

Sweco

Onderzoeksverslag

De Malewetering toekomstbestendig

SWECO 



**van hall
larenstein**
university of applied sciences

Aukje Verheijen

Hogeschool Van Hall Larenstein

13-06-2022

Onderzoeksverslag

De Malewetering toekomstbestendig

Auteur:	Aukje Verheijen
Opleidingsinstituut:	Hogeschool Van Hall Larenstein
Opleiding:	Land- en Watermanagement
Functie:	Afstudeerstudent
Contact:	auk.verheijen@hvhl.nl aukje.verheijen@sweco.nl
Externe Begeleider:	Louis Broersma Sweco NL
Contact:	E-mailadres: Louis.broersma@sweco.nl
Intern Begeleider:	Peter Groenhuizen Hogeschool van Hall Larenstein
Contact:	peter.groenhuizen@hvhl.nl
Opdrachtgever:	Sweco NL
Adres:	De Holle Bilt 22 3731 HM De Bilt
Contact:	E-mailadres: info@sweco.nl
Opdrachtgever:	Gemeente Amersfoort
Adres:	Stadhuisplein 1 3811 LM Amersfoort
Concact:	E-mailadres: info@amersfoort.nl
Status document:	definitief
Datum en plaats:	13 juni 2022, Arnhem

Foto's zijn gemaakt door Aukje Verheijen

Inhoud

1.	Inleiding.....	6
1.1	Aanleiding	7
1.2	Opgave	7
1.3	Storymap.....	8
1.4	Leeswijzer.....	8
2.	Kader	9
2.1	Het natuurlijk systeem als structurerend principe	10
2.2	Ruimtelijke kwaliteit	10
2.3	Beleid	11
2.4	Duurzaamheidsprincipes	12
3.	Programma van eisen	14
3.1	Een ideaal beeld.....	15
3.2	Normloze aanpak	15
3.3	Groen	16
3.4	Storymap.....	16
3.5	Uitwerking deelgebied.....	16
4.	Onderzoeksmethodiek.....	17
4.1	Onderzoeksvragen	18
4.2	Literatuurstudie	18
4.3	Interviews.....	18
4.4	GIS-analyse.....	18
4.5	Watersysteemanalyse.....	19
4.6	Mural.....	22
4.7	Vaststellen kansen en knelpunten	23
4.8	Expert Judgement	23
4.9	Hof der Herinnering	23
4.10	Validiteit.....	24
5.	Onderzoeksresultaten.....	25
5.1	Functioneren normloos watersysteem.....	26
5.2	Mural.....	30
5.3	Reflectie onderzoeksresultaten	31
6.	Aanbevelingen	32
6.1	Vervolgonderzoeken	33
6.2	Prioritering van kansen	34

Literatuur	35
Bijlagen.....	36
I. Watersysteem stroomgebied de Malewetering	36
II. Interviews.....	37
III. Resultaten functioneren normloos watersysteem	41

1. Inleiding

In opdracht van Sweco en de gemeente Amersfoort is onderzoek uitgevoerd naar het toekomstbestendig inrichten van de Malewetering in Amersfoort-Noord.

In dit hoofdstuk wordt het uitgevoerde onderzoek ingeleid. De aanleiding en opgavebeschrijving van het onderzoek worden beschreven. Daarnaast wordt het aangeleverde beroepsproduct toegelicht.

1.1 Aanleiding

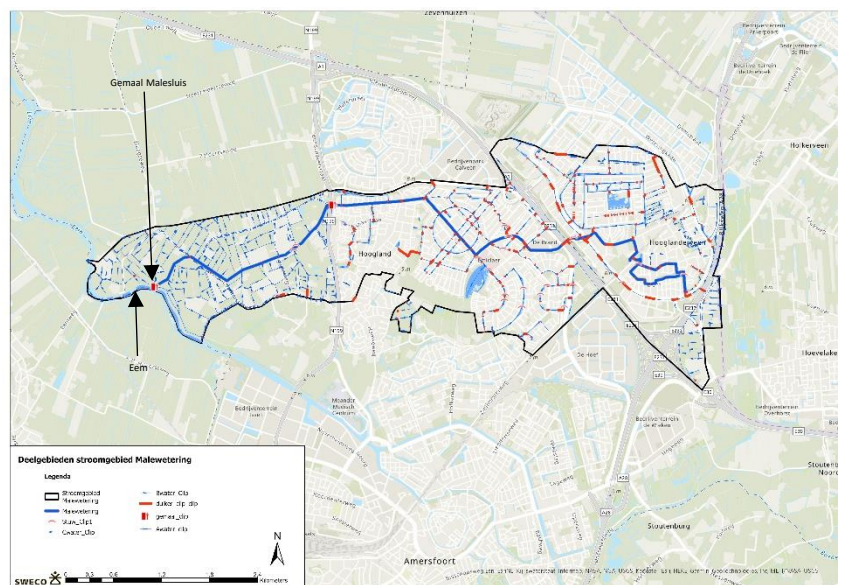
De basis van hoe Nederland is ontstaan is terug te lezen in hoe het natuurlijke systeem van bodem, water en natuur is opgebouwd. Door de invloed van de mens is de werking van het natuurlijke systeem van de Malewetering aangepast. Door landbouw is de Malewetering aangelegd om overtollig grond- en hemelwater af te voeren. Daarnaast is door verstedelijking en kruising van infrastructuur logische verbindingen, als de Malewetering en andere groenblauwe structuren, doorsneden met gevolgen voor de biodiversiteit. De hechting met het natuurlijk systeem is in de loop der tijd steeds verder uit beeld geraakt. Als gevolg hiervan ontstaan knelpunten en zijn de gevolgen van klimaatverandering steeds merkbaarder in de leefomgeving. De leefbaarheid van de leefomgeving komt hierdoor steeds meer onder druk te staan. De sleutel van de aanpak van klimaatproblemen ligt namelijk bij een goede werking van het natuurlijk systeem. Groenblauwe structuren waarin bodem, water en natuur elkaar van nature kunnen versterken, zijn belangrijk om de gevolgen van de klimaatverandering op te vangen. Daarmee vormen zij een belangrijke basis voor een gezonde en goede leefomgeving. Ook vormen groenblauwe structuren belangrijke verbindingselementen tussen stad en buitengebied, ze zijn daarom essentieel voor het behouden en verbeteren van de biodiversiteit. Door de ruimtelijke inrichting daarop aan te laten sluiten kan dit meerwaarde opleveren voor functies in die omgeving en voor de stad voor de bewoners. Dit is ook omschreven in de Watervisie Amersfoort (Broersma, 2021). Dit vraagt om een toekomstbestendige inrichting van de Malewetering in Amersfoort-Noord.

1.2 Opgave

In een groot gedeelte van Amersfoort-Noord wordt water afgevoerd via de Malewetering. De Malewetering vangt water op van verschillende wijken in het stedelijk gebied en voert het water af richting het landelijk gebied waar het vervolgens door het gemaal Malesluis in de Eem wordt geloosd. De Malewetering is daarmee belangrijk voor het afvoeren van water en het voorkomen van wateroverlast in de verschillende wijken. In de Watervisie is geconstateerd dat het gebied mogelijk kwetsbaar is voor extreme neerslag, zoals zich dat in de zomer van 2021 in Zuid-Limburg, België en Duitsland voordeed. Groenblauwe verbindingen worden, wegens de klimaatverandering, steeds belangrijker. Echter, is de Malewetering in Amersfoort-Noord maar beperkt in gericht als groenblauwe structuur. Het is daarom gewenst, vanuit de Watervisie, om onderzoek te doen naar een toekomstbestendige inrichting, waarin de Malewetering als groenblauwe verbinding door Amersfoort-Noord loopt.

Ambitie voor de Malewetering

‘De Malewetering als aantrekkelijk groenblauw lint door Amersfoort-Noord dat stad en buitengebied verbind en waar ruimte is voor water, natuur, recreatie en beleving.’



Figuur 1, stroomgebied de Malewetering. Bron: Legger Watersysteem, waterschap Vallei en Veluwe

1.3 Storymap

Het resultaat van het onderzoek is een storymap die de resultaten van het onderzoek naar het toekomstbestendig inrichten van de Malewetering weergeeft. De storymap dient als advies voor de gemeente Amersfoort en kan worden gebruikt als inspiratiebron, input voor omgevingsplannen en als communicatiemiddel.

[Link storymap:](#)

[De Malewetering Toekomstbestendig \(arcgis.com\)](https://arcgis.com)



Figuur 2, storymap De Malewetering Toekomstbestendig

1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt het kader van het onderzoek beschreven. Beleid, definities en leidende principes komen in hoofdstuk 2 naar voren, om het belang van het onderzoek in het grotere kader toe te lichten. In hoofdstuk 3 komen de eisen en wensen die aan het onderzoek zijn gesteld naar voren. In hoofdstuk 4 komen de onderzoeksvragen aanbod, wordt de gebruikte onderzoeksmethodiek toegelicht en wordt reflecteert op de betrouwbaarheid van de onderzoeksmethodiek. In hoofdstuk 5 komen de onderzoeksresultaten, aanvullend op de beschreven onderzoeksresultaten in de storymap, naar voren. Tot slot wordt het onderzoeksverslag afgesloten met inhoudelijke aanbevelingen en aanbevelingen voor prioritering van vervolgactiviteiten.

2. Kader

In dit hoofdstuk wordt het belang van het onderzoek beschreven in het grotere kader. Wat is de bijdrage van het onderzoek in het grotere kader? Beleid, definities en leidende principes worden toegelicht.



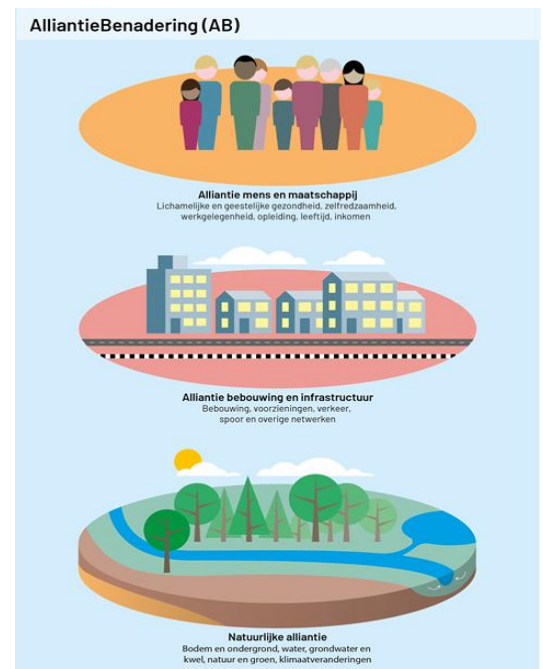
2.1 Het natuurlijk systeem als structurerend principe

Het vertrekpunt van dit onderzoek is het natuurlijk systeem als structurerend principe. Het vraagt om een nieuwe balans, waar het natuurlijk systeem centraal wordt gesteld in het omgevingsbeleid ('AlliantieBenadering'). De 'AlliantieBenadering' diende als leidraad voor het onderzoek. Binnen de 'AlliantieBenadering' worden drie lagen onderscheiden en daarbinnen zitten allianties tussen elementen: (1) de natuurlijke alliantie (het natuurlijk systeem van bodem, water en natuur), (2) de alliantie van bebouwing en infrastructuur (de ruimtelijke inrichting met netwerken van infrastructuur) en (3) de alliantie mens en maatschappij (menselijke activiteiten, zoals wonen, werken en recreëren).

In de huidige inrichting zijn de lagen uit balans en ligt de focus voornamelijk op laag 2 en 3. Hierdoor zijn de effecten van de klimaatverandering steeds merkbaarder in de leefomgeving. In figuur 4 is de laag ondergrond, de natuurlijke alliantie. De netwerklaag is de alliantie bebouwing en infrastructuur. De occupatie is de alliantie mens en maatschappij. Figuur 4 laat de gewenste situatie zien, waarin de lagen in balans staan en bodem, water en natuur centraal staat. De natuurlijke alliantie stelt daarmee voorwaarden aan ruimtelijke ontwikkelingen; Het ruimtegebruik volgt de fysieke structuur van het natuurlijke systeem, in plaats van andersom. Daarmee wordt er een nieuwe balans gevormd tussen de gebruikswaarde (functie), belevingswaarde (ervaring) en de toekomstwaarde (ecologische duurzaamheid) (Planbureau voor de Leefomgeving, 2021).

2.2 Ruimtelijke kwaliteit

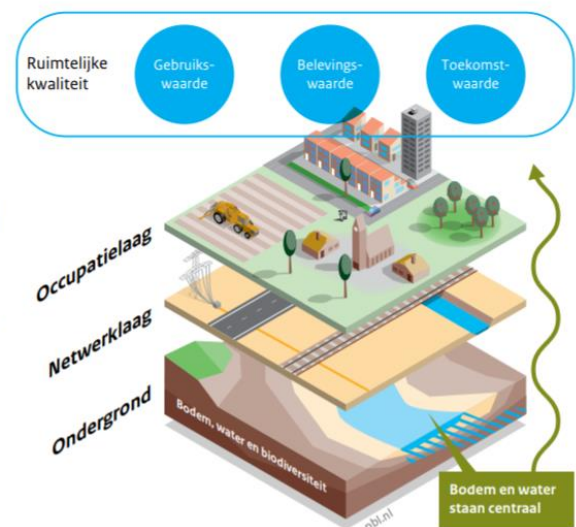
Het streven naar een goede ruimtelijke kwaliteit. Bij een goede ruimtelijke kwaliteit zijn de gebruikswaarde, de belevingswaarde en toekomstwaarde in balans. Ruimtelijke kwaliteit is een belangrijk begrip dat in dit onderzoek centraal staat. Ruimtelijke kwaliteit omschrijft de kwaliteit van de leefomgeving en de leefbaarheid ervan. Het zegt iets over het feit of de openbare ruimte goed te gebruiken is, of het er prettig verblijven is en of dat zo blijft. Het streven naar een goede ruimtelijke kwaliteit is het verbeteren van de openbare ruimte, zoals het aanleggen of verbeteren van groen- en recreatievoorzieningen (MKBA, z.d.). In het begrip ruimtelijke kwaliteit is een toekomstbestendige inrichting verwerkt.



Figuur 3: AlliantieBenadering (bron: <https://www.alliantiebenadering.nl/>)

Gewenste situatie Waardes in balans, bodem en water centraal

Een nieuwe balans tussen gebruikswaarde (functie), belevingswaarde (ervaring) en toekomstwaarde (ecologische duurzaamheid) is nodig. De opgaven voor klimaat, natuur, waterbeheer en landbouw delen een aanzienlijke watercomponent. Het ligt om die reden voor de hand het bodem- en watersysteem van Nederland veel meer dan voorheen als structurerend principe centraal te stellen in het omgevingsbeleid (lagenbenadering). De laag van de 'ondergrond' stelt dan voorwaarden aan ruimtelijke ontwikkelingen.



