

---

# Uitbreiding van het Klimaatportaal-Vlaanderen met klimaatadaptatietools

## Projecttool

Broekx Steven, De Roo Lieven, Lefebvre Filip, Lauwaet Dirk, Beckx Carolien, Verachtert Els, Wolfs Vincent, Schoeters Kato, Cauwenberg Peter, Hilgersom Koen, Gabriëls Karen, Vaes Guido, Lemeire Els, Raman Maud, Caeyers Denis

Studie uitgevoerd in opdracht van: VMM, Vlaamse Milieumaatschappij  
(Bestek nr. WAT L 2020 S 0014 X)  
Het bevat de mening van de auteur(s) en niet noodzakelijk die van de Vlaamse Milieumaatschappij.  
2023/RMA/R/2935  
Depotnummer: D/2023/6871/011  
April 2023

Partners:



In samenwerking met:



In opdracht van:



---

### VITO NV

Boeretang 200 - 2400 MOL - BELGIE  
Tel. + 32 14 33 55 11 - Fax + 32 14 33 55 99  
vito@vito.be - www.vito.be

BTW BE-0244.195.916 RPR (Turnhout)  
Bank 375-1117354-90 ING  
BE34 3751 1173 5490 - BBRUBEBB



---

## INHOUD

<b>Inhoud</b>	<b>I</b>
<b>Lijst van tabellen</b>	<b>III</b>
<b>Lijst van figuren</b>	<b>V</b>
<b>HOOFDSTUK 1. Inleiding</b>	<b>7</b>
<b>HOOFDSTUK 2. Methode</b>	<b>9</b>
2.1. Score van 1 tot 10	9
2.2. Stap 1 - Teken de perimeter van je projectgebied	9
2.2.1. Berekening klimaatuitdagingen in en rond mijn project	10
2.2.2. Suggestie van effectieve maatregelen	11
2.3. Stap 2 - Voeg adaptatiemaatregelen toe	14
2.3.2. Berekening adaptatiescore hitte	18
2.3.3. Berekening adaptatiescore droogte	21
2.3.4. Berekening adaptatiescore wateroverlast	24
2.3.5. Berekening adaptatiescore overkoepelend	26
2.3.6. Berekening kosten	26
2.3.7. Berekening co-benefits	30
2.4. Stap 3 - Bekijk de adaptatiescore	34
<b>HOOFDSTUK 3. Gevalstudies</b>	<b>35</b>
3.1. Gevalstudie 1: Nieuwe verkaveling in Sint-Gillis-Waas	35
3.1.1. Lokale Context	35
3.1.2. Klimaatuitdagingen in het gebied en suggestie van maatregelen	35
3.1.3. Intekenen en verfijnen van het projectgebied	36
3.1.4. Intekenen van maatregelen en effectberekening wateroverlast en droogte	37
3.1.5. Intekenen van maatregelen (boomkruinen) en effectberekening hitte	45
3.1.6. Kosten en co-benefits	46
3.2. Gevalstudie 2: Herinrichting bedrijventerrein in Roeselare	48
3.2.1. Lokale context	48
3.2.2. Klimaatuitdagingen in het gebied en suggestie van maatregelen	48
3.2.3. Intekenen en verfijnen van het projectgebied	50
3.2.4. Intekenen van maatregelen en effectberekening wateroverlast en droogte	50
3.2.5. Intekenen van maatregelen (boomkruinen) en effectberekening hitte	55
3.2.6. Kosten en co-benefits	56
3.3. Gevalstudie 3: Heraanleg plein in Merelbeke	58
3.3.1. Lokale context	58
3.3.2. Klimaatuitdagingen in het gebied en suggestie van maatregelen	59
3.3.3. Intekenen en verfijnen van het projectgebied	60
3.3.4. Intekenen van maatregelen en effectberekening wateroverlast en droogte	62
3.3.5. Intekenen van maatregelen en effectberekening hitte	67
3.3.6. Kosten en co-benefits	68
3.4. Gevalstudie 4: Vergroenen verharde straat in Mechelen	70

---

3.4.1.	Lokale context	70
3.4.2.	Klimaatuitdagingen in het gebied en suggestie van maatregelen	70
3.4.3.	Intekenen en verfijnen van het projectgebied	71
3.4.4.	Intekenen van maatregelen en effectberekening wateroverlast en droogte	72
3.4.5.	Intekenen van maatregelen (boomkruinen) en effectberekening hitte	77
3.4.6.	Kosten en co-benefits	78
3.5.	<i>Gevalstudie 5: Heraanleg industriezone in Turnhout</i>	79
3.5.1.	Lokale Context	79
3.5.2.	Klimaatuitdagingen in het gebied en suggestie van maatregelen	79
3.5.3.	Intekenen en verfijnen van het projectgebied	80
3.5.4.	Intekenen van maatregelen en effectberekening wateroverlast en droogte	81
3.5.5.	Kosten en co-benefits	86
<b>HOOFDSTUK 4.</b>	<b>Conclusies</b>	<b>87</b>

---

## LIJST VAN TABELLEN

Tabel 1: Grenswaardes (ondergrenzen) voor evaluatie klimaatuitdagingen situatie 2050	11
Tabel 2: Maatregelen opgenomen in projecttool	12
Tabel 3: Effectiviteitsscore opgenomen maatregelen projecttool per thema	13
Tabel 4: Toewijzing bestaande bodembedekking en maatregelen aan type toevoer relevant voor effectberekening droogte en wateroverlast	16
Tabel 5: Maximale impact van maatregelen op de hittestress indicatoren (verandering in WBGTmin en WBGTmax) en temperatuurverlaging per bijkomend procent van oppervlakte projectgebied	19
Tabel 6: Berekeningswijze oppervlakte per type maatregel in de huidige situatie en na het project relevant voor effectberekening hitte	20
Tabel 7: Opbouw lookup tabellen voor effectberekening droogte	22
Tabel 8: Toewijzing bestaande bodembedekking en maatregelen aan type toevoer relevant voor effectberekening droogte en wateroverlast	23
Tabel 9: Opbouw lookup tabellen voor effectberekening wateroverlast	24
Tabel 10: Toegepaste parameters voor infiltratiedebiet, doorvoerdebiet en evaporatiesnelheid voor de verschillende maatregelen	25
Tabel 11: Investeringskosten per maatregel gehanteerd in projecttool	27
Tabel 12: Co-benefit scores gehanteerd binnen projecttool	33
Tabel 13: Evaluatie klimaatuitdagingen situatie 2050 gebied Sint-Gillis-Waas per indicator	36
Tabel 14: Water-gerelateerde parameters projectgebied	43
Tabel 15: Oppervlaktes verhard en onverhard projectgebied (huidig en na maatregelen)	43
Tabel 16: Omvang en kenmerken maatregelen wateroverlast en droogte	43
Tabel 17: Berekende infiltratievolumes in projectgebied (obv lookup tabel)	43
Tabel 18: Buffercapaciteit in projectgebied	44
Tabel 19: Berekende Resterende runoff bij wateroverlast (obv lookup tabel)	44
Tabel 20: Score-grenzen wateroverlast in projectgebied (geel gekleurd is resultaat projectgebied)	45
Tabel 21: Score-grenzen droogte in projectgebied (geel gekleurd is resultaat projectgebied)	45
Tabel 22: Oppervlaktes type maatregelen voor hitte en impact op temperatuur te Sint-Gillis-Waas	46
Tabel 23: Temperatuur voor (huidige situatie) en na maatregelen te Sint-Gillis-Waas	46
Tabel 24: Gehanteerde temperatuurgrenzen voor bepaling score te Sint-Gillis-Waas	46
Tabel 25: Geraamde investeringskosten per maatregel	47
Tabel 26: Evaluatie klimaatuitdagingen situatie 2050 gebied Krommebeek, Roeselare per indicator	49
Tabel 27: Water-gerelateerde parameters projectgebied Roeselare	53
Tabel 28: Oppervlaktes verhard en onverhard projectgebied (huidig en na maatregelen)	53
Tabel 29: Omvang en kenmerken maatregelen wateroverlast en droogte	53
Tabel 30: Infiltratievolumes in projectgebied	53
Tabel 31: Buffercapaciteit in projectgebied	54
Tabel 32: Resterende runoff bij wateroverlast	54
Tabel 33: Score-grenzen wateroverlast in projectgebied	54
Tabel 34: Score-grenzen droogte in projectgebied	55
Tabel 35: Oppervlaktes type maatregelen voor hitte en impact op temperatuur te Krommebeek bedrijventerrein	55
Tabel 36: Temperatuur voor (huidige situatie) en na maatregelen	56
Tabel 37: Gehanteerde temperatuur grenzen voor bepaling score te Krommebeek	56
Tabel 38: Investeringskosten maatregelen Krommebeek Roeselare	56
Tabel 39: Evaluatie klimaatuitdagingen situatie 2050 gebied Merelbeke per indicator	60

---

Tabel 40: Water-gerelateerde parameters huidige projectgebied _____	64
Tabel 41: Oppervlaktes verhard en onverhard projectgebied (huidig en na maatregelen) _____	64
Tabel 42: Omvang en kenmerken maatregelen wateroverlast en droogte _____	65
Tabel 43: Buffercapaciteit in projectgebied _____	65
Tabel 44: Infiltratievolumes in projectgebied _____	66
Tabel 45: Resterende runoff bij wateroverlast _____	66
Tabel 46: Score-grenzen wateroverlast in projectgebied (geel gekleurd is resultaat projectgebied) _____	66
Tabel 47: Score-grenzen droogte in projectgebied (geel gekleurd is resultaat projectgebied) _____	67
Tabel 48: Oppervlaktes type maatregelen voor hitte en impact op temperatuur te Merelbeke _____	67
Tabel 49: Temperatuur voor (huidige situatie) en na maatregelen te Merelbeke _____	67
Tabel 50: Gehanteerde temperatuursgrenzen voor bepaling score te Merelbeke _____	68
Tabel 51: Investeringskosten maatregelen projectgebied _____	69
Tabel 52: Evaluatie klimaatuitdagingen situatie 2050 gebied Mechelen per indicator _____	70
Tabel 53: Water-gerelateerde parameters projectgebied _____	75
Tabel 54: Oppervlaktes verhard en onverhard projectgebied (huidig en na maatregelen) _____	75
Tabel 55: Omvang en kenmerken maatregelen wateroverlast en droogte _____	75
Tabel 56: Buffercapaciteit in projectgebied _____	75
Tabel 57: Infiltratievolumes in projectgebied _____	75
Tabel 58: Resterende runoff bij wateroverlast _____	76
Tabel 59: Score-grenzen wateroverlast in projectgebied (geel gekleurd is resultaat projectgebied) _____	76
Tabel 60: Score-grenzen droogte in projectgebied (geel gekleurd is resultaat projectgebied) _____	76
Tabel 61: Oppervlaktes type maatregelen voor hitte en impact op temperatuur te Mechelen _____	77
Tabel 62: Temperatuur voor (huidige situatie) en na maatregelen te Mechelen _____	77
Tabel 63: Gehanteerde temperatuursgrenzen voor bepaling score te Mechelen _____	77
Tabel 64: Investeringskosten maatregelen Mechelen _____	78
Tabel 65: Evaluatie klimaatuitdagingen situatie 2050 gebied Mechelen per indicator _____	80
Tabel 66: Water-gerelateerde parameters projectgebied _____	84
Tabel 67: Oppervlaktes verhard en onverhard projectgebied (huidig en na maatregelen) _____	84
Tabel 68: Omvang en kenmerken maatregelen wateroverlast en droogte _____	84
Tabel 69: Buffercapaciteit projectgebied Turnhout _____	84
Tabel 70: Infiltratievolumes in projectgebied _____	84
Tabel 71: Resterende runoff bij wateroverlast _____	85
Tabel 72: Score-grenzen wateroverlast in projectgebied (geel gekleurd is resultaat projectgebied) _____	85
Tabel 73: Score-grenzen droogte in projectgebied (geel gekleurd is resultaat projectgebied) _____	85
Tabel 74: Investeringskosten maatregelen Veedijk _____	86

---

## LIJST VAN FIGUREN

Figuur 1: Start scherm projecttool	10
Figuur 2: Klimaatuitdagingen en suggestie van maatregelen in het projectgebied (+ omliggende contour 100m)	14
Figuur 3: Intekenscherf projecttool - adaptatiemaatregelen in voorbeeldproject Oostende	17
Figuur 4: eindscherf projecttool - zoom op klimaatadaptatiescore	34
Figuur 5: Projectperimeter verkaveling in Sint-Gillis-Waas, VMM-basiskaart met indicatieve hoogtelijn	35
Figuur 6: Resultaat projecttool "klimaat effecten 2050" verkaveling Sint-Gillis-Waas	36
Figuur 7: Toevoeging verharding verkaveling Sint-Gillis-Waas	37
Figuur 8: Ingetekende infiltratie- en buffermaatregelen in verkaveling Sint-Gillis-Waas	38
Figuur 9: Ondiepe horizontale ondergrondse infiltratie en eigenschappen Sint-Gillis-Waas	39
Figuur 10: Maatregel eigenschappen wadi, Sint-Gillis-Waas	40
Figuur 11: Finale klimaatscores projectgebied Sint-Gillis-Waas	41
Figuur 12: Eindresultaten van verkaveling in Sint-Gillis-Waas	42
Figuur 13: Projectgebied in beeld, Sint-Gillis-Waas	42
Figuur 14: Kosten en Co-Benefits Sint-Gillis-Waas	47
Figuur 15: Projectgebied Krommebeek met als basiskaart laag de bodembedekkingskaart	48
Figuur 16: Resultaat projecttool "klimaat effecten 2050" Krommebeek, Roeselare	49
Figuur 17: Projectgebied en ingetekende maatregelen Krommebeek	50
Figuur 18: Finale klimaatadaptatiescores Roeselare	51
Figuur 19: Ingetekende maatregelen projectgebied Krommebeek	52
Figuur 20: Kosten en Co-Benefits Roeselare	57
Figuur 21: Achtergrondkaarten in de projecttool	58
Figuur 22: Bodembedekkingskaart in de projecttool	59
Figuur 23: Resultaat projecttool "klimaat effecten 2050" in Merelbeke	59
Figuur 24: Intekenen projectgebied Merelbeke	61
Figuur 25: projectgebied met bodembedekkingskaart	62
Figuur 26: Klimaat scores Merelbeke	63
Figuur 27: Projectgebied in detail, Merelbeke	63
Figuur 28: Projectgebied in kaart, Merelbeke	64
Figuur 29: Kosten en co-benefits	68
Figuur 30: Resultaat projecttool "klimaat effecten 2050" Mechelen	70
Figuur 31: Projectgebied in Mechelen	72
Figuur 32: Bodembedekkingskaart in Mechelen	72
Figuur 33: Klimaatscores herinrichting straat Mechelen	74
Figuur 34: Projectgebied in detail, Mechelen	74
Figuur 35: Projectgebied in kaart, Mechelen	74
Figuur 36: Investeringskosten en Co-benefits	78
Figuur 37: Resultaat projecttool klimaat effecten Veedijk Turnhout	79
Figuur 38: Projectgebied in beeld, Veedijk Turnhout	81
Figuur 39: Klimaatscores Veedijk Turnhout	82
Figuur 40: bekomen kerncijfers bedrijventerrein Veedijk	83
Figuur 41: Projectgebied in beeld, Turnhout	83
Figuur 42: Kosten en co-benefits	86





---

## HOOFDSTUK 1. INLEIDING

---

Dit document beschrijft de werkwijze van de projecttool (<https://klimaat.vmm.be/tools/project>), zoals die kan geconsulteerd worden op het Klimaatportaal-Vlaanderen ([www.vmm.be/klimaatportaal](http://www.vmm.be/klimaatportaal)) van VMM.

Deze tool is gericht op ontwerpers en ontwikkelaars (of ondersteunende bureaus), die op projectniveau willen evalueren hoe klimaatbestendig de aanleg of heraanleg van een project is tegen 2050.

Deze tool is parallel ontwikkeld aan de plantool, waarvoor de methode en resultaten beschreven staan in een ander rapport. (Broekx et al., 2023)<sup>1</sup>

**De focus van de projecttool ligt op het evalueren van de impact van klimaatadaptatie-maatregelen op vlak van hitte, droogte en wateroverlast. We beschouwen kwalitatief ook een aantal co-benefits.**

**De maatregelen zijn vooral gericht op de bebouwde omgeving. Maatregelen die niet aan bod komen in de projecttool zijn bijvoorbeeld het verminderen van drainage door het dempen van grachten of realiseren van stuwen of grootschaligere buffermaatregelen langs waterlopen.**

### **Gevraagde input van de gebruiker:**

Volgende input wordt gevraagd aan de gebruiker via de tool:

1. De gebruikers starten met het intekenen van de contouren van het projectgebied.
2. In functie van de kenmerken van het gebied en bijkomende filters kunnen gebruikers op zoek gaan naar mogelijke maatregelen. Filters zijn b.v. de kenmerken van het projectgebied en het klimaateffect waarop ingewerkt wordt.
3. Op basis van deze lijst zal de gebruiker in een volgende stap interactief zelf één of meerdere maatregelen selecteren en lokaliseren-intekenen om hier een adaptatie-score van te bepalen.

### **Output voor de gebruiker:**

1. De Projecttool voert in eerste instantie een omgevingsanalyse uit waarmee de effecten en impacts van klimaatverandering binnen het projectgebied samenvattend getoond worden.
2. De tool geeft in tweede instantie een suggestie van mogelijke type-maatregelen die een gebruiker interactief zelf kan toevoegen en lokaliseren (o.b.v. punt of polygonen).
3. De tool berekent een score, totale investeringskosten en co-benefits van de ingetekende maatregelen.

Herhaaldelijk doorlopen van deze stappen laat toe verschillende ontwerpvarianten ten opzichte van elkaar te wegen/scoren t.a.v. hun klimaat-adaptief potentieel.

---

<sup>1</sup> Uitbreiding van het Klimaatportaal-Vlaanderen met klimaatadaptatietools - Methodologische beschrijving Broekx Steven, Lefebvre Filip, Lauwaet Dirk, Beckx Carolien, Verachtert Els, Wolfs Vincent, Schoeters Kato, Cauwenberg Peter, Hilgersom Koen, Gabriëls Karen, Guido Vaes, Els Lemeire, Maud Raman  
Studie uitgevoerd in opdracht van: VMM Afdeling Operationeel Waterbeheer (Bestek nr. WAT L 2020 S 0014 X)

---

**De projecttool bevat een aantal te doorlopen stappen:**

- Stap 1: Intekenen gebied: contouren van studiegebied intekenen
- Stap 2: Scenario: intekenen van geselecteerde maatregelen in het gebied
- Stap 3: Consulteer het resultaat en start (eventueel) met verbeteren

---

## HOOFDSTUK 2.METHODE

---

### 2.1. SCORE VAN 1 TOT 10

Het startpunt van de berekeningen is altijd de situatie in 2018 zoals die is opgenomen in de bodembedekkingskaart. De bodembedekkingskaart kan als achtergrondkaart gevisualiseerd worden in de projecttool om goed zicht te krijgen wat dit precies voor een projectgebied betekent. Deze situatie is ook het uitgangspunt voor het berekenen van de klimaateffecten bij een hoog-impact klimaatscenario in 2050.

In de projecttool teken je voor jouw ontwerp zowel de bijkomende verharding (gebouwen, wegen en overige verharding) als de maatregelen in. Op basis van het gewijzigde bodemgebruik door het project en de voorziene maatregelen berekent de tool voor jouw ontwerp een adaptatiescore.

Deze score geeft aan of je ontwerp erin slaagt om de toename van de gevoelstemperatuur (WBGT) te verlagen en onder een drempelwaarde te houden, de toename van afstromend regenwater (run-off) en de verminderde infiltratie door klimaatverandering tegen 2050 op te vangen. Om daarin te slagen moet het projectontwerp minstens een score 5 hebben. Projecten die een verdere verbetering realiseren kunnen tot 10 scores. Meer details zijn terug te vinden in paragraaf 2.3. De score houdt rekening met o.a. de lokale runoff coëfficiënt en de lokale gevoelstemperatuur, zoals deze gebiedsgemiddeld ter hoogte van het projectontwerp wordt berekend door de projecttool. Dezelfde maatregelen in gebieden met verschillende gebiedseigenschappen (bv. stedelijk vs. landelijk), resulteert dus niet noodzakelijk tot dezelfde score, maar hangt af van verschillende locatie-specifieke kenmerken.

### 2.2. STAP 1 - TEKEN DE PERIMETER VAN JE PROJECTGEBIED

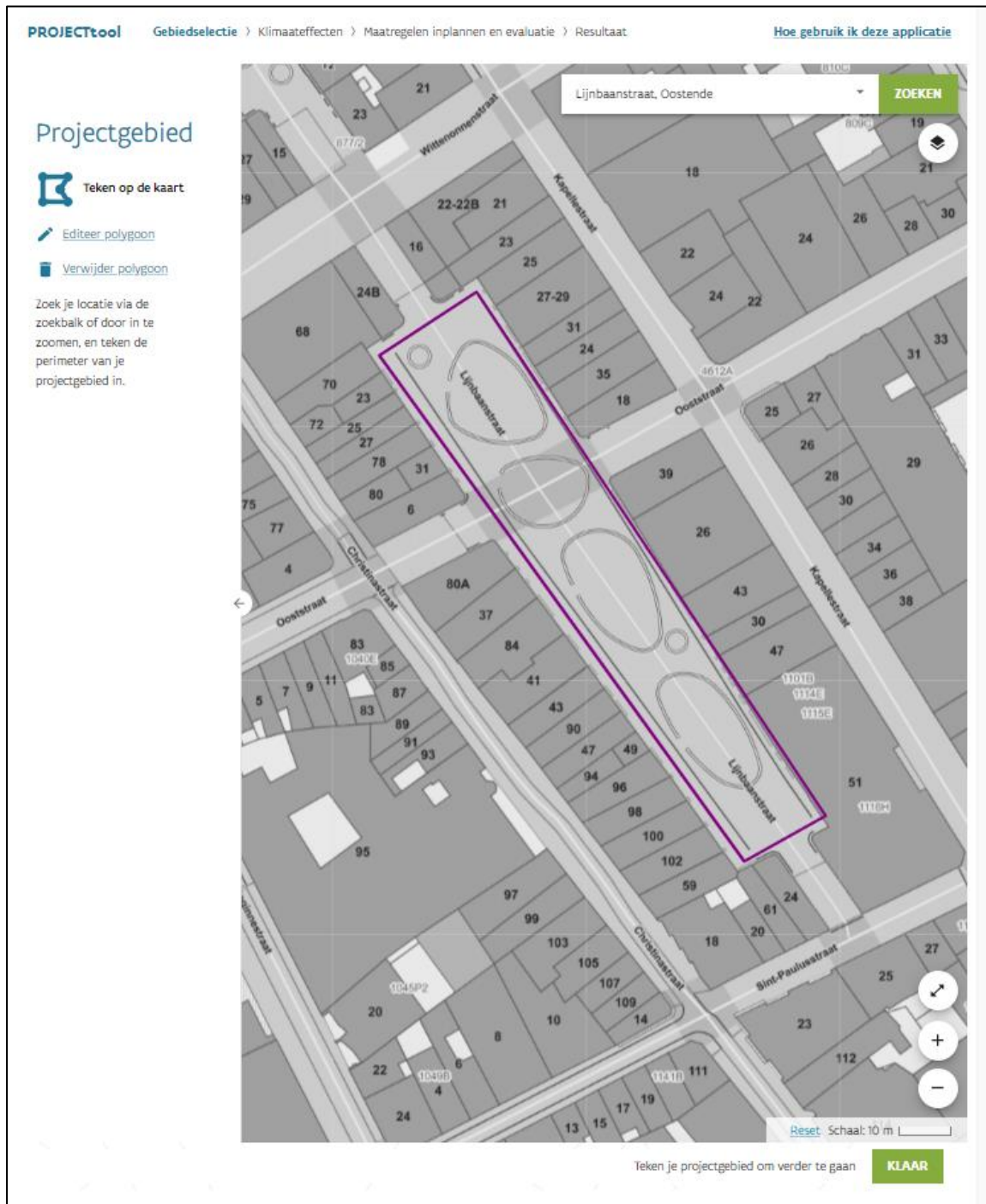
Je tekent een **perimeter** in om de grenzen van je projectgebied vast te leggen. Door één keer te klikken wordt een hoekpunt vastgelegd, door twee keer te klikken sluit de perimeter zich. Een projectgebied omvat het totale gebied waarvoor je maatregelen gaat nemen. De projecttool is eerder bedoeld voor grotere projecten en een projectgebied omvat minstens een aantal percelen. De oppervlakte van het projectgebied kan niet kleiner zijn dan 300 m<sup>2</sup> en ook niet groter dan 25 km<sup>2</sup>.

De precieze afbakening van het projectgebied heeft invloed op het resultaat. Voor de herinrichting van een straat of plein teken je de grenzen hiervan in. Wil je met maatregelen ook bijvoorbeeld het hemelwater afkomstig van nabijgelegen woningen bufferen en infiltreren, neem dan de percelen waarop deze woningen gelegen zijn mee op in het projectgebied.

De perimeter kan ook aangepast worden, door een hoekpunt te selecteren en te verslepen. Vervolgens druk je op "Bewaren". De perimeter kan ook volledig verwijderd worden en opnieuw worden ingetekend.

De zoekbalk stelt je in staat om snel naar het juiste adres te navigeren. Visualisatie van verschillende achtergrondkaarten en administratieve grenzen is mogelijk om je projectperimeter beter af te bakenen. Zo kan je kiezen uit meerdere basiskaarten (GRB, Open Streetmap), luchtfoto's uit winter en zomer en de meest recente Landgebruikskaart (toestand op 2018).

Druk op “KLAAR” rechts onderaan als je perimeter is vastgelegd en je wil verder gaan naar de volgende stap.



Figuur 1: Startscherm projecttool

### 2.2.1. BEREKENING KLIMAATUITDAGINGEN IN EN ROND MIJN PROJECT

Op basis van de locatie van het ingetekende project, scant de projecttool de klimaatuitdagingen in en nabij het projectgebied. Concreet worden binnen een afstand van 100 meter van het projectgebied (de ingekleurde zone op de kaart) een aantal klimaat effect en -impact indicatoren berekend die zijn opgenomen in de volgende tabel. De worst case evaluatie per thema bepaalt de score per thema.

Voor de precieze berekeningswijze van deze indicatoren verwijzen we naar Broekx et al., 2023<sup>2</sup>. Alle indicatoren zijn gebaseerd op een 2050 hoog-impact klimaatscenario. De grenswaardes werden vastgesteld op basis van de spreiding van de waardes binnen Vlaanderen op deze kaarten. Als geen enkele van de opgenomen grenswaardes per indicator wordt overschreden is de evaluatie voor die specifieke indicator “zeer laag”. De kaarten die aan de basis liggen van deze berekeningen zijn beschikbaar in de kaartencatalogus van het Klimaatportaal. In de naamgeving van deze kaarten is telkens “Rekenkaart” opgenomen.

Tabel 1: Grenswaardes (ondergrenzen) voor evaluatie klimaatuitdagingen situatie 2050

Thema	Indicator	Ze er Laag	Laag	Gemiddeld	Hoog	Ze er hoog
hitte	Gemiddelde WBGT Drempelwaarde bij een extreme hittegolf (T20)	<3	3	4	5	
hitte	Aantal hitte getroffen en 65+) per hectare bij een extreme hittegolf (T20)	<2/ha		>2/ha	>5/ha	>10/ha
droogte	Gemiddelde droogte-duur (agrarisch) in dagen per jaar bij extreme droogte (T25)	<5	5	10	20	40
droogte	Kwetsbare ecotopen met significante droogtestress (% van gebied) bij extreme droogte (T25)	<20%			>20%	>40%
droogte	Landbouwpercelen met significante droogtestress (% van gebied) bij extreme droogte (T25)	<20%		>20%	>40%	>60%
wateroverlast	Gemiddelde runoffCoefficient	<0,3	0,3	0,5	0,7	0,9
wateroverlast	Oppervlakte gebouwen met wateroverlast (% van gebied) bij piekwaterdiepte (T20)	<0,5%		0,5%	2%	5%

### 2.2.2. SUGGESTIE VAN EFFECTIEVE MAATREGELEN

De maatregelenlijst opgenomen in de projecttool is beschreven in de volgende tabel. De focus ligt op maatregelen in bebouwde omgeving waarbij door groenblauwe maatregelen effecten gerealiseerd kunnen worden op wateroverlast (buffering en infiltratie), droogte (infiltratie) en hitte (schaduw, minder verharde oppervlakte en verkoeling door waterelementen). Een aantal van deze maatregelen zijn ook toepasbaar in de onbebouwde omgeving.

