

BRU  
GGE



Klimaatadaptatieplan Brugge



## Documentbeschrijving

### Titel

Klimaatadaptatieplan Brugge

### Auteurs

Sumaqua

### Studie uitgevoerd in opdracht van

Stad Brugge

### Wijze van refereren

Stad Brugge, 2021. 'Klimaatadaptatieplan Brugge'. Studie uitgevoerd door Sumaqua in opdracht van stad Brugge.

### Publicatiedatum

September 2021

### Vragen in verband met dit rapport

Voor vragen in verband met dit rapport kan u contact opnemen met de projectcoördinator Veronique Soulliaert ([veronique.soulliaert@brugge.be](mailto:veronique.soulliaert@brugge.be)) of de uitvoerder van de studie ([vincent.wolfs@sumaqua.be](mailto:vincent.wolfs@sumaqua.be)).









# Voorwoord

Dat het klimaat verandert is een vaststaand feit. In Vlaanderen is de temperatuur reeds met 2.2 °C gestegen in de afgelopen 130 jaar. Modellen voorspellen dat binnen 80 jaar de temperaturen in Brugge kunnen stijgen in de winter met 4.5 °C en mogelijks tot 6.5 °C in de zomer. Dit zal zonder twijfel gevolgen hebben. In de voorbije jaren hadden we te kampen met extreem droge zomers, de zomer van 2021 was dan weer zeer nat. Ook dit heeft te maken met klimaatverandering. Een verandering van het klimaat leidt tot een verandering in de frequentie, intensiteit, ruimtelijke omvang, duur en timing van extreme weersfenomenen zoals hittegolven, droogte en overvloedige neerslag.

Als stad blijven we echter niet bij de pakken zitten. We nemen concrete acties om deze klimaatverandering tegen te gaan door de CO<sub>2</sub>-uitstoot drastisch naar beneden te dringen. We doen dit best zo snel mogelijk om de schade van de klimaatverandering zo veel mogelijk te beperken. Zo investeren we in duurzame energiebesparingen bij burgers, bedrijven en in het patrimonium van de stad, zoeken we naar manieren om samen met de inwoners van de stad de productiecapaciteit van zonnepanelen en windmolens te verhogen op ons grondgebied en proberen we 'slimme' toepassingen uit.

Maar los van al deze mitigerende maatregelen om minder CO<sub>2</sub> uit stoten, dienen we ook maatregelen te nemen om de stad aan te passen aan deze klimaatwijzigingen. Met die maatregelen vangen we de gevolgen van klimaatverandering zo goed als mogelijk op. We hebben dus nood aan een klimaatadaptatieplan. Vorig jaar werd een klimaatadaptatieplan voor de Brugse historische binnenstad opgemaakt. Dit jaar werd de randzones Zeebrugge, Zwankendamme, Lissewege, Dudzele, Sint Pieters, Sint Jozef, Sint Michiels, Sint Kruis, Sint Andries, Assebroek. In kaart gebracht. Om alle inzichten, ideeën en voorstellen stevig te omkaderen, deden we een beroep op Sumaqua. Zij stelden twee lijvige studies op. Een eerste geeft een analyse van de risico's en kwetsbaarheden van het volledige grondgebied van Brugge weer. Een tweede studie, voorliggend document, schetst een plan met mogelijke acties om de effecten van de klimaatverandering zo goed als mogelijk op te vangen in de hierboven beschreven randzones.

Het voorliggende klimaatadaptatieplan bevat een coherente visie én toont de nodige ambitie. Meer dan 50 concrete maatregelen worden voorgesteld door het studie bureau, zowel op korte als op middellange termijn. Met dit plan tonen we duidelijk aan dat de stad één van de voortrekkers in Vlaanderen wil zijn voor klimaatadaptatie en ons beleid door deze inzichten wil laten inspireren. Het klimaatadaptatieplan is meer dan een bundel papier. Het bevat ook ideeën om burgers te betrekken en te laten deelnemen aan de verschillende acties. Verbindingen worden gelegd tussen burgers en verenigingen, stadsdiensten, lokale industrie en experts.

De studie die u in handen heeft is het resultaat van een nauwe samenwerking tussen de verschillende stadsdiensten en externe experts. Ik wil dan ook iedereen bedanken die hier zijn schouders heeft ondergezet. Samen zullen we er in slagen om Brugge duurzamer en meer klimaatrobuust te maken. Hierdoor wordt het nog fijner in Brugge te wonen, werken en ontspannen.

**Minou Esquenet**

*Schepen van klimaat en energie, milieubeleid, smart city en facilitair beheer*





# Samenvatting

**Voor u ligt het klimaatadaptatieplan van stad Brugge.** Dit plan is aanvullend op het klimaatadaptatieplan van het historisch centrum (Brugge, 2020). Beide plannen hebben als doel om de stad voor te bereiden op de gevolgen van klimaatverandering, en de stad “klimaatrobuust” te maken. Het klimaatadaptatieplan geeft een visie over hoe Brugge op korte en lange termijn omgaat met de impacts van klimaatverandering, met een bijzondere aandacht voor water.

Het klimaatadaptatieplan is tot stand gekomen na een grondige analyse van de impacts van klimaatverandering, overleg met stadsdiensten en tal van externe experts, en studiewerk rond adaptatiestrategieën. De **impacts van klimaatverandering** zijn in een apart rapport opgenomen: “Risico- en kwetsbaarheidsanalyse van stad Brugge onder klimaatverandering”. De lezer wordt verwezen naar dat rapport voor een samenvatting van de impact van klimaatverandering op de stad.

Het is zeker dat het klimaat aan het veranderen is, maar de precieze toekomstige evolutie is niet gekend. **Daarom trekt stad Brugge resoluut de kaart van adaptieve en duurzame maatregelen.** Dit zijn maatregelen die nu reeds een positief effect hebben op vlak van weerbaarheid tegen klimaatverandering, maar later nog aangepast (bijvoorbeeld uitgebreid) kunnen worden aan de werkelijke klimaatverandering. De stad streeft hierbij naar duurzame maatregelen die meerdere voordelen opleveren, en de levenskwaliteit en biodiversiteit in de stad verbeteren. De stad tracht om de negatieve impacts van klimaatverandering voor te blijven, en tegelijk elke kans aan te grijpen om positieve verandering te realiseren die een antwoordt biedt op klimaatverandering.

**Stad Brugge schuift 3 toekomstbeelden naar voren om te komen tot een veerkrachtige samenleving en ecosysteem: een “waterrobuuste”, “groene” en “koele” stad. Om deze beelden te verwezenlijken zet de stad in op 4 werksporen:** (1) **kennisopbouw** omtrent de impacts van klimaatverandering, en –adaptatiestrategieën en technieken, (2) het realiseren van **doelgerichte ingrepen** op het terrein die zowel in het huidig als toekomstig klimaat effectief zijn, (3) **communicatie en sensibilisering** en (4) **co-creatie** met alle Brugse actoren. U kan de visie van stad Brugge omtrent klimaatadaptatie uitgebreider terugvinden in Hoofdstuk 1 van voorliggend plan.

Het klimaatadaptatieplan geeft een concrete uitwerking van deze visie aan de hand van **ruimtelijke typologieën**. Elke typologie kent gelijkaardige uitdagingen, maar ook vergelijkbare kansen om maatregelen te treffen. Het verstedelijkt landschap van stad Brugge werd onderverdeeld in 7 klimaatadaptatietypologieën: het historisch centrum, ingeklemde bebouwing, de verkaveling, moderne stedenbouw, industrie, en polder- en natuurbebouwing. Daarnaast werden er 4 typologieën gedefinieerd die de unieke combinatie aan waardevolle landschappen die voorkomen in Brugge omvatten: duinen, polders, meersen en bossen op zandige bodems. Naast de ruimtelijke typologieën die de uitdagingen en mogelijke oplossingen aangeven, geeft het klimaatadaptatieplan ook **ruimtelijke kansenkaarten** voor het concreet implementeren van maatregelen in het verstedelijkt en open gebied. De impacts van klimaatverandering, typologieën en kansenkaarten werden bij de uitwerking van het plan gecombineerd tot **klimaatadaptatiescenario’s**. Hierbij werd gefocust om via een integrale aanpak risico’s rond wateroverlast en droogte aan te pakken, en tegelijk de biodiversiteit en natuur in een bredere context te versterken. De opgestelde klimaatadaptatiescenario’s werden vervolgens gesimuleerd in modellen, om zo te komen tot concrete en **gekwantificeerde klimaatadaptatiedoelstellingen** rond water. U kan deze uitwerking lezen in Hoofdstuk 2.

De visie, werksporen, uitkomsten van het breed participatief traject en de resultaten van deze uitwerking werden vertaald in een **actieprogramma**. Dit programma is gestructureerd volgens de 4 hierboven beschreven werksporen, aangevuld met een werkspoor voor beleidsimplementatie en monitoring van het plan. Het programma telt in totaal **54 concrete acties** die stad Brugge samen met de vele partners met enthousiasme zal verwezenlijken. Door deze acties uit te voeren bereid de stad zich voor op de gevolgen van klimaatverandering tot een tijdshorizon van 2050.

Tot slot gaat het klimaatadaptatieplan dieper in op enkele specifieke thema's en problematieken via **meer gedetailleerde analyses**. Zo werden berekeningen toegevoegd die de impact illustreren van bepaalde maatregelen op uitdagingen rond water, of net de impact van klimaatverandering hierop becijferen. Ook werden uitgebreide ruimtelijke analyses uitgevoerd rond verharding, landgebruik, perceelsgroottes en de beschikbaarheid van groen. Deze analyses ondersteunen de uitvoering van acties, maar vormden ook reeds input voor het uitwerken van de doorgerekende klimaatadaptatiescenario's. Tot slot werd een analyse uitgevoerd op de inkomende debieten van de rioolwaterzuiveringsinstallatie van Brugge om zicht te krijgen op de parasitaire debieten, en de impact van acties te kunnen opvolgen.

Het klimaatadaptatieplan is een levend document: het vergt voortdurende monitoring van acties en kwetsbaarheden, bijsturing van acties en analyses, en nieuwe samenwerkingen om Brugge klimaatrobuust en duurzamer te maken. Dit plan vormt een eerste belangrijke stap in dit proces en schets een visie waar naartoe gewerkt kan worden. Een eerstvolgende stap is dan ook het opnemen van deze acties in de meerjarenplanning en -budgetten, en het realiseren van de projecten. Stad Brugge gaat deze uitdaging met groot enthousiasme aan, samen met zijn burgers en alle actoren.

# Inhoudstafel

Voorwoord .....	i
Samenvatting .....	iii
Inhoudstafel .....	v
Inleiding .....	1
Op naar een klimaatrobuust Brugge .....	1
Leeswijzer .....	2
1    Krijtlijnen van het klimaatadaptatieplan .....	5
1.1    Waarom een klimaatadaptatieplan? .....	5
1.2    Visie .....	6
1.3    Streefbeelden .....	9
2    Uitwerking.....	20
2.1    Inleiding.....	20
2.2    De wateruitdaging: welke inspanningen zijn er nodig? .....	21
2.3    Kansen voor klimaatadaptatie .....	27
2.4    Scenario uitwerking en impacts.....	60
2.5    Integrale strategie tegen wateroverlast en droogte.....	74
3    Actieplan.....	79
3.1    Politiek draagvlak, beleid en afstemming van stadsdiensten.....	79
3.2    Kennisopbouw.....	88
3.3    Implementatie .....	95
3.4    Communicatie en sensibilisering.....	104
3.5    Netwerk en partnerships .....	107
3.6    Monitoring en evaluatie.....	110
4    Ondersteunende analyses en kaartmateriaal.....	114
4.1    Impactberekeningen individuele bronmaatregelen .....	114
4.2    Verharding, landgebruik en perceelsgrootte .....	120
4.3    Analyse groenbeschikbaarheid .....	130
4.4    Droogweerafvoeranalyse RWZI .....	133
5    Referenties.....	136
6    Bijlagen .....	137
6.1    Bijlage A – vervolg impactresultaten scenario’s wateroverlast T20 .....	137
6.2    Bijlage B - impactresultaten scenario’s wateroverlast T5 .....	141



# Inleiding

## Op naar een klimaatrobuust Brugge

Voorliggend document is het klimaatadaptatieplan van stad Brugge. Voor de historische binnenstad werd eerder in het kader van het Europese Interreg project "Water Resilient Cities" een apart klimaatadaptatieplan opgemaakt. Het klimaatadaptatieplan van het ganse grondgebied bouwt hierop voort en volgt eenzelfde aanpak. Voor de concrete acties van de historische binnenstad wordt echter verwezen naar het aparte document. Deze werden niet overgenomen naar voorliggend plan.

Het klimaatadaptatieplan heeft als doel om stad Brugge voor te bereiden op de gevolgen van klimaatverandering.

Hiertoe worden onderstaande 5 stappen uitgevoerd.



### **Stap 1: In kaart brengen van klimaatverandering en -impacts.**

In een eerste stap werden de impacts van klimaatverandering op gans het grondgebied gedetailleerd in kaart gebracht. De resultaten van deze analyses zijn samengevat in het rapport "Risico- en kwetsbaarheidsanalyse van stad Brugge onder klimaatverandering".



### **Stap 2: Formuleren van adaptatieprojecten.**

Op basis van de geïdentificeerde kwetsbaarheden en risico's werden in een tweede stap concrete en meetbare adaptatiedoelstellingen gedefinieerd, en vertaald naar acties en projecten. Hierbij wordt maximaal gestreefd naar synergiën tussen projecten, o.a. via gesprekken met stadsdiensten en stakeholders. Voorliggend plan is het resultaat van deze stap.



### **Stap 3: Prioriteren van adaptatieprojecten.**

De projecten worden concreet opgenomen in de meerjarenplanning. Een belangrijk onderdeel van deze stap is het inschatten en voorzien van de nodige budgetten. Ook gebeurt een bredere toetsing met burgers, stakeholders en beleidsmakers.



### **Stap 4: Implementatie en uitvoering.**

De geselecteerde adaptatieprojecten worden uitgevoerd. Dit omvat projecten zoals de aanleg van groenblauwe oplossingen, maar ook het uitvoeren van niet-fysieke maatregelen. Voorbeelden zijn het afstemmen van de werking van stadsdiensten, de integratie in beleidsplannen, het structureel opzetten van burgerparticipatieplatformen, etc.



### **Stap 5: Monitoring, evaluatie en bijsturing.**

Het klimaatadaptatieplan is een "levend" document: in functie van ervaringen en bijkomende kennis zijn aanpassingen nodig. De stad zet dan ook in op monitoring, evaluatie en bijsturing.

## Leeswijzer

Het klimaatadaptatieplan is opgebouwd uit 4 delen:

- **Hoofdstuk 1** tekent de klijlijnen van het klimaatadaptatieplan af. Het hoofdstuk beschrijft kort de uitdagingen waar we als stad voor staan, de visie die we voorop stellen, en het toekomstbeeld waar we naartoe streven. Dit hoofdstuk beschrijft dus de concepten onderliggend aan de klimaatadaptatiestrategie die we hebben uitgestippeld.
- **Hoofdstuk 2** vormt de uitwerking van deze klimaatadaptatiestrategie. Het kwantificeert eerst op hoofdlijnen de grootteorde van nodige inspanningen op basis van klimaatmodellen en –scenario's. Vervolgens worden concrete kansen voor klimaatadaptatie in Brugge geïdentificeerd aan de hand van 7 verstedelijkte en 4 landschappelijke klimaatadaptatietypologieën die gans het grondgebied omvatten. Ook presenteert het hoofdstuk verschillende gebiedsdekkende kansenkaarten die de implementatie van de vooropgestelde maatregelen ondersteunen. Tot slot worden al voorgaande elementen gecombineerd in concrete klimaatadaptatiescenario's, die vervolgens doorgerekend worden. Hieruit volgden gekwantificeerde doelstellingen rond droogte en wateroverlast, en een integrale strategie om deze te verwezenlijken.
- **Hoofdstuk 3** omvat het actieprogramma die de uitgewerkte visie en scenario's naar de praktijk vertaalt. De 54 acties zijn onderverdeeld in de domeinen (1) "Politiek draagvlak, beleid en afstemming van stadsdiensten", (2) "Kennisopbouw", (3) "Implementatie", (4) "Communicatie en sensibilisering", (5) "Netwerk en partnerships", en (6) "Monitoring en evaluatie". De 54 acties geven een concrete invulling van de uitgewerkte klimaatadaptatiestrategie. Door deze acties uit te voeren, bereiden we ons als stad voor op de gevolgen van klimaatverandering.
- **Hoofdstuk 4** tot slot omvat bijkomende ondersteunende analyses en kaartmateriaal. Deze informatie ondersteunt het beleid en de implementatie bij de uitrol van het klimaatadaptatieplan.







# 1 Krijtlijnen van het klimaatadaptatieplan

## 1.1 Waarom een klimaatadaptatieplan?

Het klimaat is aan het veranderen. Wereldwijd worden de gevolgen elk jaar duidelijker zichtbaar. Zo ook in Brugge. In het kader van deze studie werden de klimaatverandering op het grondgebied Brugge in kaart gebracht, evenals de concrete impacts van deze veranderingen. De resultaten van die analyses zijn beschreven in het rapport "Risico- en kwetsbaarheidsanalyse stad Brugge onder klimaatverandering".

Op basis van de meest recent beschikbare klimaatscenario's en -modellen werd berekend **hoe het klimaat in Brugge verandert**. De resultaten geven aan dat winters natter worden (tot 30% meer neerslag tegen 2100 dan de afgelopen 30 jaar), zomers droger (tot 40% minder neerslag) en onweersbuien heviger worden (tot 30% hogere neerslagintensiteiten). Ook de temperatuur neemt verder toe: tot 4.5°C warmer in de wintermaanden en tot 6.5 °C meer in de zomermaanden. Er wordt uitgegaan van een zeespiegelstijging van 80 cm tegen 2100, maar op langere termijn geven zelfs de gematigde klimaatscenario's van het IPCC aan dat de zeespiegel langs de Belgische kust kan stijgen met meer dan 2 meter. Sinds 1925 is de zeespiegel overigens al met meer dan 20 cm gestegen. Voor meer cijfers omtrent de te verwachten verandering van het klimaat voor wordt verwezen naar het rapport "Risico- en kwetsbaarheidsanalyse stad Brugge onder klimaatverandering". Dat rapport geeft ook inzicht in de te verwachten situatie van 2050.

**Het veranderd klimaat heeft een grote impact op het ganse ecosysteem van Brugge.** Ten gevolge van de te verwachten hevigere zomerbuien werd berekend dat stedelijke overstromingen (i.c. rioleringsoverstromingen en wateroverlast ten gevolge van afstromende oppervlaktes) die in het huidig klimaat eens per eeuw voorkomen, tegen 2050 elke 5 à 6 jaar kunnen voorkomen en tegen 2100 zelfs elke 3 à 4 jaar. Circa 6% van het ganse grondgebied zou getroffen worden door dergelijke wateroverlast bij de meest extreme buien (terugkeerperiode 100 jaar), tegen 3% in het huidig klimaat. Ook nemen de risico's rond rivieroverstromingen sterk toe ten gevolge van de grotere neerslagvolumes in de wintermaanden. Rivieroverstromingen in Brugge die nu eens per 100 jaar voorkomen kunnen tegen 2050 met een kans van 1 op 25 voorkomen, en tegen 2100 zelfs met een jaarlijkse kans van 1 op 12. De historische binnenstad lijkt evenwel goed beschermd door o.a. de keerstuw op het kanaal Gent-Oostende in Beernem, behalve ter hoogte van de Handelskom (waar de overstromde oppervlakte echter nog steeds beperkt blijft). Andere delen van het grondgebied zijn wel gevoeliger voor rivieroverstromingen. In het bijzonder is er een sterke toename in overstromde oppervlakte te verwachten langs de Kerkebeek (Sint-Michiels). Al deze overstromingsgevoelige gebieden werden in kaart gebracht. Er wordt verwezen naar het rapport "Risico- en kwetsbaarheidsanalyse stad Brugge onder klimaatverandering" voor een kartering van de overstromingsrisico's. Ten gevolge van de stijgende zeespiegel neemt ook de kans op kustoverstromingen toe. Projecties van de zeespiegelstijging in combinatie met de huidige zeevering tonen een dramatische toename van de overstromde oppervlakte. Daarom wordt het "Masterplan Kustveiligheid" momenteel gerealiseerd op het terrein, dat echter de overstromingsrisico's tot een terugkeerperiode van 1000 jaar kan opvangen in combinatie met de te verwachten klimaatverandering tot 2050. Het Masterplan Kustveiligheid verzekert onze veiligheid tegen overstromingen in de kustregio tot 2050. Het Masterplan Kustveiligheid gaat bovendien uit van een gematigd klimaatscenario tot 2100 met 80 cm zeespiegelstijging bij hoogwater. Om de gevolgen van de stijgende zeespiegel op langere termijn te bestuderen en op te vangen, wordt gewerkt aan het Complex Project Kustvisie. Het Complex Project Kustvisie kijkt dus (veel) verder dan het Masterplan Kustveiligheid. Met dit complex project wil de Vlaamse overheid een lange-

termijnaanpak ontwikkelen voor de bescherming van de Vlaamse kust tegen een zeespiegelstijging met 3 meter.

Naast wateroverlast neemt ook de kans op extreme droogte toe. Uitzonderlijke droogtesituaties die zich in de huidige klimatologische condities slechts eens per 20 jaar voordoen, kunnen tegen 2100 elke 2 jaar voorkomen. Extremere droogte die nu met eens kans van 1 op 100 voorkomt, kan elke 5 jaar gebeuren. De droge zomers van 2017 tot en met 2020 zouden zo het nieuwe normaal worden. Als gevolg hiervan is er ook minder voeding op de waterlopen, waardoor zomervolumes tot 40% lager kunnen komen te liggen. Doordat er minder zoetwater aangevoerd wordt vanuit het binnenland, neemt de verzilting toe. De concrete impact van deze verminderde zoetwater aanvoer op verzilting kon niet gekwantificeerd worden. Daarnaast heeft ook de stijgende zeespiegel een impact op de verzilting. Analyses tonen aan dat de impact hiervan op verzilting wellicht beperkt zal blijven tot een smallere strook van 200 à 300 meter langs de kust. Tot slot leidt de combinatie van lagere debieten in de waterlopen, hogere temperaturen en meer intense piekregens (via afspoeling van velden en rioleringsoverstorten) tot een lagere waterkwaliteit in de oppervlaktewaters. Ook hier konden de concrete impacts niet gekwantificeerd worden, maar verwacht wordt dat de waterkwaliteit sterk achteruit kan gaan door deze factoren.

Deze veranderingen kunnen **significante socio-economische en ecologische gevolgen hebben op de ganse samenleving en het ecosysteem in Brugge**. De concrete impacts op gezondheid en welzijn, schade aan gebouwen en infrastructuur, werk en economie, energie en drinkwater, natuur en milieu, en toerisme en recreatie werden in beeld gebracht. Het leidt te ver om deze hier in detail te bespreken. De lezer wordt verwezen naar het rapport "Risico- en kwetsbaarheidsanalyse stad Brugge onder klimaatverandering" voor een bespreking van de risico's en kaartmateriaal.

Gezien de grote (en vaak irreversibele) impacts van klimaatverandering wordt mondiaal ingezet op **2 sporen om klimaatverandering en de impacts hiervan te beperken: mitigatie en adaptatie**. **Mitigatie** staat voor het proberen stabiliseren van klimaatverandering zelf. Dit is vooral een mondiale uitdaging, aangezien klimaatverandering gedreven wordt door de wereldwijde broeikasgasuitstoot. Ieder, wereldwijd, draagt bijgevolg een verantwoordelijkheid voor het veranderend klimaat. De risico- en kwetsbaarheidsanalyse maakte echter duidelijk dat zelfs al wordt er mondiaal zeer sterk ingezet op mitigatie, de impacts van klimaatverandering op Brugge sowieso significant zullen zijn. Hoe sterker echter wordt ingezet op het temperen van klimaatverandering, hoe beperkter de veranderingen zullen zijn. De cijfers hierboven omtrent risico's en kwetsbaarheden tonen een wereldwijd "business as usual" scenario. Bij wereldwijde grote inspanningen voor mitigatie nemen de te verwachten veranderingen en dus impacts af. Inspanningen voor mitigatie zijn dan ook absoluut nodig. Aangezien klimaatverandering reeds nu maar ook onder elk toekomstig klimaatscenario grote impacts teweeg brengt, moeten we ons ook voorbereiden op de gevolgen van klimaatverandering. Dat proces is **adaptatie**: het verminderen van de risico's ten gevolge van klimaatverandering. In tegenstelling tot mitigatie is adaptatie dus eerder een lokaal verhaal: het lokaal beschermen van het ecosysteem van Brugge tegen de negatieve impacts van klimaatverandering. Bovendien hebben veel adaptatiemaatregelen ook bredere positieve effecten: ze vergroenen de omgeving, zorgen voor een meer kwalitatieve leefomgeving en kunnen ook de economie versterken door in te zetten op nieuwe of exporteerbare technologieën en kennis.

Stad Brugge zet in op beide sporen, zowel mitigatie als adaptatie. Voorliggend plan bundelt echter enkel de acties rond adaptatie. De mitigatieacties zijn samengevat in een apart klimaatmitigatierapport.

## 1.2 Visie

Klimaatverandering brengt nieuwe uitdagingen voor de stad. Stad Brugge bereidt zich voor op deze uitdagingen door een "adaptatieve stad" uit te bouwen: een stad die de impacts van

klimaatverandering kan opvangen. **De stad streeft ernaar om de negatieve impacts van klimaatverandering voor te blijven, en tegelijk elke kans aan te grijpen om positieve verandering te realiseren die een antwoord biedt op klimaatverandering of opportuniteiten benut.**

**De stad wil internationaal koploper zijn met haar klimaatbeleid.** Daarom heeft stad Brugge een toekomstgericht en ambitieus beleid uitgestippeld dat lokaal gedragen is en samen met de lokale actoren uitgevoerd wordt, de impacts van klimaatverandering effectief en efficiënt kan opvangen, en bovendien praktisch realiseerbaar is.

**Om te komen tot een klimaatrobuuste stad zet Brugge in op 4 parallele sporen. Deze sporen worden hieronder samengevat, en in hoofdstuk 3 van voorliggend plan vertaald naar concrete acties.**

1

## Kennisopbouw klimaatimpacts en -adaptatie

- **Impacts van klimaatverandering in kaart brengen en continu opvolgen.** Klimaatverandering uit zich vandaag reeds, maar de precieze toekomstige impact van klimaatverandering is inherent onzeker. Daarom zet stad Brugge in op een gerichte kennisopbouw rond de impacts van klimaatverandering op het ganse ecosysteem van de stad. Bij de opmaak van voorliggend klimaatadaptatieplan werd alle bestaande kennis gebundeld en sterk uitgebreid via simulaties van aangepaste klimaatscenario's en -modellen. De resultaten van deze analyses zijn samengevat in het rapport "Risico- en kwetsbaarheidsanalyse stad Brugge onder klimaatverandering" en geven alvast een eerste diepgaand inzicht in de impacts van klimaatverandering.
- **Inzet op nieuwe technologieën en innovatie.** Nieuwe technologieën maken het mogelijk om ons beter te beschermen tegen de gevolgen van klimaatverandering, zoals bijvoorbeeld het gebruik van sensoren om problemen en risico's vroegtijdig te detecteren en te monitoren, intelligente sturing van het watersysteem om de bestaande infrastructuur zo efficiënt mogelijk te benutten, of real-time waarschuwingssystemen die een snelle pro-actieve aanpak van risico's mogelijk maken.
- **Learning by doing.** We experimenteren met beloftevolle nieuwe technieken in de vorm van pilootprojecten, om deze later op te schalen naar het ganse grondgebied. De stad evalueert haar klimaatadaptatieaanpak, en stuurt bij waar nodig.
- **Ervaringen en kennis delen met andere overheden, bedrijven en organisaties.** Klimaatverandering treft ons allen. Door ervaringen te delen met andere overheden, bedrijven en (burger)organisaties bundelen we kennis en slagkracht om de impacts van klimaatverandering op te vangen.
- **Actieve rol in (internationale) onderzoeksprojecten.** Stad Brugge zet al jaren succesvol in op een actieve participatie in Europese projecten, ook in het domein van klimaatadaptatie. Stad Brugge zet deze aanpak verder.

2

## Doelgerichte ingrepen: win-win, no-regret en adaptief

- We stellen **gekwantificeerde doelstellingen op in dit plan die ons in staat stellen om de impacts van klimaatverandering op te vangen in stad Brugge.** Het is een

dynamisch plan, bestaande uit klimaatadaptatieve principes die altijd gevolgd worden, en via een groeimodel verder vertaald worden in specifieke acties en projecten over de legislaturen heen.

- Om de stad voor te bereiden op klimaatverandering, zetten we in op **flexibele ingrepen die mee kunnen evolueren met klimaatverandering**. Ingrepen die in het huidige klimaat reeds effectief zijn, en in de toekomst een antwoord vormen voor de uitdagingen die klimaatverandering brengt. Om deze ingrepen op elkaar af te stemmen en te verzekeren dat we de toekomstige veranderingen kunnen opvangen, maakten we een uitgewerkte visie op. **Deze visie houdt rekening met de impacts die we de laatste jaren reeds hebben ervaren, maar kijkt ook (ver) vooruit**. Zo anticipeert deze visie met ingrepen op de te verwachten klimaatverandering tot het jaar 2050, maar werpt deze al een blik tot het jaar 2100. Zo zijn we er zeker van dat we nu geen toekomstige opties verhinderen om de verder te verwachten klimaatverandering op te vangen. Dit plan vormt deze visie en de concrete uitwerking ervan.
- De ambitie om een klimaatrobuuste stad te worden biedt tevens de kans **om andere grote maatschappelijke en ruimtelijke uitdagingen aan te pakken**, zoals het verwezenlijken van een duurzaam groen- en waterbeleid, het vergroten van de leefbaarheid voor de ganse bevolking, of het versterken van de economie. We streven dan ook naar **win-win maatregelen**: ingrepen die een positief effect hebben op verschillende domeinen en de algemene levenskwaliteit verbeteren. Een voorbeeld is het realiseren van blauwgroene netwerken, dat tegelijk risico's rond water, droogte, hitte én biodiversiteit aanpakt. We zijn ervan overtuigd dat het klimaatadaptief maken van de stad niet enkel ons voorbereiden is op de toekomst, maar we onze stad nog aantrekkelijker kunnen maken.
- Deze visie vertaalt zich naar **nieuwe projecten specifiek gericht op klimaatadaptatie**, maar zet evenzeer in op **het maximaal klimaatadaptief inrichten van geplande projecten**. Door stelselmatig geplande projecten aan te grijpen voor klimaatadaptatie houden we budgetten en werklust onder controle, en blijven we de negatieve impacts van klimaatverandering voor.

## 3

### Communicatie & sensibilisering

- We nemen een **voorbeeldrol** op inzake klimaatadaptatie. Door alle projecten van de stad maximaal klimaatadaptief in te richten en **klimaatadaptatie zichtbaar te maken in het straatbeeld**, geven we het goede voorbeeld voor andere actoren op het grondgebied.
- Door **communicatiecampagnes** te organiseren zetten we in op het creëren van **bewustwording** bij burgers, organisaties en bedrijven.
- Via gerichte en efficiënte **subsidies, advies en expertise** ondersteunen we de realisatie van klimaatadaptatieve maatregelen op privaat domein.
- We **communiceren transparant** over de gevolgen van klimaatverandering en de acties die we ondernemen, en sporen anderen aan om samen naar oplossingen te zoeken.

## 4

### Co-creatie

- Het klimaatrobuust maken van onze stad is een gedeelde verantwoordelijkheid. Klimaatverandering treft ons allen, en enkel samen met de Bruggelingen, bedrijven, scholen en verenigingen kunnen we de weerbaarheid van onze stad vergroten. We zetten dan ook volop in op **co-creatie** om samen naar de beste oplossingen te zoeken.

## 1.3 Streefbeelden

Stad Brugge vertaalde de visie naar 3 klimaatadaptieve “streefbeelden”:

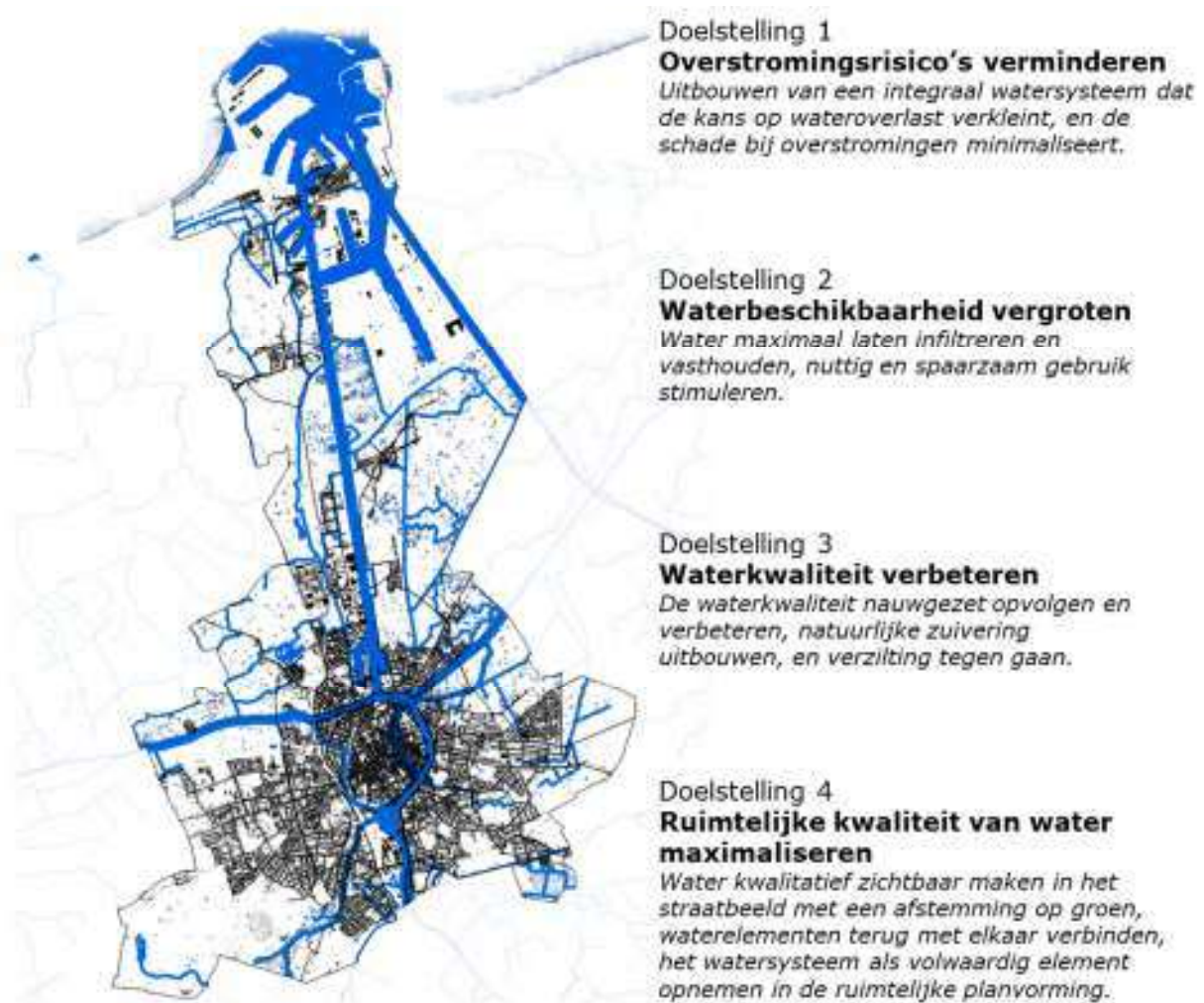
- Een groene stad
- Een waterrobuuste stad
- Een koele stad

De volgende paragrafen bespreken de principes en maatregelen van elk streefbeeld.



### 1.3.1 Waterrobuuste stad

Stad Brugge wordt een “waterrobuuste stad”: een stad met een duurzame waterhuishouding waar slim omgegaan wordt met het beschikbare water. Een stad waar natuurlijke maatregelen geïntegreerd zijn in het stedelijk landschap en het buitengebied om de risico’s op wateroverlast minimaliseren, aangevuld met technische maatregelen waar nodig. De waterstructuur is afgestemd op mens en natuur om de levenskwaliteit te vergroten, en de biodiversiteit en veerkracht van het ecosysteem te versterken.



Figuur 1: De waterrobuuste stad: doelstellingen.

Om dit te realiseren wordt ingezet op een combinatie van maatregelen en oplossingen. **De belangrijkste algemene maatregelen voor het realiseren van dit streefbeeld worden hieronder kort opgelijst.** Voor een meer uitgebreide beschrijving wordt verwezen naar het klimaatadaptatieplan van de historische binnenstad, waar deze principes meer uitvoerig zijn toegelicht. Deze maatregelen worden in hoofdstuk 2 verder uitgewerkt en geconcretiseerd, vertaald naar acties in hoofdstuk 3 en aangevuld met specifieke analyses en kaartmateriaal in hoofdstuk 4 van voorliggend klimaatadaptatieplan.

- **Pluviale overstromingsrisico's** (wateroverlast ten gevolge van korte maar zeer hevige buien) **verminderen:**
  - ✓ Ontharden en bijkomende verharding vermijden, zowel op privaat als publiek domein.
  - ✓ Bronmaatregelen implementeren volgens de Ladder van Lansink voor waterbeheer: water nuttig (her)gebruiken, infiltreren, vasthouden en bufferen en vertraagd afvoeren. Natuurlijke oplossingen, zoals groenblauwe maatregelen, prioritair uitbouwen. Harde infrastructuur verder uitbouwen als backup.
  - ✓ Inrichten van waterrobuuste straten waarbij water op straat gecontroleerd toegelaten kan zijn bij nood zonder schade te veroorzaken.
  - ✓ Inzet op nieuwe technologieën zoals intelligente sturing en waarschuwingssystemen.
- **Overstromingsrisico's langs rivieren beperken:**

- ✓ Ruimte geven aan water door gebieden (gecontroleerd) overstroombaar te maken, om zo andere gebieden te vrijwaren van meer schadelijke overstromingen.
- ✓ Grachten ruimen en in stand houden.
- ✓ Maatregelen en strategieën integraal benaderen, en afgestemd met andere waterloopbeheerders.
- ✓ Bebouwing en kwetsbaar landgebruik in risicogebied voor overstromingen vermijden. We verwijzen hierbij naar de overstromingskaarten die zijn opgemaakt in het kader van de risico- en kwetsbaarheidsanalyse van het klimaatadaptatieplan. Zo werden er concreet kaarten opgemaakt voor rivieroverstromingen, pluviale overstromingen en kustoverstromingen. Deze kaarten zijn opgenomen in het rapport van de risico- en kwetsbaarheidsanalyse (Brugge, 2020).
- **Waterbeschikbaarheid vergroten en droogte-effecten verminderen:**
  - ✓ Brongerichte aanpak: bodemverharding beperken, ontharden waar het kan, water zo lang mogelijk vasthouden en gebruiken, zorg dragen voor de bodemstructuur en het bodemleven.
  - ✓ Vrijwaren van verharding in infiltratiegebieden.
  - ✓ Buffers en regenwaterputten uitbouwen waar opportuun om waterhergebruik te maximaliseren.
  - ✓ Laagteberging met infiltratie creëren in zowel het verstedelijkt landschap (infiltratievoorzieningen in diverse vormen) als het buitengebied (microdepressies, overstroombaar gebied, ...).
  - ✓ Drainage en waterafvoer minimaliseren door een aangepast peilbeheer (peilgestuurde drainage, grachten en grotere waterlopen).
  - ✓ Alternatieve waterbronnen in kaart brengen en bekend maken.
  - ✓ Minder water verbruiken, en meer hergebruiken.
- **Waterkwaliteit verbeteren:**
  - ✓ Verdere realisatie van de zoneringsplannen voor de uitbouw van saneringsinfrastructuur.
  - ✓ Monitoring van de werking van rioleringsoverstorten, en maatregelen nemen om de overstortwerking te beperken waar mogelijk
  - ✓ Natuurlijke waterzuivering uitbouwen.
  - ✓ Afstroming van nutriënten van landbouwpercelen verminderen.
  - ✓ Volledige afbouw van afstroming van pesticiden naar oppervlakte- en grondwater nastreven en handhaven.
  - ✓ Verzilting tegengaan door de zoetwateraanvoer te maximaliseren, en zoutintrusie vanuit de kust te beperken.
- **Ruimtelijke kwaliteit van water maximaliseren:**
  - ✓ Rekening houden met water als belangrijke stroom bij ruimtelijke planvorming.
  - ✓ Blauwgroene assen creëren tussen groenpolen en doortrekken tot in het stedelijk gebied.
  - ✓ Water terug zichtbaar maken in het landschap, en ruimte geven aan water.
  - ✓ Water beleefbaar maken als recreatief element.
  - ✓ Bebouwing en kwetsbaar landgebruik in risicogebied voor overstromingen vermijden.

Stad Brugge onderneemt reeds acties in deze richting. Figuur 2 toont een bespeelbare wadi die gerealiseerd werd in **Koude Keuken** (Sint-Andries). Dit project kan beschouwd worden als een voorbeeldproject in Vlaanderen op vlak van een duurzaam en klimaatadaptief ontwerp met oog voor water, biodiversiteit en hittestress. Het project werd dan ook gepubliceerd op de website [BlauwgroenVlaanderen.be](http://BlauwgroenVlaanderen.be). Bij hevige neerslag stroomt het water via blauwe elementen in het landschap naar een wadi, die op zijn beurt bij uitzonderlijke neerslag kan overstorten naar een vijver. Het water wordt maximaal vastgehouden en kan zo infiltreren.

Soortgelijke projecten zijn ook elders terug te vinden in Brugge. Ook het project "**De Bilk**" (Sint-Jozef) geldt als een referentieproject in Vlaanderen. Dit is een van nature overstroombaar gebied

door de komvormige en lagere ligging in het (verstedelijkt) landschap. Het ontwerp van de site laat toe om water maximaal vast te houden en te laten infiltreren, terwijl de ruimte multi-inzetbaar is als speel- en sportruimte en voor het organiseren van evenementen.

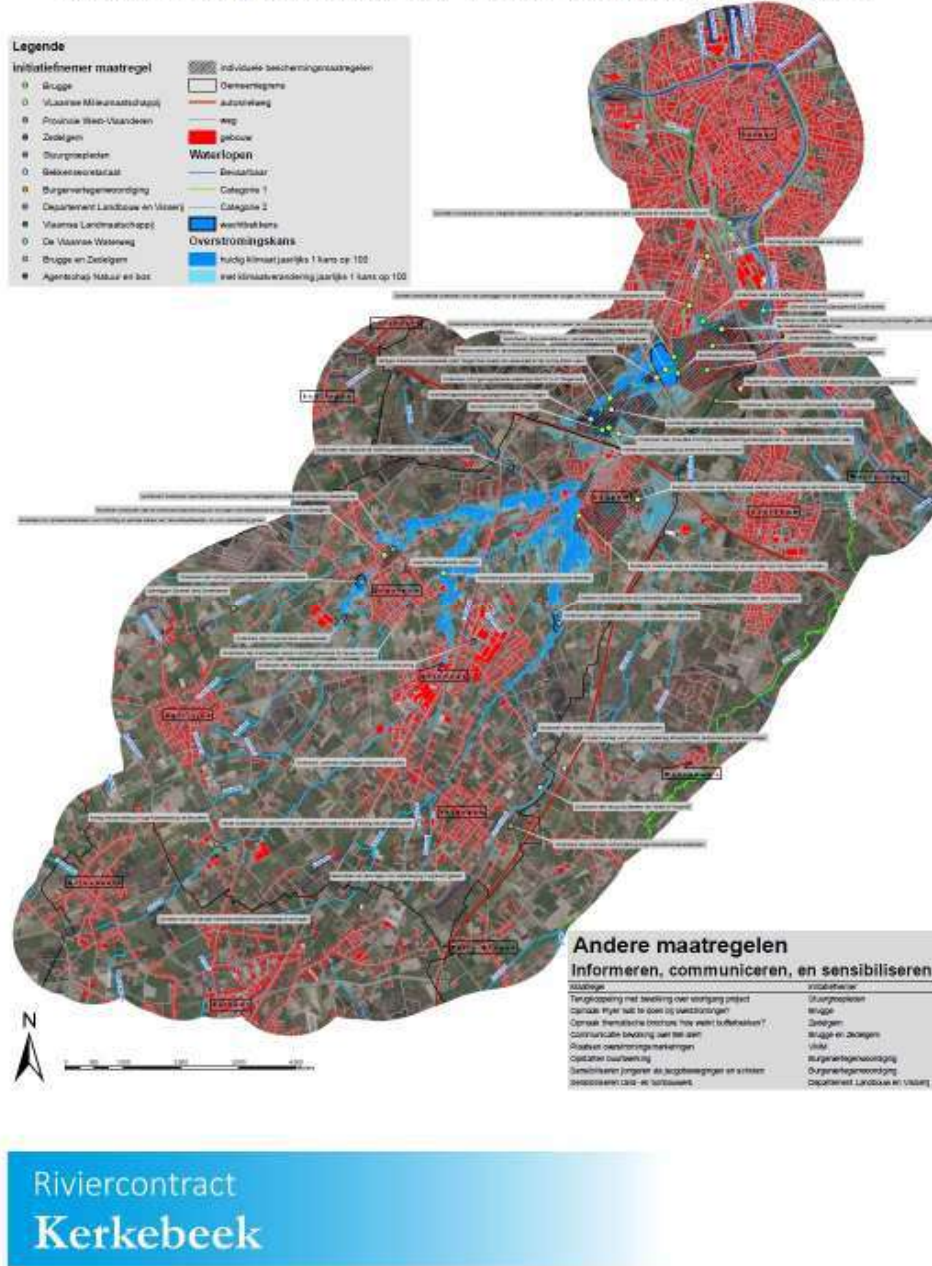


Figuur 2: Koude Keuken (Sint-Andries), met ruimte voor water en een centrale wadi als bespeelbaar element.

Naast deze kleinschaligere blauwgroene polen zet de stad ook reeds in op het verduurzamen van de waterlopen, en aanpakken van de overstromingsrisico's. Zo werd het **Riviercontract Kerkebeek** afgesloten tussen de gemeentebesturen van Brugge e Zedelgem, de provincie West-Vlaanderen en diverse hogere overheden (o.a. Vlaamse Milieumaatschappij, Vlaamse Landmaatschappij, Ruimte Vlaanderen, Agentschap voor Natuur en Bos, en het departement Landbouw en Visserij). Een intens participatief traject mondde uit in 50 concrete acties die de waterhuishouding in het gebied duurzaam en klimaatrobust maken. Hiermee worden de (significante) overstromingsrisico's in het stroomgebied van de Kerkebeek gezamenlijk en doelgericht aangepakt. De risico- en kwetsbaarheidsanalyse van voorliggende studie gaf reeds aan dat dergelijke ingrepen nodig zijn. Zonder zouden de overstromingsrisico's van de Kerkebeek sterk toenemen in Sint-Michiels. Dankzij de uitvoering van het Riviercontract Kerkebeek blijven deze risico's onder controle.



## Riviercontract voor de vallei van de Kerkebeek

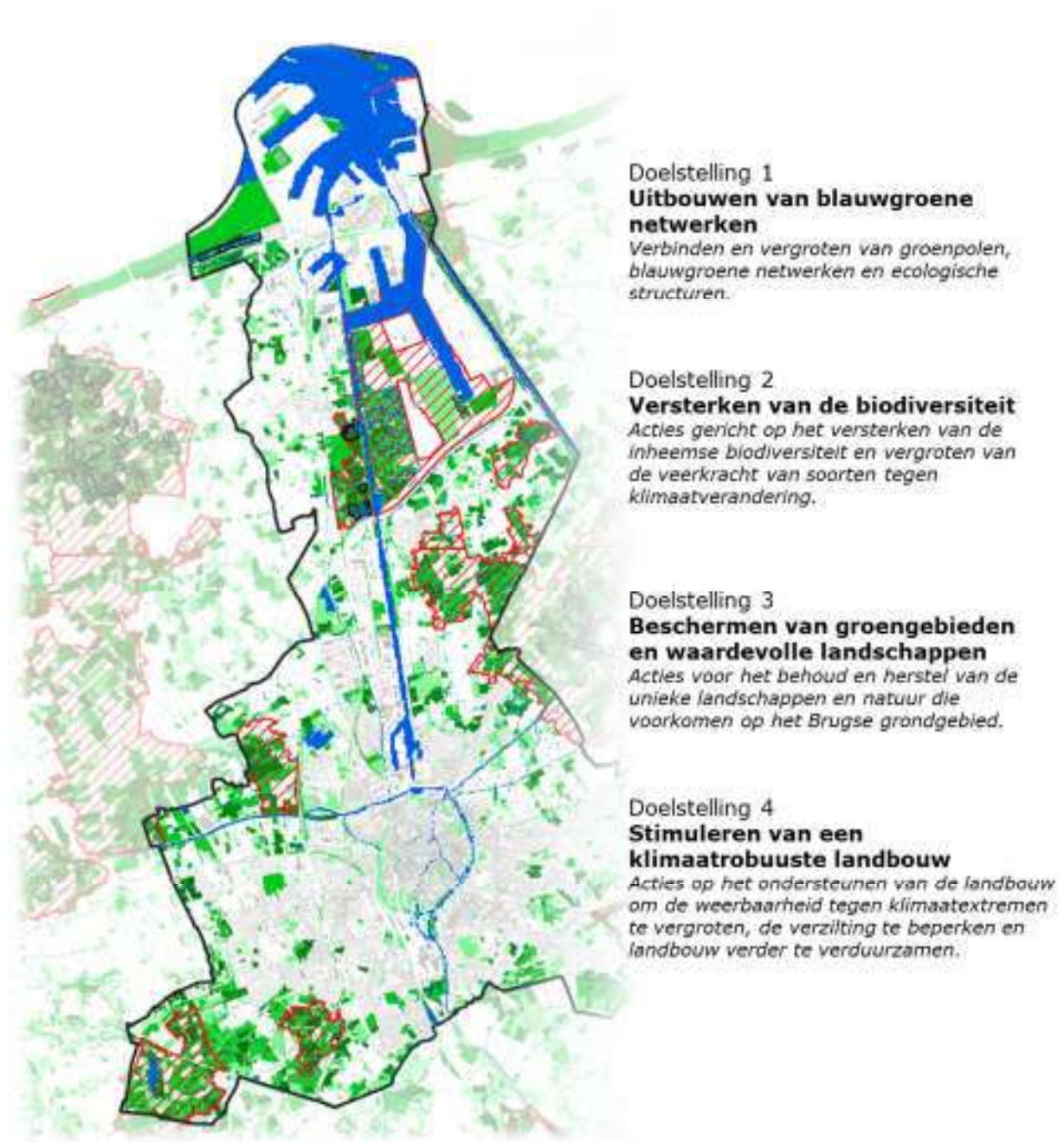


Figuur 3: Het Riviercontract van de Kerkebeek leidde tot 50 concrete maatregelen om de wateroverlast in het stroomgebied van de Kerkebeek aan te pakken, en de waterloop klimaatrobuust te maken.

### 1.3.2 Groene stad

Stad Brugge bouwt verder aan een klimaatgezonde natuur en landbouw. Hiertoe beschermt de stad groengebieden en de zeer diverse en waardevolle landschappen die voorkomen in Brugge. De stad is zich ten volle bewust van het uniek samenspel van verschillende landschapstypologieën die voorkomen op het grondgebied: van de duinen in het noorden, het poldergebied met enkele van de laatste polderbossen in Vlaanderen (Duivekeetbos, bos Blauwe Toren) en landbouw, tot de vochtige meersengebieden en bossen op zandige bodems in het zuiden. De stad verbindt (blauw)groene polen met elkaar, en integreert deze in de ruimere ecologische structuur. Individuele

groenelementen en -polen in het verstedelijkt gebied worden verweven met het groen in het buitengebied via doorlopende netwerken. De stad zet in op het versterken en beschermen van de inheemse biodiversiteit en vergroot de veerkracht van het ganse ecosysteem tegen klimaatverandering.



Figuur 4: De groene stad: doelstellingen. (kaart gebaseerd op de Biologische Waarderingskaart, Boskaart, Erkende natuureservaten, Vlaamse natuureservaten, VEN-gebieden en habitatrichtlijngebieden).

Om dit te realiseren wordt ingezet op een combinatie van maatregelen en oplossingen. **De belangrijkste algemene maatregelen voor het realiseren van dit streefbeeld worden hieronder kort opgelijst.** Deze maatregelen worden in hoofdstuk 2 verder uitgewerkt en

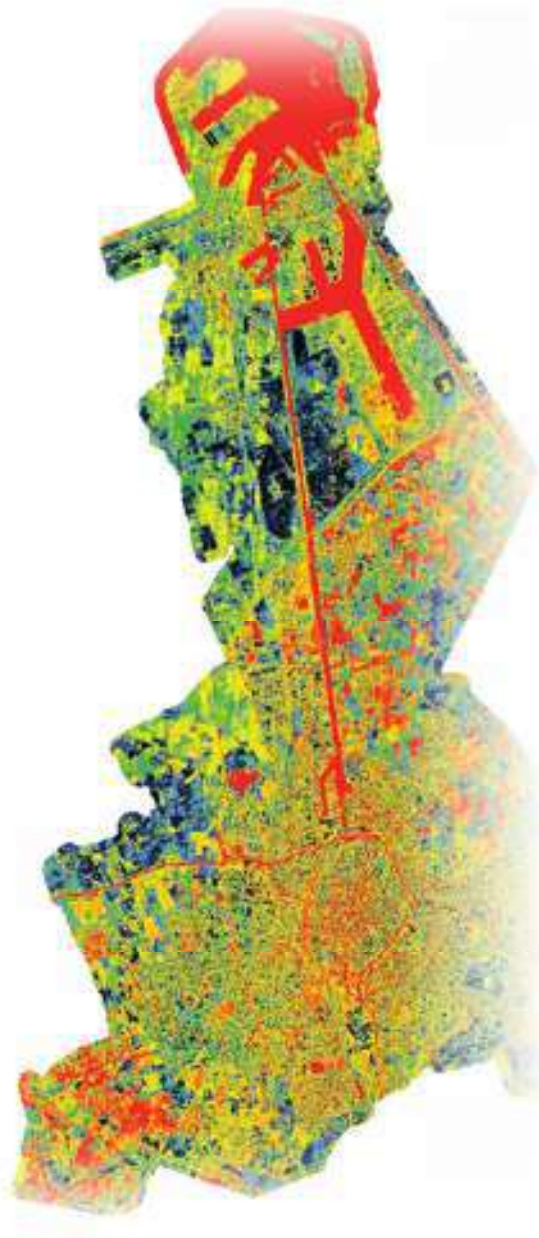
geconcretiseerd, vertaald naar acties in hoofdstuk 3 en aangevuld met specifieke analyses en kaartmateriaal in hoofdstuk 4 van voorliggend klimaatadaptatieplan.

- **Uitbouwen van groenblauwe netwerken:**
  - ✓ Creëren van groenblauwe assen doorheen de stad, en laten aansluiten op groen in het buitengebied. Realisatie van een "lobbestad"-model.
  - ✓ Vervolledigen van de groene gordel rond Brugge.
  - ✓ Beschermen en uitbouwen van alle gebieden met hoge natuurwaarden.
  - ✓ Afstemmen van groen en blauw op elkaar, zodat beide elkaar versterken.
  - ✓ Aanplanten van bijkomende bomen, zowel in stedelijk gebied als op locaties waar wenselijk vanuit een ecologisch of historisch-landschappelijk perspectief in het buitengebied.
  - ✓ Behouden en uitbouwen van kleinschalige landschapselementen.
  - ✓ Verwerven en natuurlijk inrichten van of natuurherstel op gronden, en ondersteunen van natuurorganisaties en –beheerders hierbij.
- **Versterken van de biodiversiteit:**
  - ✓ Beschermen, herstellen en uitbouwen van alle gebieden met hoge biodiversiteitswaarden, in bijzonder habitatrichtlijngebieden en vogelrichtlijngebieden. Het beschermen van (historische) kustpoldergraslanden is van bijzonder belang.
  - ✓ Ondersteunen van de opmaak van soortenbeschermingsprogramma's, en uitvoeren van de diverse acties uit dergelijke programma's.
  - ✓ Toepassen van een aangepast maaibeheer.
  - ✓ Bestrijden van invasieve soorten en exoten.
  - ✓ Bewuste soortenkeuze met voorkeur voor droogteresistente inheemse soorten.
  - ✓ Gebruik van pesticiden ontraden of verhinderen.
- **Beschermen van groengebieden en waardevolle landschappen:**
  - ✓ Actief opvolgen van de toestand van natuur
  - ✓ Ruimtelijke planning afstemmen op het behoud van natuur en landschappen.
  - ✓ Vernatten van gebieden, in bijzonder gebieden met grondwaterafhankelijke soorten en alle meersengebieden.
- **Stimuleren van een klimaatrobuuste landbouw:**
  - ✓ Pilootprojecten rond stadslandbouw verderzetten.
  - ✓ Ondersteunen van initiatieven rond agroforestry op het Brugs grondgebied.
  - ✓ Landbouwers stimuleren om actie te ondernemen voor meer koolstofopslag in de bodem, het tegengaan van bodemcompactie, het integreren van het groenblauw weefsel in het landbouwareaal d.m.v. ondiepe (en waar relevant gestuwde) grachten, houtige landschapselementen en brede bermen die gevrijwaard worden van teelten, bemesting en pesticiden.
  - ✓ Afstemmen van landbouw en natuur, in bijzonder op vlak van peilbeheer in het poldergebied.
  - ✓ Ondersteunen van kennisverspreiding rond teeltkeuze.