Figuur 4, waardes in balans, bodem en water centraal. Bron (Planbureau voor de Leefomgeving, 2021)

Toekomstbestendige inrichting

De Malewetering 'toekomstbestendig'. In een toekomstbestendige inrichting is (laag 1) het natuurlijk systeem van bodem, water en natuur in balans en afgestemd op (laag 2) de ruimtelijke inrichting en (laag 3) het gebruik door de mens. De ambitie voor de Malewetering, als groenblauw lint door Amersfoort-Noord, waar ruimte is voor water, natuur, recreatie en beleving, sluit aan op een toekomstbestendige inrichting. Groenblauwe structuren waarin bodem, water en natuur elkaar van nature kunnen versterken vormen een belangrijke basis voor een gezonde en goede leefomgeving. Door de ruimtelijke inrichting daarop aan te laten sluiten kan dit meerwaarde opleveren voor functies in die omgeving en voor de stad voor de bewoners. Zo vormt het systeem van bodem, water en natuur een drager van de ruimtelijke inrichting in het stedelijk en landelijk gebied. Goed begrip van deze samenhang vormt de basis voor een integrale aanpak van de fysieke leefomgeving, wat in lijn staat met de Omgevingswet.

2.3 Beleid



Figuur 5, vanuit verschillende beleidstukken wordt gestimuleerd op een integrale aanpak van water- en andere opgaven in de fysieke leefomgeving. Het onderzoek naar de Malewetering geeft invulling op dit beleid.

De Nationale Omgevingsvisie (NOVI), het Nationaal Waterprogramma 2022-2027 (NWP) en het Nationaal Deltaprogramma 2022 roepen op om het natuurlijk systeem meer sturend te laten zijn in de ruimtelijke planvorming. Daarbij is een integrale benadering van water- en andere opgaven, gezien de klimaatveranderingen, onmisbaar voor de leefbaarheid van de fysieke leefomgeving (Rijksoverheid, 2021). Hiervoor is binnen het deltaprogramma het Deltaplan Ruimtelijke adaptatie opgesteld, waarin zeven ambities staan beschreven voor een waterrobuuste en klimaatbestendige inrichting (figuur 5) (Staf Deltacommissaris, z.d.). Een integrale benadering van de fysieke leefomgeving staat in lijn met de Omgevingswet (Rijksoverheid, z.d.). Eén van de doelen van de Omgevingswet is het bereiken en in stand houden van een veilige en gezonde fysieke leefomgeving met een goede omgevingskwaliteit door het toepassen een integrale benadering



*Figuur 6, zeven ambities Deltaplan Ruimtelijke adaptatie
bron: DPRA*

(Informatiepunt Leefomgeving, 2022). Om de doelen van de Omgevingswet te verwezenlijken zijn er zes kerninstrumenten opgesteld, waaronder de Omgevingsvisie. De gemeente Amersfoort is ter voorbereiding op de Omgevingswet de Omgevingsvisie aan het opstellen. De Watervisie van de gemeente Amersfoort is een bouwsteen voor de Omgevingsvisie van de gemeente. Binnen de Watervisie zijn groenblauwe structuren belangrijke verbindende elementen tussen verschillende functies. Zo bieden groenblauwe structuren opvangmogelijkheden voor water om overlast te beperken, versterken de biodiversiteit, zorgen voor verkoeling, en vergroten de belevingswaarde (Broersma, 2021). Daarmee sluit de Watervisie aan op de ambitie om water- en andere opgaven integraal aan te pakken en het natuurlijke systeem meer sturend te laten zijn in de ruimtelijke planvorming. Doordat het onderzoek naar een toekomstbestendige inrichting van de Malewetering in Amersfoort-Noord een voortvloeisel is uit de Watervisie, is een integrale benadering van water- en andere opgaven een belangrijk vertrekpunt geweest voor dit onderzoek.

2.4 Duurzaamheidsprincipes

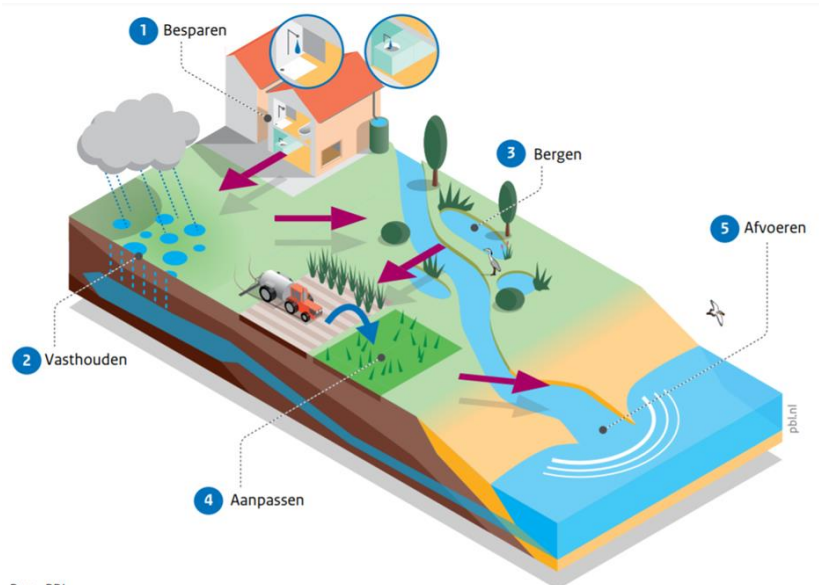
Diverse duurzaamheidsprincipes vormen de basis om te komen tot een toekomstbestendige inrichting. Schoonhouden-scheiden-zuiveren en principes voor droogte zijn in dit onderzoek buiten beschouwing gelaten.

Water vasthouden en bergen

In Nederland is het beleid 'vasthouden-bergen-afvoeren'. Hemelwater wordt eerst zoveel mogelijk lokaal vast gehouden, vervolgens geborgen in oppervlaktewater of bergingsvoorzieningen, en pas als dit niet mogelijk is, wordt het hemelwater afgevoerd. Dit wordt gedaan om de belasting op het rioolstelsel te verminderen (Amsterdam Rainproof, z.d.).

Uitbreiden traditionele trits 'vasthouden-bergen-afvoeren' naar 'besparen-vasthouden-bergen-aanpassen-afvoeren'

het terugdringen van watergebruik in de landbouw en door huishoudens en het optimaliseren van het waterbeheer. Tegelijkertijd bieden nieuwe transitie, zoals natuurinclusieve landbouw of hydrologische bufferzones, kansen voor structurele oplossingen op lange termijn, waarbij landbouw, natuur, bos- en veengebieden alsmede de drinkwatervoorziening minder gevoelig worden voor klimaatverandering. Daarbij kunnen combinaties van functies en doelen worden benut, zoals waterberging en natte natuur. Kortom, 'het besparen-vasthouden-bergen-aanpassen-afvoeren' van water (figuur 7) (Planbureau voor de Leefomgeving, 2021).



Bron: PBL

Figuur 7, 'besparen-vasthouden-bergen-aanpassen-afvoeren'. Bron: (Planbureau voor de Leefomgeving, 2021)

Klimaatrobuuste inrichting

Bij principes klimaatrobuustheid wordt uitgegaan van de volgende reeks: (1) preventie, (2), ruimtelijke preventie en (3) beperken schade. Deze reeks gaat over het voorkomen van het risico, preventie door een gebied aan te passen en het door vroegtijdige aanpassen gevolgen, als schade aan voorzieningen, beperken.

Voorbeelden

- preventie: hittestress en/of wateroverlast voorkomen door minder verstening en groenblauwe structuren.
- ruimtelijke preventie: hittestress en/of wateroverlast voorkomen door schaduwpark, groene daken, retentie in natuurlijke laagtes en verdiepen watergangen etc.
- Beperken schade: hittestress en/of wateroverlast beperken door vergroten waterrecreatie, tijdelijke waterkeringen, hoogwatersloot, waterafvoer naar locaties met lage schadegevoeligheid (Grond RR, z.d.).

V's voor biodiversiteit hanteren

Dieren stellen aan hun leefomgeving eisen voor voortplanting, voedsel en veiligheid. Hiervoor moeten de meeste dieren zich kunnen verplaatsen in het landschap. Een gebied is geschikt daarvoor wanneer er continu aan de v's voor de biodiversiteit wordt voldaan op een voldoende groot oppervlak voor het huisvesten van een populatie met voldoende genetische variatie. Voor een toekomstbestendige inrichting gelden deze v's ook door:

- (1) bestaand leefgebied versterken: aanleg groenblauwe structuur,
- (2) verbinden van leefgebied (verplaatsing): groenblauwe structuur draagt bij aan het verbinden van leefgebieden, door bijvoorbeeld vistrappen en faunapassages
- (3) vergroten van leefgebied: natuurvriendelijke oevers, natte dooradering, tegels eruit, groen erin (Kennisnetwerk Ontwikkeling en Beheer Natuurkwaliteit, z.d.).

3. Programma van eisen

Voorafgaand en tijdens het onderzoek zijn er wensen gesteld vanuit de opdrachtgever. Ook zijn er bepaalde randvoorwaarden en richtlijnen waar de gemeente zich aanhoudt. In dit hoofdstuk worden de randvoorwaarden, richtlijnen en wensen toegelicht.

3.1 Een ideaal beeld

De wens van de opdrachtgever was dat vanuit een ideale situatie een toekomstbestendig beeld van de Malewetering wordt geschetst. Een ideale situatie wil zeggen dat investerings-, onderhoud-, of beheerkosten niet zijn meegenomen in het onderzoek. We streven naar een groenblauwe structuur. Enerzijds is dat in een ideale situatie het stroomgebied extreme buien op weet te vangen. Belangrijk vertrekpunt hierbij was de normloze aanpak van het watersysteem. Anderzijds is het ideale beeld dat de groenblauwe structuur stad en buitengebied verbind en meerwaarde oplevert voor biodiversiteit en beleving van bewoners.

3.2 Normloze aanpak

Voor de watersysteemanalyse was de wens van de opdrachtgever om een normloze aanpak toe te passen. In het Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW 2003 en 2008) zijn er voor elk type grondgebruik werknormen opgesteld voor inundatie vanuit oppervlaktewater. Deze zijn vastgesteld om een gewenste veiligheidsniveau tegen overstromingen te realiseren (Rijkswaterstaat, z.d.). Ook heeft de gemeente Amersfoort een Richtlijn klimaatbestendige bouw ontwikkeld dat hier op aansluit. De richtlijnen voor wateroverlast:

1. Regenwater moet volledig binnen het plangebied worden verwerkt, waarbij de voorkeursvolgorde “vasthouden – bergen – afvoeren” geldt. Daarbij dient de volledige bergingscapaciteit binnen 24 uur na afloop van de neerslaggebeurtenis weer beschikbaar te zijn. Voor de rekenhoeveelheden geldt bovenstaande tabel.
2. Een neerslagsituatie $T=10$, volgens onderstaande tabel, dient volledig binnen het plangebied te worden verwerkt zonder waterberging op straat.
3. Een neerslagsituatie $T=100$, volgens onderstaande tabel, dient volledig binnen het plangebied te worden verwerkt met maximaal 0,1 m waterberging op straat in de openbare ruimte.
4. Een neerslagsituatie $T=250$, volgens onderstaande tabel, dient binnen het plangebied te worden verwerkt zonder dat dit leidt tot water in gebouwen of dat door afstroming vanuit het plangebied wateroverlast in de omgeving ontstaat of verergert.

Herhalings-tijd T [jaar]	Neerslagduur							
	10 min	15 min	30 min	60 min	120 min 2 uur	4 uur	8 uur	12 uur
Toename t.o.v. “2014”	41%	41%	41%	41%	41%	38%	35%	34%
10	25	28	36	44	52	59	67	71
20	29	33	43	53	62	71	79	83
25	30	35	45	56	66	75	83	87
50	35	41	54	67	80	90	98	102
100	41	49	65	81	97	108	117	121
200	47	57	78	99	117	130	139	143
250	49	61	82	105	125	138	148	151

Figuur 8, 'Worst-case scenario' neerslaghoeveelheden in millimeter voor het klimaat rond 2085

Echter, laat de situatie in de zomer van 2021 in Zuid-Limburg, België en Duitsland dat het ook harder kan gaan regenen. Op sommige plekken viel 150-250 millimeter. Voor de normloze aanpak van het watersysteem is het rapport van Deltares “Wat als ‘de waterbom’ elders in Nederland was gevallen?” het vertrekpunt. In de uitgevoerde Hackathon is gerekend met 200 mm in 72 uur (de Bruijn & Slager, 2022). Met deze waarden is de waterbalansberekening voor het stroomgebied van De Malewetering uitgevoerd. Dit zijn waarden die ver voorbij de NBW-normen uitstijgen. Het is

daarom een wens vanuit de opdrachtgever om verder dan de norm te kijken om het functioneren van het watersysteem te beschouwen (Gemeente Amersfoort (klimaatadaptatieteam), 2020).

3.3 Groen

Het ideale beeld is een groenblauwe structuur van bron tot monding wat bijdraagt aan het versterken van de biodiversiteit, versterken van de natuurwaarden en beleving van groen en water. Daarbij zijn er geen grote obstakels die groen en de toegang tot groen doen blokkeren. De gemeente heeft net zoals voor wateroverlast ook richtlijnen voor het bevorderen van de biodiversiteit. De richtlijnen voor Biodiversiteit op gebiedsniveau:

1. In het plan wordt het stadsgroen van de groenkaart van de gemeente Amersfoort uitgebreid met een fijnmazige groenvoorziening die bijdraagt aan de volgende drie punten:
 - a) Bestaand leefgebied versterken: de groenblauwe structuur in het plan versterkt het leefgebied voor de in de omgeving voorkomende soorten.
 - b) Diversiteit vergroten: de groenblauwe structuur draagt bij aan een vergroting van de diversiteit in soorten, binnen soorten en genetische diversiteit.
 - c) Creëren en vergroten van een leefgebied: in het plan wordt door een samenhangende inrichting van particulier, gemeenschappelijk en openbaar terrein een zo groot mogelijke uitbreiding van leefgebied gerealiseerd. Groene, doorlopende structuren zorgen ervoor dat micro- en macrobiotopen met elkaar worden verbonden.
2. In de gebiedsexploitatie wordt rekening gehouden met een bijdrage aan het realiseren van de bovenplanse ecologische structuur in de stad op basis van de Groenvisie (Gemeente Amersfoort (klimaatadaptatieteam), 2020).

3.4 Storymap

Het beroepsproduct is opgeleverd in de vorm van een storymap. Voor de inhoud van de storymap waren er wensen vanuit de opdrachtgever.

- Persoonlijke noot/voorwoord: vertel wie je bent en waarom je dit onderzoek doet.
- Korte handleiding over het gebruik van de storymap
- Begrippenlijst onderaan de storymap
- Conclusies of belangrijke punten dik gedrukt

3.5 Uitwerking deelgebied

Vanuit de opdrachtgever was de wens de uitwerking van een toekomstbestendige inrichting niet alleen over het gehele stroomgebied uit te werken, maar ook meer op detail niveau te kijken door in te zoomen op een deelgebied. Het deelgebied is de buurt Hof der Herinnering. De vraag vanuit de opdrachtgever is om te kijken hoe de buurt aan kan haken bij de Malewetering als groenblauwe structuur en daarmee ook mee kan profiteren van enerzijds een klimaatrobuuste inrichting en anderzijds meer groen en beleving. Vanuit de opdrachtgever is dit deelgebied gewenst om uit te werken, wegens een bewonersinitiatief om de buurt klimaatrobuust in te richten. Daarmee is er voldoende draagvlak voor het streven naar een goede ruimtelijke kwaliteit middels het aanpassen van de openbare ruimte.

4. Onderzoeksmethodiek

In het onderzoek zijn er verschillende onderzoeksmethoden gebruikt om tot het eindresultaat te komen. In de onderstaande figuur zijn de gebruikte methodes weergegeven. In dit hoofdstuk worden de methodes toegelicht. Voor het deelgebied Hof der Herinnering wordt de onderzoeksmethodiek apart toegelicht.