<sup>2</sup> Uitbreiding van het Klimaatportaal-Vlaanderen met klimaatadaptatietools - Methodologische beschrijving Broekx Steven, Lefebvre Filip, Lauwaet Dirk, Beckx Carolien, Verachttert Els, Wolfs Vincent, Schoeters Kato, Cauwenberg Peter, Hilgersom Koen, Gabriëls Karen, Guido Vaes, Els Lemeire, Maud Raman  
Studie uitgevoerd in opdracht van: VMM Afdeling Operationeel Waterbeheer (Bestek nr. WAT L 2020 S 0014 X)

Tabel 2: Maatregelen opgenomen in projecttool

Maatregelnaam	Omschrijving
Boomschaduw	Schaduw d.m.v. bomen en hun boomkruin.
Wadi	Een wadi is een beplante greppel met een doorlatende bodem en eronder een in geotextiel ingepakte grindkoffer met een infiltratiebuis. Deze is daarmee geschikt voor berging, infiltratie en afvoer van regenwater terwijl ze tevens een bijdrage levert aan de vergroting van de biodiversiteit en de leefkwaliteit. Dit kan bv. ook toegepast worden in de tuin door een gedeelte van de tuin te verlagen, hierdoor kan regenwaterberging worden gecreëerd.
Infiltratieveld of -strook	Door naast verharde oppervlakken greppels of velden aan te brengen die het afvloeiende hemelwater tijdelijk op kunnen slaan, kan op een eenvoudige wijze het water van verharde oppervlakken zoals daken en fietspaden worden geïnfiltreerd.
Ontharden	Het verminderen van verharding in de tuin en in het stedelijk gebied.
Waterdoorlatende verharding	Waterdoorlatende verhardingen bestaan uit poreus materiaal waar water doorheen kan gaan; waterpasserende verhardingen bevatten of creëren open gedeelten waar het water langs kan infiltreren. Geschikte materialen zijn bijvoorbeeld: graskeien, grasbetontegels, houtspaanders, schelpen of grind.
Ondiepe horizontale ondergrondse infiltratie	Een grindkoffer, infiltratiekragen of een infiltratie-riool zijn ondergrondse voorzieningen om regenwater te bufferen en in de bodem te infiltreren. Ze worden toegepast onder of naast verharde oppervlakken of naast onverharde oppervlakken waar geen ruimte is voor een infiltratiegreppel of waar de doorlatendheid van de bodem te gering is. Ze maken dubbel grondgebruik mogelijk. Ze hebben hierdoor in het algemeen een grotere opslagcapaciteit dan bovengrondse infiltratievoorzieningen.
Waterbergende onderfundering	Als er weinig ruimte is voor waterberging naast de weg, is dit ook mogelijk in de onderfundering.
Bovengrondse buffer vertraagde afvoer	Een bovengrondse buffer is erop gericht om overtollige neerslagafvoer tijdelijk te bufferen en vertraagd af te voeren. Qua opbouw sluit dit aan bij wadi of infiltratieveld maar de bodem is niet infiltreerbaar (omwille van bodemkenmerken bijvoorbeeld).
Ondergrondse buffer vertraagde afvoer	Ondergrondse bergingskelders zijn ontworpen om overtollige neerslagafvoer uit rioolsystemen te bergen. Dit gebeurt met name als de neerslag afvoer groter is dan de afvoercapaciteit van het rioolstelsel.
Waterplein	In verschillende steden zijn voorzieningen voor tijdelijke regenwaterretentie mogelijk in de openbare ruimte. Bij deze voorzieningen, de waterpleinen, is een koppeling gelegd met andere stedelijke functies zoals speelvoorzieningen, groen en verblijfsfuncties. Waterpleinen worden in het algemeen toegepast in binnenstedelijke gebieden waar weinig ruimte is voor waterbuffering en waar infiltratie door de hoge grondwaterstanden niet mogelijk is.
Hemelwaterput	Regenwaterputten voor de opslag en het hergebruik van regenwater. Ook regentonnen (i.e. kleinschaligere opvangbekkens toegepast in tuinen) worden verstaan onder deze maatregel.
Waterelement	Kunstmatig aangelegde waterelementen zoals waterspeelplaatsen en fonteinen, die een verkoelend effect hebben.
Groendak	'Groene daken' is een verzamelbegrip voor beplante daken en beplante hellende daken, en omvat o.a. mos/sedumdaken en gras/kruidendaken.
Blauwgroen dak	Het blauwgroen dak combineert blauwe en groendaktechnologieën. Conventionele groene daken maken gebruik van een drainagelaag om laterale drainage en irrigatie te bieden. Blauwdaktechnologie heeft echter tot doel zowel het volume aan opgeslagen water te vergroten als de hoeveelheid vrijkomend water te beheersen.
Zonnescherm	Zonweringsystemen aan de buitenkant van een gebouw of over straten kunnen de warmtelast vlak naast het gebouw en binnen verminderen. Dit kan met relatief eenvoudige systemen, in een vaste of beweegbare uitvoering.

Op basis van de klimaatuitdagingen in het projectgebied (met inbegrip van de 100m contour errond) worden meteen 3 (meer) effectieve maatregelen voorgesteld. Op basis van een literatuurstudie is op een schaal van 0 tot 3 geëvalueerd welk effect een maatregel per thema kan hebben. Door deze scores per thema te vermenigvuldigen met de klimaatuitdaging per thema (zeer laag = 0; laag = 1; gemiddeld = 2; hoog = 3; zeer hoog = 4) wordt een totale effectiviteitsscore per maatregel berekend die kan gebruikt worden om maatregelen te rangschikken in een suggestielijst. Ter verduidelijking, deze score dient enkel voor deze suggestielijst en is niet te verwarren met de finale adaptatiescore die uit de projecttool volgt voor het project-ontwerp.

*Tabel 3: Effectiviteitsscore opgenomen maatregelen projecttool per thema*

<b>maatregel</b>	<b>droogte</b>	<b>hitte</b>	<b>wateroverlast</b>
Boomschaduw	0	3	0
Wadi	3	2	3
Infiltratieveld of -strook	3	1	3
Ontharden	2	2	2
Waterdoorlatende verharding	2	0	2
Ondiepe horizontale ondergrondse infiltratie	3	0	3
Waterbergende onderfundering	2	0	3
Bovengrondse buffer vertraagde afvoer	2	0	3
Ondergrondse buffer vertraagde afvoer	2	0	3
Waterplein0	0	0	3
Hemelwaterput	2	0	1
Waterelement	0	2	1
Groendak	0	1	2
Blauwgroen dak	0	1	3
Zonnescherm	0	2	0



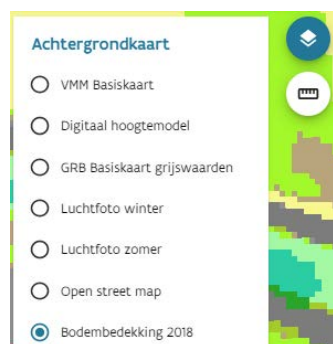
Figuur 2: Klimaatuitdagingen en suggestie van maatregelen in het projectgebied (+ omliggende contour 100m)

### 2.3. STAP 2 - VOEG ADAPTATIEMAATREGELEN TOE

Door te klikken op “Maatregelen” rechts onderaan kom je in de tweede stap van de projecttool terecht. In deze stap teken je nieuwe verharding of adaptatiemaatregelen in binnen de perimeter van het projectgebied.

Het uitgangspunt van de berekeningen is de bodembedekkingskaart van 2018<sup>3</sup>. Om te weten wat deze precies inhoudt voor het ingetekende projectgebied, kan je deze kaart als achtergrondkaart visualiseren (icoontje rechts bovenaan) onder de knop “Bodembedekking 2018”. De meetlat laat toe om afstanden na te meten op de kaart.

Naast de standaard getoonde achtergrondkaarten, kunnen ook andere kaarten als wms-service toegevoegd worden. Zo kunnen kaarten uit de impact- of plantool toegevoegd worden als adaptatiepotentieelkaarten of scenariokaarten of het project-ontwerp dat omgezet werd naar een wms. Hierdoor kan je gericht maatregelen intekenen.



3

[https://download.vlaanderen.be/Producten/Detail?id=7682&title=Bodembedekkingskaart\\_\(BBK\)\\_1m\\_resolutie\\_opname\\_2018](https://download.vlaanderen.be/Producten/Detail?id=7682&title=Bodembedekkingskaart_(BBK)_1m_resolutie_opname_2018)



---

### → Tekenen polygonen

Je kan voor eenzelfde maatregel polygonen of punten intekenen.

Maatregelen kunnen boven elkaar ingetekend worden door het aanmaken van polygonen. De laatste ingetekende polygoon overschrijft de vorige polygonen. Als je bijvoorbeeld een stuk infiltratieveld voorziet op een nieuw aangelegd verhard plein, kan je eerst de volledige contour van het plein intekenen en vervolgens hier de groenelementen in situeren.

Net als bij de perimeter van het projectgebied kan je polygonen editeren of verwijderen bij de overzichtslijst van de ingetekende maatregelen. Door over de links van editeren of verwijderen te gaan met de pijl, lichten de polygonen op die tot de maatregel behoren. Teken je maatregelen buiten het projectgebied, dan worden deze automatisch geknipt op de grens van het projectgebied.

Druk op “Bewaren” of “Annuleren” om terug een bijkomende maatregel te kunnen selecteren of het resultaat te berekenen in de volgende stap.

### → Verhardingen aanpassen

Indien binnen het project nieuwe verharding wordt aangelegd t.o.v. de bodembedekkingskaart, kan je deze best als eerste intekenen op de kaart. We maken hierbij een onderscheid tussen gebouw, weg of overig afgedekt. Voor het resultaat van de berekeningen maakt dit onderscheid geen verschil, de bijkomende verharding in totaliteit is uiteraard wel van invloed op de berekening van de adaptatiescore. Het onderscheid “gebouw, weg of overig afgedekt” is vooral interessant voor de visualisatie van het project.

Als er verharding wordt verwijderd, kan dit getekend worden met de maatregel “Ontharden”. We gaan er dan vanuit dat bestaande verharde oppervlakte wordt verwijderd en ingericht wordt als een grasveld. Als deze ontharde oppervlakte bijvoorbeeld ingericht wordt als een dieper gelegen infiltratieveld of wadi, kan je in een vervolgstap de maatregel “ontharden” (deels) overschrijven met de maatregel “infiltratieveld” of je kan ook rechtstreeks de maatregel “infiltratieveld” intekenen. We gaan er sowieso vanuit dat deze oppervlakte infiltratieveld onthard is.

### → Maatregelen toevoegen

Vervolgens kan je één of meerdere klimaat-adaptieve maatregelen toevoegen, de maatregel selecteren en intekenen door middel van polygonen. De maatregelenlijst waaruit gekozen kan worden kan gesorteerd worden op relevantie, alfabetisch of afhankelijk van de effectiviteit per thema (de scores zijn opgenomen in de vorige paragraaf).

Naast het intekenen van polygonen worden ook een aantal bijkomende parameters opgevraagd per maatregel, zoals de vullingsdiepte van de maatregel, en de aangesloten verharde en onverharde oppervlakte. Voor elke bijkomende parameter is er al een standaardwaarde ingevuld, die je kan aanpassen. De parameters die precies bevraagd worden zijn maatregel-specifiek.

Onder eenzelfde maatregel kunnen er meerdere polygonen op verschillende locaties getekend worden. Indien veel details gekend zijn over individuele maatregelen raden we aan zoveel mogelijk individuele maatregelen te tekenen en niet met meerdere polygonen per maatregel te werken, omdat dit toelaat meer details toe te voegen over bijvoorbeeld de precieze vullingsdieptes en aangesloten oppervlaktes. Indien weinig details gekend zijn over individuele maatregelen of er veel maatregelen

voorzien worden met dezelfde kenmerken (vb. boomschaduw) is het handiger om meerdere polygonen onder eenzelfde maatregel in te tekenen omdat er geen bijkomende informatie per individuele polygoon moet ingevuld worden. Opgelet, de ingevulde waardes worden uniform toegepast op elke individueel ingetekende maatregel. Als we dus een aangesloten verharde oppervlakte van 10% invullen, veronderstellen we dat op elke ingetekende polygoon onder die maatregel 10% is aangesloten.

De vullingsdiepte wordt gecombineerd met de oppervlakte van de polygoon om het totale buffervolume te berekenen per maatregel. De aangesloten verharde en onverharde oppervlakte is het percentage van de totale verharde of onverharde oppervlakte van het projectgebied, incl. de oppervlakte van de ingetekende maatregelen, dat afwatert naar de maatregel. **Dit percentage kan per maatregel en voor alle maatregelen samen niet meer dan 100% bedragen.** Vul je in totaliteit meer dan 100% in, dan wordt dit percentage in de berekening verhoudingsgewijze voor alle maatregelen bijgesteld tot 100% in functie van de oppervlakte van de maatregelen. Onderstaande tabel geeft weer welke bodembedekkingsklassen en maatregelen we beschouwen als verhard of onverhard gebied. Bij verhard gebied gaan we ervan uit dat alle neerslag waarop de oppervlakte is aangesloten terecht komt in de maatregel. Bij onverhard gebied gaan we ervan uit op basis van de gemiddelde runoff coëfficiënt voor onverhard gebied (kaart opgenomen in de kaartencatalogus) dat slechts een gedeelte van de runoff in de maatregel terecht komt en de rest ter plaatste infiltreert.

*Tabel 4: Toewijzing bestaande bodembedekking en maatregelen aan type toevoer relevant voor effectberekening droogte en wateroverlast*

Type toevoer	Bodembedekking	Maatregelen
<b>Verhard gebied voor wateroverlast en droogte</b>	Gebouwen (1) Autowegen (2) Overig Afgedekt (3) Spoorwegen (4)	waterelement zonnenscherm gebouw autoweg verharding overig waterplein
<b>Onverhard gebied voor wateroverlast en droogte</b>	Spoorwegen (4) Water (5) Overig Onafgedekt (6) Akker (Lbgebrperc) (7) Gras, Struiken (8) Bomen (9) Gras, Struiken (Lbgebrperc) (10) Gras, Struiken (WBN) (11) Bomen (WBN) (12) Gras, Struiken (WTZ) (13) Bomen (WTZ) (14)	wadi infiltratieveld of -strook ontharding waterdoorlatende verharding ondergrondse infiltratie waterbergende onderfundering bovengrondse buffer vertraagde afvoer ondergrondse buffer vertraagde afvoer hemelwaterput groendak blauwgroendak

De tool laat niet toe om het effect van aaneengeschakelde maatregelen te berekenen vb. een hemelwaterput gevolg door een ondergronds infiltratiesysteem. Sluit de verharde/onverharde oppervlakte daarom aan bij de maatregel waar het meeste effect van buffering en infiltratie wordt verwacht vb. sluit de daken aan op het ondergronds infiltratiesysteem en niet op de hemelwaterput. Als het dak enkel wordt aangesloten op een hemelwaterput wordt het buffervolume van de hemelwaterput in rekening gebracht. We gebruiken hiervoor de ingetekende oppervlakte van de hemelwaterput en de opgegeven vullingsdiepte om het buffervolume te bepalen. We gaan er m.a.w.

vanuit dat de opgegeven vullingsdiepte beschikbaar is voor buffering bij extreme regenval. Gezien een hemelwaterput op het moment van extreme regenval meestal reeds water bevat, is het verstandig om de vullingsdiepte lager in te stellen dan de volledige diepte van de put (vb. 50% van de volledige diepte).



Figuur 3: Intekenscherf projecttool - adaptatiemaatregelen in voorbeeldproject Oostende

#### → Tekenen punten

Naast de polygonen, worden bomen (“Boomschaduw”) weergegeven als punten, met een contour rond dit punt in functie van de ingevulde diameter van de kruin. Het punt geeft de locatie weer waar de boom geplant wordt. Via de bijkomende kenmerken kan je weergeven wat de diameter van de boomkruin gaat worden in de toekomst.

Een verschilpunt met polygonen is dat maatregelen weergegeven als punten als het ware bovenop de polygonen gelegd worden. Zowel de polygoon die ingetekend wordt, als het punt met de boomkruin worden in rekening gebracht bij berekeningen. Hoe dit precies gebeurt, verschilt per thema en komt verder in deze handleiding aan bod.

---

### 2.3.2. BEREKENING ADAPTATIESCORE HITTE

#### → Effectberekening

Voor hitte wordt er gekeken naar de gebiedsgemiddelde waarden voor de dagminimum en dagmaximum WBGT tijdens een extreem warme dag (T20) in het projectgebied. Op basis van deze waarden wordt een gebiedsgemiddelde hittestress score berekend.

Vertrekpunt van de berekening is de situatie in het projectgebied in 2050 zonder maatregelen (bodembedekking 2018). Dit betekent concreet dat voor het projectgebied volgende indicatoren berekend worden op basis van kaart-informatie voor het projectgebied:

- Min. gevoelstemperatuur bij extreme hittegolf (T20 - 2050)
- Max. gevoelstemperatuur bij extreme hittegolf (T20 - 2050)
- Boomschaduw bestaand – dit is de oppervlakte van de bestaande boomkruinen en de schaduw die dit bijkomend creëert (rekenkaart boomschaduw). Deze wordt berekend op basis van het ‘hoog groen’ uit de Groenkaart van 2018 (Informatie Vlaanderen, <https://download.vlaanderen.be/Producten/Detail/6507>). Daar wordt een gemiddelde boomhoogte van 10m voor aangenomen, en dan worden er uurlijkse schaduwberekeningen uitgevoerd in GIS. De gebieden die continu in de schaduw liggen tussen 12 en 17u worden geselecteerd voor de boomschaduw indicator. Deze tijdspanne is gekozen omdat de maximum gevoelstemperatuur tijdens deze uren wordt bereikt en schaduw op die momenten cruciaal is om de gevoelstemperatuur te beperken. De selectie is op deze manier vrij streng, maar zorgt ervoor dat de impact van bestaande boomschaduw zeker niet wordt overschat.
- Gebouwschaduw bestaand – dit is de schaduw die bijkomend gecreëerd wordt door de gebouwen zelf (rekenkaart artificiële schaduw). Deze wordt berekend op basis van de gebouwhoogtes uit het GRB 3D van 2015 (Informatie Vlaanderen, [https://download.vlaanderen.be/Producten/Detail?id=971&title=3D\\_GRB](https://download.vlaanderen.be/Producten/Detail?id=971&title=3D_GRB)), die worden omgezet in een rasterkaart met een resolutie van 1m. Daar worden uurlijkse schaduwberekeningen op uitgevoerd in GIS. De gebieden die continu in de schaduw liggen tussen 12 en 17u worden geselecteerd voor de artificiële schaduw indicator. Deze tijdspanne is gekozen omdat de maximum gevoelstemperatuur tijdens deze uren wordt bereikt en schaduw op die momenten cruciaal is om de gevoelstemperatuur te beperken. De selectie is op deze manier vrij streng, maar zorgt ervoor dat de impact van bestaande gebouwschaduw zeker niet wordt overschat.

De kaarten die aan de basis liggen van deze berekeningen zijn beschikbaar in de kaartencatalogus. In de naamgeving van deze kaarten is telkens “Rekenkaart” opgenomen.

Vervolgens wordt in functie van de ingetekende maatregelen berekend in welke mate de gebiedsgemiddelde dagmaximum en dagminimum WBGT waarden veranderen. Op basis van de scenario-berekeningen met het UrbClim model voor de Plantool (Broekx et al., 2023)<sup>4</sup> is er voor de verschillende type maatregelen met effecten op hitte een effect-analyse uitgevoerd en zijn er kengetallen opgesteld die voor heel Vlaanderen geldig zijn. Deze worden weergegeven in onderstaande tabel. De impact van de maatregelen op de gebiedsgemiddelde WBGT-waarden wordt lineair geschaald met het percentage van de oppervlakte van het projectgebied waarop ze toegepast worden.

---

<sup>4</sup> Uitbreiding van het Klimaatportaal-Vlaanderen met klimaatadaptatietools - Methodologische beschrijving Broekx Steven, Lefebvre Filip, Lauwaet Dirk, Beckx Carolien, Verachttert Els, Wolfs Vincent, Schoeters Kato, Cauwenberg Peter, Hilgersom Koen, Gabriëls Karen, Guido Vaes, Els Lemeire, Maud Raman  
Studie uitgevoerd in opdracht van: VMM Afdeling Operationeel Waterbeheer (Bestek nr. WAT L 2020 S 0014 X)

Tabel 5: Maximale impact van maatregelen op de hittestress indicatoren (verandering in WBGTmin en WBGTmax) en temperatuurverlaging per bijkomend procent van oppervlakte projectgebied

Type maatregel	Maximale impact [°C]		Temp. verandering per % aandeel oppervlakte projectgebied [°C]	
	WBGT min	WBGT max	WBGT min	WBGT max
<b>Ontharding hitte</b>	-1	-0,2	-0,01	-0,002
<b>Boomschaduw</b>	-0,5	-3	-0,005	-0,03
<b>Artificiële schaduw</b>	0	-2	0	-0,02
<b>Stilstaand water</b>	+1	-1,5	+0,01	-0,015
<b>Stromend water</b>	0	-2,5	0	-0,025

In functie van de bestaande toestand en de genomen maatregelen wordt berekend hoeveel procent van de oppervlakte van het projectgebied verandert voor de verschillende type veranderingen en wat dus de corresponderende veranderingen qua gevoelstemperatuur zijn. Dit gebeurt op de volgende wijze:

De temperatuurverandering door een specifieke maatregel wordt berekend op basis van de temperatuurverandering per % aandeel oppervlakte projectgebied in bovenstaande tabel en het verschil in procentueel aandeel van de maatregel na het project versus voor het project. De temperatuurverandering door het gehele project is de som van temperatuursveranderingen door de maatregelen.

Belangrijk hierbij is dat de interpretatie van maatregelen ruimer gaat dan de oppervlakte van de ingetekende maatregelen zelf. Voor ontharding beschouwen we bijvoorbeeld de totale onverharde oppervlakte voor en na het project. Voor de andere maatregelen geldt hetzelfde. Wat we precies allemaal meenemen in de berekening wordt per maatregel beschreven in onderstaande tabel. Voor ontharding en stilstaand water is dit de som van een aantal maatregelen en bodembedekkingsklassen.

Voor artificiële schaduw beschouwen we de verhoudingen tussen artificiële schaduw en gebouwen in de huidige situatie en passen dit verhoudingspercentage toe op de oppervlakte van gebouwen na toepassing van maatregelen. We houden m.a.w. geen rekening met de hoogte en oriëntatie van nieuwe gebouwen. We hanteren voor dit percentage een default waarde van 33%, voor het geval dat er voor het project nog geen artificiële schaduw aanwezig is waardoor dit percentage niet berekend kan worden. Dit percentage is gebaseerd op het Vlaamse gemiddelde voor gebouwen. We hanteren ook een minimum percentage van 1% en maximum percentage van 50%, voor het geval er procentueel extreem veel of weinig schaduw aanwezig is door gebouwen net binnen of buiten het projectgebied. Dit percentage bevat in tegenstelling tot boomschaduw, niet de oppervlakte van de gebouwen zelf, maar enkel de schaduw die naast de gebouwen gecreëerd wordt. Voor boomschaduw (oppervlakte boomkruin + schaduw) beschouwen we de verhoudingen tussen boomschaduw en bomen in de huidige situatie en passen dit verhoudingspercentage toe op de oppervlakte van bomen na toepassing van maatregelen. We houden m.a.w. geen rekening met de hoogte en ligging van nieuwe bomen in het projectgebied. We hanteren voor dit percentage een default waarde van 125% (gemiddelde Vlaanderen is 116%, maar bevat ook bossen. Dit is daarom verhoogd naar 125%), voor het geval dat er voor het project nog geen boomschaduw aanwezig is waardoor dit percentage niet berekend kan worden. We hanteren ook een minimum percentage van 100% en maximum percentage van 150%, voor het geval er procentueel extreem veel of weinig boomschaduw aanwezig is door bomen net binnen of buiten het projectgebied.

Tabel 6: Berekeningswijze oppervlakte per type maatregel in de huidige situatie en na het project relevant voor effectberekening hitte

Type maatregel	Berekeningsmethode oppervlakte maatregel huidig	Berekeningsmethode oppervlakte maatregel na project
<b>Ontharding hitte</b>	Niet verharde oppervlakte hitte huidig = oppervlakte projectgebied - oppervlakte bodembedekking 2018 gebouwen/autowegen/ overig afgedekt/ spoorwegen	Niet verharde oppervlakte hitte project = oppervlakte projectgebied - oppervlakte verharding uit maatregelen waterbergende onderfundering, waterplein, extra zonwering - oppervlakte nieuwe verhardingen gebouw, autoweg, overig afgedekt - oppervlakte resterende bodembedekking gebouwen/autowegen/ overig afgedekt/ spoorwegen
<b>Boom schaduw</b>	Oppervlakte boomschaduw huidig = oppervlakte boomschaduw huidig uit rekenkaart boomschaduw (beschikbaar in kaartencatalogus)	Oppervlakte boomschaduw project = oppervlakte bomen na project x verhouding boomschaduw huidig/oppervlakte bomen huidig in projectgebied. Oppervlakte bomen huidig = oppervlakte bodembedekking 2018 door Bomen, Bomen (WBN), Bomen (WTZ) <sup>5</sup> . Oppervlakte bomen na project = oppervlakte maatregel boomschaduw + oppervlakte resterende bodembedekking 2018 door Bomen, Bomen (WBN), Bomen (WTZ)
<b>Artificiële schaduw</b>	Oppervlakte artificiële schaduw huidig = oppervlakte artificiële schaduw uit rekenkaart artificiële schaduw (beschikbaar in kaartencatalogus)	Oppervlakte artificiële schaduw project = oppervlakte extra zonwering + oppervlakte gebouwen na project x verhouding oppervlakte gebouwschaduw huidig / oppervlakte gebouwen huidig Oppervlakte gebouwen na project = oppervlakte groendak, blauwgroen dak, gebouw + oppervlakte resterende bodembedekking 2018 gebouwen
<b>Stilstaand water</b>	Oppervlakte stilstaand water huidig = oppervlakte bodembedekking 2018 Water	Oppervlakte stilstaand water project = oppervlakte waterelement + oppervlakte resterende bodembedekking 2018 Water
<b>Stromend water *</b>	/	/

\* Stromend water kan niet apart van stilstaand water onderscheiden worden op basis van de bodembedekkingskaart. We gaan daarom altijd uit van stilstaand water.

### → Score

Om de score voor een projectgebied te bepalen wordt er vertrokken van de gebiedsgemiddelde maximum en minimum WBGT-waarden voor de situatie in 2050 (zonder maatregelen). Deze worden vergeleken met de gezondheids-gebaseerde drempelwaarden voor WBGT<sub>min</sub> en WBGT<sub>max</sub> die ook in de plantool gehanteerd worden. Voor WBGT<sub>min</sub> is dit 18°C en voor WBGT<sub>max</sub> is dit 29,5°C. De

<sup>5</sup> In de bodembedekkingskaart 2018 worden drie aparte klassen onderscheiden voor bomen. WBN (wegbanen) en WTZ (watergangen) zijn entiteiten opgenomen in GRB. Het gaat m.a.w. over boomkruinen die hiermee overlappen.

---

redenering achter deze drempelwaarden staat beschreven in het methodologisch rapport (Broekx et al., 2023).

Indien beide WBGT-waarden boven de drempelwaarden liggen, dan worden deze beschouwd als het vertrekpunt voor de score-berekening (=score 0). De maximum score wordt bereikt indien de drempelwaarde gehaald wordt (=score 10). Voor zowel WBGT<sub>min</sub> als WBGT<sub>max</sub> wordt er een aparte lineaire score-tabel van 0 tot 10 opgesteld op basis van dit vertrek- en eindpunt. Deze scoretabel is dus afhankelijk van de beginsituatie en zal voor ieder projectgebied anders zijn. Deze keuze is gemaakt om alle gebruikers aan te moedigen om hitte-maatregelen in te bouwen, doordat alle projecten vertrekken van score 0. Vervolgens wordt de impact van de genomen maatregelen of bijkomende verharding berekend voor zowel WBGT<sub>min</sub> als WBGT<sub>max</sub> volgens de rekenregels die beschreven staan in Tabel 5. De finale WBGT-waarden worden daarna omgezet in twee scores op basis van de lineaire score-tabellen, en de hoogste van beide scores wordt toegekend als eindscore. Deze keuze is gemaakt omdat het vanuit gezondheidsoogpunt voldoende is dat mensen ofwel overdag ofwel 's nachts kunnen recupereren van hittestress (Broekx et al., 2023)<sup>6</sup>. Daarnaast is het zo dat het in bepaalde gebieden in Vlaanderen bijna onmogelijk zal zijn om zowel voor WBGT<sub>max</sub> als WBGT<sub>min</sub> onder de drempelwaarden te geraken in 2050, en de score van de tool toch een aanmoediging moet zijn om maatregelen te nemen.

