

University of Groningen

The use of economic analysis for water quality improvement investments

Rodriguez, Diego Juan

IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

Document Version

Publisher's PDF, also known as Version of record

Publication date:

2009

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

Citation for published version (APA):

Rodriguez, D. J. (2009). *The use of economic analysis for water quality improvement investments*. s.n.

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

Samenvatting

Het gebruik van economische analyses voor investeringen ter verbetering van de waterkwaliteit

Inleiding

Het aantal mensen dat geen toegang heeft tot veilig en betaalbaar drinkwater wordt geschat op één miljard en het aantal mensen dat onder slechte hygiënische omstandigheden leeft op 2,4 miljard. Elk jaar sterven ongeveer 4 miljoen mensen als gevolg van wateroverdraagbare ziektes (met name cholera, hepatitis, dengue, malaria en andere parasitaire ziektes) en daaronder bevinden zich 2 miljoen kinderen die aan de gevolgen van diarree sterven. Wateroverdraagbare ziektes kosten de samenleving veel geld in de vorm van productiviteitsverlies door ziekteverzuim en uitgaven voor de gezondheidszorg. De allerarmsten in ontwikkelingslanden worden het meest getroffen (DFID 2001).

De slechte kwaliteit van het oppervlaktewater (AWQ: Ambient Water Quality) vormt zowel in ontwikkelde landen als in de meeste ontwikkelingslanden een groot probleem. Op dit moment komt naar schatting 85-90% van het afvalwater in ontwikkelingslanden rechtstreeks terecht in het oppervlaktewater, wat ernstige gevolgen heeft voor de volksgezondheid en het milieu (Khatri en Vairavamoorthy 2007, Botkin en Keller 2007). Het verbeteren van de kwaliteit van het oppervlaktewater, waarover dit proefschrift gaat, is een belangrijk thema geworden. Door economische en bevolkingsgroei zijn waterbronnen onder druk komen te staan en zijn water en de ecosystemen die van water afhankelijk zijn, steeds schaarser en kostbaarder geworden. Het omkeren van de trend waarbij de kwaliteit van water in rivieren en riviermondingen in de buurt van grootstedelijke gebieden steeds verder achteruitgaat, kost enorm veel geld.

Een slechte waterkwaliteit heeft ook nadelige gevolgen voor andere sectoren van de economie, zoals de landbouw, de industrie en de energiesector. Het gebruik van slecht water voor irrigatie heeft gevolgen voor de volksgezondheid. Standaarden op het gebied van waterkwaliteit verbieden het gebruik van afvalwater voor bepaalde gewassen, dus een verslechtering van de waterkwaliteit kan economische gevolgen hebben in de vorm van verlies van inkomsten uit de landbouw. De industrie gebruikt water als grondstof in productieprocessen. Water van slechte kwaliteit kan industriële systemen en apparatuur aantasten. Zoals we in dit onderzoek zullen zien, kan slecht water ook nadelige

gevolgen hebben voor de opwekking van waterkracht. Wanneer de opgeloste zuurstof in de stuwmeren is opgebraakt (anoxische omstandigheden), wordt waterstofsulfide geproduceerd. Waterstofsulfide tast het koelsysteem van waterkrachtcentrales aan, waardoor de apparatuur veel minder lang meegaat. Anoxische omstandigheden bevorderen ook de groei van groene alg en de waterhyacint, een waterplant die zich zeer snel verspreidt. De turbines kunnen door de algen en waterhyacinten niet goed meer functioneren, waardoor er geen waterkracht meer wordt opgewekt.

Probleemdefinitie en onderzoeksvragen

Laten we beginnen met vast te stellen dat in de meeste ontwikkelde landen beleidsmakers te maken hebben met zeer strakke begrotingen en voor het verdelen van de beschikbare middelen moeilijke keuzes moeten maken tussen een groot aantal uiteenlopende milieu- en sociale kwesties. Als je voor één of twee dure, slecht gekozen projecten kiest, komen andere, sociaal meer wenselijke projecten misschien niet in aanmerking. Als die discussie over duurzaamheid serieus genomen wordt, is het trekken van een harde lijn dus bijna een noodzaak.