4.1 Onderzoeksvragen

Om te komen tot kansen voor een toekomstbestendige inrichting van de Malewetering is er onderzoek verricht naar de verschillende lagen in het landschap, de samenhang van de verschillende lagen en het functioneren van het watersysteem. Op basis daarvan is geanalyseerd welke kansen en knelpunten er zijn in de verschillende lagen in het landschap, welke kansen er zijn voor een toekomstbestendige inrichting van de Malewetering en hoe deze in de buurt Hof der Herinnering kunnen worden benut. De belangrijkste onderzoeksvragen zijn:

- Wat zijn de landschapsecologische kenmerken van het stroomgebied van de Malewetering?
- Wat is het historische en huidige gebruik van het landschap?
- Waar liggen kansen en knelpunten wanneer wordt gekeken naar het (1) functioneren van het natuurlijke systeem, (2) de ruimtelijke inrichting en (3) het gebruik door mens en maatschappij?
- Wat zijn kansen om tot een toekomstbestendige inrichting van de Malewetering te komen?
- Op wat voor manier kan een groenblauwe structuur ook op buurniveau worden uitgewerkt in Hof der Herinnering?

4.2 Literatuurstudie

Het onderzoek is voor het grootste deel uitgevoerd middels literatuurstudie. De literatuurstudie bestaat uit het zo veel mogelijk verzamelen van bestaande gegevens in verschillende bronnen. Eerst is middels literatuuronderzoek gekeken naar in wat voor landschap het stroomgebied van de Malewetering zich bevindt. Vervolgens is gekeken naar de ontstaansgeschiedenis van het landschap en vervolgens naar de bodem, geomorfologie en ondergrond. Verder zijn middels literatuuronderzoek gegevens verzameld over de samenhang van bodem, water en natuur, cultuurhistorie, ecologie en hittestress. Tot slot zijn er gegevens verzameld over recreatie en beleving binnen de gemeente Amersfoort.

4.3 Interviews

Voor dit onderzoek zijn diverse interviews afgenomen. Om meer gegevens te verzamelen over het watersysteem van de Malewetering is aan het begin van het onderzoek een interview uitgevoerd met Dimitri van Dam van waterschap Vallei en Veluwe. Om informatie te verzamelen over de ecologie in het gebied is een interview uitgevoerd met voormalig stadsecoloog Renee van Assema. Voor recreatie en beleving is een interview uitgevoerd met Houkje Hibma, Marjolein van Steen en Eline Augustijn van de gemeente Amersfoort. Gedurende dit interview is gekeken naar vanuit welke gebruikers de Malewetering in huidige staat wordt beleefd, waar mogelijke knelpunten zitten en gebrainstormd over hoe de Malewetering in de toekomst kan bijdragen aan een hogere recreatie- en belevingswaarde. Tot slot is er een interview uitgevoerd met een bewoner aan de Hof der Herinnering. Dit interview is uitgevoerd om meer inzicht te krijgen in de bewonersinitiatieven en de problematiek die speelt in de wijk omtrent wateroverlast. De uitgewerkte interviews staan in bijlage II.

4.4 GIS-analyse

Met behulp van verschillende GIS-kaarten zijn gegevens verzameld en zijn componenten in het natuurlijk systeem en de ruimtelijke inrichting geanalyseerd. Hiervoor zijn verschillende kaarten gebruikt, zoals de bodem- en geomorfologische kaart, het leggersysteem, historische kaarten, wijkatlassen, groenkaart Amersfoort, beheerkaarten, kaarten Ecoscan Amersfoort 2020 enzovoort.

4.5 Watersysteemanalyse

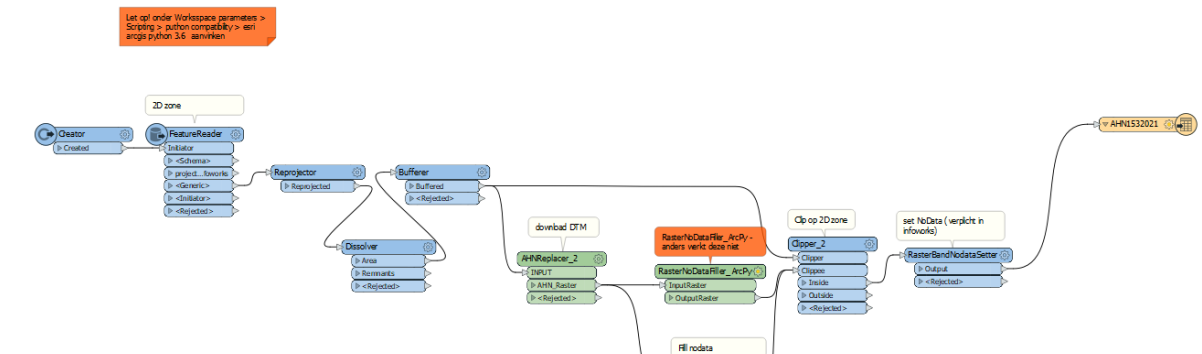
Om de kwetsbare gebieden in het stroomgebied van de Malewetering onder extreme neerslagomstandigheden in beeld te brengen is het watersysteem geanalyseerd. Hiervoor is een waterbalans van het stroomgebied opgesteld om wateroverlast, en vooral wateroverlast op straat in beeld te brengen. Een waterbalans is een balansberekening van de hoeveelheden water binnen het onderzoeksgebied over een bepaalde tijdsperiode. Er is gekeken naar de wateraanvoer, - afvoer en verandering in berging. Wegens beperkte tijd van het onderzoek is gekozen voor een waterbalans berekening en niet voor een hydraulische modelberekening. Daarbij is de bergings- en pompcapaciteit van de riolering niet meegenomen. Ook is de hoeveelheid verhard oppervlak en onverhard oppervlak en daarmee ook de infiltratiecapaciteit van groen niet meegenomen in de berekening. In werkelijkheid zal het water zich lokaal anders bewegen, door de riolering worden afgevoerd of in groen infiltreren. Dit is afgesproken in overleg met de opdrachtgever. Onderstaand worden de stappen voor de waterbalansberekening toegelicht.

1. Bepalen oppervlaktes hoogteverdelingen

Binnen het stroomgebied worden verschillende oppervlaktewaterpeilen gehandhaafd, dit worden peilvakken genoemd. Voor de waterbalans is het maximum streefpeil van de verschillende peilvakken aangehouden. Daarbij is voor de berekening het stroomgebied opgedeeld in verschillende deelgebieden. De opdeling is gebaseerd op de aanwezige stuwen en peilvakken. Voor de berekening zijn daarom verschillende peilvakken met een ander maximum streefpeil samen genomen. Per deelgebied is vervolgens een nieuw maximum streefpeil toegekend. Dit 'nieuwe' maximum streefpeil komt overeen met het laagste maximum streefpeil dat in dat deelgebied wordt aangehouden. Tevens dient dit nieuwe streefpeil als ondergrens van de oppervlaktebepaling van de verschillende hoogtes in het gebied. Bijvoorbeeld: in Vathorst is het nieuwe maximum streefpeil 1,2 meter t.o.v. NAP, met het programma FME is vervolgens bepaald hoeveel oppervlak in dat deelgebied lager is dan 1,2 m t.o.v. NAP, tussen de 1,2-1,3, 1,3-1,4, 1,4-1,5 meter t.o.v. NAP enzovoort ligt. Dit is gedaan op basis van het Actueel Hoogte Bestand:

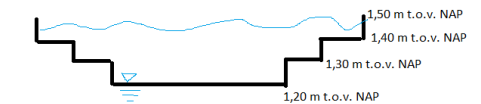
- **Stap 1: intekenen deelgebieden GIS.** De polygonen van de verschillende deelgebieden zijn gemaakt in het programma GIS (geografisch informatie systeem). Het oppervlaktewater is hier vervolgens uitgeknipt met de cliptool. Dit is gedaan omdat punten die geen data bezitten in het Actueel Hoogtebestand in de volgende stap werden opgevuld. Indien de watergangen wel mee werden genomen, zou dit verkeerde hoogtewaarden hebben kunnen geven aan de watergangen. Terwijl in werkelijkheid het waterpeil van de watergangen varieert en in een 'normale situatie' niet hoger ligt dan het toegekende maximum oppervlaktewaterpeil.

- **Stap 2: opvullen en knippen AHN.** Het actueel hoogtebestand is bijgesneden naar het desbetreffende deelgebied van het onderzoeksgebied. Dit is gedaan middels het programma FME, waarin verschillende tools zijn uitgezet. Deze tool is ontwikkeld door Sweco. Eerst hebben de diverse tools de AHN opgevuld en vervolgens bijgesneden naar de vorm van het deelgebied (clipper). De diverse tools die hiervoor zijn gebruikt zijn weergegeven in figuur 9.

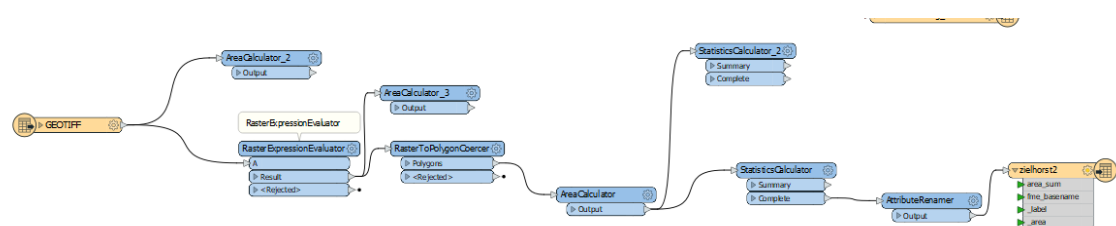


Figuur 9, FME-tool AHN

- **Stap 3: bepalen oppervlakte hoogteverdelingen.** De bijgesneden AHN is vervolgens weer ingeladen in het programma FME, met andere tools. In deze tool van FME is per deelgebied het aandeel oppervlak van verschillende hoogtes bepaald, waar voor deelgebied Vathorst dus geldt: aandeel oppervlak < 1,2 m t.o.v. NAP, tussen de 1,2-1,3, 1,3-1,4, 1,4-1,5 meter t.o.v. NAP enzovoort (figuur 11). Per deelgebied zijn stappen van 10 centimeter gemaakt. Het toegekende 'nieuwe maximum waterpeil' dient als ondergrens voor de oppervlaktebepaling. Door het oppervlak te bepalen tussen verschillende hoogtes t.o.v. NAP kan worden berekend hoeveel water over dat oppervlak kan worden geborgen (figuur 10).



Figuur 10, visualisatie waterbalans



Figuur 11, FME-tool oppervlakte hoogteverdelingen

- **Stap 4: oppervlakte hoogteverdelingen inladen Excel.** De berekende oppervlaktes van de verschillende hoogtes zijn vervolgens ingeladen in Excel om de waterbalans berekening uit te voeren.

2. Waterbalans

Voor de berekening is gebruik gemaakt van de maatgevende afvoer van de Malewetering. De maatgevende afvoer is toegepast omdat geen hydraulische modelberekening is uitgevoerd. Om hieraan tegemoet te komen is, op basis van **Expert Judgement**, de maat van de maatgevende afvoer in de verschillende deelgebieden gevarieerd als gevoeligheidsanalyse. Er is uitgegaan dat bij extreme buien, twee tot drie keer de maatgevende afvoer, de afvoer zal toenemen tot meer dan de maatgevende afvoer (m.u.v. begrenzing); In de basis is daarom naast de maatgevende afvoer gerekend twee keer en drie keer de maatgevende afvoer op peilscheidingen, om te kijken wat de effecten zijn op het watersysteem en in de omgeving.

De maatgevende afvoer van het stroomgebied de Malewetering heeft een maximale afvoernorm van 2,1 l/s/ha, oftewel, 18 mm per dag. Voor de Malewetering is uitgegaan dat dit overeenkomt met de maximale pompcapaciteit van het gemaal Malesluis (160 m³/min). Hierop zijn watergangen, inliggende duikers en stuwen in het systeem ontworpen. De verschillende deelgebieden hebben invloed op elkaar. Zo krijgt Zielhorst 2 zowel de aanvoer van de extreme neerslag binnen als de aanvoer vanuit Vathorst, krijgt de Grote vijver zowel de aanvoer van de extreme neerslag als vanuit Zielhorst 1, krijgt Kattenbroek aanvoer vanuit drie punten: Zielhorst 2, Grote Vijver en de extreme neerslag en krijgt Buitengebied-West de aanvoer vanuit Kattenbroek en de extreme neerslag. Dit wil zeggen dat de afvoer uit Vathorst tegelijkertijd de aanvoer is in Zielhorst 2. Het is daarom van belang om te weten hoe groot die aan- en afvoer van de verschillende deelgebieden is.

- **Stap 5: bepalen aan- en afvoer deelgebieden.**
 - a) Bepalen totaal oppervlak per deelgebied in m²
 - b) Bepalen cumulatief oppervlak:
 - Oppervlak Vathorst wordt opgeteld bij het oppervlak van Zielhorst 2
 - Oppervlak van Zielhorst 1 wordt opgeteld bij het oppervlak van de Grote Vijver
 - Oppervlak van Vathorst, Zielhorst 1&2 en de Grote Vijver worden opgeteld bij het oppervlak van Kattenbroek
 - Oppervlak van Buitengebied-West is het totaal aan oppervlak van de deelgebieden (alle deelgebieden zijn opgeteld bij het oppervlak van Buitengebied-West)
 - c) De stuw bij Vathorst heeft een vaste debiet van 0,5 m³/s, daarom wordt bij Vathorst uitgegaan van een afvoer van 0,5 m³/s en een aanvoer uit Vathorst, in Zielhorst 2 van 0,5 m³/s.
 - d) Maatgevende afvoer omzetten naar m³/s/m²: voor de andere deelgebieden is de aan- en afvoer berekend op basis van de maatgevende afvoer van 160 m³/min. Deze is eerst omgezet naar m³/s/m²: 160/60/totaal oppervlak.
 - e) Bepalen aan- en afvoer deelgebied, bij maatgevende afvoer: maatgevende afvoer in m³/s/m²*cumulatief oppervlak deelgebied.
 - f) Bepalen aan- en afvoer per deelgebied, bij een verdubbeling van de aan- en afvoer: berekende aan- en afvoer, op basis van de maatgevende afvoer (stap V.), keer twee.
 - g) Bepalen aan- en afvoer per deel gebied, bij drie keer de aan- en afvoer: berekende aan- en afvoer bij, op basis van de maatgevende afvoer (stap V.), keer drie.

Voor de waterbalans is uitgegaan van een extreme neerslagsituatie van 200 mm in 72 uur (3.2 Normloze aanpak).