Stad Brugge onderneemt reeds actie om deze visie te realiseren. Enkele van deze acties worden hier kort uitgelicht. Zo ondertekende stad Brugge reeds het Bomencharter met de doelstellingen om 21.250 bomen aan te planten tegen eind 2024. Ook lanceerde de stad de actie "Ik wil een boom" waarbij de stad gratis een boom aanlevert en plant bij burgers. Ook ondersteunt de stad natuurverenigingen en –beheerders bij de aankoop van gronden met waardevolle natuur en landschappen. Zo kocht stad Brugge 21 hectare weiland en 6 hectare bosgrond aan nabij Maleveld om omliggend groen met elkaar te verbinden. Ook kocht de stad het 6,3 hectare grond rond Sint-Pietersplas om het gebied beter in te richten met een kwalitatieve afstemming op het omgevend landschap. Ook op vlak van beheer streeft de stad naar een maximaal ecologische maaibeheer, en ontraadt de stad actief het gebruik van pesticiden.

### 1.3.3 Koele stad

Stad Brugge beschermt zich tegen hittestress. De stad neemt zowel structurele als tijdelijke maatregelen om hittestress en de gevolgen hiervan op de gezondheid en het ecosysteem te beperken. De stad gaat hierbij resoluut voor natuurlijke en groene oplossingen, en promoot deze. Maatregelen in strijd met de mitigatiedoelstellingen, zoals actieve koeling, worden afgebouwd.



#### Doelstelling 1

##### **Structurele verkoelende elementen uitbouwen**

*Duurzame maatregelen implementeren om hittestress tegen te gaan, met het uitbouwen van groen als speerpunt.*

#### Doelstelling 2

##### **De gevolgen van hitte beperken**

*Gerichte acties ondernemen om de gevolgen van hittestress op mens en natuur te beperken in tijden van extreme hitte.*

Ook voor het realiseren van deze visie wordt ingezet op een combinatie van verschillende maatregelen. Enkele van deze maatregelen worden hieronder uitgelicht. Er wordt verwezen naar hoofdstuk 3 van voorliggend plan voor een vertaling van deze maatregelen naar concrete acties.

- **Structurele verkoelende elementen uitbouwen**
  - ✓ Uitbouwen van groenelementen, zoals bomen, geveltuinjes, groendaken, struiken, heesters, etc. (zie ook het streefbeeld "Groene stad").

- ✓ Openleggen van waterlopen
- ✓ Passieve koeling aan gebouwen zelf uitbouwen en promoten
- ✓ Aangepaste materialenkeuze van het openbaar domein en gebouwen
- **De gevolgen van hitte beperken**
  - ✓ Tijdelijk verkoelende maatregelen nemen bij extreme hitte, zoals het installeren van drinkwaterfonteinnetjes of voorzien van schaduw.
  - ✓ De bevolking waarschuwen bij extreme hitte.
  - ✓ Actief ondersteuning bieden aan kwetsbare doelgroepen (woonzorgcentra, crèches, ziekenhuizen, scholen, ...)
  - ✓ Verkoelende recreatiemogelijkheden verruimen
  - ✓ Monitoren van de waterkwaliteit en ingrijpen waar nodig om het aquatisch leven te beschermen
  - ✓ Opmaak van een overkoepelend hitteactieplan





## 2 Uitwerking

### 2.1 Inleiding

**Dit hoofdstuk vormt de uitwerking van de visie van het klimaatadaptatieplan aan de hand van scenario's.** Om deze vertaalslag zo concreet mogelijk te maken, worden impacts van scenario's met mogelijke maatregelen gekwantificeerd. Dergelijke kwantificering is echter enkel mogelijk voor de wateruitdagingen: overstromingen en droogte. De overige uitdagingen, zoals hittestress en het onder druk komen te staan van biodiversiteit, worden echter ook aangepakt door de voorgestelde sets van maatregelen, maar de impact hierop wordt niet expliciet gekwantificeerd.

Onderstaande figuur vat de opbouw van het hoofdstuk samen. Eerst worden de **uitdagingen** op vlak van (pluviale) wateroverlast en droogte gekwantificeerd. Deze tonen op hoofdlijnen welke grootteorde inspanningen nodig zijn per deelgemeente en voor gans de stad. Ze geven een indruk van de uitdaging waar we voor staan met als tijdshorizon 2050. Vervolgens worden de **kansen** beschreven. De mogelijke maatregelen die we kunnen nemen worden beschreven, tezamen met kansenskaarten waar deze maatregelen mogelijk geïmplementeerd kunnen worden. Tot slot worden scenario's gedefinieerd met sets van mogelijke maatregelen toegepast op het grondgebied van Brugge. De **impact van deze scenario's** op wateroverlast en droogte worden voor elke deelgemeente gekwantificeerd. Deze scenario's tonen in hoeverre de maatregelen de uitdagingen ten gevolge van klimaatverandering kunnen opvangen.

Deze resultaten worden in Hoofdstuk 3 omgezet in concrete **acties**. Hoofdstuk 4 geeft **diepgaandere ondersteunende analyses** omtrent de impact van (individuele) maatregelen.



**Uitdaging**

*Hoeveel inspanningen zijn er nodig om wateroverlast en droogte op te vangen?*

- *Wateroverlast*
- *Grandwatervoeding*

**Kansen**

*Wat kunnen we waar ondernemen om wateroverlast- en droogterisico's te beperken?*

- *Ruimtelijke typologieën*
- *Maatregelen*
- *Kansenkaarten*

**Scenario uitwerking en impacts**

*Wat is de impact op droogte en wateroverlast van verschillende scenario's?*

- *Scenario's*
- *Impact op grandwatervoeding*
- *Impact op wateroverlast*
- *Zonebespreking*

Nodige afkoppeling van verharding van de riolering [m³]

Jaar	Nodige afkoppeling [m³]
2040	~100
2100	~250

**DROOGTE**

## 2.2 De wateruitdaging: welke inspanningen zijn er nodig?

### 2.2.1 Integrale aanpak

Klimaatverandering brengt risico's met zich mee op vlak van wateroverlast, droogte en hitte. Dit zijn de drie meest fundamentele zogenaamde "klimaat effecten" die veranderen ten gevolge van klimaatverandering, maar dienen breed geïnterpreteerd te worden. Wateroverlast betreft bijvoorbeeld overstromingen langs rivieren, pluviale overstromingen (dit zijn overstromingen ten gevolge van kortdurende maar hevige neerslag) en kustoverstromingen. Droogte betreft onder andere een verminderde waterbeschikbaarheid, maar ook een slechtere waterkwaliteit ten gevolge van minder spoeling en verdunning met zoetwater, en oprukkende verzilting. Deze klimaat effecten impacteren op hun beurt zowat alle sectoren en het ganse ecosysteem van Brugge.

De risico- en kwetsbaarheidsanalyse wees uit dat klimaatverandering de kans en omvang van rioleringsoverstroming sterk kan doen toenemen. Overstromingen die nu eens om de 2 jaar voorkomen, kunnen tegen 2050 mogelijks eens om de 8 maanden voorkomen, en tegen 2100 eens om de 7 maanden. Dergelijke overstromingen zijn beperkt in omvang, en veroorzaken over het algemeen weinig schade. Extremere overstromingen die nu eens per 100 jaar voorkomen, kunnen tegen 2050 mogelijks elke 5,5 jaar gebeuren, en tegen 2100 elke 3,5 jaar. Dit soort overstromingen veroorzaken grote schade en hinder. Ook de uitgestrektheid van overstromingen neemt toe. De overstroomde oppervlakte in Brugge bij bui die statistisch gezien 1 kans op 100 heeft om jaarlijks

voor te komen, treft in het huidige klimaat een oppervlakte van 469 hectare. In het jaar 2100 overstroomt met dezelfde kans mogelijks een oppervlakte van 849 hectare, wat ongeveer 6% van de oppervlakte van gans het grondgebied Brugge is. Voor meer informatie over de concrete mogelijke impacts ten gevolge van klimaatverandering met tijdshorizon 2050 wordt verwezen naar het rapport "Risico- en kwetsbaarheidsanalyse stad Brugge onder klimaatverandering".

Het is dan ook belangrijk dat de stad zich voorbereid om de risico's rond rioleringsoverstroomingen te beperken. Zoals uiteengezet in de visie "Waterrobuuste stad" (§1.3.1) wordt hiervoor ingezet op een mix aan maatregelen, die zowel de schade bij een overstrooming als de kans op overstrooming verminderen. Ingrepen zoals de aanleg van waterrobuuste straten met verhoogde randen verminderen bijvoorbeeld de schade wanneer water op straat optreedt, terwijl bijkomende buffering (zoals gecontroleerd water op straat toelaten, buffers, infiltratievoorzieningen, ...) of het vermijden van afstroming naar de riolering de kans op een overstrooming verkleinen.

Om deze veranderingen op te vangen moet ingezet worden op een brede set aan maatregelen. Enkel zo kunnen de gevolgen van klimaatverandering opgevangen worden, en kunnen we de stad voorbereiden op de gevolgen van klimaatverandering. De belangrijkste principes zijn ook aangestipt in de visie van de stad (§1.2), evenals de generieke maatregelen (§1.3). **Onderstaande paragrafen kwantificeren de nodige inspanningen om klimaatverandering op te vangen.** Er wordt met andere woorden ingeschat hoeveel van dergelijke maatregelen geïmplementeerd moeten worden om de negatieve gevolgen van klimaatverandering op te vangen. Hoewel de impacts van klimaatverandering zeer breed zijn zoals hierboven beschreven, **beperkt deze analyse zich tot het luik "pluviale overstroomingen" en "droogte"**. Enkel voor deze aspecten waren voldoende gegevens beschikbaar om inschattingen te kunnen maken. Voor het kwantificeren van oplossingen voor rivieroverstromingen zijn meer gedetailleerde analyses noodzakelijk op basis van hydrologische en hydrodynamische modellen.

De maatregelen die hierbij naar voren geschoven worden zijn vooral "natuurgebaseerd" (zoals groenblauwe netwerken ontwikkelen en versterken, ontharden, vergroenen, etc.), zodat ze dus ook de overige impacts van klimaatverandering (zoals bijvoorbeeld hittestress en de degradatie van biodiversiteit) aanpakken. Voorliggend klimaatadaptatieplan beoogt dus een **integrale aanpak** van de klimaatuitdagingen. Het actieprogramma van dit klimaatadaptatieplan bevat dan ook bijkomende specifieke maatregelen om deze andere impacts op te vangen.

### 2.2.2 Klimaatmodellen en –scenario's

Onderstaande paragrafen berekenen de grootteorde van nodige bronmaatregelen om pluviale overstroomingen op te vangen. Hierbij worden dezelfde klimaatmodellen en –scenario's gebruikt als bij de opmaak van het klimaatadaptatieplan van het historisch centrum van Brugge. De gebruikte modellen en scenario's zijn tevens conform de modellen die gebruikt werden voor de Vlaamse MIRA klimaatrapportage. Er wordt voor meer informatie dan ook verwezen naar het rapport "Risico- en kwetsbaarheidsanalyse stad Brugge onder klimaatverandering" (§2.1).

Samenvattend kan gesteld worden dat de significante onzekerheid van klimaatverandering vertaald werd naar "modelscenario's". **Onderstaande berekeningen gaan daarbij uit van een "hoge impact"-scenario. Met andere woorden, er wordt verwacht dat de reële klimaatverandering zich tussen de resultaten tussen wat in deze studie als het huidige en het toekomstig klimaat gerapporteerd wordt.** Nog grotere impacts zijn echter niet uitgesloten.

De hieronder berekende nodige inspanningen moeten dan ook vanuit dat perspectief geïnterpreteerd worden: **ze bieden (wellicht) een antwoord op de uitdagingen in het hoge impact-scenario** indien ze correct geïmplementeerd worden. **Wanneer de precieze evolutie van klimaatverandering in de komende decennia duidelijker wordt en bovendien het**

**watersysteem (structureel) verandert, zullen deze doelstellingen bijgesteld moeten worden (naar boven of beneden).**

Omdat er vooral ingezet wordt op “natuurgebaseerde” oplossingen is het nemen van *teveel* maatregelen echter niet aan de orde: de maatregelen leveren ruimere ecosysteemdiensten dan enkel het opvangen van wateroverlast of beperken van droogte. Ze verhogen daarnaast ook de omgevingswaarde en finaal de levenskwaliteit. Vanzelfsprekend is een prioritering van de genomen maatregelen om versneld de grootste risico’s aan te pakken, alsook een overkoepelende visie die bovendien kosten-efficiënte opportuniteiten omvat nodig. Deze aspecten worden hieronder verder uitgewerkt, en vertaald naar het actieplan.

### 2.2.3 Nodige inspanningen

Deze paragraaf vat de **globale nodige inspanningen samen om de risico’s rond wateroverlast en droogte gelijkaardig te houden in het toekomstig klimaat (tijdshorizon) 2050 als in het huidig klimaat**. Het huidig klimaat wordt hierbij voorgesteld als de periode van de laatste 30 jaar. Meer specifiek werd voor het luik wateroverlast het risico op pluviale overstromingen geanalyseerd. Dit zijn overstromingen die voorkomen ten gevolge van korte maar hevige buien die typisch in de vorm van zomeronweders voorkomen. Doelstellingen rond rivieroverstromingen (fluviale overstromingen) zijn niet opgenomen in deze globale cijfers. De doelstelling rond droogte beoogt het volume dat gemiddeld jaarlijks infiltreert in de bodem gelijk te houden in het huidig en toekomstig klimaat. Vanzelfsprekend dekt ook deze doelstelling niet het volledige scala aan droogtefenomenen en –impacts, maar het vormt wel een goede indicator voor de algemene droogteproblematiek.

De doelstellingen richten zich enerzijds op het uitbreiden of voorzien van **buffers** om piekbuien op te vangen (en te laten infiltreren of vertraagd af te voeren), en anderzijds op het **afkoppelen van verharding van de riolering of ontharden**. Figuur 5 illustreert hoe deze maatregelen in de praktijk gerealiseerd kunnen worden. De maatregel “afkoppelen van de riolering” houdt in dat de verharde oppervlakte niet noodzakelijk onthard moet worden, maar wel dat de afstroming (*ook* bij de meest extreme piekbuien) niet meer afwatert naar de riolering. Voor veel woningen is dat bijvoorbeeld eenvoudig realiseerbaar door de regenwaterpijpen te laten afwateren naar (een lokale verdieping) in de tuin. Op die manier kan het water vastgehouden worden, en krijgt het bovendien de tijd om te infiltreren. Vanuit hydraulisch oogpunt is dat een zeer gelijkaardige situatie als het ontharden van het terrein. De maatregel “bufferen” kan eveneens op verschillende manieren gerealiseerd worden in de praktijk. Dit is bijvoorbeeld het uitbouwen van boven- of ondergrondse infiltratievoorzieningen, grachten of buffers met een vertraagde afvoer. Het bovengronds houden van het water en de wateras te integreren in het (stedelijk) landschap verdient hierbij altijd de voorkeur. Op die manier dragen de maatregelen immers ook bij tot afkoeling, is vaker infiltratie mogelijk, en mits goede inpassing in de omgeving levert dit ook diverse andere ecosysteemdiensten.



Figuur 5: Illustratie van hoe "afkoppeling van de riolering" of "buffering" in de praktijk gerealiseerd kan worden (bron rechts: Waterplan Antwerpen).

Figuur 6 vat de verschillende doelstellingen samen. Op vlak van wateroverlast kan verder een onderscheid gemaakt worden tussen overstromingen die eens om de 5 jaar voorkomen (T5), of de meer extreme overstromingen die eens per 20 jaar gebeuren (T20). Het huidige rioleringsstelsel wordt ontworpen om watroverlast te vermijden bij een terugkeerperiode van 20 jaar. Tot een tiental jaar geleden was deze norm echter nog 5 jaar, waardoor het grootste deel van de rioleringsstelsels in Vlaanderen ook slechts een overstromingsveiligheid hebben van circa 5 jaar. Er zijn geen rioleringsmodellen (Hydronautmodellen) beschikbaar van het rioleringsstelsel van stad Brugge om het huidige veiligheidsniveau te verifiëren (behalve voor het historisch centrum; deze werden gebruikt in de studie "Klimaatadaptatieplan historisch centrum van Brugge met focus op water"). De rioleringsmodellen zijn evenwel in opmaak. Daarom wordt in de berekeningen uitgegaan dat het veiligheidsniveau op vlak van overstromingen van het stelsel van Brugge gelijkaardig is aan dat van de rest van Vlaanderen.

De figuur toont dat om de **wateroverlastrisico's** gelijk te houden aan vandaag, de buffering met mogelijks 43% moet uitbreiden om het veiligheidsniveau op vlak van overstromingen die nu eens per 5 jaar voorkomen in de toekomst gelijk te houden. Om de risico's van overstromingen die nu eens per 20 jaar voorkomen op een status quo te houden, moeten de buffers zelfs mogelijks met 53% uitbreiden. De buffers moeten dus sterker uitbreiden om de T20-overstromingen gelijk te houden, omdat het vooral de extremere piekregens zijn die ten gevolge van klimaatverandering sterker toenemen. Het spreekt voor zich dat zowel het uitbreiden van de buffering met 43% of 53% een zeer grote inspanning vraagt. Als alternatief op het uitbouwen van buffering kan ook ingezet worden op het afkoppelen van verharding van de riolering of ontharding. De nodige inspanningen liggen hierbij lager: -32% voor overstromingen met een terugkeerperiode van 5 jaar, en -35% voor een terugkeerperiode van 20 jaar. De kleinere inspanningen op vlak van afkoppeling en ontharding kunnen verklaard worden doordat hier een dubbele win gerealiseerd wordt ten opzichte van het uitbouwen van buffering: enerzijds is er ten gevolge van de verminderde verharding minder afstroming naar de riolering, en anderzijds is er logischerwijs ook geen toename meer van de piekafvoeren van die verharding ten gevolge van klimaatverandering. **Het inzetten op het afkoppelen van verharding van de riolering of ontharden heeft dus de voorkeur ten opzichte van het uitbouwen van buffering. Kiezen voor minder afstroming is zowel beter op vlak van waterhuishouding en klimaatadaptatie in het algemeen, maar bovendien is de impact groter dan het uitbouwen van buffering.** Merk tot slot op dat de nodige inspanningen gekwantificeerd werden wanneer ingezet zou worden op 1 maatregel. De nodige inspanningen voor het uitbreiden van buffers en afkoppelen of ontharden moeten bijgevolg niet "opgeteld" worden. In de praktijk zal uiteraard een mix van deze (en andere) maatregelen genomen worden. De cijfers omtrent de nodige inspanningen kunnen dan ook elk herschaald worden.

Op vlak van **droogte** werd berekend hoeveel afkoppeling of ontharding nodig is om het gemiddeld jaarlijks netto infiltratievolume gelijk te houden in het toekomstig klimaat (2050) als vandaag.

Hieruit blijkt dat gemiddeld over Brugge 37% van de verharding moet afwateren naar groen of infiltratievoorzieningen, of onthard moet worden. Dit streefcijfer verschilt echter zeer sterk van de ene deelgemeente tot de andere. Voor de meer gedetailleerde cijfers per deelgemeente wordt verwezen naar Tabel 1.



Figuur 6: Samenvatting van de globale nodige inspanning om de risico's rond pluviale wateroverlast en droogte (infiltratievolumes) status quo te houden in 2050 ten opzichte van het huidig klimaat.

Bovenstaande cijfers zijn gemiddelde streefcijfers voor gans Brugge, maar kunnen per gebied verschillen. **Tabel 1 toont daarom de nodige inspanningen per deelgemeente.** In het bijzonder verschilt de uitdagingen rond droogte zeer sterk van de ene tot de andere deelgemeente. Dit komt voornamelijk doordat er in sommige deelgemeentes (veel) meer verharding aanwezig is dan in andere. Onderstaande cijfers met betrekking tot bijkomende capaciteit, ontharding en afkoppeling werden opgemaakt in de veronderstelling dat 80% van de bestaande verharding afwatert naar de riolering, en dat het aandeel bronmaatregelen relatief beperkt is. Aangezien ook de capaciteit van de riolering niet gekend is (de gedetailleerde rioleringsmodellen zijn i.h.k.v. een andere studie in opmaak), werd bovendien verondersteld dat de huidige capaciteit gelijkaardig is als voor de meeste rioleringssystemen in Vlaanderen. Zeer gebiedsspecifieke eigenschappen m.b.t. de hydraulische werking van de rioleringen en aanwezigheid van bronmaatregelen konden dus niet in rekening gebracht worden in deze cijfers. Tot slot wordt herhaald dat deze cijfers allen gebaseerd zijn op het "hoge impact"-scenario. Voor meer informatie omtrent deze onzekerheden wordt verwezen naar §2.2.2.

Uit de tabel valt op dat de nodige inspanningen zowel voor wateroverlast als voor droogte significant zijn. Voor de meeste deelgemeentes loopt de nodige buffering op in de 1000'en m<sup>3</sup> om de pluviale **wateroverlastrisico's** op te vangen. Dergelijke buffering ondergronds uitbouwen is onbetaalbaar, waardoor zeker naar bovengrondse oplossingen gekeken moet worden. Ook op vlak van afkoppeling of nodige ontharding lopen de cijfers op. Men spreekt al gauw over een nodige afkoppeling van de riolering in de 100.000'en m<sup>2</sup>, tot zelfs meer dan een miljoen m<sup>2</sup> voor de grotere en sterk verharde deelgemeentes zoals Sint-Andries en Sint-Pieters. In de praktijk zal ingezet worden op een combinatie van het doelgericht voorzien van (bij voorkeur bovengrondse) buffering, het ontharden of afkoppelen van verharding, en andere maatregelen. Sommige locaties zijn omwille van hun

lagere ligging in het landschap gevoeliger voor wateroverlast. Voor die locaties moet een **“waterrobuuste” straatinrichting** voorzien worden: water gecontroleerd toelaten op straat bij extreme buien zonder echter wateroverlast of schade te veroorzaken aan gebouwen of infrastructuur. Enkel zo zullen de nodige inspanningen betaalbaar blijven. Het rapport “Risico- en kwetsbaarheidsanalyse stad Brugge onder klimaatverandering” toont alvast de locaties die onder het huidig en toekomstig klimaat (zonder bijkomende maatregelen) gevoelig zijn aan wateroverlast. In het historisch centrum betreft het o.a. de cluster Ganzenstraat – Bilkske – Vulderstraat – Moerkerkestraat, de Vlamingdamstraat, Sint-Jorisstraat en de Calvariebergstraat. In de deelgemeenten van Brugge zijn er logischerwijs een groter aantal straten die volgens de modellen gevoeliger zijn voor pluviale wateroverlast. De Zandstraat en Kolvestraat zijn bijvoorbeeld straten die als gevoelig voor wateroverlast gesimuleerd werden. Deze straten hadden ook effectief te kampen met wateroverlast ten gevolge van een hevige zomerbui op 30 augustus 2020. We verwijzen naar de risico- en kwetsbaarheidsanalyse (Brugge (2020)) voor de kaarten die deze straten aanduiden. De straten met een grotere gesimuleerde overstromingsdiepte zijn bijzonder gevoelig aan wateroverlast, en het zijn dan ook die straten die prioritair dergelijke waterrobuuste inrichting vereisen.

Op vlak van **droogte** valt op dat de (relatieve) inspanningen van de meer landelijke deelgemeentes, zoals Dudzele, Koolkerke, Lissewege, Zwankendamme en in beperktere mate ook Sint-Kruis en Sint-Andries significant groter zijn dan de nodige inspanningen op vlak van wateroverlast. De verminderde hoeveelheden neerslag hebben door de lagere verhardingsgraad een grotere impact op vlak van droogte dan voor de meer verstedelijkte gebieden. Het ontharden of afkoppelen van verharding van de riolering is echter slechts een mogelijke strategie om droogte op te vangen. Naast deze becijferde strategie zijn er ook andere maatregelen die bijdragen aan het opvangen van droogte. **Er moet overal ook ingezet worden op andere maatregelen die water maximaal vasthouden, en in het bijzonder voor de hierboven opgesomde deelgemeentes.** Concreet gaat het dan over het plaatsen van stuwijtjes op de perceelsgrachten, het afbouwen van alle vormen van drainages, het geven van ruimte aan water om zo gebieden (terug) te vernatten, en dergelijke. Enkel door ook op die “vernattingsmaatregelen” in te zetten (die echter niet gekwantificeerd konden worden) kan droogte op een kosteneffectieve en bovendien doeltreffende manier opgevangen worden.

Tabel 1: Nodige inspanningen per deelgemeente om de risico’s rond pluviale wateroverlast en droogte (infiltratievolumes) status quo te houden in 2050 ten opzichte van het huidig klimaat. Grotere nodige inspanningen zijn in het rood aangeduid, kleinere in het groen.

## Wateruitdaging

	Verharding verondersteld aangesloten op rio [m <sup>2</sup> ]	WATEROVERLAST				DROOGTE
		Uitbreiding buffers		Afkoppeling verharding		Afkoppeling verharding
		T5 [m <sup>3</sup> ]	T20 [m <sup>3</sup> ]	T5 [m <sup>2</sup> ]	T20 [m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]
<b>Assebroek</b>	2,638,942	10,773	13,279	697,155	762,513	712,323
<b>Brugge-centrum</b>	2,685,881	10,903	13,438	705,540	771,685	149,518
<b>Christus-Koning</b>	589,414	2,616	3,224	169,275	185,144	41,131
<b>Dudzele</b>	1,349,862	5,728	7,060	370,662	405,412	1,735,840
<b>Koolkerke</b>	501,629	1,995	2,458	129,074	141,174	430,930
<b>Lissewege</b>	637,225	2,737	3,374	177,126	193,732	932,387
<b>Sint-Andries</b>	3,796,055	15,593	19,219	1,009,055	1,103,653	1,748,368
<b>Sint-Jozef</b>	953,720	4,221	5,203	273,144	298,752	169,283
<b>Sint-Kruis</b>	2,480,903	10,123	12,477	655,073	716,486	1,318,389
<b>Sint-Michiels</b>	3,198,038	13,241	16,321	856,860	937,190	905,488
<b>Sint-Pieters</b>	4,513,152	18,317	22,577	1,185,329	1,296,454	1,198,631
<b>Zeebrugge</b>	1,795,668	7,263	8,952	469,978	514,038	230,445
<b>Zwankendamme</b>	121,336	508	626	32,856	35,936	52,959

Verder in dit hoofdstuk worden concrete scenario's uitgewerkt die deze nodige inspanningen behalen. Deze werden vervolgens doorvertaald naar acties. In hoofdstuk 4 worden ondersteunende analyses en kaartmateriaal samengevat.

## 2.3 Kansen voor klimaatadaptatie

Voorgaande paragraaf gaf inzicht in de nodige inspanningen om klimaatverandering op vlak van pluviale overstromingen en droogte (infiltratievolumes) op te vangen. Nu wordt ingegaan op de kansen die er zijn om klimaatadaptatiemaatregelen te voorzien in de verschillende deelgemeentes. Paragraaf 2.4 vertaalt deze kansen in scenario's, en becijfert de impact van deze scenario's.

### 2.3.1 Generieke klimaatadaptatiemaatregelen

Er bestaat een zeer brede waaier aan klimaatadaptatiemaatregelen en -concepten. Om de gevolgen van klimaatverandering op te vangen moet ingezet worden op een combinatie van natuurgebaseerde en meer technische ("harde") maatregelen. Natuurgebaseerde maatregelen hebben de voorkeur waar mogelijk omdat ze over het algemeen meer co-benefits hebben (ze beperken bijvoorbeeld wateroverlast én droogte én hittestress tegelijk) en ook de algemene omgevingskwaliteit verbeteren. Bovendien zijn de meeste natuurlijke maatregelen goedkoper dan technische. Bijvoorbeeld, het beperken van pluviale wateroverlast kan eenvoudiger en doeltreffender gerealiseerd worden door zoveel mogelijk verharding (bijvoorbeeld van woningen) te laten afwateren naar groen, in plaats van (dure) buffers te bouwen langs de riolering. Soms zijn meer technische ingrepen echter wenselijk of onvermijdelijk.

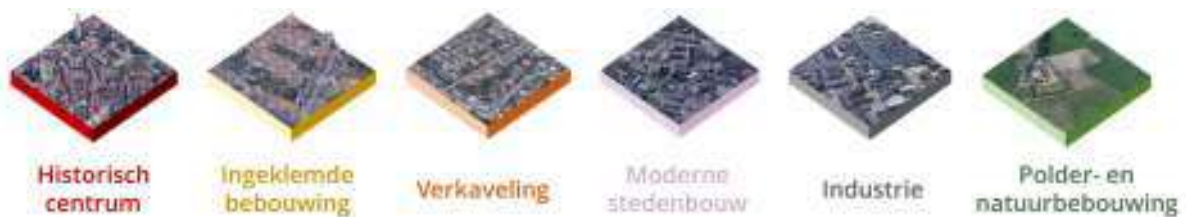
Het klimaatadaptatieplan van het historisch centrum van Brugge (Brugge, 2020) deelt de belangrijkste klimaatadaptatiemaatregelen en -concepten op in 5 groepen. Deze zijn in de figuur hieronder weergegeven. Voorliggend rapport herhaalt deze beschrijving niet. De lezer wordt hiervoor verwezen naar het klimaatadaptatieplan van het historisch centrum. Dat rapport omvat een beschrijving van de verschillende concepten met een veralgemeend overzicht van de achterliggende strategieën, gesorteerd per type impact dat ze mitigeren. De maatregelen worden in dat rapport individueel beschreven, tezamen met concrete voorbeelden ter illustratie. Tot slot wordt ook een score gegeven voor de mate waarin ze een impact hebben op de beschouwde klimateffecten.



Figuur 7: Opdeling van de generieke maatregelen in 5 categorieën uit het klimaatadaptatieplan van het historisch centrum (Brugge, 2020).

### 2.3.2 Stedelijke klimaatadaptatietyologieën

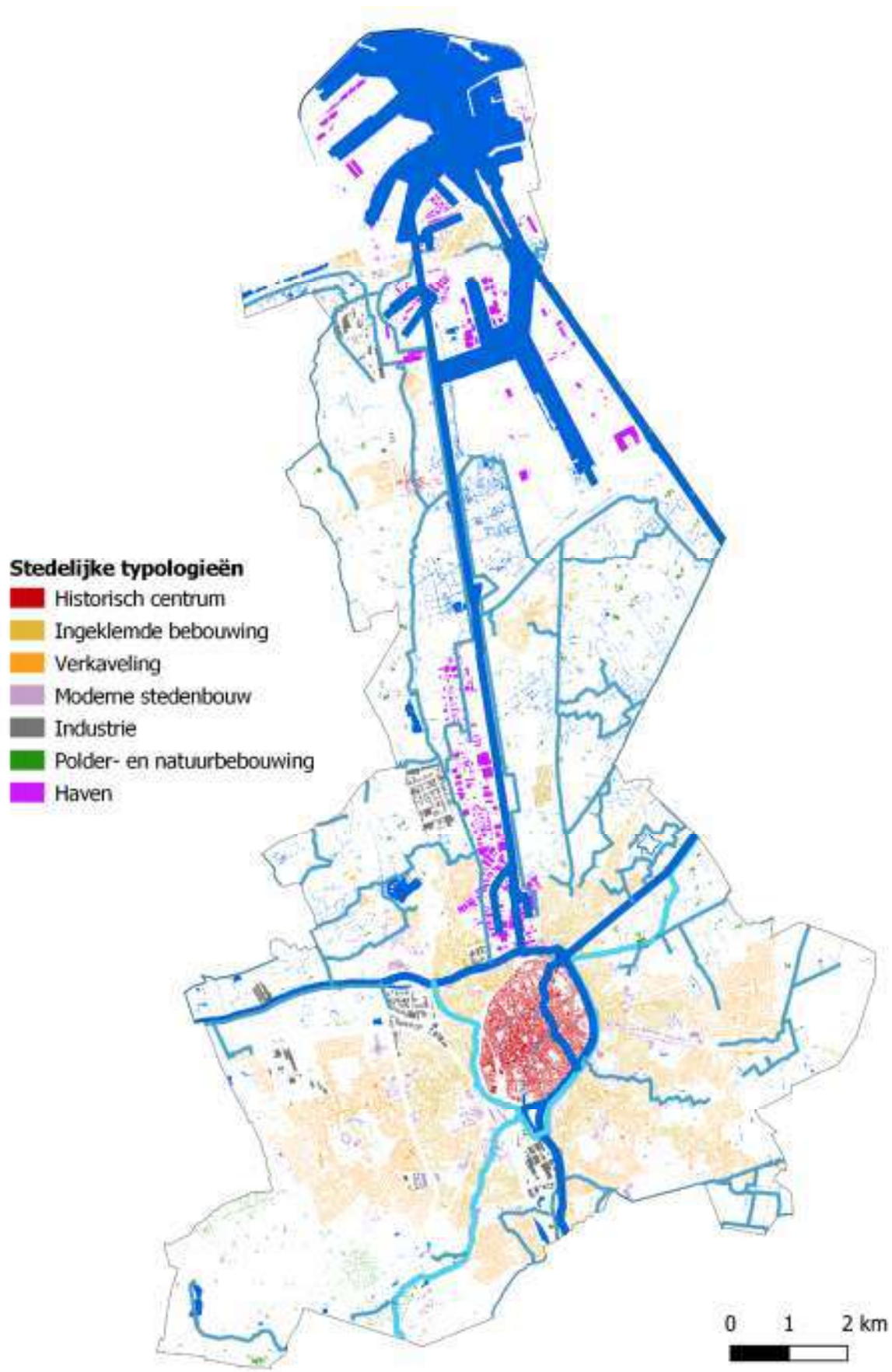
Om richting te geven aan de kansen en prioriteiten voor het implementeren van klimaatadaptatiemaatregelen werden 7 stedelijke klimaatadaptatietyologieën opgemaakt die het verstedelijkt gebied van Brugge omvatten. Elke typologie kent gelijkaardige uitdagingen, maar ook vergelijkbare kansen om maatregelen te treffen. De beschrijving hieronder geeft dus een indicatieve richting voor het implementeren van klimaatadaptatiemaatregelen op een fijnere ruimtelijke schaal.



Figuur 8: Gedefinieerde ruimtelijke typologieën

Hieronder wordt elke ruimtelijke typologie kort toegelicht. De belangrijkste karakteristieken worden meegegeven, evenals de mogelijkheden op vlak van klimaatadaptatie. Aangezien de becijferde scenario uitwerking van het klimaatadaptatieplan zich voornamelijk richt op het aspect water, wordt ook in deze bespreking gefocust op het domein water. Aandachtspunten rond hitte, biodiversiteit en ruimtelijke ordening worden aangeraakt waar relevant.





Figuur 9: Onderverdeling van het verstedelijkt gebied van Brugge in 7 ruimtelijke typologieën.



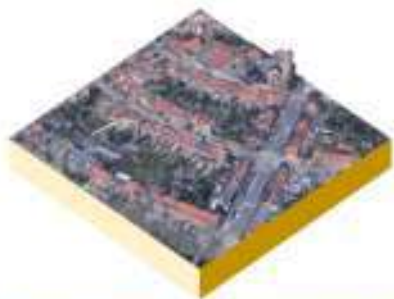
Historisch centrum



Met het **historisch centrum** wordt het gebied bedoeld binnen het "ei" van Brugge. Het gebied is gekenmerkt door een zeer hoge verhardingsgraad (grootteorde 65%) die veroorzaakt wordt door een dicht historisch gegroeid wegennet in combinatie residentiële, administratieve en kerkelijke gebouwen. Het historisch centrum kent enkele groene polen (29% van oppervlakte), vooral in de vorm van stadsparken, kloostertuinen en de groene omwalling rond Brugge. De reien dooraderen het historisch centrum.

De belangrijkste problematieken op vlak van klimaatadaptatie zijn pluviale wateroverlast, hittestress, een slechte waterkwaliteit (ten gevolge van rioleringsoverstorten en beperkte aanvoer van vers water) en in beperktere mate verdroging van de groenpolen. Er is een verwaarloosbaar risico op fluviale overstromingen.

Voor het historisch centrum werd een apart klimaatadaptatieplan opgemaakt (Brugge, 2020) met een focus op water. Hierin werd een strategie uitgetekend die inzet op een mix van individuele bronmaatregelen waarbij het overtollige water via boven- en ondergrondse regenwaterassen naar de reien wordt afgevoerd. De kansen voor individuele bronmaatregelen zijn echter beperkt in het centrum, waardoor onder- en bovengrondse afvoerassen belangrijk blijven. Het opwaarderen en herstellen van overwelfde reitjes bieden hier mogelijkheden. De afvoer naar de reien is een unieke kans, omdat de reien immers niet pluviaal-overstromingsgevoelig bleken. Bovendien kan op die manier het bestaand gemengd rioleringssysteem ontlast worden met minder rioleringsoverstorten als gevolg, en wordt tegelijk meer "vers" water aangevoerd waardoor de waterkwaliteit verbetert. Ook op vlak van kostenefficiëntie lijkt dit een haalbare en doeltreffende strategie. Daarnaast werd ingezet op afvoer van water naar de groenpolen, en het verder vergroenen van de stad. In bijzonder zijn er nog enkele parkings en grotere percelen waar opportuniteiten liggen om water af te koppelen naar individuele bronmaatregelen. Ook voor het transformeren van strategisch lager gelegen individuele parkeerplaatsen langs de weg tot kleinschalige groenelementen die het afstromend water opvangen zijn er veel mogelijkheden.



Ingeklemde bebouwing



De **ingeklemde bebouwing** omvat de gebieden die voornamelijk in de 19<sup>de</sup> en de eerste helft van de 20<sup>ste</sup> eeuw bebouwd werden, maar ook gebieden die dicht bebouwd en ingesloten liggen tussen bijvoorbeeld verkeers- en waterassen. Het beslaat onder andere (delen van) de wijken en deelgemeentes Christus-Koning, Sint-Andries, Sint-Michiels, Assebroek, Sint-Kruis en Koolkerke. Ook de kern van Dudzele en Zeebrugge-dorp vallen onder deze typologie. Deze typologie heeft de 2<sup>de</sup> grootste verhardingsgraad (grootteorde 40 à 50%), na de typologie van het historisch centrum. Deze typologie is gekenmerkt door smallere straten die aansluiten op enkele grotere verkeersassen. Vanuit stedenbouwkundig oogpunt omvat de typologie zowel een vast stratenpatroon zoals vaker gerealiseerd werd bij stedenbouwkundige planning in de 19<sup>de</sup> eeuw, als meer recent en organisch gegroeide patronen. Beide kunnen echter vanuit kansen voor

klimaatadaptatie onder dezelfde typologie gecatalogeerd worden. De typologie heeft verder enkele

groenpolen en groenblauwe assen, zoals de Afleidingsvaart, de Damse Vaart, 't Stil Ende, het Zuidervaartje en rond de Ringvaart.

De voornaamste problematieken voor deze typologie zijn de pluviale overstromingen, hittestress en in sommige gebieden fluviale overstromingen. Verder zijn, zoals in alle typologieën, verdroging en het verlies aan biodiversiteit belangrijke aandachtspunten.

Op vlak van klimaatadaptatiemaatregelen heeft ook deze typologie beperktere kansen op het openbaar domein. Door het zeer hoge ruimtebeslag is het aanleggen van gescheiden rioleringen belangrijk om zo water lokaal af te voeren naar collectieve voorzieningen, zoals bijvoorbeeld parken, speeltuinen of kleinere infiltratiekommen. Bovengrondse afstroming realiseren is moeilijker door de beperkte ruimte, maar op sommige plaatsen wellicht wel realiseerbaar naar groenpolen, zoals bijvoorbeeld mogelijk zou zijn aan het Edgard de Smedtplantsoen (Sint-Andries) of het Graaf Visartpark (Christus-Koning). Pluviale overstromingen volledig vermijden zal wellicht niet mogelijk zijn. Die straten moeten ingericht worden als "waterrobuuste straten": gecontroleerd water op straat toelaten bij zeer extreme neerslag zonder schade te veroorzaken. De kaarten opgemaakt in de risico- en kwetsbaarheidsanalyse duiden alvast meer kwetsbare straten aan. Door de sterke aanwezigheid van residentiële woningen in deze typologie zouden in theorie bronmaatregelen een grote bijdrage kunnen leveren aan het beheersen van de wateroverlast en droogte problematieken, maar gezien de kleinere perceelsgroottes zijn de kansen om dit te realiseren in de praktijk beperkter. Een significant deel van de stroming van private percelen zal altijd zonder buffering of vertraging terechtkomen op het publiek domein, waardoor de realisatie van dergelijke afwateringsassen naar lokale groenpolen extra belangrijk is in deze typologie. Vanzelfsprekend moet waar nodig zeker wel ingezet worden op de realisatie van dergelijke bronmaatregelen. Verder speelt specifiek deze typologie een cruciale rol in het realiseren van een "lobbenstad", waarbij het groen van het buitenstedelijk gebied via blauwgroene assen wordt doorgetrokken tot het historisch centrum. Deze typologie omsluit namelijk quasi volledig het ei van Brugge. De groene omwalling rond Brugge leunt zich uitstekend om dergelijke verbinding te realiseren. Het realiseren van deze blauwgroene assen is maatwerk. De grotere invalswegen die deze typologie doorkruisen bieden hier alvast kansen toe. Veel steenwegen zijn al voorzien van groene lintbeplanting in de vorm van bomen, maar tussenin is er quasi overal verharding terug te vinden die bovendien afwatert naar de riolering. Het opwaarderen van deze strook, alsook het transformeren van strategisch lager gelegen parkeerplaatsen om water vast te houden in combinatie kwalitatief groen is een concrete piste om groenblauwe assen te realiseren. Voorbeelden waar dit mogelijk gerealiseerd kan worden zijn de Maalse Steenweg, Moerkerkse Steenweg, Koolkerkse Steenweg, Oostendse Steenweg, Gistelse Steenweg, maar evenzeer tal van kleinere straten in beheer van stad Brugge. Tot slot, gezien de hoge bevolkingsdichtheid is ook het realiseren van bijkomend groen belangrijk om hittestress tegen te gaan.



Verkaveling



De typologie **verkaveling** stelt de moderne rationele verkaveling voor met grotere rechthoekige eenheden, alsook blokverkaveling. Deze typologie wordt gekenmerkt door lagere verhardingsgraden (grootteorde 30%) in vergelijking met andere verstedelijkte typologieën. Bijzonder is het groot aandeel tuinoppervlakte in deze typologie. Deze typologie komt in alle deelgemeentes voor, maar is bijzonder uitgesproken in Sint-Andries, Assebroek, Sint-Kruis, Koolkerke en Sint-Michiels.

De voornaamste problematieken voor deze typologie zijn de rivieroverstromingen langs de grotere waterlopen (in het bijzonder langs de Kerkebeek), de pluviale overstromingen en (hun bijdrage) aan de droogteproblematiek. Ook de andere klimaatuitdagingen, zoals hittestress en het verlies aan biodiversiteit, spelen in deze typologie. De natuur is in deze typologie vaak teruggedrongen tot geïsoleerde

eilandjes. Daarnaast verdwijnen bomen in residentiële wijken vaak, terwijl bomen zeer waardevolle ecosysteemdiensten levert, bijvoorbeeld op vlak van hittebeheersing en biodiversiteit.

Deze typologie biedt veel kansen voor klimaatadaptatie. Bovendien draagt de bebouwing in deze typologie mee bij aan de problemen in andere typologieën met minder kansen. Zo wateren veel verkavelingen immers af via een rioleringsstelsel dat de typologie "ingeklemde bebouwing" doorkruist, wat tot wateroverlast kan leiden in de andere typologie. Het is dan ook van belang om deze kansen voor de "verkaveling" maximaal aan te grijpen en te implementeren. Op vlak van waterhuishouding draagt de residentiële bebouwing een grote verantwoordelijkheid. Door de grotere perceelsoppervlakte kunnen er aan quasi alle woningen bronmaatregelen of ingrepen voorzien worden, zoals bijvoorbeeld eenvoudigweg het laten afwateren naar de verharde dak-, terras- of opritoppervlakte naar groen in plaats van naar de riolering. De verharde voortuinen die onder een helling naar de straat aangelegd zijn vormen een specifieke uitdaging op vlak van ingrepen op het residentieel terrein, de aansluiting op het openbaar domein, maar ook voor handhaving. Strategisch gezien moet er sterk ingezet worden op "hemelwaterneutrale" verkavelingen, waarbij quasi al het hemelwater lokaal bijgehouden wordt (voor hergebruik en infiltratie) en er enkel bij de meest extreme buien nog een afvoer is naar afwaarts. Gezien de grootte tuinoppervlakte en de ligging van deze typologie nabij buitengebied en groen vormen tuinen ook een belangrijke kans om de biodiversiteit te versterken. Voor het openbaar domein bieden de vaak breder aangelegde straten veel van de hierboven aangehaalde kansen voor een meer klimaatrobuuste inrichting. In het bijzonder moet voor deze typologie nagedacht worden over een ander en meer duurzaam voetpadenbeleid.



Moderne stedenbouw



De typologie **moderne stedenbouw** omvat de bebouwing met vooral grotere percelen en gebouwen, die veelal naorlogs gepland en gerealiseerd werd. Het is een combinatie van residentiële gebouwen (vooral appartementencomplexen), kantoorgebouwen, sportaccommodatie, commerciële gebouwen en in beperktere mate industrie. De verhardingsgraad varieert sterk. Deze typologie heeft veelal groene polen, mede door de aanwezige sportaccommodaties en het groen voor recreatie. De typologie komt voornamelijk voor in Sint-Michiels, Sint-Andries, Sint-Pieters, Sint-Kruis, Zeebrugge en in beperktere mate Assebroek. Voorbeelden zijn de omgeving van de Howest – KU Leuven – Koninklijk Atheneum cluster in Sint-Michiels, het penitentiair complex Brugge en directe omgeving, de winkels rond de Maalse Steenweg in Sint-Kruis e site van Sport Vlaanderen Julien Saelens in Assebroek, het ziekenhuis AZ Sint-Jan in Sint-Pieters, etc.

Deze typologie wordt niet gekenmerkt door één zeer specifieke problematiek op vlak van klimaatadaptatie, maar alle klimaatuitdagingen komen hier voor. Net zoals de typologie “verkaveling” zijn er veel kansen voor klimaatadaptatie, en draagt ook deze typologie bij aan de uitdagingen elders waar er minder kansen zijn. Het is dus van strategisch belang om deze kansen dan ook aan te grijpen en te realiseren. Ook hier moet ingezet worden op “hemelwaterneutrale” projecten waarbij quasi al het water lokaal bijgehouden wordt. Gezien de vaak zeer grote percelen en bestaande parkeerterreinen zijn er ruim voldoende kansen om dit te realiseren. In bijzonder vormen de zeer grote verharde percelen kansen om met een beperkte inspanning veel verharding af te koppelen van de riolering en zo tegelijk de droogte- als wateroverlastproblematieken aan te pakken. Het openbaar domein biedt hier ook kansen. Vaak zijn de straten en steenwegen breder aangelegd met parkeerstroken, waardoor het water lokaal vastgehouden kan worden langs de weg. Specifiek aan deze typologie zijn er ook veel kansen voor het bovengronds opvangen en infiltreren van water, en de eventuele aansluiting van deze assen op collectieve infiltratie- of bufferzones. Het uitbouwen van een (duur) ondergronds gescheiden stelsel is bijgevolg minder noodzakelijk dan elders. Vaak zal de hemelwaterhuishouding goedkoper, doeltreffender en duurzamer gerealiseerd kunnen worden via deze bovengrondse assen. Gezien de grotere percelen is het ook beter om niet te snel aan te sluiten naar de (soms kleine) waterlopen. Enerzijds kan dit de problemen voor wateroverlast op die kleinere lopen sterk vergroten, en anderzijds biedt het privaat terrein voldoende kansen om het water lokaal vast te houden.



Industrie



De typologie **industrie** stelt de industriële clusters voor die niet langs het Boudewijnkanaal of havendokken gelegen zijn. De verhardingsgraad is hier zeer hoog (grootteorde > 60%) en de percelen zijn groot. De bebouwing in deze zone is echter vaak éénlagig, waardoor het ruimtebeslag groot is. Het is aangeraden de ruimte meer multifunctioneel te gebruiken, o.a. door meerlagige industriebouw te stimuleren. In tegenstelling tot de typologie “moderne stedenbouw” is er weinig groen aanwezig. Bijzonder is evenwel dat er kostbaar natuurgebied, zoals de polderbossen Duivekeete en het bos De Blauwe Toren, omgeven worden door deze typologie. Voor de overige karakteristieken is deze typologie erg gelijkend aan de moderne stedenbouw, behalve dat het landgebruik veel minder sterk gevarieerd is.

De klimaatproblematieken en kansen voor klimaatadaptatie zijn dan ook gelijkaardig aan die beschreven bij de moderne stedenbouw. Specifiek aan deze typologie is de uniformiteit in het landgebruik (industrie), en het gegeven dat sommige eigenaars een zeer groot aandeel van de ruimte bezitten. Het is dus van belang om deze eigenaars en grootste verharde percelen te "activeren" en klimaatadaptief in te richten. Zoals ook aangehaald bij de "moderne stedenbouw" zijn hier veel mogelijkheden om percelen hemelwaterneutraal in te richten. Verder is het van belang om een groene buffer te creëren doorheen en rond deze industriële zones. De zeer grote verharde oppervlaktes in combinatie met het beperkte groen warmen de omgeving immers sterk op. Het voorzien van groene buffers (hooggroen, zoals bomen) kan het verspreiden van de hitte naar bijvoorbeeld residentiële wijken rondom beperken. Het uitbouwen van groendaken is een alternatieve (maar duurder) strategie. Het realiseren van een hoogwaardige groenblauwe infrastructuur doorheen de industriële percelen kan ook de natuurgebieden errond (deels) met elkaar in verbinding brengen.



Haven



De typologie **haven** omvat de industriële gebouwen en terreinverharding rond de havendokken en het Boudewijnkanaal. De verhardingsgraad ligt hier meestal zeer hoog (>80%) en het aanwezige groen is beperkt. Net zoals voor de typologie industrie is ook hier het ruimtebeslag groot, en zou meerlagige bouw en een meer multifunctioneel gebruik van ruimte gestimuleerd moeten worden. Ook hier omsluit deze typologie soms kostbare natuur of vormt deze de grens aan dergelijke gebieden, zoals bijvoorbeeld bij de poldergebieden in en rond Ter Doest.

Gezien het weinig natuurlijke karakter zijn de klimaatproblematieken *binnen* deze typologie beperkter, maar de typologie veroorzaakt wel significante uitdagingen rond het gebied. Zo zijn de terreinverhogingen van de haven deels verantwoordelijk voor een sterkere verzilting in de poldergebieden, evenals het Boudewijnkanaal zelf. Ook veroorzaakt de haven een aanzienlijke impact op

migratiepaden van soorten en habitats doordat omliggend gebied verhard en druk gebruikt wordt. De verharding vermindert ook de zoetwateraanvulling, wat verdroging in de ruime omgeving versterkt.

Hier zijn dan ook vooral klimaatadaptatiemaatregelen nodig die de impact op het omliggend gebied beperken. Op vlak van waterhuishouding, in bijzonder langs het Boudewijnkanaal, moet ingezet worden op infiltratie om zo tegendruk te creëren aan het zoutwater in de oppervlaktewaters en ondergrond. Een belangrijk aandachtspunt hierbij is echter het verzekeren van een goede waterkwaliteit van dit infiltrerend water. Bijkomend onderzoek is nodig naar de best beschikbare technieken om deze goede waterkwaliteit te garanderen. Het overtollig water kan in principe veilig geloosd worden in de dokken en het Boudewijnkanaal zonder elders wateroverlast te veroorzaken. Afstroming van hemelwater via de gemengde riolering (enkel van toepassing in de zone rond het Boudewijnkanaal) moet absoluut vermeden worden. Verder gelden dezelfde maatregelen als beschreven voor de typologie "industrie".

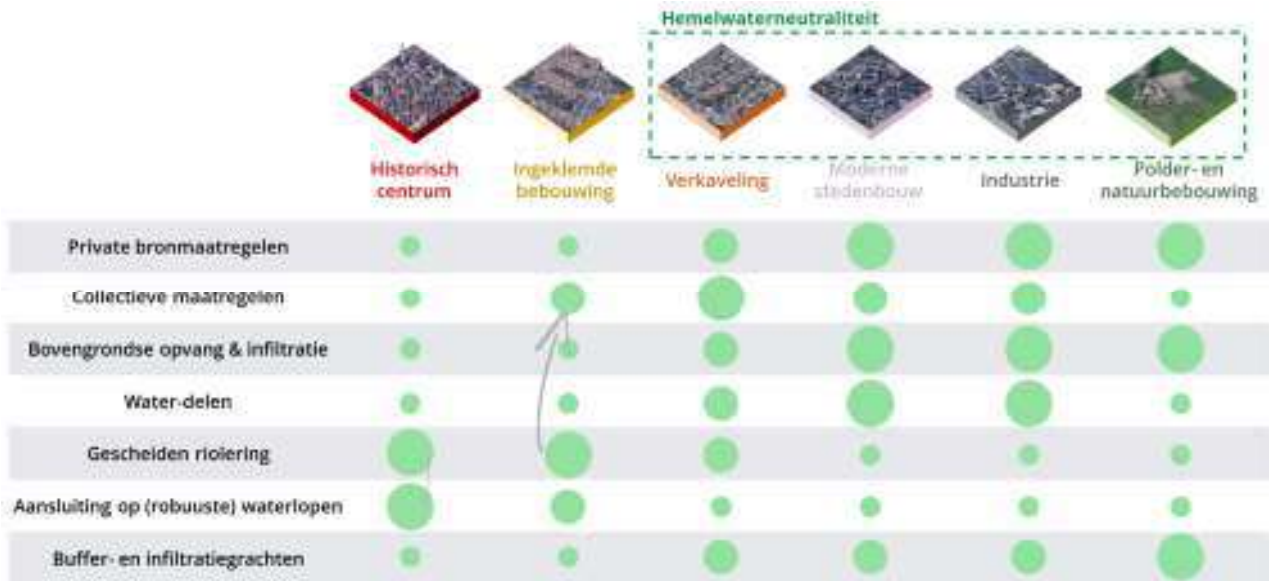


De 7<sup>de</sup> en laatste typologie omvat de “**polder- en natuurbebauwing**”. Dit is de meer geïsoleerde bebouwing in de polders, veelal hoeves en landerijen. Ook de parkbossen met bewoning in bosomgevingen, zoals voornamelijk in Sint-Andries en Sint-Michiels voorkomen, vallen onder deze typologie. De verhardingsgraad is erg laag, en er is vanzelfsprekend veel groen aanwezig in de directe omgeving.

De belangrijkste klimaatproblematieken binnen deze typologie zijn verdroging, verslechterende waterkwaliteit en langs de Kerkebeek rivieroverstromingen. De andere problematieken zijn ook aanwezig, maar minder uitgesproken

Deze gebieden bieden door de ruimere percelen grotere kansen voor klimaatadaptatie. Gezien de watergerelateerde problematieken die hier spelen, is dan ook inzet op het creëren van nieuwe waterlichamen (zoals bovengrondse infiltratiepoelen om de afstroming van verharding op te vangen) wenselijk. Ondanks het beperkter aantal percelen binnen deze typologie is hun impact op de klimaatuitdagingen vaak toch aanzienlijk. Om deze bebouwing mogelijk te maken (en houden) wordt vaak permanente drainage toegepast in de vorm van grachten. Ook worden grachten die net een belangrijke functie hebben in de waterhuishouding over decennia heen langzaam gedempt, wat kan leiden tot lokale wateroverlast. Specifiek aan deze typologie is ook de lagere rioleringsgraad, waardoor men aangewezen is op individuele of kleinschalige collectieve zuivering. Indien deze zuivering onvoldoende werkt, leidt dat tot een grote belasting op vlak van waterkwaliteit van de ontvangende waterlopen. Er is dus specifieke aandacht nodig op vlak van waterhuishouding voor zowel kwantiteits- als kwaliteitsaspecten. Gezien hun ligging in het groen en de relatief grote perceelsoppervlaktes is het ook belangrijk om in te zetten op biodiverse tuinen die bijdragen tot het instandhouden en versterken van diverse ecotopen.

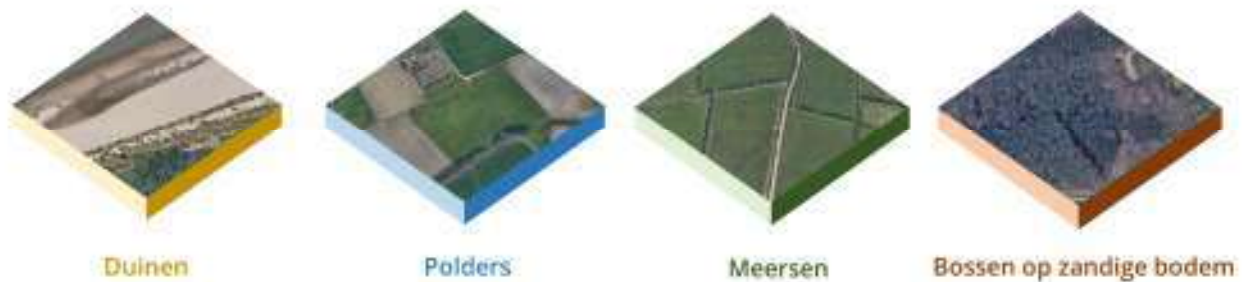
**Figuur 10 vat de kansen op vlak van klimaatadaptatieve maatregelen voor water samen voor elk van de typologieën.** De typologie “haven” is niet opgenomen, aangezien die een aparte uitwerking vergt (zie hierboven). Hoe groter de bol, hoe groter de kansen zijn om die specifieke maatregel te realiseren binnen de typologie. Ook is nogmaals aangegeven dat er voor de typologieën “verkaveling”, “moderne stedenbouw”, “industrie” en “polder- en natuurbebauwing” moet ingezet worden op hemelwaterneutrale projecten. Dat zijn projecten die quasi al het hemelwater lokaal vasthouden om te infiltreren en te hergebruiken, en enkel bij de meest extreme buien nog een afvoer hebben naar elders. Deze vier typologieën bieden ruime kansen om dergelijke hemelwaterneutrale projecten te realiseren. Bovendien is de verharding binnen deze typologie ook in grote mate verantwoordelijk voor de wateroverlast en verdroging in de andere typologieën, waar bovendien minder kansen zijn voor klimaatadaptatie.



