



GEMEENTE TILBURG



Ondergrondse waterbergingsvoorzieningen

'Ontdek de sleutelcriteria voor vergelijking van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen'

Scriptie

Lars Verschuren

Studentnummer: 0964589

Lars Verschuren:

Bedrijfsbegeleider:

Docentbegeleiding:

09-10-2023



Voorwoord

Mijn naam is Lars Verschuren, ik studeer aan de Hogeschool Rotterdam en doe de opleiding Urban Watermanagement. Op deze opleiding leer je om creatief problemen op te lossen om bij te dragen aan de leefbaarheid van steden aan het water. Binnen de opleiding heb ik geleerd te anticiperen en om te gaan met uitdagingen zoals: klimaatverandering, stijgende zeespiegels, hevige regenval en droogte. De opleiding heeft mij gestimuleerd om op een creatieve wijze complexe, water gerelateerde problemen op te lossen. Hierdoor heb ik inzicht gekregen in de technische aspecten van watermanagement en hoe je water in een stedelijke omgeving kunt beheren. Ik heb geleerd hoe belangrijk het is om effectief met betrokken partijen samen te werken voor het creëren van maatschappelijk geaccepteerde oplossingen.

Voor u ligt het rapport 'ondergrondse waterbergingsvoorzieningen' dat ik voor mijn afstudeeronderzoek heb gemaakt. Dit rapport is tot stand gekomen als onderdeel van mijn stage bij de gemeente Tilburg binnen de afdeling Ruimtelijke Uitvoering van januari 2023 tot oktober 2023. Tijdens mijn stageperiode heb ik de kans gehad om de theorie die ik tijdens mijn studie heb opgedaan in de praktijk toe te passen. Het verzamelen en analyseren van gegevens, het voeren van gesprekken en het samenwerken met collega's hebben mijn begrip in dit vakgebied verdiept. Het was een uitdaging om complexe informatie met betrekking op ondergrondse waterbergingsvoorzieningen te verwerken tot bruikbare inzichten en aanbevelingen.

Het doel van dit onderzoek was om te bepalen welke ondergrondse waterbergingsvoorziening het meest geschikt is. Om dit te bepalen, dienen de voorzieningen vergeleken te worden. Voor deze vergelijking is het van belang om inzicht te krijgen in de effectiviteit en toepasbaarheid van verschillende criteria bij het beoordelen van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen. Het onderzoek is afgebakend naar de vergelijkingsmethodiek die gebruikt kan worden binnen het selecteren van de ondergrondse waterbergingsvoorzieningen. De beoordeling van deze ondergrondse waterbergingsvoorzieningen moet in een vervolgstudie worden onderzocht.

Het rapport kan dienen als referentie bij het ontwikkelen van beleid en richtlijnen met betrekking tot ondergrondse waterbergingsvoorzieningen voor beleidsmakers, adviseurs en uitvoeringvoorbereiders. De scriptie biedt waardevolle inzichten bij het plannen en ontwerpen van stedelijke infrastructuur met aandacht voor waterberging. Dit rapport kan worden gebruikt als bron van kennis en als inspiratie voor verder onderzoek voor studenten, docenten en onderzoekers. Voor mensen met interesse in de complexe problematiek van stedelijke waterbeheer en graag willen begrijpen welke factoren van belang zijn bij het kiezen van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen kan het verslag ook interessant zijn.

Mijn dank gaat uit naar de personen die hun tijd en kennis met mij hebben gedeeld en zo hebben bijgedragen aan de totstandkoming van dit rapport. Hiervoor wil ik graag Maarten Moonen, Frank Gijselhart, Jan Janssens - Baan, Heather Holman en Walter Kuhn van de afdeling ruimtelijke uitvoering als adviseur stedelijk water bij de gemeente Tilburg bedanken. Ook wil ik graag Anton Verhoeven (werkzaam bij de afdeling ruimtelijke uitvoering als assetmanager), Thijs Belt (werkzaam bij de afdeling ruimtelijke uitvoering als adviseur groen), Ben van de Ven (werkzaam bij de afdeling ruimtelijke uitvoering als adviseur verharding), Dingeman Zandijk (werkzaam bij de afdeling ruimtelijke uitvoering als assetbeheerder stedelijk water), Harold Scheepers (werkzaam als adviseur stedelijk water bij de gemeente Breda) en Elwin Leusink (werkzaam als adviseur water en klimaatadaptatie bij Sweco) bedanken voor de waardevolle gesprekken en inzichten over dit onderwerp.

Tot slot wil ik graag Wendy Doorackers (werkzaam als teammanager van de vakspecialisten binnen de afdeling ruimtelijke uitvoering), Sander Kossen (werkzaam bij de afdeling ruimtelijke uitvoering als adviseur stedelijk water) en Kaj van de Sandt (werkzaam als onderzoekcoördinator en docent binnen de opleiding watermanagement aan de Hogeschool Rotterdam) bedanken voor de begeleiding, feedback, tijd en waardevolle inzichten tijdens mijn stageperiode.

Dit rapport is een weerspiegeling van mijn inzet en toewijding aan dit onderzoek. Ik hoop dat de bevindingen en aanbevelingen bijdragen aan een beter begrip in de complexe aard van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen.

Ik wens u veel leesplezier toe bij het lezen van mijn scriptie.

Lars Verschuren

Tilburg, oktober 2023

Samenvatting

Het probleem dat centraal staat in dit onderzoek is de noodzaak om meer duidelijkheid te scheppen binnen de disciplines voor het vergelijkings- en selectieproces van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen. Dit probleem komt voort uit de bredere context van waterbeheer in de gemeente Tilburg, waarbij geografische en historische invloeden samenkomen. De klimaatveranderingen zoals: frequente en extreme zomerbuien, droge lentes en zomers en bodemuitdroging spelen een cruciale rol in deze context. Deze veranderende neerslagpatronen hebben invloed op de beschikbaarheid van water en kunnen leiden tot zowel wateroverschot als -tekort.

De gemeente Tilburg heeft te maken met uitdagingen zoals: verstedelijking, drinkwaterwinning, industriële processen en landbouwpraktijken. Deze dragen bij aan bodemuitdroging en vergroten de vraag naar water. Deze problematiek heeft geleid tot maatregelen zoals het aanleggen van meer groene gebieden en bovengrondse waterberging om infiltratie te bevorderen. Bovendien heeft de geschiedenis van het watersysteem in Tilburg, gekoppeld aan de opkomst van de textielindustrie in de 19e eeuw, geleid tot bodemverontreiniging.

De stedelijke ontwikkeling en groei van Tilburg brengen nieuwe uitdagingen met zich mee, waaronder het verminderen van CO₂-uitstoot, duurzame mobiliteit en het accommoderen van de grotere behoefte aan woningen. Deze ontwikkelingen hebben geleid tot meer verharding en een verstoring van de gewenste neerslaginfiltratie in de stad. De noodzaak voor ondergrondse waterberging in Tilburg wordt gedreven door de beperkte beschikbare bovengrondse ruimte. De prioriteit wordt gegeven aan verkeer en mobiliteit. De ondergrondse ruimte in Tilburg al drukbezet door verschillende kabels, leidingen, buizen en boomwortels. De groeiende behoefte aan ondergrondse infrastructuur en de nieuwigheid van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen maken het vinden van geschikte locaties voor deze systemen een complexe taak. Bovendien ontbreekt het aan ervaring en kennis over het beheren, de kosten en de invloeden van dergelijke voorzieningen op omliggende systemen. Dit gebrek aan ervaring bemoeilijkt het opstellen van beheerplannen en het budgetteren voor realisatie en beheer.

Tot slot leidt de diversiteit aan prioriteiten en verantwoordelijkheden binnen verschillende disciplines, zoals stedelijk water, groen en civiele techniek tot tegenstrijdige eisen en wensen met betrekking tot ondergrondse waterbergingsvoorzieningen. Dit heeft terughoudendheid veroorzaakt bij vakadviseurs om dergelijke voorzieningen toe te passen. Dit complexe vraagstuk vereist een grondige analyse en effectieve strategieën om de negatieve gevolgen van bodemuitdroging en versnelde waterafvoer te minimaliseren en de levensduur en beheer van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen te waarborgen.

Dit onderzoek maakt gebruik van verschillende onderzoeksmethoden om een diepgaand begrip te verschaffen van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen en hun toepasbaarheid binnen de context van de gemeente Tilburg. De verschillende onderzoeksmethoden, waaronder: literatuurstudie, expertinterviews, workshops, vergelijkend onderzoek en een casestudie, zijn toegepast om diepgaand inzicht te verkrijgen in ondergrondse waterbergingsvoorzieningen en hun toepasbaarheid in Tilburg. De resultaten omvatten de identificatie van drie hoofdcategorieën van ondergrondse waterbeheerssystemen (vasthouden, bergen en afvoeren), zeven omgevingsfactoren die de effectiviteit beïnvloeden en een uitgebreide lijst van beoordelingscriteria onderverdeeld in vier aspecten (technisch, ontwerp, beheer en milieu). Door deze gevarieerde aanpak is het onderzoek in staat geweest om een uitgebreid begrip te bieden van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen en om effectieve beoordelingscriteria te ontwikkelen voor toekomstige implementaties in Tilburg.

Categorieën ondergronds waterbeheerssystemen: het onderzoek identificeerde drie hoofdcategorieën van ondergrondse waterbeheerssystemen, namelijk: vasthouden, bergen en afvoeren. Deze systemen zijn gericht op het vergroten van de capaciteit om neerslag vast te houden, op te slaan en af te voeren. De benadering staat bekend als de drietrapsstrategie.

1. Watervasthoudende systemen: deze systemen zijn ontworpen om neerslag in de bodem vast te houden door infiltratie; wat de bodem van water voorziet en grondwater aanvult. Voorbeelden zijn: infiltratie- en transportriolen, infiltratievelden en infiltratieputten.
2. Waterbergende systemen: deze systemen bufferen neerslag om wateroverlast te voorkomen. Ze bestaan meestal uit ondoorlatende materialen zoals: beton en kunststof tanks.
3. Water-afvoerende systemen: deze systemen voeren overtollig regenwater af buiten het gebied, zoals: rioolbuizen.

Omgevingsfactoren: zeven omgevingsfactoren werden geïdentificeerd die van invloed zijn op de effectiviteit van watervasthoudende systemen, waaronder: grondwaterstand, bergingscapaciteit, bodemtype, topografie, vegetatie, bebouwing en verontreiniging. Deze factoren bepalen de geschiktheid van een gebied voor het implementeren van de categorieën ondergronds waterbeheerssystemen.

Criteria voor identificatie: het onderzoek heeft een lijst van criteria opgesteld die belangrijk zijn voor de beoordeling van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen. Deze criteria maken het mogelijk om een weloverwogen beslissing te nemen bij het selecteren van de juiste voorzieningen voor een specifiek project. Deze criteria zijn onderverdeeld in vier aspecten en maken beoordeling van de voorzieningen aan de hand van de aspecten mogelijk:

In aspect 1. ontwerp – technisch worden de volgende criteria beoordeeld: afvoer en infiltratie-efficiëntie, benodigd oppervlak, ervaring, functiecombinaties en systeemfunctionaliteit.

In het aspect 2. uitvoering worden de volgende criteria beoordeeld: aanlegkosten, beleving en complexiteit installatie.

In het aspect 3. levensduur worden de volgende criteria beoordeeld: beheerkosten, complexiteit beheer, draagkracht, materiaalkwaliteit en risico's graafwerkzaamheden.

In aspect 4. milieu worden de volgende criteria beoordeeld: broeikasgasemissie en materiaal ecologie.

Wegingsfactor en cijferschaal: om de criteria te kwantificeren, is een wegingsfactor gebruikt die aanpasbaar is op basis van de projectbelangen. Een cijferschaal is opgesteld om te helpen bij het toekennen van de wegingsfactoren aan elk criterium en de vier aspecten. Deze wegingsfactor is van belang voor het bepalen van de uiteindelijke score van de voorziening op basis van de projectbelangen.

Dit onderzoek biedt waardevolle inzichten en criteria voor het beoordelen en vergelijken van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen, waardoor adviseurs, adviesbureaus, gebiedsontwikkelaars en assetmanagers weloverwogen beslissingen kunnen nemen bij het selecteren en ontwerpen van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen.

Het is belangrijk op te merken dat verdere verbeteringen en aanvullingen noodzakelijk zijn. Dit geldt met name voor het verzamelen van beoordelingen van gebruikers van deze voorzieningen, wat kan bijdragen aan een verfijning van de cijferschalen en een dieper begrip van de werkelijke impact. Bepaalde criteria kunnen samengevoegd of opgesplitst worden om de beoordeling preciezer te maken en er moet rekening worden gehouden met overlappingen tussen criteria om dubbele beoordeling te voorkomen.

Hoewel de methodiek voor beoordeling heeft aangetoond te functioneren, is verdere verfijning en aanpassing nodig op basis van praktijkervaringen en specifieke voorbeelden. Dit vereist nader onderzoek naar verschillende aspecten, zoals het beheer van de voorzieningen, de kosten van het beheer en andere relevante factoren die de prestaties en duurzaamheid van deze voorzieningen beïnvloeden.

Inhoudsopgave

Voorwoord	1
Samenvatting.....	3
Inleiding	7
Probleembeschrijving.....	9
<i>§1.1 Uitdagingen.....</i>	<i>10</i>
<i>§1.2 Kennishiaat.....</i>	<i>12</i>
Theoretisch kader	13
<i>§2.1 Waterbeheer</i>	<i>14</i>
<i>§2.2 Waterbeheer & riolering Tilburg</i>	<i>15</i>
<i>§2.3 Bodem Tilburg</i>	<i>18</i>
<i>§2.4 Criteria en de vergelijkingsmethodiek.....</i>	<i>19</i>
<i>§2.5 Conceptueel model.....</i>	<i>20</i>
Onderzoeksvragen	21
<i>§3.1 Hoofdvraag.....</i>	<i>22</i>
<i>§3.2 Deelvragen</i>	<i>22</i>
Onderzoeksmethoden.....	23
<i>§4.1 Literatuurstudie.....</i>	<i>24</i>
<i>§4.2 Expertinterviews.....</i>	<i>24</i>
<i>§4.3 Workshop</i>	<i>25</i>
<i>§4.4 Vergelijkend onderzoek.....</i>	<i>25</i>
<i>§4.5 Casestudie</i>	<i>25</i>
Hoofdcategorieën ondergrondse waterbergingsvoorzieningen.....	26
<i>§5.1 Categorieën ondergronds waterbeheer systemen.....</i>	<i>27</i>
Invloed van omgevingsfactoren	30
<i>§6.1 Omgevingsfactoren</i>	<i>31</i>
<i>§6.2 Beslisboom</i>	<i>32</i>
Criteria van toepassing.....	33
<i>§7.1 Criteria identificatie.....</i>	<i>34</i>

Essentiële criteria voor vergelijking	35
<i>§8.1 Essentiele criteria</i>	<i>36</i>
<i>§8.2 Invloed criteria.....</i>	<i>39</i>
Kwantificatie criteria.....	40
<i>§9.1 Wegingsfactor & cijferschaal</i>	<i>41</i>
<i>§9.2 Voorbeeldberekening</i>	<i>41</i>
Bruikbaarheid methodiek.....	42
<i>§10.1 Gebiedsomschrijving</i>	<i>43</i>
<i>§10.2 Beslisboom</i>	<i>46</i>
<i>§10.3 Wegingsfactor.....</i>	<i>47</i>
<i>§10.4 Ondergronds watervasthoudende voorzieningen.....</i>	<i>48</i>
<i>§10.5 Toepassing van vergelijkingsmethodiek</i>	<i>52</i>
Conclusie	54
Discussie.....	56
Literatuurlijst.....	58
Figurenlijst.....	64
Tabellenlijst.....	66
Bijlagen	67
Begrippenlijst	239

Inleiding

De opdrachtgever van dit onderzoek is de gemeente Tilburg; gevestigd in de provincie Noord-Brabant. De gemeente Tilburg dateert uit 1803. Tilburg is een betrekkelijk jonge stad, die in 1809 stadsrechten kreeg (wikimiddenbrabant, 2019). Met een bevolking van ongeveer 227.694 inwoners in 2023 (Statistische gegevens Tilburg, 2023) is de gemeente Tilburg een middelgrote gemeente in Nederland. De gemeente heeft diverse verantwoordelijkheden, waaronder: het beheer van de openbare ruimte, afvalinzameling en -verwerking, handhaving van wet- en regelgeving, woningbouw en -beheer, economische ontwikkeling en cultuur en sport (rijksoverheid, sd). De gemeente Tilburg heeft meer dan 2.000 medewerkers in dienst (startpeople, sd). De gemeente Tilburg is werkzaam als een 'regiegemeente' die regie voert over de uitvoering van taken en diensten. Veel taken worden uitbesteed aan derde partijen, zoals: publiek-private samenwerkingen of maatschappelijke organisaties. Deze benadering wordt toegepast om: efficiëntie te vergroten, kosten te beheersen en expertise van buiten de gemeente in te zetten (Hollander, 2012). Tijdens mijn onderzoek werk ik bij de gemeente Tilburg binnen de afdeling ruimtelijke uitvoering. Deze afdeling is verantwoordelijk voor diverse activiteiten met betrekking tot de openbare ruimte. Het doel van de afdeling is het beheer van de openbare ruimte op een hoog kwaliteitsniveau te handhaven tegen zo laag mogelijke kosten. Binnen de afdeling ruimtelijke uitvoering zijn vakspecialisten werkzaam in teams, waaronder ontwerpers en adviseurs. De werknemers richten zich op verschillende aspecten van de openbare ruimte, zoals: groen, verkeer, verharding, water en openbare verlichting (Tilburg, Bevolking totaal Tilburg, 2023).

De missie van de gemeente Tilburg is om samen met de inwoners te werken aan een sterke stad waar het goed wonen, werken en verblijven is. Hierbij streven ze naar een stad waar iedereen de kans krijgt om zichzelf te ontwikkelen en zijn of haar talenten in te zetten. De gemeente wil een groene en duurzame stad zijn die klaar is voor de toekomst. De visie van de gemeente is om in 2040 'de beste stad van Nederland' te zijn, gekenmerkt door: innovatie, creativiteit en duurzaamheid. Dit omvat de thema's: duurzaamheid, inclusiviteit, bereikbaarheid en economie (Gemeente Tilburg, 2015).

De discipline water binnen deze afdeling richt zich op de wettelijke zorgplicht met betrekking tot de verwerking van stedelijk afvalwater, hemelwater en grondwater. Hier wordt gewerkt aan programma's zoals water en riolering (PWR). Met de focus op het beheer, de distributie en het onderhoud van water- en rioleringsystemen binnen een gemeente. Met als doel om verdoring en wateroverlast tegen te gaan en om afvalwater effectief en milieuvriendelijk af te voeren (Rijksoverheid, 2019).

De aanleiding van het onderzoek is de groeiende uitdaging op het gebied van waterbeheer. Vanuit het cluster stedelijk water, binnen de gemeente Tilburg is aangegeven dat binnen de gemeente Tilburg de groeiende uitdaging deels het gevolg van heviger neerslag en drogere periodes is (Kossen, 2023). Om aan de behoefte voor een efficiënt waterbeheer met zicht op de klimaatveranderingen te voldoen, moet er gekeken worden naar waterbergende voorzieningen. Binnen het waterbeleid van Tilburg ligt de focus op zoveel mogelijk bovengronds bergen, omdat dit het beheer van de waterbergingsvoorziening makkelijker maakt (Moens, 2019). Dhr. S. Kossen geeft aan dat door het vaak drukbezette, verharde maaiveld het noodzakelijk is om onderzoek te doen naar ondergrondse opties voor waterberging (Kossen, 2023). Door de nieuwheid van ondergrondse waterbergingsvoorziening ontbreekt cruciale kennis betreft beheer ervan. Het gebrek aan deze kennis leidt binnen de verschillende disciplines van de afdeling ruimtelijke uitvoering, tot onzekerheid bij het nemen van beslissingen voor toekomstige waterinfrastructuur (Kossen, 2023). Hieruit is de vraag van de opdrachtgever naar de meest geschikte ondergrondse waterbergingsvoorziening ontstaan.

Het primaire doel van dit onderzoek is om bij te dragen aan het creëren van meer duidelijkheid binnen de disciplines in het selectieproces van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen. Hiervoor wordt er in het onderzoek gericht op het identificeren van criteria die de verschillende disciplines vertegenwoordigen en bruikbaar zijn in een objectieve vergelijking van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen. Dit stelt de gemeente Tilburg in staat om weloverwogen keuzes te maken bij het selecteren van de meest geschikte ondergrondse waterbergingsvoorziening.



Figuur 1 *Locatie Tilburg* (COA, 2023)

Leeswijzer

In de inleiding is het onderzoek ingeleid met een organisatieomschrijving van de opdrachtgever en de aanleiding en het doel van dit onderzoek. In hoofdstuk 1: probleembeschrijving zijn de problemen waar de gemeente Tilburg mee te maken heeft met betrekking tot ondergrondse waterbergingsvoorzieningen beschreven, zoals: de klimaatveranderingen, water- overschot en tekort, bodemverontreiniging, waterbeheer, stedelijke ontwikkeling met betrekking op druk bezet verhard maaiveld, drukbezette ondergronds bodem, ontbrekende ervaring & kennis. In hoofdstuk 2: theoretisch kader wordt de bekende en relevante theorie voor dit onderzoek beschreven. In hoofdstuk 3: onderzoeksvragen worden de onderzoeksvragen ingeleid. In hoofdstuk 4 tot en met 10 zijn de deelvragen onderzocht. In hoofdstuk 11: conclusie wordt geconcludeerd aan de hand van het onderzoek. In hoofdstuk 12: discussie worden de resultaten van het onderzoek geëvalueerd, geïnterpreteerd en geplaatst binnen de bredere context van het studiegebied.

Verwijzingen zijn in de tekst blauw van kleur. Deze zijn actief en hiermee kan u door naar de verwezen stukken gaan. Dit doet u door erop te gaan klikken met de muis. In het verwezen stuk wordt het u ook makkelijk gemaakt om terug te gaan door weer een verwijzing terug naar waar u gebleven bent. Bijvoorbeeld om nu door naar het volgend hoofdstuk te gaan kan u op [Probleembeschrijving](#) klikken.

Hoofdstuk 1

Probleembeschrijving

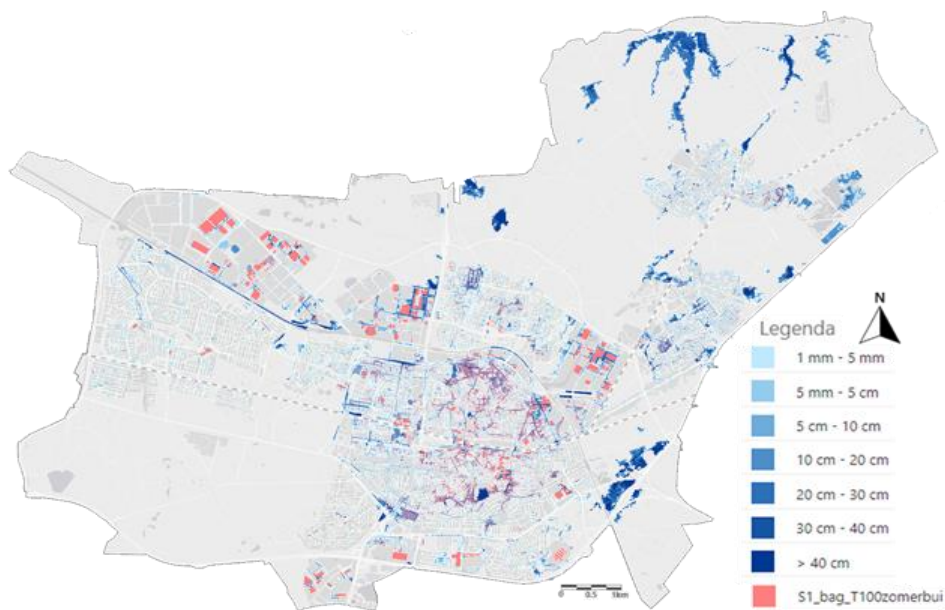
Dit hoofdstuk beschrijft de problemen waar de gemeente Tilburg mee te maken heeft met betrekking tot ondergrondse waterbergingsvoorzieningen. Om bij te dragen aan het creëren van meer duidelijkheid binnen de disciplines voor het vergelijkings- en selectieproces van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen is het noodzakelijk om naar de bredere context van waterbeheer te kijken. Deze context biedt een beeld van de uitdagingen waar de gemeente Tilburg mee te maken heeft met betrekking tot neerslagbeheer. Hier wordt de nadruk gelegd op de context van Tilburg waar zowel geografische als historische invloeden samenkomen.



§1.1 Uitdagingen

De klimaatveranderingen zijn relevant voor dit onderzoek, omdat deze veranderingen zorgen voor de noodzaak van waterberging. De uitdagingen rondom klimaatverandering en waterbeheer zijn niet uniek voor Tilburg. Uit het rapport 'KNMI Klimaatsignaal'21' blijkt dat Nederland wordt geconfronteerd met meer frequente en extreme zomerbuien en vaker voorkomende droge lentes en zomers. Met name in het binnenland is de kans op droge periodes toegenomen (Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut, 2021). De veranderende neerslagpatronen hebben invloed op de beschikbaarheid van water en kunnen leiden tot wateroverschot en tekort. De gevolgen van klimaatverandering zijn in toenemende mate merkbaar in de gemeente Tilburg. In de stedelijke gebieden van Tilburg kan hevige regenval en slechte afwatering resulteren in overbelaste rioleringsystemen en overstromingen van laaggelegen gebieden. Dhr. F. Gijsselhart geeft aan dat de gemeente Tilburg door extra afvoercapaciteit en afkoppelen van regenwater anticipeert op het veranderende klimaat (Gijsselhart, 2023).

Figuur 2 **Water op straat bij een T100 zomerbui** (Tilburg, 2023)



Naast een wateroverschot heeft Tilburg samen met andere delen van Noord-Brabant te maken met bodemuitdroging. Dit kan leiden tot watertekorten voor irrigatie met negatieve gevolgen voor landbouw en natuur (Milieu Centraal, 2023). Verharding van het gebied draagt bij aan bodemuitdroging, omdat regenwater onvoldoende kan infiltreren met als gevolg dat het grondwater onvoldoende wordt aangevuld. De toenemende vraag naar water door bevolkingsgroei en klimaatverandering verergert het probleem (Gem Sommeren, Waterschap- Aa en Maas & De Dommel, 09). Deze situatie wordt dus voornamelijk veroorzaakt door menselijke activiteiten zoals: verstedelijking, drinkwaterwinning, industriële processen en landbouwpraktijken (Provincie Noord-Brabant, 2023). Het begrijpen van deze problematiek is essentieel voor het ontwikkelen van effectieve strategieën en het nemen van maatregelen om de negatieve gevolgen van bodemuitdroging te minimaliseren (IJSENDOORN, 2022). Dhr. F. Gijsselhart geeft aan dat gemeente Tilburg in de laatste jaren meer groen heeft aangelegd, vaak in combinatie met bovengrondse waterberging om infiltratie te bevorderen (Gijsselhart, 2023).

De geschiedenis van het watersysteem in Tilburg is nauw verbonden met de opkomst van de textielindustrie in de 19e eeuw. De gemeente wordt doorkruist door de rivier de Leij en verschillende beken. Deze werden gebruikt om het afvalwater van textiel fabrieken af te voeren (De Dommel - Waterschap, sd). Helaas heeft de textielindustrie door middel van foutieve afwatering via beken, sloten en greppels geleid tot bodemverontreiniging (Peeters, 1997) & (Doremalen, 1993). Voor het besluitvormingsproces voor waterinfiltratie is het relevant om de huidige vervuiling in de bodem te bekijken.

Waterbeheer in Tilburg speelt een belangrijke rol in dit onderzoek, omdat Tilburg te maken heeft met knelpunten betreft het stedelijk waterbeleid. In 2010 is een onderzoek naar de bestaande mogelijkheden, knelpunten en de belevingswaarde van het stedelijk waterbeleid gedaan door dhr. W. Wielinga en dhr. T. Dijkstra van Royal Haskoning. In dit onderzoek is geconcludeerd dat de gemeente, rekening moet houden met: de veranderende wet- en regelgeving, klimaatverandering, toegenomen verharding, het bestuurlijk draagvlak, grondwaterverontreiniging, het informatie- en communicatieproces en samenwerking met waterbeheerders (H2O, 2010).

Het stedelijk gebied van Tilburg is aan het groeien en deze stedelijke ontwikkeling wordt beïnvloed door de toenemende vraag naar duurzaamheid en meer woningen. Deze ontwikkelingen zijn relevant voor het onderzoek, omdat deze hebben geleid tot uitdagingen zoals: het verminderen van CO₂-uitstoot, het creëren van groene en klimaatbestendige infrastructuur, het bevorderen van duurzame mobiliteit en het voorzien van de grotere behoefte aan woningen (Gemeente Tilburg, 2015). Als gevolg van deze stedelijke ontwikkelingen komt er steeds meer verhard oppervlak bij en wordt de bovengrondse ruimte drukker bezet (Bestuur, 2021). Dit verstoort de wens van plaatselijke neerslaginfiltratie.

Naast de bovengrondse ruimte is de ondergrondse bodem drukbezet door de aanwezigheid van verschillende kabels, leidingen en buizen van diverse beheerders. Dhr. R. Oorlog geeft in een gesprek aan dat voor de energietransitie meer ondergrondse leidingen en voorzieningen nodig zijn (Oorlog, 2023). Dhr. T. Belt geeft aan dat boomwortels ook een grote impact op de beschikbare ondergrondse ruimte hebben (Belt, 2023). Deze kennis is relevant, omdat het toevoegen van ondergrondse waterbergingsystemen de druk op de beschikbare ruimte in de ondergrond verder zal vergroten. Het gebrek aan ruimte bovengronds en de groeiende behoefte aan ondergrondse infrastructuur als gevolg van maatschappelijke opgaven maken het vinden van geschikte locaties voor ondergrondse waterberging een complexe taak (Sander van der Heijden, 2020).



Figuur 3 *De ondergrondse drukte neemt alleen maar toe*
(Blanche)

§1.2 Kennishiaat

In deze paragraaf wordt de ontbrekende kennis beschreven. Door de nieuwheid van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen binnen de gemeente Tilburg is er een gebrek aan ervaring. Dit leidt tot beperkte kennis betreft het beheren, de kosten en mogelijke invloeden op omliggende systemen van dergelijke voorzieningen.

De gemeenschappelijke wens van de verschillende disciplines is een lange levensduur. De levensduur van een ondergrondse waterbergingsvoorziening heeft invloed op het maaiveld en de functie daarvan. In het selecteren, ontwerpen en implementeren van de ondergrondse waterbergingsvoorziening dient vooraf rekening gehouden te worden met de mogelijkheid van noodzakelijkbeheer. De opdrachtgever geeft aan dat door het gebrek aan ervaring de kennis over beheer van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen ontbreekt. Het opstellen van een beheerplan, wat de noodzakelijke frequentie en wijze van een effectief en efficiënt beheer beschrijft, wordt hierdoor bemoeilijkt.

Dhr. A. Verhoeven geeft aan dat binnen het programma 'water en riolering' rekening wordt gehouden met het benodigde budget voor realisatie en beheer. Door ontbrekende ervaring met ondergrondse waterbergingsvoorzieningen zijn deze kosten niet bekend wat budgettering bemoeilijkt (Verhoeven, 2023).

Er kan gesteld worden dat door de ontbrekende ervaring ook kennis ontbreekt betreft de invloeden van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen op omliggende systemen. Dhr. B. van de Ven geeft aan dat onder verharding waterbergen mogelijk risico's meebrengt voor de fundering. Echter wat deze risico's precies zijn, is niet bekend bij de gemeente Tilburg (Ven, 2023). De verschillende vakadviseurs van stedelijk water, groen en civiele techniek hebben uiteenlopende prioriteiten en verantwoordelijkheden wat leidt tot tegenstrijdige eisen en wensen. Dit leidt tot terughoudendheid bij de vakadviseurs om ondergrondse waterbergingsvoorzieningen toe te passen.

Hoofdstuk 2

Theoretisch kader

In het hoofdstuk theoretische kader wordt de bekende en relevante theorie voor dit onderzoek beschreven. Door middel van een voorstudie en inventarisatie van het waterbeheer en ondergrondse waterbergingsvoorzieningen is dit gedaan. In dit onderzoek is het relevant om dieper in te gaan op het waterbeheer, waterbeleid, riolering beheer, de Tilburgse bodem en de rol van criteria in de vergelijkingsmethodiek. Dat is van belang voor het begrijpen van de complexiteit van het waterbeheer in de context van Tilburg. Het biedt een basis voor het formuleren van relevante criteria die gebruikt kunnen worden als maatstaven bij het vergelijken van diverse ondergrondse waterbergingsvoorzieningen. In dit hoofdstuk wordt met het conceptueel model het theoretische kader en de onderzoeksopzet gevisualiseerd. Dit wordt gedaan door het visualiseren en beschrijven van de stappen die gemaakt zijn om het doel, het creëren van meer duidelijkheid binnen de disciplines in het selectieproces van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen, te bereiken.



§2.1 Waterbeheer

Deze paragraaf gaat dieper in op het algemene waterbeheer met de focus op de beschikbare kennis en ervaring betreft ondergrondse neerslagbeheer. Het Nederlandse waterbeheer is een complex en goed georganiseerd systeem dat zich toespitst op het voorkomen van wateroverlast en het duurzaam beheren van kostbare waterbronnen. Nederland staat bekend om zijn uitgebreide netwerk van watersystemen; dat traditioneel is ontworpen om regenwater zo snel mogelijk af te voeren. Echter, de toenemende frequentie van langdurige neerslag en hevige regenbuien heeft de beperkingen van dit systeem aan het licht gebracht, waardoor wateroverlast een groeiende zorg is geworden.

Een sleutelprincipe in het hedendaagse Nederlands waterbeheer is het bevorderen van infiltratie van regenwater op de plaats waar het valt. Dit wordt verwezenlijkt door verhardingen te vervangen door groene oppervlakken. Hierdoor krijgt regenwater de kans om in de bodem te sijpelen. Deze aanpak draagt niet alleen bij aan het voorkomen van wateroverlast, maar draagt ook bij aan het tegengaan van droogte. Wanneer infiltratie niet haalbaar is, zijn er diverse waterbergingsmaatregelen beschikbaar. Wadi's, ondergrondse waterberging, aangepaste straten, verhoogde stoepranden, grindkoffers, groene daken en waterdaken bieden mogelijkheden om regenwater tijdelijk op te slaan, waardoor het geleidelijk kan worden afgevoerd en overbelasting van het rioleringsysteem wordt voorkomen (klimaatadaptatienederland, sd).

Ondergrondse waterbergingsvoorzieningen

Ondergrondse waterbergingen zijn essentiële componenten van het Nederlandse waterbeheer, ontworpen om regenwater tijdelijk op te slaan en vervolgens gecontroleerd in de bodem te laten infiltreren. Het gebruik van ondergrondse waterbergingen is afhankelijk van verschillende factoren, waaronder de lokale bodemgesteldheid, grondwaterstanden en de intensiteit van regenbuien. Ze zijn ontworpen om regenwater vast te houden gedurende enkele uren tot maximaal 72 uur voordat het volledig wordt geleegd. Er bestaat een breed scala aan ondergrondse waterbergingsvoorzieningen die elk variëren in verschillende aspecten zoals: functie, kosten, beheer en levensduur. Deze verschillende soorten ondergrondse waterbergingsvoorzieningen zijn gemaakt van verschillende materialen en hebben variërende hydraulische werkingen. De keuze tussen bijvoorbeeld kunststof en betonnen systemen hangt af van de grondwaterstand en de benodigde stabiliteit. Betonnen systemen zijn robuuster en kunnen worden toegepast op locaties met hogere belastingen, zoals verkeer. Beide systemen hebben hun eigen voor- en nadelen en de keuze wordt vaak bepaald door lokale omstandigheden en vereisten voor het beheer van regenwater en wateroverlast. Het onderhoud en de reiniging van deze systemen zijn van belang om hun effectieve werking te waarborgen (blauwgroenvlaanderen, sd).



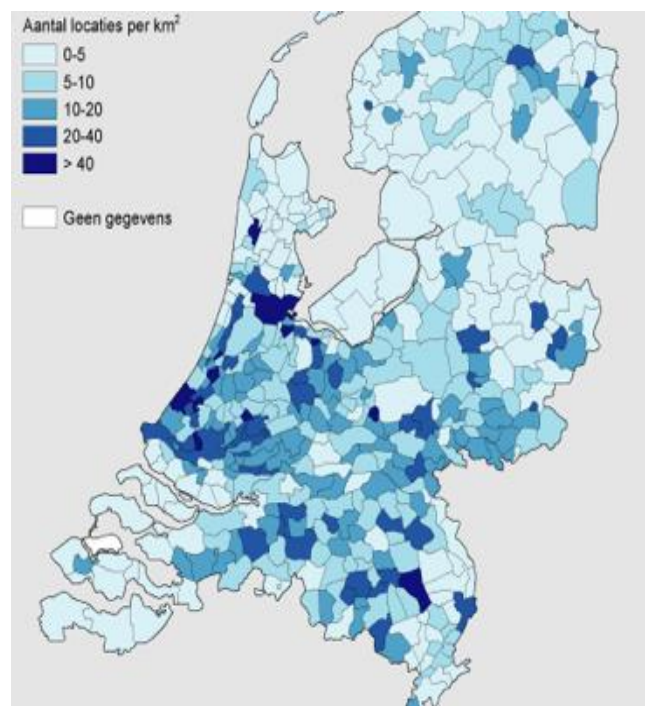
Figuur 4 **Ondergrondse waterberging (Watershell)** (Wissink, 2019)

§2.2 Waterbeheer & riolering Tilburg

In deze paragraaf wordt beschreven hoe het huidige waterbeleid, waterbeheer en rioleringsstelsel in Tilburg zijn ontwikkeld en georganiseerd. Het huidige waterbeheer van de gemeente Tilburg is relevant voor dit onderzoek, omdat dit aangeeft hoe Tilburg omgaat met neerslag. Dit geeft aan hoe de gemeente streeft naar een efficiënter en duurzamer waterbeheer.

In Tilburg bestaat het traditionele rioleringsstelsel uit één gecombineerde afval- en neerslagriolering. Hierin wordt al het water afgevoerd voor zuivering naar de rioolwaterzuiveringsinstallatie; dit kan efficiënter. Het nieuwe waterbeheer binnen de gemeente Tilburg richt zich op het scheiden van deze stromingen. Dit wordt gerealiseerd door het toepassen van droogweeer- en hemelwaterafvoersystemen. Met deze aanpak hoeft het hemelwaterafvoersysteem niet gezuiverd te worden in de rioolwaterzuiveringsinstallatie, maar kan de neerslag direct geloosd worden (Moens, 2019). Door de stroming te scheiden in hemelwaterafvoer en droogweerafvoer hoeft de rioolwaterzuiveringsinstallatie minder water te zuiveren. Dit zorgt voor een efficiënter energiegebruik van het systeem (RIONED, sd). Voor de lozing van hemelwater worden in Tilburg waterbergingen en groene zones ontwikkeld. Hierin wordt regenwater opgevangen en de waterkwaliteit bevordert met helofytenplanten. Dit draagt bij aan een beter beheer van waterbronnen, gezonde leefomgeving en biedt mogelijkheden voor recreatie en natuurbehoud (Ontdek en beleef Moerenburg, 2022). Een risico van het hemelwaterafvoersystemen is lozing van regenwater, verontreinigd met zware metalen en/of oliën van de straat. Om verhard oppervlak zoals daken af te koppelen van het gemengd riool en aan te sluiten aan het gescheiden hemelwaterafvoersysteem zijn meer huisaansluitingen dan bij een gemengd systeem nodig. Het nadeel van meer huisaansluitingen zijn de hogere kosten en het risico tot foutaansluitingen (RIONED, sd). In de bijlagen onder [Hemelwaterafvoer riool](#) is gedetailleerde informatie te vinden over de eigenschappen, voordelen, nadelen en eisen voor effectieve werking van het gescheiden hemelwaterafvoersysteem.

Het Tilburgs waterbeheer is relevant om aan te sluiten aan de recente ontwikkelingen. In het waterbeleid van Tilburg ligt de focus op zoveel mogelijk bovengronds bergen en infiltreren van neerslag op de plaats waar het valt. Dit beleid draagt bij aan duurzaam waterbeheer en voorkomt onnodige belasting van het rioleringsstelsel (Moens, 2019). Het is vaak niet mogelijk om neerslag direct bovengronds te bergen en te laten infiltreren. In deze situaties worden alternatieve maatregelen genomen om neerslag te beheren (Gemeente Tilburg, 2015). Dhr. S. Kossen laat weten dat het alternatief ondergronds waterbergen niet de voorkeur heeft door de ontbrekende kennis en het beperkte zicht op de voorziening (Kossen, 2023). Het beperkte zicht op de voorziening maakt het moeilijk om de voorziening te monitoren. De bodemverontreiniging die ontstaan is door de textielindustrie heeft nog invloed op ondergrondse infiltratiesystemen. Dhr. S. Kossen laat weten dat tot 2020 er een beleid was om in vervuilde gebieden, geen infiltratievoorzieningen toe te passen (Kossen, 2023). Dhr. F. Gijsselhart geeft aan dat dit verdere verspreiding van de verontreiniging moest voorkomen (Gijsselhart, 2023). Echter is uit onderzoek van Arcadis Nederland B.V. gebleken dat infiltratie weinig tot geen invloed heeft op de verspreiding van de bodem- en grondwaterverontreiniging (Slenders, 2020). Nu is infiltratie overal toegestaan, echter moet lokaal gekeken worden of bodemsanering nodig is om verantwoordelijk om te gaan met de aanwezige verontreinigingen.



Figuur 5 **Dichtheid verontreiniging per gemeente in 2005** (RIVM, 2005)

Toegepaste ondergrondse waterbergingsvoorzieningen

In deze paragraaf wordt beschreven welke ondergrondse waterbergingsvoorzieningen zijn geïmplementeerd in de gemeente Tilburg als onderdeel van het stedelijk waterbeheer. Dit is relevant voor het onderzoek, omdat het aangeeft dat de gemeente Tilburg al ervaring heeft met dergelijke voorzieningen. Deze ervaring verrijkt de beschikbare kennis binnen de organisatie en kan waardevolle inzichten bieden in de onzekerheden die de opdrachtgever heeft in het selectieproces. De diverse ondergrondse waterbergingsvoorzieningen die de gemeente Tilburg heeft geïmplementeerd zijn: watershellinfiltratievelden, infiltratiekratten en infiltratie & transport riolering.

De **Watershell** van Waterblock B.V. is een systeem dat wordt toegepast onder: parkeerplaatsen, pleinen, wegen en groenstroken om regenwater tijdelijk op te vangen en te infiltreren in de bodem. Waterblock B.V. biedt verschillende varianten van de Watershell met diverse dimensionering en toepassingsmogelijkheden. De nadelen van dit systeem zijn: de hogere aanlegkosten, de materiaalcombinatie, het lastige beheer en de onderhoudsvereisten wat de levensduur beïnvloed. Het combineren van materialen als beton en kunststof zorgt voor een lastig recycleproces. Voordelen van dit systeem zijn: de flexibiliteit in het ontwerp en de mogelijkheid om veel kubieke meter berging te transporteren. Het systeem is flexibel door de kleine componenten die in variërende opstellingen kunnen worden toegepast. Bij het aanleveren van het systeem worden deze componenten in elkaar gezet wat zorgt voor veel opslagcapaciteit en minder transport. In de bijlagen in paragraaf **Watershell** is gedetailleerde informatie te vinden over: de eigenschappen, de voordelen, de nadelen en de eisen voor een effectieve werking van het Watershellinfiltratieveld (Waterblock BV, sd).

Figuur 6 **Watershell** (Waterblock BV, sd)



De **infiltratiekratten** van Wavin zijn ondergrondse opslagcontainers van kunststof. Dit systeem buffert het overtollig regenwater en laten het net als de Watershellinfiltratieveld infiltreren. Ze worden met name toegepast in situaties waar infiltratie mogelijk is bevorderd moet worden. Nadelen van infiltratiekratten zijn ook hier: de hogere aanlegkosten, het lastige beheer en onderhoudsvereisten wat invloed heeft op de levensduur. Voordelen van dit systeem zijn: de inzetbaarheid voor boomirrigatie en makkelijke installatie. Bij boomgroeiplaatsen is de stabiliteit van de infiltratiekrat gunstig. De installatie van het systeem vereist naast de graafwerkzaamheden geen zware werkzaamheden, de kratten zijn in de grond neer te leggen en verbinden met de hand (Wavin, sd). In de bijlagen in paragraaf **Infiltratiekratten** is gedetailleerde informatie te vinden over de: eigenschappen, voordelen, nadelen en eisen voor effectieve werking van infiltratie kratten van Wavin.



Figuur 7 **Infiltratiekratten**
(Tilburg, 2006-11-20 Q-bic krat aanleg)

Het **infiltratie & transportriool** is een betonnen of kunststoffen buis die horizontaal wordt aangelegd. Deze buizen zijn van poreus beton of geperforeerd kunststof gemaakt en hebben dus veel poriën waar water door kan infiltreren. Dit systeem buffert en transporteert de neerslag terwijl het kan infiltreren. Het systeem wordt toegepast in situaties waar de ruimte ondergronds drukbezet is. Nadelen van dit systeem zijn: de mindere capaciteit vergeleken met infiltratievelden, het risico van verstopte poriën wat invloed heeft op het infiltrerend vermogen en de draineerde werking bij een hoge grondwaterstand. Een voordeel van dit systeem is dat het beheer lijkt op het beheer van traditionele riolering. Echter wordt hier geen rekening gehouden met het reinigen van de poriën (Wavin, sd). In de bijlagen in paragraaf [Infiltratie & transportriool](#) is gedetailleerde informatie te vinden over: de eigenschappen, voordelen, nadelen en eisen voor effectieve werking van infiltratie & transportriolering.

Figuur 8 **Infiltratie & Transport rioolbuis (beton)**
(Martensgroep)

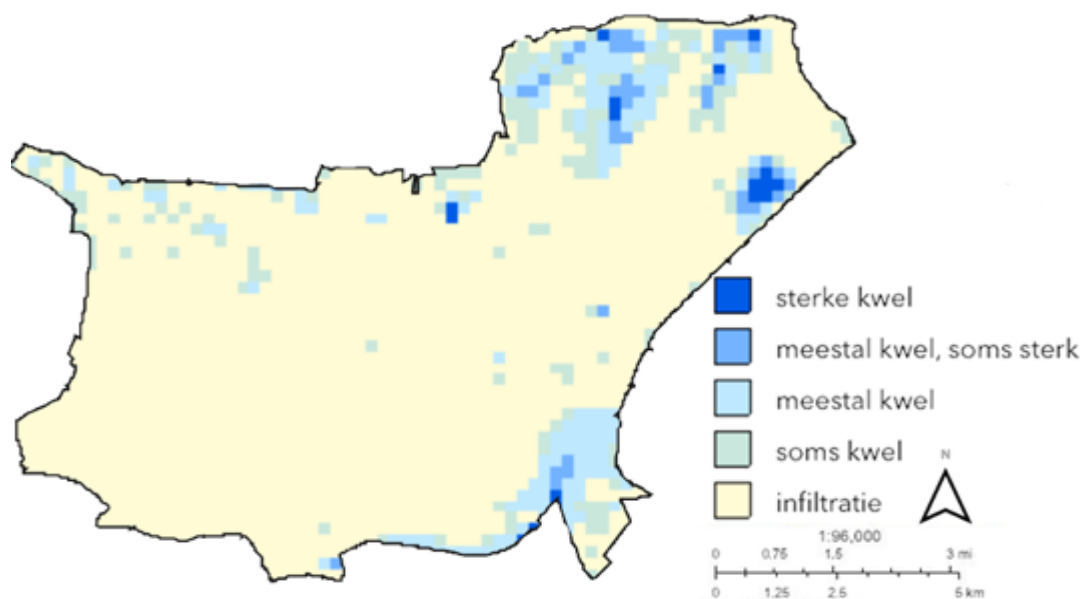


Uit de ervaringen van de gemeente Tilburg is naar voren gekomen dat er onzekerheden zijn betreft het beheer en de levensduur van de voorziening. Er is onzekerheid in onder meer de materiaalkeuze en dit beïnvloedt het selectieproces.

§2.3 Bodem Tilburg

Deze paragraaf geeft een duidelijk beeld van de bodem opbouw en grondwaterstand in Tilburg. Dit is gericht op het type grondsoorten dat relevant is om neerslag te verwerken. De bodem van de gemeente Tilburg is relevant in dit onderzoek omdat binnen dit onderzoek de focus licht op ondergronds waterbergen. De gemeente Tilburg is gelegen op een overgangsgebied tussen de zandgronden van de Brabantse Kempen in het zuiden en de kleigronden van de Maasvallei in het noorden. Deze diversiteit in bodemtypes heeft invloed op de landbouw, landschapontwikkeling en stedelijke planning. Het zandige karakter van de zuidelijke delen van Tilburg heeft geleid tot een geschikte omgeving voor bosgebieden en recreatieve natuurgebieden, terwijl ten noorden van Tilburg de kleigronden geschikt zijn voor landbouwactiviteiten (Etienne Paulissen, 1983). Een grondige analyse van de opbouw is van belang omdat het inzicht biedt in de geschiktheid van ondergronds waterbergen en infiltratie. In de bijlagen is de kaart van de bodem te vinden in [Bodemkaart Tilburg](#). Onder het maaiveld strekt grotendeels een zandlaag zich uit tot ongeveer 12 meter diepte. Binnen de ondiepe bodem (0 - 5 meter onder maaiveld) komen ook lokale leemlagen voor. Deze analyse is gedaan met boormonsters die zijn gedocumenteerd met de specifieke nummers, B50F0079, B50F0348 en B50F0082, in het Dinoloket (Dinoloket, 2023). De boormonsters zijn in de bijlagen onder [Boormonsterprofielen](#) te vinden. De Tilburgse bodem is zeer geschikt voor infiltratie zoals te zie is in de 'Kwel- en infiltratiekaart' onder aan deze pagina. In deze kaart wordt de mogelijkheid van infiltratie weergegeven met lichtgeel (Noord-Brabant, 2023). Echter is de bodem niet homogeen en zijn er leem en fijn zand lagen aanwezig die lokaal de infiltratie beperken.

De hoogte van het maaiveld in de gemeente Tilburg varieert. Richting het westen van de gemeente Tilburg loopt het maaiveld af naar minder dan 6 meter boven het Normaal Amsterdams Peil, terwijl in de noordoostelijke en noordwestelijke delen van de gemeente het maaiveld afloopt naar ongeveer 9 meter boven NAP. Deze variatie in maaiveldhoogtes is gedocumenteerd in het (Actueel Hoogtebestand Nederland, 2023). Tegelijkertijd is de gemiddelde hoge grondwaterstand in de gemeente Tilburg varieert van 12 aflopend naar 4,5 meter boven NAP (AYSC). Dit is aangegeven in de [Gemiddeld hoogste grondwaterstand \(GHG\)](#) kaart in de bijlagen. Deze informatie over de hoogtes van het maaiveld en de grondwaterstanden is van belang bij het plannen en ontwerpen van ondergrondse waterbergingsystemen binnen de gemeente. Het geeft inzicht in de beschikbare ruimte en de interactie tussen de bodem en het grondwater, wat van groot belang is voor een effectieve en duurzame waterberging.



Figuur 9 *Kwel- en infiltratiekaart* (Noord-Brabant, 2023)

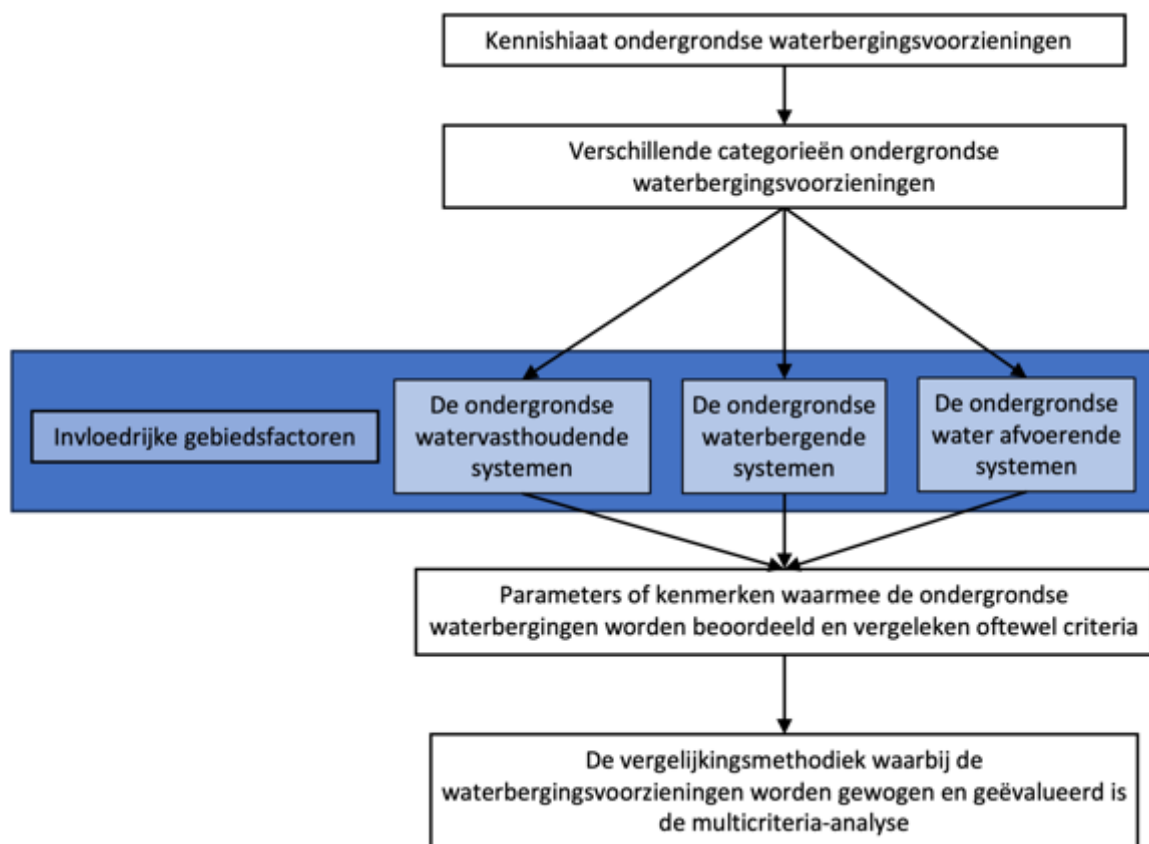
§2.4 Criteria en de vergelijkingsmethodiek

Bij het selecteren van de meest geschikte ondergrondse waterbergingsvoorziening moet er gekeken worden naar verschillende factoren die de verschillende disciplines vertegenwoordigen. Met criteria worden de verschillende factoren van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen beoordeeld om de vergelijking mogelijk te maken. Om criteria meetbaar te maken, is het belangrijk om specifieke meetbare indicatoren of variabelen te definiëren die kunnen worden gebruikt om de criteria te kwantificeren en beoordelen.

De vergelijkingsmethodiek die gebruikt gaat worden om de criteria te vergelijken, is een multicriteria-analyse. Voor het gebruiken van de criteria in de multicriteria-analyse moet het belang van criteria beoordeeld worden. Dit belang kan per discipline en gebied variëren. Om dit belang te kwantificeren, moeten de criteria een wegingsfactor toegewezen krijgen. Bij de beoordeling van de ondergrondse waterbergingsvoorziening per criteria worden de scores vermenigvuldigd met de wegingsfactor. De score van de ondergrondse waterbergingsvoorziening aan de hand van de criteria worden bij elkaar opgeteld. De uitkomst van deze score is de eindscore van de ondergrondse waterbergingsvoorziening. Deze eindscore wordt gebruikt voor het vergelijken van de ondergrondse waterbergingsvoorziening (Kennisportaal Klimaatadaptatie, 2023).

§2.5 Conceptueel model

Het conceptueel model is een vereenvoudigde representatie van de belangrijkste concepten, relaties en processen binnen dit onderzoek. De relaties tussen de termen worden met pijlen aangegeven. Het onderzoek is begonnen met een gebrek aan kennis betreffende ondergrondse waterbergingsvoorzieningen. Deze voorzieningen zijn ingedeeld in drie categorieën: vasthoudend, bergend en afvoerend. Om de voorzieningen binnen deze categorieën te vergelijken, zijn criteria van belang. Om deze criteria te formuleren, wordt er onderzoek gedaan naar literatuur en ervaringen van gemeente. Met deze criteria kunnen de verschillende voorzieningen beoordeeld worden.



Figuur 10 *Conceptueel model*

Hoofdstuk 3

Onderzoeksvragen

Dit hoofdstuk introduceert de onderzoeksvragen die worden beantwoord om bij te dragen aan het creëren van meer duidelijkheid binnen de disciplines in het selectieproces van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen. Voor het creëren van meer duidelijkheid worden criteria en factoren geïdentificeerd die de verschillende disciplines representeren. Deze criteria hebben een cruciale rol bij het kwantificeren en beoordelen van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen. De criteria vormen de fundatie voor duidelijkheid binnen de disciplines in het objectieve vergelijkingsproces van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen.



§3.1 Hoofdvraag

‘Welke criteria spelen een rol in het vergelijkingsproces van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen op basis van hun verschillende aspecten en kenmerken?’

De hoofdvraag richt zich op het creëren van meer duidelijkheid en begrip van criteria en factoren die de verschillende disciplines representeren. Het identificeren en begrijpen van criteria die specifiek invloed hebben op het vergelijkingsproces van diverse ondergrondse waterbergingsvoorzieningen is hiervoor noodzakelijk. Hiervoor wordt gekeken naar de variërende aspecten en kenmerken van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen en de mogelijke wenselijke parameters van de variërende omgevingsfactoren. Voor het beantwoorden van de hoofdvraag is deze opgedeeld in 6 deelvragen. Deze deelvragen belichten elk een specifiek aspect van het onderzoek.

§3.2 Deelvragen

1. *‘Welke verschillende hoofdcategorieën ondergrondse waterbergingsvoorzieningen kunnen worden onderscheiden, kijkend naar de specifieke opbouw, structuur of constructie en functie?’*
2. *‘Welke specifieke omgevingsfactoren spelen een rol bij de selectie van de categorieën van de ondergrondse waterbergingsvoorzieningen en hoe beïnvloeden de omgevingsfactoren de geschiktheid van de voorzieningen in verschillende situaties?’*
3. *‘Welke criteria zijn van toepassing voor de beoordeling van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen?’*
4. *‘Welke criteria zijn essentieel om de ondergrondse waterbergingsvoorzieningen met elkaar te kunnen vergelijken?’*
5. *‘Op welke manier kunnen de criteria voor ondergrondse waterbergingsvoorzieningen worden gekwantificeerd?’*
6. *‘Is de methodiek bruikbaar bij het beoordelen van waterbergingsvoorzieningen voorzieningen?’*

De eerste deelvraag is gericht op het indelen van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen in verschillende categorieën. Dit wordt gedaan om in het vergelijkingsproces enkel de geschikte voorzieningen te beoordelen. In de tweede deelvraag worden de omgevingsfactoren die een rol spelen in het selecteren van de geschikte categorie ondergrondse waterbergingsvoorzieningen onderzocht. Vervolgens wordt een vragenlijst opgesteld waarin de geschikte categorie bepaald wordt aan de hand van de omgevingsfactoren.

In deelvraag drie is onderzocht welke criteria van toepassing zijn voor het vergelijken van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen. Criteria binnen het vergelijkingsproces moeten zorgen voor variatie in de beoordeling. Wanneer criteria bij alle voorzieningen gelijk beoordeeld kunnen worden, is deze criteria niet relevant. Een voorbeeld hiervan is criterium behoud van natuur door aanvullen van grondwater. Alle vasthoudende infiltratie systemen vullen het grondwater aan en hier zal vergelijking tussen de systemen niet mogelijk zijn.

Dit wordt in deelvraag vier vervolgt door de geformuleerde criteria te beoordelen op essentie. Hierbij wordt de input van diverse experts en disciplines gevraagd om te oordelen welke criteria niet essentieel zijn en mogen afvallen of welke criteria nog verder moeten worden opgesplitst en worden afgebakend.

In deelvraag vijf wordt de kwantificatie van criteria geformuleerd. Hierdoor kunnen de wegingsfactoren worden weergegeven met een cijferschaal. Met deze wegingsfactoren worden in de vergelijkingsmethodiek de relevantie van diverse criteria in de beoordeling toegepast. Tot slot wordt in deelvraag zes de ontwikkelde methodiek in een casestudie gebruikt en beoordeeld. Deze casestudie belicht de werking van de methodiek en waar de methodiek verbeterd kan worden.

Hoofdstuk 4

Onderzoeksmethoden

In dit hoofdstuk wordt beschreven welke onderzoeksmethoden zijn toegepast om de doelstellingen van dit onderzoek te bereiken. Het onderzoek is opgedeeld in verschillende deelvragen, waarbij verschillende methoden zijn ingezet om tot een uitgebreid begrip van het onderwerp te komen.



Binnen dit onderzoek worden diverse onderzoeksmethodologieën gebruikt om: de validiteit van de bevindingen te vergroten, verschillende aspecten van het onderzoeksonderwerp te belichten, diepgaand inzicht te verschaffen in de ervaringen en perspectieven, kwalitatieve en kwantitatieve gegevens te verzamelen, valideren of te corrigeren van informatie en verschillende standpunten van de complexiteit binnen het onderzoek te begrijpen. Onderzoeksmethoden die gebruikt zijn voor dit onderzoek zijn: literatuurstudie, expertinterviews, workshop, vergelijkend onderzoek en casestudie (Scribbr, 2023). Hieronder worden de toegepaste onderzoeksmethoden voor elke deelvraag beschreven.

§4.1 Literatuurstudie

Voor de beantwoording van de eerste drie deelvragen is uitgebreid literatuuronderzoek uitgevoerd. De eerste deelvraag richtte zich op het verkrijgen van diepgaande inzichten in verschillende hoofdcategorieën van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen. Dit omvatte het doorzoeken van artikelen, technische rapporten en andere betrouwbare bronnen, waarbij zoektermen, zoekmachines, verwachte resultaten en gevonden bronnen werden gedocumenteerd en bijgevoegd in [Deelvraag 1](#). De tweede deelvraag concentreerde zich op de invloedrijke omgevingsfactoren met betrekking tot deze voorzieningen en volgde een vergelijkbare benadering van literatuuronderzoek, waarvan de bevindingen zijn vastgelegd in [Deelvraag 2](#). Tot slot richtte de derde deelvraag zich op de relevante criteria voor de beoordeling van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen en ook hier zijn zoektermen, zoekmachines, verwachte resultaten en gevonden bronnen uitvoerig gedocumenteerd in de bijlage van [Deelvraag 3](#).

§4.2 Expertinterviews

De expertinterviews voor de derde deelvraag werden uitgevoerd met professionals binnen de gemeente Tilburg. Deze professionals hebben praktische ervaring met deze voorzieningen en hebben kennis betreft de lokale context, uitdagingen en behoeften. De geïnterviewde experts zijn in de bijlage in [Deelvraag 3](#) gedocumenteerd in een tabel. Voordat de interviews werden uitgevoerd, werd een [Interviewprotocol](#) opgesteld om de structuur en het doel van de interviews te definiëren. Het protocol zorgde ervoor dat de gesprekken gestructureerd verliepen en alle relevante informatie werd vastgelegd. De voorbereidingen zijn te vinden in de bijlagen in [Vorbereiding interviews](#). Ook de woordelijke transcripties staan in de bijlagen in [Woordelijke transcripties interviews](#).

Voor de interviews in de vierde deelvraag zijn relevante experts geïdentificeerd gericht op de benodigde kennis betreft essentiële criteria die van toepassing zijn op de vergelijking van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen. Om deze redenen zijn medewerkers van vergelijkbare gemeenten zoals Eindhoven en Breda geïdentificeerd als relevante experts. Zoals te zien is op de grondsoortenkaart kaart in de bijlagen in [Deelvraag 4](#) is er sprake van gelijke bodemtypes en staan beide gemeente in de top 10 van Nederland (Allecijfers, 2023). Experts vanuit vergelijkbare gemeenten zoals Eindhoven en Breda, evenals auteurs van relevante literatuur zijn benaderd. Dit contact is in de bijlagen in [Mailcontact interviews](#) gedocumenteerd. De gemeente Breda heeft met een inhoudelijke mail gereageerd die te zien is in de bijlagen. De resultaten uit deze mail zijn in de bijlagen samengevat in [Criteria Breda Via RIONED](#) is er contact gemaakt met [Elwin Leusink](#) van Sweco en de community of practice water infiltrerende verharding. De geïnterviewde experts voor [Deelvraag 4](#) staan in de bijlagen in tabel 11-geïnterviewde experts gedocumenteerd.

§4.3 Workshop

Voor de vierde deelvraag is een workshop gehouden met experts binnen de gemeente, deze experts zijn ook geïnterviewd voor de derde deelvraag en hebben dus al kennis betreft het onderzoek. Het doel van de workshop was om de belangrijkste bevindingen en patronen te presenteren en te bespreken. Hierbij werden relevante criteria geïdentificeerd en verder gespecificeerd. De relevante experts voor de workshop zijn vermeld in de bijlage in [Deelvraag 4](#). Als voorbereiding van de workshop zijn de criteria uit deelvraag 3 uitgebreid beschreven. Deze beschrijving staat in de bijlagen in [Workshop \(1\)](#) en is gebruikt als basis voor discussie tijdens de workshop.

Voor de vijfde deelvraag is ook een workshop gehouden met experts die eerder geïnterviewd zijn voor de vierde deelvraag. Het doel van de workshop was om de belangrijkste bevindingen, patronen en eindproduct te presenteren en te bespreken. In dit gesprek worden de waarderingen en gevonden criteria getest en besproken met experts in het werkveld. Hierbij werden experts in het werkveld gevraagd om feedback voor het eindproduct voordat deze in de praktijk gebruikt gaat worden. De relevante experts voor de workshop en de verstuurde uitnodiging zijn vermeld in de bijlage in [Deelvraag 5](#).

§4.4 Vergelijkend onderzoek

Voor de vijfde deelvraag is een vergelijkend onderzoek uitgevoerd, gemotiveerd door het vermogen om zowel kwantitatieve als kwalitatieve aspecten van de criteria in overweging te nemen. Met deze methoden wordt de input en betrokkenheid van belanghebbenden gewaarborgd bij het besluitvormingsproces. Het vergelijkend onderzoek is voor de kwantificatie van criteria. Dit zal resulteren in numerieke waarden en wegingen voor criteria. Door gestandaardiseerde cijfers en wegingsfactoren te gebruiken, kan een objectieve vergelijkingen gemaakt worden tussen verschillende ondergrondse waterbergingsvoorzieningen. De gebruikte aspecten en criteria zijn in de bijlagen in [Aspecten en criteria](#) te vinden.

§4.5 Casestudie

De casestudie is het sluitstuk van het onderzoek en zal de vergelijkingsmethodiek testen op een specifieke casus. Deze maakt gebruik van de resultaten van de eerdere deelvragen en zal belangrijke inzichten en conclusies opleveren. De bijlagen bevatten aanvullende details over gebruikte locatie informatie, gewenste parameters en eisen van de gemeente Tilburg. De casestudie is uitgevoerd met de Willem-II-straat als locatie.

Hoofdstuk 5 – deelvraag 1

Hoofdcategorieën ondergrondse waterbergingsvoorzieningen

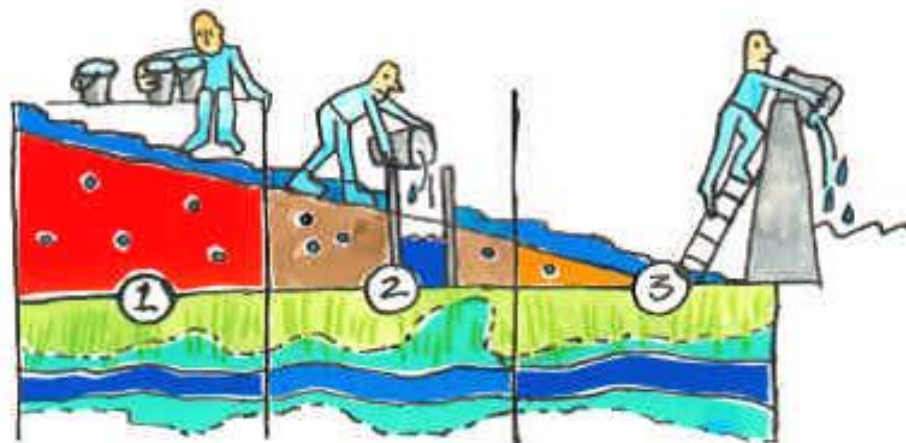
‘Welke verschillende hoofdcategorieën ondergrondse waterbergingsvoorzieningen kunnen worden onderscheiden, kijkend naar de specifieke opbouw, structuur of constructie en functie?’

Dit hoofdstuk richt zich op het identificeren en begrijpen van de diverse hoofdcategorieën van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen. Het doel is om inzicht te krijgen in hoe deze systemen zijn opgebouwd, gestructureerd en geconstrueerd en wat hun specifieke functies zijn. Hierbij worden de verschillen aan ontwerpen verkend die worden gebruikt om water te beheren en te reguleren in de ondergrondse omgevingen.



§5.1 Categorieën ondergronds waterbeheer systemen

Er zijn drie categorieën binnen het waterbeheer. Kort samengevat zijn de drie categorieën: vasthouden, bergen en afvoeren gericht op het vergroten van de capaciteiten om neerslag vast te houden, op te slaan en af te voeren. Dit voor het verminderen van capaciteitstekorten en het bevorderen van effectief waterbeheer. Dit wordt ook wel de drietrapsstrategie genoemd (Middendorp, 2016).



Figuur 11 **Drietrapsstrategie** (Hunze en Aa's, sd)

1. **Watervasthoudende systemen:** deze categorie heeft betrekking op het vergroten van de capaciteit om water vast te houden. Ze zijn bedoeld om regenwater in de bodem te laten infiltreren en zo de hoeveelheid water dat direct afstroomt te verminderen. Deze systemen hebben als doel om neerslag in de bodem vast te houden. Hiermee wordt de bodem van water voorzien en het grondwater aangevuld. Voorbeelden van vasthoudende systemen zijn: infiltratie & transport riool, infiltratievelden en infiltratieputten. Infiltratiesystemen moeten voornamelijk worden toegepast in gebieden met een lage grondwaterstand en een bodem die water doorlatend is. Voor de effectiviteit van deze voorziening moet er worden gelet op de capaciteit van de bodem om water op te nemen. Een risico bij infiltratievoorzieningen is dat niet alleen water de voorziening instroomt. Bij instroming van bijvoorbeeld zand blijft dit op de bodem van de infiltratievoorziening achter. Dit belemmert op langer termijn de effectiviteit van de infiltratie en de capaciteit van de voorziening (Floriss Boogaard en Jeroen Rombout, 2008).
2. **Waterbergende systemen:** deze categorie is bedoeld om neerslag te bufferen. Deze buffering is om het watersysteem te ontlasten bij hevige neerslag en zo wateroverlast te voorkomen. Ondergrondse waterbergende systemen zijn veelal gemaakt uit ondoorlatende materialen zoals beton en kunststof (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2022).
3. **Waterafvoerende systemen:** deze categorie is bedoeld om overtollig regenwater af te voeren buiten het gebied. Een bekend voorbeeld van een ondergronds afvoerend systeem is de rioolbuis. In gebieden waar vasthoudende- en bergendesystemen niet kunnen worden toegepast, kunnen afvoerendesystemen geïmplementeerd worden (Amsterdam Rainproof, sd).

In Nederland wordt er sinds 2000 het beleid 'Drietrapsstrategie' toegepast. Dit beleid is om neerslag niet direct af te voeren, maar zoveel mogelijk vast te houden waar dit valt. Wanneer vasthouden geen optie is worden er Bergingsmogelijkheden gehanteerd om de neerslag te bufferen. Bij een volle buffer of wanneer de berging niet mogelijk is wordt de neerslag als laatste optie afgevoerd. Dit creëert een vertraagde afvoer wat het watersysteem benedestrooms ontlast (Hunze en Aa's, sd).

Ondergrondse watervasthoudende voorzieningen

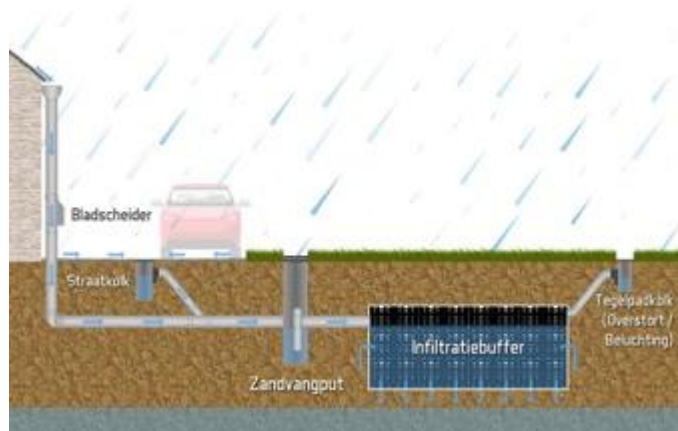
In het artikel van blauw-groen-Vlaanderen zijn verschillende ondergrondse waterbergingsvoorzieningen die een vasthoudende functie hebben beschreven met hun specifieke opbouw. De genoemde systemen omvatten infiltratievelden en infiltratieputten (blauwgroenvlaanderen, sd). Uit het theoretische kader in ‘toegepaste ondergrondse waterbergingsvoorzieningen’ is het infiltratie- & transportriool benoemd. Dit is ook een watervasthoudend systeem dat gelijk water kan afvoeren door de buis.

Infiltratievelden zijn bijvoorbeeld infiltratiekratten. Dit zijn holle kunststofkratten, omhuld met filterdoek en worden ondergronds geplaatst om regenwater op te vangen en vertraagd in de bodem te laten infiltreren. **Infiltratiekratten** worden in de bijlagen gedetailleerder beschreven. De specifieke opbouw van deze kratten variëren per leverancier, echter binnen de gemeente Tilburg wordt in het bestek verwezen naar de Q-Bic+ infiltratiekratten van Wavin (Wavin, sd). In een onderzoek in opdracht van Stichting RIONED is geconcludeerd dat in de specifieke situatie van de Runstraat in Eindhoven de infiltratiekratten effectief zijn in het afkoppelen en infiltreren van regenwater. De bodemkwaliteit in de omgeving van de infiltratiekratten voldoet aan de normen en er is geen sprake van significante verontreiniging. De infiltratiekratten zijn op langer termijn niet beheerd of gereinigd, toch wordt in het onderzoek het beheer en onderhoud van infiltratievoorzieningen op langer termijn aanbevolen. Het gebruik van een zandvangputten om slibvorming te verminderen, is standaard en effectief (Floris Boogaard en Jeroen Rombout, 2008). Het **Praktijkonderzoek infiltratiekratten** is gedetailleerd uitgewerkt in de bijlagen. Ook zijn er betonnen infiltratievelden; een voorbeeld hiervan is de **Watershell**, deze wordt in de bijlagen gedetailleerder beschreven (Waterblock BV, sd).

Infiltratieputten zijn verticaal geplaatste betonnen of kunststofbuizen met perforaties in de wanden. Door deze gaten kan het hemelwater in de omringende bodem infiltreren. Rondom de put wordt vaak grind aangelegd om infiltratie te bevorderen en dichtslibben te voorkomen. De specifieke opbouw van de infiltratieput varieert per leverancier en eisen van de opdrachtgever. **Infiltratieputten** worden in de bijlagen gedetailleerder beschreven (Jong, 2023). Infiltratieputten kunnen een aanzienlijke diepte krijgen. Deze techniek wordt dan ook wel diepte-infiltratie genoemd. Bij diepte-infiltratie wordt overtollig neerslag in dieper gelegen zandlagen opgeslagen (Lomulder, 2023). Dhr. S. Meershoek geeft in een gesprek aan dat de risico's van verontreiniging een rol spelen bij watervasthoudende systemen. In de context dat de neerslag diep in de bodem wordt geïnfilteerd zal het water de natuurlijke zuiveringsprocessen van de bodem overslaan. Het gevolg hiervan kan zijn dat drinkwater wat uit de bodem gewonnen wordt kwalitatief verslechterd (Meershoek, 2023). Hierdoor is het van belang om dit systeem niet toe te passen in de buurt van gronden die bestemd zijn voor drinkwaterwinning.

Infiltratie & transportriool is een kunststof of betonnen horizontale buis vergelijkbaar met reguliere riolering. De specifieke opbouw van de infiltratie & transportriool varieert per leverancier en eisen van de opdrachtgever. In de bijlagen in **Infiltratie & transportriool** is deze voorziening gedetailleerd beschreven (Wavin, sd).

Over het algemeen wordt het belang van reinigen en onderhouden van ondergrondse watervasthoudende voorzieningen benadrukt om verstopping van poriën en ophoping van slib te voorkomen. Er zit veel variatie in de opbouw en mogelijkheden van ondergrondse watervasthoudende voorzieningen. Bijvoorbeeld de keuze tussen kunststof en betonnen hangt af van omgevingsfactoren. Factoren zoals het gebruik van het maaiveld beïnvloedt de noodzaak van draagkracht. Over het algemeen hebben betonnen systemen een sterkere draagkracht dan de kunststof systemen.



Figuur 12 **Watersysteem infiltratie**
(Engeldot Pomp- en Leidingsystemen B.V., 2023)

Ondergrondse waterbergende voorzieningen

Betonnen of kunststof buffertanks zijn ondoorlatende ruimtes die water opslaan onder de grond. Deze voorzieningen maken infiltratie niet mogelijk en daarom moeten deze uitgerust zijn met een afvoersysteem. Deze voorzieningen hebben variërende afmetingen afhankelijk van de gewenste capaciteit. De functie van deze voorzieningen is enkel het bufferen van de neerslag. Verontreiniging van de voorziening heeft minimale invloed op de capaciteit en kan vaak makkelijker gereinigd worden dan infiltratie bevorderende voorzieningen (Vlaams milieumaatschappij, 2015). In de bijlagen in **Betonnen of kunststof buffertanks** is dit systeem gedetailleerd beschreven.



Figuur 13 **Betonnen buffertank**
(fabiton, sd)

Ondergrondse waterafvoerende voorziening

Het riool is een horizontale buis dat water afvoert. Het rioolsysteem kan in een geschied stelsel worden aangebracht. Hiervoor wordt de neerslag gescheiden van afvalwater afgevoerd. In de bijlagen **Hemelwaterafvoer riool** wordt dit systeem verder uitgewerkt. De rioolbuis is vaak van beton en heeft variërende diameters afhankelijk van de benodigde capaciteit en het aangesloten stelsel (Amsterdam Rainproof, sd). Uit overleggen binnen de afdeling stedelijk water bij de gemeente Tilburg is naar voren gekomen dat er een variatie in eivormige en ronde buizen is. De eivormige buizen hebben door de smallere bodem een snellere stroming in de buis. Door deze snellere stroming stroomt zand en andere verontreiniging door de buis, wat de rioleringscapaciteit behoudt. Echter worden de eivormige rioleringsbuizen niet meer toegepast binnen de gemeente Tilburg vanwege leveringscomplicaties.



Figuur 14 **Rioleringsbuizen**
(Redactie Waterforum, 2019)

Vasthoudende systemen kunnen worden toegepast in situaties met een gemiddelde lage grondwaterstand en een ruim ondergronds oppervlak voorzien van een infiltrerend vermogen. Het infiltrerend vermogen is afhankelijk van de bodem. Omdat waterbergende (bufferende) systemen niet infiltrerend werken, kunnen deze worden toegepast waar vasthoudende systemen niet functioneren. Waterbergende systemen worden niet beïnvloed door omgevingsfactoren. Er moet enkel genoeg ruimte zijn in het gebied. Bij projecten waar vasthoudende en bergende systemen niet toegepast kunnen worden, kunnen afvoerende systemen worden toegepast. Deze traditionele systemen voeren het overtollige neerslag af naar locaties waar dit idealiter vervolgens kan infiltreren.

Hoofdstuk 6 – deelvraag 2

Invloed van omgevingsfactoren

‘Welke specifieke omgevingsfactoren spelen een rol bij de selectie van de categorieën van de ondergrondse waterbergingsvoorzieningen en hoe beïnvloeden de omgevingsfactoren de geschiktheid van de voorzieningen in verschillende situaties?’

In dit hoofdstuk wordt de focus gelegd op de specifieke omgevingsfactoren die een rol spelen bij de keuze van ondergrondse waterbeheersystemen. Het onderzoek richt zich op het begrijpen van hoe omgevingsfactoren de geschiktheid van de voorzieningen beïnvloeden. De resultaten van deze deelvraag zullen helpen met het maken van een beslisboom. Er zullen een selectie voorzieningen aangeduid worden die in de praktijksetting doelgericht toegepast kunnen worden.

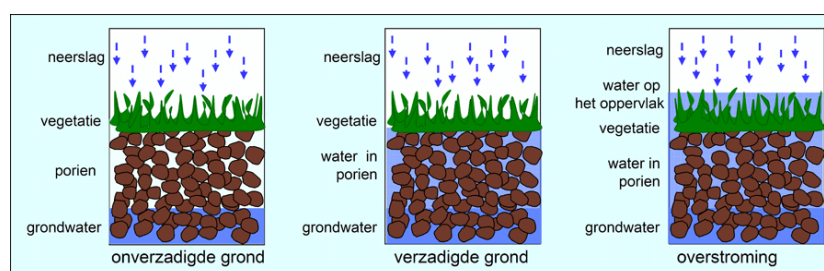


§6.1 Omgevingsfactoren

Voor een watervasthoudend systeem is een bodem die de capaciteit heeft om water te laten infiltreren van belang. Er zijn 7 omgevingsfactoren die een bodem watervasthoudend maken, namelijk:

1. **Grondwaterstand:** bij een hoge grondwaterstand is de ruimte tussen het maaiveld en het grondwater minder wat resulteert in minder bergingsmogelijkheid in de bodem door vasthoudende systemen.
2. **Bergingscapaciteit:** de grondwaterstand beïnvloedt de bergingscapaciteit van de bodem. De structuur van de bodem is op korrelgrootte relevant. De ruimte tussen de bodemkorrels kan worden verzadigd door infiltratie bij neerslag en kwel.
3. **Bodemtype:** zoals: zand, klei, leem en veen hebben elk eigen bodemkenmerken (Wageningen University & Research, 2020). Bodemkenmerken zoals: doorlatendheid, wateropslagcapaciteit en drainage beïnvloeden hoe snel water de bodem binnendringt, wordt vastgehouden en wordt afgevoerd (Crops Extension, 2018). In de bijlagen in [Omgevingsfactoren](#) onder tabel 14-‘Bodemtype’ worden verschillende bodemtype met doorlatendheid en wateropslagcapaciteit beschreven.
4. **Topografie:** dit speelt een rol bij de afstroming op het maaiveld. De helling van het maaiveld laat het water afstromen wat erosie en sedimentatie veroorzaakt en het watervasthoudende vermogen beperkt (Crops Extension, 2018).
5. **Vegetatie:** op het maaiveld zoals grasland, struikgewas, bomen en bossen, vergroten het watervasthoudend vermogen door afstroom over de bodem te verminderen en een lossere bodemstructuur te creëren. Beplanting helpt water vast te houden door regenwater te absorberen. In situaties met hevige regenval kan een onbegroeid, kaal oppervlak meer water afvoeren dan een met beplanting bedekte bodem. Kale grond droogt snel uit en verliest het vermogen om water op te nemen. De wortels van planten in beplante bodems vergroten de capaciteit van de bodem om water vast te houden en te laten infiltreren. Bomen nemen, houden vast en verdampen water, waardoor ze bijdragen aan het watervasthoudende vermogen van de bodem (Amsterdam Rainproof, 2023).
6. **Bebouwing:** en infrastructuur op het maaiveld, verzwakken het vasthoudend vermogen van de bodem. Door verharding van het bodemoppervlak, kan water minder goed infiltreren (Crops Extension, 2018).
7. **Verontreiniging:** in de bodem en grondwater beïnvloedt de benodigde stappen voor het vasthouden van water in de bodem. Lokale grondverbetering is noodzakelijk bij het toepassen van een infiltrerende voorziening in de verontreinigde bodem.

De sponswerking, oftewel het watervasthoudende vermogen van de bodem is van groot belang bij het kiezen en ontwerpen van ondergrondse watervasthoudend systeem (Willem van Deursen, 2013). Een watervasthoudende bodem heeft in droge periodes langer vocht beschikbaar voor planten en bodemleven, terwijl in natte periodes de bodem meer water kan opnemen (Ruimtemet toekomst.nl, 2014). Ondergrondse watervasthoudende voorzieningen moeten voornamelijk worden toegepast in gebieden met een lage grondwaterstand en een bodem die water doorlatend is. Voor de effectiviteit van deze voorziening moet er rekening gehouden worden met de bodemstructuur en de capaciteit van de bodem om water op te nemen (Deltares, 2013) & (Coördinatiecommissie Integraal Waterbeleid, 2012). Ondergrondse waterbergende en -afvoerende systemen kunnen overal waar ondergronds de beschikbare ruimte is geïmplementeerd worden. Deze systemen zijn niet waterdoorlatend en worden daarom niet beïnvloedt door omgevingsfactoren. Toch moet er rekening gehouden worden met de aanwezigheid van bomen in de omgeving. Het type riolering en de groeiplaats van de boom kan een rol spelen in de gevoeligheid voor wortelgroei. Om wortelgroei in leidingen te voorkomen, is het behouden van voldoende afstand tussen bomen en leidingen bij de aanleg van nieuwe rioleringen essentieel (Steven, 2019).



Figuur 15

Verzadiging bodemkorrels

(Het proces van waterberging in de bodem., 2008)

§6.2 Beslisboom

De resultaten van deelvraag 1 'hoofdcategorieën ondergrondse waterbergingsvoorzieningen' en deelvraag 2 'invloeden van omgevingsfactoren' zijn verwerkt in een beslisboom die voorafgaand aan de vergelijking gebruikt wordt om de geschikte categorie voorzieningen te selecteren voor het vergelijkingsproces. De beslisboom is schematisch weergegeven in de bijlagen in [Beslisboom](#). In deze beslisboom worden vragen gesteld en aan de hand van de antwoorden doorverwezen naar de volgende vragen. Deze vragen zijn gebaseerd op de omgevingsfactoren. Omgevingsfactoren hebben invloed op de geschiktheid van vasthoudende systemen. Bufferende systemen kunnen toegepast worden wanneer neerslag op de locatie gebufferd moet worden en vasthoudende systemen geen optie zijn. Wanneer ruimte ontbreekt, is afvoeren de laatste optie.

Hoofdstuk 7 – deelvraag 3

Criteria van toepassing

‘Welke criteria zijn van toepassing voor de beoordeling van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen?’

Dit hoofdstuk legt de focus op de criteria die van toepassing zijn voor ondergrondse waterbergingsvoorzieningen. Het onderzoek richt zich op het begrijpen van deze criteria en hoe deze de geschiktheid van de voorzieningen beïnvloeden in verschillende situaties. Door deze criteria te identificeren en te onderzoeken, kunnen de voorzieningen beoordeeld worden op basis van de specifieke behoeften van een specifieke praktijksituatie. De verwachte uitkomst van dit onderzoek is een overzicht van relevante criteria voor de beoordeling van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen.



§7.1 Criteria identificatie

Literatuuronderzoek heeft verschillende criteria opgeleverd. In de bijlagen onder kopje [Criteria uit literatuur](#) zijn alle gevonden criteria uit de literatuur met de definities te vinden. Deze criteria zijn met behulp van interviews getoetst op relevantie. Criteria worden als relevant geïdentificeerd wanneer deze helpen bij de keuze voor de beste ondergrondse waterbergingsvoorzieningen. Deze scores van deze criteria moeten dus verschillen opleveren bij het afwegen van verschillende ondergrondse waterbergingsvoorzieningen. De afgenomen interviews zijn opgenomen en vervolgens getranscribeerd in de bijlage in [Woordelijke transcripties interviews](#). Hieronder worden de resultaten weergegeven, in de bijlagen in [Criteria uit onderzoek](#) staan de criteria uitgewerkt in tabel relevant en niet relevant met onderbouwing.