- **Stap 6: omzetten neerslaghoeveelheid in m³.** De bui van 200 mm in 72 uur is omgezet in m³ om de totale aanvoer in het gebied in m³ te bepalen, dit is gedaan volgens de volgende berekening: $200/1000 \times \text{totaal oppervlak deelgebied}$.
- **Stap 7: omzetten afvoer en/of aanvoer in m³:** afvoer en/of aanvoer $\times 60 \times 60 \times 72$.
- **Stap 8: bepalen totale aanvoer in m³:** bui in m³ + aanvoer deelgebied $\times$ – afvoer $\times$ deelgebied
- **Stap 9: bepalen berging in m³ per hoogteverdeling.** Voorbeeld: bepalen berging tussen de 1,2 en 1,3 meter t.o.v. NAP . Oppervlak is de som van het totaal oppervlak aan oppervlaktewater in m², het oppervlak < 1,2 meter t.o.v. NAP in m² en het oppervlak tussen 1,2 en 1,3 meter t.o.v. NAP in m². Om de hoeveelheid berging te bepalen is de volgende berekening gemaakt: verschil in hoogte (10 centimeter) $\times$ het oppervlak.
- **Stap 10: bepalen aanvoer-berging & peilstijging.** Door de berging af te trekken van de aanvoer is bepaald of de berging wordt overschreden of dat er berging wordt overgehouden. Indien de berging wordt overschreden, is zelfde berekening gemaakt (Stap 9 & 10) voor de volgende hoogteverdeling. Stap 9 en 10 zijn uitgevoerd tot dat er berging op een bepaalde hoogte werd overgehouden (tot daar stijgt het water).

3. Gevoeligheidsanalyse Kattenbroek

Op deelgebieden Vathorst en Zielhorst 1 wateren geen bovenstrooms gelegen gebieden af en komt de waterbelasting vooral vanuit het gebied zelf. Deelgebied Kattenbroek is echter wel afhankelijk van hoe andere bovenstrooms gelegen gebieden, zoals Vathorst en Zielhorst, afwateren en deels water weten vast te houden. Daarbij ligt Kattenbroek en Hoogland-Noord in het stedelijk gebied relatief laag. Daarom is ook een analyse uitgevoerd waarbij is uitgegaan van een situatie dat begrenzings, als stuwen, minder goed functioneren. Dit geeft inzicht in de gevoeligheid van de verschillende delen van het stroomgebied voor extreme neerslag. Hiermee is een worst-case situatie in beeld in Kattenbroek. Stappen 8, 9, 10 en 11, bovenstaand beschreven, zijn voor deze analyse nogmaals uitgevoerd. Hiervoor, is gerekend met een situatie waarin de deelgebieden Vathorst, Zielhorst 2, Zielhorst 1 en de Grote Vijver met een drie keer maatgevende afvoer afwateren op Kattenbroek en Kattenbroek zelf een twee maal maatgevende afvoer heeft naar het Buitengebied.

4. Weergeven waterdiepte op kaart (WOLK)

Om de waterdiepte op kaart te weergeven is gebruik gemaakt van het Geografisch Informatie Systeem (GIS). Hiervoor is de hoogtekkaart gebruikt, die in stap 2 is gemaakt. De hoogtes tot waar het water stijgt zijn ingekleurd in GIS. Dit is zowel voor de waterbalans als voor de gevoeligheidsanalyse Kattenbroek gedaan. Hierdoor is inzichtelijk gemaakt welke deelgebieden vooral wateroverlast op straat ondervinden en welke daarmee kwetsbaar zijn voor extremere buien.

4.6 Mural

Om kansen en knelpunten in het stroomgebied vast te stellen, samen met de opdrachtgevers, is gebruik gemaakt van een Mural. Een Mural is een plek om samen met een team visueel samen te werken en problemen sneller op te lossen met het gebruik van een gebruiksvriendelijke digitaal canvas. De opdrachtgevers konden doormiddel van een Mural zelf nadenken over kansen in het stroomgebied aan de hand van kaartmateriaal.

4.7 Vaststellen kansen en knelpunten

De verzamelde gegevens van het literatuuronderzoek, interviews, GIS-kaarten en de watersysteemanalyse worden geanalyseerd om kansen en knelpunten in het stroomgebied vast te stellen. De verzamelde gegevens zijn individueel en in samenhang geanalyseerd. Dit samen met de Mural resulteert in kansen en knelpunten in het stroomgebied.

4.8 Expert Judgement

Bij afronding van elke fase is gebruik gemaakt van Expert Judgement. Dit houdt in dat deskundigen zijn of haar oordeel over bevindingen hebben gegeven op grond van zijn of haar kennis en ervaring. Dit is gedaan doormiddel van een tussentijdse presentatie, waarin de tussentijdse resultaten naar voren kwamen. Hierop konden de Experts hun vragen stellen en feedback geven. Tijdens het onderzoek hebben de volgende deskundigen meegepraat over de resultaten:

Tabel 1, Experts

Functie Expert:	Werkzaam bij:
Adviseur voor water, ruimte en klimaat in stedelijk en landelijk gebied.	Sweco
Adviseur ruimtelijke ontwikkeling en recreatie (incl. groen en beleving)	Gemeente Amersfoort
Strateeg ruimtelijke ontwikkeling	Gemeente Amersfoort

4.9 Hof der Herinnering

Voor de locatie Hof der Herinnering is er aanvullend op het uitgevoerde interview (4.3 Interviews) verschillende internetbronnen en GIS gebruikt en is de bodembreedte berekend. Met behulp van het Actueel Hoogtebestand en berekeningen in GIS is het afvoerend oppervlak bepaald. Vervolgens is met behulp van het Geografisch Informatie Systeem (GIS) een schatting gemaakt van de lengte en breedte van de Wadi. Daarnaast is de bodembreedte berekent:

Bodembreedte:

$$B_{insteek} = b * 3 * d * 2$$

Waarbij b de bodembreedte is en d de maximale waterdiepte.

4.10 Validiteit

Voor het onderzoek is afgeweken van de onderzoeksvragen die opgesteld zijn in het plan van aanpak. Hoewel de huidige onderzoeksvragen, paragraaf 4.1, gedeeltelijk overeenkomen met de eerst gestelde onderzoeksvragen, sluiten de huidige beter aan bij het onderzoek. Voor het beantwoorden van de onderzoeksvragen is voornamelijk literatuuronderzoek en GIS-analyses uitgevoerd. Sommige onderzoeken of kaarten zijn niet actueel, doordat er verandering is plaatsgevonden in de leefomgeving. Dit geldt bijvoorbeeld voor ecologie. Hoewel er onderzoek is gedaan naar de ecologische toestand van de Malewetering in 2020, is niet de gehele Malewetering meegenomen. Daarnaast is het onderzoek twee jaar geleden uitgevoerd en kan er nu al verandering hebben plaatsgevonden in de ecologische kwaliteit. Echter, wordt dit niet of onvoldoende gemonitord door het waterschap en de gemeente. Om voldoende uitspraak te kunnen doen over zowel de chemische als ecologische kwaliteit van het systeem van de Malewetering, en mogelijk verbetering daarvan zal uitgebreid onderzoek moeten plaatsvinden.

Voor de watersysteemanalyse is gekozen, wegens het tijdsbestek en de omvang van de opdracht, om geen hydraulische modelberekening uit te voeren. In plaats daarvan is een waterbalans van het stroomgebied gemaakt. Voor de berekening is niet de bergings- en pompcapaciteit van de riolering meegenomen, infiltratie groen, hoeveelheid groen en verhard oppervlak meegenomen. In werkelijkheid zal het water zich lokaal anders bewegen, gedeeltelijk door de riolering worden afgevoerd, langer op straat blijven staan of in groen infiltreren. Ook zijn verschillende peilvakken samen genomen en is gebruik gemaakt van de AHN 3 DTM, waardoor objecten als huizen en bomen niet mee zijn genomen. Het onderzoek was betrouwbaarder geweest als er gebruik was gemaakt van de AHN DSM, waarin o.a. huizen wel in mee zijn genomen. Hierdoor kan worden gesteld dat de waterbalansberekening onvoldoende betrouwbaar is om uitspraken te doen over waar wateroverlast optreedt. Wel geeft de waterbalansberekening inzicht in de kwetsbare gebieden in het stroomgebied. De kwaliteit van de watersysteemanalyse kan daarom verbeterd worden door een hydraulische modelberekening uit te voeren.

Om tot kansen en knelpunten te komen is er een werksessie met het programma Mural uitgevoerd. Doordat de voorafgaande presentatie over de tussentijdse resultaten langer duurde dan gepland, was er geen tijd om gezamenlijk naar verschillende kaarten te kijken om tot kansen en knelpunten te komen. De opdrachtgevers hebben zelf in hun eigen tijd gekeken naar de Mural en kansen en knelpunten neergezet. Voor de kwaliteit van het onderzoek had er nog een extra werksessie moeten plaatsvinden om de kansen en knelpunten beter af te stemmen met de opdrachtgevers.

Voor Hof der Herinnering is gekozen om niet een volledige technische uitwerking te maken en alleen grove afmetingen van de wadi te berekenen, dit omdat het relevant was voor het onderzoek en geen wens was vanuit de gemeente. Dit is afgestemd met de opdrachtgevers. De technische uitwerking van de wadi zal in vervolgplannen moeten worden meegenomen om de afmetingen van een toekomstige wadi volledig uit te werken en betrouwbaar te maken.

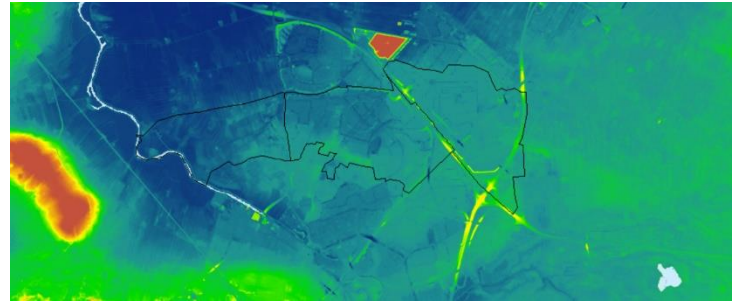
5. Onderzoeksresultaten

De resultaten van het onderzoek met visualisaties en toelichtingen staan beschreven en weergegeven in de storymap. In dit hoofdstuk komen aanvullende onderzoeksresultaten aanbod die niet zijn gepresenteerd in de storymap.



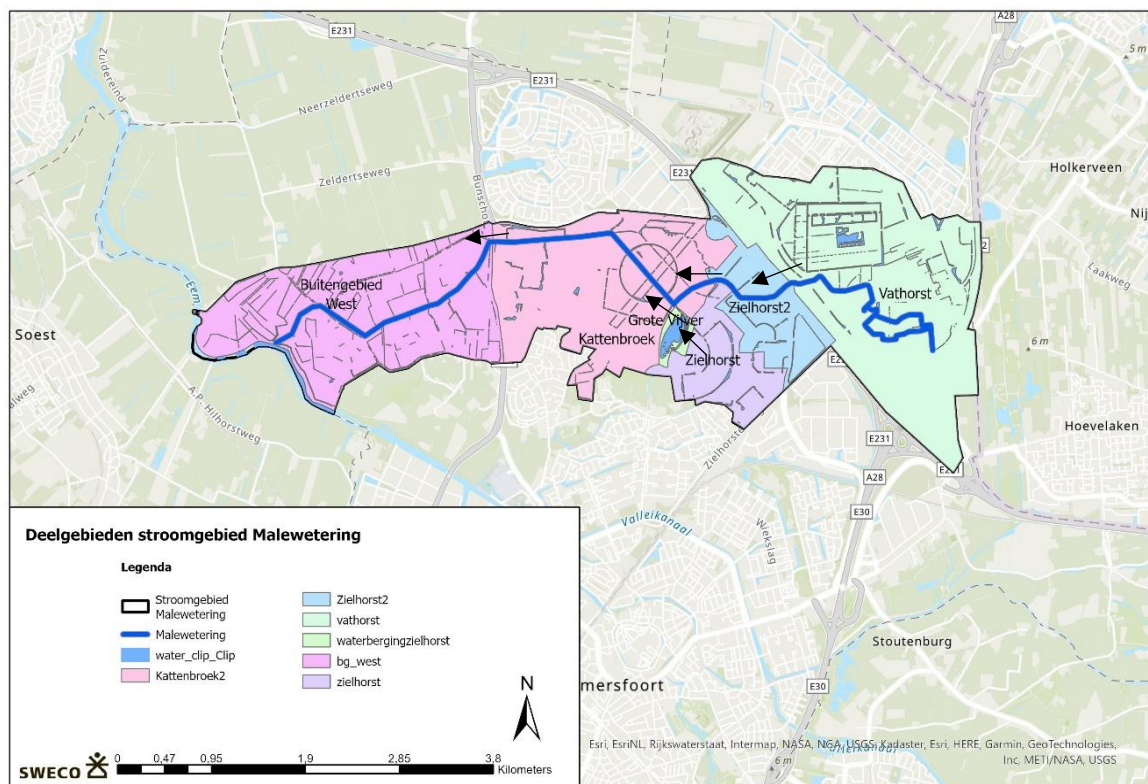
5.1 Functioneren normloos watersysteem

Voor de watersysteemanalyse is zoals beschreven in paragraaf 4.6 watersysteemanalyse verschillende stappen gezet en berekeningen uitgevoerd. De berekeningen voor de waterbalans zijn toegelicht in paragraaf 4.6 watersysteemanalyse. In deze paragraaf worden de resultaten van de berekeningen weergegeven. Voor de waterbalans is gebruik gemaakt van het Actueel Hoogte Bestand Nederland. Het Actueel Hoogtebestand, figuur 12, laat zien dat het Oosten van het stroomgebied hoger ligt dan het Westen. De wijk Kattenbroek ligt lager dan omliggende wijken Vathorst, Zielhorst en Schothorst. Ook Buitengebied-West ligt duidelijk lager in het landschap.



Figuur 12, AHN Stroomgebied Malewetering

De waterbalansberekening is uitgevoerd op basis van de deelgebieden weergegeven in figuur 13. Vathorst watert af op Zielhorst 2, Zielhorst op de Grote Vijver, Grote Vijver en Zielhorst 2 op Kattenbroek en Kattenbroek op Buitengebied-West (zie pijlen figuur 13).



Figuur 13, deelgebieden waterbalans

De resultaten van stap 1 tot en met 4 zijn weergegeven in Voor de waterbalans is, op basis van Expert Judgement, de maat voor maatgevende afvoer gevarieerd als gevoeligheidsanalyse. De maatgevende afvoer is gebaseerd op de maximale pompcapaciteit van het gemaal Malesluis (160 m³/min) m.u.v. Vathorst. Voor vathorst is uitgegaan van de automatische debietregeling van 0,5 m³/s. De stappen die zijn omschreven in paragraaf 4.6 watersysteemanalyse worden hier herhaald met de daarbij behorende resultaten.

Waterbalans berekening

Stap 5: bepalen aan- en afvoer deelgebieden.