De complexiteit van projecten ter verbetering van de kwaliteit van het oppervlaktewater maken de situatie er niet gemakkelijker op. Initiatieven ter verbetering van de waterkwaliteit kenmerken zich door hun geografische bereik of door hun vermogen om rendement te genereren. Water van slechte kwaliteit of onvoldoende zuivering van afvalwater veroorzaakt duidelijke schade in de technische, economische zin van financieel nadeel voor de gemeenschap, als gevolg van problemen op het gebied van de volksgezondheid stroomafwaarts of langs de kust, hogere kosten stroomafwaarts voor de zuivering van drinkwater, beperkingen met betrekking tot het gebruik van water voor irrigatiedoeleinden, verlies van commerciële viskwekerijen en, in bepaalde omstandigheden, ontmoediging van het toerisme. De dringende problemen op het gebied van armoede en gezondheid in ontwikkelingslanden verdringen de esthetische problemen (stank) die optreden als gevolg van het lage zuurstofgehalte in het water en de steeds groter wordende schade aan het ecosysteem, vooral daar waar drassige kustgebieden of koraalriffen mogelijk zijn aangetast. Een breed scala aan niet-marktgebonden baten voor deze projecten moet te gelde worden gemaakt, maar dat is niet eenvoudig.

Probleemdefinitie: Het hoofddoel van dit proefschrift is het uitvoeren van een economische analyse met betrekking tot een groot waterinfrastructuurproject ter verbetering van de kwaliteit van het oppervlaktewater, het doen van aanbevelingen met betrekking tot de vraag of de investering

wel of niet gedaan moet worden, het trekken van lessen uit deze toepassing en het aantonen van het nut van dit soort analyses bij andere grote infrastructurale investeringen.

Onderzoeksdoel 1: *Het illustreren van de toepassing van een kosten-batenanalyse in investeringen ter verbetering van de kwaliteit van water*

Wat betreft investeringen ter verbetering van de waterkwaliteit geven analisten aan dat toekomstige investeringen zoveel mogelijk geanalyseerd moeten worden binnen de context van het stroomgebied en dat in de analyses rekening gehouden moet worden met andere besluiten op het gebied van investeringen ten behoeve van het waterbeheer, zoals het reserveren van water voor stedelijk, industrieel en agrarisch gebruik, het aanleggen van reservoirs en het beheren van het stroomgebied (en dus ook van de grond en het gebruik van pesticiden en onkruidverdelgers).

Het vertalen van het bovenstaande naar specifieke termen voor het probleem met betrekking tot de investeringen op het gebied van de afvalwaterzuivering, door het algemene doel om zo veel mogelijk opbrengsten te genereren te combineren met een integrale, voor het hele stroomgebied geldende, aanpak van het waterbeheer, vormt een ambitieuze probleemdefinitie. In het ideale geval zouden de locatie, de schaal, het bewerkingsrendement en de timing van de investeringen in afvalwaterprojecten zo gekozen moeten worden dat ze, samen met verplichte (of vrijwillige) particuliere initiatieven om industriële vervuiling tegen te gaan, de huidige waarde (PV: Present Value) van de nettobaten als gevolg van de verbetering van de kwaliteit van het oppervlaktewater maximaliseren. Maar de belangrijkste belemmering voor het behalen van een optimale waterkwaliteit in een heel stroomgebied wordt bepaald door de economie. De belangrijkste onderzoeksvragen die we hier behandelen zijn:

1.1. Wat zijn de belangrijkste belemmeringen bij het realiseren van een optimale waterkwaliteit in een heel stroomgebied?

1.2. Is een kosten-batenanalyse een geschikte manier om investeringen ter verbetering van de waterkwaliteit te analyseren?

Het ideaal van een kosten-batenanalyse waarmee afzonderlijke projecten kunnen worden ontworpen die de nettobaten voor het hele stroomgebied maximaliseren, is momenteel niet realistisch, maar er kan wel gezocht worden naar economische efficiëntie op het niveau van het stroomgebied.