Relevante criteria

Criteria die als *relevant* zijn beoordeeld:

- | | |
|----------------------------|-------------------------------------|
| 1. Aanlegkosten | 12. Functiecombinaties |
| 2. Beheer | 13. Gebruik van materialen |
| 3. Beheerkosten | 14. Klimaatadaptatie |
| 4. Beleving | 15. Levensduur en vervanging |
| 5. Benodigd oppervlak | 16. Milieueffecten |
| 6. Biodiversiteit | 17. Risico's bij graafwerkzaamheden |
| 7. Degeneratie | 18. Robuustheid |
| 8. Draagkracht | 19. Technische haalbaarheid |
| 9. Effectiviteit | 20. Toegankelijkheid |
| 10. Efficiënte installatie | 21. Uitdagingen |
| 11. Flexibel ontwerp | |

In de bijlagen in [Relevante criteria](#) zijn de criteria uitgelegd en is onderbouwd waarom deze criteria relevant zijn.

Niet relevante criteria

Criteria die als *niet relevant* voor het vergelijkingsproces zijn beoordeeld:

- | | |
|------------------------------------|------------------------------------|
| 1. Adaptief vermogen | 9. Leefbaarheid |
| 2. Behoud van natuur | 10. Middelengebruik |
| 3. Benodigde ondergrondse ruimte | 11. Slibvorming |
| 4. Bodem en grondwaterkwaliteit | 12. Voorzuivering |
| 5. Diepte van infiltratie | 13. Waardeverandering van vastgoed |
| 6. Disciplinaire samenwerking | 14. Water verwerksnelheid |
| 7. Effectiviteit bij wateroverlast | 15. Wateropslag capaciteit |
| 8. Hittestress | 16. Zuiverende eigenschappen |

In de bijlagen in [Niet relevante criteria](#) zijn de criteria uitgelegd en is onderbouwd waarom deze criteria niet relevant zijn.

Hoofdstuk 8 – deelvraag 4

Essentiële criteria voor vergelijking

‘Welke criteria zijn essentieel om de ondergrondse waterbergingsvoorzieningen met elkaar te kunnen vergelijken?’

Het is van belang om de essentiële criteria te identificeren. Er zijn nog veel onderlinge relaties en nuances tussen de relevante criteria. Dit omvat een gedetailleerde analyse van welke criteria invloed hebben op andere criteria. Het afbakenen en opsplitsen van essentiële criteria is van belang om dubbele scores te voorkomen in de beoordeling. Dit wordt gedaan door middel van een workshop en experts interviews voor input van betrokken partijen. Niet-relevante essentiële criteria worden geëlimineerd en waar nodig zullen essentiële criteria worden opgesplitst om een nauwkeurige beoordeling te waarborgen.



§8.1 Essentiele criteria

De relevante criteria zijn tijdens de 'Workshop (1) en Resultaten interviews' kritisch geëvalueerd door experts en de opdrachtgever. De criteria zijn verder uitgewerkt tot beoordelingscriteria door duidelijke afbakening van de te evalueren factoren. Omdat bij het vergelijken van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen er gelet moet worden op veel criteria zijn deze criteria ingedeeld in vier aspecten. Deze aspecten zijn gekozen omdat deze een complete benadering bieden om ondergrondse waterbergingsvoorzieningen grondig te evalueren. Ze dekken zowel technische als bredere maatschappelijke, economische en milieu gerelateerde overwegingen. Deze aspecten zijn van belang voor een uitgebreide beoordeling en het nemen van weloverwogen beslissingen in projectontwikkeling. De aspecten zijn: ontwerp – technisch, uitvoering, levensduur en milieu. Bij elke aspect is hieronder met bullet-points beschreven welke criteria beoordeeld wordt. Hierdoor zijn de aspecten afgebakend en worden dubbele scores voorkomen.

Ontwerp – Technisch aspect

Het aspect ontwerp - technisch richt zich op zowel de vormgeving als de technische en functionele aspecten van de waterbergingsvoorzieningen. Dit aspect is van cruciaal belang voor het succesvol ontwikkelen en laten functioneren van de voorziening volgens de vastgestelde specificaties en eisen. Een doeltreffend ontwerp is essentieel, aangezien het de basis legt voor het beheer en de levensduur van de waterbergingsvoorzieningen en het kan leiden tot kostenbesparing en een positieve impact op de omgeving. Binnen het aspect "Ontwerp - Technisch" worden verschillende criteria geëvalueerd om de kwaliteit, geschiktheid en duurzaamheid van het ontwerp te waarborgen. Dit omvat niet alleen het uiterlijke ontwerp van de voorziening, maar ook de technische en functionele aspecten die ervoor zorgen dat de voorziening efficiënt, betrouwbaar en effectief functioneert gedurende de gehele levenscyclus.

De te beoordelen criteria binnen het aspect 'ontwerp - technisch' zijn:

1. **Afvoer en infiltratie-efficiëntie:** dit criterium evalueert hoe effectief de voorziening is in het afvoeren en infiltreren van neerslag. Het vermogen om water op een efficiënte en gecontroleerde manier te verwerken, is van essentieel belang om wateroverlast te minimaliseren.
2. **Benodigd oppervlak:** dit criterium beoordeelt de hoeveelheid ruimte op het maaiveld die nodig is om het ontwerp te realiseren. Efficiënt gebruik van bovengrondse ruimte is van belang, vooral in stedelijke omgevingen waar ruimte beperkt is.
3. **Ervaring:** dit criterium richt zich op de mate waarin het ontwerp is gebaseerd op eerdere ervaringen met soortgelijke waterbergingsvoorzieningen. Het is belangrijk om gebruik te maken van bestaande kennis en ervaring om een efficiënt ontwerpproces te garanderen. Veel variatie in ondergrondse systemen maakt beheer complex.
4. **Functioneelcombinaties:** dit criterium heeft betrekking op de integratie van verschillende functies binnen de waterbergingsvoorzieningen. Het kan bijvoorbeeld gaan om combinaties van waterberging met groenvoorzieningen of straatfundering. Het combineren met meerdere functies is ruimte-efficiënt en kan ten goede komen op de kosten.
5. **Systeemfunctionaliteit:** de functionaliteit van de waterbergingsvoorzieningen wordt beoordeeld op basis van hoe goed het voldoet aan de beoogde doelen en specificaties. Een goed functionerende voorziening kan neerslag opslaan en afvoeren zoals gepland.

Uitvoering aspect

Het aspect 'uitvoering' richt zich op de uitvoerende fase van het project, waarin het ontwerp daadwerkelijk wordt gerealiseerd en omgezet in een operationele structuur. Dit is een cruciale fase waarin verschillende criteria worden beoordeeld om ervoor te zorgen dat het project binnen het beschikbare budget wordt gerealiseerd en dat financiële risico's worden geminimaliseerd. Het aspect 'uitvoering' is van vitaal belang om ervoor te zorgen dat het ontwerp van de waterbergingsvoorzieningen daadwerkelijk wordt gerealiseerd op een manier die zowel kosteneffectief als functioneel is, terwijl rekening wordt gehouden met de beleving van de omgeving en de complexiteit van de installatie. Een doeltreffende uitvoering is essentieel om het project succesvol af te ronden en de beoogde doelen te bereiken.

De te beoordelen criteria binnen het aspect 'uitvoering' zijn:

6. **Aanlegkosten:** de beoordeling van de aanlegkosten heeft betrekking op de kosten die nodig zijn om het ontwerp daadwerkelijk te realiseren en om te zetten in een operationele structuur. Het is van belang om het project binnen het beschikbare budget te realiseren en financiële risico's te voorkomen.
7. **Beleving:** heeft betrekking op hoe de waterbergingsvoorzieningen wordt ervaren door de gemeenschap en andere belanghebbenden. Een goed ontwerp houdt rekening met de functionele aspecten die de beleving van de omgeving beïnvloeden. Denk hierbij aan een efficiënte planning en de benodigde tijd om de voorziening aan te leggen, waardoor het gebied openligt en niet bruikbaar is.
8. **Complexiteit installatie:** de mate van complexiteit bij de installatie van de waterbergingsvoorzieningen wordt geëvalueerd. Een eenvoudige installatie kan kosten en tijd besparen, terwijl een complexe installatie uitdagingen met zich mee kan brengen.

Levensduur aspect

Levensduur is een essentieel aspect binnen de beoordeling van waterbergingsvoorzieningen en strekt zich uit vanaf het moment van implementatie tot het einde van de functionele levensduur van de voorziening. Dit aspect richt zich op het waarborgen van een optimale levensduur die goed past binnen de omgevingscontext en de gestelde doelen.

De te beoordelen criteria binnen het aspect 'levensduur' zijn:

9. **Beheerkosten:** dit criterium richt zich op de kosten die verband houden met het beheer en onderhoud van de waterbergingsvoorzieningen gedurende de gehele levensduur. Het doel is om te beoordelen of de voorziening besparingen oplevert op onderhoudskosten en of deze kosten proportioneel zijn. Beheerkosten moeten kostenefficiënt zijn om financiële risico's te minimaliseren.
10. **Complexiteit beheer:** dit criterium evalueert de mate van complexiteit die gepaard gaat met het beheer van de voorziening gedurende de hele levensduur. Het omvat aspecten zoals de benodigde vaardigheden, training en het beheerproces zelf. Een beheersysteem met een hoge complexiteit kan leiden tot hogere kosten en uitdagingen bij het behouden van de prestaties.
11. **Draagkracht:** verwijst naar het vermogen van de voorziening om zware belastingen te weerstaan. Dit is met name van belang in gebieden waar verkeer of constructiewerkzaamheden boven op de voorziening plaatsvinden.
12. **Materiaalkwaliteit:** dit criterium beoordeelt de kwaliteit van de materialen die worden gebruikt bij de constructie van de voorziening. Weerstanddegeneratie en de betrouwbaarheid van de materialen zijn overwegingen die hierbij worden meegenomen.
13. **Risico's graafwerkzaamheden:** dit criterium beoordeelt het risico dat zich voordoet wanneer graafwerkzaamheden worden uitgevoerd in de nabijheid van de waterbergingsvoorzieningen. Goede communicatie en samenwerking met externe partijen, zoals nutsbedrijven zijn essentieel om schade en verstoringen tijdens graafwerkzaamheden te voorkomen.

Milieuaspect

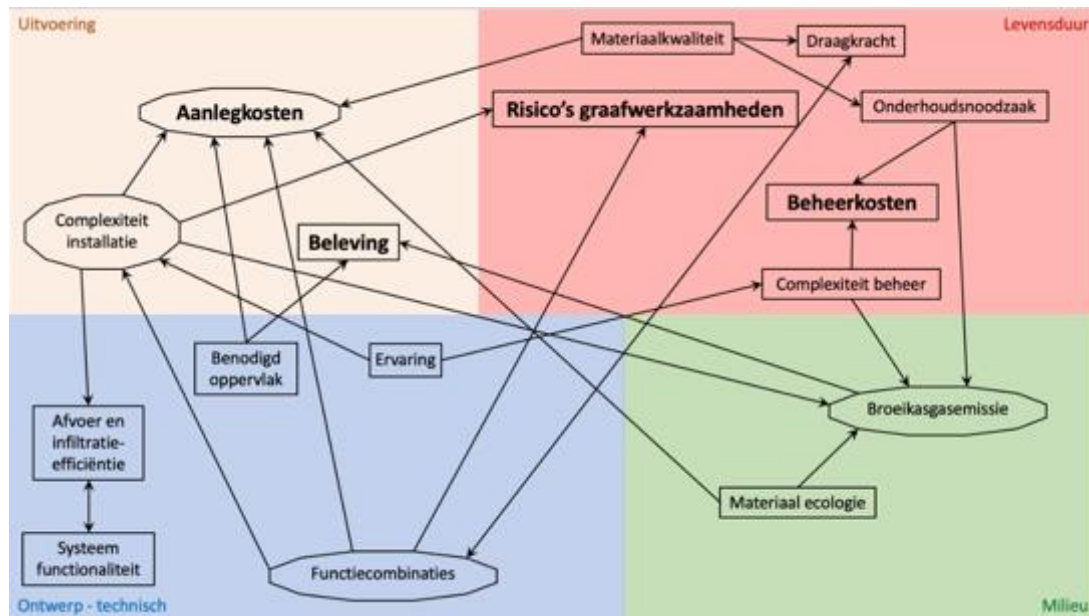
Het milieuaspect binnen de beoordeling van waterbergingsvoorzieningen heeft als kernfocus het minimaliseren van de negatieve milieueffecten van deze voorzieningen op de ecologie en het bevorderen van positieve milieueffecten gedurende de gehele levenscyclus. Het verzekeren van een milieuvriendelijke benadering bij het ontwerpen, implementatie en beheer van de waterbergingsvoorzieningen is van groot belang voor het verminderen van negatieve effecten op het milieu en het bevorderen van duurzaamheid.

De te beoordelen criteria binnen het aspect 'milieu' zijn:

14. **Broeikasgasemissie:** dit criterium is gericht op de beoordeling en minimalisering van de uitstoot van broeikasgassen gedurende de hele levenscyclus van de waterbergingsvoorzieningen. Het hoofddoel is om bij te dragen aan de wereldwijde inspanningen om klimaatverandering tegen te gaan. Het beoordeelt de energie-efficiëntie van de voorziening om de uitstoot van broeikasgassen tijdens productie, transport, installatie en beheer te beperken. Het criterium benadrukt het belang van milieuvriendelijkheid en energie-efficiëntie in het ontwerp en de implementatie van waterbergingsvoorzieningen.
15. **Materiaal ecologie:** dit criterium richt zich op de ecologische impact van de gebruikte materialen bij de waterbergingsvoorzieningen. Het omvat de beoordeling van de milieuvriendelijkheid van deze materialen en hun bijdrage aan duurzaamheid. Ook wordt gekeken naar de recyclebaarheid van de gebruikte materialen. Het doel van dit criterium is om te zorgen voor een selectie van materialen die minimale negatieve effecten hebben op het milieu gedurende de gehele levensduur van de voorziening. Hiermee wordt duurzaamheid bevorderd en dragen de materialen bij aan een gezondere ecologie.

§8.2 Invloed criteria

De figuur 16 invloeden criteria worden de invloeden van criteria die op elkaar worden uitgeoefend weergegeven met pijlen. Het is complex en dit heeft invloed op de beoordeling en kan zorgen voor dubbele score. Om dit risico in te perken zijn de criteria en aspecten afgebakend. Het is van belang dat in de beoordeling rekening wordt gehouden met de afbakening.



Figuur 16 *Invloeden Criteria*

Ook is uit figuur 16 te zien dat enkele criteria beïnvloedbaar en beïnvloedend zijn. De beïnvloedende criteria zijn essentieel wegens de invloeden die deze hebben op diverse criteria.

Beïnvloedbare criteria:

- Aanlegkosten
- Beheerkosten
- Beleving
- Risico's bij graafwerkzaamheden
- Systeemfunctionaliteit

Beïnvloedende criteria:

- Ervaring
- Materiaal ecologie
- Materiaalkwaliteit

De overige criteria zijn beïnvloedend en kunnen worden beïnvloed.

Hoofdstuk 9 – deelvraag 5

Kwantificatie criteria

‘Op welke manier kunnen de criteria voor ondergrondse waterbergingsvoorzieningen worden gekwantificeerd?’

Dit hoofdstuk richt zich op het vaststellen van een methodologie om de criteria voor ondergrondse waterbergingsvoorzieningen meetbaar te maken. Het doel is om een gestructureerde aanpak te ontwikkelen, waarmee de criteria objectief kunnen worden beoordeeld en vergeleken. Deze aanpak omvat het gebruik van kwantitatieve metingen en schaalverdelingen om de diverse criteria te kwantificeren. Het onderzoek zal de MCA-methode benutten om een systematische vergelijking uit te voeren, waarbij relevante gegevens worden verzameld en geanalyseerd. De verwachte uitkomst van dit onderzoek is een geïnformeerde beoordeling van de verschillende ondergrondse waterbergingsvoorzieningen, waarbij hun prestaties en eigenschappen worden geëvalueerd op basis van de meetbare criteria.



§9.1 Wegingsfactor & cijferschaal

Om de criteria voor ondergrondse waterbergingsvoorzieningen te kwantificeren, wordt een wegingsfactor toegepast. Deze wegingsfactor is per project aanpasbaar om de afweging per project optimaal af te stemmen op de belangen van dat project. Het stelt de gebruiker in staat om te bepalen hoe belangrijk elk aspect en criterium is in de beoordeling. Om de toekenning van deze wegingsfactoren systematisch te onderbouwen, kan er gebruik worden gemaakt van een cijferschaal van 1 – 10 voor elk aspect en criterium. In paragraaf 9.2 wordt met een voorbeeld duidelijk gemaakt op welke manier de score wordt berekend. Wegingsfactor 1,0 is de laagste en wegingsfactor 10,0 is de hoogste. In de bijlagen zijn de Aspecten en criteria uitgewerkt met de bijbehorende cijferschalen.

Het gebruik van wegingsfactoren is van essentieel belang voor de uiteindelijke score van de voorziening. Aangezien de vier aspecten van de beoordeling elk variërende hoeveelheden criteria bevatten, die specifieke elementen in dat aspect vertegenwoordigen, moeten de totaalscores van deze aspecten met elkaar worden vergeleken. Om dit te bereiken, worden de totaalscores van de voorziening omgezet in percentages van de maximaal te behalen scores. Hiermee kunnen aspecten binnen de beoordeling van een voorziening worden vergeleken. De scores van de vier aspecten worden bij elkaar opgeteld, wat resulteert in de totale score van de voorziening binnen de context van de specifieke belangen. Ook deze totaalscore wordt omgezet in een percentage van de maximaal te behalen scores. Deze percentages stellen gebruikers in staat om verschillende voorzieningen met elkaar te vergelijken en weloverwogen beslissingen te nemen op basis van deze beoordelingen. In de workshop zijn de aspecten en criteria uitvoerig besproken en zijn eventuele onduidelijkheden verhelderd.

De formule die gebruikt wordt om de totaalscore van de voorziening te berekenen, is als volgt:

$$S = \Sigma(W_{\text{aspect}} * (P_{\text{criterium}} * W_{\text{criterium}}))$$

Hier is wat elke term in de formule vertegenwoordigd:

- S staat voor de gecombineerde score.
- Σ (de Griekse hoofdletter sigma) vertegenwoordigt de sommatie over alle criteria.
- W_{aspect} staat voor de wegingsfactor voor het aspect.
- $P_{\text{criterium}}$ vertegenwoordigt de prestatiescore voor een specifiek criterium.
- $W_{\text{criterium}}$ vertegenwoordigt de wegingsfactor voor een specifiek criterium.

§9.2 Voorbeeldberekening

<p>Voorbeeld van toekennen wegingsfactor criteria binnen het aspect:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aspect krijgt een weging van 5 • Criterium 1 krijgt een weging van 6 • Criterium 2 krijgt een weging van 7 • Criterium 3 krijgt een weging van 7 • Criterium 4 krijgt een weging van 4 • Criterium 5 krijgt een weging van 9 <p>Voorbeeld van beoordeling van de ondergrondse waterbergingsvoorziening aan de hand van de criteria:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Criterium 1 beoordeeld met 6 • Criterium 2 beoordeeld met een 4 • Criterium 3 beoordeeld met een 8 • Criterium 4 beoordeeld met een 5 • Criterium 5 beoordeeld met een 6 <p>De score van de criterium worden vermenigvuldigd met de toegekende wegingsfactor:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Criterium 1: $6 \times 6 = 36$ • Criterium 2: $4 \times 7 = 28$ • Criterium 3: $8 \times 7 = 56$ • Criterium 4: $5 \times 4 = 20$ • Criterium 5: $6 \times 9 = 54$ <p>De totaal score van de criterium worden bij elkaar opgeteld om de score van het aspect te berekenen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • $36 + 28 + 56 + 20 + 54 = 194$ <p>De totaal score binnen het aspect wordt vermenigvuldigd met de wegingsfactor van het aspect:</p> <ul style="list-style-type: none"> • $194 \times 5 = 970$ <p>In dit voorbeeld is de totaalscore van het aspect 970</p>	<p>De maximale score van het aspect is berekend met de maximale beoordeling en toegewezen wegingsfactor van het aspect en de criteria. De maximale score van de voorziening per criteria is 10.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aspect heeft een weging van 5 • Criterium 1 heeft een wegingsfactor van 6 • Criterium 2 heeft een wegingsfactor van 7 • Criterium 3 heeft een wegingsfactor van 7 • Criterium 4 heeft een weging van 4 • Criterium 5 heeft een wegingsfactor van 9 <p>Maximale beoordeling is maximale score van 10 vermenigvuldigd met wegingsfactor:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Criterium 1: $6 \times 10 = 60$ • Criterium 2: $7 \times 10 = 70$ • Criterium 3: $7 \times 10 = 70$ • Criterium 4: $4 \times 10 = 40$ • Criterium 5: $9 \times 10 = 90$ <p>Totaal maximale score criteria:</p> <ul style="list-style-type: none"> • $60 + 70 + 70 + 40 + 90 = 330$ <p>Totaal score vermenigvuldigd met de wegingsfactor van het aspect:</p> <ul style="list-style-type: none"> • $330 \times 5 = 1650 =$ de maximale score van aspect <p>De totaal score van het aspect wordt gedeeld door de maximaal te behalen scores en vermenigvuldigd met 100.</p> <p><i>Bijvoorbeeld met de totaalscore van 970 / $1650 \times 100 = 58,79\%$</i></p> <p>In dit voorbeeld scoort aspect 970 wat een 58,79% is.</p>
---	--

Figuur 17

Voorbeeldberekening

Hoofdstuk 10 – deelvraag 6

Bruikbaarheid methodiek

‘Is de methodiek bruikbaar bij het beoordelen van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen?’

Dit hoofdstuk onderzoekt de toepasbaarheid van de MCA-methodiek voor het beoordelen van ondergrondse waterbergende voorzieningen in de context van Tilburg, specifiek in de Willem II straat. De casestudie biedt een eerste inzicht in hoe effectief de MCA-methodiek is bij het evalueren van deze voorzieningen. Door de relevante criteria toe te passen binnen de specifieke omstandigheden van de Willem II straat, wordt inzicht verkregen in de geschiktheid van de MCA-methodiek. De verwachte uitkomst omvat een beoordeling van de bruikbaarheid van de MCA-methodiek voor het beoordelen van ondergrondse waterbergende voorzieningen. Dit zal leiden tot conclusies en aanbevelingen die kunnen gaan over verdere verbetering van de methodiek, aanpassingen ervan en vervolgonderzoeken.



§10.1 Gebiedsomschrijving

In de casestudie is de Willem II straat in Tilburg van de kruising met de Spoorlaan tot en met de kruising met de Heuvelstraat gebruikt. Dit is een eenrichtingsstraat gelegen in het centrum van Tilburg. De eisen van de gemeente Tilburg stellen dat 60 mm per vierkante meter verhard geborgen dient te worden.

Willem II straat in Tilburg

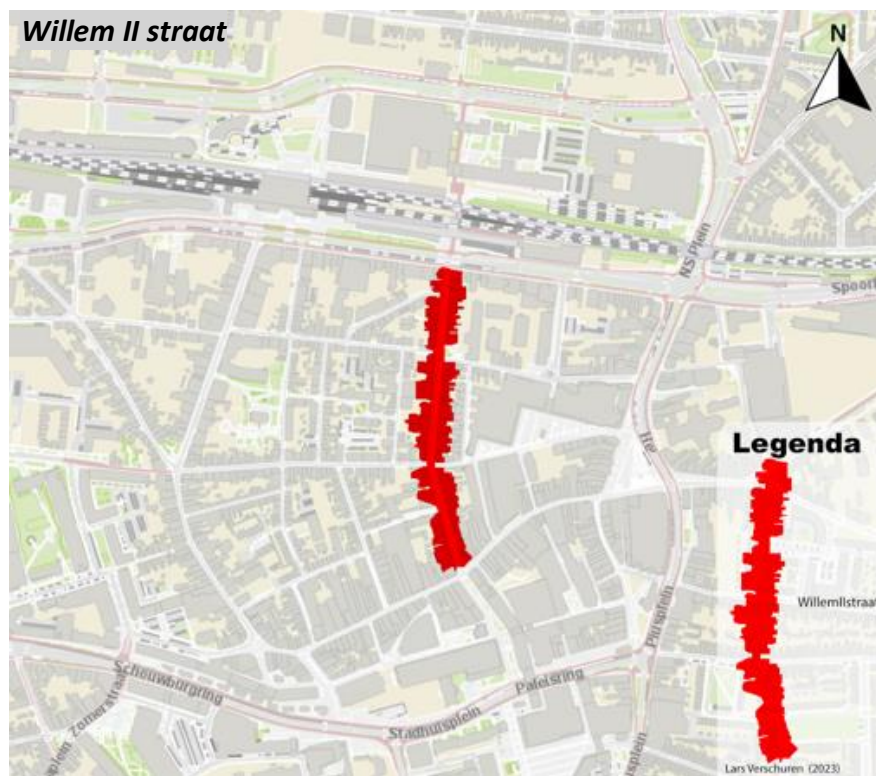


(Hest, 2020)

Willem II straat in Tilburg



(Google, 2023)



Figuur 18

Willem II straat in Tilburg

(Tilburg, 2023)

Oppervlak

Zoals in de tabel 1 'Afstromend oppervlak' te zien is, heeft de Willem II straat 8.250 vierkante meter verhard oppervlak (Peters, 2021). Dit betekent dat voor een 0,06 meter (60 mm) berging per vierkante meter verhard oppervlak er in totaal 495 kubieke meter waterberging vereist is.

Tabel 1 - **Afstromend oppervlak**

	Oppervlak (m ²)	Benodigde berging (m ³)
Oppervlak dak afvoer westzijde	1.950	177
Oppervlak dak afvoer oostzijde	2.450	147
Oppervlak voetpad oostzijde	1.500	90
Oppervlak voetpad westzijde	750	45
Oppervlak rijbaan	1.600	96
Totaal	8.250	495

(Peters, 2021)

De maaiveldhoogte van de straat is van 14,83 meter + N.A.P. in het zuiden dalend tot naar 14,38 meter + N.A.P. in het noorden (Esri Nederland, Community Maps Contributors, sd).

K-waarde bodem

In het 'Waterhuishoudingsplan WillemIIstraat' van de gemeente Tilburg is gedocumenteerd dat de K-waarde van de zandbodem in 2020 gemeten is door Antea Adviseurs bv. In deze metingen komt uit dat de K-waarde van de bodem tot een diepte van 1,5 meter vanaf het maaiveld gemiddeld 2 tot en met 4 meter per dag is. Onder de 1,5 meter tot en met 2,8 meter is de K-waarde gemiddeld 1,5 tot en met 3 meter per dag. Voor het bepalen van de infiltratiecapaciteit en leeglooptijd kan met een K-waarde van 1,5 meter per dag worden gewerkt (Peters, 2021).

Grondwaterstand

In het 'bestek en voorwaarden' document voor het project 'Herinrichten Willem II - straat te Tilburg' is geconcludeerd dat de minimale grondwaterstand op 11,4 meter + N.A.P. ligt, terwijl de maximale grondwaterstand op 12,2 meter + N.A.P. is vastgesteld (Akertech Adviseurs bv, 2021). Geconcludeerd kan worden dat tussen het maaiveld en de gemiddelde hoge grondwaterstand 2,4 meter ondergronds ruimte zit waar zich geen grondwater bevindt.

Verontreiniging

De verontreinigingswaarde van bodem van de Willem II straat zijn binnen de tegenstaande grenzen. In het grondwater zijn metalen aangetroffen wat kan leiden tot verkleuring van het water. Ook de grondwaterverontreiniging valt binnen de geaccepteerde grenzen (Weert, 2020).



Figuur 19 **Bodemkwaliteitskaart** (Tilburg, 2023)

Ondergrondse ruimte

De ondergrond van de Willem II straat is, zoals veel voorkomend in het centrum, drukbezet door ondergrondse infrastructuur. Er is volgens de opdrachtgever ruimte voor ondergrondse waterbergingsvoorzieningen, echter moeten deze wel efficiënt gebruik maken van de bodem. Door de vele verschillende infrastructuur in de bodem zijn er verschillende partijen betrokken bij de bodem. Hierdoor zijn graafwerkzaamheden in de straat in de toekomst zeer waarschijnlijk. In figuur 19-bodemgebruik hieronder zijn slechts enkele onderdelen van de ondergrondse infrastructuur weergegeven (Tilburg, 2023).



Figuur 20 **Bodemaebriuk** (Tilburg, 2023)

§10.2 Beslisboom

In de bijlagen in **Beslisboom** zijn de vragen schematisch weergegeven. Deze beslisboom is in het eindproduct in Excel verder ontwikkeld. Deze beslisboom beschikt over vragen die duidelijk maken welke categorie voorzieningen in het vergelijkingsproces vergeleken kunnen worden. Door het toepassen van de beslisboom worden overige categorieën voorzieningen geëlimineerd voor het vergelijkingsproces. In deze casestudie zijn de vragen beantwoord voor het gebied van de Willem II straat.

Vraag 1: is er voldoende ruimte bovengronds voor een effectieve waterbergingsvoorzieningen?

Antwoord 1: Nee

Vraag 2: is het mogelijk om bovengrondse genoeg ruimte te maken door ontharden en groen in te zetten voor de bergingsopgave?

Antwoord 2: Nee

Vraag 3: is er ondergrondse ruimte voor waterberging?

Antwoord 3: Ja

Vraag 4: heeft de bodem een hoge doorlatendheid, waardoor infiltratie mogelijk is?

Antwoord 4: Ja

Vraag 5: is de ruimte tussen het maaiveld en de gemiddelde hoge grondwaterstand genoeg voor infiltratie?

Antwoord 5: Ja

Vraag 6: is de bodem of grondwater van de omgeving verontreinigd?

Antwoord 6: Nee

Conclusie: er kunnen ondergrondse watervasthoudende voorzieningen worden toegepast.

§10.3 Wegingsfactor

De wegingsfactoren van de aspecten en criteria zijn hieronder in tabel 2 weergegeven. De onderbouwing voor de toekenning van de wegingsfactoren zijn te vinden in de bijlagen in [Onderbouwing toekenning van wegingsfactoren](#).

Tabel 2 – Wegingsfactor

Aspect/criterium	Wegingsfactor	Aspect/criterium	Wegingsfactor
Ontwerp – Technisch	8	Levensduur	9
Afvoer en infiltratie-efficiëntie	9	Beheerkosten	4
Benodigd oppervlak	10	Complexiteit beheer	8
Ervaring	7	Draagkracht	10
Funcatiecombinaties	7	Materiaalkwaliteit	7
Functionaliteit	9	Onderhoudsnoodzaak	2
Uitvoering	8	Risico's graafwerkzaamheden	8
Aanlegkosten	4	Milieu	6
Beleving	8	Broeikasgasemissie	5
Complexiteit installatie	5	Materiaal ecologie	7

§10.4 Ondergronds watervasthoudende voorzieningen

Voor een vergelijking in de casestudie moeten ondergrondse waterbergingsvoorzieningen beoordeeld worden op de geformuleerde criteria. Ook voor de beoordeling wordt een cijferschaal gebruikt per criteria, deze is te vinden in de bijlagen in [Cijferschaal beoordeling ondergrondse waterbergingsvoorzieningen](#). In deze casestudie wordt de nadruk gelegd op het controleren en gebruiken van de vergelijkingsmethodiek. De score van de vergeleken voorzieningen zijn ingeschat en zouden verder onderzocht moeten worden. De ondergrondse waterbergingsvoorzieningen die in de casestudie vergeleken worden zijn: waterbergende fundering, infiltratiekratten, Bufferblocks en Watershell.

Waterbergende fundering

Een waterbergende fundering is zoals de naam al zegt een fundering waarin water geborgen kan worden. Een leverancier van dit systeem is Aquaflow. In de bijlagen in [Waterbergende fundering](#) is dit systeem uitgebreid beschreven. Door de ruimte tussen het fundering materiaal is er ruimte voor water. Het mooie van dit systeem is dat er bespaard kan worden op het aanbrengen van de fundering door de functiecombinatie. Hieronder zijn de beoordelingen van de waterbergende fundering aan de hand van de criteria weergegeven in tabel 3. In de bijlagen in [Onderbouwing score van waterbergende fundering](#) zijn de onderbouwingen van deze score op de criteria te vinden (Aquaflow B.V., sd).

Tabel 3 – Beoordeling waterbergende fundering

Aspect/criterium	Score	Aspect/criterium	Score
Ontwerp – Technisch		Levensduur	
Afvoer en infiltratie-efficiëntie	5	Beheerkosten	6,5
Benodigd oppervlak	9	Complexiteit beheer	1
Ervaring	2	Draagkracht	10
Functiecombinaties	9	Materiaalkwaliteit	7
Systeemfunctionaliteit	5	Onderhoudsnoodzaak	5
Uitvoering		Risico's graafwerkzaamheden	1
Aanlegkosten	8	Milieu	
Beleving	5	Broeikasgasemissie	8
Complexiteit installatie	3	Materiaal ecologie	9

Infiltratiekratten

Zoals in het onderzoek in de bijlagen in [Infiltratiekratten](#) al beschreven, zijn infiltratie kratten holle kunststof kratten omringd met een filtermembraan zoals geotextiel. Deze kratten worden dan in de grond gestopt met toevoer via een kolk en componenten zoals een zandvang of first flush systeem. Binnen de gemeente Tilburg wordt veel gewerkt met de Q-Bic Plus infiltratiekratten van Wavin. Hieronder zijn de beoordelingen van de infiltratiekratten aan de hand van de criteria weergegeven in tabel 4. In de bijlagen in [Onderbouwing score infiltratiekratten](#) zijn de onderbouwingen van deze score op de criteria te vinden (Wavin, sd).

Tabel – Beoordeling infiltratiekratten

Aspect/criterium	Score	Aspect/criterium	Score
Ontwerp – Technisch		Levensduur	
Afvoer en infiltratie-efficiëntie	7	Beheerkosten	5
Benodigd oppervlak	9	Complexiteit beheer	5,5
Ervaring	8	Draagkracht	6
Functiecombinaties	3	Materiaalkwaliteit	7
Systeemfunctionaliteit	8	Onderhoudsnoodzaak	8
Uitvoering		Risico's graafwerkzaamheden	7
Aanlegkosten	6	Milieu	
Beleving	5	Broeikasgasemissie	8
Complexiteit installatie	9	Materiaal ecologie	5

Bufferblocks

Bufferblocks zijn betonnen holleblokken die hoog tegen het maaiveld aangelegd kunnen worden. Deze blokken zijn flexibel in het ontwerp door de relatief kleine blokken die in de grond geplaatst kunnen worden. In de holle ruimtes van de blokken kan neerslag geborgen worden en tussen de blokken is er ruimte voor infiltratie in de bodem. In de bijlagen in [Bufferblock](#) is het systeem van Bufferblock BV gedetailleerd beschreven. Hieronder zijn de beoordelingen van het Bufferblock systeem aan de hand van de criteria weergegeven in tabel 5. In de bijlagen in [Onderbouwing score Bufferblock](#) zijn de onderbouwingen van deze score op de criteria te vinden (Bufferblock BV, 2023).

Tabel 5 – Beoordeling Bufferblocks

Aspect/criterium	Score	Aspect/criterium	Score
Ontwerp – Technisch		Levensduur	
Afvoer en infiltratie-efficiëntie	6	Beheerkosten	7
Benodigd oppervlak	8	Complexiteit beheer	7
Ervaring	5	Draagkracht	8
Funcatiecombinaties	9	Materiaalkwaliteit	8
Systeemfunctionaliteit	7	Onderhoudsnoodzaak	7
Uitvoering		Risico's graafwerkzaamheden	4
Aanlegkosten	9	Milieu	
Beleving	5	Broeikasgasemissie	7
Complexiteit installatie	7	Materiaal ecologie	7

Watershell

Watershell is een systeem van kunststof krukjes met variërende afmetingen die elk voor de stabiliteit op tegels geplaatst worden. Om de voorziening heen wordt een filtermembraan zoals geotextiel aangebracht. Over de krukjes heen wordt beton gestort voor de stevigheid van de voorziening. Dit beton stroomt over de krukjes door PVC buizen naar de bodem om stevige pilaren te vormen die de constructie staande houden. Onder de krukjes zijn holle ruimtes die gevuld kunnen worden met water. Tussen de tegels op de bodem van de voorziening en aan de wanden van de voorziening is infiltratie mogelijk. In de bijlagen in [Watershell](#) is het systeem van Waterblock BV gedetailleerd beschreven. Hieronder zijn de beoordelingen van het systeem aan de hand van de criteria weergegeven in tabel 6. In de bijlagen in [Onderbouwing score Watershell](#) zijn de onderbouwingen van deze score op de criteria te vinden.

Tabel 6 – Beoordeling Watershell

Aspect/criterium	Score	Aspect/criterium	Score
Ontwerp – Technisch		Levensduur	
Afvoer en infiltratie-efficiëntie	7	Beheerkosten	5
Benodigd oppervlak	8	Complexiteit beheer	7
Ervaring	7	Draagkracht	9
Funcatiecombinaties	1	Materiaalkwaliteit	7
Systeemfunctionaliteit	8	Onderhoudsnoodzaak	7
Uitvoering		Risico's graafwerkzaamheden	8
Aanlegkosten	5	Milieu	
Beleving	3	Broeikasgasemissie	5
Complexiteit installatie	6	Materiaal ecologie	3

§10.5 Toepassing van vergelijkingsmethodiek

Met de verzamelde gegevens is de vergelijkingsmethodiek ingevuld. Hieronder zijn de gegevens doorgerekend in Excel. De vier verschillende voorzieningen zijn beoordeeld aan de hand van de criteria. De totaalscore in het dikgedrukt zijn de totaalscore van het aspect vermenigvuldigd met de wegingsfactor van het aspect.

Aspect	Criterium	Voorziening 1		Voorziening 2		Voorziening 3		Voorziening 4	
		Waterbergende fundering van Aquaflo	Infiltratiekratten Q-bic+ van Wavin	Bufferblock van Bufferblock BV	Watershell van Waterblock BV				
Ontwerp - Technisch	Afvoer en infiltratie-efficiëntie	5	7	6	7				
	Benodigd oppervlak	9	9	8	8				
	Ervaring	2	8	5	7				
	Funciecombinaties	9	3	9	1				
	Systeem functionaliteit	5	8	7	8				
Totaal		2056 van de 3360	2416 van de 3360	2360 van de 3360	2168 van de 3360				
Uitvoering	Aanlegkosten	8	6	9	5				
	Beleving	5	5	5	3				
	Complexiteit installatie	3	9	7	6				
Totaal		648 van de 1360	968 van de 1360	936 van de 1360	664 van de 1360				
Levensduur	Beheerkosten	6,5	5	7	5				
	Complexiteit beheer	1	5,5	7	7				
	Draagkracht	10	6	8	9				
	Materiaalkwaliteit	7	7	8	7				
	Onderhouds noodzaak	5	8	7	7				
	Risico's graafwerkzaamheden	1	7	4	8				
Totaal		1809 van de 3510	2205 van de 3510	2394 van de 3510	2637 van de 3510				
Milieu	Broeikasgasemissie	8	8	7	5				
	Materiaal ecologie	9	5	7	3				
Totaal		618 van de 720	450 van de 720	504 van de 720	276 van de 720				

Figuur 21 **Score voorzieningen**

Hieronder zijn de scores van de voorzieningen per individuele criterium berekend met de wegingsfactor. In het dikgedrukt zijn de scores binnen het aspect bij elkaar opgeteld.

Aspect	Wegingsfactor	Criteria	Wegingsfactor	Score voorziening 1	Score voorziening 2	Score voorziening 3	Score voorziening 4
Ontwerp - Technisch	8	Afvoer en infiltratie-efficiëntie	9	45	63	54	63
		Benodigd oppervlak	10	90	90	80	80
		Ervaring	7	14	56	35	49
		Funciecombinaties	7	63	21	63	7
		Systeem functionaliteit	9	45	72	63	72
Totaal			257 van de 420	302 van de 420	295 van de 420	271 van de 420	
Uitvoering	8	Aanlegkosten	4	32	24	36	20
		Beleving	5	25	25	25	15
		Complexiteit installatie	8	24	72	56	48
Totaal			81 van de 170	121 van de 170	117 van de 170	83 van de 170	
Levensduur	9	Beheerkosten	4	26	20	28	20
		Complexiteit beheer	8	8	44	56	56
		Draagkracht	10	100	60	80	90
		Materiaalkwaliteit	7	49	49	56	49
		Onderhouds noodzaak	2	10	16	14	14
		Risico's graafwerkzaamheden	8	8	56	32	64
Totaal			201 van de 390	245 van de 390	266 van de 390	293 van de 390	
Milieu	6	Broeikasgasemissie	5	40	40	35	25
		Materiaal ecologie	7	63	35	49	21
Totaal			103 van de 120	75 van de 120	84 van de 120	46 van de 120	

Figuur 22 **Score berekening**

Hieronder is af te lezen hoeveel procent van de te behalen maximale score er gehaald is per voorziening en aspect. Hiermee kunnen de voorzieningen worden vergeleken op aspecten.

Percentage aspect Ontwerp - Technisch	61,19%	71,90%	70,24%	64,52%
Percentage aspect Uitvoering	47,65%	71,18%	68,82%	48,82%
Percentage aspect Levensduur	51,54%	62,82%	68,21%	75,13%
Percentage aspect Milieu	85,83%	62,50%	70,00%	38,33%

Figuur 23 **Percentage score, aspect vergelijking**

Hieronder is de totaalscore van de voorziening en het behaalde percentage van de maximale score weer gegeven. Hiermee kunnen de voorzieningen in een oogopslag vergeleken worden.

Totaal percentage	57,33%	67,47%	69,21%	64,19%
Totaal score	5131	6039	6194	5745

Figuur 24 **Totaalscore**

De score van waterbergende fundering is 5131, wat 57,33% van de maximaal te behalen score is. De score van de infiltratiekratten is 6039, wat 67,47% van de maximaal te behalen score is. De score van de Bufferblock is 6194, 69,21% is de maximale score. De Watershell scoort een 5745 wat 64,19% van de maximaal te behalen score is. Uit deze berekeningen van de casestudie kan geconcludeerd worden dat de Bufferblock het meest geschikt is voor het project van de Willem II Straat. Dit is begrijpelijk door: de mogelijke functiecombinatie, goede draagkracht, kostenbesparing door de functiecombinatie met de fundering, relatief simpele installatie en goede materiaalkwaliteit.

Hoofdstuk 11

Conclusie



Er kan worden geconcludeerd dat dit onderzoek heeft geleid tot een inzicht in ondergrondse waterbergingsvoorzieningen en de criteria die essentieel zijn om te komen tot de beste ondergrondse watervoorziening. De centrale onderzoeksvraag die in deze studie is gesteld, luidt als volgt: *"Welke criteria spelen een rol in het vergelijkingsproces van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen op basis van hun verschillende aspecten en kenmerken?"*

De deelconclusies van dit onderzoek kunnen als volgt worden samengevat:

Er zijn drie hoofdcategorieën van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen geïdentificeerd op basis van hun specifieke opbouw, structuur, constructie en functie. De 3 hoofdcategorieën zijn: watervasthoudende systemen, waterbergende systemen en waterafvoerende systemen. Het beleid schetst dat de voorkeur is om water vast te houden in de omgeving, indien nodig wordt dit gedaan door ruimte te creëren voor buffering met bergende systemen, wanneer daar geen ruimte voor is en vasthouden niet mogelijk is wordt afvoeren als alternatief toegepast.

Specifieke omgevingsfactoren spelen een cruciale rol bij de selectie van de categorieën van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen. Deze factoren bepalen welke hoofdcategorie van de waterbergingsvoorzieningen het meest geschikt is. Op basis van omgevingsfactoren kan worden bepaald of een locatie geschikt is voor vasthoudende systemen. De bergende en afvoerende systemen zijn onafhankelijk van de omgevingsfactoren tevens er ruimte beschikbaar is. Met een beslisboom wordt doormiddel van gerichte vragen de geschiktheid van categorieën ondergrondse voorzieningen geëvalueerd gebaseerd op de omgevingsfactoren.

Nadat bepaald is of er een watervasthoudend, waterbergend of water afvoerende systeem moet komen, moet bepaald worden welk systeem het meest geschikt is. Om ondergrondse waterbergingsvoorzieningen effectief met elkaar te kunnen vergelijken, zijn bepaalde criteria als essentieel geïdentificeerd. Deze criteria zijn van cruciaal belang om een weloverwogen beslissing te nemen bij het selecteren van de juiste voorzieningen voor een specifiek project. Deze criteria zijn onderverdeeld in vier aspecten met elk daar in criteria die het aspect beoordelen:

In aspect ontwerp – technisch:

Afvoer en infiltratie-efficiëntie, benodigd oppervlak, ervaring, functiecombinaties en systeemfunctionaliteit.

In het aspect uitvoering:

Aanlegkosten, beleving en complexiteit installatie.

In het aspect levensduur:

Beheerkosten, complexiteit beheer, draagkracht, materiaalkwaliteit en risico's graafwerkzaamheden.

In aspect milieu:

Broeikasgasemissie en materiaal ecologie.

Er is een multicriteria analyse methodiek is ontwikkeld om de criteria voor ondergrondse waterbergingsvoorzieningen te kwantificeren. Deze methodiek maakt gebruik van cijferschalen en wegingsfactoren om scores op de criteria te berekenen en een eindscore te genereren. Door de methodiek toe te passen op een casus en een workshop blijkt de ontwikkelde vergelijkingsmethodiek bruikbaar bij het beoordelen van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen. Het biedt een gestructureerde aanpak voor het selecteren van geschikte voorzieningen, rekening houdend met verschillende omgevingsfactoren en gemeentelijke disciplines.

Met de hierboven gepresenteerde deelconclusies kan worden geconcludeerd dat de criteria die een rol spelen in het vergelijkingsproces van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen zijn geïdentificeerd, gestructureerd en gekwantificeerd. Deze criteria bieden gemeentelijke disciplines een effectieve methode om ondergrondse waterbergingsvoorzieningen te beoordelen en te vergelijken, rekening houdend met verschillende aspecten en kenmerken.

Dit onderzoek draagt bij aan een beter begrip van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen en biedt een praktische methodiek voor de gemeente Tilburg en andere gemeentes om weloverwogen beslissingen te nemen bij het kiezen van de meest geschikte voorzieningen voor hun specifieke behoeften. Het benadrukt het belang van samenwerking tussen verschillende disciplines om de beperkte ruimte efficiënt te gebruiken om aan alle eisen te voldoen en de noodzaak om rekening te houden met omgevingsfactoren bij het beheer van waterproblemen in stedelijke gebieden.

Hoofdstuk 12

Discussie



Om de validiteit van de toegepaste vergelijkingsmethodiek aan te tonen, is het essentieel om te benadrukken dat deze methodiek gebaseerd is op zorgvuldig verzamelde gegevens en inzichten. De criteria die in dit onderzoek zijn geïdentificeerd, zijn afgeleid van een combinatie van literatuuronderzoek en gesprekken met experts en ervaringsdeskundigen uit het werkveld. Dit zorgvuldige proces heeft geleid tot een set criteria die bruikbaar zijn bij het beoordelen en vergelijken van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen. Hoewel de criteria in dit onderzoek zijn geformuleerd, is het belangrijk op te merken dat verdere validatie en aanvulling mogelijk is door de input van gebruikers van de voorzieningen. De validiteit van de cijferschalen kan ook worden verbeterd door specifieke en beter representatieve voorbeelden toe te voegen. Door de methodiek toe te passen kunnen deze voorbeelden uit de praktijk worden gehanteerd.

De resultaten van dit onderzoek hebben geleid tot de formulering van criteria die kunnen worden toegepast bij de vergelijking van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen. Deze criteria zijn onderverdeeld in vier aspecten en bieden een bruikbaar raamwerk voor het beoordelen van dergelijke voorzieningen.

De criteria zijn afgebakend om dubbele score te voorkomen in het vergelijkingsproces. Echter is het niet onvermijdelijk dat criteria invloed hebben op elkaar. Criteria die niet worden beïnvloed door andere criteria zijn zelfstandig en essentieel. Deze criteria zijn: benodigd oppervlak, ervaring en materiaal ecologie/kwaliteit. Criteria die als niet essentieel beschouwd kunnen worden zijn de criteria die sterk beïnvloed worden. Dit zijn: aanlegkosten, beheerkosten, beleving en risico's graafwerkzaamheden.

Het is echter van belang op te merken dat sommige criteria, zoals "beleving" verschillend kunnen worden geïnterpreteerd afhankelijk van de context van het project. De interpretatie van criteria kan variëren in verschillende omgevingen, van dichtbevolkte stadscentra met ondernemingen die afhankelijk zijn van het voetverkeer tot rustigere woonwijken waar geluidshinder en stofvorming tijdens de bouw niet wenselijk zijn. Hiervoor kunnen de criteria in verschillende projecten anders worden toegepast.

Dit onderzoek heeft enkele beperkingen die moeten worden erkend. Allereerst zijn de criteria gebaseerd op interne interviews, interne workshops en literatuurstudie; wat betekent dat externe perspectieven en kennisbronnen mogelijk niet volledig zijn benut. Bovendien kan het ontbreken van ervaring met nieuwe soorten ondergrondse waterbergingsvoorzieningen resulteren in een kennisachterstand over de levensduur en betrouwbaarheid van dergelijke systemen. Er is ook overlap geïdentificeerd tussen bepaalde criteria, zoals onderhouds noodzaak beheerkosten en complexiteit beheer, wat de nauwkeurigheid van de scores kan beïnvloeden. Het is belangrijk om deze beperkingen in gedachten te houden bij het interpreteren van de resultaten.

Het onderzoek is gepresenteerd in een workshop met de opdrachtgever en externe. In de workshop zijn belangrijke inzichten naar voren gekomen voor het beoordelen van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen. Deze omvatten criteria onder het aspect van uitvoering, de relatie tussen aanlegkosten en levensduur, de complexiteit van installaties en het veelzijdige criterium 'beleving'. Daarnaast werd benadrukt dat onderhoud en materiaalkeuze cruciaal zijn voor de levensduur, terwijl risico's tijdens de levensduur en communicatie met nutsbedrijven belangrijke aandachtspunten zijn. Ten slotte werd opgemerkt dat het criterium 'systeemfunctionaliteit' sterk afhankelijk is van de omgeving. Deze inzichten benadrukken het belang van gedetailleerde criteria en bewustwording in het vergelijkingsproces van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen en bieden mogelijkheden voor verdere verbeteringen. De reflectie op de workshop is terug te lezen in de bijlagen in [Workshop \(2\)](#).

Dit onderzoek heeft implicaties voor adviseurs, adviesbureaus, gebiedsontwikkelaars en assetmanagers die betrokken zijn bij het selecteren en ontwerpen van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen. De ontwikkelde vergelijkingsmethodiek biedt een gestructureerde aanpak voor het beoordelen van dergelijke voorzieningen op basis van specifieke criteria. Het kan bijdragen aan weloverwogen besluitvorming en het identificeren van de meest geschikte oplossingen voor specifieke projecten.

Om de vergelijkingsmethodiek verder te verbeteren, zijn er verschillende suggesties voor vervolgonderzoek. Ten eerste kan aanvullend onderzoek worden uitgevoerd waarbij gebruikers van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen betrokken worden om de validiteit van de criteria te vergroten en de cijferschalen objectiever te maken. Ook is het nodig om te onderzoeken hoe voorzieningen beter kunnen scoren op bepaalde criteria, zoals bijvoorbeeld het minimaliseren van de negatieve impact van gebruikte materialen op het milieu. Daarnaast moet het onderzoek worden uitgebreid naar andere gemeenten en organisaties om een breder scala aan perspectieven en kennisbronnen te benutten. Tevens is het noodzakelijk om de vele variërende ondergrondse waterbergingsvoorzieningen elk apart van elkaar te beoordelen aan de hand van de geformuleerde criteria, mogelijk met de cijferschalen die hiervoor ontwikkeld zijn. Deze beoordeling is cruciaal voor het toepassen van de vergelijkingsmethodiek en dient gedaan te worden door onafhankelijke partijen.

Literatuurlijst

- A.M. Aquafix Milieu BV. (sd). *kunststof-tank*. Opgehaald van aquafix.nl: <https://aquafix.nl/nl/kunststof-tank>
- Actueel Hoogtebestand Nederland. (2023). *Actueel Hoogtebestand Nederland*. Opgehaald van www.ahn.nl: <https://www.ahn.nl>
- Akertech Adviseurs bv. (2021). *Herinrichten Willem II - straat te Tilburg*. Ruimtelijke Uitvoering. Tilburg: Akertech Adviseurs bv.
- allecijfers. (2023, 04 13). *Statestieken Gemeente Tilburg*. Opgehaald van www.allecijfers.nl: <https://allecijfers.nl/gemeente/tilburg/>
- Allecijfers. (2023, jan 1). *Ranglijst van de grootste en kleinste gemeenten in inwoners in Nederland*. Opgehaald van Allecijfers.nl: <https://allecijfers.nl/ranglijst/grootste-en-kleinste-gemeenten-in-inwoners-in-nederland/>
- Amsterdam Rainproof . (2023). *Beplanting (voor droog en nat)*. Opgehaald van rainproof.nl: <https://www.rainproof.nl/maatregel/beplanting>
- Amsterdam Rainproof. (2023). *Infiltratieputten*. Opgehaald van rainproof.nl: <https://www.rainproof.nl/maatregel/infiltratieputten>
- Amsterdam Rainproof. (2023). *Omgekeerde drainage/IT-riool*. Opgehaald van rainproof.nl: <https://www.rainproof.nl/maatregel/omgekeerde-drainageit-riool>
- Amsterdam Rainproof. (sd). *Water afvoeren*. Opgehaald van rainproof.nl: <https://www.rainproof.nl/thema/water-afvoeren/page/3>
- Aquaflow B.V. (sd). *Aquaflow® & andere bergingsvoorzieningen*. Opgehaald van aquaflow.nl: <https://aquaflow.nl/wp-content/uploads/2017/11/Aquaflow-en-andere-bergingsvoorzieningen-2016-06.pdf>.
- Aquaflow B.V. (sd). *Water in de wegfundering...* Opgehaald van Aquaflow.nl: <https://aquaflow.nl/wp-content/uploads/2017/11/Waterbergende-weg-goed-gefundeerd-08-2012.pdf>
- Aquaflow B.V. (sd). *De waterbergende weg*. Opgehaald van aquaflow.nl: <https://aquaflow.nl/de-waterbergende-weg/>
- Aquaflow B.V. (sd). *Waterbergende weg*. Opgehaald van aquaflow.nl: <https://aquaflow.nl/de-waterbergende-weg/>
- AYSC. (sd). Gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG) 1970 - 2022 (m+ NAP). *Actualisatie grondwaterkaarten*. geofox milieu expertise, Tilburg.
- Baan, J. J. (2023, 03 27). Adviseur stedelijk water. (L. Verschuren, Interviewer)
- Belt, T. (2023, 04 04). Adviseur groen. (L. Verschuren, Interviewer)
- Bestuur, D. r. (2021, 01 077). *Afwegingskader om drukte in ondergrond in goede banen te leiden*. Opgehaald van binnenlandsbestuur.nl: <https://www.binnenlandsbestuur.nl/ruimte-en-milieu/de-ondergrond-wordt-steds-drukker-ook-tilburg>
- Blanche, C. (sd). De ondergrondse drukte neemt alleen maar toe. *De ondergrondse drukte neemt alleen maar toe*. Opgehaald van <https://www.cob.nl/magazines-brochures-en-nieuws/verdieping/januari-2020/overvolle-ondergrond-schreeuwt-om-slimme-oplossingen/>
- blauwgroenvlaanderen. (sd). *blauwgroenvlaanderen.be*. Opgehaald van ONDERGRONDSE WATERBERGING: <https://blauwgroenvlaanderen.be/scholen/maatregelen/ondergrondse-waterberging/>

- Bodegom, M. v. (2020, nov 19). *Optimale waterberging in de laagveengordel*. Opgehaald van rug.nl: <https://fse.studenttheses.ub.rug.nl/23546/>
- Bos, I. (2022, 05 17). *Gevolgen droogte steeds zichtbaarder*. Opgehaald van waterforum.net: <https://www.waterforum.net/gevolgen-droogte-steeds-zichtbaarder/>
- Bufferblock BV. (2023). *Bufferblock*. Opgehaald van bufferblock.nl: <https://www.bufferblock.nl>
- Bufferblock BV. (2023, 12 04). *Diergaarde Blijdorp gaat jaarlijks 9 miljoen liter kraanwater besparen met Bufferblocks en Bluebloqs*. Opgehaald van bufferblock.nl: <https://www.bufferblock.nl/diergaarde-blijdorp-gaat-jaarlijks-9-miljoen-liter-kraanwater-besparen-met-bufferblocks-en-bluebloqs/>
- Coördinatiecommissie Integraal Waterbeleid. (2012). *Code van goede praktijk voor het ontwerp, de aanleg en het onderhoud van rioleringsystemen*. Opgehaald van integraalwaterbeleid.be: https://www.integraalwaterbeleid.be/nl/publicaties/code-goede-praktijk-rioleringsystemen/CGP_deel3_bronmaatregelen_actualisatie20142.pdf
- COA. (2023). *Locatiezoeker*. Opgehaald van coa.nl: <https://www.coa.nl/nl/locatiezoeker>
- Crops Extension. (2018). *Five factors of soil formation*. Opgehaald van extension.umn.edu: <https://extension.umn.edu/soil-management-and-health/five-factors-soil-formation#time-1384864>
- De Dommel - Waterschap . (sd). *Rioolwaterzuivering Tilburg*. Opgehaald van dommel.nl: <https://www.dommel.nl/rioolwaterzuivering-tilburg>
- Deltares. (2013). *VERWERKING VAN EXTREME NEERSLAG*. Opgehaald van edepot.wur.nl: <https://edepot.wur.nl/287819>
- Dinoloket. (2023). *ondergrondmodellen*. Opgehaald van www.dinoloket.nl: <https://www.dinoloket.nl/ondergrondmodellen>
- Doremalen, D. H. (1993). *Blauwsloten en riolen*. Tilburg: Behoud van Tilburgse cultuurgood te Tilburg.
- Eenheid Dienstverlening ICT, Team Geo. (2020, juli). *Grondsoortenkaart*. Opgehaald van atlas.brabant.nl: https://atlas.brabant.nl/documenten/Data_portaal/Grondsoortenkaart_A4.pdf
- Engeldot Pomp- en Leidingsystemen B.V. (2023). *Het proces van regenwater infiltratie*. Opgehaald van engeldot.nl: <https://www.engeldot.nl/leverancier-infiltratie/>
- Esri Nederland, Community Maps Contributors . (sd). *Nederland, AHN*. Opgehaald van ahn.arcgisonline.nl: <https://ahn.arcgisonline.nl/ahnviewer/>
- Etienne Paulissen, J. G. (1983). *De begrenzing van de Kempen*. Opgehaald van www.dbnl.org: https://www.dbnl.org/tekst/paul003begr01_01/paul003begr01_01.pdf?origin=app
- fabiton. (sd). *Bufferput*. Opgehaald van fabiton.nl: <https://www.fabiton.nl/producten/prefab/betonputten/bufferput/>
- Floris Boogaard en Jeroen Rombout, T. A. (2008, september). *Ondergrondse infiltratie van regenwater*. Opgehaald van www.riool.net: <https://www.riool.net/documents/20182/400796/RIONEDreks+12++Ondergrondse+infiltratie+regenwater.pdf/6a1449b4-0e9d-452b-9beb-ca306229c91f>
- Floris Cornelis Boogaard, J. L. (2020, november). *PROJECT "DE INFILTRERENDE STAD"*. Opgehaald van www.researchgate.net: https://www.researchgate.net/publication/350323778_PROJECT_DE_INFILTRERENDE_STAD_ONDERZOEK_WATERBERGING_-_EN_INFILTRATIE_BUFFERBLOCK

- G. VAES, R. B. (2004). *Het ontwerp van infiltratie- voorzieningen*. Opgehaald van heuvelgemeenten.nl: https://heuvelgemeenten.nl/img/onderzoeken/het_ontwerp_van_infiltratie-_voorzieningen.pdf
- Gem Sommeren, Waterschap- Aa en Maas & De Dommel. (09, mei 2022). *De bodem is droog, te droog. En nu?* Opgehaald van onweerstaanbaarsomer.nl: <https://www.onweerstaanbaarsomer.nl/de-bodem-is-droog-te-droog-en-nu/>
- Gemeente Tilburg. (2015, 09). *Omgevings visie 2040*. Opgehaald van commissiener.nl: <https://www.commissiener.nl/projectdocumenten/00003841.pdf>
- Gemeente Tilburg. (2015, september). *Omgevingsvisie*. Opgehaald van www.commissiener.nl: <https://www.commissiener.nl/projectdocumenten/00003841.pdf>
- Gijssels, F. (2023). Stedelijk adviseur water. (L. Verschuren, Interviewer)
- Google. (2023). Opgehaald van Maps.Google: <https://www.google.com/maps/@51.5591582,5.0865343,271m/data=!3m1!1e3!5m1!1e4?entry=ttu>
- Groenblauw, @. (2023). *Infiltratieputten*. @atelier Groenblauw. Opgehaald van rainproof.nl: <https://www.rainproof.nl/maatregel/infiltratieputten>
- H2O. (2010). *Water- en rioleringsbeleid in Tilburg: een gedurfde uitwerking*. Opgehaald van edepot.wur.nl: <https://edepot.wur.nl/340116>
- Hest, E. v. (2020). Is dit hoe de Stationstraat er over een paar jaar uitziet? In 45 straten binnen de cityring worden 56 bomen geplant. Daarnaast komen er groenzuilen en tuingeveltjes. *De 'warmste binnenstad van West-Europa' snakt naar groen, Tilburg investeert 1,1 miljoen euro*. Brabants Dagblad, Tilburg. Opgehaald van <https://www.bd.nl/tilburg-e-o/de-warmste-binnenstad-van-west-europa-snakt-naar-groen-tilburg-investeert-1-1-miljoen-euro~a551ee09/170358577/>
- (2008). Het proces van waterberging in de bodem. *Wateropslag of waterberging in de bodem*. Floodsite.
- Hollander, J. d. (2012, 12 24). *Regiegemeente worden (3): ultieme bestuurlijke uitdaging*. Opgehaald van managementsite.nl: <https://www.managementsite.nl/regiegemeente-bestuurlijke-uitdaging>
- Holman, H. (2023, 03 27). Adviseur stedelijk water. (L. Verschuren, Interviewer)
- Hunze en Aa's. (sd). *vasthouden-bergen-afvoeren*. Opgehaald van kennis.hunzeenaas.nl: <https://kennis.hunzeenaas.nl/index.php/Id-55cef7a9-c045-4b88-a3fe-3e3910c80dfb>
- IJSENDOORN, M. (2022, NOV 03). *Radicale omslag nodig in Noord-Brabant vanwege droogte*. Opgehaald van www.nieuweoogst.nl: <https://www.nieuweoogst.nl/nieuws/2022/11/03/radicale-omslag-nodig-in-noord-brabant-vanwege-droogte#:~:text=Dat%20droogte%20een%20groot%20probleem,moet%20gebeuren%2C%20weten%20alle%20partijen.>
- Jong, v. d. (2023). *Infiltratieput*. Opgehaald van infiltratieputten.nl: <https://www.infiltratieputten.nl>
- Joostdevree.nl. (2012). *k-waarde*. Opgehaald van joostdevree.nl: <https://www.joostdevree.nl/shtmls/k-waarde.shtml>
- Kennisportaal Klimaatadaptatie. (2023). *1. Multicriteria-analyse*. Opgehaald van www.klimaatadaptatienederland.nl: [https://klimaatadaptatienederland.nl/kennisdossiers/vitale-kwetsbare-functies/bescherming/risicos/methodes-risico-afwegen-beslissingen-nemen/multicriteria-analyse/#:~:text=Een%20multicriteria%2Danalyse%20\(MCA\),zijn%20weinig%20voorwaarden%20voor%20gebruike](https://klimaatadaptatienederland.nl/kennisdossiers/vitale-kwetsbare-functies/bescherming/risicos/methodes-risico-afwegen-beslissingen-nemen/multicriteria-analyse/#:~:text=Een%20multicriteria%2Danalyse%20(MCA),zijn%20weinig%20voorwaarden%20voor%20gebruike)
- Klein, J. (2023). *Stedelijke wateropgave Tilburg*. Opgehaald van www.witteveenbos.com: <https://www.witteveenbos.com/nl/projecten/stedelijke-wateropgave-tilburg/>

- klimaatadaptatienederland. (sd). *Hoe kunnen we wateroverlast beperken?* Opgehaald van Kennisportaal Klimaatadaptatie: <https://klimaatadaptatienederland.nl/kennisdossiers/wateroverlast/wateroverlast-beperken/>
- KNMI. (2014). *Waarneming klimaatveranderingen*. Opgehaald van KNMI kennis en datacentrum: <https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/achtergrond/waarnemingen-klimaatveranderingen>
- Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut. (2021, 11 25). *KNMI Klimaatsignaal'21*. Opgehaald van www.knmi.nl: <https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/achtergrond/knmi-klimaatsignaal-21>
- Kossen, S. (2023, 02 02). Adviseur stedelijk water. (L. Verschuren, Interviewer)
- Kuhn, W. (2023, 03 24). Adviseur stedelijk water. (L. Verschuren, Interviewer)
- Lekkerkerk, D. i. (2020, augustus 24). *RAAK MKB project "De infiltrerende stad": Werkpakket 1: Systemanalyse*. Opgehaald van research.hva.nl: <https://research.hva.nl/en/publications/raak-mkb-project-de-infiltrerende-stad-werkpakket-1-systeemanalyse>
- Lomulder, R. (2023, 01 11). *expertquotes.anp.nl*. Opgehaald van Ondergrondse waterberging is oplossing voor regenwaterprobleem Den Bosch: <https://expertquotes.anp.nl/home/detail/251e8f79-065e-4689-8380-077c536e87c9/title/ondergrondse-waterberging-is-oplossing-voor-regenwaterprobleem-den-bosch>
- Martensgroep. (sd). Beton IT buizen . *Betonbuizen* . Martensgroep.
- Meershoek, S. (2023, 03 10). Jonge waterprofessional. (L. Verschuren, Interviewer)
- Middendorp, D. v. (2016, juni 30). *KLIMAATADAPTIEF VASTHOUDEN, BERGEN EN AFVOEREN VAN HEMELWATER IN ARNHEM NOORD*. Opgehaald van essay.utwente.nl: <http://essay.utwente.nl/70612/1/Middendorp-Danielle-van.pdf>
- Milieu Centraal. (2023). *Wat is klimaatverandering? - Gevolgen van klimaatverandering*. Opgehaald van milieucentraal.nl: <https://www.milieucentraal.nl/klimaat-en-aarde/klimaatverandering/wat-is-klimaatverandering/#gevolgen-van-klimaatverandering>
- Moens, M. (2019, september 25). *PROGRAMMA WATER EN RIOLERING, 2020-2023*. Opgehaald van repository.officiële-overheidspublicaties.nl: <https://repository.officiële-overheidspublicaties.nl/externebijlagen/exb-2020-4828/1/bijlage/exb-2020-4828.pdf>
- Moonen, M. (2023, 03 21). Adviseur stedelijk water. (L. Verschuren, Interviewer)
- Noord-Brabant. (2023). *provincie noord brabant* . Opgehaald van noord-brabant.maps.arcgis.com: <https://noord-brabant.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=b6414403ef5e4e9aa8875a7c366209c6>
- Ontdek en beleef Moerenburg. (2022). *Natuur Moerenburg*. Opgehaald van www.moerenburg.info: <https://www.moerenburg.info>
- Oorlog, R. (2023). Adviseur energietransitie . (L. Verschuren, Interviewer)
- Peeters, H. v. (1997, 12). *Blauwsloten en riolen_Stemmen in Tilburg 1880-1898_Register Tilburg' 1983-1997_Tilburg kort*. Opgehaald van historietilburg.nl: <https://www.historietilburg.nl/wp-content/uploads/Jaargang-15-1997-nummer-3.pdf>
- Peters, R. (2021). *Engineering Willem II straat te Tilburg*. Tilburg: Akertech.
- Provincie Noord-Brabant . (2023). *Verdrogingsbestrijding*. Opgehaald van www.brabant.nl: [https://www.brabant.nl/onderwerpen/water-en-bodem/voldoende-water/verdrogingsbestrijding#:~:text=Ongeveer%2050.000%20hectare%20\(8%20procent,rond%20het%20water%20behouden%20blijft.](https://www.brabant.nl/onderwerpen/water-en-bodem/voldoende-water/verdrogingsbestrijding#:~:text=Ongeveer%2050.000%20hectare%20(8%20procent,rond%20het%20water%20behouden%20blijft.)

Redactie Waterforum. (2019, 11 21). *Oude rioolbuizen krijgen nieuw leven als dam in Rozenburg*. Opgehaald van waterforum.net: <https://www.waterforum.net/oude-rioolbuizen-krijgen-nieuw-leven-als-dam-in-rozenburg/>

regenwaterrecycle. (sd). *Compleet infiltratiesysteem 648 liter, 60 cm hoog, Plug & Play*. Opgehaald van regenwaterrecycle.nl: <https://regenwaterrecycle.nl/product/compleet-infiltratiesysteem-648-liter/>

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2022, december 28). *"Regenwater vasthouden verkleint kans op wateroverlast én verdroging"*. Opgehaald van www.rvo.nl: <https://www.rvo.nl/praktijkverhalen/regenwater-vasthouden>

Rijksoverheid. (2019, 7 23). *Waterbeheer in Nederland*. Opgehaald van rijksoverheid.nl: <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/water/waterbeheer-in-nederland>

rijksoverheid. (sd). *Taken van een gemeente*. Opgehaald van www.rijksoverheid.nl: <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/gemeenten/taken-gemeente>

RIONED. (sd). *Soorten riolering*. Opgehaald van riool.info: <https://www.riool.info/soorten-riolering>

riool.net. (2009, 03). *Module Riolering voor het HBO*. Opgehaald van Hoofdstuk 6 Ontwerp en realisatie van rioolstelsels: <https://www.riool.net/documents/20182/408109/Module+Riolering+voor+het+HBO.pdf/3f4013ea-bd4b-436a-b591-1150cc322f0b>

RIVM. (2005, 10 06). *Aantal locaties bodemverontreiniging, inventarisatie 2005*. Opgehaald van clo.nl: <https://www.clo.nl/indicatoren/nl025807-inventarisatie-van-aantal-locaties-met-bodemverontreiniging->

Roosjen, W. (2017, juni 30). *essay.utwente.nl*. Opgehaald van Het toepassen van het afkoppelen van hemelwater in Enschede: <http://essay.utwente.nl/74519/1/Roosjen-Wytse.pdf>

Ruimtemet toekomst.nl. (2014, okt 10). *Afvoervertraging*. Opgehaald van www.ruimtexmilieu.nl: <http://www.ruimtexmilieu.nl/wiki/ondergrondlaag/waterbergende-bodem>

Sander van der Heijden, E. D. (2020, jul 16). *Ruimtegebrek in de bodem vraagt om meer regie en digitalisering*. Opgehaald van www.cobouw.nl: <https://www.cobouw.nl/286683/ruimtegebrek-in-de-bodem-vraagt-om-meer-regie-en-digitalisering>

Scribbr. (2023). *Een introductie tot onderzoeksmethoden | Wij helpen je kiezen*. Opgehaald van scribbr.nl: <https://www.scribbr.nl/category/onderzoeksmethoden/>

Slenders, H. (2020). *Effecten regenwaterinfiltratie op grondwaterverontreinigingen centrumgebied Tilburg*. Tilburg: Arcadis Nederland B.V.

startpeople. (sd). *Werken bij Gemeente Tilburg*. Opgehaald van startpeople.nl: <https://startpeople.nl/vacatures/gemeente-tilburg>

Statistische gegevens Tilburg. (2023). Opgehaald van www.tilburg.nl: <https://www.tilburg.nl/gemeente/stad-en-dorpen/en-dorpen/statistische-gegevens/>

Steven. (2019, 12 20). *Wortelgroei in je riolering: over voorkomen én oplossen!* Opgehaald van jouwtuininspiratie.nl: <https://jouwtuininspiratie.nl/onderhoud/wortelgroei-in-je-riolering-over-voorkomen-en-oplossen/>

Tilburg. (2023). *Infogis*. Opgehaald van geo.tilburg.nl: <https://geo.tilburg.nl/Viewer/index.html?viewer=InfoGIS.Webviewer#>

Tilburg, G. (sd). 2006-11-20 Q-bic krat aanleg. *2006-11-20 Q-bic krat aanleg*. Wavin, Tilburg.

Tilburg, G. (2023, 01 01). *Bevolking totaal Tilburg*. Opgehaald van Tilburg in cijfers: <https://tilburg.incijfers.nl/jive>

Ven, B. v. (2023, 05 04). Adviseur verharding. (L. Verschuren, Interviewer)

Verhoeven, A. (2023, 03 14). Assetmanager. (L. Verschuren, Interviewer)

Vlaams milieumaatschappij. (2015, 05). *FICHE 5 - POMPPUTTEN EN BUFFERPUTTEN*. Opgehaald van vmm.be: https://www.vmm.be/water/overstromingen/hoe-je-woning-beschermen/fiche_5_pompputten-en-bufferputten.pdf

Wageningen University & Research. (2020). *Wageningen University & Research*. Opgehaald van wur.nl: <http://www.wur.nl/en/show/Hoofdstuk-1-Bodem-en-water-2019-2020.htm>

Waterblock BV. (sd). *Welkom bij Waterblock*. Opgehaald van waterblock.nl: <https://www.waterblock.nl>

Wavin. (sd). *Infiltratie Transport riool*. Opgehaald van wavin.com: <https://www.wavin.com/nl-nl/products/245d47ce-bbdf-491a-b0c0-411184fbf20a?category=Regenwater&systemName=Infiltratie%20Transport%20riool&functionName=Berging%20en%20infiltratie&functionId=e4867115-caec-4dfa-a1c2-3e0b226cb23a>

Wavin. (sd). *Q Bic Plus*. Opgehaald van wavin.com: <https://www.wavin.com/nl-nl/products/afe51762-7135-4cf5-b205-f177678affb1?category=Regenwater&systemName=Q-Bic%20Plus&functionName=Berging%20en%20infiltratie&functionId=e4867115-caec-4dfa-a1c2-3e0b226cb23a>

Weert, S. v. (2020). *Oriënterend bodemonderzoek*. Antea group, Ruimte. Tilburg: Antea group.

wikimiddenbrabant. (2019, 6 4). *Tilburg*. Opgehaald van www.wikimiddenbrabant.nl: <https://c.nl/Tilburg>

Willem van Deursen, A. v. (2013, mei). *Mogelijkheden voor bergen?* . Opgehaald van www.stroming.nl: <https://www.stroming.nl/sites/default/files/2017-02/RijnCor-MogelijkhBergen%2020130507.pdf>

Wissink, H. (2019). De waterberging zoals die bij het Hoogkooiplein in Boxmeer moet komen. *Vijf miljoen liter water onder parkeerplaatsen Hoogkooiplein in Boxmeer*. gemeente Boxmeer, Boxmeer. Opgehaald van <https://www.gelderlander.nl/maasland/vijf-miljoen-liter-water-onder-parkeerplaatsen-hoogkooiplein-in-boxmeer~a7f75f88/?referrer=https%3A%2F%2Fwww.google.com%2F>

Figurenlijst

FIGUUR 1	LOCATIE TILBURG.....	7
FIGUUR 2	WATER OP STRAAT BIJ EEN T100 ZOMERBUI	10
FIGUUR 3	DE ONDERGRONDSE DRUKTE NEEMT ALLEEN MAAR TOE	11
FIGUUR 4	ONDERGRONDSE WATERBERGING (WATERSHELL)	14
FIGUUR 5	DICHTHEID VERONTREINIGING PER GEMEENTE IN 2005.....	15
FIGUUR 6	WATERSHELL	16
FIGUUR 7	INFILTRATIEKRATTEN.....	16
FIGUUR 8	INFILTRATIE & TRANSPORT RIOOLBUIS (BETON).....	17
FIGUUR 9	KWEL- EN INFILTRATIEKAART	18
FIGUUR 10	CONCEPTUEEL MODEL	20
FIGUUR 11	DRIETRAPSSTRATEGIE.....	27
FIGUUR 12	WATERSYSTEEM INFILTRATIE	28
FIGUUR 13	BETONNEN BUFFERTANK	29
FIGUUR 14	RIOLERINGSBUIZEN.....	29
FIGUUR 15	VERZADIGING BODEMKORRELS	31
FIGUUR 16	INVLOEDEN CRITERIA.....	39
FIGUUR 17	VOORBEELDBEREKENING	41
FIGUUR 18	WILLEM II STRAAT IN TILBURG.....	43
FIGUUR 19	BODEMKWALITEITSKAART	44
FIGUUR 20	BODEMGEBRUIK	45
FIGUUR 21	SCORE VOORZIENINGEN	52
FIGUUR 22	SCORE BEREKENING	52
FIGUUR 23	PERCENTAGE SCORE, ASPECT VERGELIJKING	52
FIGUUR 24	TOTAALSCORE	53
FIGUUR 25	WATERBLOCK	72
FIGUUR 26	INSPECTIE INFILTRATIEKRATTE.....	74
FIGUUR 27	WAVIN INFILTRATIEKRATTEN.....	74
FIGUUR 28	INFILTRATIE & TRANSPORT RIOOL.....	76
FIGUUR 29	BODEMKAART.....	77
FIGUUR 30	BOORMONSTERPROFIELEN.....	78
FIGUUR 31	GEMIDDELD HOOGSTE GRONDWATERSTAND	79
FIGUUR 32	GRONDSOORTENKAART	84
FIGUUR 33	UITNODIGING VOOR DE WORKSHOP (2)	85
FIGUUR 34	INFILTRATIEPUT	86
FIGUUR 35	BERG BEZINKBAZIN.....	87
FIGUUR 36	BESLISBOOM	89
FIGUUR 37	TOESTEMMING A. VERHOEVEN.....	98
FIGUUR 38	TOESTEMMING S. KOSSEN.....	101
FIGUUR 39	TOESTEMMING F. GIJSELHART	105
FIGUUR 40	TOESTEMMING M. MOONEN.....	109
FIGUUR 41	TOESTEMMING W. KUHN	112
FIGUUR 42	TOESTEMMING H. HOLMAN	115
FIGUUR 43	TOESTEMMING J. JANSSENS – BAAN	119
FIGUUR 44	TOESTEMMING T. BELT	123
FIGUUR 45	TOESTEMMING B. VAN DE VEN.....	126
FIGUUR 46	MAILCONTACT GEMEENTE BREDA (DEEL 1)	142
FIGUUR 47	MAILCONTACT GEMEENTE BREDA (DEEL 2)	143
FIGUUR 48	MAILCONTACT GEMEENTE EINDHOVEN	144
FIGUUR 49	SCHRIFTELIJK CONTACT A. LESKENS	145
FIGUUR 50	MAILCONTACT T. VELDKAMP	146

FIGUUR 51	<i>MAILCONTACT STICHTING RIONED</i>	147
FIGUUR 52	<i>MAILCONTACT E. LEUSINK (DEEL 1)</i>	148
FIGUUR 53	<i>MAILCONTACT E. LEUSINK (DEEL 2)</i>	149
FIGUUR 54	<i>MAILCONTACT D. ZANDIJK</i>	150
FIGUUR 55	<i>TOESTEMMING D. ZANDIJK</i>	156
FIGUUR 56	<i>TOESTEMMING E. LEUSINK</i>	163
FIGUUR 57	<i>WORKSHOP MENTIMETER (1/9)</i>	197
FIGUUR 58	<i>WORKSHOP MENTIMETER (2/9)</i>	197
FIGUUR 59	<i>WORKSHOP MENTIMETER (3/9)</i>	198
FIGUUR 60	<i>WORKSHOP MENTIMETER (4/9)</i>	198
FIGUUR 61	<i>WORKSHOP MENTIMETER (5/9)</i>	199
FIGUUR 62	<i>WORKSHOP MENTIMETER (6/9)</i>	199
FIGUUR 63	<i>WORKSHOP MENTIMETER (7/9)</i>	200
FIGUUR 64	<i>WORKSHOP MENTIMETER (8/9)</i>	200
FIGUUR 65	<i>WORKSHOP MENTIMETER (9/9)</i>	200
FIGUUR 66	<i>WATERBERGENDE FUNDERING</i>	216
FIGUUR 67	<i>KRACHTEN VERSPREIDEN</i>	220
FIGUUR 68	<i>BUFFERBLOCKS</i>	228

Tabellenlijst

TABEL 1 - AFSTROMEND OPPERVLAK.....	44
TABEL 2 - WEGINGSFACTOR.....	47
TABEL 3 – BEOORDELING WATERBERGENDE FUNDERING.....	48
TABEL 4 – BEOORDELING INFILTRATIEKRATTEN.....	49
TABEL 5 – BEOORDELING BUFFERBLOCKS.....	50
TABEL 6 – BEOORDELING WATERSHELL.....	51
TABEL 7 - LITERAATUURSTUDIE.....	80
TABEL 8 - LITERAATUURSTUDIE.....	81
TABEL 9 - LITERAATUURSTUDIE.....	82
TABEL 10 - GEÏNTERVIEWDE EXPERTS.....	82
TABEL 11 - GEÏNTERVIEWDE EXPERTS.....	84
TABEL 12 - EXPERTS UITGENODIGD VOOR DE WORKSHOP.....	84
TABEL 13 - EXPERTS UITGENODIGD VOOR DE WORKSHOP.....	85
TABEL 14 - BODEMTYPE.....	88
TABEL 15 - LITERAATUUR CRITERIA.....	90
TABEL 16 - RELEVANTE CRITERIA.....	127
TABEL 17 - NIET RELEVANTE CRITERIA.....	129

Bijlagen



Inhoudsopgave Bijlagen

Hoofdstuk 2 theoretisch kader	69
Hoofdstuk 4 onderzoeksmethoden	80
Hoofdstuk 5 hoofdcategorieën ondergrondse waterbergingsvoorzieningen	86
Hoofdstuk 6 invloed van omgeving	88
Hoofdstuk 7 Criteria van toepassing.....	90
Hoofdstuk 8 essentiële criteria voor vergelijking	131
Hoofdstuk 9 kwantificatie criteria	167
Hoofdstuk 10 bruikbaarheid methodiek.....	201
Begrippenlijst.....	239

Hoofdstuk 2 theoretisch kader

Waterbeheer & riolering Tilburg

Klik hier om terug te gaan naar [§2.2 Waterbeheer & riolering Tilburg](#) of hier om terug te gaan naar [§5.1 Ondergrondse waterafvoerende voorziening](#).

Hemelwaterafvoer riool

Een riool is een ondergronds systeem van buizen en leidingen dat bedoeld is om afvalwater en regenwater op te vangen en af te voeren. Een HWA-riool is een afvoersysteem voor hemelwater bedoeld om regenwater van daken, terrassen en andere verharde oppervlakken op te vangen en af te voeren. Het doel van een HWA-riool is om wateroverlast bij hevige regenval te voorkomen en het regenwater op een gecontroleerde manier te laten wegstromen. Het hemelwater dat via de HWA wordt afgevoerd, wordt apart gehouden van het afvalwater dat via het normale rioolstelsel (DWA) wordt afgevoerd. Op deze manier blijft het regenwater gescheiden en wordt de rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI) minder belast.

Voordelen:

- Het voorkomt wateroverlast bij hevige regenval, doordat het regenwater snel en gecontroleerd wordt afgevoerd.
- Het regenwater wordt apart gehouden van het afvalwater, waardoor het gescheiden kan worden verwerkt.
- Het draagt bij aan een duurzame waterhuishouding, doordat het regenwater niet onnodig wordt afgevoerd naar het riool en de rioolwaterzuiveringsinstallatie.

Nadelen:

- Het aanleggen van een apart HWA-rioolstelsel brengt extra kosten met zich mee.
- Het regenwater dat via een HWA-riool wordt afgevoerd, kan nog steeds verontreinigd zijn. Dit kan leiden tot verontreiniging van oppervlaktewater als het regenwater niet goed wordt behandeld.
- Het apart afvoeren van regenwater via een HWA-riool kan leiden tot minder water in het normale rioolstelsel. Dit kan leiden tot problemen met de afvoer van het afvalwater.

Eigenschappen:

- Afvoer van regenwater: een HWA-riool is specifiek ontworpen om regenwater van daken, terrassen en andere verharde oppervlakken op te vangen en af te voeren naar oppervlaktewater of het riool.
- Gescheiden van afvalwater: het hemelwater dat via de HWA wordt afgevoerd, wordt apart gehouden van het afvalwater dat via het normale rioolstelsel wordt afgevoerd. Hierdoor kan het regenwater gescheiden worden verwerkt en bijvoorbeeld gebruikt worden voor irrigatie of infiltratie in de bodem.
- Meerdere aansluitingen: een HWA-riool kan meerdere aansluitingen hebben, bijvoorbeeld van verschillende gebouwen. Deze aansluitingen worden vaak via een verzamelleiding naar het hoofdriool geleid.
- Kleine diameter: HWA-riolen hebben vaak een kleinere diameter dan normale riolen, omdat ze alleen regenwater hoeven te verwerken en geen vast afval.
- Geen stankoverlast: omdat er alleen regenwater doorheen stroomt, is er geen sprake van stankoverlast zoals bij een normaal riool.
- Beperkte capaciteit: HWA-riolen hebben een beperkte capaciteit en zijn niet ontworpen om grote hoeveelheden water in korte tijd af te voeren. Bij hevige regenval kan het systeem overbelast raken, waardoor er alsnog wateroverlast kan ontstaan.
- Onderhoudsgevoelig: een HWA-riool kan gevoelig zijn voor verstoppingen door bladeren, takken en ander vuil dat via de dakgoten in het systeem terechtkomt. Regelmatig onderhoud is daarom belangrijk om verstoppingen te voorkomen.
- Duurder in aanleg: het aanleggen van een apart HWA-riool kan duurder zijn dan het aanleggen van een gecombineerd riool waarin zowel afvalwater als regenwater wordt afgevoerd.

Eisen voor effectieve werking:

- Afvoercapaciteit: het riool moet voldoende capaciteit hebben om het hemelwater snel en efficiënt af te voeren. Het ontwerp van het riool moet daarom rekening houden met de hoeveelheid water die kan worden verwacht tijdens piekmomenten.
- Juiste diameter: de diameter van het riool moet in verhouding staan tot de hoeveelheid water die er doorheen moet stromen.
- Afvoerlocatie: het is belangrijk dat het afvoerpunt van het hemelwater goed gekozen wordt. Het afvoerpunt moet zich op een plek bevinden waar het water geen schade kan aanrichten aan gebouwen of infrastructuur en waar het water veilig kan worden afgevoerd naar oppervlaktewater of het riool.
- Onderhoud: het HWA-riool moet regelmatig worden geïnspecteerd en onderhouden om ervoor te zorgen dat het systeem goed blijft werken. Verstoppingen moeten snel worden verholpen om te voorkomen dat het water niet meer goed kan worden afgevoerd en zich ophoopt in het riool.
- Materialen: de gebruikte materialen moeten bestand zijn tegen de belasting van het water. Daarnaast moeten ze duurzaam en milieuvriendelijk zijn.
- Regenwateropvang: het is wenselijk om het hemelwater op te vangen en te hergebruiken, bijvoorbeeld voor het besproeien van de tuin of voor het doorspoelen van het toilet. Een goede regenwateropvang kan bovendien helpen om wateroverlast te voorkomen (RIONED, sd).