- Bepalen totaal oppervlak per deelgebied in m²
- Bepalen cumulatief oppervlak:

Resultaten

Tabel 3, resultaten 5.a en 5.b

Deelgebieden	Oppervlak m ²	Cumulatief Oppervlak m ²
Vathorst	4533220	4533220
Zielhorst 1	901651	901651
Zielhorst 2	1028188	5561408
Grote Vijver	112198	1013849
Kattenbroek	2954696	9529953
Buitengebied	3273201	12803154
Totaal oppervlak	12803154	

Tabel 2, resultaten stap 1 t/m 4 Vathorst

Klasseverdeling	Waarde	Som van oppervlak in m ²
0	<1,2	66117
1	<1,3	32042
2	<1,4	20206,5
3	<1,5	20227,5
4	<1,6	16308,75
5	<1,7	23949
6	<1,8	28620,25
7	<1,9	33099
8	<2,0	37497
9	<2,1	34095
10	<2,2	45247
11	<2,3	63362,5
12	<2,4	96099
13	<2,5	189606,75
14	<2,6	340722,75
15	<2,7	466198
16	<2,8	488403
17	<2,9	324449,5
18	<3,0	279177
19	<3,1	1927792,5

- Maatgevende afvoer omzetten naar m³/s/m². Voor de deelgebieden is de aan- en afvoer berekend op basis van de maatgevende afvoer van 160 m³/min m.u.v. Vathorst.
 - Afvoer omzetten van m³/min naar m³/s/m²: 160/60/totaal oppervlak in m² = 160/60/12803154
 - Voor vathorst = 0,5/12803154
- Analyse 1: bepalen aan- en afvoer deelgebied, bij maatgevende afvoer. Aan- en afvoer deelgebied = maatgevende afvoer in m³/s/m²*cumulatief oppervlak deelgebied.
- Analyse 2: Bepalen aan- en afvoer per deelgebied, bij een verdubbeling van de aan- en afvoer: berekende aan- en afvoer, op basis van de maatgevende afvoer (stap V.), keer twee.
- Analyse 3: Bepalen aan- en afvoer per deel gebied, bij drie keer de aan- en afvoer: berekende aan- en afvoer bij, op basis van de maatgevende afvoer (stap V.), keer drie.

Resultaten

Tabel 4, resultaten 5.c, 5.d, 5.e, 5.f

Deelgebieden	Afvoer m ³ /s/m ²	ANALYSE 1 m ³ /s	ANALYSE 2 m ³ /s	ANALYSE 3 m ³ /s
vathorst	1,10297E-07	0,50	1,00	1,50
zielhorst 1	2,07761E-07	0,19	0,37	0,56
zielhorst 2	2,07761E-07	1,16	2,31	3,47
Grote Vijver	2,07761E-07	0,21	0,42	0,63
kattenbroek	2,07761E-07	1,98	3,96	5,94
buitengebied	2,07761E-07	2,66	2,66	2,66

Voor de waterbalans is uitgegaan van een extreme neerslagsituatie van 200 mm in 72 uur. Deze waarde voor de extreme neerslagsituatie is gebaseerd op het rapport van Deltares: “Wat als ‘de waterbom’ elders in Nederland was gevallen?” In uitgevoerde Hackathon is ook gerekend met 200 mm in 72 uur (de Bruijn & Slager, 2022).

Stap 7: de bui van 200 mm in 72 uur is omzetten naar m³: $200/1000 \times \text{totaal oppervlak deelgebied}$.

Stap 8: omzetten afvoer en/of aanvoer in m³: $\text{afvoer en/of aanvoer} \times 60 \times 60 \times 72$.

Stap 9: bepalen totale aanvoer in m³: $\text{bui in m}^3 + \text{aanvoer deelgebied} \times \text{afvoer} \times \text{deelgebied}$

Resultaten stap 7, 8 en 9 voor Vathorst bij analyse 2

Voor de andere deelgebieden zijn de resultaten weergegeven in bijlage III.

Tabel 5, resultaten stap 7, 8 en 9 voor Vathorst bij analyse 2

Totaal opp. in m ²	Neerslag mm	Neerslag in m ³	Afvoer m ³ /s	Afvoer in m ³	Totale aanvoer m ³
4533220	200 mm / 72 uur	906644	1	259200	647444,00

Stap 10: bepalen berging in m³ per hoogteverdeling. Voorbeeld: bepalen berging tussen de 1,2 en 1,3 meter t.o.v. NAP. Oppervlak is de som van het totaal oppervlak aan oppervlaktewater in m², het oppervlak < 1,2 meter t.o.v. NAP in m² en het oppervlak tussen 1,2 en 1,3 meter t.o.v. NAP in m². Om de hoeveelheid berging te bepalen is de volgende berekening gemaakt: verschil in hoogte (10 centimeter) * het oppervlak.

Stap 11: bepalen aanvoer-berging & peilstijging. Door de berging af te trekken van de aanvoer is bepaald of de berging wordt overschreden of dat berging werd overgehouden. Indien de berging werd overschreden, is dezelfde berekening gemaakt (Stap 9 & 10) voor de volgende hoogteverdeling. Stap 9 en 10 zijn uitgevoerd tot dat er berging op een bepaalde hoogte werd overgehouden (tot daar stijgt het water). Voor vathorst zijn de resultaten voor analyse 2 weergegeven in tabel 6. De resultaten voor de andere deelgebieden en de analyses van 1 en 3 zijn weergegeven in bijlage III. De visualisatie van de resultaten staat weergegeven in de storymap.

Resultaten stap 10 en 11 voor Vathorst bij analyse 2

Tabel 6, resultaten stap 10 en 11 voor Vathorst bij analyse 2

	1,20-1,30	1,30-1,40	1,40-1,50	1,50-1,60	1,60-1,70	1,70-1,80	1,80-1,90	1,90-2,00	2,00-2,10	2,10-2,20	2,20-2,30	2,30-2,40	2,40-2,50	2,50-2,60
Oppervlakt in m2	269147,313	289353,813	309581,313	325890,063	349839,063	378459,313	411558,313	449055,313	483150,313	528397,313	591759,813	687859	877465,563	1218188,313
Verschil in hoogte in m	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
berging in m3	26914,7313	28935,3813	30958,1313	32589,0063	34983,9063	37845,9313	41155,8313	44905,5313	48315,0313	52839,7313	59175,9813	68785,9	87746,5563	121818,8313
Neerslag in m3	647444,00	620529,2687	591593,8874	560635,7561	528046,7498	493062,8435	455216,9122	414061,0809	369155,5496	320840,5183	268000,787	208825	140038,9244	52292,3681
aanvoer - berging	620529,27	591593,8874	560635,7561	528046,7498	493062,8435	455216,9122	414061,0809	369155,5496	320840,5183	268000,787	208824,8057	140039	52292,3681	-69526,4632

Tabel 7, peilstijgingen per deelgebied analyse 2

Deelgebied	Peilstijging in m	*peilstijging in m verhanglijn
Vathorst	1,3	
Zielhorst 2	0,0	0,45
Zielhorst 1	1,3	
Grote Vijver	0,1	0,7
Kattenbroek	1,1	
Buitengebied-West	1,3	

De peilstijgingen in Zielhorst 2 en de Grote Vijver komen niet overeen met de werkelijkheid. Dit komt omdat de waterbalans een stationaire berekening is; Het water wordt aangevoerd en het wordt gelijk weer afgevoerd. Kortom, als de waarde dat wordt aangevoerd kleiner is dan dat wordt afgevoerd is er geen peilstijging. Uit de waterbalans blijkt dat er meer dan genoeg ruimte is in Zielhorst 2 en de Grote Vijver om de bui en de aanvoer vanuit andere deelgebieden op te vangen en door te voeren. Terwijl in werkelijkheid zal de bui zich opbouwen en zal het peil mee stijgen. Ook zal, als gevolg van grote peilstijging in Vathorst en Zielhorst 1, waarschijnlijk terugstuwing van water plaatsvinden uit Kattenbroek. Daarom is rechts van tabel 7 een andere waarde opgenomen voor Zielhorst 2 en de Grote Vijver. Deze waarde is gebaseerd op de verhanglijn die ontstaat vanuit Vathorst, Zielhorst 1 en Kattenbroek. Het is ingeschat dat in Zielhorst 2 in werkelijkheid 0,45 m peilstijging optreedt en voor de Grote Vijver 0,7 m peilstijging.

Gevoeligheidsanalyse Kattenbroek

Stap 8, 9, 10 en 11 zijn nogmaals uitgevoerd voor de gevoeligheidsanalyse Kattenbroek. Hiervoor is gerekend met een situatie waarin de deelgebieden Vathorst, Zielhorst 2, Zielhorst en de Grote Vijver met een drie keer maatgevende afvoer afwateren op Kattenbroek en Kattenbroek zelf een twee maal maatgevende afvoer heeft naar het Buitengebied. De resultaten zijn in tabel 8 en 9 weergegeven en in bijlage III. De resultaten geven een peilstijging aan van 1,70 meter, dat is 60 centimeter meer dan de voorgaande analyse. De visualisatie staat weergegeven in de storymap.

Resultaten

Tabel 8, resultaten stap 8 en 9 gevoeligheidsanalyse Kattenbroek

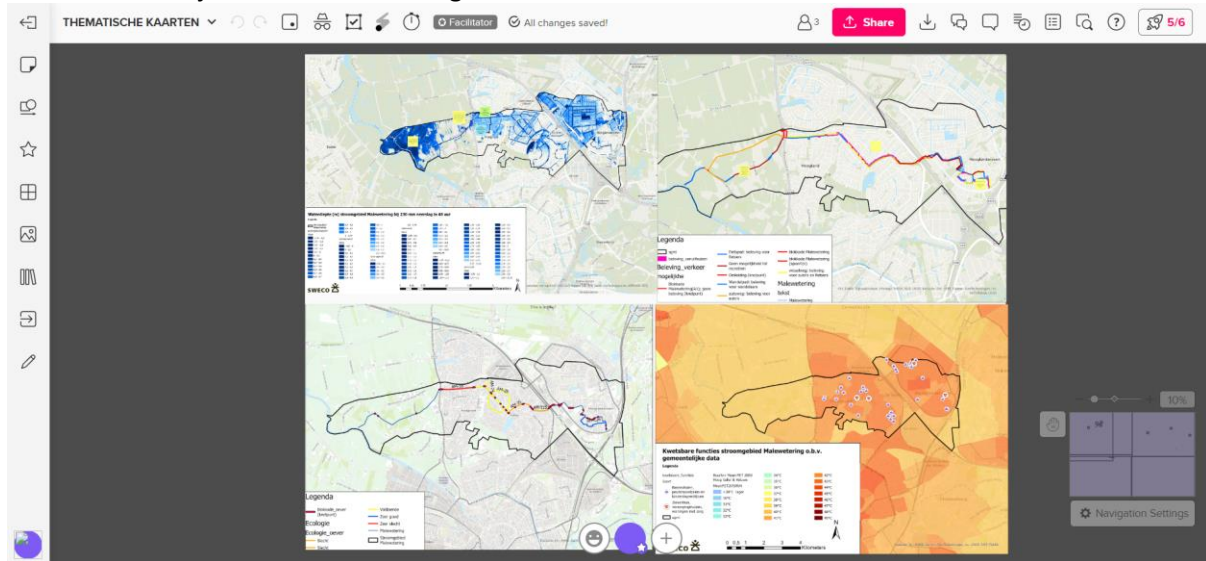
Totaal opp. in m2	Neerslag uur	Neerslag m3	Neerslag + de aanvoer zielhorst1&2 in m3	Afvoer kattenbroek in m3/s	Afvoer kattenbroek in m3	Totale aanvoer in m3
2954696,25	200	5,91E+05	1653206,096	3,96	1026408,92	626797,179

Tabel 9, resultaten stap 10 en 11 gevoeligheidsanalyse Kattenbroek

	0,0-0,1	0,1-0,2	0,2-0,3	0,3-0,4	0,3-0,5	0,3-0,6	0,3-0,7	0,3-0,8	0,3-0,9	0,9-1,0	1,0-1,1	1,1-1,2	1,2-1,3	1,3-1,4	1,4-1,5	1,5-1,6	1,6-1,7	1,7-1,8
Oppervlakt	129105,511	152146,761	176332,761	202096,261	216659,011	226979,761	238052,3	249481,3	261340,3	275369,3	292559	322578,3	370684,5	442938,5	588628	854034,3	1206940	1511344
Verschil in hoogte	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
berging in m3	12910,5511	15214,6761	17633,2761	20209,6261	21665,9011	22697,9761	23805,23	24948,13	26134,03	27536,93	29255,9	32257,83	37068,45	44293,85	58862,8	85403,43	120694	151134,4
(bui die valt in m3 (invoer)	626797,18	613886,6283	598671,9522	581038,6761	560829,05	539163,1489	516465,1728	492659,9	467711,8	441577,8	414040,9	384785	352527,1	315458,7	271164,8	212302	126898,6	6204,586
invoer - berging	613886,6283	598671,9522	581038,6761	560829,05	539163,1489	516465,1728	492659,9	467711,8	441577,8	414040,9	384785	352527,1	315458,7	271164,8	212302	126898,6	6204,586	-144930

5.2 Mural

Onderstaand is de Mural weergegeven. Hierop hebben de opdrachtgevers kansen en knelpunten kunnen omschrijven voor het stroomgebied.



Figuur 14, mural

Resultaten

- Kans: creëren van waterberging met natte natuur
- Kans: verbinding via aparte by-pass of verlaagde oever om bij extreme neerslag meer water naar lagere gelegen gebied langs de Eem te transporteren. Tevens ecologische verbinding.
- Kans: overgang Bunschoterstraat regelbaar maken om meer water door te laten, als dat nodig is, om bebouwing van wateroverlast te sparen en Buitengebied-West als noodopvang te gebruiken.
- Kans: oevers Malewetering in Hoogland-Noord verflauwen, waardoor de ecologische kwaliteit kan worden verbeterd en het mogelijk wordt om langs de Malewetering te wandelen (meer beleving).
- Kans: recreatieve pas langs de Malewetering in het Buitengebied.
- Kans: Maleweteringpark als aangewezen wandelroute voor gemeente en provincie.

5.3 Reflectie onderzoeksresultaten

De berekeningen van de waterbalans zijn beoordeeld op basis van Expert Judgement, daarmee zijn zij valide voor dit onderzoek. De betrouwbaarheid van de resultaten van stap 1 tot en met 4 van de watersysteemanalyse (5.1 Functioneren normloos watersysteem) kunnen daarentegen wel in twijfel worden genomen. Dit heeft voornamelijk te maken met dat er gebruik is gemaakt van de AHN 3 DTM, waar objecten als huizen niet in zijn meegenomen. In werkelijkheid kunnen de oppervlaktes van de verschillende hoogtes verschillen. Ook de betrouwbaarheid van de resultaten van de waterbalans en daarmee de berekende peilstijgingen kunnen in twijfel worden genomen. Dit heeft te maken met dat in werkelijkheid aangrenzende peilgebieden kunnen gaan terugstuwen. Hoewel terugstuwning wordt geremd door inliggende duikers, kan het voorkomen dat er verschillen van tien tot twintig centimeter optreden in de peilstijgingen. Om dit inzichtelijk te krijgen en de resultaten betrouwbaar te maken, zou een hydraulische modelberekening moeten worden uitgevoerd.

De resultaten van het onderzoek, die voor het grootste deel weergegeven staan in de storymap, is beoordeeld door de opdrachtgevers. Zij hebben hier feedback en aanvullende wensen op gegeven, deze zijn vervolgens verwerkt. De storymap kan worden gebruikt als inspiratiebron, input voor omgevingsplannen en communicatiemiddel voor de gemeente. Zo hebben zij hier al gebruik van gemaakt om te communiceren met de provincie voor het aanwijzen van nieuwe wandelroutes.

6. Aanbevelingen

In dit hoofdstuk worden aanbevelingen beschreven. Dit zijn inhoudelijke aanbevelingen en advies over prioritering van de vervolgactiviteiten.

6.1 Vervolgonderzoeken

Voor verdere ontwikkeling voor onderzoek naar de Malewetering is, indien gewenst vanuit de opdrachtgever, aanbevolen om de volgende vervolgonderzoeken uit te voeren:

- Onderzoek naar de chemische- en ecologische kwaliteit van het watersysteem van de Malewetering en mogelijk verbetering daarvan;
- Hydraulische modelberekening om wateroverlast te visualiseren;
- Verdiepend onderzoek hoe je groen nog beter kan verbinden in het stedelijk gebied;
- Onderzoek op wijk of buurtniveau naar mogelijkheden voor klimaatadaptatiestrategieën/-maatregelen.

