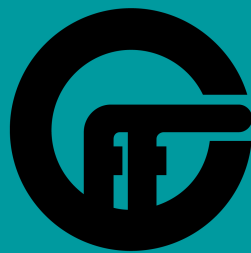


Economische impact

Urban Waterbuffer

Maart 2020



Field Factors

Economische impact Urban Waterbuffer

Deelrapport TKI project Urban Waterbuffer

DATUM: Maart 2020

VERSIE: Definitief

Auteurs en contactpersoon:

Kieran Dartée

Wilrik Kok

Verantwoording

Deze activiteit is mede gefinancierd uit de Toeslag voor Topconsortia voor Kennis en Innovatie (TKI's) van het ministerie van Economische Zaken en Innovatie.



Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze rapportage mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de auteurs.

Samenvatting

De UWB is een unieke stedelijke wateroplossing, die naast de primaire functie in het veilig afvoeren van regenwater ook waarde creëert door het beschikbaar maken van het regenwater voor lokaal hergebruik, het verhogen van de ruimtelijke kwaliteit, o.a. dankzij een natuurlijke zuivering, en het verlagen van de last op het centrale riool(waterzuiverings)stelsel. In tegenstelling tot investeringen in traditionele stedelijke waterinfrastructuur ontstaan met een UWB mogelijkheden om noodzakelijke investeringen in stedelijke waterinfrastructuur terug te verdienen door de levering van water uit een nieuwe lokale bron.

De totale investering voor realisatie van de UWB Spangen was €1.169K. Het merendeel (68%) van deze CAPEX is toe te schrijven aan de realisatie van de kratjesbuffer (€800K) onder het Cruyff Court, waar tijdelijk 1.400m³ water kan worden vastgehouden.

Aan de hand van een levenscyclus kostenanalyse zijn de totale kosten van het UWB systeem over de gehele levensduur van 40 jaar inzichtelijk gemaakt. De OPEX en grootschalige onderhoudskosten zijn gezamenlijk ± €480K op basis van de gemaakte kosten in het eerste jaar van de pilot in Spangen. Teruggerekend naar jaarlijkse kosten komt dit neer op ongeveer €12K. De belangrijkste kostendrijvers hierachter zijn de uitvoerige monitoring van het systeem in het kader van het TKI-onderzoek, de infiltratievergunning en de hoge kosten voor regeneratie van de infiltratiebron na ongeveer 30 jaar.

De innovatieve onderdelen van het systeem (voorzuiivering, infiltratiebronnen en integrale aansturing) dragen maar beperkt bij aan de totale kosten van het UWB systeem. Dankzij deze stappen kan de UWB Spangen jaarlijks gemiddeld 15.000m³ water leveren om het veld van het Sparta stadion mee te irrigeren. De kostprijs per m³ water komt daarmee neer op €3,34 en €1,61, wanneer de kosten voor de retentiebuffer respectievelijk wel en niet worden meegenomen. Naast de levering van het water aan het Sparta stadion, heeft de UWB ook een meerwaarde voor het voorkomen van wateroverlast (€700K), het verbeteren van de ruimtelijke kwaliteit in de wijk (€560K) en het verlagen van de druk op het centrale riool(waterzuiverings)systeem (€45K). Als ook deze baten worden meegenomen, komt de kostprijs per m³ neer op €0,64 en €0,36 (respectievelijk met én zonder kosten/baten gelinkt aan de retentiebuffer).

Op basis van de kosten voor het systeem in Spangen, kan een UWB dus een voordelig alternatief bieden voor de levering van drinkwater (± €0,91/m³ in NL). Hierbij moet wel rekening worden gehouden dat niet alle baten in deze vergelijking te internaliseren zijn, evenals dat er ook nog een groot aantal positieve neveneffecten zijn die enkel kwalitatief beschreven worden en daardoor niet in deze business case verrekend zijn.

Op basis van de directe geldstromen komt de UWB investering bij Spangen (nog) niet in de zwarte cijfers. Het UWB concept biedt echter wel een unieke mogelijkheid om richting een positieve ROI op investeringen in stedelijke waterinfrastructuur te werken, wat ter vergelijking bij investeringen in het vergroten van het centrale rioolstelsel onmogelijk is. Het rapport beschrijft tot slot een aantal mogelijkheden waarmee de business case voor toekomstige UWB's verbeterd kan worden.

Het TKI project geeft een voorbeeld van hoe nieuwe partijen betrokken kunnen worden in een integrale oplossing, waarmee zowel wateroverlast wordt voorkomen, als een hoogwaardige watervoorziening wordt gerealiseerd. Deze publiek-private samenwerking creëert waardevolle nieuwe business cases voor investeringen in publieke infrastructuur.

Inhoudsopgave

1. Introductie	5
1.1. UWB Spangen: Piekbuien vasthouden en regenwater hergebruiken	5
1.2. Leeswijzer – Economische Impact en Levenscyclus kosten	5

2. Kostenoverzicht Urban Waterbuffer Spangen	6
2.1. Kostenoverzicht UWB Spangen	6
2.2. LCC analyse	7
2.2.1. Methodologie	7
2.2.2. CAPEX: investeringskosten	8
2.2.3. OPEX: Regulier beheer en onderhoud	8
2.2.4. Capital maintenance: Groot onregelmatig onderhoud	9
2.2.5. Cost of capital en expenditures on (in)direct support	9
2.3. Discussie LCC	10
3. Baten Urban Waterbuffer Spangen	11
3.1. Baten	11
3.1.1. Voorkomen wateroverlast	11
3.1.2. Beperken overstort riool op oppervlaktewater	11
3.1.3. Levering van irrigatiewater aan Sparta stadion	11
3.1.4. Verzoeten van het eerste watervoerend pakket	12
3.2. Indirecte opbrengsten	12
3.3. Discussie over waarde en neveneffecten	12
4. Business case	14
4.1. Kosten-baten analyse UWB Spangen	14
4.2. Businessmodel UWB Spangen	15
4.3. Discussie businesscase UWB's	16
4.3.1. Leveringszekerheid en drinkwaterprijs	16
4.3.2. Slim ontwerpen met alternatieve buffermaatregelen	16
4.3.3. Dimensionering van de buffer afhankelijk van de gewenste toepassing	16
4.3.4. Differentiatie in kwaliteit influent en effluent water	17
4.3.5. (Publiek-Private) Partnerschappen	17