Bovenstaande methodologie zal van toepassing zijn in zo goed als alle stedelijke gebieden in Vlaanderen, omdat het zeer weinig voorkomt dat de WBGT-waarden in 2050 zonder maatregelen onder de drempelwaarden liggen. Indien één van beide initiële WBGT-waarden toch al onder de drempelwaarden ligt voor de situatie in 2050 (zonder maatregelen), bv. in landelijk gebied of een bosrijke omgeving, wordt de score bepaald op basis van lineaire score-tabellen met als beginpunt (score 0) de drempelwaarde + 1,1°C (de gemiddelde impact van de klimaatverandering in 2050) of voor WBGT<sub>min</sub> 19,1°C en WBGT<sub>max</sub> 30,6°C. Het project krijgt automatisch een score van 10 als de temperatuur behouden blijft of verlaagt. Indien er in een dergelijke situatie bijkomende verharding wordt voorzien waardoor de temperatuur zou verhogen, kan de score omlaag gaan op basis van deze grenzen.

### 2.3.3. BEREKENING ADAPTATIESCORE DROOGTE

#### → Effectberekening

Voor de effectberekening van droogte maken we gebruik van de resultaten van de software Sirio ([www.sumaqua.be/sirio](http://www.sumaqua.be/sirio)), waarbij voor verschillende type infiltratie-maatregelen de infiltratievolumes en infiltratiepercentages zijn gesimuleerd voor verschillende dimensioneringen (oppervlakte maatregel t.o.v. 1 ha aangesloten (toevoerende) verharde oppervlakte, omtrek/oppervlakteverhoudingen, vulhoogtes en infiltratiecapaciteiten van de bodem). Telkens werd berekend hoeveel procent van het hemelwater infiltreert op jaarbasis in het 2050-klimaat (hoog-impact klimaatscenario). Deze resultaten zijn samengevat in een lookup-tabel. Deze lookup-tabel wordt in de projecttool gebruikt om het percentage infiltratie te bepalen van een maatregel. Op basis van de kenmerken van de ingetekende maatregelen (type maatregel, oppervlakte, omtrek en vulhoogte), de toevoerende oppervlakte (% oppervlakte verhard, onverhard) en bodemkenmerken in het projectgebied (gemiddelde infiltratiecapaciteit bodem) wordt het percentage infiltratie bepaald

---

<sup>6</sup> Uitbreiding van het Klimaatportaal-Vlaanderen met klimaatadaptatietools - Methodologische beschrijving  
Broekx Steven, Lefebvre Filip, Lauwaet Dirk, Beckx Carolien, Verachttert Els, Wolfs Vincent, Schoeters Kato, Cauwenberg Peter, Hilgersom Koen, Gabriëls Karen, Guido Vaes, Els Lemeire, Maud Raman  
Studie uitgevoerd in opdracht van: VMM Afdeling Operationeel Waterbeheer (Bestek nr. WAT L 2020 S 0014 X)

in de lookup tabel die het dichtst aansluit bij de situatie van het projectontwerp. In totaal werden er ongeveer 70.000 verschillende combinatiemogelijkheden doorgerekend op voorhand in Sirio, en vertaald naar deze lookup-tabel.

Tabel 7: Opbouw lookup tabellen voor effectberekening droogte

Variabele	Mogelijke waarden
Maatregel	Wadi, infiltratieveld of -strook, ontharding, waterdoorlatende verharding, ondergrondse infiltratie, waterbergende onderfundering, bovengrondse buffer met vertraagde afvoer, ondergrondse buffer met vertraagde afvoer
Planoppervlakte (m <sup>2</sup> /ha toevoerende oppervlakte)	20; 60; 100; 140; 180; 220; 260; 300; 340; 380; 420; 460; 500; 540; 580; 620; 660; 700; 740; 780; 800; 1050; 1300; 1500; 2000; 2500; 3000; 3500; 4000
Omtrek/oppervlakte verhouding	0,01; 0,33; 0,66; 1; 1,33; 1,67; 2
Vulhoogte (m)	0,02; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,8; 1 *
Infiltratiecapaciteit bodem (mm/u)	0,1; 0,5; 1; 2,5; 5; 7,5; 10; 15; 20; 30; 50; 100; 25; 40

\* De tool laat grotere vulhoogtes toe voor een aantal maatregelen. In dit geval wordt voor droogte de dichtst bijzijnde vulhoogte van 1m verondersteld. In de meeste situaties heeft dit verschil weinig invloed op infiltratiepercentages en is deze grotere vulhoogte vooral relevant voor wateroverlast.

De kaarten die aan de basis liggen van deze berekeningen zijn beschikbaar in de kaartencatalogus. In de naamgeving van deze kaarten is telkens "Rekenkaart" opgenomen. Voor droogte is dit naast de bodembedekking concreet:

- Runoff coëfficiënt
- Runoff coëfficiënt onverhard gebied
- Infiltratiecapaciteit bodem: deze laatste kaart werd omwille van vertrouwelijkheid niet ter beschikking gesteld in de kaartencatalogus. Deze kaart is ook gebruikt door Flood4Cast en het Vlaams droogte-instrumentarium voor de plantool.

De toevoerende oppervlakte wordt berekend als het percentage oppervlakte verhard aangesloten op maatregel x oppervlakte verhard\_toevoer + percentage oppervlakte onverhard aangesloten op maatregel x oppervlakte onverhard\_toevoer x gemiddeld runoff percentage onverhard gebied in projectgebied. Het runoff percentage is afkomstig uit de rekenkaart runoff wateroverlast. We berekenen het gemiddelde van het runoff percentage op onverhard gebied in het projectgebied. Deze kaart is ook gebruikt voor de berekeningen van wateroverlast in de plantool. De omtrek/oppervlakteverhouding wordt berekend op basis van de ingetekende polygonen per maatregel (bij meerdere polygonen per maatregel wordt de som van omtrek en oppervlaktes genomen. De vulhoogte is vrij instelbaar per maatregel via de interface van de projecttool.



Tabel 8: Toewijzing bestaande bodembedekking en maatregelen aan type toevoer relevant voor effectberekening droogte en wateroverlast

Type toevoer	Bodembedekking	Maatregelen
<b>Verhard gebied</b>	Gebouwen (1) Autowegen (2) Overig Afgedekt (3) Spoorwegen (4)	waterelement zonnenscherm gebouw autoweg verharding Overig waterplein
<b>Onverhard gebied</b>	Spoorwegen (4) Water (5) Overig Onafgedekt (6) Akker (Lbgebrperc) (7) Gras, Struiken (8) Bomen (9) Gras, Struiken (Lbgebrperc) (10) Gras, Struiken (WBN) (11) Bomen (WBN) (12) Gras, Struiken (WTZ) (13) Bomen (WTZ) (14)	Wadi infiltratieveld of -strook ontharding waterdoorlatende verharding ondergrondse infiltratie waterbergende onderfundering bovengrondse buffer vertraagde afvoer ondergrondse buffer vertraagde afvoer afvoer hemelwaterput groendak blauwgroendak

Op basis van de lookup tabel wordt per maatregel de hoeveelheid infiltratie (m<sup>3</sup> per ha toevoerende oppervlakte) opgezocht. Door deze hoeveelheid te vermenigvuldigen met de grootte van de toevoerende oppervlakte per maatregel wordt het totale volume dat infiltreert door maatregelen berekend.

Hier bovenop wordt het volume berekend dat direct infiltreert op onverharde oppervlakte in het projectgebied. Dit wordt berekend op basis van de oppervlakte onverhard gebied x (1 - gemiddeld runoff percentage onverhard gebied) x het volume dat maximaal infiltreert in 2050 (resultaat Sirio simulaties na correctie voor oppervlakteverliezen door verdamping – 5920 m<sup>3</sup>/ha/jaar). We gaan ervan uit dat er geen infiltratie plaats vindt ter plaatse op verharde oppervlaktes, indien ze niet zijn aangesloten op infiltratiemaatregelen.

Dit totale geïnfiltreerde volume wordt tot slot omgezet tot een infiltratiepercentage, zodat we corrigeren voor de grootte van het projectgebied.

#### → Score

Het 0-punt voor de score-berekening is het bestaande infiltratiepercentage, dat wordt berekend door (1 - gemiddeld runoff percentage projectgebied).

Een score 5 wordt behaald als de gevolgen van klimaatverandering tussen nu en 2050 in een hoog impact scenario worden opgevangen. Concreet betekent dit dat het infiltratiepercentage met ongeveer 5% moet toenemen t.o.v. de huidige situatie. Dit percentage is berekend door het maximale infiltratievolume in het klimaat van 2050 (5920 m<sup>3</sup>/ha/jaar) te vergelijken met het maximale infiltratievolume in het huidige klimaat (6237 m<sup>3</sup>/ha/jaar). Deze cijfers zijn gebaseerd op berekeningen met Sirio bij een hoog impact klimaatscenario en de randvoorwaarden, die ook aan de basis liggen

voor de lookup tabellen. Een score 10 wordt behaald bij een infiltratiepercentage van 99%. De grenzen voor tussenliggende scores worden lineair geschaald. Het is dus relatief gezien gemakkelijker om tot score 5 te geraken, dan tot score 10.

Naast het infiltratiepercentage voeren we nog een extra normtoets in voor het percentage infiltratieoppervlakte. Om een score 5 of hoger te kunnen behalen moet er minimaal 8% infiltratieoppervlakte van de infiltratievoorziening t.o.v. de verharde oppervlakte aanwezig zijn via wanden of bodems van maatregelen. Deze oppervlakte werd gekozen op basis van de recent vernieuwde GSV Hemelwater (Vlaamse regering, 2023)<sup>7</sup>. Voor de bodem brengen we de oppervlaktes van wadi, infiltratievelden- en stroken, bovengrondse buffer met vertraagde afvoer in rekening. Voor de oppervlakte van de wanden brengen we de omtrek en de vullingsdiepte in rekening van wadi, infiltratievelden- en stroken, ondergrondse infiltratie, waterbergende onderfundering, bovengrondse buffer met vertraagde afvoer en ondergrondse buffer met vertraagde afvoer in rekening.

#### 2.3.4. BEREKENING ADAPTATIESCORE WATEROVERLAST

##### → Effectberekening

Aangezien oorzaak en gevolg van wateroverlast zich meestal niet op dezelfde locatie situeren, wordt in de projecttool gefocust op de oorzaak, namelijk de runoff. Als deze wordt verminderd, zal de afwaarts optredende wateroverlast ook verminderen. Voor de effectberekening van wateroverlast maken we gebruik van de resultaten van bakmodellen binnen het Flood4Cast-model<sup>8</sup> met een continue lange termijn simulatie om het effect op de runoff in te schatten. Voor verschillende groottes van buffercapaciteit en ledigingsdebiet (via doorvoer of infiltratie) is een impactfactor berekend die weergeeft met hoeveel procent de runoff wordt opgevangen bij een extreme regenbui (T20) in 2050. Dit wordt berekend in functie van de hoeveelheid opslag die voorzien is per toevoerende oppervlakte en het ledigingsdebiet. Opslag wordt uitgedrukt in onderstaande tabel in mm. Om tot m<sup>3</sup>/ha te komen is een vermenigvuldiging met 10 nodig. In totaliteit komen er ongeveer 2500 verschillende combinatiemogelijkheden voor. Voor de bovengrondse buffer met vertraagde afvoer veronderstellen we dat de doorvoer zich op halve hoogte bevindt en dat de bodem wél infiltrerend is. Voor de ondergrondse buffer met vertraagde afvoer veronderstellen we dat de doorvoer zich op halve hoogte bevindt en dat de bodem niet infiltrerend is.

Tabel 9: Opbouw lookup tabellen voor effectberekening wateroverlast

Variabele	Mogelijke waarden
Opslag (mm)	0 t.e.m. 100mm met stappen van 1mm (dus 101 waarden)
Doorvoer (mm/u)	0; 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9; 1 1,5; 2; 2,5; 3; 3,5; 4; 4,5; 5; 5,5; 6; 6,5; 7; 7,5; 8; 8,5; 9; 9,5; 10

We berekenen voor de verschillende individuele maatregelen de opslag (buffercapaciteit per toevoerende oppervlakte) en het ledigingsdebiet als resultaat van het doorvoerdebiet, het infiltratiedebiet en het evaporatiedebiet.

<sup>7</sup> VR 2023 1002 DOC.0135/2. Beschikbaar op: <https://omgeving.vlaanderen.be/sites/default/files/2023-02/Hemelwaterverordening.pdf>

<sup>8</sup> Craninx, M., Hilgersom, K., Dams, J., Vaes, G., Danckaert, T., Bronders, J. (2021). Flood4castRTF: A Real-Time Urban Flood Forecasting Model. Sustainability, 13, 5651.

Voor de toevoerende oppervlakte hanteren we dezelfde aanpak als voor droogte. De toevoerende oppervlakte wordt berekend als het percentage oppervlakte verhard aangesloten op de maatregel x oppervlakte verhard\_toevoer + percentage oppervlakte onverhard aangesloten op de maatregel x oppervlakte onverhard\_toevoer x gemiddeld runoff percentage onverhard gebied in het projectgebied. Het runoff percentage is afkomstig uit de rekenkaart runoff wateroverlast. Deze kaart bevat alle runoff coëfficiënten op onverhard gebied. We berekenen het gemiddelde van het runoff percentage op onverhard gebied in het projectgebied. Het buffervolume is de oppervlakte van de maatregel x de vullingsdiepte.

Voor het doorvoerdebiet, infiltratiedebiet en evaporatiedebiet worden vaste parameters verondersteld per maatregel. De volgende tabel geeft weer welke parameters verondersteld worden per maatregel met een effect op wateroverlast. Voor infiltratiedebiet wordt gekeken naar de lokale infiltratiecapaciteit van de bodem. Voor alle parameters gebeurt er nog een omrekening naar de juiste eenheid voor de lookup tabel (mm/u).

*Tabel 10: Toegepaste parameters voor infiltratiedebiet, doorvoerdebiet en evaporatiesnelheid voor de verschillende maatregelen*

Maatregelnaam	Omschrijving
Wadi	Infiltratiedebiet: gemiddelde infiltratiecapaciteit bodem projectgebied
Infiltratieveld of -strook	Infiltratiedebiet: gemiddelde infiltratiecapaciteit bodem projectgebied
Ontharden	Wordt beschouwd als onverhard gebied, dus infiltratie ter plaatse op basis van 1- de runoff coëfficiënt.
Waterdoorlatende verharding	Wordt beschouwd als onverhard gebied, dus infiltratie ter plaatse op basis van 1- de runoff coëfficiënt.
Ondiepe horizontale ondergrondse infiltratie	Infiltratiedebiet: gemiddelde infiltratiecapaciteit bodem projectgebied
Waterbergende onderfundering	Infiltratiedebiet: gemiddelde infiltratiecapaciteit bodem projectgebied
Bovengrondse buffer vertraagde afvoer	Doorvoerdebiet: 5l/s/ha toevoerende oppervlakte
Ondergrondse buffer vertraagde afvoer	Doorvoerdebiet: 5l/s/ha toevoerende oppervlakte
Waterplein	Doorvoerdebiet: 5l/s/ha toevoerende oppervlakte
Hemelwaterput	Evaporatiesnelheid: 0,1 mm/u (verbruiksdebiet).
Waterelement	Evaporatiesnelheid: 0,1 mm/u
Groendak	Evaporatiesnelheid: 0,2 mm/u
Blauwgroen dak	Evaporatiesnelheid: 2 mm/u

Nadat voor alle maatregelen de impactfactor (reductie runoff) is bepaald, wordt berekend op basis van de toevoerende oppervlakte per maatregel hoeveel resterende runoff niet opgevangen wordt bij een T20 in 2050 per maatregel en in totaal (uitgedrukt in runoff oppervlakte). Voor de niet aangesloten verharde en onverharde oppervlakte wordt de bijkomende runoff oppervlakte bepaald. Voor de niet aangesloten verharde oppervlakte is dit de totale oppervlakte. Voor onverharde oppervlakte wordt gecorrigeerd met de gemiddelde runoff coëfficiënt voor onverhard gebied in het projectgebied.

Door de totale runoff oppervlakte te delen door de oppervlakte van het projectgebied wordt het resterende runoff percentage of de runoff coëfficiënt na maatregelen bepaald.

De relatieve reductie van runoff wordt berekend op basis van de gemiddelde runoff coëfficiënt door de formule  $1 - \text{runoff coëfficiënt na maatregelen} / \text{gemiddelde runoff coëfficiënt voor maatregelen}$ .

---

→ **Score**

Het 0-punt voor de score-berekening is dat de runoff niet gereduceerd wordt, dus 0. Een score 5 wordt behaald als de gevolgen van klimaatverandering tussen nu en 2050 in een hoog impact scenario worden opgevangen. We verwachten op basis van de klimaatperturbatiefactoren dat de bestaande neerslaghoeveelheid (en dus ook het volume runoff) met 20,7% stijgt bij een T20 regenbui zonder bijkomende maatregelen. De runoff moet dus gereduceerd worden met 20,7% t.o.v. de huidige situatie in 2018 om score 5 te kunnen behalen. Gezien we alles berekenen voor tijdshorizon 2050, betekent dit dat de runoff in 2050 door het project gereduceerd moet worden met 17,15% t.o.v. de runoff zonder maatregelen in 2050 (20,7%/120,7%). Een score 10 wordt behaald bij een reductiepercentage van 99%, wat betekent dat quasi alle neerslag ter plaatse wordt gebufferd bij extreme regenval in 2050. De grenzen voor tussenliggende scores worden lineair geschaald.

Naast het reductiepercentage van de runoff voeren we nog een extra normtoets in voor het buffervolume. Om een score 5 of hoger te kunnen behalen moet er minimaal 330m<sup>3</sup>/ha verharde oppervlakte buffervolume aanwezig zijn in het projectgebied bij een infiltratiecapaciteit van de bodem van hoger dan of gelijk aan 5 mm/uur en 430 m<sup>3</sup>/ha bij een infiltratiecapaciteit van de bodem van lager dan 5 mm/uur. Deze norm werd gekozen op basis van de recent vernieuwde GSV Hemelwater (Vlaamse regering, 2023)<sup>9</sup>. We gaan ervan uit dat voor slecht infiltrerbare bodems met een infiltratiecapaciteit lager dan 5 mm/uur omwille van technische redenen geen infiltratievoorziening kan worden aangelegd.

### **2.3.5. BEREKENING ADAPTATIESCORE OVERKOEPELEND**

De overkoepelende adaptatiescore wordt berekend op basis van de scores per thema en de evaluatie van de klimaatuitdagingen situatie 2050. Meer details hierover zijn terug te vinden in paragraaf 2.2.1. Door de scores per thema te vermenigvuldigen met de klimaatuitdaging per thema (zeer laag = 0; laag = 1; gemiddeld = 2; hoog = 3; zeer hoog = 4) en te delen door de som van de gewichten van de klimaatuitdagingen wordt een gewogen totale adaptatiescore berekend.

### **2.3.6. BEREKENING KOSTEN**

Gegevens over investeringskosten zijn o.a. afkomstig van Klimaatbestendige Stad Nederland, Dep. Landbouw & Visserij (VLIF), INBO (beheerkostenverkenner ecologisch groenbeheer), Inagro, Aannemers, Vlario, ANB, Buiten Leren en Spelen (BLES), Studies VITO en VLAKWA, VMM, Dep. Omgeving, Dienst Integraal Waterbeleid provincie Antwerpen, Boerenatuur en de Bodembouwkundige dienst.

Voor de jaarlijkse onderhoudskosten wordt vaak gebruik gemaakt van eigen assumpties (1% van investeringskost). Daarnaast zijn specifieke onderhoudskosten beschikbaar van INBO (beheerkostenverkenner ecologisch groenbeheer), ANB, VITO en Inagro.

Een aantal algemene principes werden hierbij gehanteerd:

- Kosten voor grondverwerving en grondverlies (vereiste ruimte) zijn niet meegenomen. Dit geldt zowel voor maatregelen in landbouwgebied als in de bebouwde ruimte.

---

<sup>9</sup> VR 2023 1002 DOC.0135/2. Beschikbaar op: <https://omgeving.vlaanderen.be/sites/default/files/2023-02/Hemelwaterverordening.pdf>

- Kosten voor het aanleggen van infiltratiegebieden bevatten enkel de kosten voor deze aanleg en niet de kosten voor het afkoppelen en transporteren van water tot aan dit infiltratiegebied.
- We berekenen een gemiddelde kost. De ranges in kengetallen die we terugvinden is vaak groot, dit is dus een ruwe raming.

Tabel 11: Investeringskosten per maatregel gehanteerd in projecttool

Maatregelen	Eenheid	Investeringskost (I) (€ per eenheid)			
		min.	max.	gem.	Toelichting
Wadi's	€/m2	75	110	92,5	Kosten wadi worden volgens KBS op 75€/m2 geschat en de NPI van VLIF voor wadi's ligt op 110€/m2 (gaan ervan uit dat dit 100% investering dekt).
Infiltratievelden en infiltratiestroken (bermen)	€/m2	60	88	74	Kostprijs bedraagt rond de 80% van een wadi (dit op basis van 0,5m uitgraven, gezonde bodem toplaag, humus, grasvegetatie kosten)
Ondiepe horizontale ondergrondse infiltratie: infiltratiekratten	€/m3	250	800	525	Kosten via Inagro. Liggen in lijn met kostprijzen op de markt; via <a href="https://www.bouwdepot.be/ds-infiltratiekrat-geotextiel-600l.html">https://www.bouwdepot.be/ds-infiltratiekrat-geotextiel-600l.html</a> vinden we dat een DS infiltratiekrat met inhoud van 615l kost €259 (afmetingen: l180cm,b60cm,h60cm).
Waterbergende onderfundering	€/m2	6	6	6	Rapport MRA:Bijvoorbeeld holle constructies onder wegen, waterberging in granulaat. We veronderstellen een dikte van 5cm.
Ontharden	€/m2	16	78,68	47,34	a) Gegevens van ANB uit verschillende projecten tonen dat kosten van opbreken verhardingen inclusief fundering en onderfundering rond de 11€/m2 kost zonder recuperatie, 1 project rekent ook kost van recuperatie uit en dan kost opbreken rond de 35€/m2. Daarnaast hangt kostprijs sterk af van welk groen wordt aangelegd: aanleg graszoden kost 10€/m2 (min scenario), biodivers gazon 12€/m2, bloemrijk grasland/vaste planten/vlinder- en bijenplanten 18€/m2 en struiken kosten tussen de 45en 85€/stuk (dit moet bij de opbrekingskosten geteld worden). b) De Kostenverkenner ecologisch groenbeheer schat de kost van verharding omzetten naar soortenrijk gazon rond 16€/m2 en omzetting naar standaard gazon rond 17€/m2. c) Departement omgeving heeft kostenschatting van 39 proeftuinen rond verharding. Maken onderscheid tussen proeftuinen met uitbraakwerken en proeftuinen met sloopwerken. De kosten per m2 zijn erg uiteenlopend. Wanneer enkel naar kosten van ontharding zelf gekeken wordt ligt gemiddelde prijs (zonder uitschieters) overheen alle projecten op 63,68€/m2. We nemen de gegevens van de kostenverkenner als min, en de gemiddelde prijs van het departement omgeving + 15€/m2 voor aanleg groen als max.

Waterdoorlatende verharding	€/m2	30	160	76,11	<p>Zeer uiteenlopende prijs afhankelijk van materiaal (alsook kleur en formaat) dat gekozen wordt. a) VLIF steun bedraagt 34€/m2 wat 75% van de investeringskost zou moeten dekken. b) ANB projecten vermelden kostprijs van 28€/m2 voor poreuze betonstraatstenen en 60€/m2 voor aanleg halfverharding en stapstenen. c) KBS schat min kosten op 50 en max op 150€/m2. d) Aannemer schat kostprijs van gebakken kleiklinker tussen 40 en 70€/m2; algemeen worden kosten geschat tussen 20 en 150 €/m2. Er worden ook onderzoekskosten per project vermeld van tussen de €500 en €2500, maar deze worden hier niet meegenomen. Bij bovenstaande getallen worden ook nog kosten van opbreken bestaande verharding + fundering bijgerekend. Project ANB rekent hier kost van 10m2 voor aan (is zonder recuperatie van materialen). f) RIONED rekent kost excl toeslag (dus geen onderzoek en opvolgingskosten, maar wel inclusief kosten van opbreken) op €80/m2</p>
Bovengrondse buffer met vertraagde afvoer	€/m2	75	110	92,5	Zelfde kost als WADI
Ondergrondse buffer met vertraagde afvoer	€/m3	250	800	525	Zelfde kost als ondergrondse infiltratie
Bomen	€/boom	105	760	370	<p>Kosten zijn zeer uiteenlopend door grote variatie in prijzen van verschillende boomsoorten. Algemeen ligt de prijs van verankering van bomen rond de 40€/boom. De NPI van het VLIF voor het aanplanten van bomen ligt op €65 voor streekeigen bomen en €72 voor autochtone bomen. Prijzen van projecten van ANB voor leveren en aanplanten van bomen liggen echter vele malen hoger. Bomen met draadkruit kosten bijvoorbeeld 250€/stuk, linde 300€/stuk, walnootboom 550€/stuk, hoogstammige boom 665,5€/stuk, meerstammige boom €726/stuk. We veronderstellen een boomkruin van 10m<sup>2</sup> per boom.</p>
Groene daken	€/m2	40	200	120	<p>Schatting is voor plaatsing, maar wordt geen rekening gehouden met bijkomende werken zoals dakisolatie, nieuwe dakbedekking (EPDM: €60-80 per m2 incl btw en plaatsing). Exacte kostprijs is afhankelijk van verschillende factoren zoals de oppervlakte van het dak, de moeilijkheidsgraad van de werken, ... De onderlagen en het type dakbegroening hebben de grootste invloed op de prijs: Prijs onderlagen: voor een licht groendak is € 25 à 35 per m<sup>2</sup> vaak voldoende voor de onderlagen. In geval van een dikkere substraatlaag, reken je best op een prijs van € 55 à 80 per m<sup>2</sup>. Er bestaan ook systemen van € 120 per m<sup>2</sup> of meer, bijvoorbeeld voor zware intensieve groendaken. Prijs dakbegroening: zaden om direct te planten kan je al hebben voor zo'n € 5 per m<sup>2</sup>. Voor voorgekweekte sedumtapijten of mostapijten betaal je gemiddeld € 25 per m<sup>2</sup>. Voor grassen en kruiden is dat gemiddeld € 40 per m<sup>2</sup>. Wil je een echte daktuin met bomen, dan ligt de prijs hoger. (bron: <a href="https://www.mijn-dakwerker.be/groendak#prijs">https://www.mijn-dakwerker.be/groendak#prijs</a>, prijs ligt in lijn met ANB projecten).</p>
Blauwgroene daken	€/m2	688	1050	869	<p>Data afkomstig uit rapport MRA: waterdak kost gemiddeld 93€/m3; een blauwdak gemiddeld 2286€/m3 en een polderdak tussen de 1375 en 2100 €/m3. We veronderstellen een dikte van 0,5m.</p>
Waterplein	€/m2	300	3000	1650	KBS schat kost tussen 300 en 3000€/m2

Waterelement	€/m <sup>2</sup>	50	300	175	Sterke variatie afhankelijk van soort waterelement. KBS berekent dat kost voor fontein tussen 500 en 3000€ per stuk ligt en onderhoud €450/jaar/fontein. We veronderstellen een oppervlakte per element van 10m <sup>2</sup> .
Hemelwaterputten huishoudens	€/m <sup>2</sup>	39	195	117	Schatting op basis van prijzen Farys. Minimum prijs is geschat volgens principe bestaande helemwaterput beter benutten (adhv pomp). Gemiddelde prijs is gebaseerd op kost volledig nieuwe installatie onder gunstige omstandigheden. Max prijs is dan prijs van volledig nieuwe installatie onder minder gunstige omstandigheden. Alle kosten (aanleg hemelwaterput (niet voor min scenario) en kost pomp / toebehoren) worden meegenomen behalve kosten dubbele leiding in woning wat nog eens op €300 per nieuwe woning zou komen. We veronderstellen voor de oppervlakte per put een ronde put met diameter 6meter (of oppervlakte 28m <sup>2</sup> )
Extra zonwering	€/m <sup>2</sup> zonwering	200	1000	600	Kostprijs (excl. installatie) van zonnescerm ligt tussen de 200 en 1000€/m <sup>2</sup> (afh van welk soort scherm gekozen wordt)

---

### 2.3.7. BEREKENING CO-BENEFITS

#### → Beschrijving co-benefits

Met co-benefits bedoelen we de bijkomende baten die gerealiseerd kunnen worden door de voorgestelde maatregelen bovenop de vermeden (klimaat)schade voor hitte, droogte en wateroverlast. Het concept van co-benefits sluit wat aan bij het concept van ecosysteemdiensten. Voor de beschrijving en de methode bouwen we dan ook in belangrijke mate voort op de methodes die ontwikkeld zijn voor de natuurwaardeverkenner en specifiek de natuurwaardeverkenner stad ([www.natuurwaardeverkenner.be](http://www.natuurwaardeverkenner.be)). Specifiek komen de volgende co-benefits aan bod in de adaptatie-tools:

- Luchtkwaliteit: De invloed die vegetatie heeft op de luchtkwaliteit wordt bepaald door twee verschillende processen. Enerzijds is er het filterende proces waarbij luchtverontreinigende stoffen uit de atmosfeer worden afgevangen. Anderzijds is er de impact van vegetatie op de luchtstroming zelf waarbij de windsnelheid, windrichting en turbulentie van de atmosfeer lokaal worden gewijzigd en die op hun beurt een invloed kunnen hebben op de concentraties in de atmosfeer. We beschouwen hier specifiek de effecten van vegetatie op 'achtergrondconcentraties' in afgevangen fijn stof per jaar.
- C-opslag (klimaatmitigatie): Planten zetten CO<sub>2</sub> om in biomassa. Hoe meer atmosferische koolstof wordt vastgelegd in biomassa, en vervolgens in de bodem, hoe minder deze kan bijdragen tot klimaatopwarming. Bodems onder natuurlijke ecosystemen vertonen doorgaans grotere koolstofvoorraden dan deze onder intensief landgebruik. Voor de koolstofvoorraad in biomassa zijn bomen het meest betekenisvol.
- Culturele diensten: Culturele diensten zijn de immateriële baten die mensen krijgen uit ecosystemen door recreatie en esthetische beleving. Groene ruimte heeft voor mensen een belangrijke waarde: mensen kunnen genieten van het uitzicht, ze kunnen er recreëren, mensen linken hun identiteit (sense of place) aan een landschap en komen er tot rust. Daarnaast hechten mensen ook een waarde aan groene ruimte omdat het open ruimte en natuurwaarden vrijwaart voor zichzelf en voor anderen, voor de toekomstige generaties en omdat het een habitat biedt voor verschillende plant- en diersoorten (niet-gebruikswaarde).
- Biodiversiteit: Biodiversiteit staat voor de hele verscheidenheid aan levensvormen, genen en ecosystemen. Biodiversiteit wordt vaak niet aanzien als een aparte ecosysteemdienst of baat en is ook zeer moeilijk uit te drukken in scores of indicatoren. Op basis van voorgaande tools en oefeningen merken we dat er vanuit de besluitvorming opgemerkt wordt dat het belang van biodiversiteit onvoldoende gevat wordt binnen de range van becijferde ecosysteemdiensten en dat er nood is aan bijkomende indicatoren hierrond. Vandaar dat deze co-benefit ook hier bijkomend wordt meegenomen.