Om betere uitspraken te kunnen doen over de chemische- en ecologische kwaliteit van het watersysteem van de Malewetering is het aan te bevelen om onderzoek te doen naar de ecologische- en chemische kwaliteit van het systeem en mogelijk verbetering daarvan. Aanvullend daarop kan worden nagedacht om de chemische waterkwaliteit beter te monitoren. Er zijn namelijk nu geen tot bijna geen gegevens van de chemische waterkwaliteit, waardoor er geen goede uitspraak kan worden gedaan over de huidige toestand, seizoen trends of trends door de jaren heen wat betreft de waterkwaliteit van de Malewetering. Om dit te doen kan er beter advies worden geformuleerd voor de waterkwaliteit en wordt de ambitie voor de Malewetering nagestreefd.

Verder is het aanbevolen om een hydraulische modelberekening uit te voeren om betrouwbare uitspraken te doen over wateroverlast. De resultaten van de waterbalans laten zien dat deelgebied Kattenbroek kwetsbaar is voor extremen, voornamelijk als de begrenzingen van de andere deelgebieden minder goed werken. Het kan daarom zijn dat bij extreme neerslag, water woningen binnenkomt. De waterbalans geeft daarmee een risico weer, om dit zeker te weten en nader uit te werken op detailniveau is het aanbevolen om een hydraulische modelberekening uit te voeren op wijkniveau. Daarbij is het ook aanbevolen om vervolgens verdiepend onderzoek uit te voeren naar maatregelen voor het verminderen van wateroverlast.

Ook is het aanbevolen om verdiepend onderzoek te doen naar hoe je groen nog beter kan verbinden in stedelijk gebied. In het stroomgebied zitten namelijk nog obstakels die groen en de toegang tot groen langs de Malewetering doen blokkeren. In het klein zijn dat de duikers maar in het groot zijn dat de hoofdwegen de E231 en de N199. Het is aanbevolen om bij vervang van infrastructuur rekening te houden met groenblauwe verbindingen. Dit wil zeggen dat er niet alleen meer moet worden gekeken naar de doorloop van water, maar ook de oever en het liefst ook het doorverbinden van de beleving. In het ideale beeld passen we de netwerken aan op het natuurlijke systeem en niet andersom.

6.2 Prioritering van kansen

Voor het onderzoek zijn er verschillende kansen in kaart gebracht om de ambitie voor de Malewetering te realiseren. Deze kansen zijn te zien in de storymap, onder het kopje 'De Malewetering toekomstbestendig'. Hoewel deze kansen geen directe wettelijke/uitvoeringsstatus hebben en geen rekening is gehouden met investering-, beheer- of onderhoudskosten, is het aanbevolen om op korte termijn of lange termijn verdiepend onderzoek uit te voeren naar de kansen en indien mogelijk te verwezenlijken. Het is daarbij van belang bij herinrichting van de openbare ruimte van zowel het stedelijk als landelijk gebied door heel Amersfoort de kaart op het netvlies te houden. De kansen kunnen ook toepasbaar zijn voor andere wijken in Amersfoort. Indien er namelijk zich kansen voor doen bij herinrichtingsplannen of groot onderhoud voor een groenblauwe verbinding robuuster in te richten kunnen deze kansen mee worden genomen. De kaart dient daarmee als input voor omgevingsplannen.

Tabel 10, maatregelen kort- en lang termijn

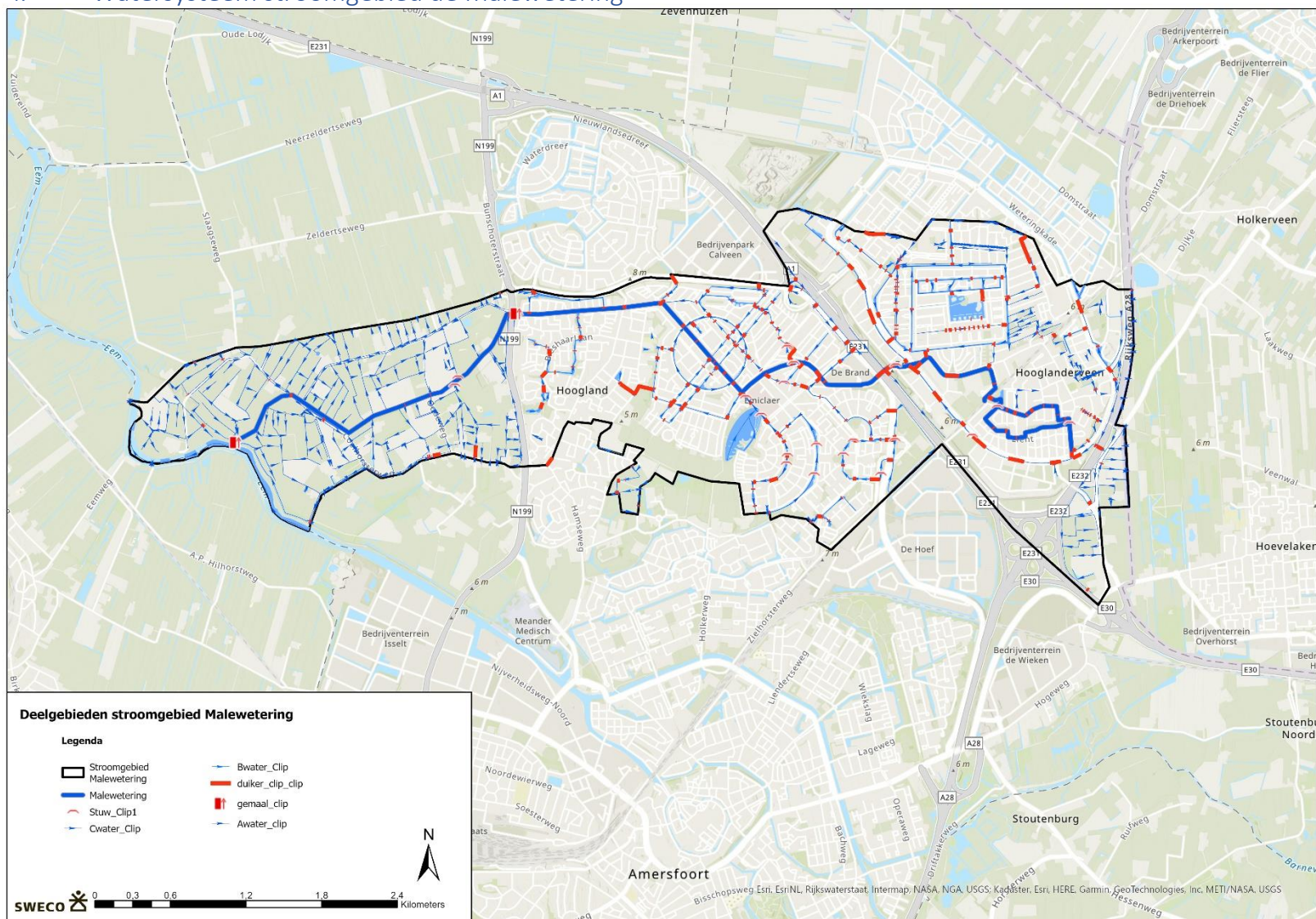
Maatregelen kort termijn (10 jaar)	Maatregelen lang termijn (10 -30 jaar)
Het aanwijzen van de diverse beweeg- en wandelrondes op kaart m.b.t. de Malewetering	Waterberging en natte natuur
Weghalen hekjes, aanleg schelpenpaden en plankier om wandelen langs de Malewetering uitnodigend en aantrekkelijk te maken voor recreanten.	Stuw Bunschoterstraat regelbaar maken
Duikers vergroten & aanleggen faunapassage	Aanleg vispassages
Verdiepen Malewetering	Regenwateropslag onder sportvelden
Verflauwen oevers Malewetering	Ondergrondse parkeergarage met park, aanleg verkeersdrempels & groen geluidscherm
Aanleg plasbermen	De Malewetering bovengronds; Kruisende infrastructuur mag geen barrière meer zijn voor de groenblauwe verbinding
Vergroenen van de oevers	
Natuurinclusieve kade	
Sup- en kanoroute Malewetering	
Aanleg vlonders & creëren van pauzeplekken	
Vergroenen winkelcentrum Emiclaer: tegels eruit, groen erin, groene daken, dakakker	
Natte dooradering & natuurincl. Landbouw	
Maisdoolhof terug het leven in	
Viaducten een nieuwe blik	

Literatuur

- Amsterdam Rainproof. (z.d.). *Water vasthouden en bergen*. Opgeroepen op mei 13, 2022, van Amsterdam Rainproof: <https://www.rainproof.nl/thema/water-vasthouden-en-bergen>
- Broersma, L. (2021). *Watervisie Amersfoort*. Amersfoort: Gemeente Amersfoort. Opgeroepen op maart 10, 2022
- de Bruijn, K., & Slager, K. (2022). *Wat als 'de waterbom' elders in Nederland was gevallen?* Delft: Deltares. Opgeroepen op april 24, 2022
- Gemeente Amersfoort (klimaatadaptatieteam). (2020). *Richtlijn klimaatbestendige bouw*. Amersfoort: Gemeente Amersfoort. Opgeroepen op mei 28, 2022
- Gemeente Amersfoort. (2015). *Groenvisie Amersfoort*. Amersfoort: Gemeente Amersfoort. Opgeroepen op mei 24, 2022
- Grond RR. (z.d.). *Principes*. Opgeroepen op mei 13, 2022, van Gidsmodellen: <https://gidsmodellen.nl/principes/>
- Informatiepunt Leefomgeving. (2022, z.d.). *De Omgevingswet*. Opgeroepen op Februari 2, 2022, van <https://iplo.nl/regelgeving/omgevingswet/>
- Kennisnetwerk Ontwikkeling en Beheer Natuurkwaliteit. (z.d.). *Fauna*. Opgeroepen op mei 16, 2022, van Kennisnetwerk Ontwikkeling en Beheer Natuurkwaliteit: <https://www.natuurkennis.nl/thema-s/fauna/fauna/v-s-voor-fauna/>
- MKBA. (z.d.). *Ruimtelijke kwaliteit*. Opgeroepen op juni 1, 2022, van MKBA: <https://www.mkba-informatie.nl/mkba-basics/abc-van-de-mkba/ruimtelijke-kwaliteit/#:~:text=Onder%20de%20noemer%20ruimtelijke%20kwaliteit,omgevingskwaliteit%27%20worden%20door%20elkaar%20gebruikt.>
- Planbureau voor de Leefomgeving. (2021). *Grote opgaven in een beperkte ruimte*. Den Haag: Planbureau van de leefomgeving. Opgeroepen op februari 28, 2022
- Rijksoverheid. (2021). *Ontwerp Nationaal Water Programma 2022-2027*. Den Haag: Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties. Opgeroepen op februari 28, 2022, van <https://open.overheid.nl/repository/ronl-9c782270-d575-42f3-9716-cd6b8f342b5b/1/pdf/1-ontwerp-nationaal-water-programma-2022-2027.pdf>
- Rijksoverheid. (z.d.). *Omgevingswet*. Opgeroepen op februari 4, 2022, van <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/omgevingswet>
- Rijkswaterstaat. (z.d.). *Normen voor Wateroverlast*. Opgeroepen op februari 4, 2022, van <https://www.infomil.nl/onderwerpen/lucht-water/handboek-water/thema-s/wateroverlast/normen-wateroverlast/>
- Staf Deltacommissaris. (2021). *Deltaprogramma 2021*. Den Haag: ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit en het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties. Opgeroepen op februari 28, 2022, van <https://dp2021.deltaprogramma.nl/5-ruimtelijke-adaptatie.html>
- Staf Deltacommissaris. (z.d.). *Deltaplan Ruimtelijke adaptatie*. Opgeroepen op februari 28, 2022, van <https://www.deltaprogramma.nl/themas/ruimtelijke-adaptatie/deltaplan>

Bijlagen

I. Watersysteem stroomgebied de Malewetering



II. Interviews

Interview waterschap Vallei en Veluwe

Voor het interview met Dimitri van Dam, waterschap Vallei en Veluwe, zijn onbekende gegevens opgevraagd van de verschillende kunstwerken van de Malewetering. Onderstaand zijn de gegevens opgesomd:

Stuw Euroweg:

- Debietregeling: 0,5 m³/s, gebruikt daarvoor de klep om het debiet vast te houden.
- Streefpeil: +1,20 m NAP
- Peil hwz = 1,19 m NAP
- Peil lwz = 0,67 m NAP
- Klepbreedte = 2 m

Stuw Bunschoterstraat

- Pomp paraat, nu: 0,5 m³/s, er zit geen debietregeling op. Streefpeil is 0.00 m³/s pomp gaat handmatig aan.
- Klepbreedte = 2,5 m
- Gemaal bij stuw is om vooral water aan te voeren, om het systeem van kattenbroek aan te vullen. Wordt handmatig gedaan.

Vaste stuw KST 1180

- Doorstroombreedte: 1,76 m
- Laagste doorstroomhoogte = 0,60 m NAP
- Hoogste doorstroomhoogte = 0,60 m NAP -> peil is dus 0,60 m + NAP

Duiker: KDU-15773

- Lengte: 68,30 m
- Hoogte opening: 1,55 m
- Breedte opening: 3,00 m
- Hoogte bob benedenstrooms = 0,5 m
- Hoogte bob bovenstrooms = 0,5 m
- Vorm koker = rechthoekig
- Materiaal = beton
- Bodemhoogte = 0,55 m

Duiker Euroweg, KDU-60100

- Lengte 90,26 m, rechthoekig
- Bob = -0,40 m t.o.v. NAP
- Rond 1500? Materiaal niet duidelijk, waarschijnlijk beton.

Duiker Euroweg, KDU-15601

- Lengte: 86,16 m
- Hoogte open opening: 1,00 m
- Breedte opening 2,00 m
- Hoogte bob -1,03 m t.o.v. NAP

- Bodemhoogte -1,05 m
- Vorm koker rond en beton

Gemaal Malesluis

- Streefpeil = -0.55 m t.o.v. NAP, zomerpeil -0.40 m NAP en winter -0,60 m NAP
- Beperkend is de pompcapaciteit: twee pompen -> capaciteit = 2 x 80 m³/min, 160 m³/min maximaal

Samenvatting interview oud stadsecoloog

1. Wat wordt als hoge natuurwaarden gezien?
Water en oude groen structuren worden als hoge natuurwaarden gezien. Voordat Vathorst werd gebouwd waren er waterlopen vol met dotterbloemen. Kwel maakt het gebied interessant qua vegetatie (kwel indicerende soorten). Natuurlijke oevers, waarbij er een goede overgang is van nat naar droog, zijn belangrijk voor de groei van oeverplanten.
2. Wat zijn knelpunten wat betreft de ecologische kwaliteit in het gebied?
Volgens de ecooloog ligt de Malewetering “strak in zijn jasje”, dit wil zeggen dat de Malewetering op veel plekken vrij steile oevers omvat. In Vathorst heeft er een oever een stenig karakter, waardoor oeverplanten zich moeilijk kunnen vestigen. Ook de sportvelden, waarbij de groenstroken volledig omhekt zijn doen de ecologie niet ten goede. Daarnaast heeft het beheer van de watergangen ook invloed op de ecologische kwaliteit. Zo zorgt maaisel dat na het schonen op de oever blijft liggen voor extra voedingsstoffen, waardoor veel ruigtes en voedselrijke planten zich gaan vestigen. Verder zijn duikers ook knelpunten als het aankomt op de ecologische kwaliteit. Duikers blokkeren namelijk de groei van oever- en waterplanten, faunapassages en als ze lang genoeg zijn ook de doortrekbaarheid van vissen.
3. Hoe kan de ecologische kwaliteit rondom de Malewetering verbeterd worden?
De ecologische kwaliteit kan op verschillende manieren verbeterd worden”
 - Meer waterplanten laten staan, dus minder schonen van de watergangen.
 - Doortrekbaarheid van vissen vergroten -> vispassages
 - De vier v’s:
 - Vergroten van leefgebied. Bijvoorbeeld: bredere oevers door langs de oevers wandel en fietspaden aan te leggen, waardoor ook een bredere doortrek is van natuur
 - Verbinden van leefgebied: vistrappen
 - Verbeteren van de bestaande kwaliteit
 - Verzorgen van de Huidige kwaliteit
 - Aanleg flauwe oevers
 - Particuliere tuinen ontstenen. Bijvoorbeeld een soort flyer maken over wat je als bewoner kan doen als je aan de Malewetering woont.