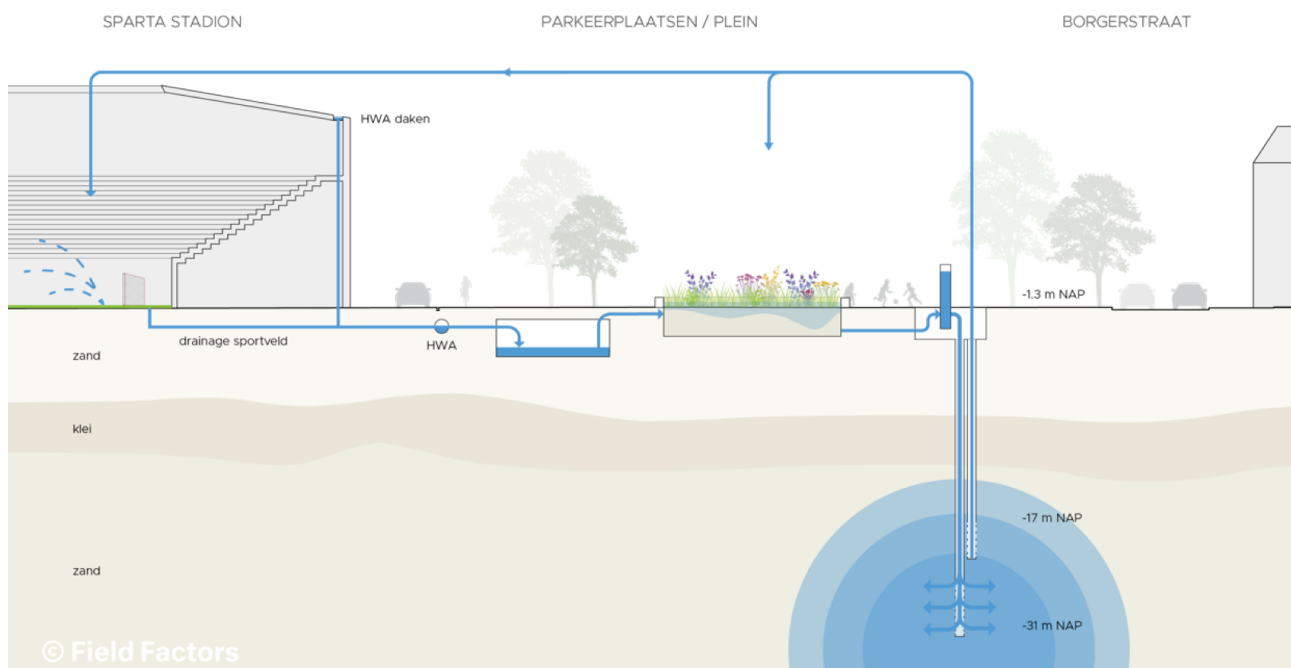
1. Introductie

1.1. UWB Spangen: Piekbuien vasthouden en regenwater hergebruiken

Voor de UWB in Spangen wordt hemelwater, dat op het stadion en het verharde oppervlak in de omgeving valt, opgevangen onder maaiveld. Na zuivering wordt dit geleidelijk verpompt naar en geborgen in het eerste watervoerend pakket (zandlaag op 16-27 m diepte) middels een grondwaterput. Het opgeslagen regenwater kan vervolgens worden teruggewonnen met dezelfde put en nuttig worden toegepast voor het beregenen van het kunstgrasveld van Sparta en voor lokale irrigatie / verkoeling op het plein naast het stadion (Figuur 1).

De UWB in Spangen is opgebouwd uit systeemcomponenten met het de volgende eigenschappen en ruimtebeslag.

- Voor het vasthouden van het regenwater is een retentiebuffer van 1400m³ gebouwd;
- Voor het zuiveren en ontdoen van verontreinigingen is een biofilter van 90m² gebouwd;
- Voor het infiltreren is een grondwaterput met een debiet tussen de 10 - 20 m³ / uur;
- Voor het onttrekken is een grondwaterput met een debiet tussen de 5 - 10 m³ / uur;



Figuur 1. Schematische weergave van het Urban Waterbuffer concept in Spangen.

1.2. Leeswijzer — Economische Impact en Levenscyclus kosten

De economische impact wordt beschreven aan de hand van de daadwerkelijke implementatiekosten van de pilot bij het Sparta stadion die in 2018 is geïmplementeerd, aangevuld met inzichten uit verschillende economische studies. De beschrijving van de economische impact is als volgt opgezet.

- 1) Kostenoverzicht UWB | Daadwerkelijke kosten en LCC analysis (H2)
- 2) Analyse van directe en indirecte baten (H3)
- 3) Business case Sparta en mogelijkheden voor toekomstige business cases (H4)

2. Kostenoverzicht Urban Waterbuffer Spangen

De economische analyse heeft de daadwerkelijk kosten, die gemaakt zijn voor de realisatie van de Urban Waterbuffer Spangen, inzichtelijk gemaakt. In paragraaf 2.1 is dit kort beschreven. Vervolgens is dit kostenoverzicht uitgebreid tot een levenscycluskosten-analyse (LCC). Hierbij wordt ook rekening gehouden met de benodigde investeringen gedurende de volledig levensduur van het UWB systeem, zoals beheer, onderhoud en ondersteunende activiteiten. De LCC analyse voor de Urban Waterbuffer in Spangen wordt toegelicht in paragraaf 2.3. De voornaamste conclusies die zijn getrokken uit deze economische analyses worden besproken in paragraaf 2.4

2.1. Kostenoverzicht UWB Spangen

De UWB Spangen is de eerste volwaardige toepassing van de UWB als concept. Het is waardevol om een helder overzicht te presenteren van de kosten van de pilot in Spangen, waaruit de belangrijkste kostendrijvers duidelijk in beeld zijn gebracht en waar eventuele kostenbesparingen mogelijk zijn.

In de introductie is reeds aangegeven dat de UWB in Spangen bestaat uit vijf stappen. In het kostenoverzicht wordt onderscheid gemaakt tussen de directe kosten die met ieder van deze stappen gemoeid zijn. Daarnaast zijn Design & Engineering uren in aanloop naar de realisatie van het systeem inzichtelijk gemaakt. Rondom de realisatie van de UWB Spangen zijn ook gelijktijdig een aantal andere verbeteringen doorgevoerd in de wijk, zoals de realisatie van een Cruyff Court (kosten ±€45.000). Deze kosten worden in dit overzicht buiten beschouwing gelaten. Ook de kosten voor het opvangen van het regenwater (stap 1), worden buiten beschouwing gelaten aangezien de UWB gebruikt maakt van de bestaande hemelwaterafvoer (HWA) in het gebied.

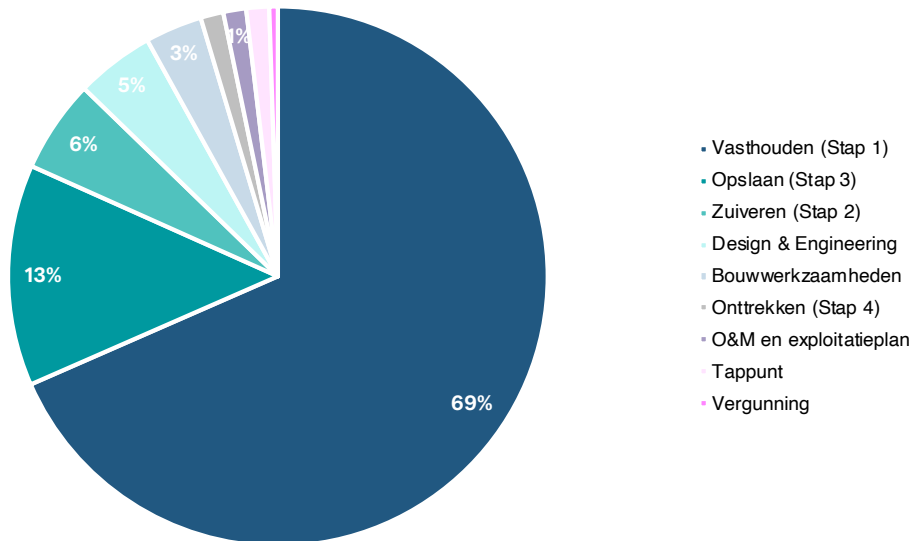
Tabel 1. Overzicht daadwerkelijke kosten UWB Spangen.

Categorie	Kosten	Toelichting
Design & Engineering	€ 55.000	
Stap 1: Vasthouden	€ 800.000	Inkoop & constructie van de kratjesbuffer.
Stap 2: Zuiveren	€ 65.000	Inkoop en installatie van de voorzuivering, inclusief zitelementen.
Stap 3: Opslaan	€ 155.000	Bronnen en watertechnische installaties voor opslag en terugwinning.
Stap 4: Onttrekken	€ 16.000	Watertappunt op het plein.
Bouwwerkzaamheden	€ 48.000	Grondverzet etc.
Overig:	€ 16.000	O&M + Exploitation plan
	€ 6.000	Vergunningen en contracten.
Totaal:	€ 1.161.000	

De retentiebuffer bepaalt bijna 70% van de totale kosten (zie figuur 3). De buffer is gedimensioneerd op het kunnen bieden van voldoende retentiecapaciteit om wateroverlast bij een T-10 bui te kunnen voorkomen voor het afgekoppelde 4ha oppervlak en deze capaciteit na 48 weer volledig beschikbaar te hebben. Hiermee wordt wateroverlast in de wijk ook bij extreme neerslag beperkt.