#### → Kwalitatieve waardering (scores) natuurwaardeverkenner stad

Voor de berekeningen in de klimaatadaptatie-tools maken we gebruik van een kwalitatieve waardering of een score voor de waaier aan baten die een maatregel levert. Afhankelijk van de maatregel zal het belang van individuele co-benefits sterk verschillen. We berekenen dus een score per individuele co-benefit. Naast kwalitatieve waardering kunnen co-benefits ook kwantitatief (in biofysische indicatoren) en monetair (in geldtermen) uitgedrukt worden. Gezien dit heel wat bijkomende inputdata vereist en de complexiteit van de berekeningen sterk verhoogt, beperken we de becijfering van co-benefits tot een kwalitatieve benadering. We bouwen hiervoor in belangrijke mate voort op de methodes ontwikkeld voor de natuurwaardeverkenner (Hendrix et al., 2015).



---

De kwalitatieve waardering bestaat dus uit een score-systeem. Per bodembedekkingsklasse of maatregel en per co-benefit is er een score bepaald tussen 0 (geen bijdrage aan co-benefit) en 10 (grote bijdrage aan co-benefit). Deze scores zijn gebaseerd op een literatuurstudie en expertenschattingen. In functie van de bestaande bodembedekking en bodembedekking na implementatie van maatregelen worden scores voor en na het project berekend.

Luchtkwaliteit: op basis van het literatuuroverzicht en expert judgement is een kwalitatieve score per groenvorm of landgebruik samengesteld in de natuurwaardeverkenner. De score varieert van 0 (geen effect) tot +10 (bos). In de natuurwaardeverkenner wordt ook gekeken naar een mogelijk negatieve impact van bomen in street canyons. Dit onderscheid maken we niet in de projecttool. Het kan dus voorkomen dat bomen geplaatst worden in street canyons en in dat geval onterecht een hoge score krijgen voor luchtkwaliteit.

C-opslag: op basis van een literatuuroverzicht van gemiddelde C-opslaghoeveelheden in biomassa en C-voorraden in bodems is een proportionele schaalverdeling uitgewerkt. In deze schaal komt tot uiting dat bomen (en dan met name bos) het hoogst scoren in koolstofopname. Hoe dikker de bomen, hoe meer koolstofopname. Ook lage/laagblijvende vegetaties nemen koolstof op, weliswaar minder dan bomen (bij gelijke oppervlakte).

Voor culturele diensten is op basis van een expertenschatting en literatuur een indeling gemaakt naarmate er voor de betreffende groenmaatregel in meer of mindere mate evidentie te vinden is voor effecten op de meerwaarde van woningen, recreatie en gezondheid.

Voor biodiversiteit werd voor het bepalen van de wegingsfactoren dezelfde analyse uitgevoerd als in het project 'biodiversiteitstoets', maar dan zonder een aantal niet-relevante indicatoren (Brabers, 2014). De resultaten hiervan zijn herleid tot een 10-puntenschaal maar dan zonder de indicatoren 'Vervangbaarheid van een groenvorm op een termijn van ongeveer 5 jaar' en 'Cultuurhistorische waarde'.

De score van een projectontwerp wordt bepaald door de oppervlakte van een maatregel en het resterende landgebruik en de scores die hiermee verbonden zijn. Er wordt een gewogen gemiddelde berekend:  $\text{oppervlakte maatregel} \times \text{score maatregel} / \text{totale oppervlakte gebied}$ . Voor het landgebruik bouwen we voort op de bodembedekkingskaart (BBK) 2018.

### → Toepassing in de projecttool

De klassen die gebruikt worden in de natuurwaardeverkenner stad komen niet overeen met de short list van maatregelen die gehanteerd worden in de adaptatietools. Ook de classificatie die gehanteerd wordt in de bodembedekkingskaart is anders dan deze in de natuurwaardeverkenner stad. Om dit af te stemmen is een herclassificatie uitgevoerd, waarbij telkens per maatregel en landgebruik een overeenkomstige klasse uit de natuurwaardeverkenner stad is bepaald.

We lijsten hier de belangrijkste assumpties op.

Alle maatregelen die gerelateerd zijn aan grijze infrastructuur (gebouwen, verharding) blijven we beschouwen als gesloten verharding. Voor ondergrondse buffering en infiltratie en hemelwaterputten veronderstellen we dat ze onder een grasveld gebeuren. Het voorzien van bovengrondse infiltratie door middel van wadi's, infiltratiepoelen of infiltratievelden beschouwen we als natte groenvormen. We gaan er dus vanuit dat deze gebieden vernatten en dat er regelmatig water aanwezig is in het gebied met positieve gevolgen op o.a. biodiversiteit. Dit is mogelijk in heel wat gevallen een overschatting.

---

We veronderstellen dat maatregelen die bestaan uit het voorzien van bomen, maar ook een bestaand landgebruik met bomen overeenkomen met bomenrijen. Dit is een wat voorzichtige aanname gezien in vele gevallen er ook bos aanwezig is, waarvoor een aantal baten iets hoger geschat worden dan bomenrijen. We gaan ervan uit dat dit loofbomen zijn, hetgeen ook het meest van toepassing is, zeker in een stedelijke context.

Voor maatregelen gericht op ontharden of het voorzien van hemelwaterputten veronderstellen we dat dit grotendeels wordt ingevuld of overdekt door grasvelden.

Voor stuwtjes worden gebieden afgebakend die beïnvloed worden door de plaatsing van stuwtjes. We gaan ervan uit dat het landgebruik gelijk blijft. We verwachten dat dit grotendeels landbouwgebied zal zijn (dominant landgebruik landelijk gebied), vandaar dat we dit beschouwen als “Akkers en weilanden”.

De volgende tabel geeft nog eens een overzicht voor de short list van maatregelen hoe maatregelen geclassificeerd zijn en wat dit voor gevolg heeft op de scores.

De score wordt als gemiddelde berekend voor de totale oppervlakte van het project- of plangebied. Voor locaties waar geen maatregelen genomen worden, wordt de score voor de bodembedekking van 2018 volgens de bodembedekkingskaart gehanteerd. De score voor boomschaduw rekenen we bovenop de scores van andere bodemgebruiken en maatregelen. We corrigeren weliswaar de scores in de onderstaande tabel om geen dubbel telling te krijgen.

Tabel 12: Co-benefit scores gehanteerd binnen projecttool

Maatregelen short list	Reclass NWV Stad	Voedsel	Lucht	C-opslag	Cultureel	Biodivers
Wadi	Natte groenvormen	0	3	1	7	8
Infiltratieveld of -strook	Natte groenvormen	0	3	1	7	8
Ontharden	Grasveld en perkplanten	0	3	1	6	5
Groendak	Intensief groendak	0	3	6	3	6
Blauwgroen dak	Intensief groendak	0	3	6	3	6
Ondiepe horizontale ondergrondse infiltratie	Grasveld en perkplanten	0	3	1	6	5
Waterbergende onderfundering	Gesloten verharding	0	0	0	0	0
Waterdoorlatende verharding	Half-verharding	0	0	0	0	2
Ondergrondse buffer vertraagde afvoer	Grasveld en perkplanten	0	3	1	6	5
Bovengrondse buffer vertraagde afvoer	Natte groenvormen	0	3	1	7	8
Waterplein	Gesloten verharding	0	0	0	0	0
Waterelement	Water	0	0	0	7	8
Hemelwaterput	Grasveld en perkplanten	0	3	1	6	5
Zonnescherm	Gesloten verharding	0	0	0	0	0
Boomschaduw *	Stadsboom loofboom	0	6	7	6	8
<b>Landgebruiksklassen BBK</b>						
Gebouwen (1)	Gesloten verharding	0	0	0	0	0
Autowegen (2)	Gesloten verharding	0	0	0	0	0
Overig Afgedekt (3)	Gesloten verharding	0	0	0	0	0
Spoorwegen (4)	Gesloten verharding	0	0	0	0	0
Water (5)	Water	0	0	0	7	8
Overig Onafgedekt (6)	Grasveld en perkplanten	0	3	1	6	5
Akker (Lbgebrperc) (7)	Andere agrarische vormen	10	2	2	6	4
Gras, Struiken (8)	Grasveld en perkplanten	0	3	1	6	5
Bomen (9)	Stadsboom loofboom	0	6	7	6	8
Gras, Struiken (Lbgebrperc) (10)	Andere agrarische vormen	10	2	2	6	4
Gras, Struiken (WBN) (11)	Grasveld en perkplanten	0	3	1	6	5
Bomen (WBN) (12)	Stadsboom loofboom	0	6	7	6	8
Gras, Struiken (WTZ) (13)	Grasveld en perkplanten	0	3	1	6	5
Bomen (WTZ) (14)	Stadsboom loofboom	0	6	7	6	8

\* Score gaat uit van half verharde en onverharde ondergroei. Voor berekeningen in de projecttool hanteren we het verschil van deze scores met gemiddelde van gras en verharding plus de score van de ondergroei (kan verhard of onverhard zijn).

## 2.4. STAP 3 - BEKIJK DE ADAPTATIESCORE

Het volstaat om de toegevoegde maatregelen te bewaren om vervolgens de adaptatiescore te laten berekenen voor elk klimaatthema. Ook de finale, gemiddelde score komt in beeld. Daarnaast krijg je ook zicht op een aantal systeemindicatoren van jouw project. Zo verneem je het percentage boomschaduw, verhardingsgraad alsook het percentage van het hemelwater dat gebufferd en geïnfiltreerd wordt binnen het gebied.

Tevens wordt (in rode tekst) het verschil getoond van deze systeemindicatoren tussen een scenario voor en na maatregelen in 2050.

Indien je de adaptatiescore wil verbeteren via “verbeter mijn score”, kan je extra maatregelen toevoegen, of kan je het project dupliceren om vervolgens een alternatief ontwerp samen te stellen. De projectvariant met de hoogste score, is het best gewapend om toekomstige klimaatimpact te milderen.

Door het project te dupliceren, wordt er een nieuw project aangemaakt in een nieuw scherm met dezelfde inputparameters. Dit kan gemakkelijk zijn om resultaten tussen scenario's te vergelijken.



Figuur 4: eindscherm projecttool - zoom op klimaatadaptatiescore

Resultaten worden bewaard onder een unieke link naar het project. Deze link leidt automatisch terug naar deze inputparameters. Door links te kopiëren en zelf op te slaan, kan je teruggaan naar je berekende resultaten.

Door links te delen kunnen resultaten ook gedeeld worden met anderen. Om te vermijden dat anderen de input van jouw scenario's veranderen, kan je de alleen-lezen link delen. Als anderen vervolgens het project willen aanpassen, kunnen ze het project dupliceren.

Het pdf-rapport geeft het resultaat van de resultaten-pagina weer.

---

## HOOFDSTUK 3. GEVALSTUDIES

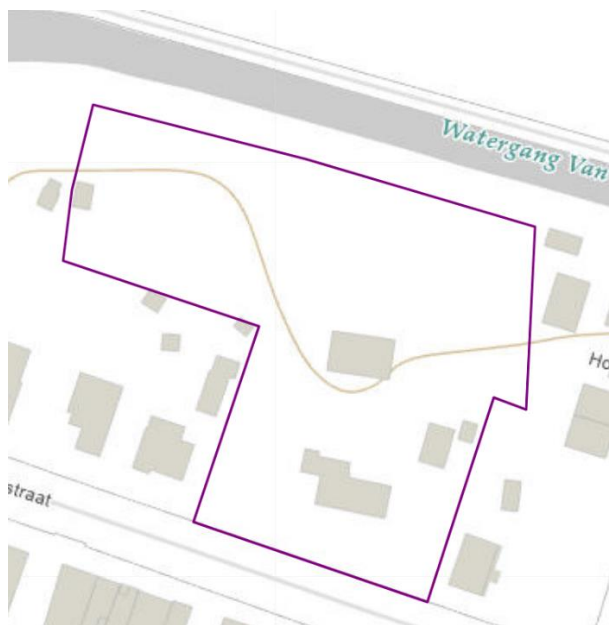
---

Hieronder staan enkele gevalstudies beschreven. Het doel hiervan is om begrippen en parameters te verduidelijken en te tonen hoe project-ontwerpen geïnterpreteerd worden zodat deze op een correcte manier kunnen ingetekend worden. Eerst zal de lokale context kort besproken worden gevolgd door een beschrijvende uitleg over hoe en waarom de elementen op die manier worden ingetekend.

### 3.1. GEVALSTUDIE 1: NIEUWE VERKAVELING IN SINT-GILLIS-WAAS

#### 3.1.1. LOKALE CONTEXT

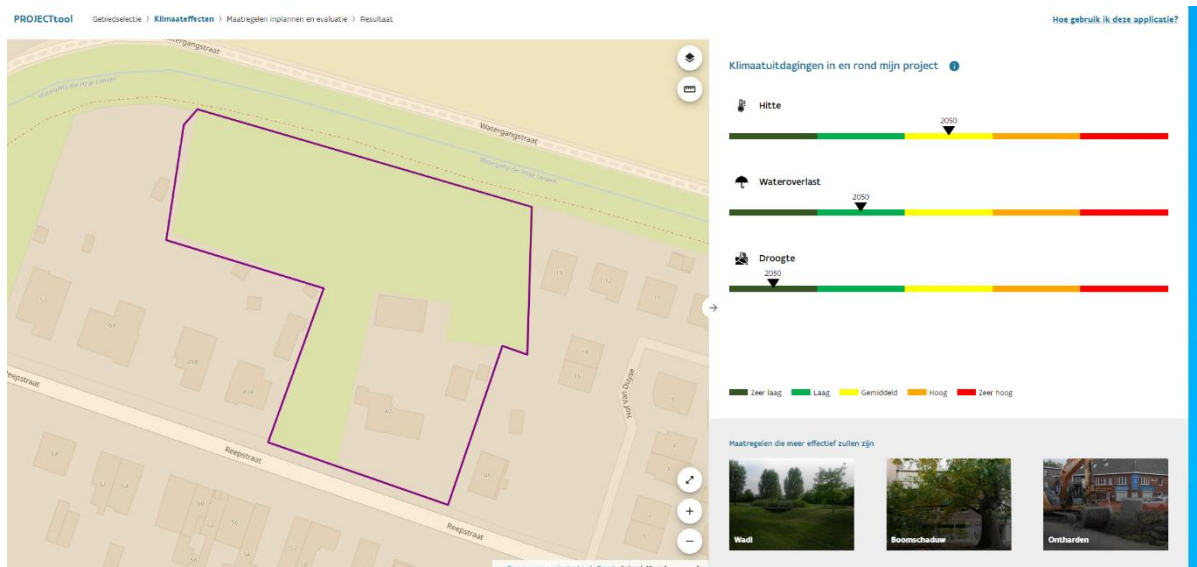
In Sint-Gillis-Waas is een verkavelingsproject gepland waarbij enkele percelen, voornamelijk kleine velden, met een hoeve worden omgezet in 10 woningen op kleinere percelen. Het huidige gebied is gekenmerkt door een lage graad van verharding en een deel van het gebied is ook lager gelegen dan zijn directe omgeving. Ten noorden, grenzend aan het perceel is er een waterloop 'Watergang Van De Hoge Landen', een element die de wateroverlast beïnvloedt. Het gebied situeert zich langs de ene kant voornamelijk in verstedelijkt gebied en noordelijk overheerst een landelijk karakter met weiland en akkers.



Figuur 5: Projectperimeter verkaveling in Sint-Gillis-Waas, VMM-basiskaart met indicatieve hoogtelijn

#### 3.1.2. KLIMAATUITDAGINGEN IN HET GEBIED EN SUGGESTIE VAN MAATREGELEN

De klimaatuitdagingen in het gebied zijn eerder laag. Het aantal kwetsbare hitte getroffen in de directe omgeving van het projectgebied (binnen 100m) bedraagt 3/ha, wat gemiddeld is. Het gebied is laaggelegen en eerder nat. Droogte is m.a.w. geen probleem. Wateroverlast is ook geen issue in het gebied. De gemiddelde runoff coëfficiënt is ook relatief laag met 0,4.



Figuur 6: Resultaat projecttool “klimaat effecten 2050” verkaveling Sint-Gillis-Waas

Tabel 13: Evaluatie klimaatuitdagingen situatie 2050 gebied Sint-Gillis-Waas per indicator

Indicator	Ze er Laag	Laag	Gem - idd el	Hoog	Ze er hoog	Evaluatie
Gemiddelde WBGT Drenpelwaarde	<3	3	4	5		3,86 (laag)
Aantal hitte getroffen en (0-4 en 65+) per hectare	<2/ha		>2/ha	>5/ha	>10/ha	3,00 (gemiddeld)
Gemiddelde droogte-duur (agraris ch) in dagen per jaar	<5	5	10	20	40	0,53 (zeer laag)
Kwetsbare ecotopen met significante droogtestress (% van gebied)	<20%			>20%	>40%	0% (zeer laag)
Landbouwpercelen met significante droogtestress	<20%		>20%	>40%	>60%	1% (zeer laag)
Gemiddelde runoff coëfficiënt	<0,3	0,3	0,5	0,7	0,9	0,41 (laag)
Oppervlakte gebouwen met wateroverlast (% van gebied)	<0,5		0,5%	2%	5%	0% (zeer laag)

Vertrekkende van deze scores worden wadi, boomschaduw en ontharden als mogelijke maatregelen gesuggereerd.

### 3.1.3. INTEKENEN EN VERFIJNEN VAN HET PROJECTGEBIED

Voor het intekenen is het makkelijkste te beginnen met de gebouwen en de bestaande weg naar de hoeve te ontharden. De landgebruikskaart kan gebruikt worden om te duiden waar in de bestaande situatie verharding aanwezig is en er moet onthard worden. Gebieden die niet onthard moeten worden, worden bij voorkeur niet ingetekend om te ontharden, gezien dit een invloed heeft op de berekening van de kosten.



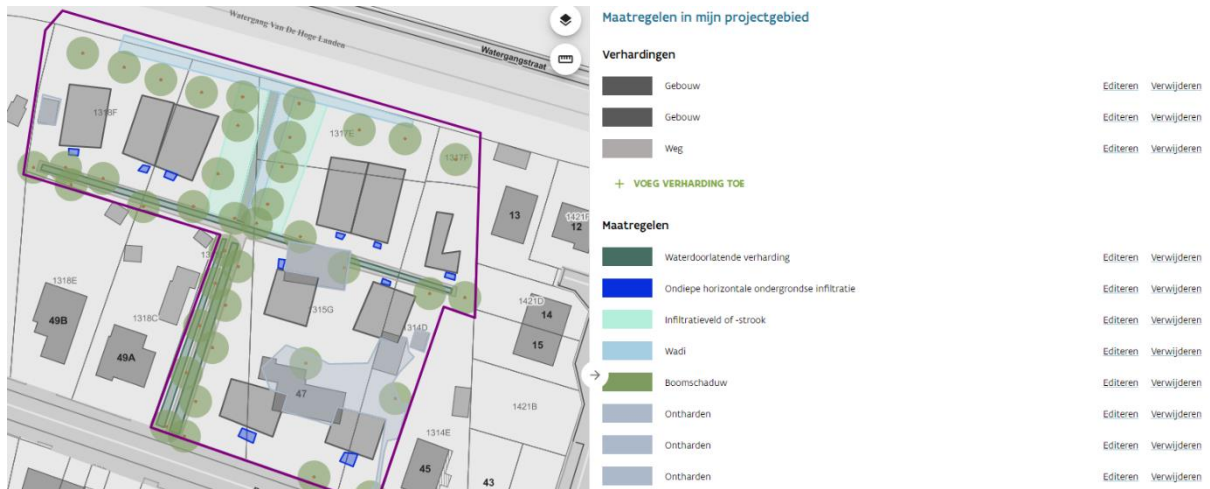
Figuur 7: Toevoeging verharding verkaveling Sint-Gillis-Waas

### 3.1.4. INTEKENEN VAN MAATREGELEN EN EFFECTBEREKENING WATEROVERLAST EN DROOGTE

De maatregelen die hier worden opgenomen zijn de verharding van de straten deels te vervangen door waterdoorlaatbare verharding, het voorzien van een wadi, infiltratievelden en –stroken en ondiepe horizontale ondergrondse infiltratie bij ieder gebouw.

Naast het intekenen worden ook een aantal bijkomende parameters opgegeven. Dit is ten eerste de vullingsdiepte voor maatregelen die hemelwater bufferen. Dit is met name het geval voor wadi, infiltratievelden en stroken en de ondiepe horizontale ondergrondse infiltratie. Default waarden zijn in de tool bij iedere maatregel opgenomen. We definiëren de diepte voor wadi, infiltratievelden en stroken en de ondiepe horizontale ondergrondse infiltratie op resp. 0,2, 0,2 en 0,5m. De moeilijkste stap voor deze maatregelen is definiëren hoeveel procent van de verharde en onverharde oppervlakte is aangesloten op iedere individuele maatregel. Welke oppervlaktes precies als verhard en onverhard worden beschouwd is opgenomen in Type toevoer. Op basis van hellingsgraad en de aanleg van aansluitingen kan dit benaderend ingeschat worden door de gebruiker. Een aaneenschakeling van maatregelen die in elkaar overlopen kan niet gedefinieerd worden in de projecttool. We gaan ervan

uit dat 5% van de verharde oppervlakte (de daken van de gebouwen) wordt aangesloten op elk van de 10 ondiepe horizontale ondergrondse infiltratie systemen. Deze zijn getekend onder één maatregel zoals weergegeven in Figuur 9 waarbij we duidelijk 10 regels vinden onder de maatregel. De aangesloten oppervlakte geldt wel per polygoon dus elke ondergrondse infiltratie vangt 5% op (zie Figuur 9).



Figuur 8: Ingetekende infiltratie- en buffermaatregelen in verkaveling Sint-Gillis-Waas



## Voeg een maatregel toe

### Maatregeligeenschappen

Percentage **verharde** oppervlakte aangesloten op maatregel

 %

Percentage **onverharde** oppervlakte aangesloten op maatregel

 %

Vullingsdiepte

 m

### Teken je maatregel in op de kaart

1	Ondiepe horizontale ondergrondse infiltratie 1	Oppervlakte: 2 m <sup>2</sup>	<a href="#">Verwijderen</a>	<a href="#">Editeren</a>
2	Ondiepe horizontale ondergrondse infiltratie 2	Oppervlakte: 2 m <sup>2</sup>	<a href="#">Verwijderen</a>	<a href="#">Editeren</a>
3	Ondiepe horizontale ondergrondse infiltratie 3	Oppervlakte: 1 m <sup>2</sup>	<a href="#">Verwijderen</a>	<a href="#">Editeren</a>
4	Ondiepe horizontale ondergrondse infiltratie 4	Oppervlakte: 8 m <sup>2</sup>	<a href="#">Verwijderen</a>	<a href="#">Editeren</a>
5	Ondiepe horizontale ondergrondse infiltratie 5	Oppervlakte: 2 m <sup>2</sup>	<a href="#">Verwijderen</a>	<a href="#">Editeren</a>
6	Ondiepe horizontale ondergrondse infiltratie 6	Oppervlakte: 2 m <sup>2</sup>	<a href="#">Verwijderen</a>	<a href="#">Editeren</a>
7	Ondiepe horizontale ondergrondse infiltratie 7	Oppervlakte: 8 m <sup>2</sup>	<a href="#">Verwijderen</a>	<a href="#">Editeren</a>
8	Ondiepe horizontale ondergrondse infiltratie 8	Oppervlakte: 4 m <sup>2</sup>	<a href="#">Verwijderen</a>	<a href="#">Editeren</a>
9	Ondiepe horizontale ondergrondse infiltratie 9	Oppervlakte: 3 m <sup>2</sup>	<a href="#">Verwijderen</a>	<a href="#">Editeren</a>
10	Ondiepe horizontale ondergrondse infiltratie 10	Oppervlakte: 3 m <sup>2</sup>	<a href="#">Verwijderen</a>	<a href="#">Editeren</a>

*Figuur 9: Ondiepe horizontale ondergrondse infiltratie en eigenschappen Sint-Gillis-Waas*

De resterende 50% van de verharde oppervlakte wordt aangesloten op de 2 lageregelegen wadi's. De ingevulde parameter voor verharde oppervlakte bedraagt 25% (zie Figuur 10). Als we alle maatregelen hiermee optellen bekomen we 100% aangesloten verharde oppervlakte door 10x5% infiltratiesystemen + 2x25% wadi. Dit is het gewenste eindresultaat, uiteindelijk in de meest ideale situatie willen we dat al het hemelwater afkomstig van verharde oppervlakte aangesloten wordt op maatregelen. De percentages in dit rapport zijn aannames.

### Maatregel eigenschappen

Percentage **verharde** oppervlakte aangesloten op maatregel

 %

Percentage **onverharde** oppervlakte aangesloten op maatregel

 %

Vullingsdiepte

 m

### Teken je maatregel in op de kaart

1	Wadi 1	Oppervlakte: 211 m <sup>2</sup>	<a href="#">Verwijderen</a>	<a href="#">Editeren</a>
2	Wadi 2	Oppervlakte: 94 m <sup>2</sup>	<a href="#">Verwijderen</a>	<a href="#">Editeren</a>

Figuur 10: Maatregel eigenschappen wadi, Sint-Gillis-Waas

Voor de onverharde oppervlakte gaan we ervan uit dat in totaal 50% van de onverharde oppervlakte wordt aangesloten op de twee infiltratievelden (dus 25% per infiltratieveld) en 20% op de wadi. Qua oppervlakte en buffervolume zijn de ingetekende wadi's en het infiltratieveld ongeveer van dezelfde omvang. We gaan er dus vanuit dat water dat niet ter plaatse infiltreert volledig in deze maatregelen terecht komt. Er is geen verharde oppervlakte aangesloten op de infiltratievelden.

In Tabel 15 zijn de bovenstaande percentages verder uitgewerkt in functie van toevoerende oppervlaktes na maatregelen. De term toevoerend vloeit uit het feit dat deze oppervlaktes water aanbrengen. Voor verharde oppervlakte geldt een 1-op-1 relatie met verharde toevoer omdat de runoff gelijk is aan 1. Er kan geen water insijpelen. Voor Sint-Gillis-Waas wordt de totale verharde toevoer 1.733m<sup>2</sup> om de runoff in m<sup>3</sup> te krijgen zouden we dus enkel nog moeten vermenigvuldigen met de jaarlijkse neerslag per ha. Omdat voor onverharde oppervlakte er een gedeelte insijpelt is de onverharde toevoer gelijk aan oppervlakte onverhard vermenigvuldigd met de onverharde runoff. Dit wordt dus 5.607m<sup>2</sup>\*0.2551 waarmee de totale onverharde toevoer 1.430m<sup>2</sup> is. Deze totale verharde en onverharde toevoeren worden gebruikt om fracties toe te wijzen aan bepaalde maatregelen zoals in Tabel 16.