Samenvatting interview gemeente

Wat draagt bij aan de belevingswaarde?

Hogere natuurwaarden, cultureel erfgoed, seizoenswisselingen, de identiteit van het landschap, groen(bomen) enzovoort. Dit draagt allemaal bij aan de gebruiks- en belevingswaarde van een buurt, wijk of stad.

Welke gebruikersgroep is bij het realiseren van een recreatieve Malewetering met een hoge belevingswaarde het meest relevant? Of meerdere gebruikersgroepen?

Om meer inzicht te krijgen in de gebruikers van het landschap, zijn er verschillende gebruikersgroepen. Langs de Malewetering bevinden zich dan ook verschillende gebruikers, zoals Genieten- en ontspanningsgerichte wandelaar, Sportieve wandelaar, lange afstand wandelaars, hondenuitlaters en vissers.

Op wat voor manieren kan de Malewetering uitnodigender zijn voor recreanten?

- Aanleg van bijvoorbeeld schelpenpaden
- Steigers/vlonders om te vissen
- Sup en kanoën is veel vraag naar
- Realiseren van een recreatieve en toegankelijke route
- Realiseren van wandelrondjes; Vanuit je huis wandelen is het belangrijkst. Rondjes van drie tot maximaal vijf kilometer zijn aantrekkelijk.

Welke aspecten naast de mogelijkheid om te recreëren doormiddel van wandel en fietsroutes, zijn nog meer belangrijk, om een gebied aantrekkelijker te maken?

- Aanwezigheid van bankjes (pauzeplekken)
- Prullenbanken
- Horeca
- Toiletten.

**Kaart laten zien over kansen en knelpunten omtrent recreatie en beleving, wat is de mening van de gemeente?*

De gemeente is het eens met de geanalyseerde knelpunten. Dit zijn:

- E231 en de N199
- Buitengebied-West
- Autowegen
- Hekjes langs de Malewetering
- Steile oevers (moeilijk en gevaarlijk voor kinderen om te wandelen)
- Plekken waar niet gewandeld of gefietst kan worden langs de Malewetering

Samenvatting interview bewoner Hof der Herinnering

Bij hevige regenval ondervindt de wijk wateroverlast. Zowel aan de voordeur als aan de achtertuin kant. Zo moet vaak bij hevige regenval aan de voordeur kant, de kolkzuiger langs komen om de kolken uit te zuigen. Aan de achtertuinkant bevindt zich een speeltuin met zand, bij hevige regenval is de speeltuin twee dagen lang een vijver. Daarbij raakt de kolk bij de speeltuin door het inlopende zand snel verstopt en loopt het water bij een buurman de tuin binnen, waardoor een deel van de schuur vervangen moest worden.

Vorig jaar oktober heeft de bewoner tijdens de nier collecteweek gevraagd aan de buurtbewoners over de aanleg van een wadi aan de voordeurkant en een waterpomp aan de achtertuinkant. De bewoner meldt dat 95 procent enthousiast is over het idee. 4 à 5 huishoudens waren niet aanwezig.

De bewoner geeft aan dat het een leuk idee is om een waterpomp te integreren in de speeltuin, dan kunnen de kinderen spelen met water. Ook kan het water gebruikt worden om bijvoorbeeld tuinen mee te sproeien. Nu halen ze water de kinderen en ouders water uit de Malewetering, omdat ze geen leidingwater willen gebruiken.

Naast wateroverlast gaf de bewoner ook een aantal andere zaken aan wat hij graag verbeterd zou willen zien: bankjes bij de speeltuin voor de opa's en oma's, stenen onder de tennistafel vervangen.

Voor de wadi zouden de bewoners graag inspraak hebben. Ze willen graag kiezen tussen verschillende opties. Daarbij wordt een natuurvriendelijke wadi genoemd, zodat het groen in de buurt aantrekkelijker is. Het huidige groen vinden ze namelijk niet aantrekkelijk. Daarnaast moet er rekening gehouden met de weg voor de voordeuren, deze moet behouden worden. Er moet een mogelijkheid blijven dat de auto's bij de voordeur kunnen komen, wel wordt nu vaak over het groen gereden om bij de voordeur te komen.

III. Resultaten functioneren normloos watersysteem

Resultaten stap 1 t/m 4

Zielhorst 2

klasseverdeling	waarde	Som van oppervlak in m2
0	<0,65	4012
1	<0,75	7248,5
2	<0,85	5232,75
3	<0,95	5977
4	<1,05	5869,25
5	<1,15	3664,25
6	<1,25	3521,25
7	<1,35	2980,5
8	<1,45	3682,75
9	<1,55	4168,5
10	<1,65	4559
11	<1,75	4785
12	<1,85	4519,25
13	<1,95	5803,75
14	<2,05	11008,25
15	<2,15	20637,25
16	<2,25	30824,5
17	<2,35	54975
18	<2,45	82036
19	<2,55	83726,25
20	<2,65	96098,75
21	<2,75	95329,25
22	<2,85	487528,5

Zielhorst 1

klasseverdeling	waarde	Som van oppervlak in m2
0	<0,6	3018
1	<0,7	943,75
2	<0,8	5449,25
3	<0,9	3247,75
4	<1,0	2015
5	<1,1	3364,75
6	<1,2	6482,25
7	<1,3	5583
8	<1,4	5944,5
9	<1,5	6550
10	<1,6	4209,75
11	<1,7	4341,75
12	<1,8	5583,5
13	<1,9	8215,75
14	<2,0	10750
15	<2,1	49905,75
16	<2,2	28103,5
17	<2,3	34652,25
18	<2,4	43924,75
19	<2,5	669365,75

Grote Vijver

Klasseverdeling	waarde	Som van oppervlak in m2
0	<0,4	39,75
1	<0,5	2889,25
2	<0,6	6453
3	<0,7	5354,75
4	<0,8	7878
5	<0,9	5707,25
6	<1,0	1881,5
7	<1,1	1617
8	<1,2	2104,5
9	<1,3	2624,75
10	<1,4	3509,5
11	<1,5	4820,5
12	<1,6	5429
13	<1,7	7595,75
14	<1,8	4297,5
15	<1,9	3991
16	<2,0	3416
17	<2,1	4093,75
18	<2,2	3560,25
19	<2,3	3250,25
20	<2,4	2381,25
21	<2,5	3288,5
22	<2,6	26015

Kattenbroek

klasseverdeling	Waarde	Som van oppervlak in m2
0	<0,0	6287,75
1	<0,1	23041,25
2	<0,2	15304
3	<0,3	24186
4	<0,4	25763,5
5	<0,5	14562,75
6	<0,6	10320,75
7	<0,7	11072,5
8	<0,8	11429
9	<0,9	11859
10	<1,0	14029
11	<1,1	17189,75
12	<1,2	30019,25
13	<1,3	48106,25
14	<1,4	72254
15	<1,5	145689,5
16	<1,6	265406,25
17	<1,7	352906
18	<1,8	304403,25
19	<1,9	180577,75
20	<2,0	138184,75
21	<2,1	132133,25
22	<2,2	1099970,75

Buitengebied-West

klasseverdeling	Waarde	Som van oppervlak in m2
0	<-0,4	35207
1	<-0,3	16110,25
2	<-0,2	17866,75
3	<-0,1	19890,25
4	<0,0	32079,5
5	<0,1	68031,75
6	<0,2	78456,5
7	<0,3	111134,5
8	<0,4	147604,5
9	<0,5	176579,5
10	<0,6	166906,25
11	<0,7	164095
12	<0,8	161792,25
13	<0,9	167955,5
14	<1,0	170403,25
15	<1,1	169943,5
16	<1,2	174494,25
17	<1,3	165173,5
18	<1,4	139174,75
19	<1,5	132378,5
20	<1,6	127870,25
21	<1,7	107955,75
22	<1,8	722097,75

Resultaten stap 7, 8 en 9 analyse 2

Zielhorst 2

Totaal opp. m2	Neerslag mm	Neerslag in m3	Aanvoer uit Vathorst in m3/s	Aanvoer uit Vathorst m3	Afvoer Zielhorst 2 in m3/s	Afvoer Zielhorst 2 in m3	Totale aanvoer in m3
1028187,50	200	2,06E+05	1,000	259200,000	2,311	598982,8486	-134145,35

Zielhorst 1

Totaal opp. in m2	Neerslag mm	Neerslag m3	Afvoer Zielhorst 1 in m3/s	Afvoer Zielhorst 1 in m3	Totale aanvoer in m3
901651	200	1,80E+05	0,37	97110,94	8,32E+04

Grote Vijver

Totaal opp. in m2	Neerslag mm	Neerslag m3	Aanvoer Zielhorst 1 in m3	Afvoer Grote Vijver in m3/s	Afvoer Grote Vijver in m3	Totale aanvoer in m3
112198	200	2,24E+04	97110,94	0,42	109195,05	10355,487

Kattenbroek

Totaal opp. in m2	Neerslag mm	Neerslag m3	Neerslag + de aanvoer zielhorst2&Grote Vijver in m3	Afvoer kattenbroek in m3/s	Afvoer kattenbroek in m3	Totale aanvoer in m3
2954696,25	200	5,91E+05	1299117,147	3,96	1026408,92	272708,231

Buitengebied-West

Totaal opp. m2	Neerslag mm	Neerslag m3	Neerslag + de aanvoer uit Kattenbroek in m3	Afvoer Buitengebied-West in m3/s	Afvoer Buitengebied-West in m3	Totale aanvoer in m3
3273201	200	6,55E+05	1681049,116	2,66	689472,00	991577,116

Resultaten stap 10 en 11 analyse 2*Vathorst*

	1,20-1,30	1,30-1,40	1,40-1,50	1,50-1,60	1,60-1,70	1,70-1,80	1,80-1,90	1,90-2,00	2,00-2,10	2,10-2,20	2,20-2,30	2,30-2,40	2,40-2,50	2,50-2,60
Oppervlak in m2	269147,313	289353,813	309581,313	325890,063	349839,063	378459,313	411558,313	449055,313	483150,313	528397,313	591759,813	687859	877465,563	1218188,313
Vershil in hoogte in m	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
berging in m3	26914,7313	28935,3813	30958,1313	32589,0063	34983,9063	37845,9313	41155,8313	44905,5313	48315,0313	52839,7313	59175,9813	68785,9	87746,5563	121818,8313
Neerslag in m3	647444,00	620529,2687	591593,8874	560635,7561	528046,7498	493062,8435	455216,9122	414061,0809	369155,5496	320840,5183	268000,787	208825	140038,9244	52292,3681
aanvoer - berging	620529,27	591593,8874	560635,7561	528046,7498	493062,8435	455216,9122	414061,0809	369155,5496	320840,5183	268000,787	208824,8057	140039	52292,3681	-69526,4632

Zielhorst 2

	0,65-0,75
Oppervlak in m2	37182,86502
Vershil in hoogte in m	0,1
berging in m3	3718,286502
Neerslag in m3	-134145,35
aanvoer - berging	-137863,6351

Zielhorst 1

	0,6-0,7	0,7-0,8	0,8-0,9	0,9-1,0	1,0-1,1	1,1-1,2	1,2-1,3	1,3-1,4	1,4-1,5	1,5-1,6	1,6-1,7	1,7-1,8	1,8-1,9	1,9-2,0
Oppervlak in m2	34349,537	39798,787	43046,537	45061,537	48426,287	54908,537	60491,54	66436,04	72986,04	77195,79	81537,54	87121,04	95336,79	106086,787
Vershil in hoogte in m	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
berging in m3	3434,9537	3979,8787	4304,6537	4506,1537	4842,6287	5490,8537	6049,154	6643,604	7298,604	7719,579	8153,754	8712,104	9533,679	10608,6787
Neerslag in m3	83219,26	79784,31091	75804,43221	71499,77851	66993,62481	62150,99611	56660,14	50610,99	43967,39	36668,78	28949,2	20795,45	12083,35	2549,666515
aanvoer - berging	79784,31091	75804,43221	71499,77851	66993,62481	62150,99611	56660,14241	50610,99	43967,39	36668,78	28949,2	20795,45	12083,35	2549,667	-8059,012185

Grote Vijver

	0,4-0,5	0,5-0,6
Oppervlak in m2	61751,585	68204,585
Verskil in hoogte in m	0,1	0,1
berging in m3	6175,1585	6820,4585
Neerslag in m3	10355,49	4180,328325
aanvoer - berging	4180,328325	-2640,130175

Kattenbroek

	0,0-0,1	0,1-0,2	0,2-0,3	0,3-0,4	0,4-0,5	0,5-0,6	0,6-0,7	0,7-0,8	0,8-0,9	0,9-1,0	1,0-1,1	1,1-1,2
Oppervlak in m2	129105,511	152146,761	176332,761	202096,261	216659,011	226979,761	238052,261	249481,3	261340,3	275369,3	292559	322578,3
Verskil in hoogte in m	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
berging in m3	12910,5511	15214,6761	17633,2761	20209,6261	21665,9011	22697,9761	23805,2261	24948,13	26134,03	27536,93	29255,9	32257,83
Neerslag in m3	272708,23	259797,6798	244583,0037	226949,7276	206740,1015	185074,2004	162376,2243	138571	113622,9	87488,85	59951,92	30696,02
aanvoer - berging	259797,6798	244583,0037	226949,7276	206740,1015	185074,2004	162376,2243	138570,9982	113622,9	87488,85	59951,92	30696,02	-1561,81

Buitengebied-West

	-0,4-0,3	-0,3-0,2	-0,2-0,1	-0,1-0,0	0,0-0,1	0,1-0,2	0,2-0,3	0,3-0,4	0,4-0,5	0,5-0,6	0,6-0,7	0,7-0,8	0,8-0,9	0,9-1,0
Oppervlak in m2	206339,3427	224206,0927	244096,3427	276175,8427	344207,5927	422664,0927	533798,5927	681403,0927	857982,6	1024889	1188984	1350776	1518732	1689135
Verskil in hoogte in m	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
berging in m3	20633,93427	22420,60927	24409,63427	27617,58427	34420,75927	42266,40927	53379,85927	68140,30927	85798,26	102488,9	118898,4	135077,6	151873,2	168913,5
Neerslag in m3	991577,12	970943,182	948522,5727	924112,9384	896495,3542	862074,5949	819808,1856	766428,3263	698288	612489,8	510000,9	391102,5	256024,9	104151,7
aanvoer - berging	970943,182	948522,5727	924112,9384	896495,3542	862074,5949	819808,1856	766428,3263	698288,0171	612489,8	510000,9	391102,5	256024,9	104151,7	-64761,8