Figuur 3. Overzicht van de belangrijkste kostenposten UWB Spangen.

Kostenopbouw UWB Spangen



2.2. LCC analyse

De Levenscycluskosten-analyse (LCC) is gebruikt om de kosten van ontwerp, realisatie, in-werking en uit-gebruik van de een systeem in kaart te brengen. Het is belangrijk om bij een vergelijking van verschillende investeringsopties een vergelijking te maken van de totale kosten over de levensduur van de maatregelen. Met name omdat er grote verschillen kunnen bestaan tussen de initiële investering en de beheerkosten. Ook kunnen specifieke maatregelen hoge kosten met zich mee brengen om aan het eind van de levensduur weer te worden afgebroken of wanneer grootschalig onderhoud aan bijvoorbeeld ondergrondse componenten noodzakelijk zijn. Om een volledige inschatting van de gerelateerde levenscyclus kosten te maken, gaat een LCC uit van een aantal activiteiten dat noodzakelijk is om een specifieke functie (*level of service*) te kunnen vervullen.

2.2.1. Methodologie

Bij een LCC worden dan ook de volgende stappen doorlopen:

1. Bepaal de belangrijkste functie(s) (bijv. Watervoorziening, bescherming tegen overstromingen)
2. Bepaal serviceniveau per (hoofd)functie (bijv. 1400m³ vastgehouden water)
3. Bepaal welke activiteiten moeten worden uitgevoerd om het systeem te bouwen en het serviceniveau te handhaven
4. Bepaal kostenelementen per activiteit, incl. benodigd volume (bijv. personeel: #werkuren; materialen: #ton filterzand)
5. Geschatte frequentie en kosten van activiteiten over de levensduur

De kosten worden in een LCC onderverdeeld in zes categorieën: (1) Capital expenditures; (2) Operational maintenance; (3) Capital maintenance; (4) Cost of capital; (5) Expenditures on direct support; (6) Expenditures on indirect support. Hieronder wordt ieder van deze categorieën toegelicht en beschreven hoe wat het resultaat is van de LCC analyse voor de UWB in Rotterdam. In de LCC voor de UWB Spangen zijn de kosten over een levensduur van 40 jaar meegenomen. Het gehanteerde servicelevel bij het UWB project in Spangen is tweeledig:

- Het bieden van voldoende retentiecapaciteit om wateroverlast bij een T-10 bui te kunnen voorkomen voor de afgekoppelde 4ha oppervlak en deze capaciteit na 48 weer volledig beschikbaar hebben.
- Het leveren van minimaal 10.000m³ zoet water aan het Sparta stadion voor irrigatie van het voetbalveld.

2.2.2. CAPEX: investeringskosten

In het overzicht van de daadwerkelijke kosten in paragraaf 2.1 zijn de CAPEX voor de UWB Spangen gepresenteerd. Wat hierbij ontbreekt in de levensduur van de verschillende onderdelen. Voor de LCC is een investeringshorizon van 40 jaar gehanteerd.

Tabel 2. Levensduur van investeringen bij bouw van het systeem.

Categorie	Levensduur	Toelichting
Design & Engineering	n.a.	Levensduur van diensten zijn niet relevant.
Stap 1: Vasthouden	40 jaar	Inkoop & constructie van de kratjesbuffer.
Stap 2: Zuiveren	30 jaar	Mits toplaag tussentijds vervangen.
Stap 3: Opslaan	50 jaar	Mits eenmaal tussentijds geregenereerd.
Stap 4: Onttrekken	50 jaar	Mits eenmaal tussentijds geregenereerd.
Bouwwerkzaamheden	50 jaar	
	n.a.	Levensduur van diensten zijn niet relevant.
Overig:	40 jaar	Dit geldt voor de installaties. Hendels & materialen afhankelijk van gebruik.
	n.a.	Levensduur van diensten zijn niet relevant.

2.2.3. OPEX: Regulier beheer en onderhoud

Naast de initiële investeringen voor de aanleg van de UWB zijn er ook jaarlijkse kosten voor het beheren, monitoren en onderhouden. De kostenposten van een UWB zijn: groenbeheer, onderhoud aan installaties, schoonspoelen van de infiltratiebron, inspectie (ijken van de sensoren), energiekosten en waterkwaliteitsmonsters ter behoud van infiltratievergunning. In tabel 3 is een overzicht gegeven van de (jaarlijkse) operationele kosten van UWB Spangen.

Tabel 3. Jaarlijkse kosten voor monitoring, beheer en onderhoud (OPEX) van het UWB systeem Spangen.

Categorie	Kosten	Eenheid	Frequentie	Kosten (40 jaar)	Toelichting
Stap 1: Vasthouden	€ 1.000	€/jaar	40	€ 40.000	Schoonspoelen van de kratjesbuffer.
Stap 2: Zuiveren	€ 500	€/sampling ronde	160	€ 80.000	Analyses van waterkwaliteit van het instromende regenwater t.b.v. tijdig overstorten.
	€ 900	€/jaar	40	€ 36.000	Groenbeheer.
Stap 3: Opslaan	€ 1.500	€/jaar	40	€ 60.000	Onderhoud installaties
Stap 4: Onttrekken	€ 500	€/sampling ronde	160	€ 80.000	Sampling na onttrekking om veilig hergebruik mogelijk te maken.
	€ 1.100	€/5000kWh	40	€ 44.000	Electra en netwerkvoorziening.
Overig:	€ 250	€/jaar	40	€ 10.000	Zuil
	€ 250	40x	40	€ 10.000	Vergunning
Totaal over 40 jaar:				€ 360.000	

2.2.4. Capital maintenance: Groot onregelmatig onderhoud

Buiten het reguliere beheer, monitoring en onderhoud, is er na verloop van tijd ook grootschalig onderhoud (zie tabel 2) nodig om de beoogde levensduur van het systeem te garanderen. Deze kosten aan het einde van de levensduur zijn lastig te voorspellen, maar dienen wel tijdig begroot te worden. In het geval van de UWB Spangen zijn kostenposten die verwacht worden: vervangen van een aantal zitelementen, vervangen van de toplaag van het biofilter, bijplanten en het regenereren van de infiltratiebron.

In een LCC analyse wordt rekening gehouden met de kosten voor het verwijderen van bepaalde materialen aan het eind van de levensduur, zoals het afvoeren van de bufferkratjes (plastic), distributiegoten/zitelementen (beton), filtermedia (zand) en de putten.

Tabel 4. Kosten voor grootschalig onderhoud aan het systeem over de totale levensduur van 40 jaar.

Categorie	Kosten	Eenheid	Frequentie	Kosten over 40 jaar	Toelichting
Stap 1: Vasthouden	€ 200	€/ton	50	€ 10.000	Verwijderingskosten plastic uit de kratjesbuffer.
Stap 2: Zuiveren	€ 1.000	€/toplaag	5	€ 5.000	Vervanging van toplaag filtermedia.
	€ 15	€/m2	450	€ 6.750	Groenbeheer
Stap 3: Opslaan	€ 55.000	€/bron	1	€ 55.000	Regeneren van de bron.
Stap 4: Onttrekken					
Overig:	€ 540	€/element	10	€ 5.400	Electra
Totaal over 40 jaar:				€ 82.150	

2.2.5. Cost of capital en expenditures on (in)direct support

Wanneer een investering dusdanig hoog is dat externe financiering moet worden opgehaald, kost deze voorfinanciering geld, bijvoorbeeld in de vorm van rente die over de lening betaald dient te worden (cost of capital). Er zijn voor UWB Spangen geen *cost of capital* meegenomen in deze analyse.