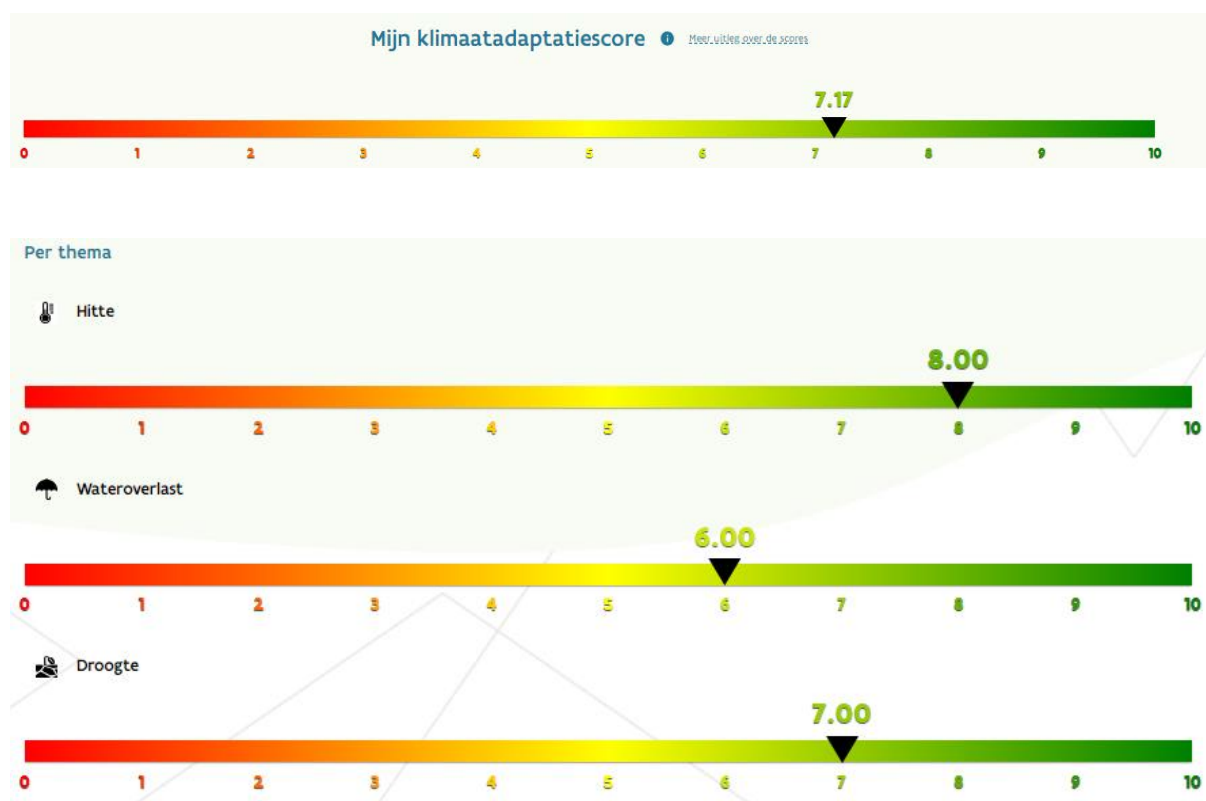
De gebruiker kan er zelf voor kiezen om voor ieder individueel gebouw een aparte infiltratiemaatregel te definiëren of onder eenzelfde maatregel meerdere polygonen te voorzien. Met name als parameters sterk verschillend zijn (vb. andere vullingsdiepte en sterk variabele aangesloten oppervlaktes) is het aan te bevelen om maatregelen apart in te tekenen.

Het invoeren van deze maatregelen doet het percentage gebufferd stijgen naar 78% en infiltratiepercentage tot 86%. De verhardingsgraad is gestegen tot ongeveer 24%. De score voor wateroverlast is score 6 en voor droogte score 7.

Om beter te begrijpen waar de scores vandaan komen geven we een aantal tussenresultaten weer in de volgende tabellen. Belangrijke parameters die worden afgeleid uit rekenkaarten specifiek voor het projectgebied zijn de infiltratiecapaciteit van de bodem en de runoff coëfficiënt voor onverhard gebied. Deze parameters bepalen hoeveel runoff en infiltratie er plaats vindt en bepalen ook hoe

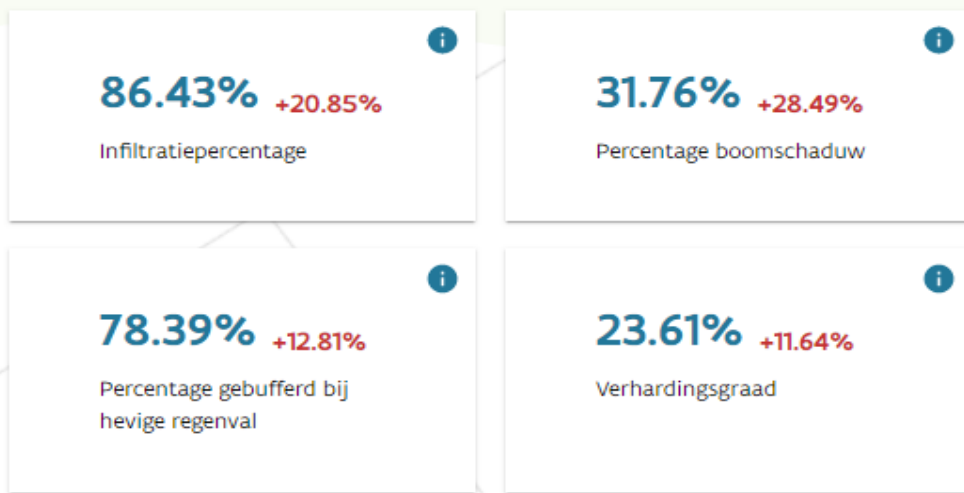
effectief maatregelen zijn zoals ontharden of andere infiltratiemaatregelen. Op basis van de ingetekende maatregelen en de bestaande bodembedekking kan de totale verharde en onverharde oppervlakte binnen het projectgebied berekend worden. De toevoerende oppervlakte per maatregel wordt bepaald door de opgegeven percentages, deze oppervlaktes en de runoff coëfficiënt voor onverhard gebied (toevoer onverhard gebied = oppervlakte onverhard gebied x runoff coëfficiënt onverhard gebied). Deze toevoerende oppervlakte per maatregel, gecombineerd met het bergingsvolume (oppervlakte x vullingsdiepte) van de maatregel en de infiltratiecapaciteit van de bodem bepaalt in welke mate de maatregel in staat is om de runoff te reduceren bij extreme regenval. Voor droogte worden dezelfde inputparameters gebruikt en de omtrek/oppervlakte verhouding om de oppervlakte van de wanden te bepalen van de maatregelen. Zo wordt de aangelegde buffercapaciteit berekend door het gecreëerde water volume van de maatregelen te delen door de verharde aanvoer in hectare. Deze capaciteit wordt getoetst aan de norm die 430m<sup>3</sup>/ha verharde toevoer bedraagt (zie Tabel 18).

Overeenkomstige waarden worden opgehaald in de lookup tabellen om te bepalen per maatregel (per ingetekende polygoon) hoeveel runoff wordt gereduceerd en percentage water infiltreert in 2050. Daarnaast wordt berekend hoeveel runoff er wordt gecreëerd en infiltreert op niet aangesloten verharde en onverharde oppervlaktes (komt niet voor in deze gevalstudie). Tot slot worden deze percentages getoetst aan de score-grenzen. Daarnaast gebeurt additioneel nog een normtoets, voor zowel droogte als wateroverlast. De minimum score bepaalt de eindscore. Bemerk dat deze scores beperkt verschillen van de scores die online getoond wordt voor dit voorbeeld, omwille beperkt andere maatregelen. Vergelijking tussen beide versies levert ook inzicht in de score-gevoeligheid.



Figuur 11: Finale klimaatscores projectgebied Sint-Gillis-Waas

## Projectgebied in detail



Figuur 12: Eindresultaten van verkaveling in Sint-Gillis-Waas



Figuur 13: Projectgebied in beeld, Sint-Gillis-Waas

Tabel 14: Water-gerelateerde parameters projectgebied

Parameter	Waarde	Eenheid
Gemiddelde infiltratiecapaciteit bodem	0,05688	m/dag
Gemiddelde runoff coëfficiënt onverhard gebied	25,51	%

Tabel 15: Oppervlaktes verhard en onverhard projectgebied (huidig en na maatregelen)

Parameter	Huidige oppervlakte (m <sup>2</sup> )	Oppervlakte na maatregelen (m <sup>2</sup> )	Toevoerende oppervlakte na maatregelen (m <sup>2</sup> )
Verhard gebied	878	1.733	1.733
Onverhard gebied	6.461	5.607	1.430
Totaal	7.338	7.338	3.160

Tabel 16: Omvang en kenmerken maatregelen wateroverlast en droogte

Maatregel	Oppervlakte (m <sup>2</sup> )	Diepte (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	%aangesloten verhard	%aangesloten onverhard	Toevoerende oppervlakte (m <sup>2</sup> ) op maatregel
Wadi	306	0,2	61,2	50%	20%	1.152
Infiltratieveld- en strook	454	0,2	90,8		50%	715
Ondergrondse infiltratie	41	0,5	20,5	50%	0%	866
Ontharden	662					
Waterdoorlatende verharding	358					
Totaal			172,5	100%	70%	2.734

Tabel 17: Berekende infiltratievolumes in projectgebied (obv lookup tabel)

Parameter	Volume (m <sup>3</sup> /jaar)	Percentage
Onverhard gebied (infiltratie ter plaatse)	2.473	56,9%
Maatregelen		
- Wadi	661	17,6%
- Infiltratieveld of strook	423	11,3%
- Ondergrondse infiltratie	198	5,3%
Totaal	3.756	<b>86,4%</b>
Maximum infiltreerbaar (5920 m <sup>3</sup> /jaar/ha)	4.344	100%

Tabel 18: Buffercapaciteit in projectgebied

Parameter	
Toevoer verharde oppervlakte (ha)	0,17
Aangelegde buffer (m <sup>3</sup> )	173
m <sup>3</sup> /ha verhard door maatregelen	1.018
Norm (m <sup>3</sup> /ha)	430

Tabel 19: Berekende Resterende runoff bij wateroverlast (obv lookup tabel)

Parameter	Resterende runoff (m <sup>2</sup> )	Resterende runoff percentage
Runoff verhard en onverhard gebied niet aangesloten	562	7,7%
Maatregelen		
- Wadi	436	5,9%
- Infiltratieveld of strook	8	0,1%
- Ondergrondse infiltratie	579	7,9%
Totaal resterende runoff na maatregelen	1.585	<b>21,6%</b>
Maximum runoff oppervlakte studiegebied	7.338	100%
Runoff percentage huidig		34,4%
Runoff gereduceerd (1 – runoff na maatregelen/runoff huidig)		<b>37,2%</b>

Tabel 20: Score-grenzen wateroverlast in projectgebied (geel gekleurd is resultaat projectgebied)

Score-grenzen (ondergrens)	Reductie runoff tov huidige situatie	Norm (m <sup>3</sup> buffer/ha verhard)
0	0%	0
1	3,43%	0
2	6,86%	0
3	10,29%	0
4	13,72%	0
5	17,15%	430
6	33,52%	430
7	49,89%	430
8	66,26%	430
9	82,63%	430
10	99,00%	430

Tabel 21: Score-grenzen droogte in projectgebied (geel gekleurd is resultaat projectgebied)

Score-grenzen (ondergrens)	Infiltratiepercentage	Norm (infiltratieoppervlakte)
0	65,58%	
1	66,28%	
2	66,98%	
3	67,69%	
4	68,39%	
5	69,09%	8%
6	75,07%	8%
7	81,05%	8%
8	87,04%	8%
9	93,02%	8%
10	99,00%	8%

### 3.1.5. INTEKENEN VAN MAATREGELEN (BOOMKRUINEN) EN EFFECTBEREKENING HITTE

Om de hitte score te verbeteren moeten er meer maatregelen komen zoals extra bomen. Afhankelijk van de grootte van de kruin, vergroot of verkleint het symbool van de kruin. Dit is maatgevend voor de reële grootte. Andere maatregelen die de score voor hitte nog verder zouden verhogen zijn bijvoorbeeld groendaken, waterelementen en zonneweringen.

Door een 40-tal bomen te plaatsen binnen het projectgebied met een diameter van 8m verhoogt het percentage boomschaduw tot 32% en de score voor hitte naar score 5.

Onderstaande tabellen geven meer details over de score voor hitte tot stand komt. In functie van de veranderingen in bodemgebruik door de ingetekende maatregelen wordt de temperatuursreductie bepaald voor WBGTmin en WBGTmax. Dit wordt vervolgens getoetst aan de gehanteerde score-grenzen voor het projectgebied. De maximum score voor WBGTmin of WBGTmax is de eindscore.

Tabel 22: Oppervlaktes type maatregelen voor hitte en impact op temperatuur te Sint-Gillis-Waas

Type maatregel	Oppervlakte voor (m <sup>2</sup> )	Oppervlakte na (m <sup>2</sup> )	%toename in studiegebied	WBGtmin (C°)	WBGtmax (C°)
Ontharding/vergroening	6.461	5.606	-11,64%	0,12	0,02
Boomschaduw	240	2.331	28,49%	-0,14	-0,85
Artificiële schaduw	216	661	6,06%	0	-0,12
Stilstaand water	0	0	0,00%	0	0
Totaal				<b>-0,03</b>	<b>-0,95</b>

Tabel 23: Temperatuur voor (huidige situatie) en na maatregelen te Sint-Gillis-Waas

Gemiddelde temperatuur projectgebied (C°)	voor	Na
WBGtmin	18,44	18,41
WBGtmax	31,34	30,39

Tabel 24: Gehanteerde temperatuurgrenzen voor bepaling score te Sint-Gillis-Waas

Score-grenzen (bovengrens)	WBGtmax (C°)	WBGtmin (C°)
0	31,34	18,44
1	31,15	18,39
2	30,97	18,35
3	30,79	18,31
4	30,60	18,26
5	30,42	18,22
6	30,24	18,18
7	30,05	18,13
8	29,87	18,09
9	29,68	18,04
10	29,50	18,00

### 3.1.6. KOSTEN EN CO-BENEFITS

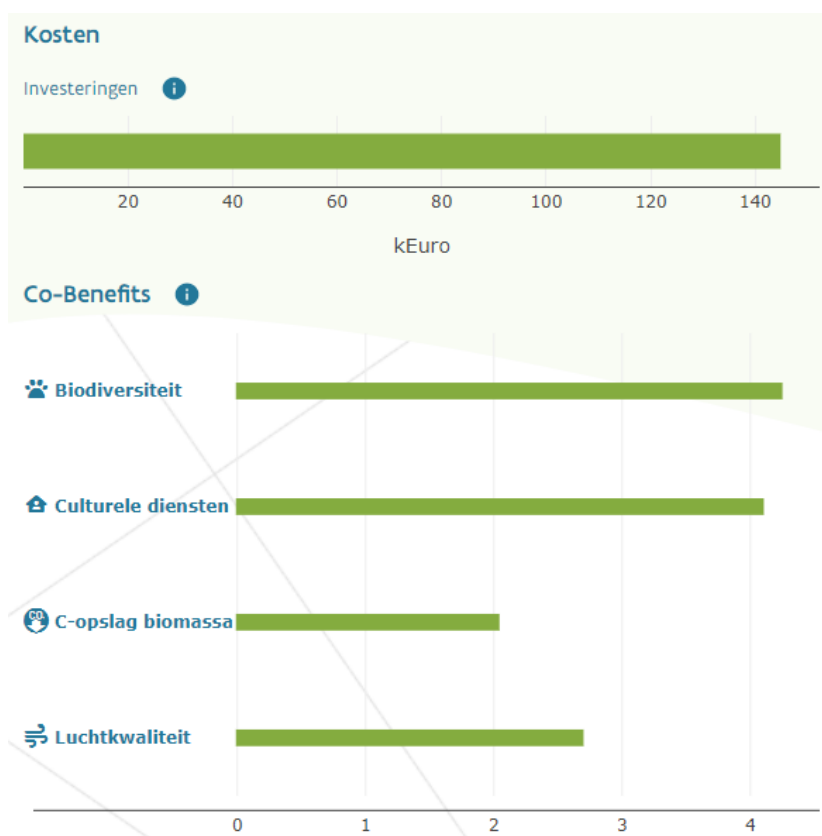
De investeringskosten voor de ingetekende maatregelen worden geraamd op ongeveer 145.000€.

Het project scoort goed op vlak van biodiversiteit, culturele diensten en in iets mindere mate op vlak van C-opslag biomassa en luchtkwaliteit. Biodiversiteit en culturele diensten worden gedreven vooral door blauwe en groene maatregelen. C-opslag en luchtkwaliteit wordt in sterke mate gedreven door het plaatsen van bomen (zie Figuur 14).



Tabel 25: Geraamde investeringskosten per maatregel

Maatregel	Oppervlakte (m <sup>2</sup> )	Eenheidskost (€/m <sup>2</sup> )	Investeringskost (€)
boomschaduw	40 (stuks)	370 (€/stuk)	14.500
wadi	306	92,5	28.305
infiltratieveld of strook	454	74	33.596
ontharden	662	47	31.114
waterdoorlatende verharding	359	76	27.284
ondergrondse infiltratie	18	525	9.450
<b>totaal</b>			<b>144.249</b>



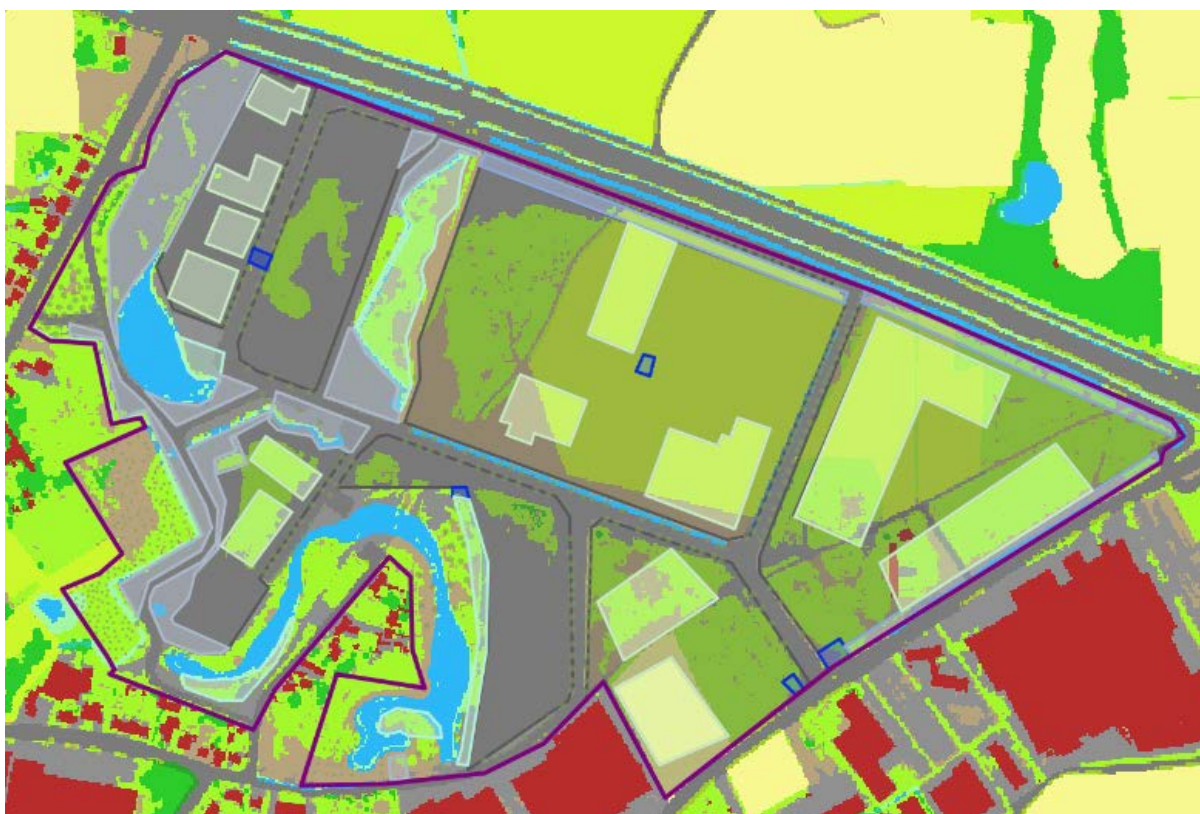
Figuur 14: Kosten en Co-Benefits Sint-Gillis-Waas

## 3.2. GEVALSTUDIE 2: HERINRICHTING BEDRIJVENTERREIN IN ROESELARE

### 3.2.1. LOKALE CONTEXT

In Beveren bij Roeselare is er een herinrichting van een bedrijventerrein dat kadert binnen het gewestelijk RUP 'Afbakening regionaalstedelijk gebied Roeselare'. Hierin is 17ha ruimte voorzien voor groenblauwe maatregelen en inrichtingen. Buiten de maatregelen die voorzien zijn in de plannen zullen er ook ter illustratie groene daken bijgetekend worden om het mitigerend effect op wateroverlast van deze maatregel te laten zien.

De bodembedekkingskaart 2018 is gebaseerd op een tussenliggende toestand waarbij al werken zijn uitgevoerd op een deel van het terrein. De huidige situatie volgens de projecttool komt dus niet overeen met de situatie zoals die was voordat het project werd uitgevoerd en er wordt overmatig veel "Overige verharding" gesitueerd in het gebied op plaatsen waar reeds graafwerken zijn uitgevoerd (zie Figuur 15. De grijze tinten zijn types verhardingen.). De relatieve vooruitgang wordt dus wat overschat in deze berekening.

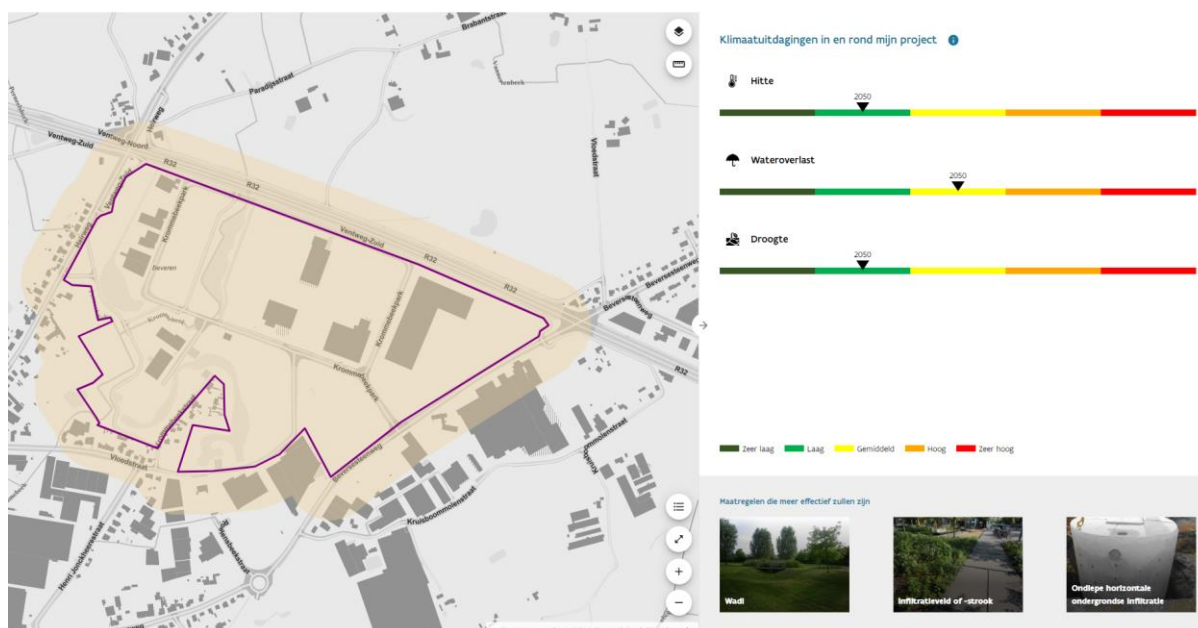


*Figuur 15: Projectgebied Krommebeek met als basiskaart laag de bodembedekkingskaart*

### 3.2.2. KLIMAATUITDAGINGEN IN HET GEBIED EN SUGGESTIE VAN MAATREGELEN

De klimaatuitdagingen in het gebied zijn beperkt. Voor hitte scoort het laag doordat de globale drempelwaarden voor temperatuur laag zijn en er weinig getroffen (inwoners) zijn door warme temperaturen. Droogte scoort net als hitte laag. Voor de score wordt er gekeken naar het aantal landbouwpercelen en kwetsbare ecotopen met droogtestress in de directe omgeving (beiden zeer laag) en het aantal droogtedagen. Daar treffen we een lage score aan met gemiddeld 7,60 dagen.

Voor wateroverlast wordt de score gedreven door de runoff coëfficiënt die 0,53 bedraagt (zie Tabel 26). Verharding heeft hier een grote invloed op. Dit heeft te maken dat de gemiddelde runoff coëfficiënt bij de uitgangssituatie wat wordt overschat door de versterking van de bodemkaart door de graafwerken.



Figuur 16: Resultaat projecttool "klimaat effecten 2050" Krommebeek, Roeselare

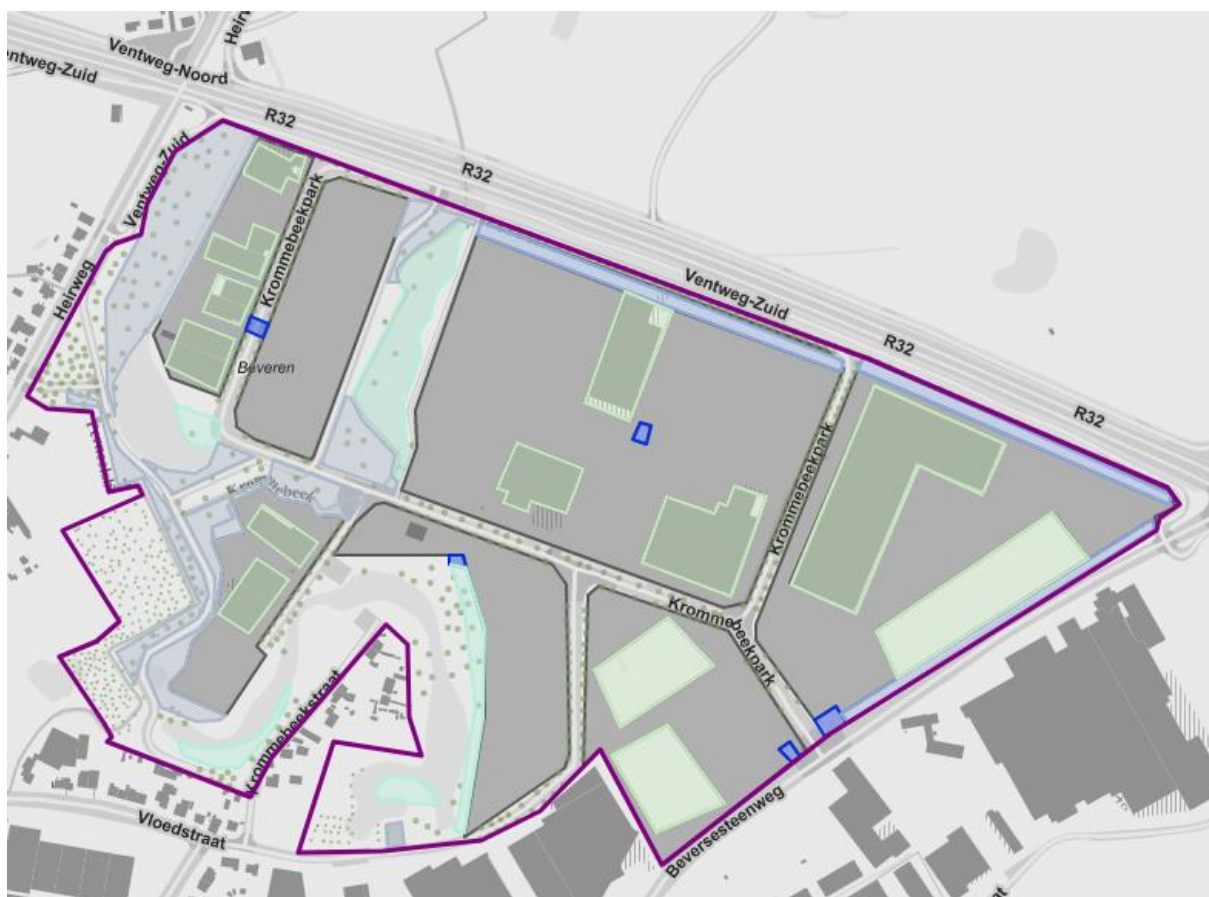
Tabel 26: Evaluatie klimaatuitdagingen situatie 2050 gebied Krommebeek, Roeselare per indicator

Indicator	Zeer laag	Laag	Gemiddeld	Hoog	Zeer hoog	Evaluatie
Gemiddelde WBGT Drempelwaarde	<3	3	4	5		3,61 (laag)
Aantal hitte getroffen (0-4 en 65+) per hectare	<2/ha		>2/ha	>5/ha	>10/ha	0,32 (zeer laag)
Gemiddelde droogteduur (agrarisch) in dagen per jaar	<5	5	10	20	40	7,60 (laag)
Kwetsbare ecotopen met significante droogtestress (% van gebied)	<20%			>20%	>40%	1,05% (zeer laag)
Landbouwpercelen met significante droogtestress	<20%		>20%	>40%	>60%	7,59% (zeer laag)
Gemiddelde runoff coëfficiënt	<0,3	0,3	0,5	0,7	0,9	0,53 (gemiddeld)
Oppervlakte gebouwen met wateroverlast (% van gebied)	<0,5		0,5%	2%	5%	0,31% (zeer laag)

Maatregelen die worden voorgesteld zijn wadi's, infiltratievelden en ondiepe horizontale ondergrondse infiltratie installaties.