Resultaten stap 7, 8 en 9 analyse 1

Vathorst

Totaal opp. m2	Neerslag mm	Neerslag m3	Afvoer m3/s	Afvoer in m3	Totale aanvoer m3
4533220	200 mm / 72 uur	906644	0,5	129600	777044,00

Zielhorst 1

Totaal opp. m2	Neerslag mm	Neerslag in m3	Aanvoer uit Vathorst in m3/s	Aanvoer uit Vathorst m3	Afvoer Zielhorst 2 in m3/s	Afvoer Zielhorst 2 in m3	Totale aanvoer in m3
1028187,50	200	2,06E+05	0,500	129600,000	1,155	299491,4243	35746,08

Zielhorst 1

Totaal opp. in m2	Neerslag mm	Neerslag m3	Afvoer Zielhorst 1 in m3/s	Afvoer Zielhorst 1 in m3	Totale aanvoer in m3
901651	200	1,80E+05	0,19	48555,47	1,32E+05

Grote Vijver

Totaal opp. in m2	Neerslag mm	Neerslag m3	Aanvoer Zielhorst 1 in m3	Afvoer Grote Vijver in m3/s	Afvoer Grote Vijver in m3	Totale aanvoer in m3
112198	200	2,24E+04	48555,47	0,21	54597,52	16397,543

Kattenbroek

Totaal opp. in m2	Neerslag mm	Neerslag m3	Neerslag + de aanvoer Zielhorst2&Grote Vijver in m3	Afvoer kattenbroek in m3/s	Afvoer kattenbroek in m3	Totale aanvoer in m3
2954696,25	200	5,91E+05	945028,199	1,98	513204,46	431823,740

Buitengebied-West

Totaal opp. m2	Neerslag mm	Neerslag m3	Neerslag + de aanvoer uit Kattenbroek in m3	Afvoer Buitengebied-West in m3/s	Afvoer Buitengebied-West in m3	Totale aanvoer in m3
3273201	200	6,55E+05	1167844,658	2,66	689472,00	478372,658

Resultaten stap 10 en 11 analyse 1

Vathorst

	1,20-1,30	1,30-1,40	1,40-1,50	1,50-1,60	1,60-1,70	1,70-1,80	1,80-1,90	1,90-2,00	2,00-2,10	2,10-2,20	2,20-2,30	2,30-2,40	2,40-2,50	2,50-2,60	2,60-2,70
Oppervlak in m2	269147,313	289353,813	309581,313	325890,063	349839,063	378459,313	411558,313	449055,313	483150,313	528397,313	591759,813	687859	877465,563	1218188,313	1684386,313
Verskil in hoogte in m	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
berging in m3	26914,7313	28935,3813	30958,1313	32589,0063	34983,9063	37845,9313	41155,8313	44905,5313	48315,0313	52839,7313	59175,9813	68785,9	87746,5563	121818,8313	168438,6313
Neerslag in m3	777044,00	750129,2687	721193,8874	690235,7561	657646,7498	622662,8435	584816,9122	543661,0809	498755,5496	450440,5183	397600,787	338425	269638,9244	181892,3681	60073,5368
aanvoer - berging	750129,27	721193,8874	690235,7561	657646,7498	622662,8435	584816,9122	543661,0809	498755,5496	450440,5183	397600,787	338424,8057	269639	181892,3681	60073,5368	-108365,095

Zielhorst 2

	0,65-0,75	0,75-0,85	0,85-0,95	0,95-1,05	1,05-1,15	1,15-1,25	1,25-1,35
Oppervlak in m2	37182,86502	42415,61502	48392,61502	54261,86502	57926,11502	61447,36502	64427,86502
Verskil in hoogte in m	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
berging in m3	3718,286502	4241,561502	4839,261502	5426,186502	5792,611502	6144,736502	6442,786502
Neerslag in m3	35746,08	32027,78922	27786,22772	22946,96622	17520,77971	11728,16821	5583,431709
aanvoer - berging	32027,78922	27786,22772	22946,96622	17520,77971	11728,16821	5583,431709	-859,3547929

Zielhorst 1

	0,6-0,7	0,7-0,8	0,8-0,9	0,9-1,0	1,0-1,1	1,1-1,2	1,2-1,3	1,3-1,4	1,4-1,5	1,5-1,6	1,6-1,7	1,7-1,8	1,8-1,9	1,9-2,0	2,0-2,1	2,1-2,2	2,2-2,3
Oppervlak in m2	34349,537	39798,787	43046,537	45061,537	48426,287	54908,537	60491,54	66436,04	72986,04	77195,79	81537,54	87121,04	95336,79	106086,787	155992,5	184096	218748,3
Verskil in hoogte in m	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
berging in m3	3434,9537	3979,8787	4304,6537	4506,1537	4842,6287	5490,8537	6049,154	6643,604	7298,604	7719,579	8153,754	8712,104	9533,679	10608,6787	15599,25	18409,6	21874,83
Neerslag in m3	131774,73	128339,7786	124359,8999	120055,2462	115549,0925	110706,4638	105215,6	99166,46	92522,85	85224,25	77504,67	69350,92	60638,81	51105,13421	40496,46	24897,2	6487,598
aanvoer - berging	128339,7786	124359,8999	120055,2462	115549,0925	110706,4638	105215,6101	99166,46	92522,85	85224,25	77504,67	69350,92	60638,81	51105,13	40496,45551	24897,2	6487,598	-15387,2

Grote Vijver

	0,4-0,5	0,5-0,6	0,6-0,7
Oppervlak in m2	61751,585	68204,585	73559,335
Verskil in hoogte in m	0,1	0,1	0,1
berging in m3	6175,1585	6820,4585	7355,9335
Neerslag in m3	16397,54	10222,38491	3401,926412
aanvoer - berging	10222,38491	3401,926412	-3954,007088

Kattenbroek

	0,0-0,1	0,1-0,2	0,2-0,3	0,3-0,4	0,4-0,5	0,5-0,6	0,6-0,7	0,7-0,8	0,8-0,9	0,9-1,0	1,0-1,1	1,1-1,2	1,2-1,3	1,3-1,4	1,4-1,5	1,5-1,6
Oppervlak in m2	129105,511	152146,761	176332,761	202096,261	216659,011	226979,761	238052,261	249481,3	261340,3	275369,3	292559	322578,3	370684,5	442938,5	588628	854034,3
Verskil in hoogte in m	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
berging in m3	12910,5511	15214,6761	17633,2761	20209,6261	21665,9011	22697,9761	23805,2261	24948,13	26134,03	27536,93	29255,9	32257,83	37068,45	44293,85	58862,8	85403,43
Neerslag in m3	431823,74	418913,1893	403698,5132	386065,2371	365855,611	344189,7099	321491,7338	297686,5	272738,4	246604,4	219067,4	189811,5	157553,7	120485,3	76191,4	17328,6
aanvoer - berging	418913,1893	403698,5132	386065,2371	365855,611	344189,7099	321491,7338	297686,5077	272738,4	246604,4	219067,4	189811,5	157553,7	120485,3	76191,4	17328,6	-68074,8

Buitengebied-West

	-0,4--0,3	-0,3--0,2	-0,2--0,1	-0,1-0,0	0,0-0,1	0,1-0,2	0,2-0,3	0,3-0,4	0,4-0,5	0,5-0,6
Oppervlak in m2	206339,3427	224206,0927	244096,3427	276175,8427	344207,5927	422664,0927	533798,5927	681403,0927	857982,6	1024889
Verschiil in hoogte in m	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
berging in m3	20633,93427	22420,60927	24409,63427	27617,58427	34420,75927	42266,40927	53379,85927	68140,30927	85798,26	102488,9
Neerslag in m3	478372,66	457738,7238	435318,1146	410908,4803	383290,896	348870,1368	306603,7275	253223,8682	185083,6	99285,3
aanvoer - berging	457738,7238	435318,1146	410908,4803	383290,896	348870,1368	306603,7275	253223,8682	185083,559	99285,3	-3203,58

Peilstijgingen per deelgebied analyse 1

Deelgebied	Peilstijging in m
Vathorst	1,4
Zielhorst 2	0,6
Zielhorst 1	1,6
Grote Vijver	0,2
Kattenbroek	1,5
Buitengebied-West	0,9

Resultaten stap 7, 8 en 9 analyse 3*Vathorst*

Totaal opp. m2	Neerslag mm	Neerslag m3	Afvoer m3/s	Afvoer in m3	Totale aanvoer m3
4533220	200 mm / 72 uur	906644	1,5	388800	517844,00

Zielhorst 2

Totaal opp. m2	Neerslag mm	Neerslag in m3	Aanvoer uit Vathorst in m3/s	Aanvoer uit Vathorst m3	Afvoer Zielhorst 2 in m3/s	Afvoer Zielhorst 2 in m3	Totale aanvoer in m3
1028187,50	200	2,06E+05	1,500	388800,000	3,466	898474,2728	-304036,77

Zielhorst 1

Totaal opp. in m2	Neerslag mm	Neerslag m3	Afvoer Zielhorst 1 in m3/s	Afvoer Zielhorst 1 in m3	Totale aanvoer in m3
901651	200	1,80E+05	0,56	145666,40	3,47E+04

Grote Vijver

Totaal opp. in m2	Neerslag mm	Neerslag m3	Aanvoer Zielhorst 1 in m3	Afvoer Grote Vijver in m3/s	Afvoer Grote Vijver in m3	Totale aanvoer in m3
112198	200	2,24E+04	145666,40	0,63	163792,57	4313,430

Kattenbroek

Totaal opp. in m2	Neerslag mm	Neerslag m3	Neerslag + de aanvoer Zielhorst 2 & Grote Vijver in m3	Afvoer kattenbroek in m3/s	Afvoer kattenbroek in m3	Totale aanvoer in m3
<u>2954696,25</u>	<u>200</u>	<u>5,91E+05</u>	<u>1653206,096</u>	<u>5,94</u>	<u>1539613,37</u>	<u>113592,721</u>

Buitengebied-West

Totaal opp. m2	Neerslag mm	Neerslag m3	Neerslag + de aanvoer uit Kattenbroek in m3	Afvoer Buitengebied-West in m3/s	Afvoer Buitengebied-West in m3	Totale aanvoer in m3
<u>3273201</u>	<u>200</u>	<u>6,55E+05</u>	<u>2194253,574</u>	<u>2,66</u>	<u>689472,00</u>	<u>1504781,574</u>

Resultaten stap 10 en 11 analyse 3

Vathorst

	1,20-1,30	1,30-1,40	1,40-1,50	1,50-1,60	1,60-1,70	1,70-1,80	1,80-1,90	1,90-2,00	2,00-2,10	2,10-2,20	2,20-2,30	2,30-2,40	2,40-2,50
Oppervlak in m2	269147,313	289353,813	309581,313	325890,063	349839,063	378459,313	411558,313	449055,313	483150,313	528397,313	591759,813	687859	877465,563
Verschil in hoogte in m	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
berging in m3	26914,7313	28935,3813	30958,1313	32589,0063	34983,9063	37845,9313	41155,8313	44905,5313	48315,0313	52839,7313	59175,9813	68785,9	87746,5563
Neerslag in m3	517844,00	490929,2687	461993,8874	431035,7561	398446,7498	363462,8435	325616,9122	284461,0809	239555,5496	191240,5183	138400,787	79224,8	10438,9244
aanvoer - berging	490929,27	461993,8874	431035,7561	398446,7498	363462,8435	325616,9122	284461,0809	239555,5496	191240,5183	138400,787	79224,8057	10438,9	-77307,6319

Zielhorst 2

	0,65-0,75
Oppervlak in m2	37182,86502
Verschil in hoogte in m	0,1
berging in m3	3718,286502
Neerslag in m3	-304036,77
aanvoer - berging	-307755,0593

Zielhorst 1

	0,6-0,7	0,7-0,8	0,8-0,9	0,9-1,0	1,0-1,1	1,1-1,2	1,2-1,3	1,3-1,4
Oppervlak in m2	34349,537	39798,787	43046,537	45061,537	48426,287	54908,537	60491,54	66436,04
Verschil in hoogte in m	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
berging in m3	3434,9537	3979,8787	4304,6537	4506,1537	4842,6287	5490,8537	6049,154	6643,604
Neerslag in m3	34663,80	31228,84322	27248,96452	22944,31082	18438,15712	13595,52842	8104,675	2055,521
aanvoer - berging	31228,84322	27248,96452	22944,31082	18438,15712	13595,52842	8104,674722	2055,521	-4588,08

Grote vijver

	0,4-0,5
Oppervlak in m2	61751,585
Verschil in hoogte in m	0,1
berging in m3	6175,1585
Neerslag in m3	4313,43
aanvoer - berging	-1861,728263

Kattenbroek

	0,0-0,1	0,1-0,2	0,2-0,3	0,3-0,4	0,4-0,5	0,5-0,6	0,6-0,7
Oppervlak in m2	129105,511	152146,761	176332,761	202096,261	216659,011	226979,761	238052,261
Verschil in hoogte in m	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
berging in m3	12910,5511	15214,6761	17633,2761	20209,6261	21665,9011	22697,9761	23805,2261
Neerslag in m3	113592,72	100682,1702	85467,49413	67834,21803	47624,59193	25958,69083	3260,714726
aanvoer - berging	100682,1702	85467,49413	67834,21803	47624,59193	25958,69083	3260,714726	-20544,51137

Buitengebied-West

	0,4-0,3	0,3-0,2	0,2-0,1	0,1-0,0	0,0-0,1	0,1-0,2	0,2-0,3	0,3-0,4	0,4-0,5	0,5-0,6	0,6-0,7	0,7-0,8	0,8-0,9	0,9-1,0	1,0-1,1	1,1-1,2	1,2-1,3
Oppervlak in m2	206339,3427	224206,0927	244096,3427	276175,8427	344207,5927	422664,0927	533798,5927	681403,0927	857982,6	1024889	1188984	1350776	1518732	1689135	1859078	2033573	2198746
Verschil in hoogte in m	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
berging in m3	20633,93427	22420,60927	24409,63427	27617,58427	34420,75927	42266,40927	53379,85927	68140,30927	85798,26	102488,9	118898,4	135077,6	151873,2	168913,5	185907,8	203357,3	219874,6
Neerslag in m3	1504781,57	1484147,64	1461727,031	1437317,397	1409699,812	1375279,053	1333012,644	1279632,784	1211492	1125694	1023205	904306,9	769229,3	617356,2	448442,7	262534,9	59177,6
aanvoer - berging	1484147,64	1461727,031	1437317,397	1409699,812	1375279,053	1333012,644	1279632,784	1211492,475	1125694	1023205	904306,9	769229,3	617356,2	448442,7	262534,9	59177,6	-160697

Peilstijgingen per deelgebied analyse 3

Deelgebied	Peilstijging in m
Vathorst	1,2
Zielhorst 2	0,0
Zielhorst 1	0,7
Grote Vijver	0,0
Kattenbroek	0,6
Buitengebied-West	1,6