De kosten voor directe en indirecte ondersteuning zijn proceskosten in het gehele traject om het functioneren van het systeem te kunnen garanderen. In het geval van uitgaven ter directe ondersteuning, zijn met name kosten rondom communicatie en bewustwording noodzakelijk. Deze kosten zijn gelinkt aan de implementatie van de UWB in Spangen, maar zijn niet direct toe te schrijven aan de primaire functies van het systeem. De feestelijke opening van de UWB Spangen, bewonersparticipatie en de verschillende informatievoorzieningen (bord, stickers etc) zijn belangrijke drivers van deze kosten. Wel heeft dit een positief effect op het waterbewustzijn onder bewoners in de omgeving, wat weer aanvullende voordelen biedt. Dit wordt nader behandeld in hoofdstuk 4. Maar, ook zonder deze activiteiten had het systeem succesvol geïmplementeerd kunnen worden.

Buiten de kosten voor communicatiemateriaal (€2.500 educatie en €3.000 voor borden/posters) zijn ook de kosten in deze categorieën niet verder gespecificeerd binnen deze analyse.

2.3. Discussie LCC

Het kostenoverzicht maakt een aantal zaken inzichtelijk, zoals de hoge kosten voor het kratjessysteem dat in Spangen is aangelegd onder het Cruyff Court. De primaire innovatie van het UWB systeem zit in de integratie van de natuurlijke voorzuivering en de ondergrondse opslag en terugwinning in de compacte urbane context. Deze innovatieve onderdelen van het systeem dragen beperkt bij aan de totale kosten van het UWB systeem.

Tabel 5. Samenvatting van de totale kosten van de UWB over de gehele levensduur van 40 jaar.

Categorie	Kosten over 40 jaar	Toelichting
CAPEX	€ 1.161.000	Grote invloed van kosten van de buffer. Zonder de retentiebuffer, komen de kosten van het UWB systeem uit op €369.000.
OPEX	€ 360.000	Kosten voor monitoren van de waterkwaliteit in het kader van de vergunningseisen, beheer en onderhoud.
Capital maintenance	€ 82.150	Regenereren van de infiltratiebron na ±30 jaar, vervangen toplaag biofilter na ±10 jaar en onregelmatige onderhoudswerkzaamheden.
Cost of capital	-	Niet van toepassing.
Direct & indirect support	€ 5.500	Communicatiemateriaal. Overige kosten voor directe en indirecte ondersteuning zijn buiten beschouwing gelaten.
	€ 1.608.650	

De LCC analyse geeft een inschatting van de totale kosten die gemoeid zijn met de implementatie van de UWB Spangen en de toekomstige kosten voor beheer en (grootschalig) onderhoud. Door vroegtijdig in kaart te brengen welke kosten over de gehele levensduur een rol spelen, kan een betere afweging gemaakt bij toekomstige investeringsbeslissingen. Met name bij een vergelijking tussen verschillende alternatieven is het belangrijk om naar de totale kosten over de levensduur te kijken. Het alternatief met de laagste initiële investering, hoeft lang niet altijd ook de goedkoopste maatregel te zijn als alle jaarlijkse onderhoudskosten en toekomstige reparaties in acht worden genomen.

Desalniettemin zit er een grote mate van variatie in deze inschattingen en is het van belang om voor verschillende alternatieven eenzelfde benadering en detailniveau te hanteren. Met name bij de categorieën als capital maintenance en kosten voor directe en indirecte ondersteuning zit een grote mate van vrijheid in welke kosten worden toegeschreven aan het project. Bovendien zijn de aannames voor kosten over een tijdsperiode van 40 jaar altijd ingegeven met een bepaalde mate van onzekerheid. Een LCC analyse dient niet gezien worden als blauwdruk voor toekomstige implementaties, maar als middel om een beter beeld te krijgen van de verschillen tussen bepaalde investeringsalternatieven.

Uit de LCC analyse blijkt het belang van het benaderen van een investering over de totale kosten gedurende de volledige levensduur van het systeem. De OPEX en grootschalige onderhoudskosten zijn gezamenlijk ±480.000, wanneer het volledige beheer en onderhoud van het systeem daadwerkelijk op deze manier zou worden uitgevoerd. Teruggerekend naar jaarlijkse kosten komt dit neer op ongeveer €12.000. De belangrijkste kostendrijvers hierachter zijn de uitvoerige monitoring van het systeem in het kader van het TKI-onderzoek en de infiltratievergunning en de hoge kosten voor regeneratie van de infiltratiebron na ongeveer 30 jaar.

3. Baten Urban Waterbuffer Spangen

In dit hoofdstuk worden deze en andere voordelen van het UWB beschreven. Waar mogelijk worden deze baten ook financieel uitgedrukt. Er wordt hierbij onderscheid gemaakt tussen baten die direct toe te schrijven zijn aan de primaire functies van de UWB en baten die indirect voortvloeien uit de realisatie van de UWB Spangen, maar minder makkelijk te internaliseren zijn. Voor een aantal andere neveneffecten is het niet mogelijk om deze waarde te kwantificeren en/of te internaliseren. Deze specifieke baten zullen daarom enkel kwalitatief worden beschreven.

3.1. Baten

De directe baten van het UWB systeem zijn samen te vatten in vier primaire baten: 1) voorkomen wateroverlast; 2) Verbeteren kwaliteit oppervlaktewater; 3) Levering van hoogwaardig water vanuit een lokale bron op basis van regenwater; 4) Verzoeten van het grondwater in eerste watervoerendpakket. Deze voordelen zullen hieronder elk kort nader worden toegelicht.

3.1.1. Voorkomen wateroverlast

De wijk Spangen was geïdentificeerd als kwetsbaar gebied, doordat regelmatig overlast ontstond bij hevige regenbuien. De wijk kenmerkt zich door een groot percentage verhard oppervlak, waardoor regenwater niet lokaal kan infiltreren, maar afstroomt richting het riool. De capaciteit van dit rioolstelsel is beperkt. Door lokaal retentiecapaciteit toe te voegen, stroomt er minder water naar het riool en kan wateroverlast worden voorkomen.

Met de UWB kan tot een T-10 bui worden voorkomen dat het afgekoppelde 4ha oppervlak wateroverlast ondervindt. Bovendien wordt de volledige 1400m³ aan retentie binnen 48 uur weer beschikbaar gemaakt om een volgende regenbui aan te kunnen. Door het aanleggen van een UWB wordt dus wateroverlast voorkomen zonder dat hiervoor grote investeringen aan het vergroten van de capaciteit van het volledige centrale rioolstelsel noodzakelijk zijn. De schadelast als gevolg van water op straat kan aan de hand van verschillende tools worden bepaald. Ook voor de wijk Spangen zijn onderzoeken uitgevoerd om deze schadelast in kaart te brengen (Arcadis, 2019; Field Factors, 2019). Deze analyses richten zich echter op een assessment op een groter schaalniveau, waardoor de exacte impact van de UWB in het voorkomen van een bepaalde schadelast niet bepaald kan worden. In plaats daarvan wordt in dit rapport gewerkt met een vuistregel die binnen de gemeente Rotterdam wordt gehanteerd om investeringen in extra retentiecapaciteit te beoordelen, waarbij één m³ extra retentiecapaciteit een waarde van €500 euro wordt toegeschreven. De waarde van de 1400m³ retentiecapaciteit bij het Sparta stadion komt daarmee uit op €700.000.