Klik hier om terug te gaan naar [§2.2 Waterbeheer & riolering Tilburg](#) of hier om terug te gaan naar [§5.1 Ondergrondse waterafvoerende voorziening](#).

Watershell

Klik hier om terug te gaan naar [§2.2 Toegepaste ondergrondse waterbergingsvoorzieningen](#) of hier om terug te gaan naar [§5.1 Ondergrondse watervasthoudende voorzieningen](#) of hier om terug te gaan naar [§10.4 Watershell](#).

Waterblock B.V. is een bedrijf dat duurzame oplossingen biedt voor stedelijk waterbeheer, groenvoorziening en bouw. Het bedrijf heeft innovatieve oplossingen ontwikkeld om regenwateroverlast te voorkomen en regenwater te hergebruiken. Dit volgens Waterblock B.V met een economische terugverdientijd van ongeveer 10 jaar. Waterblock B.V. biedt het Watershellinfiltratieveld als een oplossing om te voldoen aan de wettelijke watereisen bij nieuwbouwprojecten en stedelijke herstructureringen. Het infiltratieveld kan onder parkeerplaatsen, pleinen, wegen en groenstroken worden toegepast en heeft voordelen zoals een hoog bergend vermogen en meervoudig ruimtegebruik. Waterblock B.V. heeft innovatieve groenvoorzieningen ontwikkeld, zoals: boomgroeiplaatsen en daktuinen. Deze dragen bij aan een schonere lucht, meer leefruimte voor flora en fauna en verkoeling bij hittestress. Bij aanleg van het Watershellinfiltratieveld moet rekening worden gehouden met diverse factoren. Factoren zoals: oppervlak, kwaliteit van hemelwater, maatgevende bui, grondwaterstand, waterdoorlatendheid bodem, ledigingsduur, zandvang, beschikbare ruimte, verkeersbelasting, gronddekking en toegestane gronddruk.

Voordelen:

- Voorkomen van wateroverlast: het Watershellinfiltratieveld kan regenwater tijdelijk opvangen en infiltreren in de bodem, waardoor de kans op wateroverlast wordt verkleind.
- Duurzaamheid: door het hergebruik van regenwater wordt het gebruik van drinkwater voor bijvoorbeeld tuinbesproeiing of schoonmaak verminderd, wat bijdraagt aan duurzaamheid.
- Meervoudig ruimtegebruik: het Watershellinfiltratieveld kan onder parkeerplaatsen, pleinen, wegen en groenstroken worden toegepast, waardoor er geen extra ruimte nodig is voor het waterbergend systeem.
- Vergroening: door de aanleg van bijvoorbeeld daktuinen en boomgroeiplaatsen draagt Waterblock B.V. bij aan meer groen en daarmee een schonere lucht en meer leefruimte voor dieren.
- Economisch: volgens Waterblock B.V. heeft het Watershellinfiltratieveld een economische terugverdientijd van ongeveer 10 jaar.

Nadelen:

- Kosten: de aanlegkosten van een waterbergend systeem kunnen hoog zijn, waardoor het voor sommige projecten niet haalbaar is.
- Onderhoud: een waterbergend systeem vergt onderhoud om goed te blijven functioneren.
- Beperkte toepasbaarheid: niet op alle locaties is het mogelijk om een waterbergend systeem aan te leggen, bijvoorbeeld vanwege grondwaterstanden, bodemgesteldheid of verkeersbelasting.

De eigenschappen

- Hoge bergingscapaciteit: de Watershell kan grote hoeveelheden water bergen en vasthouden, waardoor het systeem overstromingen kan voorkomen.
- Infiltratie: de Watershell zorgt ervoor dat regenwater geïnfiltreerd wordt in de bodem, waardoor het grondwater aangevuld wordt en droogte voorkomen kan worden.
- Meervoudig ruimtegebruik: de Watershell kan onder verschillende oppervlakken worden aangelegd, zoals: parkeerplaatsen, pleinen en groenstroken, waardoor er geen extra ruimte nodig is voor het systeem.
- Duurzaamheid: de Watershell draagt bij aan duurzaam waterbeheer door regenwater op te vangen en te hergebruiken, waardoor er minder drinkwater verbruikt hoeft te worden.
- Flexibiliteit: de Watershell kan aangepast worden aan de specifieke omstandigheden en eisen van een project, zoals: de grondwaterstand, bodemgesteldheid en verkeersbelasting.
- Weinig onderhoud: de Watershell vereist weinig onderhoud en kan lang meegaan, waardoor het een kosteneffectieve oplossing is voor waterbeheer (Waterblock BV, sd).

Eisen voor effectieve werking

- Oppervlak: het oppervlak van het waterbergend systeem moet voldoende groot zijn om het benodigde water te kunnen bergen/infiltreren.
- Kwaliteit van hemelwater: het regenwater moet van voldoende kwaliteit zijn om te infiltreren in de bodem.
- Grondwaterstand: de grondwaterstand moet niet te hoog zijn om infiltratie mogelijk te maken.
- Waterdoorlatendheid bodem: de bodem moet voldoende waterdoorlatend zijn om het water te kunnen infiltreren.
- Ledigingsduur: het waterbergend systeem moet na een bui voldoende tijd hebben om het water te laten infiltreren/afvoeren.
- Zandvang: een zandvang voorkomt dat vuil en sediment het systeem verstoppen.
- Beschikbare ruimte: er moet voldoende ruimte zijn om het waterbergend systeem aan te leggen.
- Verkeersbelasting: het waterbergend systeem moet berekend zijn op de belasting door verkeer.
- Gronddekking: er moet voldoende gronddekking zijn om het systeem te beschermen tegen schade.
- Toegestane gronddruk: het systeem moet bestand zijn tegen de gronddruk van bovenaf en de waterdruk van onderaf. Daarnaast moeten de materialen van het systeem duurzaam zijn en bestand zijn tegen corrosie en slijtage (Waterblock BV, sd).

Disclaimer: de informatie dat hierboven wordt beschreven, is afkomstig van de leverancier. Houd in gedachten dat deze partij graag haar producten verkoopt.



Figuur 25 **Waterblock** (Waterblock BV, sd)

Klik hier om terug te gaan naar [§2.2 Toegepaste ondergrondse waterbergingsvoorzieningen](#) of hier om terug te gaan naar [§5.1 Ondergrondse watervasthoudende voorzieningen](#) of hier om terug te gaan naar [§10.4 Watershell](#).

Infiltratiekratten

Klik hier om terug te gaan naar [§2.2 Toegepaste ondergrondse waterbergingsvoorzieningen](#) of hier om terug te gaan naar [§5.1 Ondergrondse watervasthoudende voorzieningen](#) of hier om terug te gaan naar [§10.4 Infiltratiekratten](#).

Infiltratiekratten zijn ondergrondse opslagcontainers die worden gebruikt voor het opvangen en infiltreren van regenwater. Deze kratten zijn meestal gemaakt van kunststof en hebben infiltratie bevorderende wanden. Infiltratiekratten worden gebruikt in situaties waarbij er onvoldoende oppervlaktewater of openbare rioleringsystemen beschikbaar zijn om het regenwater af te voeren. Door het water vast te houden en langzaam te laten infiltreren, helpen infiltratiekratten de grondwaterstand te verhogen en de kans op overstromingen te verminderen. Ze worden vaak toegepast bij nieuwbouwprojecten en stedelijke herontwikkelingsprojecten.

Voordelen:

- Milieuvriendelijk: infiltratiekratten helpen het milieu te beschermen door regenwater op te vangen en te infiltreren in de grond, waardoor het grondwaterpeil wordt aangevuld.
- Vermindert de kans op overstromingen: doordat het systeem regenwater opvangt en vasthoudt, wordt de belasting van de riolering verminderd wat de kans op overstromingen vermindert.
- Ruimtebesparend: infiltratiekratten kunnen worden geïnstalleerd onder parkeerplaatsen, opritten en groenstroken, waardoor er meer ruimte beschikbaar blijft voor andere doeleinden.
- Kostenbesparend: de installatie van infiltratiekratten kan op de lange termijn kostenbesparend zijn. Dit omdat het systeem regenwater vasthoudt en hergebruik mogelijk maakt.

Nadelen:

- Instandhouding: infiltratiekratten vereisen periodiek onderhoud om te voorkomen dat ze verstopt raken met sediment en andere verontreinigingen.
- Mogelijke vervuiling: regenwater dat in de kratten wordt opgeslagen kan verontreinigd raken met oliën, vetten, chemicaliën en andere verontreinigende stoffen uit de bodem of invoer.
- Niet geschikt voor elk type grond: infiltratiekratten zijn niet geschikt voor terreinen met een hoge grondwaterspiegel, kleigrond of andere grondsoorten die slechte infiltratie mogelijk maken.
- Initieel hogere kosten: de installatie van infiltratiekratten kan in eerste instantie hogere kosten met zich meebrengen dan traditionele afvoersystemen.

Eigenschappen

- Opvangcapaciteit: infiltratiekratten hebben een grote opvangcapaciteit en kunnen grote hoeveelheden water vasthouden. Dit maakt ze geschikt voor gebruik in gebieden met veel neerslag.
- Duurzaamheid: infiltratiekratten zijn duurzaam en hebben een lange levensduur. Ze zijn gemaakt van materialen die bestand zijn tegen slijtage en veroudering.
- Flexibiliteit: infiltratiekratten zijn flexibel en kunnen worden aangepast aan de specifieke eisen van de locatie.
- Onderhoud: infiltratiekratten vereisen weinig onderhoud, wat ze kosteneffectief maakt. Soms moeten ze worden schoongemaakt om verstoppingen te voorkomen.
- Milieuvriendelijkheid: infiltratiekratten zijn milieuvriendelijk, omdat ze helpen bij het verminderen van de hoeveelheid regenwater die naar het riool stroomt. Hierdoor wordt de belasting van de riolering verminderd en worden overstromingen voorkomen.
- Installatie: infiltratiekratten zijn relatief eenvoudig te installeren en kunnen snel worden geïnstalleerd zonder veel verstoring van de omgeving.
- Capaciteit: De capaciteit van infiltratiekratten is beperkt en afhankelijk van de grootte en de diepte van het systeem. Daarom zijn ze mogelijk niet geschikt voor grotere projecten of gebieden met een hoge grondwaterstand.
- Kosten: Infiltratiekratten kunnen duur zijn om te installeren, maar op lange termijn kunnen ze kostenbesparend zijn vanwege de lagere onderhoudskosten, operationele kosten en de vermindering van de schade veroorzaakt door wateroverlast.

Eisen voor effectieve werking

- Infiltratiecapaciteit van de bodem: het is belangrijk dat de bodem waarin de infiltratiekratten worden geplaatst, een goede infiltratiecapaciteit heeft. Dit betekent dat de bodem voldoende poreus moet zijn om water door te laten. Als de bodem te dicht of te compact is, kan het water niet in de bodem doordringen en kan er wateroverlast ontstaan.
- Juiste dimensionering van het systeem: de infiltratiekratten moeten worden gedimensioneerd op basis van het te infiltreren water en de beschikbare ruimte. Het is belangrijk dat het systeem voldoende capaciteit heeft om het water op te vangen en te infiltreren.
- Juiste aanleg van het systeem: het is belangrijk dat de infiltratiekratten op de juiste manier worden aangelegd en aangesloten op het afvoersysteem. Hierbij moet rekening worden gehouden met de juiste helling van de leidingen, de juiste aansluiting op de riolering en het voorkomen van lekkages.
- Onderhoud: het is belangrijk dat het systeem regelmatig wordt onderhouden om de werking te garanderen. Dit bestaat uit het schoonspuiten van de infiltratie wanden van de kratten.
- Kwaliteit van het water: het is belangrijk dat het water dat wordt geïnfiltreerd, van goede kwaliteit is. Verontreinigd water kan de bodem en het grondwater vervuilen en gezondheidsrisico's met zich meebrengen (Wavin, sd).

Disclaimer: de informatie dat hierboven wordt beschreven is afkomstig van de leverancier, houd in gedachten dat deze partij graag haar producten verkoopt.

Praktijkonderzoek infiltratiekratten

In een praktijkonderzoek naar milieurisico's van ondergrondse infiltratie is Stichting RIONED naar kunststof Atlantic-Raintanks gaan kijken. Dit onderzoek is in de Runstraat in Eindhoven uitgevoerd. Hier heeft de gemeente Eindhoven deze infiltratievoorzieningen aangebracht onder parkeerplaatsen om het regenwater van de weg, de parkeerplaatsen, het trottoir en de daken te laten infiltreren. Dit systeem werkt met een zandvang. Een zandvang is een systeem dat voor filtering van de neerslag zorgt. Wanneer de infiltratievoorziening vol is, loopt het regenwater over naar het gemengde riool. Deze voorzieningen hebben een afmeting van 0,41 x 0,60 x 0,90 meter (hoogte x breedte x lengte). Rondom de infiltratievoorzieningen is een Nicolon F180-filterdoek aangebracht om in spoeling van zand te voorkomen. De geologische gegevens tonen aan dat de omringende grond bestaat uit een lemige, matig grove zandlaag op een diepte van 4,30 à 5,30 meter onder het maaiveld. De K-waarde voor deze zandlaag in de Runstraat varieert tussen de 1,50 en 1,90 m/dag. De grondverbetering rond de infiltratiekratten bestaat uit cunetzand met een hoge doorlatendheid.

Onderzoek heeft grondwaterstanden en waterkwaliteit gemeten in de infiltratiekratten en peilbuizen. Uit dit onderzoek blijkt dat de concentraties van zware metalen, PAK (polycyclische aromatische koolwaterstoffen) en minerale olie binnen de streefwaarden blijven of er zelfs ver onder liggen. Alleen de concentratie nikkel overschrijdt de streefwaarde op één locatie, maar blijft onder de interventiewaarde. Het slibniveau in de voorziening is minimaal en suggereert dat minder dan 5% van de bergende capaciteit in tien jaar verloren is gegaan (Floris Boogaard en Jeroen Rombout, 2008).



Figuur 27 **Wavin infiltratiekratten** (Wavin, sd)



Figuur 26 **Inspectie infiltratiekratten**
(Floris Boogaard en Jeroen Rombout, 2008)

Klik hier om terug te gaan naar [§2.2 Toegepaste ondergrondse waterbergingsvoorzieningen](#) of hier om terug te gaan naar [§5.1 Ondergrondse watervasthoudende voorzieningen](#) of hier om terug te gaan naar [§10.4 Infiltratiekratten](#).

Infiltratie & transportriool

Klik hier om terug te gaan naar [§2.2 Toegepaste ondergrondse waterbergingsvoorzieningen](#) of hier om terug te gaan naar [§5.1 Ondergrondse watervasthoudende voorzieningen](#).

Omgekeerde drainage, ook bekend als het Infiltratie- en Transportriool of IT-riool, is een methode waarbij regenwater ondergronds wordt geïnfiltreerd via een geperforeerde buis die is omwikkeld met geotextiel. Deze aanpak wordt toegepast op locaties waar beperkte ruimte is voor bovengrondse infiltratie, zoals verharde oppervlakken, of waar de bodem slecht doorlatend is. Belangrijk is dat het IT-riool altijd boven het grondwaterpeil moet liggen. Als niet al het regenwater kan worden geïnfiltreerd, zal de buis fungeren als een traditionele afvoer.

Het IT-riool kan ook worden gebruikt voor het afvoeren van regenwater van daken, overloopwater van regenwatervijvers en regenwaterreservoirs. Het is echter cruciaal dat alleen schoon regenwater wordt geïnfiltreerd. Verontreinigd regenwater moet eerst worden gezuiverd, bijvoorbeeld door middel van een bodemfilter met begroeiing.

In geval van zware regenbuien kan het IT-riool worden uitgerust met een nood-overstortvoorziening die overtollig water afvoert naar oppervlaktewater of het reguliere regenwaterriool. Bovendien kan het IT-riool worden ingezet om in droge gebieden oppervlaktewater te infiltreren. De specifieke toepassing en regels voor dergelijke infiltratievoorzieningen zijn vastgelegd in het gemeentelijke rioleringsplan.

Een belangrijk voordeel van het IT-riool is dat het weinig ruimte op maaiveldniveau inneemt. In vergelijking met bovengrondse infiltratievoorzieningen, zoals wadi's, is een nadeel dat mogelijke calamiteiten, zoals verontreiniging van het systeem, minder zichtbaar zijn (Amsterdam Rainproof, 2023).

Voordelen:

- Het IT-riool biedt een efficiënte manier om regenwater te infiltreren in gebieden waar de bodemdoorlatendheid beperkt is en waar bovengrondse infiltratievoorzieningen geen optie zijn.
- Het IT-riool neemt geen ruimte in op maaiveldniveau en vormt daardoor geen belemmering voor andere functies.
- In droge gebieden kan het IT-riool ook worden gebruikt om oppervlaktewater te infiltreren.
- Het IT-riool kan gebruikt worden in combinatie met andere bergingsvoorzieningen, zoals een wadi of een vijver.

Nadelen:

- Calamiteiten, zoals verontreinigingen, zijn niet gemakkelijk zichtbaar omdat de voorziening ondergronds is.
- Verontreinigd regenwater moet eerst worden gezuiverd, voordat het geïnfiltreerd kan worden.
- De bergingscapaciteit van een IT-riool is beperkt en niet flexibel, dus het moet mogelijk gecombineerd worden met andere bergingsvoorzieningen.
- Het IT-riool moet boven de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) liggen om te voorkomen dat het water terugstroomt en overstromingen veroorzaakt.

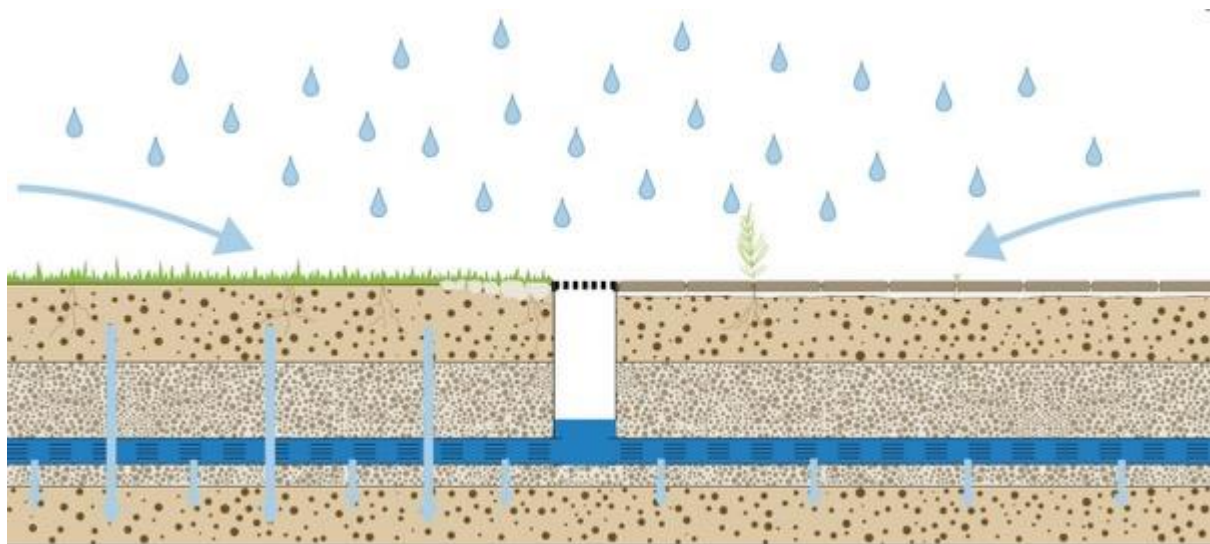
Eigenschappen

- Gelijkmatische verdeling van water: een effectieve infiltratieriool is ontworpen om het hemelwater gelijkmatig over het infiltratiegebied te verdelen. Hierdoor kan het water gelijkmatig in de bodem sijpelen. Het is belangrijk om de juiste diameter en helling van de rioolbuizen te bepalen om een gelijkmatische stroom van water te garanderen.
- Onderhoudsvriendelijk: om de goede werking van het systeem te garanderen, is regelmatig onderhoud nodig. Het is daarom belangrijk dat het systeem eenvoudig en veilig te onderhouden is. Een goede toegang tot de rioolbuizen en het infiltratiegebied is hierbij van groot belang. Het is ook belangrijk om de rioolbuizen en het infiltratiegebied regelmatig te inspecteren om eventuele beschadigingen of verstoppingen in een vroeg stadium op te sporen en te verhelpen.
- Juiste bodemgesteldheid: de bodemgesteldheid is een belangrijke factor bij het ontwerp van een infiltratieriool. De bodem moet namelijk geschikt zijn voor infiltratie en het water moet gemakkelijk in de bodem kunnen sijpelen. Het is belangrijk om rekening te houden met de doorlatendheid, de grondwaterstand en de aanwezigheid van eventuele vervuiling.

Eisen voor effectieve werking

- Duurzame materialen: om een lange levensduur van het systeem te garanderen, moeten duurzame en corrosiebestendige materialen worden gebruikt. Het is belangrijk om te kiezen voor materialen die bestand zijn tegen de inwerking van water, bodem en andere omgevingsfactoren.
- Regelmatige inspectie en onderhoud of de buizen en het oppervlak van het infiltratiegebied vrij zijn van verstoppingen en vervuiling. Verstoppingen kunnen worden veroorzaakt door bladeren, takken of ander afvalmateriaal dat in de buizen terechtkomt. Als deze verstoppingen niet op tijd worden opgelost, kan het infiltratiesysteem minder effectief worden en kan er wateroverlast ontstaan.
- Bestand tegen erosie: de buizen en materialen die worden gebruikt in de constructie van de infiltratierool moeten bestand zijn tegen erosie en duurzaam zijn.
- Waterdoorlatendheid: het oppervlak van het infiltratiegebied moet voldoende waterdoorlatend zijn om het water effectief te laten infiltreren in de bodem. Hierbij is het belangrijk om rekening te houden met de bodemgesteldheid, zoals de doorlatendheid en het grondwaterpeil.
- Voldoende infiltratieoppervlak: de grootte van het infiltratiegebied moet voldoende zijn om het water op te vangen dat in het stroomgebied van het infiltratierool valt. Dit vereist een goede afstemming tussen het ontwerp van het infiltratiesysteem en de grootte van het stroomgebied dat het moet bedienen.
- Onderhoud: regelmatig onderhoud is noodzakelijk om de effectiviteit van het infiltratiesysteem te waarborgen. Dit omvat het verwijderen van vuil en sediment uit de buizen.
- Bescherming tegen verontreiniging: het infiltratiesysteem moet beschermd worden tegen verontreiniging van het grondwater. Dit kan bijvoorbeeld door het toepassen van filterlagen of het vermijden van infiltratie van bepaalde stoffen, zoals zware metalen of giftige stoffen (Wavin, sd).

Disclaimer: de informatie over de voor- en nadelen is afkomstig van de leverancier Wavin, houd in gedachten dat deze partij graag haar producten verkoopt.



Figuur 28

Infiltratie & Transport riool

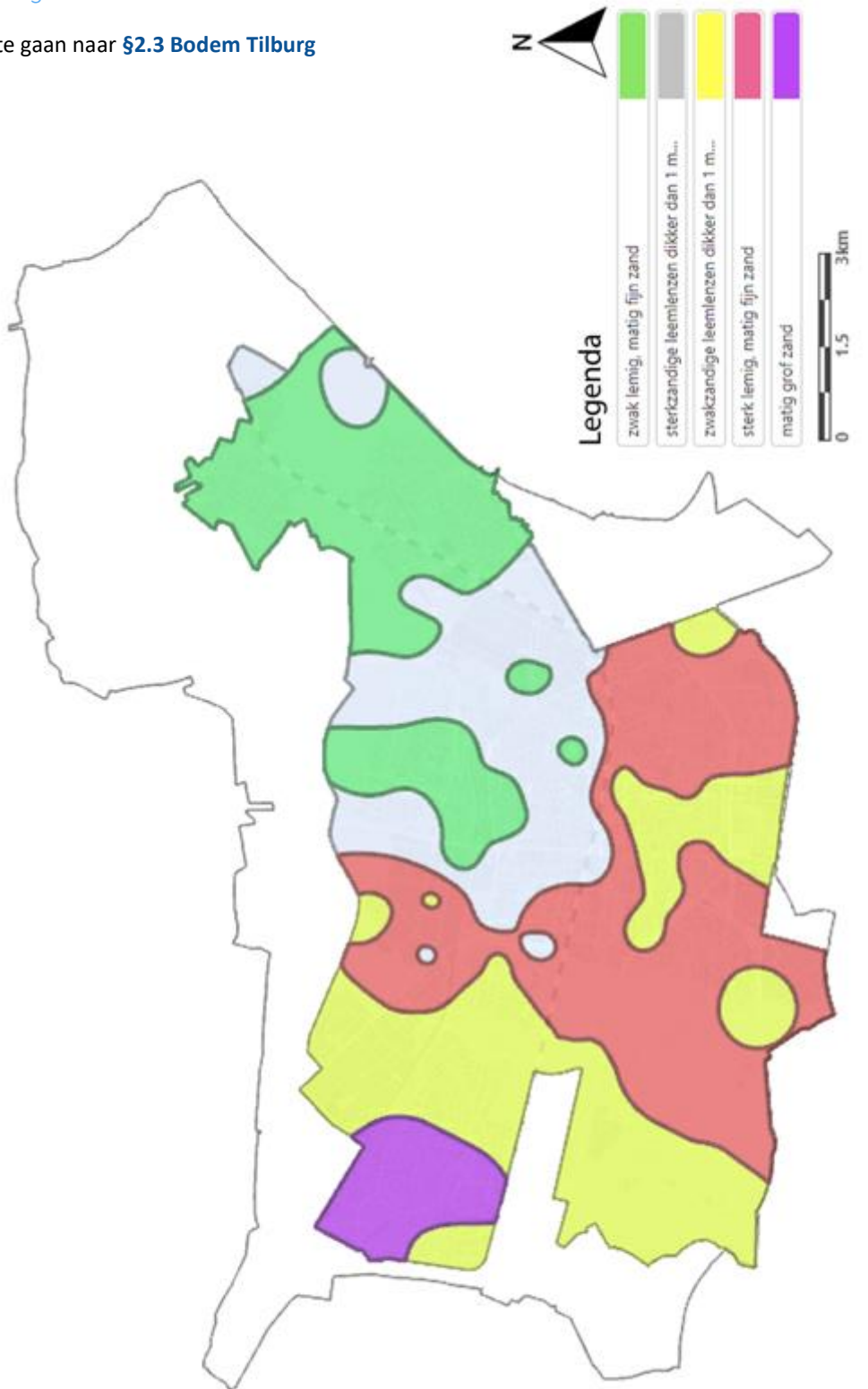
(Groenblauw, 2023)

Klik hier om terug te gaan naar [§2.2 Toegepaste ondergrondse waterbergingsvoorzieningen](#) of hier om terug te gaan naar [§5.1 Ondergrondse watervasthoudende voorzieningen](#).

Bodem Tilburg

Bodemkaart Tilburg

Klik hier om terug te gaan naar [§2.3 Bodem Tilburg](#)

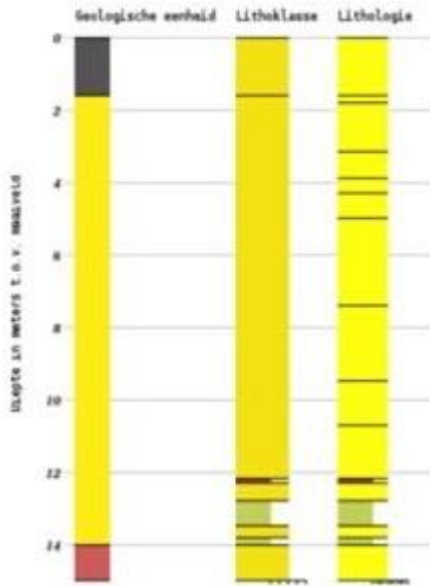


Figuur 29 **Bodemkaart** (Tilburg, 2023)

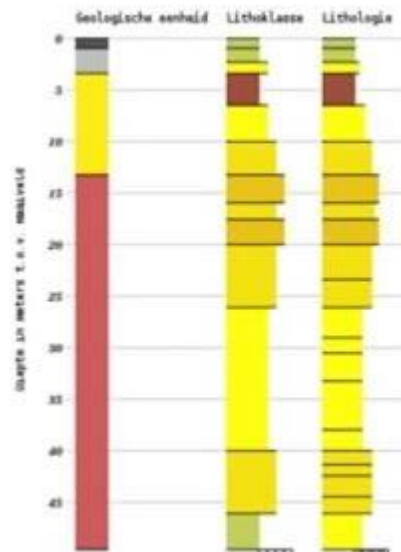
Boormonsterprofielen

Klik hier om terug te gaan naar [§2.3 Bodem Tilburg](#)

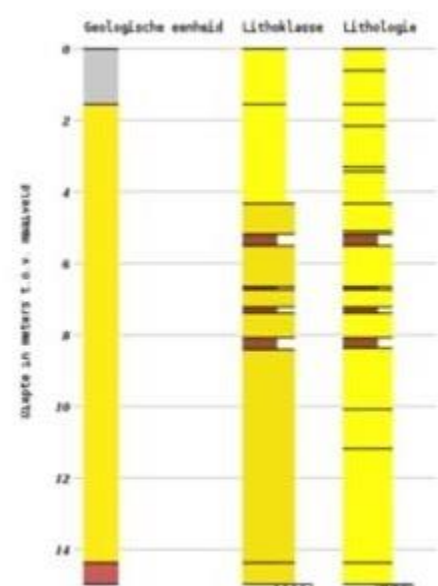
Identificatie: B50F0079




Identificatie: B50F0348



Identificatie: B50F0082



Lithoklasse

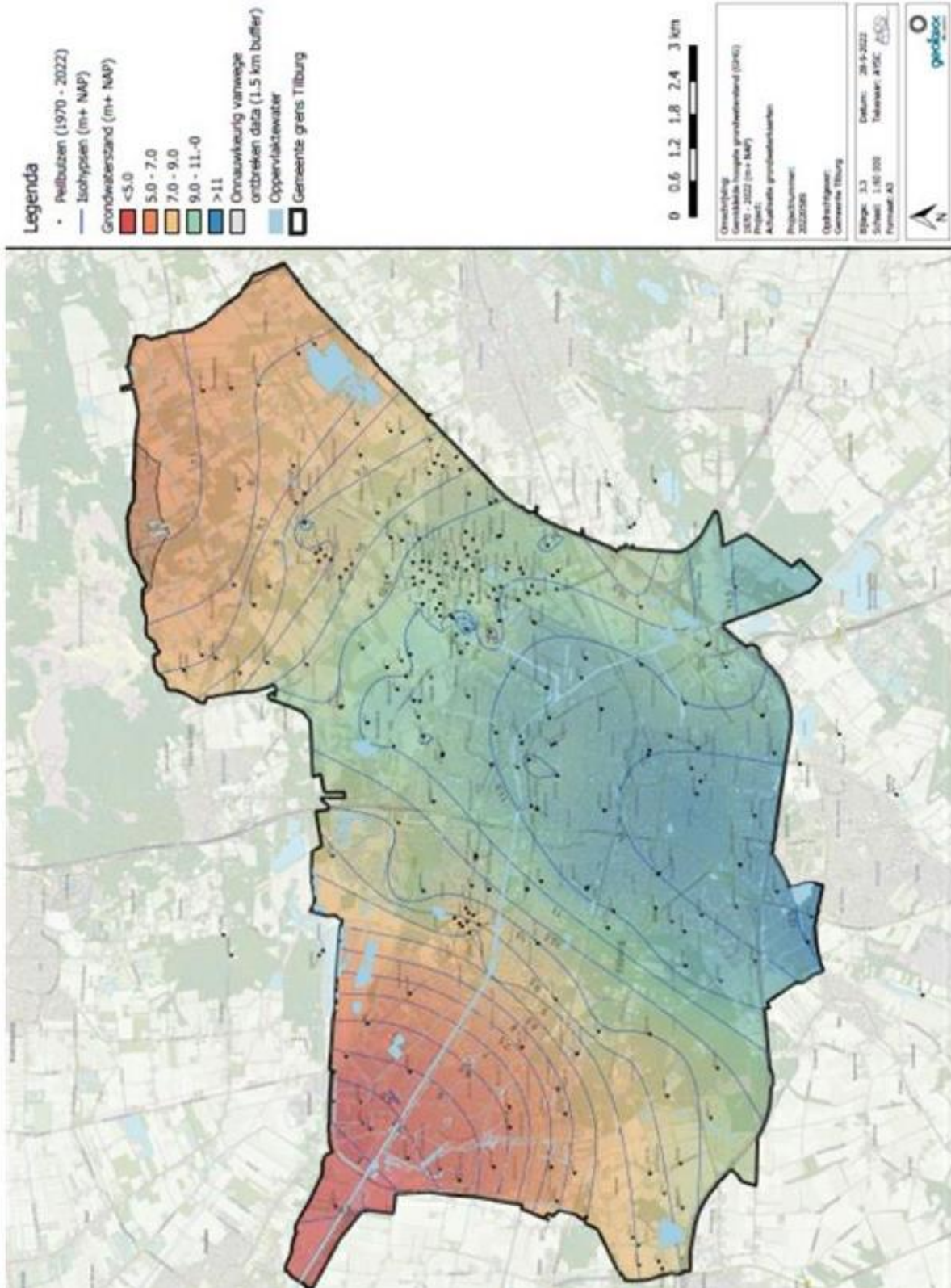
-  antropogeen
-  organisch materiaal (veen)
-  klei
-  kleiig zand, zandige klei en leem
-  zand fijn
-  zand midden
-  zand grof
-  grind
-  schelpen

Figuur 30 **Boormonsterprofielen** (Dinoloket, 2023)

Klik hier om terug te gaan naar [§2.3 Bodem Tilburg](#)

Gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) 1970 – 2022 (m+ NAP)

Klik hier om terug te gaan naar §2.3 Bodem Tilburg



Figuur 31

Gemiddeld hoogste grondwaterstand (AYSC)

Hoofdstuk 4 onderzoeksmethoden

Deelvraag 1

'Welke verschillende hoofdcategorieën ondergrondse waterbergingsvoorzieningen kunnen worden onderscheiden, kijkend naar de specifieke opbouw, structuur of constructie en functie?'

Klik hier om terug te gaan naar [§4.1 Literatuurstudie](#)

Tabel 7 - Literatuurstudie

Zoekterm	Zoekmachine	Verwachte resultaat	Gevonden bronnen
Drietrapsstrategie vasthouden bergen afvoeren	Google Scholar	Duidelijkheid over de drie neerslag beheer stappen. Binnen deze stappen zijn verschillende categorieën.	(Middendorp, 2016)
Ondergrondse infiltratie van regenwater	Google	Ik verwacht bestanden te vinden die ondergronds watervasthoudende systemen onderzoeken.	(Floris Boogaard en Jeroen Rombout, 2008)
Regenwater vasthouden	Google	Ik verwacht documenten te vinden die ondergronds waterbergende systemen onderzoeken.	(Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2022)
Regenwater afvoeren	Google	Ik verwacht documenten te vinden die ondergronds water afvoerende systemen onderzoeken.	(Amsterdam Rainproof, sd)
Drietrapsstrategie	Google	Ik verwacht meer informatie te vinden over het beleid driestapstrategie.	(Hunze en Aa's, sd)
Ondergrondse waterberging	Google	Ik verwacht voorzieningen te vinden die ondergronds water vasthouden.	(blauwgroenvlaanderen, sd)
Q-bic+ infiltratiekratten	Google	Ik verwacht gedetailleerde informatie over infiltratiekratten te vinden van een leverancier.	(Wavin, sd)
Watershell	Google	Ik verwacht gedetailleerde informatie te vinden over de voorziening Watershell.	(Waterblock BV, sd)
Infiltratieputten	Google	Ik verwacht gedetailleerd informatie over infiltratie putten te vinden van een leverancier.	(Jong, 2023)
Ondergrondse waterberging	Google	Bedrijven/partijen die kennis en ervaring delen om producten aan te prijzen. Een beter beeld van de mogelijk verschillende producten.	(Lomulder, 2023)
Betonnen neerslag buffer	Google	Ik verwacht gedetailleerd informatie over bergende voorzieningen te vinden van een leverancier.	(Vlaams milieumaatschappij, 2015)

Klik hier om terug te gaan naar [§4.1 Literatuurstudie](#)

Deelvraag 2

'Welke specifieke omgevingsfactoren spelen een rol bij de selectie van de categorieën van de ondergrondse waterbergende voorzieningen en hoe beïnvloeden de omgevingsfactoren de geschiktheid van de voorzieningen in verschillende situaties?'

Klik hier om terug te gaan naar [§4.1 Literatuurstudie](#)

Tabel 8 - Literatuurstudie

Zoekterm	Zoekmachine	Zoekterm	Zoekterm
Soil type factors and rainfall management	Google	De verschillende bodem factoren die invloed hebben op regenwaterbeheer.	(Crops Extension, 2018)
Bepplanting bodemwater	Google	Ik verwacht het effect van vegetatie op het water vasthoudende vermogen van de bodem te vinden.	(Amsterdam Rainproof , 2023)
Zandbodem, hoe beïnvloeden deze neerslag	Google	De verschillende type bodems en hoe deze neerslagbeheer beïnvloeden.	(Wageningen University & Research, 2020)
Omgevingsfactoren neerslag bergen/opslaan	Google	Mogelijke omgevingsfactoren en de invloeden hiervan specifiek voor bergende voorzieningen.	(Willem van Deursen, 2013)
Omgevingsfactoren neerslag vasthouden	Google	Mogelijke omgevingsfactoren en de invloeden hiervan specifiek voor vasthoudende voorzieningen.	(Ruimtemettoekomst.nl , 2014)
Verwerking van extreme neerslag	Google	Stedelijke neerslag beheer technieken gelinkt aan omgeving factoren	(Deltares, 2013)
Mogelijkheid van de bodem om water te bergen en te infiltreren	Google	Omgevingsfactoren die een rol spelen in de keuze tot afvoeren tegen infiltratie.	(Coördinatiecommissie Integraal Waterbeleid, 2012)
Wortelgroei riool	Google	Ik verwacht omgevingsfactoren van bomen en wortels hiervan op waterbergende en -afvoerende systemen te vinden.	(Steven, 2019)
K-waarde	Google	Ik verwacht de doorlatendheid van verschillende bodemtypes te vinden.	(Joostdevree.nl, 2012)

Klik hier om terug te gaan naar [§4.1 Literatuurstudie](#)

Deelvraag 3

'Welke criteria zijn van toepassing voor de beoordeling van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen?'

Klik hier om terug te gaan naar [§4.1 Literatuurstudie](#)

Tabel 9 - Literatuurstudie

Zoekterm	Zoekmachine	Verwachte resultaat	Gevonden bronnen
Criteria van ondergrondse waterbergingen	Google Scholar	Ik verwacht verschillende algemene criteria te vinden die meegenomen worden in het besluitproces.	(Bodegom, 2020)
Criteria hemelwaterbeheer	Google Scholar	Ik verwacht verschillende algemene criteria te vinden die meegenomen worden in het besluitproces.	(Roosjen, 2017)
De infiltrerende stad	Google Scholar	Ik verwacht bestanden, documentatie van project en onderzoek binnen 'de infiltrerende stad'.	(Lekkerkerk, 2020)
In deelvraag 1 is het onderzoek van Stichting RIONED naar ondergrondse infiltratie van regenwater gebruikt. Dit onderzoek bevat relevante criteria voor deelvraag 3 en wordt hier ook gebruikt.			
Ondergrondse infiltratie van regenwater	Google	Ik verwacht bestanden te vinden die ondergrondse infiltratie onderzoeken.	(Floris Boogaard en Jeroen Rombout, 2008)

Klik hier om terug te gaan naar [§4.1 Literatuurstudie](#)

Klik hier om terug te gaan naar [§4.2 Expertinterviews](#)

Tabel 10 - Geïnterviewde experts

Naam	Functie
Anton Verhoeven	Assetmanager stedelijk water
Ben van de Ven	Adviseur verharding
Frank Gijselhart	Adviseur stedelijk water
Heather Holman	Adviseur stedelijk water
Jan Janssens – Baan	Adviseur stedelijk water
Maarten Moonen	Adviseur stedelijk water
Sander Kossen	Adviseur stedelijk water
Thijs Belt	Adviseur groen
Walter Kuhn	Adviseur stedelijk water

Klik hier om terug te gaan naar [§4.2 Expertinterviews](#)

Interviewprotocol

Klik hier om terug te gaan naar [§4.2 Expertinterviews](#)

Inleiding

- Begin het gesprek door de gesprekspartner te bedanken voor hun bereidheid om deel te nemen aan dit interview en voor hun tijd.
- Vraag de gesprekspartner of het gesprek mag worden opgenomen voor nauwkeurige notities en verwijzingen tijdens het onderzoek.

Uitleg over het gesprek

- Leg kort uit dat dit een open gesprek is en dat je enkele vragen hebt voorbereid om het gesprek te sturen. Deze vragen zijn eerder met de gesprekspartner gedeeld en dienen als richtlijnen voor het gesprek.

Bespreking van het onderzoek

- Geef een beknopte uitleg over het doel en de context van je scriptieonderzoek.
- Bespreek welke specifieke aspecten of onderwerpen je tijdens dit interview wilt bespreken en waarom deze relevant zijn voor je onderzoek.

Tijdsduur van het interview

- Vraag de gesprekspartner tot hoe laat ze beschikbaar zijn voor het interview. Dit helpt om het gesprek binnen de gestelde tijdslijmieten te houden.

Het interview

- Begin het open gesprek volgens de vooraf gedeelde vragen en richtlijnen.
- Stel vervolgvragen om dieper in te gaan op specifieke onderwerpen of om verduidelijking te krijgen.
- Moedig de gesprekspartner aan om vrijuit te spreken en hun gedachten en ervaringen te delen.

Afsluiting van het interview

- Bedank de gesprekspartner opnieuw voor hun bijdrage aan het interview.
- Informeer de gesprekspartner over de volgende stappen, inclusief het proces van woordelijke transcriptie en dat je de transcriptie met hen zult delen voor eventuele correcties of aanvullingen.
- Nodig de gesprekspartner uit voor een toekomstige workshop of eventuele verdere deelname aan het onderzoek, indien van toepassing.

Notities en opvolging

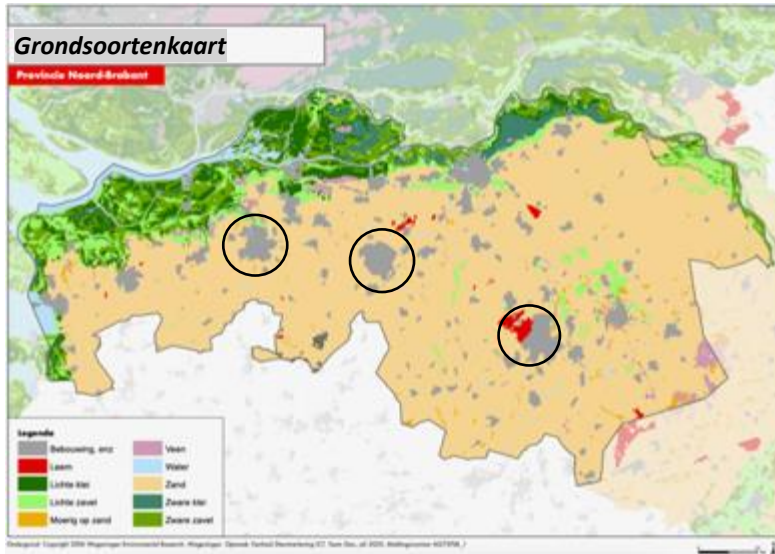
- Tijdens het gesprek kun je notities maken om belangrijke punten en inzichten vast te leggen.
- Na het interview, zorg ervoor dat je de opname en transcriptie van het gesprek nauwkeurig bewaart en verwerkt voor verdere analyse.

Klik hier om terug te gaan naar [§4.2 Expertinterviews](#)

Deelvraag 4

'Welke criteria zijn essentieel om de ondergrondse waterbergende voorzieningen met elkaar te kunnen vergelijken?'

Klik hier om terug te gaan naar [§4.2 Expertinterviews](#) of hier om naar [§4.3 Workshop](#) te gaan.



Figuur 32 **Grondsoortenkaart** (Eenheid Dienstverlening ICT, Team Geo, 2020)

Tabel 11 - Geïnterviewde experts

Naam	Functie
Dingeman Zandijk	Assetbeheerder stedelijk water in Tilburg
Elwin Leusink	Adviseur water en klimaatadaptatie bij Sweco & community of practice water infiltrerende verharding

Tabel 12 - Experts uitgenodigd voor de Workshop

Naam	Functie
Anton Verhoeven	Assetmanager stedelijk water
Ben van de Ven	Adviseur verharding
Frank Gijselhart	Adviseur stedelijk water
Heather Holman	Adviseur stedelijk water
Jan Janssens – Baan	Adviseur stedelijk water
Thijs Belt	Adviseur stedelijk water
<i>Anton Verhoeven, Thijs Belt en Ben van de Ven waren helaas niet aanwezig bij de workshop.</i>	
Walter Kuhn	Adviseur stedelijk water

Klik hier om terug te gaan naar [§4.2 Expertinterviews](#) of hier om naar [§4.3 Workshop](#) te gaan.

Deelvraag 5

‘Op welke manier kunnen de criteria voor ondergrondse waterbergende voorzieningen worden gekwantificeerd?’

Klik hier om terug te gaan naar [§4.3 Workshop](#)

Tabel 13 - Experts uitgenodigd voor de Workshop

Naam	Functie
..	Adviseur verharding (Gemeente Tilburg)
..	Assetbeheerder stedelijk water (Gemeente Tilburg)
..	Adviseur water en klimaatadaptatie bij Sweco & community of practice water infiltrerende verharding
..	Adviseur stedelijk water (Gemeente Tilburg)
..	Adviseur stedelijk water (Gemeente Tilburg)
..	Adviseur stedelijk water (Gemeente Tilburg)
..	Adviseur stedelijk water (Gemeente Tilburg)
..	Adviseur stedelijk water (Gemeente Tilburg)
..	Adviseur groen (Gemeente Tilburg)
..	Adviseur stedelijk water (Gemeente Tilburg)

Beste,

Graag nodig ik u van harte uit om deel te nemen aan een informatieve en interactieve workshop over het belangrijke onderwerp van ondergrondse waterbergende voorzieningen. Als onderdeel van ons streven naar duurzame en effectieve oplossingen voor de gemeente, zijn er een reeks interviews uitgevoerd met experts binnen en buiten de organisatie.

Tijdens deze interviews heb ik waardevolle inzichten verzameld over de criteria die van toepassing zijn op de beoordeling en vergelijking van ondergrondse waterbergende voorzieningen. Zo is een grondige analyse uitgevoerd van deze criteria en zijn ze verwerkt in een multicriteria-analyse (MCA).

De workshop biedt een unieke kans om:

- De belangrijkste bevindingen en patronen te ontdekken die we hebben geïdentificeerd tijdens de interviews en MCA.
- Dieper inzicht te krijgen in de essentiële criteria die van invloed zijn op de keuze en het ontwerp van ondergrondse waterbergende voorzieningen.
- Uw perspectief te delen en deel te nemen aan een levendige discussie met andere deskundigen en belanghebbenden.
- Mogelijk aanvullende inzichten te bieden en te verkennen om tot weloverwogen beslissingen te komen.

Datum: 02-10-2023

Tijd: van af 13:00

Locatie: 0.9 Podium/STH

Uw expertise en bijdragen aan dit belangrijke onderwerp worden gewaardeerd.

Als u vragen heeft of aanvullende informatie nodig heeft, aarzel dan niet om contact met mij op te nemen.

Met vriendelijke groet,
Verschuren, Lars

Figuur 33 ***Uitnodiging voor de workshop (2)***

Klik hier om terug te gaan naar [§4.3 Workshop](#)

Hoofdstuk 5 hoofdcategorieën ondergrondse waterbergingsvoorzieningen

Ondergrondse watervasthoudende voorzieningen

Klik hier om terug te gaan naar [§5.1 Ondergrondse watervasthoudende voorzieningen](#).

Infiltratieputten

Infiltratieputten, ook bekend als zinkputten of zakputten, zijn verticale buizen die in de grond worden geplaatst om regenwater te laten infiltreren in de bodem. Deze buizen zijn open aan de onderkant en hebben vaak sleuven aan de zijkanten, waardoor het regenwater kan wegstromen. Bij het aanleggen van een infiltratieput wordt de hemelwaterafvoer, zoals een regenpijp aangesloten op de put. Ook kan oppervlaktewater in de put stromen als deze zich op het laagste punt van het terrein bevindt, bijvoorbeeld door reliëf aan te brengen. De infiltratieput wordt verticaal in de grond geplaatst en omringd door grof materiaal, zoals drainzand. Het water infiltreert uiteindelijk door de sleuven en de onderkant van de buis in de bodem. Infiltratieputten nemen weinig ruimte in beslag en zijn verkrijgbaar in verschillende afmetingen, waardoor ze geschikt zijn voor zowel individuele woningen als grotere huizenblokken. Hun effectiviteit hangt echter af van de grondwaterstand. Bij een te hoge grondwaterstand kan het water dat in de put stroomt, niet in de bodem infiltreren. Het onderhoud van infiltratieputten is essentieel, omdat fijn materiaal uit regenwater en afstromend water zich kan ophopen op de bodem van de put. Dit kan op den duur een afsluitende laag vormen, waardoor het water niet meer effectief kan infiltreren. Regelmatig schoonmaken en zuigen van de bodem is daarom nodig om verstopping te voorkomen. In tijden van droogte kunnen infiltratieputten helpen bij het aanvullen van de grondwaterstand, omdat ze een efficiënte manier van infiltratie bieden. Dit is vooral van belang wanneer de grondwaterstand laag dreigt te worden. Bij normaal hoge grondwaterstanden is deze methode echter niet noodzakelijk of effectief (Amsterdam Rainproof, 2023). Hier zijn enkele belangrijke kenmerken van **infiltratieputten**:

Structuur en Constructie:

Infiltratieputten kunnen gemaakt zijn van beton of kunststof en hebben perforaties rondom de omtrek. De infiltratieputten hebben verschillende verkeersklassen, variërend van geschiktheid voor voertuigen.

Functie:

De belangrijkste functie van infiltratieputten is het opvangen en infiltreren van regenwater.

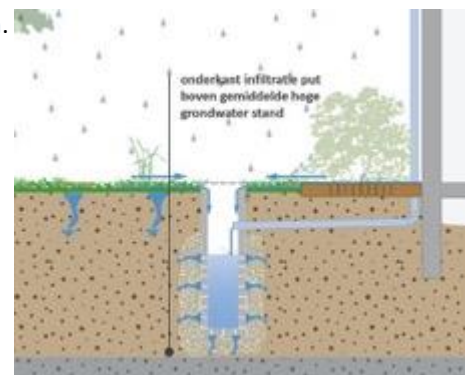
Variërende Capaciteit:

Infiltratieputten zijn verkrijgbaar in verschillende modellen en maten, variërend in inhoud en afmetingen.

Voordelen:

In vergelijking met andere ondergrondse waterbergingsvoorzieningen, zoals plastic kratten bieden betonnen infiltratieputten enkele voordelen, waaronder toegankelijkheid, de mogelijkheid om eventuele vervuiling te verwijderen via een inspectieopening, lagere kosten voor installatie en geen noodzaak voor een zandvangput (Jong, 2023).

Klik hier om terug te gaan naar [§5.1 Ondergrondse watervasthoudende voorzieningen](#).



Figuur 34 **Infiltratieput** (Groenblauw, 2023)

Ondergrondse waterbergende voorzieningen

Klik hier om terug te gaan naar [§5.1 Ondergrondse waterbergende voorzieningen](#)

Betonnen of kunststof buffertanks

Een (waterbergende) bufferende voorziening, is een systeem dat is ontworpen om overtollig water op te vangen en tijdelijk op te slaan. Dit helpt bij het voorkomen van waterschade en vermindert de belasting van rioleringsystemen (A.M. Aquafix Milieu BV, sd). Hier zijn enkele aspecten van waterbergende voorzieningen:

Pomputten en bufferputten:

Dit zijn twee soorten waterbergende voorzieningen die worden gebruikt om water op te vangen en af te voeren.

Pomp put:

Een pomp put is een kleine put met een vaste pomp die wordt gebruikt om water op te vangen en het naar een hoger niveau te pompen. Het wordt vaak gebruikt in situaties waarbij het rioelstelsel de hoeveelheid water niet aankant, zoals bij hevige regenval. De pomp wordt automatisch geactiveerd wanneer de put vol is.

Bufferput:

Een bufferput is een ondergronds reservoir met een vaste pomp die wordt gebruikt om water tijdelijk op te slaan, vooral tijdens wateroverlast. Het kan worden gebruikt voor het bufferen van zowel afval- als regenwater voordat het naar de riolering, infiltratievoorziening of beek wordt afgevoerd.

Doel van voorzieningen:

Het belangrijkste doel van deze voorzieningen is om wateroverlast te voorkomen door overtollig water op te vangen en gecontroleerd af te voeren. Ze helpen bij het verminderen van de druk op het rioleringsstelsel en voorkomen dat water op straat of in gebouwen terechtkomt (Vlaams milieumaatschappij, 2015).

Bergings- en berg bezinkvoorzieningen:

Waterbergende voorzieningen maken deel uit van bergings- en berg bezinkvoorzieningen in rioleringsystemen. Ze helpen de vuiluitworp naar het oppervlaktewater te beperken en verminderen wateroverlast op straat en in gebouwen (riool.net, 2009).



Figuur 35 **Berg bezinkbazin** (riool.net, 2009)

Klik hier om terug te gaan naar [§5.1 Ondergrondse waterbergende voorzieningen](#)

Hoofdstuk 6 invloed van omgeving

Omgevingsfactoren

Klik hier om terug te gaan naar [§6.1 Omgevingsfactoren](#).

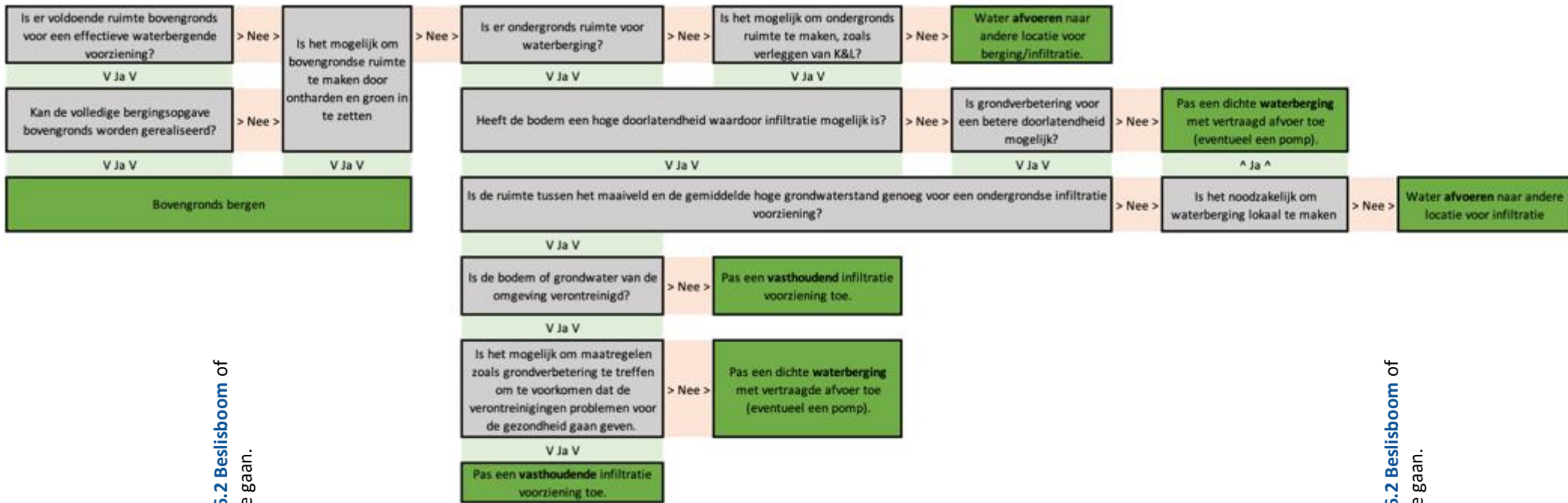
Tabel 14 - Bodemtype

Doorlatendheid	K-waarde	Meter/etmaal	Wateropslagcapaciteit
Zandgronden hebben over het algemeen een hoge doorlatendheid waardoor regenwater snel de bodem kan doordringen en infiltreren.	Zeer tot uiterst grof zand	80-200	Vanwege de grote korrelgrootte kunnen zandgronden minder water vasthouden. Hierdoor is er een hogere kans op oppervlakteafstroming en overstromingen tijdens zware regenval.
	Grof, met enig grind	10-50	
	Duinzand	7	
	Middelfijn (dekzand)	1-5	
	Uiterst fijn	0,2 - 0,5	
Kleigronden hebben een lagere doorlatendheid vanwege de fijne deeltjes en compacte structuur. Hierdoor kan regenwater moeilijker de bodem binnendringen en kan oppervlakteafstroming optreden.	Sterk gescheurd (Zuiderzeepolders)	10-100	Kleigronden hebben een hogere waterretentiecapaciteit vanwege hun vermogen om water vast te houden. Dit kan leiden tot verzadiging en mogelijke wateroverlast.
	Zeer dicht (komklei, slechte laag)	0,005 - 0,05	
	On gerijpt, samengeperst	10 ⁻⁶	
	Lichte zavel, gerijpt	0,02 - 0,2	
Leemgronden bevinden zich tussen zand- en kleigronden wat betreft doorlatendheid. Ze kunnen zowel infiltratie als afstroming vertonen, afhankelijk van de specifieke eigenschappen.	Sterk gescheurd (Zuiderzeepolders)	10-100	Leemgronden hebben een redelijke waterretentiecapaciteit, waardoor ze een balans kunnen bieden tussen infiltratie en afvoer.
	Zeer dicht (komklei, slechte laag)	0,005 - 0,05	
	On gerijpt, samengeperst	10 ⁻⁶	
	Lichte zavel, gerijpt	0,02 - 0,2	
Veenbodems hebben doorgaans een lage doorlatendheid vanwege de organische materiaalinhoud. Dit kan leiden tot langzamere infiltratie en oppervlakteafstroming.	Zandige leem	0,3	Veenbodems hebben een hoge waterretentiecapaciteit, waardoor ze water kunnen vasthouden. Dit kan echter ook leiden tot verzadiging en verminderde doorlatendheid.
	On gerijpt	0,01	
	Kleiige veen	0,005	

(Crops Extension, 2018) & (Joostdevree.nl, 2012)

Klik hier om terug te gaan naar [§6.1 Omgevingsfactoren](#).

Figuur 36 **Beslisboom**



Klik hier om terug te gaan naar §6.2 Beslisboom of hier om naar §10.2 Beslisboom te gaan.

Klik hier om terug te gaan naar §6.2 Beslisboom of hier om naar §10.2 Beslisboom te gaan.

Hoofdstuk 7 Criteria van toepassing

Expertinterviews (deelvraag 3)

Vorbereiding interviews

Klik hier om terug te gaan naar [§4.2 Expertinterviews](#) en hier om terug naar [§7.1 Criteria identificatie](#).

In deze paragraaf wordt de voorbereiding voor de interviews in deelvraag 3 geformuleerd. De criteria die uit de literatuurstudie zijn verzameld en hieronder in de tabel literatuur criteria beschreven.

Criteria uit literatuur

Tabel 15 - Literatuur criteria

Criteria	Criteria beschrijving
Aanlegkosten (Bodegom, 2020), (Roosjen, 2017) & (Lekkerkerk, 2020)	De initiële investeringen die nodig zijn om de waterbergende voorziening te ontwerpen en te bouwen.
Beheer (Floris Cornelis Boogaard, 2020)	Beheer dat nodig is om de functionaliteit van de voorziening te waarborgen. Hier onder valt: inspectie, onderhoud, reiniging en componenten vervanging.
Beheer kosten (Bodegom, 2020), (Roosjen, 2017) & (Lekkerkerk, 2020)	De terugkerende kosten voor het onderhoud en beheer van het systeem om het goed te laten functioneren. De nodig kosten om de waterbergende voorziening te onderhouden.
Beleving (Roosjen, 2017)	Beleving en ervaring van de omgeving door bewoners en bezoekers. Waterbergende voorzieningen kunnen een positieve bijdrage leveren aan de leefbaarheid van een gebied, bijvoorbeeld door het ver groenen van de omgeving.
Biodiversiteit (Roosjen, 2017)	De invloed op planten- en diersoorten in het gebied. Het behoud en ontwikkelen van de biodiversiteit in het gebied.
Bodem en Grondwaterkwaliteit (Floris Cornelis Boogaard, 2020)	De invloed van infiltratie op de kwaliteit van bodem en grondwater.
Diepte van infiltratie (Floris Cornelis Boogaard, 2020) & (Lekkerkerk, 2020)	Hoe diep het regenwater doordringt in de bodem. Dit heeft invloed op de capaciteit van de voorziening en het grondwater aanvullen. Grondwater in de eerste meter onder het maaiveld is hangwater. Dit wordt aangevuld door infiltratie dicht onder het maaiveld. Planten met korte wortels profiteren hiervan.
Degeneratie (Bodegom, 2020)	De mate waarin de waterbergende voorziening op lange termijn efficiënt en effectief blijft functioneren zonder significante achteruitgang.
Effectiviteit (Bodegom, 2020)	De mate waarin de waterbergende voorziening effectief overtollig water opneemt en de functie voltooit.
Flexibiliteit (Bodegom, 2020) & (Lekkerkerk, 2020)	Het vermogen van de waterbergende voorziening om zich aan te passen aan veranderende omstandigheden en toekomstige behoeften. De mogelijkheid van het systeem om in het ontwerp flexibel bedacht en toegepast te kunnen worden. Dit kan door bijvoorbeeld losse componenten die op verschillende manieren aan elkaar gekoppeld kunnen worden.
Funciecombinaties (Bodegom, 2020)	De mogelijkheid om de ondergrondse waterbergingsvoorziening meerdere functies te geven zoals bijvoorbeeld fundering.
Gebruik materialen (Lekkerkerk, 2020)	De mate waarin het systeem gebruik maakt van duurzame en herbruikbare materialen. Zonder de kwaliteit van de voorziening of materiaal te minderen.

Hittestress (Roosjen, 2017)	De rol van deze voorzieningen in het verminderen van hittestress.
Klimaatadaptie (Roosjen, 2017)	Het vermogen van de voorzieningen om zich aan te passen aan veranderingen in het klimaat en extremere buien te verwerken.
Levensduur en Vervanging (Floris Cornelis Boogaard, 2020)	Beoordeling van de levensduur van infiltratievoorzieningen, vergelijking met vervangingstermijnen van andere infrastructuur.
Milieueffecten (Bodegom, 2020), (Roosjen, 2017) & (Lekkerkerk, 2020)	De impact van de waterbergingsvoorzieningen op het milieu. Hierbij wordt gekeken naar mogelijke verstoring van het ecosysteem en de mogelijke invloed op nabijgelegen natuurgebieden.
Samenwerking met belanghebbenden (Bodegom, 2020)	Samenwerking met belanghebbenden bij het besluitvormingsproces. Dit bevordert een breed begrip van de belangen en ideeën met betrekking tot waterberging.
Technische haalbaarheid (Bodegom, 2020)	De mogelijkheid om de waterbergende voorziening technisch te realiseren binnen de gegeven omstandigheden van de locatie.
Verontreinigingen (Floris Cornelis Boogaard, 2020)	De ophoping en binding van verontreinigingen aan de bodem, met aandacht voor gevolgen voor bodem- en grondwaterkwaliteit.
Visuele controle (Floris Cornelis Boogaard, 2020)	Geen visuele controle op foutieve aansluitingen en calamiteiten zorgt voor beperking in het beheer. Door ondergronds te bergen kunnen fouten in aansluitingen en het inspecteren van de voorziening moeilijker maken.
Voorzuivering (Floris Cornelis Boogaard, 2020)	Het belang van voorzuiveringstechnieken zoals zandvangsers voor het behoud van de capaciteit van de voorzieningen.
Water verwerk snelheid (Lekkerkerk, 2020) & (Bodegom, 2020)	Het vermogen van de waterbergende voorziening om een bepaalde hoeveelheid water te verwerken. Dit kan de infiltratiesnelheid van de voorziening of bodem en de diameters van de voorziening zijn.
Wateropslag capaciteit (Lekkerkerk, 2020) & (Bodegom, 2020)	Het totale volume water dat de ondergrondse waterbergingsvoorziening kan bevatten. Dit wordt gemeten in kubieke meters.
Zuiverende eigenschappen (Lekkerkerk, 2020)	De capaciteit van het systeem om regenwater te zuiveren en verontreinigingen te verwijderen.

Klik hier om terug te gaan naar [§4.2 Expertinterviews](#) en hier om terug naar [§7.1 Criteria identificatie](#).

Voorzieningen

Klik hier om terug te gaan naar [§4.2 Expertinterviews](#)

Watershell

1. Wat is het belang van duurzaam waterbeheer en hoe kan de Watershell bijdragen aan duurzaam waterbeheer?
2. Welke voordelen biedt de Watershell in vergelijking met traditionele methoden voor waterbergend systeem, zoals ondergrondse betonnen reservoirs?
3. Hoe kan het Watershellinfiltratieveld bijdragen aan het verminderen van waterverontreiniging in stedelijke gebieden?
4. Op welke manier kan het gebruik van Watershellinfiltratievelden bijdragen aan het verminderen van hittestress in stedelijke gebieden?
5. Op welke manier draagt het gebruik van het Watershellinfiltratieveld bij aan het verminderen van de impact van klimaatverandering in stedelijke gebieden?
6. Op welke manier kan de toepassing van het Watershellinfiltratieveld bijdragen aan een betere leefomgeving voor stadsbewoners?
7. Wat zijn de belangrijkste factoren waarmee rekening moet worden gehouden bij de aanleg van het Watershellinfiltratieveld?
8. Wat zijn de verschillende typen Watershell en wat zijn hun specificaties?
9. Wat zijn de eigenschappen van de Watershell?
10. Wat zijn de mogelijke toepassingen van de Watershell?
11. Wat zijn de belangrijkste factoren om rekening mee te houden bij het kiezen van het juiste type Watershell voor een specifiek project?
12. Kun je meer vertellen over de waterkwaliteit die vereist is voor het gebruik van Watershellinfiltratievelden? Wat zijn de risico's van het gebruik van verontreinigd water?
13. Kun je uitleggen hoe het onderhoud van Watershellinfiltratievelden eruitziet en hoe vaak dit onderhoud moet worden uitgevoerd?
14. Kunnen de Watershellinfiltratievelden worden aangepast aan specifieke vereisten van een project, bijvoorbeeld met betrekking tot de verkeersbelasting of de beschikbare ruimte?
15. Wat is de economische terugverdientijd van het Watershellinfiltratieveld? Hoe wordt dit berekend? met de mogelijke schade of een risico matrix?
16. Wat zijn de mogelijke nadelen van het Watershellinfiltratieveld?
17. Hoe kan de gemeente het gebruik van Watershellinfiltratievelden stimuleren bij nieuwbouwprojecten en stedelijke herstructureringen?
18. Wat zijn de belangrijkste factoren waarmee rekening moet worden gehouden bij het bepalen van de toepasbaarheid van het Watershellinfiltratieveld?
19. Welke andere innovatieve oplossingen heeft Waterblock B.V. ontwikkeld voor stedelijk waterbeheer, naast het Watershellinfiltratievelden de groenvoorzieningen?
20. Wat zijn de belangrijkste uitdagingen bij het implementeren van het Watershellinfiltratieveld in bestaande stedelijke gebieden?

Klik hier om terug te gaan naar [§4.2 Expertinterviews](#)

Klik hier om terug te gaan naar [§4.2 Expertinterviews](#)

Infiltratiekratten

1. Hoe werken infiltratiekratten precies en wat is het proces dat het regenwater doorloopt voordat het in de grond wordt geïnfiltrated? Wordt het regenwater nog gefilterd voor infiltratie?
2. Wat zijn de verschillende soorten infiltratiekratten en wat zijn de specifieke kenmerken en voordelen van elk type?
3. Wat zijn de beste locaties voor het installeren van infiltratiekratten en welke factoren moeten worden overwogen bij het kiezen van een locatie?
4. Zijn infiltratiekratten alleen geschikt voor nieuwbouwprojecten of kunnen ze ook worden gebruikt bij het renoveren van bestaande gebouwen en infrastructuur?
5. Wat zijn de juridische en beleidsmatige beperkingen voor de installatie van infiltratiekratten en hoe kunnen deze worden overwonnen?
6. Wat zijn enkele van de belangrijkste uitdagingen en problemen die kunnen optreden bij het gebruik van infiltratiekratten en hoe kunnen deze worden aangepakt?
7. Zijn infiltratiekratten een duurzame oplossing voor het beheer van regenwater en hoe kunnen ze bijdragen aan een meer veerkrachtige en klimaatbestendige stad?
8. Zijn er regels of richtlijnen voor het gebruik van infiltratiekratten in nieuwbouw- of stadsvernieuwingsprojecten? Wie is verantwoordelijk voor de naleving van deze regels?
9. Zijn er bepaalde situaties waarin infiltratiekratten beter werken dan andere soorten afvoersystemen, zoals greppels of vijvers? Zo ja, wat zijn deze situaties?
10. Zijn er bepaalde situaties waarin infiltratiekratten juist niet beter werken dan andere soorten afvoersystemen, zoals greppels of vijvers? Zo ja, wat zijn deze situaties?
11. Hoe kunnen we er zeker van zijn dat infiltratiekratten geen schadelijke stoffen in de grondwaterlagen brengen? Zijn er tests die moeten worden uitgevoerd voordat het systeem kan worden geïnstalleerd?
12. Kunnen infiltratiekratten worden gecombineerd met andere technologieën of systemen om de infiltratiecapaciteit te vergroten? Zo ja, welke systemen zijn het meest geschikt voor combinatie met infiltratiekratten?
13. Kunnen infiltratiekratten worden gebruikt op gebieden waar grondverstoring kan optreden? Zijn er specifieke richtlijnen voor het gebruik van infiltratiekratten in deze omgevingen?
14. Zijn infiltratiekratten een goede oplossing voor klimaatverandering-gerelateerde problemen, zoals langere periodes van droogte of zwaardere regenval? Waarom wel of niet?

IT-riool

1. Wat zijn de voordelen van het gebruik van een IT-riool?
2. Wat zijn de nadelen van het gebruik van een IT-riool?
3. Welke eigenschappen moet een effectieve infiltratieriool hebben?
4. Kan een IT-riool alleen worden gebruikt voor regenwaterinfiltratie? Zo nee, wat zijn andere toepassingen?
5. Wat zijn de richtlijnen en voorschriften van het gemeentelijke rioleringsplan betreft IT-riool.
6. Waarom is het belangrijk om de richtlijnen en voorschriften van het gemeentelijke rioleringsplan te volgen bij het gebruik van een IT-riool?
7. Waarom is regelmatig onderhoud van een infiltratieriool belangrijk en hoe wordt dit gedaan?
8. Welke factoren moeten in overweging worden genomen bij het bepalen van de diameter en helling van de rioolbuizen om een gelijkmatige stroom van water te garanderen?
9. Kun je voorbeelden geven van bergingsvoorzieningen die kunnen worden gecombineerd met het IT-riool?
10. Hoe kan het IT-riool verstoppingen voorkomen en welke maatregelen kunnen worden genomen om verstoppingen te verminderen?
11. Kun je uitleggen wat een beplant bodemfilter is en hoe het kan worden gebruikt om verontreinigd regenwater te zuiveren voordat het terug de natuur in gaat?

Klik hier om terug te gaan naar [§4.2 Expertinterviews](#)

Klik hier om terug te gaan naar [§4.2 Expertinterviews](#)

HWA-riool

1. Welke andere methoden kunnen worden gebruikt om wateroverlast bij hevige regenval te voorkomen?
2. Wat zijn de gevolgen als het HWA-riool overbelast raakt en het systeem niet in staat is om alle regenwater af te voeren?
3. Welke factoren bepalen de afvoercapaciteit die nodig is voor een effectieve werking van een HWA-riool?
4. Zijn er wet- en regelgeving over de aanleg van HWA-riolen en hun werking?
5. Zijn er richtlijnen voor het ontwerp van een HWA-riool om de afvoercapaciteit te garanderen?
6. Zijn er specifieke regels die gelden voor het onderhoud van een HWA-riool?
7. Hoe kan een HWA-riool bijdragen aan het verminderen van stedelijke hitte-eilanden?
8. Hoe verhoudt een HWA-riool zich tot andere maatregelen voor klimaatadaptatie in stedelijke gebieden?
9. Welke factoren moeten worden overwogen bij het bepalen of een HWA-riool geschikt is voor een specifiek gebied?
10. Welke maatregelen kunnen worden genomen om de verontreiniging van regenwater dat via een HWA-riool wordt afgevoerd te verminderen?
11. Hoe vaak moet een HWA-riool worden onderhouden om verstoppingen te voorkomen en wat voor soort onderhoud is vereist?
12. Hoe werkt het behandelen van verontreinigd regenwater voordat het in oppervlaktewater wordt geloosd? (Los van de RWZI)

Klik hier om terug te gaan naar [§4.2 Expertinterviews](#)

Woordelijke transcripties interviews

Klik hier om terug te gaan naar [§4.2 Expertinterviews](#) en hier om terug naar [§7.1 Criteria identificatie](#).

Interview ..

Geïnterviewde: .. - (afdeling ruimtelijke uitvoering assetmanager) Interviewer:

Lars Verschuren

Datum: 14-03-2023

14:30 – 16:00

Locatie: ..

L: Wie is .. en welke werkzaamheden voert u hieruit?

A: Ik werk nu al 1 jaar bij de gemeente Tilburg als assetmanager en mijn focus ligt op het beheer van het oppervlaktewater en rioleringsystemen. Mijn taken omvatten het regelen van beheer, inspectie en vervanging van de waterinfrastructuur, waaronder de vrij verval riolering en de grote mechanische riolering. De gemeente Tilburg heeft in totaal 1300 km aan leidingen en 241 drukrioolgemalen die regelmatig onderhoud en renovatie nodig hebben. Ik ben betrokken bij de planning en uitvoering van deze projecten; die vaak maanden duren en miljoenen euro's kosten. Een assetmanager bij de gemeente is verantwoordelijk voor het beheer en onderhoud van de infrastructuur en eigendommen van de gemeente, zoals: wegen, gebouwen, groenvoorzieningen en rioleringsystemen. Deze persoon zorgt ervoor dat de gemeentelijke assets in goede staat verkeren, voldoen aan de vereiste veiligheids- en kwaliteitsnormen en op de meest efficiënte manier worden beheerd om kosten te besparen.

L: Welke ondergrondse waterberging technieken worden momenteel in Tilburg gebruikt? Zover ik weet zijn dit infiltratiekratten, Watershells, IT-riool en de HWA-riool.

A: Wat is het verschil bij jou met een IT-riool en HWA-riool?

L: een IT-riool oftewel een infiltratie- en transportriool zorgt voor de infiltratie van het hemelwater en een HWA-riool oftewel een hemelwater riool transporteert alleen het hemelwater. In principe is het IT-riool ook altijd een HWA-riool aangezien dit enkel voor hemelwater functioneert.

A: Daarom vond ik het vreemd dat HWA erbij stond. Dit type infiltreert niet tenzij deze uitmondt in een wadi en dan infiltreert.

Opmerking L: in dat geval is het geen ondergrondse waterbergende berging. Het gaat dus niet ook altijd om infiltratievoorzieningen. Het gaat vooral om de waterberg en technieken. Achteraf ben ik hier niet verder op ingegaan en is de vraag of Anton Verhoeven weet welke verschillende ondergrondse waterbergende voorzieningen gebruikt worden binnen de gemeente Tilburg. Eerder in het gesprek is het duidelijk dat Anton Verhoeven als assetsmanager voor oppervlaktewater en rioleringsystemen niet weet wat er als infiltratie voorzieningen door de gemeente Tilburg gebruikt is.

L: Hoe worden de ondergrondse waterbergende technieken onderhouden om de effectiviteit te garanderen?

A: Niet

L: Toevallig heb ik in documenten van Frank (Frank is vakspecialist water binnen de gemeente Tilburg) gezien dat bijvoorbeeld de Watershells wel binnen het ontwerp rekening gehouden wordt voor inspectie

A: Er is geen strategie erop uitgezet en daar moet ik induiken. Wij hebben een risico gestuurd beheer contract.

L: Hoe werkt dit risicobeheer contract?

A: Tilburg heeft graag de regie. Dus wat wordt gezegd, wij willen een partij die heel ons systeem in Tilburg reinigt, inspecteert op basis van matrix met risico's. Dus een grote riool wat veel afvalwater naar de gemaal brengt is een risico gemaal. Wanneer dit gemaal op slot gaat of instort dan krijg je geen aanvoer dus kan je het ook niet wegpompen. Een straatje in een woonwijk heeft vaak

weinig risico. De matrix schrijft bijvoorbeeld voor dat op het moment dat er een boom op een riool staat en er komt veel water doorheen, we dit riool vaker geïnspecteerd willen hebben dan een kleiner riool in een woonwijk.

L: Dus als ik het goed begrijp worden de ondergrondse waterbergingen binnen de gemeente Tilburg niet onderhouden of geïnspecteerd?

A: Misschien is het voor jou interessant om bij Frank te kijken of het kopje infiltratievoorzieningen ook bij MJ Oomen in zit. Maar volgens mij niet. Frank heeft destijds een onderzoekje uitgezet naar MJ Oomen om de infiltratievoorziening te inspecteren. Die hebben gekeken hoe die erbij lagen.

L: Hoe wordt het budget voor het beheer en de implementatie van ondergrondse waterbergende technieken bepaald?

A: Binnen het PWR (programma water en riolering) wordt budget voor reinigen en inspecteren oftewel onderhoud vrijgemaakt. Dit budget wil ik graag gaan ophogen voor de nieuwe periode. Je moet het zo zien, bij een nieuw riool wat we aanleggen komen we de eerste 30 jaar niet. Bij een infiltratievoorziening zou ik zeggen dat we daar al na 5 jaar een keer moeten gaan kijken. Hiervoor ben ik benieuwd naar jouw onderzoek. We hopen op een advies dat zegt hoe er gekeken moet worden naar onderhoud.

L: Ik ga in de loop van mijn stage zeker hier verder op in. Ik ben van plan om meerdere gemeente te interviewen betreft hun onderhoud regiem voor ondergrondse berging voorzieningen. Zoals ik me kan voorstellen kan er in het geval van infiltratie beter gekeken worden naar de hoeveelheid kuub water dat het jaar ervoor door de infiltratie voorziening is gegaan. Dit heeft meer invloed dan bij een riolering natuurlijk.

L: Op welke manier werkt de gemeente Tilburg Samen met andere instanties om het beheer van regenwater te verbeteren en overstroming te voorkomen? Ik weet al dat ik moet gaan kijken bij MJ Oomen bij ...

A: Ja en het waterschap is natuurlijk een van de partners waar we veel mee doen. Samenwerking met andere gemeentes weet ik niet. Op dit moment zit ik te kort hier binnen de gemeente Tilburg.

L: In de intro heeft u verteld dat u bij meerdere gemeentes heeft gewerkt. Heeft u mogelijk aanraders voor welke gemeente ik contact moet gaan opleggen.

A: Ja, Oss. Ik weet wel dat die ook wel flinke infiltratie riolen hebben aangelegd. Ik merk dat er per gemeente een bepaalde gedachte achter infiltreren zit. Er zijn gemeente die de voorkeur hebben bij het kunnen zien waar het infiltreert. Een gesloten buis die uitkomt op een wadi zorgt voor zicht op mogelijke vervuiling.

L: Ik ga zeker kijken of ik wat over Oss kan vinden en of ik er mee in contact kom. Ik geloof dat er geen eisen zijn aan hemelwater voor dit moet infiltreren. Ook zijn er dus geen eisen gesteld door de overheid voor diepte-infiltratie. Een medestudent is momenteel zijn afstudeeropdracht aan het doen gebaseerd op deze eisen. In zijn onderzoek komt in principe uit dat Delfland de strengste eisen stelt betreft diepte-infiltratie. Hierin wordt rekening gehouden met de onvoorspelbaarheid van de ondergrondse waterstroming en de drinkwatervoorzieningen. In het onderzoek wordt er van uit gegaan dat de eisen van Delfland zee waarschijnlijk zullen voldoen aan de eisen van de overheid. Klopt het dat er inderdaad geen eisen zijn aan de kwaliteit van de neerslag voor deze infiltreert?

A: Ja, in nieuwbouwwijken heb je een bouwbesluit dat bepaalt dat er geen materialen mogen worden toegepast die kunnen uitloggen. Daar ligt wel een eis en dat zit dan puur aan de gebouwen maar niet voor een filter of iets dergelijks. Vroeger had je ook nog een verbeter scheidde stelsel. Het was een riolsysteem vooral voor industrieterreinen. De first flush werden daar afgepompt naar het vuil water stelsel en de recht zou mogen overstorten. 80 tot 85 procent van het hemelwater kwam niet over de overstortmuur en pompte werd als first flush afgepompt. Op een gegeven moment is ook deze techniek ontmanteld en niet meer gebruikt.

L: Zijn er specifieke uitdagingen of beperkingen die de implementatie van ondergrondse waterbergende technieken in Tilburg kunnen bemoeilijken?

A: Ja, dat is inderdaad he. De wegbeheerder vindt een infiltrerende of waterbergende weg en fundering eng. Daar zit nu een beetje een spanningsveld en daar gaan we nu mee aan de slag. We gaan pilots doen en zeggen laat maar zien dat het werkt. Stel dat de straat die eens in de 25 jaar her straat moet worden nu ineens een in de 15 jaar her straat moet worden. Gaan wij afwegen om die

kosten vanuit rioolbeheer te gaan betalen. Dit kan uit rioolheffing want het is water. Zo proberen we tot elkaar te komen voor hetzelfde doel. We moeten water vasthouden en de ruimte is beperkt dus we moeten zoeken naar andere oplossingen. Een van de oplossingen is dan de waterbergende verharding waarvan de wegbeheerder zegt ja maar daar zie ik allemaal beer op de weg.

L: Toevallig weet ik dat vanuit twee hogescholen samen met een aantal gemeente hier een onderzoek naar wordt gedaan. Hoe wordt het succes van een bepaalde ondergrondse waterbergende techniek gemeten en geëvalueerd?

A: Niet.

L: Wat zijn de belangrijkste kostenposten voor de gemeente bij het beheren en onderhouden van het rioleringsstelsel in Tilburg?

A: Dat is het reinigen en ze inspecteren en dan voor de ondergrondse waterbergende voorzieningen is er nog niks zijn. Of ja het vervangen dan natuurlijk.

L: Zijn er bepaalde maatregelen of technieken die de gemeente momenteel gebruikt om de kosten voor onderhoud en beheer van riolering te verminderen?

A: Ja, dat risico gestuurd beheer heeft ertoe geleid dat de kosten minder zijn. Vroeger had je traditioneel beheer, toen werd de gemeente opgeknipt in bijvoorbeeld 9 delen. Elk jaar werd een deel aangepakt en zo zou alles binnen 9 jaar aan de beurt komen. Nu is er een bepaalde hoeveelheid geld, maar dat is minder geworden. Nou doen we alleen maar de leiding met risico.

L: Zijn er bepaalde factoren of ontwikkelingen die invloed hebben op het budget voor rioleringsbeheer in Tilburg in de nabije toekomst?

A: Voor in de nabije toekomst weet ik niet. Ik kan wel een voorbeeldje geven van het verleden. De asbesthoudende kit dat in de rioleringsbuizen zat moest toen de buizen vervangen moesten zeer voorzichtig verwijderd worden wat de kosten heeft doen laten reizen met 1,5 miljoen per jaar. Een ontwikkeling wat invloed heeft op het budget kan zomaar oppoppen.

L: Welke rol spelen nieuwe technieken voor ondergrondse waterberging in de budgettering en onderhoud van riolering in Tilburg?

A: Ik moet nu een prognose maken voor de komende 4 jaar en ik doe dat op basis van de cijfers die ik heb. Dan houd ik rekening met kostenstijgingen en doen we wat extra reserveren. Is er iets extra's nodig dan kan ik altijd naar de raad om meer te verzoeken.

L: Welke factoren zijn belangrijk bij het bepalen van de haalbaarheid van het gebruik van nieuwe technieken voor ondergrondse waterberging in Tilburg, zowel in termen van kosten als effectiviteit?

A: Vaak worden pilots hiervoor gedraaid. Hiervoor is ook door de wethouder gezegd dat er een half miljoen beschikbaar moet zijn voor onderzoek. Ik vind doelmatigheid belangrijk. Dan bedoel ik of de kosten op wegen tegen wat we ervoor krijgen.

L: Welk budget is er momenteel beschikbaar voor het beheer en onderhoud van de riolering in Tilburg?

A: Op het gebied van vrij verval riolering hebben wij rond de 2 miljoen.

L: Hoe wordt er momenteel onderhoud gepleegd aan de rioleringen in Tilburg?

A: Het riool wordt op basis van de risico matrix geïnspecteerd en wanneer nodig schoongespoten.

L: Op welke manier wordt de effectiviteit van het huidige onderhoudsprogramma gemeten?

A: Niet, we reinigen en inspecteren wel 80 km per jaar, komen daar gebreken uit worden deze binnen een à twee jaar gerepareerd. Daarmee wordt in het PWR gesteld dat het riool op oorden is.

L: Hoe bepaalt de gemeente Tilburg welke rioleringsprojecten prioriteit krijgen bij budgettoewijzing?

A: Via de MJP (meerdere jaren projecten) tafel kan ik kijk naar mijn andere collega's.

Als bijvoorbeeld de straat helemaal opengaat, dan ga ik kijken naar de kwaliteit van het riool. Als ik nu niet meega dan moet ik minimaal 25 jaar wachten voor dat de weg weer open moet. In geval van calamiteit kan er uiteraard geschoven worden.

L: Op welke manier wordt er rekening gehouden met toekomstige ontwikkelingen bij het budgetteren voor rioleringsprojecten? Ik geloof dat we in het begin daar ook een klein beetje over gehad hebben

A: Met het rioleringsplan kijken inderdaad naar het budget. Zo voorzien we dat dat we in 2030 een gigantische vervangingspiek krijgen van 80 jaar geleden. 80 jaar geleden is er gigantische veel gebouwd en veel rioleringen aangelegd. Daar moet je op anticiperen en je zou de piek moeten uitspreiden door bijvoorbeeld een deel 15 jaar van ten voren te vervangen en een deel 15 jaar uit te stellen. Aan onze kostencalculaties vraag ik wat nog reëel prijzen zijn en deze worden op een hoop gegooid. Hier komt dan een gemiddelde prijs uit waar je hier toch mee werkt. Ik heb beheer gelden dus ik kijk gewoon als beheerder naar mijn buis die moet vervangen worden. Wat erboven gebeurt daar betaal je een stukje aan mee. Wanneer ze daarboven van alles willen waardoor het totale project duurder wordt zullen de kosten worden verdeeld. Dan betaal je per percentage. Als ik er voor 25% inzit moet ik 25% ophoesten.

L: Oké dus als ik het goed begrijp worden de kosten dan verdeeld. We zijn lang in gesprek geweest en dit waardeer ik enorm. Ik wil u in ieder geval heel erg bedanken voor uw tijd en waarde volle inzichten. Ik ga nu als vervolg dit interview uitwerken in een woordelijke transcriptie. Deze zal ik nog terugkoppelen om te verifiëren of alles goed geïnterpreteerd is. Ook zal ik een samenvatting voor de verschillende criteria die aanbod kwamen schrijven met de input van dit interview.

Anton Verhoeven heeft de woordelijke transcriptie gelezen en gaat er mee akkoord dat de woordelijke transcriptie inhoudelijk beschrijft wat er besproken is. Deze woordelijke transcriptie mag gebruikt worden. Helaas is Anton vlak na het interview met medische redenen met ziek verlof gegaan en nog niet terug aan het werk.