Onderzoeksdoel 2: *De verschillende bestaande technieken voor het meten van de economische baten van investeringen ter verbetering van de waterkwaliteit uiteenzetten*

De mogelijkheid om de waterkwaliteit economisch te benaderen, wordt beperkt doordat het moeilijk is om baten te meten wanneer wordt geprobeerd de door waterkwaliteitsmodellen voorspelde uitkomsten te vertalen in realistische, beschrijvende, voor iedereen begrijpelijke eindkenmerken, zoals ‘voor zwemmen geschikt’ of ‘voor bevissing geschikt’ water (Cropper 2000).

- 2.1. *Welke bestaande technieken voor het schatten van niet-marktgebonden baten kunnen worden gebruikt om de economische waarde van waterkwaliteitsverbeteringen te meten?*
- 2.2. *Wat zijn de belangrijkste problemen met betrekking tot de schatting van de baten van verbeteringen van de kwaliteit van het oppervlaktewater onder de traditionele aanpak?*
- 2.3. *Welke alternatieve aanpak wordt aangeraden?*

Onderzoeksdoel 3: *Aantonen hoe succesvol kan worden omgegaan met onzekerheid ten aanzien van de timing en omvang van investeringskosten en -baten door middel van een Monte Carlo-risicoanalyse.*

Puntschattingen van de bereidheid om te betalen voor een beter milieu zijn per definitie onzeker, of ze nu zijn verkregen door middel van CVM (Contingent Valuation Method) of door middel van een andere methode. Geen enkele methode voor het schatten van economische baten levert een eenduidig en onafhankelijk resultaat op en het resultaat verschilt vaak ook per methode. Hoewel de mate van statistische onzekerheid (de variatie van de gemiddelde batenschatting) wel objectief kan worden vastgesteld, is dat bij methodeafhankelijke onzekerheid veel moeilijker, waardoor analisten wel gedwongen zijn om een subjectief oordeel te geven om tot een redelijke of gewenste schatting van de baten te komen. Bovendien zijn ook investeringskosten, bedrijfskosten en de timing van de invloed van het project onzeker.

- 3.1. *Welke invloed heeft het gebruik van alternatieve batenmetingen op de uitkomst van het project?*
- 3.2. *Hoe kan onzekerheid, met name ten aanzien van de baten, door middel van Monte-Carlo-simulatie in een economische kosten-batenanalyse worden ingebouwd?*
- 3.3. *Zou het project een andere uitkomst hebben als in de analyse geen rekening wordt gehouden met onzekerheid?*

Deze onderzoeksvragen zullen in de verschillende hoofdstukken van dit proefschrift worden beantwoord aan de hand van gegevens die verzameld zijn ten behoeve van de beoordeling van een grote investering ter verbetering van de waterkwaliteit in Brazilië, in de Rio Tietê in het zuiden van de staat São Paulo.

Conclusies en aanbevelingen

Dit proefschrift gaat over de toepassing van economie bij complexe waterinfrastructuurprojecten. Het is geen theoretisch werk maar een poging om analisten inzicht te geven in hoe wij, als projecteconomen, de bestaande theorie in de praktijk toepassen en welke beperkingen we daarbij tegenkomen. Laten we onszelf niet voor de gek houden: economische analyse is een onzekere onderneming en een goede inschatting door de analist is daarbij uiteindelijk onmisbaar. Zelfs als we toegang zouden hebben tot de meest complete verzamelingen gegevens en de theoretische economie volledig zouden doorgronden, dan nog zouden we niet zonder onze inschatting en ervaring kunnen. In ontwikkelingslanden hebben we te maken met ernstige technische beperkingen en het ontbreken van nauwkeurige gegevens. Analisten hebben te maken met meer onzekerheid en zijn dus veel meer aangewezen op hun intuïtie en creativiteit. De volgende aanbevelingen zijn dus bedoeld voor projecteconomen die complexe investeringen in de waterinfrastructuur in ontwikkelingslanden moeten beoordelen..