3.1.2. Beperken overstort riool op oppervlaktewater

De oorspronkelijke procedure bij extreme regenbuien die niet door het riool kunnen worden afgevoerd is om het riool te laten overstorten op nabijgelegen oppervlaktewater. In het geval van de UWB Spangen betekent dit dat bij een hevige regenbui het sterk vervuilde regenwater wordt geloosd op de Spaanse Bocht. Iedere overstort heeft daarmee een sterk negatief effect op de kwaliteit van dit oppervlaktewater. Gezien de verwachte toename in het aantal extreme regenbuien als gevolg van klimaatverandering en de nu al beperkte capaciteit van het centrale rioolstelsel, zou het rioolstelsel in Spangen steeds vaker overstorten op het riool. Door de additionele retentiecapaciteit die met de UWB wordt toegevoegd, kan het centrale rioolstelsel worden ontlast en wordt het risico op ongewenste overstorten op het oppervlaktewater beperkt. Het verminderen van het aantal overstorten op oppervlaktewateren is een belangrijk streven in het beleid van gemeentes en waterschappen om de waterkwaliteit van de oppervlaktewateren te kunnen verbeteren. De indirecte voordelen hiervan op bijvoorbeeld flora en fauna in en rondom dit oppervlakte water, maar ook op het watersysteem als geheel zijn breed, maar (nog) niet vast te stellen. Er wordt in dit rapport geen economische waarde aan toegeschreven.

3.1.3. Levering van irrigatiewater aan Sparta stadion

De UWB vangt het regenwater in de wijk op, zuivert dit en slaat het op zodat het later kan worden hergebruikt. In het geval van de UWB Spangen wordt het water geleverd aan het Sparta stadion. Voordat de UWB gerealiseerd werd, gebruikte het Sparta stadion drinkwater voor de irrigatie van het veld in het stadion. Gezien

de toenemende druk op de drinkwatervoorziening door steeds vaker voorkomende lange periodes van droogte, groeit naast kostenoverwegingen ook de maatschappelijke noodzaak om het gebruik van drinkwater voor andere toepassingen dan consumptie te beperken. Op basis van de 4ha afgekoppeld oppervlak kan de UWB Spangen jaarlijks minimaal 12.000m³ water leveren voor het Sparta stadion. Tegen de huidige drinkwaterprijs in Nederland (€0,91/m³) levert dit mogelijke baten van €10.920/jaar.

3.1.4. Verzoeten van het eerste watervoerend pakket

De watervraag van Sparta is kleiner dan het totale volume dat jaarlijks wordt geïnfiltreerd in het eerste watervoerend pakket. Hierdoor blijft hoogwaardig zoet water achter, waarmee de verdere verzilting van het brakke grondwater wordt voorkomen. Technisch is het mogelijk tot 70% van het totaal geïnfiltreerde water met de gewenste kwaliteit (zoet) terug te winnen. De overige 30% blijft achter in het watervoerend pakket en dit percentage kan oplopen wanneer de watervraag lager is dan de 70% die theoretisch terug kan worden gewonnen.

3.2. Indirecte opbrengsten

Buiten de directe baten van het UWB, kenmerkt de UWB zich ook door het gebruik van natuurlijke processen en elementen voor de verschillende functies. Nature-based solutions (NBS) worden uitvoerig bestudeerd in literatuur, vanwege hun positieve neveneffecten. Deze indirecte baten zijn vaak nog moeilijk kwantitatief te beschouwen wegens het ontbreken aan beschikbare meetgegevens en al net zo moeilijk te internaliseren in de exploitatie van een maatregel. Desalniettemin zijn een aantal van deze effecten wel bewezen in de literatuur. Doordat de UWB als case study heeft gediend in een Europees project NAIAD, zijn deze neveneffecten in kaart gebracht en hieronder gepresenteerd. Verdere validatie van deze kosten is wenselijk.

Tabel 6. Samenvatting van de totale baten van de UWB over de gehele levensduur van 40 jaar.

Baten	Impact	Eenheid	Hoe om te rekenen tot financiële waarde	Waarde per eenheid	Totale waarde
Hoeveelheid retentiecapaciteit om wateroverlast te voorkomen	1.400	m ³ /jaar	Waarde van additionele retentiecapaciteit voor het voorkomen van wateroverlast (€/m ³)	€ 500	€ 700.000
Hoeveelheid water niet geloosd op het riool	900.000	m ³ /jaar	Waarde van lagere pompkosten over 40 jaar (€/m ³)	€ 0,05	€ 45.000
Hoeveelheid water geleverd over 40 jaar.	600.000	m ³ /jaar	Waarde van het geleverde water op basis van huidige drinkwaterprijs (€/m ³)	€ 0,91	€ 546.000
Voorkomen CO ₂ -uitstoot na 40 jaar door lager energieverbruik voor drinkwaterproductie en RWZI (kg)	131.000	kg	Maatschappelijke kosten van voorkomen CO ₂ -uitstoot (Carbon price of €0,054/ton)	€ 0,05	€ 7.074
Toename in ruimtelijke kwaliteit.	4	% toename WOZ	Waarde toename voor huizen met uitzicht op de UWB (~€140.000 in Spangen)	4%	€ 560.000
					€1.858.074

3.3. Discussie over waarde en neveneffecten

Buiten de bovengenoemde baten, kenmerkt de UWB zich ook door het gebruik van natuurlijke processen en elementen voor de verschillende functies. Nature-based solutions (NBS) worden uitvoerig bestudeerd in literatuur, vanwege hun positieve neveneffecten. Doordat de UWB als case study heeft gediend in een Europees project NAIAD, zijn deze neveneffecten in kaart gebracht en hieronder kort gepresenteerd. Voor een nadere toelichting op deze neveneffecten, wordt verwezen naar het NAIAD onderzoeksrapport (Dartée, Biffin & Peña, 2019).

Op basis van het kengetal van €500/m³ toegevoegde berging, wordt een aantal specifieke karakteristieken van de UWB mogelijk niet correct op waarde geschat: de retentiebuffer van de UWB is geen statische retentie, maar wordt continu vrijgemaakt door de opslag van het hemelwater in de ondergrond. Hierdoor kan over een tijdsbestek meer water worden geborgen dan in een statische retentiebuffer mogelijk zou zijn, waardoor ook

de waarde per m³ retentiecapaciteit toeneemt. Ook wordt het kengetal een eenmalige waarde toegekend en wordt geen rekening gehouden met de levensduur van het systeem.

Tabel 7. Overzicht van neveneffecten van de Urban Waterbuffer.