Figuur 37 **Toestemming ..**

Criteria uit het interview:

Beheer: Het gebrek binnen de gemeente Tilburg aan inspectie en onderhoud van ondergrondse waterbergende voorzieningen wordt besproken.

Samenwerking: Samenwerking met het waterschap wordt genoemd als een manier om het beheer van regenwater te verbeteren en wateroverlast te voorkomen.

Budgettering: Het budget voor het beheer en de implementatie van ondergrondse waterbergende technieken wordt besproken. Er wordt vermeld dat budgetten worden vrijgemaakt binnen het 'Programma Water en Rioleringsbeheer' (PWR).

Haalbaarheid: De haalbaarheid van het gebruik van nieuwe technieken voor ondergrondse waterberging wordt genoemd.

Doelmatigheid: Doelmatigheid verwijst naar de mate waarin een bepaalde actie, investering, of techniek effectief is in het bereiken van de gewenste resultaten tegen een aanvaardbare kostprijs.

Uitdagingen: Uitdagingen bij de implementatie van ondergrondse waterbergende technieken worden genoemd, zoals de terughoudendheid van interne disciplines en de beperkte ruimte.

Inspectie: Er wordt genoemd dat de effectiviteit van ondergrondse waterbergende technieken niet wordt gemeten.

Klik hier om terug te gaan naar [§4.2 Expertinterviews](#) en hier om terug naar [§7.1 Criteria identificatie](#).

Interview ..

Klik hier om terug te gaan naar [§4.2 Expertinterviews](#) en hier om terug naar [§7.1 Criteria identificatie](#).

Geïnterviewde: .. - (afdeling ruimtelijke uitvoering adviseur stedelijk water - tevens ook begeleider) Interviewer:

Lars Verschuren

Datum: 17-03-2023 12:00 – 12:20

Locatie:

L: Hallo .., wat fijn dat u de tijd heeft om mij te woord te staan, dit waardeer ik enorm. Ik wil graag met u in gesprek over ondergrondse waterbergende voorzieningen binnen de gemeente Tilburg en de criteria die hier van toepassing zijn in het besluitvormingsproces. Deze interview zal de vorm van een opengesprek krijgen om waar nodig de diepgang in te gaan. Als voorbereiding is er gekeken naar welke ondergrondse waterbergende voorzieningen en technieken binnen de gemeente Tilburg worden toegepast. Verder is er met een literatuurstudie onderzocht welke criteria toegewezen kunnen worden om ondergrondse waterbergende voorziening te vergelijken en beoordelen.

L: Als eerste wil ik de Watershell bespreken, deze ondergrondse waterbergende voorziening binnen de gemeente Tilburg draagt bij aan een duurzaam neerslagbeheer. Welke criteria zijn hier van belang?

S: Het belang hiervan is dat bij extreme neerslag en verdroging aanvulling kan worden gegeven om hier beter mee om te gaan. Met voorzieningen als de Watershell wordt wateroverlast beperkt door meer infiltratie en een hogere bergende capaciteit voor het gebied. Hierdoor vindt er minder verdroging en wateroverlast plaats.

L: Als ik het goed begrijp is duurzaam waterbeheer dus meer beperken en voorkomen van schaden aan objecten en de bodem, in plaats van duurzaam gerecyclede materialen toepassen voor het waterbeheer.

S: Ja precies, het recyclen en de materiaalkeuzen zijn meer bijzaken. Hier kan worden gekeken wat de beste oplossing kan zijn, maar onder duurzaam waterbeheer valt het duurzaam omgaan met de klimaatverandering.

L: Welke voordelen biedt de Watershell in vergelijking met andere systemen?

S: Een voordeel zou kunnen zijn dat de Watershell in vergelijking met bijvoorbeeld infiltratiekragen beter toegankelijk is. Dit omdat de Watershell mogelijk toegepast kan worden met grotere hoogtes en hierdoor een grotere ruimte gecreëerd wordt waardoor inspectie makkelijker wordt.

L: Als ik het goed begrijp zijn Watershells kunststof krukken die op holle palen worden ingegraven. De krukken dienen als dak van de voorziening. Over deze krukken wordt beton gestort dat vervolgens door de holle palen naar beneden stroomt. Dit zorgt voor een stevige constructie die flexibel is in het ontwerp. Nadelen hiervan zijn wel het uitharden van het beton en het mixen van je beton en kunststof. Het voordeel is dan dat bij de Watershell de hoogte van de openruimte flexibel te ontwerpen is en daardoor ook mogelijk makkelijker toegankelijk is voor inspectie en beheer.

S: Ja, ook al hebben bijvoorbeeld infiltratiekragen tegenwoordig ook de mogelijkheid tot inspectie en beheer.

L: Hoe kan het Watershell infiltratie veld bijdragen aan het verminderen van waterverontreiniging in stedelijk gebieden? Deze vraag stel ik omdat ik vernomen heb dat neerslag zonder normen mag infiltreren waar dit valt. Dit is natuurlijk niet te handhaven dit begrijp ik. Echter is voor een infiltratie voorziening waar een hogere concentratie neerslag infiltreert mogelijk toch de noodzaak om de te waterkwaliteit te inspecteren om verontreiniging waar mogelijk te voorkomen.

S: Bij de Watershell zit aan de randen een schuimlaag dat de infiltratie bevordert. Dit onderdeel van de voorziening kan mogelijk een deel van de verontreinig opvangen. Het verminderen van waterverontreiniging wordt ook wel met een bodem passage gedaan. Bijvoorbeeld bij wadi's vangt de eerste 30 centimeter de verontreiniging op. Deze bodem kan indien nodig vervangen worden. Voor ondergrondse infiltratie voorzieningen doen we dit niet zo, we hebben daarom ook zandvangs waar de neerslag eerst door moet

voor deze bij de voorziening komt, zo worden de grove delen opgevangen. Verontreinig zoals bijvoorbeeld zware metalen worden niet gefilterd door de zandvanger en kunnen dus wel de voorziening in.

L: Hoe kunnen ondergrondse infiltratie velden bijdragen aan het verminderen van hitte stres in stedelijke gebieden?

S: Het enige wat hiervoor gebeurt is dat water wordt opgevangen voor infiltratie en dat bomen hier gebruik van kunnen maken. Dan zijn bomen één manier om verkoeling met schaduw en verdamping te realiseren in stedelijke gebieden. Zo dragen de infiltratie velden indirect toch bij aan de verkoeling.

L: Hoe dragen ondergrondse infiltratie voorzieningen bij aan het verminderen van de impact van klimaatverandering in stedelijke gebieden?

S: Door de extra ruimte voor waterberging en infiltratie is er minder kans op wateroverlast en droogte. Zo draagt het bij aan het verminderen van de impact van klimaatverandering. Er is een nadeel aan ondergrondse waterbergende voorzieningen vergeleken met bovengrondse. Bij bovengrondse voorzieningen infiltreert neerslag nog in de bovenste laag van de bodem en wordt bijvoorbeeld hangwater aangevuld. Bij ondergrondse voorzieningen wordt de neerslag vaak 1 tot 2 meter diep gebracht voor infiltratie. Hiermee wordt hangwater waar kortwortelige beplanting het van moet hebben niet aangevuld.

S: Ik moet weer verder en wil graag dit gesprek op een ander moment voortzetten.

L: Geen probleem dan ronden we nu snel af, we kunnen altijd nog een vervolg inplannen. Ik wil u in ieder geval heel erg bedanken voor uw tijd en waarde volle inzichten. Ik ga nu als vervolg dit interview uitwerken in een woordelijke transcriptie. Deze zal ik nog terugkoppelen om te verifiëren of alles goed geïnterpreteerd is. Ook zal ik een samenvatting voor de verschillende criteria die aanbod kwamen schrijven met de input van deze interview.

Figuur 38 **Toestemming ..**

Criteria uit het interview:

Duurzaam Waterbeheer: De nadruk ligt op het duurzaam omgaan met klimaatverandering, zoals het beperken van wateroverlast en verdroging door middel van ondergrondse waterbergende voorzieningen zoals de Watershell.

Materiaalkeuze: De keuze van materiaal heeft invloed op de kwaliteit en de levensduur van de voorziening. Ook kan er gekeken worden naar de milieuvriendelijkheid van de gebruikte materialen.

Toegankelijkheid: Betere toegankelijkheid voor inspectie door tijdens de ontwerpfase hieraan te denken.

Inspectie: Voor een goed beheer dient de voorziening goed te inspecteren zijn. Een inspectie methoden moet beschikbaar zijn.

Waterverontreiniging: Ondergrondse infiltratievoorzieningen kunnen mogelijk verontreinigingen opvangen door de aangebrachte schuimlaag tegen de wanden.

Hitte Stress: Ondergrondse infiltratievelden dragen indirect bij aan het verminderen van hitte stress door bomen te voorzien van water. Deze bomen laten het water verdampen en creëren schaduw.

Hangwater: Hangwater is het water wat in de eerste meter onder het maaiveld blijft hangen. Kortwortelige beplantingen is afhankelijk van neerslag en hangwater.

Levensduur: Beoordeling van de levensduur van infiltratievoorzieningen, vergelijking met vervangingstermijnen van andere infrastructuur.

In het opvolgende mail contact gaf .. aan dat er meer punten zijn besproken. De onderwerpen die aan bod kwamen:

- .. benadrukte dat eerder de voorkeur wordt gegeven aan bovengrondse waterbergingen in plaats van ondergrondse voorzieningen. Dit komt doordat bovengrondse systemen zichtbaar zijn, gemakkelijker te beheren zijn en vaak goedkoper zijn om aan te leggen. Hij merkte echter op dat vanwege de beperkte beschikbare ruimte voor bovengrondse systemen, het soms noodzakelijk is om ondergrondse voorzieningen toe te passen.
- Een ander belangrijk punt dat naar voren kwam, was de onduidelijkheid over de levensduur van ondergrondse voorzieningen, zoals kunststof infiltratiekratten. Sander legde uit dat deze systemen doorgaans slechts 30 tot 40 jaar worden toegepast en soms zelfs korter. In vergelijking hiermee hebben rioolssystemen een technische levensduur van wel 80 jaar of zelfs meer. Dit betekent dat het relatief beperkte levensduurpotentieel van ondergrondse voorzieningen een aanzienlijk risico vormt. Dit kan resulteren in hogere aanlegkosten en een impact op de bereikbaarheid van straten, wijken en steden, vooral als vervanging en onderhoud vaker nodig zijn.

Klik hier om terug te gaan naar [§4.2 Expertinterviews](#) en hier om terug naar [§7.1 Criteria identificatie](#).

Interview ..

Klik hier om terug te gaan naar [§4.2 Expertinterviews](#) en hier om terug naar [§7.1 Criteria identificatie](#).

Geïnterviewde: .. - (afdeling ruimtelijke uitvoering adviseur stedelijk water) Interviewer:

Lars Verschuren

Datum: 20-03-2023 12:30 – 13:30

Locatie: ..

L: Goedemiddag, het is fijn dat u tijd heeft om met mij in gesprek te gaan; dat waardeer ik enorm. Graag wil ik met u praten over ondergrondse waterbergende voorzieningen binnen de gemeente Tilburg en de criteria die hierbij in het besluitvormingsproces van toepassing zijn. Dit interview zal in de vorm van een open gesprek plaatsvinden, waarbij we indien nodig de diepte ingaan. Ter voorbereiding heb ik gekeken naar de ondergrondse waterbergende voorzieningen en technieken die binnen de gemeente Tilburg worden gebruikt. Bovendien heb ik met behulp van literatuurstudie onderzocht welke criteria kunnen worden toegepast om ondergrondse waterbergende voorzieningen te vergelijken en te beoordelen. De inventarisatie van de gebruikte ondergrondse waterbergende voorzieningen heb ik met u gedeeld, waarbij u ook opmerkingen heeft geplaatst. Het is zeer waardevol dat u daar de tijd voor hebt genomen. Eerst wil ik graag enkele vragen stellen over dit onderwerp.

L: In de voorbereiding heeft u opgemerkt dat ondergrondse infiltratievelden zorgen voor meer verkoeling in stedelijke gebieden. Dit komt door de planten die het water gebruiken en waaruit het verdampt. Samen met Sander Kossen ben ik echter tot de conclusie gekomen dat dit helaas minimaal is, aangezien hangwater wordt overgeslagen en niet wordt aangevuld. Veel infiltratievelden beginnen tot onder een meter onder het maaiveld, waardoor planten met kortere wortels niet kunnen profiteren van de neerslag.

F: Ja klopt, er is een capillaire werking, hoewel mij de reikwijdte ervan niet precies bekend is. Hier hebben we voornamelijk te maken met zandgronden, wat deze werking al beperkter maakt.

L: Welke factoren moeten vooral in aanmerking worden genomen bij het implementeren van ondergrondse infiltratievelden?

F: In eerste instantie moet rekening worden gehouden met de gemiddeld hoge grondwaterstand. Daarnaast moet gekeken worden naar de bergingscapaciteit van de bodem, die in Tilburg vaak voldoende is. Daarna wordt er gekeken naar het oppervlak dat beschikbaar is. In een straat en onder een parkeerplaats of plein kunnen verschillende technieken beter toepasbaar zijn.

L: Op foto's van ondergrondse infiltratievelden, met name de Watershell, is te zien dat het veld in een S-vorm is aangelegd. Waarom is ervoor gekozen om de wand van het veld dwars door het infiltratieveld te laten lopen in plaats van een ruimere opzet te kiezen?

F: Het is inderdaad zo bedacht om dan meer wand te hebben. Op deze manier is er meer oppervlak waar water de wand en zo de bodem in kan infiltreren. Op sommige locaties is dit mogelijk een te smal tussenstrook geworden en helpt het niet met infiltratie in de bodem. Destijds zijn we mogelijk te veel meegegaan met de leverancier. Tussen 2010 en 2015 zijn veel ondergrondse infiltratie velden toegepast in Tilburg. Toen werd er eigenlijk gezegd door de gemeente dat we helemaal niet ondergronds willen, met het oog op beheer. Een andere mogelijk zwaarder wegende reden kwam van afdeling bodem. Deze afdeling was heel argwanend dat grondwater, verontreiniging zou verplaatsen. Nou is inmiddels bekend dat dit niet een significante rol speelt. Gemiddeld verplaats de verontreiniging 15 meter per jaar en een infiltratie voorziening heeft hier een zeer kleine rol in als het al een rol heeft.

L: Is er een eis gesteld aan de waterkwaliteit dat infiltreert in ondergrondse waterbergende voorzieningen?

F: Nee, ik heb begrepen dat het waterschap hier en onze beleidsmakers willen waken op de waterkwaliteit dat binnen ondergrondse voorzieningen infiltreert. Helaas is dit in de praktijk niet te handhaven.

L: Wat zijn de belangrijkste uitdagingen bij het implanteren van infiltratie velden in een bestaand stedelijk gebied?

F: Er moet eerst ruimte worden gevonden in het ontwerp tussen de drukbezette bodem. Denk hierbij aan de kabels en leidingen die door de bodem lopen. Er moet misschien naar grondwater verontreinig worden gekeken.

L: Welke lessen zijn in het verleden geleerd door de gemeente Tilburg betreft infiltratie velden?

F: In het verleden is het vaker voorgevallen dat er foutaansluitingen van bijvoorbeeld afvalwater op infiltratie velden zijn aangesloten. Dit is ondergronds lastig te ontdekken.

L: Door welke eigenschappen van infiltratiekratten wordt er specifiek voor desbetreffende infiltratiekrat gekozen?

F: Laatste jaren worden twee type infiltratiekratten toegepast, alleen is mij helaas de naam van deze type infiltratiekrat niet bekend.

L: Wat zijn de juridische beleidsmatige beperkingen voor installaties van infiltratie velden en hoe worden deze overwogen?

F: Gebiedsgericht grondwaterbeheer, grondwater verontreinigen is het grootste risico en daardoor kunnen de infiltratie velden niet overal worden toegepast. De natuurlijke grondwaterverplaatsing van gemiddeld 15 meter per jaar in Tilburg heeft hier invloed op. In Tilburg wordt er voor elk project een bodemonderzoek gedaan en grondwaterverontreiniging komt hier ook naar boven. Bijvoorbeeld bij het stadhuis zijn verschillende infiltratie voorzieningen terwijl de verontreiniging heel dichtbij zat. Er wordt berekend wat de verwachting van verplaatsing is en hier wordt op geanticipeerd. Grondwater verplaatsing is iets regionaal en individuele gemeente hebben hier minimale invloed op.

L: Als ik het goed begrijp zijn dan de juridische beleidsmatige acties die worden ondernomen, het controleren van de kwaliteit van de bodem en grondwater.

F: Ook wordt er binnen het juridische deel gekeken naar de mogelijke verplaatsing van verontreinigde percelen naar schone particulieren percelen. Binnen dit proces moet de gemeente geen negatieve rol spelen.

L: Als ik goed begrijp wat u mij verteld is er moeilijk invloed uit te oefenen op de grondwaterstroming. Op deze manier is er dus ook geen invloed op de verspreiding van verontreiniging naar schone particulieren percelen. Ik begrijp dat de gemeente geen verantwoordelijkheid wil hebben betreft verontreinigen van particulieren percelen en daarvoor anticipeert waar infiltratie velden wel en niet geplaatst kunnen worden.

L: Hoe verhouden de aanleg en beheer kosten van ondergrondse infiltratie velden tegenover traditionelen afvoersystemen?

F: De verhouding van de kosten zijn mij niet bekend. Ook geloof ik erin dat de ondergrondse systemen niet te onderhouden zijn. Er zijn infiltratie velden toegepast met toegang schachten en sleuven waar beheer apparatuur doorheen kunnen rijden. In de praktijk rijkt de slang de wanden van de infiltratie voorziening niet, dit komt door de spuitkop die wordt toegepast in. Traditionele reinigingen apertuur is ontwikkeld voor de rioleringsbuis. Door deze buis rijdt de slang met spuitkop vast aan wielen. De spuitkop spuit 360 graden in het rond om de alle randen van de rioleringsbuis schoon te spuiten. Ook bij een rioleringsbuis is de diameter soms te groot en rijkt de 360 graden straal niet de bovenkant van de buis. Ondergrondse infiltratie velden zijn niet in dezelfde vorm als een riolering en daarom niet effectief te reinigen met een traditionele spuitkop.

F: Er zou een ontwerp wijziging moeten komen die ervoor zorgen dat de sleuven waar reiniging apertuur door rijdt langs de zijkanten worden geplaatst. Ondergrondse infiltratie velden infiltreren namelijk door de zijkanten, dit wordt zo ontworpen aangezien er rekening wordt gehouden met de slib vorming op de bodem. Overigens kan het slib op de bodem ook nergens heen worden gespoten. De opbouw van het slib binnen de infiltratie voorziening kan er in de loop van de jaren ervoor zorgen dat de capaciteit afneemt.

L: Ik heb in mijn vooronderzoek hier een oplossing op gevonden. Het is mogelijk om de voorziening vol te laten lopen met water waar vervolgens turbulentie aan wordt toegevoegd. In dit geval zal het slib loskomen van de bodem en mogelijk oplossen in het water. Dan kan het water er in een keer uit gepompt worden waar mee een groot deel van het slib wordt verwijderd.

F: Dit zou inderdaad mogelijk kunnen met slib, echter met zand zal dit niet zo werken. Zand is namelijk een stuk zwaarder.

F: Ik had het net over de spuitkop die misschien maximaal 1 meter reinigend rijkt. Probeer daarmee maar de randen van de voorziening maar schoon te krijgen. Er zit binnen de voorziening een doek, geotextiel waar ook slib aan zit. Deze slib zit in de poriën

en die moeten schoon worden gemaakt om de infiltratie te waarborgen. Een te hoge druk uit de spuitkop kan potentieel het geotextiel beschadigen. Hoe krijg je dan de poriën dan schoon?

F: Binnen de gemeente wordt er meer gefocust op de functionaliteit van de ondergrondse voorzieningen in plaats van het reinigen. Daarvoor worden de voorziening geïnspecteerd. Uit deze inspecties is gebleken dat er een aantal ondergrondse infiltratie voorzieningen onder water staan. Alleen wat ik niet gecontroleerd heb is of die dag de grondwaterstand mogelijk hoger stond.

L: We hebben het over een aantal uitdagingen gehad die komen kijken bij infiltratie voorzieningen. Welke uitdagingen spelen een grote rol bij de ondergrondse infiltratie velden?

F: In de praktijk worden vaker fouten gemaakt met de uitvoering van het ontwerp. Denk hierbij aan hoogtes, aansluitingen en het aanbrengen van het geotextiel. Het ontwerp kan wel werkend getekend worden echter betekend dit niet dat dit in de praktijk zo wordt uitgevoerd. Nog een voorbeeld hiervan is dat er bij de Watershell infiltratie voorziening is voorgekomen dat een kapot krukje is gebruikt. Dit werd pas na de oplevering met beton en grond er overheen ontdekt door een oplever inspectie.

L: Welke factoren hebben invloed op de levensduur van een ondergrondse infiltratie veld?

F: Een van de factoren die invloed hebben op de levensduur is onderhoud. Ons is niet bekend hoe de voorziening functioneel onderhouden kunnen worden.

L: We zijn lang in gesprek geweest en dit waardeer ik heel erg. Ik wil u in ieder geval heel erg bedanken voor uw tijd en waarde volle inzichten. Ik ga nu als vervolg dit interview uitwerken in een woordelijke transcriptie. Deze zal ik nog terugkoppelen om te verifiëren of alles goed geïnterpreteerd is. Ook zal ik een samenvatting voor de verschillende criteria die aanbod kwamen schrijven met de input van dit interview.

Figuur 39 **Toestemming ..**

Criteria uit het interview:

Infiltratiecapaciteit: Bij het implementeren van ondergrondse infiltratievelden is het essentieel om rekening te houden met de infiltratiecapaciteit van de bodem.

Benodigde oppervlak: Het beschikbare oppervlak in een gebied beïnvloedt de keuze voor ondergrondse waterbergende voorzieningen. De toepasbaarheid kan verschillen tussen straten, parkeerplaatsen en pleinen.

Flexibiliteit in ontwerp: Het ontwerp van ondergrondse infiltratievelden, zoals de vorm en lay-out, heeft invloed op hun functioneren. Bijvoorbeeld, een S-vormige opzet van velden kan meer wandoppervlak bieden voor infiltratie. Een ander voorbeeld voor een IT-riool is dat ribbels in de wand ervoor kan zorgen voor meer oppervlak waar water door infiltreert.

Verontreiniging: Grondwaterverontreiniging en bodemkwaliteit spelen een rol bij de locatiekeuze van ondergrondse infiltratievelden. Een bodemonderzoek wordt uitgevoerd om verontreinigingsrisico's te beoordelen.

Waterkwaliteitseisen: Hoewel er geen formele eis is voor waterkwaliteit die infiltreert in ondergrondse voorzieningen, wordt er vanuit het waterschap en beleidsmakers aandacht besteed aan de kwaliteit van het geïnfiltreerde water.

Onderhoud en Reiniging: Ondergrondse infiltratievoorzieningen hebben uitdagingen op het gebied van onderhoud en reiniging. Traditionele reinigingsapparatuur is mogelijk niet geschikt voor deze systemen.

Levensduur: De levensduur van ondergrondse infiltratievelden wordt beïnvloed door aspecten zoals de uitvoering van het ontwerp, materiaalkeuze en onderhoud.

Klik hier om terug te gaan naar [§4.2 Expertinterviews](#) en hier om terug naar [§7.1 Criteria identificatie](#).

Interview ..

Klik hier om terug te gaan naar [§4.2 Expertinterviews](#) en hier om terug naar [§7.1 Criteria identificatie](#).

Geïnterviewde: .. - (afdeling ruimtelijke uitvoering adviseur stedelijk water) Interviewer:

Lars Verschuren

Datum: 21-03-2023 12:30 – 13:05

Locatie: ..

L: Goedemiddag, het is fijn dat u tijd heeft om met mij in gesprek te gaan; dat waardeer ik enorm. Graag wil ik het met u hebben over ondergrondse waterbergende voorzieningen binnen de gemeente Tilburg en de criteria die hierbij in het besluitvormingsproces van toepassing zijn. Dit interview zal in de vorm van een open gesprek plaatsvinden, waarbij we indien nodig de diepte ingaan. Ter voorbereiding heb ik gekeken naar de ondergrondse waterbergende voorzieningen en technieken die binnen de gemeente Tilburg worden gebruikt. Bovendien heb ik met behulp van literatuurstudie onderzocht welke criteria kunnen worden toegepast om ondergrondse waterbergende voorzieningen te vergelijken en te beoordelen.

Lars Verschuren: Wie is ..?

..: Ik word nu bijna 3 jaar ingehuurd door de gemeente Tilburg en zit hier 3 dagen in de week. Hiervoor heb ik gewerkt bij ingenieursbureaus zoals ik heb 15 jaar bij Akertech gezeten en toen nog 3 jaar bij Jens in Helmond. Hier heb ik riool berekeningen, ontwerpen, tekeningen en bestekken geschreven. Ook heb ik ervaringen met het ontwerpen van infiltratiesystemen waar jouw onderzoek nu over gaat. Nu zijn mijn werkzaamheden bij de gemeente Tilburg het toetsen van project gerelateerde documenten. Dat is natuurlijk de andere kant van wat ik normaal allemaal gedaan heb.

L: Oké fijn dat je jezelf hebt willen voorstellen. Wat is het belang van duurzaam waterbeheer en hoe kan een ondergrondse infiltratie voorziening hieraan bijdragen?

M: Duurzaam is een breed begrip. Naast dat de neerslag geen overlast en zeker geen schaden mag veroorzaken wordt er bij duurzaam waterbeheer gedacht aan infiltreren. Er wordt ook gesproken van duurzaam wanneer de voorziening niet tot nauwelijks beheert hoeft te worden. Nog een andere interpretatie van duurzaam waterbeheer specifiek voor ondergrondse waterbergende voorzieningen is de materiaalkeuzen. Je kan ervoor kiezen om duurzame materialen te gebruiken. Ook kan er door kwalitatief goed materiaal de voorziening een langere levensduur hebben wat ook weer duurzaam is. Bij materiaalkeuzen kan je opletten op de voorziening na de levensduur verwijderd en verwerkt kan worden. Bijvoorbeeld de Watershells, over deze type voorziening wordt beton gestort. Dit moet worden gedaan met machines die uiteraard koolstof uitstootten. Vergeleken met de Watershell kan de infiltratiekrat met de hand worden neergezet en gemonteerd worden. Maar als je dan weer naar transport gaat kijken kunnen veel meer units van de Watershell vervoerd worden met een wagen omdat de Watershells in elkaar passen.

L: Als ik het goed begrijp is als eerste de criteria duurzaam heel breed. Om hier duidelijkheid in te krijgen kan dit beter opgesplitst worden. Daarnaast dient er dus nagedacht te worden over de materialen die in de grond worden gestopt en hoe deze verwerkt kunnen worden na de levensduur van de voorziening.

L: Wat zouden uw eerste keuzes zijn wanneer er in een gebied, ondergrondse waterbergende voorziening geïmplementeerd moet worden. Wat zouden de redenen zijn waarom je voor bijvoorbeeld de watershell zou kiezen?

M: Ik zou niet voor de watershell kiezen. Voor het aanleggen van de watershell wordt beton gegoten. Naast de extra uitstoot moet het beton eerst hard worden voor er overheen gereden kan worden. Dit hard worden duurt ongeveer 28 dagen en dan liggen binnen deze 4 weken veel werkzaamheden stil. Waterblock, de leverancier van de Watershell had vroeger een partner die op zichzelf is gegaan met Trewatin. Trewatin produceert Watertable en dit is een prefab betonnen tafel die geplaatst wordt in de berging. Bij deze voorziening hoeft het beton niet terplekken te drogen en kunnen de werkzaamheden doorgaan.

L: Ik zie zelf ook als nadeel aan de Watershell dat kunststof vermengd met beton. Zomaar kunststof in de grond stoppen lijkt me niet duurzaam. Na de levensduur lijkt het me ook lastig om de kunststof en het beton te scheiden.

M: Toch ben ik voorstander van kunststof infiltratiekratten. Deze zijn makkelijk te plaatsen met een paar mannetjes en een klein schoffeltje. Voor de Watertable moet natuurlijk een kraan komen om de vrachtwagen uit te ruimen en te plaatsen.

L: Hoe heeft de focus op inspectie en onderhoud invloed op de keuze en het ontwerp van ondergrondse waterbergende voorzieningen?

M: Het is inderdaad belangrijk dat de voorziening te inspecteren is. Er moet een ingang en route zijn langs de zijwanden van de infiltratie voorziening. Langs deze route kunnen de wanden worden geïnspecteerd en gereinigd. Bij afdeling groen binnen de gemeente wordt het HWT-krattensysteem gebruikt om de bomen te irrigeren. Deze krattensystemen worden toegepast binnen boom groeiplaatsen. Ze worden traditioneel niet gebruikt voor infiltratie. Permavoid is ook een krattensysteem die veel bij bomen worden toegepast, deze zijn 15 cm hoog en heel sterk. Deze voorziening heeft maar weinig grond dekking nodig waardoor ze hoog aan het oppervlak kunnen worden toegepast. Hier op het Stadhuisplein zijn er twee lagen kratten aangebracht. In de onderste laag kratten kan water stromen voor irrigatie. Deze kratten hebben een waterdichte doek aan de onderste 17cm van de rand. De bovenste 13cm van de kratten hebben geen waterdicht doen en laten het water infiltreren. In de tweede laag kratten die wat hoger liggen dan de eerste laag zit alleen lucht. Door deze indeling van lucht boven de irrigatie/infiltratiekratten wordt er een natuurlijke barrière gecreëerd om de wortels van de bomen laag te houden.

L: Heeft u een beeld van hoe de inspectie zou moeten verlopen?

M: Op dit moment inspecteert de gemeente Tilburg de ondergrondse infiltratie systemen bijna niet. Dit zou periodiek (5 a 10 jaar) moeten gebeuren waar bij gekeken moet worden naar de wanden van de voorzieningen. Risico's zijn dat er wortels door de wanden heen groeien en dat de wanden beginnen te scheuren. In deze gevallen zal de voorziening een lagere bergingscapaciteit hebben.

L: Is het effectief om een apparaat dat drijft in de voorziening te plaatsen. Dit apparaat kan dan een signaal afgeven in het geval dat het stijgt of daalt. Op deze manier is live te volgen of de voorziening nog steeds effectief infiltreert.

M: Dat zal inderdaad dan meer voor de werking van het systeem zijn. De inspectie zal meer gericht zijn op of er zand in het systeem spoelt en of de wanden nog intact zijn en zo de constructie niet bezwijkt.

L: Komt het wel eens voor dat een ondergrondse waterbergende voorziening bezwijkt en wat gebeurt er dan?

M: Er zijn wel eens ondergrondse waterbergende systemen geweest die zijn bezweken toen er een kraan op is afgestempeld. Ook komt het wel eens voor dat de gronddekking niet voldoende is en het gewicht te hoog is. In deze gevallen kan het gebeuren dat het systeem instort.

L: Hoe wordt het ontdekt dat systemen bezwijken of beschadigd zijn? Dit aangezien inspectie van de voorzieningen niet tot nauwelijks gebeurt.

M: Wanneer een scheur in de wand van de voorziening zit stroomt er zand in en ontstaan er zinkholes op het maaiveld. Hieraan kan geconstateerd worden dat er wat mis is met de ondergrondse voorziening.

L: Wat zijn andere mogelijke alternatieven voor ondergrondse waterberging of infiltratie die nog niet aanbod zijn gekomen in dit gesprek?

M: We hebben het nog niet gehad over de IT-riolen. Dit zijn zoals de traditionele rioleringsbuizen, buizen die naast transport ook infiltratie mogelijk maken. Binnen Tilburg worden deze systemen veel gebruikt bij het hemelwater afvoersysteem. IT-riolering moet een dekking hebben van minstens een meter. Er moet rekening worden gehouden met de gemiddelde hoge grondwaterstand aangezien de IT-riolering anders een drainage buis wordt. Bij een tekort aan ruimte tussen het maaiveld en de gemiddelde hoge grondwaterstand kan er gekozen worden voor een systeem dat minder dekking nodig heeft. Bijvoorbeeld in de Willemtweestraat hier in het centrum zijn infiltratiekratten gebruikt. Deze infiltratiekratten zijn zo op elkaar aangesloten dat de afwatering door de kratten heen stroomt.

L: Als ik het goed begrijp is volgens u de IT-riolering een goedwerkend systeem. Wat zijn de nadelen van IT-riolering naast de nodige dekking en mogelijk te hoge gemiddelde grondwaterstand?

M: IT-riolering is een effectief systeem enkel is het niet flexibel. Ook is het proces van aanbrengen van het systeem duurder dan bijvoorbeeld infiltratiekratten omdat het alleen al dieper ingegraven moet worden. Het is echt per systeem maatwerk om te bepalen welke voorziening het beste toe te passen is.

M: Andere mogelijke ondergrondse waterbergende systeem dat we niet besproken hebben is de bergende fundering. Binnen de afdeling verhard van de gemeente Tilburg wordt gezegd dat water bergen in de fundering niet rendabel is. De ruimte die in de fundering gebruikt wordt om water te bergen zal ervoor zorgen dat de structuur van de verharding zwakker is dan bij gebruik van de traditionele fundering. Naast de mogelijk minder lange levensduur van de weg en dus ook de waterbergende voorziening kent dit systeem meer risico's. Wanneer nutsbedrijven kabels en leidingen aan brengen moet er rekening worden gehouden met de fundering van de weg. Om het systeem intact te houden dient de fundering en bestrating op de juiste manier worden teruggelegd. Aangezien de juiste manier anders is dan in de meeste andere situaties zal dit in de praktijkproblemen opleveren.

L: Als ik u goed begrijp, is het maatwerk om te bepalen welke systemen toegepast kunnen worden. Denkenden aan grondwaterstand, dekking en beschikbare ruimte. We zijn lang in gesprek geweest en dit waardeer ik enorm. Ik wil u in ieder geval heel erg bedanken voor uw tijd en waarde volle inzichten. Ik ga nu als vervolg dit interview uitwerken in een woordelijke transcriptie. Deze zal ik nog terugkoppelen om te verifiëren of alles goed geïnterpreteerd is. Ook zal ik een samenvatting voor de verschillende criteria die aanbod kwamen schrijven met de input van dit interview.

Figuur 40 **Toestemming ..**

Criteria uit het interview:

Duurzaamheid: Duurzaamheid omvat verschillende aspecten, zoals het minimaliseren van overlast en schade door neerslag, gebruik van duurzame materialen en noodzaak tot beheer. Er wordt er gekeken naar het transport en de installatie van de voorziening. Ook moet er worden nagedacht over het verwijderen en verwerken van de voorziening na de levensduur.

Efficiënte installatie: Het ontwerp en de constructie van de voorziening moeten efficiënt zijn, zowel in termen van uitstoot tijdens de aanleg als van de benodigde droogtijd van beton. Voorzieningen die snel in gebruik genomen kunnen worden om oponthoud in het project te kunnen minimaliseren.

Beheer: De mogelijkheid tot inspectie en onderhoud van de voorziening is van groot belang. Het aanbrengen van toegangssleuven langs de zijwanden voor inspectie en reiniging maakt dit mogelijk. Regelmatige inspecties zijn nodig om potentiële schade, zoals scheuren, te detecteren en bergingscapaciteit te behouden.

Flexibiliteit in Ontwerp: De mogelijkheid om verschillende systemen toe te passen, afhankelijk van de specifieke situatie is essentieel. Een systeem moet passen bij de behoeften van het gebied en omgevingsfactoren.

Kans op schade: Het ontwerp van de voorziening moet rekening houden met potentiële risico's, zoals wortelgroei en scheurvorming.

Kosten: De kosten van installatie en onderhoud moeten in verhouding staan tot de voordelen van de voorziening.

Klik hier om terug te gaan naar [§4.2 Expertinterviews](#) en hier om terug naar [§7.1 Criteria identificatie](#).

Interview ..

Klik hier om terug te gaan naar [§4.2 Expertinterviews](#) en hier om terug naar [§7.1 Criteria identificatie](#).

Geïnterviewde: .. - (afdeling ruimtelijke uitvoering adviseur stedelijk water)

*Interviewer: **Lars Verschuren***

Datum: 24-03-2023 11:00 – 12:00

Locatie: ..

L: Goedemorgen, ik waardeer het enorm dat u tijd heeft vrijgemaakt voor dit gesprek. We gaan het vandaag hebben over ondergrondse waterbergende voorzieningen binnen de gemeente Tilburg en de criteria die hierbij een rol spelen in het besluitvormingsproces. Dit interview zal plaatsvinden als een open dialoog, waarbij we, indien nodig, dieper op de onderwerpen kunnen ingaan. Voorafgaand aan ons gesprek heb ik me verdiept in de ondergrondse waterbergende voorzieningen en technieken die momenteel in de gemeente Tilburg worden toegepast. Daarnaast heb ik door middel van literatuurstudie onderzocht welke criteria relevant zijn voor het vergelijken en beoordelen van dergelijke ondergrondse waterbergende voorzieningen. Ik begrijp dat u net zo nieuw als ik ben bij de gemeente Tilburg.

W: Ben je ook in januari begonnen?

L: Ja, in januari. Hierdoor lijkt het me niet nodig om specifiek vragen te stellen over waar welke ondergrondse waterbergende voorzieningen zijn toegepast binnen de gemeente Tilburg. We zullen in dit gesprek bespreken welke ervaringen en kennis u beschikt over het onderwerp ondergronds water bergen. Wilt u zich voorstellen?

W: In 2008 ben ik als rioolbeheerder en als kabels en leidingen coördinator gaan werken bij de gemeente Bernheze. Na 10 jaar bij de gemeente Bernheze te hebben gewerkt ben ik alleen maandagen gaan werk en vanuit daar ben ik bij de Avri gaan werken. Ondertussen ben ik werkzaam voor 4 gemeenten als Riool beheerde/Adviseur Water en Riolerings. Bij de gemeente Tilburg werk ik als adviseur stedelijk water en riolerings.

L: Als ik het goed begrijp heeft u dus altijd bij verschillende gemeente gewerkt en daar het beheer voor riolerings gedaan. Wanneer we nu gaan kijken naar dit onderzoek, naar de ondergrondse waterbergende voorzieningen is de riolerings gebaseerd op het afwateren. Het is natuurlijk onderdeel van het watersysteem, dit kan afwatering zijn maar ook bijvoorbeeld in een HWA-riolerings transport naar ondergrondse infiltratie velden. Wat zijn uw ervaringen met dergelijke ondergrondse waterbergende voorziening te bergen.

W: In mijn ervaringen bij verschillende gemeentes is het mij opgevallen dat de meest effectieve manier om neerslag op te vangen is om de druppel niet in een buis te laten verdwijnen. Ik ga je uitleggen waarom. In het kader van klimaat adaptatie en duurzaamheid en weersveranderingen van dit moment hebben we gewoon te maken met heel veel regenwater in een korte perioden. Het kan ook heel veel regenen aan een stuk door. Dit kan dan betekenen dat het stelsel vol komt te staan. Daarom zeg ik ook; probeer het oppervlakkig af te voeren, hiervoor zijn veel mogelijkheden. Je kan altijd nog in een buis laten afvoeren. Dit zal ik alleen wel altijd lokaal doen. Je moet water niet kilometers gaan verplaatsen voor infiltratie of opslag, mits niet anders kan.

L: Oké, ik begrijp inderdaad dat de neerslag eerst de kans moet krijgen om te infiltreren voordat het overtollige regenwater uit het gebied wordt getransporteerd.

W: Juist mijn filosofie is dat die regendruppel de grond in moet gaan waar deze valt. Lukt dit niet leg je een buisje aan om het enkele meters verder te laten infiltreren. Hiervoor moet natuurlijk gekeken worden naar de technische specificaties van de bodem zoals de k-waarde en gemiddelde hoge grondwaterstand. Maar houd het in het gebied en ga het niet kilometers vervoeren.

L: Als ik het dan goed begrijp wilt u dat het op een natuurlijke manier infiltreert. Wanneer dit niet mogelijk is waar de druppel valt moet het natuurlijke proces geen overlast veroorzaken op het maaiveld en kan het dus in een buis worden verplaatst. Maar dit moet dan niet kilometers ver zijn, in tegendeel zelfs, laat dit infiltreren binnen het gebied. Wanneer water geborgen moet worden binnen het gebied ondergronds voor dat de neerslag wordt afgevoerd aan welke voorziening denkt u dan en naar welke criteria kijkt u dan?

W: Je moet natuurlijk weten wat de infiltratie capaciteit is en daarvoor kijken we naar de k-waarde van de bodem en de GHG. Bij bijvoorbeeld water passerende bestrating heb ik niet zulke goede ervaringen, het moet namelijk goed onderhouden worden. In de groeven van de verharding zit ruimte om het water te laten passeren maar andere deeltjes zoals bijvoorbeeld vuil dat op straat achterblijft komen in de groeven. Dit kan door een hoge verkeerintensiteit of hevigere neerslag frequent gebeuren. Om dan de groeven schoon te houden moet er frequent gereinigd worden. Dit moet dan gebeuren met een ZOAB-cleaner dat 8cm in de groeven deeltjes verwijderd. Hierdoor wordt ook split tussen de verharding verwijderd. De split is er om het vuil tegen te houden en voor de stabiliteit tussen de klinkers en moet dan weer na de reiniging worden aangevuld. Naast dat beheer essentieel is, is het ook voorgekomen dat de kabels en leidingen 'boeren' de straat open moeten halen voor het aanleggen van kabels en of leidingen. Wat er dan vaak gebeurt is dat ze de boel weer terug dicht gooien en dat gebeurt bijna nooit zoals het hoort.

L: Nu hebben we het gehad over water passerende bestrating. Dit is een techniek om neerslag af te voeren naar een infiltrerend pakket onder de bestrating. Kijkende naar ondergrondse waterbergende of natuurlijk infiltrerende voorzieningen. Waar zou u dan aan denken voor de gemeente Tilburg?

W: Om onder de grond in de Tilburgse zandbodem water te bergen zal ik meteen denken aan IT-riolering. De Hamer en Wavin zijn leveranciers die elk varianten heeft voor infiltratie en transport riolering. Om deze buizen worden wortel doeken geplaatst om wortels en zand tegen te gaan. Een IT-riool is eigenlijk een lekende buis.

L: Ik heb altijd gedacht dat het worteldoek alleen wordt toegepast om ingroei van wortels tegen te gaan. Maar ik kan me met poriën zó groot voorstellen dat er meer dan alleen wortels de buizen in zullen komen. Ik heb het van de week met .. gehad over zand dat voorzieningen instroomt en de zinkholes die daardoor op de verharding ontstaan.

W: Ja klopt. Er wordt wel geclaimd dat de wortel ingroei wordt voorkomen maar dat is in de praktijk helaas anders. Als er maar genoeg wortels groeien wordt het een massa waardoor de infiltratie nihil wordt.

L: Oké, als ik het goed begrijp denkt u dan voor binnen de gemeente Tilburg snel aan IT-rioleringsbuizen. Kan er dan binnen een IT-riool gewerkt worden met een overstort? Dit om dan de neerslag de kans te geven om te infiltreren en de buis vol te laten lopen voordat deze doorstroomt?

W: Ja dat kan zeker. Wat we hier in Tilburg doen is het aanleggen van de blauwe aders. Hier worden dan gewerkt met een gescheiden riolering systeem, je hebt dan het droogweer afvoer (DWA) en hemelwater afvoer (HWA). Het hemelwater afvoer wordt grotendeels aangelegd met IT-riolering. Het nadeel is dat het systeem niet af is en dus de HWA aangesloten moet zitten aan het gemengde systeem. Wat er dan veel gebeurt is dat er een klep wordt gebruikt waardoor neerslag het gescheiden systeem in kan stromen maar het afvalwater niet de HWA in. Zo voorkom je dat afvalwater infiltreert in de bodem.

L: oké, we hebben het nog niet gehad over andere ondergrondse waterbergende voorzieningen die in Tilburg worden gebruikt. Voorbeelden hiervan zijn de infiltratiekratten en Watershells. Ziet u nadelen aan dergelijke voorzieningen?

W: Over de Watershells kan ik niks zeggen, ik heb ze voorbij zien komen maar heb er geen ervaring mee. Maar infiltratiekratten zijn ideaal. Er zit wel een grote maar aan en dat is het beheer, ze zijn niet of moeilijk schoon te houden. IT-buizen zijn in de vorm van traditionele rioleringen en zijn dus met een spuitkop schoon te spuiten. Dit is in een infiltratiekrat helaas niet zomaar gedaan. Infiltratiekratten van bijvoorbeeld Wavin, die hebben toegangspunten ingebouwd waar een spuitkop in gedaan kan worden. Wanneer je een krattenveld hebt van 10 bij 10 meter en je wilt deze schoon maken met de spuitkop heb je maar een bereik van ongeveer 1 meter. Dan moet je om de zoveel meter een tegenpunt plaatsen en is het reinigingsritueel arbeidsintensief. Ook wordt het afval dat dan mogelijk van de wandel los gespoten wordt niet verwijderd uit het systeem. Infiltratiekratten zijn ideaal maar het beheer is drama.

L: Als ik het goed begrijp krijgt dan het IT-riool van u de voorkeur boven infiltratiekratten van wegen het bestaande beheer wat hier toegepast kan worden?

W: Nee mijn voorkeur is oppervlakkig laten afvoeren en het liefst dus infiltreren. Wanneer er ondergronds gekeken moet worden wil ik IT-buizen. Voor infiltratiekratten heb je ook een groter oppervlak nodig om toe te passen. In het stedelijk verhard gebied van de binnenstad waar je al snel ondergronds moet kijken is dit niet beschikbaar en wordt er dus vaker een IT-buis neergelegd.

L: We zijn langer in gesprek geweest dan de tijd die we ervoor gepland hebben. Dit waardeer ik heel erg en wil ik u in ieder geval heel erg bedanken. Ik ga nu als vervolg dit interview uitwerken in een woordelijke transcriptie. Deze zal ik nog terugkoppelen om te verifiëren of ik alles goed heb geïnterpreteerd. Ook zal ik een samenvatting voor de verschillende criteria die aanbod kwamen schrijven met de input van deze interview.

Figuur 41 **Toestemming ..**

Criteria uit het interview:

Onderhoudsvereisten: Bij het beoordelen van bijvoorbeeld waterpassende bestrating wordt rekening gehouden met de benodigde frequentie en manier van onderhoud om optimale werking te behouden.

Risico's bij graafwerkzaamheden: Bij de aanleg van waterbergende systemen moet rekening worden gehouden met mogelijke verstoringen door toekomstig werk van nutsbedrijven aan kabels en leidingen.

Beschikbare ruimte: De keuze voor IT-buizen of infiltratiekratten hangt af van de beschikbare ruimte en mogelijkheden binnen het specifieke stedelijke gebied.

Risico's bij graafwerkzaamheden: Het identificeren van de exacte locaties van ondergrondse nutsvoorzieningen, zoals waterleidingen, gasleidingen, elektriciteitskabels, rioleringen en telecommunicatiekabels kan onbedoelde schade bij graafwerkzaamheden door nutsbedrijven aan ondergrondse waterbergingsvoorzieningen voorkomen.

Klik hier om terug te gaan naar [§4.2 Expertinterviews](#) en hier om terug naar [§7.1 Criteria identificatie](#).

Interview ..

Klik hier om terug te gaan naar [§4.2 Expertinterviews](#) en hier om terug naar [§7.1 Criteria identificatie](#).

Geïnterviewde: .. - (afdeling ruimtelijke uitvoering adviseur stedelijk water) Interviewer:

Lars Verschuren

Datum: 27-03-2023 10:00 – 10:45

Locatie: ..

L: Goedemorgen, als eerst wil ik u bedanken dat u tijd vrij heeft gehouden om met mij in gesprek te gaan, dat waardeer ik enorm. Graag wil ik het met u hebben over ondergrondse waterbergende voorzieningen binnen de gemeente Tilburg en de criteria die hierbij in het besluitvormingsproces van toepassing zijn. Dit interview zal in de vorm van een open gesprek plaatsvinden, waarbij we indien nodig de diepte ingaan. Ter voorbereiding heb ik gekeken naar de ondergrondse waterbergende voorzieningen en technieken die binnen de gemeente Tilburg worden gebruikt. Bovendien heb ik met behulp van literatuurstudie onderzocht welke criteria kunnen worden toegepast om ondergrondse waterbergende voorzieningen te vergelijken en te beoordelen. Ik heb gevonden dat er drie type ondergrondse waterbergende voorzieningen worden toegepast binnen de gemeente Tilburg. De infiltratiekratten, Watershells en IT-riolering van het HWA-systeem.

H: Ik heb van .. (.. is adviseur verhard) te horen gekregen dat er ook waterbergende fundering wordt toegepast binnen de gemeente Tilburg. We gaan een pilotproject uitvoeren binnenkort om dit type watersysteem te bestuderen.

L: Oké interessant. Dat heb ik in mijn inventarisatie niet ontdekt. Een voordeel van waterbergende fundering lijkt mij onder meer dat neerslag infiltreert recht onder de verharding. Op deze manier kan hangwater worden aangevuld en zal kortwortelige beplanting profiteren van deze infiltratie. Dit betekent dat het verkoelende effect door verdamping een realistisch resultaat is.

H: Ik weet niet of je de verkoeling mee moet nemen als criteria. Je kan het meenemen als een mogelijk positief effect maar je moet het niet daarvoor gaan aanleggen. De criteria verkoeling telt niet zwaar mee.

L: er zijn veel leveranciers met veel verschillende systemen die allemaal neerkomen op het vasthouden, infiltreren en vertraagd afvoeren van de neerslag. Welke na en of voordelen ziet u bij dergelijke systemen?

H: Volgens mij zijn de infiltratie voorzieningen, dan hebben we het hier over infiltratiekratten en Watershells, voorzien van een membraan er omheen. Dit membraan is om water te laten infiltreren in de bodem en te voorkomen dat zand de voorziening inkomt. Het membraan heeft als nadeel dat dit dicht kan slibben.

L: Bedoelt u met membraan, geotextiel, een worteldoek of een schuimlaag?

H: Ja geotextiel. Niet Rockwool nee.

L: Nee, Rockwool is een ondergronds water infiltrerende voorziening waar bijvoorbeeld .. en .. niet positief over zijn. Dit door de koolstof uitstoot tijdens de productiefase en onmogelijke reiniging.

H: Volgens mij is de Rockwool wel een restproduct, we hebben dit systeem op twee locaties toegepast echter zijn dit wel twee hele kleine projectjes geweest. Teruggaand naar de geotextiel, er wordt gemerkt dat dit dicht slibt. Daarom heb ik ook gezegd dat dit niet te onderhouden is en kan het zo zijn dat de ondergrondse voorziening bijvoorbeeld na 10 jaar z'n functie heeft verloren. In dat geval is de waterberging geen berging meer maar een waterreservoir. Er mag zeker worden nagedacht over hoe onderhoud uitgevoerd moet worden.

L: Stelt de gemeente als opdrachtgever deze vraag dan wel aan leveranciers?

H: Ja zeker, vaak wordt er ook gekeken via bijvoorbeeld een brochure van desbetreffende voorzieningen of onderhoud überhaupt wordt benoemd. Ook moet je jezelf afvragen of je nog met plastic wilt werken, dat wordt preuts en brokkelt ook op en gegeven

moment af. Dan is de vraag hoe veel van die voorzieningen wil je dan onder de grond. Je brengt eigenlijk iets in de grond wat je niet in de bodem wilt hebben.

L: Dat mag zeker een aandachtspunt zijn, in mijn vorige stage ben ik bezig geweest met onderzoek naar microplastics. Ik weet niet tot in hoeverre deze mee infiltreren de bodem in maar deze wil je niet bij je drinkwater krijgen.

H: Exact, ik vind dus wel dat er nagedacht moet worden dat er geen voorzieningen de bodem in gestopt moeten worden die over een paar jaar als vervuילend aangegeven kan worden. Hierdoor ben ik groot voorstander van het niet gebruiken van plastic maar een niet technische oplossing toe te passen. Helaas werk je dan bovengronds en daar gaat jouw onderzoek nu niet over.

L: Ik heb ook al begrepen dat inderdaad bovengronds van iedereen de voorkeur krijgt, helaas is er niet genoeg ruimte op het maaiveld.

H: Ik ben zeker voorstander van de IT-riolering. Die zijn goed te onderhouden, door een zandbed er omheen is de infiltrerende werking goed en het materiaal (beton) dat gebruikt wordt is veilig.

L: Als ik het goed begrijp is het probleem van de Watershell en infiltratiekrachten dat er plastic in de grond gestopt wordt. De voorkeur heeft naast bovengronds een IT-riolering door de mogelijkheid tot beheer en onschadelijke materialen.

H: Ja

L: Heeft u meer ervaringen met systemen zoals dan de Rockwool en de waterbergende fundering?

H: De Rockwool, wat ik geloof dat glaswol is hebben we aangelegd bij 2 of 3 woningen waar we de regenpijpen hebben afgekoppeld. Dit om te kijken of het zal werken. Maar goed, er is nooit een pilot op gezet. En ook dan weer ga je iets in de grond stoppen wat niet moet.

L: Als ik het goed heb begrepen is Rockwool een type steenwol. Dit zou volgens de leverancier een natuurlijk product zijn die door op te warmen te produceren is. Wel is het natuurlijk een ding dat er gekeken moet worden naar hoe het materiaal uit de grond te halen is na de levensduur. Is het materiaal dan bijvoorbeeld nog te recyclen?

H: Ja. Ook de waterbergende fundering is toegepast binnen de gemeente. Ik moet nog aan Ben vragen waar deze licht. Deze type voorziening gaat er weldegelijk komen alleen moet Ben daar wel mee eens zijn.

L: Ik heb ook een gesprek met .. gepland om te bespreken welke criteria gewaarborgd moeten worden binnen afdeling verhard betreft ondergronds waterbergen. Ik kan me ook zeker voorstellen dat er vragen van hem komen over de waterbergende fundering. Dit is tenslotte onderdeel van de verharding, een onderdeel waar de kwaliteit en levensduur van de verharding afhankelijk van is. Wanneer je deze verandert en als een spons water laat opnemen en loslaten kan dit gevolgen hebben voor de verharding.

H: Ja, .. zegt ook elke keer dat het gaat drijven en dat denk ik niet. Ik geloof wel dat het systeem een zandvang nodig heeft. Wanneer je de neerslag naar de fundering laat lopen neemt dit natuurlijk zand mee. Dit is niet te voorkomen en dan moet het systeem goed te reinigen zijn. Onderhoudspartijen die er de verantwoordelijkheid hebben om te reinigen moet wel zien dat het gereinigd dient te worden.

L: Ik sta ervan te kijken dat binnen de uitvoerende partijen zoveel risico's op fouten zijn en dat het werk niet zorgvuldig wordt uitgewerkt. Ik heb er nooit over nagedacht dat het ontworpen systeem in de praktijk verkeerd aangelegd kan worden en het systeem niet functioneert naar behoren.

H: Het is natuurlijk menselijk dat er fouten worden gemaakt in de praktijk. Het is een goed inzicht voor jouw en voor dit onderzoek. Er zijn veel producten op de markt om ondergronds water te bergen en infiltreren. Alleen hoe dit in de praktijk aangelegd en onderhouden wordt heeft de meeste invloed op de levensduur, daarmee valt of staat een product.

L: Ik zou denken dat er gecontroleerd wordt op de kwaliteit en functioneren van het systeem voor dat er grond over gegooïd wordt.

H: Dat zou misschien ook in het bestek meegenomen moeten worden inderdaad. Controle of het functioneert inderdaad.

L: Sorry maar wat is eigenlijk het bestek?

H: Het bestek is document waar de aannemer de regels op krijgt en zijn werk opschrijft. Wij als opdrachtgever schrijven voor dat er een x aantal meter infiltratiekratten moet worden aangelegd en de aannemer schrijft dan op voor welk bedrag dit gedaan kan worden. Dan zetten we niet in de tekst dat er ook gecontroleerd moet worden of het systeem ook werkt. Hier binnen de gemeente Tilburg werken we met veel verschillende partijen die aannemen en onderhouden. Hiervoor is het van belang dat ook de verschillende partijen wel de producten op de juiste manier aanleggen om goed te kunnen onderhouden door weer andere partijen. Bij de ene voorziening moet bijvoorbeeld een ZOAB-reiniging machine worden ingehuurd. Wanneer dit voor enkele voorzieningen gebeuren moet is dat duurder dan wanneer dit voor veel locaties in een keer kan. Daarom vinden we het ook fijn om veel dezelfde voorzieningen te kiezen.

L: Oké duidelijk. Dan kan er inderdaad in een document als het bestek standaard de eis komen dat water er gebouwd wordt ook voldoet aan de gewenste kwaliteiten. We zijn aan het eind van de tijd voor dit gesprek gekomen. Ik waardeer heel erg en wil ik u in ieder geval heel erg bedanken voor dit waardevolle gesprek. Ik ga nu als vervolg dit interview uitwerken in een woordelijke transcriptie. Deze zal ik nog terugkoppelen om te verifiëren of ik alles goed heb geïnterpreteerd. Ook zal ik een samenvatting voor de verschillende criteria die aanbod kwamen schrijven met de input van deze interview.

Figuur 42 **Toestemming ..**

Criteria uit het interview:

Verkoeling: Verkoelingseffect wordt niet als een belangrijk criterium beschouwd, maar eerder als een mogelijk positieve bijwerking.

Slibvorming: Voorzieningen met membranen, zoals Geotextiel, kunnen dichtslibben en verlies van functie veroorzaken na verloop van tijd.

Onderhoud: Onderhoud is van belang voor de levensduur van de voorzieningen om de effectiviteit te behouden.

Duurzame materialen: Vermijding van niet-duurzame materialen in ondergrondse systemen om toekomstige milieuproblemen te voorkomen.

Klik hier om terug te gaan naar [§4.2 Expertinterviews](#) en hier om terug naar [§7.1 Criteria identificatie](#).

Interview ..

Klik hier om terug te gaan naar [§4.2 Expertinterviews](#) en hier om terug naar [§7.1 Criteria identificatie](#).

Geïnterviewde: .. - (afdeling ruimtelijke uitvoering adviseur stedelijk water) Interviewer: Lars

Verschuren

Datum: 27-03-2023 12:30 – 13:25

Locatie:

L: Goedemiddag, als eerst wil ik u bedanken dat u tijd vrijgehouden heeft om met mij in gesprek te gaan, dat waardeer ik enorm. Graag wil ik het met u hebben over ondergrondse waterbergende voorzieningen binnen de gemeente Tilburg en de criteria die hierbij in het besluitvormingsproces van toepassing zijn. Dit interview zal in de vorm van een open gesprek plaatsvinden, waarbij we indien nodig de diepte ingaan. Ter voorbereiding heb ik gekeken naar de ondergrondse waterbergende voorzieningen en technieken die binnen de gemeente Tilburg worden gebruikt. Bovendien heb ik met behulp van literatuurstudie onderzocht welke criteria kunnen worden toegepast om ondergrondse waterbergende voorzieningen te vergelijken en te beoordelen. Ik heb gevonden dat er drie type ondergrondse waterbergende voorzieningen worden toegepast binnen de gemeente Tilburg. De infiltratiekratten, Watershells en IT-riolering van het HWA-systeem.

J: Dat zijn er drie inderdaad. Want IT is inderdaad altijd onderdeel van HWA-systemen. IT kan kunststof zijn, meestal gebruiken we de Azura van Wavin of Permeo van wat nu de Hamer heet. De Hamer en Wavin zijn twee leveranciers voor onder meer IT-riolering.

L: Juist, dan zal ik in dit gesprek het graag willen hebben over de voor- en nadelen van de voorzieningen. Zo onderzoek ik welke criteria overwogen worden in het vergelijkingsproces. Aan de hand van welke eisen worden de IT-buizen gekozen?

J: De type Azura van Wavin is van kunststof en heeft een relatief kleine diameter. Deze type wordt vaak toegepast in projecten met een vraag naar een relatief kleinere kuub berging en/of geringe afvoercapaciteit. De Permeo buis van de Hamer worden sinds de tweede helft van de jaren 90 gebruikt. De eerste infiltratievoorziening die in de gemeente Tilburg is toegepast is halverwege de jaren 90 neergelegd. Het is een krattensysteem maar mij is helaas niet bekend welke merk voorziening dit was. Met onderzoeken kwamen we er toen vrij snel achter dat ze niet over rijdt baar waren. Met die informatie is de keuzen destijds gemaakt om er gelijk mee te stoppen en niet meer toe te passen in het openbaar gebied. Toen had Wavin nog geen infiltratiekratten en kwam destijds Grotius beton uit Gorinchem met infiltrerende betonbuizen. Dat is eigenlijk de IT-riolering die nu de Hamer nu als Permeo buizen aanbiedt. De Permeo buizen zijn van poreus beton gemaakt met veel poriën waar water door kan infiltreren.

L: Ik heb ze inderdaad zien liggen bij mij om de hoek bij Textielplein. Hier zag ik betonnen rioleringsbuizen met een veel gaten erin.

W: In de Textielstraat, aan het plein, hebben we zo ook in begin 2000 van die buizen in de grond gelegd. Dit was aanvullend van de ondergrondse infiltratie voorziening die daar is toegepast.

L: Ik heb inderdaad gevonden dat in de buurt ten Noorden van het textielplein, meerdere Watershell infiltratie voorzieningen zijn aangelegd.

W: Ik denk dat we in de stad nu wel op meer dan 20 locaties Watershell hebben liggen en ze zijn geen van alle hetzelfde.

L: Ik heb gezien dat het inderdaad een systeem is waar bij veel mogelijk is. Door de kleine componenten kan het flexibel worden ontworpen en dus in veel projecten een plek krijgen.

W: Klopt, ik bedoel alleen wel dat er verschillende manieren zijn hoe de Watersshellvoorziening wordt toegepast. Denk hierbij aan bijvoorbeeld een grondverbetering rondom de voorziening, wovon geotextiel en non-woven geotextiel toepassen, puin onder de voorziening, grind met een geo-grid er onder en schuim wanden. We hebben ook twee hoogtes van de Watershells gehad. Zo zijn alle voorzieningen net wat anders als de ander.

L: Klopt, in mijn inventarisatie ben ik veel verschillen binnen de Watershell tegengekomen. Het werd mij duidelijk dat er een volledige stageperioden gewijd kan worden aan het in kaart brengen van alle ondergrondse waterbergende voorzieningen.

W: Ja klopt, ook of de voorzieningen functioneren hebben we geen idee van. Op een gegeven moment hebben we ook goten bedacht. Beton goten die over de bodem van de Watershell zijn aangebracht. Door deze goten kan een wagentje met camera rijden om de inspectie uit te voeren. Ik weet niet tot in hoeverre dit gedaan wordt.

L: Ik heb inderdaad tijdens mijn inventarisatie foto's van ontvangen waar de betonen sleuven te zien zijn. Ook heb ik foto's gezien van inspecties en dan zullen die sleuven gebruikt zijn.

W: Goed, daarna zijn we toch op de kratten overgegaan. In heel Nederland werden er namelijk toch kratten gebruikt en Wavin kwam met kratten waar overheen gereden kon worden.

L: Dat heeft toch ook te maken met de dekking en dus hoe diep de kratten onder het maaiveld kunnen liggen?

W: Ja altijd, de fabrikant garandeert een bepaalde hoogten waar ze tussen toegepast kunnen worden. Dat is bij betonbuizen ook, wanneer deze minder dan 60 centimeter dekking heeft geeft de betonfabrikant ook geen garantie meer.

W: Zo zijn we eigenlijk naar verschillende ondergrondse systemen gegaan. Iets wat we hier nooit hebben toegepast en ik wel eens zie is een soort drain tube. Dat is een soort slang waar kunststof elementen omheen zitten zo ziet het eruit als een dubbele buis. De binnenste buis is watervoerend. Daar omheen is een doek wat met een diameter van 30 centimeter om de buis heen zit. Tussen in dat doek zitten kunststof elementen om het doek er tussen wat ruimten te geven.

L: Daar heb ik nog nooit van gehoord, ik heb wel deze voorzieningen gevonden. (Ik laat een document zien met verschillende voorzieningen uit mijn inventarisatie.) Het lijkt geloof ik een beetje op de verticale infiltratie put. Die hebben ook een buis in een buis ontwerp. Grindpalen lijken er ook op.

W: Grindpalen hebben we ook een tijdje toegepast.

L: Voor zover ik weet inderdaad in Tilburg-West.

W: Ook in Udenhout, in Den Bogerd, hebben we de verticale infiltratie toegepast. Deze hebben we laten bekleden met een doek om de leemlagen gescheiden te houden van het grind in de voorziening. Ook is de bovenkant van de voorziening afgesloten met een kolkdeksel om te voorkomen dat deze aan de bovenkant dichtslibt.

L: Ik heb net in het gesprek met ..gehoord dat zij geen voorstander is van de geotextiel doeken. Dit omdat de poriën van deze doeken verstopt raken en niet te reinigen zijn.

W: Wat we altijd bij ondergrondse voorzieningen gedaan hebben is de verzamelleiding voorzien van een zakput met een hangend schot en een slibvang. Dit om de toevoer van de neerslag te filteren van zand en slib. Deze zakput, slibvang systeem is ongeveer 2 bij 2 meter en dus makkelijker toe te passen bij grotere voorziening. Om de werking van dit systeem te waarborgen dienen ze goed schoon gemaakt te worden. Helaas gebeurt dit niet, bijzondere objecten zijn pas sinds de afgelopen jaren goed in beeld gebracht. Om ze te kunnen beheren dienen ze natuurlijk ook bij ons goed in beeld te zijn. Ik kan me niet heugen dat ze onderhouden zijn.

L: Ik kan me inderdaad voorstellen dat die putten dienen onderhouden te worden om ook je voorziening schoon te houden. Het is jammer dat dit niet gedaan is, gelukkig is dit in de toekomst mogelijk anders. Ik ga 29^e naar het eindsymposium in Amsterdam van een aantal studenten die onderzoek hebben gedaan naar waterbergende wegen. Is er iets waar ik tijdens dit eindsymposium expliciet op moet letten?

W: Ow, interessant. Je hebt waterbergende wegen en waterdoorlatende wegen hebben, daar zit nog een groot verschil in. Water doorlatend kan dan nog door de verharding en tussen de verharding door zijn. Dat is iets heel anders, het gaat dus over water bergend.

L: Ja, waterbergend door een voorziening onder de weg. Denk hierbij aan kratten, IT-riolering en bergende fundering. De neerslag kan daar dan mogelijk door of langs de verharding heen gaan maar ook via een kolk.

W: Ja juist, als je dan zo een voorziening hebt moet het water wel heel snel via de toevoer in de berging terecht komen. Om hier het water slib en zand vrij te krijgen voor deze in de berging stroomt is lastig.

L: Dat zal dan resulteren in een dicht geslibde waterberging.

W: Bij bijvoorbeeld kleinere voorzieningen met kolken waar vreemde dingen in zitten die dan zouden moeten filteren mogen weer behoorlijk frequent worden gereinigd door bijvoorbeeld bladval, dat is onbegonnen werk.

L: Juist, dus de omgevingsfactoren als bomen, verkeer en de gevallen neerslag zijn factoren die invloed hebben op de frequentie voor beheer.

W: Ja, het risico matrix waarmee bepaald wordt hoe belangrijk een voorziening is, geldt als leidraad voor beheer. Bij belangrijke voorzieningen wordt frequenter onderhoud toegepast. De omgevingsfactoren worden daar niet meegenomen.

L: Wat ik dan begrijp, is dat beheer risico gestuurd wordt. Daarnaast is het binnen de gemeente niet bekend waar alle ondergrondse voorzieningen liggen. Zonder deze kennis lijkt het me inderdaad lastig beheren. Om dit dus te voorkomen moet er in het vervolg goede datamanagement uitgevoerd worden.

W: Ja, dat is dan niet alleen belangrijk voor het functioneren van de voorziening zelf. Het is ook belangrijk voor coördinatie punt weggebruik om te weten waar ondergrondse voorzieningen liggen. Want als er ooit zwaar verkeer een gebied in komt of er moet een grote bouwkraan afstutten. Moet er bekend zijn waar dat niet gaat en dat is dan wel van belang. Dat is nu niet van alle objecten mogelijk.

L: In geval dat de fabrikant garandeert dat een bouwkraan of zware vrachtwagen over de voorziening kan rijden kan het mogelijk minder belangrijk zijn, toch?

W: Nou ja, het is wel van belang. Want je weet helemaal niet waar zwaar verkeer komt. Denk maar bijvoorbeeld aan brandweerwagens met een volle tank of een bouwkraan dat afstempelt op een klein oppervlak. Dan zal de kraan mogelijk 1 meter diep zakken met onbekende gevolgen.

L: Juist, dan is datamanagement inderdaad zeker belangrijk. Kijkend naar beheer en het feit dat de zandvangput nooit 100% van het zand kan filteren voor het de voorziening in stroomt is beheer van de voorziening ook van belang. Hoe kan dit gedaan worden? Dit kijkende naar een waterbergende fundering.

W: Ja, ik verwacht dat je die niet kan reinigen. Ik ben bang dat dan de fundering vervangen moet worden. Ik geloof dat de fundering niet zal falen door een afnemende draagkracht, maar juist dat de bergende en infiltrerende werking afneemt. De vraag is ook hoe dit gemonitord wordt.

L: Monitoring is zeker ook van belang. Ik heb het net met .. gehad over plastic de grond in stoppen en hoe zei daar de nadelen van ziet.

W: Ja, er is geen alternatief helaas.

L: Ja, beton is een mogelijk alternatief. Hierbij kan er gedacht worden aan de Watertable van Trewatin en IT-buizen. Maar Wavin heeft ook natuurlijk kunststof IT-riolering.

W: Ow dat maakt niet veel uit, we hebben de beheerder een toets op materiaal laten doen. We hebben betonnen en PVC laten toetsen om te weten welke de laagste milieukostenindicator (MKI) heeft. Hieruit kwam dat de materialen beton en PVC vrijwel gelijk is.

L: Wilt dit dus zeggen dat PVC na een x aantal jaar onder de grond niet poreus wordt en zal afbrokkelen.

W: Ach, hoe zit het dan met uitloggen van cement van beton? Dat weten we niet. Ik geloof dat dit te gedetailleerd gaat en we hier niet van af kunnen komen. Je kan dit wel als aandachtspunt neerzetten maar ik verwacht niet dat dit zo diep gaat. PVC van een buis

zal afbreken en microplastics vormen door zonlicht en uv-stralingen. Deze hebben we gelukkig niet onder de grond. Als we daarnaar gaan kijken kan je ook denken aan de zandkorrels die de buis schuurt en de microplastics die daarbij loskomen en in het water komen. Ik vraag me dan wel af, als we zo diep gaan kijken, wat autobanden doen. Daar heb ik nooit iemand over gehoord.

L: Dat klopt inderdaad. Dat heb ik nog nooit zo bekeken. Toch vind ik het belangrijk dat er bewust omgegaan wordt met materialen die gebruikt en in de grond gestopt worden.

W: Dat is ook zeker belangrijk. Het is ook van belang dat je kijkt naar wat je na de levensduur van het materiaal kan. Kan het uit de bodem verwijderd worden, kan het hergebruikt worden en kan het op een verantwoordelijke wijze verwerkt worden? Bijvoorbeeld bij de Watershell die ingegoten is met beton, lijkt me dit niet te doen inderdaad.

L: Zeker en kijkend naar duurzaamheid is niet alleen de materiaalkeuzen van belang maar ook bijvoorbeeld de CO_2 uitstoot bij productie en installatie van de voorziening.

W: Ja, dat is eigenlijk de MKI.

L: Oké, dan wil ik nu de laatste vraag stellen en dat is wat is volgens u de beste of minst slechte waterbergende voorziening en waarom?

W: Ik denk dat het de kunststofinfiltratiekratten zijn. Deze kunnen makkelijk geplaatst worden en zouden mogelijk volledig uit de bodem verwijderd kunnen worden. Ik verwacht dat de kans het grootst is bij de kratten dat de kunststof hergebruikt kan worden in verhouding met betonen buizen. Ook kijkende naar het transport van de voorziening is de kunststoffenkrat lichter en in grotere aantallen kubieke meters te vervoeren. Het heeft wel een nadeel, dat is de levensduur die minder is. Dan moeten deze dus vervangen moeten worden.

L: Ik begrijp het. Ik wil u heel erg bedanken voor uw tijd dit waardevolle gesprek. Ik ga nu als vervolg dit interview uitwerken in een woordelijke transcriptie. Deze zal ik nog terugkoppelen om te verifiëren of ik alles goed heb geïnterpreteerd. Ook zal ik een samenvatting voor de verschillende criteria die aanbod kwamen schrijven met de input van deze interview.

Figuur 43 **Toestemming ..**

Criteria uit het interview:

Materiaalkeuze: Materiaalkeuze heeft betrekking op de gebruikte materialen van de voorziening en de duurzaamheid hiervan. Dit is inclusief de CO_2 -uitstoot bij productie en installatie. Ook houdt dit in dat de mogelijkheid tot hergebruik voor verantwoordelijke verwerking na de levensduur er moet zijn.

Functionele prestatie: De capaciteit van de voorziening om neerslag op te vangen, te infiltreren en te bergen. Het behouden van de functionaliteit en zoals het vermogen om water snel naar de bergingscapaciteit te leiden om wateroverlast te voorkomen.

Onderhoud en beheer: De frequentie en efficiëntie van het onderhoud van de voorziening. Dit is inclusief de mogelijkheid voor inspectie en reiniging. Het risico gestuurd beheer om de functionaliteit te waarborgen, kan rekening houden met omgevingsfactoren zoals bomen en verkeer, deze factoren hebben invloed op de benodigde frequentie.

Levensduur: De verwachte levensduur van de voorziening voordat deze moet worden vervangen. De mogelijkheid om de voorziening zonder risico's na de levensduur te vervangen, inclusief de impact op het gebied en het watersysteem hiervan.

Milieueffecten: Potentiële effecten op het milieu door gebruik van materialen zoals plastic en beton. Mogelijke vervuiling van het grondwater en het oppervlaktewater als gevolg van de voorziening.

Ruimtebeslag: De hoeveelheid ruimte die de voorziening inneemt en de flexibiliteit om deze in verschillende projecten toe te passen.

Technische complexiteit: De complexiteit van installatie, onderhoud en beheer van de voorziening. In de praktijk moet de installatie goed uitgevoerd kunnen worden.

Klik hier om terug te gaan naar [§4.2 Expertinterviews](#) en hier om terug naar [§7.1 Criteria identificatie](#).

Interview ..

Klik hier om terug te gaan naar [§4.2 Expertinterviews](#) en hier om terug naar [§7.1 Criteria identificatie](#).

Geïnterviewde: .. - (afdeling ruimtelijke uitvoering adviseur groen)

*Interviewer: **Lars Verschuren***

Datum: 04-04-2023

13:30 – 14:20

Locatie: ..

L: Goedemiddag, als eerst wil ik u bedanken dat u tijd wilt nemen om mij te woord te staan, dat waardeer ik enorm. Graag wil ik het met u hebben over ondergrondse waterbergende voorzieningen binnen de gemeente Tilburg en de criteria die hierbij in het besluitvormingsproces van toepassing zijn. Dit interview zal in de vorm van een open gesprek plaatsvinden, waarbij we indien nodig de diepte ingaan. Ter voorbereiding heb ik met alle collega's water gesproken en gekeken naar de ondergrondse waterbergende voorzieningen en technieken die binnen de gemeente Tilburg worden gebruikt. Water en groen zijn tenslotte afhankelijk van elkaar en zouden daarom gecombineerd mogen worden. Ik heb van ..te horen gekregen dat er in de gemeente Tilburg van uit de afdeling groen gewerkt wordt met kratten om de bomen te voorzien van water. Ik ben aan het onderzoeken welke criteria van belang zijn bij het vergelijken van verschillende ondergrondse waterbergende voorzieningen. Hierbij is het volgens mij relevant om te kijken naar welke technieken groen toepast en welke criteria hiervoor van toepassing zijn.

L: Ik zou graag willen beginnen met de vraag, wie is ..?

T: Ja, oké, ik ben ... Ik ben adviseur groen binnen de gemeente Tilburg, bij ruimtelijke uitvoering. Ik heb diverse projecten op mijn naam staan, denk hierbij aan reconstructies van woonstraten tot een stukje beleid voor schoon. Voornamelijk zijn het projecten waar een straat opnieuw ingericht wordt zoals bijvoorbeeld hier de Willem II straat.

L: Ik vraag me eigenlijk af hoe binnen de gemeente Tilburg gewekt wordt tussen water en groen. Ik ben bijvoorbeeld binnen mijn opleiding gewend dat deze twee disciplines veel samengaan. Bij bijvoorbeeld een reconstructie van een straat kan groen toegevoegd worden. Wanneer er vraag is naar ruimte voor water kan groen dusdanig ontworpen worden dat dit verlaagd wordt en er water op geborgen kan worden. Hoe vindt die samenwerking hier plaats?

T: Ow, ja, er is dan een bergingsopgaven en daar zit eigenlijk de noodzaak om het water kwijt te kunnen. Vanuit groen is de noodzaak om de planten te voorzien van water. Met onze vaste planten hebben we normaal voldoende aan de neerslag. Alleen bomen die in verhard staan hebben hier mogelijk een tekort. Een boom heeft ongeveer 15 a 25 vierkante meter aan oppervlak nodig. Dat is in veel gevallen in stedelijk verhard gebied te groot om toe te passen. Daar hebben we dus wel een gebrek aan water. Hier hebben we dan ook een systeem nodig om de bomen te voorzien van water. Op dat moment moeten we gaan werken met schijngrondwaterstanden en een krattensysteem. Vooral daar zit dan een koppeling met de afdeling water, kijkend naar hoe water dat op verharding valt bij de bomen gekregen kan worden. Bij projecten met grasvelden, plantvakken of sierplantsoen is er vaak geen spraken van watertekort. In deze gevallen is er vaak de vraag van water om daar hun water kwijt te kunnen en voor groen is het dan 'extra' water. De moeilijkheid is dan vaak dat er te veel water is. Planten moeten binnen 48 uur droog zijn anders komt er geen zuurstof de bodem in en gaan de planten dood. Er loopt een pilotproject in de Brittenreef, hier is een combinatie gemaakt met water en beplanting die met natten voeten kan overleven. Dit loopt nu anderhalf jaar en ik ben eerlijk gezegd ook wel benieuwd naar wat hiervan het effect is.

L: Oké, duidelijk, dan kan ik inderdaad wel inzien dat het handiger is om toch een ondergronds krattensysteem aan te leggen om de neerslag onder het maaiveld aan te bieden aan het groen. Zo wordt het zuurstof niet ontnomen van het groen.

T: Ja, dat is dan vaak een infiltratiesysteem of een afkoppelsysteem. Eigenlijk maak je dan hetzelfde als een kolk in de rijbaan en dan vang je het overtollige water op. Wat we nu veel doen in projecten met bijvoorbeeld een plant vak van 15 vierkante meter, is dat daar maximaal 15 tot 30 vierkante meter verhard op afgekoppeld mag worden. Plantvakken moeten ook niet het afvoerputje.

L: Dat begrijp ik zeker, alleen aan de andere kant is het mogelijk juist gunstig om groen te gebruiken als afvoerputje. Er zijn type planten die inderdaad met natte voeten floreren en mogelijk zelfs de neerslag en afvalstoffen van de straat reinigen. Zo kan ook infiltratie bevorderd worden en droge bodem van Brabant worde aangevuld.

T: Ja, dat werkt bij plantvakken en bomen niet. Kijk bijvoorbeeld gras, dat kan veel meer hebben met vocht. Kijk maar bijvoorbeeld naar een wadi, daar kan wel 48 uur water in staan zonder plantuitval. In plantvakken is dit helaas niet het geval en zullen er planten sterven. Dan is nu om de biodiversiteit en het straatbeeld te bevorderen variatie in beplanting wenselijk. Zo is het niet altijd gunstig om af te wateren op groen. Er zijn wel bomen die langer natte voeten kunnen hebben, echter hebben we dan een zeer beperkt assortiment. Gekeken naar de biodiversiteit is dit wat we niet willen.

L: Oké duidelijk. Welke krattensystemen worden door afdeling groen binnen de gemeente Tilburg gebruikt?

T: We werken met Permavoid en de Q-bic plus kratten van Wavin. Deze twee passen we toe in combinatie met de first flush kolk van Wavin. Dit om de eerste stroom aan neerslag, met de afvaldeeltjes door te spoelen voor dit in het irrigatiesysteem komt.

L: Aan de hand van welke criteria zijn deze systemen gekozen om toe te passen?

T: Er is vooral gekeken naar de combinatie met groeiplaatsen van bomen. Er is dus niet alleen gekeken naar civieltechnische eigenschappen maar ook naar de eisen van groen. Denk hierbij aan wat een boom nodig heeft. Ook is de flexibiliteit van het systeem een criteria in het besluitvormingsproces geweest. Uiteindelijk hebben offertes en kosten ook invloed gehad.

L: Juist, verder vroeg ik me ook het volgende af over hangwater. In een gesprek met .. zijn we uitgekomen op hangwater en welke systemen deze mogelijk wel maar ook niet aanvullen. Infiltratiekrattensystemen werken vaak met een kolk als opvang en wordt via leidingen naar het krattensysteem geleid. Dit is al van meer dan één meter onder het maaiveld. Met deze techniek kan je zeggen dat het hangwater wordt overgeslagen en de neerslag enkel het grondwater aanvult. Nu kan ik me voorstellen dat kortwortelige beplantingen afhankelijk is van hangwater.

T: Ja en nee. Dat hangt erg af van het bodemtype.

L: Hoe worden krattensystemen beheert?

T: De leverancier geeft aan dat het niet nodig is om te reinigen. Er is een first flush kolk aan de voorkant toegepast en deze moet beheerd worden. Wij gaan er dus vanuit dat wanneer het aan de voorkant werkt er minimaal zand en slib de voorziening in komt.

L: Oké, duidelijk. Hoe kunnen infiltratiekratten worden toegepast om groen en bomen in het stedelijk gebied te ondersteunen?

T: Ja, hier is een nadeel van dat je water het jaar rond wilt opvangen en laten infiltreren. Groen wil water vooral gebruiken in het groeiseizoen. In september oktober is de bodem verzadigd en neemt het minder neerslag op.

L: Interessant, welke materialen of materiaal eisen zijn eraan gekoppeld aan de materiaalkeuzen?

T: Uiteraard heeft de voorkeur om duurzaam materiaal toe te passen. Dit is niet altijd het geval kijkend naar bijvoorbeeld plastic van de kratten. Dit is ook zonder alternatieven helaas.

L: Ik kan het me voorstellen dat er liever geen kunststof in de bodem gedaan wordt. Op dit moment is de oplossing mogelijk in de toekomst het probleem.

T: Nog een nadeel die ik me kan bedenken is het bodemtype. Een grondsoort met een hoge k-waarde en dus hoge infiltratie intensiteit zoals zandige gebieden houdt water niet goed vast. Dat is ook een reden waarom wij willen werken met grond met een hogere leemgehalten om het vocht vast te houden.

L: Ik heb de Permavoid bekeken en die waren geloof ik minder hoog. Een voordeel hiervan zou de stevigheid van de kratten zijn. Met stevigere kratten is dekking minder belangrijk en kan hangwater dus worden aangevuld.

T: Het hangwater is een schijn grondwaterstand, in Tilburg hebben we niet veel hangwater en we werken ook in de gemeente Tilburg met een krattensysteem voor de schijngrondwaterstand.

L: Oké, dus ik kan hangwater minder belangrijk maken in het onderzoek.

T: Een belangrijk voordeel van de Permavoid is de druk verspieding. Drukverspreiding is om te voorkomen dat de verharding niet gaat verzakken. Als we de grond sterk verdichten gaat verharding niet verzakken. Echter is er dan te weinig zuurstof in de grond aanwezig waardoor wortels er niet groeien of kunnen functioneren.


T: Een relevant risico voor groen is de afvoer van chemische middelen als bijvoorbeeld verf en chloor wat bewoners in de kolk gieten. Dit wordt wel eens gedaan zonder dat de bewoner bewust is van het watersysteem en impact dit heeft op de bodem en planten. Ook met het zout strooien in de winter raken de ondergrondse voorzieningen vervuild.

L: Ach, dat lijkt me inderdaad moeilijke risico's. Ik wil u heel erg bedanken voor uw tijd en dit waardevolle gesprek. Ik ga nu als vervolg dit interview uitwerken in een woordelijke transcriptie. Deze zal ik nog terugkoppelen om te verifiëren of ik alles goed heb geïnterpreteerd. Ook zal ik een samenvatting voor de verschillende criteria die aanbod kwamen schrijven met de input van deze interview. Ik wil u heel erg bedanken voor uw tijd dit waardevolle gesprek. Ik ga nu als vervolg dit interview uitwerken in een woordelijke transcriptie. Deze zal ik nog terugkoppelen om te verifiëren of ik alles goed heb geïnterpreteerd. Ook zal ik een samenvatting voor de verschillende

RE: Interpretatie van interview



Belt, Thijs
Aan Verschuren, Lars

 Openbaar



Met vriendelijke groet,
Belt, Thijs

Figuur 44 **Toestemming T. Belt**

Criteria uit het interview:

Flexibiliteit: De flexibiliteit van het systeem, zoals de mogelijkheid om water op te vangen en af te voeren volgens de behoeften van groen en de bodem. Bij flexibiliteit moet voornamelijk gedacht worden of het eenvoudig aan te passen is. Denk hierbij aan kruisende kabels en leidingen of funderingen die in de grond zitten. Een krat is heel flexibel, hierbij kan bijvoorbeeld 1 krat verwijderd worden of 1 krat kan versmald worden.

Samenwerking discipline: De systemen moeten zowel aan civieltechnische als groene eisen voldoen. Afstemming tussen de afdelingen groen, verharding, kabels & leidingen en water is van cruciaal belang om te zorgen dat de behoeften van alle disciplines worden vervuld. Wanneer een krattensysteem geplaatst is kan er bijna grafwerkzaamheden meer worden uitgevoerd.

Materiaalkeuze: Voorkeur voor duurzame materialen, hoewel beperkingen zoals beschikbaarheid van alternatieven soms de keuze kunnen beïnvloeden. Belang gaan uit naar materialen die geen negatieve invloed hebben op de bodemkwaliteit.

Waterkwaliteit: Bewustwording van risico's zoals het instromen van chemische stoffen en strooi zout in de ondergrondse voorzieningen. Dit is schadelijk voor de beplanting.

Beheer en onderhoud: Regulier onderhoud van systemen, zoals het reinigen van eerste-flush kolken om vuil en slib te verwijderen. Hierbij wordt de eenvoud van beheer bekeken bij het kiezen van een systeem.

Risico's voor groen: Risico voor groen is het niet meer functioneren van de voorziening. Bij een krattensysteem dat de bomen voorziet van water heeft dit gevolgen op de bomen.

Klik hier om terug te gaan naar [§4.2 Expertinterviews](#) en hier om terug naar [§7.1 Criteria identificatie](#).

Interview Ben van de Ven

Klik hier om terug te gaan naar [§4.2 Expertinterviews](#) en hier om terug naar [§7.1 Criteria identificatie](#).

Geïnterviewde: Ben van de Ven - (afdeling ruimtelijke uitvoering adviseur verharding)

Interviewer: Lars Verschuren

Datum: 04-05-2023 13:00 – 13:30

Locatie: Stadhuis Tilburg

L: Hallo Ben, wat fijn dat u de tijd heeft om mij te woord te staan, dit waardeer ik enorm. Ik wil graag met u in gesprek over ondergrondse waterbergende voorzieningen binnen de gemeente Tilburg en de criteria van uw discipline, verharding, die hier van toepassing zijn in het besluitvormingsproces. Dit interview zal de vorm van een opengesprek krijgen om waar nodig is, de diepgang in te gaan. Als voorbereiding is er gekeken naar welke ondergrondse waterbergende voorzieningen en technieken binnen de gemeente Tilburg worden toegepast. Verder is er met een literatuurstudie onderzocht welke criteria toegewezen kunnen worden om ondergrondse waterbergende voorziening te vergelijken en beoordelen.

