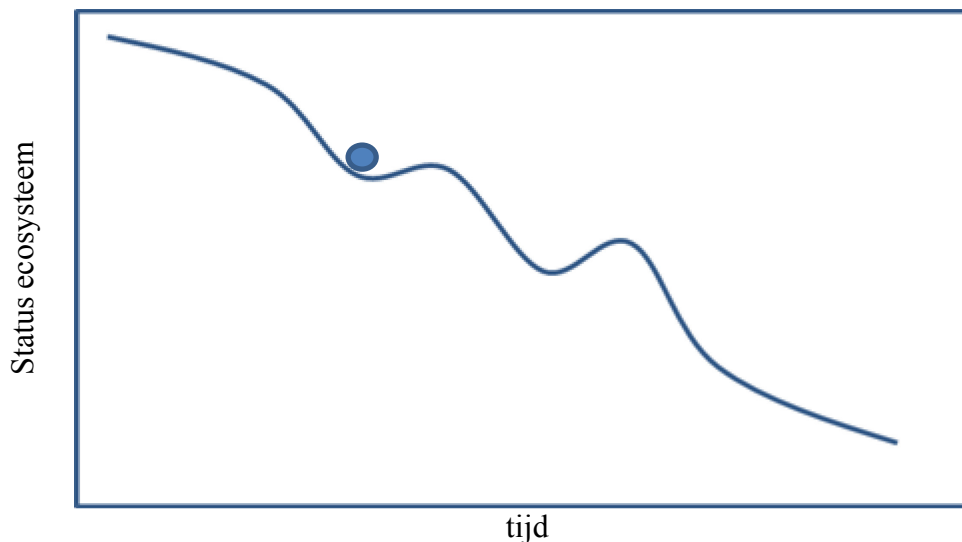


Figure 1. Dynamiek van een ecosysteem (de kleine bal) onder invloed van externe druk met twee alternatieve stabiele situaties.

Elk dal stelt een relatief stabiele fase van het ecosysteem voor. In het hoogste dal is sprake van een gezond koraalrif (de cirkel stelt het koraalrif voor). Als het rif verstoord wordt, schuift het iets omhoog links of rechts van het dal de helling op, maar het zakt binnen een bepaalde hersteltijd weer terug in het dal. Dat is dus de veerkracht van het ecosysteem bij verstoring. Bij een ernstige verstoring kan het systeem in een ander dal (een alternatieve stabiele toestand) terecht komen. Bij deze toestand hoort ook een (andere) veerkracht, die groter of kleiner kan zijn. Een koraalrif dat door zand of algen gedomineerd wordt is dan bijvoorbeeld het tweede dal. Dit dal is hier steiler getekend om aan te geven dat de veerkracht van een dergelijk systeem groter is. Om een koraalrif van een lage veerkracht (resilience) naar een hoge te brengen, moet het dal dieper worden en niet het koraalrif over de lijn omhoog schuiven! Dit betekent de gezondheid, of de parameters die de gezondheid van een rif beïnvloeden, zoveel mogelijk optimaliseren.

4.4 Externe werking

In feite wordt slechts 1 locatie gezien als zijnde van lage veerkracht en deze ligt stroomopwaarts van Karel's Pier. Het rif ten westen (Klein Bonaire) en ten Noorden van Karel's Pier hebben een medium tot hoge veerkracht. De effecten van Karel's Pier zullen met hoge waarschijnlijkheid vooral lokaal zijn in de onmiddellijke nabijheid van de pier. Het rif bij Karel's Pier bevindt zich vooral dieper en heeft waarschijnlijk een veerkracht die tussen laag/medium en hoog in zit. Toename van sedimentatie in de directe nabijheid van de pier kan op de lange termijn zorgen voor een stroom van sediment richting het diepere rif ter plekke, en de veerkracht hiervan aantasten. De kans op effecten op het rif verder stroomafwaarts (noordelijk) is waarschijnlijk zeer klein omdat de pier een open structuur zal hebben. Als de aanbevolen mitigatiemaatregelen genomen worden, zullen de effecten waarschijnlijk ook beperkt blijven.

4.5 Monitoringprogramma

Ten aanzien van monitoring worden optimaal drie fases in acht genomen:

De eerste fase, een zogenaamde T0 (uitgangssituatie), met monitoring voorafgaand aan de constructiefase, een tweede fase, T1, tijdens constructiefase, en een derde fase tijdens de exploitatie (waarbij zowel korte en lange termijn effecten aan de orde kunnen zijn). De impactlocatie moet zo mogelijk vergeleken worden met meerdere controle locaties. In feite is

de eerste fase (deels) al voorbij en kan niet meer bepaald worden wat de condities waren voorafgaand aan de bouw. Dit betekent dat niet meer vastgesteld kan worden of de condities na de bouw hetzelfde zijn als voor de bouw. Zover bekend is de exploitatiefase nog niet begonnen. Men kan nu alleen nog vaststellen of de condities slechter (of beter) zijn dan op vergelijkbare locaties en of de impactlocatie in de loop van de tijd gaat verschillen van controle locaties.