	Co-benefit	Indicator	Eenheid
klimaatbeperking en -adaptatie	Koolstofopslag en -vastlegging	Koolstof opgeslagen in vegetatie	kg C/m ² /jaar
		Koolstof opgeslagen in vegetatie	kg C/m ²
	Lokale temperatuurregeling	Verlaging van piektemperatuur overdag	graden C
	Lokale temperatuurregeling	Verlaging van temperatuur 's-nachts	graden C
	Vermindering van het energieverbruik in gebouwen	besparing op verwarming	kWh/jaar
besparing op koeling		kWh/jaar	
waterbeheer	Verbeterde waterkwaliteit	Kwalitatief beoordeeld	
	Kostenreductie van waterbehandeling	Hoeveelheid geïnfilteerd / verdampt / opgeslagen water dat niet in het rioolsysteem is gekomen	m ³ /jaar
	waterhergebruik	Hoeveelheid water geleverd via UWB	m ³ /jaar
	Verhoogd waterbewustzijn	Kwalitatief beoordeeld	
groenbeheer	Verhogen groen(vakken)	Percentage toename in stedelijke groene ruimte	per hoofd van de bevolking
	Verhoogde biodiversiteit habitat	Hoeveelheid nieuwe verstrekte habitat	m ²
luchtkwaliteit	Luchtkwaliteitsregeling	Hoeveelheid verontreinigende stoffen afgevangen door vegetatie	PM10/m ² /jaar
stadsvernieuwing	Verbetering van de ruimtelijke kwaliteit	Percentagewijziging in gemiddelde vastgoedwaarde	%/jaar WOZ
	Verlenging van de levensduur van de Openbare Ruimte	Aantal extra jaren voordat het bestrating moet worden vervangen	Jaar
rechtvaardigheid en sociale cohesie	Verhoogde sociale cohesie	Kwalitatief beoordeeld	-
gezondheid en welzijn	Verbeteringen in lichamelijke en geestelijke gezondheid	Vermindering van ziekenhuisopnames door toegenomen groene ruimte	#patiënten
economische kansen en groene banen	Verhoogde vastgoedwaarde	Percentagewijziging in gemiddelde vastgoedwaarde	%/jaar WOZ

De waarden van de hoeveelheid water die door de UWB in Spangen verwerkt wordt is beschikbaar, maar de uitdaging voor meer gedetailleerde inschattingen van de waarde in het voorkomen van wateroverlast is afhankelijk van meer gedetailleerde kennis van de objecten in de directe omgeving van de UWB en hun kwetsbaarheid/schadelast bij een bepaalde mate van inundatie. Het belang van een nauwkeurigere inschatting blijkt ook uit het feit dat de grote investering in de kratjesbuffer op basis van deze resultaten niet verantwoord kan worden aan de hand van puur de verminderde kans op wateroverlast, wat in dit geval wel de ratio was achter deze investering.

Daarnaast is het effect van de UWB op het verminderen van hittestress, alsook de grotere leveringszekerheid van goede kwaliteit zoetwater in droge periodes nog niet economisch uitgedrukt. De mogelijke schadelast bij extreme hittestress en waterschaarste is wellicht groter dan nu wordt vertegenwoordigd in de drinkwaterprijs waarmee de levering van water uit de bron nu gewaardeerd wordt.

Op het moment dat de leveringszekerheid nog vaker onder druk zal komen te staan, zal dit ook effect gaan hebben op de drinkwaterprijs en zal op deze manier de waarde van het beschikbaar gemaakte water met de UWB toenemen.

4. Business case

In dit hoofdstuk wordt de balans tussen kosten en baten voor de UWB Spangen uitpakt. Daarna wordt beschreven wat de rolverdeling tussen de actoren is qua verantwoordelijkheden en geldstromen. Tot slot worden een aantal kansen beschreven om de business case van toekomstige UWB systemen te verbeteren.

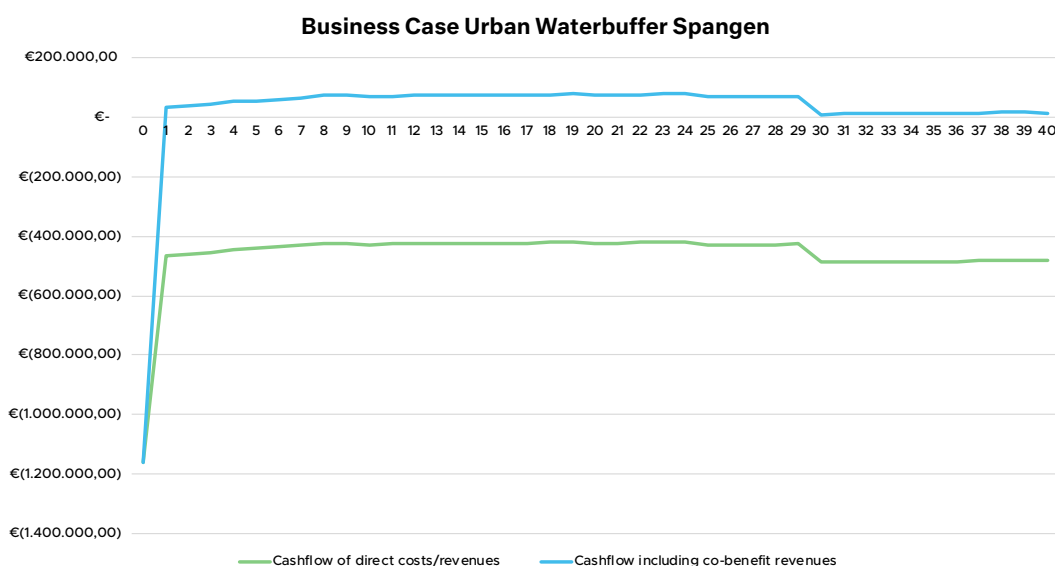
4.1. Kosten-baten analyse UWB Spangen

De businesscase van Spangen wordt beschreven aan de hand van twee componenten: 1) de integratie van bovenstaande kosten-baten analyse; 2) De verdeling van de kosten en baten tussen stakeholders.

Op basis van de beschreven kosten is een overzicht gemaakt van het rendement op de initiële investering in de Urban Waterbuffer Spangen. Door de kosten en baten over tijd uit te zetten (en te verdisconteren over tijd) wordt inzichtelijk in welke mate de initiële investering terug kan worden verdiend. Er zijn twee scenario's geprojecteerd.

- 1) In optie 1 worden alleen de baten meegenomen die ook daadwerkelijk in fysieke geldstromen resulteren (de verkoop van het water tegen een gemiddelde prijs van €0,91/m³). Wat hieruit duidelijk wordt is dat de UWB alleen op basis van de exploitatie van de nieuwe waterbron geen positief rendement oplevert. Zoals besproken in hoofdstuk 3, zijn er echter ook nog indirecte baten van het UWB systeem. Wanneer ook deze baten worden meegenomen (op t=1), is er wel degelijk een positieve business case voor de UWB Spangen, waarbij een IRR van 4% behaald wordt over de tijdsperiode van 40 jaar.
- 2) Een alternatieve optie is om de business case van de UWB Spangen financieel samen te vatten is door de volledige kosten over de 40 jaar te verrekenen met het aantal m³ dat wordt geleverd met het systeem. De UWB Spangen levert jaarlijks gemiddeld 12.000m³ water om het veld van het Sparta stadion mee te irrigeren. De kostprijs per m³ water komt daarmee neer op €3,34 en €1,61, wanneer de kosten voor de retentiebuffer respectievelijk wel en niet worden meegenomen. Naast de levering van het water aan het Sparta stadion, heeft de UWB ook een meerwaarde voor het voorkomen van wateroverlast (€700K), het verbeteren van de ruimtelijke kwaliteit in de wijk (€560K) en het verlagen van de druk op het centrale riool(waterzuiverings)systeem (€45K). Als ook deze baten worden meegenomen, komt de kostprijs per m³ neer op €0,64 en €0,36 (respectievelijk met én zonder kosten/baten gelinkt aan de retentiebuffer).

Op basis van de kosten voor het systeem in Spangen, kan een UWB dus een voordelig alternatief bieden voor de levering van drinkwater (± €0,91/m³ in NL). Het UWB concept biedt een mogelijkheid om richting een positieve ROI op investeringen in stedelijke waterinfrastructuur te werken, wat ter vergelijking bij investeringen in het vergroten van het centrale rioolstelsel onmogelijk is.



Figuur 4. Overzicht van de financiële business case van de UWB Spangen.