L: Ik wil graag beginnen met de vraag, wie is Ben van de Ven?

B: Ja goed, mijn naam is Ben van de Ven. Ik ben adviseur verharding hier bij de gemeente Tilburg en dit al meer dan 10 jaar. Ik ben begonnen als stagiaire bij de gemeente Tilburg en ik ben hier nooit meer weg gegaan. Ik ben tekenaar, voorbereider en bestekschrijver geweest. Ik beheer het basis bestek met een werkgroep. Ik houd het normboek bij en heb altijd in de civiele hoek en verharding gezeten. Ik ben de enige verhardingsadviseur binnen de gemeente Tilburg en ik zie dus in principe alle projecten, bestekken en contracten binnen de gemeente Tilburg.

L: Ik kan me voorstellen dat het zo zijn voordelen kent om overal zo in te zitten. Toch lijkt het me ook veel.

B: Soms is het veel en soms is het rustig. Het is maar net of er veel projecten worden opgestart. Het kan zich verspreiden. Het voordeel voor mij is dat is een overleg heb met mezelf. Wanneer ik in project x iets tegenkom wat niet gaat kan ik dat in project y aanpassen. Het geeft zo wel weer vrijheden en veel ervaringen die ik opdoe kan ik ook gelijk weer ergens borgen.

L: Ja, ik begrijp het. Oké, de opdracht die ik heb gekregen van de uit afdeling water is om duidelijkheid te brengen betreft ondergronds waterbergen. Omdat er inhoudelijk andere zienswijze heersen binnen de verschillende disciplines van de gemeente Tilburg is hier nog onduidelijkheid. Nu wil ik graag met u spreken over deze mogelijke onduidelijkheden en belangen bij diverse criteria aan ondergrondse waterbergende voorzieningen.

B: Oké, je hebt een rijbaan. Deze is dan van bakstenen, asfalt of betonstenen gemaakt. Waar gaan de krachten naartoe van verkeer op de rijbaan? Die gaan naar de fundering van de rijbaan. De Romeinen waren heel slim en die legde wegen en gebouwen bol aan. Dit is om de krachten op te vangen en naar de ondergrond te laten gaan. In de Willemtweestraat hebben we een krattensysteem onder de grond aangelegd met een minimale dekking van 75 centimeter. De rijbaan kan zijn krachtenspelt kwijt en hoe dieper je komt kunnen deze krachten zich verspreiden. Wanneer je water in de fundering brengt komt er een conflict. Door water in je fundering te brengen zijn er holle ruimtes nodig. Deze holle ruimte helpen niet met het spreiden van het krachtenspel en verzwakt zo de fundering. Dat is dus het spanningsveld tussen de waterafvoer en de wegfundering. In Tilburg hebben we een aantal proeven liggen, hier hebben we betonstraatstenen liggen. Aan de zijkant van deze betonstraatstenen is er ruimte voor neerslag om te infiltreren. Dit geeft ruimte voor water om door de constructie heen te gaan. Natuurlijk zal niet al het water daardoorheen gaan, ook zal het over het verhard naar de kolk stromen. Voor de kolk hebben ik en Sander Kossen een infiltratie kolk verzonnen. Mijn voorkeur is ook om de neerslag in de kolk te laten infiltreren dan door de wegconstructie zelf.

B: We hebben een onderzoek laten uitvoeren met beheer, waar we een waterbergende fundering hebben aangebracht. Hier gingen we in de straat het goede gele zandbed weghalen, er een doek in leggen waar stenen in geplaatst werden en deze zouden opgevuld worden. Het doek zou dicht gelegd worden en aan dit systeem zouden kolken worden aangesloten om de neerslag er naartoe te laten stromen. We kregen toen van Sweco te horen dat dit systeem niet zou werken aan gezien er zes gemeente onderzoeken zijn gestart, dit omdat het doek dichtslaat. Om problemen te voorkomen hebben we Q-bic kratten neergelegd in het groen. Daar zit ook

een doek omheen en dan kan je mij vragen dat doek gaat dan toch ook dicht slibben. Dat klopt vast alleen werk je hier niet met steenslag dat het doek al meteen vervuult.

B: De Q-bic kratten zie ik de laatste tijd ook vaak opduiken. Dan soms in een hofje onder de weg, dan denk ik wel ja oké. Het is dan niet de beste locatie dat vind ik namelijk onder een parkeervak.

L: Oké, ik zou stoep zeggen.

B: Kan ook, het liefste onder parkeervakken. Wanneer het systeem dan niet naar behoren functioneert hoeft niet de hele rijbaan afgesloten te worden enkel de parkeervakken. Je creëert wat overlast door minder parkeergelegenheid echter blijft de doorgang van de weg beschikbaar.

B: Waterberging in je fundering als die van Aquaflo werkt niet, als de fundering zie ik dan als de bovenste 40 centimeter. Er zijn wel enkele oplossingen zoals het menggranulaat aanpassen om wat extra holle ruimtes te creëren. Daar zie ik nog wel kansen in. Er wordt zo wel heel veel verzonnen maar ik stel dan de vraag wat heeft zich bewezen. Bijvoorbeeld de infiltratie kolk, die is een stuk dieper dan de traditionele kolk. Deze kolk heeft een infiltrerende wand net als de IT-riolering. Bij een kleine bui kan het zo zijn dat alles in de kolk blijft staan en rustig infiltreert. Pas bij een grotere bui zal de neerslag de riolering instromen. In het geval dat de infiltratie kolk niet functioneert is het risico voor het gehele watersysteem heel klein aangezien het systeem nog kan afvoeren. Vergeleken met een weg openbreken omdat daar het systeem niet werkt is een kolk vervangen minder belastend.

B: De beste oplossingen is in mijn ogen is ontharding. Er is een project waar twee trottoirs zijn, aan beide kanten van de weg een en dat was niet nodig. Hier hebben we kunnen bepalen dat een trottoir onnodig is en weg kan. Ik probeer heel goed te kijken waar de verharding weg gehaald kan worden voor ruimte voor groen.

B: Ik heb een proef opgevraagd op verschillende plekken om te kijken of het gele zand in Tilburg het water opneemt. Dat blijkt het te doen en door verharding weg te halen zal het water oppervlakkig infiltreren. Nu zouden we om een infiltrerende fundering aan te leggen het gele zand weghalen, alleen is dat koste efficiënt wanneer dat ook een bergende capaciteit heeft.

L: Oké, ik begrijp dat we dan inderdaad beter het gele zand daar kunnen laten liggen, werkende als fundering die ook meteen water kan bergen.

B: Ja, juist. Elke kubieke meter die je uit de grond verwijderd en afvoert is belastend. Daarom proberen we hier ook een grondbalans te behouden en grond dus in het project te houden.

L: Interessant. Hier heb ik nog niet over nagedacht. Het is mooi waar de verspillende disciplines binnen de gemeente mee bezig zijn. Met deze criteria kan er duidelijkheid worden gecreëerd in de mogelijkheden om het watervraagstuk aan te pakken. Aan welke criteria hecht u veel waarde?

B: Ik vind het belangrijk dat de weg het liefst niet vaker afgesloten moet worden dan normaal. Dit moet gebeuren wanneer er vervanging nodig is van bijvoorbeeld de fundering of ondergrondse waterbergende voorzieningen. Om dit dus te minimaliseren is een lange levensduur van belang. Om een lange levensduur te garanderen is inspectie en onderhoud noodzakelijk. Daarom is het belangrijk dat wat er onder de verharding komt beheert kan worden.

L: Ja, duidelijk.

B: Ook is het belangrijk dat de nutsbedrijven niet lomp gaan graven en bijvoorbeeld een waterbergende fundering of kratteninfiltratie veld beschadigd. We zijn niet de alleen gebruiker in de weg.

L: Ja. In het begin van mijn stage stond ik ervan te kijken hoe vaak het ging over fouten in de praktijk. Ik ging er van uit dat hier iets ontworpen en doorgevoerd kon worden en het zo uitgevoerd zou worden.

B: Ja, fouten wil ik het niet noemen. Het gaat anders dan gepland. Je hebt het zelf niet helemaal in de hand. Ik zat eens in een project waar we bijna klaar waren en het konden gaan opleveren maar er kwam een nutsbedrijf een sleuf er doorheen trekken. Ja er was iemand die recht had op een huisaansluiting. Zulke dingen gebeuren.

L: Ja, onvoorziene risico's. Ik wil u heel erg bedanken voor uw tijd en dit waardevolle gesprek. Ik ga nu als vervolg dit interview uitwerken in een woordelijke transcriptie. Deze zal ik nog terugkoppelen om te verifiëren of ik alles goed heb geïnterpreteerd. Ook zal ik een samenvatting voor de verschillende criteria die aanbod kwamen schrijven met de input van deze interview.



Figuur 45 **Toestemming B. van de Ven**

Criteria uit het interview:

Draagkracht: Krachten van verkeer op de rijbaan gaan naar de fundering van de weg. Bolle wegen en de funderingen worden traditioneel gebruikt om deze krachten op te vangen en naar de ondergrond te leiden. Het introduceren van water in de fundering kan conflicteren met de krachtenverdeling en de stabiliteit van de fundering aantasten.

Middelen gebruik: Behoud van een positieve grondbalans door grond in het project te behouden en niet te vervangen en afvoeren.

Levensduur: Lange levensduur van systemen is belangrijk om de weg zo min mogelijk af te sluiten voor vervanging van de ondergrondse waterbergende voorzieningen.

Inspectie en onderhoud: Inspectie en onderhoud zijn cruciaal voor een goede werking van de voorzieningen.

Nutsbedrijven: Samenwerking met nutsbedrijven is essentieel om schade aan ondergrondse voorzieningen te voorkomen tijdens graafwerkzaamheden. Dit kan door goede datamanagement wat gedeeld wordt met belanghebbenden.

Klik hier om terug te gaan naar [§4.2 Expertinterviews](#) en hier om terug naar [§7.1 Criteria identificatie](#).

Criteria uit onderzoek

Relevante criteria

Klik hier om terug te gaan naar [§7.1 Relevante criteria](#).

Tabel 16 - Relevante criteria

Criteria	Criteria beschrijving	Waarom relevant
1. Aanlegkosten	De initiële investeringen die nodig zijn om de waterbergende voorziening te ontwerpen en te bouwen. Het budget voor het beheer en de implementatie van ondergrondse waterbergende technieken worden vrijgemaakt binnen het Programma Water en Rioleringsbeheer. De kosten van installatie en onderhoud moeten in verhouding staan tot de voordelen van de voorziening. De investering moet tegen een aanvaardbare kostprijs (Bodegom, 2020), (Roosjen, 2017), (Lekkerkerk, 2020), (Verhoeven, 2023) & (Moonen, 2023)..	Deze criterium is relevant omdat de kosten voor van voorzieningen variëren.
2. Beheer	De benodigde frequentie de eenvoud van alles wat na het aanleggen van de voorziening nodig is om het functioneren tijdens de levensduur te behouden. Hier onder valt: inspectie, onderhoud, reiniging en componenten vervanging. Voorgoed beheer dient de voorziening goed bereikbaar te zijn. Voor de frequentie kan rekening worden gehouden met omgevingsfactoren zoals bomen en verkeer binnen het project (Floris Cornelis Boogaard, 2020), (Verhoeven, 2023), (Kossen, 2023), (Gijsselhart, 2023), (Moonen, 2023), (Kuhn, 2023), (Holman, 2023), (Baan, 2023), (Belt, 2023) & (Ven, 2023).	Deze criterium is relevant omdat verschillende voorzieningen verschillen in de mogelijkheid tot, benodigde vaardigheden en de benodigde frequentie van beheer.
3. Beheerkosten	De terugkerende kosten voor het beheer van het systeem om het goed te laten functioneren gedurende de levenscyclus. Om de beheerkosten te weten is het nodig om een beheerplan op te stellen (Bodegom, 2020), (Roosjen, 2017), (Lekkerkerk, 2020), (Verhoeven, 2023) & (Moonen, 2023).	Deze criterium is relevant omdat de beheerkosten en noodzaak tot beheer variëren per voorziening.
4. Beleving	Waterbergende voorzieningen kunnen een positieve bijdrage leveren aan de leefbaarheid van een gebied, bijvoorbeeld door de vergroening van de omgeving. De voorziening moet veilig zijn voor de omgeving en de gezondheid hiervan (Roosjen, 2017).	Deze criterium is relevant omdat de beleving van verschillende voorzieningen variëren.
5. Benodigde oppervlak op het maaiveld	De benodigde ruimte boven de voorziening op het maaiveld. Efficiënt gebruik van bovengrondse ruimte is van belang voor onder meer de stedelijke omgevingen (Gijsselhart, 2023) & (Baan, 2023).	Deze criterium is relevant omdat de benodigde ruimte varieert per voorziening.
6. Biodiversiteit	De impact van de voorziening op de biodiversiteit. Door het minimaliseren van verstoringen en het creëren van nieuwe ecosystemen wordt de biodiversiteit bevorderd (Roosjen, 2017) & (Belt, 2023).	Deze criterium is relevant omdat de impact van voorzieningen op de biodiversiteit variëren.
7. Draagkracht	Het gewicht wat de fundering kan dragen. Krachten gaan naar de fundering het introduceren van water in de fundering kan conflicteren met de krachtenverdeling en de stabiliteit van de fundering aantasten (Ven, 2023).	Deze criterium is relevant omdat de draagkracht van voorzieningen variëren.
8. Degeneratie	De nadruk ligt op het duurzaam omgaan met klimaatverandering, zoals het beperken van wateroverlast en verdroging. De voorziening dient de gehele levensduur efficiënt en effectief overtollig water op te nemen zonder significante achteruitgang door corrosie en roest van materialen en structuur van de voorziening (Bodegom, 2020), (Kossen, 2023) & (Moonen, 2023).	Deze criterium is relevant omdat de bestandheid tegen corrosie en roest varieert per voorziening.
9. Effectiviteit	De mate waarin de waterbergingsvoorziening effectief overtollig water opneemt en de functie voltooit (Bodegom, 2020) & (Baan, 2023).	Deze criterium is relevant omdat de systeemefficiëntie en effectiviteit varieert per voorziening
10. Efficiënte installatie	De maten waarin de voorziening efficiënt gelegd kan worden, er veel machines nodig zijn en de materialen moeten uitharden (Moonen, 2023).	Deze criterium is relevant omdat de efficiënte van installatie van de voorziening varieert.
11. Flexibel ontwerp	De mogelijkheid van het systeem om in het ontwerp flexibel bedacht en toegepast te kunnen worden. Dit kan door bijvoorbeeld losse componenten die om verschillende manieren aan elkaar gekoppeld kunnen worden (Bodegom, 2020), (Lekkerkerk, 2020), (Gijsselhart, 2023), (Moonen, 2023) & (Belt, 2023).	Deze criterium is relevant omdat ondergrondse waterbergende voorzieningen variëren in de flexibiliteit bij het ontwerp.
12. Functie combinaties	De mogelijkheid om de ondergrondse waterbergingsvoorziening meerdere functies te geven zoals bijvoorbeeld fundering (Bodegom, 2020) & (Ven, 2023)	Deze criterium is relevant omdat per voorziening de functiecombinatie varieert.

13. Gebruik materialen	De mate waarin het systeem gebruik maakt van duurzame en herbruikbare kwalitatieve materialen. Zonder de kwaliteit of levensduur van de voorziening of materiaal te minderen. Potentiële negatieve effecten op het milieu door gebruik van materialen zoals plastic moet geminimaliseerd worden. Dit is inclusief de CO ² -uitstoot bij productie en installatie (Lekkerkerk, 2020), (Kossen, 2023), (Holman, 2023), (Baan, 2023) & (Belt, 2023).	Deze criterium is relevant omdat het materiaalgebruik, kwaliteit en levensduur voor voorzieningen variëren.
14. Klimaatadaptatie	De maten waarin de voorziening bestand is tegen toekomstige uitdagingen, zoals klimaatverandering en extreme weersomstandigheden. Een ontwerp dat veerkrachtig is en kan omgaan met onverwachte uitdagingen. Dit vermindert de kans op schade en kan ervoor zorgen dat de levensduur verlengd wordt (Roosjen, 2017).	Deze criterium is relevant omdat de bestandheid tegen klimaatverandering en de benodigde veerkracht daarvoor van de voorzieningen varieert.
15. Levensduur en Vervanging	De periode waarin de voorziening functioneel blijft. Er wordt rekening met de vervangingstermijnen van de omliggende infrastructuur (Floris Cornelis Boogaard, 2020), (Ven, 2023), (Gijselhart, 2023) & (Baan, 2023).	Deze criterium is relevant omdat de levensduur van voorzieningen variëren.
16. Milieueffecten	De impact van de waterbergingsvoorzieningen op natuurlijke habitat en biodiversiteit. Er wordt gekeken de broeikasgassen tijdens productie, het transport en de installatie van de voorziening. Er wordt ook nagedacht over het verwijderen en verwerken van de voorziening na de levensduur (Bodegom, 2020), (Roosjen, 2017), (Lekkerkerk, 2020), (Baan, 2023) & (Belt, 2023).	Deze criterium is relevant omdat voorzieningen variërende in impact op de ecologie rondom de voorziening, in uitstoot van broeikasgassen en recyclebaarheid.
17. Risico's bij graven	Bij de aanleg van waterbergende systemen moet rekening worden gehouden met mogelijke verstoringen door toekomstig werk van nutsbedrijven aan kabels en leidingen. Ondergrondse waterbergende voorzieningen die verspreid over het oppervlak zijn aangebracht hebben meer kans op beschadigingen. Dit kan door goede datamanagement wat gedeeld wordt met belanghebbenden (Kuhn, 2023) & (Ven, 2023).	Deze criterium is relevant in het vergelijkingsproces omdat risico's voor graafwerkzaamheden variëren tussen voorzieningen
18. Robuustheid	Het ontwerp van de voorziening moet betrouwbaar zijn en rekening houden met potentiële risico's, zoals gevaarlijke situaties, wortelgroei en scheurvorming. De gevolgen die een slecht of niet werkend waterbergende voorziening heeft, moeten in het belang worden meegenomen (Moonen, 2023) & (Ven, 2023).	Deze criterium is relevant omdat de betrouwbaarheid en risico's van voorzieningen variëren per voorziening.
19. Technische haalbaarheid	De mogelijkheid om de waterbergende voorziening technisch te realiseren binnen de gegeven omstandigheden van de locatie. De complexiteit van de installatie en het is relevant want de praktijk moet de installatie goed uitgevoerd kunnen worden (Bodegom, 2020), (Verhoeven, 2023) & (Baan, 2023).	Deze criterium is relevant omdat per voorziening de benodigde vaardigheden en de beschikbaarheid hiervan bij de lokale aannemers variëren.
20. Toegankelijkheid	De mogelijkheid tot toegang naar de voorziening en alle te beheren componenten. Hier moet tijdens de ontwerpfase aan gedacht worden (Kossen, 2023).	Deze criterium is relevant omdat de toegankelijkheid van de voorziening varieert per voorziening.
21. Uitdagingen	De maten waarin de voorziening bestand is tegen toekomstige uitdagingen, zoals klimaatverandering en extreme weersomstandigheden. Een ontwerp dat veerkrachtig is en kan omgaan met onverwachte uitdagingen vermindert de kans op schade en kan ervoor zorgen dat de levensduur verlengd wordt (Verhoeven, 2023).	Deze criterium is relevant omdat de veerkracht van voorzieningen varieert.

Klik hier om terug te gaan naar [§7.1 Relevante criteria](#).

Niet relevante criteria

Klik hier om terug te gaan naar [§7.1 Niet relevante criteria](#).

Tabel 17 - Niet relevante criteria

Criteria	Criteria beschrijving	Waarom niet relevant
1. Adaptief vermogen	Het vermogen van de waterbergende voorziening om zich aan te passen aan veranderende omstandigheden en toekomstige behoeften. (Bodegom, 2020), (Lekkerkerk, 2020), (Gijselhart, 2023), (Moonen, 2023) & (Belt, 2023).	Aangezien dergelijke onduidelijkheden niet van toepassing zijn tijdens het moment van vergelijken heeft deze criterium geen invloed op het vergelijkingsproces. Wanneer de voorziening onder de grond ligt is de voorziening statisch.
2. Behoud van natuur	De positieve invloeden van de potentiële voorzieningen op de natuur en landbouw. Ondergrondse waterbergende voorzieningen kunnen minimale invloed hebben op het grondwaterpeil en de waterbalans in een gebied (Bodegom, 2020), (Roosjen, 2017), (Lekkerkerk, 2020), (Gijselhart, 2023), (Baan, 2023) & (Belt, 2023).	De impact van de voorzieningen op deze criterium is over het algemeen gelijk. De exacte invloed kan sterk afhankelijk zijn van de omgevingsfactoren en het specifieke terrein. Daarom is deze criterium niet relevant voor het vergelijkingsproces.
3. Benodigde ondergrondse ruimte	De hoeveelheid ruimte die de voorziening om in verschillende projecten toe te passen. Bij de aanleg van waterbergende systemen moet rekening worden gehouden met mogelijke verstoringen door toekomstig graafwerkzaamheden van nutsbedrijven aan bijvoorbeeld kabels en leidingen. Gebied (Kuhn, 2023) & (Baan, 2023).	De benodigde ondergrondse ruimte varieert per voorziening en vooral de benodigde capaciteit. De beschikbaarheid van ruimte en noodzaak voor capaciteit is afhankelijk van het gebied.
4. Bodem en Grondwaterkwaliteit	Bewustwording van risico's zoals het De kwaliteit van het water in de ondergrondse waterbergende voorziening heeft invloed op de bodem. Het beschermen van de waterkwaliteit is van cruciaal belang voor het milieu. Hoewel er geen formele eis is voor waterkwaliteit die infiltreert in ondergrondse voorzieningen, wordt er vanuit het waterschap en beleidsmakers aandacht besteed aan de kwaliteit van het geïnfiltreerde water. Het is de verantwoordelijkheid van de gemeente om ervoor te zorgen dat het ontwerp van het systeem de waterkwaliteit niet negatief beïnvloedt en de mogelijke verontreiniging verspreid. Instromen van chemische stoffen en strooi zout in de ondergrondse voorzieningen is schadelijk voor de beplanting (Floris Cornelis Boogaard, 2020), (Kossen, 2023), (Gijselhart, 2023) & (Belt, 2023).	In het geval van verontreiniging in de voorziening, is dit veroorzaakt door externe factoren die bij alle voorzieningen met dezelfde functie hetzelfde resultaten hebben. Daarom is deze criterium niet relevant voor het vergelijkingsproces.
5. Diepte van infiltratie	Hoe diep het regenwater doordringt in de bodem. Dit heeft invloed op de capaciteit van de voorziening en het grondwater aanvullen. Grondwater in de eerste meter onder het maaiveld is hangwater. Dit wordt aangevuld door infiltratie dicht onder het maaiveld. Planten met korte wortels profiteren hiervan (Lekkerkerk, 2020), (Floris Cornelis Boogaard, 2020) & (Kossen, 2023).	De diepte wat water kan infiltreren is niet afhankelijk van de voorziening, daarom is deze criterium niet relevant in het vergelijkingsproces.
6. Disciplinaire samenwerking	De interne samenwerking tussen de verschillende disciplines binnen de gemeente. De systemen moeten zowel aan civieltechnische als groene eisen voldoen. Afstemming tussen de afdelingen groen, verharding, kabels & leidingen en water is van cruciaal belang om te zorgen dat de behoeften van alle disciplines worden vervuld. Voor alle voorzieningen is de samenwerking tussen de disciplines relevant om de globale doelstelling te behalen. De verschillende disciplines hebben elk hun eigen doelstelling voor het projectgebied (Bodegom, 2020), (Verhoeven, 2023) & (Belt, 2023).	Deze doelstelling heeft geen directe invloed op het vergelijkingsproces. Deze doelstellingen zullen vertegenwoordigd worden door de verschillende relevante criteria in de multicriteria analyse.
7. Effectiviteit bij wateroverlast	De mate waarin de voorziening neerslag opvangend, laat infiltreren of buffert. Het behouden van de functionaliteit zoals het vermogen om water snel te verwerken om wateroverlast te voorkomen. (Bodegom, 2020), (Verhoeven, 2023) & (Baan, 2023).	Alle ondergrondse voorzieningen moeten effectief zijn bij hevige neerslag. Dit is een fundamentele vereiste voor de ondergrondse waterbergende voorzieningen. Wanneer de dit niet het geval is wordt de voorziening niet vergeleken.
8. Hittestress	De rol van deze voorzieningen in het verminderen van hittestress door verkoeling. Ondergrondse infiltratievelden dragen indirect bij aan het verminderen van hitte stress door bomen te voorzien van water. Deze bomen laten het water verdampen en creëren schaduw (Roosjen, 2017), (Kossen, 2023) & (Holman, 2023).	De impact van een voorziening op de temperatuur in de omgeving is minimaal. Ook is de afname van het stedelijke hitte-eilanden over het algemeen moeilijk meetbaar. Het is aannemelijk dat tussen de ondergrondse waterbergende voorziening dit effect niks scheelt. Daarom is deze criterium niet relevant voor het vergelijkingsproces. Verkoelingseffect

		wordt niet als een belangrijk criterium beschouwd, maar eerder als een mogelijk positieve bijwerking.
9. Leefbaarheid	Leefbaarheid en beleving: het criterium leefbaarheid en beleving is consistent in zijn resultaten. Alle ondergrondse voorzieningen dragen bij aan het verminderen van wateroverlast en bevorderen dus de leefbaarheid (Roosjen, 2017).	De afnamen van wateroverlast en waterschade zal bij ondergrondse waterbergende voorzieningen gelijk zijn door het overeenkomende resultaat. Daarom is deze criterium niet relevant voor het vergelijkingsproces.
10. Middelen gebruik	Het gebruiken van middelen zoals grond. Behoud van een positieve grondbalans door grond in het project te behouden en niet te vervangen en afvoeren is duurzaam. (Ven, 2023)	grond die wordt uitgegraven en aangevuld tijdens constructie. Dit is niet specifiek voor de voorzieningen zelf, maar eerder afhankelijk van de algemene omgevingsomstandigheden. Hierdoor kan dit criterium niet als een onderscheidende factor worden gebruikt bij het vergelijken van ondergrondse waterbergende voorzieningen.
11. Slibvorming	De sedimentatie van organische deeltjes die op de bodem en tegen de wanden achter blijven. De slibvorming kan beperkt worden door randonderdelen zoals een zandvang. De slibvorming wordt vaak beïnvloed door omgevingsfactoren, zoals de aanwezigheid van sedimentatiebronnen. Dit heeft invloed op de noodzaak van beheer om de capaciteit van de voorziening te waarborgen. In geval van infiltratie is slibvorming een cruciaal probleem voor de werking van de voorziening (Floris Cornelis Boogaard, 2020), (Verhoeven, 2023), (Kossen, 2023), (Gijsselhart, 2023), (Moonen, 2023), (Kuhn, 2023), (Holman, 2023), (Baan, 2023), (Belt, 2023) & (Ven, 2023).	Aangezien slibvorming niet direct varieert op basis van de ondergrondse waterbergende voorziening, is dit geen criterium dat geschikt is voor het vergelijken van deze voorzieningen. Afvoerende systemen hebben aanzienlijk minder last van slib door de niet infiltrerende eigenschap.
12. Voorzuivering	Een zandvang, first flush of een andere component dat de neerslag van vervuiling filtert. Deze zuivering is van belang voor het behoud van de capaciteit en mogelijk de werking. Het scheelt beheer aan de voorziening echter moet de voorzuivering wel worden beheerd (Floris Cornelis Boogaard, 2020), (Gijsselhart, 2023), (Holman, 2023) & (Belt, 2023).	Een voorzuivering is standaard bij ondergrondse voorzieningen. Dit maakt geen verschil tussen voorzieningen.
13. Waardeverandering van vastgoed	De mogelijke veranderingen in waarde van de vastgoed als gevolg van de bouw of werking van de installatie. Dit kan voorkomen bij structureel minder wateroverlast. Dit is van invloed op de acceptatie en economische aspecten van de voorziening (Verhoeven, 2023).	De waardeverandering zal bij ondergrondse waterbergende voorzieningen gelijk zijn door het overeenkomende resultaat. Daarom is deze criterium niet relevant voor het vergelijkingsproces
14. Water verwerk snelheid	Het vermogen van de waterbergende voorziening om een bepaalde hoeveelheid water te verwerken. Bij het implementeren van ondergrondse infiltratie voorzieningen is het essentieel om rekening te houden met de infiltratiecapaciteit van de bodem. Verder maken de diameters van de voorziening verschil in de verwerkingscapaciteit (Bodegom, 2020), (Lekkerkerk, 2020) & (Gijsselhart, 2023)	De waterverwerkingsnelheid is sterk afhankelijk van de eigenschappen van de bodem en andere omgevingsfactoren. Dit aspect wordt voornamelijk bepaald door de omgevingsfactoren en niet de variatie tussen de ondergrondse waterbergende voorzieningen. De diameters worden dynamisch berekend op de omgeving en zijn flexibel in de meeste voorzieningen. Hierom is deze criterium niet geschikt voor het vergelijkingsproces.
15. Wateropslag capaciteit	Het totale volume water dat de ondergrondse waterbergingsvoorziening kan bevatten. Dit wordt gemeten in kubieke meters. (Bodegom, 2020) & (Lekkerkerk, 2020)	Binnen projecten worden eisen gesteld aan de benodigde waterberging. Wanneer voorzieningen niet aan deze eisen voldoen worden deze al uitgesloten van het vergelijkingsproces. Voorzieningen met een hoger bergingspercentage zullen niet het verschil maken in het vergelijkingsproces. Daarom valt deze criteria af.
16. Zuiverende eigenschappen	De water zuiverende werking van de voorziening. Ondergrondse waterbergende voorzieningen hebben over het algemeen geen zuiverende eigenschappen. Enkel voorzieningen die specifiek zijn ontworpen voor het zuiveren met bijvoorbeeld schelpen hebben hier invloed. In het geval dat deze eigenschappen wenselijk zijn voor de voorziening kan dit zo ontworpen worden (Lekkerkerk, 2020).	Hierin verschillen de voorzieningen minimaal en daarom is deze criterium niet relevant voor het vergelijkingsproces.

Klik hier om terug te gaan naar [§7.1 Niet relevante criteria](#).

Hoofdstuk 8 essentiële criteria voor vergelijking

Klik hier om terug te gaan naar [§4.3 Workshop](#) en hier om terug naar [§8.1 Essentiële criteria](#).

Workshop (1)

In deze paragraaf is de voorbereiding van de workshop (1) te lezen. Onder de aspecten en criteria staan de inzichten en opmerkingen die tijdens de workshop (1) naar boven kwamen. Deze inzichten en opmerkingen zijn in het grijs geformuleerd om duidelijk verschil te maken tussen de voorbereiding en inzichten.

Aspect ontwerp

Aspect ontwerp is gericht op het tot stand brengen van de waterbergende voorziening. Het omvat alle stappen en activiteiten die noodzakelijk zijn om het ontwerp van de voorziening te maken en om te zetten in een fysieke structuur die operationeel is. Het realisatieproces begint bij het ontwerpen van de ondergrondse waterbergende voorziening en eindigt wanneer deze in werking is genomen.

Opmerking(en) van ...:

Een belangrijk ontwerp aspect is het selecteren van een type waterbergende voorziening dat vaker is toegepast binnen de gemeente. Hierdoor kan gebruik worden gemaakt van de bestaande kennis en ervaring met betrekking tot de realisatie en aanleg van dit type voorziening. Dit kan leiden tot een efficiënter en succesvoller realisatieproces, waarbij eventuele uitdagingen en obstakels al bekend zijn en adequaat kunnen worden aangepakt.

Efficiënte materiaalkeuze: beoordeelt de duurzaamheid, weersbestendigheid en recyclebaarheid van materialen. Efficiënt gebruik van materialen draagt bij aan duurzaamheid en kostenbesparingen. De gebruikte materialen moeten duurzaam, bestand tegen weersinvloeden en recyclebaar. Daarnaast moet het ontwerp zo min mogelijk materiaal gebruiken zonder de functionaliteit negatief te beïnvloeden. Dit is bevorderend voor de kostenbesparing en zal bijdragen aan duurzaamheid. Het efficiënt omgaan met materialen is belangrijk, maar heeft niet altijd de hoogste prioriteit ten opzichte van andere factoren zoals veiligheid en gezondheid. Hierbij wordt rekening gehouden met de toenemende vraag en noodzaak om duurzaam om te gaan met materialen.

Opmerking(en) van ...:

Wanneer containerbegrip duurzaam(heid) wordt uitgeschreven zal de omschrijving van de criteria verduidelijken. Voorbeelden van termen die gebruikt kunnen worden zijn degenereren of lage MKI.

Onderdeel 'bestand tegen weersinvloeden' heeft niet veel invloed op de voorziening. Dit omdat de voorziening ondergronds is en ontworpen is om neerslag en dus weersomstandigheden op te vangen.

Opmerking(en) van ...:

Deze criterium is breed en heeft overlap met andere criteria. Om dubbele score in het vergelijkingsproces te voorkomen is het essentieel om de criterium efficiënte materiaalkeuze op te splitsen. Dit kan gedaan worden door in criteria materiaal kwaliteit, materiaal ecologie deze factoren te beoordelen.

Kosten voor omwonenden: is het minimaliseren van negatieve effecten en kosten op omwonenden tijdens werkzaamheden aan de voorziening. Deze criterium beïnvloed de acceptatie van de voorziening onder omwonende. Het is belangrijk om verstoringen tijdens de bouw en verhoogde onderhoudskosten voor omwonenden zoveel mogelijk te beperken. Door het minimaliseren van deze kosten en negatieve gevolgen wordt de acceptatie en het succes van de waterbergingsvoorziening vergroot.

Opmerking(en) van ...:

In het geval dat de weg in geheel wordt gepakt, is de verstoring toch al in gang. Op dit moment zijn de negatieve effecten van de voorziening voor omwonende niet prominent. Het onderdeel 'verhoogde onderhoudskosten' voor omwonende is niet relevant. Dit omdat de omgeving niks te maken heeft met het onderhoud van ondergrondse waterbergende voorzieningen.

Opmerking(en) van ..

Wanneer een verstoring langer duurt door bijvoorbeeld ingewikkelde aanleg, heeft de omgeving hier wel mee te maken. Dit kan bepalend zijn wanneer de hoofdwegenstructuur hier onder leidt. In criterium 'benodigde vaardigheden van werknemers' wordt dit beoordeeld. Criterium kosten voor omwonenden kan beter 'verstoring omgeving' worden. In deze criterium zal de verstoring van de voorziening beoordeeld kunnen worden.

Opmerking(en) van ...:

Bij werkzaamheden aan de voorziening hebben omwonende geen directe kosten. Deze kosten worden gemaakt door de gemeente en betaald met belastinggeld. Dit wordt gebudgetteerd in het begin van het project met het beschikbare bedrag uit het programma water en riolering. De omwonende moeten de werkzaamheden dulden. De resultaten van de voorziening en dus werkzaamheden zijn om de omgeving te verbeteren.

Opmerking(en) van ...:

Kosten is een criterium op zich. De kosten van de voorziening in de realisatiefasen moet in die aspect worden beoordeeld.

Benodigde vaardigheden van werknemers: is gericht op de benodigde vaardigheden van lokaal aannemers voor het werken met de voorziening. Lokale Kennis en vaardigheid verminderen de kosten en verhoogt de efficiëntie. Deze criterium beoordeeld of er een trainingsprogramma beschikbaar of nodig is om te werken met de voorziening. Problemen met installatie en beheer zouden negatieve gevolgen hebben in de praktijk.

Opmerking(en) van...:

Zoals opgemerkt bij criterium 'kosten voor omwonenden' heeft ingewikkelde aanleg, impact op de omgeving. Door de benodigde vaardigheden te vergelijken kan de voorziening beoordeeld worden op de impact voor de omgeving.

Opmerking(en) van ...:

Deze criterium is nu gericht op de totale benodigde vaardigheden. Om te voorkomen dat de beoordeling dubbel zal zijn kan deze criterium worden opgesplitst onder aspecten ontwerp en levensduur.

Opmerking(en) van ...:

Binnen de gemeente gaat de voorkeur uit naar een beperkte aantal varianten van ondergrondse waterbergende voorzieningen. Wanneer er een beperkt aantal varianten zijn zullen de benodigde vaardigheden voor werkzaamheden aan deze voorzieningen beter bekend zijn.

Functiecombinaties: is De mogelijkheid om de ondergrondse waterbergingsvoorziening meerdere functies te geven zoals bijvoorbeeld de fundering.

Opmerking(en) van ...:

Deze criterium is relevant omdat per voorziening de functiecombinatie mogelijkheid varieert. Met het combineren van de functie kan er bespaard worden op kosten.

Kosten: beoordeelt kosteneffectiviteit voor ontwerp en implementatie, terwijl veiligheid en duurzaamheid worden gehandhaafd. Het is belangrijk dat het ontwerp kostenefficiënt is en besparingen op de lange termijn oplevert. Dit kan zijn door bijvoorbeeld kostenbesparingen op onderhoud of het voorkomen van waterschade. Daarnaast is het streven om het project uit te voeren binnen het vastgestelde beschikbare budget om financiële risico's en vertragingen te voorkomen.

Opmerking(en) van ...:

Zoals bij criterium 'kosten voor omwonenden' al wordt aangegeven zal criterium 'kosten' afgebakend moeten worden. Binnen deze criterium moet er gekeken worden naar de kosten van de voorziening in het realisatie proces.

Opmerking(en) van ...:

Kostbesparing op onderhoud kan inderdaad de TCO (Total Costs of Ownership) verlagen.

Benodigd oppervlak op het maaiveld: beoordeelt de benodigde ruimte boven de voorziening op het maaiveld. Efficiënt gebruik van bovengrondse ruimte is van belang voor onder meer de stedelijke omgevingen. Een compact ontwerp dat minimale bovengrondse ruimte inneemt zal voordelig zijn voor het integraal inpassen van de voorziening.

Opmerking(en) van ...:

De voorkeur binnen de gemeente Tilburg gaat uit naar bovengronds water bergen. In veel gevallen in binnen het stedelijk gebied is dit niet mogelijk door beperkte ruimte. In dat geval moeten we kijken naar ondergronds water bergen. Dit betekent dat in projecten waar ondergrondse bergende voorzieningen worden toegepast weinig ruimte is op het maaiveld.

Samenwerking externe partijen: deze criterium heeft betrekking op de samenwerking tussen de gemeente en externe partijen zoals nutsbedrijven. In de situatie dat nutsbedrijven die kabels en leidingen beheren, graafwerkzaamheden uitvoeren moet de communicatie goed zijn. Ondergrondse waterbergende voorzieningen die verspreid over het oppervlak zijn aangebracht hebben meer kans op beschadigingen bij graafprocessen en reconstructie van de omgeving.

Opmerking(en) van ...:

Deze criterium is van toepassing op het beheer en vooral de levensduur van de voorziening. Daarom kan deze criterium beter onder aspect 'levensduur' worden beschreven.

Aspect beheer

Aspect beheer richt zich op het beheer van de waterbergende voorziening na implementatie. Het beheer van waterbergende voorzieningen is van cruciaal belang voor het effectief functioneren en behouden van de vereiste doelen. Het omvat een breed scala aan activiteiten zoals het monitoren van de prestaties en conditie, het treffen van mogelijke aanpassingen of verbeteringen en het reinigen van het reinigen van het systeem.

Opmerking(en) van ...:

Onderhoudsvrije systemen zijn duurzaam in de beheerfase maar mogelijk niet in productie en aanlegfase. Daarnaast moet er ook nagedacht worden over herbruikbaarheid van de materialen.

Opmerking(en) van...:

Binnen dit aspect kan standaardisatie van systemen in relatie tot beheerbaarheid beschreven worden. Door de variatie in systemen binnen de gemeente te beperken zijn de ondergrondse waterbergende voorzieningen makkelijker te beheren. Dit zal zijn omdat de benodigde vaardigheden door ervaring beschikbaar zullen zijn.

Veiligheid: is de beoordeling van veiligheidsaspecten in de constructie en het beheer om gebruikers en omwonenden te beschermen. Het waarborgen van een veilige werkomgeving tijdens de constructie is van groot belang om de gezondheid en veiligheid van de werknemers te beschermen. Veiligheidsrisico's kunnen vertragingen en extra kosten meebrengen. De voorziening moet onbedoelde toegang tot de installatie voorkomen om ernstige veiligheidsrisico's te vermijden. Het gebruik van veilige materialen bij de constructie is essentieel om de veiligheid en gezondheid te waarborgen.

Opmerking(en) van ...:

We accepteren geen systemen die onveilig zijn. Daar moeten wij als gemeente aan de voorkant op toetsen. Daarom is deze criterium niet relevant voor het vergelijkingsproces.

Risicobeheer: is gericht op het identificeren van mogelijke risico's en implementeren van maatregelen om gevaarlijke situaties te minimaliseren. De gemeente Tilburg heeft belangen op het gebied van risicobeheer en het is essentieel dat het ontwerp hierop aansluit om mogelijke gevaarlijke situaties door falen te voorkomen. De maten waarin de voorziening bestand is tegen toekomstige uitdagingen, zoals klimaatverandering en extreme weersomstandigheden. Een ontwerp dat veerkrachtig is en kan omgaan met onverwachte uitdagingen vermindert de kans op schade en kan ervoor zorgen dat de levensduur verlengd wordt.

Opmerking(en) van ...:

De criterium 'risicobeheer' overlapt met criterium 'veiligheid'. Zorg voor een duidelijke afbakening in de omschrijving van de criteria om te verduidelijk welke factoren een rol spelen in de beoordeling. Zoals in criterium veiligheid geconcludeerd is worden voorzieningen die niet veilig zijn niet geïmplementeerd. Risico's zoals draagkracht zijn relevant. De belastbaarheid van de voorziening kan variëren. Een rioolbuis is bijvoorbeeld beter bestand tegen een punt- en totaalbelasting dan een krattensysteem. Denk hierbij aan het afstempelen van een zware hijskraan op maaiveld.

Opmerking(en) van ...:

Binnen de gemeente Tilburg wordt gewerkt met een risico gestuurd beheer programma. Er wordt gekeken naar het gevolg van falen van de voorziening. Wanneer dit gevolg aanzienlijk is wordt de voorziening meegenomen in het beheer programma. Dit is afhankelijk van het gehele watersysteem en niet van de voorziening zelf. We accepteren geen systemen die bekende risico's met zich hebben. Daar moeten wij als gemeente aan de voorkant op toetsen. Daarom is deze criterium niet relevant voor het vergelijkingsproces.

Opmerking(en) van ...:

Criterium 'risicobeheer' kan verander worden naar criterium 'draagkracht'. Deze criterium past beter in technisch aspect. In de ontwerpfase van de voorziening moet hieraan gedacht worden.

Toegankelijkheid: is de mogelijkheid tot toegang in de voorziening. Het ontwerp van de voorziening dient rekening te houden met de toegankelijkheid tot de componenten van het systeem. Dit is belangrijk voor het beheer en indirect de levensduur. De toegankelijkheid moet zonder obstakels of beperkingen zijn die het onderhoud bemoeilijken.

Opmerking(en) van ...:

Deze criterium is belangrijk in het vergelijkingsproces. Hier kan het verschil worden gemaakt tussen diverse systemen.

Opmerking(en) van ...:

Deze criterium moet goed afgebakend worden. Met het beoordelen van 'toegankelijkheid' wordt indirect beheer beoordeeld. Door te beschrijven dat enkel de toegang van de voorziening beoordeeld wordt kan dit gedaan worden.

Opmerking(en) van ..:

Deze criterium past beter in aspect levensduur. Dit omdat in de toegang veel invloed heeft op de mogelijkheid tot beheer.

Opmerking van Lars Verschuren:

Dit aspect wordt al behandeld in onderhoudsnoodzaak, het is vanzelfsprekend dat de toegankelijkheid er moet zijn wanneer de voorziening onderhouden moet worden. Daarom valt deze criterium af.

Waardeverandering van vastgoed: is de stijging of daling van de vastgoedwaarde in de omgeving als gevolg van de bouw of werking van de voorziening. De voorziening kan invloed hebben op de leefbaarheid en aantrekkelijkheid van de omgeving. Dit kan door minder wateroverlast, minder hitte stress en groenere omgeving.

Opmerking(en) van ...:

Deze criterium is niet relevant bij ondergrondse waterbergende voorzieningen. Het aantonen van minder hitte stress en verbeterde leefbaarheid is moeilijk in de praktijk.

Opmerking(en) van...:

Wanneer er Blue Labels worden uitgegeven kan een pand meer waard worden. Dit als een voorziening zorgt voor minder wateroverlast. Dit zal per ondergrondse waterbergende voorziening geen verschil maken.

Opmerking(en) van ...:

Ondergrondse bergende systemen zullen niet (veel) bijdragen aan verkoeling of een groenere omgeving. Ook hierom is deze criterium niet relevant in het vergelijkingsproces.

Vermindering van waterschade: is de potentiële kostenbesparingen als gevolg van het voorkomen van waterschade. Dit wordt gerealiseerd door het opvangen van overtollige neerslag. Wateroverlast kan leiden tot schade aan eigendommen en infrastructuur. Door een effectieve berging te ontwerpen en te implementeren, kan de gemeente Tilburg waterschade beperken.

Opmerking(en) van ...:

Ook deze criterium help niet bij het onderscheiden van ondergrondse voorzieningen. Het type voorziening zal verschil maken in waterschaden door de overheen komende resultaten.

Preventief onderhoud: is de mogelijkheid en benodigdheden van preventief onderhoud. Voorzieningen die in het onderhoudsregime mee kunnen zullen beter scoren op deze criterium. Hoewel traditioneel onderhoud belangrijk is, kan preventief onderhoud bijdragen aan het verminderen van onverwachte falen. Preventief onderhoud kost geld maar kan resulteren in kostenbesparing en een langere levensduur.

Opmerking(en) van ...:

Hoe hoger de frequentie van onderhoudsmaatregelen hoe hoger de kosten. Preventief onderhoud kan kosten aan corrigerend onderhoud drukken maar soms is het kosten efficiënt om enkel corrigerend onderhoud toe te passen.

Opmerking(en) van ...:

Deze criterium zal verschil tussen bijvoorbeeld infiltratieriolen, kratten of watershell maken. De noodzaak om preventief te reinigen om de efficiëntie van het systeem te regenereren zal tussen ondergrondse waterbergende voorziening variëren.

Opmerking(en) van ...:

Deze criterium moet goed afgebakend worden. Met het beoordelen van 'preventief onderhoud' wordt bedoeld op de noodzaak en gevolg van preventief onderhoud.

Materiaalkwaliteit: is de kwaliteit van de gebruikte materialen. De kwaliteit van materialen binnen verschillende voorzieningen variëren. Materialen die bestand zijn tegen slijtage en corrosie verminderen de behoefte aan frequente vervanging waardoor de levensduur van de voorziening wordt beïnvloed.

Opmerking(en) van ...:

Zoals beschreven is in criterium 'efficiënt materiaalkeuze' is het hier belangrijk om dubbele score in het vergelijkingsproces te voorkomen.

Beheerkosten: zijn de kosten die gemaakt worden bij het beheren van de voorziening gedurende de levenscyclus. Het minimaliseren van beheerkosten draagt bij aan de financiële haalbaarheid van het project.

Opmerking(en) van ...:

Zoals bij criterium 'kosten voor omwonenden' en 'kosten' wordt aangegeven zal criterium 'kosten' afgebakend moeten worden. Binnen deze criterium moet er gekeken worden naar de kosten van de voorziening in het beheerproces.

Aspect levensduur

Aspect levensduur evalueert criteria die bijdragen aan de levensduur van de waterbergende voorziening. Het streven voor ondergrondse waterbergende voorzieningen is een zo lang mogelijke levensduur. Dit is belangrijk om de functie van het maaiveld boven de ondergrondse waterbergingsvoorziening intact te laten. Een korte levensduur kan hogere kosten opleveren door vervanging en de bijkomende werkzaamheden. Dit aspect is van belang voor het bevorderen van de duurzaamheid in het project gebied

Opmerking(en) van ...:

Zolang de voorziening niet verslechtert en de effectiviteit van het systeem wordt verlengd is er spraken van een langere levensduur.

Opmerking(en) van ...:

Aspect 'beheer' en 'levensduur' hebben veel overlap met elkaar. Om indirecte invloeden van het beheer op de levensduur in het beoordelingsproces te voorkomen kunnen deze aspecten worden samengevoegd.

Reiniging: is de effectiviteit van het reinigen van de ondergrondse waterbergende voorziening. De mogelijkheid en efficiëntie van het beheren, inspecteren en reinigen is essentieel voor de effectiviteit en levensduur van de voorziening. Reiniging draagt positief bij aan de levensduur en effectiviteit van de voorziening. Het is positief wanneer reiniging van de voorziening niet noodzakelijk is om de effectiviteit te waarborgen.

Opmerking(en) van ...:

Zoals bij de aspect 'levensduur' is gezegd heeft deze criteria overlapping. Deze criteria hoort volledig bij onderhoud of levensduur. Nu wordt deze criteria dubbel behandeld.

Bestandheid tegen corrosie en roest: is de weerstand tegen corrosie en roest van materialen en de voorziening. Dit is essentieel om de effectiviteit en levensduur van de voorziening te waarborgen. De voorziening moet bestand zijn tegen influx van de bodem bodemerrosie, rekening houdend met de specifieke belastingen van zwaar vrachtverkeer. Het is van cruciaal belang dat de voorziening robuust is om de belastingen te weerstaan. Dit om geen schade aan zowel de waterbergingsvoorziening als de verharding op het maaiveld te voorkomen.

Opmerking(en) van ...:

Bij dit criterium moet gekeken worden naar de gebruikte materialen. Roest is meestal een gevolg van oxidatie van materialen, zoals bijvoorbeeld ijzer. Aangezien de ondergrondse waterbergende voorzieningen niet gemaakt zijn uit metalen, lijkt roest niet relevant. Corrosie treedt vaak op bij aanwezigheid van zure omstandigheden in het watersysteem. Naar mijn inzicht lijkt deze specifieke criterium niet van toepassing te zijn.

Opmerking(en) van ...:

Erosie en degeneratie van materiaal zijn mogelijk goede termen die hier gebruikt kunnen worden.

Robuustheid: is het consistent en zonder storingen functioneert van de voorziening. Deze criterium wordt beoordeeld aan de hand van de kwaliteit van de voorziening, inclusief de gebruikte materialen en constructie. De beoogde functies van de voorziening dienen de gehele levensduur vervuld te worden zonder onverwachte uitval of verminderde prestaties. Een gebrek aan betrouwbaarheid kan leiden tot onderhoudskosten en verlies van functionaliteit. Dit kan leiden tot negatieve gevolgen op andere criteria zoals veiligheid en systeemefficiëntie. Daarom moet de voorziening een hoge mate van betrouwbaarheid hebben, met robuuste materialen en componenten die bestand zijn tegen degeneratie. Dit kan bijdragen aan besparing op financiële uitgaven op de lange termijn door het verminderen van reparaties en vervangingen van onderdelen.

Opmerking(en) van ...:

Binnen deze criterium worden factoren genoemd die beoordeeld worden in andere criteria. Deze criterium kan beter opgesplitst worden in 'materiaal kwaliteit', 'onderhoudskosten', 'functionaliteit', 'veiligheid' en 'systeemefficiëntie' om overlap te voorkomen.

Levensduur materiaal: is de periode waarin de materialen functioneel blijven. Dit criterium evalueert de levensduur van de gebruikte materialen en de frequentie van vervanging van verschillende componenten. Het doel is om materialen te selecteren die bestand zijn tegen slijtage, zodat de voorziening langdurig en efficiënt kan functioneren.

Opmerking(en) van ...:

Er zit in deze criterium overlapping tussen criteria 'betrouwbaarheid' en 'materiaal kwaliteit'. Om te voorkomen dat deze criteria dubbel worden beoordeeld kan criterium 'levensduur materiaal' verwerkt worden in criterium materiaal kwaliteit.

Veerkracht: is de maten waarin de waterberging bestand is tegen toekomstige uitdagingen, zoals klimaatverandering en extreme weersomstandigheden. Een ontwerp dat veerkrachtig is en kan omgaan met onverwachte uitdagingen. Dit vermindert de kans op schade en kan ervoor zorgen dat de levensduur verlengd wordt. Daarnaast kan er binnen het ontwerp rekening worden gehouden met technologische veranderingen, zoals nieuwe materialen of technieken voor waterberging.

Opmerking(en) van ...:

Veerkracht is een eigenschap van systemen maar eenmaal in de grond is de voorziening statisch. Hierdoor is deze criterium overbodig.

Aspect hydraulische werking

Aspect hydraulische werking omvat de evaluatie van verschillende aspecten met betrekking tot de hydraulische prestaties van waterbergende voorzieningen. Er wordt gekeken naar de efficiëntie van de voorziening om grote neerslag te kunnen verwerken en het vermogen van de voorziening om water geleidelijk af te voeren. Dit zorgt ervoor dat het rioleringsstelsel niet overbelast raakt. Een optimale afvoercapaciteit voorkomt dat het water te snel wordt geloosd, waardoor de druk stroomafwaarts beperkt wordt. Een evenwichtige afvoer draagt bij aan een effectief waterbeheer en minimaliseert de impact op het watersysteem.

Opmerking(en) van ...:

Hydraulische werking verwijst naar de interactie en het gedrag van vloeistoffen, zoals water, binnen een systeem. In de context van waterbergende voorzieningen heeft hydraulische werking betrekking op hoe effectief een systeem water kan reguleren om wateroverlast te voorkomen.

Systeemefficiëntie/functionaliiteit: is de effectiviteit van de voorziening betreft het opslaan en afvoeren van neerslag om wateroverlast te minimaliseren. Een hoog niveau van systeemefficiëntie en functionaliteit is van groot belang voor het succes van de waterbergingsvoorziening.

Opmerking(en) van ..

Dit moet je zien als de capaciteit van de voorziening en infiltrerend vermogen per kubieke meter voorziening. Dit doe je door te kijken naar de inloop van verhard oppervlak per kubieke meter bergingsvoorziening.

Opmerking(en) van ...:

Ook deze criterium help niet bij het onderscheiden van ondergrondse voorzieningen. De benodigde capaciteit is een eis en de efficiëntie waarmee de voorziening neerslag verwerkt zal weinig variëren. Enkel de infiltratie heeft hier invloed echter dit is door de bodem en zal dus niet variëren in voorzieningen.

Flexibel ontwerp: Is de maten waarin het ontwerp van de voorziening aangepast kan worden aan de hand van omstandigheden en eisen om een effectieve werking te behouden. Het vermogen om de voorziening aan te passen kan helpen om de levensduur van de voorziening te verlengen. Ook helpt het met het blijven voldoen aan de behoeften van de omgeving.

Opmerking(en) van ...:

De verwachtingen zijn dat alle ondergrondse waterbergende systemen net zoals bij criterium 'compatibel' tot een zekere maten uit te breiden zijn. Daarom is ook deze criterium niet relevant voor het vergelijkingsproces.

Opmerking(en) van ...:

Ook bij criterium 'veerkracht' worden factoren als aanpassingen in het bestaande systeem beschreven. Een eigenschap van ondergrondse bergende voorzieningen is dat ze statisch zijn. Hierdoor is deze criteria overbodig.

Aspect impact op milieu/ecologie

Aspect impact op milieu/ecologie richt zich op het minimaliseren van negatieve milieueffecten van de waterbergende voorziening op de ecologie. Het hoofddoel van dit aspect is het waarborgen van milieuvriendelijkheid en milieubevordering gedurende de gehele levenscyclus.

Opmerking(en) van ...:

De naam van dit aspect kan veranderd worden naar milieu. De naam milieu communiceert beknopt en helder dat dit aspect gaat over het evalueren en minimaliseren van de effecten op het milieu, inclusief ecologische aspecten. Het vermijdt overbodige herhaling en zorgt voor een beter begrip van waar het criterium zich op richt.

Milieuvriendelijk gebruik van materiaal en middelen: is het gebruiken van materialen en middelen die minimaal belastend zijn op het milieu. Dit criterium beoordeelt zowel het milieuvriendelijke gebruik van materiaal als het efficiënte gebruik van middelen. De selectie van duurzame materialen en efficiënt gebruik van middelen draagt bij aan milieubescherming en kostenbesparingen. Ook

wordt het efficiënt en duurzaam gebruik van middelen zoals de bodem en de omgeving beoordeeld. Het doel is om materialen te selecteren die een minimale negatieve impact hebben op het milieu gedurende de levensduur van de voorziening.

Opmerking(en) van...:

Binnen de context van de gemeente Tilburg hebben we te maken met een specifieke uitdaging op het gebied van circulariteit. Hierbij staat het hergebruiken, recyclen en minimaliseren van afvalstromen centraal. Het criterium 'Milieuvriendelijk gebruik van materiaal en middelen' sluit goed aan op deze opgave. Dit omdat het stimuleren van duurzame materialen en het efficiënt omgaan met middelen essentiële pijlers zijn binnen een circulaire aanpak. Het is dan ook van belang om bij de beoordeling van dit criterium rekening te houden met de circulariteitsdoelstellingen van de gemeente.

Ecologische impact: is het minimaliseren van verstoring van natuurlijke habitat en biodiversiteit door de voorziening. Een voorbeeld is dat geconcentreerde infiltratie, bodemverontreiniging kan verplaatsen. Wanneer dit van openbare naar particuliere grond is heeft de gemeente hier verantwoordelijkheid voor. Het risico op schade aan de biodiversiteit en gezondheid kan hierdoor toenemen.

Opmerking(en) van ...:

Deze criterium kan weggelaten worden. Ondergrondse waterbergende voorzieningen hebben nagenoeg geen invloed op de ecologie. Verder is het verplaatsen van verontreinigen naar particuliere grond altijd onwenselijk. De verplaatsing wordt niet veroorzaakt of voorkomen door ondergrondse waterbergende voorzieningen. Bij het selecteren van de locatie voor de voorziening wordt gekeken naar bodemverontreiniging. Er wordt in de buurt van verontreiniging zeker niet een voorziening geplaatst

Impact op biodiversiteit: is de impact van de voorziening op de biodiversiteit. Door het minimaliseren van verstoringen en het creëren van nieuwe ecosystemen wordt de biodiversiteit bevorderd. Het ontwerp moet de biodiversiteit behouden en waar mogelijk verbeteren. Dit wordt gedaan door het minimaliseren van verstoringen aan de natuurlijke habitat en het bieden van nieuwe ecosystemen voor planten en dieren.

Opmerking(en) van ...:

Bij bovengrondse waterbergende systemen is dit relevant. Echter gaat het hier over ondergrondse voorzieningen waarbij de impact op de biodiversiteit te verwaarlozen is. Hierdoor is deze criterium niet relevant.

Koolstofvoetafdruk: is gebaseerd op de uitstoot van broeikasgassen. Deze criterium beoordeeld de energie-efficiëntie om broeikasgasemissies tijdens productie en transport te beperken. De voorziening moet gericht zijn op het minimaliseren van de uitstoot van broeikasgassen tijdens de productie, het transport, de installatie en het gebruik.

Opmerking(en) van ...:

Zoals beschreven bij criterium 'milieuvriendelijk gebruik van materiaal en middelen' hebben we te maken met een specifieke uitdaging op het gebied van duurzaamheid. Het criterium 'Koolstofvoetafdruk' is relevant om klimaatverandering tegen te gaan. Binnen deze criterium wordt er breed gekeken naar verschillende aspecten. Zorg ervoor dat de andere aspecten afgebakend zijn en de beoordeling van de koolstofvoetafdruk enkel hier plaatsvindt.

Gezondheidseffecten: zijn de effecten van de voorziening op de gezondheid in de omgeving. Deze criterium beoordeeld de gezondheidseffecten voor werknemers, omwonenden en dieren. Dit kan bijvoorbeeld gaan over geluidsoverlast, grondwaterkwaliteit of geurhinder.

Opmerking(en) van ...:

Deze criteria is lastig om te beoordelen en te meten. Het soort materieel en de uitstoot van gassen naar de omgeving hebben invloed op het gezondheidsaspect. Omdat dit nu nog lastig is om te meten kan deze criterium geëlimineerd worden.

Klik hier om terug te gaan naar [§4.3 Workshop](#) en hier om terug naar [§8.1 Essentiele criteria](#).

Resultaten workshop

Klik hier om terug te gaan naar [§8.1 Essentiele criteria](#).

Aanlegkosten – ontwerp aspect richt zich op de kosteneffectiviteit tijdens het ontwerp en de implementatie van de ondergrondse waterbergingsvoorziening. Het doel is om ervoor te zorgen dat het ontwerp kostenefficiënt is en dat het project binnen het beschikbare budget kan worden gerealiseerd. Hierbij moeten veiligheid en duurzaamheid worden gehandhaafd. Het beoordelen van de aanlegkosten heeft betrekking op het initiële budget voor de constructie en installatie van de voorziening.

Beleving – ontwerp aspect is gericht op het vergroten van de acceptatie en het succes van de waterbergingsvoorziening door negatieve effecten en kosten voor omwonenden te minimaliseren tijdens de werkzaamheden aan de waterbergingsvoorziening. Het doel is om verstoringen tijdens de bouw zoveel mogelijk te minimaliseren en negatieve effecten op de omgeving te voorkomen.

Benodigd oppervlak – ontwerp aspect richt zich op het minimaliseren van de benodigde ruimte boven de voorziening op het maaiveld. Een compact ontwerp dat minimale bovengrondse ruimte inneemt, is voordelig voor het integraal inpassen van de voorziening in stedelijke omgevingen. Dit aspect is belangrijk om ervoor te zorgen dat de waterbergingsvoorziening zo min mogelijk ruimte in beslag neemt en goed kan worden geïntegreerd in de bestaande omgeving.

Hydraulische werking bevindt zich binnen het technische aspect van de evaluatie van waterbergende voorzieningen. Dit criterium richt zich op de beoordeling van de hydraulische prestaties van dergelijke voorzieningen en omvat verschillende aspecten die van invloed zijn op hun functioneren. Dit criterium richt zich op de evaluatie van diverse technische aspecten met betrekking tot de hydraulische prestaties van waterbergende voorzieningen. Het doel is om de effectiviteit van de voorziening bij het verwerken van grote neerslaghoeveelheden te beoordelen en te bepalen of deze in staat is om water geleidelijk af te voeren om overbelasting van het rioleringsstelsel te voorkomen. Belangrijke aspecten van dit criterium zijn: afvoer en infiltratie-efficiëntie en systeemfunctionaliteit. Daarom wordt criterium beheer hierin onderverdeeld.

- **Systeemefficiëntie – technisch aspect** Evaluatie van de mate waarin de voorziening regenwater kan opvangen, vasthouden en afvoeren door bijvoorbeeld infiltratie in de bodem. Dit draagt bij aan het verminderen van de belasting van het rioleringsstelsel. Dit omvat de capaciteit van de voorziening om overtollig neerslag te verwerken.
- **Systeemfunctionaliteit – technisch aspect** Evaluatie van de algehele effectiviteit van de voorziening bij het opslaan en afvoeren van neerslag om wateroverlast te minimaliseren gedurende de levensduur zonder onverwachte uitval of verminderde prestaties.

Functiecombinaties – technisch aspect is een criterium binnen het technische aspect dat beoordeelt in hoeverre de ondergrondse waterbergingsvoorziening in staat is om meerdere functies te vervullen naast de primaire functie van waterberging. Dit kan onder andere betekenen dat de voorziening ook als fundering kan dienen of andere functionaliteiten kan hebben, afhankelijk van de behoeften en vereisten van het project. Dit criterium heeft als doel om te beoordelen in hoeverre de voorziening multifunctioneel kan worden ingezet, wat kan leiden tot kostenbesparingen en een efficiënter gebruik van de beschikbare ruimte. Het benadrukt de flexibiliteit en veelzijdigheid van de waterbergingsvoorziening.

Risicobeheer wordt gewijzigd in **draagkracht – levensduur** draagkracht richt zich op het vermogen van de waterbergende voorziening om de belasting en krachten te dragen die worden veroorzaakt door zwaar verkeer, zoals vrachtwagens, bouwvoertuigen of andere zware voertuigen. Het beoordeelt of de voorziening voldoende structurele integriteit heeft om dergelijke belastingen te weerstaan zonder schade of verzwakking van de prestaties.

Gebruik van materiaal is van cruciaal belang om duurzaamheid te bevorderen en kostenbesparingen te realiseren. Het criterium is onderverdeeld in deze vier aspecten om een gedetailleerde beoordeling mogelijk te maken en te zorgen voor een complete evaluatie van materiaalkeuzes in het project. Gebruik van materialen beoordeelt de duurzaamheid, weersbestendigheid en recyclebaarheid van materialen. Dit criterium is opgesplitst in vier aspecten:

- **Materiaalkwaliteit - technisch aspect** dit aspect evalueert de technische kwaliteit van de gebruikte materialen. Materialen moeten duurzaam en bestand zijn tegen degeneratie door weersinvloeden om de lange levensduur van de voorziening te waarborgen.
- **Materiaal ecologie - milieu aspect** richt op de ecologische impact van de materialen. Dit omvat de milieuvriendelijkheid van de materialen en hun bijdrage aan duurzaamheid, inclusief de recyclebaarheid van de gebruikte materialen.

- **Materiaalgebruik - ontwerp aspect:** Dit aspect beoordeelt hoe het ontwerp van de voorziening het materiaalgebruik optimaliseert. Het doel is om zo min mogelijk materiaal te gebruiken zonder de functionaliteit van de voorziening negatief te beïnvloeden. Dit draagt bij aan kostenbesparing en duurzaamheid.

Robuustheid beoordeelt de consistentie en storingsvrije werking van de waterbergende voorziening gedurende de gehele levensduur. Dit omvat de kwaliteit van de voorziening, inclusief de gebruikte materialen en constructie. Het opsplitsen van dit criterium maakt het mogelijk om elk aspect nauwkeuriger te beoordelen en overlap te voorkomen. Materiaalkwaliteit, materiaalgebruik, systeemefficiëntie & systeemfunctionaliteit vertegenwoordigen de robuustheid en zijn al beschreven.

Technische haalbaarheid is geworden **Complexiteit** en richt op de benodigde expertise en vaardigheden die lokale aannemers en werknemers nodig hebben om effectief met de waterbergingsvoorziening te werken. Dit criterium beoordeelt of er een trainingsprogramma beschikbaar is of nodig is om lokaal personeel op te leiden voor het werken met de waterbergingsvoorziening. Het heeft tot doel lokale kennis en vaardigheden te bevorderen om kosten te verminderen en efficiëntie te verhogen. Dit criterium is onderverdeeld in de volgende aspecten:

- **Complexiteit installatie - technisch aspect** in dit aspect wordt beoordeeld of er specifieke technische vaardigheden en kennis nodig zijn voor de installatie en het beheer van de voorziening. Het beoordeelt ook of er trainingsprogramma's beschikbaar zijn of nodig zijn om deze vaardigheden te ontwikkelen.
- **Complexiteit beheer - levensduur aspect** het beheeraspect richt zich op de vaardigheden die nodig zijn voor het langdurige beheer en onderhoud van de waterbergingsvoorziening. Het beoordeelt of lokale beheerders en werknemers voldoende expertise hebben om de voorziening efficiënt te beheren.

Beheer van waterbergende voorzieningen is van cruciaal belang voor het effectieve functioneren en het behalen van de gestelde doelen op lange termijn. Het omvat een breed scala aan activiteiten, zoals het monitoren van de prestaties en conditie, het treffen van mogelijke aanpassingen of verbeteringen en het reinigen van het systeem. Belangrijke aspecten van dit criterium zijn: onderhoudsnoodzaak, frequentie onderhoud en preventief onderhoud. Daarom wordt criterium beheer hier in onderverdeeld.

- **Onderhoudsnoodzaak – levensduur aspect** beoordelen of de voorziening onderhoudsbehoeften heeft en in welke mate. Sommige systemen kunnen minder frequent onderhoud vereisen dan andere en het verminderen van de onderhoudsbehoefte kan leiden tot kostenbesparingen en een langere levensduur.
- **Preventief Onderhoud – levensduur aspect** overweging van preventief onderhoud, gericht op het voorkomen van storingen voordat ze zich voordoen. Preventief onderhoud kan de levensduur van de voorziening verlengen en onverwachte kosten minimaliseren. Het is van belang om de kosten en voordelen van preventief onderhoud af te wegen.

Risico's graafwerkzaamheden – levensduur aspect wordt verplaatst naar het aspect levensduur. Dit criterium heeft betrekking op de samenwerking tussen de gemeente en externe partijen, zoals nutsbedrijven. Het is met name relevant voor het beheer en de levensduur van de waterbergingsvoorziening. Goede communicatie en samenwerking zijn essentieel om schade en verstoringen te voorkomen wanneer nutsbedrijven graafwerkzaamheden uitvoeren of de omgeving reconstrueren. Ondergrondse waterbergende voorzieningen die verspreid over het oppervlak zijn aangebracht, hebben een grotere kans op beschadigingen tijdens dergelijke graafprocessen. Daarom moet er goed worden samengewerkt om mogelijke risico's te minimaliseren en de levensduur van de voorziening te waarborgen.

Beheerkosten – levensduur aspect richt zich op de kosten die verband houden met het beheer en onderhoud van de ondergrondse waterbergingsvoorziening op de lange termijn. Het doel is om te beoordelen of de voorziening besparingen oplevert op onderhoudskosten of het voorkomen van waterschade op lange termijn. Het beheer van de voorziening moet kostenefficiënt zijn om financiële risico's en vertragingen te minimaliseren. Beoordeling van beheerkosten heeft betrekking op de kosten die zich voordoen gedurende de levensduur van de voorziening.

Toegankelijkheid (van de voorziening) – levensduur aspect richt zich op de mogelijkheid van toegang tot de waterbergende voorziening en beoordeelt in hoeverre het ontwerp rekening houdt met de gemakkelijke toegankelijkheid van de componenten van het systeem. Dit criterium zorgt ervoor dat de waterbergende voorziening in de praktijk goed te beheren is en dat de levensduur ervan wordt verlengd door eenvoudig en efficiënt onderhoud mogelijk te maken. Toegankelijkheid maakt de voorziening onderhoudsvriendelijkheid door de bereikbaarheid van componenten met obstakelvrije toegang.

Broeikasgasemissie – milieuspect richt zich op het beoordelen en minimaliseren van de uitstoot van broeikasgassen gedurende de hele levenscyclus van de waterbergende voorziening. Het doel van dit criterium is om bij te dragen aan de vermindering van de ecologische impact van de voorziening en actief deel te nemen aan de wereldwijde strijd tegen klimaatverandering. Het criterium benadrukt het belang van milieuvriendelijkheid en energie-efficiëntie in het ontwerp en de implementatie van waterbergende voorzieningen.

Klik hier om terug te gaan naar [§8.1 Essentiele criteria](#).

Expertinterviews (deelvraag 4)

Mailcontact interviews

Klik hier om terug te gaan naar **§4.2 Expertinterviews**

In deze paragraaf is het schriftelijkcontact met relevante experts te lezen.

Breda

Figuur 47 ***Mailcontact gemeente Breda (deel 2)***

Klik hier om terug te gaan naar [§4.2 Expertinterviews](#)

Klik hier om terug te gaan naar [§4.2 Expertinterviews](#)

Eindhoven

Mijn naam is Lars Verschuren en ik ben een afstudeerstage aan het doen bij de gemeente Tilburg betreft ondergrondse waterbergende voorzieningen en het gebruik van criteria voor validatie en selectie in de context van stedelijke planning. Ik begreep dat de gemeente Eindhoven betrokken is bij innovatieve oplossingen op het gebied van waterbeheer en klimaatadaptatie.

Ik zou graag meer te weten komen over de ondergrondse waterbergende voorzieningen die momenteel worden toegepast of overwogen in Eindhoven. Daarnaast ben ik zeer geïnteresseerd in de criteria die worden gebruikt om deze voorzieningen te beoordelen, valideren en selecteren voor implementatie. Aangezien de gemeente Eindhoven een voortrekkersrol lijkt te spelen op dit gebied, denk ik dat de inzichten en ervaringen van de gemeente waardevol zouden zijn voor mijn onderzoek.

Kunt u mij alstublieft doorverwijzen naar de juiste afdeling, persoon of contactpunt binnen de gemeente Eindhoven die meer kan vertellen over ondergrondse waterbergende voorzieningen en de criteria die gehanteerd worden voor hun beoordeling en selectie? Eventuele informatie, documentatie of contactgegevens die u kunt delen, zouden zeer op prijs worden gesteld.

Ik begrijp dat uw tijd kostbaar is, en ik waardeer het enorm als u mij zou kunnen helpen bij het verkrijgen van de benodigde informatie. Ik kijk ernaar uit om van u te horen en ben bereikbaar op dit e-mailadres lars.verschuren@tilburg.nl of op [0619953928](tel:0619953928) als u verkiest om telefonisch contact op te nemen.

Met vriendelijke groet,
Verschuren, Lars

Figuur 48 ***Mailcontact gemeente Eindhoven***

Klik hier om terug te gaan naar [§4.2 Expertinterviews](#)

..

Klik hier om terug te gaan naar [§4.2 Expertinterviews](#)

Figuur 49 ***Schriftelijk contact ..***

Klik hier om terug te gaan naar [§4.2 Expertinterviews](#)

..

Klik hier om terug te gaan naar [§4.2 Expertinterviews](#)

Figuur 50 ***Mailcontact ..***

Klik hier om terug te gaan naar [§4.2 Expertinterviews](#)

Klik hier om terug te gaan naar [§4.2 Expertinterviews](#)

RIONED

Figuur 51 ***Mailcontact Stichting RIONED***

Klik hier om terug te gaan naar [§4.2 Expertinterviews](#)

..

Klik hier om terug te gaan naar [§4.2 Expertinterviews](#)

Figuur 52 ***Mailcontact .. (deel 1)***

Klik hier om terug te gaan naar [§4.2 Expertinterviews](#)

Klik hier om terug te gaan naar [§4.2 Expertinterviews](#)

Figuur 53 ***Mailcontact .. (deel 2)***

Klik hier om terug te gaan naar [§4.2 Expertinterviews](#)

..

Klik hier om terug te gaan naar [§4.2 Expertinterviews](#)

Figuur 54 ***Mailcontact ..***

Klik hier om terug te gaan naar [§4.2 Expertinterviews](#)

Woordelijke transcripties interviews

Klik hier om terug te gaan naar [§4.2 Expertinterviews](#)

Interview Dingeman Zandijk

Geïnterviewde:.. - (afdeling ruimtelijke uitvoering assetbeheerder stedelijk water) Interviewer: **Lars**

Verschuren

Datum:25-08-2023

13:30 – 15:00

Locatie: ..

L: dank u wel dat je me wilt helpen. Ik wil graag met u in gesprek over ondergrondse waterbergende voorzieningen binnen de gemeente Tilburg en de criteria die hier van toepassing zijn in het besluitvormingsproces. Ik zal een kleine samenvatting geven van wat ik nou gedaan heb en wat ik zou moeten doen. Toen ik hier begon met mijn stage; in januari was mijn onderzoeksvraag van Sander onderzoeken naar wat de beste waterbergende voorziening is. Ik moest gaan kijken naar alle voorzieningen en dan gaan oordelen welke het beste zou zijn en dan nog niet eens specifiek voor het gebied. Dat was een behoorlijk breed onderzoek, want dat bepalen welke de beste is, hangt natuurlijk af van een hoop dingen. Om dat af te bakenen, ben ik mijn onderzoeksvraag gaan hervormen naar: welke criteria spelen een rol in het vergelijkingsproces van ondergrondse waterberging of voorziening op basis van hun verschillende aspecten en kenmerken? Dus in principe ben ik nu eigenlijk een lijst met criteria aan het uitwerken, zoals we dat ook in de vorige keer de workshop besproken hebben en criteria die moeten dus gekwantificeerd worden, dus er moet een manier worden bedacht om die criteria te kunnen beoordelen per voorziening en per project. Dus nu ben ik aan het werk geweest om die criteria te verzamelen uit literatuurstudies en uit interviews met collega's hier bij gemeente. Omdat die in praktijkervaring hebben met die voorzieningen en weten waarnaar gekeken moet worden. Ook ga ik in gesprek met een externe partij om te kijken welke criteria zij als relevant identificeren. Met die studie heb ik straks een lijst aan criteria die geschikt zijn voor het vergelijkingsproces. Ik heb een manier bedacht die ik dus moet gaan onderbouwen hoe je deze criteria kunt gaan kwantificeren, dus gaan beoordelen. Daarvoor gaat de cijfers schaal ontwikkeld worden. Dit is een schaal van nul tot en met 10 dat een bijvoorbeeld is, in project Ais criteria: efficiënt materiaalkeuze belangrijk, dan krijgt die een weging van 10 en telt het criterium in tienvoud mee in de beoordeling. Uiteindelijk met de kwantificering van die criteria kun je gaan kijken welke voorziening dus de beste is per project. Dan komt er een vervolgonderzoek, de voorzieningen moeten dan beoordeeld worden aan de hand van die lijst met relevante criteria die is opgesteld. Als de criteria dan een cijfer heeft dan kun je per project en onderzoek kijken wat de beste watervoorziening is.

D: Ik heb natuurlijk zelf wel ideeën en hierin ben ik niet de enige. De gangbare praktijk is dat er feitelijk toch wel veel terug wordt gegrepen op standaardoplossing eigenlijk. Ik heb daar in sommige gevallen toch wel mijn bedenkingen bij als beheerder zie ik gewoon dat er erg veel kratten worden toegepast. Als beheerder wil ik gewoon geen kratten in mijn systeem.

L: Waarom niet? Het is voor mij al heel nuttig om te weten waarom je voor het beheer geen kratten in het systeem wilt hebben.

D: dat heeft te maken met het borgen van het functioneren op langer termijn. Een rioolbuis die gaat 80 jaar mee, wat je in je systeem wilt hebben, zijn dingen die een vergelijkbare levensduur hebben. Kratten, dat PVC op zich, dat is prima materiaal; zit in de ondergrond, geen directe blootstelling aan UV licht. In beperkte mate zal er een veroudering optreden, maar ze zijn heel gevoelig voor bijvoorbeeld olie en vetten. Bij kratten zit er geotextiel in en in de praktijk blijkt dat dit gevoelig is voor de wortels van bomen. Ook de kratten die na 15 jaar uit de grond kwamen die herkende je gewoon niet meer. Ze waren compleet dooraderd met allerlei wortelsysteem van allerlei bomen.

L: Tijdens mijn literatuurstudie heb ik een onderzoek gevonden waar ze in Eindhoven gebruikte kratten onderzocht hebben. Deze kratten zijn opgegraven en daar hebben ze dus gevonden dat die kratten in principe niks mankeren. Op de bodem ligt een mini laagje slib. Ze zijn nooit onderhouden geweest. Ze liggen er niet 80 jaar uiteraard, maar wel een flinke periode. Uit dat onderzoek, is er geen teken van schade en mindere effectieve werking.

D: Ja, je hebt infiltratievoorziening en de rekengrootheden die je meeneemt voor je infiltratiegebied.

L: Ik heb hier van veel mensen die ik erover gesproken heb, namelijk: .., .., .., .. en .. heb ik gehoord dat de wanden de infiltratie voorzien.

D: De bodem wordt niet meegenomen, enkel de wanden van de voorziening. Op verschillende plekken heb ik infiltratiekratten naar boven zien komen die er niet goed uitzagen. Mijn ervaring in het vak, maar ook de ervaringen van de mensen die ik direct spreek, is het zo dat ze niet blij zijn met de kratten. Ik heb met name mijn bedenkingen om de reinigbaarheid en de inspecteerbaarheid en de fabrikant kan zeggen 'ze zijn reinig- of inspecteerbaar', maar ik moet nog maar eens zien hoe. Volgens mij voldoet het niet aan de criteria dat in ieder geval de levensduur moet gaan bereiken van de riolering en van het systeem. Als een krat na 10 jaar nog redelijk ongeschonden uit de strijd komt, zegt dat voor mij niet veel. De eerste jaren dat gaat altijd goed. Daarna krijg je degeneratie namelijk, dat loopt gewoon exponentieel opgegeven moment. De kwaliteit versneld gewoon in de achteruitgang na verloop van tijd. Als je een kleine schade hebt, laat je dat zitten. Op een gegeven moment wordt die schade groter en de mate van de schade grootte die versneld in de loop van de tijd. 15 jaar is toch iets anders dan 80 jaar. Er zijn geen kratten die 80 jaar oud zijn, want zolang bestaan ze nog niet. Ik wil niet zeggen dat ik alle deuren dicht doe voor een nieuwe ontwikkeling. Als er zodanige modificaties zijn dat ze goed reinigbaar worden gemaakt dan wil ik zeker gaan heroverwegen. Ik heb toch wel een paar belangrijke vragen die ik echt goed beantwoord wil zien en ook wel borgstellingen voor de rekening van de fabrikant. Dat ze in ieder geval zeggen van; we moeten die volgens een bepaalde tijdsduur garanderen. Dat is natuurlijk een risico en daar willen ze niet aan. Lang verhaal kort: ik ben niet weg van kratten. Op particuliere ontwikkelingen daar maakt het me niks uit, want dan hoef ik ze niet zelf te onderhouden en te beheren, dat moeten ze zelf weten. Ook al raad ik het wel altijd wel af. Ik zat te denken: we hebben natuurlijk ook gewoon zand, drainage zand.

L: Daar heeft Ben van de Ven ook aan gedacht.

D: Ja, de zandgrond van Tilburg heeft ongeveer 20-25% holle ruimtes. Per kuub kunnen ze feitelijk al 200 L. bergen. Daar zou ik veel meer voor opteren eigenlijk dan is het zand namelijk onderdeel van de constructie. Wij moeten het goede zand zien te selecteren voor onze doelstellingen. Het is ook een goedkoop materiaal en je hebt er geen onderhoud aan.

L: .. van groen heeft daar ook met mij over gehad. Dat is dus dat zij niet per se voor zand kiezen, maar voor een watervasthoudende substantie, dus bijvoorbeeld klei of veen. De bodem kan dan lang profiteren van het water wat erin blijft zitten. Zand daarentegen kan meer water bergen en het water sneller laten infiltreren dus je bent er sneller vanaf. Er zijn twee factoren waar andere afdelingen dan water wel mee bezig zijn. Sander die is vooral enthousiast over de waterbergende fundering, dus dat de fundering van de straat het water kan bergen met welke techniek dan ook al zal het zijn met lavastenen. Ben die zegt: waarom zou je dat niet doen met de fundering die dus eigenlijk al daar ligt het geel zand wat wij daar niet eens weg hoeven te halen, want Tilburg wordt er op gebouwd.

D: Exact, Dat is ook mijn insteek. Ik wil zoveel mogelijk water gaan opvangen en bufferen. Bufferen en verwerken de fundering van de weg. Eigenlijk wat je net zei is natuurlijk ook de achterliggende gedachte. We krijgen gewoon steeds periodes van droogte en dan weer heel nat en dat betekent eigenlijk dat het wateraanbod fluctueert en dat beschikbaarheid van water altijd te borgen is. In de groenstructuur kan heel slecht tegen droge periodes, feitelijk ook de vitaliteit van de groenstructuur achteruitgaat. Dat is ook voor mij ook een reden om zoveel mogelijk water gewoon lokaal gewoon te bufferen en te verwerken. Ik vind het niet erg als groen plantvakken inrichten met een met een watervasthoudende materie, maar dat zou ik goed kijken vanuit het zand wat onder de weg ligt. Ik ga geen bomenzand toepassen onder verharding of asfalt.

L: Nee natuurlijk.

D: Een paar kuub zand kun je 200 mm bergen eigenlijk. Dan zit je dus gewoon bijna 3,5 keer aan de norm die op dit moment wordt gehanteerd. Dus bij welke clusterbui dan ook die verdwijnt moeiteloos. Als belangrijk beheer uitgangspunt zou ik zoveel mogelijk opvangen met zand binnen constructie. En dan gewoon kijken met drainage of we dat versneld kunnen inbrengen in het zandpakket. In drainage zit een kokos omhulling die zodanig is fijn en dicht van structuur dat hij nagenoeg alle slibdeeltjes feitelijk tegenhoudt. En ze hebben nog bacterie leven, want die slib deeltjes is een organisch materiaal. In die kokosmat zitten ook bacteriën microleven en die breekt die slibdeeltjes af. Als het geen verdrongen systeem is want het is een aeroob proces. Daarnaast zal de binnenkant van die drains goed te reinigen zijn. De buis is met een hoge druk makkelijk te reinigen. Drainage is in Tilburg eigenlijk niet zo heel bekend, omdat je het hier nooit nodig hebt, omdat je je voldoende ontwatering diepte hebt en weinig grondwater, relatief gezien.

L: Ja, inderdaad met Rotterdam en omstreken waar de grondwaterstand stukken hoger is en wat ook voor de palen nodig is draineren ze op weilanden waar met grotere machines overheen gereden wordt.

D: Ja, in deze regio is het minder bekend dan in het westen van het land. Ik heb ook veel in het westen van het land gezeten. Je hebt gewoon onderhoudsprogramma's die rijden af op je voorziening. Wat je niet wil, is dan ook een wirwar voor allerlei verschillende voorzieningen door elkaar heen. Maar ik denk dat wij gewoon met een constructie onze wateropgave kunnen borgen. We krijgen ook te maken met de energietransitie. Dat betekent dat de huidige openbare ruimte nog meer functies zou gaan hebben. Je ziet ook aan de binnenstad; heeft een hoge bevolking dichtheden, hoge gebruiksintensiteit, betrekkelijk weinig ruimte. Dus dat wordt nog wel een dingetje om een invulling te geven aan al die verschillende vraagstellingen die we op ons bordje hebben liggen. Een groot voordeel van zand is in mijn optiek ook dat je makkelijker kan graven voor die buizen en weer dichtgooien, geen complexe werkzaamheden.

L: Ja, Dat was ook een punt van Ben inderdaad, exact dat.

D: Kijk, dan zou ik gewoon de lava veel dieper leggen. Lava is ook een goed materiaal. Daar zitten ook bacteriën op en micro leven die ook organische delen van het slib in een aerob proces afbreekt. Slib bestaat uit twee fracties: minerale fractie en een organische fractie. En die organische fractie blijft gewoon niks van over. Dat gaat heel snel, die decompositie van die organische elementen.

L: Je geeft aan dat dus de kokos om de drainage, dus dat micro leven daarvan die slib afbreekt. Wanneer kokos dus in plaats van de geotextiel gebruikt wordt bij bijvoorbeeld kratten. Zal het dan bevorderend werken op de slib die in de krat opbouwt?

D: Dat zijn twee verschillende dingen. De kokosomhulling die is bedoeld om te voorkomen dat er mineralen bestanddelen in de buis komen, want het is algemeen bekend het zijn zulke fijne deeltjes, dan gaat namelijk gewoon de werking achteruit. Omdat die holle ruimtes verstopt worden door die kleinere deeltjes door de cohesie en op een gegeven moment slecht zullen functioneren. Kokos omhulling in een aerobe omgeving kan een bijdrage leveren bij de afbraak van organische bestanddelen.

L: Een van die criteria is bijvoorbeeld efficiënt materiaalgebruik dus het gebruik van plastics zal daar beoordeeld worden, maar ook mogelijk de kokos naar voren kunnen komen, dat is dan positief beïnvloedt in de voorziening. Dat is misschien niet mijn onderzoek nu, maar op die manier kan wel efficiënt materiaalgebruik relevanter zijn in de criteria.

D: Ja, dus dan zou ik bijvoorbeeld een laagje lavastenen aan de onderkant leggen.

L: Oké, dan weet ik dat efficiënt materiaalgebruik relevant is en misschien zelfs ook nog wel een essentieel criteria kan zijn.

D: Een ander deel wat ik tegen krat hebben. Deze zijn van plastic en we willen allemaal van de koolstof af. Ik vind het gewoon micromanagement.

L: Ja, Dat is Jan ook ja.