### 3.2.3. INTEKENEN EN VERFIJNEN VAN HET PROJECTGEBIED

Het gebied wordt initieel gekenmerkt door een lage graad van verharding waardoor er een aanzienlijk deel van het hemelwater wordt gebufferd en geïnfiltreerd. Dit verandert wanneer de industriezones worden ingetekend zoals weergegeven als in Figuur 17. De verharding stijgt en als gevolg stijgt ook de runoff en daalt de infiltratie van hemelwater. Om dit te compenseren worden infiltratievelden, groene daken, bovengrondse vertraagde afvoeren en de ondiepe ondergrondse infiltratie systemen aangelegd. We veronderstellen dat op de groene daken 26,5% verhard oppervlakte (de grootste fractie die valt op de daken zelf) is aangesloten. 12,5% (resterende percentage van de daken) wordt nog aangesloten op de ondergrondse infiltratie. We gaan er dus vanuit dat groene daken niet alles van het hemelwater kunnen opvangen dat erop valt en er een gedeelte afvloeit. Ook een klein gedeelte van de onverharde oppervlakte wordt op de ondergrondse infiltratie aangesloten. Verder worden nog infiltratievelden langsheen de krommebeek aangelegd die tot 82% van de afstroom van onverharde oppervlakte opvangt en 30% van de verharde oppervlakte. Bovengrondse vertraagde afvoerbuffers vangen de resterende 25% van de verharde oppervlakte op en deze zijn vooral gelegen tussen het industrieterrein en de snelweg of de andere verharde wegen.

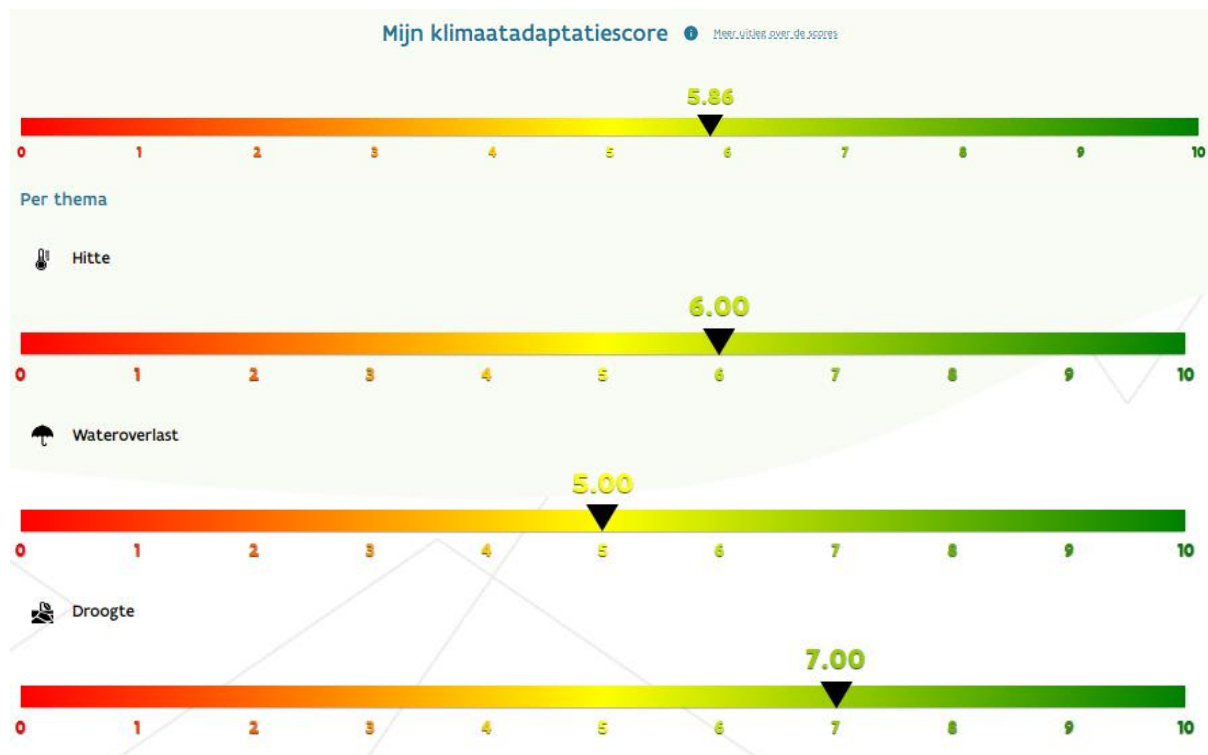


Figuur 17: Projectgebied en ingetekende maatregelen Krommebeek

### 3.2.4. INTEKENEN VAN MAATREGELEN EN EFFECTBEREKENING WATEROVERLAST EN DROOGTE

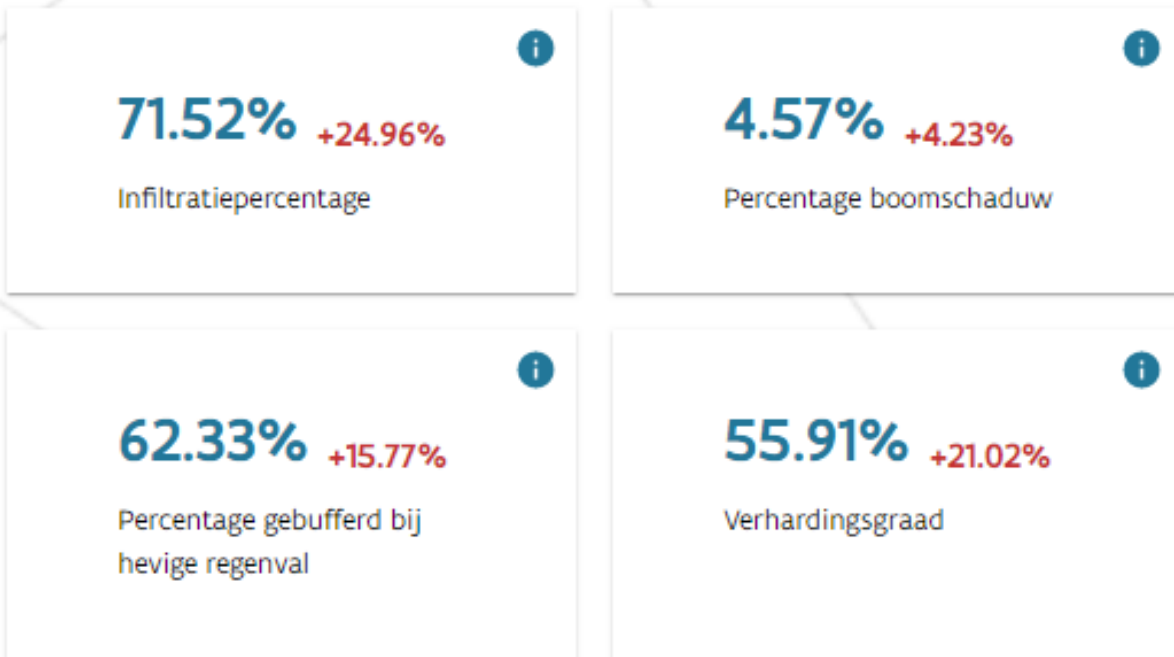
In de plannen voor het gebied is al sprake van ruimte voor groen-blauw en dat is zichtbaar aan de maatregelen die worden genomen. In het westen worden er infiltratiestroken voorzien die aansluiten op de bedrijventerreinen en op de waterlopen. Langsheen de waterlopen zal er ook niet

verhard worden en extra buffercapaciteit aangelegd worden. Dat bufferend volume is berekend en weergegeven in Tabel 29. Het totaal volume wordt getoetst aan de norm bufferend vermogen t.o.v. verharde toevoer van 330m<sup>3</sup>/ha verharde toevoer. Voor het projectgebied is de normtoets positief met 383m<sup>3</sup>/ha verharde toevoer (zie Tabel 31). De maatregelen reduceren ook de runoff. In Tabel 32 zijn de maatregelen en hun resterende runoff opgesomd. Uiteindelijk wordt bijna 30% aan runoff gereduceerd en dit levert een wateroverlast score 5 (zie Tabel 33). Om op vlak van droogte beter te doen zou er door de maatregelen meer water geïnfiltreerd moeten worden. In totaal wordt er na de maatregelen 72% van het hemelwater geïnfiltreerd, 23% hiervan gebeurt door de infiltratiestroken, 32% door de onverharde oppervlakten, 13% door de bovengrondse vertraagde afvoer en de resterende 3% door de ondergrondse infiltratie koffers. De maatregel van groene daken heeft geen effect op het infiltreren van hemelwater. Voor droogte scoort het projectgebied 7 (zie Tabel 34).



Figuur 18: Finale klimaatadaptatiescores Roeselare

## Projectgebied in detail



Figuur 21: bekomen kerncijfers bedrijventerrein Krommebeek



Figuur 19: Ingetekende maatregelen projectgebied Krommebeek

Tabel 27: Water-gerelateerde parameters projectgebied Roeselare

Parameter	Waarde	Eenheid
Gemiddelde infiltratiecapaciteit bodem	0,18	m/dag
Gemiddelde runoff coefficient onverhard gebied	28,49	%

Tabel 28: Oppervlaktes verhard en onverhard projectgebied (huidig en na maatregelen)

Parameter	Huidige oppervlakte (m <sup>2</sup> )	Oppervlakte na maatregelen (m <sup>2</sup> )	Toevoerende oppervlakte na maatregelen (m <sup>2</sup> )
Verhard gebied	163.622	262.216	262.216
Onverhard gebied	305.393	206.799	58.917
Totaal	469.011	469.014	321.138

Tabel 29: Omvang en kenmerken maatregelen wateroverlast en droogte

Maatregel	Oppervlakte (m <sup>2</sup> )	Diepte (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	%aangesloten verhard	%aangesloten onverhard	Toevoerende oppervlakte (m <sup>2</sup> )
Groene daken	71.589	0,05	3.579	26,5%	0%	69.485
Infiltratieveld en -strook	16.494	0,2	3.299	30%	82%	126.977
Ondergrondse infiltratie	1.367	0,5	684	12,5%	18%	43.382
Ontharden	33.163					
Bovengrondse buffer vertraagde afvoer	12.389	0.2	2.478	25%	0%	65.555
Totaal			10.040	94%	100%	305.409

Tabel 30: Infiltratievolumes in projectgebied

Parameter	Volume (m <sup>3</sup> /Jaar)	Percentage
Onverhard gebied (infiltratie ter plaatse)	87.544	31,5%
Maatregelen		
- Groene daken	0	0%
- Infiltratieveld of strook	64.934	23,4%
- Ondergrondse infiltratie	8.669	3,1%
- Bovengrondse buffer vertraagde afvoer	37.446	13,5%
Totaal	198.593	<b>71,5%</b>
Maximum infiltreerbaar (5920 m <sup>3</sup> /jaar/ha)	277.666	100%

Tabel 31: Buffercapaciteit in projectgebied

Parameter	
Toevoer verharde oppervlakte (ha)	26,22
Aangelegde buffer (m <sup>3</sup> )	10.040
m <sup>3</sup> /ha verhard door maatregelen	383
Norm (m <sup>3</sup> /ha)	330

Tabel 32: Resterende runoff bij wateroverlast

Parameter	Resterende runoff (m <sup>2</sup> )	Resterende runoff percentage
Runoff verhard en onverhard gebied niet aangesloten	15.733	3,6%
Maatregelen		
- Groene Daken	22.090	4,7%
- Infiltratieveld of strook	74.086	15,8%
- Ondergrondse infiltratie	33.298	7,1%
- Bovengronds buffer vertraagde afvoer	31.472	6,7%
Totaal resterende runoff na maatregelen	176.679	<b>37,7%</b>
Maximum runoff oppervlakte studiegebied	469.011	100%
Runoff percentage huidig		53,6%
Runoff gereduceerd (1 – runoff na maatregelen/runoff huidig)		<b>29,7%</b>

Tabel 33: Score-grenzen wateroverlast in projectgebied

Score-grenzen (ondergrens)	Reductie runoff tov huidige situatie	Norm (m <sup>3</sup> buffer/ha verhard)
0	0%	0
1	3,43%	0
2	6,86%	0
3	10,29%	0
4	13,72%	0
5	17,15%	330
6	33,52%	330
7	49,89%	330
8	66,26%	330
9	82,63%	330
10	99,00%	330



Tabel 34: Score-grenzen droogte in projectgebied

Score-grenzen (ondergrens)	Infiltratiepercentage	Norm (infiltratieoppervlakte)
0	46,56%	
1	47,06%	
2	47,56%	
3	48,06%	
4	48,56%	
5	49,05%	8%
6	59,04%	8%
7	69,03%	8%
8	79,02%	8%
9	89,01%	8%
10	99%	8%

### 3.2.5. INTEKENEN VAN MAATREGELEN (BOOMKRUINEN) EN EFFECTBEREKENING HITTE

Het bedrijventerrein ligt landelijk in West-Vlaanderen waardoor gemiddelde WBGT drempelwaarden laag zijn (zie p48 3.2.2). Door de aanleg van de industrie en infrastructuur zelf zal de afname van groen een temperatuurstijging van 0,21C° (WBGTmin) tot 0,04C° (WBGTmax) betekenen. Dezelfde infrastructuur zal artificieel schaduw creëren en dit doet de maximumtemperatuur dalen met 0,59C°. De groene ruimte wordt ingekleurd als wandelzones door bos en ruigere aanplanten. Er is geprobeerd de groene zones na te bootsen door middel van een groot aantal bomen te planten. Daardoor is er een toename van boomschaduw in het studiegebied tot 4,23%. Dat is een relatief kleine fractie met een zeer lichte daling van zowel minimum (0,02C°) als maximum (0,13C°) temperatuur als gevolg. Door de aard van de score grenzen zien we wel dat deze gecombineerde daling toelaat van hitte score 6 te halen (zie Tabel 37).

Tabel 35: Oppervlaktes type maatregelen voor hitte en impact op temperatuur te Krommebeek bedrijventerrein

Type maatregel	Oppervlakte voor (m <sup>2</sup> )	Oppervlakte na (m <sup>2</sup> )	%toename in studiegebied	WBGTmin (C°)	WBGTmax (C°)
Ontharding/vergroening	305.393	206.679	-21,02%	0,21	0,04
Boomschaduw	1.573	21.425	4,23%	-0,02	-0,13
Artificieel schaduw	1.918	140.785	29,61%	0	-0,59
Stilstaand water	25.395	21.746	-0,78%	-0,01	0,01
Totaal				0,18	-0,66

Tabel 36: Temperatuur voor (huidige situatie) en na maatregelen

Gemiddelde temperatuur projectgebied	Voor	na
WBGTmin	18,17	18,35
WBGTmax	30,49	29,82

Tabel 37: Gehanteerde temperatuur grenzen voor bepaling score te Krommebeek

Score-grenzen (bovengrens)	WBGTmax	WBGTmin
0	30,49	18,17
1	30,39	18,15
2	30,29	18,13
3	30,19	18,12
4	30,10	18,10
5	30,00	18,08
6	29,90	18,06
7	29,80	18,05
8	29,70	18,03
9	29,60	18,02
10	29,50	18,00

### 3.2.6. KOSTEN EN CO-BENEFITS

De investeringskosten van de maatregelen bedragen 13 miljoen euro. In Tabel 38 is de kost voor elke maatregel berekend. Groene daken kosten het meest en met een eenheidsprijs van 120€ resulteert dit in een totale kost van 8,59 miljoen euro. Deze kosten zijn wel facultatief en waren niet opgenomen in de plannen. Dat is een hoge kostprijs vergeleken met de positieve effecten van de maatregelen zelf. Het project scoort relatief goed op co-benefits doordat het hoge aantal bomen de luchtkwaliteit en de koolstof opslag bevorderen terwijl de infiltratiestroken en het ontharden de biodiversiteit en culturele diensten stimuleren.

Tabel 38: Investeringskosten maatregelen Krommebeek Roeselare

Maatregel	Oppervlakte (m <sup>2</sup> )	Eenheidskost (€/m <sup>2</sup> )	Investeringskost (€)
Boomschaduw	754 (stuks)	370 (€/stuk)	278.980
infiltratieveld of strook	16.494	74	1.220.556
Ontharden	33.163	47	1.558.661
Bovengrondse buffer vertraagde afvoer	12.389	92.5	1.145.982
Ondergrondse infiltratie	682	525	358.050
Groene daken	71.589	120	8.590.680
Totaal			13.152.919



Figuur 20: Kosten en Co-Benefits Roeselare

### 3.3. GEVALSTUDIE 3: HERAANLEG PLEIN IN MERELBEKE

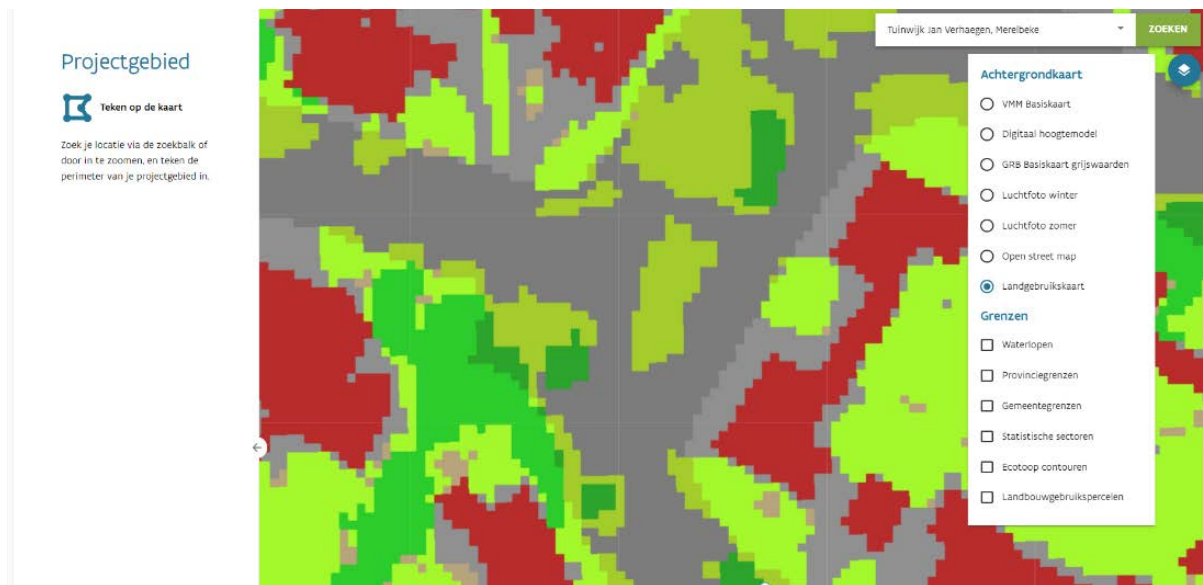
#### 3.3.1. LOKALE CONTEXT

De omgeving in Merelbeke is gekenmerkt door veel bebouwing en kleinere percelen. Dit zien we op basis van de VMM basiskaart. De tool staat ons eveneens toe om meer te weten te komen over de aanwezige (natuur)elementen en oppervlakte verharding door middel van andere kaartlagen. Dankzij de luchtfoto nemen we waar dat het plein in het midden onverhard is, evenals andere stroken parallel aan de straten (zie onderstaande figuur). Dankzij de zomer luchtfoto weten we dat er een aantal bomen reeds aanwezig zijn. Daar houden we later rekening mee bij het bepalen van de parameters van de maatregelen. De luchtfoto's tonen het gerealiseerde ontwerp aangezien de oorspronkelijke toestand een bijna volledig verhard binnenplein was.

Dezelfde evaluatie wordt ook door de tool gedaan maar op basis van de landgebruikskaart of bodembedekkingskaart. Merk op dat de resolutie voor de bodembedekkingskaart (2018) 1m bedraagt.



Figuur 21: Achtergrondkaarten in de projecttool



Figuur 22: Bodembedekkingskaart in de projecttool

De korte landschapsanalyse leerde ons dat het projectgebied en de omgeving sterk bebouwd is met enkele onverharde oppervlakken zoals het centrale plein, tuinen en perkjes met bomen.

### 3.3.2. KLIMAATUITDAGINGEN IN HET GEBIED EN SUGGESTIE VAN MAATREGELEN

De klimaatuitdagingen zijn hoog voor hitte en droogte in het projectgebied te Merelbeke. Voor wateroverlast zijn deze dan weer gemiddeld. De verklarende factoren zijn te vinden in het aantal hitte getroffenenen dat met 7 per hectare hoog is. Voor droogte is de gemiddelde agrarische droogte-duur met bijna 29 dagen per jaar doorslaggevend. Voor wateroverlast is de gemiddelde runoff net iets hoger dan 0,5 en daarmee wordt deze als gemiddeld geëvalueerd (zie Tabel 39). Om de effecten te mitigeren stelt de tool wadi's, infiltratievelden en boomschaduw voor.



Figuur 23: Resultaat projecttool "klimaat effecten 2050" in Merelbeke

Tabel 39: Evaluatie klimaatuitdagingen situatie 2050 gebied Merelbeke per indicator

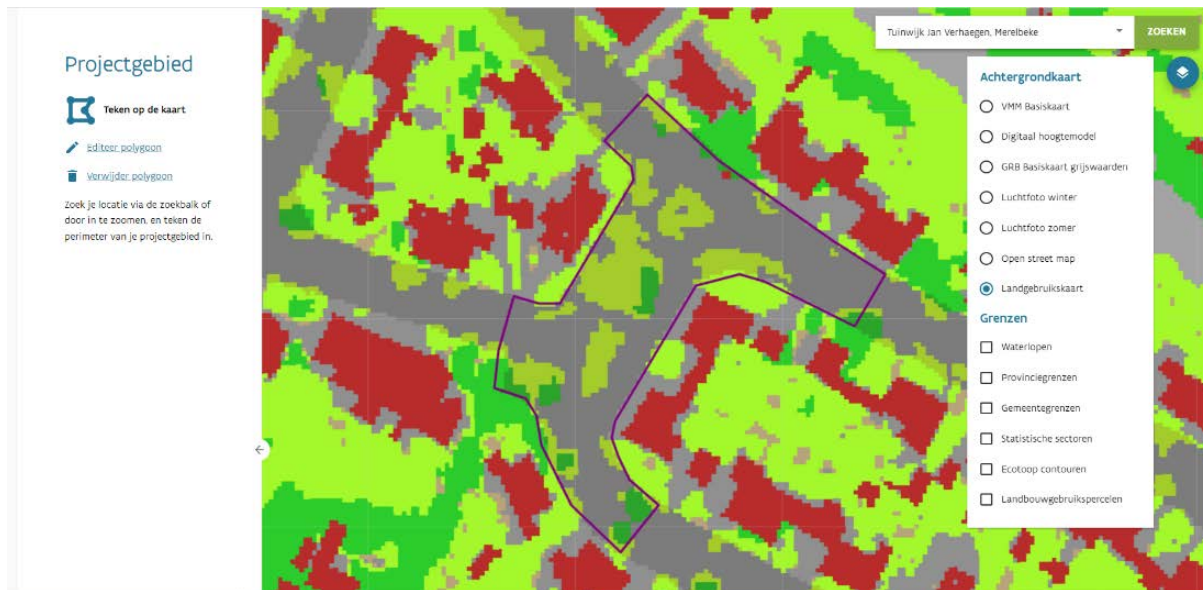
Indicator	Zeer Laag	Laag	Gemiddeld	Hoog	Zeer hoog	Evaluatie
Gemiddelde WBGT Drempelwaarde	<3	3	4	5		3,54 (laag)
Aantal hitte getroffen (0-4 en 65+) per hectare	<2/ha		>2/ha	>5/ha	>10/ha	7,00 (hoog)
Gemiddelde droogte-duur (agrarisch) in dagen per jaar	<5	5	10	20	40	28,99 (hoog)
Kwetsbare ecotopen met significante droogtestress (% van gebied)	<20%			>20%	>40%	7,12% (zeer laag)
Landbouwpercelen met significante droogtestress	<20%		>20%	>40%	>60%	0% (zeer laag)
Gemiddelde runoff coëfficiënt	<0,3	0,3	0,5	0,7	0,9	0,51 (gemiddeld)
Oppervlakte gebouwen met wateroverlast (% van gebied)	<0,5		0,5%	2%	5%	0% (zeer laag)

### 3.3.3. INTEKENEN EN VERFIJNEN VAN HET PROJECTGEBIED

Rekening houdend met de opmerkingen in sectie 2.2 wordt er een projectgebied verkregen zoals in Figuur 24. Het centrale plein afgebakend door de verschillende wegen wordt ingekleurd als infiltratiestrook. Het meeste van het hemelwater vloeit af naar deze strook. In het laagste gelegen gedeelte van deze infiltratiestrook zal er een wadi worden geïnstalleerd. 5% van alle verharde toevoer en van alle onverharde toevoer zal in deze ene wadi terechtkomen. Voorts worden nog infiltratiestroken aangelegd parallel aan de straten. In totaal zal 70% van de verharde toevoer en onverharde toevoer hierin terecht komen. De twee Noord-Zuid banen zullen heraangelegd worden met een waterdoorlaatbare verharding net als de meeste parkeerplaatsen. Enkele straathoeken zullen volledig onthard worden. Belangrijk is hier om ook het verschil en de gelijkenissen te benadrukken van infiltratievelden en ontharding. Ontharding evolueren naar een ruigere, groene zone die eventueel onderhouden kunnen worden bv grasperken of bloemenperken. Die ontharding staat toe dat water infiltreert. De infiltratievelden zijn onthard en het infiltreren van water staat hier centraal. De velden of stroken zijn wel zo ontworpen om dit te maximaliseren. Zo zijn ze uitgegraven op dikwijls een diepte van 20-30cm en hebben ze vaak specifieke flora met als gevolg dat biodiversiteit hoger scoort dan 'gewoon' ontharden. Om zeker te zijn dat langs de huizen het bodemgebruik correct is, zijn er stukjes ingekleurd als overig afgedekt. De tool herkent dit dan als verhard. Bomen worden aangeplant op de daar voorziene plaatsen (zie Figuur 24).