4.5.1 Korte termijn

Gedurende de bouw zou vooral de sedimentlading van het water in de gaten moeten worden gehouden. Het gebruik van sedimentatieschermen kan ervoor zorgen dat eventueel sediment niet verspreid wordt over het rif. Sedimentatie kan wel gemeten worden, maar resultaten van sedimentvallen zijn niet erg betrouwbaar en arbeidsintensief. Vooraf aan de bouw, gedurende en erna zou met een turbiditeitsmeter het sedimentgehalte van het water bepaald kunnen worden in een hoog-frequent meetprogramma op verschillende plaatsen voor, bij en na de pier. Door middel van korrelgroottemetingen kan men ook vaststellen of het sediment om en onder de pier op de wat langere termijn van samenstelling verandert. Indien de waterbeweging afneemt, zal fijner sediment bezinken. Samenstelling en de verandering van het sedimenttype schept duidelijkheid over de afstand waarover effecten optreden. Indien er verhoging van het sedimentgehalte wordt gemeten is het noodzakelijk schadelijke effecten te voorkomen door de bouw (tijdelijk) te stoppen en ook het koraalrif voor de pier te monitoren. Het is aan te bevelen om dit voorafgaand aan de bouw fase op de pier al te doen zodat ten aanzien van deze fase voor het koraalrif wel een T0 wordt vastgesteld.

4.5.2 Lange termijn

Op de langere termijn, tijdens de exploitatie fase, is het vooral van belang dat vaste en vooral vloeibaar afval niet in zee komt. Toevoeging van nutriënten en andere chemische stoffen moet voorkomen worden. Opname van de plek in een nutriëntenmonitoringprogramma wordt daarom aanbevolen. Omdat het slechts om één locatie gaat, zouden de kosten hiervan voor de exploitant beperkt zijn.

Daarnaast moet ook regelmatig onderwater onderzocht worden of er sprake is van effecten door vervuiling (zowel effecten van chemische vervuiling als visuele vervuiling). Hard materiaal kan via een maandelijks opruimactie opgeruimd worden. Daarnaast is het aan te bevelen om ook het koraalrif en de visgemeenschap ter plekke te volgen voor ongewenste effecten. Dit moet wel vergeleken kunnen worden met andere vergelijkbare plekken zonder pier om uit te sluiten dat waargenomen effecten door iets anders veroorzaakt zijn.

4.6 Compensatie en mitigatie

Bespreken van compensatiemaatregelen is eigenlijk pas mogelijk als de exacte negatieve gevolgen bekend zijn. Dit is echter niet het geval. Lokale factoren zullen de exacte consequenties bepalen. Dit wordt ook door Vermeij (2012) aangegeven (p4). Mitigatie, het verminderen van de mogelijke effecten, is voor sommige situaties mogelijk (zie onderstaande tabel).

Tabel 2. Mogelijke mitigatiemaatregelen

Verstoringsbron	Mitigatie
Afval in zee gedurende de bouwfase.	Gebruik van schermen om verspreiding van afval en sediment tegen te gaan. Verandering van zuurgraad is waarschijnlijk niet meetbaar indien geen grote hoeveelheden cement in het milieu belanden.
Sedimentatie tijdens constructie	Schermen toepassen om sedimentpluim te voorkomen.
Effecten op waterkwaliteit door coatings die aangroei moeten voorkomen.	Materiaal gebruiken waarvan bekend is dat zij geen of een minimale toxische uitstoot hebben, bv silicone. Mogelijk biologisch afbreekbare coatings.
Stormschade	Beperken door stevigere palen te gebruiken en de bouw aan te passen zodat de pier inclusief opbouw bestand zal zijn tegen zware golven. Om voorbereid te zijn op zwaardere stormen zouden palen met een grotere diameter gebruikt moeten worden. Verwoesting van de pier als gevolg van stormen is niet ondenkbaar. Mogelijk kan de eigenaar verplicht worden om in het geval van zware beschadiging van de pier waardoor deze onbruikbaar is geworden, de resten (ook indien zij over een groter gebied verspreid zijn) op te ruimen.
Watervervuiling door horeca	Alle vormen van vloeibaar afval afkomstig van de pier moeten niet in zee terecht kunnen komen. Aansluiting op het riool lijkt de beste optie gezien de risico's. Handhaving aansluiting.
Afval door horeca/afval op pier	Gebruik materialen aanpassen (b.v. biologisch afbreekbaar en geen plastics). Horeca spullen (tafels etc) bij stormverwachting op tijd verwijderen van pier. Afvalcontainers afsluiten en altijd zoveel mogelijk legen. Het gebruiken van schermen, wekelijkse opruimacties door duikers geïnitieerd door uitbater. Handhaving.
Effecten van bootverkeer	Een beperking en controle op vaarsnelheden kan geluidsoverlast en risico's beperken.
Licht	Licht en straalrichting van licht beperken, of type licht aanpassen
Geluid	Internationaal onderzoek naar de effecten van geluid volgen en t.z.t. eventueel vergunning aanpassen.
Kunstmatig strand	Eerst afwachten of de aanleg van de pier niet tot hogere sedimentatie zal leiden en er misschien op 'natuurlijke' wijze een strand zal ontstaan. Schermen/dam aanbrengen om erosie van eventueel strand te beperken. Werken in periode met weinig golven.

5 Referenties

Done TJ (1992) Phase shifts in coral reef communities and their ecological significance. *Hydrob* 247:121-132

IUCN (2011). Coral Reef Resilience Assessment of the Bonaire National Marine Park, Netherlands Antilles. Gland, Switzerland: IUCN. 51pp.

Vermeij M.J.A. (2012) Environmental impact assessment of the construction of a pier and its future usages near Karel's Bar, Bonaire. p.28.

Verantwoording

Rapport C103/12

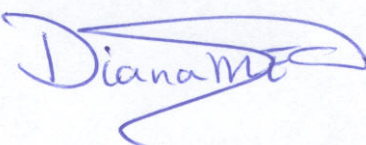
Projectnummer: 4308201085

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het betreffende afdelingshoofd van IMARES.

17

Akkoord: Dr. D.M.E. Slijkerman
Onderzoeker

Handtekening:



Datum: 19 oktober 2012

Akkoord: Drs. J. Asjes
Afdelingshoofd

Handtekening:



Datum: 22 oktober 2012