D: ik vraag me af of het produceren van plastic wel goed is. Dat is erg belastend voor het milieu. Ook het toepassen van plastics vroeg of laat komt het toch weer gewoon in ons systeem en op ons bordje terecht. Ik heb toch liever beton dan plastic en dat kan je toch ook meer recylen dan plastic. Belangrijk om tot de juiste materiaalkeuzes over te gaan. Met oog op duurzaamheid moeten we voor de juiste materialen kiezen. Ik denk dat zand gewoon een van de beste opties is die we kunnen toepassen om onze water opgave te kunnen voltooien.

L: Ja en dat komt dan eigenlijk neer op Sander zijn enthousiasme naar infiltrerende fundering en Ben met zijn wijze van denken dat een nutsbedrijf gaat graven in de straat en daarmee dus de originele bergende fundering verstoort en niet gewend is om dat goed aan te leggen. Dus daar is ook een beetje de criteria vaardigheden. In de praktijk de benodigde vaardigheden van de aannemers of van de nutsbedrijven. En de samenwerking dus hiertussen.

D: Natuurlijk kan je niet alles opvangen met zand, maar bij hele kleine straatjes met veel afwaterende oppervlakken. Die afwaterende oppervlakken staan niet in verhouding met de ruimte die wij hebben. Dan is zand een prima medium. Met 200 mm berging per kuub. Maar dan is lava een betere met 43%. Als we lava gebruiken, kunnen we kijken naar: hoe diep moeten we dat lavapakket dan leggen om later zo weinig mogelijk problemen te kunnen hebben, omdat er een warmtenetten wordt aangelegd of energienet wordt verzwaard.

L: Ja en dat is dan misschien een IT-riool in combinatie met heel veel zand eromheen. Dus grondverbetering dan niet een betere oplossing omdat het al bekend is en traditioneel, zodat dus de benodigde vaardigheden ook al aanwezig zijn?

D: Ja en wat echt de belangrijkste parameter voor het wel of niet toepassen is dan ook de grondwaterstand.

L: Ja, dat is een omgevingsfactor, maar waar ik dan ook benieuwd naar ben: wat zijn volgens jou dan echt essentiële criteria, zoals bijvoorbeeld in de realisatiefase, beheerfase, impact op het milieu of systeem efficiëntie waarnaar gekeken moet worden in het vergelijkingsproces?

D: Dat vraag je toch een beetje aan de verkeerde denk ik, want ik kijk natuurlijk gewoon met een bril vanuit beheer.

L: En vanuit het perspectief van beheer dan?

D: Als beheerder heb je systemen die tegen de laagste mogelijke maatschappelijke kosten moeten invullen. Dat betekent dat ik minimale inspanning, maximum rendement uit kan brengen gedurende de beoogde levensduur. Het moet gewoon iets zijn wat langer levensduur heeft. Het moet gewoon ook iets zijn, waarvan het functioneren gewoon betrouwbaar is over een langere periode en het moet ook iets zijn waar ik gewoon niet elk jaar naar terug moet om het schoon te maken of de werking te controleren; dat ik daar gewoon kan onderhouden in een standaard onderhoudscyclus.

L: Ja, dus even kort samengevat: beheer criteria die dus volgens u relevant zijn. Kosten zo laag mogelijk en dat vooral gericht op het beheer ervan, dus inspecteren en alles wat erbij komt kijken. De voorziening moet een lange levensduur hebben, dus het liefste met zo min mogelijk beheer.

Goed blijft functioneren en dus betrouwbaar is. Lange levensduur.

D: Ja en als aanvulling vanuit de duurzaamheidsgedachte dat de ecologische foodprint zo beperkt mogelijk is.

L: Ja dus, ecologisch

D: En dat is eigenlijk moet de productie zo weinig mogelijk slechte invloeden hebben op de directe omgeving voor mens en dier. Dat zijn criteria. Daar toets ik alles vanaf. Je wilt gewoon niet 100.000 verschillende systemen in je in je dorp hebt zitten. Onderzoeken bij de gemeente wat onze voorkeuren zijn wat betreft infiltratie voorzieningen. Wat is met de kennis aan wetenschap die je nou hebt; de voorziening die best voldoet?

L: Dat hangt af van de eisen die dus gesteld wordt aan het project en aan de omgeving. Dus de omgevingsfactoren zoals inderdaad of er al zand ligt of dat er een grondverbetering nodig is. Kijkend daarnaar heb ik wel inderdaad het idee dat een grondverbetering in combinatie met of een IT-riool, omdat dat beheerbaar is of inderdaad toch de infiltratiekratten kijkend naar wat de gemeente Tilburg nu heeft liggen naar de IT-riool, waterkratten, Watershells. Bij Watershells wordt beton en plastic met elkaar gecombineerd. De infiltratiekratten zijn volgens veel mensen goed te gebruiken en de leverancier heeft uitgelegd hoe dat beheerd kan worden. Daarover kan natuurlijk ook nog het een en ander gezegd worden. En de IT-riolering dat is nu al zodanig traditioneel systeem dat dit in combinatie met de grondverbetering zoals zand volgens mij het meest effect heeft. Maar ja, om dat te oordelen moet er een aantal eisen en criteria en omgevingsfactoren bekeken worden. Ik heb trouwens nog een andere voorziening waar ik nog niet aan gedacht heb. Dat is iets waar Sander en Ben van de Ven aan gewerkt hebben; een infiltratie kolk. Dit is een kolk die dus op de bodem en de wanden laat infiltreren, dus je hebt een beetje principe van verticale infiltratie. Dat zijn ook buizen dus erin zetten, maar deze is aangesloten op het systeem, zodat wanneer dat niet genoeg kubieke capaciteit is, kan het overstorten op het HWA-systeem, wat dus in combinatie kan met het infiltratie riool, dus eigenlijk de hele combinatie van het systeem is dan effectief en op het moment dat een zo een infiltratie kolk niet functioneert als infiltratie kolk, maar gewoon als een normale kolk, zijn er geen risico's aan het gehele systeem.

D: infiltratie kolken zijn prima opties. Ik heb ze vaak toegepast zonder connectie met het HWA. Dan doe je gewoon een goede zandvang. Die infiltratie kolk kan je prima toepassen. Het is alleen even de vraag als je nou gewoon rekent met die heftige buien zoals TS 10, 10 jaar geleden. Want namelijk de die TS die 10 jaar geleden viel. Valt nu elke twee jaar bij wijze van spreken. Dus wat dan weer heel belangrijk is om je dataset te actualiseren. Ik heb in Tilburg nog niet echt gesproken over hoe dat hier eigenlijk zijn beslag heeft. Kijk dat ook een infiltratie capaciteit van de ondergrond en in welke mate nou de infiltratiecapaciteit van de

ondergrond worden meegerekend, maar reken je dan statisch of dynamisch. Ja, dat zijn natuurlijk twee verschillende dingen. De meeste mensen pakken dan statische benaderingen die zijn ook wel makkelijk en eenvoudig om mee te rekenen.

L: Nou, dynamisch kijken naar de omgeving en mogelijke buien is wel realistischer.

D: Dat denk ik dus ook, ja, dus het klimaat die toename van die heftigheid van die buien. Die gaat op een gegeven plek ook afvlakken.

L: Ja, niet oneindig, maar op een gegeven moment zijn er zoveel andere bijkomende problemen dat er waarschijnlijk andere prioriteiten gesteld moeten gaan worden. Dat denk ik dan op dat gebied.

D: Ja, een enorm adaptief systeem dat nagenoeg alles aankun krijgen we dan. De aarde die zodanig zelf regulerend dat ik temperatuur de gemiddelde temperatuur van de aarde die zal nooit 30 graden overschrijden. Daar zijn zoveel mechanismes in aan een systeem in ons aardse systeem die de temperatuurstijging gewoon gaan dempen. Denk ik dat we op gegeven moment die intensiteit van die buien die zal ongeveer gelijk blijven of heel minimaal stijgen. Het is alleen de moeilijkheid even om te bepalen waar nou dat punt ligt op die grafiek wanneer het gaat afvlakken. Over de 60 mm denk ik, maar better safe than sorry.

L: daar kan ik me wel bij aansluiten, beter goed voorbereid. Als ik heel eerlijk ben, dan heb ik ook hier in de praktijk anders ervaren dan dat ik dat op school heb geleerd. Daar wordt alles dynamisch per situatie bekeken. Ik kwam hier binnen met de vraag naar wat is de beste voorziening voor alles? En mijn mening is dat er geen één beste voorziening voor alles is, want je moet naar een hele hoop dingen kijken.

D: Vanuit beheer wil je die 3000 verschillen voorzieningen niet hebben, dan wil je gewoon liefst een of twee. En zeker op de schaal, wat gewoon heel groot en het is onmogelijk om daar het totale overzicht over te hebben. Dus ja, gewoon beperken.

L: Nou, dat kan ik me ook wel indenken en aan de andere kant denk ik ook dan weer om een dynamische te kunnen toe te passen. Is het misschien toch gunstig om elke situatie anders te behandelen en daarvoor ook dus de aannemers of de mensen die het systeem moeten beheren in de praktijk daar ook voor op te leiden of in ieder geval die kennis te laten beschikken.

D: Nou, weet je wat ik vaak doe. Ik zit nu ook op best wel veel verschillende plekken en wat ik dan vaak doe is schoolstoeltje stappenplan gewoon een soort besluitladder. Bijvoorbeeld stap 1: wat is de grondsoort? Klei, zand en vee. Stap 2: is het zand, maar hoe diep is het grondwater? Minder dan 50 cm onder maaiveld of 1,5 dieper. Dan komen daar verschillende opties uit, dan kun je daar nog wat criteria op loslaten. De beschikbare ruimte eigenlijk gewoon de hoofdcriteria voor het bepalen van het TYPE Infiltratievoorziening.

L: Ja, dit is een heel onderdeel van mijn voorstudie geweest., ik wil een beslisboom maken wat je nou net een besluitladder noemt en er komen exact deze dingen in voor.

D: Maar wat ik zeg, het zijn eigenlijk gewoon paar dingen grondsoort en grondwaterstand. Die zeggen gewoon heel elementair en beschikbare ruimte. Dus gewoon Als je de ruimte hebt dat kun je een DWA en HWA leggen, want een flink pakket zand eromheen, maar dat je die ruimte niet hebt, of een hoge grondwaterstad dan heb je daar toch weer andere opties bij. Die grondwaterstanden worden alleen maar hoger in de toekomst.

L: ja dus dit is dus wat gebruikt wordt om te kijken welke categorieën voorzieningen er toegepast gaan worden in de vergelijking. Je kunt natuurlijk niet alle voorzieningen in het vergelijkingsproces toepassen, omdat je al een aantal factoren hebt van de omgeving, zoals het grondwater inderdaad of dat er ruimte. Maar zo iets moet het gaan worden.

D: Ja ik hoop dat je nu voorlopig even genoeg hebt

L: Ik wil u in ieder geval heel erg bedanken voor uw tijd en waarde volle inzichten. Ik ga nu als vervolg dit interview uitwerken in een woordelijke transcriptie. Deze zal ik nog terugkoppelen om te verifiëren of alles goed geïnterpreteerd is. Ook zal ik een samenvatting voor de verschillende criteria die aanbod kwamen schrijven met de input van dit interview.

Figuur 55 ***Toestemming*** ..

Klik hier om terug te gaan naar [§4.2 Expertinterviews](#)

Klik hier om terug te gaan naar [§4.2 Expertinterviews](#)

Interview ..

Geïnterviewde: .. – (Adviseur water en klimaatadaptatie Sweco)

*Interviewer: **Lars Verschuren***

Datum: 07-09-2023 15:00 – 16:10

Locatie: ..

L: Goedemiddag, ik zou me zelf eerst even voorstellen. Ik ben Lars Verschuren, afstudeerstudent aan de studie watermanagement op de Hogeschool Rotterdam. Ik ben mijn afstudeerstage aan het lopen bij de gemeente Tilburg en hier heb ik het begin de opdracht gekregen om te bepalen wat de beste ondergrondse waterbergingsvoorziening is. Deze opdracht heb ik afgebakend naar de vraag hoe bepaal je wat de beste ondergrondse waterbergingsvoorziening is. Hiervoor ben ik gaan kijken naar welke criteria geanalyseerd moeten worden om de voorzieningen te vergelijken. De vergelijkingsmethodiek die hiervoor gebruikt gaat worden is een multicriteria-analyse. De deelvraag die ik graag in dit gesprek met u wil bespreken is ‘welke criteria zijn essentieel om de ondergrondse waterbergende voorzieningen met elkaar te kunnen vergelijken’? Ik ben in het onderzoek uit gekomen op een aantal criteria die ik met u ter voorbereiding heb gedeeld. De criteria zijn onderverdeeld in 3 hoofd-criteria en daar in zijn de te beoordelen sub-criteria geformuleerd. Nu zou ik dit gesprek willen gebruiken om tot inzichten te komen om te oordelen wat de essentiële criteria zijn voor het vergelijkingsproces van de ondergrondse waterbergingsvoorzieningen.

E: Leuk, mooi onderwerp en ook verschrikkelijk moeilijk. Ik zou kort vertellen wat ik doe. Ik werk hier als adviseur water en klimaatadaptatie, dit houdt van alles in. Ik houd me vooral bezig met beleid, organisatie en financiële vraagstukken. Ik ben op een gegeven moment in water infiltrerende verharding gerold, dit omdat vaak mensen hier slechte ervaringen mee hebben. Mij is toen gevraagd om de community practice te starten om die ervaringen te delen en te kijken wat hier inhoudelijk over gezegd kan worden. In de eerste bijeenkomst ging iedereen los met alle problemen die ze er mee hebben. Ik dacht dit kan toch niet waar zijn en toen gingen we er langer op door. Met de tijd bleek wel dat veel van die problemen logische verklaringen hadden en dat de losse verklaringen wel weggenomen konden worden. Dat vond ik ook wel leuk toen ik jouw voorbereiding las, er waren veel onderdelen die hierin terugkwamen. Het lastige is dat overall rekening mee gehouden moet worden. De kans is heel groot dat ergens in het proces een foutje gemaakt wordt en dan is het aan de robuustheid van het systeem hoe het de werking beïnvloed. Daar zit de kwetsbaarheid van water infiltrerende verharding, in theorie is het prachtig maar in de praktijk maak je makkelijk een foutje. Hier ben ik nu 4 à 5 jaar mee bezig en hebben we alles op de website van de community gezet.

L: Ja interessant, kan ik bij die website?

E: Ja, het is cop-waive.nl. Hier publiceren we de informatie uit onderzoeken. Dit is een beetje aan het groeien op infiltrerende voorzieningen in en rond wegen. Ik ga nu meteen de inhoud in.

E: Je had contact gehad Marleen van RIONED, die stuurde je door. We staan het begin van een vergelijkbaar onderzoek. Je gebruikt dan misschien een andere indeling, dat maakt niet uit. Wij hebben locatiekeuzen, ontwerp, meten en onderhoud als stadia. Bij locatiekeuzen wordt er gekeken naar de welke voorzieningen passen binnen de locatie.

L: De locatiekeuze heb ik geprobeerd te bepalen doormiddel van de beslisboom, die heeft u als het goed is gezien.

E: Ja, daar begint het mee. Dit maakt het ook lastig, welke argumenten heb je eigenlijk om te kiezen voor bepaalde voorzieningen. Het is nog best moeilijk om dit concreet te maken.

L: Ja snap ik, je kan voorzieningen ook aanpassen op de locatie, deze voorzieningen zijn ergens nog redelijk flexibel en te combineren.

E: Ja, deels is het ook een beetje waar je zin in hebt. Daar kan je best veel op aanpassen maar deze keuzen hebben in de rest van het proces nogal wat invloed. Wat je vaak ziet is dat wanneer je toch gaat knutselen om een voorziening erin te krijgen en dat naar een ontwerper gaat. Deze ontwerper krijgt dan niet helemaal de context mee waardoor hij net niet doet wat de bedoeling is. Dat gaat

dan naar een aannemer en die denkt, dat kan helemaal niet en die maakt er dan toch wat anders van. En daarna krijg je toch iets wat je niet helemaal voor ogen had. Wanneer je heel scherp van af het begin weet waarom je voor een voorziening hebt gekozen is het traject er na een stuk makkelijker. Daarom hebben we het onderzoek verbreed en nemen we alle voorzieningen mee om er goed iets over te zeggen. Er is nu ook een onderzoek om concrete richtlijnen te formuleren. Toen kwam jouw vraag en dat vond ik heel interessant want we gaan dat nu namelijk net opstarten. Nu ben ik heel erg benieuwd naar hoe jij het hebt gemaakt, ik snap je worsteling want wij moeten hier nog aan beginnen.

L: Ja, ik wil nu alvast melden dat ik 2 oktober een workshop heb gepland waarin ik onder anderen mijn resultaten presenteer. Hier laat ik mijn methodiek zien in een casestudie om te kijken of het werkt en wat er beter kan. Hiervoor wil ik u graag uitnodigen om naar Tilburg te komen en deze workshop bij te wonen. Mijn vraag nu is welke criteria zijn essentieel in het vergelijkingsproces van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen. De locatie wordt al in de beslisboom geanalyseerd aan de hand van vragen, hieruit komt een categorie met verschillende vergelijkbare ondergrondse waterbergingsvoorzieningen. Momenteel heb ik nu binnen hoofd-criterium realisatie, de sub-criteria hydraulische werking, kosten van de realisatie, tijd, benodigde vaardigheden, benodigde oppervlak op het maaiveld, verstoring van de omgeving en toegankelijkheid.

E: Oké, als ik het goed begrijp is de vraag nu, wat is belangrijkst voor je ergens voor kiest?

L: Ja, misschien ook handig om te weten. Ik maak uiteindelijk met de criteria een multicriteria-analyse en in deze analyse hebben alle criteria een weging. De voorzieningen moeten dan worden beoordeeld aan de hand van de criteria in de vergelijking. Een voorbeeld is dat waterbergende infiltrerende verharding wordt beoordeeld op hydraulische werking en dus ook de mogelijke risico's van verstopt raken. In de MCA wordt dan gekeken of de voorziening goed scoort. De voorziening wordt in dit geval nog niet aangepast op de omgeving maar er wordt gekozen uit de voorzieningen waar desbetreffende partij ervaring mee heeft.

E: Mijn eerste reactie op je vraag is, je gaat iets met water doen omdat dit goed verwerkt moet worden. Dus de hydraulische werking is altijd punt een denk ik. Daarna kom je met allerlei knelpunten als bijvoorbeeld heb je voldoende budget.

L: Ja, kan ik me in vinden. Hydraulische werking was eerst ook een hoofd-criterium zelf, nu heb ik hem toegevoegd bij realisatie omdat dit in deze fase moet worden vastgesteld. Het is dan waarschijnlijk dat deze sub-criterium hoog scoort. Het is duidelijk dat hydraulische werking een van als het niet het belangrijkste criterium van allemaal is.

E: Ja dat denk ik. Wat wij nu in deze community nog niet goed weten is, wat doe je met de vervuiling en de waterkwaliteit?

L: Ik heb bijvoorbeeld binnen beheer een criterium die oordeelt of het mogelijk is om de voorziening te zuiveren om de functie te behouden.

E: Moet je dit niet een stap naar voren trekken? Een voorbeeld is van een locatie waarbij een tankstation in de buurt zit. Hier is een mogelijk risico dat er olie afstroomt. Moet je daar dan wel een infiltratie voorziening plaatsen?

L: Dat is iets wat ik voor de multicriteria-analyse in de beslisboom heb proberen af te bakenen. Wanneer er in de locatiekeuzen naar voren komt dat bij infiltratie risico's zijn wordt een infiltratie voorziening niet toegepast. Ook wordt er hier gekeken naar de bodemvervuiling om te oordelen of een infiltratie voorziening geplaatst kan worden.

E: Oké, de randvoorwaarden zijn al gegeven, je zit bij de vergelijking op het punt waar je weet welke voorzieningen je kan toepassen en nu vergelijk je deze om te kijken welke het meest geschikt is. Dan is de benodigde capaciteit ook al gegeven.

L: Precies, je weet de behoefte en omgevingsfactoren, daaruit is een lijst met beschikbare voorzieningen gekomen en deze ga je vergelijken. Bij capaciteit kan gekeken worden of er efficiënt om wordt gegaan met de ruimte maar daar beoordeel je binnen de sub-criteria niet per se streng op.

L: Voor waterkwaliteit wordt er gekeken naar sub-criteria materiaal ecologie. Hier wordt er onder meer gekeken of de voorziening een zuiverende werking heeft door materialen zoals schelpen, lavasteen of kokos. De zuiverende werking moet natuurlijk nog voor de voorzieningen onderzocht worden en voor de beoordeling gaat dat dus nu nog niet.

E: Hoe zit verder de beheerbaarheid? Ik zag dat beheer erin zit, maar ik wel eens wijkjes gezien waar veel verschillende voorzieningen zijn toegepast. De losse afweging hiervan snap ik dan wel, maar uiteindelijk heb je dan iets waar je niet blij mee bent denk ik dan. Overkoepelend denk ik dat een buurt of wijk een type voorziening moet hebben, beheer technisch. Dat zou ik redelijk hoog plaatsen in de keuzen van voorziening.

L: Dat is inderdaad naar boven gekomen in het onderzoek. In de sub-criteria zit onder anderen toegankelijkheid. Dit beoordeeld of de voorziening daadwerkelijk toegankelijk is zonder obstakels om te beheren. Bij benodigde vaardigheden wordt er gekeken of de verantwoordelijke partijen wel ervaring hebben met de voorziening. Hier kan dan natuurlijk ook gedacht worden aan de variatie van voorzieningen die worden toegepast. Dit is dan mogelijk een essentieel onderdeel in de vergelijking.

E: Ja, dat zou ik ook hoog zetten. Want als je daar geen plan voor hebt zie je dat de voorziening op de loop van tijd niet meer functioneert. Wat ik wel eens van aannemer gehoord heb is dat opdrachtgevers alleen kiezen op de prijs van de aannemer. Dan zijn er situaties waar bij infiltrerende verharding wordt aangelegd en er met zwaar machinerie overheen gereden wordt. Hierdoor stamp je de bodem in de verharding aan en is de infiltratie capaciteit van de voorziening meteen minder. Om dit te voorkomen moeten er rijplaten worden neergelegd maar dit zorgt voor hogere kosten.

L: Ja, hiervoor heb ik sub-criteria benodigde vaardigheden verdeeld onder hoofd-criteria realisatie en beheer & onderhoud. Hierdoor wordt er gekeken of de aannemer voor de realisatie en beheer beschikt over de benodigde kennis om de voorziening goed functionerend op te leveren en te onderhouden.

E: Dan zit het dus aan de kant van de opdrachtgever en de aannemer, de opdrachtgever moet duidelijk zijn in wat ze verwachten en de aannemer moet weten hoe ze deze verwachtingen kunnen waar maken. De opdrachtgever moet heel specifiek zijn in wat de verwachtingen zijn en de opdrachtgever moet de verantwoordelijkheid nemen om te controleren of de voorziening goed wordt opgeleverd.

L: Verder valt onder de hoofd-criterium realisatie, de kosten, dat is als ik je goed begrijp bijzaak. Het functioneren is prioriteit en als dit wat meer moet kosten is dat het zeer waarschijnlijk het waard.

E: Ja en hetzelfde vind ik van de tijdsbesteding. Ik denk dat je moet accepteren dat bij deze voorzieningen wat meer aandacht en tijd besteed moet worden dan wanneer er een gewone weg wordt aangelegd.

L: Ja, dan wordt erbij sub-criteria tijd nog wel gekeken naar de invloed van een wegafsluiting binnen het project.

E: Ach een omleiding is ook mogelijk denk ik dan.

L: Oké, dan begrijp ik dat ook tijd bijzaak is en dat de juiste uitvoering prioriteit heeft. We hebben ook nog sub-criterium, benodigde oppervlak op het maaiveld. Hier wordt gekeken naar het oppervlak dat nodig is tijdens de realisatie op het maaiveld en of daar mogelijkheid is tot realisatie van de voorziening. Ook wordt er gekeken naar de onderdelen van de voorziening die ruimte op het maaiveld nodig heeft.

E: Binnen de community hebben we wel eens besproken of je wel al het water op een punt wilt verzamelen voor infiltratie. Wat je dan ziet is dat de concentratie van verontreiniging ook hoger is. Bij een wadi of infiltrerende fundering waar het infiltratie oppervlak groter is wordt dit verspreid en overschrijd je wellicht niet de toestaande waarde.

L: Ik heb veel negatieve verhalen gehoord over infiltrerende verharding. De robuustheid van het systeem is niet goed op bijvoorbeeld parkeerplaatsen, hier wordt door veel zijwaartse en draaiende bewegingen van autobanden de verharding verschoven. Ook is het risico dat externe partijen na graafwerkzaamheden de verharding niet goed terug aanbrengen waarmee de functie verloren gaat.

E: Ja, dat was een lange tijd het verhaal. Het is lang een opbouw geweest met zandlagen en geotextiel. Hier was vooral geotextiel het probleem wanneer dit verstopt raakt of kapot terug gelegd wordt. In Rotterdam hebben ze ervoor gekozen om gewoon een zandpakket toe te passen. Hiervoor is een standaard profiel ontworpen en dit wordt al jaren toegepast. Hier zijn ze zeer tevreden mee en ook onderzoek laat zien dat het goed functioneert.

L: Ja, slim. In gesprekken binnen de gemeente Tilburg met afdeling verharding is eruit gekomen dat de zandgrond van Tilburg een hoge berging en infiltratie capaciteit heeft. Op deze manier kan ook hier gebruikt worden gemaakt van de al aanwezige grond. Dit maakt dat de materiaalkeuze efficiënt is en de externe partijen makkelijker de functie van de voorziening kan behouden.

E: Ja precies. In Rotterdam hebben ze in principe het ontwerp versimpeld om er mee om te gaan en dit werkt goed. Dat maakt het onderzoek eigenlijk ook lastig want veel van deze problemen zijn wel op te lossen met dit soort maatregelen.

L: Ja, dat begrijp ik. In principe is elke voorziening aan te passen voor de situatie. Hierin kan er gekeken worden naar de flexibiliteit van het ontwerp en de combinatie van verschillende voorzieningen of materialen.

L: De sub-criteria, verstoring omgeving hebben we eigenlijk al besproken bij sub-criteria tijd. Er moet eigenlijk geaccepteerd worden dat de omgeving tijdelijk last heeft van de werkzaamheden om de voorziening goed functionerend op te leveren. Nu hebben we alle te beoordelen criteria onder hoofd-criterium realisatie besproken uit mijn analyse. Heeft u nog mogelijke aanvullingen voor deze hoofd-criterium?

E: Ja, ik denk dat er ook naar monitoring van de voorziening gekeken moet worden. Het is belangrijk om hier in de realisatiefase al over nagedacht te hebben.

L: Dat is in de analyse naar voren gekomen in de sub-criterium toegankelijkheid onder hoofd-criterium realisatie en in sub-criteria onderhoud en benodigde vaardigheden van beheer. Hier wordt gekeken naar de mogelijkheid en noodzaak van monitoring van de voorziening.

E: Ja oké, dan is het ook van belang dat je weet wat je wilt monitoren. Het is nodig om een beheer of monitor plan op te stellen voor de voorziening wordt aangebracht. Dan kan er worden nagedacht over het aanbrengen van bijvoorbeeld een pijlbuis. Het rare is dat vaak wanneer voorzieningen worden aangebracht niemand heeft nagedacht over de parameters waar binnen de voorziening moet functioneren.

L: Oké, dan als ik het goed begrijp is in het beheren van de voorziening ook van belang dat hier tijdens de realisatiefase nagedacht wordt over water er gemonitord moet worden. Hiervoor zijn dan ook parameters nodig om te kunnen oordelen of het functioneren naar wens verloopt. Dan hebben we de realisatiefase gehad en gaan we naar hoofd-criterium beheer & onderhoud. Binnen dit hoofd-criterium vallen de sub-criteria, benodigde vaardigheden van het beheer gedurende de levensduur, materiaal kwaliteit, beheer kosten en onderhoud. Bij benodigde vaardigheden gedurende de levensduur hebben we al het een en het ander besproken. Hier wordt onder meer beoordeeld of de externe partijen beschikt over de benodigde vaardigheden bij graafwerkzaamheden.

E: Ja het is een beetje dubbel daar. Je kan natuurlijk verwachten dat de graafwerkzaamheden goed worden uitgevoerd maar zij moeten natuurlijk ook meters maken. Bij het maken van een moeilijker systeem moet er ook mee gedacht worden met de externe partijen.

L: Ja snap ik. In de locatiekeuze kan er gekeken worden naar de complexiteit van de voorziening en of er daar graafwerkzaamheden uitgevoerd kunnen worden. Bij materiaal kwaliteit wordt er gekeken naar de kwaliteit van het materiaal.

E: Hoe zie je dat op systeemniveau? Je gaat geen fabrikanten vergelijken worden toch.

L: In mijn onderzoek wordt dit nu niet gedaan. Maar in de multicriteria-analyse wordt wel gekeken naar de score op materiaal kwaliteit van de voorziening. Hier worden dan ook de materialen van leveranciers of fabrikanten bekeken op bijvoorbeeld degeneratie van het materiaal.

E: Waar ga je dat dan op baseren. Het lijkt me heel moeilijk voor in de multicriteria-analyse. Het is wel een punt om mee te nemen maar het is in de praktijk wel moeilijk. Bijvoorbeeld wanneer er voor een straat de keuze gemaakt moet worden tussen IT-riool of infiltratiekratten is het heel lastig om te kijken naar de keuze van materialen. Ik denk dat wanneer het systeem gekozen is je gaat oordelen welke materialen je gaat gebruiken. Ik ga er dan van uit dat de leveranciers materialen leveren die op oorden zijn.

L: Ja, dat is wel zo ja. Dat kan betekenen dat materiaal kwaliteit een lage weging kan krijgen of mogelijk niet meegewogen of te worden. Ik heb nu erin staan dat in de keuze van materialen er rekening gehouden moet worden met de degeneratie van de materialen. Ook de invloed van de materiaalkwaliteit op de levensduur van de voorziening.

E: Dan zijn de parameters weer belangrijk. Het is dan van belang om te bepalen hoe lang de voorziening en de materialen mee moeten gaan. Dan volgt de materiaalkeuze uit deze parameters. Maar als je per voorziening gaat kijken naar hoe lang deze mee gaat en een voorziening aanzienlijk langer meegaat scoort die hoger terwijl dit mogelijk niet de meest geschikte voorziening is.

L: Ja, het voordeel zou dan zijn dat het maaiveld en de functie hierop niet gestoord wordt.

E: Dan is dat een onderdeel waar je op moet scoren en niet enkel de levensduur specifiek. In situaties dat de voorziening bijvoorbeeld 20 jaar langer meegaat dan de verharding. Wordt de verharding vervangen en moet je 20 jaar later de verharding opnieuw doen omdat de voorziening hieronder aan vervanging toe is.

L: Ja, duidelijk. Het is dus van belang om eerst parameters op te stellen. Dit kan afhankelijk zijn van bijvoorbeeld het maaiveld en dat bij een omgeving waar de voorziening 80 jaar mee moet gaan van wegen de verharding een levensduur van 100 jaar niet per se beter is.

E: Ja zo formuleer je redelijk harde eisen aan de voorziening waarmee je de voorzieningen kan beoordelen en vergelijken.

L: Verder heb ik bij hoofd-criterium beheer & onderhoud het sub-criterium kosten van beheer. Ik kan uit ons gesprek halen dat ook dit mogelijk bijzaak is omdat de mogelijkheid van beheer hier prioriteit heeft.

E: Ja, inderdaad. Een voorbeeld hiervan is inderdaad het gebruiken van een ZOAB-reiniger maar dit hoeft ook maar eens in de 5 jaar. Vergeleken met normaal straatvegen is dit duur maar ik vind het moeilijk om een voorbeeld voor te stellen waar deze criterium van belang is.

L: Verder heb ik sub-criterium onderhoud. Hier wordt de noodzaak, frequentie en effectiviteit van beheer en onderhoud beoordeeld, ook wordt de mogelijke noodzakelijke reparaties beoordeeld. De mogelijke noodzaak voor reparaties wordt dan beoordeeld aan de hand van ervaringen met de voorziening.

E: Dit vind ik heel moeilijk. Er zijn veel fabrikanten die rekening mee houden met onderhoud maat hoe effectief is het onderhoud dan inderdaad. Je moet wel bij alle cruciale systeemcomponenten kunnen.

L: Ja, ook bij voorzieningen zoals bijvoorbeeld Rockflow is onderhoud geen optie omdat je de voorziening in kan.

E: En daar moet je in het systeem denken aan een component dat de noodzaak voor onderhoud beperkt door bijvoorbeeld een zandvang. Maar ook dan zal je zien dat er verontreiniging met het water mee de voorziening in stroomt.

L: Oké, als ik het goed begrijp is het dus vooral van belang om te kijken naar de noodzaak van onderhoud en wanneer dit noodzakelijk is pas de mogelijkheid. Wanneer het dus niet noodzakelijk is en wanneer onderhoud effectief uit te voeren is mag deze criterium hoog mee scoren. Ik heb nu nog hoofd-criterium impact milieu te bespreken. Hieronder vallen twee sub-criteria, dat zijn materiaal-ecologie en koolstofvoetafdruk. De opdrachtgever gemeente Tilburg heeft aangegeven dat duurzaamheid een belangrijk punt is. Hiervoor kan gekeken worden naar het gebruik van ecologisch verantwoorde materialen en het beperken van broeikasgasemissies.

E: Het lijkt me heel moeilijk om materialen te gaan vergelijken hierin. Ik snap dat het belangrijk is maar hoe uitvoerbaar dit is weet ik niet. Er is een onderzoek geweest van RIONED waaruit heeft gebleken dat een grote factor hierin het transport is. Bij bijvoorbeeld betonnen buizen is het transporteren van kuub capaciteit beperkt en spreek je al snel over meet transport bewegingen. Hier is dan ook de afstand tussen leverancier en locatie van invloed. Als je dit soort dingen mee gaat nemen moet je dus ook weten waar het materiaal vandaan komt en dat lijkt me in de uitvoerbaarheid lastig.

L: Ja, snap ik. Ik ga er dus van uit dat de opdrachtgever zoals eerder besproken niet veel variatie in voorzieningen willen hebben. Omdat ze dus bekend zijn met de voorzieningen kunnen ze ook al weten waar deze vandaan worden gehaald. Bijvoorbeeld sub-

criteria tijd in de hoofd-criterium realisatie wordt ook gekeken hoelang het duurt voor een levering van materialen duurt. Dit is allemaal afhankelijk van bij welke leverancier dit wordt aangeschaft. Ook een ander voorbeeld voor ecologisch verantwoord kiezen van materiaal voor Watershells. Deze zijn heel positief in transport omdat ze goed op elkaar zijn te stapelen maar zouden laag scoren op ecologie omdat bij het aanbrengen van de voorziening beton met PVC wordt gecombineerd. Bij het verwijderen van de voorziening is het recyclen niet mogelijk. Er kan per materiaal naar de MKI scoren gekeken worden. Ook wordt de sub-criterium materiaal ecologie beoordeeld met efficiënt gebruik van materialen en middelen. Een hoog scorende voorziening in Tilburg zal dan de waterbergende fundering zijn. Hier wordt grond minder afgevoerd of geleverd en ga je dus efficiënt om met de middelen die al aanwezig zijn.

E: Ja oké, inderdaad.

L: Het laatste criterium is dan koolstofvoetafdruk, Hier wordt dan gekeken naar de broeikasgasemissies gedurende het hele proces van de voorziening, dit is dan inclusief van realiseren, het benodigde beheer en het verwijderen van de voorziening.

E: Waar wordt circulariteit beoordeeld?

L: Voorlopig wordt dit beoordeeld onder materiaal ecologie. Hier wordt gekeken naar de mogelijkheid van recyclen van de materialen.

E: Ja, oké.

L: Dit zijn dan de criteria die ik in mijn onderzoek als essentieel heb beschouwd. Nu vraag ik me af of u nog aanvullende criteria hebt en of er nog meer aanpassingen nodig zijn?

E: Ik ga even zoeken in de onderzoeken binnen de community, het kan best wel zijn dat dit alles als is hoor. Fabrikanten maken vaak varianten, wanneer vind je iets betrouwbaar om toe te passen en hoe neem je dat mee in de multicriteria-analyse?

L: Dit wordt in de hydraulische werking en benodigde vaardigheden beoordeeld. De werking van de voorziening moet natuurlijk goed zijn en de vaardigheden en ook ervaring moet dus aanwezig zijn om het systeem te vertrouwen. Het is inderdaad nog niet specifiek beschreven maar wordt wel verdeeld beoordeeld in deze criteria.

E: Ja, oké. Ik weet dat ze in België bezig zijn met aannemers om hun een certificaat kunnen krijgen om voorzieningen aan te kunnen leggen. Deze methoden maakt dus duidelijk dat aannemers ervaring hebben met de voorziening en dat het proces dus te vertrouwen is. Dit is nog niet rondt.

L: Ow wauw, dat lijkt me nuttig is de praktijk ja.

E: Ik vroeg me dan af hoe het hele aanleg deel meegenomen wordt in de vergelijking van voorzieningen?

L: Ja, dat kan dan weer beoordeeld worden in beheerde vaardigheden bij realisatie. Hier wordt gekeken naar de ervaring van de aannemer en dan is dit een hele goede methodiek geloof ik.

E: Ja dan heb ik verder geen aanvullingen meer nu.

L: Oké, ik wil u in ieder geval heel erg bedanken voor uw tijd. Het was een prettig gesprek en heb er veel aan gehad. We zijn tot goede inzichten gekomen en zal u nog uitnodigen voor de workshop op 2 oktober. Ik zal met u de woordelijke transcriptie delen om te kijken of ik wat we hebben besproken goed heb geïnterpreteerd.

Figuur 56 **Toestemming** ..

Klik hier om terug te gaan naar [§4.2 Expertinterviews](#)

Resultaten interviews

Klik hier om terug te gaan naar [§4.2 Expertinterviews](#) en hier om terug naar [§8.1 Essentiële criteria](#).

Criteria Breda

.., als adviseur stedelijk water bij de gemeente Breda, reageert op de vraag over het onderzoek naar ondergrondse waterbergende voorzieningen en de criteria voor validatie en selectie. .. deelt in de mail de volgende essentiële criteria die hij behandelt bij het implementeren van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen:

Waterrobuustheid:

Er wordt benadrukt dat het van belang is dat systeem effectief blijven functioneren. Wanneer er extreme neerslag plaatsvindt moet het systeem functioneren. .. wijst op de noodzaak van een noodafvoer mechanisme om overstromingen te voorkomen.

Hoeveelheid waterberging ten opzichte van ruimtegebruik:

.. legt uit dat verschillende systemen variëren in termen van holle ruimte. Hij noemt Aquaflo en Rockflow als voorbeelden met verschillende percentages holle ruimte. De hoeveelheid waterberging ten opzichte van ruimtegebruik is belangrijk vanwege het efficiënt ruimtegebruik en effectiviteit van het systeem.

Lediging van het systeem:

Hierbij gaat .. in op de infiltratiecapaciteit en de mogelijkheid om een vertraagde lediging te implementeren om effectief gebruik te maken van de bergingscapaciteit. Vertraagde lediging verwijst naar het gecontroleerd afvoeren van het opgeslagen water uit de bergingsvoorziening over een langere periode, nadat de neerslag is gestopt. Dit heeft enkele belangrijke voordelen:

- **Overbelasting voorkomen:** Als het opgeslagen water te snel wordt afgevoerd, kan dit leiden tot overbelasting van het rioleringsysteem of het waterberging systeem zelf. Een vertraagde lediging voorkomt overbelasting en zorgt voor een geleidelijke afvoer die beter beheersbaar is.
- **Minder piekafvoer:** Een vertraagde lediging vermindert de piekafvoer naar het riool of oppervlaktewater. Dit draagt bij aan het verminderen van overstromingsrisico's en het ontlasten van het rioleringsysteem tijdens piekmomenten.
- **Grondwateraanvulling:** Bij systemen met infiltrerende eigenschappen, zoals infiltratiekratten, kan vertraagde lediging zorgen voor een langzamere afgifte van het opgeslagen water aan de bodem. Dit bevordert de aanvulling van het grondwater.

Benodigde diepteligging:

.. wijst op de variatie in diepteligging voor verschillende systemen. Bij het toepassen van een infiltrerende voorziening in een omgeving met hogere grondwaterstanden is een voorziening met weinig dekking gunstig.

..benadrukt verder ook het belang van onderhoud en inspectie, de kosteneffectiviteit van de voorziening en de duurzaamheid en herbruikbaarheid. Daarnaast wijst .. naar de mogelijke opties voor toestroom naar de bergingsvoorzieningen. Voorbeelden zoals water passerende stenen, waterdoorlatende stenen en kolken worden hier genoemd. .. adviseert om de eerste twee opties te vermijden vanwege hun kwetsbaarheid voor verstopping.

Klik hier om terug te gaan naar [§4.2 Expertinterviews](#) en hier om terug naar [§8.1 Essentiële criteria](#).

..
Klik hier om terug te gaan naar [§4.2 Expertinterviews](#) en hier om terug naar [§8.1 Essentiele criteria](#).

.. geeft aan geen infiltratie kratten te gebruiken. Dit omdat de levensduur van de infiltratie kratten nooit gelijk of beter is dan de verharding erboven op het maaiveld. Terwijl een rioolbuis 80 jaar mee kan gaan. De kratten zijn kwetsbaar voor wortels, de geotextiel is niet bestand tegen ingroei. Ook zijn infiltratie kratten slecht te beheren, inspectie en reinigingswerkzaamheden zijn lastig goed uit te voeren. Een ondergrondse waterbergende voorziening die minimaal beheer nodig heeft zal beter zijn. .. benoemt dat zand, specifiek zand in de Tilburgse bodem een hoge bergingseigenschap heeft. Door de hoge doorlatendheid kan zand volgens .. 200 millimeter per kuub bergen. In combinatie met een drainage kan dit bevorderd worden. Er is gespeculeerd over waterbergende fundering van zand met een drainagesysteem. Dit zou risico's van graafwerkzaamheden door externe kunnen beperken omdat de fundering traditioneel teruggelegd kan worden. Terugkomend op de drainagesystemen is het materiaal gebruik hiervan besproken. Door kokos met micro-organisme te gebruiken wordt slib afgebroken in het systeem, dit is positief op de behoefte van onderhoud. Hierop aansluitend zijn andere zuiverende materialen voor ondergrondse waterbergingen besproken. Deze materialen zijn schelpen en lavasteen, het nadeel van deze materialen is dat deze niet te beheren zijn. Toch kunnen deze materialen de noodzaak tot beheer positief beïnvloeden.

Over de duurzaamheid van materiaalgebruik wordt beschreven dat plastic zal afbreken en microplastics in de bodem en het grondwater zal komen. Met deze rede moet plastic voor zover er een alternatief is worden vermeden.

De criteria waar .. zich mee bezig houdt zijn gericht op beheer. Zoals in het begin van het gesprek benoemd is vindt meneer Zandijk een lange levensduur belangrijk. Verder moet het beheren kostenefficiënt zijn en niet te duur. Het functioneren van de voorziening moet kunnen worden behouden waardoor vertrouwen in de voorziening blijft. De effecten op de omgeving moeten gunstig zijn, ecologisch en hydraulisch. .. geeft aan dat beheerstechnisch er niet te veel verschillende voorzieningen moeten worden toegepast.

Essentiele criteria:

- Mogelijkheid tot beheer
- Beheer
- Levensduur
- Beheer kosten
- Functioneren
- Verstoring omgeving ecologie
- Verstoring hydraulisch

Klik hier om terug te gaan naar [§4.2 Expertinterviews](#) en hier om terug naar [§8.1 Essentiele criteria](#).

Klik hier om terug te gaan naar [§4.2 Expertinterviews](#) en hier om terug naar [§8.1 Essentiele criteria](#).

..

Het overwegen van parameters voor monitoring en onderhoud is van cruciaal belang om te oordelen wanneer de voorziening voldoende of onvoldoende presteert.

- Hydraulische werking is cruciaal:

Hydraulische werking van de voorziening is van primair belang is bij het selecteren van de juiste ondergrondse waterbergingsvoorziening. Het vermogen om water effectief te bergen en te verwerken is een topprioriteit.

- Benodigde vaardigheden en ervaring:

Het hebben van gekwalificeerde aannemers en beheerders met de juiste vaardigheden en ervaring is van groot belang. Zij moeten in staat zijn om de voorziening correct aan te leggen en te onderhouden, wat invloed heeft op de werking en levensduur ervan.

- Milieu-impact en duurzaamheid:

Duurzaamheid en milieu-impact zijn belangrijke zorgen. Er wordt gekeken naar het gebruik van ecologisch verantwoorde materialen en het minimaliseren van broeikasgasemissies gedurende het hele levenscyclusproces van de voorziening.

- Monitoring en onderhoud:

Het opstellen van monitoring- en onderhoudsplannen is essentieel om ervoor te zorgen dat de voorzieningen goed blijven functioneren. Dit omvat het bepalen van wat er moet worden gemonitord en de frequentie van onderhoud.

- Flexibiliteit en aanpassingsvermogen:

De mogelijkheid om voorzieningen aan te passen aan de specifieke omgeving en situatie wordt genoemd als een belangrijk aspect. De flexibiliteit van het ontwerp en de combinatie van verschillende voorzieningen of materialen kunnen van invloed zijn op de uiteindelijke keuze. Echter zijn bijna alle voorzieningen flexibel aan te passen. Bijvoorbeeld een IT-riool kan meer capaciteit krijgen bij het van gevel tot gevel aan te leggen.

- Kosten en tijdsbesteding:

Terwijl kosten en tijd worden beschouwd als belangrijke criteria, zijn ze mogelijk ondergeschikt aan de bovengenoemde factoren. Het benadrukken van de juiste werking en duurzaamheid lijkt prioriteit te hebben.

- Toegankelijkheid:

De toegankelijkheid van de voorziening voor beheer en monitoring is van groot belang. Dit omvat ook het opstellen van beheer- en monitoringsplannen.

- Benodigde vaardigheden:

Benodigde vaardigheden van beheerders gedurende de levensduur van de voorziening zijn essentieel om ervoor te zorgen dat de voorziening effectief blijft functioneren. Certificering van aannemers kan een waardevolle aanvulling zijn om ervoor te zorgen dat ze ervaring hebben met specifieke voorzieningen.

Materiaal-ecologie en koolstofvoetafdruk worden genoemd als belangrijke criteria, waarbij aandacht wordt besteed aan ecologisch verantwoorde materialen en het minimaliseren van broeikasgasemissies. Circulariteit wordt momenteel onder materiaal-ecologie beoordeeld, waarbij wordt gekeken naar de mogelijkheid van recyclen van materialen. Het vertrouwen in de betrouwbaarheid van voorzieningen kan worden beoordeeld in termen van hydraulische werking en benodigde vaardigheden.

Klik hier om terug te gaan naar [§4.2 Expertinterviews](#) en hier om terug naar [§8.1 Essentiele criteria](#).

Hoofdstuk 9 kwantificatie criteria

Aspecten en criteria

Klik hier om terug te gaan naar [§4.4 Vergelijkend onderzoek](#) en hier om terug te gaan naar [§9.1 Wegingsfactor & cijferschaal](#)

Aspect, Uitvoering

Het aspect uitvoering richt zich op de uitvoerende fase van het project, waarin het ontwerp daadwerkelijk wordt gerealiseerd en omgezet in een operationele structuur. Dit is een cruciale fase waarin verschillende criteria worden beoordeeld om ervoor te zorgen dat het project binnen het beschikbare budget wordt gerealiseerd en dat financiële risico's worden geminimaliseerd. Het aspect uitvoering is van vitaal belang om ervoor te zorgen dat het ontwerp van de waterbergende voorziening daadwerkelijk wordt gerealiseerd op een manier die zowel kosteneffectief als functioneel is, terwijl rekening wordt gehouden met de beleving van de omgeving en de complexiteit van de installatie. Een doeltreffende uitvoering is essentieel om het project succesvol af te ronden en de beoogde doelen te bereiken. Deze fase omvat een reeks kritische criteria en overwegingen die van invloed zijn op het succes van het project.

Bij een laag belang zal het project bijvoorbeeld geen strikte deadlines hebben voor de voltooiing en is er ruimte voor flexibiliteit in de uitvoering. Als de waterbergingsvoorziening wordt geplaatst op een locatie waar minimale verstoring van de omgeving mogelijk is door dunbevolkt gebied wordt verwacht er weinig sociale of milieukwesties zijn die moeten worden aangepakt tijdens de uitvoering, kan het aspect

Het aspect "Uitvoering" kan van groot belang zijn in verschillende situaties, afhankelijk van de specifieke omstandigheden van het project en de doelstellingen. Als er sprake is van strikte deadlines voor de voltooiing van het project, bijvoorbeeld vanwege seizoensgebonden weersomstandigheden, wordt de uitvoering van het project van cruciaal belang. Het niet tijdig voltooiën van de waterbergingsvoorziening kan leiden tot negatieve invloed op de beleving van de omgeving. Als de waterbergingsvoorziening wordt geplaatst in een dichtbevolkt gebied kan de beleving een hoog belang krijgen omdat veel mensen hier dan mee te maken krijgen.

Aspecten die niet worden beoordeeld in het uitvoering aspect om dubbele score te voorkomen in de beoordeling zijn:

- Het aspect 'Uitvoering' richt zich op de uitvoerende fase van het project, waarin het ontwerp daadwerkelijk wordt gerealiseerd en omgezet in een operationele structuur.
- Het aspect ontwerp - technisch richt zich op zowel de vormgeving als de technische en functionele aspecten van de waterbergende voorziening.
- Het aspect levensduur dit richt zich op het waarborgen van een optimale levensduur die goed past binnen de omgevingscontext en de gestelde doelen van het project. Dit aspect beoordeelt de kwaliteit van de gebruikte materialen de draagkracht van de constructie en de risico's bij graafwerkzaamheden.
- Het aspect milieu binnen de beoordeling van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen richt zich op het minimaliseren van de negatieve en positieve milieueffecten van de ondergrondse waterbergingsvoorzieningen op de ecologie.

Te beoordelen criteria in het uitvoering aspect zijn:

- Aanlegkosten: de beoordeling van de aanlegkosten heeft betrekking op de kosten die nodig zijn om het ontwerp daadwerkelijk te realiseren en om te zetten in een operationele structuur. Het is van belang om het project binnen het beschikbare budget te realiseren en financiële risico's te voorkomen.
- Beleving: beleving heeft betrekking op hoe de waterbergende voorziening wordt ervaren door de gemeenschap en andere belanghebbenden. Een goed ontwerp houdt rekening met de esthetische en functionele aspecten die de beleving van de omgeving beïnvloeden.
- Complexiteit installatie: de mate van complexiteit bij de installatie van de waterbergende voorziening wordt geëvalueerd. Een eenvoudige installatie kan kosten en tijd besparen, terwijl een complexe installatie uitdagingen met zich mee kan brengen.

Cijferschaal voor toekenning van wegingsfactoren aan het aspect uitvoering:

0: Niet relevant	Er zijn geen deadlines voor de voltooiing en er is overvloedige flexibiliteit in de uitvoering. Sociale en milieukwesties spelen geen rol en er wordt verwacht dat er geen verstoring van de omgeving zal zijn.
1: Zeer laag belang	Er zijn geen strikte deadlines voor de voltooiing en er is overvloedige flexibiliteit in de uitvoering. Sociale en milieukwesties spelen geen significante rol en er wordt verwacht dat er minimale verstoring van de omgeving zal zijn.
2: Laag belang	Er zijn geen strenge deadlines voor de voltooiing en er is enige flexibiliteit in de uitvoering. Hoewel er enkele sociale of milieukwesties kunnen zijn, zijn deze beperkt en hebben ze een beperkte invloed op het project.
3: Matig laag belang	Strikte deadlines voor voltooiing zijn niet aanwezig, maar er is beperkte flexibiliteit in de uitvoering. Sociale en milieukwesties zijn van enig belang, maar kunnen worden beheerd zonder significante problemen.
4: Matig belang	Er zijn enkele deadlines voor de voltooiing en de uitvoering vereist aandacht en planning. Sociale en milieukwesties kunnen aandacht nodig hebben, maar zijn beheersbaar.
5: Gemiddeld belang	Strikte deadlines voor voltooiing moeten worden gehaald en de uitvoering vereist zorgvuldige planning en coördinatie. Sociale en milieukwesties hebben een matige invloed op het project en moeten worden aangepakt.
6: Matig hoog belang	Strikte deadlines voor voltooiing zijn essentieel en de uitvoering vereist intensieve planning en coördinatie. Sociale en milieukwesties hebben een aanzienlijke impact op het project en moeten zorgvuldig worden aangepakt.
7: Hoog belang	Strikte deadlines voor voltooiing zijn van vitaal belang en de uitvoering vereist uiterst gedetailleerde planning en coördinatie. Sociale en milieukwesties hebben een zeer grote invloed op het project en moeten met de hoogste prioriteit worden aangepakt.
8: Zeer hoog belang	De uitvoering vereist uiterst zorgvuldige planning en coördinatie op het hoogste niveau. Sociale en milieukwesties hebben een kritieke impact op het project en moeten onmiddellijk worden aangepakt.
9: Uiterst belangrijk	Strikte deadlines voor voltooiing zijn zeer belangrijk en de uitvoering vereist het hoogste niveau van precisie en coördinatie. Sociale en milieukwesties hebben een zeer grote invloed op het project en moeten onmiddellijk en met de grootst mogelijke zorgvuldigheid worden aangepakt.
10: Kritisch belangrijk	Het niet halen van strikte deadlines voor voltooiing kan grote negatieve gevolgen hebben. De uitvoering vereist een ongeëvenaard niveau van precisie en coördinatie. Sociale en milieukwesties zijn van het grootste belang voor de veiligheid en het welzijn van de gemeenschap en moeten met de hoogste prioriteit worden aangepakt.

Klik hier om terug te gaan naar [§4.4 Vergelijkend onderzoek](#) en hier om terug te gaan naar [§9.1 Wegingsfactor & cijferschaal](#)

Aanlegkosten

Klik hier om terug te gaan naar [§4.4 Vergelijkend onderzoek](#) en hier om terug te gaan naar [§9.1 Wegingsfactor & cijferschaal](#)

Het criterium 'aanlegkosten' houdt rekening met de kosten die gemoeid zijn met de bouw, installatie en oplevering van de ondergrondse waterbergingsvoorziening. Dit omvat de directe kosten die verband houden met de daadwerkelijke constructie en installatie van de waterbergingsvoorziening. Het omvat arbeidskosten, materiaalkosten, apparatuur-kosten en eventuele uitgaven voor specifieke bouw- of installatiediensten. Het ontwerp en de realisatie van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen kunnen aanpassingen aan bestaande infrastructuur vereisen, zoals wegen, rioleringen of nutsvoorzieningen. Het is van belang om de kosten van deze infrastructuuraanpassingen in de beoordeling op te nemen, aangezien ze invloed kunnen hebben op de algehele financiële haalbaarheid van het project. Dit criterium omvat ook kosten voor risicobeheer en het implementeren van eventuele noodmaatregelen om verstoringen in de aanleg te voorkomen. Het is van belang om dergelijke kosten op te nemen om financiële verrassingen te voorkomen. Het project moet binnen de financiële grenzen blijven die aanvankelijk zijn vastgesteld. Het overschrijden van het budget kan leiden tot financiële problemen en het niet bereiken van de gestelde doelen.

Bij een laag belang zal het project een ruim budget hebben en financiële beperkingen geen kritische rol spelen. Dit criterium heeft een laag belang wanneer er minimale (infrastructuur-) aanpassingen nodig om de ondergrondse waterbergingsvoorziening te realiseren. Ook heeft dit criterium een laag belang wanneer het project zich in een dunbevolkt gebied bevindt en de verstoring van de omgeving met bijkomende kosten tijdens de aanleg minder relevant is. Bij projecten waarbij de nadruk ligt op andere aspecten, zoals techniek, levensduur of milieu en financiële overwegingen van secundair belang zijn heeft deze criterium ook een laag belang.

Deze criterium heeft een hoog belang in gevallen waar het budget beperkt is en financiële efficiëntie van groot belang is om het project binnen de beschikbare middelen te realiseren. Ook heeft dit criterium een hoog belang wanneer er aanzienlijke infrastructuuraanpassingen nodig zijn zoals het aanpassen van wegen, rioleringen, of nutsvoorzieningen met bijkomende kosten om de waterbergingsvoorziening te implementeren. Dit criterium heeft een hogere prioriteit wanneer het project zich richt op kostenbesparing als primaire doelstelling, bijvoorbeeld in situaties waarbij de beschikbare financiering beperkt is en financiële risico's geminimaliseerd moeten worden.

Cijferschaal voor toekenning van wegingsfactoren aan het criterium aanlegkosten:

0: Niet relevant	De aanlegkosten van de ondergrondse waterbergingsvoorziening zijn niet relevant voor het succes en de belangen van het project. Dit criterium is niet van toepassing op het project.
1: Zeer laag belang	Het project heeft een ruim budget en financiële beperkingen spelen geen kritische rol. Financiële beperkingen spelen geen kritische rol en er zijn geen significante infrastructuuraanpassingen nodig.
2: Laag belang	Het project heeft enige financiële flexibiliteit. Financiële overwegingen zijn secundair. De aanlegkosten voor de ondergrondse waterbergingsvoorziening zijn van zeer laag belang. Financiële beperkingen spelen geen kritische rol en er zijn geen significante infrastructuuraanpassingen nodig.
3: Matig laag belang	De aanlegkosten hebben een matig lage invloed op het succes van het project. De aanlegkosten voor de ondergrondse waterbergingsvoorziening zijn laag. Er zijn enige infrastructuuraanpassingen nodig, maar financiële overwegingen zijn van secundair belang.
4: Matig belang	De aanlegkosten hebben een matige invloed op het succes van het project. Er zijn enige infrastructuuraanpassingen nodig die matige invloed hebben op het budget. Het project richt zich op andere aspecten zoals techniek, levensduur of milieu.
5: Gemiddeld belang	De aanlegkosten hebben een gemiddelde invloed op het succes van het project. Er zijn geen grote budgetbeperkingen, maar enkele infrastructuuraanpassingen zijn nodig.
6: Matig hoog belang	De aanlegkosten hebben een matig hoge invloed op het succes van het project. Aanzienlijke infrastructuuraanpassingen zijn vereist, zoals het aanpassen van wegen, rioleringen of nutsvoorzieningen, met een merkbare financiële impact.
7: Hoog belang	De aanlegkosten hebben een hoge invloed op het succes van het project. Financiële efficiëntie is van groot belang om het project binnen het budget te houden, inclusief kosten gerelateerd aan beperkte verstoring van de omgeving.
8: Zeer hoog belang	De aanlegkosten hebben een zeer grote invloed op het succes van het project. Aanzienlijke infrastructuuraanpassingen zijn nodig en het project richt zich sterk op kostenbesparing als primaire doelstelling, inclusief financiële overwegingen met betrekking tot beperkte verstoring van de omgeving.

- 9: Uiterst belangrijk** De aanlegkosten hebben een buitengewoon grote invloed op het succes van het project. De aanlegkosten voor de ondergrondse waterbergingsvoorziening zijn uiterst belangrijk. Het budget is beperkt en het minimaliseren van financiële risico's met betrekking tot beperkte verstoreng van de omgeving is cruciaal.
- 10: Kritisch belangrijk** De aanlegkosten zijn van kritisch belang voor het succes van het project en hebben een doorslaggevende invloed. Het overschrijden van het budget, vooral in verband met de beperkte verstoreng van de omgeving, kan leiden tot ernstige financiële problemen en het niet bereiken van de gestelde doelen.

Klik hier om terug te gaan naar [§4.4 Vergelijkend onderzoek](#) en hier om terug te gaan naar [§9.1 Wegingsfactor & cijferschaal](#)

Beleving

Klik hier om terug te gaan naar [§4.4 Vergelijkend onderzoek](#) en hier om terug te gaan naar [§9.1 Wegingsfactor & cijferschaal](#)

Het criterium beleving bij het beoordelen van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen richt zich op het minimaliseren van negatieve effecten en kosten voor omwonenden tijdens de bouw van de voorziening. Het doel is om verstoringen te verminderen, de omgeving te beschermen en tegelijkertijd de leefbaarheid en veiligheid te verbeteren. Dit criterium beoordeelt hoe het ontwerp van de voorziening overlast, geluidshinder, stofverspreiding en andere hinder tijdens de bouw beperkt. Daarnaast kijkt het naar de positieve bijdragen aan de leefbaarheid, zoals het bevorderen van vergroening in de omgeving en het waarborgen van de veiligheid en gezondheid. Het beoordeelt ook of er maatregelen nodig zijn om lucht- en waterkwaliteit te beschermen en gezondheidsrisico's te minimaliseren. Dit is belangrijk omdat het de acceptatie en het succes van de waterbergingsvoorziening beïnvloedt.

Het criterium beleving heeft een lage prioriteit wanneer het project minimale aanpassingen aan de omgeving vereist en er weinig verstoring wordt verwacht tijdens de aanleg van de ondergrondse waterbergingsvoorziening. Dit geldt ook in dunbevolkte gebieden waar de impact op de omwonenden beperkt is en de sociale aspecten minder van belang zijn. In projecten waar andere aspecten, zoals technisch, levensduur of milieu, de focus hebben en de sociale impact een minder belangrijk is, heeft dit criterium een laag belang.

Aan de andere kant krijgt het criterium beleving een hoge prioriteit in situaties waar de bouw van de waterbergingsvoorziening aanzienlijke verstoringen voor de omgeving met zich meebrengt. Dit geldt met name wanneer er ingrijpende aanpassingen aan bestaande infrastructuur nodig zijn, die de leefomgeving sterk kunnen beïnvloeden. Ook in projecten waar kostenbesparing en minimalisering van overlast voor omwonenden centraal staan, heeft dit criterium een hoge prioriteit.

Cijferschaal voor toekenning van wegingsfactoren aan het criterium beleving:

0: Niet relevant	Het criterium beleving is niet relevant voor dit project, omdat er geen significante verstoringen of impact op omwonenden worden verwacht tijdens de bouw van de ondergrondse waterbergingsvoorziening.
1: Zeer laag belang	Het criterium beleving heeft zeer lage prioriteit. Het project vereist minimale aanpassingen aan de omgeving en er wordt weinig verstoring verwacht tijdens de aanleg. De sociale impact is beperkt.
2: Laag belang	Het criterium beleving heeft een lage prioriteit. Het project vereist enkele aanpassingen aan de omgeving, maar de impact op omwonenden is beperkt. Sociale aspecten zijn minder belangrijk in dit project.
3: Matig laag belang	Het criterium beleving heeft een matig lage prioriteit. Er zijn enige aanpassingen nodig aan de omgeving, maar de impact op omwonenden is matig. Sociale aspecten zijn van secundair belang.
4: Matig belang	Het criterium beleving heeft een matige prioriteit. Het project kan enige verstoringen voor omwonenden veroorzaken, maar er kunnen maatregelen worden genomen om deze te minimaliseren. Sociale aspecten zijn belangrijk maar niet overheersend.
5: Gemiddeld belang	Het criterium beleving heeft een gemiddelde prioriteit. Het ontwerp van de voorziening beperkt overlast, geluidshinder, stofverspreiding en andere hinder tijdens de bouw. Het draagt bij aan de leefbaarheid en veiligheid in de omgeving.
6: Matig hoog belang	Het criterium beleving heeft een matig hoge prioriteit. De bouw van de voorziening kan aanzienlijke verstoringen voor de omgeving met zich meebrengen, maar er zijn maatregelen genomen om deze te beperken. Kostenbesparing en minimalisering van overlast voor omwonenden staan centraal.
7: Hoog belang	Het criterium beleving heeft een hoge prioriteit. De bouw van de voorziening veroorzaakt aanzienlijke verstoringen voor de omgeving, met name bij ingrijpende aanpassingen aan bestaande infrastructuur. Kostenbesparing en minimalisering van overlast voor omwonenden zijn cruciaal.
8: Zeer hoog belang	Het criterium beleving heeft een zeer hoge prioriteit. De bouw van de voorziening heeft een aanzienlijke impact op de omgeving en er zijn uitgebreide maatregelen genomen om overlast te minimaliseren. Kostenbesparing en minimalisering van sociale impact zijn van het grootste belang.
9: Uiterst belangrijk	Het criterium beleving heeft een buitengewoon grote prioriteit. De bouw van de voorziening brengt aanzienlijke verstoringen met zich mee en er worden uitgebreide maatregelen genomen om de lucht- en waterkwaliteit te beschermen en gezondheidsrisico's te minimaliseren. Sociale acceptatie en het minimaliseren van overlast zijn cruciaal.
10: Kritisch belangrijk	Het criterium beleving is van kritisch belang. De bouw van de voorziening heeft een enorme impact op de omgeving en het is van cruciaal belang om alle mogelijke maatregelen te nemen om negatieve effecten en

kosten voor omwonenden te minimaliseren. Sociale acceptatie en de veiligheid en gezondheid van de omgeving zijn van het grootste belang.

Klik hier om terug te gaan naar [§4.4 Vergelijkend onderzoek](#) en hier om terug te gaan naar [§9.1 Wegingsfactor & cijferschaal](#)

Complexiteit installatie

Klik hier om terug te gaan naar [§4.4 Vergelijkend onderzoek](#) en hier om terug te gaan naar [§9.1 Wegingsfactor & cijferschaal](#)

Het criterium complexiteit installatie richt zich op het beoordelen van de mate van complexiteit die gepaard gaat met de installatie van de ondergrondse waterbergingsvoorziening. Dit criterium beoordeelt hoe ingewikkeld het proces van installatie is en welke uitdagingen dit met zich mee kan brengen. Een eenvoudige installatie is gunstig omdat het kan resulteren in kosten- en tijdsbesparingen. Het vereenvoudigt het bouwproces en vermindert de kans op fouten of vertragingen. Dit kan leiden tot een efficiëntere en koste effectievere uitvoering van het project. Een complexe installatie kan diverse uitdagingen met zich meebrengen, zoals technische complicaties, grotere logistieke vereisten of gespecialiseerde vaardigheden die nodig zijn. Het beoordelen van de complexiteit van de installatie is van belang bij het plannen en budgetteren van een project. Het helpt bij het identificeren van mogelijke obstakels en bij het nemen van maatregelen om deze te beheersen.

Dit criterium heeft over het algemeen een lage prioriteit wanneer de installatie van de ondergrondse waterbergingsvoorziening relatief eenvoudig is en geen significante technische uitdagingen met zich meebrengt. Dit kan het geval zijn bij projecten waarbij er weinig aanpassingen aan bestaande infrastructuur nodig zijn.

Aan de andere kant krijgt het criterium complexiteit installatie een hoge prioriteit wanneer de installatie complex is en technische uitdagingen met zich meebrengt. Dit is met name relevant in situaties waarbij gespecialiseerde expertise en apparatuur vereist zijn, of wanneer er grote wijzigingen aan bestaande infrastructuur moeten worden aangebracht.

Cijferschaal voor toekenning van wegingsfactoren aan het criterium complexiteit installatie:

0: Niet relevant	Het criterium complexiteit installatie is volledig niet relevant voor dit project, omdat de installatie van de ondergrondse waterbergingsvoorziening op geen enkele manier van belang is.
1: Zeer laag belang	Het criterium complexiteit installatie heeft zeer lage prioriteit. Een eenvoudige installatie zonder technische uitdagingen heeft weinig invloed op het succes van het project.
2: Laag belang	Het criterium complexiteit installatie heeft een lage prioriteit. Een eenvoudige installatie zonder technische uitdagingen is van beperkt belang voor het project.
3: Matig laag belang	Het criterium complexiteit installatie heeft een matig lage prioriteit. Een eenvoudige installatie zonder technische uitdagingen heeft enige invloed op het succes van het project.
4: Matig belang	Het criterium complexiteit installatie heeft een matige prioriteit. Een eenvoudige installatie zonder technische uitdagingen begint belangrijker te worden voor het succes van het project.
5: Gemiddeld belang	Het criterium complexiteit installatie heeft een gemiddelde prioriteit. Een eenvoudige installatie zonder technische uitdagingen is van gemiddeld belang voor het succes van het project.
6: Matig hoog belang	Het criterium complexiteit installatie heeft een matig hoge prioriteit. Een eenvoudige installatie zonder technische uitdagingen is behoorlijk belangrijk voor het succes van het project.
7: Hoog belang	Het criterium complexiteit installatie heeft een hoge prioriteit. Een eenvoudige installatie zonder technische uitdagingen is essentieel voor het succes van het project.
8: Zeer hoog belang	Het criterium complexiteit installatie heeft een zeer hoge prioriteit. Een eenvoudige installatie zonder technische uitdagingen is van cruciaal belang voor het succes van het project.
9: Uiterst belangrijk	Het criterium complexiteit installatie heeft een buitengewoon grote prioriteit. Een eenvoudige installatie zonder technische uitdagingen is van vitaal belang voor het project.
10: Kritisch belangrijk	Het criterium complexiteit installatie is van kritisch belang voor het succes van het project. Een eenvoudige installatie zonder technische uitdagingen is van cruciaal belang om het project te laten slagen.

Klik hier om terug te gaan naar [§4.4 Vergelijkend onderzoek](#) en hier om terug te gaan naar [§9.1 Wegingsfactor & cijferschaal](#)

Aspect, Ontwerp – Technisch

Klik hier om terug te gaan naar [§4.4 Vergelijkend onderzoek](#) en hier om terug te gaan naar [§9.1 Wegingsfactor & cijferschaal](#)

Het aspect ontwerp - technisch richt zich op zowel de vormgeving als de technische en functionele aspecten van de waterbergende voorziening. Dit aspect is van cruciaal belang voor het succesvol ontwikkelen en laten functioneren van de voorziening volgens de vastgestelde specificaties en eisen. Een doeltreffend ontwerp is essentieel, aangezien het de basis legt voor het beheer en de levensduur van de waterbergende voorziening en het kan leiden tot kostenbesparing en een positieve impact op de omgeving. Binnen het aspect "Ontwerp - Technisch" worden verschillende criteria geëvalueerd om de kwaliteit, geschiktheid en duurzaamheid van het ontwerp te waarborgen. Dit omvat niet alleen het uiterlijke ontwerp van de voorziening, maar ook de technische en functionele aspecten die ervoor zorgen dat de voorziening efficiënt, betrouwbaar en effectief functioneert gedurende de gehele levenscyclus.

Bij een laag belang zal de ondergrondse waterbergingsvoorziening een standaardontwerp hebben dat al eerder succesvol is geïmplementeerd. Er zijn bij een laag belang weinig aanpassingen vereist aan het originele ontwerp. Er zijn weinig technische complexiteit of vereisten voor de waterbergende voorziening en wanneer de impact van eventuele technische problemen beperkt is. Dit kan het geval zijn in eenvoudige, goed begrepen situaties waarbij standaardoplossingen kunnen worden toegepast zonder de noodzaak van geavanceerde technische aanpassingen. Ook kan de impact van eventuele technische problemen beperkt blijven wanneer de ondergrondse waterbergingsvoorziening secundair is op het gehele watersysteem is.

Dit aspect heeft een hoog belang wanneer de waterbergingsvoorziening in een stedelijke omgeving wordt geplaatst, waar efficiënt gebruik van de ruimte cruciaal is. Daarentegen krijgt het aspect een hoge prioriteit wanneer er sprake is van technische uitdagingen of complexiteit, zoals bijvoorbeeld in situaties waarbij het systeem gekoppeld is aan andere complexe infrastructuren die negatief beïnvloed worden door een slechte werking.

De te beoordelen criteria binnen het aspect ontwerp - technisch zijn:

- Afvoer en infiltratie-efficiëntie: dit criterium evalueert hoe effectief de voorziening is in het afvoeren en infiltreren van neerslag. Het vermogen om water op een efficiënte en gecontroleerde manier te verwerken is van essentieel belang om wateroverlast te minimaliseren.
- Benodigd oppervlak: dit criterium beoordeelt de hoeveelheid ruimte op het maaiveld die nodig is om het ontwerp te realiseren. Efficiënt gebruik van bovengrondse ruimte is van belang, vooral in stedelijke omgevingen waar ruimte beperkt is.
- Ervaring: dit criterium richt zich op de mate waarin het ontwerp is gebaseerd op eerdere ervaringen met soortgelijke waterbergende voorzieningen. Het is belangrijk om gebruik te maken van bestaande kennis en ervaring om een efficiënt ontwerpproces te garanderen. Veel variatie in ondergrondse systemen maakt beheer complex.
- Functiecombinaties: dit criterium heeft betrekking op de integratie van verschillende functies binnen de waterbergende voorziening. Het kan bijvoorbeeld gaan om combinaties van waterberging met groenvoorzieningen of straatfundering. Het combineren met meerdere functies is ruimte-efficiëntie en kan ten goede komen op de kosten.
- Systeemfunctionaliteit: de functionaliteit van de waterbergende voorziening wordt beoordeeld op basis van hoe goed het voldoet aan de beoogde doelen en specificaties. Een goed functionerende voorziening kan neerslag opslaan en afvoeren zoals gepland.

Aspecten die niet worden beoordeeld in het ontwerp - technisch aspect om dubbele score te voorkomen in de beoordeling zijn:

- Het aspect 'Uitvoering' richt zich op de uitvoerende fase van het project, waarin het ontwerp daadwerkelijk wordt gerealiseerd en omgezet in een operationele structuur.
- Het aspect 'Levensduur' richt zich op het waarborgen van een optimale levensduur die goed past binnen de omgevingscontext en de gestelde doelen van het project. Dit aspect beoordeelt de kwaliteit van de gebruikte materialen de draagkracht van de constructie en de risico's bij graafwerkzaamheden.
- Het aspect 'Milieu' binnen de beoordeling van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen richt zich op het minimaliseren van de negatieve en positieve milieueffecten van de ondergrondse waterbergingsvoorzieningen op de ecologie.

Cijferschaal voor toekenning van wegingsfactoren aan het aspect ontwerp - technisch:

0: Niet relevant	Het aspect "Ontwerp - Technisch" is niet relevant voor het project, omdat het project geen fysieke waterbergingsvoorziening of technisch ontwerp vereist. Dit kan van toepassing zijn op theoretische, analytische of niet-technische projecten.
1: Zeer laag belang	Er zijn weinig technische vereisten of aanpassingen aan het ontwerp nodig. Het project kan gebruikmaken van bestaande standaardoplossingen zonder veel technische complexiteit.
2: Laag belang	Er zijn enkele technische vereisten, maar ze zijn niet bijzonder complex of uitdagend. Het ontwerp kan grotendeels gebaseerd zijn op bestaande, bewezen ontwerpen.
3: Matig laag belang	Er zijn matige technische vereisten en aanpassingen aan het ontwerp zijn nodig. Het ontwerp moet voldoen aan specifieke technische en functionele eisen.
4: Matig belang	Er zijn complexe technische uitdagingen en aanpassingen aan het ontwerp vereist. Het ontwerp moet aan strikte technische en functionele normen voldoen.
5: Gemiddeld belang	Er zijn uiterst complexe technische vereisten en aanpassingen aan het ontwerp nodig. Het ontwerp moet zeer geavanceerd en innovatief zijn om aan de eisen te voldoen. Er kunnen grote financiële, technische en functionele risico's zijn als het ontwerp niet van hoog niveau is.
6: Matig hoog belang	Er zijn uiterst complexe technische vereisten en aanpassingen aan het ontwerp nodig. Het ontwerp moet zeer geavanceerd en innovatief zijn om aan de eisen te voldoen. Er kunnen grote financiële, technische en functionele risico's zijn als het ontwerp niet van hoog niveau is.
7: Hoog belang	Er zijn extreem complexe technische vereisten en aanpassingen aan het ontwerp nodig. Het ontwerp moet grensverleggend en zeer innovatief zijn om aan de veeleisende eisen te voldoen. Zelfs kleine fouten in het ontwerp kunnen aanzienlijke gevolgen hebben voor het projectresultaat.
8: Zeer hoog belang	Er zijn kritische technische vereisten en aanpassingen aan het ontwerp nodig. Het ontwerp moet op het hoogste technische niveau zijn om de doelstellingen van het project te bereiken. Zelfs kleine tekortkomingen in het ontwerp kunnen ernstige problemen veroorzaken.
9: Uiterst belangrijk	Er zijn buitengewoon complexe technische vereisten en aanpassingen aan het ontwerp nodig. Het ontwerp moet op het allerhoogste technische niveau zijn om aan de uitzonderlijk veeleisende eisen te voldoen. Het succes van het project hangt sterk af van een uitmuntend ontwerp.
10: Kritisch belangrijk	Het ontwerp moet absoluut foutloos zijn en aan de hoogst mogelijke technische en functionele normen voldoen. Elk gebrek in het ontwerp kan catastrofale gevolgen hebben voor het projectresultaat en de doelstellingen ervan. Het ontwerp is van kritisch belang voor het succes van het project.

Klik hier om terug te gaan naar [§4.4 Vergelijkend onderzoek](#) en hier om terug te gaan naar [§9.1 Wegingsfactor & cijferschaal](#)

Afvoer en infiltratie-efficiëntie

Klik hier om terug te gaan naar [§4.4 Vergelijkend onderzoek](#) en hier om terug te gaan naar [§9.1 Wegingsfactor & cijferschaal](#)

Het criterium afvoer en infiltratie-efficiëntie evalueert de effectiviteit van de waterbergingsvoorziening bij het afvoeren en infiltreren van neerslag. Het is van cruciaal belang om te beoordelen hoe goed de ondergrondse waterbergingsvoorziening in staat is om regenwater op een efficiënte en gecontroleerde manier te verwerken. Dit vermogen speelt een essentiële rol bij het minimaliseren van wateroverlast, een belangrijk doel in waterbeheer. Dit criterium kijkt naar verschillende aspecten van het afvoeren en infiltratieproces, zoals de snelheid waarmee water wordt afgevoerd, de capaciteit van de ondergrondse waterbergingsvoorziening om neerslag vast te houden en te laten infiltreren in de bodem en de mate waarin het systeem overloopt en overstromingen voorkomt. Het doel is om ervoor te zorgen dat de waterbergingsvoorziening effectief werkt in het beheren van regenwater. De mate van efficiëntie bij afvoer en infiltratie beïnvloedt direct de prestaties en het succes van de ondergrondse waterbergingsvoorziening en het is van belang zijn in situaties waarin hevige neerslag en overstromingsrisico's een zorg zijn. Het criterium draagt bij aan het waarborgen van een doeltreffend waterbeheer en het minimaliseren van de negatieve impact van neerslag op de omgeving. Omgevingsfactoren zoals de bodemdoorlatendheid wordt niet in de beoordeling van deze criterium meegenomen.

Dit criterium heeft doorgaans een lage prioriteit in gebieden waar wateroverlast zelden voorkomt en waar de beschikbare waterafvoercapaciteit van nature al voldoende is. In dergelijke gebieden kan de efficiëntie van de waterbergingsvoorziening bij afvoer en infiltratie minder kritisch zijn.

Aan de andere kant krijgt dit criterium een hoge prioriteit in gebieden met een hoog risico op wateroverlast, zoals stedelijke omgevingen met beperkte afvoermogelijkheden. Hier is het vermogen van de ondergrondse waterbergingsvoorziening om neerslag effectief af te voeren en te infiltreren van groot belang om overstromingen te voorkomen en schade te minimaliseren.

Cijferschaal voor toekenning van wegingsfactoren aan het criterium afvoer en infiltratie-efficiëntie:

0: Niet relevant	Het criterium afvoer en infiltratie-efficiëntie is volledig niet relevant voor dit project. Er zijn geen waterafvoer- of infiltratie vereisten. Er zijn geen bekende risico's of zorgen met betrekking tot waterafvoer of infiltratie.
1: Zeer laag belang	Het criterium afvoer en infiltratie-efficiëntie heeft zeer lage prioriteit. Er zijn geen bekende risico's of zorgen met betrekking tot waterafvoer of infiltratie en eventuele problemen zouden minimale gevolgen hebben.
2: Laag belang	Het criterium afvoer en infiltratie-efficiëntie heeft een lage prioriteit. Er zijn enkele mogelijke risico's met betrekking tot waterafvoer of infiltratie, maar deze worden als laag ingeschat en de efficiëntie van de voorziening is niet cruciaal voor het beheersen van deze risico's.
3: Matig laag belang	Het criterium afvoer en infiltratie-efficiëntie heeft een matig lage prioriteit. Er zijn enkele mogelijke risico's met betrekking tot waterafvoer of infiltratie, maar deze worden als beheersbaar beschouwd en de efficiëntie van de voorziening is niet van groot belang voor het minimaliseren van deze risico's.
4: Matig belang	Het criterium afvoer en infiltratie-efficiëntie heeft een matige prioriteit. Er zijn bekende risico's met betrekking tot waterafvoer of infiltratie en de efficiëntie van de voorziening begint belangrijker te worden voor het beheersen van deze risico's.
5: Gemiddeld belang	Het criterium afvoer en infiltratie-efficiëntie heeft een gemiddelde prioriteit. Er zijn bekende risico's met betrekking tot waterafvoer of infiltratie en de efficiëntie van de voorziening is van belang om deze risico's te beheersen.
6: Matig hoog belang	Het criterium afvoer en infiltratie-efficiëntie heeft een matig hoge prioriteit. Er zijn bekende risico's met betrekking tot waterafvoer of infiltratie en de efficiëntie van de voorziening is van groot belang om ernstige gevolgen van deze risico's te voorkomen.
7: Hoog belang	Het criterium afvoer en infiltratie-efficiëntie heeft een hoge prioriteit. Er zijn bekende risico's met betrekking tot waterafvoer of infiltratie en de efficiëntie van de voorziening is essentieel om ernstige schade of overstromingen te voorkomen.
8: Zeer hoog belang	Het criterium afvoer en infiltratie-efficiëntie heeft een zeer hoge prioriteit. Er zijn bekende ernstige risico's met betrekking tot waterafvoer of infiltratie en de efficiëntie van de voorziening is van cruciaal belang om ernstige gevolgen te voorkomen.

- 9: Uiterst belangrijk** Het criterium afvoer en infiltratie-efficiëntie heeft een buitengewoon grote prioriteit. Er zijn bekende ernstige risico's met betrekking tot waterafvoer of infiltratie en de efficiëntie van de voorziening is van vitaal belang voor de integriteit en betrouwbaarheid van het project.
- 10: Kritisch belangrijk** Het criterium afvoer en infiltratie-efficiëntie is van kritisch belang voor het succes van het project. Er zijn bekende ernstige risico's met betrekking tot waterafvoer of infiltratie en de efficiëntie van de voorziening is van vitaal belang om ernstige schade en overstromingen te voorkomen.

Klik hier om terug te gaan naar [§4.4 Vergelijkend onderzoek](#) en hier om terug te gaan naar §9.1 [Wegingsfactor & cijferschaal](#)

Benodigd oppervlak

Klik hier om terug te gaan naar [§4.4 Vergelijkend onderzoek](#) en hier om terug te gaan naar [§9.1 Wegingsfactor & cijferschaal](#)

Het criterium benodigd oppervlak evalueert de hoeveelheid bovengrondse ruimte die vereist is om het ontwerp van de ondergrondse waterbergingsvoorziening te realiseren. In het bijzonder kijkt dit criterium naar de efficiëntie waarmee de beschikbare bovengrondse ruimte wordt benut. Dit is van cruciaal belang, vooral in stedelijke omgevingen waar de beschikbare ruimte vaak beperkt is. Het beoordeelt hoe goed het project erin slaagt om de impact op het maaiveld te minimaliseren terwijl het de benodigde ondergrondse functionaliteit behoudt. Een efficiënt gebruik van bovengrondse ruimte kan leiden tot minder verstoring van de omgeving en kan ook kostenbesparend zijn.

Het criterium benodigd oppervlak heeft doorgaans een lage prioriteit in projecten waar ruime bovengrondse ruimte beschikbaar is en waar beperkingen met betrekking tot het gebruik van het maaiveld niet kritisch zijn. Dit geldt vooral in landelijke gebieden of ruim opgezette locaties waar voldoende ruimte beschikbaar is om de ondergrondse waterbergingsvoorziening te implementeren zonder significante impact op de omgeving. Aan de andere kant krijgt het criterium benodigd oppervlak een hoge prioriteit in stedelijke omgevingen waar ruimte schaars is. Hier is een efficiënt gebruik van bovengrondse ruimte essentieel om verstoring van de bestaande infrastructuur en leefomgeving te minimaliseren. In dergelijke situaties moet het project streven naar een zo compact mogelijk ontwerp dat de benodigde functionaliteit behoudt en tegelijkertijd de beschikbare bovengrondse ruimte optimaliseert. Hierdoor kunnen conflicten met bestaande bebouwing en infrastructuur worden voorkomen. Het criterium is ook van hoog belang wanneer er beperkingen zijn op het gebruik van bovengrondse ruimte, zoals bij projecten in dichtbevolkte stedelijke gebieden.

Cijferschaal voor toekenning van wegingsfactoren aan het criterium benodigd oppervlak:

0: Niet relevant	Het criterium benodigd oppervlak is niet relevant voor dit project, omdat er geen bovengrondse ruimte vereist is voor de ondergrondse waterbergingsvoorziening.
1: Zeer laag belang	Het criterium benodigd oppervlak heeft zeer lage prioriteit. Ruime bovengrondse ruimte is beschikbaar en er zijn geen beperkingen met betrekking tot het gebruik van het maaiveld.
2: Laag belang	Het criterium benodigd oppervlak heeft een lage prioriteit. Er is voldoende bovengrondse ruimte beschikbaar, maar enige optimalisatie kan gunstig zijn.
3: Matig laag belang	Het criterium benodigd oppervlak heeft een matig lage prioriteit. Er is enige optimalisatie van bovengrondse ruimte nodig, maar dit heeft geen grote invloed op het succes van het project.
4: Matig belang	Het criterium benodigd oppervlak heeft een matige prioriteit. Er is enige beperkte ruimteoptimalisatie nodig, vooral in stedelijke omgevingen, maar dit heeft matige invloed op de kosten en efficiëntie.
5: Gemiddeld belang	Het criterium benodigd oppervlak heeft een gemiddelde prioriteit. Efficiënt gebruik van bovengrondse ruimte is belangrijk, vooral in stedelijke omgevingen, om verstoring van de omgeving te minimaliseren en kosten te besparen.
6: Matig hoog belang	Het criterium benodigd oppervlak heeft een matig hoge prioriteit. Efficiënt gebruik van bovengrondse ruimte is van groot belang in stedelijke omgevingen en optimalisatie is vereist om conflicten met bestaande bebouwing en infrastructuur te voorkomen.
7: Hoog belang	Het criterium benodigd oppervlak heeft een hoge prioriteit. In stedelijke omgevingen waar ruimte schaars is, is een efficiënt gebruik van bovengrondse ruimte essentieel om verstoring van de bestaande infrastructuur en leefomgeving te minimaliseren.
8: Zeer hoog belang	Het criterium benodigd oppervlak heeft een zeer hoge prioriteit. In dichtbevolkte stedelijke gebieden met beperkingen op het gebruik van bovengrondse ruimte moet het project streven naar een uiterst compact ontwerp dat de benodigde functionaliteit behoudt.
9: Uiterst belangrijk	Het criterium benodigd oppervlak heeft een buitengewoon grote prioriteit. Het project moet alle mogelijke maatregelen nemen om de beschikbare bovengrondse ruimte optimaal te benutten en conflicten met bestaande bebouwing en infrastructuur te voorkomen.
10: Kritisch belangrijk	Het criterium benodigd oppervlak is van kritisch belang voor het succes van het project. In zeer dichtbevolkte stedelijke gebieden met ernstige beperkingen op het gebruik van bovengrondse ruimte moet het project een uiterst compact ontwerp realiseren dat de benodigde functionaliteit behoudt zonder enige aanzienlijke verstoring van de omgeving.