Figuur 10: Samenvattend overzicht van de kansen voor verschillende klimaatadaptatiemaatregelen per typologie met focus op water. Een grotere bol stelt een grotere kans voor.

### 2.3.3 Landschappelijke klimaatadaptatietypologieën

Het grondgebied Brugge kent een unieke combinatie van zeer diverse en waardevolle landschappen. Naast de stedelijke klimaatadaptatietypologieën, werden daarom ook typologieën voor het buitengebied opgemaakt. Deze richten zich dus op de natuurlijke ecosystemen. Er werden 4 landschappen onderscheiden, elk met hun eigen uniek ecosysteem, maar ook met specifieke klimaatuitdagingen en mogelijke adaptatiestrategieën: duinen, polders, meersen en bossen op zandige bodem. Binnen een typologie kan uiteraard nog verder verfijnd worden, zoals bijvoorbeeld naar type ecotopen die er voorkomen.



Elke typologie wordt hieronder kort toegelicht op vlak van voorkomen van de typologie en de habitats binnen deze typologie, de geleverde ecosystemendiensten, uitdagingen op vlak van klimaatadaptatie. Er worden specifieke klimaatadaptatiemaatregelen per typologie naar voren geschoven, die verderop in het plan vertaald worden naar concrete acties. Onderstaande typologiebeschrijving geeft echter een beknopt overzicht van gevolgde strategie op vlak van maatregelen.





De eerste landschappelijke typologie omvat de **duingebieden**. Deze komen voornamelijk voor in de zone direct langs de kust. Het duingebied op grondgebied Brugge is rijk aan diverse habitattypes. Zo zijn er vlak rond de waterlijn de bij eb droogvallende zandplaten en slikwadden. Iets meer landinwaarts zijn er ook waardevolle embryonale wandelende duinen terug te vinden. Deze ontstaan rond de zouttolerante pioniervegetaties zoals biestarwegras en helm in de vorm van geringe zandophopingen door aangewaaid zand. Deze vormen het beginpunt van het verdere duinvormingsproces. Verder zijn ook waterrijke vegetaties terug te vinden in het duingebied, zoals in het bijzonder in het gebied de Fonteintjes. Tot slot komen ook de habitattypes “duingraslanden van kalkrijke milieus” en “witte duinen” (wandelende duinen op de strandwal *Ammophila Arenaria*) voor.

De duingebieden leveren verschillende ecosystemendiensten. Ze zijn gekend om hun kustverdediging bij zware stormen, maar bieden ook een grote waarde op vlak van bescherming tegen verzilting naar landinwaarts toe. De duinen worden immers gekenmerkt door een onderliggende zoetwaterlens die tot diep kan doordrukken, en zo het zoute water van verdere landinwaartse intrusie deels behoedt. Door de waterrijke depressies in het gebied Fonteintjes leveren de duingebieden ook deze ecosystemendienst.

Klimaatverandering zorgt voor een stijgende zeespiegel en langere periodes van droogte. Door deze combinatie neemt het risico op verzilting van het onderliggende grondwater toe. Dit zorgt op zijn beurt voor een impact op de soortenrijkdom, doordat vooral zouttolerante gewassen kunnen overheersen. Daarnaast zorgen de veranderende klimatologische omstandigheden tezamen met onzorgvuldige plantenkeuze in private tuinen voor een toename van invasieve exoten. Deze exoten verdringen soms de inheemse soorten, en verstoren bovendien het soortenevenwicht. Naast klimaatverandering moet ook de aanhoudende druk van zowel urbanisatie als recreatie expliciet vermeld worden als grote uitdagingen voor dit waardevol landschap.

Het verhogen van de veerkracht van het duingebied en het klimaatrobuust maken vergt inspanningen op verschillende fronten. Het klimaatadaptatieplan streeft naar het verder laten aangroeien van de duingordel en het behoud van open duinhabitats. Dit bevordert immers de infiltratie van hemelwater, wat op zijn beurt de zoetwaterlens vergroot en verzilting (ook landinwaarts) tegengaat. Deze strategie vergt het beschermen van de gebieden tegen verstedelijking, versnippering of enig ander landgebruik, alsook het herstel van de open duinhabitats door natuurontwikkelingsmaatregelen als ontbossing, het verwijderen van struweel en plaggen. Het integreren van kustduinen in de kustverdedigingsprogramma's (o.a. het Masterplan Kustveiligheid) is een interessante piste die wellicht het vergroten van de duingordel met zich mee kan brengen. Er moet echter vermeden worden dat zandsupplies uitgevoerd worden waar kustbescherming geen prioriteit is, aangezien ze een nefaste impact kunnen hebben op de duinenontwikkeling (in bijzonder op de embryonale wandelende duinen die ook in Zeebrugge voorkomen). Op vlak van beheer wordt niet-selectieve mechanische strandreiniging stopgezet in de zones die niet voor badplaatsen gelegen zijn. Dit geeft ook de kans aan meer en nieuwe duinontwikkeling. Bij het beheer van het duingebied gaat er meer aandacht naar het creëren van duinplassen die water kunnen vasthouden en laten infiltreren. Elke vorm van drainage wordt tegengegaan. Ook bouwt de stad beschermingsmaatregelen uit tegen invasieve uitheemse soorten, zoals bijvoorbeeld de uitheemse mossoort het grijs kronkelsteeltje, de rimpelroos, mahonie, Amerikaanse vogelkers en abeel. Tot slot worden de duinen beschermd tegen overmatige recreatie, door bijvoorbeeld de toegankelijkheid van het duingebied te herorganiseren.



Figuur 11: Luchtofoto van het gebied "Fonteintjes" met het duinenlandschap en de depressies die zoetwater vasthouden.



De tweede en iets zuidelijker gelegen landschappelijke typologie omvat de **polders**. Het poldergebied start vrij dicht tegen de kustlijn, en loopt ongeveer door tot de as gecreëerd door het Kanaal Brugge-Oostende en de Damse Vaart of Moerkerkse steenweg.

Binnen de polders zijn diverse habitattypes terug te vinden. Het poldergebied bestaat voor een deel uit een historisch agro-ecosysteem, maar ook moderne agro-ecosystemen komen meer en meer voor. Binnen deze ecosystemen en de meer natuurlijke ecotopen komen de waardevolle soortenrijke cultuurgraslanden voor, tezamen met zilte graslanden en rietlanden. De oude poldergraslanden leveren een bijzondere bijdrage op vlak van het vasthouden van koolstof in de bodem en waterhuishouding. Het behouden van deze poldergraslanden is dan ook van groot belang in het kader van klimaatadaptatie, en het ondoordacht scheuren van historische poldergraslanden (ook voor bosuitbreiding) moet dan ook vermeden worden. De verschillende percelen werden van oudsher afgebakend door kleinschalige landschapselementen, die op zich ecosysteemdiensten leveren zoals het tegengaan van plagen en winderosie. Ook kenmerkend aan de polderlandschappen zijn de bomenrijen die in Brugge vaak bestaan uit rijen populieren. Bijzonder op het Brugs grondgebied is het voorkomen van polderbossen, zoals het Duivekeetbos en het bos Blauwe Toren. Dit zijn enkele van de laatste polderbossen in Vlaanderen. Ook het Ooievaarsbos is een polderbos, dat weliswaar recenter aangeplant werd. De poldergebieden worden ook gekenmerkt door een dens netwerk van kleine sloten die het grondwaterpeil sterk beïnvloeden.

Het poldergebied levert verschillende ecosysteemdiensten. Zo beschermen ook zij tegen verzilting door de aanvoer van zoetwater van opwaarts, en de eventuele afvoer van zilt kwelwater. Ook dragen ze bij aan overstromingsbeheersing, door minder waardevolle gebieden te laten overstromen. Daarnaast kunnen de poldergebieden, en in bijzonder de cultuurgraslanden, veel

koolstof opslaan in de bodem. Op die manier dragen ze ook rechtstreeks bij tot klimaatmitigatie. Verder vormen de poldergebieden een belangrijke schakel voor trekvogels en migrerende vissoorten.

Klimaatverandering zorgt voor langere droge periodes, waardoor vooral droogteresistentere soorten zullen overleven en mogelijks gaan overheersen. Ook de verziltingsproblematiek wordt groter doordat de zoetwataaraanvoer daalt. Bovendien zorgen het Boudewijnkanaal en de (opgehoogde) havendokken voor een sterkere zoutflux, die de verzilting verder in de hand werkt. Het project van de nieuwe zeesluis zal wellicht ook meer zoutwater naar de achterhaven brengen, waardoor de klimaatproblematiek rond verzilting nog versterkt wordt. In de polders is er ook sprake van een vermessingsproblematiek. Het uitspoelen van nutriënten (stikstof en fosfor) leidt tot een verminderde waterkwaliteit, en kan ernstige algenbloei, zuurstoftekorten en vissterfte veroorzaken. Ook deze problematieken nemen allen toe ten gevolge van klimaatverandering door de combinatie van langere droge periodes en intensere piekregens in de zomer (die zorgen voor meer afspoeling). Op ruimtelijk vlak zijn er ook uitdagingen. Zo worden kustpoldergraslanden gescheurd (de recentere wettelijke bescherming gaat dit wel tegen) en versnipperen de poldergebieden verder. Ook zijn exoten in opmars, mede door de gunstigere klimatologische omstandigheden, zoals bijvoorbeeld goudknopje of struikaster. Deze laatste is uit tuinen ontsnapt, maar is sterk invasief en zouttolerant waardoor andere soorten verdrongen worden.

Als klimaatadaptatiestrategie moet wederom ingezet worden op een brede waaier aan maatregelen. Het wettelijk beschermen van de waardevolle poldergebieden via natuurwetgeving is een belangrijk instrument voor het behoud van de gebieden en ecosysteemdiensten. Ook de individuele elementen, zoals kleinschalige landschapselementen of poelen, kunnen beschermd worden via diverse handhavingsmiddelen, waarbij specifiek de bestuurlijke maatregel een krachtig instrument is. Een aangepast peilbeheer is ook een van de sleutelementen tot het verkrijgen van een klimaatrobuuster poldergebied. Het huidig peilbeheer is op veel locaties sterk gericht op landbouw: de peilen worden laag gehouden in de winter met snelle drainage om overstromingen te beperken en sneller hogere bodemtemperaturen te verkrijgen in het voorjaar, en hoge peilen in de zomer om water te capteren voor de groei van gewassen. Dit is echter omgekeerd aan het natuurlijk systeem, met hoge peilen in de winter die zorgen voor vernatting en wateropslag in de bodem, en lagere peilen in de zomer. Een afgestemd peilbeheer op zowel landbouw als natuur is onontbeerlijk. Voor de Oudlandpolder werd recent een breed gedragen samenwerking ondertekend om via een gedetailleerde studie dergelijk afgestemd peilbeheer mogelijk te maken. Hierop aansluitend is het van belang dat het landgebruik ook afgestemd is op wat haalbaar is. Landbouw op van nature zeer waterrijke gebieden is veelal niet wenselijk, aangezien landbouw vaak enkel via drainage mogelijk is in die omstandigheden. De kanskaarten (§2.3.4) tonen de van nature en historisch natte gebieden waar prioritair ingezet moet worden op het bijhouden van water en vermijden van drainage. Beter is om de landbouw te concentreren op de gebieden die daar voor geschikt zijn.

Typisch aan het poldergebied is ook de mogelijkheid om kreekruginfiltratie uit te bouwen. Na het terugtrekken van de zee gebeurde een inversie van het landschap, waarbij de zandrijke zeegeulen hoger dan het omliggend terrein kwamen te liggen. De kleiige omgeving klonk bij het terugtrekken van de zee verder in, en ligt daardoor lager. De zandige kreekruggronden leunen zich uitstekend voor het infiltreren van water en aanvullen van de zoetwatervoorraden (zie ook Figuur 12). De kreekruggronden in Brugge zijn echter beperkter in omvang dan elders in de poldergebieden. Bovendien moeten het water opgepompt worden doordat ze hoger gelegen zijn. Hierdoor lijkt het nog minder interessant om in Brugge sterk in te zetten op kreekruginfiltratie. Het is alleszins een basisvoorwaarde dat het water- en specifiek peilbeheer eerst omgevormd wordt om water maximaal vast te houden. Anders gaan de inspanningen rond kreekruginfiltratie teniet.



Figuur 12: Hoger gelegen kreekruggrond (links; extract uit de Watersysteemkaart van Staes en Meire (2020)) en zicht op de polders rond Lissewege (rechts).



De derde landschappelijke typologie beslaat de **meersengebieden**. Dit zijn moeras of zeer vochtige gebieden die verspreid over gans het grondgebied voorkomen. De Asebroekse meersen, Gemene Weidebeek, de omgeving rond het Fort van Beieren, de Chartreuzemeersen en de Meetkerkse Moeren zijn voorbeelden van dergelijke meersengebieden. Figuur 14 toont de gebieden die in de Watersysteemkaart als "permanent nat" (kwel) gebied geïdentificeerd werden (Staes en Meire, 2020). Deze gebieden komen grotendeels (maar niet volledig) overeen met de meersengebieden.

De meersengebieden leveren ecosystemendiensten zoals het beperken van wateroverlast door het vasthouden van water. Ook zorgen ze voor een vertraagde en meer continue afstroming naar de waterlopen, wat het aquatisch leven ten goede komt en zorgt voor een betere waterkwaliteit. De waterkwaliteit in het meersengebied verbetert ook door de langere verblijftijden in de ondergrond en er op die manier meer nutriënten verwijderd worden. Ook kunnen de meersengebieden veel koolstof capteren in de bodem, wat een belangrijke bijdrage levert op vlak van klimaatmitigatie. Vroeger werden de meersengebieden ook gebruikt in de landbouweconomie als producerende ecosystemendienst, zoals voor hooi, riet of vis. Deze inschakeling in de lokale landbouweconomie is echter nagenoeg volledig verdwenen.

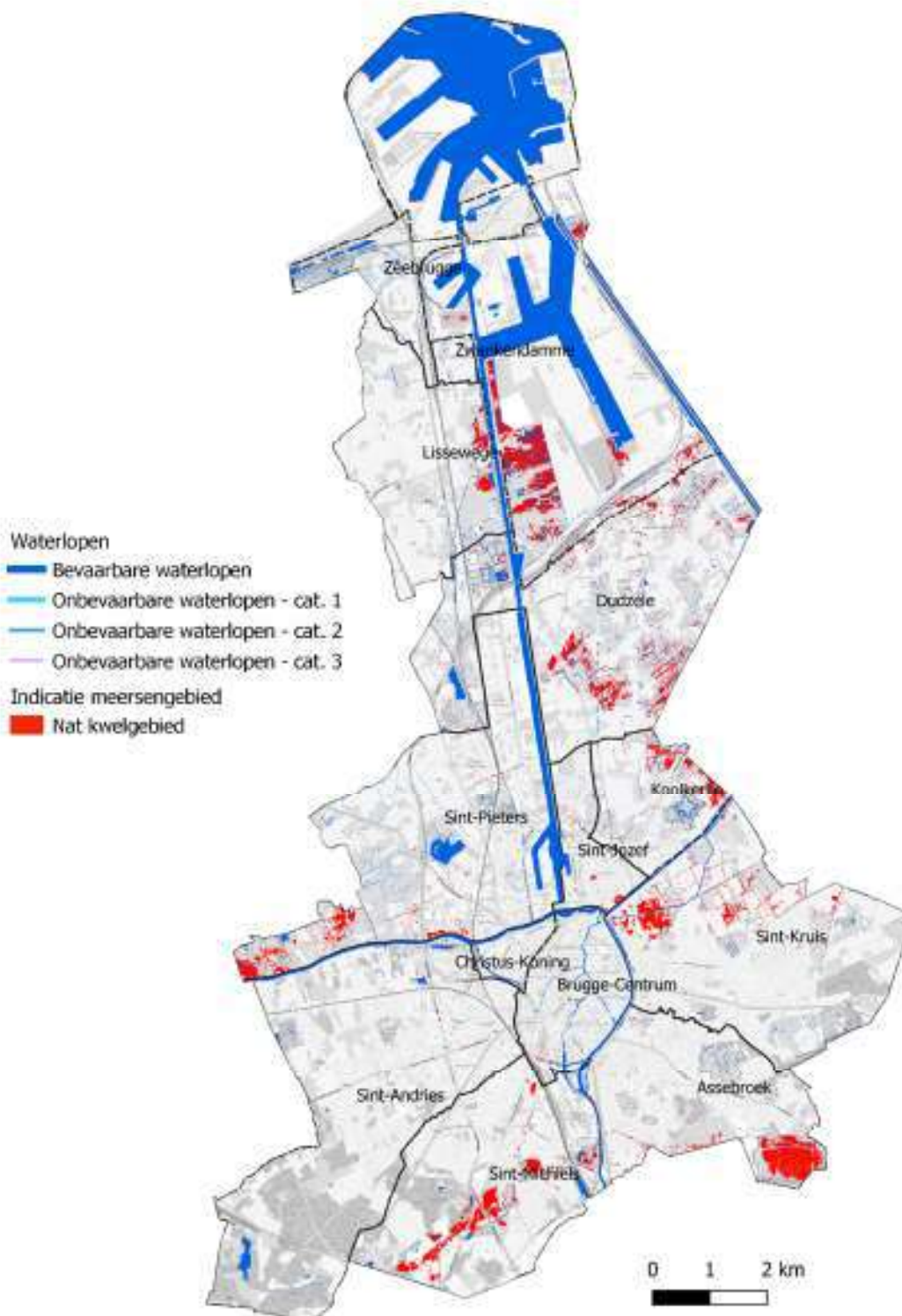
De uitdagingen voor deze typologie zijn groot. Sinds 1950 zijn in Vlaanderen circa 95% van de natte gebieden verdwenen. Er zijn geen specifieke cijfers bekend voor Brugge, maar ook op het Brugs grondgebied zijn er sindsdien zeer veel natte gebieden verloren gegaan voornamelijk door drainage om de gebieden bouwrijp te maken. Naast de druk vanuit landschappelijk gebruik van de meersengebieden zorgt klimaatverandering voor grote uitdagingen. Klimaatverandering brengt minder neerslag in de zomer, waardoor het water dat in de winter valt langer vastgehouden moet kunnen worden om verdroging tegen te gaan. De hogere temperaturen en bijkomende zonnestraling zorgen bovendien voor meer verdamping, wat verdroging verder in de hand werkt.

De strategie om de meersen veerkrachtiger te maken tegen klimaatverandering is er voornamelijk op gericht om de gebieden te vernatten en ook nat te houden. Zo moet elke vorm van drainage vermeden worden, zoals het draineren voor landbouwgebruik of via een onaangepast peilbeheer op de sloten. De gebieden moeten bovendien beschermd worden van bebouwing en landbouw. Ook

zijn er in Brugge kansen om de gebieden te vernatten door verhard gebied structureel te laten afwateren naar de rand van de meersengebieden. Zo is bijvoorbeeld het gebied van de Gemene Weidebeek omgeven door verharding, die bovendien hoger gelegen is. Dit maakt gravitaire afstroming richting de meersen mogelijk (zie ook Figuur 13). Dit zorgt voor meer infiltratie en meer natuurlijke zuivering van het water. Bovendien vormt dit een goede adaptatiestrategie tegen de pluviale overstromingen in het verstedelijkt gebied. Een aandachtspunt is evenwel het verzekeren dat de waterkwaliteit van het afstromende hemelwater geen negatieve impact heeft op de lokale ecotopen. Het laten afwateren van verharde oppervlaktes naar biologisch (zeer) waardevolle complexen is dan ook niet aangeraden. Een grondige analyse van de impact van dergelijke afstroming op abiotische condities voor fauna en flora is dan ook noodzakelijk. Ook is de adaptatiestrategie erop gericht groenblauwe polen te creëren, en deze met elkaar te verbinden. Zo zijn er voor de Assebroekse meersen bijvoorbeeld kansen om deze te verbinden met het Wulgenbroeken, en zo meer bergingscapaciteit te creëren.



Figuur 13: Assebroekse meersen (links) en mogelijkheden voor afstroming van verharding naar de meersengebieden (rechts; gebaseerd op de Watersysteemkaart (Staes en Meire, 2020)). Deze laatste strategie moet evenwel goed onderzocht worden om de abiotische condities van fauna en flora niet te verstoren.



Figuur 14: Indicatie van de (mogelijke) meersengebieden. De aangeduide gebieden (rood) komen overeen met de geïdentificeerde permanent natte (kwel)gebieden uit de Watersysteemkaart (Staes en Meire, 2020).



**Bossen op zandige bodem**

De vierde en laatste geïdentificeerde landschappelijke adaptatietypologie zijn de **bossen op zandige bodems**. Dergelijke gebieden komen relatief veel voor in het zuiden op het grondgebied, met onder andere Tillegembos, Chartreuzinnenbos, Beisbroekbos, Domein Tudor en Ryckvelde. Deze bossen zijn veelal vroeger aangeplant geworden op oude veldgebieden. Deze typologie is bijgevolg vaak ook goed geschikt voor het inrichten van relicten van heide en heischrale graslanden. Ook dergelijke natuurtypes (heide en graslanden) leveren overigens waardevolle ecosysteemdiensten, en een verdere bebossing van dergelijke (nog bestaande) graslanden is bijgevolg niet altijd wenselijk.

Op macroniveau zijn deze te clusteren in twee grotere randstedelijke bosgebieden: Beisbroek-Tudor-Zevenkerke in het zuidwesten, en Ryckvelde-Male in het zuidoosten. Samen met de meersengebieden (in bijzonder de Assebroekse meersen en de Gemene Weidebeek) en de soms smalle corridors tussen deze gebieden vormen de bosgebieden een groene (maar onvolledige) buitengordel rond het centrum.

De bossen worden vooral gekenmerkt door beuken. Beuken zijn van nature droogtegevoeliger. Ook zijn (of waren) sommige van deze bosgebieden nat van aard. Een voorbeeld hiervan is Beisbroek, waarvan de naam het natter karakter bevestigt. Ook het Duivelsput is een natter gebied waar waardevolle soorten voorkomen, zoals de waterviolier, en de vinpoot- en kamsalamander. Door overexploitatie van grondwater in het verleden, en het aanleggen van dichte netwerken rabatten en grachten is het gebied echter sterk verdroogd. Ook de beukenbossen lijden sterk onder verdroging, zelfs al van voor de aanhoudende droogte van 2017-2020. De laatste droge jaren hebben de schade enkel nog vergroot.

Vanuit historisch perspectief is het produceren van hout een van de belangrijkste ecosysteemdiensten. De rabatten die vandaag nog altijd zichtbaar zijn in het landschap getuigen nog van de vroegere bosbouw. Rabatten werden aangelegd om natte gebieden te draineren, en zo bosbouw mogelijk te maken. Vandaag liggen veel rabatten er echter nog steeds, die mogelijks ook het landschap verdrogen. Vandaag hebben de bossen ook een belangrijke recreatieve ecosysteefunctie.

De belangrijkste uitdaging is het verdrogen van de bosgebieden ten gevolge van klimaatverandering. Ook is de opkomst van exoten en het verdwijnen van soorten een belangrijk aandachtspunt. Grenzend aan het domein Tudor is ook nog het Rode Dopheidereservaat dat een van de belangrijkste standplaatsen vormt van de Rode Dopheide in Vlaanderen. Door het kappen van de aangeplante bossen in de jaren '60 (ten voordele van de bouw van een waterwinstallatie die ondertussen niet meer gebruikt wordt) ontstond deze heide terug ten midden van de bossen.

De strategie voor het klimaatrobuust maken van de bossen is gericht op het beperken van de drainages en dempen van (onnodige) sloten en grachten. Ook wordt er gestreefd naar een doordacht en aangepast beheer van de bossen. De boomsoortensamenstelling bepaalt bijvoorbeeld ook in grote mate de biodiversiteit van andere soortengroepen die in de bossen voorkomen door onder andere de hoeveelheid licht dat de bosbodem bereikt en de zuurtegraad van de bodem. Ook zijn er heel wat insecten, schimmels en mossen gebonden aan specifieke soorten bomen. Een specifiek aandachtspunt voor de bosgebieden in Brugge (Sint-Andries en Sint-Michiels) is een duurzaam (afval)waterbeheer van de residentiële wijken in deze bossen. Door de beperkte aansluiting van deze wijken op de openbare riolering worden vaak IBA's en kleinschalige zuivering toegepast. Bij een slechte werking van deze (individuele) zuiveringsinstallaties komen er hoge concentraties nutriënten en schadelijke stoffen in het ecosysteem terecht.



Figuur 15: Tillegembos (links) en aanduiding van de vele grachten in het gebied in blauw (gebaseerd op de Watersysteemkaart (Staes en Meire, 2020)).

In tegenstelling tot het water in de verstedelijkte omgeving werden er geen kwantitatieve scenarioberekeningen van bovenstaande strategieën uitgewerkt voor de verschillende typologieën. De huidige rekenmodellen zijn nog niet in staat om de impact van dergelijke strategieën concreet te kwantificeren. Bovenstaande strategieën werden echter wel vertaald naar concrete acties in het actieplan. Bovendien werden kansenkaarten opgemaakt om deze strategieën ook ruimtelijk te vertalen.

### 2.3.4 Kansenkaarten

Om bovenstaande strategieën voor de stedelijke en landschappelijke klimaatadaptatietypologieën invulling te geven, werden kansenkaarten uitgewerkt. Deze tonen gebiedsdekkend voor Brugge waar kansen of opportuniteiten zijn voor het implementeren van maatregelen, of waar idealiter maatregelen gerealiseerd worden.

Volgende kaarten werden opgemaakt voor de stedelijke klimaatadaptatietypologieën:

- **Potentiële quick-wins wegenis:** aanduiding van delen van de wegenis die later gelegen zijn en waar wellicht kansen zijn om water van de omliggende verharding naar af te laten wateren om lokaal te infiltreren.
- **Grootste verharders per deelgemeente:** de grootste verharde individuele percelen per deelgemeente. Het afkoppelen van deze percelen van de verharding kan een significant positieve impact hebben op de globale waterhuishouding van de deelgemeente (zie ook de scenario's §2.4 voor een becijfering van de impact).
- **Groendakenpotentieel:** kaart die de platte daken aanduidt waar mogelijk groendaken gerealiseerd kunnen worden.
- **Identificatie van potentiële collectieve infiltratiezones:** geïdentificeerde lokale depressies in het landschap waar mogelijk omliggende verharding via boven- of ondergrondse RWA-assen naar kan afwateren.

Voor de landschappelijke klimaatadaptatietypologieën werden volgende kaarten toegevoegd:

- **(Historisch) natte gebieden:** geïdentificeerde gebieden die lagergelegen zijn, en mogelijk van nature sterk vernat zijn.
- **Zones voor het uitbouwen van infiltratiepoelen:** gebieden in de open ruimte die lager dan de omgeving, en bijgevolg mogelijk als infiltratiepoel kunnen fungeren. Deze kaart is hetzelfde als bovenstaande kaart "Identificatie van potentiële collectieve infiltratiezones", en wordt dus niet apart besproken.
- **Potentiële grachten:** lijnvormige depressies in het landschap die mogelijk potentiële grachten voorstellen.



Voor elk van de kansenkaarten worden in de paragrafen hieronder extracten toegevoegd die inzoomen op een of meerdere gebieden. De volledige kaarten werden in digitaal formaat mee opgeleverd bij het klimaatadaptatieplan.

Tot slot wordt meegegeven dat deze kansenkaarten via GIS-analyses werden opgemaakt. Bijgevolg blijft het belangrijk om de geldigheid lokaal te verifiëren vooraleer concrete lokale strategieën uitgewerkt worden.

#### *2.3.4.1 Potentiële quick-wins wegenis*

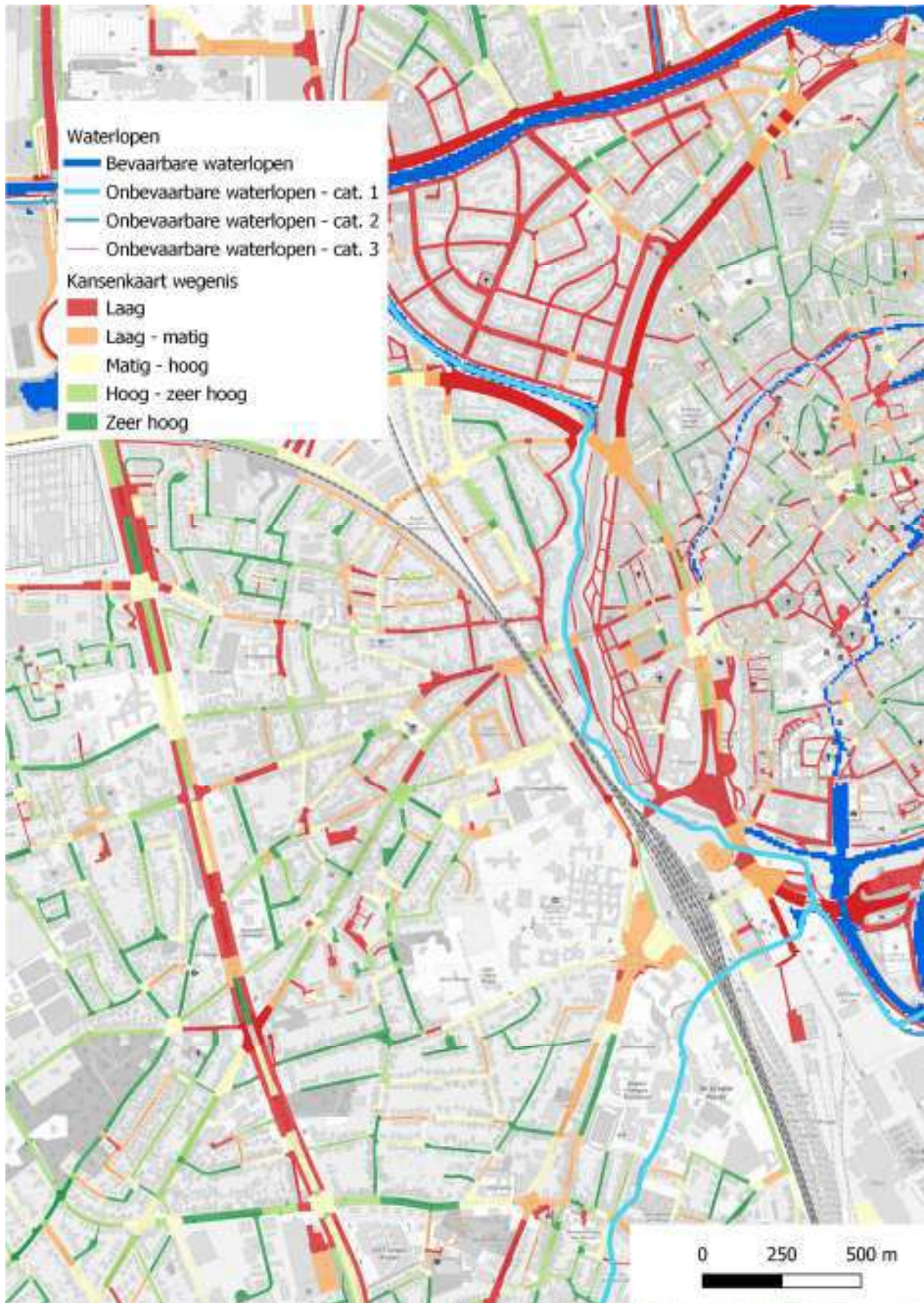
Deze kansenkaart toont geïdentificeerde lager gelegen delen van de wegenis, en combineert deze met de (huidige) afwateringssituatie (naar RWA riolering, gemengde riolering of naar omliggend groen). Door deze informatie te combineren worden potentiële quick-wins ingeschat voor het ontharden van strategisch gelegen laagste zones van de wegenis, waarnaar mogelijks ook omliggende verharding naar kan afwateren. Een voorbeeld is het ontharden van 1 of 2 parkeerplaatsen, en het laten afwateren van de wegenis naar deze ontharde zones. Dergelijke aanpak heeft een grote impact op droogte, doordat zelfs bij een geringe infiltratieoppervlakte en bergend vermogen alsnog veel water kan infiltreren (zie ook §4.1.3 voor een concrete berekening ter verduidelijking). Dergelijke strategie heeft echter slechts een beperkte invloed op wateroverlast, doordat over het algemeen er te weinig water opgeslagen kan worden.

Om de potentiële zones in te schatten werd het digitaal hoogtemodel gecombineerd met een verhardingskaart, de GRB wegeniskaart en de rioleringsdatabank. Voor elk wegsegment werd een inschatting gemaakt van de potenties. Hoe meer laaggelegen punten er in het wegsegment voorkomen, hoe hoger de potentie. Daarnaast werd ook rekening gehouden met de huidige afwateringssituatie. Indien de verharding afwatert naar groen (en dus niet naar de riolering) worden de potenties als zeer laag ingeschat: het lokaal ontharden zal immers slechts zeer weinig impact hebben, doordat verondersteld wordt dat het merendeel van het afstromend water nu reeds zal infiltreren. Verharding die afwatert naar het gemengd stelsel krijgt de hoogste potenties. Het gemengd stelsel komt immers ten gevolge van klimaatverandering verder onder druk te staan, met meer pluviale overstromingen en vaker werkende rioleringsoverstorten. Het ontlasten van de gemengde riolering heeft dus prioriteit. Wegenissegmenten die nu afwateren naar de RWA-riolering worden beoordeeld als een "matig" potentieel. Deze assen wateren veelal af naar waterlopen, maar zijn soms alsnog (voorlopig) nog aangesloten op gemengde assen. Bovendien kunnen dergelijke assen ook nog steeds pluviale overstromingen veroorzaken, en is het lokaal infiltreren te verkiezen boven elke vorm van afvoer. Figuur 16 toont het geïdentificeerde afwateringstype voor elk wegsegment (gemengde riolering, gescheiden riolering, geen afvoer of onbekend).



Figuur 16: Identificatie van het afwateringstype van elk wegsegment.

Figuur 17 toont het resultaat van de uitgevoerde GIS-analyses. Deze kaart toont voor elk wegsegment het geïdentificeerde potentieel voor het lokaal ontharden van een deel van de wegnis, en het laten afstromen van de omliggende verharding. Dergelijke kaart werd gebiedsdekkend opgemaakt voor gans het grondgebied van Brugge.



Figuur 17: Geïdentificeerde potenties (laag tot zeer hoog) voor het realiseren van quick-wins in de vorm van lokale ontharding van lager gelegen wegdelen voor infiltratie.

Figuur 18 zoomt in naar de Caroline Poppstraat in Assebroek bij wijze van illustratie. De wegdelen die lager gelegen zijn dan de rest van de wegbaan zijn aangegeven door de rode pixels. Hoe

donkerder rood een pixel, hoe lager deze gelegen is. Het wegsegment toont de potenties op vlak van mogelijke quick-wins. Hoe meer wegdelen lager gelegen zijn, hoe hoger het potentieel. Ook wegenis die naar gemengde riolering afwatert krijgt een hogere score zoals eerder beschreven. In de Caroline Poppstraat zijn er op de kaart grote potenties aanwezig. Validatie toont inderdaad dat er lageregelegen parkeerplaatsen aanwezig zijn, waar bovendien een rioleringsafwatering voorzien is. Als doeltreffende klimaatadaptatiemaatregel met beperkte kost kunnen enkele van deze parkeerplaatsen lokaal onthard worden (door deze bijvoorbeeld uit te voeren in grasdallen) en het verhogen of verwijderen van de rioleringskolk. Op die manier kan het water van dit wegsegment afwateren naar de groene zone en infiltreren. Bij uitzonderlijk hevige regen kan het water alsnog afgevoerd worden naar de riolering via de bestaande slokker. Het spreekt voor zich dat de praktische uitvoeringsdetails een grote impact hebben op de effectiviteit van deze maatregel.



Figuur 18: Zoom naar de Caroline Poppstraat in Assebroek. De lager gelegen wegdelen zijn aangegeven in de rood gekleurde pixels. De kleur van het ganze wegsegment toont het potentieel van de wegbaan en maakt snelle lokale vergelijkingen tussen wegsegmenten mogelijk.

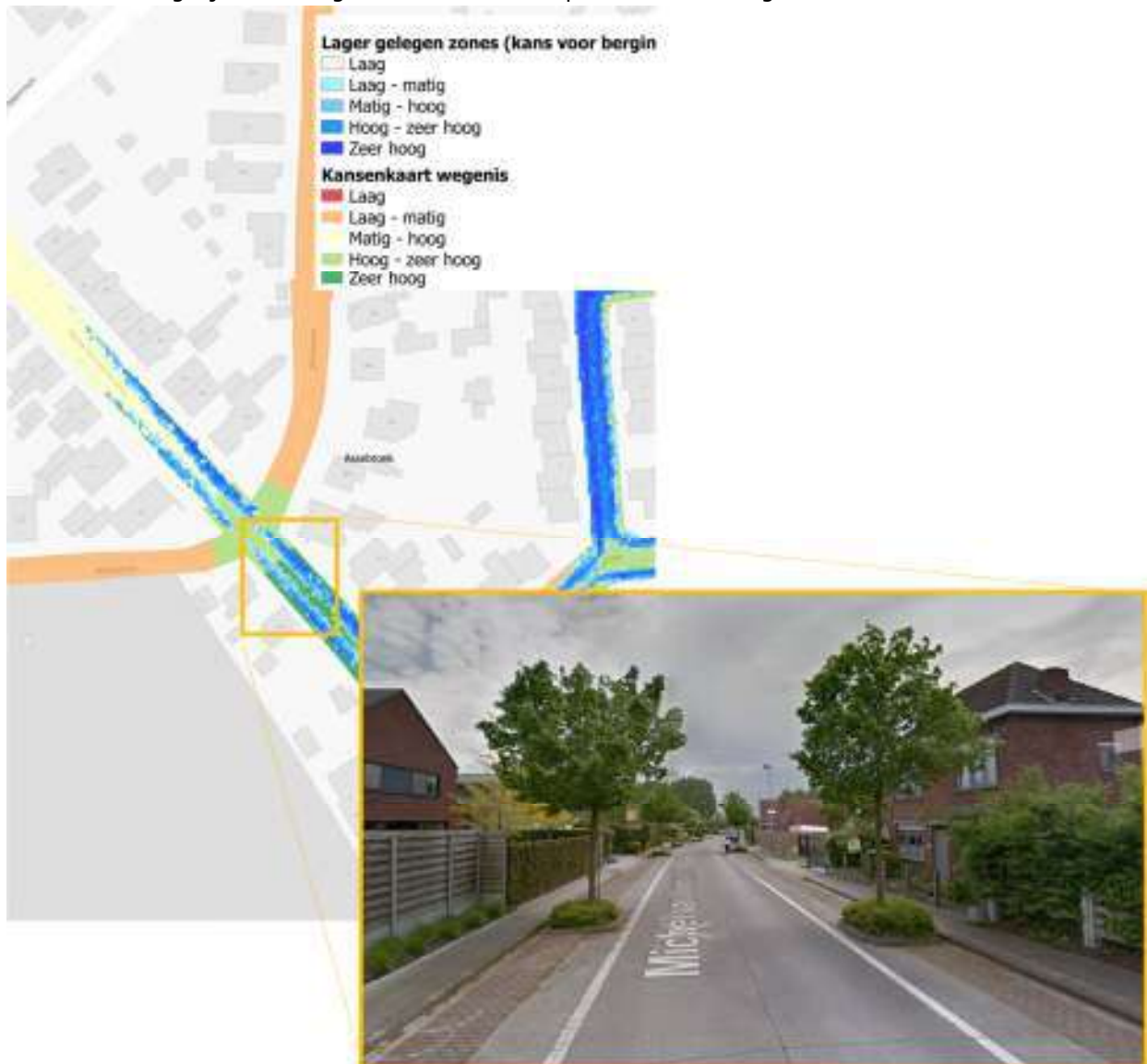
Figuur 19 toont als tweede voorbeeld de Ontmijnerslaan op de grens van Sint-Michiels en Sint-Andries. Ook dit plein wordt gekenmerkt door een zeer hoge verhardingsgraad, waarbij de verharding echter dieper gelegen is dan de omgeving. Bovendien bevindt er zich een weinig groene berm die op vlak van waterhuishouding echter geen functie vervult. Beter is om de verharding rechtstreeks naar dergelijke groene berm te laten afwateren. Dit zorgt voor meer infiltratie en dus grondwatervoeding, en kan tijdelijk water vasthouden voor het beperken van wateroverlast. Dit laatste is echter pas significant indien ook grotere waterhoogtes tijdelijk vastgehouden kunnen worden: het "gecontroleerd water op straat toelaten". Dergelijke meer innovatieve concepten kunnen bijvoorbeeld als proefproject op dit soort wegenis gerealiseerd worden.



Figuur 19: Zoom naar de Ontmijnerslaan op de grens van Sint-Michiels en Sint-Andries. De lager gelegen weggedelen zijn aangegeven in de rood gekleurde pixels. De kleur van het ganse wegsegment toont het potentieel van de wegbaan en maakt snelle lokale vergelijkingen tussen wegsegmenten mogelijk.

Figuur 20 toont als derde voorbeeld de Michel van Hammestraat in Assebroek. Deze straat is geflankeerd door parkeerstroken en verharde bermen links en rechts van de wegbaan. Sommige van deze stroken zijn nu reeds iets lager aangelegd dan de omgeving, en vormen dus de ideale verzamelplaats voor water. Door deze stroken gericht te ontharden en rechtstreekse afstroming naar de riolering te verhinderen (maar bijvoorbeeld wel mogelijk te houden bij extreme neerslag

door de kolken te behouden maar iets hoger te plaatsen), kan er veel water van de straat lokaal infiltreren. Dergelijke maatregelen hebben een impact zonder al te grote werken te vereisen.



Figuur 20: Zoom naar de Michel van Hamme straat in. De lager gelegen weggedelen zijn aangegeven in de rood gekleurde pixels. De kleur van het ganse wegsegment toont het potentieel van de wegbaan en maakt snelle lokale vergelijkingen tussen wegsegmenten mogelijk.

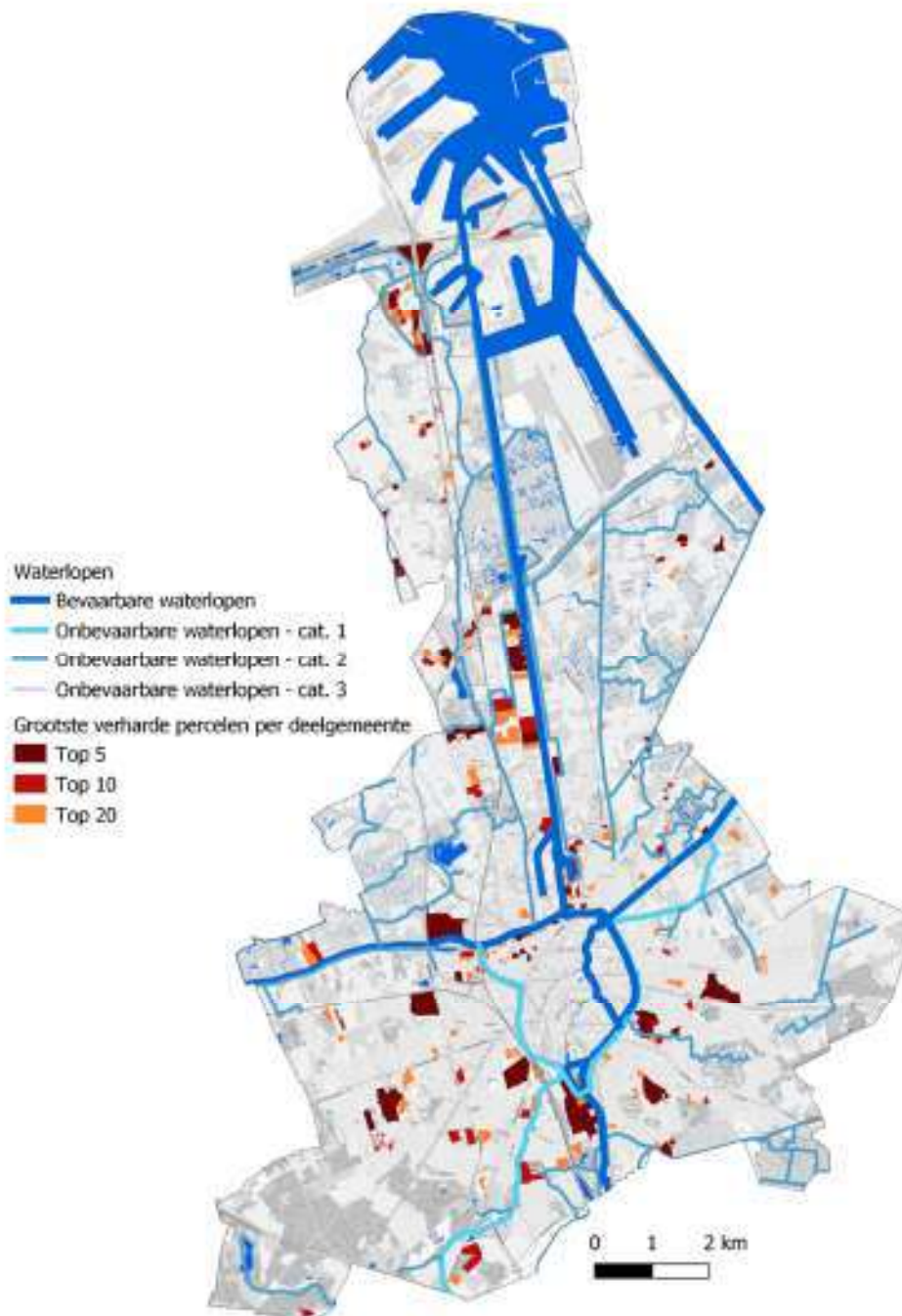
De ingeschatte oppervlaktes die kunnen afwateren naar dergelijke quick-wins worden in paragraaf 2.4 gebruikt voor het becijferen van de potentiële impact op vlak van droogte en wateroverlast.

De potenties werden op grote schaal via GIS-analyses ingeschat. De resultaten kunnen bijgevolg lokaal afwijken van de realiteit, en er altijd een toetsing vooraf nodig is vooraleer projecten lokaal uitgewerkt worden.

#### 2.3.4.2 Grootste verharders per deelgemeente

Deze kanskaart toont per deelgemeente de 20 grootste private percelen met de meeste verharding. Deze analyse werd uitgevoerd op basis van het Gemeentelijk Referentiebestand en de Bodemafdekkingskaart Vlaanderen versie 2015.

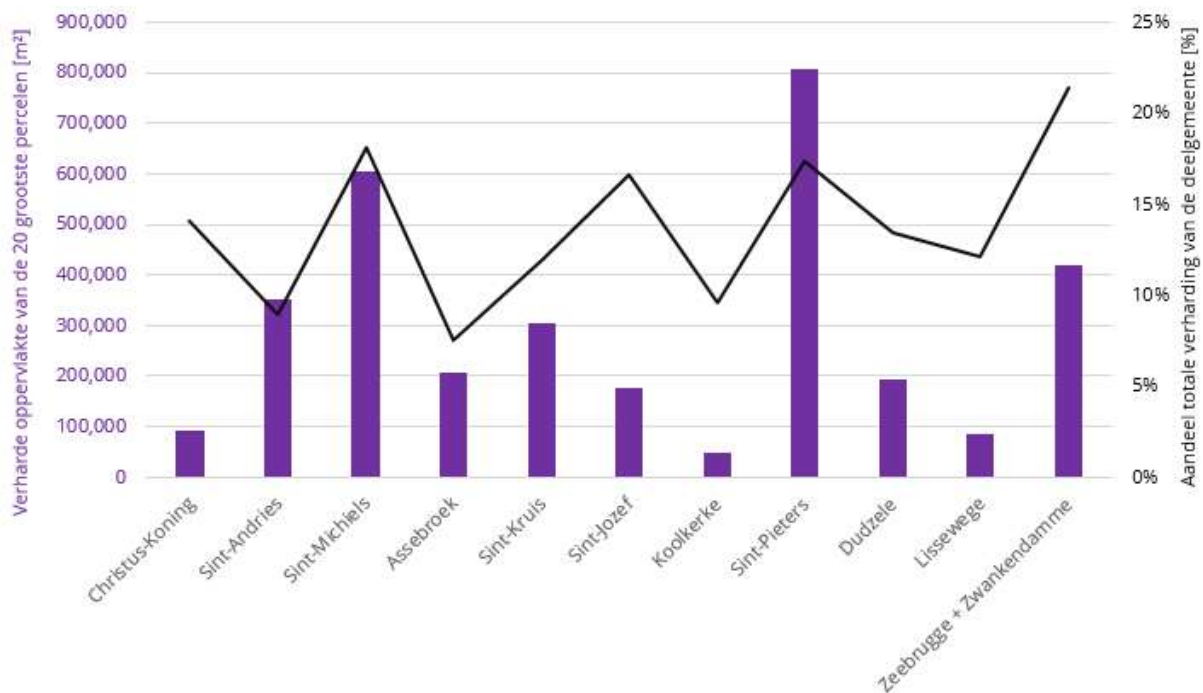
Figuur 21 toont het resultaat van de verhardingsanalyse. Voor elke deelgemeente werden de 20 percelen met de grootste verharding geïdentificeerd. Aangezien de deelgemeentes zoals Koolkerke, Lissewege en Christus-Koning beperkter zijn in oppervlakte en bovendien een lagere industriële activiteit hebben, zijn de "top verharders" dan ook beperkter in omvang dan bijvoorbeeld in Sint-Pieters of Sint-Michiels of Zeebrugge.



Figuur 21: De 20 grootste verharders per deelgemeente.

Figuur 22 toont een meer gedetailleerde analyse van deze top verharders. De figuur toont de totale verharde oppervlakte die deze 20 percelen (per deelgemeente) omvatten. Tegelijk wordt hun aandeel in de *totale* verharding van de deelgemeente getoond op de rechters om hun grootte in perspectief te plaatsen. De top 20 van Sint-Pieters beslaat de grootste verharde oppervlakte: net

meer dan 800.000 m<sup>2</sup>. Dit betekent dat elk van de geïdentificeerde percelen gemiddeld 4 hectare effectieve verharding telt. In totaal zijn deze 20 percelen verantwoordelijk voor iets meer dan 15% van de totale verharding in Sint-Pieters. Het spreekt voor zich dat het klimaatadaptiever maken van hun hemelwaterbeheer een significante impact kan hebben op de waterhuishouding van de ganze deelgemeente, en dit door slechts een gering aantal perceelseigenaars te betrekken. Ook voor Sint-Jozef, Sint-Michiels en vooral Zeebrugge en Zwankendamme (tezamen beschouwd in deze analyse) zijn de top 20 verharders verantwoordelijk voor 15% tot 22% van de totale verharding van de deelgemeente. Maar ook in de overige deelgemeentes zijn de grootste verharders goed voor een significant aandeel van de totale verharding.



Figuur 22: Analyse van de top 20 verharders per deelgemeente.

Een tekortkoming van deze kaart en analyse is dat er geen rekening gehouden kan worden met de huidige afwatering van de percelen. Zo is er geen data bekend of het perceel al dan niet voorzien is van bronmaatregelen, of dat de verharding mogelijks reeds afwatert naar groen of een waterloop in plaats van de riolering. Een lokale validatie is bijgevolg altijd nodig. De cijfers geven echter wel reeds een indicatie van de grootteorde van de verharding veroorzaakt door enkele individuele percelen.

De impacts van het volledig afkoppelen van deze grootste verharders op droogte en wateroverlast worden in paragraaf 2.4 becijferd. In die berekening wordt voor de eenvoud ervan uit gegaan dat de ganze percelen nu afwateren naar de riolering zonder bronmaatregelen. De gegevens ontbreken om dit te valideren op de beschouwde schaal.

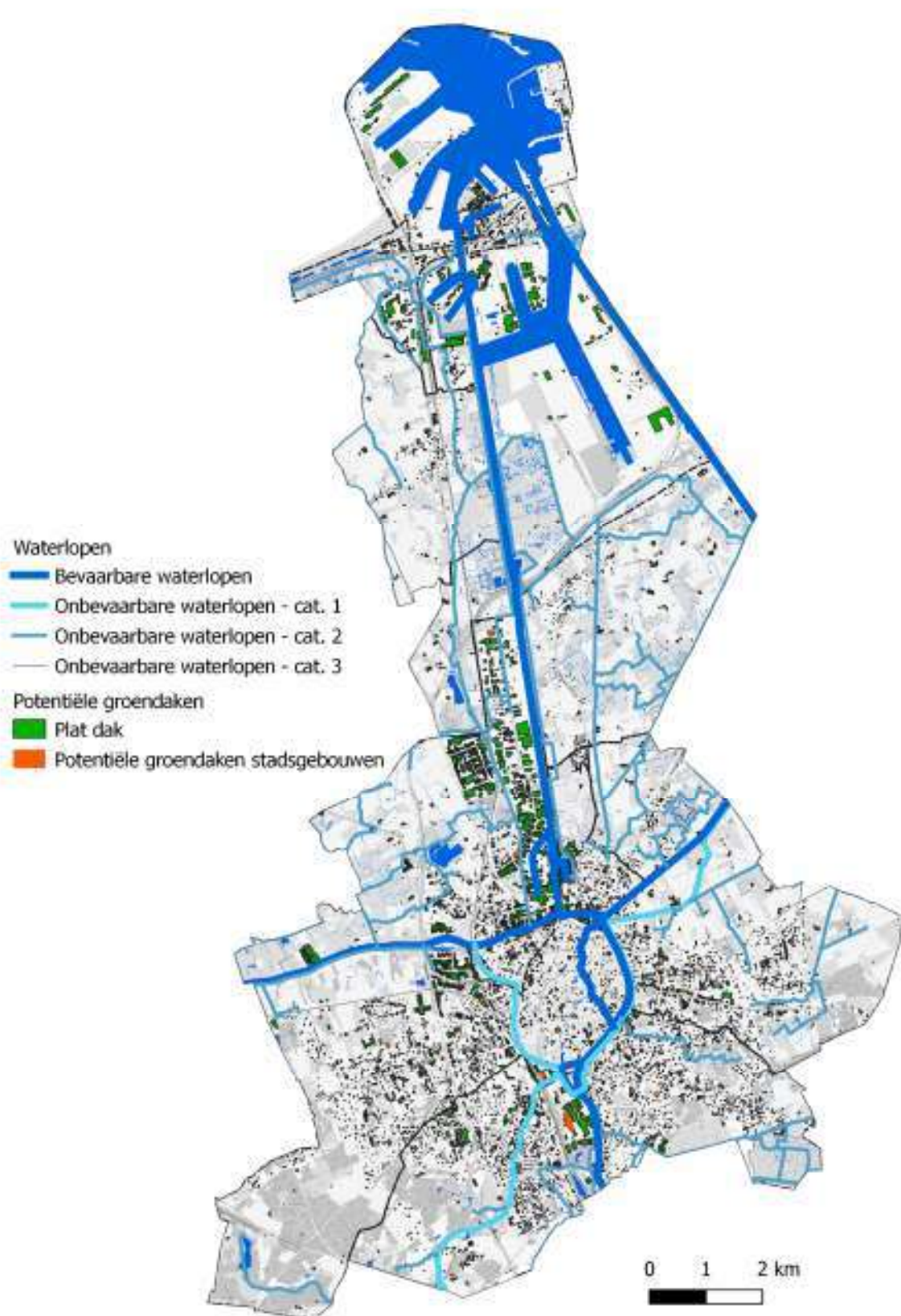
#### 2.3.4.3 Groendakenpotentieel

Deze kanskaart toont alle platte daken op het grondgebied Brugge. Ze werden geïdentificeerd via een GIS-analyse op basis van het fjnschalig digitaal hoogtemodel en het Gemeentelijk Referentiebestand (GRB). De analyse houdt geen rekening met de draagkracht van het dak. Bijgevolg toont deze analyse de bovengrens van de gebouwen die mogelijks met een groendak uitgerust kunnen worden.

Figuur 23 toont de geïdentificeerde platte daken over het ganze grondgebied. De gebouwen in eigendom of beheer van de stad werden apart geïnventariseerd en aangeduid. Door de sterk



uitgezoomde weergave zijn de individuele daken moeilijk te onderscheiden. De kaarten werden daarom ook in digitale vorm opgeleverd bij dit plan.



Figuur 23: Kaart die de platte daken aanduidt over gans het grondgebied Brugge.

De analyse toonde aan dat er voor circa 4.2 miljoen m<sup>2</sup> platte daken aanwezig zijn op het grondgebied van Brugge, verspreid over ongeveer 14.100 gebouwen. In deze analyse werd het havengebied niet beschouwd.

Ook het stadspatrimonium werd apart geïdentificeerd. Circa 100 gebouwen in eigendom of beheer van de stad zijn uitgerust met platte daken, goed voor een totale verharde oppervlakte van 119.000 m<sup>2</sup>.