Figuur 24: Intekenen projectgebied Merelbeke

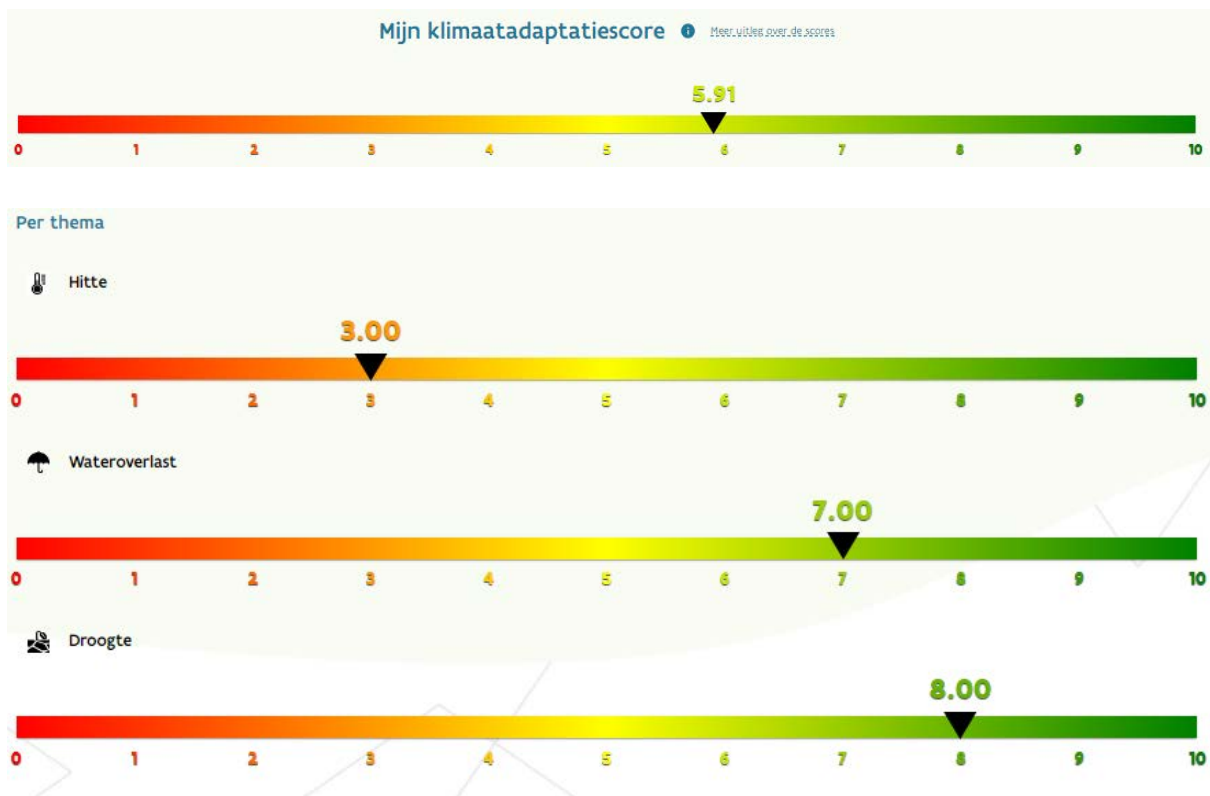


Figuur 25: projectgebied met bodembedekkingskaart

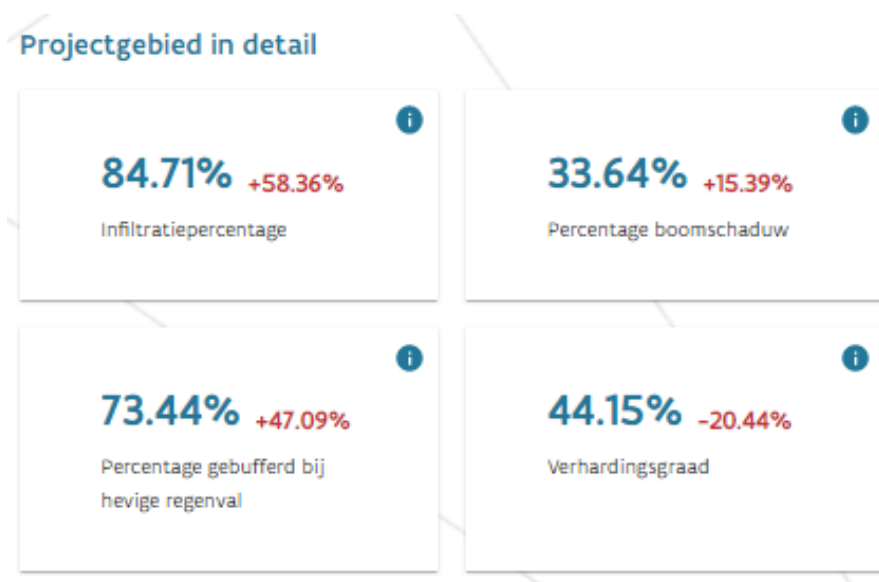
### 3.3.4. INTEKENEN VAN MAATREGELEN EN EFFECTBEREKENING WATEROVERLAST EN DROOGTE

De aanleg van de wadi en de infiltratiestroken creëert een gezamenlijke buffer van 221 m<sup>3</sup> die hemelwater opvangt bij extreme regenval. De oppervlakte van het projectgebied bedraagt 0,13ha waardoor de aangelegde buffer per verharde toevoer met 1.587m<sup>3</sup>/ha de norm van 330m<sup>3</sup>/ha ver overstijgt (zie Tabel 43). Deze twee maatregelen, de waterdoorlaatbare verharding en de ontharding zorgen voor een reductie in runoff met 64% (zie Tabel 45). Deze twee cijfers zorgen voor een score 7 voor het thema wateroverlast. Het infiltratiepercentage stijgt naar 85%, de grootste bijdrage wordt geleverd door de infiltratievelden met een infiltratievolume van 751m<sup>3</sup> (40,24%) en het onverhard gebied 776m<sup>3</sup> (41,59%) (zie Tabel 44). De score voor droogte bedraagt 9.





Figuur 26: Klimaat scores Merelbeke



Figuur 27: Projectgebied in detail, Merelbeke



Figuur 28: Projectgebied in kaart, Merelbeke

Tabel 40: Water-gerelateerde parameters huidige projectgebied

Parameter	Waarde	Eenheid
Gemiddelde infiltratiecapaciteit bodem	0,34	m/dag
Gemiddelde runoff coefficient onverhard gebied	25,58	%

Tabel 41: Oppervlaktes verhard en onverhard projectgebied (huidig en na maatregelen)

Parameter	Huidige oppervlakte (m <sup>2</sup> )	Oppervlakte na maatregelen (m <sup>2</sup> )	Toevoerende oppervlakte na maatregelen (m <sup>2</sup> )
Verhard gebied	2.036	1.392	1.392
Onverhard gebied	1.116	1.760	450
Totaal	3.152	3.152	1.842

Tabel 42: Omvang en kenmerken maatregelen wateroverlast en droogte

Maatregel	Oppervlakte (m <sup>2</sup> )	Diepte (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	%aangesloten verhard	%aangesloten onverhard	Toevoerende oppervlakte (m <sup>2</sup> )
Wadi	43	0,2	8,5	5%	5%	92
Infiltratieveld en -strook	1.061	0,2	212,2	70%	70%	1.289
Ontharden	128					
Water doorlatende verharding	415					
Totaal	1.647		220,7	75%	75%	1.381

Tabel 43: Buffercapaciteit in projectgebied

Parameter	Hoeveelheid
Toevoer verharde oppervlakte (ha)	0,13
Aangelegde buffer (m <sup>3</sup> )	221
m <sup>3</sup> /ha verhard door maatregelen	1.587
Norm (m <sup>3</sup> /ha)	330

Tabel 44: Infiltratievolumes in projectgebied

Parameter	Volume (m <sup>3</sup> /Jaar)	Percentage
Onverhard gebied (infiltratie ter plaatse)	776	41,6%
Maatregelen		
- Wadi	55	23,0%
- Infiltratieveld of strook	751	40,2%
- Waterdoorlatende verharding	0	0
Totaal	1.582	<b>84,8%</b>
Maximum infiltreerbaar (5920 m <sup>3</sup> /jaar/ha)	1.866	100%

Tabel 45: Resterende runoff bij wateroverlast

Parameter	Resterende runoff (m <sup>2</sup> )	Resterende runoff percentage
Runoff verhard en onverhard gebied niet aangesloten	506	16,1%
Maatregelen		
- Wadi	0	
- Infiltratieveld of strook	332	10,5%
Totaal resterende runoff na maatregelen	838	<b>26,6%</b>
Maximum runoff oppervlakte studiegebied	3.152	100%
Runoff percentage huidig		73,6%
Runoff gereduceerd (1 – runoff na maatregelen/runoff huidig)		<b>63,9%</b>

Tabel 46: Score-grenzen wateroverlast in projectgebied (geel gekleurd is resultaat projectgebied)

Score-grenzen (ondergrens)	Reductie runoff tov huidige situatie	Norm (m <sup>3</sup> buffer/ha verhard)
0	0%	0
1	3,42%	0
2	6,86%	0
3	10,29%	0
4	13,72%	0
5	17,15%	330
6	33,5%	330
7	49,89%	330
8	66,26%	330
9	82,63%	330
10	99%	330

Tabel 47: Score-grenzen droogte in projectgebied (geel gekleurd is resultaat projectgebied)

Score-grenzen (ondergrens)	Infiltratiepercentage	Norm (infiltratieoppervlakte)
0	26,35%	
1	26,63%	
2	26,91%	
3	27,2%	
4	27,48%	
5	27,77%	8%
6	42,01%	8%
7	56,25%	8%
8	70,51%	8%
9	84,75%	8%
10	99%	8%

### 3.3.5. INTEKENEN VAN MAATREGELEN EN EFFECTBEREKENING HITTE

De ontharding heeft als gevolg dat er een toename in vergroening is in het studiegebied van meer dan 20%. Hierdoor zakt de minimumtemperatuur met 0,20C° en de maximum met 0,04C°. De grootste daling van de maximumtemperatuur komt echter door de 36 aangeplante bomen die voorzien in een daling van 0,46C° voor de maximale temperatuur (zie Tabel 48). De huidige WBGTmin en WBGTmax zouden na de maatregelen, respectievelijk zakken tot 18,72C° en 30,27C°. Het projectgebied in Merelbeke scoort 3 voor hitte. Een opmerking hierbij is dat bij het intekenen geen enkel gebouw is meegenomen waardoor er geen artificiële schaduw is. Er kan hier geopperd worden dat het bij stedelijke gebieden toch wenselijk is om bij een herinrichting van een plein of een straat de aanpalende woningen/gebouwen ook mee te nemen in het plan. Dit zal de schaduw verhogen maar wel ten koste van extra verharde toevoer. Een doordachte afbakening van het projectgebied blijft dus altijd noodzakelijk om realistische resultaten te behalen.

Tabel 48: Oppervlaktes type maatregelen voor hitte en impact op temperatuur te Merelbeke

Type maatregel	Oppervlakte voor (m <sup>2</sup> )	Oppervlakte na (m <sup>2</sup> )	%toename in studiegebied	WBGTmin (C°)	WBGTmax (C°)
Ontharding/vergroening	1.116	1.760	20,44%	-0,20	-0,04
Boomschaduw	575	1.060	15,39%	-0,08	-0,46
Artificiële schaduw	19	0	-0,60%	0	0
Stilstaand water	0	0	0,00%	0	0
Totaal				-0,28	-0,50

Tabel 49: Temperatuur voor (huidige situatie) en na maatregelen te Merelbeke

Gemiddelde temperatuur projectgebied in C°	Voor	na
WBGTmin	19,00	18,72
WBGTmax	30,77	30,27

Tabel 50: Gehanteerde temperatuurgrenzen voor bepaling score te Merelbeke

Score-grenzen (bovengrens)	WBGmax (C°)	WBGmin (C°)
0	30,76	19,00
1	30,64	18,90
2	30,51	18,80
3	30,39	18,70
4	30,26	18,60
5	30,13	18,50
6	30,01	18,40
7	29,88	18,30
8	29,75	18,20
9	29,63	18,10
10	29,50	18,00

### 3.3.6. KOSTEN EN CO-BENEFITS

De investeringskosten van de maatregelen bedragen 133 377€. De kost voor elke maatregel berekend is hieronder opgelijst. De infiltratiestrook kost het meest met 78 514. Het project scoort relatief goed op co benefits doordat het grote aantal bomen, de luchtkwaliteit, de koolstofopslag de biodiversiteit en culturele diensten stimuleren.



Figuur 29: Kosten en co-benefits

Tabel 51: Investeringskosten maatregelen projectgebied

<b>Maatregel</b>	<b>Oppervlakte (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Eenheidskost (€/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Investeringskost (€)</b>
boomschaduw	36 (stuks)	370 (€/stuk)	13.320
infiltratieveld of -strook	1061	74	78.514
ontharden	128	47	6.016
waterdoorlatende verharding	415	76	31.540
wadi	43	92.5	3.978
totaal			133.377

### 3.4. GEVALSTUDIE 4: VERGROENEN VERHARDE STRAAT IN MECHELEN

#### 3.4.1. LOKALE CONTEXT

In de buurt Nekerspoel te Mechelen is gepland om een gedeelte van een straat op te waarderen naar een buurtvriendelijkere inrichting met ruimte voor groen en trage mobiliteit. Eén van die scenario's wordt hieronder uitgelicht. Het projectgebied wordt op dit moment gekenmerkt door een heel hoge mate van verharding terwijl er weinig groenelementen zijn. Dit typeert straten in een sterk verstedelijkt gebied. Hitte is hier een groter probleem in meer rurale gebieden. De kaart (te raadplegen via het klimaatportaal) 'toename aantal hitte dagen t.o.v. van huidige' verschaft meer inzicht in de problematiek.

#### 3.4.2. KLIMAATUITDAGINGEN IN HET GEBIED EN SUGGESTIE VAN MAATREGELEN

Het projectgebied heeft een zeer hoge klimaatuitdaging voor hitte. Het probleem vormt zich door het aantal hitte getroffen. Die is met 17,78 per hectare zeer hoog. Voor wateroverlast is de evaluatie laag wat voornamelijk komt door de gemiddelde runoff. Voor droogte worden dan weer hoge uitdagingen verwacht. De gemiddelde agrarische droogte-duur bedraagt 39,30 (zie Tabel 52).



Figuur 30: Resultaat projecttool "klimaat effecten 2050" Mechelen

Tabel 52: Evaluatie klimaatuitdagingen situatie 2050 gebied Mechelen per indicator

Indicator	Zeer Laag	Laag	Gemiddeld	Hoog	Zeer hoog	Evaluatie
Gemiddelde WBGT Drenpelwaarde	<3	3	4	5		3,87 (laag)
Aantal hitte getroffen (0-4 en 65+) per hectare	<2/ha		>2/ha	>5/ha	>10/ha	17,78 (zeer hoog)
Gemiddelde droogte-duur (agrarisch) in dagen per jaar	<5	5	10	20	40	39,30 (hoog)
Kwetsbare ecotopen met significante droogtestress (% van gebied)	<20%			>20%	>40%	0% (zeer laag)



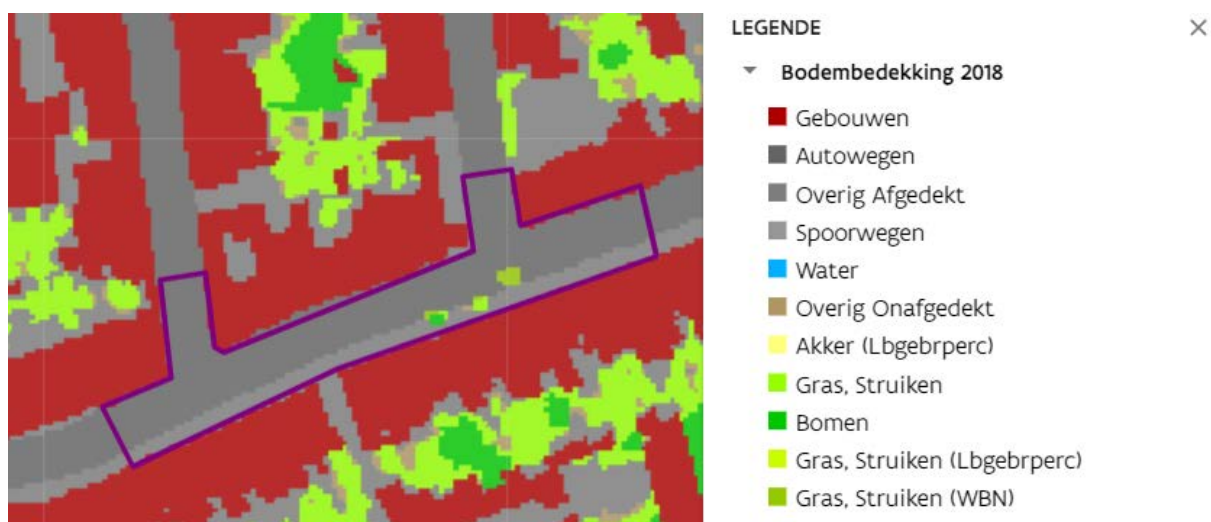
Landbouwpercelen met significante droogtestress	<20%		>20%	>40%	>60%	0% (zeer laag)
Gemiddelde runoff coëfficiënt	<0,3	0,3	0,5	0,7	0,9	0,68 (gemiddeld)
Oppervlakte gebouwen met wateroverlast (% van gebied)	<0,5		0,5%	2%	5%	0,61% (zeer laag)

### 3.4.3. INTEKENEN EN VERFIJNEN VAN HET PROJECTGEBIED

De keuze is gemaakt om enkel de straten in te tekenen als projectgebied. Zoals eerder vermeldt zal de hitte hierdoor overschat worden omdat er geen artificiële schaduw van de gebouwen wordt geprojecteerd. Door de verharding sijpelt er bijna geen water in de grond noch is er lokale wateropslag. Van enige boomschaduw is er ook nauwelijks sprake. Op basis van de bodembedekkingskaart worden er slechts 3 kleine zones groen ontdekt waarvan één met een boom. In de volgende secties wordt getracht maatregelen te implementeren aan de hand van het plan én met het oog op het verbeteren van de klimaatscores voor hitte, droogte en wateroverlast.



Figuur 31: Projectgebied in Mechelen



Figuur 32: Bodembedekkingskaart in Mechelen

#### 3.4.4. INTEKENEN VAN MAATREGELEN EN EFFECTBEREKENING WATEROVERLAST EN DROOGTE

In deze stedelijke context is er door de verharding weinig regenwater buffercapaciteit en infiltratie, daarom zal over het gehele projectgebied de straat heraangelegd worden met een waterbergende onderfundering terwijl parallel met de straat er ontharde stroken met bomen worden aangelegd, aangevuld met verharde zones met waterdoorlaatbare verharding. In Tabel 54 is het effect zichtbaar van de waterbergende onderfundering en de waterdoorlaatbare verharding, de verharde oppervlakte daalt van 1899m<sup>2</sup> naar 355m<sup>2</sup>. De herinrichting gebeurt zo dat 99% van de resterende verharde oppervlakte aangesloten wordt op de waterbergende onderfundering (zie Tabel 55). Met die onderfundering wordt er een bufferend vermogen van 72,6m<sup>3</sup> water aangelegd. Daarmee wordt vlot de norm van 330m<sup>3</sup> per verharde toevoer gehaald. De runoff wordt zo gereduceerd met 65% waardoor de score 7 voor wateroverlast wordt behaald. De extra ontharding verhoogt het vermogen om water te laten infiltreren op onverhard gebied. Zo slaagt het projectgebied in het infiltreren van 53% van het hemelwater.


## Mijn klimaatadaptatiescore [Meer uitleg over de scores](#)



### Per thema

 Hitte



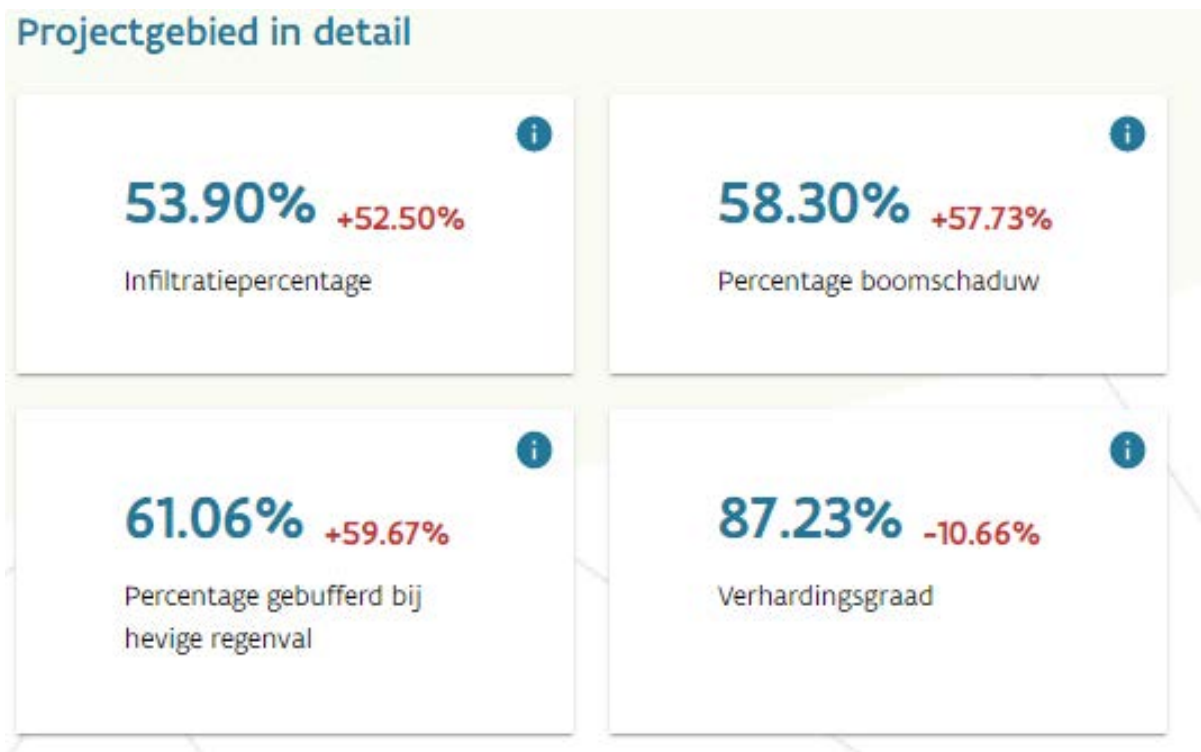
 Wateroverlast



 Droogte



Figuur 33: Klimaatcores herinrichting straat Mechelen



Figuur 34: Projectgebied in detail, Mechelen



Figuur 35: Projectgebied in kaart, Mechelen

Tabel 53: Water-gerelateerde parameters projectgebied

Parameter	Waarde	Eenheid
Gemiddelde infiltratiecapaciteit bodem	0,25	m/dag
Gemiddelde runoff coefficient onverhard gebied	34,04	%

Tabel 54: Oppervlaktes verhard en onverhard projectgebied (huidig en na maatregelen)

Parameter	Huidige oppervlakte	Oppervlakte na maatregelen (m <sup>2</sup> )	Toevoerende oppervlakte na maatregelen (m <sup>2</sup> )
Verhard gebied	1.899	355	355
Onverhard gebied	51	1.585	540
Totaal	1.940	1.940	895

Tabel 55: Omvang en kenmerken maatregelen wateroverlast en droogte

Maatregel	Oppervlakte (m <sup>2</sup> )	Diepte (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	%aangesloten verhard	%aangesloten onverhard	Toevoerende oppervlakte (m <sup>2</sup> )
Waterbergende onderfundering	1.452	0,05	72,6	99%	0%	351
Ontharden	6			Nvt	Nvt	
Waterelementen	115			Nvt	Nvt	
Waterdoorlaatbare verharding	108			Nvt	Nvt	
Totaal			72,6	99%	0%	

Tabel 56: Buffercapaciteit in projectgebied

Parameter	
Toevoer verharde oppervlakte (ha)	0,04
Aangelegde buffer (m <sup>3</sup> )	72,6
m <sup>3</sup> /ha verhard door maatregelen	2.045
Norm (m <sup>3</sup> /ha)	330

Tabel 57: Infiltratievolumes in projectgebied

Parameter	Volume (m <sup>3</sup> /Jaar)	Percentage
Onverhard gebied (infiltratie ter plaatse)	619	
Totaal	619	54%
Maximum infiltreerbaar (5920 m <sup>3</sup> /jaar/ha)	1148	100%

Tabel 58: Resterende runoff bij wateroverlast

Parameter	Resterende runoff (m <sup>2</sup> )	Resterende runoff percentage
Runoff verhard en onverhard gebied niet aangesloten	590	30,1%
Maatregelen		
- Waterbergende onderfundering	81	4,2%
Totaal resterende runoff na maatregelen	671	<b>34,6%</b>
Maximum runoff oppervlakte studiegebied	1.940	
Runoff percentage huidig		98,6%
Runoff gereduceerd (1 – runoff na maatregelen/runoff huidig)		<b>64,9%</b>

Tabel 59: Score-grenzen wateroverlast in projectgebied (geel gekleurd is resultaat projectgebied)

Score-grenzen (ondergrens)	Reductie runoff tov huidige situatie	Norm (m <sup>3</sup> buffer/ha verhard)
0	0%	0
1	4%	0
2	8%	0
3	12%	0
4	17%	0
5	20,7%	330
6	36%	330
7	52%	330
8	68%	330
9	83%	330
10	99%	330

Tabel 60: Score-grenzen droogte in projectgebied (geel gekleurd is resultaat projectgebied)

Score-grenzen (ondergrens)	Infiltratiepercentage	Norm (infiltratieoppervlakte)
0	13,93%	
1	14,08%	
2	14,23%	
3	14,38%	
4	14,53%	
5	14,67%	8%
6	20,97%	8%
7	40,48%	8%
8	59,99%	8%
9	79,49%	8%
10	99,00%	8%
		8%

### 3.4.5. INTEKENEN VAN MAATREGELEN (BOOMKRUINEN) EN EFFECTBEREKENING HITTE

Zoals reeds aangegeven is hitte een groot probleem. Daarom worden 15 bomen aangeplant met een grote diameter van 8m, deze zullen veel boomschaduw creëren. Ongeveer 58% van de straat zal in schaduw vallen. In Tabel 61 zijn de verschillende oppervlakten voor en na genoteerd met elk hun impact op de minimum en maximum temperatuur. Meer ontharden/vergroenen kan altijd de temperatuur doen dalen maar het grootste effect wordt toch bekomen door middel van het creëren van schaduw door bomen of constructies. Ontharden doet de temperatuur daalt met 0,11C° voor de minima en 0,02C° voor de maxima. Er is een bufferend effect van stilstaand water van de waterelementen. Daardoor is er een positief (0,06C°) effect op de minimum temperatuur terwijl er een negatief effect (-0,09C°) is op de maximum temperatuur. De gecreëerde boomschaduw doet de minimum temperatuur dalen met 0,29C° en de maximum temperatuur met 1,73C°.

Tabel 61: Oppervlaktes type maatregelen voor hitte en impact op temperatuur te Mechelen

Type maatregel	Oppervlakte voor	Oppervlakte na	%toename in studiegebied	WBGtmin	WBGtmax
Ontharding/vergroening	41	248	10,67%	-0,11	-0,02
Boomschaduw	11	1.131	57,73%	-0,29	-1,73
Artificiële schaduw	32	1	-1,60%	0	0,03
Stilstaand water	0	115	5,93%	0,06	-0,09
Totaal				-0,34	-1,81

Tabel 62: Temperatuur voor (huidige situatie) en na maatregelen te Mechelen

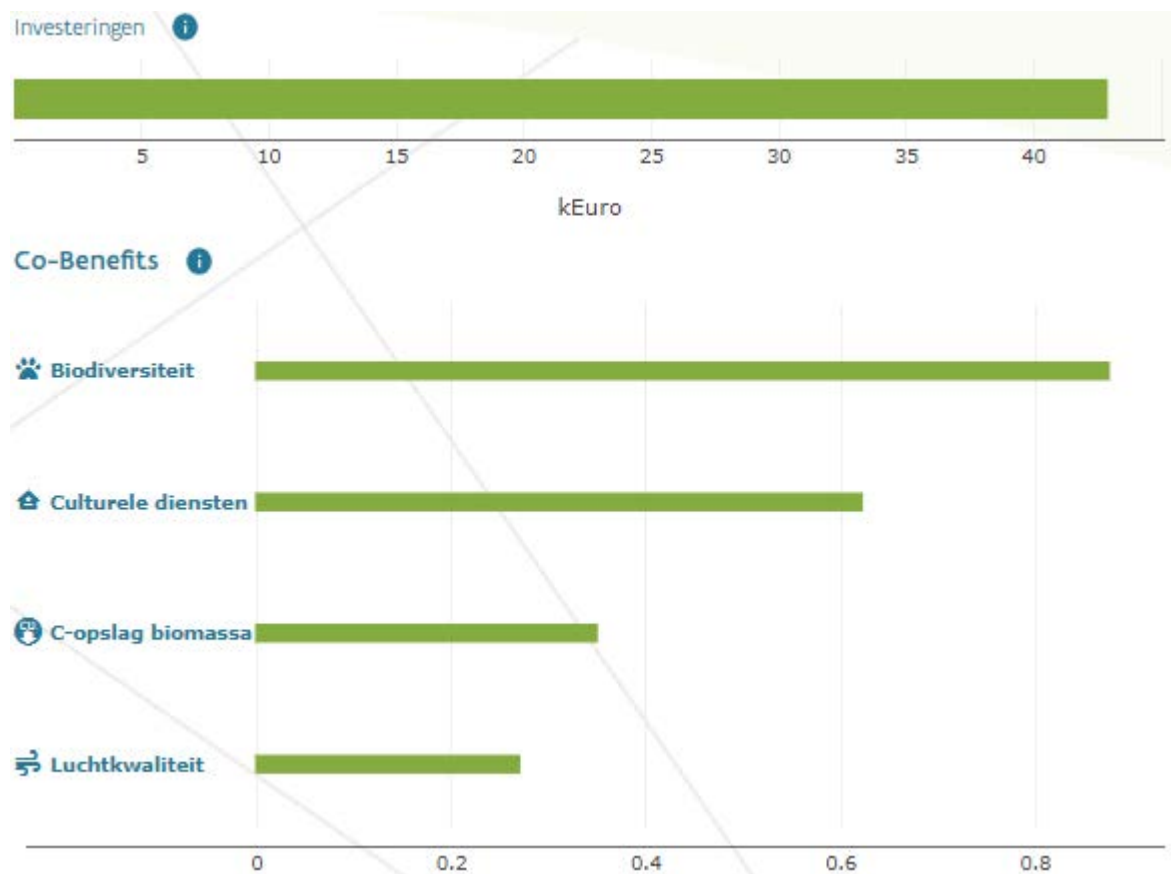
Gemiddelde temperatuur projectgebied	voor	Na
WBGtmin	18,84	18,50
WBGtmax	31,98	30,17

Tabel 63: Gehanteerde temperatuurgrenzen voor bepaling score te Mechelen

Score-grenzen (bovengrens)	WBGtmax	WBGtmin
0	31,984	18,837
1	31,736	18,753
2	31,487	18,670
3	31,239	18,586
4	30,990	18,502
5	30,742	18,419
6	30,494	18,335
7	30,245	18,251
8	29,997	18,167
9	29,748	18,084
10	29,500	18,000

### 3.4.6. KOSTEN EN CO-BENEFITS

De investeringskosten van de maatregelen bedragen 42,9 Keuro. In Tabel 64 is de kost voor elke maatregel berekend. De grootste investering is de uitbouw van water elementen in de straat. De kost voor de heraanleg van de straat zelf is niet inbegrepen in deze raming. De co-benefits scores zijn laag doordat een groot deel van het project gebied wordt ingenomen door de waterbergen onder verharding en deze draagt niet bij de 4 thema's.