Klik hier om terug te gaan naar [§4.4 Vergelijkend onderzoek](#) en hier om terug te gaan naar [§9.1 Wegingsfactor & cijferschaal](#)

Ervaring

Klik hier om terug te gaan naar [§4.4 Vergelijkend onderzoek](#) en hier om terug te gaan naar [§9.1 Wegingsfactor & cijferschaal](#)

Het criterium ervaring beoordeelt in hoeverre het ontwerp van de waterbergingsvoorziening gebaseerd is op eerdere ervaringen met vergelijkbare systemen. Het is van groot belang om te profiteren van bestaande kennis en praktijkervaring om een efficiënt ontwerpproces te waarborgen. Aangezien ondergrondse systemen vaak complex zijn, is het van belang om lessen uit eerdere projecten te benutten. Dit criterium kijkt specifiek naar de mate waarin vergelijkbare ondergrondse waterbergingsvoorzieningen eerder binnen de organisatie zijn toegepast en of de ervaringen daarmee positief zijn geweest. Als er binnen de organisatie reeds ervaring is met vergelijkbare systemen, kan dit leiden tot een beter geïnformeerd ontwerp en een vlottere implementatie. Het minimaliseren van variatie in ondergrondse systemen is vaak een doelstelling, vooral omdat te veel variatie het beheer ingewikkelder kan maken. Dit criterium beoordeelt dus ook in hoeverre het ontwerp in lijn is met deze beheerdoelstellingen, door te kijken naar de toegepaste ondergrondse waterbergingsvoorzieningen binnen de organisatie.

Het criterium ervaring heeft over het algemeen een lage prioriteit wanneer er weinig vergelijkbare waterbergingsvoorzieningen in het verleden zijn geïmplementeerd binnen de organisatie en er nieuwe systemen geïmplementeerd mogen worden.

Aan de andere kant krijgt het criterium ervaring een hoge prioriteit wanneer er aanzienlijke ervaring is binnen de organisatie met vergelijkbare waterbergingsvoorzieningen, vooral als die ervaring positief zijn. Dit is met name relevant omdat het gebruik van eerdere succesvolle praktijkervaring kan bijdragen aan een doelmatiger ontwerpproces en een soepelere implementatie. Het is ook van groot belang wanneer het doel is om consistentie te bereiken in de implementatie van dergelijke voorzieningen om het beheer te vereenvoudigen.

Cijferschaal voor toekenning van wegingsfactoren aan het criterium ervaring:

0: Niet relevant	Het criterium "Ervaring" is niet relevant voor dit project, omdat nieuwe systemen geïmplementeerd moeten worden.
1: Zeer laag belang	Het criterium "Ervaring" heeft zeer lage prioriteit. Er is weinig tot geen ervaring binnen de organisatie met vergelijkbare waterbergingsvoorzieningen en nieuwe systemen mogen worden geïmplementeerd.
2: Laag belang	Het criterium "Ervaring" heeft een lage prioriteit. Er is beperkte ervaring binnen de organisatie met vergelijkbare waterbergingsvoorzieningen, maar deze ervaring is niet per se positief. Dus nieuwe systemen moeten worden geïmplementeerd.
3: Matig laag belang	Het criterium "Ervaring" heeft een matig lage prioriteit. Er is enige ervaring binnen de organisatie met vergelijkbare waterbergingsvoorzieningen, maar deze ervaring is niet consistent positief. Nieuwe systemen mogen worden geïmplementeerd.
4: Matig belang	Het criterium "Ervaring" heeft een matige prioriteit. Er is enige ervaring binnen de organisatie met vergelijkbare waterbergingsvoorzieningen en sommige ervaringen zijn positief, maar niet allemaal. Nieuwe systemen mogen worden geïmplementeerd.
5: Gemiddeld belang	Het criterium "Ervaring" heeft een gemiddelde prioriteit. Er is enige ervaring binnen de organisatie met vergelijkbare waterbergingsvoorzieningen en de meerderheid van de ervaringen is positief. Nieuwe systemen worden liever niet geïmplementeerd.
6: Matig hoog belang	Het criterium "Ervaring" heeft een matig hoge prioriteit. Er is aanzienlijke ervaring binnen de organisatie met vergelijkbare waterbergingsvoorzieningen en de meeste ervaringen zijn positief. Nieuwe systemen hoeven niet geïmplementeerd te worden.
7: Hoog belang	Het criterium "Ervaring" heeft een hoge prioriteit. Er is uitgebreide ervaring binnen de organisatie met vergelijkbare waterbergingsvoorzieningen en de ervaringen zijn overwegend positief. Nieuwe systemen hoeven en worden ook liever niet geïmplementeerd.
8: Zeer hoog belang	Het criterium "Ervaring" heeft een zeer hoge prioriteit. Er is aanzienlijke en zeer positieve ervaring binnen de organisatie met vergelijkbare waterbergingsvoorzieningen. Nieuwe systemen mogen enkel indien noodzakelijk geïmplementeerd worden.
9: Uiterst belangrijk	Het criterium "Ervaring" heeft een buitengewoon grote prioriteit. Er is uitgebreide en uiterst positieve ervaring binnen de organisatie met vergelijkbare waterbergingsvoorzieningen en het benutten van deze ervaring is cruciaal voor een doelmatig ontwerpproces en een soepele implementatie. Nieuwe systemen implementeren is uitzonderlijk.

10: Kritisch belangrijk Het criterium "Ervaring" is van kritisch belang voor het succes van het project. Er is een uiterst uitgebreide en uiterst positieve ervaring binnen de organisatie met vergelijkbare waterbergingsvoorzieningen en het benutten van deze ervaring is van cruciaal belang voor het bereiken van consistentie in de implementatie en het vereenvoudigen van het beheer. Nieuwe systemen zijn niet toegestaan.

Klik hier om terug te gaan naar [§4.4 Vergelijkend onderzoek](#) en hier om terug te gaan naar §9.1 [Wegingsfactor & cijferschaal](#)

Funcatiecombinaties

Klik hier om terug te gaan naar [§4.4 Vergelijkend onderzoek](#) en hier om terug te gaan naar [§9.1 Wegingsfactor & cijferschaal](#)

Het criterium functiecombinaties richt zich op de beoordeling van de integratie van verschillende functies binnen de ondergrondse waterbergingsvoorziening. Het betreft de mogelijkheid om meerdere doelen of functies te verenigen in één enkele voorziening. Dit kan variëren van het combineren van waterberging met bijvoorbeeld straatfundering tot het voorzien van de van water. Dit kan leiden tot een beter gebruik van kostbare stedelijke ruimte en kan kostenbesparingen opleveren.

Dit criterium heeft over het algemeen een lage prioriteit in situaties waarbij er voldoende ruimte beschikbaar is voor afzonderlijke voorzieningen die specifiek zijn afgestemd op hun respectievelijke functies. Als er geen beperkingen zijn met betrekking tot ruimtegebruik en er geen duidelijke voordelen zijn voor het combineren van functies, kan het niet zo cruciaal zijn om functies te integreren.

Aan de andere kant krijgt het criterium functiecombinaties een hoge prioriteit wanneer er beperkingen zijn qua beschikbare ruimte en er voordelen kunnen worden behaald door functies te combineren. In stedelijke omgevingen, waar ruimte schaars is, kan het integreren van functies essentieel zijn om efficiënt gebruik te maken van de beschikbare ruimte.

Cijferschaal voor toekenning van wegingsfactoren aan het criterium functiecombinaties:

0: Niet relevant	Het criterium functiecombinaties is niet relevant voor dit project omdat er geen belangen zijn bij het combineren van functies binnen de ondergrondse waterbergingsvoorziening.
1: Zeer laag belang	Het criterium functiecombinaties heeft zeer lage belangen. Er zijn geen duidelijke voordelen of belangen bij het combineren van functies binnen de voorziening en afzonderlijke voorzieningen zijn meer geschikt.
2: Laag belang	Het criterium functiecombinaties heeft lage belangen. Er zijn enkele voordelen of belangen bij het combineren van functies, maar dit is niet cruciaal voor het succes van het project.
3: Matig laag belang	Het criterium functiecombinaties heeft matig lage belangen. Er zijn enkele belangen bij het combineren van functies, maar dit heeft geen hoge prioriteit.
4: Matig belang	Het criterium functiecombinaties heeft matige belangen. Er zijn aanzienlijke voordelen of belangen bij het combineren van functies, maar dit is niet van cruciaal belang voor het project.
5: Gemiddeld belang	Het criterium functiecombinaties heeft gemiddelde belangen. Het combineren van functies binnen de voorziening heeft enige mate van belang en kan kostenefficiëntie opleveren.
6: Matig hoog belang	Het criterium functiecombinaties heeft matig hoge belangen. Er zijn aanzienlijke belangen bij het combineren van functies, vooral in situaties waar ruimte schaars is.
7: Hoog belang	Het criterium functiecombinaties heeft hoge belangen. In stedelijke omgevingen waar ruimte schaars is, zijn de voordelen en belangen bij het integreren van functies van groot belang.
8: Zeer hoog belang	Het criterium functiecombinaties heeft zeer hoge belangen. Het integreren van functies is essentieel vanwege aanzienlijke voordelen en hoge belangen bij kostenefficiëntie en ruimtegebruik.
9: Uiterst belangrijk	Het criterium functiecombinaties heeft buitengewoon grote belangen. In zeer dichtbevolkte stedelijke gebieden met ernstige beperkingen op de beschikbare ruimte zijn functiecombinaties van cruciaal belang voor kostenbesparingen en optimaal ruimtegebruik.
10: Kritisch belangrijk	Het criterium functiecombinaties is van kritisch belang voor het succes van het project. In zeer dichtbevolkte stedelijke gebieden waar ruimte schaars is, moet het integreren van functies een topprioriteit zijn vanwege zeer grote belangen bij kostenbesparingen en efficiënt ruimtegebruik.

Klik hier om terug te gaan naar [§4.4 Vergelijkend onderzoek](#) en hier om terug te gaan naar [§9.1 Wegingsfactor & cijferschaal](#)

Systemefunctionaliteit

Klik hier om terug te gaan naar [§4.4 Vergelijkend onderzoek](#) en hier om terug te gaan naar [§9.1 Wegingsfactor & cijferschaal](#)

Het criterium systeemfunctionaliteit richt zich op de beoordeling van hoe goed de ondergrondse waterbergingsvoorziening voldoet aan zijn beoogde doelen en technische specificaties. Het houdt rekening met de effectiviteit van het systeem om neerslag op te vangen, op te slaan en gecontroleerd af te voeren. Een goed functionerende ondergrondse waterbergingsvoorziening is in staat om neerslag te beheren volgens de vooropgestelde capaciteit en snelheid. Dit draagt bij aan het minimaliseren van wateroverlast, overstromingen en mogelijke schade aan de omgeving. Het beoordelen van de systeemfunctionaliteit is van belang om ervoor te zorgen dat de ondergrondse waterbergingsvoorziening zijn beoogde doelen bereikt en in staat is om te presteren onder verschillende weers- en hydrologische omstandigheden. Het helpt ook bij het identificeren van eventuele tekortkomingen in het ontwerp of de werking van de voorziening. Dit kan leiden tot aanpassingen en verbeteringen om de functionaliteit te optimaliseren. Dit criterium is essentieel om ervoor te zorgen dat de ondergrondse waterbergingsvoorziening betrouwbaar en effectief blijft gedurende zijn gehele levenscyclus.

Dit criterium heeft over het algemeen een lage prioriteit wanneer de ondergrondse waterbergingsvoorziening wordt ingezet in een gebied waar wateroverlast zelden voorkomt of er weinig behoefte is aan het beheren van grote hoeveelheden neerslag. In dergelijke gebieden kan de eis voor een zeer nauwkeurige en efficiënte waterberging minder dringend zijn.

Aan de andere kant krijgt het criterium systeemfunctionaliteit een hoge prioriteit in gebieden waar wateroverlast een ernstig probleem vormt, zoals stedelijke omgevingen met beperkte afvoermogelijkheden. Hier is het van cruciaal belang dat de ondergrondse waterbergingsvoorziening perfect functioneert om wateroverlast te voorkomen en de impact van hevige neerslag te minimaliseren.

Cijferschaal voor toekenning van wegingsfactoren aan het criterium systeemfunctionaliteit:

0: Niet relevant	Het criterium systeemfunctionaliteit is niet relevant voor dit project omdat er geen behoefte is aan het beheren van neerslag of wateroverlast.
1: Zeer laag belang	Het criterium systeemfunctionaliteit heeft zeer lage belangen. Wateroverlast is zeldzaam in het gebied en er is weinig behoefte aan nauwkeurige waterberging.
2: Laag belang	Het criterium systeemfunctionaliteit heeft lage belangen. Wateroverlast komt sporadisch voor en heeft meestal geen ernstige gevolgen.
3: Matig laag belang	Het criterium systeemfunctionaliteit heeft matig lage belangen. Hoewel wateroverlast af en toe voorkomt, is de impact meestal beheersbaar en zijn zeer nauwkeurige waterbergingscapaciteiten niet kritisch.
4: Matig belang	Het criterium systeemfunctionaliteit heeft matige belangen. Wateroverlast is af en toe een probleem, maar de gevolgen zijn meestal beperkt en kunnen worden aangepakt met redelijke waterbergingscapaciteiten.
5: Gemiddeld belang	Het criterium systeemfunctionaliteit heeft gemiddelde belangen. Wateroverlast kan soms ernstig zijn en het is belangrijk dat het systeem efficiënt werkt om overstromingen te voorkomen.
6: Matig hoog belang	Het criterium systeemfunctionaliteit heeft matig hoge belangen. Wateroverlast is een significant probleem en het is van groot belang dat het systeem perfect functioneert om overstromingen te voorkomen.
7: Hoog belang	Het criterium systeemfunctionaliteit heeft hoge belangen. Wateroverlast is een ernstig probleem, vooral in stedelijke omgevingen en een zeer efficiënt systeem is cruciaal om schade te voorkomen.
8: Zeer hoog belang	Het criterium systeemfunctionaliteit heeft zeer hoge belangen. Wateroverlast is een acuut en frequent probleem en het systeem moet op het hoogste niveau van functionaliteit opereren om de omgeving te beschermen.
9: Uiterst belangrijk	Het criterium systeemfunctionaliteit is uiterst belangrijk. Wateroverlast is een voortdurend en verwoestend probleem en de perfecte functionaliteit van het systeem is van cruciaal belang voor de veiligheid en bescherming van de omgeving.
10: Kritisch belangrijk	Het criterium systeemfunctionaliteit is van kritisch belang voor het succes van het project. Wateroverlast is een verwoestend probleem en het systeem moet absoluut perfect functioneren om schade te voorkomen.

Klik hier om terug te gaan naar [§4.4 Vergelijkend onderzoek](#) en hier om terug te gaan naar [§9.1 Wegingsfactor & cijferschaal](#)

Aspect, Levensduur

Klik hier om terug te gaan naar [§4.4 Vergelijkend onderzoek](#) en hier om terug te gaan naar [§9.1 Wegingsfactor & cijferschaal](#)

Het aspect levensduur is van belang bij de beoordeling van ondergrondse waterbergingsvoorziening en heeft betrekking vanaf het moment van implementatie tot het einde van zijn functionele levensduur. Dit aspect richt zich op het waarborgen van een optimale levensduur die goed past binnen de omgevingscontext en de gestelde doelen van het project. Dit aspect beoordeelt de kwaliteit van de gebruikte materialen de draagkracht van de constructie en de risico's bij graafwerkzaamheden. Dit heeft betrekking op de weerstand tegen slijtage, corrosie, degradatie en andere vormen van schade die de levensduur kunnen beïnvloeden. Het vermogen om de voorziening gedurende zijn levensduur te kunnen beheren is van belang om de functionele levensduur te behouden.

Dit aspect heeft over het algemeen een lage prioriteit in gebieden waar wateroverlast zelden voorkomt en waar er geen specifieke eisen zijn voor een langdurige levensduur van de ondergrondse waterbergingsvoorziening. Dit kan zijn in gebieden waar op het maaiveld geen andere voorzieningen zoals groen of wegen aanwezig zijn. In dergelijke gebieden kan de nadruk liggen op andere aspecten, zoals ontwerp, technisch en milieu.

Aan de andere kant krijgt het aspect levensduur een hoge prioriteit in gebieden waar wateroverlast een ernstig probleem vormt en waar de ondergrondse waterbergingsvoorziening moet worden ontworpen om gedurende vele jaren effectief te functioneren. Dit is met name relevant in stedelijke omgevingen waar kostbare infrastructuur lange tijd betrouwbaar moet blijven werken.

Aspecten die niet worden beoordeeld in het technisch aspect om dubbele score te voorkomen in de beoordeling zijn:

- Het aspect 'Uitvoering' richt zich op de uitvoerende fase van het project, waarin het ontwerp daadwerkelijk wordt gerealiseerd en omgezet in een operationele structuur.
- Het aspect ontwerp - technisch richt zich op zowel de vormgeving als de technische en functionele aspecten van de waterbergende voorziening.
- Het aspect milieu binnen de beoordeling van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen richt zich op het minimaliseren van de negatieve en positieve milieueffecten van de ondergrondse waterbergingsvoorzieningen op de ecologie.

Te beoordelen criteria in het levensduur aspect zijn:

- Beheerkosten: dit criterium richt zich op de kosten die verband houden met het beheer en onderhoud van de ondergrondse waterbergingsvoorziening gedurende de gehele levensduur. Het doel is om te beoordelen of de voorziening besparingen oplevert op onderhoudskosten en of deze kosten proportioneel zijn. Beheerkosten moeten kostenefficiënt zijn om financiële risico's te minimaliseren.
- Complexiteit beheer: dit criterium evalueert de mate van complexiteit die gepaard gaat met het beheer van de ondergrondse waterbergingsvoorziening gedurende de hele levensduur. Het omvat aspecten zoals de benodigde vaardigheden, training en het beheerproces zelf. Een beheersysteem met een hoge complexiteit kan leiden tot hogere kosten en uitdagingen bij het behouden van de prestaties.
- Draagkracht: draagkracht verwijst naar het vermogen van de ondergrondse waterbergingsvoorziening om zware belastingen te weerstaan. Dit is met name van belang in gebieden waar verkeer of constructiewerkzaamheden boven op de voorziening plaatsvinden.
- Materiaalkwaliteit: dit criterium beoordeelt de kwaliteit van de materialen die worden gebruikt bij de constructie van de ondergrondse waterbergingsvoorziening. Weerstanddegeneratie en de betrouwbaarheid van de materialen zijn overwegingen die hierbij worden meegenomen.
- Onderhoudsnoodzaak: hier wordt beoordeeld of de ondergrondse waterbergingsvoorziening onderhoud nodig heeft en zo ja, in welke mate. Sommige systemen vereisen mogelijk regelmatig onderhoud, terwijl andere minder frequent onderhoud nodig hebben. Het minimaliseren van de onderhoudsbehoefte kan kosten besparen en de levensduur verlengen.
- Risico's graafwerkzaamheden: dit criterium beoordeelt het risico dat zich voordoet wanneer graafwerkzaamheden worden uitgevoerd in de nabijheid van de ondergrondse waterbergingsvoorziening. Goede communicatie en samenwerking met externe partijen, zoals nutsbedrijven zijn essentieel om schade en verstoringen tijdens graafwerkzaamheden te voorkomen.

Cijferschaal voor toekenning van wegingsfactoren aan het aspect levensduur:

0: Niet relevant	Het aspect levensduur is niet relevant voor dit project omdat er geen specifieke eisen zijn voor een langdurige levensduur van de ondergrondse waterbergingsvoorziening.
1: Zeer laag belang	Het aspect levensduur heeft zeer lage belangen. Wateroverlast komt zelden voor in het gebied en er zijn geen specifieke eisen voor een langdurige levensduur.
2: Laag belang	Het aspect levensduur heeft lage belangen. Wateroverlast is geen ernstig probleem en de voorziening hoeft niet gedurende vele jaren effectief te functioneren.
3: Matig laag belang	Het aspect levensduur heeft matig lage belangen. Hoewel wateroverlast af en toe voorkomt, zijn er geen specifieke eisen voor een langdurige levensduur van de voorziening.
4: Matig belang	Het aspect levensduur heeft matige belangen. Wateroverlast kan soms een probleem zijn, maar de voorziening hoeft niet extreem lang mee te gaan.
5: Gemiddeld belang	Het aspect levensduur heeft gemiddelde belangen. Wateroverlast komt af en toe voor en het is belangrijk dat de voorziening gedurende een redelijke levensduur effectief functioneert.
6: Matig hoog belang	Het aspect levensduur heeft matig hoge belangen. Wateroverlast is een significant probleem en de voorziening moet gedurende vele jaren effectief functioneren om de omgeving te beschermen.
7: Hoog belang	Het aspect levensduur heeft hoge belangen. Wateroverlast is een ernstig probleem, vooral in stedelijke omgevingen en de voorziening moet gedurende vele jaren betrouwbaar blijven werken.
8: Zeer hoog belang	Het aspect levensduur heeft zeer hoge belangen. Wateroverlast is een acuut en frequent probleem en de voorziening moet gedurende een zeer lange levensduur effectief functioneren om rampen te voorkomen.
9: Uiterst belangrijk	Het aspect levensduur is uiterst belangrijk. Wateroverlast is een voortdurend en verwoestend probleem en de lange levensduur van de voorziening is van cruciaal belang voor de veiligheid en bescherming van de omgeving.
10: Kritisch belangrijk	Het aspect levensduur is van kritisch belang voor het succes van het project. Wateroverlast is een verwoestend probleem en de voorziening moet absoluut langdurig en betrouwbaar blijven functioneren om grote problemen te voorkomen.

Klik hier om terug te gaan naar [§4.4 Vergelijkend onderzoek](#) en hier om terug te gaan naar [§9.1 Wegingsfactor & cijferschaal](#)

Beheerkosten

Klik hier om terug te gaan naar [§4.4 Vergelijkend onderzoek](#) en hier om terug te gaan naar [§9.1 Wegingsfactor & cijferschaal](#)

Het criterium beheerkosten legt de focus op de kosten die verbonden zijn aan het beheer en onderhoud van de ondergrondse waterbergingsvoorziening gedurende de volledige levensduur ervan. Het doel van dit criterium is om te beoordelen of de voorziening economisch rendabel is in termen van onderhoudsuitgaven en of deze kosten in verhouding staan tot de voordelen die de voorziening biedt. Efficiënte beheerkosten zijn van groot belang om financiële risico's te minimaliseren en de duurzaamheid van het waterbeheerproject te waarborgen.

Dit criterium heeft over het algemeen een lage prioriteit in situaties waarbij de beheer kosten van de ondergrondse waterbergingsvoorziening relatief laag zijn en de financiële middelen ruimschoots beschikbaar zijn. In dergelijke gevallen kunnen besparingen op beheerkosten minder dringend zijn.

Aan de andere kant krijgt het criterium beheerkosten een hoge prioriteit in projecten waar financiële middelen beperkt zijn en de kosten voor beheer en onderhoud een aanzienlijke impact kunnen hebben op het budget. Dit is met name relevant wanneer het project is ontworpen om kostenefficiënt te zijn en de lange-termijnvoordelen, zoals het minimaliseren van schade door overstromingen of besparingen op onderhoud, van groot belang zijn.

Cijferschaal voor toekenning van wegingsfactoren aan het criterium beheerkosten:

0: Niet relevant	Het criterium beheerkosten is niet relevant voor dit project, omdat beheerkosten geen significante invloed hebben op het succes van het project.
1: Zeer laag belang	Het criterium beheerkosten heeft zeer lage belangen. Beheerkosten zijn van minimale invloed op het succes van het project en er is een ruim budget beschikbaar voor beheer.
2: Laag belang	Het criterium beheerkosten heeft lage belangen. Beheerkosten zijn van beperkte invloed op het succes van het project en er is een hoog budget beschikbaar voor beheer.
3: Matig laag belang	Het criterium beheerkosten heeft matig lage belangen. Beheerkosten hebben enige invloed op het succes van het project, maar er is een ruim budget beschikbaar voor beheer.
4: Matig belang	Het criterium beheerkosten heeft matige belangen. Beheerkosten hebben een matige invloed op het succes van het project en er is een gemiddeld budget beschikbaar voor beheer.
5: Gemiddeld belang	Het criterium beheerkosten heeft gemiddelde belangen. Beheerkosten zijn van gemiddelde invloed op het succes van het project en er is een budget beschikbaar voor beheer dat in overeenstemming is met de eisen.
6: Matig hoog belang	Het criterium beheerkosten heeft matig hoge belangen. Beheerkosten hebben aanzienlijke invloed op het succes van het project en er is een gemiddeld budget beschikbaar voor beheer.
7: Hoog belang	Het criterium beheerkosten heeft hoge belangen. Beheerkosten hebben een aanzienlijke invloed op het succes van het project en er is een budget beschikbaar voor beheer dat minder ruim is.
8: Zeer hoog belang	Het criterium beheerkosten heeft zeer hoge belangen. Beheerkosten hebben een zeer grote invloed op het succes van het project en er is een beperkter budget beschikbaar voor beheer.
9: Uiterst belangrijk	Het criterium beheerkosten is uiterst belangrijk voor het succes van het project. Beheerkosten hebben een buitengewoon grote invloed op het succes en er is slechts een beperkt budget beschikbaar voor beheer.
10: Kritisch belangrijk	Het criterium beheerkosten is van kritisch belang voor het succes van het project. Beheerkosten zijn van doorslaggevend belang en kunnen het project in gevaar brengen als ze niet zorgvuldig worden beheerd en er is een minimaal budget beschikbaar voor beheer.

Klik hier om terug te gaan naar [§4.4 Vergelijkend onderzoek](#) en hier om terug te gaan naar [§9.1 Wegingsfactor & cijferschaal](#)

Complexiteit beheer

Klik hier om terug te gaan naar [§4.4 Vergelijkend onderzoek](#) en hier om terug te gaan naar [§9.1 Wegingsfactor & cijferschaal](#)

Het criterium complexiteit beheer richt zich op het beoordelen van de mate van complexiteit die betrokken is bij het beheer van de ondergrondse waterbergingsvoorziening gedurende de volledige levensduur. Dit criterium omvat verschillende aspecten zoals: de vereiste vaardigheden en kennis van beheerders, de benodigde training voor efficiënt beheer en het algemene beheerproces zelf. Een ondergrondse waterbergingsvoorziening met een hoog niveau van complexiteit in beheer kan leiden tot verschillende uitdagingen en kosten. Deze complexiteit kan voortkomen uit de technische aard van de voorziening of de behoefte aan gespecialiseerde kennis en vaardigheden. Het beoordelen van de complexiteit van het beheer is van groot belang om ervoor te zorgen dat de ondergrondse waterbergingsvoorziening effectief en efficiënt kan worden beheerd gedurende de gehele levenscyclus.

Dit criterium heeft over het algemeen een lage prioriteit in situaties waarbij vereiste vaardigheden en kennis van beheerders voor effectief beheer aanwezig is. Bijvoorbeeld, in gevallen waar het beheerproces gestandaardiseerd en gemakkelijk te begrijpen is, zal de complexiteit van het beheer over het algemeen laag zijn.

Aan de andere kant krijgt het criterium complexiteit beheer een hoge prioriteit wanneer vereiste vaardigheden en kennis van beheerders voor effectief beheer niet aanwezig is. Dit is met name relevant wanneer fouten in het beheerproces tot aanzienlijke gevolgen kunnen leiden.

Cijferschaal voor toekenning van wegingsfactoren aan het criterium complexiteit beheer:

0: Niet relevant	Het criterium complexiteit beheer is niet relevant voor dit project, omdat de complexiteit van het beheer geen significante invloed heeft op het succes van het project.
1: Zeer laag belang	Het criterium complexiteit beheer heeft zeer lage belang. Beheer kan zeer complex zijn zonder het succes van het project te beïnvloeden.
2: Laag belang	Het criterium complexiteit beheer heeft lage belang. Beheer kan enigszins complex zijn zonder het succes van het project te beïnvloeden.
3: Matig laag belang	Het criterium complexiteit beheer heeft matig lage belang. Beheer kan enige complexiteit hebben.
4: Matig belang	Het criterium complexiteit beheer heeft matige belang. Beheer mag enige complexiteit hebben, maar er is een behoefte aan enige training of gespecialiseerde kennis om effectief beheer te garanderen.
5: Gemiddeld belang	Het criterium complexiteit beheer heeft gemiddelde belang. Beheer moet over het algemeen begrijpelijk en beheersbaar zijn, maar kan enige complexiteit bevatten die gespecialiseerde vaardigheden of training vereist.
6: Matig hoog belang	Het criterium complexiteit beheer heeft matig hoge belang. Beheer moet relatief eenvoudig en begrijpelijk zijn, met minimale complexiteit om fouten en uitdagingen te minimaliseren.
7: Hoog belang	Het criterium complexiteit beheer heeft hoge belang. Beheer moet zeer eenvoudig en beheersbaar zijn, met minimale complexiteit om fouten en uitdagingen te voorkomen.
8: Zeer hoog belang	Het criterium complexiteit beheer heeft zeer hoge belang. Beheer moet buitengewoon eenvoudig en beheersbaar zijn, zonder enige significante complexiteit om ernstige gevolgen te voorkomen.
9: Uiterst belangrijk	Het criterium complexiteit beheer is uiterst belangrijk voor het succes van het project. Beheer moet absoluut eenvoudig en beheersbaar zijn, zonder enige complexiteit om ernstige gevolgen te voorkomen.
10: Kritisch belangrijk	Het criterium complexiteit beheer is van kritisch belang voor het succes van het project. Beheer moet extreem eenvoudig zijn om ernstige gevolgen te voorkomen.

Klik hier om terug te gaan naar [§4.4 Vergelijkend onderzoek](#) en hier om terug te gaan naar [§9.1 Wegingsfactor & cijferschaal](#)

Draagkracht

Klik hier om terug te gaan naar [§4.4 Vergelijkend onderzoek](#) en hier om terug te gaan naar [§9.1 Wegingsfactor & cijferschaal](#)

Het criterium draagkracht heeft betrekking op het vermogen van de waterbergende voorziening om belastingen te weerstaan, met name in situaties waarin er verkeer of constructiewerkzaamheden plaatsvinden boven op de voorziening. De draagkracht van de voorziening zorgt voor een stabiele structuur gedurende de levensduur. Hierdoor ontstaat er geen schade wanneer er voertuigen, machines of andere zware lasten op worden geplaatst. Dit is vooral van belang in stedelijke gebieden waar wegen of parkeerplaatsen boven op de ondergrondse waterbergingsvoorziening worden geplaatst. Het niet voldoen aan de vereiste draagkracht kan leiden tot structurele schade of zelfs het ineenstorten van de ondergrondse waterbergingsvoorziening. Dit heeft aanzienlijke gevolgen voor de veiligheid en functionaliteit. Het beoordelen van de draagkracht is van groot belang om ervoor te zorgen dat de ondergrondse waterbergingsvoorziening geschikt is voor de specifieke omgeving waarin deze wordt geplaatst. Dit criterium helpt bij het identificeren van structurele eisen en het waarborgen van de veiligheid en integriteit van de voorziening om het krachtenspel van het maaiveld te verdelen.

Dit criterium heeft over het algemeen een lage prioriteit in situaties waarin de waterbergingsvoorziening zich bevindt in een gebied waar geen zware belastingen worden verwacht en waar er geen plannen zijn voor constructiewerkzaamheden of verkeer boven op de voorziening. In dergelijke gevallen kan de draagkracht van de voorziening minder kritisch zijn.

Aan de andere kant krijgt het criterium draagkracht een hoge prioriteit in situaties waarin er plannen zijn om boven op de ondergrondse waterbergingsvoorziening verkeer, constructies of andere zware lasten te plaatsen. Dit is met name relevant in stedelijke gebieden waar ruimte schaars is en waarboven op de voorziening infrastructuur zoals wegen of parkeerplaatsen komen. In dergelijke gevallen is het van essentieel belang om ervoor te zorgen dat de voorziening voldoende draagkracht heeft om deze belastingen veilig te dragen en schade te voorkomen.

Cijferschaal voor toekenning van wegingsfactoren aan het criterium draagkracht:

0: Niet relevant	Het criterium "Draagkracht" is niet relevant voor dit project, omdat er geen zware belastingen worden verwacht en geen plannen zijn voor constructiewerkzaamheden of verkeer boven op de voorziening.
1: Zeer laag belang	Het criterium "Draagkracht" heeft zeer lage belang. Er worden geen zware belastingen verwacht en de draagkracht van de voorziening is niet van groot belang.
2: Laag belang	Het criterium "Draagkracht" heeft lage belang. Er worden enkele lichte belastingen verwacht, maar de draagkracht van de voorziening is niet kritisch.
3: Matig laag belang	Het criterium "Draagkracht" heeft matig lage belang. Er zijn enkele belastingen te verwachten, maar de draagkracht van de voorziening hoeft niet extreem hoog te zijn.
4: Matig belang	Het criterium "Draagkracht" heeft matige belang. Er zijn matige belastingen te verwachten en de draagkracht van de voorziening moet voldoende zijn om deze veilig te dragen.
5: Gemiddeld belang	Het criterium "Draagkracht" heeft gemiddelde belang. Er worden belastingen verwacht en de draagkracht van de voorziening moet in lijn zijn met de verwachte belastingen.
6: Matig hoog belang	Het criterium "Draagkracht" heeft matig hoge belang. Er worden aanzienlijke belastingen verwacht en de draagkracht van de voorziening moet voldoende zijn om deze veilig te dragen.
7: Hoog belang	Het criterium "Draagkracht" heeft hoge belang. Er worden zware belastingen verwacht en de draagkracht van de voorziening is van cruciaal belang om schade te voorkomen.
8: Zeer hoog belang	Het criterium "Draagkracht" heeft zeer hoge belang. Er worden extreem zware belastingen verwacht en de draagkracht van de voorziening is van het grootste belang om de veiligheid en integriteit te waarborgen.
9: Uiterst belangrijk	Het criterium "Draagkracht" is uiterst belangrijk voor het succes van het project. Zware belastingen worden verwacht en de draagkracht van de voorziening moet absoluut voldoen aan de hoogste normen om schade te voorkomen.
10: Kritisch belangrijk	Het criterium "Draagkracht" is van kritisch belang voor het succes van het project. Zware belastingen worden verwacht en de draagkracht van de voorziening moet hoog zijn om ernstige schade of ineenstorting te voorkomen.

Klik hier om terug te gaan naar [§4.4 Vergelijkend onderzoek](#) en hier om terug te gaan naar [§9.1 Wegingsfactor & cijferschaal](#)

Materiaalkwaliteit

Klik hier om terug te gaan naar [§4.4 Vergelijkend onderzoek](#) en hier om terug te gaan naar [§9.1 Wegingsfactor & cijferschaal](#)

Het criterium materiaalkwaliteit richt zich op de beoordeling van de kwaliteit van de materialen die worden gebruikt bij de constructie van de waterbergingsvoorziening. Dit criterium houdt rekening met de weerstand tegen degeneratie wat verwijst naar de capaciteit van de gebruikte materialen om bestand te zijn tegen slijtage, corrosie, erosie of andere vormen van degradatie die in de loop van de tijd kunnen optreden. Materialen moeten betrouwbaar en kwalitatief in staat zijn om hun functie te behouden gedurende de levensduur van de waterbergingsvoorziening. Het criterium materiaalkwaliteit is van belang om ervoor te zorgen dat de ondergrondse waterbergingsvoorziening bestand is tegen de uitdagingen van de omgeving.

Dit criterium heeft doorgaans een lage prioriteit in situaties waar de waterbergingsvoorziening een tijdelijke of minder kritische rol speelt, waar de omgevingsomstandigheden mild zijn of waar budgettaire beperkingen een zwaardere rol spelen dan materialen van de hoogste kwaliteit. Aan de andere kant kan het criterium materiaalkwaliteit een hogere prioriteit hebben in situaties waar langdurige prestaties van de waterbergingsvoorziening van groot belang zijn. Dit is in gebieden waar de omgevingsomstandigheden extreem zijn door bijvoorbeeld corrosieve bodems. Ook heeft dit criterium een hoge prioriteit wanneer de ondergrondse waterbergingsvoorziening een kritieke rol speelt in het voorkomen van wateroverlast in dichtbevolkte gebieden. Dan is materiaalkwaliteit van het grootste belang om onverwachte storingen te minimaliseren.

Cijferschaal voor toekenning van wegingsfactoren aan het criterium materiaalkwaliteit:

0: Niet relevant	Het belang van materiaalkwaliteit is zeer laag in dit project. Er zijn weinig zorgen over de kwaliteit van de gebruikte materialen, omdat andere aspecten van het project prioriteit hebben.
1: Zeer laag belang	Het belang van materiaalkwaliteit is uiterst laag in dit project. Er wordt weinig nadruk gelegd op de kwaliteit van de materialen, omdat er weinig zorgen zijn over degradatie.
2: Laag belang	Het belang van materiaalkwaliteit is laag in dit project. Hoewel kwaliteitsmaterialen worden gewaardeerd, zijn er andere aspecten van het project die meer prioriteit hebben.
3: Matig laag belang	Het belang van materiaalkwaliteit is gemiddeld in dit project. Er is een zekere mate van aandacht voor de kwaliteit van de materialen, maar het is niet het meest kritische aspect.
4: Matig belang	Het belang van materiaalkwaliteit is hoog in dit project. Er wordt nadruk gelegd op het gebruik van hoogwaardige materialen om de prestaties en duurzaamheid van de waterbergingsvoorziening te waarborgen.
5: Gemiddeld belang	Het belang van materiaalkwaliteit is matig hoog in dit project. Er wordt veel nadruk gelegd op het gebruik van hoogwaardige materialen om de prestaties en levensduur van de waterbergingsvoorziening te waarborgen.
6: Matig hoog belang	Het belang van materiaalkwaliteit is zeer hoog in dit project. Het gebruik van hoogwaardige materialen is van het grootste belang om ervoor te zorgen dat de waterbergingsvoorziening bestand is tegen uitdagende omgevingsomstandigheden en langdurig betrouwbaar blijft.
7: Hoog belang	Het belang van materiaalkwaliteit is uiterst hoog in dit project. De hoogste kwaliteit materialen zijn essentieel, omdat de ondergrondse waterbergingsvoorziening een cruciale rol speelt in het voorkomen van wateroverlast in dichtbevolkte gebieden met extreme omgevingsomstandigheden. Het gebruik van hoogwaardige materialen is van vitaal belang om onverwachte storingen te minimaliseren en langdurige prestaties te garanderen.
8: Zeer hoog belang	Het belang van materiaalkwaliteit is kritisch in dit project. De kwaliteit van de gebruikte materialen heeft directe invloed op de betrouwbaarheid en duurzaamheid van de waterbergingsvoorziening. Er is een hoge mate van zorg en aandacht aan het selecteren van materialen van topkwaliteit.
9: Uiterst belangrijk	Het belang van materiaalkwaliteit is van vitaal belang in dit project. Hoogwaardige materialen zijn absoluut noodzakelijk, omdat de waterbergingsvoorziening een cruciale rol speelt in een gebied dat vatbaar is voor ernstige overstromingen of andere water gerelateerde problemen.
10: Kritisch belangrijk	Het belang van materiaalkwaliteit is uiterst van vitaal belang in dit project. De waterbergingsvoorziening is van uiterst belang voor de veiligheid en het welzijn van de gemeenschap. Alleen de allerbeste materialen worden geaccepteerd om ervoor te zorgen dat de voorziening te allen tijde betrouwbaar is en aan zijn cruciale doelstellingen voldoet.

Klik hier om terug te gaan naar [§4.4 Vergelijkend onderzoek](#) en hier om terug te gaan naar [§9.1 Wegingsfactor & cijferschaal](#)

Onderhoudsnoodzaak

Klik hier om terug te gaan naar [§4.4 Vergelijkend onderzoek](#) en hier om terug te gaan naar [§9.1 Wegingsfactor & cijferschaal](#)

Het criterium onderhoudsnoodzaak richt zich op de beoordeling van de mate waarin de waterbergingsvoorziening onderhoud vereist. Dit criterium evalueert de frequentie en intensiteit van de onderhoudsmaatregelen die nodig zijn om de optimale werking en prestaties van de ondergrondse waterbergingsvoorziening te behouden. Het beoordelen van de onderhoudsnoodzaak is van belang om ervoor te zorgen dat de ondergrondse waterbergingsvoorziening gedurende de gehele levensduur effectief kan worden beheerd. Het draagt bij aan het identificeren van mogelijke ontwerptimalisaties om de onderhoudsbehoefte te verminderen.

Dit criterium heeft doorgaans een lagere prioriteit in situaties waar de ondergrondse waterbergingsvoorziening slechts een tijdelijke of minder kritische rol heeft of waar er ruime middelen beschikbaar zijn voor onderhoud.

Aan de andere kant kan dit criterium een hogere prioriteit hebben in situaties waarin de beschikbare middelen voor onderhoud beperkt zijn of waar regelmatig onderhoud relatief hoge kosten met zich meebrengt.

Cijferschaal voor toekenning van wegingsfactoren aan het criterium onderhoudsnoodzaak:

0: Niet relevant	Het belang van onderhoudsnoodzaak is zeer laag in dit project. Ongeacht de onderhoudsvereisten heeft dit criterium weinig invloed op het project.
1: Zeer laag belang	Het belang van onderhoudsnoodzaak is laag in dit project. De onderhoudsvereisten hebben slechts een beperkte invloed op het project.
2: Laag belang	Het belang van onderhoudsnoodzaak is gemiddeld in dit project. De onderhoudsvereisten hebben een matige invloed op het project en moeten in overweging worden genomen.
3: Matig laag belang	Het belang van onderhoudsnoodzaak is hoog in dit project. De onderhoudsvereisten hebben aanzienlijke invloed op het project en moeten serieus worden overwogen.
4: Matig belang	Het belang van onderhoudsnoodzaak is matig hoog in dit project. De onderhoudsvereisten hebben aanzienlijke invloed op het project en moeten serieus worden overwogen.
5: Gemiddeld belang	Het belang van onderhoudsnoodzaak is zeer hoog in dit project. Ongeacht de onderhoudsvereisten heeft dit criterium een kritieke invloed op het project en is het van het grootste belang om ermee rekening te houden.
6: Matig hoog belang	Het belang van onderhoudsnoodzaak is uiterst hoog in dit project. Ongeacht de onderhoudsvereisten heeft dit criterium een doorslaggevende invloed op het project en moet het de hoogste prioriteit krijgen.
7: Hoog belang	Het belang van onderhoudsnoodzaak is zeer kritisch in dit project. De onderhoudsvereisten zijn van vitaal belang voor het succes en de levensduur van het project.
8: Zeer hoog belang	Het belang van onderhoudsnoodzaak is kritisch in dit project. Zonder voldoende aandacht voor onderhoudsbehoeften kunnen er aanzienlijke problemen ontstaan.
9: Uiterst belangrijk	Het belang van onderhoudsnoodzaak is extreem hoog in dit project. Een grondige aanpak van onderhoud is essentieel om het project effectief te laten functioneren en kostbare problemen te voorkomen.
10: Kritisch belangrijk	Het belang van onderhoudsnoodzaak is absoluut essentieel in dit project. Het onderhoud vormt de basis voor succes gedurende de gehele levensduur van de waterbergingsvoorziening.

Klik hier om terug te gaan naar [§4.4 Vergelijkend onderzoek](#) en hier om terug te gaan naar [§9.1 Wegingsfactor & cijferschaal](#)

Risico's graafwerkzaamheden

Klik hier om terug te gaan naar [§4.4 Vergelijkend onderzoek](#) en hier om terug te gaan naar [§9.1 Wegingsfactor & cijferschaal](#)

Het criterium risico's graafwerkzaamheden concentreert zich op de evaluatie van potentiële risico's die zich voordoen wanneer graafwerkzaamheden worden uitgevoerd in de nabijheid van de ondergrondse waterbergingsvoorziening. Dit criterium heeft tot doel de bewustwording van en het planmatig omgaan met deze risico's te waarborgen om schade en verstoringen tijdens graafwerkzaamheden te minimaliseren. Het criterium benadrukt het belang van samenwerking met externe partijen zoals nutsbedrijven en aannemers om mogelijke schade aan de ondergrondse waterbergingsvoorziening en verstoringen tijdens graafwerkzaamheden te voorkomen. Een breed verspreide complexe ondergrondse waterbergingsvoorziening loopt veel risico's bij graafwerkzaamheden.

Dit criterium heeft doorgaans een lagere prioriteit in situaties waarin er weinig graafwerkzaamheden worden verwacht of de waterbergingsvoorziening minder kwetsbaar is.

Aan de andere kant kan het criterium 'Risico's graafwerkzaamheden' een hogere prioriteit hebben in situaties waar verwachtingen zijn dat veel graafwerkzaamheden in de nabijheid van de ondergrondse waterbergingsvoorziening plaats zullen vinden. Ook heeft dit criterium een hoge prioriteit als de ondergrondse waterbergingsvoorziening kwetsbaar is voor schade door graafwerkzaamheden door bijvoorbeeld de ligging of de complexiteit van de voorziening.

Cijferschaal voor toekenning van wegingsfactoren aan het criterium risico's graafwerkzaamheden:

0: Niet relevant	Het belang van voorkomen van risico's bij graafwerkzaamheden is uiterst laag in dit project. Er worden weinig graafwerkzaamheden verwacht en de waterbergingsvoorziening is zeer robuust en niet kwetsbaar voor schade door graafwerkzaamheden.
1: Zeer laag belang	Het belang van voorkomen van risico's bij graafwerkzaamheden is zeer laag in dit project. Er worden weinig graafwerkzaamheden verwacht en de waterbergingsvoorziening is over het algemeen goed beschermd tegen mogelijke schade. De ondergrondse waterbergingsvoorziening is makkelijk te herstellen na graafwerkzaamheden.
2: Laag belang	Het belang van voorkomen van risico's bij graafwerkzaamheden is laag in dit project. Er worden enkele graafwerkzaamheden verwacht, maar de waterbergingsvoorziening is niet bijzonder kwetsbaar en simpel te herstellen na graafwerkzaamheden.
3: Matig laag belang	Het belang van voorkomen van risico's bij graafwerkzaamheden is gemiddeld in dit project. Er worden matige graafwerkzaamheden verwacht en er is enige kwetsbaarheid van de waterbergingsvoorziening. De ondergrondse waterbergingsvoorziening is te herstellen.
4: Matig belang	Het belang van voorkomen van risico's bij graafwerkzaamheden is gemiddeld in dit project. Er worden matige graafwerkzaamheden verwacht en er is enige kwetsbaarheid van de waterbergingsvoorziening. De ondergrondse waterbergingsvoorziening is lastig te herstellen.
5: Gemiddeld belang	Het belang van voorkomen van risico's bij graafwerkzaamheden is hoog in dit project. Er worden aanzienlijke graafwerkzaamheden verwacht en de waterbergingsvoorziening is kwetsbaar voor schade door graafwerkzaamheden, mogelijk vanwege complexe locatie of ontwerp.
6: Matig hoog belang	Het belang van voorkomen van risico's bij graafwerkzaamheden is zeer hoog in dit project. Er worden veel graafwerkzaamheden verwacht en de waterbergingsvoorziening is bijzonder kwetsbaar voor mogelijke schade door graafwerkzaamheden, vanwege de complexiteit van de voorziening.
7: Hoog belang	Het belang van voorkomen van risico's bij graafwerkzaamheden is uiterst hoog in dit project. Er worden extensieve graafwerkzaamheden verwacht en de waterbergingsvoorziening is buitengewoon kwetsbaar voor mogelijke schade, met potentieel ernstige gevolgen voor de werking en veiligheid ervan.
8: Zeer hoog belang	Het belang van voorkomen van risico's bij graafwerkzaamheden is kritiek in dit project. Elk risico op schade door graafwerkzaamheden moet tot het uiterste minimum worden beperkt, omdat zelfs kleine problemen ernstige gevolgen kunnen hebben.
9: Uiterst belangrijk	Het belang van voorkomen van risico's bij graafwerkzaamheden is extreem hoog in dit project. Elke vorm van schade door graafwerkzaamheden kan ernstige gevolgen hebben voor de waterbergingsvoorziening en de omgeving.

10: Kritisch belangrijk Het belang van voorkomen van risico's bij graafwerkzaamheden is absoluut in dit project. Er mag absoluut geen schade optreden door graafwerkzaamheden, aangezien zelfs de kleinste fout ernstige gevolgen kan hebben voor de veiligheid en effectiviteit van de voorziening.

Klik hier om terug te gaan naar [§4.4 Vergelijkend onderzoek](#) en hier om terug te gaan naar [§9.1 Wegingsfactor & cijferschaal](#)

Aspect, Milieu

Klik hier om terug te gaan naar [§4.4 Vergelijkend onderzoek](#) en hier om terug te gaan naar [§9.1 Wegingsfactor & cijferschaal](#)

Het aspect milieu binnen de beoordeling van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen richt zich op het minimaliseren van de negatieve en positieve milieueffecten van de ondergrondse waterbergingsvoorzieningen op de ecologie. Deze milieueffecten vinden plaats tijdens de materiaal productie, transport, bouw-, implementatie- en beheerfase. Het omvat de evaluatie van verstoring van habitat, waterverontreiniging, verlies van biodiversiteit en de uitstoot van schadelijke stoffen. Het beoordeelt ook positieve milieueffecten, zoals het bevorderen van ecologische herstelprocessen en het verbeteren van de waterkwaliteit. Het aspect milieu benadrukt het belang van een verantwoorde en milieuvriendelijke aanpak bij het plannen en uitvoeren van waterbergende voorzieningen.

Dit aspect heeft doorgaans een lagere prioriteit in situaties waar de ondergrondse waterbergingsvoorziening weinig tot geen negatieve milieueffecten kan hebben op het lokale ecosysteem. Zoals in gebieden waar weinig natuurlijke habitat zijn door verstedelijking.

Aan de andere kant kan het milieuaspect een hogere prioriteit hebben in projecten die zich bevinden in gevoelige natuurlijke gebieden in de nabijheid van habitat van bedreigde soorten. Ook als het project streeft naar duurzaamheid en milieuvriendelijke praktijken, heeft het milieuaspect een hoge prioriteit.

Aspecten die niet worden beoordeeld in het technisch aspect om dubbele score te voorkomen in de beoordeling zijn:

- Het aspect 'Uitvoering' richt zich op de uitvoerende fase van het project, waarin het ontwerp daadwerkelijk wordt gerealiseerd en omgezet in een operationele structuur.
- Het aspect ontwerp - technisch richt zich op zowel de vormgeving als de technische en functionele aspecten van de waterbergende voorziening.
- Het aspect levensduur dit richt zich op het waarborgen van een optimale levensduur die goed past binnen de omgevingscontext en de gestelde doelen van het project. Dit aspect beoordeelt de kwaliteit van de gebruikte materialen de draagkracht van de constructie en de risico's bij graafwerkzaamheden.

Te beoordelen criteria in het technisch aspect zijn:

- Broeikasgasemissie: dit criterium is gericht op de beoordeling en minimalisering van de uitstoot van broeikasgassen gedurende de hele levenscyclus van de waterbergende voorziening. Het hoofddoel is om bij te dragen aan de wereldwijde inspanningen om klimaatverandering tegen te gaan. Het beoordeelt de energie-efficiëntie van de voorziening om de uitstoot van broeikasgassen tijdens productie, transport, installatie en beheer te beperken. Het criterium benadrukt het belang van milieuvriendelijkheid en energie-efficiëntie in het ontwerp en de implementatie van waterbergende voorzieningen.
- Materiaal ecologie: dit criterium richt zich op de ecologische impact van de gebruikte materialen bij de waterbergende voorziening. Het omvat de beoordeling van de milieuvriendelijkheid van deze materialen en hun bijdrage aan duurzaamheid. Ook wordt gekeken naar de recyclebaarheid van de gebruikte materialen. Het doel van dit criterium is om te zorgen voor een selectie van materialen die minimale negatieve effecten hebben op het milieu gedurende de gehele levensduur van de voorziening. Hiermee wordt duurzaamheid bevorderd en dragen de materialen bij aan een gezondere ecologie.

Cijferschaal voor toekenning van wegingsfactoren aan het aspect milieu:

0: Niet relevant	Het milieuaspect is volledig niet relevant in dit project, de ondergrondse waterbergingsvoorziening mag invloed hebben op het milieu.
1: Zeer laag belang	Het belang van minimale milieu-impact is zeer laag in dit project. De ondergrondse waterbergingsvoorziening mag milieueffecten hebben met aanzienlijke gevolgen voor het lokale ecosysteem.
2: Laag belang	Het minimaliseren van milieueffecten heeft een laag belang in dit project. Er zijn enkele overwegingen voor milieuvriendelijkheid, maar ze hebben geen hoge prioriteit.
3: Matig laag belang	Het belang van minimale milieu-impact is matig in dit project. Er wordt verwacht dat de ondergrondse waterbergingsvoorziening enige inspanning levert om negatieve milieueffecten te verminderen, maar zonder grote restricties.

- 4: Matig belang** Het minimaliseren van milieueffecten heeft een gemiddeld belang in dit project. Er wordt verwacht van de ondergrondse waterbergingsvoorziening dat het actief bijdraagt aan milieubescherming en -behoud, maar met beheersbare inspanningen.
- 5: Gemiddeld belang** Het belang van minimale milieu-impact is hoog in dit project. De ondergrondse waterbergingsvoorziening moet aanzienlijke inspanningen leveren om negatieve milieueffecten te minimaliseren en positieve milieueffecten te bevorderen.
- 6: Matig hoog belang** Het minimaliseren van milieueffecten heeft een zeer hoog belang in dit project. Er wordt verwacht van de ondergrondse waterbergingsvoorziening dat het leidende rol speelt in het minimaliseren van milieueffecten en het bevorderen van duurzaamheid.
- 7: Hoog belang** Het milieuaspect heeft een uiterst hoog belang in dit project. De ondergrondse waterbergingsvoorziening moet de hoogst mogelijke normen voor milieubescherming en -behoud handhaven.
- 8: Zeer hoog belang** Het minimaliseren van milieueffecten is van kritisch belang in dit project. Zelfs kleine milieueffecten kunnen onaanvaardbaar worden geacht en de ondergrondse waterbergingsvoorziening moet strenge normen naleven.
- 9: Uiterst belangrijk** Het milieuaspect is van essentieel belang in dit project. De ondergrondse waterbergingsvoorziening moet vrijwel geen negatieve milieueffecten veroorzaken en actief bijdragen aan het herstel en behoud van het lokale ecosysteem.
- 10: Kritisch belangrijk** Het minimaliseren van milieueffecten heeft een uiterst essentieel belang in dit project. Er wordt verwacht dat de ondergrondse waterbergingsvoorziening fungeert als een model voor milieuvriendelijk ontwerp en beheer, met vrijwel geen impact op het milieu.

Klik hier om terug te gaan naar [§4.4 Vergelijkend onderzoek](#) en hier om terug te gaan naar [§9.1 Wegingsfactor & cijferschaal](#)

Broeikasgasemissie

Klik hier om terug te gaan naar [§4.4 Vergelijkend onderzoek](#) en hier om terug te gaan naar [§9.1 Wegingsfactor & cijferschaal](#)

Het criterium broeikasgasemissie richt zich op het beoordelen en minimaliseren van de uitstoot van broeikasgassen gedurende de gehele levenscyclus van de waterbergende voorziening. Dit criterium evalueert de energie-efficiëntie met speciale aandacht voor het verminderen van de uitstoot van broeikasgassen tijdens verschillende fasen, waaronder productie, transport, installatie en beheer. Het benadrukt het belang van milieuvriendelijkheid en energie-efficiëntie bij het ontwerpen en implementeren van waterbergende voorzieningen. Door de uitstoot van broeikasgassen te minimaliseren, draagt de ondergrondse waterbergingsvoorziening minimaal bij aan klimaatverandering.

Dit criterium heeft doorgaans een lagere prioriteit in situaties waarin er weinig aandacht is voor klimaatverandering of waar andere criteria zoals kosten, operationele efficiëntie of lokale prioriteiten een grotere rol spelen.

Aan de andere kant kan dit criterium een hogere prioriteit krijgen in situaties waarin er sterke milieubewuste en duurzaamheidsdoelstellingen zijn. Ook in gebieden waar milieubewuste gemeenschappen of belanghebbenden druk uitoefenen om de uitstoot van broeikasgassen te verminderen, zal dit criterium een hoge prioriteit hebben.

Cijferschaal voor toekenning van wegingsfactoren aan het criterium broeikasgasemissie:

0: Niet relevant	Het criterium voor broeikasgasemissie is volledig niet relevant in dit project en er zijn geen beperkingen met betrekking tot broeikasgasemissies van de ondergrondse waterbergingsvoorziening.
1: Zeer laag belang	Het belang van het minimaliseren van broeikasgasemissies is zeer laag in dit project. Er zijn weinig tot geen specifieke inspanningen nodig om de uitstoot te verminderen.
2: Laag belang	Het minimaliseren van broeikasgasemissies heeft een laag belang in dit project. Er zijn enige inspanningen verwacht om de uitstoot te verminderen, maar zonder hoge prioriteit.
3: Matig laag belang	Het belang van het minimaliseren van broeikasgasemissies is matig in dit project. Er wordt verwacht dat de ondergrondse waterbergingsvoorziening enige inspanning levert om de uitstoot te verminderen, maar zonder buitensporige restricties.
4: Matig belang	Het minimaliseren van broeikasgasemissies heeft een gemiddeld belang in dit project. Er wordt verwacht dat de ondergrondse waterbergingsvoorziening actief bijdraagt aan het verminderen van de uitstoot, maar met beheersbare inspanningen.
5: Gemiddeld belang	Het belang van het minimaliseren van broeikasgasemissies is hoog in dit project. De ondergrondse waterbergingsvoorziening moet aanzienlijke inspanningen leveren om de uitstoot van broeikasgassen te beperken.
6: Matig hoog belang	Het minimaliseren van broeikasgasemissies heeft een zeer hoog belang in dit project. Er wordt verwacht dat de ondergrondse waterbergingsvoorziening een leidende rol speelt in het verminderen van broeikasgasemissies en het bevorderen van duurzaamheid.
7: Hoog belang	Het criterium voor broeikasgasemissies heeft een uiterst hoog belang in dit project. De ondergrondse waterbergingsvoorziening moet de hoogst mogelijke normen naleven voor het minimaliseren van broeikasgasemissies.
8: Zeer hoog belang	Het minimaliseren van broeikasgasemissies is van kritisch belang in dit project. Zelfs kleine broeikasgasemissies kunnen onaanvaardbaar worden geacht en de ondergrondse waterbergingsvoorziening moet strenge normen naleven.
9: Uiterst belangrijk	Het criterium voor broeikasgasemissies is van essentieel belang in dit project. De ondergrondse waterbergingsvoorziening moet vrijwel geen broeikasgasemissies veroorzaken en actief bijdragen aan het verminderen van klimaatverandering.
10: Kritisch belangrijk	Het minimaliseren van broeikasgasemissies heeft een uiterst essentieel belang in dit project. Er wordt verwacht dat de ondergrondse waterbergingsvoorziening fungeert als een model voor het minimaliseren van broeikasgasemissies, met vrijwel geen impact op het klimaat.

Klik hier om terug te gaan naar [§4.4 Vergelijkend onderzoek](#) en hier om terug te gaan naar [§9.1 Wegingsfactor & cijferschaal](#)

Materiaal ecologie

Klik hier om terug te gaan naar [§4.4 Vergelijkend onderzoek](#) en hier om terug te gaan naar [§9.1 Wegingsfactor & cijferschaal](#)

Het criterium materiaal ecologie richt zich op de ecologische impact van de materialen die worden gebruikt bij de constructie van de waterbergende voorziening. Dit criterium heeft tot doel de milieuvriendelijkheid van deze materialen te beoordelen en te bepalen in hoeverre ze ecologisch verantwoord zijn. Hierbij wordt gekeken naar de recyclebaarheid en dus circulariteit van de gebruikte materialen. Het doel van dit criterium is om ervoor te zorgen dat de selectie van materialen minimale negatieve effecten heeft op het milieu gedurende de gehele levensduur van de voorziening. Door milieuvriendelijke en duurzame materialen te kiezen, wordt de ecologische impact van de waterbergende voorziening verminderd. De beoordeling van materiaal ecologie is van toenemend belang in een tijd waarin duurzaamheid en milieubescherming centrale aandachtspunten zijn.

Dit criterium heeft doorgaans een lagere prioriteit in situaties waarin er weinig aandacht is voor milieukwesties of waar andere criteria zoals kosten of snelheid van uitvoering de prioriteit hebben. In dergelijke gevallen kan de selectie van materialen meer worden bepaald door praktische overwegingen dan door ecologische overwegingen.

Aan de andere kant kan het belang van dit criterium hoger zijn in situaties waarin er sterke nadruk ligt op milieubescherming, duurzaamheid en het beperken van de ecologische impact van de materialen. Het wordt van groot belang wanneer er lokale of nationale regelgeving is die vereist dat projecten milieuvriendelijke materialen gebruiken en duurzaamheidsnormen naleven. Ook in gebieden waar belanghebbenden streven naar een verminderde ecologische voetafdruk, zal dit criterium als hoog kunnen worden beschouwd.

Cijferschaal voor toekenning van wegingsfactoren aan het criterium materiaal ecologie:

0: Niet relevant	Het criterium voor materiaal ecologie is volledig niet relevant in dit project en er zijn geen beperkingen met betrekking tot de ecologische impact van de materialen die worden gebruikt.
1: Zeer laag belang	Het belang van materiaal ecologie is zeer laag in dit project. Er zijn weinig tot geen specifieke inspanningen verwacht om milieuvriendelijke materialen te selecteren.
2: Laag belang	Het belang van materiaal ecologie is laag in dit project. Er zijn enige inspanningen verwacht om milieuvriendelijke materialen te selecteren, maar zonder hoge prioriteit.
3: Matig laag belang	Het belang van materiaal ecologie is matig in dit project. Er wordt verwacht dat de waterbergende voorziening enige inspanning levert om milieuvriendelijke materialen te selecteren, maar zonder buitensporige restricties.
4: Matig belang	Het belang van materiaal ecologie heeft een gemiddeld belang in dit project. Er wordt verwacht dat de waterbergende voorziening actief bijdraagt aan het verminderen van de ecologische impact van de gebruikte materialen, maar met beheersbare inspanningen.
5: Gemiddeld belang	Het belang van materiaal ecologie is hoog in dit project. De waterbergende voorziening moet aanzienlijke inspanningen leveren om milieuvriendelijke materialen te selecteren en de ecologische impact te minimaliseren.
6: Matig hoog belang	Het belang van materiaal ecologie heeft een zeer hoog belang in dit project. Er wordt verwacht dat de waterbergende voorziening een leidende rol speelt in het gebruik van uiterst milieuvriendelijke en duurzame materialen.
7: Hoog belang	Het criterium voor materiaal ecologie heeft een uiterst hoog belang in dit project. De waterbergende voorziening moet vrijwel uitsluitend milieuvriendelijke en ecologisch verantwoorde materialen gebruiken.
8: Zeer hoog belang	Het belang van materiaal ecologie is van kritisch belang in dit project. Zelfs kleine ecologische impact van materialen kan onaanvaardbaar worden geacht en de waterbergende voorziening moet strenge normen naleven.
9: Uiterst belangrijk	Het criterium voor materiaal ecologie is van essentieel belang in dit project. De waterbergende voorziening moet vrijwel geen negatieve ecologische impact hebben en moet actief bijdragen aan ecologische duurzaamheid.
10: Kritisch belangrijk	Het belang van materiaal ecologie heeft een uiterst essentieel belang in dit project. De waterbergende voorziening moet fungeren als een model voor milieuvriendelijkheid en ecologische verantwoordelijkheid, met vrijwel geen negatieve impact op het milieu.

Klik hier om terug te gaan naar [§4.4 Vergelijkend onderzoek](#) en hier om terug te gaan naar [§9.1 Wegingsfactor & cijferschaal](#)

Workshop (2)

Klik hier om terug te gaan naar [Discussie](#)

In de workshop zijn met Mentimeter de aspecten en bijbehorende criteria besproken. De pagina's die hieruit zijn gekomen worden hier weergegeven. Er was niet genoeg tijd om alle criteria te behandelen, daarom ontbreken er enkele criteria. In de workshop zijn verschillende cruciale inzichten naar voren gekomen die van belang zijn bij het beoordelen en vergelijken van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen. Hier volgen de belangrijkste conclusies die uit de workshop zijn voortgekomen:

Criteria onder aspect uitvoering:

Het is duidelijk geworden dat bepaalde criteria, zoals tijdsduur, communicatie en assortiment binnen de organisatie, van groot belang zijn bij het beoordelen van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen. Deze criteria spelen een essentiële rol bij het succesvol implementeren en beheren van dergelijke voorzieningen.

Aanlegkosten en levensduur:

Een belangrijke conclusie is dat de aanlegkosten van een voorziening samenhangen met de levensduur ervan. Een duurdere voorziening die lang meegaat, kan op lange termijn kosteneffectief blijken te zijn. Het is van belang om de totale aanlegkosten te verdelen over de verwachte levensduur om een eerlijke vergelijking mogelijk te maken.

Complexiteit van installatie:

De complexiteit van de installatie kan aanzienlijke risico's met zich meebrengen die van invloed zijn op de effectiviteit van de voorziening. Duidelijke aansluitingsinstructies en bewustwording bij aannemers zijn noodzakelijk om foutieve aansluitingen in de praktijk te voorkomen.

Criterium beleving:

Het criterium "beleving" is breed interpreteerbaar en kan variëren afhankelijk van de situatie. De benodigde tijd voor installatie kan negatieve gevolgen hebben voor omliggende bedrijven, bijvoorbeeld vanwege verkeersbelemmeringen of geluidsoverlast. Dit criterium vereist verdere specificatie om duidelijke interpretatiemogelijkheden te bieden.

Levensduur en onderhoud:

De levensduur van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen wordt beïnvloed door diverse factoren, waaronder externe schade en het belang van regelmatig onderhoud. Het bewustzijn van onderhoudsnoodzaak is vaak onvoldoende bekend, wat van invloed kan zijn op de functionaliteit en duurzaamheid van de voorziening.

Materiaalkwaliteit:

De materiaalkwaliteit staat direct in verband met de levensduur van de voorziening. De keuze van materialen speelt een cruciale rol bij het voorkomen van degeneratie en het waarborgen van een langere levensduur.

Risico's tijdens levensduur:

Tijdens de levensduur van de voorziening kunnen er risico's ontstaan met betrekking tot werkzaamheden boven en rondom de voorziening. Dit kan de draagkracht verminderen en schade veroorzaken, wat de levensduur kan verkorten.

Communicatie met nutsbedrijven:

Het is van groot belang om nutsbedrijven te informeren over de aanwezigheid van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen in de buurt van hun kabels en leidingen. Onwetendheid kan leiden tot schade door boringen. Communicatie en datamanagement spelen hierbij een cruciale rol in het voorkomen van dergelijke incidenten.

criterium systeemfunctionaliteit:

Tot slot is geconcludeerd dat de functionaliteit van de voorziening grotendeels afhankelijk is van de omgeving. Hierdoor kan het criterium "systeemfunctionaliteit" worden geclassificeerd als niet relevant bij het vergelijken van ondergrondse waterbergingsvoorzieningen.

Deze workshop benadrukt het belang van gedetailleerde criteria en bewustwording binnen verschillende disciplines en bij betrokken partijen. Het biedt een basis voor verdere verbeteringen en aanvullingen in het vergelijkingsproces en suggereert de noodzaak van duidelijke specificaties en communicatie bij het implementeren van deze voorzieningen in diverse omgevingen.



Figuur 57 **Workshop Mentimeter (1/9)**

Geconcludeerd is dat criteria onder aspect uitvoering, tijdsduur, communicatie, assortiment binnen de organisatie van belang zijn. Er is verduidelijking nodig bij criteria zoals beleving, waar tijdsduur in beoordeeld wordt en criteria functioneel. Deze verduidelijking is geformuleerd en niet in de workshop duidelijk aanbod gekomen.



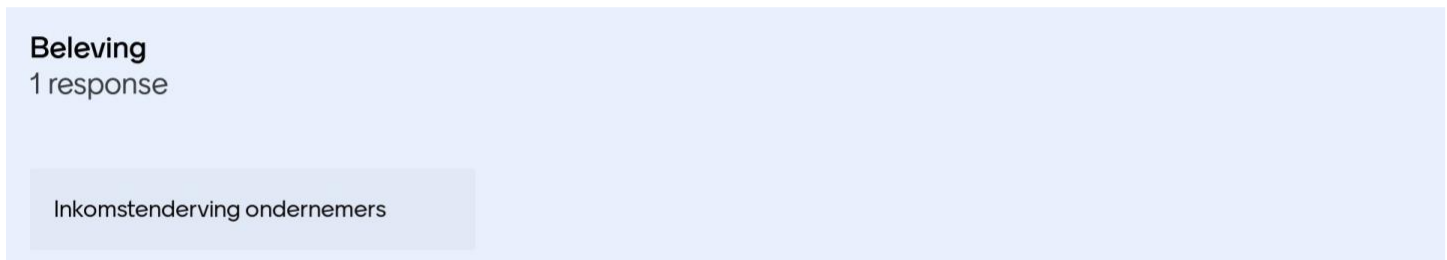
Figuur 58 **Workshop Mentimeter (2/9)**

Geconcludeerd kan worden dat de aanlegkosten gepaard gaan met de levensduur. Bij een dure voorziening die lang meegaat kan dit toch goedkoop uitvallen. De totaal aanlegkosten mogen gedeeld worden door de jaren dat de voorziening verwacht wordt te functioneren. Op deze manier kan er een rechtvaardige vergelijking worden gefaciliteerd.



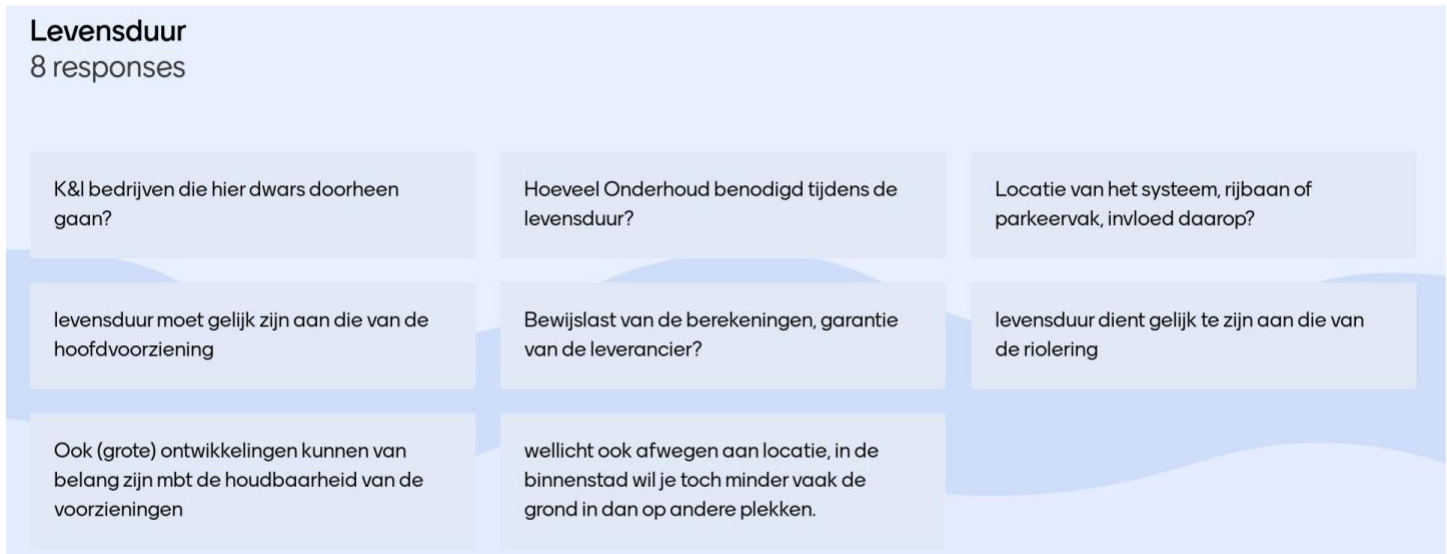
Figuur 59 **Workshop Mentimeter (3/9)**

Geconcludeerd kan worden dat de complexiteit van de installatie risico's met zich meebrengen die essentieel zijn om in te perken door het effect op de effectiviteit van de voorziening. Er is belang bij duidelijkheid bij aansluiting binnen aannemers om in de praktijk foutaansluitingen te voorkomen. Ook is het van belang om de aannemers bewust te maken van de gevolgen van een foutieve aansluiting.



Figuur 60 **Workshop Mentimeter (4/9)**

Geconcludeerd kan worden dat criterium beleving breed geïnterpreteerd kan worden. Door de benodigde tijd van de installatie kan een onderneming negatieve gevolgen ervaren, denk hierbij aan de afhankelijkheid van voet verkeer langs de onderneming of mogelijkheid om terrassen te hebben. In situaties dat voorzieningen in rustige woonwijken worden geïnstalleerd is het niet wenselijk om geluidsoverlast, stofvorming of andere vervuilende factoren te genereren. Deze criterium dient verder gespecificeerd te worden voor duidelijke interpretatiemogelijkheden.



Figuur 61 **Workshop Mentimeter (5/9)**

Geconcludeerd kan worden is dat de levensduur afhankelijk is van veel diverse factoren. Externe partijen kunnen (on)bewust de voorziening beschadigen wat resulteert in een onvoorziene korte levensduur. De noodzaak van onderhoud is relatief onbekend om de functie en levensduur te waarborgen.



Figuur 62 **Workshop Mentimeter (6/9)**

Geconcludeerd kan worden is dat de materiaalkwaliteit in direct verband staat met de levensduur, de degeneratie van de voorziening is deels afhankelijk van de materiaalkeuzen.



Figuur 63 **Workshop Mentimeter (7/9)**

Geconcludeerd kan worden dat tijdens de levensduur van de voorziening er risico's zijn met betrekking tot werkzaamheden boven en rondom de voorziening. Door het verwijderen van de dekking boven de voorziening tijdens graafwerkzaamheden neemt de draagkracht af. Dit kan in combinatie met zwaar materieel voor schade en verkorten van de levensduur zorgen.



Figuur 64 **Workshop Mentimeter (8/9)**

Geconcludeerd kan worden dat het van belang is om nutsbedrijven te informeren over de voorziening in de buurt van hun te beheren kabels en leidingen. Door de onwetendheid komt het in de praktijk voor dat voorzieningen beschadigd raken door boringen. De risico's hiervan kunnen in de vergelijking worden meegenomen echter is het voorkomen door communicatie en datamanagement gewenst.



Figuur 65 **Workshop Mentimeter (9/9)**

Geconcludeerd kan worden dat de functionaliteit van de voorziening is grotendeels afhankelijk van de omgeving, dit maakt dat criterium systeemfunctionaliteit geclassificeerd als niet relevant mag worden.

Klik hier om terug te gaan naar [Discussie](#)

Hoofdstuk 10 bruikbaarheid methodiek

Onderbouwing toekenning van wegingsfactoren

Klik hier om terug te gaan naar [§10.3 Wegingsfactor](#).

Aspect ontwerp - technisch

Om de functie van de voorziening te behouden dient het ontwerp van een hoog technisch niveau te zijn. Inefficiëntie kan niet gepermitteerd worden in dit project. Daarom krijgt dit aspect een wegingsfactor van **8**.

8: Zeer hoog belang *Het ontwerp moet op het hoogste technische niveau zijn om de doelstellingen van het project te bereiken. Zelfs kleine tekortkomingen in het ontwerp kunnen ernstige problemen veroorzaken.*

Criterium afvoer en infiltratie-efficiëntie

Het project gebied heeft in het centrum veel verhard oppervlak, dit resulteert in een hoge noodzaak voor efficiënt afvoer of infiltratie. Ook omdat het gebied drukbevolkt is wordt water op straat niet gepermitteerd. Hierdoor krijgt dit criterium een hoge wegingsfactor van **9**.

9: Uiterst belangrijk *Het criterium afvoer en infiltratie-efficiëntie heeft een buitengewoon grote prioriteit. Er zijn bekende ernstige risico's met betrekking tot waterafvoer of infiltratie en de efficiëntie van de voorziening is van vitaal belang voor de integriteit en betrouwbaarheid van het project.*

Criterium benodigd oppervlak

Het oppervlak van de Willem II straat is druk bezet door terrassen van ondernemers en de doorgang van voertuigen. Er is bijna geen ruimte beschikbaar op het maaiveld voor de waterberging. Hierdoor krijgt deze criterium de maximale wegingsfactor van **10**.

10: Kritisch belangrijk *Het criterium benodigd oppervlak is van kritisch belang voor het succes van het project. In zeer dichtbevolkte stedelijke gebieden met ernstige beperkingen op het gebruik van bovengrondse ruimte moet het project een uiterst compact ontwerp realiseren dat de benodigde functionaliteit behoudt zonder enige aanzienlijke verstoring van de omgeving.*

Criterium ervaring

Het is van belang dat de voorziening goed te realiseren is en dat het binnen de gemeente haar expertise valt. Dit is van belang omdat fouten niet gepermitteerd worden in dit project door de vele belanghebbenden. Tevens vindt de gemeente Tilburg het belangrijk dat de voorziening uit het assortiment toegepaste voorzieningen van de gemeente komt. Dit om het beheer en aanleggen ervan makkelijk te houden. Door deze belangen krijgt criterium ervaring een relatief hoge wegingsfactor van **7**.

7: Hoog belang *Het criterium "Ervaring" heeft een hoge prioriteit. Er is uitgebreide ervaring binnen de organisatie met vergelijkbare waterbergingsvoorzieningen en de ervaringen zijn overwegend positief. Nieuwe systemen hoeven en worden ook liever niet geïmplementeerd.*

Criterion functiecombinaties

Omdat de Willem II straat gelegen is in het centrum en de beschikbare ruimte ondergronds door overig infrastructuur beperkt is krijgt dit criterium een relatief hoge wegingsfactor van **7**. Door functies te combineren kan er bewust efficiënt omgegaan worden met de beschikbare ruimte onder en bovengronds

7: Hoog belang *Het criterium functiecombinaties heeft hoge belangen. In stedelijke omgevingen waar ruimte schaars is, zijn de voordelen en belangen bij het integreren van functies van groot belang.*

Criterion systeemfunctionaliteit

De omgeving is grotendeels verhard en het watersysteem moet goed functioneren om wateroverlast te beperken. Omdat het vanzelfsprekend is dat de voorziening goed moet functioneren krijgt deze criterium een hoge wegingsfactor van **9**.

9: Uiterst belangrijk *Wateroverlast is een probleem en de perfecte functionaliteit van het systeem is van cruciaal belang voor de bescherming van de omgeving.*

Klik hier om terug te gaan naar [§10.3 Wegingsfactor](#).

Klik hier om terug te gaan naar [§10.3 Wegingsfactor](#).

Aspect uitvoering

Omdat het project in het centrum van Tilburg uitgevoerd wordt waar aan de straat ondernemingen zitten en de doorgang relatief belangrijk is wordt aspect uitvoering als zeer belangrijk gezien. Hierom krijgt het aspect een wegingsfactor van **8**.

8: Zeer hoog belang *De uitvoering vereist uiterst zorgvuldige planning en coördinatie op het hoogste niveau. Sociale en milieukwesties hebben een kritieke impact op het project en moeten onmiddellijk worden aangepakt.*

Criterium aanlegkosten

De voorziening moet gerealiseerd worden binnen een fatsoenlijk budget. Echter is het van belang om de voorziening snel en functioneel aan te leggen en dit mag zeker wat kosten. Hierdoor weegt de criterium aanlegkosten met een wegingsfactor van **4** mee.

4: Matig belang *De aanlegkosten hebben een matige invloed op het succes van het project. Er zijn enige infrastructuraanpassingen nodig die matige invloed hebben op het budget. Het project richt zich op andere aspecten zoals techniek, levensduur of milieu.*

Criterium beleving

Omdat de werkzaamheden plaats gaan vinden in het centrum waar ondernemingen zijn en de toevoer van transport voor deze ondernemingen belemmert is het van belang dat de beleving een hoge waardering krijgt. Om dit in de score mee te laten wegen krijgt criterium beleving een wegingsfactor van **8**.

8: Zeer hoog belang *Het criterium beleving heeft een zeer hoge prioriteit. Kostenbesparing en minimalisering van sociale impact zijn van het grootste belang.*

Criterium complexiteit installatie

Het is belangrijk dat de aanleg van de voorziening relatief foutloos verloopt, hiervoor is een complexe installatie niet gewenst. Bij fouten in de praktijk heeft de omgeving veel last wanneer de straat opnieuw open moet. Omdat de complexiteit een gemiddeld belang heeft krijgt het criterium een wegingsfactor van **5**.

5: Gemiddeld belang *Het criterium complexiteit installatie heeft een gemiddelde prioriteit. Een eenvoudige installatie zonder technische uitdagingen is van gemiddeld belang voor het succes van het project.*

Klik hier om terug te gaan naar [§10.3 Wegingsfactor](#).

Klik hier om terug te gaan naar [§10.3 Wegingsfactor](#).

Aspect levensduur

Binnen het project wordt de verharding opnieuw aangebracht wat een relatief lange levensduur met zich meebrengt. Om de levensduur van de verharding niet negatief te beïnvloeden met vervangingen maatregels is het van belang dat de voorziening een gelijke levensduur heeft als die van de verharding. Ook is het vanzelfsprekend een uitgangspunt dat de voorziening lang meegaat om te besparen om criteria zoals beleving en broeikasgasemissie. Om aspect levensduur representatief mee te laten tellen krijgt het aspect een hoge wegingsfactor van **9**.

9: Uiterst belangrijk *Wateroverlast kan een probleem vormen en de lange levensduur van de voorziening is van cruciaal belang voor de bescherming van de omgeving en overige infrastructuur.*

Criterium beheerkosten

De beheerkosten van de voorziening moet vanzelfsprekend altijd acceptabel zijn. Echter is het functioneel houden van de voorziening zeer belangrijk en is daarvoor een budget beschikbaar. Omdat de prioriteit ligt op het functioneel houden krijgt het criterium beheerkosten een relatief lage wegingsfactor van **4**.

4: Matig belang *Beheerkosten hebben een matige invloed op het succes van het project en er is een gemiddeld budget beschikbaar voor beheer.*

Criterium complexiteit beheer

Om de voorziening functioneel te houden is de uitvoering van beheer het liefst simpel. Er moeten weinig tot geen risico's zijn door complex beheer. Daarom krijgt het criterium complexiteit beheer een wegingsfactor van **8**.

8: Zeer hoog belang *Beheer moet buitengewoon eenvoudig en beheersbaar zijn, zonder enige significante complexiteit om ernstige gevolgen te voorkomen.*

Criterium draagkracht

Omdat er verwacht wordt dat door de Willem II straat zwaar verkeer komt is het van belang dat de voorziening een hoge draagkracht heeft. Schade aan de weg en mogelijk andere infrastructuur zijn niet acceptabel door de onvoorziene werkzaamheden die de schade met zich meebrengt. Omdat deze criterium zo belangrijk is wordt de hoogst wegingsfactor van **10** aan binnen project toegekend.

10: Kritisch belangrijk *Zware belastingen worden verwacht en de draagkracht van de voorziening moet hoog zijn om ernstige schade of ineenstorting te voorkomen.*

Criterium materiaalkwaliteit

Omdat de vraag naar een goede voorziening hoog is moet er kwalitatief goed materiaal gebruikt worden. De gebruikte materialen hebben invloed op de levensduur. Door goede materialen te gebruiken is degeneratie van de materialen en voorziening beperkt. Omdat dit een hoog belang heeft krijgt het criterium een wegingsfactor van **7**.

7: Hoog belang *Het belang van materiaalkwaliteit is uiterst hoog in dit project. De hoogste kwaliteit materialen zijn essentieel, omdat de ondergrondse waterbergingsvoorziening een cruciale rol speelt in het voorkomen van wateroverlast in dichtbevolkte gebieden. Het gebruik van hoogwaardige materialen is van vitaal belang om onverwachte storingen te minimaliseren en langdurige prestaties te garanderen.*

Criterion onderhoudsnoodzaak

De noodzaak van onderhoud is relatief minder belangrijk. Het doel om de voorziening lang functioneel te houden vraagt mogelijk om onderhoud en dit is geaccepteerd. Omdat de omgeving verstoort kan worden door uitgebreid onderhoud is het fijn dat dit minder noodzakelijk is echt is functionaliteit vanzelfsprekend belangrijker. Hierom krijgt dit criterium een lage wegingsfactor van **2**.

2: Laag belang *Het belang van onderhoudsnoodzaak is gemiddeld in dit project. De onderhoudsvereisten hebben een matige invloed op het project en moeten in overweging worden genomen.*

Criterion risico's graafwerkzaamheden

Omdat in het project gebied graafwerkzaamheden verwacht worden is het van belang dat de risico's van graafwerkzaamheden minimaal zijn. Hiervoor wordt in de beoordeling dit criterium zwaar meegenomen en krijgt het criterium een wegingsfactor van **8**.

8: Zeer hoog belang *Het belang van voorkomen van risico's bij graafwerkzaamheden is kritiek in dit project. Elk risico op schade door graafwerkzaamheden moet tot het uiterste minimum worden beperkt.*

Klik hier om terug te gaan naar **[§10.3 Wegingsfactor](#)**.

Klik hier om terug te gaan naar [§10.3 Wegingsfactor](#).

Aspect milieu

Binnen de gemeente is de wens om verantwoordelijk om te gaan met het milieu hoog. De toegepaste voorziening dient geen negatieve milieueffecten te hebben op de omgeving. Omdat andere aspecten zoals levensduur en ontwerp - technisch belangrijker zijn en invloed hebben op de criterium broeikasgasemissie binnen dit aspect milieu wordt dit aspect als relatief minder belangrijk beschouwt. Dit neemt niet weg dat de gemeente verantwoordelijk om moet gaan met het milieu. De wegingsfactor voor dit aspect is in dit project een **6**.

6: Matig hoog belang *Het minimaliseren van milieueffecten heeft een hoog belang in dit project. Er wordt verwacht van de ondergrondse waterbergingsvoorziening dat het een rol speelt in het minimaliseren van negatieve milieueffecten en het bevorderen van duurzaamheid.*

Criterium broeikasgasemissie

Binnen het project moet rekening worden gehouden met de uitstoot van broeikasgassen. Echter hebben andere criteria hier dusdanige invloed op dat deze belangrijker zijn dan dit criterium. Dit wil vanzelfsprekend niet zeggen dat er onverantwoordelijk omgegaan kan worden met de broeikasgasemissies. Deze criterium krijgt een wegingsfactor van **5**.

5: Gemiddeld belang *Het belang van het minimaliseren van broeikasgasemissies is hoog in dit project. De ondergrondse waterbergingsvoorziening moet aanzienlijke inspanningen leveren om de uitstoot van broeikasgassen te beperken. Dit kan gerealiseerd worden door materialen en middelen te gebruiken die niet ver getransporteerd te worden en of het gebruik van machines te beperken tot enkel de noodzakelijke.*

Criterium materiaal ecologie

Om verantwoordelijk om te gaan met het milieu en geen negatieve invloed te hebben op de grondwater en bodemkwaliteit is het van belang om duurzame materialen toe te passen. Het is binnen het project belangrijk en daarom krijgt dit criterium een wegingsfactor van **7**.

7: Hoog belang *Het criterium voor materiaal ecologie heeft een uiterst hoog belang in dit project. De waterbergende voorziening moet vrijwel uitsluitend milieuvriendelijke en ecologisch verantwoorde materialen gebruiken.*

Klik hier om terug te gaan naar [§10.3 Wegingsfactor](#).

Cijferschaal beoordeling ondergrondse waterbergingsvoorzieningen

Klik hier om terug te gaan naar [§10.4 Ondergronds watervasthoudende voorzieningen](#).