#### 2.3.4.4 *Identificatie van potentiële collectieve infiltratiezones*

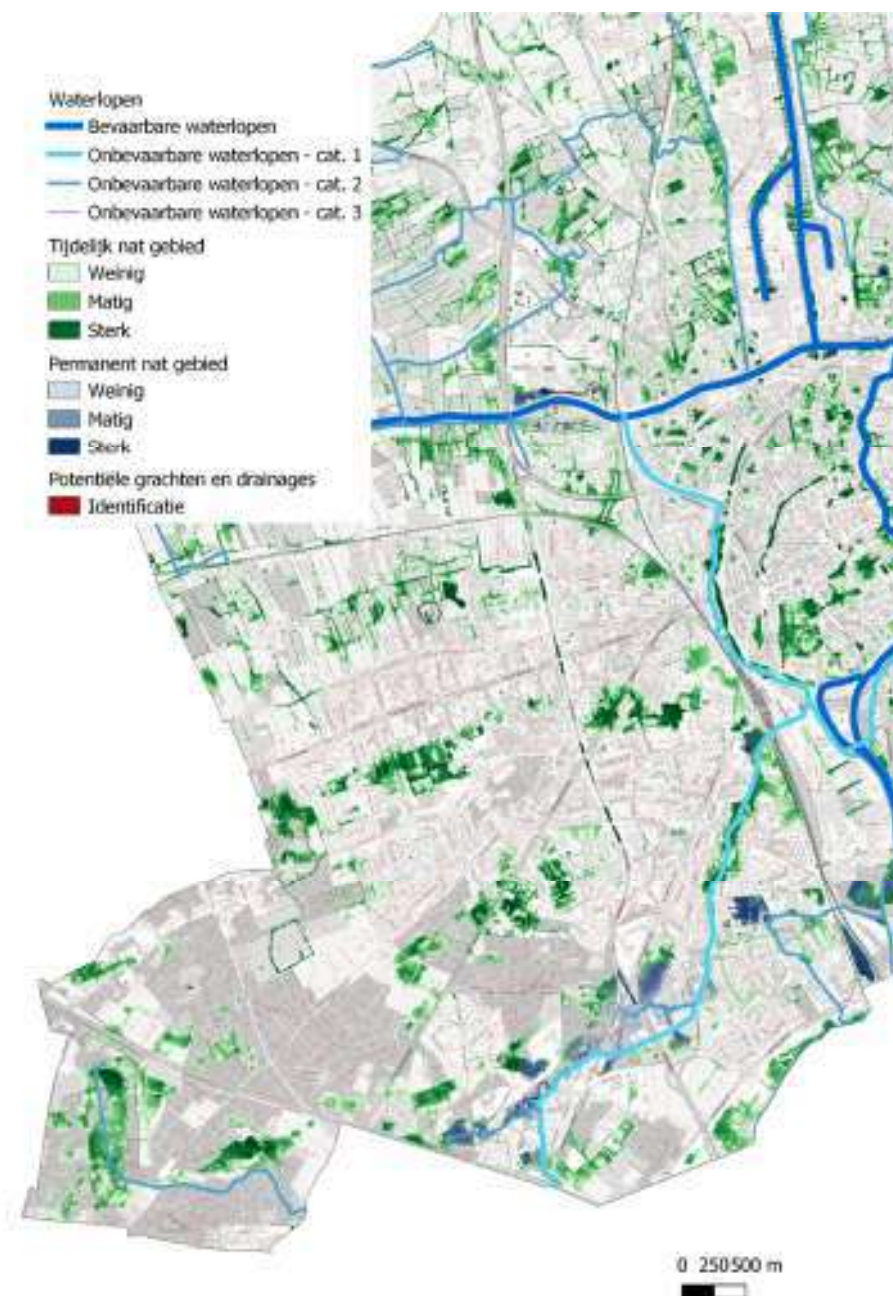
Deze kansenkaart toont de zones die lager gelegen zijn in het landschap, en zo mogelijke collectieve infiltratiepoelen vormen waar het water via RWA-assen naartoe afgeleid kan worden. Lokale infiltratiepoelen zorgen voor het bijvullen van de grondwatertafel, gaan op die manier verdroging tegen, maar kunnen ook het rioleringsstelsel ontlasten en zo rioleringsoverstorten en –overstromingen verminderen. Ze kunnen dus een belangrijke schakel vormen in het creëren van een klimaatrobuuste waterhuishouding. Door dergelijke poelen op grote schaal in te schakelen in de (stedelijke) waterhuishouding, wordt de natuurlijke hydrologische cyclus hersteld.

De kaart is gebaseerd op de Watersysteemkaart die ontwikkeld werd binnen het Europese PROWATER project door Staes en Meire (2020). De kaart is opgesteld via een analyse van het hoogresolutie digitaal hoogtemodel. Er werd geen rekening gehouden met de lokale infiltratiecapaciteit. De infiltratiecapaciteit is (in tegenstelling tot het ontwerp van individuele bronmaatregelen in de stedelijke omgeving) echter ook van minder belang voor dergelijke collectieve infiltratiegebieden: deze poelen worden veelal niet gekenmerkt door zeer harde of scherpe grenzen. Het opvangen water komt in een meer natuurlijke kom terecht, waar het geruime tijd krijgt om te infiltreren. Verwacht wordt dat dergelijke infiltratiepoelen dus ook in het meer noordelijk poldergebied van Brugge uitgebouwd kunnen worden waar de infiltratiecapaciteit lager is. Zij zullen daar zogenaamde wetlands vormen, of natte gebieden.

Figuur 24 toont een extract van de opgemaakte kaart. De groene gebieden zijn de gebieden waar er mogelijks collectieve infiltratievoorzieningen (of wetlands) geïnstalleerd kunnen worden. Hoe donkerder groen, hoe dieper de depressie in het landschap, en dus hoe meer water er lokaal vastgehouden kan worden. Bij toekomstige projecten in het openbaar domein kan men trachten om het hemelwater (boven- of ondergronds) af te voeren naar dit soort collectieve poelen indien meer lokale opties niet mogelijk zijn. Op die manier kan alsnog een groot percentage van het afstromend hemelwater infiltreren.

Figuur 25 zoomt verder in naar de wijk Sint-Andries. Hierbij blijkt dat ook een gebied zoals de “Koude Keuken” geïdentificeerd werd. Dit park werd recentelijk heraangelegd en fungeert als een voorbeeldproject in Vlaanderen op vlak van blauwgroene maatregelen en integratie in de omgeving. Het gebied is infiltratiegevoelig (waarmee bedoeld wordt dat er infiltratie mogelijk is, wat dus positief is), en er bevindt zich nu reeds een wadi. Gezien de diepere ligging van Koude Keuken ten opzichte van de ruimere omgeving zou ook water hiernaar afgeleid kunnen worden. Op die manier zou het afstromend water dat nu niet naar bronmaatregelen afgeleid wordt alsnog (deels) kunnen infiltreren. Bovendien wordt zo het bestaande rioleringsstelsel ontlast, wat minder pluviale overstromingsrisico's en overstorten geeft. Ook kan op die manier bespaard worden op de aanleg van dure RWA-riolering: men kan het water immers meer lokaal bijhouden, en het moet minder ver afgevoerd worden.

Net zoals bij de overige kansenkaarten geldt dat de kaart zelf nog nader gevalideerd moet worden. De kaart is nu gebaseerd op GIS-analyses, maar lokale afwijkingen zijn mogelijk.



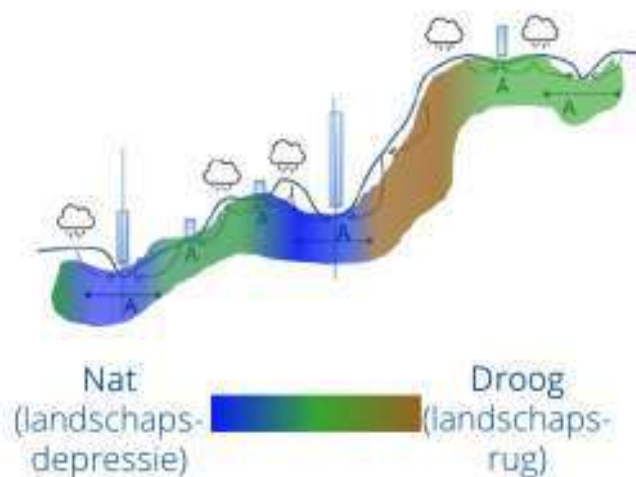
Figuur 24: Extract van de kaart met geïdentificeerde collectieve infiltratiezones (gebaseerd op Staes en Meire, 2020).



Figuur 25: De Koude Keuken werd als potentiële collectieve infiltratiezone die geïdentificeerd werd.

#### 2.3.4.5 Identificatie van (historisch) natte gebieden

Deze kanskaart toont de lager gelegen depressies in het landschap die door hun lagere ligging wellicht zeer nat van nature zijn. Grondwater uit de ruimere omgeving (tot kilometers ver) kan hier dagzoomen door hun komvormige topografie. Figuur 26 illustreert dit, tezamen met de tijdelijk natte gebieden (de potentiële collectieve infiltratiepoelen, zie §2.3.4.4). Deze kanskaart is gebaseerd op de Watersysteemkaart opgemaakt door Staes en Meire (2020).



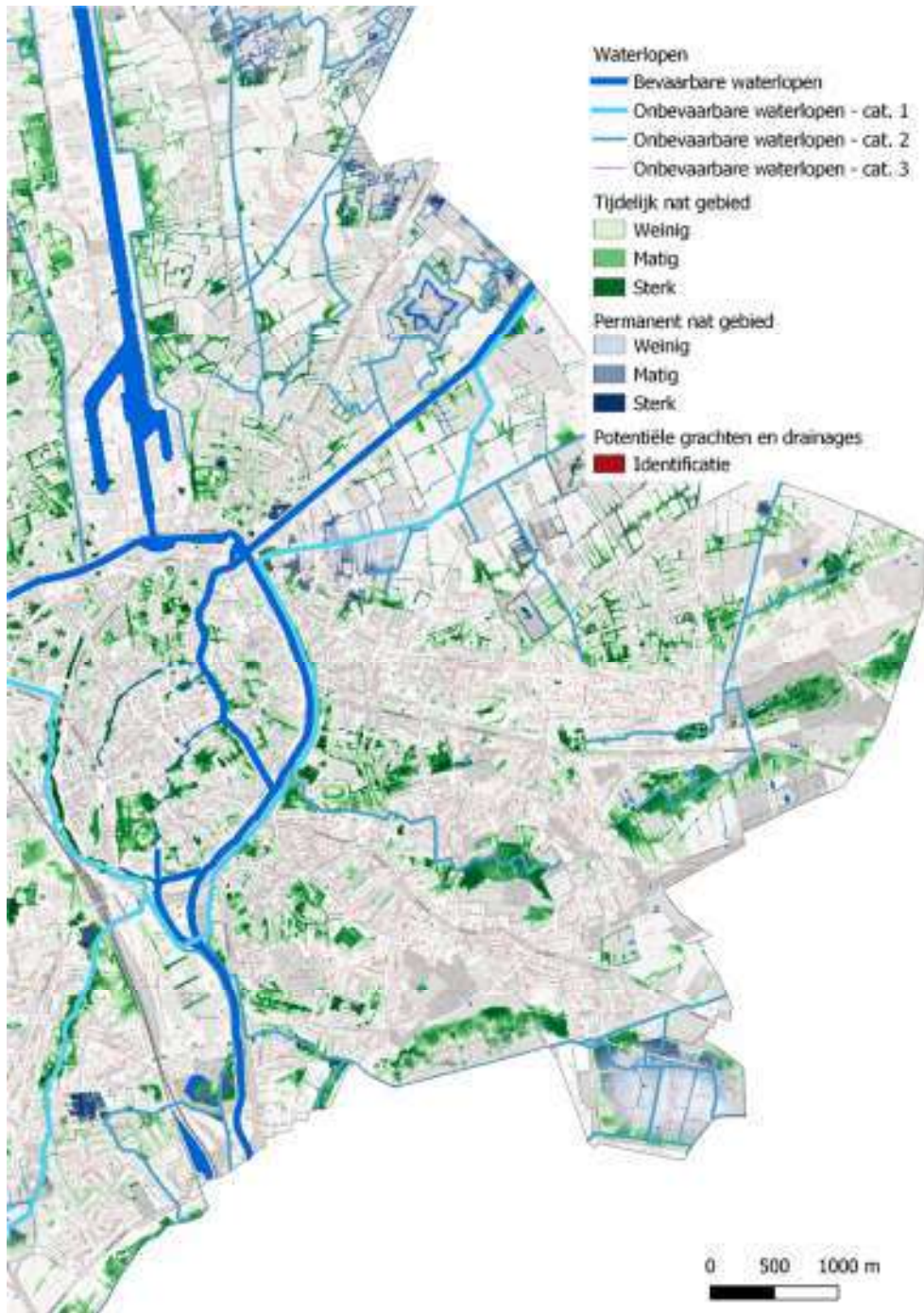
Figuur 26: Verduidelijking van de landschapsdepressies: blauw zijn de (wellicht) permanent natte (kwel-)gebieden, groen de tijdelijk natte (infiltratie)gebieden en bruin de drogere infiltratiegebieden. Gebaseerd op Staes en Meire (2020).

Sommige gebieden zijn in de praktijk mogelijk niet meer sterk vernat, terwijl de kanskaart wel nog natte gebieden aangeeft. Dit kan verklaard worden doordat in de loop der tijd drainages werden

aangelegd in de natte gebieden om deze bouwrijp of geschikt voor landbouw te maken. De lagere komvormige ligging in het landschap blijft echter, waardoor nog steeds grondwater naar deze zones stroomt. Door deze gebieden dus (blijvend) te draineren, wordt verdroging dus verder in de hand gewerkt.

Klimaatadaptatiemaatregelen moeten zich bijgevolg richten op het afbouwen en stoppen van dergelijke drainages, en inzetten op het opnieuw vernatten en dus herstellen van deze gebieden. Er zijn verschillende acties opgenomen in de actielijst die hierop inzetten.

Figuur 27 toont een extract van de kaart. Hierop zijn enkele permanent natte gebieden geïdentificeerd, zoals bijvoorbeeld de Assebroekse meersen, rond het Fort van Beieren, diverse zones in de poldergebieden en ook langs de Damse Vaart. Gebieden zoals de Gemene Weidebeek en Maleveld werden als "tijdelijk" nat geïdentificeerd. De volledige kaart werd digitaal opgeleverd.



Figuur 27: Permanent natte (blauw) en tijdelijk natte (groen) zones. Gebaseerd op Staes en Meire (2020).

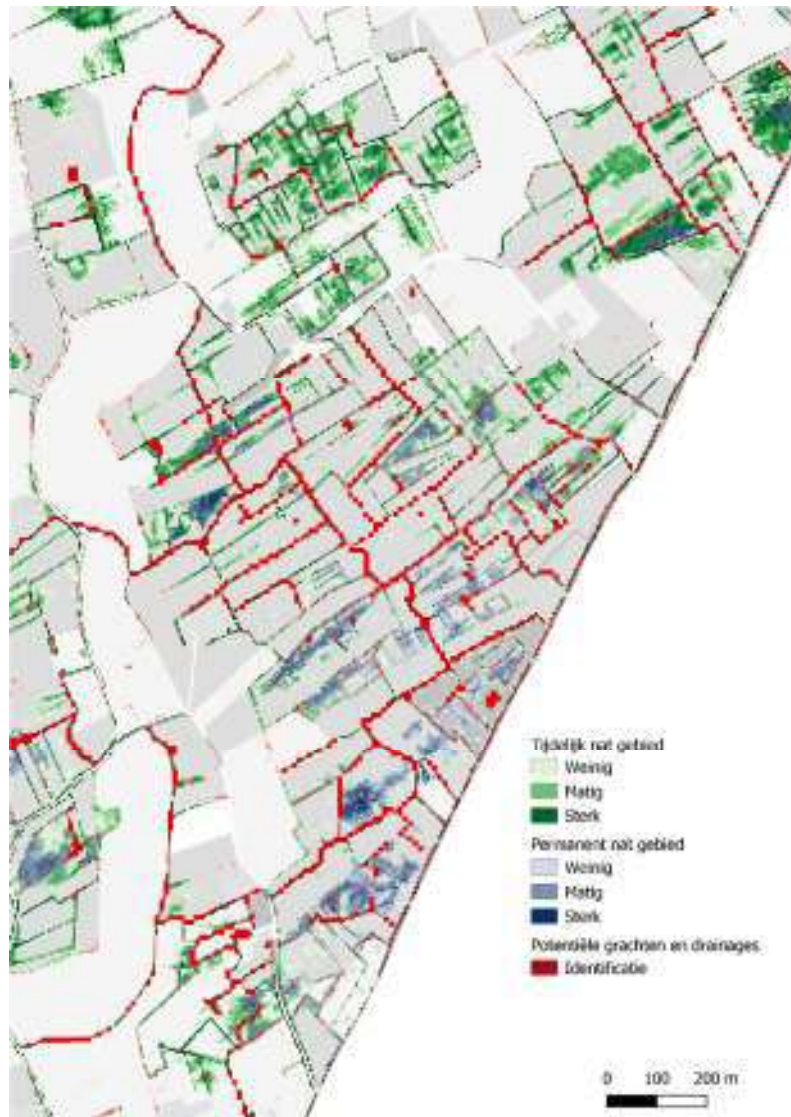
#### 2.3.4.6 Identificatie van potentieel aanwezige grachten

Deze kansenkaart toont de mogelijks aanwezige grachten. Deze grachten werden geïdentificeerd op basis van lijnvormige depressies in het landschap. De kaart is gebaseerd op de Watersysteemkaart (Staes en Meire, 2020).

Grachten spelen een belangrijke rol in de waterhuishouding, en in het bijzonder in poldergebieden en andere natte gebieden. Ze controleren het grondwaterpeil, en bepalen dan ook hoe nat gebieden zijn. Een verkeerd peilbeheer kan gebieden sterk verdrogen. Dit leidt tot watertekorten, een slechte waterkwaliteit en finaal tot een verlies van het aquatisch leven. In de polders leidt een onaangepast peilbeheer ook tot een sterkere verzilting. Een goed peilbeheer is erop gericht om water maximaal

vast te houden in de winter, waarbij als gevolg ook sommige gebieden onder water komen te staan. Dit soort natte periodes vult de grondwatertafel echter structureel aan, en gaat (in de polders) verzilting tegen. Het huidig peilbeheer is er vaak op gericht om water in die natte periodes zo snel mogelijk af te voeren. Een aangepast peilbeheer is dus noodzakelijk.

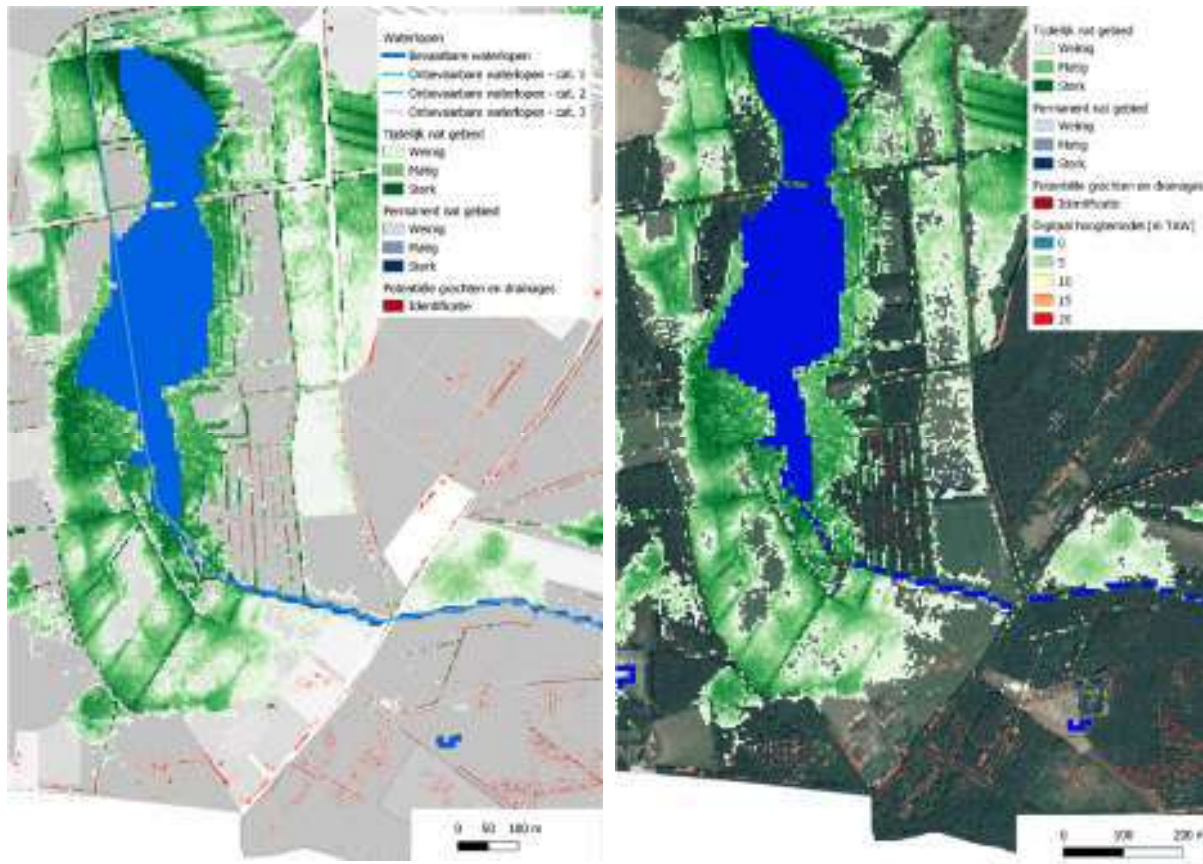
Deze kaart identificeert alvast de mogelijke grachten (zie Figuur 28), en kan de basis vormen van een inventarisatie van de huidige toestand. Dit is een noodzakelijk instrument voor handhaving, omdat op die manier gedempte grachten geïdentificeerd kunnen worden in de toekomst, en een herstel opgelegd kan worden. Bovendien helpt de kaart bij het opmaken van meer duurzame en afgestemde peilafspraken, zoals binnenkort ook zal gebeuren in de Oudlandpolder.



Figuur 28: Extract van de opgemaakte kaart van de omgeving van Dudzele. De rode lijnvormige elementen stellen de geïdentificeerde grachten voor. Gebaseerd op de Staes en Meire (2020).

Naast dergelijke (grotere) grachten die een belangrijke rol spelen in de oppervlaktewaterhuishouding, werden ook kleinere lijnvormige elementen geïdentificeerd die gebieden mogelijks draineren. In bosgebieden werden bijvoorbeeld rabatten teruggevonden. Rabatten zijn geulen die vroeger aangelegd werden om gebieden te draineren en bosbouw mogelijk te maken. Dergelijke rabatten zijn nog steeds terug te vinden in de bossen in de omgeving van het Duivelsnest (Sint-Michiels) zoals zichtbaar op Figuur 29. Het is niet geweten of deze rabatten nu

nog steeds drainerend werken, omdat het gebied reeds sterk verdroogd is. De resultaten van deze GIS-analyse moeten bijgevolg ook nog op het terrein gevalideerd worden.



Figuur 29: Geïdentificeerde rabatten (dunne rode lijnen) in de omgeving van het Duivelnest die vroeger aangelegd werden om het gebied te draineren. Gebaseerd op Staes en Meire (2020).

## 2.4 Scenario uitwerking en impacts

### 2.4.1 Scenario's

**Deze paragraaf becijfert de impact van verschillende stedelijke klimaatadaptatiescenario's op droogte en wateroverlast.** Via deze analyses is geweten wat de mogelijke impact is van bepaalde acties of maatregelen op de klimaatuitdagingen. Concreet wordt berekend hoe na bepaalde ingrepen de toekomstige situatie op vlak van droogte en wateroverlast zich verhoudt ten opzichte van de situatie vandaag. De berekeningen gaan hierbij uit van een "hoog impact"-klimaatscenario (zie ook §2.2.2), en de uitdagingen berekend in §2.2.3.

De impact van scenario's wordt berekend ten opzichte van **volgende uitdagingen**:

- **Wateroverlast "T5"**: deze uitdaging beschouwt specifiek de pluviale overstromingsrisico met een terugkeerperiode van 5 jaar. Wanneer de scenario's deze uitdaging behalen, betekent dit dat in het toekomstig klimaat (met tijdshorizon 2030, 2040 of 2050; afhankelijk van de doelstelling) de pluviale overstromingsrisico's met een terugkeerperiode van 5 jaar gelijkaardig zijn als die van het huidig klimaat.
- **Wateroverlast "T20"**: deze uitdaging is gelijkaardig aan "Wateroverlast T5", maar beschouwt een terugkeerperiode van 20 jaar. Aangezien in het toekomstig klimaat vooral



de neerslagextremen (bij hogere terugkeerperiode) toenemen, is deze uitdaging dus groter dan die bij T5.

- **Droogte:** deze uitdaging bekijkt de gemiddelde jaarlijkse infiltratievolumes van een deelgebied. In tegenstelling tot de doelstellingen rond wateroverlast zijn deze dus niet gelinkt aan 1 specifieke terugkeerperiode, maar wordt een gemiddelde situatie beschouwd. Wanneer de scenario's deze uitdaging behalen, betekent dit dat de gemiddelde jaarlijkse infiltratie in het toekomstig klimaat gelijkaardig is als die in het huidig klimaat. Hierbij moet de belangrijke opmerking gemaakt worden dat deze volumes in de toekomst, zelfs bij het behalen van de doelstelling, meer gespreid zullen zijn over het ganse jaar. Zo worden de winters natter en de zomers droger. Het is bijgevolg van belang om, naast het verzekeren dat hetzelfde jaarlijks volume infiltreert, ook maatregelen te nemen die een drainage van het geïnfiltreerde water via bijvoorbeeld grachten verminderen.

**Als scenario's wordt het implementeren van bronmaatregelen op verharding beschouwd.**

Deze scenario's richten zich bijgevolg vooral op de stedelijke uitdagingen rond water. Zoals reeds besproken in de inleiding (§2.1) is het ganse klimaatadaptatieplan evenwel ruimer opgevat dan de stedelijke waterhuishouding. Het plan beschouwt evenzeer acties in het buitengebied, of acties met focus op hittestress. De lezer wordt hiervoor doorverwezen naar de lijst met acties in §3. De modelberekeningen beperken zich echter tot de stedelijke waterhuishouding.

Vanzelfsprekend is een zeer groot aantal scenario's rond bronmaatregelen en verharding denkbaar. Het is onmogelijk om al deze denkbare combinaties voor elk deelgebied afzonderlijk door te rekenen. Daarom werden vaste implementatiestrategieën doorgerekend voor elk deelgebied, zoals bijvoorbeeld het implementeren van bronmaatregelen op 10 of 20% van de residentiële percelen. Deze resultaten worden allen apart gerapporteerd per deelgebied en uitgezet ten opzichte van de uitdaging. Vervolgens is een "herschaling" mogelijk van de (combinaties) van maatregelen, zodat voor elk deelgebied een optimale strategie verkregen wordt voor het opvangen van de problemen rond wateroverlast en droogte. Dit concept wordt nader geïllustreerd aan de hand van de simulatieresultaten in volgende paragrafen.

**Tabel 2 toont de verhardingscijfers per deelgemeente** die aan de basis liggen van de scenarioberekeningen. Deze cijfers zijn berekend op basis van de Bodemafdekkingskaart (versie 2015, zijnde de meest recent beschikbare versie), verschillende lagen van het Gemeentelijk Referentiebestand (GRB) en de landgebruikskaart (versie 2016, eveneens de meest recent beschikbare versie).

Uit de analyse is af te leiden dat Sint-Pieters de grootste verharde oppervlakte heeft (circa 4,6 miljoen m<sup>2</sup>), gevolgd door Sint-Andries (3,9 miljoen m<sup>2</sup>) en Sint-Michiels (3,3 miljoen m<sup>2</sup>). De deelgemeentes met het minste verharding zijn Zwankendamme (0,1 miljoen m<sup>2</sup>), Koolkerke (0,5 miljoen m<sup>2</sup>) en Christus-Koning (0,7 miljoen m<sup>2</sup>). Merk op dat het havengebied (de dokken en uitbouw in de Noordzee) niet opgenomen zijn in de analyse omdat die een andere aanpak vergen op vlak van klimaatadaptatie (zie ook de ruimtelijke typologie "haven" in §2.3.2). Verder toont de tabel de oorsprong van deze verharding, verspreid over de residentiële percelen, niet-residentiële percelen en wegenis. De meer residentiële woonwijken springen hierbij in het oog. Zo is in Koolkerke ongeveer 51% van de verharding afkomstig van residentiële percelen, gevolgd door Assebroek (48%), Sint-Kruis (46%) en Lissewege (38%). In andere deelgemeentes zijn de niet-residentiële percelen verantwoordelijk voor het grootste deel van de verharding. Zo is 59% van de verharding in Sint-Pieters afkomstig van niet-residentiële percelen (voornamelijk industrie). In Zeebrugge (exclusief de haven) is dat 46%, gevolgd door het historisch centrum van Brugge met 41% (veroorzaakt door kerkelijke gebouwen, scholen, en commerciële en tertiaire gebouwen). Het is logischerwijs ook duidelijk dat de wegenis verantwoordelijk is voor een groot deel van de verharding. In de deelgemeentes Christus-Koning, Dudzele en Lissewege is wegenis zelfs verantwoordelijk voor het grootste aandeel van de totale verharding.

Verder toont de tabel ook enkele "kansen" inzake klimaatadaptatie. Deze kansen omvatten het klimaatadaptatief inrichten van de grootste verharde percelen per deelgemeente (zie ook de kanskaart §2.3.4.2) en de mogelijke quick-wins voor wegenis die geïdentificeerd werden in §2.3.4.1. Deze quick-wins omvatten lager gelegen weggedelen die na (lokale) ontharding gebruikt kunnen worden om water van de rest van de wegbaan naartoe af te leiden en te laten infiltreren. De percentages in de tabel tonen telkens het aandeel van deze categorie (top verharder of quick-win wegenis) in de totale verharding van de deelgemeente. Hoe hoger het getoonde percentage, hoe groter de kans en dus impact. Uit de analyse blijkt dat er voor sommige deelgemeentes grote potenties zijn op vlak van de grootste verharders. Zo zou het klimaatadaptief inrichten van de 20 percelen met grootste verharding maar liefst 23% van de totale verharding in Zeebrugge (exclusief de haven) kunnen aanpakken. Er wordt verwezen naar §2.3.4.2 voor een kaart met overzicht van de grootste verharde percelen per deelgemeente. Ook in Zwankendamme, Sint-Michiels, Sint-Pieters zijn de telkens 20 grootste verharde percelen verantwoordelijk voor een zeer groot aandeel van de totale verharding (17% tot 19%). Op vlak van quick-wins voor wegenis lijken er vooral veel kansen te liggen in Lissewege, Dudzele en Koolkerke. Voor deze deelgemeentes zou grootteorde 25% van de totale verharding kunnen afwateren naar dergelijke quick-wins langs wegenis. Dit zijn vanzelfsprekend niet toevallig de meer landelijke gemeentes, waar vaker bredere wegen zijn aangelegd met parkeerstroken. Maar ook in de denser bebouwde deelgemeentes zijn er kansen, zoals bijvoorbeeld in Sint-Andries, Sint-Jozef, Sint-Kruis of Sint-Pieters. Er wordt verwezen naar §2.3.4.1 voor de kaart die per wegsegment de kansen aanduidt voor dergelijke quick-wins, en een prioritering omvat.

Naast de verharding is ook de **infiltratiecapaciteit** een belangrijk gegeven in het berekenen van de impacts van scenario's. Vooral op vlak van wateroverlast heeft de infiltratiecapaciteit van buffers een belangrijke impact: hoe hoger de infiltratiecapaciteit, hoe sneller het water infiltreert en hoe meer buffering er terug vrij komt om nieuwe buien op te vangen. Zolang bronmaatregelen gedimensioneerd worden volgens de Gewestelijke Stedenbouwkundige Verordening (GSV) Hemelwater of Code van Goede Praktijk voor het ontwerp van rioleringen (CvGP) blijkt de infiltratiecapaciteit een beperktere invloed te hebben op de hoeveelheden die infiltreren. De voorziene buffercapaciteit bij dergelijke bronmaatregelen is immers voldoende om veruit het grootste deel van de neerslag op te vangen en te laten infiltreren. Berekeningen geven aan dat in Brugge, zelfs in gebieden waar lagere infiltratiecapaciteiten zijn, circa 95% of meer van de totale neerslagafstroming kan infiltreren in zo'n bronmaatregelen. In de scenario's werd gerekend met een effectieve infiltratiecapaciteit van 5.7 mm/u in het poldergebied (dat overeenkomt met een typisch slechter doorlatend lemig-kleiige bodemtextuur), en 45 mm/u in het zuiden (dat overeenkomt met een matig doorlatend zand). Er wordt verwezen naar §4.1 voor meer gedetailleerde berekeningen omtrent de bronmaatregelen.

	Verharde oppervlakte [m <sup>2</sup> ]	% verhard	Aandeel verharding			Kansen			Mogelijke quick-wins wegenis
			Residentiële percelen	Niet residentiële percelen	Wegenis	5 grootste verharde percelen	10 grootste verharde percelen	20 grootste verharde percelen	
<b>Assebroek</b>	2723261	31%	48%	23%	28%	4%	6%	8%	9%
<b>Brugge-centrum</b>	2756016	65%	32%	41%	27%	3%	5%	8%	5%
<b>Christus-Koning</b>	661230	64%	35%	21%	44%	7%	10%	14%	2%
<b>Dudzele</b>	1447900	9%	28%	31%	41%	6%	9%	13%	25%
<b>Koolkerke</b>	504194	12%	51%	17%	32%	4%	6%	10%	22%
<b>Lissewege</b>	691898	8%	38%	23%	39%	4%	8%	12%	26%
<b>Sint-Andries</b>	3941619	21%	36%	33%	31%	4%	6%	9%	15%
<b>Sint-Jozef</b>	1066970	43%	30%	35%	35%	7%	11%	17%	13%
<b>Sint-Kruis</b>	2558878	18%	46%	26%	28%	7%	9%	12%	12%
<b>Sint-Michiels</b>	3347109	29%	28%	39%	33%	10%	14%	18%	12%
<b>Sint-Pieters</b>	4630192	29%	18%	59%	22%	7%	11%	17%	7%
<b>Zeebrugge (excl. haven)</b>	1835850	45%	16%	46%	39%	9%	15%	23%	5%
<b>Zwankendamme</b>	128344	15%	37%	31%	32%	10%	14%	19%	15%

Tabel 2: Samenvatting van de verharde oppervlakte per deelgemeente, het aandeel van (1) de residentiële percelen, (2) de niet-residentiële percelen en (3) de wegenis in de totale verharding. Daarnaast zijn ook kansen voor klimaatadaptatie beschreven aan de hand van het aandeel van verharding van de 5, 10 en 20 grootste verharde percelen in de deelgemeente, en het aandeel van mogelijke quick-wins aan wegenis ten opzichte van de totale verharding in de deelgemeente.

## 2.4.2 Impactresultaten droogte

Deze paragraaf beschrijft de impactresultaten van de verschillende beschouwde scenario's op vlak van droogte. Concreet werd becijferd hoe sterk de gemiddelde jaarlijkse infiltratievolumes afnemen wanneer er geen maatregelen getroffen worden tegen 2050, en in hoeverre de verschillende scenario's dit kunnen compenseren. Deze analyses houden geen rekening met de te verwachten toename aan verharding ten gevolge van stedelijke expansie en bevolkingsgroei. Deze zullen de uitdagingen op vlak van droogte nog groter maken.

**Uit de analyse blijkt dat er een afname te verwachten is van 29% tegen 2050 voor de gemiddelde jaarlijkse infiltratie voor het hoge-impact scenario wanneer er geen maatregelen genomen worden.** Ruwweg betekent dit dat er jaarlijks ongeveer 1/3<sup>de</sup> minder water infiltreert. Bovendien zal het infiltratievolume sterker gespreid zijn over de tijd dan in het huidig klimaat: een groter aandeel zal in de winter infiltreren, en zomers worden significant droger. Verwacht wordt dat dergelijke afname van grootteorde 1/3<sup>de</sup> een zeer grote impact zal hebben op de algemene droogtetoestand, met een significante impact op droogtestress bij vegetatie. Ook zullen waterlopen sneller droogvallen en is er een afname van de waterkwaliteit te verwachten, met negatieve impacts op het aquatisch leven. Het is dus van belang om enerzijds de hoeveelheid infiltratiewater te verhogen, en anderzijds het water ook langer vast te houden in de ondergrond. De hoeveelheid infiltratiewater werd becijferd aan de hand van onderstaande scenario's.

**Concreet werden scenario's uitgerekend rond het implementeren van residentiële percelen, niet-residentiële percelen, wegenis en combinaties daarvan.** Voor elk scenario werd een aandeel van de verharding uitgerust met bronmaatregelen die conform de huidige regelgeving gedimensioneerd werden. Overal werd uitgegaan van "infiltrerende" bronmaatregelen, en geen bronmaatregelen met vertraagde afvoer aangezien deze geen impact hebben op droogte.

**Figuur 30 toont de impactscenario's voor elke deelgemeente.** Negatieve percentages geven de daling weer in het gemiddeld jaarlijks infiltratievolume voor het jaar 2050 ten opzichte van het klimaat van vandaag. Positieve percentages tonen een vooruitgang, en dus een vermeerdering van het gemiddeld jaarlijks infiltratievolume.

Er vallen grote verschillen op in de resultaten over de verschillende deelgemeentes. **Voor de sterk verstedelijkte gebieden kan het verminderd infiltratievolume gemakkelijker gecompenseerd worden.** In het historisch centrum en in Christus-Koning volstaat het dat circa 20% van de verharding van residentiële percelen bijvoorbeeld uitgerust wordt met infiltrerende bronmaatregelen om de verminderde infiltratievolumes in de deelgemeente op te vangen. Voor Assebroek en Sint-Jozef zou het voorzien van bronmaatregelen op alle residentiële verharding volstaan om klimaatverandering op te vangen (op vlak van jaarrond infiltratievolume). **Het voorzien van bronmaatregelen op residentiële percelen heeft dus veel potenties in Assebroek, het historisch centrum, Christus-Koning en Sint-Jozef.** Vanuit praktisch oogpunt zijn er wellicht weinig mogelijkheden om bronmaatregelen in het historisch centrum te installeren, maar de analyse geeft aan dat de mogelijke impact van de maatregelen wel groot kan zijn. Bijgevolg moet, zeker ook in het historisch centrum, ingezet worden op dergelijke bronmaatregelen. Dat kan bijvoorbeeld eenvoudigweg het afkoppelen van de regenwaterpijp van de achterste dakhelft naar de tuin zijn, zodat het water daar kan infiltreren. Als dit gerealiseerd zou worden op alle daken van residentiële percelen in het centrum zou de gemiddelde jaarlijkse infiltratievolumes mogelijks stijgen met grootteorde 39% tegen 2050 in plaats van een daling met 29%. Gelijkaardige conclusies gelden voor de overige vermelde deelgemeentes.

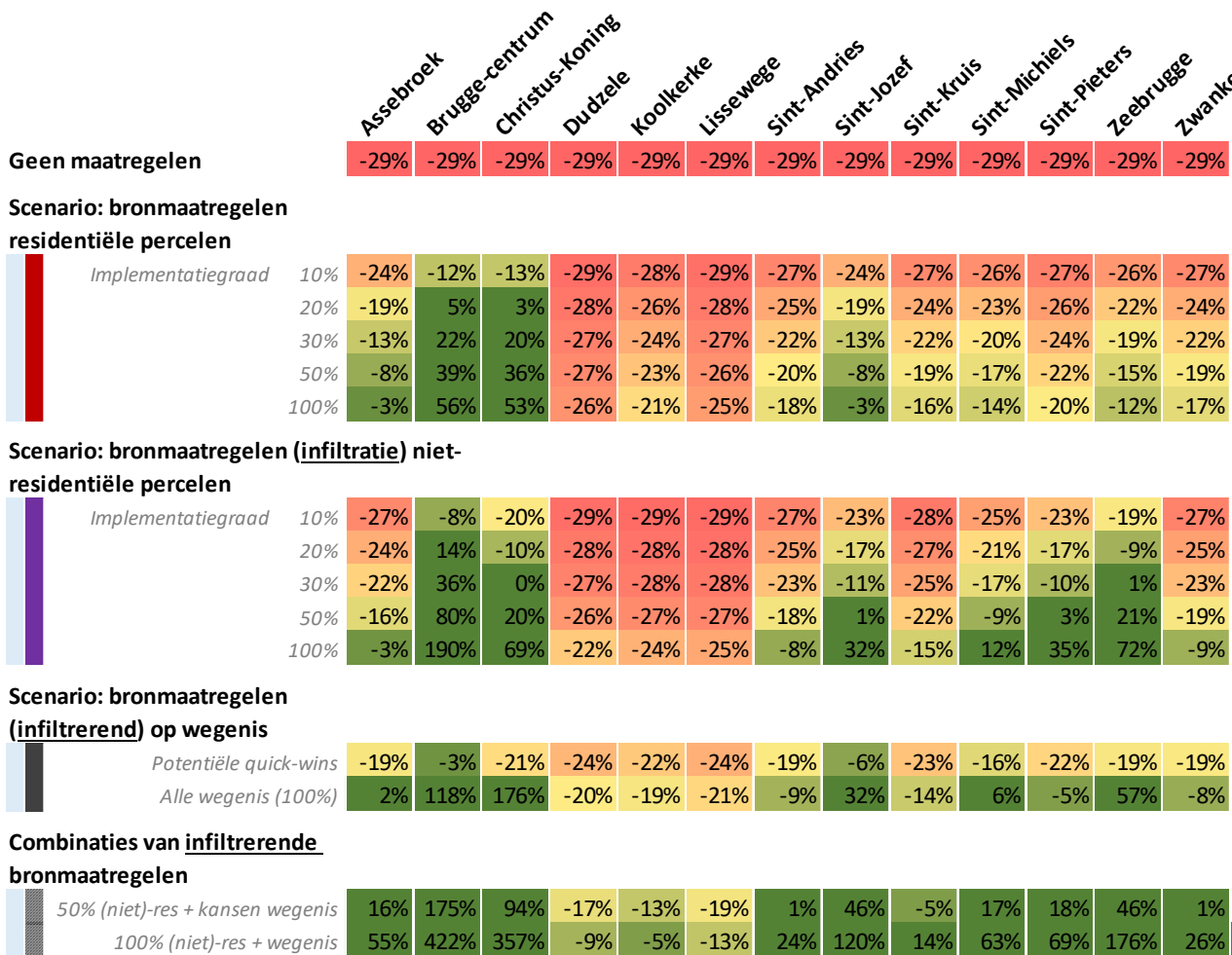
Voor andere deelgemeentes tonen de niet-residentiële percelen grotere potenties. **Zo kan het sterk uitbouwen van bronmaatregelen op de niet-residentiële percelen de klimaateffecten op vlak van stedelijke droogte opvangen voor Zeebrugge, Sint-Pieters, Sint-Michiels, Sint-Jozef, Christus-Koning, het historisch centrum van Brugge en Assebroek.**

Aangezien de **wegenis** een groot aandeel heeft in de totale verharding van elke deelgemeente, kan ook het uitbouwen van bronmaatregelen aan de wegenis een oplossing bieden aan de stedelijke droogteproblematiek (op vlak van infiltratievolumes) in de meeste deelgemeentes. Echter, in de praktijk is het voorzien van bronmaatregelen op *alle* wegenis niet haalbaar door een gebrek aan ruimte. De analyse geeft echter aan dat ook quick-wins al een significante impact kunnen hebben, in bijzonder in het historisch centrum (waar de quick-wins weliswaar relatief beperkt zijn, maar wel een grote impact kunnen hebben), en Sint-Jozef.

**Belangrijk om op te merken is evenwel dat er geen enkele doorgerekende strategie volstaat om de verminderde infiltratievolumes ten gevolge van klimaatverandering op te vangen in de meer landelijke gebieden, zoals Dudzele, Koolkerke en Lissewege.** Deze minder verstedelijkte gebieden hebben logischerwijs een kleiner aandeel verharding. De mogelijke impact van bronmaatregelen op de droogteproblematiek is dan ook beperkter. **Het is dus essentieel dat in Dudzele, Koolkerke en Lissewege, maar in feite ook in alle andere deelgemeentes, bijkomende maatregelen getroffen worden om het oppervlakte- en grondwater maximaal vast te houden.** Enkel zo kan de droogteproblematiek in die deelgemeentes adequaat aangepakt worden. Dit kan gerealiseerd worden door alle vormen van drainage te beperken (in bijzonder in de vorm van een onafgestemd peilbeheer van de grachten), door lokale depressies in het landschap te behouden en te herstellen die water kunnen vasthouden en laten infiltreren, en gebieden in de winter tijdens natte periodes te laten overstromen.

## DROOGTE

Onderstaande percentages tonen de gemiddelde jaarlijkse afname (en toename) van het infiltratievolume voor het hoge impactscenario 2050 ten opzichte van het huidig klimaat voor verschillende scenario's.



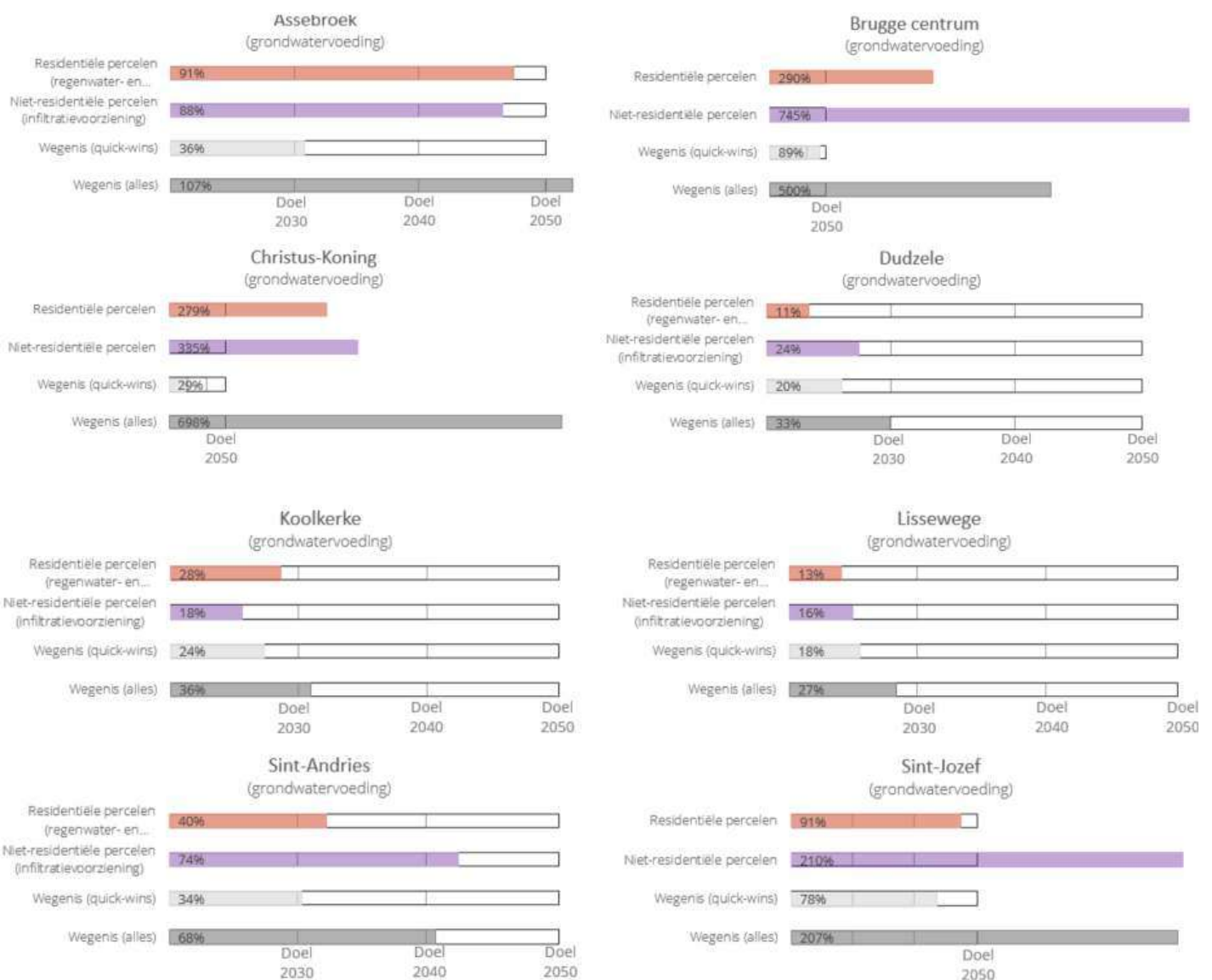
Figuur 30: Impactresultaten van de verschillende scenario's op vlak van droogte voor het jaar 2050. Negatieve getallen tonen een afname van de jaarlijkse infiltratievolumes in het jaar 2050 ten opzichte van het huidig klimaat. Zonder maatregelen wordt een afname van grootteorde 29% verwacht.

Vanzelfsprekend zal in de praktijk gegaan worden voor een combinatie van een brongerichte aanpak op de residentiële en niet-residentiële percelen, en wegenis, alsook op de inzet van maatregelen die niet in de doorgerekende scenario's vervat zijn (zoals het aangepast peilbeheer en beperken van drainages). Het actieprogramma (§3) reflecteert dergelijke meer evenwichtige aanpak. Ook wordt benadrukt dat het inzetten op bronmaatregelen *altijd* een duurzame strategie is die gevolgd moet worden. Het is niet omdat bijvoorbeeld bronmaatregelen slechts een beperktere impact hebben op de globale waterhuishouding van een gebied, dat zij daarom niet geïmplementeerd moeten worden. Ze kunnen weldegelijk lokaal een belangrijke impact hebben.

Tot slot wordt meegegeven dat deze cijfers niet als exact te interpreteren zijn. Er zijn significante onzekerheden, zowel op vlak van klimaatscenario's als bij de gebruikte modellen. De cijfers hierboven geven echter de best mogelijke inschatting van de problematiek en impacts. Ze houden evenwel geen rekening met lokale drainage door grachten bijvoorbeeld. Met andere woorden, zelfs al geven de scenario's een volledige compensatie aan van de daling van het gemiddeld jaarlijks infiltratievolume, dan nog kan er lokaal sprake zijn van verdroging doordat het geïnfiltrerd water er niet vastgehouden kan worden.

Figuur 31 toont dezelfde resultaten vanuit een ander perspectief. Het toont per deelgemeente in hoeverre elk scenario (bronmaatregelen aan residentiële percelen, aan niet-residentiële percelen, quick-wins bij wegenis of bronmaatregelen op alle wegenis) de verminderde infiltratievolumes kunnen opvangen. Wanneer een scenario het "doel 2050" bereikt zal dit scenario er wellicht in slagen om de verminderde infiltratievolumes die verwacht worden tegen 2050 op te vangen. Aanvullend op de vorige resultaten worden ook de uitdagingen voor 2030 en 2040 getoond. Voor elke balk worden ook de percentages getoond. Een balk van 100% betekent dus dat de verminderde infiltratievolumes (wellicht) volledig opgevangen kunnen worden. Een balk van 200% betekent dat de tekorten opgevangen worden, en er bovendien nog eens zoveel extra water zal infiltreren (wat echter niet betekent dat de ganse infiltratievolumes verdubbelen).

De resultaten worden niet meer afzonderlijk besproken, omdat dezelfde conclusies als hierboven beschreven gelden. De figuren worden toegevoegd om snel een overzicht te krijgen van de potentiële impact.





Figuur 31: Samenvatting van de impact van scenario's op de wateruitdaging droogte. De scenario's "residentiële percelen", "niet-residentiële percelen" en "wegenis (alles)" gaan uit van een maximale implementatiegraad. Het scenario "wegenis (quick-wins)" houdt enkel rekening met de geïdentificeerde kansen voor (slimme) ontharding.

### 2.4.3 Impactresultaten wateroverlast (T5 en T20)

Een gelijkaardige analyse gebeurde voor wateroverlast. Concreet werd becijferd of de scenario's de overstromingsveiligheid met een bepaalde terugkeerperiode hetzelfde kunnen houden in het huidige en toekomstig klimaat. Op vlak van wateroverlast wordt gekeken naar een terugkeerperiode van 5 jaar (T5) en 20 jaar (T20). Zoals toegelicht is sinds een tiental jaar de ontwerpnorm voor nieuwe rioleringen verstrengd van een toelaatbare frequentie van water op straat van 5 jaar naar 20 jaar. Deze verhoging kwam er om te reageren en anticiperen op het veranderend klimaat. In de praktijk voldoen in Vlaanderen de meeste rioleringsstelsels vanzelfsprekend nog niet aan deze verstrengde norm. De riolering heeft immers een lange levensduur, en aanpassingen kunnen slechts gradueel uitgerold worden. Ook voor Brugge is niet precies geweten wat de huidige overstromingsveiligheid is, aangezien er geen gedetailleerde modellen beschikbaar zijn (maar wel in opmaak). Vermoedelijk zal de reële overstromingsveiligheid van de rioleringen dus dichterbij de terugkeerperiode van 5 jaar aanleunen.

De impactanalyse van de scenario's beschouwt daarom zowel een terugkeerperiode van 5 jaar als 20 jaar. Dit rapport beschrijft enkel de resultaten voor een terugkeerperiode van 20 jaar, aangezien dat overeenkomt met de huidige rioleringsontwerpnorm. De resultaten voor terugkeerperiode 5 jaar zijn terug te vinden in Bijlage B. De nodige inspanningen om het veiligheidsniveau met een terugkeerperiode van 20 jaar in het toekomstig klimaat gelijk te houden als in het huidige klimaat



zijn (significant) groter dan voor een veiligheidsniveau van 5 jaar. Dit komt omdat het vooral de extreme piekregens zijn die sterk toenemen ten gevolge van klimaatverandering.

Er werden voor wateroverlast meer scenario's gesimuleerd dan voor droogte. Zoals eerder besproken heeft de infiltratiecapaciteit wel een grote impact op de piekafvoeren van bronmaatregelen en dus ook de overstromingsveiligheid. Ten gevolge van lagere infiltratiecapaciteiten (zoals in het noorden van Brugge) staan buffers langer vol tijdens en na een bui, waardoor er significant minder buffercapaciteit beschikbaar is om een aankomende bui op te vangen. Hierdoor nemen de piekafvoeren toe bij lagere infiltratiecapaciteiten, en neemt het overstromingsrisico toe. Als alternatief kan ingezet worden op buffers met vertraagde afvoer. Deze hebben veelal een knijpopening zodat de buffers gradueel kunnen leeglopen. Ze hebben echter 2 grote nadelen: (1) het volume dat infiltreert is verwaarloosbaar, waardoor de droogteproblematiek niet wordt aangepakt, en (2) de knijpopening moet in de praktijk vaak dermate klein zijn om de uitstromende debieten voldoende te beperken dat dit niet gerealiseerd kan worden. Door dit laatste kunnen vertraagde afvoeren enkel voor de grootste percelen worden toegepast (alleszins > 1.000 m<sup>2</sup> verharding). Hybrideoplossingen, waarbij een deel infiltratievolume voorzien wordt en een deel van de buffer versneld leegloopt via een opening, zijn in praktijk de beste strategie. Deze bronmaatregelen moeten op maat ontworpen worden. Stad Brugge gebruikt hiertoe de software Sirio, die specifiek voor die doelstelling ontwikkeld werd.

Door deze verschillende impacts op vlak van infiltratie of vertraagde afvoer, werd een groter aantal scenario's doorgerekend voor wateroverlast. Deze worden hieronder kort samengevat:

- **Bron van de verharding:**
  - Residentiële percelen
  - Niet-residentiële percelen (met onderscheid naar alle residentiële percelen en de grootste verharde percelen per deelgemeente)
  - Wegenis (met onderscheid naar alle wegenis en de geïdentificeerde quick wins in §2.3.4.1)
- **Type bronmaatregel:**
  - Regenwaterputten: er werden in elk scenario regenwaterputten ingerekend voor residentiële percelen. Voor niet-residentiële percelen werden er geen regenwaterputten ingerekend, omdat het niet mogelijk is het verwacht hergebruik generiek te bepalen.
  - Vertraagde afvoer: hierbij worden buffers voorzien met een vertraagde afvoer van 20 l/s/ha en een buffercapaciteit van 250 m<sup>3</sup>/ha verharding. Deze buffers zijn bijgevolg gedimensioneerd conform de geldende normen van de GSV Hemelwater en de CvGP.
  - Infiltratie: hierbij wordt enkel ingezet op infiltrerende bronmaatregelen. Er is dus geen vertraagde afvoer via een knijpopening. Bij hevige buien zal er wel nog een overstort van hemelwater plaatsvinden naar het afwaarts stelsel, omdat de huidige normering niet voorzien is op het opvangen van die meest extreme buien.
  - Afkoppeling: dit is het meest vergaande subscenario, waarbij verondersteld wordt dat de verharding *volledig* afgekoppeld kan worden van de riolering. Het water moet met andere woorden volledig lokaal blijven op het terrein (om te infiltreren en/of te gebruiken). De simulatie veronderstelt dat dus ook bij extreme piekbuien het water lokaal kan blijven, en ook bij de meest extreme buien niet wordt afgevoerd naar afwaarts.

Voor elk van de type-scenario's wordt ook een verschillende implementatiegraad gesimuleerd (bijvoorbeeld bronmaatregelen toegepast op 10% van alle residentiële bebouwing, 20%, 30%, 50% of 100%). Dit levert in totaal 34 verschillende scenario's, die telkens voor de 13 deelgemeentes gesimuleerd werden.

Figuur 32 toont de impactresultaten op wateroverlast T20 van deze scenario's. Dezelfde manier van presenteren werd gebruikt als voor de resultaten rond droogte. De percentages tonen de toename in omvang (overstromingsvolume) bij een gebeurtenis die zich eens om de 20 jaar herhaalt in het

klimaat 2050 ten opzichte van vandaag. Als er geen maatregelen genomen worden, neemt de omvang dus toe met grootteorde 54% in het hoge-impact scenario. Dit is vanzelfsprekend een zeer significante toename. De (combinaties van) scenario's brengen dit percentage naar beneden, en reduceren dus de omvang van de overstromingen. Negatieve percentages tonen een afname van de algemene overstromingsrisico's in het toekomstig klimaat.