4.2. Businessmodel UWB Spangenen

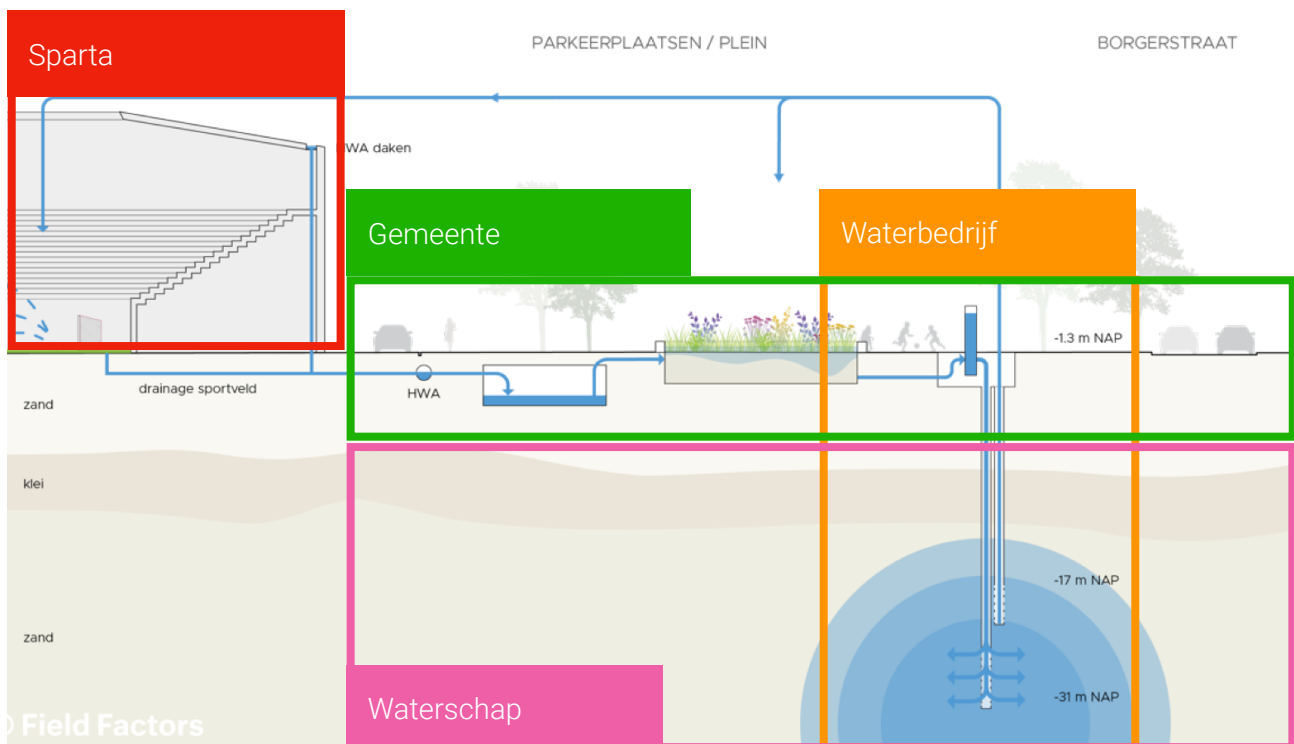
Ten tijden van de planvorming kwamen drie verschillende initiatiefstromen samen voor de realisatie van de UWB Spangenen. Allereerst was er de noodzaak om het watersysteem van de wijk Spangenen te verbeteren in verband met de regelmatig optredende wateroverlast ten tijden van hevige neerslag. Daarnaast hadden bewoners de behoefte geuit om het gebied rondom het Sparta stadion op te knappen en te vergroenen. Ten derde werd er in het kader van het TKI-onderzoeksproject gezocht naar een locatie om een pilot van het innovatieve UWB concept te realiseren. Deze stromen zijn uiteindelijk door de gemeente Rotterdam samengebracht en in samenwerking met het hoogheemraadschap van Delfland en Evides vertaald in de realisatie van het systeem in 2018.

In onderstaande tabel 8 is een overzicht weergegeven van de belangrijkste betrokkenen, waarbij aan wordt gegeven of zij directe baten ervaren van de UWB Spangenen en/of deze partij ook verantwoordelijk is voor een deel van de kosten.

Tabel 8. Overzicht van verdeling kosten en baten tussen de belangrijkste stakeholders.

	Vasthouden		Zuiveren		Opslaan		Gebruiken	
	Kosten	Baten	Kosten	Baten	Kosten	Baten	Kosten	Baten
R'dam	○		○		○	○		
HHD	○		○			○		
Evides			○	○	○	○		○
Sparta					○	○	○	
Bewoners		○		○		○		
TKI (overig)			○	○	○	○	○	

De verdeling van de kosten en baten tussen de stakeholders zoals weergegeven in tabel 8 heeft geleid tot een publiek-privaatpartnerschap om de kosten van de Urban Waterbuffer te dekken. De specifieke rolverdeling is visueel samengevat in figuur 5.



Figuur 5. Schematisch overzicht van de rolverdeling tussen de verschillende stakeholders.

4.3. Discussie businesscase UWB's

De UWB Spangen heeft tot waardevolle inzichten geleid over de (on)mogelijkheden van de UWB. De business case van de UWB Spangen is weliswaar niet direct rendabel, maar wel kostenefficiënter dan een gemiddelde investering in een rioolstelsel, doordat de UWB het mogelijk maakt om inkomsten te genereren uit een preventieve maatregel. Kijkend naar toekomstige toepassingen van het UWB concept zijn er een aantal factoren die in meer of mindere mate beïnvloed kunnen worden om de business case rondom een UWB systeem te verbeteren.

4.3.1. Leveringszekerheid en drinkwaterprijs

De business case van het UWB wordt aanzienlijk aantrekkelijker wanneer een hogere drinkwaterprijs betaald dient te worden. De drinkwaterprijs verschilt sterk tussen verschillende EU landen, maar de lage drinkwaterprijs is ook in Nederland regelmatig onderwerp van discussie. Ondanks dat er geen concrete aanwijzingen zijn dat de drinkwaterprijs op korte termijn zal toenemen, staat vast dat de leveringszekerheid met name in langer durende droogte periodes niet langer voor iedereen vanzelfsprekend is.

4.3.2. Slim ontwerpen met alternatieve buffermaatregelen

De retentiebuffer is een grote kostendrijver bij het UWB systeem in Spangen. De UWB is zo ontworpen dat in feite met verschillende soorten retentiebuffers kan werken. Er is een grote variëteit aan maatregelen beschikbaar om de retentie op een andere manier vorm te geven. Wanneer de wijk bijvoorbeeld hoofdzakelijk wordt afgekoppeld met groene daken, kan de tijdelijke retentie al op deze daken plaatsvinden, waardoor er minder decentrale retentiecapaciteit gerealiseerd hoeft te worden.

Maar ook de decentrale retentiebuffer kan verschillende vormen aannemen. Naast de kratjesbuffer zoals toegepast bij Spangen, kan er ook gebruik worden gemaakt van wadi's, regentuinen, vijvers en allerlei alternatieve buffers die vlak onder maaiveld gerealiseerd kunnen worden. Afhankelijk van bestaande infrastructuur, de gewenste configuratie en project-specifieke omstandigheden kan een goedkopere buffer gerealiseerd worden. Op dit vlak loont het om slim te ontwerpen aan het gehele watersysteem om de kosten van de retentievoorziening te drukken.