Aspect Ontwerp - technisch

Cijferschaal: afvoer en infiltratie-efficiëntie

1: Zeer slechte efficiëntie	De voorziening heeft aanzienlijke problemen met zowel afvoeren als infiltreren van neerslag, wat leidt tot frequente overstromingen en inefficiënt gebruik van de capaciteit.
2: Slechte efficiëntie	De voorziening heeft moeite met het efficiënt verwerken van neerslag, waardoor er regelmatig wateroverlast optreedt en verbeteringen nodig zijn.
3: Matige efficiëntie	De voorziening kan neerslag afvoeren en infiltreren, maar er zijn nog steeds perioden van wateroverlast en ruimte voor verbetering.
4: Redelijke efficiëntie	De voorziening kan neerslag redelijk goed afvoeren en infiltreren, met sporadische problemen met wateroverlast.
5: Gemiddelde efficiëntie	De voorziening presteert consistent en kan neerslag over het algemeen efficiënt afvoeren en infiltreren, met slechts af en toe kleine problemen.
6: Bovengemiddelde efficiëntie	De voorziening heeft doorgaans weinig problemen met afvoeren en infiltreren, met zeldzame incidenten van wateroverlast.
7: Goede efficiëntie	De voorziening is zeer effectief in het afvoeren en infiltreren van neerslag, met zeldzame tot geen gevallen van wateroverlast.
8: Zeer goede efficiëntie	De voorziening presteert op een hoog niveau en is uiterst effectief in zowel afvoeren als infiltreren, met vrijwel geen gevallen van wateroverlast.
9: Uitstekende efficiëntie	De voorziening functioneert op een uitzonderlijk hoog niveau en is praktisch onfeilbaar in het afvoeren en infiltreren van neerslag.
10: Excellente efficiëntie	De voorziening behaalt de hoogst mogelijke efficiëntie in zowel afvoeren als infiltreren en is volledig bestand tegen zelfs de meest extreme neerslagomstandigheden.

Cijferschaal: benodigd oppervlak

1: Zeer groot benodigd oppervlak	De voorziening vereist een enorme hoeveelheid bovengrondse ruimte, wat resulteert in aanzienlijke verstoring van het maaiveld en beperkt gebruik van het terrein.
2: Groot benodigd oppervlak	De voorziening neemt aanzienlijk bovengronds ruimte in beslag, wat leidt tot beperkte beschikbaarheid van het terrein voor andere doeleinden.
3: Aanzienlijk benodigd oppervlak	De voorziening vereist meer bovengrondse ruimte dan gewenst, wat tot enige beperkingen in het gebruik van het terrein kan leiden.
4: Matig benodigd oppervlak	De voorziening heeft een gemiddelde hoeveelheid bovengrondse ruimte nodig, wat enige flexibiliteit in het gebruik van het terrein mogelijk maakt.
5: Gemiddeld benodigd oppervlak	De voorziening vereist een redelijke hoeveelheid bovengrondse ruimte, wat nog steeds voldoende mogelijkheden biedt voor andere doeleinden.
6: Beperkt benodigd oppervlak	De voorziening heeft slechts een beperkte hoeveelheid bovengrondse ruimte nodig, wat minimale beperkingen in het gebruik van het terrein oplevert.
7: Klein benodigd oppervlak	De voorziening neemt weinig bovengrondse ruimte in beslag, wat resulteert in maximale beschikbaarheid van het terrein voor andere doeleinden.
8: Zeer klein benodigd oppervlak	De voorziening heeft bijna geen bovengrondse ruimte nodig en heeft vrijwel geen invloed op het gebruik van het terrein.
9: Minimaal benodigd oppervlak	De voorziening heeft vrijwel geen bovengrondse ruimte nodig en heeft geen merkbare impact op het gebruik van het terrein.
10: Verwaarloosbaar benodigd oppervlak	De voorziening vereist vrijwel geen bovengrondse ruimte en heeft absoluut geen impact op het gebruik van het terrein.

Cijferschaal: ervaring

- | | |
|-------------------------------------|--|
| 1: Geen ervaring | Er is geen eerdere ervaring met vergelijkbare waterbergingsvoorzieningen, wat resulteert in aanzienlijke onzekerheid over de effectiviteit en betrouwbaarheid van het ontwerp. |
| 2: Minimale ervaring | Er is beperkte ervaring met vergelijkbare voorzieningen, maar deze is niet voldoende om volledige zekerheid te bieden over het ontwerp. |
| 3: Beperkte ervaring | Er zijn enkele vergelijkbare voorzieningen waaruit lessen zijn getrokken, maar er blijft enige onzekerheid bestaan over de effectiviteit. |
| 4: Matige ervaring | Er is matige ervaring met vergelijkbare voorzieningen, wat een zekere mate van vertrouwen in het ontwerp oplevert. |
| 5: Gemiddelde ervaring | Er is een gemiddelde hoeveelheid ervaring met vergelijkbare voorzieningen, wat het ontwerp betrouwbaar maakt. |
| 6: Aanzienlijke ervaring | Er is aanzienlijke ervaring met vergelijkbare voorzieningen, wat resulteert in een hoog niveau van vertrouwen in het ontwerp. |
| 7: Ruime ervaring | Er is ruime ervaring met vergelijkbare voorzieningen, wat leidt tot een zeer betrouwbaar ontwerp. |
| 8: Uitgebreide ervaring | Er is uitgebreide ervaring en een bewezen trackrecord met vergelijkbare voorzieningen, wat resulteert in een ontwerp van hoge kwaliteit. |
| 9: Aanzienlijke expertise | Er is aanzienlijke expertise op het gebied van vergelijkbare voorzieningen, wat garant staat voor een zeer efficiënt ontwerp. |
| 10: Vooraanstaande expertise | Er is vooraanstaande expertise en een uitgebreide geschiedenis van succesvolle implementaties van vergelijkbare voorzieningen, wat resulteert in een ontwerp van topkwaliteit. |

Cijferschaal: functiecombinaties

- | | |
|---|--|
| 1: Geen functiecombinaties | De waterbergingsvoorziening heeft geen extra functies naast waterberging, waardoor de ruimte niet efficiënt wordt benut. |
| 2: Minimale functiecombinaties | Er zijn enkele beperkte functiecombinaties geïntegreerd, maar deze dragen niet significant bij aan ruimte-efficiëntie of kostenbesparingen. |
| 3: Beperkte functiecombinaties | Er zijn enkele functiecombinaties opgenomen, maar deze hebben een beperkte impact op ruimte-efficiëntie en kostenbesparingen. |
| 4: Matige functiecombinaties | Er zijn matige functiecombinaties geïmplementeerd, wat resulteert in een gematigde verbetering van ruimte-efficiëntie en kostenbesparingen. |
| 5: Gemiddelde functiecombinaties | De waterbergingsvoorziening combineert meerdere functies op een gemiddeld efficiënte manier, wat leidt tot enige ruimtebesparing en kostenvermindering. |
| 6: Aanzienlijke functiecombinaties | Er zijn aanzienlijke functiecombinaties geïntegreerd, waardoor de ruimte-efficiëntie wordt verbeterd en kostenbesparingen mogelijk zijn. |
| 7: Ruime functiecombinaties | De waterbergingsvoorziening integreert een ruim aantal functies op een efficiënte manier, wat resulteert in aanzienlijke ruimtebesparing en kostenvermindering. |
| 8: Uitgebreide functiecombinaties | Er zijn uitgebreide functiecombinaties geïmplementeerd, wat leidt tot aanzienlijke ruimtebesparing en aanzienlijke kostenvermindering. |
| 9: Aanzienlijke expertise | De waterbergingsvoorziening maakt optimaal gebruik van functiecombinaties en bereikt maximale ruimte-efficiëntie en kostenbesparingen. |
| 10: Vooraanstaande expertise | De waterbergingsvoorziening integreert een breed scala aan functies op een uitzonderlijk efficiënte manier, wat resulteert in de hoogste mate van ruimtebesparing en kostenvermindering. |

Cijferschaal: systeemfunctionaliteit

1: Zeer slechte functionaliteit	Het waterberging systeem voldoet niet aan de beoogde doelen en specificaties. Het slaat weinig tot geen neerslag op en heeft ernstige tekortkomingen in de afvoer.
2: Slechte functionaliteit	Het systeem presteert aanzienlijk onder de verwachtingen en kan slechts in beperkte mate neerslag opslaan en afvoeren.
3: Matige functionaliteit	Hoewel het systeem enige functionaliteit vertoont, blijft het aanzienlijk achter bij de gestelde doelen en specificaties. Verbeteringen zijn nodig.
4: Onder gemiddelde functionaliteit	Het waterberging systeem voldoet gedeeltelijk aan de doelen en specificaties, maar er zijn merkbare tekortkomingen in de prestaties.
5: Gemiddelde functionaliteit	Het systeem presteert zoals verwacht en voldoet aan de meeste doelen en specificaties.
6: Bovengemiddelde functionaliteit	Het systeem presteert beter dan verwacht en overtreft de meeste doelen en specificaties.
7: Goede functionaliteit	Het waterberging systeem voldoet aan alle doelen en specificaties en presteert goed in het opslaan en afvoeren van neerslag.
8: Zeer goede functionaliteit	Het systeem presteert uitzonderlijk goed en overtreft alle gestelde doelen en specificaties.
9: Uitmuntende functionaliteit	Het waterberging systeem behaalt uitmuntende resultaten en overtreft alle verwachtingen, wat resulteert in superieure prestaties.
10: Voortreffelijke functionaliteit	Het systeem functioneert op een buitengewoon hoog niveau en overtreft niet alleen de gestelde doelen en specificaties, maar vestigt ook nieuwe normen voor efficiëntie en effectiviteit.

Klik hier om terug te gaan naar [§10.4 Ondergronds watervasthoudende voorzieningen](#).

Aspect Uitvoering

Klik hier om terug te gaan naar [§10.4 Ondergronds watervasthoudende voorzieningen](#).

Cijferschaal: aanlegkosten

1: Zeer hoge aanlegkosten	De aanlegkosten van het waterberging systeem zijn aanzienlijk hoger dan gemiddeld en het project is financieel niet haalbaar zonder aanzienlijke risico's.
2: Zeer hoge aanlegkosten	De kosten voor de aanleg van het systeem zijn hoog en vormen een aanzienlijke financiële uitdaging voor het project. De kosten vallen ongeveer tussen €1000 - €2000 per kubieke meter berging.
3: Hoge aanlegkosten	De aanlegkosten zijn boven het gemiddelde niveau en vereisen extra aandacht om het project binnen het budget te houden. De kosten vallen ongeveer tussen €750 - €1000 per kubieke meter berging.
4: Aanzienlijke aanlegkosten	De aanlegkosten zijn hoger dan gemiddeld, maar kunnen beheersbaar zijn met strikte budgetbeheersing. De kosten vallen ongeveer tussen €500 - €750 per kubieke meter berging.
5: Matige aanlegkosten	De aanlegkosten komen overeen met het gemiddelde voor vergelijkbare projecten en zijn binnen aanvaardbare grenzen. De kosten vallen ongeveer tussen €250 - €500 per kubieke meter berging.
6: Gemiddelde aanlegkosten	De aanlegkosten zijn lager dan het gemiddelde voor vergelijkbare projecten, wat financiële voordelen biedt. De kosten vallen ongeveer tussen €100 - €250 per kubieke meter berging.
7: Redelijke aanlegkosten	De kosten voor de aanleg van het systeem zijn redelijk en goed beheersbaar binnen het budget.
8: Lage aanlegkosten	De aanlegkosten zijn matig en vormen geen financiële belemmering voor het project.
9: Zeer lage aanlegkosten	De aanlegkosten zijn laag in vergelijking met vergelijkbare projecten en bieden aanzienlijke kostenbesparingen. De kosten vallen ongeveer tussen €100 - €00 per kubieke meter berging.
10: Zeer lage aanlegkosten	De aanlegkosten zijn uitzonderlijk laag, waardoor het project financieel zeer aantrekkelijk is.

Cijferschaal: beleving

1: Zeer negatieve beleving	De waterbergingsvoorziening wordt over het algemeen als storend en lelijk ervaren door de gemeenschap en belanghebbenden. Het ontwerp heeft aanzienlijke negatieve gevolgen voor de esthetiek en het welzijn van de omgeving.
2: Negatieve beleving	De beleving van de waterbergingsvoorziening is grotendeels negatief, met enkele aspecten die als problematisch worden beschouwd.
3: Overwegend negatieve beleving	De meerderheid van de gemeenschap en belanghebbenden ervaart de voorziening als negatief, maar er zijn enkele positieve aspecten.
4: Gemengde beleving	Er zijn zowel positieve als negatieve aspecten verbonden aan de waterbergingsvoorziening, wat resulteert in een gemengde beleving bij verschillende groepen.
5: Neutrale beleving	De beleving van de waterbergingsvoorziening is over het algemeen neutraal, zonder uitgesproken positieve of negatieve reacties.
6: Overwegend positieve beleving	De meerderheid van de gemeenschap en belanghebbenden heeft een positieve indruk van de voorziening, met enkele kritiepunten.
7: Positieve beleving	De waterbergingsvoorziening wordt over het algemeen als positief ervaren, met weinig negatieve aspecten.
8: Zeer positieve beleving	De voorziening wordt buitengewoon positief ervaren door de gemeenschap en belanghebbenden, met weinig tot geen negatieve reacties.
9: Uitzonderlijk positieve beleving	Bijna iedereen beschouwt de waterbergingsvoorziening als een waardevolle aanvulling op de omgeving, met zeer weinig of geen negatieve opmerkingen.
10: Uitstekende positieve beleving	De waterbergingsvoorziening wordt niet alleen als positief ervaren, maar wordt ook gezien als een waardevolle aanwinst voor de gemeenschap, die de esthetiek en functie van de omgeving aanzienlijk verbetert.

Cijferschaal: complexiteit installatie

- | | |
|---|--|
| 1: Zeer complexe installatie | De installatie van de waterbergingsvoorziening is zeer gecompliceerd, vereist gespecialiseerde kennis en ervaring en kan aanzienlijke uitdagingen met zich meebrengen. |
| 2: Zeer complexe installatie | De installatie is zeer complex en vereist gespecialiseerde vaardigheden en middelen om te voltooien. |
| 3: Complex installatie | De installatie is complex en kan uitdagingen met zich meebrengen, maar kan worden uitgevoerd met ervaren professionals. |
| 4: Uitdagende installatie | De installatie is uitdagend en vereist specifieke expertise, maar kan worden voltooid met de juiste planning en middelen. |
| 5: Gemiddelde complexiteit | De installatie heeft een gemiddeld niveau van complexiteit en kan worden uitgevoerd door gekwalificeerde professionals zonder buitengewone moeilijkheden. |
| 6: Matige complexiteit | De installatie is matig complex en kan efficiënt worden uitgevoerd met de juiste begeleiding. |
| 7: Redelijk eenvoudige installatie | De installatie is relatief eenvoudig en kan zonder grote problemen worden uitgevoerd. |
| 8: Eenvoudige installatie | De installatie is eenvoudig en vereist geen gespecialiseerde vaardigheden of middelen. |
| 9: Zeer eenvoudige installatie | De installatie is zeer eenvoudig en kan snel en kosteneffectief worden uitgevoerd. |
| 10: Zeer eenvoudige installatie | De installatie is uitzonderlijk eenvoudig en kan moeiteloos worden voltooid. |

Klik hier om terug te gaan naar [§10.4 Ondergronds watervasthoudende voorzieningen](#).

Levensduur

Klik hier om terug te gaan naar [§10.4 Ondergronds watervasthoudende voorzieningen](#).

Cijferschaal: beheerkosten

1: Zeer hoge beheerkosten	De waterbergingsvoorziening vereist aanzienlijke en voortdurende financiële middelen voor beheer en onderhoud gedurende de gehele levensduur.
2: Zeer hoge beheerkosten	De beheerkosten zijn buitengewoon hoog en overschrijden de verwachte voordelen van de voorziening. De kosten vallen ongeveer tussen €150 - €200 per kubieke meter berging.
3: Hoge beheerkosten	De waterbergingsvoorziening heeft aanzienlijke beheerkosten, wat een aanzienlijke last kan zijn voor het budget.
4: Aanzienlijke beheerkosten	De beheerkosten zijn aanzienlijk en moeten zorgvuldig worden beheerd om financiële risico's te minimaliseren. De kosten vallen ongeveer tussen €100 - €150 per kubieke meter berging.
5: Gemiddelde beheerkosten	De beheerkosten zijn gemiddeld en redelijk in verhouding tot de voordelen van de voorziening.
6: Matige beheerkosten	De beheerkosten zijn matig en kunnen worden beheerd zonder buitensporige inspanningen.
7: Redelijke beheerkosten	De beheerkosten zijn redelijk en goed beheersbaar binnen het budget. De kosten vallen ongeveer tussen €25 - €100 per kubieke meter berging.
8: Lage beheerkosten	De beheerkosten zijn laag en leveren aanzienlijke besparingen op in vergelijking met alternatieve systemen.
9: Zeer lage beheerkosten	De beheerkosten zijn zeer laag en vertegenwoordigen aanzienlijke kostenbesparingen gedurende de levensduur van de voorziening. De kosten vallen ongeveer tussen €00 - €25 per kubieke meter berging.
10: Zeer lage beheerkosten	De beheerkosten zijn verwaarloosbaar en hebben vrijwel geen invloed op het budget.

Cijferschaal: complexiteit beheer

1: Zeer hoge complexiteit van beheer	Het beheer van de waterbergingsvoorziening vereist aanzienlijke vaardigheden, training en een complex beheerproces gedurende de gehele levensduur. Het is zeer uitdagend en kostbaar om te beheren.
2: Zeer hoge complexiteit van beheer	De complexiteit van het beheerproces is buitengewoon hoog en vereist voortdurende inspanningen en middelen.
3: Hoge complexiteit van beheer	Het beheer van de voorziening is zeer complex en vereist aanzienlijke middelen en expertise.
4: Aanzienlijke complexiteit van beheer	Het beheer van de voorziening heeft aanzienlijke complexe aspecten en vereist een hoog niveau van vaardigheden en training.
5: Gemiddelde complexiteit van beheer	Het beheerproces heeft een gemiddelde complexiteit en kan worden beheerd met redelijke inspanningen en middelen.
6: Matige complexiteit van beheer	Het beheer van de voorziening is matig complex en kan worden uitgevoerd met beperkte inspanningen en middelen.
7: Redelijke complexiteit van beheer	De complexiteit van het beheerproces is redelijk en goed beheersbaar binnen het budget.
8: Lage complexiteit van beheer	Het beheer van de voorziening is relatief eenvoudig en vereist minimale inspanningen en middelen.
9: Zeer lage complexiteit van beheer	Het beheerproces is zeer eenvoudig en vereist bijna geen inspanning of middelen.
10: Zeer lage complexiteit van beheer	Het beheer van de waterbergingsvoorziening is extreem eenvoudig en vrijwel moeiteloos.

Cijferschaal: draagkracht

1: Zeer lage draagkracht

De voorziening heeft een extreem lage draagkracht en kan geen zware belastingen weerstaan zonder structurele schade.

2: Zeer lage draagkracht

De draagkracht van de voorziening is zeer beperkt en vereist zeer beperkte belasting.

3: Lage draagkracht

De voorziening heeft een lage draagkracht en kan alleen lichte belastingen weerstaan.

4: Matige draagkracht

De draagkracht van de voorziening is matig en kan redelijke belastingen aan.

5: Gemiddelde draagkracht

De voorziening heeft een gemiddelde draagkracht en kan normale belastingen weerstaan.

6: Redelijke draagkracht

De draagkracht van de voorziening is redelijk en kan belastingen binnen de normale grenzen weerstaan.

7: Hoge draagkracht

De voorziening heeft een hoge draagkracht en kan aanzienlijke belastingen weerstaan.

8: Zeer hoge draagkracht

De draagkracht van de voorziening is zeer hoog en kan zware belastingen weerstaan.

9: Zeer hoge draagkracht

De voorziening heeft een extreem hoge draagkracht en kan zeer zware belastingen weerstaan zonder structurele schade.

10: Uitzonderlijk hoge draagkracht

De draagkracht van de voorziening is uitzonderlijk hoog en kan de zwaarste belastingen weerstaan zonder enige schade.

Cijferschaal: Materiaalkwaliteit

1: Zeer lage materiaalkwaliteit

De gebruikte materialen vertonen sneltekens van degradatie en zijn zeer onbetrouwbaar op lange termijn.

2: Zeer lage materiaalkwaliteit

De materiaalkwaliteit is zeer slecht en de materialen zijn vatbaar voor vroegtijdige degradatie.

3: Zeer lage materiaalkwaliteit

De gebruikte materialen hebben een lage duurzaamheid en zijn niet betrouwbaar op de lange termijn.

4: Lage materiaalkwaliteit

De materiaalkwaliteit is laag en er kunnen problemen met degradatie optreden binnen de verwachte levensduur van de voorziening.

5: Gemiddelde materiaalkwaliteit

De gebruikte materialen zijn van gemiddelde kwaliteit en zouden redelijk goed bestand moeten zijn tegen degradatie.

6: Gemiddelde materiaalkwaliteit

De materiaalkwaliteit is gemiddeld en de materialen hebben een redelijke duurzaamheid.

7: Hoge materiaalkwaliteit

De gebruikte materialen zijn van hoge kwaliteit en zouden weinig tekens van degradatie moeten vertonen gedurende de levensduur van de voorziening.

8: Hoge materiaalkwaliteit

De materiaalkwaliteit is hoog en er zijn weinig zorgen over degradatie van de gebruikte materialen.

9: Zeer hoge materiaalkwaliteit

De gebruikte materialen zijn van uitzonderlijk hoge kwaliteit en vertonen minimale tekens van degradatie.

10: Zeer hoge materiaalkwaliteit

De materiaalkwaliteit is uitstekend, met materialen die buitengewoon lang mee gaan en betrouwbaar zijn gedurende de gehele levensduur van de voorziening.

Cijferschaal: Onderhoudsnoodzaak

1: Extreem hoge onderhoudsnoodzaak	De waterbergingsvoorziening vereist voortdurend intensief onderhoud om goed te functioneren.
2: Zeer aanzienlijke onderhoudsnoodzaak	Het onderhoudsniveau is zeer hoog en de voorziening heeft uitgebreid onderhoud nodig.
3: Uitzonderlijk hoge onderhoudsnoodzaak	Er is aanzienlijk onderhoud vereist om de voorziening operationeel te houden.
4: Aanzienlijke onderhoudsnoodzaak	De waterbergingsvoorziening heeft bovengemiddeld onderhoud nodig dat regelmatig moet worden uitgevoerd.
5: Matige onderhoudsnoodzaak	Het onderhoudsniveau is gematigd en er zijn reguliere onderhoudsactiviteiten nodig om de voorziening goed te laten functioneren.
6: Beheersbare onderhoudsnoodzaak	Onderhoud is noodzakelijk maar beheersbaar en de voorziening kan redelijk goed worden onderhouden.
7: Lage onderhoudsnoodzaak	De waterbergingsvoorziening vereist slechts sporadisch onderhoud, dat relatief eenvoudig kan worden uitgevoerd.
8: Minimale onderhoudsnoodzaak	Het onderhoudsniveau is laag en de voorziening blijft over het algemeen goed functioneren zonder veel inspanning.
9: Zeer lage onderhoudsnoodzaak	Onderhoud is zelden nodig en de voorziening blijft doorgaans betrouwbaar zonder noemenswaardige inspanningen.
10: Bijna geen onderhoudsnoodzaak	De onderhoudsnoodzaak is bijna afwezig en de waterbergingsvoorziening blijft vrijwel zonder enige interventie goed functioneren.

Cijferschaal: Risico's graafwerkzaamheden

1: Extreem hoge risico's	Er is een aanzienlijk risico op schade of verstoring tijdens graafwerkzaamheden, met mogelijk ernstige gevolgen.
2: Zeer hoge risico's	Het risico op graafschade is zeer hoog en er zijn weinig maatregelen mogelijk om dit risico te beperken.
3: Hoge risico's	Graafwerkzaamheden in de nabijheid van de voorziening zijn buitengewoon riskant en vereisen zeer gedetailleerde planning en coördinatie.
4: Aanzienlijke risico's	Er is een bovengemiddeld risico op graafschade en er zijn enkele maatregelen mogelijk om het risico te verminderen.
5: Matig risico	Het risico op graafschade is gemiddeld en er zijn standaardmaatregelen mogelijk om dit risico te beheren.
6: Gemiddeld risico	Graafwerkzaamheden kunnen risicovol zijn, maar er zijn adequate procedures en communicatiekanalen om schade te voorkomen.
7: Beperkt risico	Het risico op graafschade is relatief laag en er zijn effectieve maatregelen mogelijk om dit te minimaliseren.
8: Laag risico	Graafwerkzaamheden zijn over het algemeen veilig in de buurt van de voorziening, met weinig kans op schade.
9: Zeer laag risico	Er is bijna geen risico op graafschade en graafwerkzaamheden kunnen zonder grote zorgen worden uitgevoerd.
10: Extreem laag risico	Het risico op graafschade is vrijwel onbestaande en er zijn uitstekende maatregelen mogelijk om dit risico te elimineren.

Klik hier om terug te gaan naar [§10.4 Ondergronds watervasthoudende voorzieningen](#).

Milieu

Klik hier om terug te gaan naar [§10.4 Ondergronds watervasthoudende voorzieningen](#).

Cijferschaal: broeikasgasemissie

1: Extreem hoge broeikasgasemissies	De voorziening heeft een zeer negatieve milieu-impact met aanzienlijke broeikasgasemissies gedurende de hele levenscyclus. Er zijn minimale inspanningen mogelijk om emissies te verminderen.
2: Zeer hoge broeikasgasemissies	De broeikasgasemissies van de voorziening zijn extreem hoog en er zijn weinig inspanningen mogelijk om milieuvriendelijkheid te bevorderen.
3: Aanzienlijke broeikasgasemissies	De voorziening draagt aanzienlijk bij aan broeikasgasemissies en er zijn beperkte milieuvriendelijke maatregelen mogelijk.
4: Hoge broeikasgasemissies	De broeikasgasemissies zijn hoog en er zijn enkele maatregelen mogelijk om emissies te verminderen, maar er is ruimte voor verbetering.
5: Gemiddelde broeikasgasemissies	De voorziening heeft een gemiddeld niveau van broeikasgasemissies en er zijn matige inspanningen mogelijk om emissies te verminderen.
6: Redelijke broeikasgasemissies	De broeikasgasemissies zijn redelijk en er zijn protocollen en maatregelen getroffen om de milieueffecten te verminderen.
7: Lage broeikasgasemissies	De voorziening heeft relatief lage broeikasgasemissies en er zijn effectieve maatregelen mogelijk om emissies te minimaliseren.
8: Zeer lage broeikasgasemissies	De broeikasgasemissies zijn laag en er zijn duidelijke inspanningen mogelijk om milieuvriendelijk te zijn.
9: Minimale broeikasgasemissies	De voorziening heeft bijna geen impact op broeikasgasemissies en heeft uitstekende milieuprestaties.
10: Verwaarloosbare broeikasgasemissies	De broeikasgasemissies van de voorziening zijn verwaarloosbaar, wat bijdraagt aan aanzienlijke milieuvoordelen en een minimale impact op klimaatverandering.

Cijferschaal: materiaal ecologie

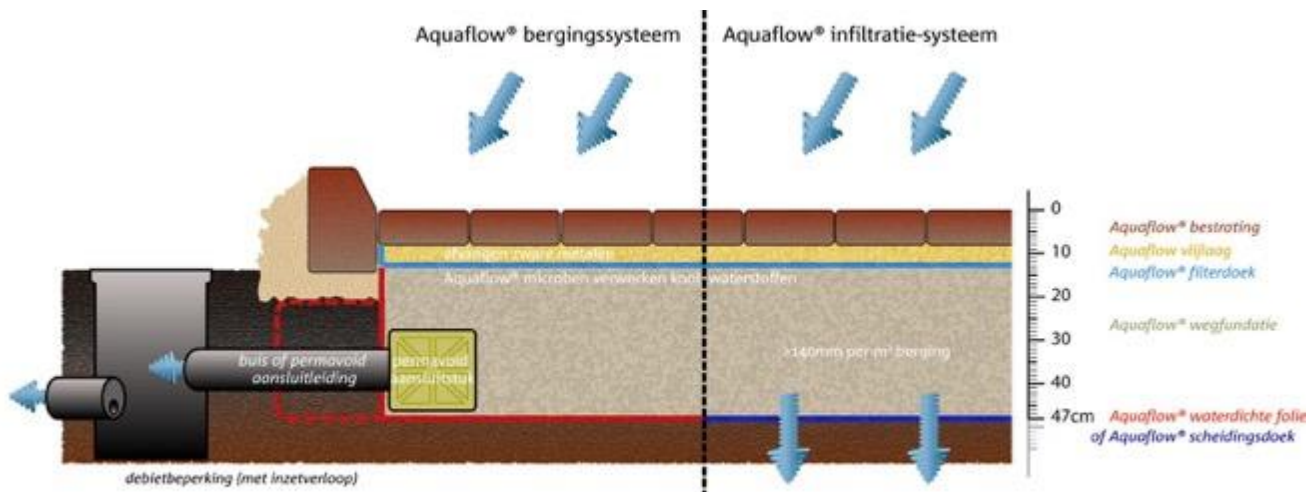
1: Extreem negatieve impact	De gebruikte materialen hebben een zeer schadelijke invloed op het milieu, zijn niet duurzaam en niet recyclebaar. Ze dragen bij aan aanzienlijke ecologische problemen.
2: Zeer negatieve impact	De materialen hebben een aanzienlijke negatieve impact op het milieu en zijn niet-duurzaam, waardoor ze schadelijk zijn voor de ecologie.
3: Aanzienlijke negatieve impact	De gebruikte materialen hebben een merkbare negatieve ecologische impact en zijn niet bevorderlijk voor duurzaamheid of milieuvriendelijkheid.
4: Negatieve impact	De materialen hebben een negatieve ecologische impact, er zijn enkele inspanningen mogelijk om duurzaamheid en milieuvriendelijkheid te bevorderen.
5: Gemiddelde impact	De voorziening maakt gebruik van materialen met een gemiddelde ecologische impact, waarbij matige inspanningen mogelijk zijn om duurzaamheid te bevorderen.
6: Redelijke impact	De materialen hebben geen ecologische impact.
7: Positieve impact	De voorziening maakt gebruik van materialen met een positieve ecologische impact en draagt bij aan duurzaamheid en milieuvriendelijkheid.
8: Zeer positieve impact	De gebruikte materialen hebben een positieve ecologische impact en er zijn duidelijke inspanningen mogelijk om milieuvriendelijk te zijn.
9: Uitzonderlijk positieve impact	De voorziening maakt gebruik van zeer milieuvriendelijke materialen die bijdragen aan de ecologie en duurzaamheid.
10: Zeer uitzonderlijk positieve impact	De gebruikte materialen hebben geen negatieve ecologische impact en dragen aanzienlijk bij aan een gezondere ecologie en duurzaamheid.

Klik hier om terug te gaan naar [§10.4 Ondergronds watervasthoudende voorzieningen](#).

Waterbergende fundering

Klik hier om terug te gaan naar [§10.4 Waterbergende fundering](#)

Een manier om water te bergen in de fundering is met het aquaflow systeem van Aquaflow B.V. Dit systeem wordt onder verharde oppervlakken als fundering aangebracht. Neerslag kan het systeem in stromen door waterdoorlatende verharding en/of een kolk. Met dit systeem heeft wegfundatie 40% holle ruimte waar water in geborgen kan worden. Het systeem laat naast het bufferen tevens de neerslag infiltreren in de omliggende bodem. Om het systeem toepasbaar te maken voor gebieden met een slechte infiltratie en/of hoge grondwaterstand kan er gewerkt worden met een waterdichte doek om de voorziening heen. In de afbeelding hieronder is het bergende en infiltrerende systeem weergegeven (Aquaflow B.V., sd). Voor de casestudie wordt enkel de infiltrerende variant van het systeem beoordeeld. Werkend met een kolk omdat de waterdoorlatende verharding binnen de gemeente Tilburg niet graag wordt toegepast.



Figuur 66 **Waterbergende fundering** (Aquaflow B.V., sd)

Klik hier om terug te gaan naar [§10.4 Waterbergende fundering](#)

Onderbouwing score van waterbergende fundering

Klik hier om terug te gaan naar [§10.4 Waterbergende fundering](#)

Ontwerp - Technisch

Afvoer en infiltratie-efficiëntie

Door het grote oppervlak dat gebruikt wordt heeft het systeem een groot infiltratie oppervlak. Dit zorgt voor efficiënte afvoer (Aquaflow B.V., sd). Echter komt het in de praktijk voor dat bij dit systeem de poriën van het filterdoek en scheidingsdoek verstopt raken waardoor infiltratie wordt belemmert (Ven, 2023). De voorziening krijgt een **5** door de problemen in de praktijk. In de theorie is de voorziening efficiënt.

5: Gemiddelde efficiëntie

De voorziening presteert consistent en kan neerslag over het algemeen efficiënt afvoeren en infiltreren, met slechts af en toe kleine problemen.

Benodigd oppervlak

Het benodigd straat oppervlak is minimaal, zoals op de afbeelding te zien is kan neerslag infiltreren door de waterdoorlatende verharding om het systeem in te stromen. Er kan ook gewerkt worden met een kolk en dan is ook het benodigde oppervlak voor dit systeem minimaal. Met het gebruik van een kolk is het benodigde oppervlak minimaal en krijgt de voorziening een beoordeling van **9**.

9: Minimaal benodigd oppervlak

De voorziening heeft vrijwel geen bovengrondse ruimte nodig en heeft geen merkbare impact op het gebruik van het terrein.

Ervaring

De gemeente Tilburg heeft minimale ervaring met dit systeem en heeft van aannemers te horen gekregen dat dit systeem niet goed functioneert. Dit schijnt te komen door de verstopping van het geotextiel bij aanleggen van de voorziening (Ven, 2023). Hierdoor heeft het systeem van af het begin nooit gefunctioneerd als infiltratie voorziening. Omdat de ervaring binnen de gemeente Tilburg minimaal is en de verhalen die de gemeente er over gehoord hebben is er geen zekerheid in het systeem en wordt de voorziening met een **2** beoordeeld.

2: Minimale ervaring

Er is beperkte ervaring met vergelijkbare voorzieningen, maar deze is niet voldoende om volledige zekerheid te bieden over het ontwerp.

Functiecombinaties

Door het systeem gelijk als fundering te gebruiken is het een multifunctioneel systeem. Hierdoor wordt er optimaal gebruik gemaakt van de ruimte. Dit kan kostenbesparend zijn door het niet aanleggen van waterberging en fundering. Hierdoor wordt het systeem met een **9** beoordeeld.

9: Aanzienlijke expertise

De waterbergingsvoorziening maakt optimaal gebruik van functiecombinaties en bereikt maximale ruimte-efficiëntie en kostenbesparingen.

Stysteemfunctionaliteit

Theoretisch is het een systeem zeer functioneel door het grote infiltratie oppervlak. Het systeem wordt gebruikelijk als een ongeveer 0,35 meter dik pakket met 40% holle ruimte aangebracht. Dit maakt dat bij optimale werking bij 1 vierkante meter 140 liter water in kan (Aquaflow B.V., sd). In de theorie is dit systeem zeer goed functioneel door het brede infiltratie bed. Echter is in de praktijk dit niet altijd het geval door de verstopping van de poriën. In dit geval kan door de kolk het systeem vol lopen maar infiltreren zal niet gebeuren. In dit geval is een nood-overloop wenselijk, het is ook gebruikelijk om deze aan te leggen. Om een gemiddelde te pakken zijn de score 8 en 2 gebruikt en wordt het systeem beoordeeld met een 5.

8: Zeer goede functionaliteit

Het systeem presteert uitzonderlijk goed en overtreft alle gestelde doelen en specificaties.

2: Slechte functionaliteit *Het systeem presteert aanzienlijk onder de verwachtingen en kan slechts in beperkte mate neerslag opslaan en afvoeren.*

Klik hier om terug te gaan naar [§10.4 Waterbergende fundering](#)

Uitvoering

Klik hier om terug te gaan naar [§10.4 Waterbergende fundering](#)

Aanlegkosten

De aanlegkosten van dit systeem kan besparend werken door het niet aanleggen van een gebruikelijke fundering. De aanlegkosten zijn ongeveer €19,44 per vierkante meter (Aquaflow B.V., sd). Deze kosten komen neer op ongeveer €140 per kubieke meter. De kosten zijn gunstig onder andere door de besparing voor de fundering. Daarom is dit systeem beoordeeld met een **8**.

8: Lage aanlegkosten

De aanlegkosten zijn matig en vormen geen financiële belemmering voor het project.

Beleving

De beleving van de omgeving tijdens de aanleg is niet anders dan de aanleg van een straat inclusief fundering. Dit zijn grote werkzaamheden waarvoor de straat vanzelfsprekend niet bruikbaar is voor gebruikers. Voor het aanleggen van de voorziening zijn meer werkzaamheden nodig dan bij alternatieve voorzieningen. Hierdoor scoort de voorziening gemiddeld een **5**.

5: Neutrale beleving

De beleving van de waterbergingsvoorziening is over het algemeen neutraal, zonder uitgesproken positieve of negatieve reacties.

Complexiteit installatie

Het aanleggen van het systeem is nieuw en mogelijk complex vergeleken met traditionele systemen. Er moet rekening worden gehouden met het risico van verstopping van de poriën van het geotextiel. Dit maakt de aanleg mogelijk complex. Het gevolg van deze risico's, maken de voorziening slecht infiltrerend en dat de leeglooptijd aanzienlijk stijgt. Het gevolg hiervan is dat er voor een lange periode water in de wegfundering staat met alle gevolgen van dien voor de toplaag van de weg. Door het risico en de complexiteit om dit te voorkomen wordt het systeem beoordeeld met een **3**.

3: Complex installatie

De installatie is complex en kan uitdagingen met zich meebrengen, maar kan worden uitgevoerd met ervaren professionals.

Klik hier om terug te gaan naar [§10.4 Waterbergende fundering](#)

Levensduur

Klik hier om terug te gaan naar [§10.4 Waterbergende fundering](#)

Beheerkosten

Voor het beheer dat uitgevoerd kan worden, zoals het inspecteren van de kolken, buizen en deze schoonspuiten zijn de kosten niet hoog, daarom wordt dit systeem beoordeeld met een **6,5**.

7: Redelijke beheerkosten

De beheerkosten zijn redelijk en goed beheersbaar binnen het budget. De kosten vallen ongeveer tussen €25 - €100 per kubieke meter berging.

Complexiteit beheer

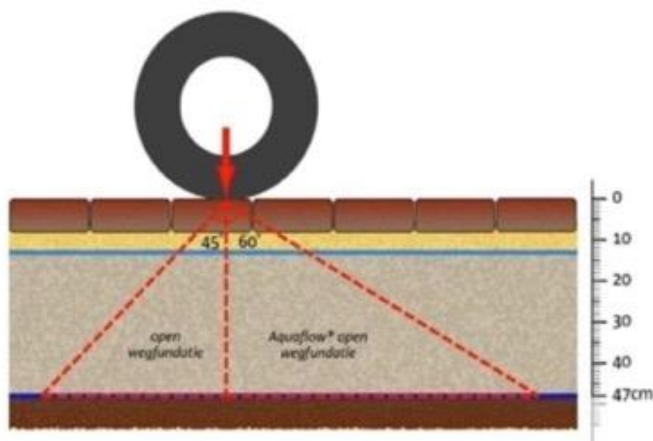
Het beheren van een waterbergende fundering is ingewikkeld. Componenten zoals een zandvang zijn te bereiken echter is het reinigen van de fundering een ander verhaal. Door de opbouw is het niet mogelijk om de fundering te reinigen zonder deze uit elkaar te halen met alle gevolgen van dien voor de straat. Door deze zeer hoge complexiteit van beheer wordt de voorziening beoordeeld met een **1**.

1: Zeer hoge complexiteit van beheer

Het beheer van de waterbergingsvoorziening vereist aanzienlijke vaardigheden, training en een complex beheerproces gedurende de gehele levensduur. Het is zeer uitdagend en kostbaar om te beheren.

Draagkracht

De fundering moet een hoge draagkracht hebben om de kwaliteit van de toplaag van de straat te behouden. De draagkracht van het systeem is afhankelijk van het spreiden van de krachten die uitgeoefend worden op de straat (Ven, 2023). Door de hoge ligging van het systeem tegen de straat is er relatief weinig ruimte vergeleken met een voorziening met een dekking om de krachten te verspreiden. Binnen het Aquaflow systeem met 40% holle ruimte is er een risico dat de krachten de materialen van de fundering doen bewegen en beschadigen. De leverancier beweert dat dit niet gebeurt (Aquaflow B.V., sd).



Figuur 67 **Krachten verspreiden** (Aquaflow B.V., sd)

Kijkend naar wat de leverancier beweert heeft de voorziening een uitzonderlijke draagkracht met minimale risico's. Bij een puntbelasting zijn er geen holle ruimte zoals bij infiltratie kratten die ondergrondse kunnen begeven. Hierdoor wordt de draagkracht beoordeeld met een **10**.

10: Uitzonderlijk hoge draagkracht

De draagkracht van de voorziening is uitzonderlijk hoog en kan de zwaarste belastingen weerstaan zonder enige schade.

Materiaalkwaliteit

De gebruikte materialen zijn kwalitatief goed. Het zijn stevige materialen waarvan deze gaan lang mee. Echter eist de funderende werking van het systeem materialen die niet kunnen slijten door de vele grachten die het systeem moeten verwerken. Er zouden weinig tekenen moeten zijn van degeneratie en daarom scoort de voorziening met een **7**.

7: Hoge materiaalkwaliteit

De gebruikte materialen zijn van hoge kwaliteit en zouden weinig tekenen van degradatie moeten vertonen gedurende de levensduur van de voorziening.

Onderhoudsnoodzaak

De noodzaak voor onderhoud van de fundering zelf is door de componenten die de voorziening schoonhouden niet nodig. Echter moeten deze componenten de werking behouden en dus actief beheert worden. Ook hier scoort de voorziening een **5** omdat componenten gemiddeld veel onderhouden en de fundering niet onderhouden moet worden.

5: Matige onderhoudsnoodzaak

Het onderhoudsniveau is gematigd en er zijn reguliere onderhoudsactiviteiten nodig om de voorziening goed te laten functioneren.

Risico's graafwerkzaamheden

Door het breed uitgespreide ontwerp is schade bij graafwerkzaamheden zeer waarschijnlijk. In geval dat externe partijen de straat moeten openmaken komen deze gegarandeerd de voorziening tegen. De voorziening is nieuw en niet gebruikelijk en moet zorgvuldig worden teruggelegd om de werking te behouden. Door deze hoge risico's scoort de voorziening een **1**.

1: Extreem hoge risico's *Er is een aanzienlijk risico op schade of verstoring tijdens graafwerkzaamheden, met mogelijk ernstige gevolgen.*

Klik hier om terug te gaan naar [§10.4 Waterbergende fundering](#)

Milieu

Klik hier om terug te gaan naar [§10.4 Waterbergende fundering](#)

Broeikasgasemissie

De uitstoot van broeikasgassen zijn vooral in het transport. De productie van materialen en aanleggen van het systeem zijn gelijk aan het maken van de fundering. Omdat de fundering aanleggen nu niet meer nodig is bespaard het systeem op broeikasgasemissies. Hierdoor krijgt het systeem een **8**.

8: Zeer lage broeikasgasemissies

De broeikasgasemissies zijn laag en er zijn duidelijke inspanningen mogelijk om milieuvriendelijk te zijn.

Materiaal ecologie

De gebruikte materialen zijn natuurlijk en hebben een zuiverende werking op de infiltrerende neerslag (Aquaflow B.V., sd). Door deze werking wordt het systeem beoordeeld met een **9**.

9: Uitzonderlijk positieve impact

De voorziening maakt gebruik van zeer milieuvriendelijke materialen die bijdragen aan de ecologie en duurzaamheid.

Klik hier om terug te gaan naar [§10.4 Waterbergende fundering](#)

Onderbouwing score infiltratiekratten

Klik hier om terug te gaan naar [§10.4 Infiltratiekratten](#).

Ontwerp - Technisch

Afvoer en infiltratie-efficiëntie

Het is gebruikelijk om in de berekeningen met dit systeem enkel de wanden als infiltrerend mee te nemen. Door slibvorming op de bodem zal de infiltratie capaciteit van de bodem in de loop de jaren afnemen. De voorziening wordt beoordeeld met een **7** omdat de voorziening efficiënt functioneert.

7: Goede efficiëntie

De voorziening is zeer effectief in het afvoeren en infiltreren van neerslag, met zeldzame tot geen gevallen van wateroverlast.

Benodigd oppervlak

Het benodigd straat oppervlak is minimaal, er wordt gebruik gemaakt van kolken die voor de toevoer van het water zorgen. Met het gebruik van een kolk is het benodigde oppervlak minimaal en krijgt de voorziening een beoordeling van **9**.

9: Minimaal benodigd oppervlak

De voorziening heeft vrijwel geen bovengrondse ruimte nodig en heeft geen merkbare impact op het gebruik van het terrein.

Ervaring

De gemeente Tilburg heeft veel ervaring met dit systeem en weet dat dit systeem functioneert. Omdat de ervaring binnen de gemeente Tilburg goed is, er vertrouwen in het systeem is en het systeem in het assortiment van de gemeente zit wordt de voorziening met een **8** beoordeeld.

8: Uitgebreide ervaring

Er is uitgebreide ervaring en een bewezen trackrecord met vergelijkbare voorzieningen, wat resulteert in een ontwerp van hoge kwaliteit.

Functiecombinaties

Het systeem kan enkel de functiecombinatie krijgen voor het aanvullen van het grondwater waar de beplanting van kan profiteren. Verder heeft het systeem geen mogelijkheden voor functiecombinaties en wordt het dus beoordeeld met een **3**.

3: Beperkte functiecombinaties

Er zijn enkele functiecombinaties opgenomen, maar deze hebben een beperkte impact op ruimte-efficiëntie en kostenbesparingen.

Systeemfunctionaliteit

Het systeem functioneert theoretisch gezien goed. Er wordt voor infiltratie enkel gekeken in de berekeningen met het systeem naar de wanden van het systeem. Het systeem heeft zich al bewezen in de functionaliteit en scoort her een **8** omdat het systeem relatief goed betrouwbaar is.

8: Zeer goede functionaliteit

Het systeem presteert uitzonderlijk goed en overtreft alle gestelde doelen en specificaties.

Klik hier om terug te gaan naar [§10.4 Infiltratiekratten](#).

Uitvoering

Klik hier om terug te gaan naar [§10.4 Infiltratiekratten](#).

Aanlegkosten

Volgens de opdrachtgever kan aangenomen worden dat de aanlegkosten van infiltratiekratten ongeveer €200 per kubieke meter is. Dit zijn gemiddelde kosten vergeleken met variërende voorzieningen en scoort daarom een **6**.

6: Gemiddelde aanlegkosten *De aanlegkosten zijn lager dan het gemiddelde voor vergelijkbare projecten, wat financiële voordelen biedt. De kosten vallen ongeveer tussen €100 - €250 per kubieke meter berging*

Beleving

De beleving van de omgeving tijdens de aanleg is niet anders dan de aanleg van een straat. Dit zijn grote werkzaamheden waarvoor de straat vanzelfsprekend niet bruikbaar is voor gebruikers. Voor het aanleggen van de infiltratiekratten zijn niet per se meer werkzaamheden nodig dan bij alternatieve voorzieningen. Hierdoor scoort de voorziening gemiddeld een **5**.

5: Neutrale beleving *De beleving van de waterbergingsvoorziening is over het algemeen neutraal, zonder uitgesproken positieve of negatieve reacties.*

Complexiteit installatie

De installatie van infiltratiekratten en dan specifiek de Q-Bic Plus kratten is relatief makkelijk. De kratten zijn met de hand te plaatsen en kunnen zonder aparte componenten verbonden worden met elkaar. Omdat dit een makkelijk systeem is scoort de voorziening hoog met een **9**.

9: Zeer eenvoudige installatie *De installatie is zeer eenvoudig en kan snel en kosteneffectief worden uitgevoerd.*

Klik hier om terug te gaan naar [§10.4 Infiltratiekratten](#).

Levensduur

Klik hier om terug te gaan naar [§10.4 Infiltratiekratten](#).

Beheerkosten

De beheerkosten van infiltratie kratten zijn volgens de opdrachtgever gemiddeld. Er kan een traditionele spuitkop gebruikt worden om de wanden schoon te spuiten, echter voor goede reiniging en dus slib verwijderen zijn uitzonderlijke beheerwerkzaamheden vereist. Deze zullen meer kosten. Omdat de beheerkosten voor functie behoud gemiddeld zijn scoort de voorziening een **5**.

5: Gemiddelde beheerkosten *De beheerkosten zijn gemiddeld en redelijk in verhouding tot de voordelen van de voorziening.*

Complexiteit beheer

Het beheren van infiltratie kratten is zoals beschreven in criterium beheerkosten te doen met een traditioneel systeem. Dit maakt het beheren van de voorziening eenvoudig. Echter is het reinigen van de voorziening voor volledige capaciteit behoud ingewikkeld. De voorziening beheren voor functiebehoud is niet complex en zal daarom met een 8 scoren. Om de inhoud capaciteit te behouden is het beheer complex en zal de voorziening een 3 scoren. Het gemiddelde van deze scoren is een **5,5**.

3: Hoge complexiteit van beheer *Het beheer van de voorziening is zeer complex en vereist aanzienlijke middelen en expertise.*

8: Lage complexiteit van beheer *Het beheer van de voorziening is relatief eenvoudig en vereist minimale inspanningen en middelen.*

Draagkracht

De draagkracht van infiltratiekratten is afhankelijk van de dekking boven het systeem. Bij een gebruikelijke dekking is de draagkracht genoeg voor zwaar verkeer. Om dat de dekking genoeg is scoort het systeem een **6**.

6: Redelijke draagkracht *De draagkracht van de voorziening is redelijk en kan belastingen binnen de normale grenzen weerstaan.*

Materiaalkwaliteit

De gebruikte materialen zijn kwalitatief goed. Het zijn stevige materialen die lang meegaan. Er zouden weinig tekenen moeten zijn van degeneratie en daarom scoort de voorziening een **7**.

7: Hoge materiaalkwaliteit *De gebruikte materialen zijn van hoge kwaliteit en zouden weinig tekenen van degradatie moeten vertonen gedurende de levensduur van de voorziening.*

Onderhoudsnoodzaak

Zoals al beschreven in criterium frequentie van onderhoud is het geadviseerd om de voorziening te onderhouden, echter is dit in de praktijk niet gedaan en functioneert het systeem in het praktijkonderzoek van stichting RIONED in Eindhoven volgens de norm (Floris Boogaard en Jeroen Rombout, 2008). Hierdoor scoort de voorziening een **8**.

8: Minimale onderhoudsnoodzaak *Het onderhoudsniveau is laag en de voorziening blijft over het algemeen goed functioneren zonder veel inspanning.*

Risico's graafwerkzaamheden

Het is mogelijk om het systeem gespreid aan te brengen. Hierdoor is een relatief groot deel van het oppervlak onder de grond in gebruik door de voorziening. Dit zorgt voor mogelijke risico's bij graafwerkzaamheden. Echter is de type voorziening relatief bekend onder de externe partijen en zal het herstellen van het systeem in veel gevallen goed verlopen. Hierdoor scoort de voorziening een **7**.

7: Beperkt risico

Het risico op graafschade is relatief laag en er zijn effectieve maatregelen mogelijk om dit te minimaliseren.

Klik hier om terug te gaan naar **[§10.4 Infiltratiekratten](#)**.

Milieu

Klik hier om terug te gaan naar [§10.4 Infiltratiekratten](#).

Broeikasgasemissie

De uitstoot van broeikasgassen zijn vooral tijdens het transport. De werkzaamheden voor het aanleggen van de voorziening levert relatief weinig broeikasgasemissie. Hierdoor scoort de voorziening een **8**.

8: Zeer lage broeikasgasemissies

De broeikasgasemissies zijn laag en er zijn duidelijke inspanningen mogelijk om milieuvriendelijk te zijn.

Materiaal ecologie

Voornameijk is de voorziening gemaakt van kunststof. Dit is in het productieproces en in de grond niet ecologisch het beste. De kunststof kan mogelijk in de loop der jaren slijten waardoor microplastics in de bodem en grondwater kunnen komen. Vergeleken met andere voorzieningen is kunststof gebruikelijk en daarom niet uitzonderlijk. De voorziening scoort op materiaal ecologie een **5**.

5: Gemiddelde impact

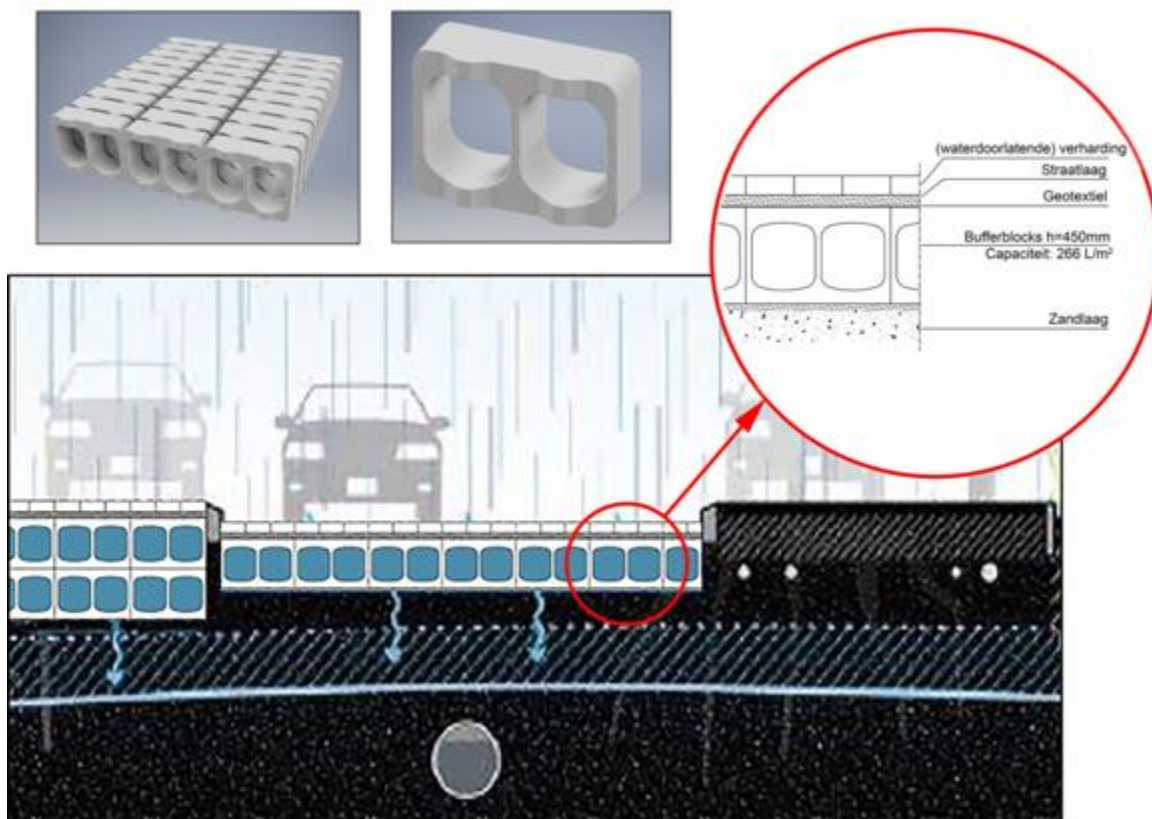
De voorziening maakt gebruik van materialen met een gemiddelde ecologische impact, waarbij matige inspanningen mogelijk zijn om duurzaamheid te bevorderen.

Klik hier om terug te gaan naar [§10.4 Infiltratiekratten](#).

Bufferblock

Klik hier om terug te gaan naar [§10.4 Bufferblocks](#)

Bufferblocks werken als een afvoer, buffering en infiltratie voorziening. Ze zijn gemaakt van beton en hebben een hoge draagkracht. De Bufferblocks kunnen hoog tegen het maaiveld toegepast worden. Hierdoor functioneren de Bufferblocks als fundering van de weg. Tevens zijn de Bufferblocks geschikt voor hogere grondwaterstanden door de hoge ligging. De leverancier verwijst naar dezelfde werking als infiltratiekratten zonder de noodzaak van dekking. Bufferblokken kunnen worden toegepast met waterdoorlatende verharding of standaard kolken voor de toevoer van het water. Er zijn verschillende afmetingen Bufferblocks die variëren in opslagcapaciteit van 270 tot 540 liter. In het ontwerp van de Bufferblock is de mogelijkheid tot beheer versimpeld naar het niveau van een riolering. Het systeem is te inspecteren en reinigen met dezelfde apparatuur. Het gebruikte beton is gerecycled en hebben tevens een lange levensduur. In de afbeelding hieronder zijn de Bufferblocks te zien (Bufferblock BV, 2023).



Figuur 68 **Bufferblocks** (Bufferblock BV, 2023)

Klik hier om terug te gaan naar [§10.4 Bufferblocks](#)

Onderbouwing score Bufferblock

Klik hier om terug te gaan naar [§10.4 Bufferblocks](#)

Aspect Ontwerp - technisch

Afvoer en infiltratie-efficiëntie

De Bufferblocks zijn relatief efficiënt in het afvoeren en infiltreren van neerslag. Het systeem heeft mogelijk relatief weinig infiltrerend oppervlak, echter is het systeem door de buffering zeer geschikt voor het vertraagd afvoeren/infiltreren. De Bufferblocks scoren hierdoor een **6**.

6: Bovengemiddelde efficiëntie *De voorziening heeft doorgaans weinig problemen met afvoeren en infiltreren, met zeldzame incidenten van wateroverlast.*

Benodigd oppervlak

De Bufferblocks hebben op het maaiveld een minimale bezetting, de toevoer van het water kan door waterdoorlatende verharding en/of kolken. De voorziening scoort hierdoor een **8**.

8: Zeer klein benodigd oppervlak *De voorziening heeft bijna geen bovengrondse ruimte nodig en heeft vrijwel geen invloed op het gebruik van het terrein.*

Ervaring

De opdrachtgever (gemeente Tilburg) heeft dit systeem niet in het assortiment. Echter is het systeem in veel gevallen positief ervaren (Bufferblock BV, 2023). Door de ontbrekende ervaring van de opdrachtgever maar toch de positieve ervaringen van diverse partijen scoort de voorziening een **5**.

5: Gemiddelde ervaring *Er is een gemiddelde hoeveelheid ervaring met vergelijkbare voorzieningen, wat het ontwerp betrouwbaar maakt.*

Functiecombinaties

Het Bufferblock systeem is toepasbaar als fundering van de weg. Hierdoor wordt de ondergrondse ruimte efficiënt gebruikt. Dit kan kostenbesparend zijn door het niet aanleggen van waterberging en fundering. Hierdoor wordt het systeem met een **9** beoordeeld.

9: Aanzienlijke expertise *De waterbergingsvoorziening maakt optimaal gebruik van functiecombinaties en bereikt maximale ruimte-efficiëntie en kostenbesparingen.*

Systeemfunctionaliteit

Het systeem functioneert over het algemeen naar behoren. Door de mogelijkheid voor functiecombinaties van het systeem wordt er ook gekeken naar de functionaliteit van deze functies. De voorziening heeft een goede draagkracht en voert het water effectief af wanneer nodig. Hierdoor scoort de voorziening een **7**.

7: Goede functionaliteit *Het waterberging systeem voldoet aan alle doelen en specificaties en presteert goed in het opslaan en afvoeren van neerslag.*

Klik hier om terug te gaan naar [§10.4 Bufferblocks](#)

Aspect Uitvoering

Klik hier om terug te gaan naar [§10.4 Bufferblocks](#)

Aanlegkosten

De aanlegkosten van het systeem is niet bekend in dit onderzoek. De aannamen die gemaakt is schat de aanlegkosten in als goedkoper dan infiltratie kratten. Door de multifunctionele werking kan er bespaard worden op het aanleggen van een fundering. Deze besparing zorgt voor een score van **9**.

9: Zeer lage aanlegkosten *De aanlegkosten zijn laag in vergelijking met vergelijkbare projecten en bieden aanzienlijke kostenbesparingen. De kosten vallen ongeveer tussen €100 - €00 per kubieke meter berging.*

Beleving

De beleving van de omgeving tijdens de aanleg is niet anders dan de aanleg van een straat inclusief fundering. Dit zijn grote werkzaamheden waarvoor de straat vanzelfsprekend niet bruikbaar is voor gebruikers. Voor het aanleggen van de voorziening zijn meer werkzaamheden nodig dan bij alternatieve voorzieningen. Hierdoor scoort de voorziening gemiddeld een **5**.

5: Neutrale beleving *De beleving van de waterbergingsvoorziening is over het algemeen neutraal, zonder uitgesproken positieve of negatieve reacties.*

Complexiteit installatie

De installaties van het systeem is relatief simpel. Er moet ondergronds ruimte worden gemaakt waarin een filtermembraan wordt aangebracht zoal geotextiel. In deze filterdoek worden de betonnen blokken geplaatst met een assisterende machine om de blokken op te tillen. Door deze simpele installatie scoort de voorziening een **7**.

7: Redelijk eenvoudige installatie *De installatie is relatief eenvoudig en kan zonder grote problemen worden uitgevoerd.*

Klik hier om terug te gaan naar [§10.4 Bufferblocks](#)

Levensduur

Klik hier om terug te gaan naar [§10.4 Bufferblocks](#)

Beheerkosten

De beheerkosten voor het systeem zijn niet bekend, echter verwijst de leverancier naar het traditioneel beheer van riolering. Hierdoor kan aangenomen worden dat de beheerkosten relatief laag blijven. Hierdoor scoort de voorziening een **7**.

7: Redelijke beheerkosten *De beheerkosten zijn redelijk en goed beheersbaar binnen het budget. De kosten vallen ongeveer tussen €25 - €100 per kubieke meter berging.*

Complexiteit beheer

Het is aannemelijk dat de complexiteit van het beheren net als de beheerkosten vergelijkbaar zijn met die van een riolering. Door het kunnen gebruiken van deze kennis scoort de voorziening een **7**. Echter zal er wel degelijk verschil zitten in het beheren van Bufferblocks in vergelijking van een riolering. De nieuwheid van het systeem maakt dat de complexiteit toeneemt.

7: Redelijke complexiteit van beheer *De complexiteit van het beheerproces is redelijk en goed beheersbaar binnen het budget.*

Draagkracht

De draagkracht van de voorziening is volgens de leverancier geschikt voor zwaar verkeer. Omdat de voorziening toegepast wordt zonder dekking en functioneert als fundering is het ook van belang dat de draagkracht voldoet aan de eisen van de omgeving inclusief de overige infrastructuur. Het risico van instorten is in vergelijking met infiltratiekrachten lager door de kleinere holle ruimtes. In vergelijking met de waterbergende fundering is het risico weer hoger. De voorziening scoort een **8**.

8: Zeer hoge draagkracht *De draagkracht van de voorziening is zeer hoog en kan zware belastingen weerstaan.*

Materiaalkwaliteit

De materialen van het Bufferblock systeem is voornamelijk beton. Dit is stevige materiaal waarvan verwacht wordt dat degeneratie minimaal plaatsvindt. Hierdoor scoort de voorziening een **8**.

8: Hoge materiaalkwaliteit *De materiaalkwaliteit is hoog en er zijn weinig zorgen over degradatie van de gebruikte materialen.*

Onderhoudsnoodzaak

Zoals beschreven in het criterium frequentie van onderhoud is de noodzaak voor onderhoud voor functiebehoud afhankelijk van de instroom van verontreiniging. Door het gebruik van filterende componenten kan de noodzaak voor onderhoud ingeperkt worden. De voorziening scoort daarom hier ook een **7**.

7: Lage onderhoudsnoodzaak *De waterbergingsvoorziening vereist slechts sporadisch onderhoud, dat relatief eenvoudig kan worden uitgevoerd.*

Risico's graafwerkzaamheden

Door de mogelijkheid van het ontwerp om de voorziening breed uitgespreide te installeren hoog tegen het maaiveld is schade bij graafwerkzaamheden zeer waarschijnlijk. In geval dat externe partijen de straat moeten openmaken komen deze gegarandeerd de voorziening tegen. De voorziening is nieuw en niet gebruikelijk en moet goed hersteld worden voor het behouden van de functie. Echter is dit herstellen door de duidelijke blokken relatief makkelijk. Toch scoort de voorziening relatief laag met een **4** door de waarschijnlijkheid dat de externe partijen de voorziening treffen bij graafwerkzaamheden.

4: Aanzienlijke risico's *Er is een bovengemiddeld risico op graafschade en er zijn enkele maatregelen mogelijk om het risico te verminderen.*

Klik hier om terug te gaan naar **[§10.4 Bufferblocks](#)**

Milieu

Klik hier om terug te gaan naar [§10.4 Bufferblocks](#)

Broeikasgasemissie

Bij het produceren van de materialen wordt gebruik gemaakt van gerecycled beton. Dit maakt dat de voorziening in productie minder broeikasgassen produceert dan bij het produceren van beton. Het vervoeren van de onderdelen kan zwaar zijn door het gewicht van de blokken. Dit resulteert in meer broeikasgassen bij het transport dan bij een licht efficiënt vervoerbare voorziening. Tijdens de installatie van de voorziening wordt gebruik gemaakt van machinerie die de blokken helpen met verplaatsen. Dit levert meer broeikasgasemissie op in vergelijking met infiltratiekratten. Echter kan er wel bespaard worden op de uitstoot door de functiecombinatie van fundering dit omdat het niet meer noodzakelijk is om een fundering aan te brengen. Daarom scoort de voorziening een **7**.

7: Lage broeikasgasemissies

De voorziening heeft relatief lage broeikasgasemissies en er zijn effectieve maatregelen mogelijk om emissies te minimaliseren.

Materiaal ecologie

Door gebruik te maken van beton is het risico voor verontreiniging van de bodem en of het grondwater door materiaalgebruik minimaal. Tevens is het beton gerecycled wat zorgt voor de hoge score van een **7**. De materialen hebben zuiverende werking op de kwaliteit van de bodem of grondwater.

7: Positieve impact

De voorziening maakt gebruik van materialen met een positieve ecologische impact en draagt bij aan duurzaamheid en milieuvriendelijkheid.

Klik hier om terug te gaan naar [§10.4 Bufferblocks](#)

Onderbouwing score Watershell

Klik hier om terug te gaan naar [§10.4 Watershell](#).

Aspect Ontwerp - technisch

Afvoer en infiltratie-efficiëntie

De Watershell heeft een goed efficiënte afvoer en een groot infiltratie oppervlak. Aan de wanden van de watershell worden schuimen wanden geplaatst die het water uit de buffer opnemen en het water verspreiden over het infiltrerend oppervlak. Deze voorziening scoort een **7**.

7: Goede efficiëntie

De voorziening is zeer effectief in het afvoeren en infiltreren van neerslag, met zeldzame tot geen gevallen van wateroverlast.

Benodigd oppervlak

Het benodigde oppervlak voor de voorziening is minimaal met de toevoer via kolken. Daarom scoort de Watershell een **8**

8: Zeer klein benodigd oppervlak

De voorziening heeft bijna geen bovengrondse ruimte nodig en heeft vrijwel geen invloed op het gebruik van het terrein.

Ervaring

De gemeente heeft ervaring met de Watershell, deze er ervaringen zijn over het algemeen positief. Er zijn in de praktijk enkele voorbeelden van fout aansluitingen echter kan dit met elke ondergrondse voorziening het geval zijn. Verder is de Watershell vaker door meerdere partijen toegepast en is de kennis betreft het systeem aanwezig. Dit zorgt voor vertrouwen en maak dat de voorziening een **7** scoort.

7: Ruime ervaring

Er is ruime ervaring met vergelijkbare voorzieningen, wat leidt tot een zeer betrouwbaar ontwerp.

Funcatiecombinaties

Er zijn geen functiecombinaties mogelijk bij het systeem. De functie van het systeem buffert en infiltreert water en dit voorziet de bodem van water. Echter is dit een eigenschap die alle infiltrerende voorzieningen hebben. Daarom wordt de voorziening beoordeeld met een **1**.

1: Geen functiecombinaties

De waterbergingsvoorziening heeft geen extra functies naast waterberging, waardoor de ruimte niet efficiënt wordt benut.

Systeemfunctionaliteit

Het systeem functioneert in de meeste situaties en in de geschikte omstandigheden zeer goed. Dit kan zijn door de infiltratie bevorderende schuimwanden. Hierdoor krijgt het systeem een score van **8**.

8: Zeer goede functionaliteit

Het systeem presteert uitzonderlijk goed en overtreft alle gestelde doelen en specificaties.

Klik hier om terug te gaan naar [§10.4 Watershell](#).

Aspect Uitvoering

Klik hier om terug te gaan naar [§10.4 Watershell](#).

Aanlegkosten

De precies aanlegkosten zijn niet bekend en variëren afhankelijk van verschillende factoren. Over het algemeen kosten de materialen gemiddeld, echter zijn de aanlegkosten inclusief de werkzaamheden en deze duren langer door het overstorten met beton. Dit beton moet uitharden onder de grond wat al snel voor een langere periode het gebied onbegaanbaar maakt met machinerie. Deze invloeden maken dat de voorziening een **5** scoort.

5: Matige aanlegkosten

De aanlegkosten komen overeen met het gemiddelde voor vergelijkbare projecten en zijn binnen aanvaardbare grenzen. De kosten vallen ongeveer tussen €250 - €500 per kubieke meter berging.

Beleving

Tijdens de bouw van de voorziening moet de gehele straat open. Dit is niet anders dan bij de meeste voorzieningen. Door wat in criterium aanlegkosten al benoemd is, het uitharden van het beton ondergronds maakt dat de straat voor een langere perioden niet te gebruiken is en de werkzaamheden langer duren. Dit beïnvloedt vanzelfsprekend de beleving van de omgeving negatief en hierdoor scoort de voorziening een **3**.

3: Overwegend negatieve beleving

De meerderheid van de gemeenschap en belanghebbenden ervaart de voorziening als negatief, maar er zijn enkele positieve aspecten.

Complexiteit installatie

De installatie van de voorziening is redelijk vanzelfsprekend, het is logisch hoe het systeem in elkaar moet worden gezet en kan relatief makkelijk geïnstalleerd worden. Desondanks is ook in dit criterium het betonstorten een negatief punt. Hierdoor scoort de voorziening een **6**.

6: Matige complexiteit

De installatie is matig complex en kan efficiënt worden uitgevoerd met de juiste begeleiding.

Klik hier om terug te gaan naar [§10.4 Watershell](#).

Levensduur

Klik hier om terug te gaan naar [§10.4 Watershell](#).

Beheerkosten

De precies kosten voor beheer zijn niet bekend in dit onderzoek. Echter mag de aannamen gedaan worden dat dit in de buurt komt van Bufferblocks. Door in het ontwerp rekening te houden met beheer en ruimte voor materieel te houden kunnen traditionele beheermaterieel gebruikt worden. Zoals bij de Bufferblocks is het logisch dat er door een niet egale bodem met in dit geval tegels er risico's zijn voor inefficiëntie voor het beheer. Dit vergt mogelijk expertise, ervaring en meer tijd wat de beheerkosten doen verhogen. Daarom wordt de voorziening beoordeeld met een **5**.

5: Gemiddelde beheerkosten *De beheerkosten zijn gemiddeld en redelijk in verhouding tot de voordelen van de voorziening.*

Complexiteit beheer

Zoals bij beheerkosten beschreven is beheer waarschijnlijk vergelijkbaar met het beheer van Bufferblocks. Daarom scoort de Watershell gelijk met een **7**.

7: Redelijke complexiteit van beheer *De complexiteit van het beheerproces is redelijk en goed beheersbaar binnen het budget.*

Draagkracht

Door het beton dat over de voorziening en door de pvc palen heen gestort wordt heeft de voorziening een hoge draagkracht. Hierbij wordt de voorziening toegepast met een dekking die het krachten spel doet spreiden. Daarom scoort de voorziening hoog met een **9**.

9: Zeer hoge draagkracht *De voorziening heeft een extreem hoge draagkracht en kan zeer zware belastingen weerstaan zonder structurele schade.*

Materiaalkwaliteit

De materialen zijn kunststof, PVC en beton. Door de combinatie van deze materialen is degeneratie zeer onwaarschijnlijk. De schuimwand van de voorziening kan mogelijk wel enige functie verliezen wanneer deze niet meer water opzuigt voor een bevordering van infiltratie. Hierdoor scoort de voorziening tussen de 6 en 8 wat de score een **7** maakt.

7: Hoge materiaalkwaliteit *De gebruikte materialen zijn van hoge kwaliteit en zouden weinig tekenen van degradatie moeten vertonen gedurende de levensduur van de voorziening.*

Onderhoudsnoodzaak

De noodzaak voor onderhoud is zoals in criterium frequentie van onderhoud laag. De leverancier adviseert dat de voorziening onderhouden wordt. In de praktijk is dit minimaal nodig en gedaan. Hierdoor scoort de Watershell gelijk met de infiltratiekrachten een **7**.

7: Lage onderhoudsnoodzaak *De waterbergingsvoorziening vereist slechts sporadisch onderhoud, dat relatief eenvoudig kan worden uitgevoerd.*

Risico's graafwerkzaamheden

Bij graven in de straat door externe partijen is het door de dekking mogelijk dat de voorziening niet beschadigd wordt. Echter is het gebruikelijk dat de voorziening breed verspreid over het oppervlak wordt aangebracht wat het risico op schade verhoogd. Door de betonen bovenkant van de voorziening is de Watershellinstallatie beschermt en is de kans op schade verminderd. In geval van schade is het herstellen van de voorziening relatief complex door het moeten herstellen van het beton. Al met al scoort de Watershell relatief hoog met een **8**.

8: Laag risico *Graafwerkzaamheden zijn over het algemeen veilig in de buurt van de voorziening, met weinig kans op schade.*

Klik hier om terug te gaan naar [§10.4 Watershell](#).

Milieu

Klik hier om terug te gaan naar [§10.4 Watershell](#).

Broeikasgasemissie

Door de fysieke structuur van de gebruikte componenten zoals de watershell krukjes is het transporteren van een grote hoeveelheid kuub berging relatief voordelig. Omdat deze krukjes in elkaar opgestapeld vervoerd kunnen worden is de broeikasgasemissie hier op bespaard. Door de werkzaamheden aan de voorziening en dan met name het storten van beton wordt er weer meer broeikasgassen uitgestoten. Ook is de productie van de materialen niet duurzaam en scoort de voorziening over het algemeen een **5**.

5: Gemiddelde broeikasgasemissies *De voorziening heeft een gemiddeld niveau van broeikasgasemissies en er zijn matige inspanningen mogelijk om emissies te verminderen.*

Materiaal ecologie

De gebruikte materialen zijn zoals eerder ook al beschreven: kunststof, PVC, schuimlaag en beton. Deze materialen zijn over het algemeen niet ecologisch verantwoord. Door het combineren van beton met de materialen maakt het recyclen van deze materialen ook inefficiënt. Dit resulteert in een relatief lage score van **3**.

3: Aanzienlijke negatieve impact *De gebruikte materialen hebben een merkbare negatieve ecologische impact en zijn niet bevorderlijk voor duurzaamheid of milieuvriendelijkheid.*

Klik hier om terug te gaan naar [§10.4 Watershell](#).

Begrippenlijst

A

Adaptief vermogen	Het vermogen van de waterbergende voorziening om zich aan te passen aan veranderende omstandigheden en toekomstige behoeften.
Afvoer en infiltratie-efficiëntie	De mate waarin het infiltratiekrattensysteem effectief neerslag kan afvoeren en in de grond kan laten infiltreren.
Aquaflow systeem	Een systeem ontwikkeld door Aquaflow B.V. om water in de fundering van wegen op te vangen en te beheren.
Aquiferopslag en -terugwinning (ASR)	Een technologie om zoetwater op te slaan in aquifers en later te gebruiken voor waterbeschikbaarheid en bescherming tegen overstromingen.
Aquifers	Een aquifer is een grondlaag waar water doorheen kan bewegen, meestal in zand of veen. Het kan begrensd worden door ondoorlatende klei of gesteenten.

B

Berging	Onder het begrip 'bergen' wordt het volume verstaan dat binnen de systeemgrens gebruikt kan worden om tijdelijk overtollige neerslag op te vangen.
Beslisboom	Een grafische, schematische weergave van verschillende vragen om tot een uiteindelijke beslissing te komen.
BOB	'Binnenkant Onderkant Buis'. Het is een term die gebruikt wordt in de civiele techniek en staat voor het laagste punt aan de binnenkant van een buis, bijvoorbeeld een rioolbuis. Dit punt wordt ook wel het diepste punt of het laagste punt van de buis genoemd en is belangrijk om te weten bij het ontwerp en de aanleg van het rioelstelsel.
Bodemdoorlatendheid	De eigenschap van bodem die bepaalt hoe gemakkelijk water erdoorheen kan sijpelen.
Bodemgesteldheid	De eigenschappen en samenstelling van de bodem op een bepaalde locatie.
Bodempassage	Een proces waarbij de bodem fungeert als een filter om verontreinigingen uit het water te verwijderen wanneer het door de bodem sijpelt.

Bodemverontreiniging	De aanwezigheid van schadelijke stoffen in de bodem.
Bodemverstopping	Het afdichten van de bovenste laag van het filterbed dat de infiltratiesnelheid van water in de grond beïnvloedt.
Bouwbesluit	Regels en voorschriften met betrekking tot de bouw en constructie van gebouwen en infrastructuur.
Bovengrondse ruimte	De ruimte boven de grond, die vaak wordt gebruikt voor verschillende doeleinden zoals constructie, parkeren of recreatie.
Broeikasgasemissie	De uitstoot van gasen zoals kooldioxide (CO ₂) en methaan (CH ₄) die bijdragen aan het broeikaseffect en klimaatverandering veroorzaken. In de context van het verslag gaat het over de hoeveelheid broeikasgassen die vrijkomt bij de productie, het transport en de installatie van de voorziening.
Bufferblocks	Een specifieke voorziening die werkt als een combinatie van afvoer, buffering en infiltratie voor regenwater. Bufferblocks zijn gemaakt van beton en hebben een hoge draagkracht. Ze kunnen ondergronds worden toegepast en fungeren als fundering voor wegen. Bufferblocks zijn geschikt voor hogere grondwaterstanden vanwege hun verhoogde ligging.
C	
Circulariteit	De mate waarin materialen die worden gebruikt bij de constructie van de voorziening kunnen worden gerecycled of hergebruikt, waardoor de ecologische impact wordt verminderd en duurzaamheid wordt bevorderd.
CROW	'Centrum voor Regelgeving en Onderzoek in de Grond-, Water- en Wegenbouw en de Verkeerstechniek'. Het is een onafhankelijke non-profit organisatie in Nederland die zich bezighoudt met onderzoek, kennisontwikkeling en kennisoverdracht op het gebied van infrastructuur, openbare ruimte, verkeer en vervoer. CROW is betrokken bij de ontwikkeling van richtlijnen, standaarden en normen voor de sector en is een belangrijke kennisbron voor professionals en beleidsmakers in de infrastructuur en mobiliteit.
Cunet	Een uitgegraven deel van een niet draagkrachtige grondlaag. Veelal gevuld met een zandlichaam wat bevorderlijk is voor de infiltratie en fundering.

F

First flush kolk Een kolk die wordt gebruikt om het eerste water dat van verharde oppervlakken afspoelt, inclusief verontreinigingen, op te vangen voordat het naar een infiltratiesysteem gaat.

Functiecombinaties Het vermogen van een waterbergingsvoorziening om meerdere functies te vervullen, zoals waterberging en fundering.

G

Gemaal Een installatie die wordt gebruikt om water op te pompen of af te voeren, meestal van lager naar hoger gelegen gebieden.

Gemengd rioolstelsel Een rioleringsstelsel waarin zowel afvalwater als regenwater worden verzameld en naar een rioolwaterzuiveringsinstallatie worden afgevoerd.

Geotextiel Een textielmateriaal dat in de bouw wordt gebruikt om de bodem te scheiden, te versterken of te filteren en dat in het geval van infiltratievoorzieningen kan helpen bij het beheer van slib en waterstromen.

Gescheiden rioolstelsel Een rioleringsstelsel waarin afvalwater en regenwater apart worden verzameld en behandeld.

GHG Het gemiddelde hoge grondwaterniveau.

Grondbalans Het behouden van een evenwicht tussen de hoeveelheid grond die wordt verwijderd en de hoeveelheid grond die wordt behouden in een project.

H

Hangwater	Water dat zich ophoopt in de bovenste laag van de bodem en belangrijk is voor bepaalde soorten vegetatie met ondiepe wortels.
Hemelwater afvoer (HWA)	Regenwaterafvoer, specifiek verwijzend naar een apart afvoersysteem voor regenwater.
HIOR	Handboek Inrichting Openbare Ruimte. Het is een naslagwerk dat richtlijnen en adviezen geeft voor de inrichting van de openbare ruimte in Nederland. Het handboek behandelt onderwerpen als straatmeubilair, beplanting, verlichting, verkeersmaatregelen en waterhuishouding. Het is bedoeld voor ontwerpers, adviseurs en beheerders van de openbare ruimte, maar ook voor bestuurders en andere betrokkenen bij de inrichting en het beheer ervan.
Hittestress	De negatieve effecten van overmatige hitte in stedelijke gebieden door hogere temperaturen.

I

Infiltratie & transport (IT-) riool	Een type riolering dat is ontworpen om regenwater op te vangen en tegelijkertijd te transporteren.
Infiltratieputten (zinkputten of zakputten)	Verticale buizen in de grond ontworpen voor het laten infiltreren van regenwater in de bodem.

K

K & L	Kabels en leidingen. Dit zijn de ondergrondse nutsinfrastructuur voorzieningen die bijvoorbeeld worden gebruikt voor de distributie van gas, water, elektriciteit en telecommunicatie.
K-waarde	Een maat voor de hydraulische geleidbaarheid, met betrekking tot het vermogen van de grond om water door te laten.
KOR-schalen	Een set van kwaliteitsniveaus voor de openbare ruimte. De afkorting staat voor Kwaliteitscatalogus Openbare Ruimte. De schalen zijn ontwikkeld door CROW, het kennisinstituut voor infrastructuur, verkeer, vervoer en openbare ruimte in Nederland. De KOR-schalen zijn bedoeld om op een gestructureerde manier de kwaliteit van de openbare ruimte te meten en te bepalen. Hierbij wordt gekeken naar verschillende aspecten zoals bijvoorbeeld veiligheid, bruikbaarheid, leefbaarheid en beleving. Door het gebruik van deze schalen kan er objectief bepaald worden wat de kwaliteit van de openbare ruimte is en welke verbeteringen er eventueel nodig zijn.
Kritieke prestatie-indicatoren (KPI's)	Meetbare doelstellingen die worden gebruikt om de prestaties van een organisatie of project te evalueren en te verbeteren.
Kwantificatie criteria	Het proces van het meetbaar maken van criteria voor ondergrondse waterbergingsvoorzieningen.

L

Levenscyclusanalyse (LCA)	Een methode om de impact van een product op het milieu gedurende de gehele levenscyclus te evalueren, van grondstofwinning tot afvalverwerking.
---------------------------	---

M

Mentimeter	Een interactieve presentatietool die wordt gebruikt om deelnemers bij een workshop of presentatie te betrekken door middel van enquêtes, polls en andere interactieve functies.
MJP	Meerdere jaren projecten. Een term die verwijst naar projecten die over meerdere jaren worden uitgevoerd.
MKI	Milieukostenindicator. Een maatstaf voor de milieueffecten van een product of dienst gedurende de gehele levenscyclus, uitgedrukt in kosten per eenheid.
MOF	Een koppelstuk voor rioolbuizen. Het wordt gebruikt om twee rioolbuizen met verschillende diameters aan elkaar te verbinden. Het is een conisch gevormd stuk met aan de ene kant een kleinere diameter dan aan de andere kant, zodat het op beide buizen kan worden aangesloten en ze met elkaar kunnen worden verbonden.
Multicriteria-analyse (MCA)	Een methode om verschillende opties te vergelijken en te beoordelen op basis van meerdere criteria, waarbij elk criterium een bepaalde mate van belang heeft.

N

Neerslagbuffer	Een bufferingsvoorziening voor het opvangen van regenwater, meestal gemaakt van beton.
Nood-overloop	Een voorziening die overtollig water afvoert als het infiltratiesysteem verstopt is of niet goed functioneert.
Nutsbedrijven	Organisaties die verantwoordelijk zijn voor het leveren van openbare nutsvoorzieningen, zoals elektriciteit, water en gas.

O

Oppervlakkig afvoeren Oppervlakteafoer, wat verwijst naar het toestaan van water om op het oppervlak te stromen.

Overstort Overstort of omleiding, meestal gebruikt om overtollig water in een afvoersysteem te leiden.

P

Polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK) Een groep van organische verbindingen die potentieel schadelijk zijn voor het milieu.

Project Start Up (PSU) De eerste fase van een project waarin de projectdoelstellingen en -resultaten worden vastgesteld en de projectorganisatie wordt opgezet.

PWR 'Programma Water en Riool'. Het is een programma dat zich richt op het duurzaam beheren en onderhouden van de water- en rioleringsinfrastructuur in Nederland. Het programma richt zich op verschillende aspecten van het waterbeheer, waaronder de bescherming van drinkwater, de afvoer van afvalwater, het beheer van oppervlaktewater en de bescherming tegen overstromingen. Het programma wordt uitgevoerd door verschillende instanties, waaronder waterschappen, gemeenten en drinkwaterbedrijven.

R

Regeneratieve aanpak	Een benadering van stedelijk waterbeheer die duurzaamheid en bescherming van het milieu prioriteert.
Regiegemeente	Een gemeente die de regie voert over de uitvoering van taken en diensten en veel van haar taken uitbesteedt aan derde partijen.
Rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI)	Een installatie die afvalwater zuivert voordat het wordt geloosd in oppervlaktewater.
Risico gestuurd beheer	Een beheerbenadering waarbij prioriteit wordt gegeven aan activiteiten op basis van risicoanalyse.
Robuustheid	De betrouwbaarheid en weerstand van een voorziening tegen mogelijke risico's en problemen.

S

Schijngrondwaterstand	Een kunstmatig gecreëerde grondwaterstand, meestal door middel van ondergrondse voorzieningen, om planten van water te voorzien.
Slibvorming	De ophoping van fijne deeltjes en sediment in infiltratievoorzieningen die de prestaties kunnen beïnvloeden.
Split	Een voegmiddel dat wordt gebruikt tussen bestrating om de bestrating op zijn plaats te houden en waterdoorlatend te maken. Het bestaat uit kleine, harde steentjes die in de voegen van de bestrating worden geplaatst. Split is meestal gemaakt van natuurlijk materiaal, zoals basalt of graniet, maar kan ook worden gemaakt van gerecyclede materialen zoals glas of keramiek. Het is duurzaam en kan helpen om wateroverlast te verminderen doordat het water door de voegen kan stromen en zo gemakkelijk in de grond kan infiltreren.

V

VAT	Value Added Tax, dit is een belasting die wordt geheven op de toegevoegde waarde van producten en diensten in de Europese Unie.
Verkeersbelasting	De druk die voertuigen uitoefenen op een oppervlak, bijvoorbeeld op een parkeerplaats.
Vlijlaag	Is de laag van enkele centimeters tussen de fundering en de verharding en dient als bed voor de stenen. Leg vlak als onderlaag voor een muur, weg, vloer, schoorsteen of fundering.
VO	Verloop Ontwerp. Dit kan bijvoorbeeld verwijzen naar het ontwerp van een bepaalde installatie of infrastructuur, waarbij het verloop van de verschillende onderdelen in kaart wordt gebracht.
Voorzuivering	Het proces van het filteren van neerslagvervuiling voordat het water de voorziening in gaat.

W

Waterdoorlatende verharding	Verharding (bijv. bestrating) die regenwater toelaat om door te sijpelen in plaats van af te stromen.
Watershell	Een specifiek type ondergronds watersysteem voor opslag. Een systeem van kunststof krukjes en beton dat wordt gebruikt voor waterberging en infiltratie.

Z

ZOAK-stenen	Zeer Open Afval Keramiek stenen. Dit zijn speciale bestratingsstenen met een open structuur die zorgen voor een goede infiltratie van water in de bodem. Ze worden vaak gebruikt in stedelijke gebieden om wateroverlast bij hevige regenval te voorkomen. De stenen zijn gemaakt van keramisch materiaal en gerecycled bouw- en sloopafval, waardoor ze duurzaam zijn en passen in een circulaire economie.
-------------	--