**Onmiddellijk valt uit de figuur op dat het beperken van de wateroverlast (T20) een uitdagende opdracht is.** Er zijn significante inspanningen nodig om de overstromingsrisico's terug te dringen. De inspanningen voor het beperken van de risico's rond wateroverlast met een terugkeerperiode van 5 jaar (T5) zijn veel beperkter. Hiervoor wordt de lezer verwezen naar Bijlage B. Het implementeren van bronmaatregelen op (een groot deel) van de residentiële bebouwing slaagt erin de risico's (T20) enigzins te beperken. Om een verschil te maken is het evenwel al nodig om toch grootteorde 50% van de verharde oppervlakte van bewoning naar bronmaatregelen af te koppelen.

Het implementeren van bronmaatregelen aan niet-residentiële percelen heeft ogenschijnlijk minder effect op de wateroverlastrisico's. De oorzaak hierbij is dat de huidige normen voor het ontwerpen van bronmaatregelen niet afgestemd zijn op dit hoge impact klimaatscenario, en alsnog veel afstroming geven naar het ontvangend rioleringsstelsel. Het uniform vergroten van de (technische) buffers aan niet-residentiële percelen om deze mogelijke klimaatverandering op te vangen lijkt evenwel niet de beste oplossing. De precieze evolutie van klimaatverandering is immers nog onzeker, en harde infrastructuur uitbouwen om deze onzekere risico's op te vangen is niet ideaal. Beter is om ruimte te reserveren rond de bronmaatregelen die nu aangelegd worden, om deze later (gemakkelijker) uit te breiden indien nodig. Ook het afkoppelen van verharding van de riolering en ontharden zijn te verkiezen. Het inzetten op vertraagde afvoer in plaats van infiltratie heeft iets meer impact op de overstromingsrisico's (zowel in het zuiden waar een hogere infiltratiecapaciteit is alsook in het noorden), maar met het grote nadeel dat er geen water infiltreert en dit dus totaal geen oplossing biedt aan de droogteproblematiek. **Het afkoppelen van verharding heeft duidelijk veruit de grootste impact.** Dit scenario is dus veruit te verkiezen waar mogelijk. Het afkoppelen van verharding houdt in dat de afstroming van verharding volledig lokaal bijgehouden wordt, ook bij extremere buien. Zeker in de deelgemeentes met veel niet-residentiële verharding kunnen de risico's zelfs lager komen te liggen dan in het huidig klimaat bij een doorgedreven afkoppeling, zoals in Zeebrugge, Sint-Pieters, Sint-Michiels en het historisch centrum.

De simulaties tonen ook aan dat het afkoppelen van specifiek de **20 grootste verharde percelen** per deelgemeente reeds een significante impact kunnen hebben op de wateroverlastrisico's. Ze verlagen de toegenomen overstromingsrisico's van 54% naar grootteorde 19% tot 42% (afhankelijk van de verschillende deelgemeentes). De impact van het afkoppelen van deze 20 verharders is zelfs groter dan het voorzien van bronmaatregelen op alle residentiële percelen in sommige deelgemeentes. Echter, het voorzien van bronmaatregelen aan residentiële bewoning (en elders) heeft ruimere voordelen dan enkel wateroverlast alleen: ze zorgen via hun hergebruik voor een duurzamer watergebruik, en door infiltratie wordt de grondwatertafel aangevuld. Bovendien hebben de bronmaatregelen wél een grotere impact bij de hoogfrequente gebeurtenissen. Kortom, er moet *altijd* ingezet worden op bronmaatregelen bij residentiële percelen. Deze analyse toont echter nogmaals het belang van ook specifiek te focussen op de grootste verharders.

Voor de **wegenis** kunnen soortgelijke conclusies getrokken worden als voor de niet-residentiële percelen.

**De simulaties maken duidelijk dat enkel door in te zetten op combinaties van maatregelen de risico's rond wateroverlast (T20) sterk en op een kosteneffectieve manier gereduceerd kunnen worden.** Een evenwichtige aanpak is nodig, die ook afgestemd is op een duurzamer watergebruik en de droogteproblematiek. De afstemming tussen beide wordt besproken in §2.5.

Figuur 31, Figuur 33 en Figuur 34 tonen dezelfde resultaten vanuit een ander perspectief. Elke figuur toont per deelgemeente in hoeverre elk scenario (bronmaatregelen aan residentiële percelen, aan niet-residentiële percelen, quick-wins bij wegenis of bronmaatregelen op alle wegenis, of afkoppeling van verharding) de toegenomen overstromingsrisico's kunnen opvangen. Wanneer een scenario het "doel 2050" bereikt zal dit scenario er wellicht in slagen om de toegenomen overstromingsrisico's voor een terugkeerperiode 20 jaar die verwacht worden tegen 2050 op te vangen. Aanvullend op de vorige resultaten worden ook de uitdagingen voor 2030 en 2040 getoond. Voor elke balk worden ook de percentages getoond. Een balk van 100% betekent dus dat de toegenomen overstromingsrisico's (wellicht) volledig opgevangen kunnen worden.

Enkel de figuren van Assebroek en het historisch centrum zijn opgenomen in deze paragraaf. De overige resultaten zijn opgenomen in Bijlage A van dit rapport.

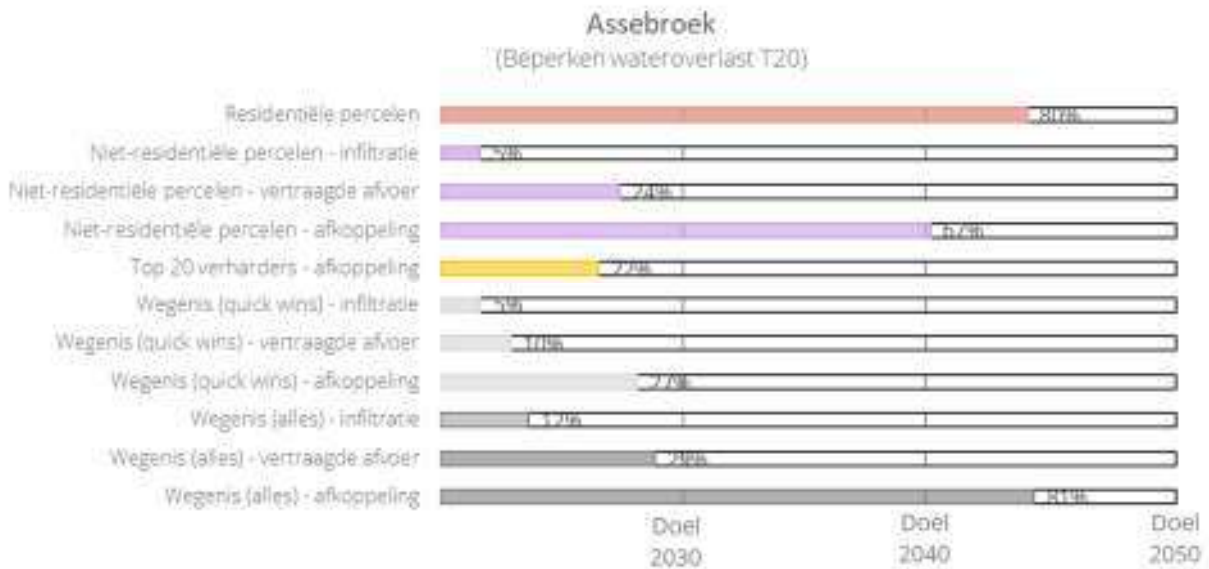
De resultaten worden niet meer afzonderlijk besproken, omdat dezelfde conclusies als hierboven beschreven gelden. De figuren worden toegevoegd om snel een overzicht te krijgen van de potentiële impact.

## WATEROVERLAST (T20)

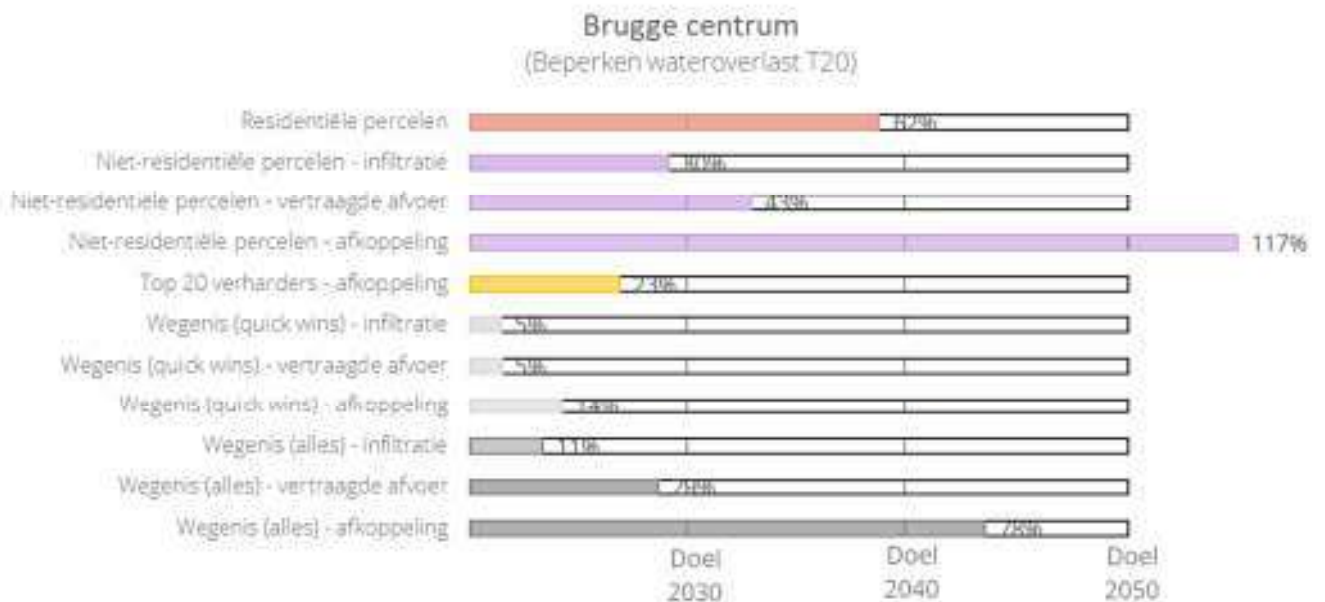
Onderstaande percentages tonen de ingeschatte toename in omvang van overstromingen met een terugkeerperiode van 20 jaar voor het hoge impactscenario 2050 ten opzichte van het huidige klimaat voor verschillende scenario's.

		Assebroek	Brugge-centrum	Christus-Koning	Dudzele	Koolkerke	Lissewege	Sint-Andries	Sint-Jozef	Sint-Kruis	Sint-Michiels	Sint-Pieters	Zeebrugge	Zwankendamme	
<b>Geen maatregelen</b>		54%	54%	54%	54%	54%	54%	54%	54%	54%	54%	54%	54%	54%	
<b>Scenario: bronmaatregelen residentiële percelen</b>															
Implementatiegraad	10%	47%	49%	48%	50%	48%	49%	48%	49%	47%	50%	51%	52%	49%	
	20%	44%	46%	46%	48%	46%	47%	45%	48%	44%	47%	49%	49%	47%	
	30%	40%	44%	43%	47%	43%	45%	43%	46%	41%	45%	48%	49%	46%	
	50%	28%	39%	38%	44%	26%	37%	38%	43%	30%	41%	46%	47%	37%	
	100%	11%	20%	19%	23%	11%	18%	18%	22%	12%	23%	38%	42%	18%	
<b>Scenario: bronmaatregelen (infiltratie) niet-residentiële percelen</b>															
Implementatiegraad	10%	53%	52%	53%	53%	53%	53%	52%	53%	53%	52%	52%	52%	54%	
	20%	51%	51%	52%	52%	53%	54%	51%	53%	51%	51%	54%	53%	54%	
	30%	51%	51%	53%	53%	53%	53%	51%	54%	51%	51%	54%	54%	54%	
	50%	51%	51%	51%	54%	54%	53%	51%	54%	51%	51%	47%	52%	54%	
	100%	51%	38%	51%	47%	54%	52%	43%	44%	49%	39%	29%	36%	47%	
<b>Scenario: bronmaatregelen (vertraagde afvoer) niet-residentiële percelen</b>															
Implementatiegraad	10%	53%	52%	53%	53%	53%	53%	52%	52%	53%	52%	51%	52%	54%	
	20%	51%	49%	52%	51%	52%	52%	50%	50%	51%	50%	47%	49%	52%	
	30%	50%	47%	51%	49%	52%	50%	48%	49%	50%	47%	44%	47%	54%	
	50%	47%	43%	48%	46%	51%	47%	45%	44%	47%	43%	37%	41%	45%	
	100%	41%	31%	42%	37%	46%	41%	35%	35%	39%	32%	20%	28%	37%	
<b>Scenario: afkoppeling niet-residentiële percelen</b>															
Implementatiegraad	10%	50%	48%	50%	49%	51%	50%	49%	48%	50%	48%	45%	47%	49%	
	20%	47%	41%	47%	44%	49%	47%	44%	43%	46%	42%	36%	40%	44%	
	30%	43%	35%	44%	40%	46%	43%	39%	38%	42%	36%	26%	33%	40%	
	50%	36%	23%	38%	30%	41%	36%	28%	27%	34%	24%	8%	19%	30%	
	100%	18%	-9%	21%	7%	28%	18%	3%	0%	14%	-6%	-38%	-16%	7%	
<b>Scenario: afkoppeling grootste verharders</b>															
5 grootste percelen		47%	49%	42%	44%	48%	47%	48%	43%	44%	39%	43%	39%	39%	
	10 grootste percelen		45%	46%	38%	39%	44%	42%	45%	37%	40%	32%	37%	31%	33%
	20 grootste percelen		42%	42%	32%	33%	39%	35%	40%	28%	36%	26%	27%	19%	24%
<b>Scenario: bronmaatregelen (infiltrerend) op wegenis</b>															
Potentiële quick-wins		51%	51%	54%	51%	53%	50%	51%	54%	51%	51%	52%	52%	54%	
	Alle wegenis (100%)		47%	48%	35%	39%	46%	40%	45%	43%	48%	43%	52%	40%	52%
<b>Scenario: bronmaatregelen (vertraagde afvoer) op wegenis</b>															
Potentiële quick-wins		49%	51%	54%	40%	42%	39%	45%	46%	48%	47%	50%	52%	46%	
	Alle wegenis (100%)		38%	39%	29%	31%	37%	32%	37%	34%	38%	35%	41%	32%	43%
<b>Combinaties van infiltrerende bronmaatregelen</b>															
50% (niet)-res + quick-wins wegenis		12%	23%	31%	28%	24%	25%	14%	28%	11%	21%	31%	36%	27%	
	100% (niet)-res + wegenis		-18%	-16%	-17%	8%	1%	4%	-17%	7%	-17%	-16%	11%	12%	13%
<b>Combinaties van bronmaatregelen (vertraagde afvoer)</b>															
50% (niet)-res + quick-wins wegenis		12%	23%	31%	14%	11%	9%	14%	20%	11%	21%	24%	30%	15%	
	100% (niet)-res + wegenis		-18%	-16%	-16%	-15%	-16%	-16%	-16%	-15%	-17%	-16%	-14%	-13%	-9%

Figuur 32: Impactresultaten van de verschillende scenario's op vlak van wateroverlast (T20) voor het jaar 2050. Negatieve getallen tonen een afname van de omvang van wateroverlast in het jaar 2050 ten opzichte van het huidig klimaat, positieve getallen betekent dat ondanks de implementatie van het overeenkomstig scenario de wateroverlast zal toenemen met het aangegeven percentage. Zonder maatregelen wordt een toename van circa 54% verwacht in overstromingsvolumes. We verwijzen naar de tekst boven de figuur voor een uitleg van de inhoud van elk scenario.



Figuur 33: Samenvatting van de impact van scenario's op de risico's rond wateroverlast (T20) voor Assebroek.



Figuur 34: Samenvatting van de impact van scenario's op de risico's rond wateroverlast (T20) voor het centrum van Brugge.

## 2.5 Integrale strategie tegen wateroverlast en droogte

De wateruitdaging beschouwd de toegenomen risico's rond wateroverlast en droogte elk afzonderlijk (zie §2.4.2 en §2.4.3). Op die manier wordt een diepgaander inzicht gegeven in het effect van maatregelen. De maatregelen om beide problemen aan te pakken zijn in wezen echter hetzelfde. Het plaatsen van buffers met vertraagde afvoer heeft evenwel geen (positieve) impact op droogte, en is dus af te raden tenzij niet anders kan.

Wanneer de resultaten voor wateroverlast en droogte samengelegd worden, blijkt dat uitdagingen voor wateroverlast (T20) het grootst zijn. Wanneer gekozen wordt om enkel de overstromingsrisico's met een terugkeerperiode van 5 jaar (wat wellicht overeenkomt met het huidige veiligheidsniveau) te verzekeren, zijn de nodige inspanningen beperkter en liggen deze dichter tegen de nodige inspanningen voor droogte.

Nu de mogelijke impacts van elk scenario bekend zijn, zijn keuzes nodig per deelgemeente over welke scenario's naar de praktijk omgezet worden om de risico's rond wateroverlast en droogte op te vangen. Hiervoor wordt gewerkt vanuit een pragmatische en haalbare insteek.

**Volgende klimaatadaptatiedoelstellingen voor het jaar 2050 worden naar voren geschoven als waterstrategie voor de verharding. Deze 4 strategieën moeten allen uitgevoerd worden om de vooropgestelde impacts (zie Figuur 35) te behalen en dus klimaatverandering op vlak van droogte en wateroverlast op te vangen**

- 1. 50% van de residentiële verharding moet voorzien zijn van bronmaatregelen conform de huidige normering (een regenwaterput en indien mogelijk infiltratievoorziening), of onthard zijn.** Het betreft in totaliteit 3,4 miljoen m<sup>2</sup> verharding.
- 2. 50% van de niet-residentiële verharding moet voorzien zijn van infiltrerende bronmaatregelen, of onthard zijn.** Het betreft in totaliteit 4,9 miljoen m<sup>2</sup> verharding.
- 3. 2,9 miljoen m<sup>2</sup> verharding van wegenis moet afwateren naar groen of andere bronmaatregelen.** Dit komt overeen met de totale oppervlakte aan geïdentificeerde kansen van de wegenis (zie §2.3.4.1), en omvat circa 37% van de totale wegenis in Brugge.
- 4. De verharding van de 20 grootste verharde percelen per deelgemeente moet volledig afgekoppeld zijn van de riolering.** Dit komt overeen met in totaliteit 3,5 miljoen m<sup>2</sup> verharding.

Deze 4 doelstellingen zijn ambitieus, maar haalbaar. Quasi alle nieuwe residentiële verharding moet door de GSV Hemelwater reeds voorzien worden van bronmaatregelen. Ook voor grotere verbouwingen verplicht de regelgeving de aanleg van bronmaatregelen. Hetzelfde geldt voor de niet-residentiële percelen. Voor de grootste verharde percelen worden ambitieuzere doelstellingen gesteld: hun verharding moet volledig afgekoppeld zijn van de riolering tegen 2050. Dit lijkt op basis van een eerste haalbaarheidsinschatting mogelijk, omdat de grootste verharders grote percelen hebben, waarvan een deel vaak nog onbebouwd is. Ook de waterhuishouding van de (bestaande) wegenis wordt aangepakt. Dit gebeurt voornamelijk in de vorm van ontharden waar mogelijk, maar evenzeer het waterdoorlatend maken van lager gelegen wegdelen (zoals

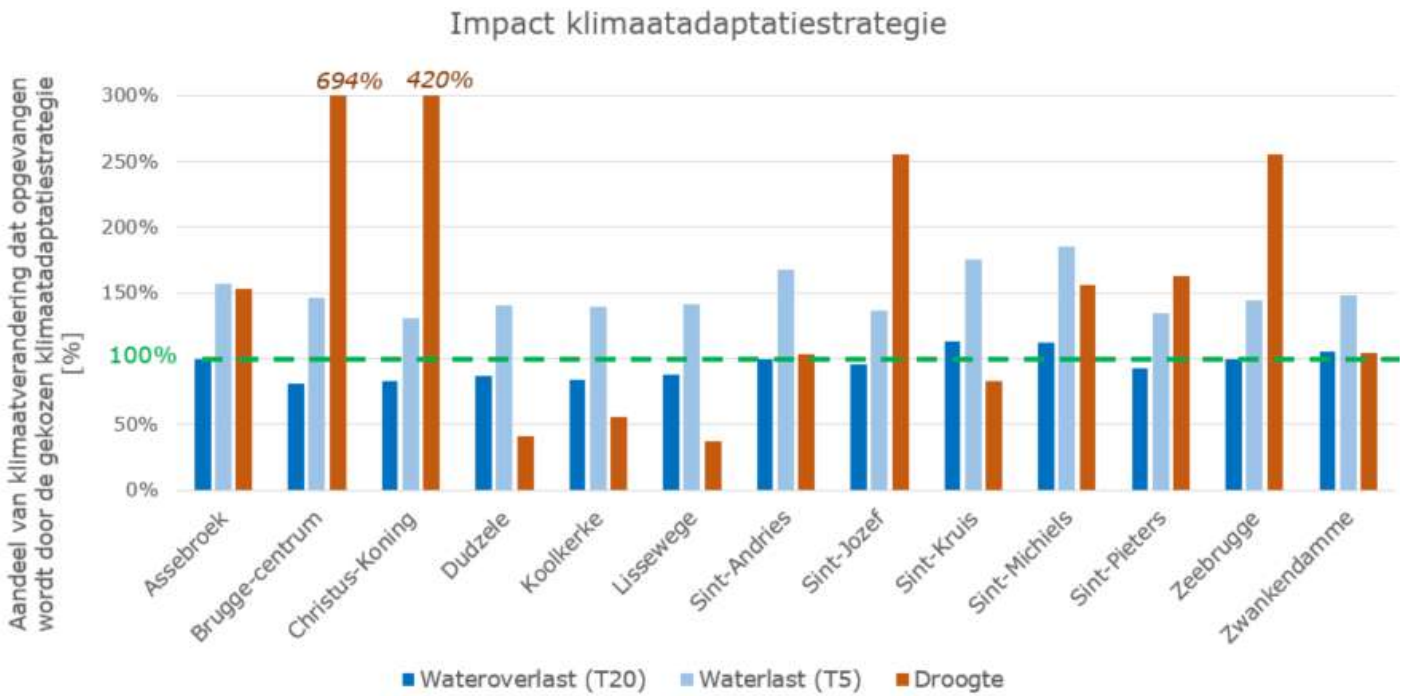
parkeerplaatsen) en de resterende verharding naar deze zones te laten afwateren. Voor dit laatste werd een illustratieve berekening uitgevoerd in meer detail in §4.1.

Bovenstaande doelstellingen zijn inwisselbaar. Met andere woorden, er kan gekozen worden om in de ene deelgemeente sterker in te zetten op de residentiële percelen waardoor bij andere actoren minder inspanningen nodig zijn, of omgekeerd. Het laat dus maatwerk toe per deelgemeente. De doorgerekende scenario's (zie §2.4.2 en §2.4.3) maken het mogelijk om de impact van dergelijke aangepaste doelstellingen per deelgemeente te kwantificeren.

De Stad moet hierbij maximaal inzetten op het aanpakken van verharding die nu (direct of indirect) afwatert naar rioleringen. Verharding van een weg in het buitengebied waarvan de afstroming naar een groenberm afwatert, bijvoorbeeld, zal wellicht geen tot weinig wateroverlast veroorzaken en bovendien reeds voor het merendeel infiltreren. **De acties moeten dus prioritair gericht zijn op de verharding die ook daadwerkelijk wateroverlast- en droogterisico's veroorzaakt.** In de praktijk is dit veelal verharding die afwatert naar gemengde (en gescheiden) riolering.

Bovenstaande doelstellingen werden toegepast op elke deelgemeente. **De doorgerekende scenario's werden vertaald naar Figuur 35. Deze figuur toont in hoeverre de klimaatadaptatiestrategie de verhoogde risico's ten gevolge van klimaatverandering tegen 2050 kan opvangen wanneer op de 4 strategieën tegelijk wordt ingezet.** Een percentage van 100% betekent dat de risico's (wellicht) volledig opgevangen kunnen worden. Concreet betekent dit dat de pluviale wateroverlast risico's in 2050 met een terugkeerperiode van 5 en/of 20 jaar hetzelfde zijn als vandaag, en dat de gemiddelde infiltratievolumes gelijkaardig zijn als in het huidige klimaat. Percentages boven de 100% betekent dat de klimaatverandering gecompenseerd wordt, en er bovendien een positieve impact te verwachten valt. De situatie zou dus verbeteren ten opzichte van vandaag.

Uit de figuur is af te leiden dat **de gekozen adaptatiestrategie zodat in alle deelgemeentes de risico's rond pluviale wateroverlast en droogte opvangt.** Zeker de wateroverlastrisico's met een terugkeerperiode van 5 jaar worden voldoende opgevangen. Op vlak van droogte zijn er grote verschillen waarneembaar tussen de verschillende deelgemeentes. Zo worden de droogterisico's in sterk verstedelijkt gebied veelal (ruim) opgevangen door de strategie. Dergelijke mate van bronmaatregelen is echter dan nog noodzakelijk om ook de risico's rond wateroverlast te verminderen, en te voldoen aan de gestelde doelstelling van 100% opvang. **In de meer landelijke deelgemeentes, met name Dudzele, Koolkerke en Lissewege kan het verminderd infiltratievolume ten gevolge van klimaatverandering echter niet opgevangen worden. In die deelgemeentes (maar ook in alle andere) is het van groot belang dat er ook andere klimaatadaptatiemaatregelen genomen worden die water maximaal vasthouden, zoals bijvoorbeeld een aangepast peilbeheer op de grachten, het herstellen van wetlands en infiltratiepoelen, of het vermijden van elke vorm van drainage.** Die maatregelen konden niet expliciet doorgerekend worden, maar zitten wél vervat in het adaptatieplan en de acties. Voor een globaler overzicht van de acties en principes waarop het klimaatadaptatieplan is gebouwd wordt verwezen naar de krijtlijnen (§1) en de geïdentificeerde typologieën met bijhorende maatregelen voor het verstedelijkt en landelijk gebied (zie §2.3).



Figuur 35: Samenvatting van de impact wanneer de 4 vooropgestelde doelstellingen allen behaald worden. 100% betekent dat de verandering van klimaatverandering wellicht volledig opgevangen kan worden door de uitgewerkte maatregelen. Boven de 100% betekent dat de adaptatiestrategie klimaatverandering kan opvangen, en de pluviale wateroverlastrisico's vermindert of het infiltratievolume vermeerderd ten opzichte van vandaag.







## 3 Actieplan

Stad Brugge gaat er resoluut voor om nog meer een klimaatadaptatieve stad te worden: een stad die voorbereid is op de gevolgen van klimaatverandering en tegelijk de opportuniteiten benut die klimaatverandering en –adaptatie met zich meebrengen. De stad gaat hiervan niet enkel uit van de uitdagingen inherent aan klimaatverandering, maar benadert deze vanuit een integrale visie rond klimaat, ruimte, beleving en duurzaamheid. Hierbij schoof de stad de 3 toekomstbeelden naar voren van een waterrobuuste, groene en koele stad (zie §1.3). Ruimtelijke typologieën met elk hun eigen kansen en uitdagingen werden gedefinieerd om hieraan vorm te geven, en vervolgens doorgerekend in concrete scenario's om te verzekeren dat deze volstaan om de verwachte gevolgen op te vangen (zie §2).

Om deze visie en scenario's te realiseren, werden deze vertaald naar kortetermijnacties voor de huidige legislatuur. Stad Brugge brengt deze acties onder in **6 actiedomeinen**:



Het plan telt in totaal **54 acties**. De acties van elk domein worden hieronder overlopen. Aangezien een klimaatrobuust beleid veel facetten heeft en de integratie van verschillende domeinen vereist, is het uiteraard mogelijk dat sommige maatregelen bij meerdere actiedomeinen terugkomen. Het is eveneens belangrijk om op te merken dat de hieronder voorgestelde actiepunten geen vast en afgelijnd plan voor de volgende jaren en decennia beschrijven. Wanneer meer kennis over klimaatverandering en -maatregelen beschikbaar wordt, geeft dit de mogelijkheid om het plan aan te passen, verder te verfijnen of te concretiseren. Dit benadrukt dus nogmaals het belang van flexibele en adaptieve maatregelen, en het monitoren en evalueren van het klimaatadaptatieplan. Wel omvat dit actieplan maatregelen die in de komende legislatuur uitgevoerd kunnen worden.

### 3.1 Politiek draagvlak, beleid en afstemming van stadsdiensten

Doordachte beleidskeuzes en een afstemming van de administratieve diensten op verschillende niveaus zijn vermoedelijk de belangrijkste componenten voor het uitstippelen en verwezenlijken van klimaatadaptatiemaatregelen. Deze eerste pijler bundelt een aantal actiepunten die het uitvoeren van een klimaatrobuust beleid ondersteunen. Ze worden verder onderverdeeld in 3 subdomeinen:

- Regelgeving en beleid (§3.1.1)
- Adaptatie integreren in langetermijnvisie en –beleid (§3.1.2)
- Afstemming van de administratie (§3.1.3)

### 3.1.1 Regelgeving en beleid

#### **Actiepunt 1.1 Budgetteren van de investerings- en beheerkosten, en opnemen in de meerjarenplanning**

Het klimaatrobuust maken van de stad vergt aanzienlijke inspanningen op vlak van inzet van personeel en middelen. Daarom moet het aanleggen en beheren van de klimaatrobuuste inrichtingen ook een wezenlijk onderdeel uitmaken van de meerjarenbeheer- en onderhoudsprogramma's van de stad. Hiervoor moeten beheersafspraken gemaakt worden tussen de verschillende stadsdiensten en externe actoren (zoals Agentschap Wegen en Verkeer, de verschillende waterloopbeheerders zoals VMM, De Vlaamse Waterweg en de polder, de rioleringsbeheerder Farys, Agentschap Natuur en Bos, de sociale huisvestingsmaatschappijen, etc.), en moeten de nodige budgetten voorzien worden om de nieuwe ontwerpen en het grotere waterplan te realiseren en te laten functioneren.

Een eerste en belangrijke stap hierin is het vertalen van de acties onder de categorie "Implementatie" (zie verder) naar concrete locaties, het opstellen van een bijhorende timing en het identificeren van trekkers.

**Termijn**  
2021

**Kosten**  
*indirect*

**Impact**  
% % %

**Aansturing**  
Cluster openbaar domein en Patrimoniumbeheer

**Actiepunt 1.2 Opmaak van een regelgevend kader bemaling****Termijn**  
2021

Het grondwatersysteem staat onder druk. Bemalingen voor bouwwerken onttrekken significante hoeveelheden grondwater en doen acties rond infiltratie teniet, en leiden bij lozing op de riolering tot het verder verzanden van de Brugse riolering. Stad Brugge gaf alvast het goede voorbeeld bij de bouwwerf van de nieuwe ondergrondse parking in het Koning Albertpark door het bemalingswater niet meer naar de riolering maar naar de reien af te laten wateren.

**Kosten**  
0 - €**Impact**  
%

Deze actie omvat de opmaak van een **verstrengd regelgevend kader** voor bemalingen in de vorm van een checklist. Het kader is pragmatisch van insteek. Het kader zet in op (1) het beperken van de afstroming van bemaling door het gebruik van de juiste technieken te verplichten en (gedeeltelijke) retourbemaling waar mogelijk en haalbaar op te leggen, (2) hergebruik van bemalingswater te verplichten, (3) het restwater te lozen op een waterloop en indien niet anders kan pas (4) te lozen op de riolering.

**Aansturing**  
KLIMID**Ondersteuning**  
Cluster  
omgeving

Concreet worden volgende punten verder uitgewerkt binnen dit kader, tezamen met andere steden en hogere overheden:

- Opleggen van het gebruik van de **best beschikbare technieken**, zoals het verplicht gebruik van een sondegestuurde bemaling wanneer retourbemaling niet haalbaar is.
- Uitwerken van een verplichte maar haalbare **monitoring** van bemalingsinstallaties door de exploitant, en afspraken maken met VMM omtrent geregelde controle van de installaties.
- Het verplichten van de **opvang** van bemalingswater met mogelijkheid tot **hergebruik** tussen 1 mei en 30 september door het plaatsen van een 1000 liter vat voor kleinere bemalingen, en cubiconainers voor grotere bemaling met aftappunt en de bijhorende bekendmaking.
- Verplicht toevoegen van een **bemalingsnota** bij melding- en vergunningsaanvraag van elke bemaling, waarin minstens het te verwachten bemalingsdebiet, de gebruikte technieken voor bemaling en milderende technieken, de impact op de omgeving, en een motivering omtrent het beheer van het bemalingswater beschreven staat met terugkoppeling naar de hierboven beschreven prioritering.

Daarnaast faciliteert de stad een duurzamer beheer van bemalingen door onderstaande uit te werken:

- Het opmaken van **een kaart waar bemalingswater naartoe gepompt kan worden om zo retourbemaling te faciliteren**. De kansenkaart opgemaakt binnen het klimaatadaptatieplan met "potentiële collectieve infiltratiepoelen" biedt hiervoor al een eerste aanzet (§2.3.4.4).
- Het opmaken en in periodes van droogte continu actualiseren van een digitale **kaart die de locaties toont waar aftappunten zijn voor hergebruik van bemalingswater**.

Daarnaast pleit de stad actief bij hogere overheden voor het wegwerken van obstakels in de regelgeving die een ruimer hergebruik onmogelijk maken.

**Actiepunt 1.3 We onderzoeken hoe we ons ruimtelijk instrumentarium zoals de stedenbouwkundige verordening kunnen inzetten voor een klimaatrobuuste stad**

Nieuwe bouwwerken en verbouwingen hebben elk een weerslag op de overstromings-, droogte en hitteproblematiek. Het is dan ook belangrijk dat elk project maximaal klimaatadaptief wordt ingericht. Naast het inzetten op sensibiliseren (zie acties gebundeld onder §3.4) en onderzoekt de stad hoe ze haar ruimtelijk instrumentarium zoals de stedenbouwkundige verordening hiervoor kan inzetten en eventuele verplichtingen zo juridisch kan verankeren. De huidige stedenbouwkundige verordening dateert van 2011. Deze actie omvat het actualiseren en waar opportuun aanpassen van de stedenbouwkundige verordening met oog voor klimaatadaptatie.

Concreet kunnen volgende doelstellingen bekeken worden om door te vertalen in de verordening:

- Het maximaal bergen van regenwater op het eigen terrein (afkoppeling regenwater op riolering, gebruik van waterdoorlatende materialen voor opritten en paden, groendaken voorzien ...).
- Het maximaal ontharden van de niet bebouwde ruimte.
- Het voorzien van een minimale groennorm

In het kader van dit klimaatadaptatieplan werden verschillende analyses uitgevoerd om de optimalisatie van de stedenbouwkundige verordening te ondersteunen (zie §4.1 en §4.2).

**Termijn**  
2021

**Kosten**  
0 - €

**Impact**  
%%%

**Aansturing**  
Cluster  
omgeving

### **Actiepunt 1.4 Optimalisatie en verderzetting van aangeboden subsidies**

**Termijn**  
2021

Via gerichte subsidies kunnen actoren gesimuleerd worden om klimaatadaptieve maatregelen te implementeren op het eigen terrein. Stad Brugge heeft de afgelopen jaren reeds meerdere premiestelsels gelanceerd in die richting. Het betreft o.a. de opknappremie, de "ik wil een boom-actie", een premie voor het vergroenen van speelplaatsen van scholen in samenwerking met Regionaal Landschap Houtland, premies voor het herstel en onderhoud van kleine landschapselementen en oude bomen, premies voor zwaluwnesten, financiering van de aankoop van natuurterreinen door natuurverenigingen (reeds in voege sinds 1994; zie ook Article I.Actiepunt 3.14), buurtnetwerken en burgerbudgetten. Ook het ondersteunen van de uitbouw van IBA's is een belangrijke premie in het kader van klimaatadaptatie.

**Kosten**  
€ - €€

**Impact**  
%

**Aansturing**  
KLIMID  
Woondienst  
Cluster  
openbaar  
domein  
Strategische  
cel

**Via deze actie worden deze subsidies allen verdergezet ter ondersteuning van klimaatadaptatie.** Ook wordt ondezocht of deze subsidies, en in bijzonder de opknappremie, buurtnetwerken en burgerbudgetten, **verder geoptimaliseerd kunnen worden met het oog voor klimaatadaptatie.** Concreet gaat het om het stimuleren van het afkoppelen van hemelwater van de riolering (naar tuinen, de reien, ...), het biodivers inrichten van tuinen, ontharden, het voorzien van geveltuintjes, regenwaterhergebruik, groendaken, het uitbouwen van passieve koeling, etc. Hierbij wordt afgestemd op de gelijkaardige actie in het klimaatmitigatieplan van Brugge.

Daarnaast wordt bekeken of er samen met de provinciale waterloopbeheerder een subsidie toegekend kan worden voor de **aanleg van stuwtjes** op de kleinste waterlopen, om zo water vast te houden voor landbouw en natuur.

De subsidies worden **afgestemd op overige subsidiekanalen.** Zo geeft VLAIO subsidies voor de heraanleg van bedrijventerreinen waarbij duurzaamheidsconcepten als groendaken, hergebruik en vermindering van verharding beoogd wordt. De Vlaamse Overheid geeft subsidies voor onthardingsproces, en Europa subsidieert innovatieve onderzoeks- en pilootprojecten.

Tot slot wordt onderzocht of er **bijkomende regels opgelegd kunnen worden vooraleer premies kunnen worden toegekend.** Dit kan bijvoorbeeld gaan over het pas toekennen van subsidies nadat een deel van de dakoppervlakte naar de tuin is afgekoppeld. Op die manier wordt ook de bestaande residentiële verharding "geactiveerd" zonder uitgebreide verbouwingen.

**Actiepunt 1.5 Ontwikkelen van een voetpadenvisie****Termijn**  
2021

Verharding versterkt de problematieken van klimaatverandering: het leidt tot meer wateroverlast door afstroming van regenwater, vermindert infiltratie en aanvulling van de grondwatertafel, leidt tot een verlies van biodiversiteit en meer hittestress. Door voetpaden gericht te ontharden is er een dubbele win: er is minder verharding, en bovendien kan de bestaande verharding afstromen naar dit nieuwe groen.

**Kosten**  
€**Impact**  
%

Via deze actie ontwikkelt de stad een meer duurzaam voetpadenbeleid. **Dit beleid zet in op minder verharde voetpaden, meer vergroening van de voetpaden, en tracht deze af te stemmen op de noodzaak om meer bronmaatregelen uit te bouwen in het openbaar domein.**

**Aansturing**  
Cluster  
openbaar  
domein

In verkavelingen is het vaak mogelijk om slechts aan één wegkant voetpaden te behouden, en in doodlopende straten of woonerven kunnen in vele gevallen verharde voetpaden in totaliteit verwijderen. Een recent voorbeeld waar dit reeds gerealiseerd werd in Brugge is de Pijpeweg.

**Actiepunt 1.6 Herevalueren van het parkeerbeleid met oog voor klimaatadaptatie****Termijn**  
2021

Deze actie omvat het herevalueren van het parkeerbeleid op vlak van volgende punten:

**Kosten**  
€**Impact**  
%%

1. **Parkeernorm:** we onderzoeken of de actuele parkeernorm en de wijze van aanleg van parkeerplaatsen kan bijgestuurd worden in functie van een positief effect op het creëren van ruimte in het openbaar domein en private domein om bronmaatregelen en groen te realiseren en zo de omgevingskwaliteit te verbeteren.
2. **Materiaalkeuze:** parkeerplaatsen worden nog steeds vaak uitgevoerd in waterondoorlatende bestrating. Goede waterdoorlatende alternatieven zijn ondertussen beschikbaar, die ook verenigbaar zijn met een parkeerfunctie.
3. **Strategisch transformeren van bestaande parkeerplaatsen tot dubbele functie:** lager gelegen parkeerplaatsen langs de weg bieden de kans om afstromend water vast te houden en te laten infiltreren. Door deze een dubbele functie te geven als parkeerplaats én infiltrerende bronmaatregel kunnen deze efficiënt ingepast worden in de uitgetekende klimaatadaptatiestrategie. Dit kan in de praktijk vaak eenvoudig gerealiseerd worden door deze parkeerplaatsen (deels) waterdoorlatend te maken, en de bestaande rioleringsaansluiting te verhogen/verwijderen. Ook kan onderzocht worden om regenwaterputten te voorzien onder parkeerplaatsen om zo water hergebruik mogelijk te maken.

**Aansturing**  
Dienst mobiliteit**Ondersteuning**  
Cluster  
openbaar  
domein

Voor dit derde punt werd een **kansenkaart** opgemaakt die gebiedsdekkend dergelijke kansen identificeren (zie §2.3.4.1), en werden **richtinggevende berekeningen** gemaakt van de impact van dergelijke bronmaatregelen op droogte en overstromingen (zie §4.1 voor individuele berekeningen, en §2.4.2 en §2.4.3 voor opgeschaalde berekeningen op niveau van de deelgemeentes).



### 3.1.2 Adaptatie integreren in langetermijnvisie en –beleid

#### **Actiepunt 1.7 Integreren van de 3 toekomstbeelden in elk ruimtelijk planningsinstrument**

Het klimaatadaptatieplan schuift 3 toekomstbeelden naar voren: een “waterrobuuste”, “groene” en “koele” stad (zie §1.3). Voor elk van deze beelden werden klimaatadaptatieve maatregelen geformuleerd, en verder vertaald naar ruimtelijke typologieën die rekening houden met de uitdagingen en kansen in de versteljkte en open ruimte (zie §2.3.2 en §2.3.3).

Met deze actie worden die principes en keuzes geïntegreerd in elk (toekomstig) ruimtelijk planningsinstrument, zoals het Beleidsplan Ruimte Brugge, masterplannen, RUPS, ed.

Het beschermen van de open ruimte, herstellen van natte natuur, verbinden van groenpolen (o.a. de Kasteelbossen, Ryckvelde, Assebroekse Meersen, Fort van Beieren, Stadswallen Damme en de Meetkerkse Moeren die een groene gordel vormen), en creëren van blauwgroene linten zijn enkele van de centrale uitgangspunten van dergelijke integratie. De integratie kijkt echter ook naar de specifieke lokale omstandigheden, en houdt daarbij rekening met de concrete lokale klimaatimpacts die gekarteerd werden binnen de opmaak van dit klimaatadaptatieplan en opgenomen zijn in het rapport “Risico- en kwetsbaarheidsanalyse van klimaatverandering voor stad Brugge”, alsook de gedefinieerde ruimtelijke typologieën.

**Termijn**  
Continu

**Kosten**  
€

**Impact**  
%%%

**Aansturing**  
Cluster  
omgeving

#### **Actiepunt 1.8 Realiseren van hemelwaterneutrale stadsprojecten**

De stad streeft ernaar om alle toekomstige projecten in eigen beheer “hemelwaterneutraal” te realiseren. Deze actie sluit aan op de actie met dezelfde doelstelling die in het klimaatadaptatieplan van de historische binnenstad geformuleerd werd.

Met dit actiepunt toont stad Brugge het goede voorbeeld door te streven naar hemelwaterneutraliteit voor alle nieuwe stadsprojecten. In het bijzonder beoogt dit actiepunt dat grotere projecten klimaatadaptief ontworpen en gerealiseerd worden, aangezien deze een belangrijke impact kunnen hebben op het klimaatrobuust maken van ganse wijken.

Concreet streeft Stad Brugge in het kader van dit actiepunt naar het **hergebruiken en infiltreren van 95% van het hemelwater van verharding van gebouwen en bijhorende verharding**. Brugge gaat op die manier verdroging en hittestress tegen, promoot duurzaam watergebruik en versterkt biodiversiteit door meer groen. Om dit te realiseren spoort Stad Brugge alle betrokken ontwerpers aan om op basis van modelberekeningen de hemelwaterneutraliteit van elk project aan te tonen.

**Termijn**  
Continu

**Kosten**  
€€

**Impact**  
% - %%

**Aansturing**  
Patrimonium  
beheer  
en  
Cluster  
openbaar  
domein

**Actiepunt 1.9 Adaptatieconcepten expliciet opnemen in bestekteksten**

De scenarioberekeningen toonden aan dat het van belang is dat élk toekomstig project, publiek en privaat, maximaal moet inzetten op klimaatadaptatie (zie §2.4). Gezien de lange levensduur van infrastructuur is het van belang om nu reeds voluit in te zetten op klimaatadaptatiemaatregelen. Ontwerpers hebben een grote verantwoordelijkheid en impact hieromtrent, en bovendien moet de stad het goede voorbeeld tonen door ambitieuze en innovatieve projecten te realiseren op vlak van klimaatadaptatie.

Door het opnemen van adaptatieconcepten in bestekken die stad Brugge uitschrijft, zorgt de stad ervoor dat deze concepten een wezenlijk onderdeel worden van de realisatie van de projecten in eigen beheer. De stad doet hiervoor onder andere een beroep op voorbeeldbestekken van andere gemeenten en beschikbare tools. Er bestaan hiertoe tools rond duurzaam wonen en bouwen (GRO gebouwen en GRO wijken), waar water en groen ook een duidelijke kwantificeerbare score krijgen in de totale duurzaamheidsscore. Een specifiek aandachtspunt is het beperken van de verspreiding van exoten via grondwerken en -afvoer.

Ook neemt de stad, waar relevant, de visie en referenties omtrent klimaatadaptatie op als gunningscriterium in bestekken voor het ontwerp van projecten in het openbaar domein of stadspatrimonium.

**Termijn**  
Continu**Kosten**  
€**Impact**  
% - %%**Aansturing**  
Patrimoniumbeheer  
en  
Cluster openbaar  
domein**Actiepunt 1.10 Update noodplannen aan risico's klimaatverandering**

De risico's rond wateroverlast (door riolerings-, rivier- en kustoverstromingen), droogte en hitte nemen toe ten gevolge van klimaatverandering. Met deze actie worden de noodplannen geüpdatet aan de kortetermijnrisico's.

Concreet worden volgende elementen uitgewerkt:

- Een hitteactieplan opgemaakt om zowel proactief als reactief gezondheidsrisico's en hitte impacts voor industrie en landbouw te beperken.
- Een evaluatie uitgevoerd van de beschikbaarheid van hulpdiensttroutes en de bereikbaarheid van elke locatie in Brugge bij (extreme) wateroverlast.
- Een evaluatie uitgevoerd van de kritieke infrastructuur (zoals elektriciteitskabinen, tunnels, ...) m.b.t. wateroverlast, en een prioritering opmaken voor het installeren van bijkomende individuele bescherming aan deze kritieke infrastructuur.
- Een plan opgemaakt dat alternatieve waterbronnen aanwijst in tijden van waterschaarste voor bijvoorbeeld de landbouw in samenwerking met de waterloopbeheerders.

Om deze actie te ondersteunen werden overstromings- en hittekaarten opgemaakt binnen dit klimaatadaptatieplan (zie rapport "Risico- en kwetsbaarheidsanalyse van klimaatverandering voor stad Brugge").

**Termijn**  
2021**Kosten**  
€**Impact**  
% %**Aansturing**  
Noodplanningsambtenaar**Ondersteuning**  
Brandweer

## 3.1.3 Organisatie en werking van de stadsdiensten

### **Actiepunt 1.11 Opzetten van een "klimaattoets", en aanstellen van een overkoepelende projectcoördinator klimaat**

Deze actie sluit aan op een actie uit het klimaatadaptatieplan van het historisch centrum met een gelijkaardig doel. Het verankeren van een "klimaatreflex" als integraal onderdeel in het standaard ontwerp- en vergunningsproces is de meest efficiënte manier om klimaatadaptatie structureel uit te rollen. Dit wordt gefaciliteerd door de opmaak van een "klimaattoets" in de vorm van een pragmatische checklist. **Stad Brugge maakt dergelijke klimaattoets op, en rolt deze uit in 2 fasen.**

In een eerste fase wordt deze klimaattoets toegepast op alle projecten in beheer van de stad, zowel voor projecten in het openbaar domein als het stadspatrimonium. Deze klimaattoets is een instrument om de ontwerpen te evalueren op vlak van duurzaamheid en klimaatrobustheid. Deze klimaattoets wordt sturend, stimulerend en helder opgevat, zodat elke partij weet wat de stad verwacht en wat het ambitieniveau is. Tegelijk laat de toets voldoende (ontwerp)vrijheid toe, zodat ontwerpers creatief om kunnen gaan met de randvoorwaarden.

Na een herevaluatie en zo nodig aanpassing wordt de klimaattoets ook toegepast op private projecten met een verharding van meer dan 500 m<sup>2</sup>.

Voor het ontwikkelen van deze toets kan vertrokken worden van de "Duurzaamheidsmeter (DZM) Wijken", opgesteld door het Provinciaal Steunpunt Duurzaam Bouwen en Wonen. Tijdens het opstellen van de klimaattoets bekijkt de stad de uitrol van deze klimaattoets, en welke interne en externe actoren hierin een rol kunnen spelen. De klimaattoets heeft bijzondere aandacht voor een duurzaam en doordacht hemelwaterbeheer, en de maximale uitbouw van (kwalitatief) groen.

Daarnaast stelt de stad ook een **overkoepelende klimaatcoördinator** aan voor grotere infrastructuur- en planologische projecten binnen de cel "Strategische Planning en Analyse". Deze coördinator zorgt voor opmaak van de klimaattoets, stemt de inhoud af met externe actoren inzake klimaatadaptatie (en -mitigatie), en zorgt voor de integratie van de klimaattoets in de werking van de stadsdiensten. Daarnaast stemt de coördinator projecten op elkaar af en bewaakt de visie en ambities inzake klimaatadaptatie.

**Termijn**  
2021 - 2022

**Kosten**  
€

**Impact**  
% - % %

**Aansturing**  
Strategische cel

### **Actiepunt 1.12 Aanwerven van een afkoppelingsdeskundige**

De scenarioberekeningen van dit plan tonen aan dat verharding op grote schaal afgekoppeld moet worden van de riolering om de risico's rond droogte en wateroverlast te beperken (zie ook §2.4.2 en 2.4.3). Het betreft zowel afkoppeling van wegenis, als van (private) terreinverharding en gebouwen. De stad spoort private actoren aan om hun verharding af te koppelen, en biedt hierbij ondersteuning via een afkoppelingsdeskundige (zie ook Actiepunt 4.5). Daarnaast identificeert de afkoppelingsdeskundige actief opportuiniteiten binnen het openbaar domein om verharding af te koppelen van de riolering (door te ontharden, of verharding naar groen te laten afwateren).

De stad onderzoekt of de financiering mogelijk is via de Aquario-portefeuille of saneringsbijdragen.

**Termijn**  
Vanaf 2022

**Kosten**  
€€

**Impact**  
% %

**Aansturing**  
Cluster openbaar domein

**Ondersteuning**  
Farys

### **Actiepunt 1.13 Controle uitbouwen rond klimaatadaptatie onder andere door versterkte inzet op handhaving waar mogelijk.**

Stadsdiensten bemerken nu reeds dat het niet eenvoudig is om de voorschriften in de verschillende beleidsinstrumenten in de praktijk te controleren. In de toekomst zal de complexiteit van en nood aan controle en eventuele handhaving nog toenemen door de scherpere eisen en strengere regelgeving. Stad Brugge bekijkt daarom via dit actiepunt welk instrumentarium nodig is en hoe handhaving daarin een plaats kan krijgen, en welke externe actoren hierbij betrokken kunnen worden. Daarnaast kan het aanwerven van een bijkomende handhavingsambtenaar de uitbouw van handhaving versterken.

Vanuit het oogpunt van klimaatadaptatie zijn alvast volgende zaken belangrijk om op te volgen en te controleren: afkoppeling, verhardingsnormen, herplant van bomen, het vrijhouden van bufferstroken rond waterlopen, de bouw en het onderhoud van IBA's, ... .

Naast het uitbouwen van handhaving is het nog belangrijker om in te zetten op positief sensibiliseren en compliance promotion rond klimaatadaptatie, en de opgelegde eisen duidelijk te kaderen. Daarom zet dit plan ook sterk in op communicatie en sensibilisering (zie §3.4 met verschillende acties).

**Termijn**  
Vanaf 2022

**Kosten**  
€€

**Impact**  
% % %

**Aansturing**  
Cluster  
omgeving

## 3.2 Kennisopbouw

Deze studie kwantificeerde de mogelijke impacts van klimaatverandering aan de hand van prognoses en modelsimulaties. Sommige belangrijke impacts konden echter niet gekwantificeerd worden door een gebrek aan voldoende nauwkeurige en betrouwbare modellen, zoals bijvoorbeeld voor waterkwaliteit. Het opvolgen van de reële impacts, en updaten van prognoses is dan ook nodig. Daarnaast evolueren de best beschikbare technieken die inzetbaar zijn in de context van klimaatadaptatie razendsnel. Een continue kennisopbouw is dan ook belangrijk in de uitrol van het klimaatadaptatieplan.

Dit actiedomein combineert de acties rond kennisopbouw, met onderscheid in 2 subcategorieën:

- Kennisopbouw klimaatverandering en -impacts (§3.2.1)
- Kennisopbouw klimaatadaptatie (§3.2.2)

### 3.2.1 Kennisopbouw klimaatverandering en -impacts

Klimaatverandering kan grote gevolgen hebben voor de maatschappij. Het is daarom belangrijk om de impact van klimaatverandering goed in te kunnen inschatten. De klimaatrisicostudie onderzocht alvast de mogelijke impact op wateroverlast, droogte en hittestress. Deze analyse gaat uit van modelsimulaties die bovendien de langere termijn onderzoeken, en zijn bijgevolg onzeker. Daarom is het minstens zo belangrijk om ook via monitoring te bepalen wat de concrete impacten van klimaatverandering zijn. Door in beeld te brengen wat de belangrijkste impacten en kwetsbaarheden zijn, en over welk adaptief vermogen de stad nu reeds beschikt, kunnen we een gepast klimaatadaptatiebeleid uitstippelen.

### **Actiepunt 2.1 Installeren van meetnetten voor waterkwaliteit en rioleringsoverstorten**

Klimaatverandering heeft wellicht een sterke negatieve impact op waterkwaliteit. Ten gevolge van extremere neerslag treden rioleringsoverstorten vaker in werking en vindt er meer afspoeling plaats van nutriënten van velden. De warmere temperaturen in combinatie met langere droge periodes hebben ook een negatieve invloed op de waterkwaliteit. Gezien de kostbare biotopen op Brugs grondgebied en de toenemende verzilting is een actieve monitoring dan ook belangrijk.

Deze actie voorziet de installatie van 2 meetnetten:

- Het opvolgen van de waterkwaliteit, o.a. voor verzilting en chemische/biologische waterkwaliteit. Op die manier kan sneller ingegrepen worden wanneer er zich problemen voordoen, en wordt bovendien inzicht verkregen in problematieken zoals de verzilting van het Boudewijnkanaal en de polderwaterlopen.
- Het monitoren van de frequentie van het in werking treden van rioleringsoverstorten. Deze informatie kan gebruikt worden om de Hydronautmodellen die in opmaak zijn te valideren en verfijnen, en om strategieën uit te tekenen om de overstortwerking te verminderen.

Deze sensoren worden preferentieel uitgebouwd via IoT-technologie, en geïntegreerd binnen Smart City Brugge.

**Termijn**  
2021

**Kosten**  
€

**Impact**  
%

**Aansturing**  
KLIMID

**Ondersteuning**  
Cluster openbaar domein

### **Actiepunt 2.2 Inventariseren van wateroverlast en andere klimaatimpacts**

Door klimaatverandering komen extreme buien vaker voor, met meer wateroverlast als gevolg. De klimaatrisico studie toonde dat in de laatste 10 jaar er bijzonder extreme buien gevallen zijn boven de historische binnenstad, waardoor er slechts weinig meldingen zijn van structurele wateroverlast. Toch is het belangrijk om te starten met een structurele inventarisatie van alle gemelde wateroverlast op het ganse Brugse grondgebied. Dergelijke info is bijzonder waardevol voor het valideren van simulatiemodellen, die dan weer aan de basis liggen van een gericht beleid tegen wateroverlast. Deze informatie zal ook aan de basis liggen voor het inrichten van "waterrobuuste straten" (zie Actiepunt 3.4). Het is zeer nuttig om ook andere klimaatimpacts, zoals droogteverschijnselen en de opkomst van exoten, stelselmatig bij te houden.

Stad Brugge werkt via dit actiepunt een systeem uit voor het inventariseren van wateroverlast en andere klimaatimpacts. Ontsluiting in een GIS-omgeving, aanduiding van exact moment van waarneming en (in geval van wateroverlast) de vermoedelijke oorzaak worden hierbij opgenomen.

**Termijn**  
Continue

**Kosten**  
€

**Impact**  
%

**Aansturing**  
Noodplanningsambtenaar

**Ondersteuning**  
Cluster openbaar domein  
Brandweer

### **Actiepunt 2.3 Verhogen van de capaciteit van laaggelegen rioleringsgebieden die via gemalen afwateren**

Klimaatverandering verhoogt het risico op pluviale overstromingen significant. De risico- en kwetsbaarheidsstudie bracht de pluviale overstromingsrisico's in kaart. Laaggelegen rioleringszones die aangewezen zijn op pompinstallaties voor het afvoeren van water zijn extra kwetsbaar voor overstromingen. Een voorbeeld hiervan is Zeebrugge dorp dat zeer laag gelegen is en waarvoor de bestaande overstorten mogelijk er niet in zullen slagen om de extreme neerslag af te voeren.