Laten we met een simpele vraag beginnen: hoe waardevol is een economische beoordeling? Het antwoord op die vraag is een fortuin waard. Aan het begin van het project is geen kosten-batenanalyse voor het volledige project gemaakt. Was dat wel gebeurd, dan was het project misschien nooit gestart en had de lener de maatschappij mogelijk voor zeer grote schade behoed. Ook al is er grote onzekerheid ten aanzien van de baten, dan nog blijken de kosten achteraf gezien veel te hoog om het economisch interessant te maken: de huidige NPV-waarde is onweerlegbaar negatief onder welke omstandigheden dan ook.

De mogelijkheid dat er een grote uitbraak van een wateroverdraagbare ziekte plaatsvindt als er niets zou worden gedaan om de vervuiling tegen te gaan, is niet meegenomen in de oorspronkelijke analyse en is ook niet expliciet aanwezig in de berekening van de huidige waarde voor de batenanalyse voor fase II en III, aangenomen dat de baten van fase I nul waren. Hoe groot het risico is dat zoiets gebeurt, is niet bekend en ook is niet bekend in hoeverre gezondheidsfactoren een rol hebben gespeeld in de antwoorden van de respondenten. Uiteindelijk kan de beslissing om het project toch te starten ook zijn beïnvloed door niet-economische redenen om te proberen de vervuiling in dit grote verstedelijkte gebied tegen te gaan. Het project werd goedgekeurd ten tijde van de Conferentie van de Verenigde Naties over Milieu en Ontwikkeling in 1992 in Rio de Janeiro, Brazilië, die zoveel media-aandacht heeft gekregen. Deze conferentie creëerde hoge verwachtingen en stimuleerde landen te streven naar duurzame ontwikkeling volgens de uitgangspunten van *Agenda 21*.

Op welke manieren het project ook onder druk stond, er werd gebruik gemaakt van een kosten-batenanalyse om de eerste investeringsfase te rechtvaardigen, op basis van de niet-bewezen aanname dat het hele project economisch haalbaar was. Deze beslissing stelde de lener voor contractuele verplichtingen met betrekking tot de ingebruikname van de voorzieningen van de eerste fase, de terugbetaling van de lening voor de eerste fase en de voortzetting van het milieu-programma. Paradoxaal genoeg is het beste wat je kunt doen wanneer het hele project niet afgeblazen kan worden: doorgaan en het afmaken. *De eerste aanbeveling is dat wanneer er miljoenen euro's gemoeid zijn bij investeringen in projecten ter beheersing van de watervervuiling, kosten-batenanalyses wel degelijk de moeite waard zijn, ook al is het moeilijk de baten van verbetering van de kwaliteit van water te specificeren.* In een recent onderzoek waarin het effect van overheidsinvesteringen op particuliere investeringen in de infrastructuur wordt geanalyseerd, concluderen Cavallo en Daude (2008) dat “de keuze voor een project de belangrijkste factor is, bijvoorbeeld bij investeringen in de infrastructuur. Het is van groot belang die projecten te kiezen die de meeste invloed hebben. Daarom is het van cruciaal belang dat landen instanties in het leven roepen die in staat zijn om een goede planning te maken, kosten-batenanalyses uit te voeren en voortdurend toezicht te houden en schattingen te maken.” (pagina 27). Verder is het ook van belang om te benadrukken dat alle vormen van investering of beleid gepaard gaan met onzekerheden. Die onzekerheden zijn groter wanneer het gaat om complexe milieuprojecten in ontwikkelingslanden. Het maken van een kosten-batenanalyse is een methode die, mits op de juiste wijze toegepast, beleidsmakers een helder kader biedt waarin alle aannames en onzekerheden in beeld worden gebracht. Het geeft bovendien hiaten in de informatie en gegevens weer.