4.3.3. Dimensionering van de buffer afhankelijk van de gewenste toepassing

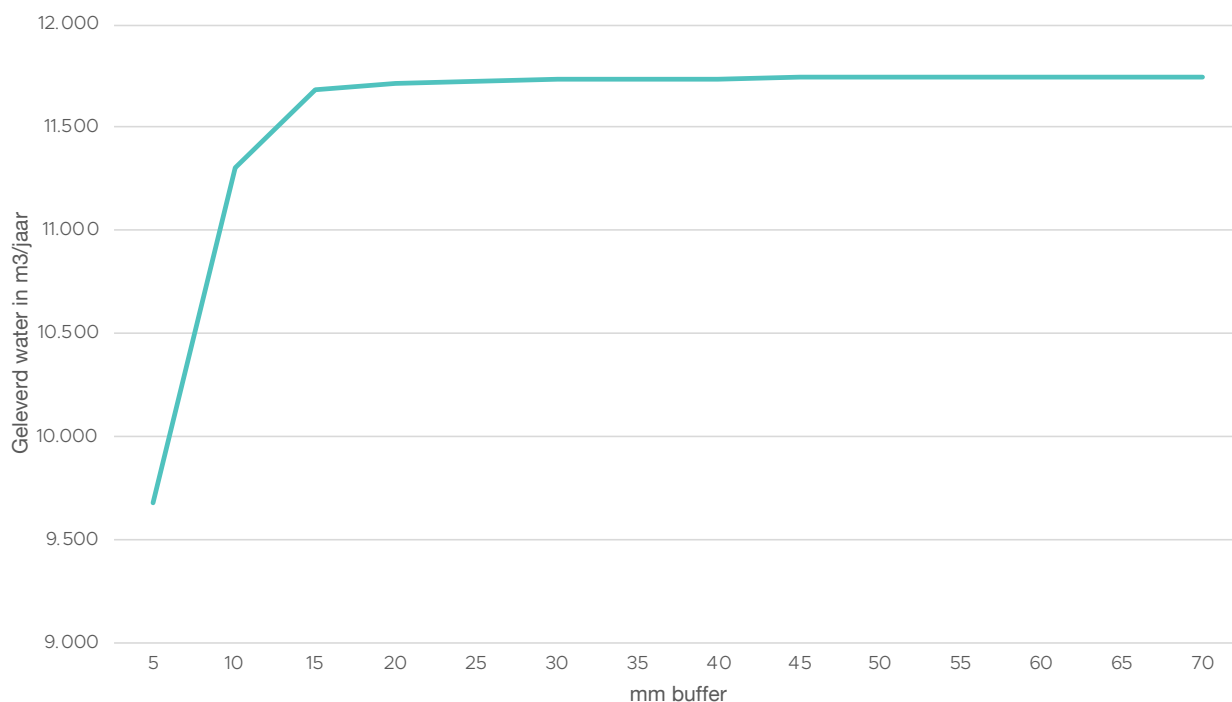
Vanuit een technisch perspectief, kan een kleiner gedimensioneerde buffer volstaan om op jaarbasis alsnog het merendeel van het volume aan neerslag te kunnen verwerken. De kosten voor het kunnen vasthouden van een extreme piekbui zijn verhoudingsgewijs vele malen hoger, dan de kosten voor het bergen van 90% van het jaarlijkse volume. Vanuit een leveringsperspectief, is het afdoende om met een relatief kleine buffer te werken om hier kosten te besparen en alsnog op jaarbasis soortgelijke volumes te kunnen leveren. Dit heeft echter ook tot gevolg dat de baten van het voorkomen van wateroverlast en het verminderen van het aantal overstorten op oppervlakte water verminderd.

De conclusie is dat de optimale dimensionering van de buffer afhankelijk is project-specifieke eisen. In een gebied met een goede bestaande infrastructuur en weinig wateroverlast, maar waar een duidelijke watervraag speelt, kan een UWB met kleine buffer kostenefficiënter zijn. Wanneer het bestaande watersysteem onvoldoende is en het gebied regelmatig met wateroverlast te kampen heeft, is het waarschijnlijk efficiënter om direct een grotere buffer te koppelen aan de UWB. De uiteindelijke business case zal daarmee ook per toepassing verschillen. Op basis van de resultaten van het TKI Project zijn twee specifieke toepassingen geïdentificeerd, waarbij de UWB een significante bijdrage kan leveren aan het verbeteren van het watersysteem en waarvoor de configuratie van de systeemcomponenten aanzienlijk verschilt.

Deze toepassingen zijn:

- 1) *Piekbuien vasthouden, extra afvoercapaciteit en eventueel inzetten om te voorzien in een watervraag.*
Bij de eerste toepassing wordt een UWB ingezet om het aantal overstorten bij hevige regenbuien te verminderen door het riool te ontlasten en zo kostbare renovaties van (jonge) rioolstelsels overbodig te maken.
- 2) *Voorzien in watervraag (en deels ontlasten van het riool)*
De tweede toepassing gaat uit van een specifieke watervraag. Voor deze laatste toepassing is een kostenefficiënte configuratie slechts gericht op het afvangen van de eerste 15mm, wat voldoende is om 95% van het jaarvolume te bufferen (zie figuur 6) om vervolgens in te zetten als een lokale zoetwaterbron.

Aan de hand van vereenvoudigde berekeningen wordt hieronder het effect deze twee verschillende configuraties voor toekomstige UWB systemen geschetst.



Figuur 6. Impact buffervolume op totaal te leveren water per jaar in NL.

4.3.4. Differentiatie in kwaliteit influent en effluent water

De Urban Waterbuffer maakt hergebruik van hoogwaardig hemelwater mogelijk. Ondanks dat het water niet geschikt is voor consumptie, kan het water voor veel verschillende toepassingen gebruikt worden. Afhankelijk van dit gebruik, kan ook worden gedifferentieerd in de benodigde waterkwaliteit. Bepaalde toepassingen, zoals het actief beheren van grondwaterpeil, vergen een andere waterkwaliteit dan wanneer het water uit de UWB gebruikt zal worden voor voeding van een fontein.

Daarnaast wordt gewerkt aan Urban Waterbuffers, waarbij naast regenwater, ook oppervlaktewater gebruikt wordt. Op deze manier kan de kwantitatieve capaciteit van het systeem worden vergroot, waardoor de kosten per m³ afnemen. Bovendien kan zo ook oppervlaktewater worden omgezet tot een hoogwaardige kwaliteit watervoorziening voor verschillende toepassingen.

Tot slot is de waterkwaliteit ook van belang voor het behoud van optimale prestaties van de infiltratievoorziening. Het TKI-project laat zien dat er aanzienlijke voordelen te behalen zijn met betrekking tot de operationele prestatie en levensduur van de infiltratievoorziening. Bij bestaande grondwateronttrekkingen is het verstopping van de bron een risico. Dit risico wordt aanzienlijk verminderd door een goede voorzuivering. Hiermee worden kosten voor regeneratie van de bron beperkt en worden ook operationele kostenbesparingen bereikt ten opzichte van een systeem zonder voorzuiveren.

4.3.5. (Publiek-Private) Partnerschappen

Een van de sterke punten van de Urban Waterbuffer Spangen is de samenwerking die is ontstaan tussen publieke en private partijen. De publieke belangen in het voorkomen van wateroverlast, alsook het verbeteren van de ruimtelijke kwaliteit van het gebied rondom het Sparta stadion worden deels meegefinancierd vanuit de private eindgebruiker, het Sparta Stadion. Dankzij het integrale karakter van de Urban Waterbuffer, ontstaan kansen voor nieuwe financieringsconstructies voor stedelijk waterbeheer. Deze integrale aanpak biedt mogelijkheden voor kostenbesparing ten opzichte van meerdere op zichzelf staande maatregelen. Door het overschot aan water (lokaal) her te gebruiken wordt het mogelijk om investeringen in het voorkomen van wateroverlast (deels) terug te verdienen.