Met deze actie worden de zones die afwateren via gemalen geïdentificeerd. Van zodra de Hydronautmodellen die nu in opmaak zijn beschikbaar komen, worden scenario's doorgerekend om de meest optimale maatregelen te ontwerpen om de overstromingsveiligheid in die zones te verhogen. Deze maatregelen worden met prioriteit geïmplementeerd.

**Termijn**  
Continu

**Kosten**  
€ €

**Impact**  
% % %

**Aansturing**  
Cluster  
openbaar  
domein

### 3.2.2 Kennisopbouw klimaatadaptatie

Het domein van klimaatadaptatie verandert voortdurend. De grote principes van klimaatadaptatie zijn vaak wel gekend (zoals uitgebreid beschreven in Hoofdstukken 1 en 2), maar er rijzen nog veel vragen: welke maatregelen zijn het meest kosteneffectief? Wat met het beheer van maatregelen op lange termijn? Wat zijn de technische randvoorwaarden voor een goede uitvoering? Daarnaast zijn er complexe vraagstukken die het nodige studiewerk vragen, zoals bijvoorbeeld het opzetten van een gedragen peilbeheer van de polderwaterlopen dat afgestemd is op natuur en landbouw, of de verziltingsproblematiek. Kennisopbouw is dan ook een belangrijke schakel in het proces om de binnenstad klimaatrobuust te maken.

### **Actiepunt 2.4 Verderzetting van de kennisuitbouw rond klimaatadaptatie bij stadsdiensten**

De stad breidt voortdurend haar kennis uit rond de impact van klimaatverandering en mogelijke adaptatiemaatregelen. De stadsdiensten nemen deel aan interne en externe workshops en volgen opleidingen, en de stad participeert actief in innovatieve Europese projecten. Deze initiatieven worden allen verdergezet om de kennis verder uit te bouwen. Daarnaast verbindt Stad Brugge zich ertoe regelmatig interne vormingsmomenten te voorzien, die afgestemd zijn op de noden en werking van de betrokken diensten. In het bijzonder is er extra aandacht nodig voor nieuwe technische tools die ontwikkeld worden, zodat de Stad de gewenste tools ook in de operationele werking kan opnemen.

**Termijn**  
Continu

**Kosten**  
€

**Impact**  
%

**Aansturing**  
KLIMID  
Cluster  
openbaar  
domein  
Cluster  
omgeving  
Strategische  
cel

### **Actiepunt 2.5 Inventarisatie opmaken van de quick-wins aan het stadspatrimonium**

Veel gebouwen in eigendom van de stad hebben een historisch karakter, maar zijn hierdoor nog niet klimaatrobuust: ze zijn bijvoorbeeld kwetsbaar voor hittestress door een beperkte isolatie, hebben geen regenwaterrecuperatiesysteem, of voeren nog al het regenwater af naar de riolering. Deze actie spitst zich toe op het onderzoeken van de klimaatrobuustheid van stadsgebouwen en gebruikt hierbij ook de "klimaattoets" van Actiepunt 1.11. Uit deze inventarisatie wordt een prioritering opgesteld, en worden acties ondernomen aan het stadspatrimonium. Deze zijn gebundeld onder §3.3.2.

**Termijn**  
2021

**Kosten**  
€

**Impact**  
%

**Aansturing**  
Patrimoniumbeheer

### **Actiepunt 2.6 Aansturen op een verziltings- en GGOR-studie van de polderwaterlopen en het Boudewijnkanaal bij hogere overheden**

Verzilting van de oppervlaktewaters is een grote problematiek in het poldergebied, die enkel toeneemt ten gevolge van klimaatverandering. Ook de bouw van de nieuwe zeesluis verhoogt het risico op verdere verzilting van het Boudewijnkanaal en de omliggende polders.

Met deze actie stuurt de stad actief aan bij alle betrokken waterloopbeheerders en de Vlaamse Overheid op een integrale studie om deze problematieken aan te pakken. De verziltings- en GGOR-studie onderzoekt de concrete uitdagingen, en bepaalt het "gewenst grond- en oppervlaktewaterregime (GGOR)" voor een optimaal klimaatadaptief beheer. Te betrekken instanties zijn de afdeling Maritieme Toegang, het Waterbouwkundig Laboratorium, de Vlaamse Waterweg, de Vlaamse Milieumaatschappij, de provincie West-Vlaanderen, de polderingen, Port of Zeebrugge en de Vlaamse Landmaatschappij, aangevuld met een participatief traject voor de landbouwers en natuurbeheerders in het gebied. Enkel via dergelijke studie kan de problematiek voldoende onderbouwd in kaart gebracht worden, en kunnen doelgericht oplossingen uitgewerkt worden. Onderzoekspistes omvatten o.a. een winterspoeling van het Boudewijnkanaal met zoet water uit het Kanaal Gent-Oostende, het gebruiken van RWZI effluenten, aangepast peilbeheer, het bouwen van hydraulische infrastructuur zoals gemalen of stuwen tot landgebruikswissels. Dergelijke studie vangt begin 2021 aan voor de Oudlandpolder.

Gezien het strategisch belang van dergelijke studie wordt aangestuurd op Vlaamse financiering.

**Termijn**  
Continue

**Kosten**  
-

**Impact**  
% %

**Aansturing**  
Provincie West  
Vlaanderen  
Strategische cel  
**Ondersteuning**  
Cluster  
omgeving  
Dienst werken  
en ondernemen  
Openbaar  
domein  
MBZ

### **Actiepunt 2.7 In kaart brengen en aanpakken van permanente drainages**

Permanente drainages doen inspanningen rond bijkomende infiltratie teniet, en zorgen voor een verdere verdroging. Ook de stadsdiensten maken melding van bepaalde zones die opvallend sterk verdrogen (zoals rond de BLOSO terreinen en langs de Expressweg N31) in vergelijking met andere, vermoedelijk veroorzaakt door permanente drainages. Een analyse van de RWZI influenten in het kader van deze klimaatadaptatiestudie schat de parasitaire debieten die afgevoerd worden via de riolering in op 40.000 m<sup>3</sup> grondwater *per dag* in natte periodes (zie §4.4), wat overeenkomt met 16 olympische zwembaden. Dit wordt veroorzaakt door lekkende rioleringsbuizen en permanente drainages. Het is dan ook belangrijk om permanente drainages in kaart te brengen en deze structureel aan te pakken (actie Actiepunt 2.9 en Actiepunt 3.11 richten zich op de staat van de riolering).

Deze actie inventariseert de permanente drainages door het inventariseren van de vergunningen voor permanente drainages (VLAREM rubriek 53.3), en actief belangrijke actoren te bevragen zoals de NMBS, Agentschap Wegen en Verkeer, en de uitbaters van parkings. Ook kunnen in samenspraak met de rioleringsbeheer gericht metingen gebeuren in droge winterperiodes (bij hoog grondwater) om meer inzicht te krijgen in de parasitaire debieten.

Vervolgens wordt onderzocht welke volumes zij draineren, en wordt samen gezocht naar duurzamere oplossingen zoals retourstroom, lozing in infiltratiepoelen of zo nodig in waterlopen.

#### **Termijn**

Continu

#### **Kosten**

€

#### **Impact**

% %

#### **Aansturing**

KLIMID

#### **Ondersteuning**

Cluster omgeving

### **Actiepunt 2.8 Pilotprojecten initiëren rond innovatief waterbeheer**

In Vlaanderen loopt onderzoek naar innovatieve nieuwe technologieën voor waterbeheer, zoals real-time waarschuwingssystemen voor overstromingen, het gebruik van machine learning technieken om het watersysteem beter te monitoren, en intelligente sturing om wateroverlast- en droogterisico's te beperken. Daarnaast vinden nieuwe praktijken hun ingang, zoals decentrale watervoorziening op basis van regen-, grijs- en afvalwater, peilgestuurde drainage, kreekruginfiltratie en Aquifer Storage Recharge (ASR).

**Met deze actie initieert stad Brugge minstens 2 pilotprojecten rond innovatief waterbeheer tegen 2024 samen met de waterbeheerders.**

Stad Brugge onderzoekt de mogelijkheden geboden door de Blue Deal voor het financieren van deze pilotprojecten. Daarnaast zet de stad verder in op participatie in Europese projecten.

Verder volgt stad Brugge de pilotprojecten actief op van andere actoren, en zet de stad in op het verspreiden van kennis en ervaring vanuit deze projecten door participatie in workshops, events en opleidingen.

#### **Termijn**

2024

#### **Kosten**

€

#### **Impact**

%

#### **Aansturing**

KLIMID

#### **Ondersteuning**

Cluster openbaar domein  
Patrimoniumbeheer  
Farys



### **Actiepunt 2.9 Opmaak en uitvoeren van een asset management plan voor riolering en IBA's**

De Brugse riolering heeft op verschillende locaties te kampen met structurele problemen en verstoppingen. Een specifieke problematiek in Brugge is bovendien het verzanden van de riolering, wat leidt tot een beperktere afvoercapaciteit, meer overstorten en frequentere wateroverlast. Klimaatverandering zal deze problemen vergroten. Aangezien deze problematiek in Vlaanderen zeer groot wordt, keurde de Vlaamse Regering op 25 september 2020 een conceptnota omtrent asset management voor rioleringen goed.

Met deze actie zet stad Brugge in op het uitvoeren van dergelijk asset management, met volgende doelstellingen:

- Tegen eind 2021 het rioolinventaris in AWIS volledig aangevuld.
- Tegen eind 2022 een risicokaart en inspectieplan tot 2027 opgemaakt.
- Tegen eind 2023 25% van het inspectieplan uitgevoerd, waarbij minstens 25% van de kritische rioleringen aan bod komt
- Tegen eind 2025 50% van het inspectieplan uitgevoerd, en alle meest kritische riolen geïnspecteerd
- Tegen eind 2027 inspectieplan uitgevoerd, een maatregelprogramma opgemaakt, de resultaten vertaald naar een risico- en toestandkaart, en een inspectieplan 2028-2033 opgemaakt.

Daarnaast integreert de stad ook de IBA's in dit asset management plan als belangrijk onderdeel van de rioleringsinfrastructuur.

**Termijn**  
Continu

**Kosten**  
€ € €

**Impact**  
% %

**Aansturing**  
Cluster  
openbaar  
domein

**Ondersteuning**  
KLIMID

### **Actiepunt 2.10 Actief opvolgen van het Masterplan Kustveiligheid en het Complex project kustvisie**

Klimaatverandering zorgt voor een zeespiegelstijging, en verhoogt de risico's rond kustoverstromingen significant. De risico- en kwetbaarheidsanalyse opgemaakt in het kader van dit klimaatadaptatieplan kwantificeert de risico's rond kustoverstromingen.

De Vlaamse overheid coördineert de aanpak van de kustoverstromingsrisico's. De overheid heeft hiervoor 2 trajecten opgezet: het Masterplan Kustveiligheid, en het Complex project kustvisie.

- Het Masterplan Kustveiligheid dat in 2011 opgestart werd beoogt het verhogen van de overstromingsveiligheid langs de kust tot een terugkeerperiode van 1000 jaar, rekening houdend met de te verwachten zeespiegelstijging tot 2050. Dit plan wordt momenteel gerealiseerd in de praktijk, en pakt ook verschillende knelpunten aan op Brugs grondgebied.
- De opmaak van het Complex project kustvisie is momenteel lopende, en ontwikkelt een langetermijnaanpak voor de bescherming van de Vlaamse kust tegen een zeespiegelstijging van 3 meter.

Stad Brugge volgt deze beleidsplanning actief op, verzekert de belangen van alle Brugse actoren met oog voor de waardevolle ecosystemen langs de kust, en faciliteert een snelle realisatie op het terrein van beschermingsmaatregelen.

**Termijn**  
Continu

**Kosten**  
-

**Impact**  
-

**Aansturing**  
Cluster  
omgeving

**Ondersteuning**  
KLIMID  
Cluster  
openbaar  
domein  
Strategische cel  
Dienst werken  
en ondernemen

### **Actiepunt 2.11 Stimuleren van de opmaak van een strategische adaptatie agenda van de haven**

Met deze actie stuurt de stad aan op de opmaak van een strategische adaptatie agenda voor de haven. Het doel van deze agenda is het verzekeren van een waterveilige haven en een gezond vestingsklimaat, het benutten van opportuniteiten rond klimaatadaptatie, en het beperken van de impact op de omgeving.

De opmaak vertrekt van een impactanalyse van klimaatverandering op de activiteiten en geplande investeringen van de haven, en formuleert acties om de veerkracht van de haven tegen klimaatverandering te vergroten. Daarnaast worden ook pistes onderzocht om de impact van de haven op het omliggend landschap in het kader van klimaatverandering te beperken. Strategische onderzoeksvragen zijn het beperken van de verzilting van de omgeving, het gebruiken van afstromend hemelwater voor het aanvullen van de grondwatertafel, het opzetten van decentrale watervoorziening voor havenactiviteiten en waterbevoorrading daarbuiten, en acties voor het versterken van de biodiversiteit in de directe omgeving.

**Termijn**  
Continu

**Kosten**  
-

**Impact**  
% - % % %

**Aansturing**  
MBZ

**Ondersteuning**  
KLIMID

### **Actiepunt 2.12 Beschermen van de polderwaterlopen tegen de Chinese Woldhandkrab en andere exoten**

Invasieve uitheemse soorten bedreigen de inheemse fauna en flora. De Chinese Woldhandkrab in het bijzonder vormt een bedreiging, en komt ondertussen voor in quasi alle wateren die rechtstreeks in verbinding staan met de zee. Ook in Brugge komt de Chinese Woldhandkrab massaal voor in het Boudewijnkanaal, het Kanaal Gent-Oostende, de reitjes, het Leopoldkanaal en het Kanaal van Schipdonk. Een verdere kolonisatie van de opwaartse waterlopen dreigt. Eens waterlopen gekoloniseerd zijn, is een totale uitroei mogelijk niet meer haalbaar.

Een andere sterk invasieve exoot die reeds aanwezig is in de Brugge poldergrachten is de Grote Waternavel. De polderbesturen bestrijden deze soort reeds actief.

De stad engageert zich om samen met de polderingen en de provincie West-Vlaanderen actief de polderwaterlopen te beschermen tegen deze en andere exoten. De stad zet hierbij in op preventie via bewustmakingscampagnes, een vroege detectie en snelle respons om lokale uitbraken te bestrijden, en een aangepast beheer om de populaties te verkleinen.

Deze actie omvat volgende doelstellingen:

- De opmaak van een bestrijdings- en actieplan, samen met de waterloopbeheerders, natuurbeheerders en -verenigingen, en landbouwers.
- Het sensibiliseren van lokale actoren om een vroege detectie mogelijk te maken.
- Het uitrusten van kritieke migratielocaties met aangepaste infrastructuur om de migratie te belemmeren.

**Termijn**  
Continu

**Kosten**  
€ - € €

**Impact**  
%

**Aansturing**  
Cluster  
openbaar  
domein

### **Actiepunt 2.13 Opmaak actieplan beheer van perceelsgrachten**

Perceelsgrachten spelen een belangrijke rol in de lokale waterhuishouding. Een incorrect beheer kan leiden tot wateroverlast. In de gebieden waar geen riolering aanwezig is, voeren ze bovendien het water van IBA's af. Het behoud van grachten en monitoren van de waterkwaliteit hierin zijn dan ook belangrijk (zie Actiepunt 2.1), ook voor het behalen van de doelstellingen van de Europese Kaderrichtlijn Water tegen 2027 dat een goede ecologische en chemische toestand beoogt in alle oppervlaktewaters.

Stad Brugge maakt tegen 2024 samen met de waterloopbeheerders een actieplan op voor het goed beheer van perceelsgrachten. Dit plan omvat een inventarisatie van de perceelsgrachten op het ganse grondgebied, een score op vlak van ecologische en chemische toestand, en een actieprogramma voor een goed beheer van deze grachten met bijhorende prioritering.

Bij de opmaak van het actieplan bekijkt stad Brugge ook de mogelijkheid om het onderhoud van private grachten over te nemen tegen een vergoeding van de eigenaar van de gracht.

**Termijn**  
2024

**Kosten**  
€

**Impact**  
% %

**Aansturing**  
Cluster  
openbaar  
domein

**Ondersteuning**  
KLIMID

## 3.3 Implementatie

Klimaatverandering heeft een grote impact op ons ecosysteem, maar manifesteert zich niet zeer plots. Het is een gradueel en continu proces. De uitdagingen beschreven in dit klimaatadaptatieplan kijken naar tijdschizonten 2050 (en zelfs 2100). Op die manier weten we op de langetermijn waar we ons op moeten voorbereiden, en hebben we nog tijd om daarop te anticiperen via een gerichte en integrale visie. De strategieën en gekwantificeerde doelstellingen die in het klimaatadaptatieplan werden uitgewerkt kijken naar de toestand in 2050, en moeten dan ook nog niet allen morgen gerealiseerd zijn. Het implementeren van adaptatiemaatregelen is eveneens een continu proces dat bovendien bijgestuurd zal moeten worden in functie van de reële klimaatverandering en andere (demografische of ruimtelijke) veranderingen. Dit actiedomein bundelt een eerste resem acties om de uitgewerkte klimaatadaptatiestrategie op het terrein te realiseren. Door deze acties te realiseren zit stad Brugge op schema om de te verwachten klimaatimpacts op te vangen.

Het is belangrijk om vandaag reeds te starten met het realiseren van de uitgestippelde strategieën en het implementeren van maatregelen op het terrein om zo de uitdagingen tegen 2050 op te vangen, ook al zijn deze nog niet met sluitende zekerheid gekend. De gekozen maatregelen die geïmplementeerd worden via de acties in dit actiedomein zijn daarom allen van het no-regret principe: ze hebben een positief effect vanuit het perspectief van klimaatadaptatie, maar verbeteren ook de levens- en omgevingskwaliteit. Dit sluit ook aan bij de ontwikkelde visie en streefbeeld (zie de "krijtlijnen van het adaptatieplan", §1).

Om een klimaatresistente maatschappij te worden, moet adaptatie een wezenlijk onderdeel worden van elk planningsproces op kleine of grote schaal. Het is onbegonnen werk om het komende decennium alles om te gooien en overal grootschalige werken te gaan uitvoeren. Men moet eerder gebruik maken van opportuniteiten en kansen, zoals het heraanleggen van pleinen of het grondig renoveren van gebouwen, om tegelijkertijd de principes van klimaatadaptatie toe te passen. Dit beperkt de meerkost van de maatregelen, levert nu al voordelen op en zorgt ervoor dat investeringen van nu ook klimaatrobuuste investeringen voor de toekomst zijn. Infrastructuur die nu gebouwd wordt, zal namelijk nog vele decennia moeten meegaan.

Dit domein bundelt de acties over vijf terreinen:

- Openbaar bebouwd domein (§3.3.1)
- Stadspatrimonium (§3.3.2)

- Privaat bebouwd terrein (§3.3.3)
- Riolering (§3.3.4)
- Open ruimte (§3.3.5)

### 3.3.1 Openbaar bebouwd domein

#### **Actiepunt 3.1 Afkoppelen van minstens 50.000 m<sup>2</sup> verharde wegenis en parkings van de riolering per jaar**

Stad Brugge heeft ongeveer 8 miljoen m<sup>2</sup> wegenis. Dit is ongeveer 30% van de totale verharding op het grondgebied Brugge (exclusief de haven). Het merendeel van de wegenis watert nog af naar de gemengde riolering, om zo afgevoerd te worden naar de rioolwaterzuivering. Om de waterhuishouding klimaatrobuust te maken, is het terugdringen van deze afstroming belangrijk. Dit kan door te ontharden waar mogelijk, verharding af te laten wateren naar groen of naar bronmaatregelen zoals boven- of ondergrondse infiltratievoorzieningen. Simulaties uitgevoerd in het kader van dit klimaatadaptatieplan tonen de positieve impact op zowel wateroverlast als droogte (zie §2.4.2 en §2.4.3). Zelfs kleinschalige bronmaatregelen hebben een significante impact op droogte (zie §4.1 voor illustratieve berekeningen).

Met deze actie koppelt de stad minstens 50.000 m<sup>2</sup> verharding van wegenis af van de riolering per jaar. Een analyse toonde aan dat naar schatting mogelijks 2,9 miljoen m<sup>2</sup> wegenis op termijn zou kunnen afwateren naar groen of bronmaatregelen via kleinschalige ingrepen (zie §2.3.4.1). Dit kan veelal door het (deels) ontharden van lager gelegen stukken van de wegenis (bijvoorbeeld parkeerstroken of verharde zijbermen), zonder ingrijpende werken. Waar infiltratie niet mogelijk is wordt ingezet op buffering met vertraagde afvoer.

Om de realisatie te ondersteunen werden volgende analyses uitgevoerd in het klimaatadaptatieplan: (1) identificatie van de strategisch lageregelegen weggedelen (§2.3.4.1), (2) gekwantificeerde doelstelling binnen de integrale visie om klimaatrobuustheid te garanderen (zie §2.5), individuele impactberekeningen van bronmaatregelen (§4.1).

Deze actie kadert binnen de doelstelling om tegen 2050 2,9 miljoen m<sup>2</sup> verharding van wegenis af te koppelen zoals uitgetekend in §2.5. Stad Brugge zet alvast in op het ontharden van voetpaden (o.a. Parklaan, Jonkheer P Coppietersdreef), het ontharden van lokale zones (Jozef Wauterstraat, Doornstraat, Klauweizerstraat, Leeuwentandstraat, kruispunt van de Zandstraat/Noordveldstraat) en de Sint-Goedelielvaan.

**Termijn**  
Vanaf 2022

**Kosten**  
€ € €

**Impact**  
% % %

**Aansturing**  
Cluster  
openbaar  
domein

**Actiepunt 3.2 Realiseren van 20.000 m<sup>2</sup> bijkomend groen in woonkernen tegen 2024**

Groen speelt een belangrijke rol in klimaatadaptatie: het zorgt voor verkoeling, versterkt de biodiversiteit en zorgt voor een aangename levensomgeving. In het kader van dit klimaatadaptatieplan werd een analyse uitgevoerd van de beschikbaarheid van groen voor inwoners. Daaruit bleek dat er verschillende hotspots zijn in woonkernen waar de groenbeschikbaarheid in de onmiddellijke omgeving lager ligt dan de aangeraden normen (zie §4.3). Vooral in de dicht bevolkte woonkernen van Assebroek, het historisch centrum, Christus-Koning, Sint-Andries, Sint-Kruis en Zeebrugge dorp. Stad Brugge voorziet in de creatie van groene rustpunten, zoals bijvoorbeeld in de Koestraat.

Deze actie voorziet de realisatie van 20.000 m<sup>2</sup> bijkomend groen in woonkernen tegen 2024 om dit tekort deels weg te werken.

**Termijn**  
2024**Kosten**  
€ € €**Impact**  
% %**Aansturing**  
Cluster  
openbaar  
domein**Actiepunt 3.3 Minstens 100 boom- en plantvakken zelfvoorzienend maken per jaar**

Stad Brugge streeft met dit actiepunt naar aanplantingen in volle grond in plaats van in bloembakken of in kleine boomspiegels. Aanplantingen in volle grond laten meer infiltratie toe, en gaan zo verdroging (en hittestress) tegen. Ook kunnen aanplantingen in volle grond gemakkelijk gecombineerd worden met een "waterbergende" functie: door ze 10 à 15 cm lager uit te bouwen dan de omgeving, kunnen ze veel water vasthouden. Op die manier kunnen ook wateroverlast en droogte tegen gegaan worden. Deze actie sluit dus nauw aan bij de realisatie van Actiepunt 3.1. Daarnaast heeft aanplanting in volle grond een meer permanent karakter, en leidt dit tot een betere biodiversiteit.

**Termijn**  
Continu**Kosten**  
€**Impact**  
%**Aansturing**  
Cluster  
openbaar  
domein**Actiepunt 3.4 Inrichten van minstens 5 waterrobuuste straten tegen 2030**

Sommige straten zijn door hun lagere ligging erg gevoelig voor wateroverlast. Zelfs wanneer klimaatadaptatiemaatregelen op grote schaal geïmplementeerd worden, is een risico op wateroverlast met een terugkeerperiode van 20 jaar niet uit te sluiten. Met dit actiepunt voorziet Stad Brugge in de aanleg van minstens 5 waterrobuuste straten waar hogere risico's op wateroverlast zijn.

Een waterrobuuste straat laat gecontroleerd water op straat toe, zodat zelfs bij hevige buien geen schade ontstaat aan omliggende gebouwen. Dit wordt gerealiseerd door de (strikt noodzakelijke) verharding slim te gebruiken.

De risico- en kwetsbaarheidsanalyse die uitgevoerd werd i.h.k.v. de opmaak van het klimaatadaptatieplan geeft reeds een eerste indicatie van verhoogde overstromingsrisico's. Van zodra de Hydronautmodellen van de rioleringen beschikbaar zijn, zal de stad simulaties uitvoeren om de overstromingsrisico's in meer detail te onderzoeken. Tezamen met de investeringsplannen voor het openbaar domein worden vervolgens minstens 5 straten gekozen die een waterrobuuste inrichting krijgen tegen 2030.

**Termijn**  
2030**Kosten**  
€ € €**Impact**  
% % %**Aansturing**  
Cluster  
openbaar  
domein

### 3.3.2 Stadspatrimonium

Stad Brugge beheert een uitgebreid patrimonium dat ongeveer 375.000 m<sup>2</sup> verharding omvat. **De stad maakt via grotere renovatieprojecten het patrimonium "water resiliënt" en duurzaam, en waarborgt dat grote nieuwbouwprojecten frontrunner zijn op vlak van klimaatadaptatie in Vlaanderen.** Telkens wordt hemelwater in totaliteit bekeken (ontharden, inzetten op opvangen en hergebruik van regenwater, infiltreren van hemelwater of aansluiten op de reien en kanalen). Tegelijk worden ook andere aspecten op vlak van duurzaamheid en klimaatrobuustheid meegenomen, zoals bijvoorbeeld het uitbouwen van passieve koeling, het reduceren van energieverbruik, etc. Via dergelijke totale benadering kunnen werken (aan de gebouwen, maar ook met het openbaar domein) beter afgestemd worden op elkaar. Dit leidt tot efficiëntiewinsten en besparingen, en finaal een hogere klimaatrobuustheid. Vanzelfsprekend worden ook quick-wins opgespoord en uitgewerkt, zoals het voorzien van infiltratiestroken in plaats van afwatering naar rioleringen.

Leidraad bij het realiseren van deze ambitie zijn onder andere de **beleidsinstrumenten** opgenomen in dit actieplan onder:

- Actiepunt 1.7: Integratie van de 3 toekomstbeelden in elk ruimtelijk planningsinstrument.
- Actiepunt 1.8: "Hemelwaterneutrale stadsprojecten": in het ontwerp moet aangetoond worden dat minstens 95% van het hemelwater van gebouwen hergebruikt, geïnfiltreerd of rechtstreeks in de reien geloosd moet worden. Maximaal 5% van het regenwater mag afgevoerd worden via de riolering.
- Actiepunt 1.11: Opzetten van een klimaattoets voor alle stadsprojecten, en aanstellen van een overkoepelend projectcoördinator klimaat.

#### **Actiepunt 3.5 Voorzien van minstens 15.000 m<sup>2</sup> groenblauwe daken tegen 2030 op stadsgebouwen**

Stad Brugge voorziet minstens 15.000 m<sup>2</sup> van het stadspatrimonium van groenblauwe daken tegen 2030. Groenblauwe daken kunnen water langer vasthouden en daardoor overstromingen beperken, maar zorgen ook voor verkoeling en versterken de biodiversiteit. Groenblauwe daken hebben vooral een impact in zeer verstedelijkt gebied. In het buitengebied verkleint de kostenefficiëntie van groendaken.

Groenblauwe daken zijn zeer vergelijkbaar met gewone groendaken, maar beschikken over een waterbufferende laag onder het eigenlijke groendak. Hierdoor kan water opgevangen worden onder het groendak, en kan dit terug opgenomen worden door de planten. Hierdoor kunnen planten langere droge periodes overleven, kan er meer water verdampen wat zorgt voor afkoeling, en door de berging neemt de kans op wateroverlast in de ontvangende riolering af.

Een eerste analyse (§2.3.4.3) toonde aan dat ongeveer 119.000 m<sup>2</sup> van de 375.000 m<sup>2</sup> verharding van stadspatrimonium bestaat uit platte daken, waar mogelijks groenblauwe daken op gerealiseerd kunnen worden (er werd geen rekening gehouden met de stabiliteit van de gebouwen).

**Termijn**  
2030

**Kosten**  
€ €

**Impact**  
%

**Aansturing**  
Patrimoniumbeheer

### **Actiepunt 3.6 Afkoppelen van minstens 35.000 m<sup>2</sup> verharding van stadspatrimonium tegen 2024**

Stad Brugge koppelt minstens 35.000 m<sup>2</sup> verharding van het stadspatrimonium af van de riolering. Dit wordt bij voorkeur gerealiseerd door het laten afwateren van de verharding naar omliggend groen, of indien niet anders kan naar bronmaatregelen.

Een eerste analyse gaf aan dat het stadspatrimonium ongeveer 375.000 m<sup>2</sup> verharding omvat. Dit houdt in dat ongeveer 10% van deze verharding op korte termijn wordt aangepakt. Op die manier geeft de stad het goede voorbeeld naar andere actoren toe.

**Termijn**  
2024

**Kosten**  
€

**Impact**  
% %

**Aansturing**  
Patrimoniumbeheer

### **Actiepunt 3.7 Al de stadsgebouwen zijn uitgerust met een regenwaterput en –recuperatiesysteem tegen 2040**

Stad Brugge voorziet alle stadsgebouwen van een regenwaterput met regenwaterrecuperatiesysteem. Op die manier verwezenlijkt de stad een duurzamer watergebruik, en geeft de stad een goed voorbeeld.

Deze actie wordt verwezenlijkt via een groeitraject dat opgemaakt is tegen eind 2023. Via Actiepunt 2.5 wordt een inventarisatie uitgevoerd van het ganse stadspatrimonium op vlak van klimaatadaptatie. Hierbij wordt ook de aanwezigheid van een regenwaterput onderzocht, en de mogelijkheid om regenwater nuttig te hergebruiken. Vanuit deze inventarisatie wordt tezamen met de investeringsplannen een traject opgemaakt met horizon 2040 om alle gebouwen van een regenwaterput met –recuperatiesysteem te voorzien.

**Termijn**  
2040

**Kosten**  
€ € €

**Impact**  
% %

**Aansturing**  
Patrimoniumbeheer

### **Actiepunt 3.8 Uitbouwen van passieve koeling aan minstens 10 stadsgebouwen tegen 2024**

Het stadspatrimonium van Brugge telt veel historische gebouwen. Deze gebouwen hebben vaak een beperkte isolatie, en zijn daardoor minder goed bestand tegen hittestress.

Aansluitend op Actiepunt 2.5 (inventarisatie van de klimaatrobuustheid van het stadspatrimonium) worden 10 gebouwen in beheer van de stad geselecteerd waar passieve koeling voorzien wordt. Dit kan gaan om isoleren, esoleren (isolatie voorzien langs de buitenkant en integreren in de gevel) tot het uitbouwen van groen in de onmiddellijke omgeving van het gebouw om zo hittestress tegen te gaan.

**Termijn**  
2024

**Kosten**  
€ €

**Impact**  
%

**Aansturing**  
Patrimoniumbeheer

### 3.3.3 Privaat bebouwd terrein

Terreinverharding van private percelen is verantwoordelijk voor circa 17 miljoen m<sup>2</sup> verharding op het grondgebied Brugge (exclusief de haven). Deze verharding zorgt voor een wateroverlast, versterkt droogte-effecten en hittestress, en vermindert de biodiversiteit. Stad Brugge wil deze verharding "activeren": ontharden waar mogelijk, laten afwateren naar omliggend groen, of voorzien van bronmaatregelen.

Stad Brugge schuift hierbij 3 concrete doelstellingen op grote schaal naar voren. Deze komen voort uit de gekwantificeerde klimaatadaptatiestrategie om klimaatverandering effectief op te vangen (zie §2.5):

- **50% van de residentiële verharding moet voorzien zijn van bronmaatregelen (een regenwaterput en indien mogelijk infiltratievoorziening), of onthard zijn tegen 2050.** Het betreft in totaliteit 3,4 miljoen m<sup>2</sup> verharding
- **50% van de niet-residentiële verharding moet voorzien zijn van infiltrerende bronmaatregelen, of onthard zijn tegen 2050.** Het betreft in totaliteit 4,9 miljoen m<sup>2</sup> verharding.
- **De verharding van de 20 grootste verharde percelen per deelgemeente moet volledig afgekoppeld zijn van de riolering.** Dit komt overeen met in totaliteit 3,5 miljoen m<sup>2</sup> verharding.

Stad Brugge heeft geen *rechtstreekse* impact op de private verharding. Daarom zijn deze doelstellingen zelf niet als actie opgenomen. Ze worden echter wel bewerkstelligd via volgende acties:

- Actiepunt 1.3: We onderzoeken hoe we ons **ruimtelijk instrumentarium zoals de stedenbouwkundige verordening kunnen inzetten voor een klimaatrobuuste stad**
- Actiepunt 1.4: Optimalisatie en verderzetting van aangeboden subsidies
- Actiepunt 1.7: Integreren van de 3 toekomstbeelden in elk ruimtelijk planningsinstrument
- Actiepunt 1.11: Opzetten van een "klimaattoets", en aanstellen van een overkoepelende projectcoördinator klimaat
- Actiepunt 1.12: Aanwerven van een afkoppelingsdeskundige
- **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.: Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**
- Actiepunt 2.7: In kaart brengen en aanpakken van permanente drainages
- Actiepunt 4.1: Lanceren van een communicatiecampagne rond klimaatadaptatie
- Actiepunt 4.3: Promoten en ondersteunen van de klimaatvriendelijke tuin
- Actiepunt 4.5: Updaten en uitbreiden van een voorbeeldfolder met "good practices" rond klimaatadaptatie
- Actiepunt 5.4: Versterken van burgerparticipatie in de uitrol van klimaatadaptatie



**Actiepunt 3.9 Ontharden van minstens 5 speelplaatsen tegen 2024**

Veel scholen in Brugge hebben zeer grote verharde oppervlaktes met weinig groen (zie §4.2 voor een analyse van de verhardingsgraad van individuele percelen, inclusief scholen). Deze actie beoogt het vergroenen van minstens 5 speelplaatsen tegen 2024, in combinatie met inzet op duurzaam watergebruik en waterrobuuste inrichting. Deze actie bouwt voort op de voorziene subsidies voor het vergroenen van speelplaatsen, in samenwerking met Regionaal Landschap Houtland.

Het vergroenen vermindert risico's op hittestress, promoot biodiversiteit, en biedt kansen voor bijkomende infiltratie. Het vergroenen van speelplaatsen heeft ook een belangrijke sensibiliserende functie naar leerlingen en ouders toe. De waterrobuuste inrichting streeft, net als de projecten van de stad, naar een hergebruik en infiltratie van 95% van het regenwater. De ontwerpen hiervoor worden getoetst en geoptimaliseerd aan de hand van simulaties. De stad benadert samen met Regionaal Landschap Houtland actief scholen voor het promoten van de aangeboden premie, sensibilisering en het geven van technische ondersteuning en advies.

**Termijn**  
2024

**Kosten**  
€ €

**Impact**  
% % %

**Aansturing**  
Jeugdijndienst  
Dienst onderwijs

**Ondersteuning**  
Cluster Openbaar domein

3.3.4 Riolering en waterstructuur

De riolering en in ruimere context de ganse waterstructuur (de oppervlaktewaters, blauwgroene linten en bronmaatregelen) spelen een belangrijke rol in klimaatadaptatie. Riolering en de bijhorende zuivering zijn cruciaal voor een goede waterkwaliteit, en de integrale waterstructuur heeft een grote impact op wateroverlast- en droogterisico's. Via onderstaande acties bouwt de stad een duurzame waterstructuur uit bestaande uit zowel harde infrastructuur (rioleringen en IBA's), als natuurgebaseerde oplossingen zoals blauwgroene linten.

**Actiepunt 3.10 Gerichte uitbouw van het gescheiden rioleringsstelsel met integratie van blauwgroene linten**

Stad Brugge zet verder in op de aanleg van een gescheiden stelsel waar opportuun, en integreert hierin bovengrondse blauwgroene linten.

De uitbouw van het gescheiden stelsel gebeurt wordt nauw afgestemd met de realisatie van bovengrondse blauwgroene linten. In het centrum bieden de (overwelfde) reien kansen om regenwaterassen die overtollig regenwater bij extreme buien afvoeren op aan te sluiten (zie ook het klimaatadaptatieplan van het historisch centrum). Op de rest van het grondgebied hebben **bovengrondse blauwgroene linten** echter de voorkeur op ondergrondse leidingen en aansluitingen. Bovengrondse afstroming over korte trajecten naar zeer lokale infiltratiezones is finaal goedkoper dan de aanleg van een volledig gescheiden stelsel, duurzamer en effectiever op vlak van klimaatadaptatie. De focus ligt dus op het zo lokaal mogelijk vasthouden en infiltreren in plaats van het verder af te voeren naar waterlopen.

Het klimaatadaptatieplan reikt alvast een gebiedsdekkende kaart aan waar potentiële collectieve infiltratievoorzieningen op aangeduid staan (zie §2.3.4.4).

**Termijn**  
Lange termijn

**Kosten**  
€ € €

**Impact**  
% % %

**Aansturing**  
Cluster openbaar domein

### **Actiepunt 3.11 Wegwerken van 10 knelpunten in het rioleringsstelsel tegen 2030**

Stad Brugge werkt minstens 10 knelpunten van het rioleringsstelsel weg tegen 2030 die leiden tot wateroverlast of een slechte waterkwaliteit via overstortwerking.

Hiervoor maakt stad Brugge tegen 2024 een actieplan op samen met de rioleringsbeheerder dat de knelpunten in kaart brengt, en een prioritering toekent aan deze knelpunten. De stad combineert daarbij de inzichten uit de risico- en kwetsbaarheidsanalyse opgemaakt in het kader van het klimaatadaptatieplan, simulaties van de Hydronautmodellen die momenteel in opmaak zijn en het volledig rioleringsstelsel omvatten, het asset managementplan dat wordt opgemaakt (zie Actiepunt 2.9), geïnventariseerde probleempunten (zie Actiepunt 2.2), verzamelde data uit de beoogde meetnetten voor het monitoren van waterkwaliteit en overstorten (zie Actiepunt 2.1), en de ruime ervaringen van de stadsdiensten zelf. Daarbij zorgt de gemeente ervoor dat de meerjarenbegroting afgestemd is op deze acties.

Knelpunten die naar voren kwamen bij de opmaak van het klimaatadaptatieplan zijn alvast de overstorten naar het Zuidervaartje en de Gemene Weidebeek die zeer frequent in werking treden, de rioleringszones die lager zijn en aangewezen zijn op pompen voor hun afwatering (zie Actiepunt 2.3), en overstromingsgevoelige straten (zie de risico- en kwetsbaarheidsanalyse).

#### **Termijn**

2030

#### **Kosten**

€ € €

#### **Impact**

% % %

#### **Aansturing**

Cluster openbaar domein

### 3.3.5 Open ruimte

De open ruimte in Brugge herbergt een unieke combinatie van landschappen: duinen, polders, meersen en bossen op zandige bodem. Klimaatverandering brengt specifieke uitdagingen met zich mee voor elk landschap, en bijgevolg zijn ook aangepaste klimaatadaptatiestrategieën nodig. Deze zijn beschreven in §2.3.3. Daarnaast is het versterken van deze landschappen en bijhorende ecotopen ook een van de 3 toekomstbeelden van het klimaatadaptatieplan: de "groene" stad (zie §1.3.2). Deze pijler omvat 2 concrete acties die de stad realiseert om deze unieke landschappen te versterken en weerbaar te maken tegen de gevolgen van klimaatverandering.

Daarnaast is er echter nog een brede waaier aan acties voorzien om de visie te realiseren in andere actiedomeinen:

- Actiepunt 1.7: Integreren van de 3 toekomstbeelden in elk ruimtelijk planningsinstrument
- **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.: Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**
- Actiepunt 2.1: Installeren van meetnetten voor waterkwaliteit en rioleringsoverstorten
- Actiepunt 2.6: Aansturen op een verziltings- en GGOR-studie van de polderwaterlopen en het Boudewijnkanaal bij hogere overheden
- Actiepunt 2.7: In kaart brengen en aanpakken van permanente drainages
- Actiepunt 2.11: Stimuleren van de opmaak van een strategische adaptatie agenda van de haven
- Actiepunt 2.12: Beschermen van de polderwaterlopen tegen de Chinese Wolhandkrab en andere exoten
- Actiepunt 4.1: Lanceren van een communicatiecampagne rond klimaatadaptatie
- Actiepunt 5.5: Verderzetten van de ondersteuning van acties van regionale actoren i.h.k.v. natuurbehoud en -versterking
- Actiepunt 5.6: Bekendmaking van klimaatadaptatieconcepten in de landbouw
- Actiepunt 5.7: Verderzetten van participatie in Europese projecten

### **Actiepunt 3.12 Aanplant van minstens 21.000 extra bomen tegen 2024**

Stad Brugge ondertekende het Bomencharter op 20 februari 2020. Hierbij engageert de stad zich om 21.250 bomen bijkomend aan te planten tegen 2024. Stad Brugge zal hierbij kiezen om deze bomen bij voorkeur op strategische locaties aan te planten: in dicht bevolkte gebieden, als stapstenen tussen groenpolen, op locaties voor het herstel van het cultuurhistorisch landschap, en als realisatie van blauwgroene linten.

Daarbij kiest de stad voor droogteresistentere en standplaatsgeschikte inheemse soorten, en een duurzame plantwijze. Zo wordt verzekerd dat de juiste boom op de juiste plaats wordt aangeplant, en met zowel onder- als bovengronds voldoende groeiruimte.

**Termijn**  
2030

**Kosten**  
€ € €

**Impact**  
% % %

**Aansturing**  
Cluster openbaar domein

### **Actiepunt 3.13 Vernatten van minstens 10 hectare natuurgebied tegen 2027**

Stad Brugge heeft verschillende zeer waardevolle natte gebieden (zie o.a. §2.3.3 voor een uitgebreidere beschrijving en §2.3.4.5 voor een eerste kartering hiervan). Ten gevolge van klimaatverandering en wijzigingen in het beheer verdrogen deze gebieden echter sterk.

Stad Brugge engageert zich om samen met natuur- en waterloopbeheerders en landbouwers minstens 10 hectare (historische) natte natuur te herstellen en versterken tegen 2027. Op de korte termijn staat alvast de realisatie van een moeraszone op de parkbegravingplaats Blauwe Toren gepland, maar dit betreft de compensatie voor inname van waterrijk gebied door de aanleg van de A11 en wordt dus niet meegeteld in deze 10 hectare. Ook wordt het inrichten van de natuurgebieden aan de Beisbroek, en Doornstraat/Oude Sint-Annadreef gerealiseerd.

Hiertoe wordt eerst een actieplan opgemaakt tegen 2023 samen met de betrokken actoren. Er gaat bijzondere aandacht naar een aangepast peilbeheer van waterlopen dat afgestemd is op landbouw- en natuur (zie ook Actiepunt 2.6), het actief opsporen van drainages in het gebied (zie Actiepunt 2.7) en het behoud en beheer van perceelsgrachten (zie Actiepunt 2.13). Daarnaast wordt samen met de VLM, VLIF en de provincie onderzocht welke subsidiemogelijkheden er zijn voor het nemen van maatregelen voor vernatting, zoals bijvoorbeeld het plaatsen van stuwtjes.

**Termijn**  
2027

**Kosten**  
€ €

**Impact**  
% % %

**Aansturing**  
Cluster openbaar domein

### **Actiepunt 3.14 Aankoop van gronden met hoge natuurwaarde of strategisch gelegen voor het creëren van natuurverbindingen**

Stad Brugge ondersteunt reeds sinds 1994 de aankoop van waardevolle gronden door natuurverenigingen en -organisaties. Met deze actie zet de Stad dit ondersteuningsbeleid verder (zie ook Actie 5.5), maar overweegt de Stad ook zelf de aankoop van waardevolle gronden. Specifiek betreft het gronden die bijdragen tot het realiseren van de groene gordel rond Brugge, het aankopen van natuurterreinen, het beschermen van (cultuurhistorische) graslanden, of het realiseren van groene verbindingen.

**Termijn**  
Continu

**Kosten**  
€ € €

**Impact**  
% % %

**Aansturing**  
Cluster openbaar domein

### 3.4 Communicatie en sensibilisering

Communicatie en sensibilisering is een belangrijk onderdeel van het klimaatadaptatieplan. Stad Brugge alleen kan niet alle nodige acties realiseren voor het klimaatrobuust maken van de stad. Actoren bewust maken van de kansen die zij hebben om dit klimaatadaptatieplan te realiseren is dan ook van groot belang.

#### **Actiepunt 4.1 Lanceren van een communicatiecampagne rond klimaatadaptatie**

Na de goedkeuring van het klimaatadaptatieplan wordt het plan breed gecommuniceerd. Hiertoe lanceert de stad in 2021 een brede communicatiecampagne rond klimaatadaptatie.

Hierbij zal Stad Brugge inzetten door de **klimaatwebsite** van de stad uit te bouwen (klimaat.brugge.be), **klimaatadaptatie zichtbaar te maken in het straatbeeld** door o.a. infopanelen, de adaptatiestrategie op te nemen in de **nieuwsbrief**, **filmpjes** te lanceren, en een apart **klimaatevent** te organiseren. Daarnaast wordt aansluiting gezocht bij de lopende initiatieven, het tonen van "**Prikkelmaatregelen**" die burgers zelf kunnen ondernemen (zoals nu de Prikkelwoningen in het Energieactieplan), de Facebookpagina **Zorgen voor morgen** en gepaste communicatie tijdens extremen (bijvoorbeeld wateroverlast, droogte, ...). Ook wordt een **klimaatadaptatiewandeltocht** georganiseerd langsheen de pilootprojecten en ingrepen doorheen de Brugse binnenstad. Tot slot wordt concrete informatie meegegeven over wat de verschillende actoren zelf kunnen doen (zie ook Actiepunt 4.5), en welke **subsidies** er voorzien zijn ter ondersteuning.

De communicatiediensten van de stad bekijken hoe het klimaatadaptatieverhaal voldoende duidelijk en "menselijk" gebracht kan worden vanuit een positieve invalshoek (zoals bijvoorbeeld het "zwemmen in de reien"). In alle communicatie wordt de nodige nuance gebracht: klimaatadaptatie helpt ons voor te bereiden op extremen, maar kan niet voorkomen dat alle toekomstige gebeurtenissen opgevangen kunnen worden. Het risico op wateroverlast bijvoorbeeld blijft bestaan, en dus moeten mensen zich ook individueel voorbereiden op dergelijke extremen.

Het klimaatadaptatieplan is met de verschillende toekomstbeelden (§1.3) toegankelijk opgevat voor communicatie. Bovendien kunnen gerichte communicatiecampagnes opgemaakt worden voor de verschillende stedelijke en landschappelijke typologieën (§2.3.2 en §2.3.3)

#### **Termijn**

Continu

#### **Kosten**

€ €

#### **Impact**

% % %

#### **Aansturing**

Strategische cel

#### **Ondersteuning**

KLIMID  
Cluster Openbaar domein

### **Actiepunt 4.2 Opzetten online monitoring van klimaatadaptatieacties**

Naar analogie met de uitrol van klimaatmitigatieacties voorziet stad Brugge een online monitoringsdashboard voor het opvolgen van de acties uit het klimaatadaptatieplan. Zo wordt een transparant bestuur verkregen, en bovendien zet dergelijke communicatie aan tot actie.

Concreet geeft de website weer wat de actuele status is op vlak van klimaatadaptatie (bijvoorbeeld 30% van de doelstellingen behaald, 8.000 m<sup>2</sup> verharding afgekoppeld van de riolering, ...), en via een interactieve kaart waar welke maatregelen ondernomen worden. Er wordt ook een overzicht gegeven van concrete maatregelen die burgers kunnen ondernemen om hen te stimuleren. Er wordt aansluiting voorzien op andere portaalwebsites, zoals Blauwgroenvlaanderen.be en het Klimaatportaal van VMM.

**Termijn**  
2021

**Kosten**  
€

**Impact**  
% %

**Aansturing**  
KLIMID  
**Ondersteuning**  
Alle betrokken  
stadsdiensten

### **Actiepunt 4.3 Promoten en ondersteunen van de klimaatvriendelijke tuin**

Vlaanderen telt meer tuinoppervlakte dan natuurgebied. Ook Brugge telt maar liefst 11,6 miljoen m<sup>2</sup> niet-verharde tuinoppervlakte. Figuur 46 (in §4.2.4, p.126) geeft een overzicht van de onverharde tuinoppervlakte per deelgemeente in Brugge. Tuinen omvatten daarmee meer dan 10% van de totale oppervlakte van Brugge. Met deze actie wil stad Brugge burgers bewust maken van de maatschappelijke en ecologische voordelen van een klimaatvriendelijke en biodiverse tuin.

Concreet lanceert stad Brugge een promotiecampagne rond klimaatvriendelijke tuinen. Het bekijkt hierbij een samenwerking rond dit thema met Acasus, het Woon- en energieloket van de stad, en de West-Vlaamse Milieufederatie. Ook bekijkt de stad hoe er concreet afgestemd kan worden met de Green Deal Natuurlijke Tuinen die in november vanuit de Vlaamse Overheid gelanceerd werd, en welke rol Brugse professionals hierin kunnen opnemen. De stad neemt ook een regierol op door de tuinen in te passen in een ruimtelijk groenblauw plan, waar tuinen, groendaken en openbare ruimte op elkaar afgestemd zijn. Tot slot bekijkt de stad welke concrete ondersteuning ze kan bieden op vlak van advies en premies (zie ook Actiepunt 1.4).

**Termijn**  
Continu

**Kosten**  
€

**Impact**  
% %

**Aansturing**  
Strategische cel

**Ondersteuning**  
Cluster openbaar  
domein  
Cluster omgeving  
KLIMID

#### **Actiepunt 4.4 Opzetten van ludieke acties met handelaars rond klimaatadaptatie**

Het bruisende winkelcentrum van Brugge trekt jaarlijks miljoenen bezoekers. Samen met de lokale handelaars, horeca en industrie zet Stad Brugge ludieke campagnes rond klimaatadaptatie op, waarbij ook het lokaal vakmanschap gepromoot wordt. Deze actie sluit aan op het concept "Handmade in Brugge". Mogelijke acties zijn het brouwen van een "Hemels bier" op basis van opgevangen regenwater, of het serveren van **groenten geteeld via urban farming** (uit bijvoorbeeld Hof De Jonghe) in toprestaurants. Door samenwerking met Unizo en andere verenigingen worden ideeën verzameld en concreet uitgewerkt.

##### **Termijn**

Continu

##### **Kosten**

€

##### **Impact**

%

##### **Aansturing**

Strategische cel

##### **Ondersteuning**

Dienst werk en  
ondernemen  
KLIMID

#### **Actiepunt 4.5 Updaten en uitbreiden van een voorbeeldfolder met "good practices" rond klimaatadaptatie**

Stad Brugge heeft reeds een laagdrempelige folder rond klimaatadaptatie opgemaakt. Met deze actie wordt de folder geactualiseerd, onder andere met het vernieuwde aanbod aan premies, de aangeboden ondersteuning (ook via partnerships met andere actoren), nieuwe acties van de stad zelf, en andere maatregelen die de burger zelf kan ondernemen.

De nadruk ligt vooral op quick-wins: maatregelen die meestal gerealiseerd kunnen worden met een beperkte financiële inspanning, zoals bijvoorbeeld het afkoppelen van een regenwaterpijp naar de tuin, regenwatervijver of reien, het voorzien van gevelgroen, of het planten van bloemensoorten om biodiversiteit te promoten. Voor grotere ingrepen, zoals het ontharden van tuinen, het voorzien van een hemelwaterton of een blauwgroen dak, biedt de Stad technische ondersteuning aan (zie ook Actie 1.12) en wijst de eigenaar naar eventuele subsidies. Deze folder wordt verspreid onder de bevolking en gecommuniceerd aan architecten. De folder wordt opgesteld in samenwerking met het Provinciaal Steunpunt Duurzaam Bouwen en Wonen, en gelinkt aan de Duurzaamheidsmeter.

##### **Termijn**

2021

##### **Kosten**

€

##### **Impact**

% - % %

##### **Aansturing**

Strategische cel

##### **Ondersteuning**

Cluster openbaar  
domein  
Woondienst

**Actiepunt 4.6 Promoten van klein- en grootschalig burgeronderzoek**

Stad Brugge betreft burgers actief voor zowel klein- als grootschalige experimenten om de impact van klimaatverandering en het effect van adaptatiemaatregelen te onderzoeken. Met dergelijk "Living Lab" worden burgers, scholen en anderen betrokken bij klimaatverandering en -adaptatie, wat sterk sensibiliserend werkt.

Het stadslabo werkt een traject uit of ondersteunt een lopend traject voor burgeronderzoek. Mogelijkheden voor grootschalig onderzoek zijn onder andere het meten van de waterkwaliteit door eigenaars van percelen die grenzen aan de reien om bijvoorbeeld de invloedssfeer van overstorten te bepalen (gelijkaardig aan het "Schone Waterexperiment" uitgevoerd in Amsterdam), het opzetten van een amateurpluviomeetnet, het "Vlinder"-project gericht aan scholen van UGent, of natuurtellingen in samenwerking met Natuurpunt. Daarnaast worden ook kleinschalige proefprojecten door burgers actief gepromoot, zoals het testen van nieuwe soorten waterdoorlatende verharding, proeven rond infiltratie of het testen van sensoren (bijvoorbeeld het automatisch meten van de waterbeschikbaarheid in een hemelwaterput).

Stadslabo onderzoekt daarnaast de mogelijkheid om een OpenData platform te ontwikkelen voor Brugge om nieuwe ontwikkelingen door burgers en ondernemers te stimuleren, en bekijkt of dit gelinkt kan worden aan de Hackatons in Brugge die regelmatig georganiseerd worden..

**Termijn**

Continu

**Kosten**

€ - € €

**Impact**

%

**Aansturing**

Strategische cel

**Ondersteuning**

KLIMID  
Woondienst  
Cluster openbaar domein

### 3.5 Netwerk en partnerships

Samenwerking is cruciaal voor het verder klimaatrobuust maken van stad Brugge. Dit actiedomein combineert verschillende acties die inzetten op partnerships en co-creatie.

**Actiepunt 5.1 Opzetten van een specifiek participatietraject voor grotere perceelseigenaars**

Een beperkt aantal actoren bezit of beheert een zeer grote en sterk verharde percelen. Per deelgemeente werd een analyse gemaakt van de 20 "grootste verharders" (zie §2.3.4.2). Deze werden allen gekarteerd. In totaal omvatten deze percelen (exclusief de haven) circa 3,5 miljoen m<sup>2</sup> verharding. De impact van een meer duurzame waterhuishouding van deze percelen op de wateroverlast- en droogterisico's voor gans de stad werd becijferd via modelsimulaties, en bleek zeer significant (zie §2.4.2 en §2.4.3). De stad nam dan ook als doelstelling om de hemelwaterafstroming van deze percelen tegen 2040 volledig af te koppelen van de riolering, en lokaal te laten infiltreren. Vaak zijn de percelen voldoende groot om dat mogelijk te maken.

Stad Brugge zet voor deze actoren dan ook een specifiek participatietraject op, waarbij voor elke partij op maat bekeken wordt hoe elk een bijdrage kan leveren en welke winsten dit kan opleveren voor de actoren zelf.

**Aansturing**

Cluster omgeving

**Ondersteuning**

KLIMID

### **Actiepunt 5.2 Opzetten van een specifiek participatietraject voor bedrijven**

Naar analogie met Actiepunt 5.1 zet de stad ook een apart participatietraject op voor bedrijven. Er wordt samen met de bedrijven bekeken wat de impact is van klimaatverandering op hun activiteiten en hoe die impact beperkt kan worden, welke acties bedrijven kunnen nemen om de impact op de omgeving te beperken, en welke economische of sociale opportuniteiten klimaatadaptatie kan brengen voor de Brugse bedrijven. In het bijzonder rond circulair water op industriële terreinen zijn er mogelijks kansen, mede door de stimuli aangereikt door de Blue Deal.

Stad Brugge werkt voor deze actie samen met WVI, POM West-Vlaanderen, Port of Zeebrugge, Unizo, Voka en sectorfederaties met bedrijven in het havengebied.

**Aansturing**  
Dienst werken en ondernemen

**Ondersteuning**  
KLIMID

### **Actiepunt 5.3 Opzetten van een specifiek participatietraject voor de sociale huisvestingsmaatschappijen**

De sociale huisvestingsmaatschappijen hebben een groot patrimonium, maar dit is voor een aanzienlijk deel verouderd. Momenteel worden verschillende sites stelselmatig gerenoveerd. Dit is bijgevolg het ideale moment om klimaatadaptatie hierin te integreren. Doordat huurders na enige tijd de optie krijgen om het gehuurde goed te kopen, is het patrimonium wel deels versnipperd geraakt. Collectieve voorzieningen uitbouwen is daarom mogelijks moeilijker. Om dit op te vangen worden ook de particuliere eigenaars waar relevant betrokken in dit traject.

**Aansturing**  
Woondienst

**Ondersteuning**  
Wooncoördinator

### **Actiepunt 5.4 Versterken van burgerparticipatie in de uitrol van klimaatadaptatie**

Stad Brugge trekt volop de kaart van burgerparticipatie. Zo voorziet de stad reeds in een "burgerbudget" tot 25.000 euro dat burgers kunnen aanspreken om burgerprojecten op te zetten, en begeleidingstrajecten op maat te organiseren. Ook trekt de stad onder de noemer "Buurt aan de beurt" naar de verschillende deelgemeentes om zo in dialoog te gaan met burgers, en samen nieuwe projecten te initiëren. Daarnaast worden 'volksvergaderingen' georganiseerd over klimaat. Ook voorziet de stad diverse premies voor het vergroenen van de stad (zie ook Actiepunt 1.4).