Figuur 36: Investeringskosten en Co-benefits

Tabel 64: Investeringskosten maatregelen Mechelen

Maatregel	Oppervlakte (m <sup>2</sup> )	Eenheidskost (€/m <sup>2</sup> )	Investeringskost (€)
boomschaduw	15 (stuks)	370 (€/stuk)	5.550
ontharden	6	47	261
Waterdoorlatende verharding	108	76,11	8.236
Waterbergende onderfundering	1.453	6	8.718
Water element	115	175	20.139
Totaal			42.904



### 3.5. GEVALSTUDIE 5: HERAANLEG INDUSTRIEZONE IN TURNHOUT

#### 3.5.1. LOKALE CONTEXT

De Veedijk in Turnhout is een industriezone omringd door veelal landbouwgronden en grenzend aan de rivier de Aa. De industriezone levert nu een negatieve bijdrage aan de bescherming tegen wateroverlast door zijn hoge graad van verharding. De idee is enkele scenario's af te toetsen waarbij zowel de waterveiligheid naar omhoog gaat als de waterbevoorrading voor landbouwdoeleinden gedurende periodes van droogte. Een ingenieursbedrijf heeft al eerdere berekeningen gedaan en op basis van een 8-tal locaties zullen er gepaste maatregelen in de klimaattool worden ingetekend. In totaal zou er 60.000m<sup>3</sup> aan hemelwater moeten worden opgeslagen. Deze gevalstudie is dus verschillend van de andere en zal zich dus uitsluitend concentreren op droogte en wateroverlast en niet op hitte.

#### 3.5.2. KLIMAATUITDAGINGEN IN HET GEBIED EN SUGGESTIE VAN MAATREGELEN

Ook de projecttool bevestigt dat wateroverlast voor dit industrieterrein de grootste uitdaging zal zijn. Het percentage oppervlakte van gebouwen dat door wateroverlast getroffen wordt stijgt boven de 5% en dit is zeer hoog. De runoff met 0,42 is laag. Voor droogte is het aantal agrarische droogte dagen dan weer doorslaggevend en is gemiddeld met net geen 13 dagen. Voor hitte zijn de uitdagingen beperkt tot laag, waarbij enkel de gemiddelde drempelwaarde voor WBGT laag scoort met 3,79. De tool stelt maatregelen voor die in zullen grijpen op runoff, infiltratie en water buffering met wadi's, infiltratievelden en ondiepe horizontale infiltratie.



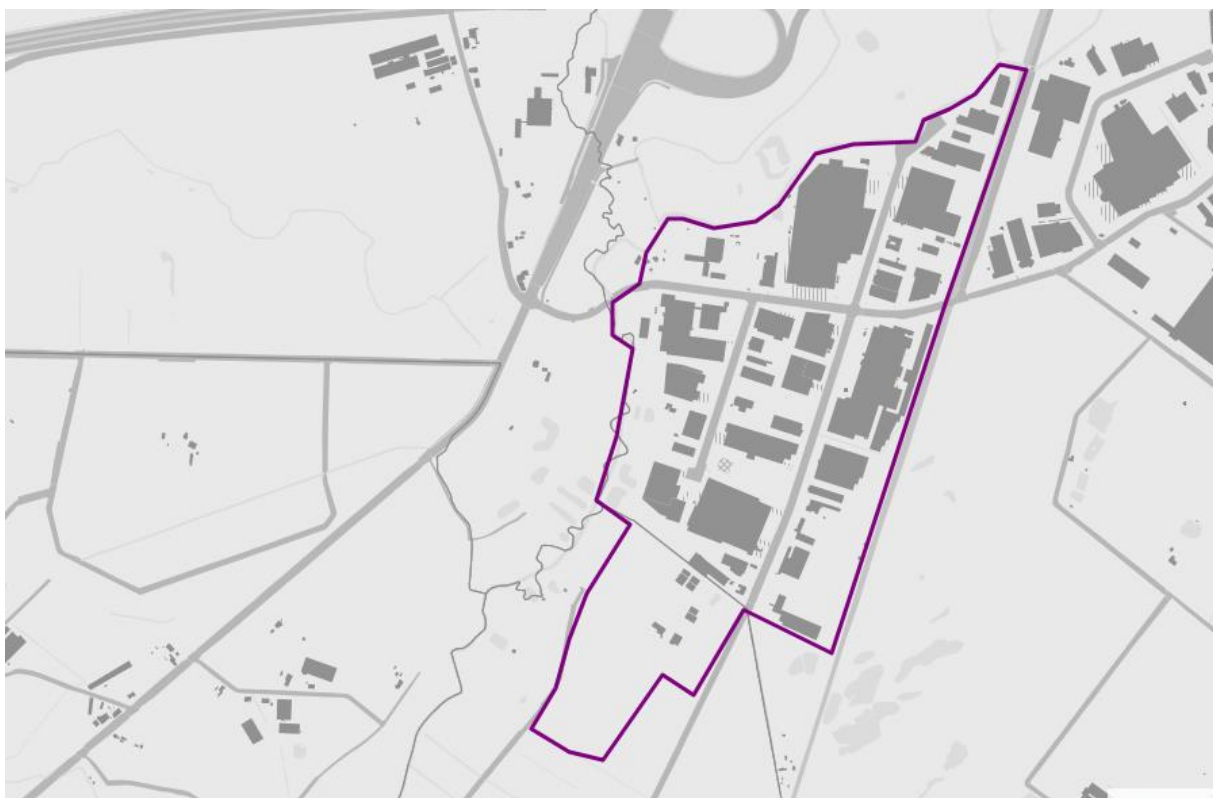
Figuur 37: Resultaat projecttool klimaateffecten Veedijk Turnhout

Tabel 65: Evaluatie klimaatuitdagingen situatie 2050 gebied Turnhout per indicator

Indicator	Zeer Laag	Laag	Gemiddeld	Hoog	Zeer hoog	Evaluatie
Gemiddelde WBGT Drempelwaarde	<3	3	4	5		3,79 (laag)
Aantal hitte getroffen (0-4 en 65+) per hectare	<2/ha		>2/ha	>5/ha	>10/ha	0,05 (zeer laag)
Gemiddelde droogte-duur (agrarisch) in dagen per jaar	<5	5	10	20	40	12,88 (gemiddeld)
Kwetsbare ecotopen met significante droogtestress (% van gebied)	<20%			>20%	>40%	0,51% (zeer laag)
Landbouwpercelen met significante droogtestress	<20%		>20%	>40%	>60%	7,19% (zeer laag)
Gemiddelde runoff coëfficiënt	<0,3	0,3	0,5	0,7	0,9	0,42 (laag)
Oppervlakte gebouwen met wateroverlast (% van gebied)	<0,5		0,5%	2%	5%	6,52% (zeer hoog)

### 3.5.3. INTEKENEN EN VERFIJNEN VAN HET PROJECTGEBIED

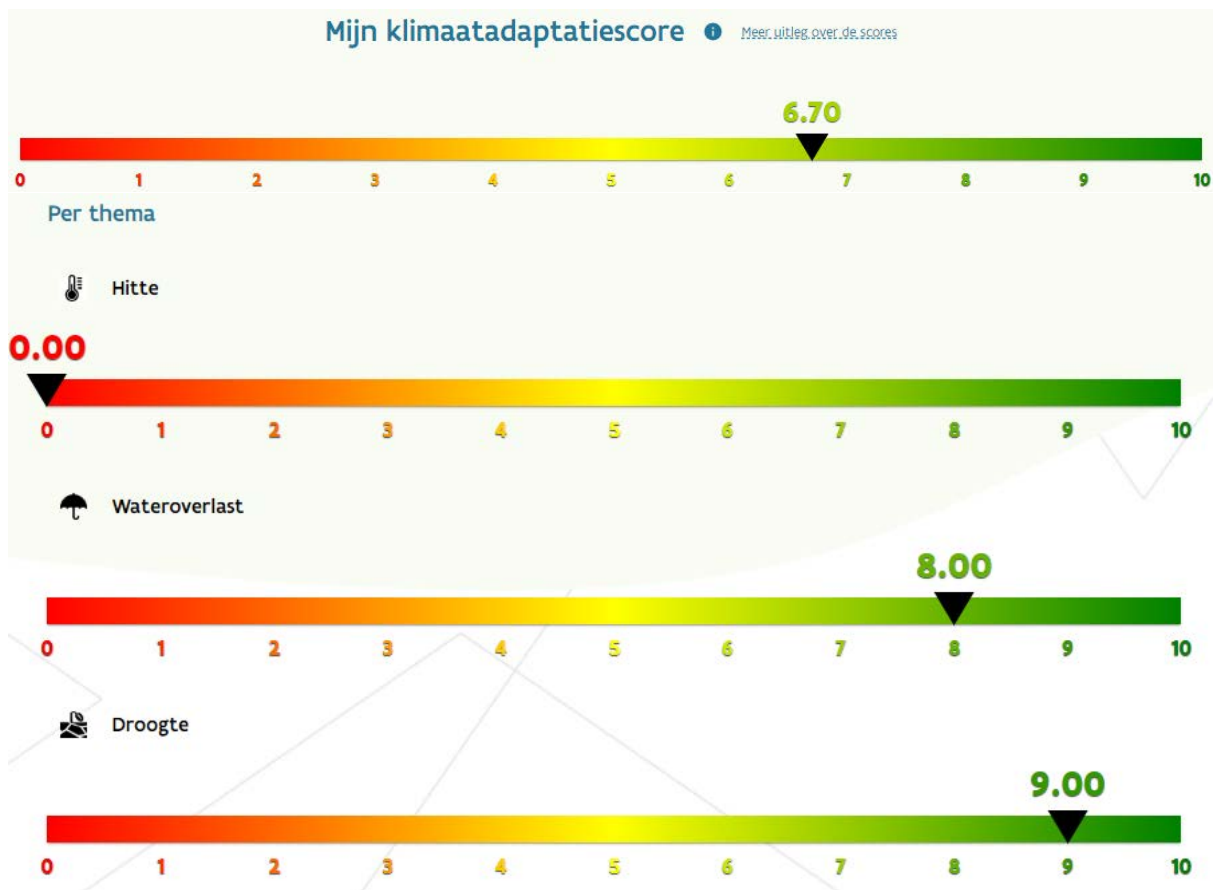
De verhardingsgraad bedraagt 60% terwijl meer dan een derde van het regenwater wordt geïnfiltreerd en gebufferd bij extreme regenval. In Figuur 38 zien we dat het projectgebied in het Oosten begrensd wordt door een spoorweg, in het Westen door de rivier de Aa, het zuiden langbouwgebieden en ten noorden van het gebied bevinden zich nog landbouwpercelen tot de autosnelweg.



*Figuur 38: Projectgebied in beeld, Veerwijk Turnhout*

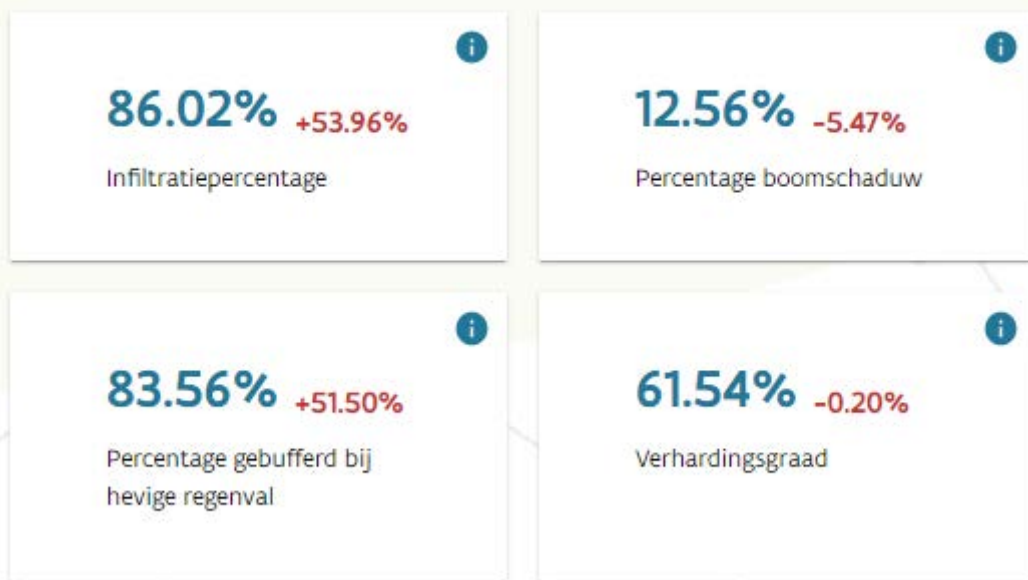
#### **3.5.4. INTEKENEN VAN MAATREGELEN EN EFFECTBEREKENING WATEROVERLAST EN DROOGTE**

Volgens het scenario worden er 8 buffers bekkens gesimuleerd in de klimaattool dit door middel van de maatregel bovengrondse vertraagde afvoer. Dit is natuurlijk niet hetzelfde als een spaarbekken. Eén van de verschillen is dat spaarbekkens geen afvoer hebben en de meeste laten geen infiltratie toe. Desondanks lijkt het toch een goede simulatie voor de hoeveelheden water en rechtstreekse effecten. Door het aanleggen van de maatregelen worden de percentages voor geïnfiltreerd en gebufferd water bijna verdubbeld. De diepte van de maatregel bedraagt 3m en op elke van de verharde bekkens is 10% verhard en 10% onverhard oppervlakte aangesloten. Dit maakt dat het totaal op telkens 80% komt. Er kan voor meer dan 208.101m<sup>3</sup> water gebufferd worden terwijl er 46ha verhard oppervlakte. Dit maakt dat door de maatregelen de lokale norm van 330m<sup>3</sup>/verharde ha met 4.569m<sup>3</sup>/ verharde ha ruimschoots wordt overschreden. De afvoeren scoren met minder dan 3% runoff het ook heel goed op het vasthouden van water en de kans op wateroverlast te verminderen. De totale resterende runoff na maatregelen bedraagt 16% en daarmee wordt een reductie bekomen van 76%. De vertraagde afvoeren verhogen evenals de infiltratie van hemelwater, tov van het maximaal te infiltreren water bedraagt het percentage 53% door de maatregelen. In totaal wordt er 86% van het hemelwater geïnfiltreerd. Door de vertraagde afvoeren scoort het projectgebied nu 8 op wateroverlast en 9 op droogte.

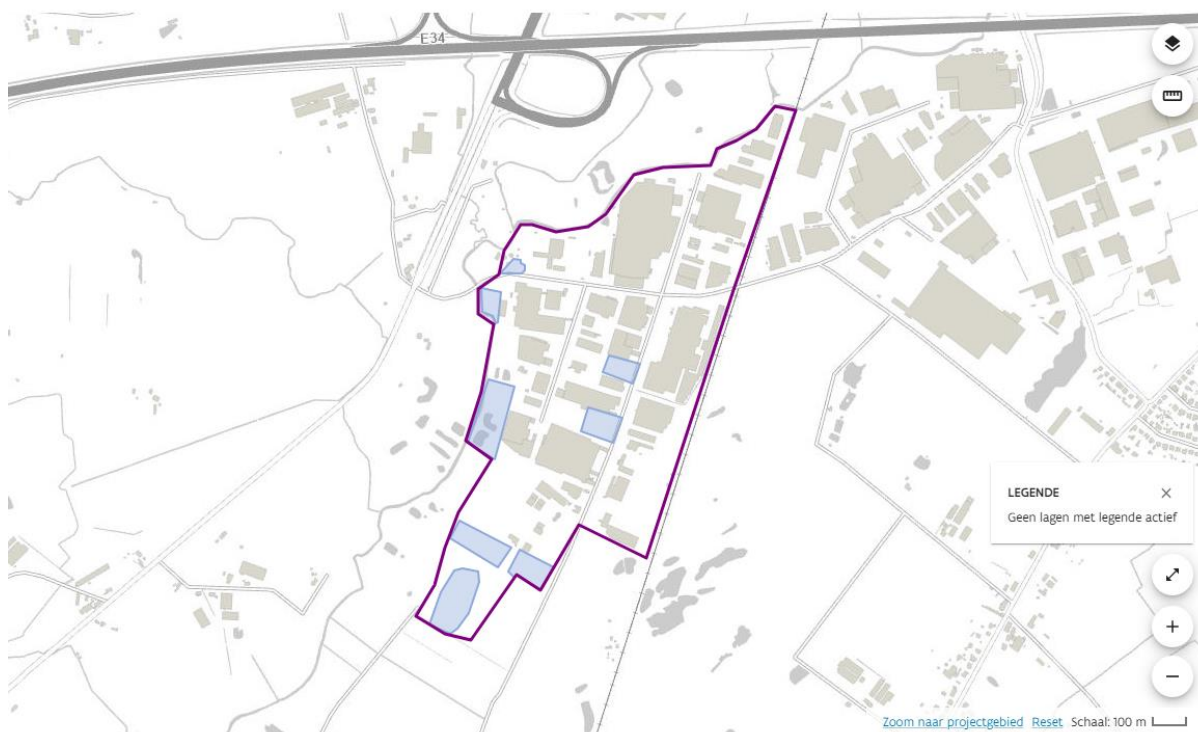


Figuur 39: Klimaatcores Veedijk Turnhout

### Projectgebied in detail



Figuur 40: bekomen kerncijfers bedrijventerrein Veedijk



Figuur 41: Projectgebied in beeld, Turnhout

Tabel 66: Water-gerelateerde parameters projectgebied

Parameter	Waarde	Eenheid
Gemiddelde infiltratiecapaciteit bodem	0,32	m/dag
Gemiddelde runoff coefficient onverhard gebied	16,37	%

Tabel 67: Oppervlaktes verhard en onverhard projectgebied (huidig en na maatregelen)

Parameter	Huidige oppervlakte	Oppervlakte na maatregelen (m <sup>2</sup> )	Toevoerende oppervlakte na maatregelen (m <sup>2</sup> )
Verhard gebied	457.560	455.491	455.491
Onverhard gebied	283.489	285.559	46.803
Totaal	741.049	741.050	502.294

\*Kleine verschillen worden verklaard door het afronden van cijfers

Tabel 68: Omvang en kenmerken maatregelen wateroverlast en droogte

Maatregel	Oppervlakte (m <sup>2</sup> )	Diepte (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	%aangesloten verhard	%aangesloten onverhard	Toevoerende oppervlakte
Bovengrondse buffer vertraagde afvoer	69.367	3	208.101	80%	80%	401.835
Totaal			208.101	80%	80%	401.835

Tabel 69: Buffercapaciteit projectgebied Turnhout

Parameter	Hoeveelheid
Toevoer verharde oppervlakte (ha)	46
Aangelegde buffer (m <sup>3</sup> )	208.101
m <sup>3</sup> /ha verhard door maatregelen	4.569
Norm (m <sup>3</sup> /ha)	330

Tabel 70: Infiltratievolumes in projectgebied

Parameter	Volume (m <sup>3</sup> /Jaar)	Percentage
Onverhard gebied (infiltratie ter plaatse)	141.385	32,2%
Maatregelen		
- Bovengrondse buffer vertraagde afvoer	236.015	53,8%
Totaal		<b>86,0%</b>
Maximum infiltreerbaar (5920 m <sup>3</sup> /jaar/ha)	438.720	100%

Tabel 71: Resterende runoff bij wateroverlast

Parameter	Resterende runoff (m <sup>2</sup> )	Resterende runoff percentage
Runoff verhard en onverhard gebied niet aangesloten	100.447	13,56%
Maatregelen		
- Bovengronds buffer vertraagde afvoer	21.396	2,9%
Totaal resterende runoff na maatregelen	121.843	<b>16,4%</b>
Maximum runoff oppervlakte studiegebied	741.050	100%
Runoff percentage huidig		67,9%
Runoff gereduceerd (1 – runoff na maatregelen/runoff huidig)		<b>75,8%</b>

Tabel 72: Score-grenzen wateroverlast in projectgebied (geel gekleurd is resultaat projectgebied)

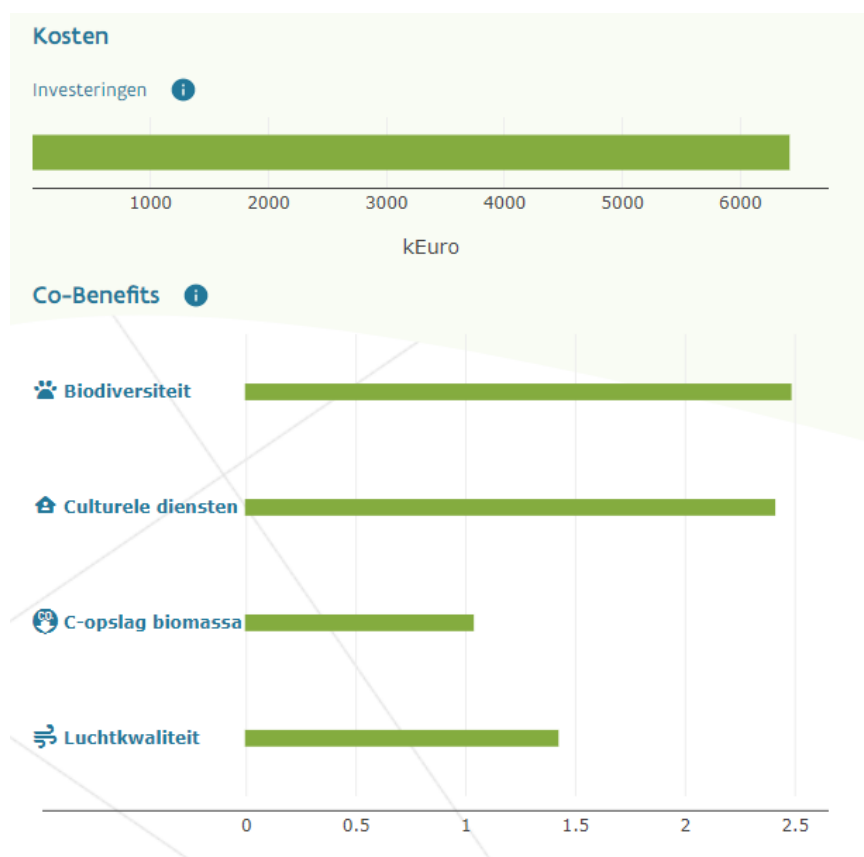
Score-grenzen (ondergrens)	Reductie runoff tov huidige situatie	Norm (m <sup>3</sup> buffer/ha verhard)
0	0%	0
1	4%	0
2	8%	0
3	12%	0
4	17%	0
5	20,7%	330
6	36%	330
7	52%	330
8	68%	330
9	83%	330
10	99%	330

Tabel 73: Score-grenzen droogte in projectgebied (geel gekleurd is resultaat projectgebied)

Score-grenzen (ondergrens)	Infiltratiepercentage	Norm (infiltratieoppervlakte)
0	32,0%	
1	32,3%	
2	32,7%	
3	33,0%	
4	33,4%	
5	33,7%	8%
6	47%	8%
7	60%	8%
8	73%	8%
9	86%	8%
10	99%	8%

### 3.5.5. KOSTEN EN CO-BENEFITS

De totale kosten van de maatregelen worden geschat op 6,4 miljoen euro. De bovengronds vertraagde afvoeren hebben een positief effect op biodiversiteit en culturele diensten in het projectgebied.



Figuur 42: Kosten en co-benefits

Tabel 74: Investeringskosten maatregelen Veedijk

Maatregel	Oppervlakte (m <sup>2</sup> )	Eenheidskost (€/m <sup>2</sup> )	Investeringskost (€)
Bovengrondse buffer vertraagde afvoer	69.367	92,5	6.416.448
Totaal			6.416.448



---

## HOOFDSTUK 4. CONCLUSIES

---

De projecttool is er specifiek op gericht om op projectniveau te evalueren hoe klimaatbestendig de aanleg of heraanleg van een project is tegen 2050. Deze tool is parallel ontwikkeld aan de plantool en bouwt voort op modelresultaten en kengetallen die zijn gehanteerd voor de plantool. De focus van de projecttool ligt op het evalueren van de impact van klimaatadaptatie-maatregelen op vlak van hitte, droogte en wateroverlast. We beschouwen kwalitatief ook een aantal co-benefits.

Specifiek berekent de tool het volgende:

1. De Projecttool voert in eerste instantie een omgevingsanalyse uit waarmee de effecten en impacts van klimaatverandering binnen het projectgebied samenvattend getoond worden.
2. De tool geeft in tweede instantie een suggestie van mogelijke type-maatregelen die een gebruiker interactief zelf kan toevoegen en lokaliseren (o.b.v. punt, lijn of polygonen).
3. De tool berekent een score, totale investeringskosten en co-benefits van de ingetekende maatregelen.

De resultaten van deze voorbeeldprojecten tonen aan dat door gerichte maatregelen te nemen de toename van klimaateffecten tussen nu en 2050 kan opgevangen worden, maar dat vergaande maatregelen nodig zijn.

Tot slot geven we nog een aantal aanbevelingen voor verdere verbetering van de projecttool:

- Berekening van de score voor hitte: het concept achter de score-bepaling voor hitte verschilt van wateroverlast en droogte. We stellen vast dat op basis van absolute temperaturen het voor heel Vlaanderen niet evident is te komen tot een score-systeem dat in alle omstandigheden goed werkt. Het is ook in veel gevallen niet mogelijk om de effecten van klimaatverandering op te vangen. Een score-systeem opzetten dat tegelijk rekening houdt met drempelwaardes voor temperatuur en hoge scores geeft als we veel maatregelen nemen, is niet evident. Dit vergt nog bijkomend onderzoek.
- Verfijning van maatregelen: een aantal maatregelen, vooral maatregelen die ondergronds aangelegd worden, kunnen verder verfijnd worden, waarbij een onderscheid gemaakt wordt of deze maatregelen onder verharde of onverharde oppervlakte worden aangelegd.
- Rapportage van tussentijdse resultaten en inputgegevens: in dit rapport worden voor de casestudies meer tussentijdse resultaten weergegeven die het eenvoudiger maken om de resultaten te begrijpen. Het is mogelijk om deze resultaten ook standaard mee te rapporteren bij de eindresultaten, eventueel optioneel via een download.
- Editeerbaar maken van inputgegevens: we stellen vast dat de ruimtelijke gegevens niet altijd even accuraat zijn voor specifieke gevalstudies, bijvoorbeeld de bodembedekking. Een mogelijkheid is om de resultaten die uit kaarten worden opgehaald te rapporteren tussentijds en editeerbaar te maken.
- Meer ruimtelijke informatie meenemen in de berekeningen: we werken vaak met ruimtelijke indicatoren die een gemiddelde zijn van het projectgebied vb. runoff coëfficiënten, boomschaduw en gebouwschaduw. Een hoger ruimtelijk detail inbouwen is mogelijk (vb. runoff coëfficiënt op de plaats waar onthard wordt, boomschaduw in functie van locatie en hoogte van boom), waardoor ook de precieze situering van maatregelen een rol begint te spelen.
- Kostenberekening: de kostenberekening gebeurt op basis van gemiddelde kengetallen. Werken met ranges is aan te bevelen. Bovendien zou het ook aangewezen zijn om rekening te houden met schaalvoordelen in de kostenberekening (vb. eenheidskosten bij grote,

---

industriële gebouwen versus woningen). Ook houden we geen rekening met het feit of de aanleg van maatregelen ontharding vragen van de bestaande oppervlakte of niet. We houden ook geen rekening met de kostprijs die nodig is voor de aanleg van nieuwe verhardingen en afvoeren, waardoor de kostprijs soms moeilijk te interpreteren is.