De tweede vraag die we moeten stellen gaat over welk type kosten-batenanalyse we zouden moeten toepassen (de reikwijdte ervan): moet deze gericht zijn op een optimaal resultaat voor het hele stroomgebied, op het analyseren van een subset, alleen op het project zelf of op verantwoording van het beleid? Jammer genoeg is er niet voldoende basis om iets te zeggen over de respectieve voor- en nadelen van de analyse van een afzonderlijk project of van een subset ten opzichte van een optimaal resultaat voor het gehele stroomgebied. Dat wil zeggen: de kosten van het verzamelen van meer gegevens, het maken van schattingen en het maken van modellen ten opzichte van het nettorendement als gevolg van de manier waarop de waterkwaliteit uiteindelijk wordt beheerd. Een dergelijk basis zou moeten worden geleverd door onderzoek waarin de gevolgen van een bredere en minder brede aanpak voor de kosten en baten tegen elkaar worden afgezet en waarin de kosten van de verschillende methodes in de gaten gehouden worden. Als instanties niet bereid zijn dergelijke onderzoeken te bekostigen, zal de onenigheid tussen hen die streven naar een optimaal resultaat

op niveau van het stroomgebied en hen die vinden dat de opbrengsten te gering zijn om de astronomische kosten en (tientallen) jaren van frustrerend onderzoek te rechtvaardigen, blijven bestaan. *De aanbeveling is een compromis voor de middellange termijn: werk toe naar het verplicht stellen van een vectorgelimiteerde kosten-batenanalyse voor het hele stroomgebied, maar voer een afzonderlijke kosten-batenanalyse uit voor specifieke projecten waarvan is vastgesteld dat zij bijdragen aan de oplossing van dat probleem.* Dit lijkt op wat nu al gebruikelijk is, met het verschil dat het kosteneffectiviteitsmodel betrekking heeft op het hele stroomgebied. Het is belangrijk om in gedachten te houden dat bij grote investeringen de analyse moet beginnen met een zorgvuldig onderzoek naar de beschikbare alternatieven. Deze alternatieven moeten nauwkeurig worden beoordeeld. Een dergelijke analyse kan ook worden gebruikt voor het bepalen van prioriteiten wat betreft de investeringen. Zodra deze investeringen zijn vastgesteld, kunnen we projecten onderwerpen aan afzonderlijk economische analyses.

In hoofdstuk 4 worden de verschillende schattingsmethodes, hun voor- en nadelen en de moeilijkheden bij het toepassen ervan gepresenteerd. Voor het beoordelen van besluiten op het gebied van beleid en investeringen zijn betrouwbare gegevens nodig op basis waarvan analisten hun kosten-batenanalyses kunnen maken. In veel gevallen, en met name in ontwikkelingslanden, zijn er geen secundaire informatiebronnen beschikbaar, waardoor het gebruik van hypothetische methodes gerechtvaardigd is. Maar wanneer het gaat om investeringen ter verbetering van de waterkwaliteit, moeten de gebruikswaarde en niet-gebruikswaarde worden vastgelegd, aangezien die waarden alleen bepaald kunnen worden door middel van de Contingent Valuation-methode (CV) en de vignettenmethode (Conjoint Analysis, oftewel CA). CA wordt in ontwikkelingslanden steeds vaker gebruikt, maar (nog) niet in de context van projectanalyse. CV is al op uitgebreide schaal toegepast, met name sinds het *NOAA Blue Ribbon Panel Report* (NOAA, 1993) het gebruik van de referendumvorm van CV aanbeveelt. Tot het moment dat CA in ontwikkelingslanden nauwgezet wordt toegepast voor projectanalyse, *wordt daarom aangeraden CVM, en dan met name in referendumvorm, te blijven gebruiken voor investeringen ter verbetering van de waterkwaliteit.* Het gebruik van CV-methodes voor het schatten van baten in projectanalyses is steeds gangbaarder geworden.