Stad Brugge engageert zich om deze burgerparticipatie verder te zetten en uit te bouwen, en daarin ook klimaatadaptatie te verankeren. Zo worden de premies ook beschikbaar gesteld om klimaatadaptatie te financieren, en wordt nagedacht over een peter-/meterschap voor groen in het openbaar domein. Op die manier worden burgers nauwer betrokken bij het vergroenen van de gemeente.

**Aansturing**  
Strategische cel



### **Actiepunt 5.5 Verderzetten van de ondersteuning van acties van regionale actoren i.h.k.v. natuurbehoud en -versterking**

Stad Brugge werkt reeds actief samen met natuurbeheerders voor natuurbehoud en -versterking, zoals bijvoorbeeld met Natuurpunt, het Regionaal Landschap Houtland en de West-Vlaamse milieufederatie. Ook voorziet de stads reeds sinds 1994 middelen voor het ondersteunen van de aankoop van percelen met waardevol groen, of die een belangrijke schakel kunnen vormen in de groene gordel rond Brugge. Zo kocht de stad o.a. privégronden aan bij Domein Veltem voor de aanleg van een boomgaard, geboortebos en een openbaar fietspad, alsook bijna 54 hectare gronden rond de Gemene Weidebeek voor natuurontwikkeling. Ook werkt de stad actief mee aan landinrichtingsprojecten, zoals bij Cathemgoed, rond het Fort van Beieren, de uitbreiding van Ryckvelde en Maleleie.

Met deze actie worden deze engagementen voortgezet. Daarnaast onderzoekt dit actiepunt het opzetten van een **erfpachting in functie van het openstellen van groene ruimtes** voor het publiek. Zo kan het beheer een verantwoordelijkheid worden van de stad in ruil voor het openstellen van het terrein.

**Aansturing**  
Cluster openbaar domein

**Ondersteuning**  
Dienst eigendommen

### **Actiepunt 5.6 Bekendmaking van klimaatadaptatieconcepten in de landbouw**

Om klimaatadaptatie in de landbouw te bewerkstelligen richt de gemeente zich op het bekendmaken en promoten van de concepten en bijhorende voordelen van adaptatie in de landbouw. Bedoeling hiervan is om landbouwers aan te zetten tot actie. Dit kan bijvoorbeeld via bijeenkomsten van de milieu- of landbouwwraad, of via de demonstratieprojecten van het Vlaamse Landbouwinvesteringsfonds (VLIF). Met dit laatste wordt getracht om land- en tuinbouwers bewust te maken van nieuwe mogelijkheden op vlak van duurzame praktijken en technieken. Bij voorkeur wordt dit actiepunt ingericht samen met andere gemeenten om zo een groter publiek te bereiken en sneller geëngageerde landbouwers te vinden, die dan als ambassadeur kunnen optreden.

Op basis van de input die naar voren kwam tijdens de participatiemomenten volgt hieronder een lijst van thema's die behandeld kunnen worden.

- Het opvangen en hergebruik van hemelwater van verharding (van publiek en privaat domein) in de onmiddellijke omgeving
- Agroforestry en het aanplanten van kleinschalige landschapselementen langs graslanden.
- Diversifiëren van de teelt (risicospreiding)
- Aangepaste rantsoenering dieren.
- Bodembeheer (vb. inwerken van koolstof)
- Waterbeheersing op- en rond de percelen: 1) bouw van stuwtjes in kleine (perceels)grachten om infiltratie te bevorderen. 2) omvorming van klassieke drainage naar peilgestuurde drainage.
- Uitvoeren van een waterscan via het Waterportaal
- Beheersovereenkomsten met de Vlaamse Landmaatschappij, waarbij landbouwers ingezet worden in het beheer van open ruimte.
- ...

**Aansturing**  
Dienst werken en ondernemen

**Actiepunt 5.7 Verderzetten van participatie in Europese projecten**

Stad Brugge is reeds zeer actief in innovatieve Europese projecten rond klimaatadaptatie, en streeft ernaar deze participatie verder te zetten en uit te bouwen. Zo nam de stad een trekkersrol op in het Interreg project Water Resilient Cities (WRC), waarin onderzocht wordt hoe historische steden weerbaar gemaakt kunnen worden tegen hevigere neerslag. Momenteel is de stad partner in het Europese Interreg project Nature Smart Cities. Ook volgen de stadsdiensten andere projecten zeer nauw op door regelmatig overleg, zoals de Interregprojecten SCAPE en SPONGE.

**Aansturing**

EU-cel

**Ondersteuning**Alle betrokken  
stadsdiensten

### 3.6 Monitoring en evaluatie

## **Actiepunt 6.1 Permanente monitoring van indicatoren rond klimaatadaptatie**

Om de voortgang van het klimaatadaptatieplan te monitoren, wordt gebruik gemaakt van enkele indicatoren. Deze indicatoren worden periodiek (bijvoorbeeld jaarlijks) geëvalueerd.

Er worden **3 types indicatoren** uitgewerkt:

**Aansturing**  
KLIMID

**Ondersteuning**  
Alle betrokken  
stadsdiensten

- **1. Uitvoering van het plan:**
  - Aantal gerealiseerde acties
  - Aantal acties in uitvoering
  - Aantal nog op te starten acties
  - Aantal acties geïnitieerd door burgers
  
- **2. Realisatie van maatregelen:**
  - Aantal m<sup>2</sup> gerealiseerde groendaken aan het stadspatrimonium (streefcijfer: 15.000 m<sup>2</sup> tegen 2030)
  - Aantal m<sup>2</sup> verharding van stadspatrimonium afgekoppeld of voorzien van bronmaatregelen (streefcijfer: 35.000 m<sup>2</sup> tegen 2024)
  - Aantal m<sup>2</sup> verharding van wegen en pleinen dat afgekoppeld is van de riolering, of voorzien is van bronmaatregelen (streefcijfer: 50.000 m<sup>2</sup> per jaar)
  - Aantal m<sup>2</sup> verharding van private niet-residentiële verharding dat afgekoppeld is van de riolering, of voorzien van bronmaatregelen (streefcijfer 4.9 miljoen m<sup>2</sup> tegen 2040, oftewel 50% van de huidige totale verharding)
  - Percentage van de woningen voorzien van bronmaatregelen (streefcijfer: 50% tegen 2040)
  - Aantal gerealiseerde waterrobuuste straten (streefcijfer 5 tegen 2030)
  - Aantal vergroende speelplaatsen (streefcijfer: 5 tegen 2024)
  - Aantal stadsgebouwen uitgerust met een regenwaterput en -recuperatiesysteem (streefcijfer: allen tegen 2040)
  - Aantal stadsgebouwen voorzien van passieve koeling (streefcijfer: 10 tegen 2024)
  - Aantal weggewerkte knelpunten van de riolering (streefcijfer: 10 tegen 2030)
  - Aantal m<sup>2</sup> bijkomend groen in woonkernen (streefcijfer: 20.000 m<sup>2</sup> tegen 2024)
  - Aantal boom- of plantvakken zelfvoorzienend gemaakt (streefcijfer: 100 per jaar)
  - Aantal bijkomende bomen (streefcijfer: 21.000 tegen 2024)
  - Aantal hectare natte natuur hersteld (streefcijfer: 10 hectare tegen 2027)
  - Aantal grote perceelseigenaars die betrokken zijn in een participatief traject rond duurzaam waterbeheer (streefcijfer: 260 tegen 2024)
  - Aantal bronbemalingen met retourstroom, of met een aftappunt voor lokaal gebruik van bemalingswater
  - Aantal sensoren geïnstalleerd voor het bemeten van de waterkwaliteit en rioleringsoverstorten

- Aantal permanente drainages geïnventariseerd en aangepakt
- Aantal gerealiseerde innovatieve projecten rond waterbeheer (streefcijfer: 2 tegen 2024)
- Aantal aangevraagde subsidies voor klimaatadaptatiemaatregelen
- Aantal hectaren verworven door de stad (of aankoop gesubsidieerd door de stad) voor natuurontwikkeling
- Aantal adviezen gegeven aan burgers rond afkoppeling of bronmaatregelen
- Aantal bezoekers op de websites van Brugge rond klimaatadaptatie

- **3. Impact van maatregelen**

- Aantal meldingen van wateroverlast per jaar
- Gemiddelde jaarlijkse afvoer van regenwater naar de RWZI (zie ook §4.4)
- Gemiddelde jaarlijkse hoeveelheid parasitair water naar de RWZI (zie ook §4.4)
- Totale verharding in Brugge, en per sector
- Totaal ruimtebeslag in Brugge, en per sector

De meeste van deze indicatoren kunnen relatief eenvoudig bijgehouden worden door de stadsdiensten door stelselmatig ingrepen te inventariseren in een centrale database. De ingrepen door burgers worden best geregistreerd in een interactief webplatform, en verzameld via vergunningsaanvragen. Voor het bepalen van de hoeveelheid groen in de stad kan gewerkt worden op basis van GIS-algoritmes en satellietbeelden (zoals ook uitgevoerd bij opmaak van het klimaatadaptatieplan).

De indicatoren worden gepubliceerd op het op te richten klimaatportaal van Brugge.

## **Actiepunt 6.2 Bijsturing van het klimaatadaptatieplan**

Het klimaatadaptatieplan van de Brugge is een "levend" document. Dit betekent dat het plan jaarlijks wordt geëvalueerd. Het klimaatteam van de stad neemt hiervoor het voortouw, maar voert dit uit samen met de andere stadsdiensten. Minstens 1 keer per jaar wordt een overlegmoment georganiseerd waarin alle stadsdiensten participeren en samen het klimaatadaptatieplan bijsturen. Waar nodig worden acties toegevoegd of gewijzigd, en ervaringen gedeeld.

**Aansturing**  
Strategische cel

**Ondersteuning**  
Alle betrokken stadsdiensten



## 4 Ondersteunende analyses en kaartmateriaal

Dit hoofdstuk omvat verschillende analyses en kaarten die het uitwerken van de acties ondersteunen:

- Impactberekeningen van individuele bronmaatregelen:
  - een groendak,
  - een combinatie van een typische residentiële regenwaterput en infiltratievoorziening, en
  - een ondiepe infiltratievoorziening langs wegenis.
- Verhardings- en perceelsanalyses:
  - verharding per landgebruik,
  - verharding per bouwblok,
  - grootste verharders,
  - grootte van residentiële, commerciële en industriële terreinen, en
  - verharding van het stadspatrimonium
- Analyse groenbeschikbaarheid
- Analyse van de droogweerafvoer naar RWZI's

Daarnaast omvat hoofdstuk 2 ook diverse ondersteunende analyses en kaarten, die reeds verwerkt werden in de scenarioberekeningen:

- Identificatie van potentiële quick-wins voor wegenis
- Groendakenpotentieel
- Identificatie van potentiële collectieve infiltratievoorzieningen
- Identificatie van (historisch) natte gebieden
- Identificatie van potentieel aanwezige grachten

### 4.1 Impactberekeningen individuele bronmaatregelen

Deze paragraaf beschrijft enkele impactberekeningen van individuele bronmaatregelen, namelijk groendaken, een typische residentiële regenwaterput, een typische residentiële infiltratievoorziening en een ondiepe infiltratievoorziening langs wegenis.

Deze berekeningen werden allen uitgevoerd met de tool Sirio. Deze tool werd specifiek ontwikkeld voor dit soort berekeningen, en is ook in gebruik bij stad Brugge voor het dimensioneren en narekenen van bronmaatregelen.

Concreet wordt er in elke simulatie een 100-jarige tijdreeks van neerslag- en verdampingsgegevens doorgerekend representatief voor het huidig klimaat. Daarnaast gebeuren voor de residentiële bronmaatregelen ook berekeningen voor het historisch en toekomstig (hoge impact) klimaatscenario met tijdshorizonten 2050 en 2100.

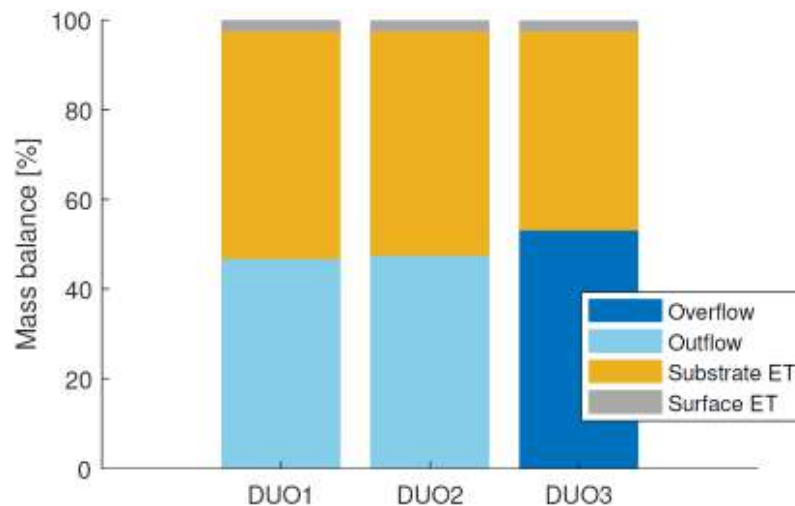
#### 4.1.1 Groendak

Groendaken zijn daken die voorzien zijn van een laag substraat met daarop vegetatie. Onder de substraatlaag bevindt er zich gewoonlijk een dunne drainagemat die het teveel aan water langzaam afvoert. Wanneer deze drainagemat vervangen wordt door een reservoir dat een meer aanzienlijke hoeveelheid water kan vasthouden, spreekt men van een "groenblauw" dak.

Om inzicht te geven in het hydraulisch functioneren van groendaken, wordt kennis verzameld uit de literatuur en aangevuld met modellering. In hoofdzaak worden resultaten besproken van experimenteel onderzoek aan de KU Leuven naar groendaken. De KU Leuven beheert een testinstallatie van verschillende groendaken in het centrum van Antwerpen, die reeds meerdere jaren gemonitord worden. De **groendakconfiguraties** worden aangeduid als volgt in onderstaande bespreking:

- **DUO1:** het klassieke groendak, met een substraat dikte van 6 cm, een dunne drainagemat van ongeveer 1 cm dikte, en extensieve vegetatie.
- **DUO2 en DUO3:** groenblauwe daken met een waterbergingsreservoir dat 50 l/m<sup>2</sup> kan opvangen (maar vertraagd geloosd kan worden), en een substraatlidte van 6 (DUO2) tot 20 cm (DUO3).

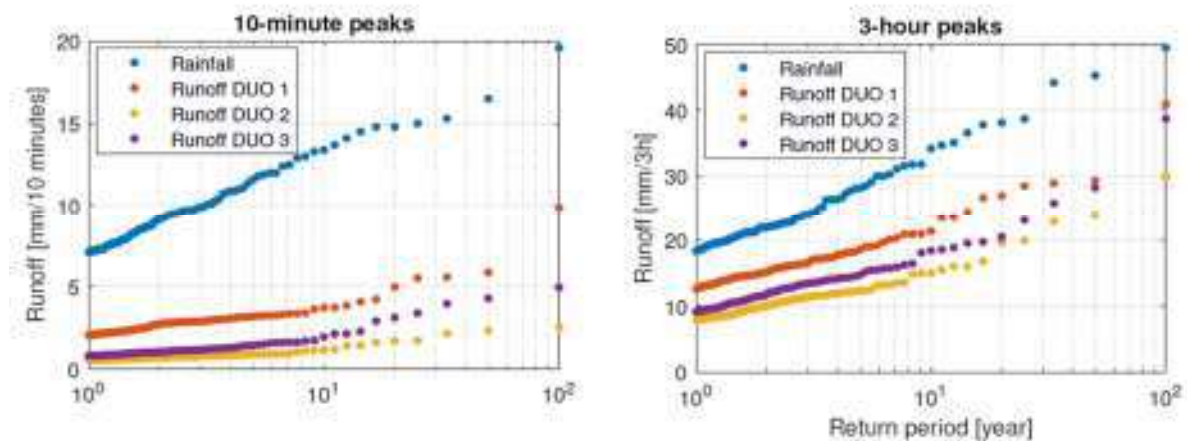
Figuur 36 toont de jaarrond massabalans van 3 types groendaken. Deze werden berekend op basis van modelsimulaties, waarbij de modelparameters bepaald werden op basis van de proefopstelling. **De figuur toont dat groendaken, ongeacht het type, circa 50% van de neerslag per jaar verdampen. De overige 50% wordt alsnog afgevoerd naar de riolering.** Deze afvoer is zeer sterk tijdsvariabel: tijdens de zomer wordt er amper water afgevoerd door de hogere verdamping, terwijl in de winter quasi alle neerslag alsnog afstroomt naar de riolering. Bij zeer hevige piekbuien (ook in de zomer) zal er weliswaar ook water afstromen naar de riolering. De opvangcapaciteit van groendaken is te beperkt om deze volledig te kunnen bergen. Groendaken hebben door deze dynamiek echter een zeer grote impact op het hergebruik van afstromend water via een regenwaterput. **Wanneer een regenwaterput enkel gevoed wordt door de afstroming van een groendak, zal deze quasi niet bijgevoerd worden tijdens de zomermaanden. Groendaken beperken dus het potentieel hergebruik zeer sterk.** Combinatie van groendaken en hergebruik is mogelijk, maar daar zijn specifieke berekeningen voor nodig. Sirio, een ontwerptool in gebruik bij stad Brugge, werd uitgebreid om dat mogelijk te maken.



Figuur 36: Jaarrond massabalans van groendaken (Wolfs et al., submitted). Overflow betekent dat het groendak overstort naar de riolering wanneer de bergingscapaciteit volledig bereikt is, terwijl Outflow de (permanente) drainage voorstelt ten gevolge van een drainagemat.

Naast de 'gemiddelde' waterbalans en -dynamiek hebben groendaken ook een impact op de piekafvoeren bij hevige buien. Hoe lager de piekafvoer, hoe lager de overstromingsrisico's van de riolering waarnaar het groendak finaal afwatert. Figuur 37 toont de piekafvoeren van groendaken van de meest extreme buien (van een terugkeerperiode van 1 tot 100 jaar). Deze resultaten werden verkregen op basis van modelsimulaties. De figuur toont de piekafvoer van een gewoon dak (in blauw) en de 3 types groendaken (waarbij de rode stippen een "klassiek" groendak voorstelt, en de paarse en gele "groenblauwe" daken). De figuur links toont zeer kortdurende buien, de figuur rechts buien die typisch leiden tot wateroverlast. **Uit de figuur kan geconcludeerd worden dat**

**groendaken voor een reductie van ruwweg 20% tot 30% van piekafvoeren zorgen.** Dit heeft vanzelfsprekend een significante impact op wateroverlast. Andere bronmaatregelen, zoals buffers met een vertraagde afvoer die conform de GSV Hemelwater of Code van Goede Praktijk ontworpen zijn, hebben echter een significant grotere impact op wateroverlast. **Andere bronmaatregelen slagen er beter in om de piekafvoeren te beperken.** Zo kunnen buffers met een vertraagde afvoer (250 m<sup>3</sup>/ha buffercapaciteit en 20 l/s/ha doorvoerdebiet) de piekafvoeren met 66% of meer reduceren. **Groendaken moeten dus altijd nog gepaard gaan met andere bronmaatregelen,** zoals een infiltratievoorziening of buffer met vertraagde afvoer om wateroverlast effectief te verkleinen. Deze bronmaatregelen kunnen eventueel wel kleiner uitgevoerd worden dan standaard (hoewel een reductie van 50% zoals nu toegelaten door de Code van Goede Praktijk en de GSV Hemelwater wel (te) ruim lijkt op basis van een eerste analyse).



Figuur 37: Piekafvoeren van groendaken bij zeer extreme buien (met een terugkeerperiode van 1 tot 100 jaar) voor zeer kort durende buien (links) en buien die typisch leiden tot wateroverlast in stedelijk gebied (rechts). Bron: Wolfs et al., submitted.

Het onderzoek (Wolfs et al., submitted) toonde ook aan dat groenblauwe daken ten gevolge van hun reservoir met water langere periodes van droogte kunnen overbruggen. Een typisch extensief groendak met een waterreservoir van 50 l/m<sup>2</sup> kan een drogere periode van ongeveer 3 à 4 weken overbruggen zonder grote schade aan de vegetatie (maar deze periode is sterk afhankelijk van de plantensoort en de temperaturen tijdens deze periode).

Volgende praktische aanbevelingen worden meegegeven op basis van bovenstaande informatie:

- Wanneer de afstroming van groendaken naar een regenwaterput met hergebruik gaat, moet de dimensionering van de regenwaterput op basis van modelsimulaties gebeuren. Groendaken beperken immers de afstroming naar de regenwaterput in de zomerperiode zeer significant. Hierdoor vermindert het potentieel hergebruik drastisch.
- Klassieke groendaken verminderen het risico op wateroverlast, maar vormen geen volledige vervanging van de verplichte buffers met vertraagde doorvoer of infiltratievoorzieningen. Er wordt aangeraden om de afstroming van groendaken op te vangen in een bronmaatregel vooraleer deze de riolering bereikt. Een reductie van bijvoorbeeld 25% van de nodige buffercapaciteit van deze bronmaatregel ten gevolge van het groendak lijkt een veilige aanname.
- Groendaken hebben geen positieve impact op verdroging van de omgeving.
- Groendaken hebben wel een positieve impact op hittestress, versterken biodiversiteit en verhogen de kwaliteit van de omgeving.

Op basis van bovenstaande wordt aangeraden om groendaken vooral in dichtbevolkt gebied uit te bouwen. Groendaken in het buitengebied zijn minder kostenefficiënt, aangezien hun positieve invloed op hittestress, biodiversiteit en omgevingskwaliteit dan minder doorslaggevend zijn.



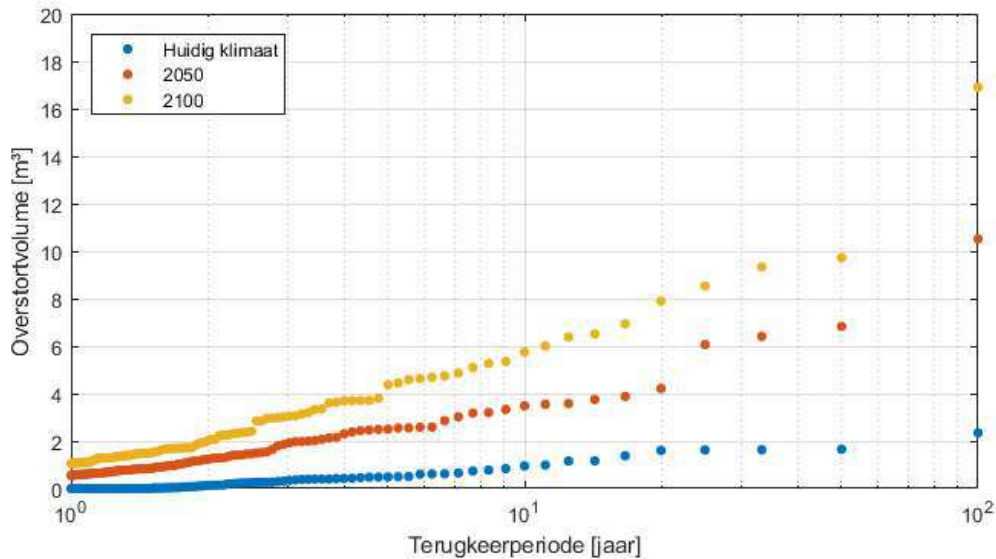
#### 4.1.2 Berekening van een typische residentiële regenwaterput en infiltratievoorziening

Deze paragraaf illustreert de mogelijke impact van klimaatverandering op residentiële regenwaterput. Hierbij werd, zoals in de rest van de klimaatadaptatiestudie, het hoge-impact scenario gebruikt (zie ook §2.2.2 voor een beschrijving en interpretatie van dit scenario). De paragraaf toont ook de nodige uitbreiding om de overstortvolumes in het toekomstig klimaat gelijk te houden aan die van het huidig klimaat. Bij gelijke overstortvolumes stijgen de wateroverlastrisico's langs rioleringen niet in theorie niet door afstroming van residentiële percelen.

Eerst werd een simulatie uitgevoerd voor het huidig klimaat. Hierbij veronderstellen we een "typische" woning die moet voldoen aan de GSV Hemelwater, met een dakoppervlakte van 80 m<sup>2</sup> en een terras van 30 m<sup>2</sup>. We veronderstellen dat zowel een regenwaterput (met capaciteit 10 m<sup>3</sup>) als een infiltratievoorziening (met capaciteit 1.25 m<sup>3</sup>) geplaatst worden conform de regelgeving. We nemen aan dat er per dag een gewenst regenwaterhergebruik is van 120 l/dag, en de infiltratiecapaciteit van de ondergrond 30 mm/u bedraagt. Dit laatste komt overeen met een vrij goed doorlatend zand (wat eerder overeenkomt met het zuiden van Brugge). Voor elke berekening in het kader van een reëel project wordt echter aangeraden om ter plaatste infiltratiemetingen uit te voeren, aangezien de infiltratiecapaciteit zeer sterk kan verschillen. De berekening werd uitgevoerd in Sirio.

Uit de simulatie blijkt dat circa 93% van het afstromend water van het dak hergebruikt zou worden, en ongeveer 7% overstort naar de infiltratievoorziening. Naast deze afstroming ontvangt de infiltratieput ook afstroming van het terras. Zo komt in een gemiddeld jaar ongeveer 15 m<sup>3</sup> terecht in de infiltratieput. Hiervan infiltreert quasi 100%. De infiltratieput zou bij dergelijke hoge infiltratiecapaciteit slechts eens om de 20 jaar (bij de meest extreme piekbuien dus) overstorten. **Dit toont aan dat dergelijke residentiële bronmaatregelen zeer efficiënt zijn om zowel problemen rond wateroverlast als droogte aan te pakken.** De exacte dynamiek verschilt uiteraard van case tot case (en dus de gekozen parameters), maar de conclusie houdt stand. Bijvoorbeeld, als de infiltratiecapaciteit slechts 5 mm/u zou zijn (wat overeenkomt met een slechter doorlatende bodem, zoals bijvoorbeeld in het noorden van de stad), zou nog steeds 96% van het water in de infiltratieput de grond in trekken. Slechts 4% zou overstorten naar de riolering.

Om te illustreren wat de nodige uitbreiding aan bronmaatregelen moet zijn om de kans op wateroverlast gelijk te houden in het toekomstig klimaat aan de huidige situatie, worden modelsimulaties uitgevoerd. Figuur 38 toont de volumes die overstorten vanop het private perceel naar de openbare riolering voor verschillende terugkeerperiodes, en dit voor het huidig en toekomstig klimaat. Het is duidelijk dat de overstortende volumes sterk toenemen ten gevolge van klimaatverandering. Deze zorgen bijgevolg voor een grotere belasting op het ontvangend rioleringsstelsel, met een grotere kans op wateroverlast als gevolg.



Figuur 38: Overstortvolumes van een typische infiltratieput (die reeds afwaarts van een regenwaterput staat) bij het huidig en toekomstig (2050 en 2100) klimaat in het hoge-impact klimaatscenario.

Vervolgens werd de grootte van de infiltratievoorziening geoptimaliseerd, zodanig dat het overstortend volume met een terugkeerperiode van 20 jaar identiek blijft in het toekomstig klimaat. Dit werd gedaan voor tijdshorizons 2050 en 2100. Merk op dat de nodige volumevergroting zeer sterk afhankelijk is van de gekozen terugkeerperiode. In dit geval werd geopteerd voor een terugkeerperiode van 20 jaar, aangezien de huidige rioleringsstelsels ook ontworpen worden om eens per 20 jaar water op straat toe te laten. Hoe hoger de beschouwde terugkeerperiode, hoe groter de nodige volumevergroting is, aangezien het vooral de meest extreme (en korte) neerslagbuien zijn die in intensiteit toenemen ten gevolge van klimaatverandering. Uit de analyse blijkt dat de infiltratieput zou moeten verdubbelen in omvang om eenzelfde overstortvolume te verkrijgen in het klimaat van 2050 bij een terugkeerperiode van 20 jaar. Dit is bijgevolg een zeer significante toename. Om de klimaatverandering tegen 2100 op te vangen zou zelfs een put met een capaciteit die 3 keer zo groot is als deze in het huidige klimaat nodig zijn.

Aangezien de precieze evolutie van klimaatverandering niet gekend is en we mogelijks niet naar dit hoge-impact scenario evolueren, **is het niet verstandig om de "harde" infrastructuur nu reeds te dimensioneren op deze extreme neerslagbuien. Beter is om de harde infrastructuur te voorzien voor het huidige klimaat, en meer in te zetten op natuurgebaseerde oplossingen.** Voor private percelen betekent dit streven naar een minimale verhardingsgraad, de verharding laten afwateren naar het groen in de tuin (en zorgen dat het niet van daaruit de openbare weg kan opstromen), of laten uitkomen in een regenvijver.

#### 4.1.3 Infiltratiekom naast wegenis

Deze paragraaf werkt een generiek voorbeeld uit van een infiltratiekom naast wegenis om aan te tonen wat de waterdynamiek hierbij is. Figuur 39 toont ter illustratie een gerealiseerde infiltratiekom aan de Fortstraat in Mortsel.

Het generieke ontwerp gaat uit van 1 hectare verharding, zodat dit eenvoudig schaalbaar is naar een ander concreet ontwerp. De infiltratiekom wordt in dit rekenvoorbeeld 10 cm diep uitgevoerd, maar in de praktijk is vaak gemakkelijk 30 cm diepte veilig haalbaar. We nemen in dit voorbeeld aan dat de groene ruimte 10% van de verharding beslaat. De oppervlakte van het groen is dus 1000 m<sup>2</sup> (voor 1 hectare verharding). Merk op dat deze infiltratiekom veel kleiner is dan voorgeschreven door de Code van Goede Praktijk en de GSV Hemelwater. Dit ontwerp heeft immers slechts een capaciteit van 100 m<sup>3</sup>/hectare, terwijl de normen 250 m<sup>3</sup>/ha voorschrijven. De

bedoeling van deze berekening is echter om te verduidelijken dat ook kleinere maatregelen al een grote impact kunnen hebben (voornamelijk op droogte; minder op wateroverlast). Dit wordt verduidelijkt aan de hand van de resultaten hieronder.

Verder veronderstellen we een infiltratiecapaciteit van 5 mm/u en 30 mm/u. De waarde 5 mm/u is wellicht representatief voor het noorden van de stad, 30 mm/u voor het zuiden.



Figuur 39: Voorbeeld van een infiltratiekom naast de weg, en mogelijkheid tot afstroming van de verharding naar de infiltratiekom (bron: Blauwgroenvlaanderen.be; project in Mortsel)

Bij een lage infiltratiecapaciteit van slechts 5 mm/u, blijkt nog steeds 92% van het afstromend hemelwater te infiltreren. Op jaarbasis betekent dit een aanvulling van het grondwaterniveau van bijna 6000 m<sup>3</sup>/jaar. Nog zo'n 7% van het water zal niet infiltreren, voornamelijk wegens de beperkte buffercapaciteit van de infiltratiestrook in dit specifieke ontwerp. Bij een infiltratiecapaciteit van 30 mm/u, blijkt zo'n 98% van het hemelwater te infiltreren. **Dergelijke maatregelen, zelfs bij lagere infiltratiecapaciteiten en voorzieningen met een beperkte buffercapaciteit, zijn dus zeer effectief om verdroging tegen te gaan.**

Op vlak van wateroverlast is de impact van te kleine voorzieningen beperkter. Gemiddeld 2 keer per jaar is de buffercapaciteit van de infiltratiekom in dit ontwerp te beperkt wanneer gerekend wordt met een infiltratiecapaciteit van 30 mm/u. Het water moet dan afgevoerd worden via de riolering (via een verhoogde rioolkolk), of bij voorkeur tijdelijk op de weg vastgehouden worden of naar groen elders afgeleid worden. Concreet gaat het om zo'n 300 m<sup>3</sup> in de meest extreme buien die voorkomen in het huidige klimaat (met een terugkeerperiode van 100 jaar). Wanneer we veronderstellen dat dit water verspreid wordt over de helft van de toevoerende verharde oppervlakte (5.000 m<sup>2</sup>), zou daar tijdelijk zo'n 6 cm water op staan. Dergelijke situaties komen echter slechts zeer uitzonderlijk voor (grootteorde 1 keer per tiental jaar, afhankelijk van de precieze situatie). **Het uitbouwen van "harde infrastructuur" zoals buffers of riolen om slechts enkele uren per decennium nodig te zijn is niet kostenefficiënt. Het gecontroleerd water op straat toelaten is een veel betere strategie in het kader van klimaatadaptatie.** Enkel zo kan de rekening betaalbaar blijven. Nog beter is uiteraard om het water af te voeren naar nabijgelegen infiltratiepoelen of parken waar het water. De kansenkaart die collectieve infiltratievoorzieningen aanwijst (zie §2.3.4.4) kan helpen bij het concretiseren van zo'n strategie.

## 4.2 Verharding, landgebruik en perceelsgrootte

Verharding speelt een belangrijke rol in klimaatadaptatie. Op vlak van waterhuishouding zorgt verharding voor een versnelde afvoer van het regenwater, wat kan leiden tot wateroverlast langs de riolering en ontvangende waterlopen, maar ook zorgt voor het frequenter optreden van rioleringsoverstorten. Bij gemengde stelsels komt er op die manier vervuild water terecht in de waterlopen, met mogelijks grote gevolgen van de waterkwaliteit en het aquatisch leven. Daarnaast vermindert verharding ook de infiltratie en dus grondwateraanvulling, wat droogte-effecten verder versterkt. Verharding zorgt ook voor een snellere opwarming, wat dan weer bijdraagt aan hitte-eiland effecten. Dit is ook direct zichtbaar in de opgestelde hittekaarten (zie ook het luik "Risico- en kwetsbaarheidsanalyse"). Tot slot zorgt verharding voor een verminderde biodiversiteit.

Het is dus van belang om de verharding tot het minimum noodzakelijke te beperken. Waar verharding alsnog nodig blijft, moet goed nagedacht worden over de afwatering ervan. Zoals reeds beschreven in §4.1 is de koppeling van verharding met blauwgroene maatregelen, zoals infiltratievoorzieningen of regenwaterputten, cruciaal hierbij. Om het beleid te ondersteunen en tegelijk praktische instrumenten aan te reiken om de verharding aan dergelijke maatregelen te koppelen, vat deze paragraaf verschillende analyses samen die uitgevoerd werden omtrent de "verharding" in Brugge. Volgende analyses worden samengevat:

- Gemiddelde verhardingsgraad per zone, met inbegrip van de verschillende landgebruiken die bijdragen tot deze verharding
- Gemiddelde verhardingsgraad per bouwblok
- Spreiding van de verhardingsgraad en grootte van residentiële percelen
- De grootste verharde percelen per zone (reeds voorgesteld in §2.3.4.2 en daarom niet hernomen)

### 4.2.1 Gebruikte bronbestanden

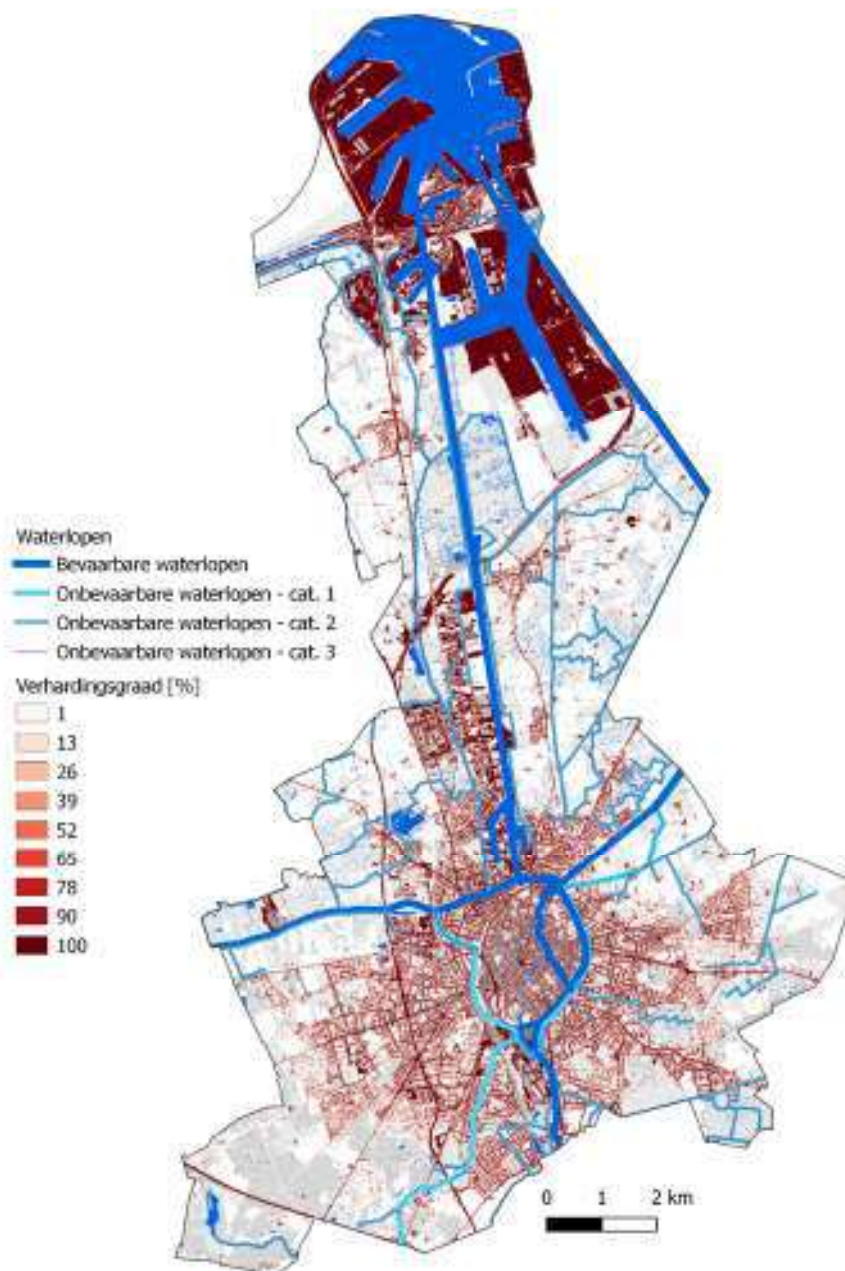
De analyses werden uitgevoerd door verschillende GIS-bronnen te combineren. Zo werden onder andere de Waterondoorlaatbaarheidskaart (GeoPunt, versie 2012), de Bodemafdekkingskaart (GeoPunt, versie 2015), landgebruiker Vlaanderen (GeoPunt, versie 2016), het hoogresolutie digitaal hoogtemodel (1x1 meter, GeoPunt, 2013-2015), de Groenkaart Vlaanderen (GeoPunt, versie 2015) en het Grootchalig Referentie Bestand (GRB, versie 2019) gebruikt. Alle gebruikte versies zijn de meest recent beschikbare op het moment van de analyses.

### 4.2.2 Gemiddelde verhardingsgraad en landgebruik per deelgemeente

Figuur 40 toont de bodemafdekkingskaart van stad Brugge. Deze kaart toont op 5 bij 5 meter pixels welk percentage van de bodem van deze pixel afgedekt is. Deze analyse veronderstelt dat deze afdekking verharding betreft. Onmiddellijk valt de sterk verharde haven op in Figuur 40, tezamen met de bebouwde kernen.

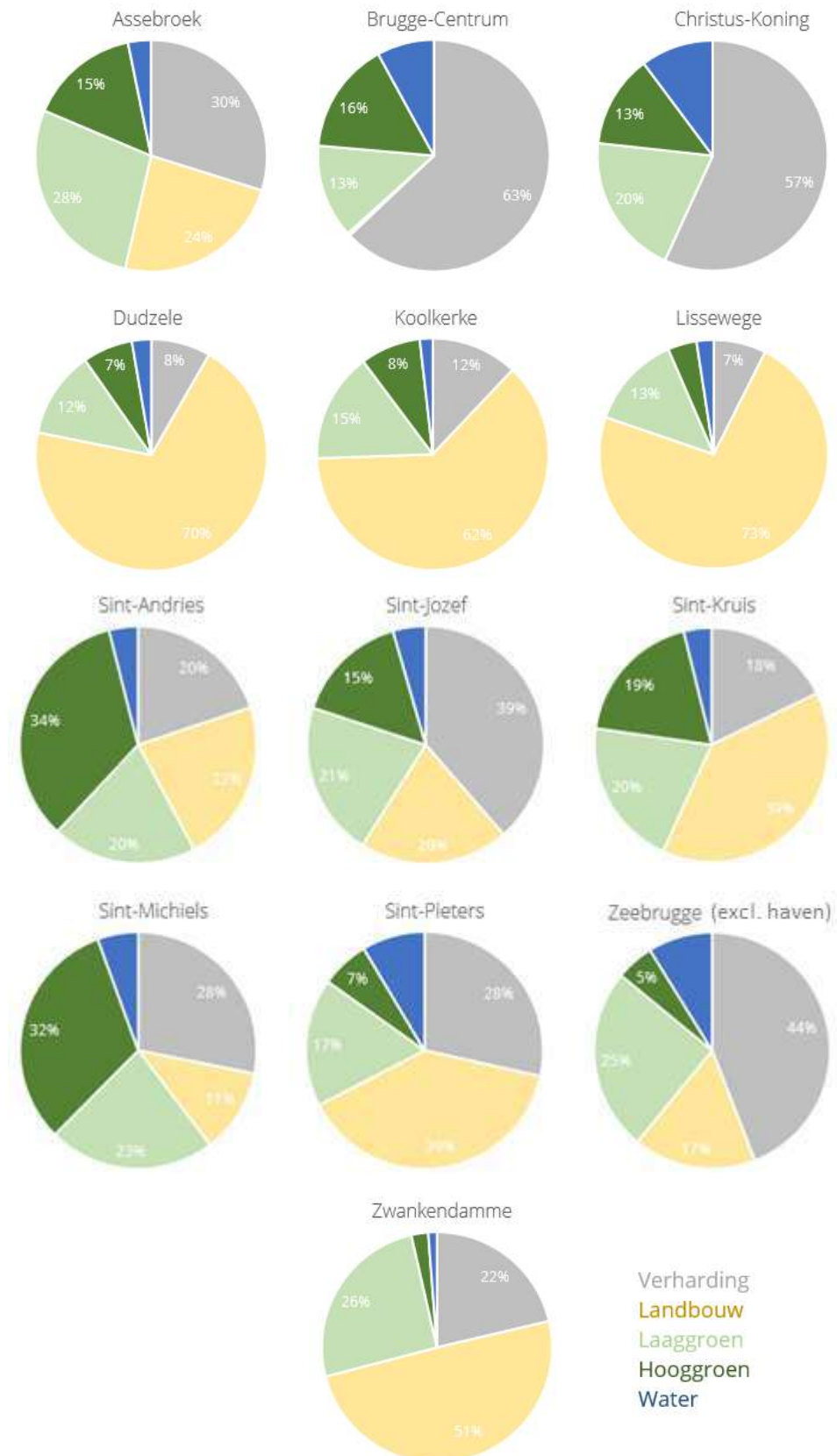
**Gans het grondgebied Brugge is voor gemiddeld 25,3% verhard, oftewel grootteorde 35,3 miljoen m<sup>2</sup> verharding.** Hierin werden ook de open waters en havendokken ingerekend.

Omdat de haven een verhardingspool betreft die evenwel een andere aanpak vergt op vlak van klimaatadaptatie en waterhuishouding, worden de verhardingsberekeningen ook uitgevoerd zonder de haven. Het havengebied zijn hierbij gedefinieerd als de dokken en de verharding binnen de strekdammen in zee. **Exclusief de haven is Brugge voor 22,6% verhard, met een verharde oppervlakte van grootteorde 25,3 miljoen m<sup>2</sup>.**



Figuur 40: Bodemaafdekking van stad Brugge (%) met aanduiding van de oppervlaktewaters.

Figuur 41 toont de landgebruiksverdeling per deelgemeente. Hieruit zijn grote verschillen in landgebruik waarneembaar tussen de verschillende deelgemeentes. Zo is het centrum van Brugge het meest verhard, met een verhardingsgraad van ongeveer 63%, gevolgd door Christus-Koning met 57%. De deelgemeentes Dudzele, Koolkerke en Lissewege vallen op door het zeer hoog percentage landbouw (62% tot 73%). Laaggroen (dat niet gebruikt wordt voor landbouw) en hooggroen zijn opvallend beperkt aanwezig in deze deelgemeentes. Sint-Andries en Sint-Michiels zijn logischerwijs de 2 deelgemeentes met het meeste hooggroen. In §4.3 gebeurt een diepgaandere analyse naar de beschikbaarheid van groen per inwoner.

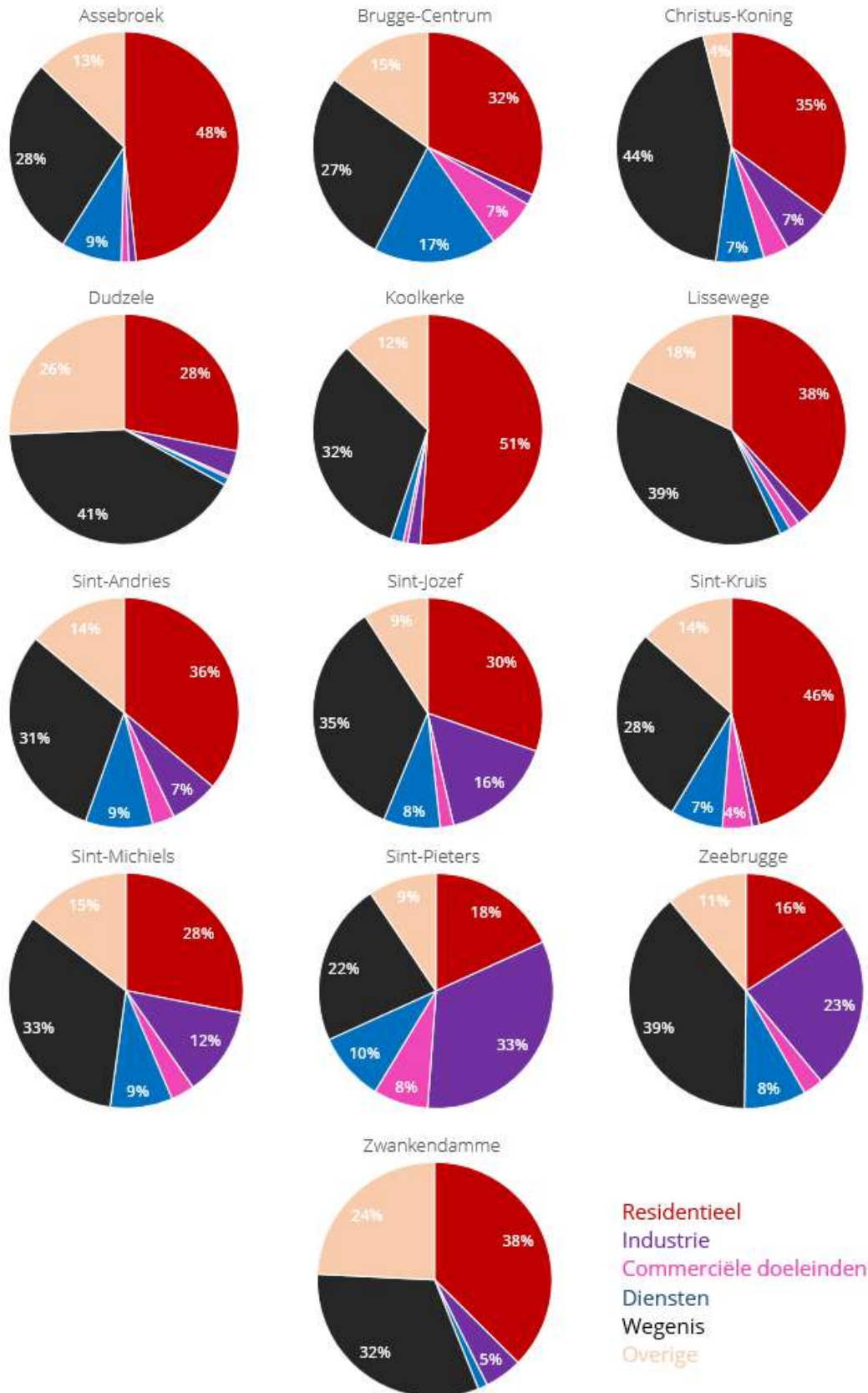


Figuur 41: Landgebruiksverdeling van de 13 deelgemeenten (verharding, landbouw, laaggroen, hooggroen en water).

Figuur 42 toont de verdeling van de verharding per type landgebruik (of sector) over de verschillende deelgemeentes. Ook hier zijn eveneens grote verschillen waarneembaar. Deze

verschillen zijn vanzelfsprekend belangrijk voor het uitstippelen van de optimale adaptatiestrategie. Deze zijn echter reeds mee verwerkt in de uitgerekenende scenario's zoals beschreven in §2.4.1.

Uit de figuur is af te leiden dat in de deelgemeentes Assebroek, Koolkerke en Sint-Kruis het meeste verharding wordt toegeschreven aan residentiële percelen (grootteorde 50%). In de overige deelgemeentes varieert het aandeel van de residentiële verharding van 16% (Zeebrugge, nipt gevolgd door Sint-Pieters) tot circa 40% (Lissewege). Gemiddeld genomen is wegenis verantwoordelijk voor ongeveer 30% van de totale verharding in Brugge, maar ook dat aandeel varieert relatief sterk over de verschillende deelgemeentes. In de meer landelijke gemeentes, zoals Dudzele en Lissewege, ligt dit aandeel logischerwijs hoger. Opvallend is dat de wegenis in Christus-Koning, een dichter bevolkte wijk, toch 44% van de totale verharding uitmaakt. Dit betekent dat er daar relatief gezien wellicht meer kansen zijn om te ontharden dan elders. Tot slot vallen ook de meer industriële polen op, zoals Sint-Pieters en Zeebrugge. In die deelgemeentes is industrie voor respectievelijk 33% en 23% van de verharding verantwoordelijk (de haven werd niet mee beschouwd in deze analyse).



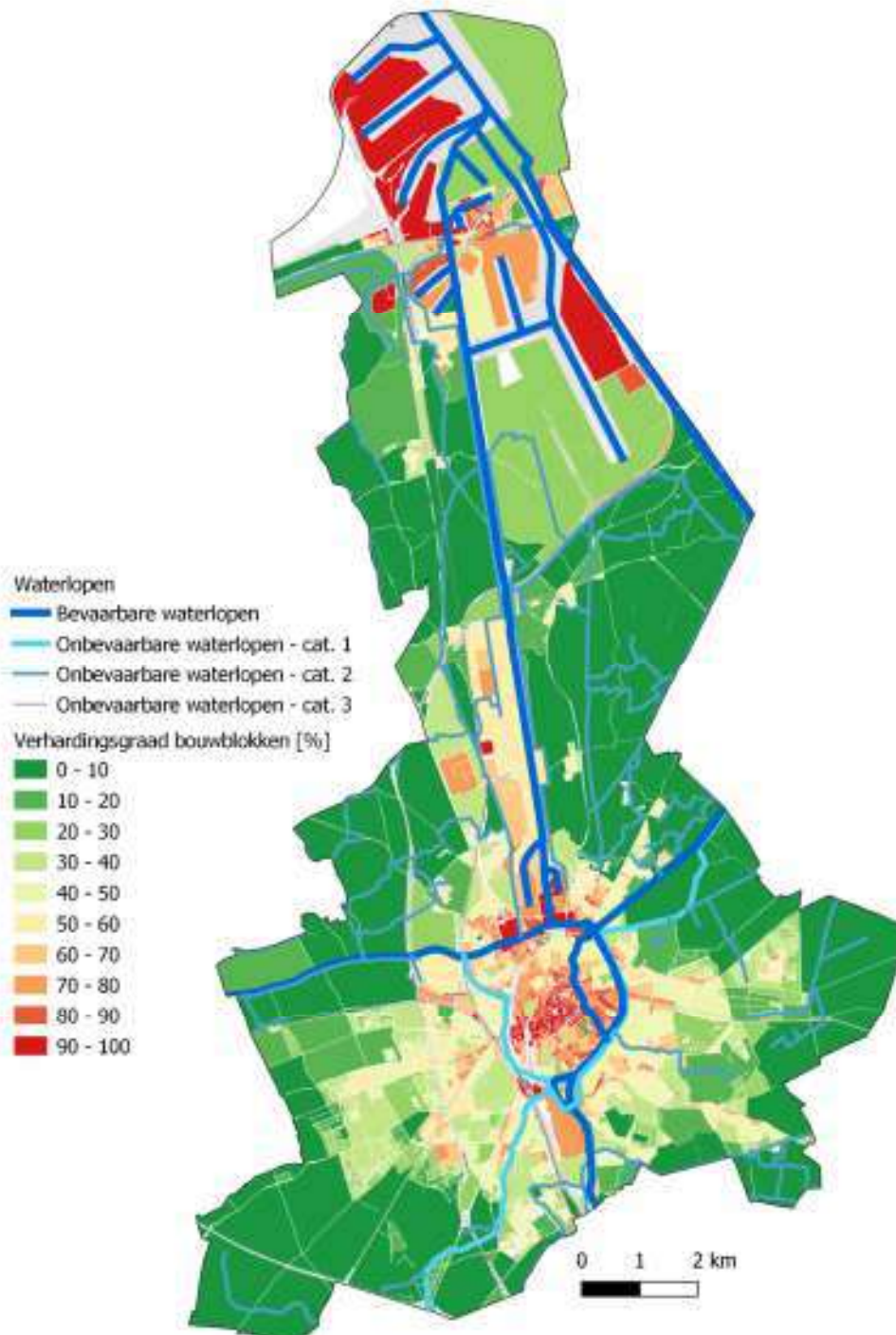
Figuur 42: Oorsprong van de verharding (onderverdeeld in residentieel, industrie, commerciële doeleinden, diensten, wegenis en overige) per deelgemeente.



### 4.2.3 Gemiddelde verhardingsgraad per bouwblok

Figuur 43 toont de gemiddelde verhardingsgraad per bouwblok. Een bouwblok wordt hierbij gedefinieerd als een aaneensluiting van percelen omgeven door straten. Hierbij vallen de meer verstedelijkte gebieden op, en is duidelijk waarneembaar dat naarmate men meer naar het buitengebied gaat de verhardingsgraden stelselmatig afnemen.

Deze kaart werd ook digitaal mee opgeleverd in hoge resolutie zodat deze bruikbaar is bij het concretiseren van de adaptatiestrategieën op wijkniveau.



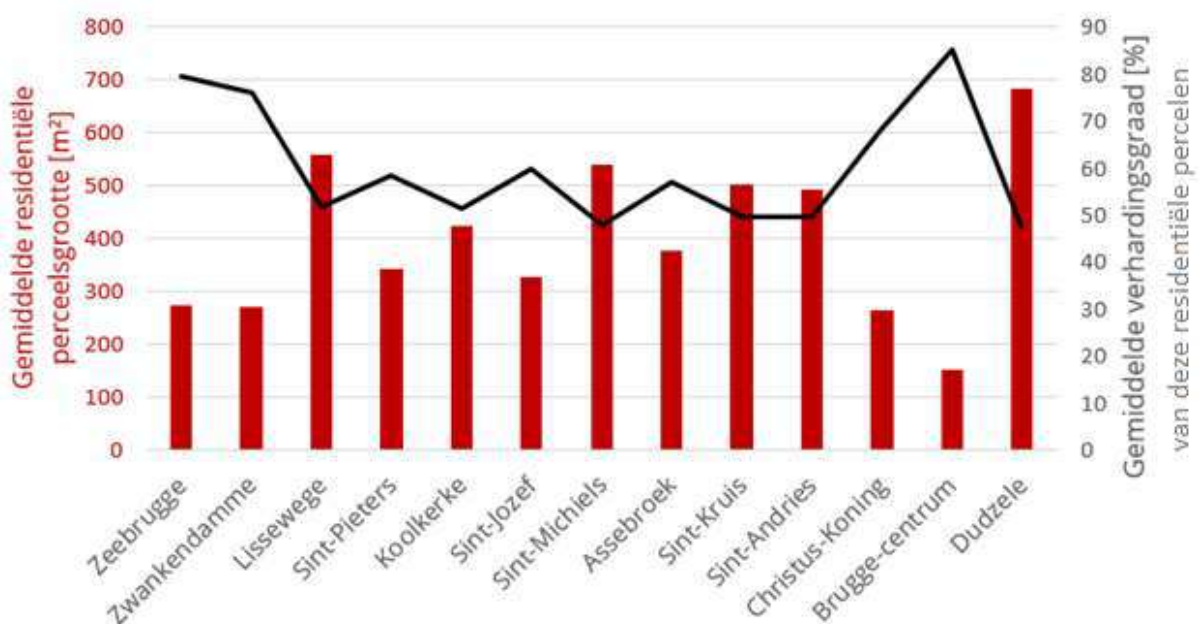
Figuur 43: Gemiddelde verhardingsgraad per bouwblok.

#### 4.2.4 Analyse van residentiële percelen

Deze paragraaf beschrijft verschillende uitgevoerde GIS-analyses omtrent perceelsgroottes van residentiële percelen. Ook werd de verhardingsgraad berekend, en samengevat op niveau van de deelgemeentes. Deze analyses geven input aan de uitwerking van de stedenbouwkundige verordening (zie Actiepunt 1.3). Wanneer bijvoorbeeld verstrengingen worden opgelegd aan bepaalde percelen (bijvoorbeeld vanaf een bepaalde perceelsoppervlakte of verhardingsgraad), kan ingeschat worden hoeveel verharde oppervlakte deze beslaan, of om hoeveel percelen het gaat.