Het gebruik van een instrument in referendumvorm heeft een groot nadeel: de referendumgegevens moeten worden onderworpen aan econometrische technieken voor het bepalen van de gemiddelde bereidheid van de onderzochte populatie, en daarmee van de gehele populatie van mogelijke begunstigen Dit is geen sinecure. Uit de resultaten die in dit proefschrift staan beschreven, blijkt hoe zeer de verwachte gemiddelde betalingsbereidheid varieert en wat de effec-

ten van die variatie zijn op de resultaten van de kosten-batenanalyse. Voordat we volledig de weg kwijtraken in alle details van de economische waardebeoordeling van parametrische keuzemodellen, is het nuttig om even stil te staan bij de opties die ons op dit punt ter beschikking staan. Als het hoofddoel is om het gedrag van de respondenten te verklaren, om te controleren of de antwoorden in het VC-onderzoek aansluiten bij de economische theorie of om de betalingsbereidheid van een andere dan de ondervraagde populatie te berekenen, dan moeten eerst de parametrische keuzemodellen worden bepaald. Als alleen de baten gemeten moeten worden voor een kosten-batenanalyse, dan is het beter om niet-parametrische schattingen van de gemiddelde betalingsbereidheid te gebruiken en dat is de reden waarom wij deze methode aanbevelen. *Praktische aanbevelingen:*

- *Voer tijdens de pretestfase een enquête met open vragen uit om een idee te krijgen van de bereiken voor het echte referendumonderzoek en maak ter vergelijking een grove schatting van de betalingsbereidheid op basis van de gegevens die zijn verkregen uit de open vragen.*
- *Ontwerp het referendum zodanig dat het hele bereik wordt gedekt, zodat betrouwbare niet-parametrische gemiddelden en medianen op een betrouwbare manier berekend kunnen worden. Zorg ervoor dat de steekproef representatief is voor de populatie en voorkom oververtegenwoordiging van bepaalde sociaaleconomische groepen of geografische gebieden. Houd de resultaten van de enquête constant in de gaten, of voer de enquête in fases uit, zodat het bereik van de antwoorden kan worden aangepast wanneer blijkt dat niet alles wordt gedekt.*
- *Voer liever een groot aantal gemiddeldemetingen uit, waaronder in ieder geval een niet-parametrische meting en misschien ook de gebonden probitmediaan, dan slechts één of twee van de meest gangbare parametrische metingen.*
- *Onderzoek de invloed van verscheidene metingen van betalingsbereidheid op de uitkomst van de kosten-batenanalyse en let daarbij op eventuele grijze gebieden.*

Nog één aanbeveling tot slot: gemiddelde (en dus ook totale) batenschattingen op basis van gegevens uit een steekproefsgewijs referendum zitten vol statistische onzekerheden. Deze bron van onzekerheden kan worden gemeten aan de hand van de standaardfout van het gemiddelde, die op elke willekeurige manier kan worden berekend. De veel grotere methodologische onzekerheid wat betreft de vraag welke methode het meest geschikt is voor het bepalen van de gemiddelde opbrengst, is echter niet gemakkelijk op te lossen, en beide vormen van onzekerheden met betrekking tot de baten zijn van belang. Naast onzekerheden met betrekking tot de baten gaan milieu-investeringen vaak ook gepaard met onzekerheden ten aanzien van de timing van de investering.

ing in verband met belemmeringen door instanties, uiteenlopende belangen en het gedrag van de natuurlijke omgeving waarin het project plaatsvindt en de meer voor de hand liggende onzekerheden met betrekking tot kosten en economische prijzen. Voor de economische kosten-batenanalyse die in dit proefschrift wordt voorgerekend, wordt een Monte Carlo-simulatie uitgevoerd waarin al die onzekerheden aan de orde komen. Op deze manier kan het effect van de onzekerheden op de verdeling van de huidige nettowaarde van een project worden gekwantificeerd. De Monte Carlo-risicoanalyse biedt een uitgebreidere, meer informatieve manier om ex ante naar een project kijken dan de traditionele (veelal arbitraire) methodes waarbij de invloeden één voor één aan een gevoeligheidsanalyse worden onderworpen. Wij raden aan om kwantitatieve risicoanalyse (QRA) te gebruiken voor grote, complexe projecten op het gebied van de waterinfrastructuur. In kosten-batenanalyses zou het gebruik van QRA eerder regel dan uitzondering moeten zijn.