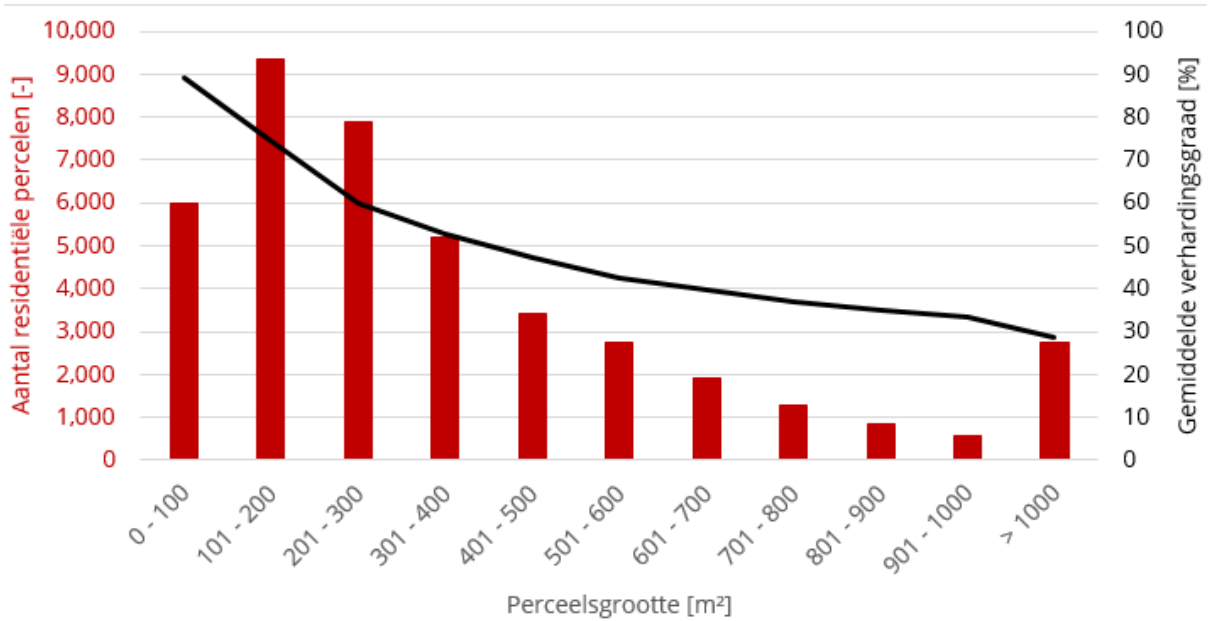
Er moet opgemerkt worden dat de berekeningen gebeurden op een resolutie van 5 x 5 meter. De resultaten kunnen dus (beperkt) afwijken van de realiteit. Meer informatie over de gebruikte bronbestanden is terug te vinden in §4.2.1.

Figuur 44 toont de gemiddelde residentiële perceelsgrootte in de 13 deelgemeentes, tezamen met de gemiddelde verhardingsgraad. Vooral het centrum van Brugge springt er bovenuit met kleine percelen (gemiddeld 150 m<sup>2</sup>), en een gemiddelde verhardingsgraad van 85%. Het bevestigt het vermoeden en de gemaakte aannames in de klimaatadaptatiescenario's dat er weinig ruimte is voor de implementatie van bronmaatregelen. De uitgewerkte strategie voor de binnenstad zet dan ook in op het afkoppelen van verharding naar de reitjes, het verzamelen van water in parken, en het laten afwateren van de achterste dakhelften naar de tuinen. Voor andere wijken, bijvoorbeeld in de meer landelijke deelgemeentes zoals Lissewege en Dudzele maar ook de parkbossen van Sint-Michiels zijn de percelen een stuk groter, en de verhardingsgraad lager (grootteorde 55 à 60%). Hier liggen dus veel kansen om de afstroming van residentiële verharding te laten afwateren naar de eigen tuin (en dus geen afvoer naar het openbaar stelsel te hebben), of minstens bronmaatregelen uit te bouwen.



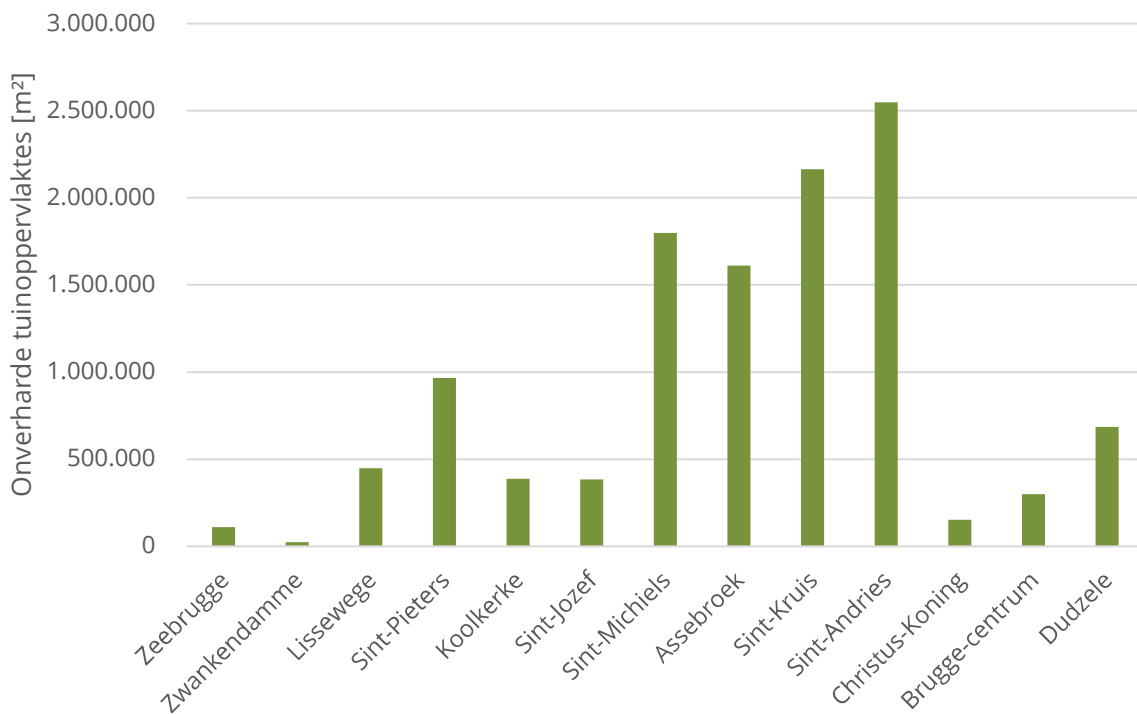
Figuur 44: Gemiddelde residentiële perceelsgrootte en verhardingsgraad per deelgemeente.

Figuur 45 toont een histogram van de grootte van residentiële percelen, met bijhorende verhardingsgraad. Dergelijke grafiek kan ook nuttige input geven voor het verstrengen van de stedenbouwkundige verordening.



Figuur 45: Verdeling van de residentiële percelen over de perceelsgroottes (histogram), met aanduiding van de gemiddelde verhardingsgraad.

Figuur 46 toont de onverharde tuinoppervlakte per deelgemeente. In totaliteit telt Brugge ongeveer 11,6 miljoen m² onverharde tuinoppervlakte. Tuinen beslaan daarmee ongeveer 10% van de totale oppervlakte van Brugge.

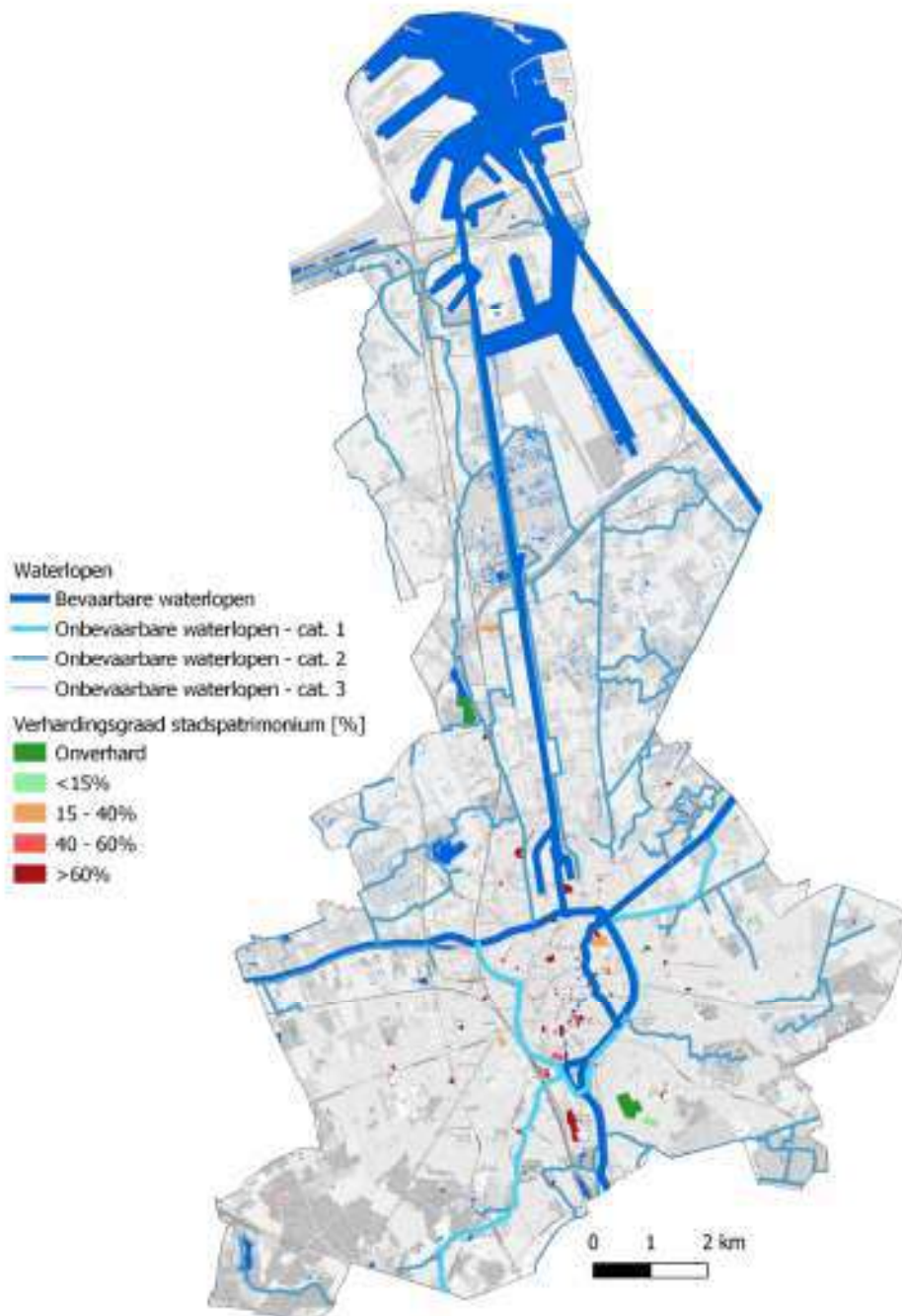


Figuur 46: Berekende onverharde tuinoppervlakte per deelgemeente.

#### 4.2.5 Verharding stadspatrimonium

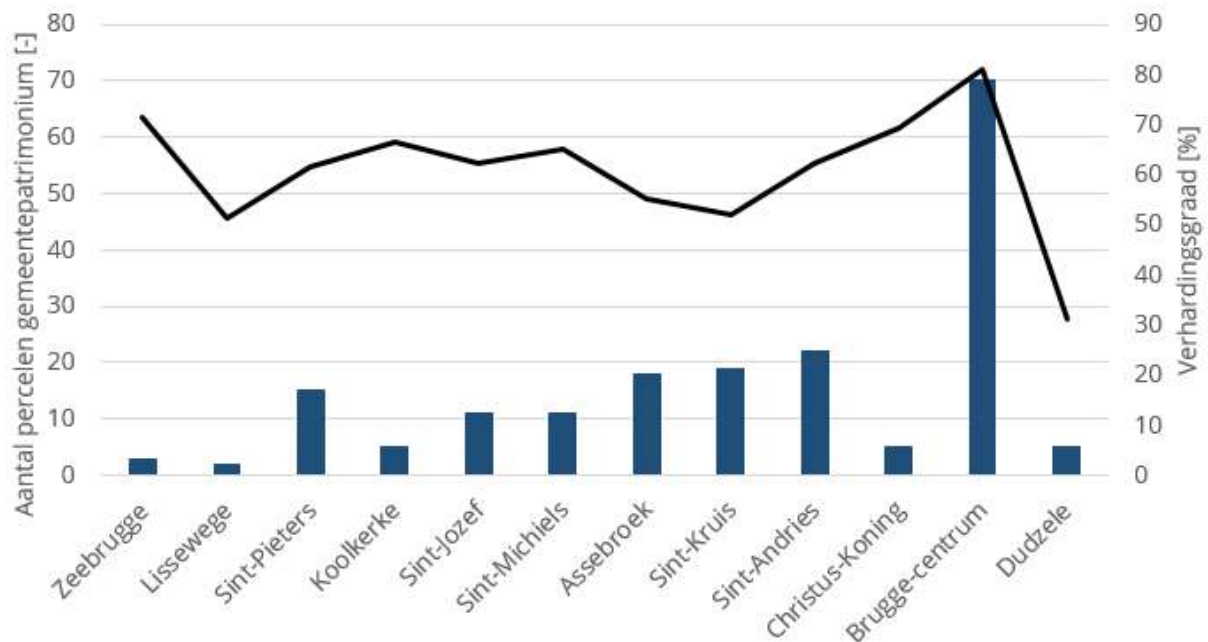
De verharding van percelen in eigendom of beheer van de stad werd apart geanalyseerd. Hierbij wordt opnieuw opgemerkt dat de gebruikte ruimtelijke bronbestanden een relatief grove ruimtelijke resolutie hebben, waardoor de resultaten (wellicht beperkt) kunnen afwijken van de realiteit. Meer informatie over de gebruikte bronbestanden is terug te vinden in §4.2.1.

In totaal werden 186 percelen geïnventariseerd. De gemiddelde verhardingsgraad is 67% (gewogen gemiddeld naar verharde oppervlakte), met een totale verharding van 375.200 m<sup>2</sup>. Figuur 47 duidt de geïnventariseerde percelen aan, tezamen met de verhardingsgraad. Deze kaart werd ook mee digitaal opgeleverd, zodat ze in detail bestudeerd kan worden.



Figuur 47: Aanduiding van het stadspatrimonium, tezamen met de verhardingsgraad.

Figuur 48 toont in meer detail de resultaten per deelgemeente. Deze figuur toont het aantal percelen per deelgemeente, tezamen met de gemiddelde verhardingsgraad. Veruit de meeste percelen zijn terug te vinden in het centrum van Brugge, met een bijhorende hoge verhardingsgraad. Deze hoge verhardingsgraad is echter niet uitzonderlijk in vergelijking met de verhardingsgraden van industriële of commerciële percelen in het historisch centrum (zie ook §4.2.4). In de andere deelgemeentes liggen de verhardingsgraden lager. Dit betekent dat er op de percelen ook nog een behoorlijke groenpartij aanwezig is, die ook ingeschakeld kan worden in de waterhuishouding. Zo kan wellicht verharding afwateren naar deze groenzones, in plaats van naar de riolering (of naar bronmaatregelen).



Figuur 48: Overzicht van het aantal percelen van het stadspatrimonium, tezamen met de gemiddelde verhardingsgraad.

Tabel 3 toont concrete percelen die in eigendom of beheer zijn van stad Brugge, en waar veel verharding is. De verhardingsgraad is relatief laag voor sommige van deze grote percelen, wat betekent dat er concrete kansen moeten zijn voor het afkoppelen van de verharding naar groen. Zo kan de stad alvast het goede voorbeeld geven naar andere actoren toe op vlak van klimaatadaptatie. Dit werd ook naar voren geschoven in Actiepunt 3.6.

Tabel 3: Overzicht van enkele sterk verharde percelen met bijhorende verhardingsgraad

Locatie	Verharding [m <sup>2</sup> ]	Verhardingsgraad
<b>WZC Minnewater</b>	11.200 m <sup>2</sup>	47%
<b>Site Oud-Jan</b>	10.200 m <sup>2</sup>	72%
<b>Groot-Seminarie</b>	12.400 m <sup>2</sup>	25%
<b>Brandweer</b>	13.200 m <sup>2</sup>	35%
<b>Basisschool de Springplank</b>	11.700 m <sup>2</sup>	78%
<b>WZC Ter Potterie</b>	11.700 m <sup>2</sup>	79%
<b>Technische dienst Vaartstraat</b>	17.700 m <sup>2</sup>	82%

### 4.3 Analyse groenbeschikbaarheid

Op basis van de Groenkaart Vlaanderen (versie 2015) en gegevens van bevolkingsdichtheid werd een groenbeschikbaarheidsanalyse uitgevoerd. Deze berekent op pixelniveau van 100 bij 100 meter hoeveel vierkante meter groen (laag- en/of hooggroen) aanwezig is per pixel. Deze analyse is dus representatief voor de hoeveelheid groen per inwoner in de *directe* omgeving (die bij wijze van spreken zichtbaar is vanuit de woning). De analyse houdt geen rekening met de toegankelijkheid van het groen.

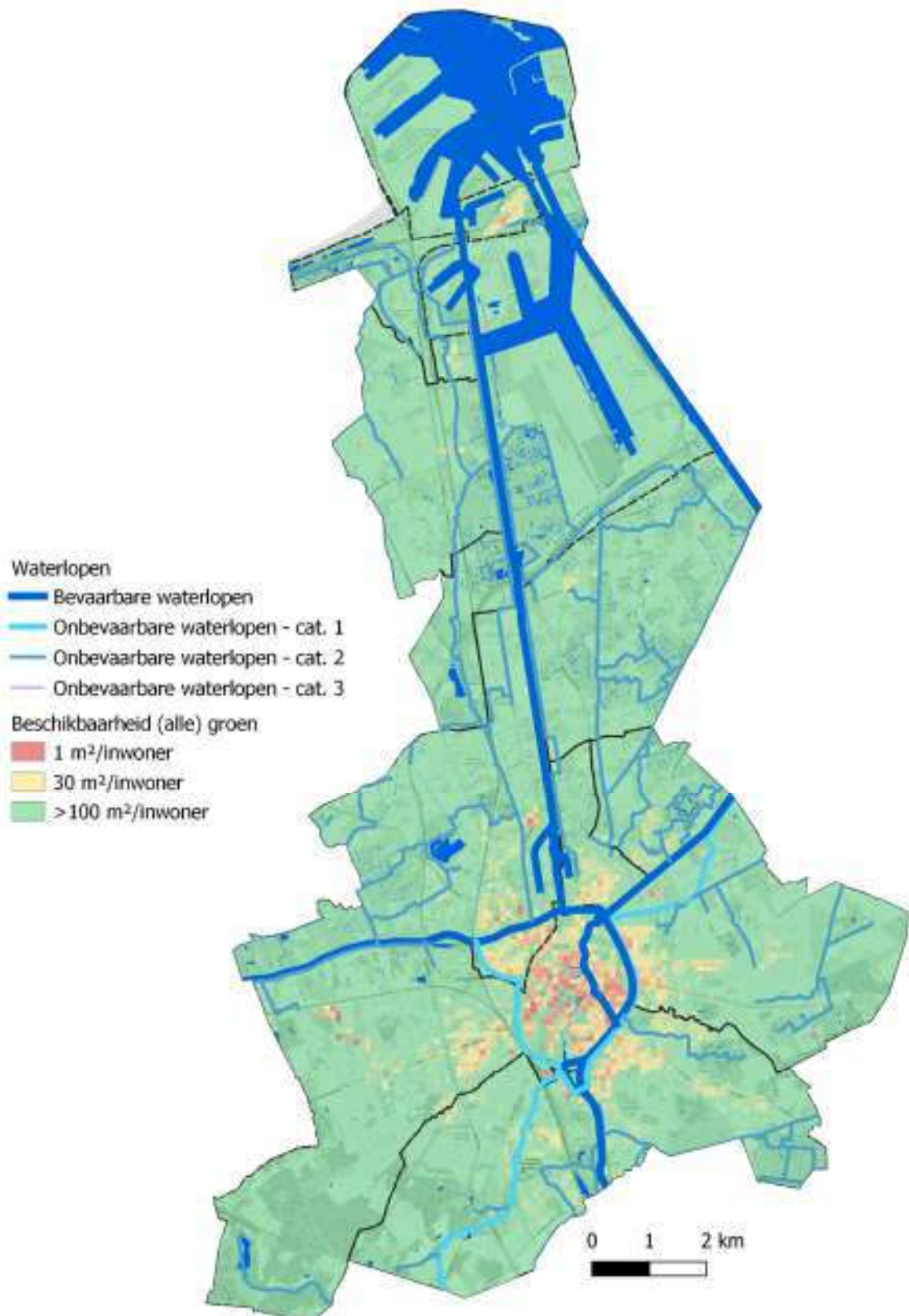
De resultaten van de analyse worden vergeleken met de groennorm van het Agentschap voor Natuur en Bos. Het agentschap publiceerde in 2000 een groennorm die uit twee aspecten bestaat. Vooreerst is er een globale streefnorm, uitgedrukt als een ideaal aantal m<sup>2</sup> groen per inwoner. Gelet op de woondichtheid in de woonkernen geldt een minimumwaarde van 30 m<sup>2</sup> groen/inwoner als streefcijfer. Daarnaast zijn er normen die speciëren wat de maximum afstand tot groen mag zijn voor een inwoner in functie van het soort groen (gaande van woongroen tot stadsgroen). Dit zijn geen wettelijke of bindende normen, maar eerder richtcijfers. Met dit laatste aspect werd in voorliggende analyse geen rekening gehouden.

Figuur 49 toont de berekende groenbeschikbaarheid. Hierin worden drie kleuren gebruikt: rood wanneer de norm van 30 m<sup>2</sup> per inwoner niet gehaald wordt, geel wanneer dit net gehaald wordt en groen wanneer er meer dan voldoende groen is (meer dan 100 m<sup>2</sup> per inwoner). Cellen met een zeer lage bevolkingsdichtheid of die volledig agrarisch zijn, werden ook in het groen aangeduid om de leesbaarheid van de figuur te vergroten. De analyse toont dat de groennorm op veel plaatsen in Brugge gehaald wordt, maar in de woonkernen en het centrum van Brugge wordt de norm (soms ruim) niet gehaald.

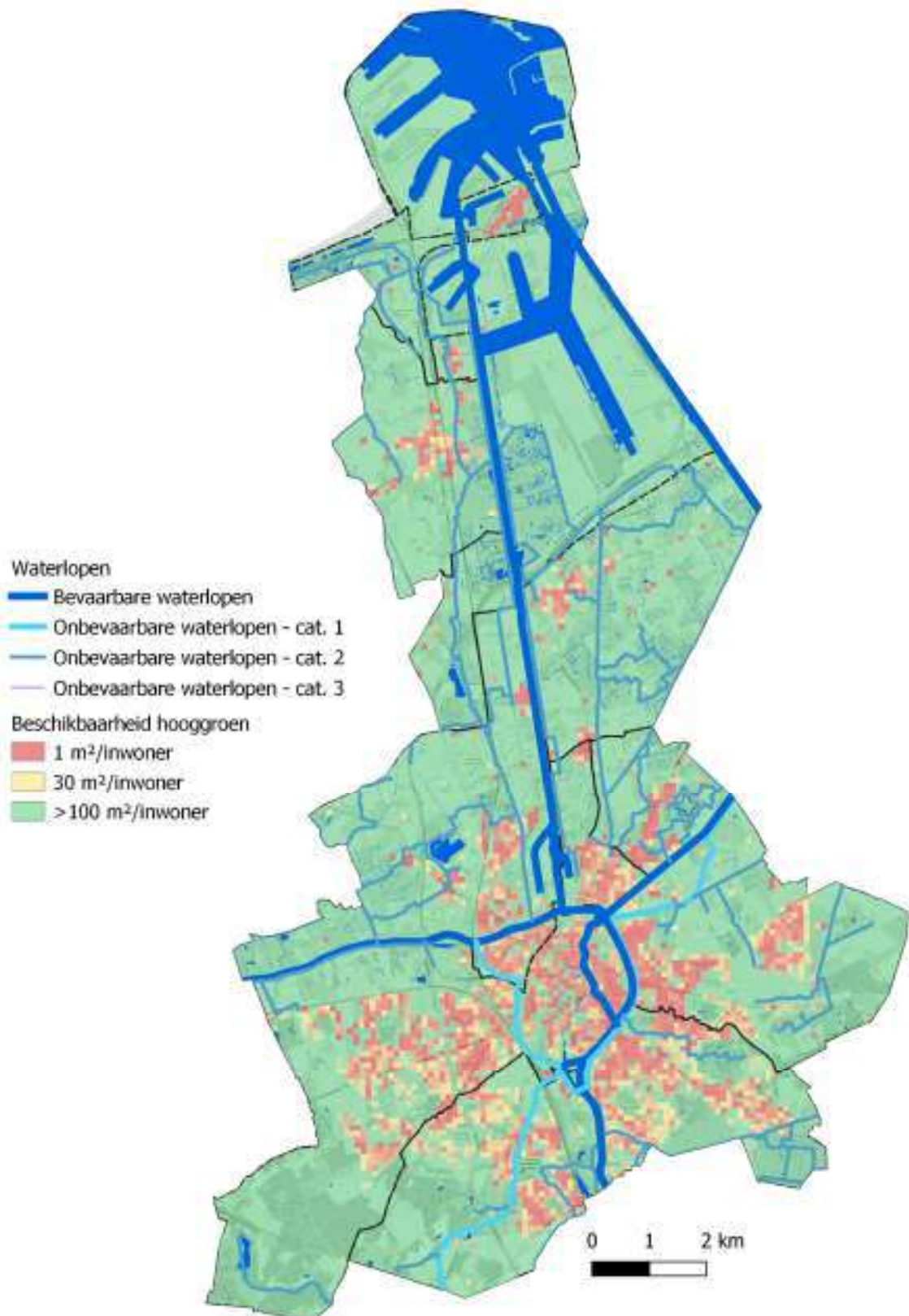
Het dient ook opgemerkt te worden dat vooral hoog groen voor verkoeling zorgt en dat de waarden van de eerste analyse rekening houden met zowel hoog als laag groen. Indien enkel hoog groen beschouwd wordt, dan wordt de groennorm in quasi geen enkel woongebied gehaald. Dit wordt getoond in Figuur 50.

Figuur 51 toont het aantal pixels (100x100 meter) waar er niet voldaan is aan de groennorm wanneer rekening gehouden wordt met alle soorten groen (dus zowel hoog- als laaggroen). Deze informatie kan gebruikt worden voor het gericht implementeren van bijkomend groen, alsook om gekwantificeerde doelstellingen naar voren te schuiven voor bijkomend hooggroen in woongebieden. Actiepunt 3.2 is hieraan gerelateerd.

Deze analyse houdt geen rekening met het publiek/privaat karakter van groen: veel groen in het centrum is immers niet publiek toegankelijk, waardoor de reële cijfers voor de hoeveelheid groen per inwoner vermoedelijk lager liggen. Het halen van het streefcijfer van 30 m<sup>2</sup> groen per inwoner mag eveneens geen reden zijn om niet te streven naar extra groenvoorzieningen en de bijhorende voordelen.

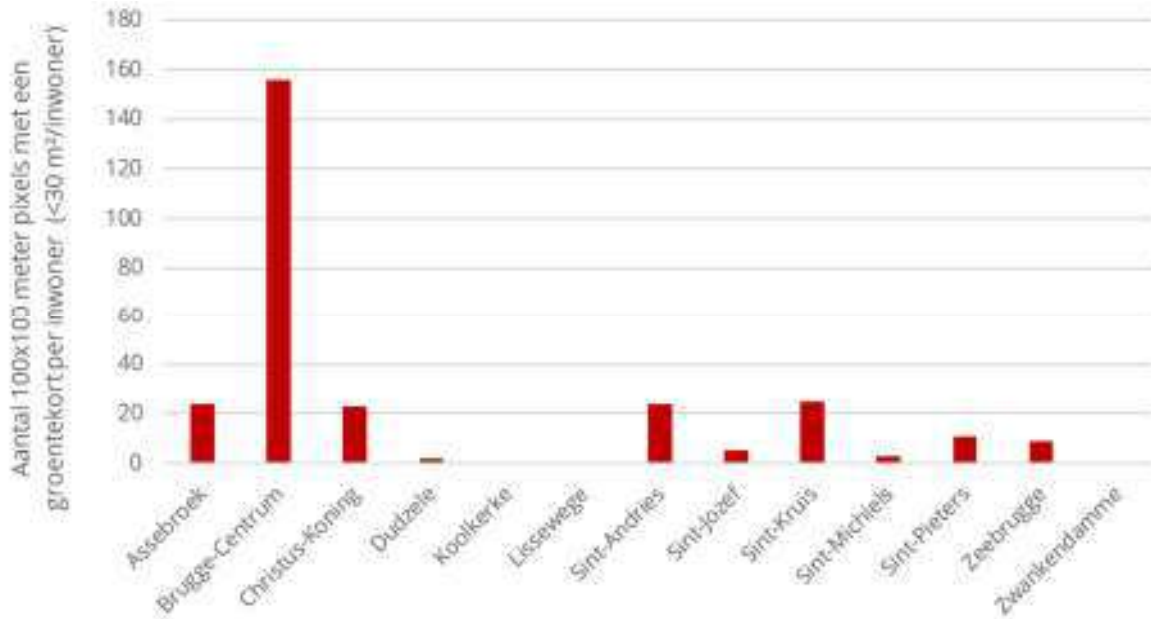


Figuur 49: Groenbeschikbaarheid per inwoner (alle groen, dus zowel laag- als hooggroen).



Figuur 50: Groenbeschikbaarheid per inwoner (enkel hooggroen).





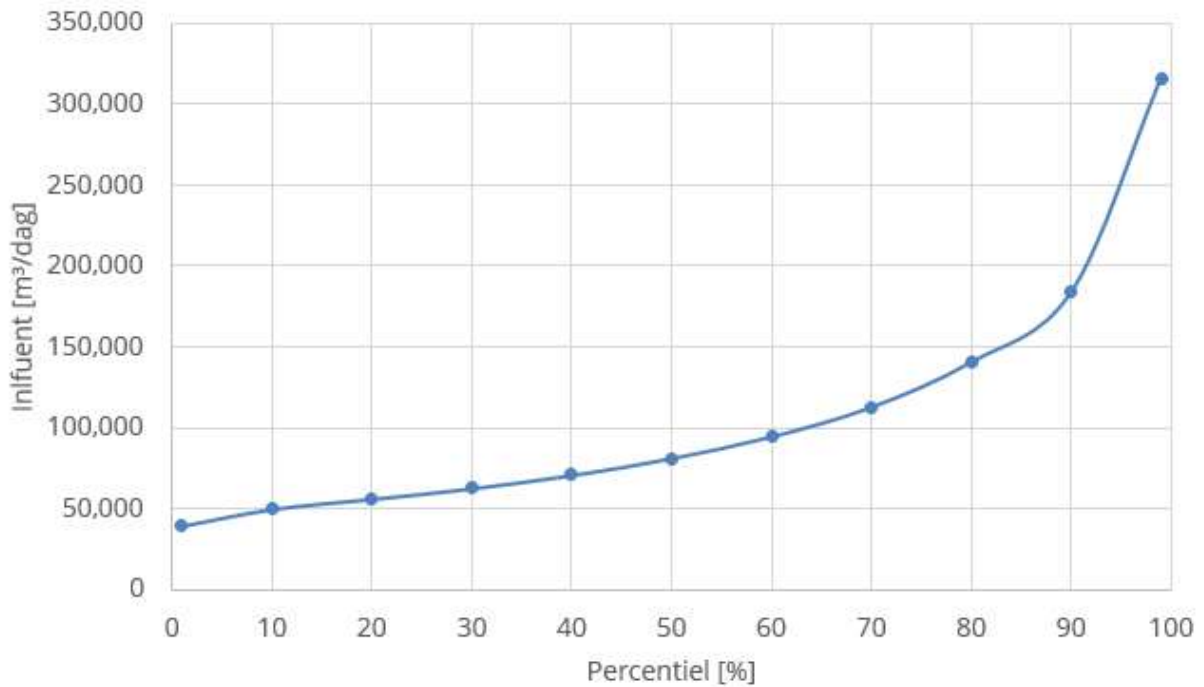
Figuur 51: Samenvatting van het aantal pixels (100x100 meter) waar de groennorm niet gehaald werd rekening houdend met *alle* groen (dus hoog- en laaggroen). Wanneer de norm enkel op basis van hooggroen berekend wordt, ligt het aantal pixels veel hoger.

#### 4.4 Droogweerafvoeranalyse RWZI

Er werd een analyse uitgevoerd van het influent van de RWZI van Brugge. Deze analyse kwantificeert hoeveel instroom er (gemiddeld en tijdsvariabel) is naar de RWZI, en dit met onderscheid van regenwater en droogweerafvoer (bestaande uit afvalwater en parasitair water zoals drainages).

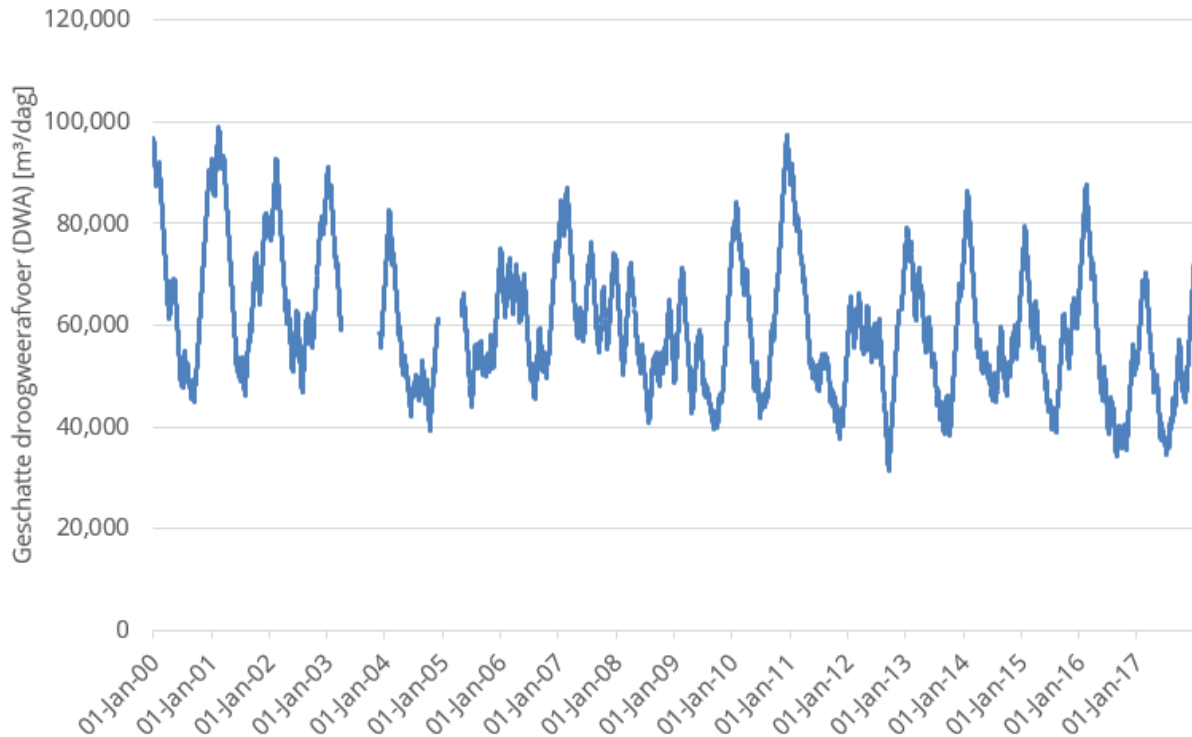
De RWZI in Brugge is gestart in 1999 met een capaciteit van 173.000 inwoner equivalenten, en werd over de tijd uitgebreid tot 182.000 inwoner equivalenten (status eind 2017). Dit is daarmee de grootste waterzuivering van Vlaanderen.

Figuur 52 toont de percentielverdeling van de RWZI influenten. Een percentiel 10 betekent dat 10% van de tijd een overeenkomstig debiet of lager debiet de RWZI binnenstroomt. Percentiel 50 toont de jaarrond gemiddelde waarde. Zo stroomt er grootteorde 80.000 m<sup>3</sup> water per dag gemiddeld de RWZI binnen. Bij hevige neerslag kan dat echter toenemen tot 320.000 m<sup>3</sup> per dag en meer. Merk op dat niet al het regenwater toekomt in de RWZI bij hevige neerslag. Een deel van het water zal overstorten doordat de capaciteit van de riolering te beperkt is om zeer extreme neerslagbuien op te vangen.



Figuur 52: Percentielverdeling van de influentdebieten (in m<sup>3</sup>/dag) van de RWZI van Brugge.

Uit de tijdreeks werden door VMM droogweerafvoerdebieten berekend via een filtertechniek. De resultaten worden getoond in Figuur 53. Hierop is te zien dat het droogweerdebiet sterk fluctueert tussen ongeveer 40.000 m<sup>3</sup>/dag en pieken tot 100.000 m<sup>3</sup>/dag. Er is een duidelijke seizoensaliteit waarneembaar: in de winters ligt de afvoer hoger dan in de zomer. De dalen in de zomer zijn nagenoeg constant op 40.000 m<sup>3</sup>/dag. Het verschil tussen beide wijst op parasitaire debieten: dit is afstroming die niet te wijten is aan neerslag, maar ook niet aan afvalwaterstromen. Het verschil tussen de hoge en lage pieken in droogweerafvoer is dus toe te schrijven aan drainage van grondwater (via bemalingen, permanente drainages of lekkende rioleringsleidingen). In Brugge wordt op die manier grootteorde 40.000 m<sup>3</sup>/dag grondwater afgevoerd, in de winterperiodes. In de zomerperiode valt dit sterk terug door de lagere grondwaterstand. We gaan er in deze ruwe schatting dus vanuit dat er geen of verwaarloosbare parasitaire debieten zijn in de zomer, maar er zijn geen specifieke gegevens die deze veronderstelling staven.



Figuur 53: Geschatte droogweerafvoer van 2000 tot 2017.

De RWZI influentdebieten zouden ook gebruikt kunnen worden om de impact van maatregelen rond verharding te monitoren over langere tijd. Immers, hoe minder verharding er aangesloten is op de riolering, hoe minder water er afstroomt naar de RWZI bij eenzelfde bui. Dergelijke monitoring kan voor de langere termijn uitgewerkt worden voor Brugge, maar is evenwel niet eenvoudig. De precieze afstroming van verharding die de RWZI bereikt is immers sterk afhankelijk van de typologie van de neerslagbui (de hoeveelheid, extremiteit, duur en spreiding van deze karakteristieken over de bui) en de toestand van het rioleringsstelsel (sedimentatie, overstortwerking, werking van hydraulische structuren en rioleringsleidingen zelf). Daardoor zijn vergelijkingen enkel mogelijk over de langere termijn, waarbij bovendien deze overige variabelen van neerslagstatistieken en de toestand van de riolering nauwkeurig in rekening gebracht worden via simulatiemodellen. Enkel zo kunnen trends waargenomen worden. Het gebruik van sensoren in de riolering die de drukhoogte of het debiet meten kunnen evenwel een nuttige aanvulling zijn om dergelijke monitoring sneller en accurater uit te rollen.

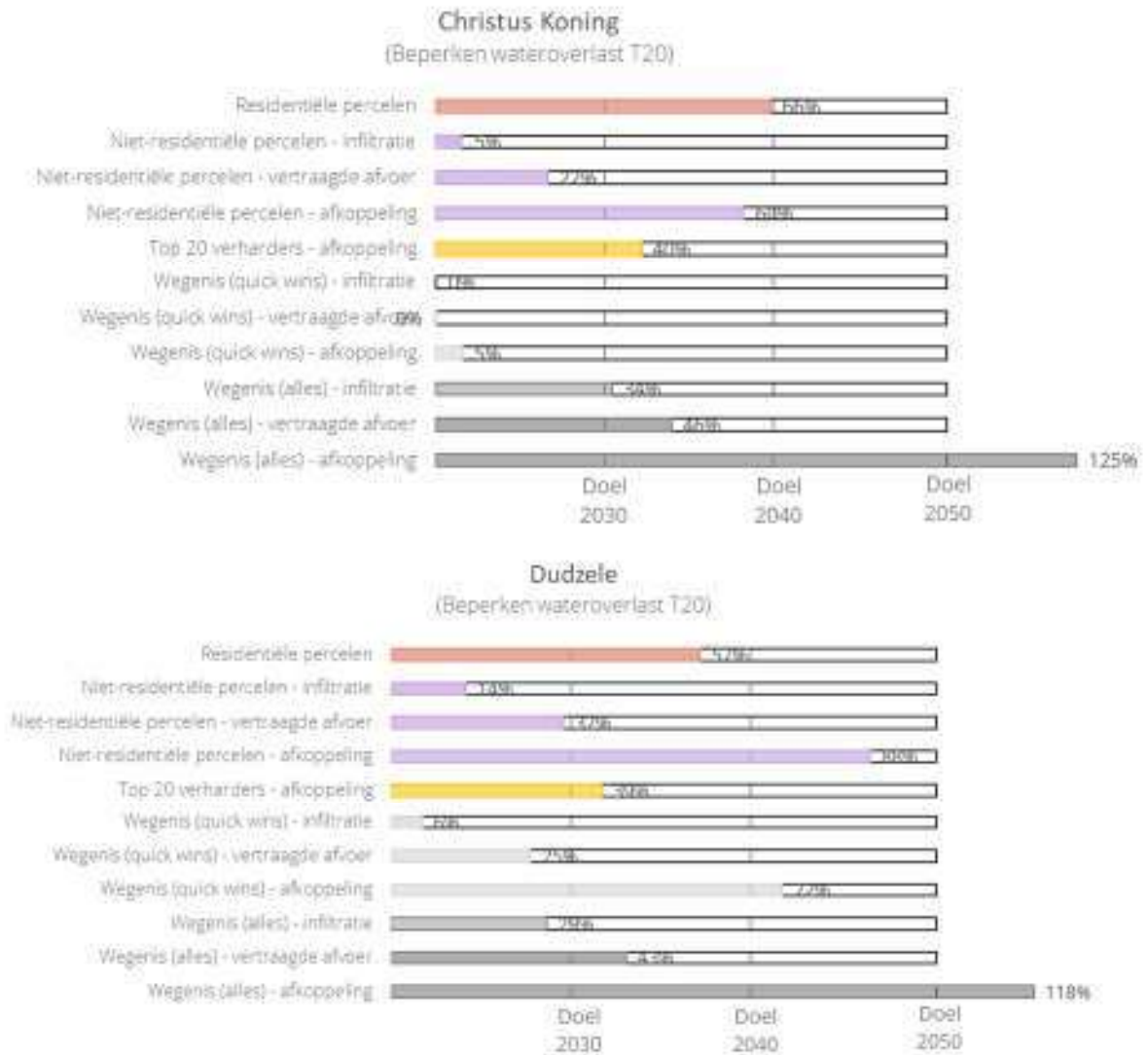
## 5 Referenties

- Brugge, (2020). Risico- en kwetsbaarheidsanalyse van klimaatverandering op stad Brugge. Studie uitgevoerd door Sumaqua in opdracht van stad Brugge. Deels gefinancierd door het Interreg project Water Resilient Cities.
- Mira-T, (2008). Milieुरapport Vlaanderen Indicatorrapport.
- Schoeters, L., Vannoppen, A., Muys, B. (2019). Boomsoortendiversiteit verhoogt de groei van beuk en beïnvloedt zijn fysiologische droogte-respons. Vakblad natuur bos landschap, editie januari 2019.
- Staes, J., Meire, P., 2020. Methodologie voor de opmaak van de watersysteemkaarten voor Vlaanderen. (versie 2020/01/16), Universiteit Antwerpen, onderzoeksgroep Ecosysteembeheer, ECOBE 020-R251.
- VMM (2016). Opstellen van richtlijnen voor het meten van de infiltratiecapaciteit en het modelmatig onderbouwen voor de dimensionering van infiltratievoorzieningen. Studie uitgevoerd door IMDC nv in samenwerking met de Bodemkundige Dienst van België vzw in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij. p. 423.
- Wolfs, V., Vereecke, E., Bournique, R., Grimard, J.-C., Willems, P., (submitted). Pluvial flood impact quantification of blue green roofs at city scale: case Antwerp.

# 6 Bijlagen

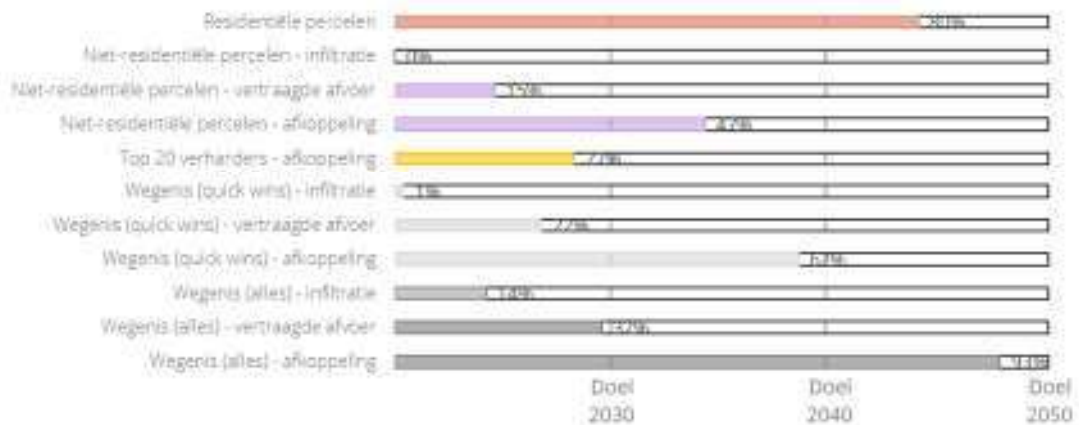
## 6.1 Bijlage A – vervolg impactresultaten scenario's wateroverlast T20

Deze resultaten zijn het vervolg op diegene gerapporteerd in §2.4.3.



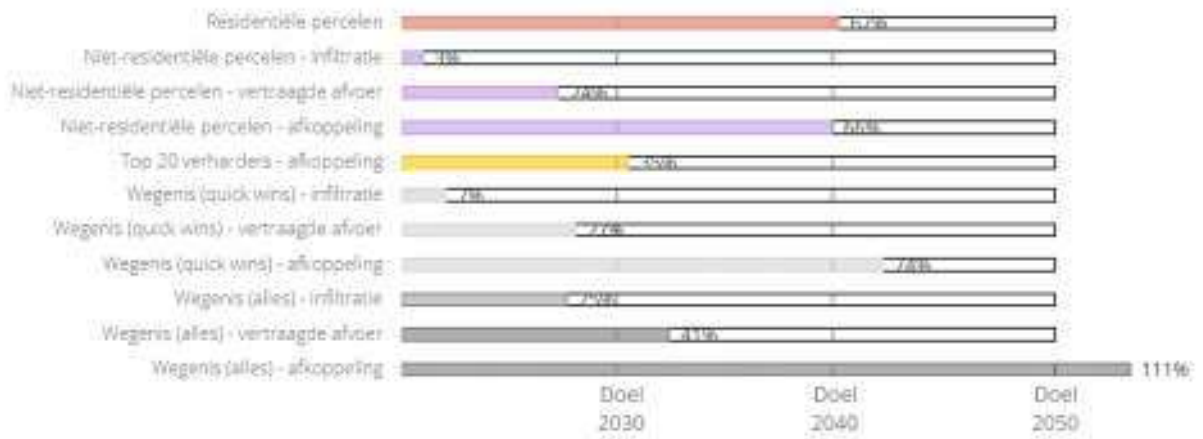
### Koolkerke

(Beperken wateroverlast T20)



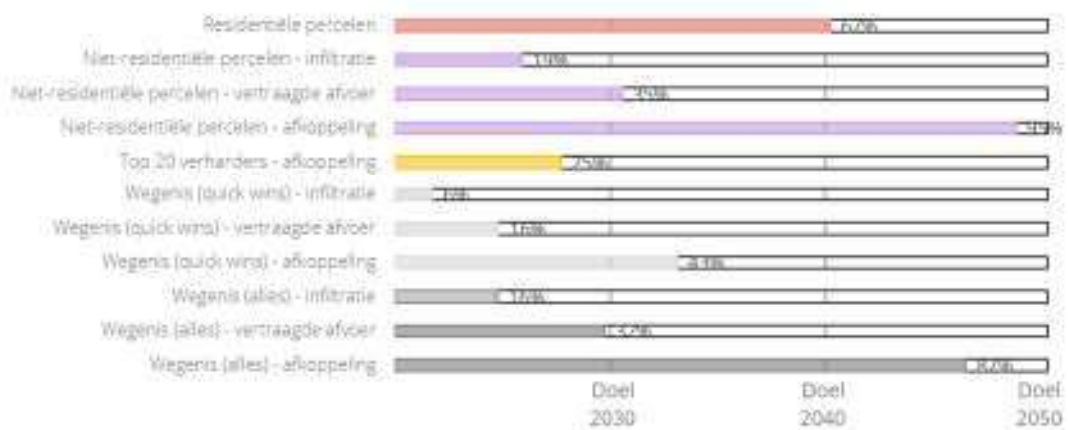
### Lissewege

(Beperken wateroverlast T20)



### Sint-Andries

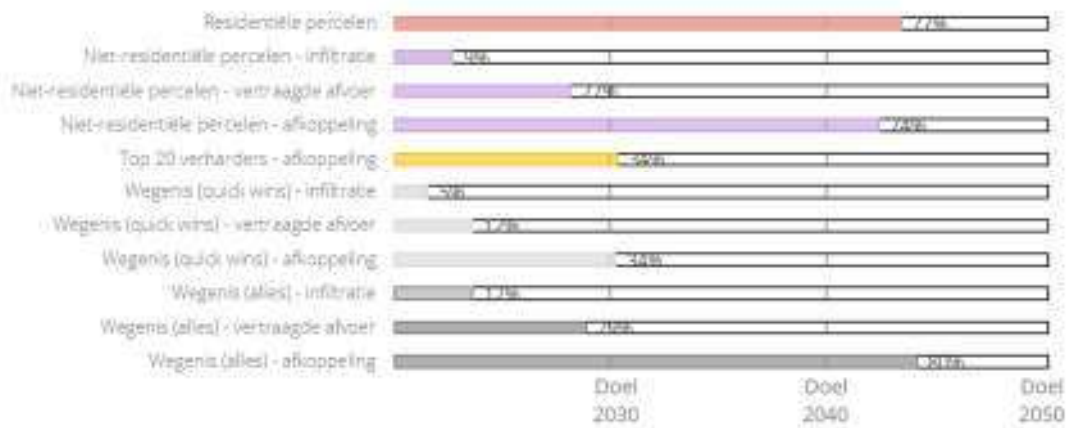
(Beperken wateroverlast T20)



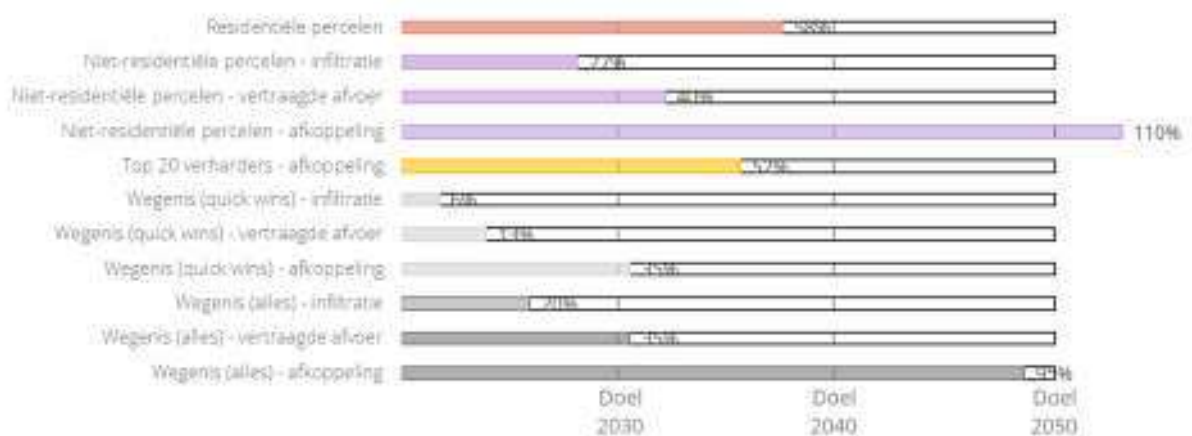
**Sint-Jozef**  
(Beperken wateroverlast T20)

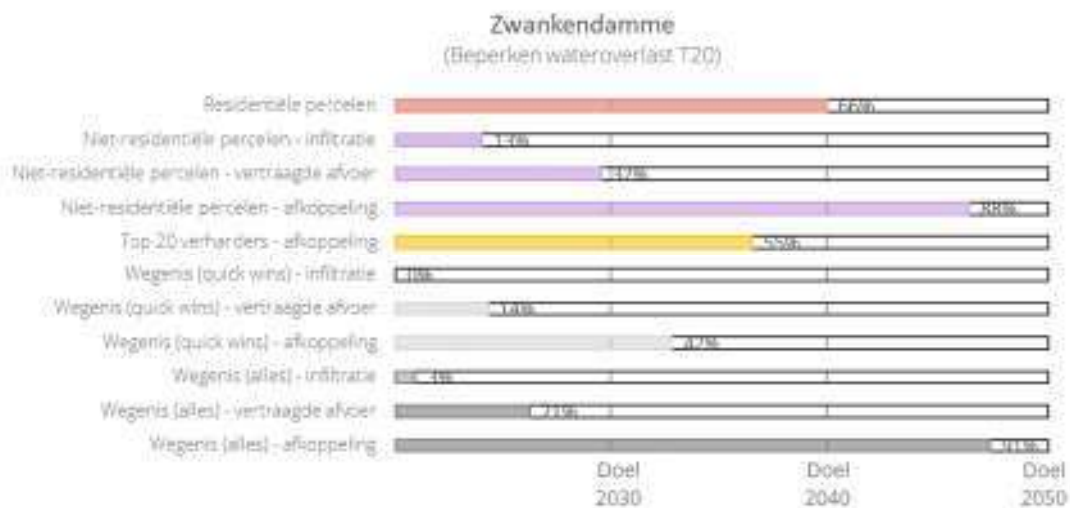
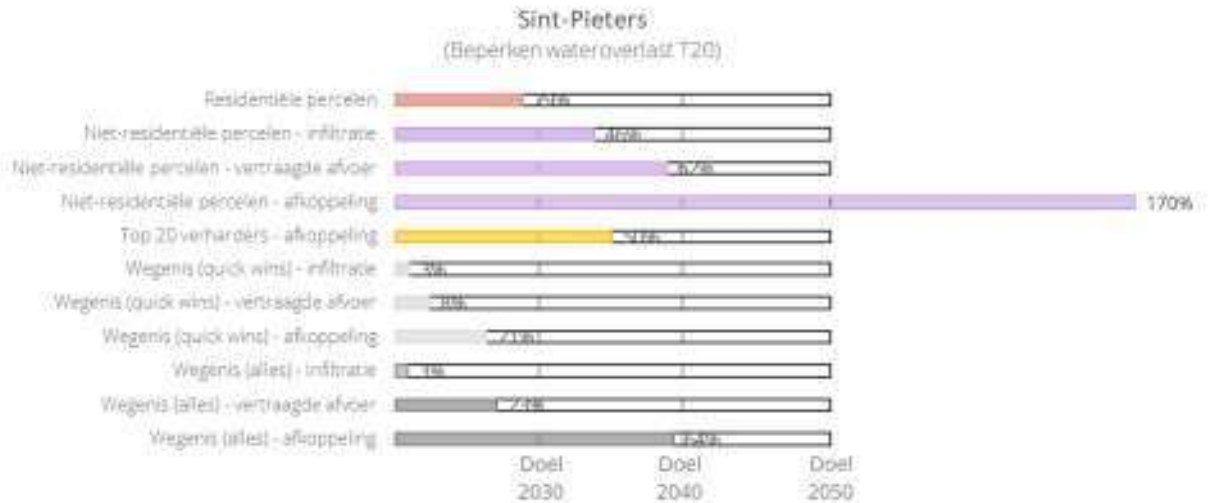


**Sint-Kruis**  
(Beperken wateroverlast T20)



**Sint-Michiels**  
(Beperken wateroverlast T20)







## 6.2 Bijlage B - impactresultaten scenario's wateroverlast T5

Onderstaande resultaten zijn een vervolg op de gerapporteerde impactresultaten van de scenario's voor wateroverlast T20 (zie §2.4.3 en Bijlage A). Onderstaande figuren tonen de impacts op vlak van wateroverlasttrisico's met een terugkeerperiode van 5 jaar (T5).

# WATEROVERLAST (T5)

Onderstaande percentages tonen de ingeschatte toename in omvang van overstromingen met een terugkeerperiode van 5 jaar voor het hoge impactscenario 2050 ten opzichte van het huidige klimaat voor verschillende scenario's.

		Assebroek	Brugge-centrum	Christus-Koning	Dudzele	Koolkerke	Lissewege	Sint-Andries	Sint-Jozef	Sint-Kruis	Sint-Michiels	Sint-Pieters	Zeebrugge	Zwanke	
<b>Geen maatregelen</b>		51%	51%	51%	51%	51%	51%	51%	51%	51%	51%	51%	51%	51%	
<b>Scenario: bronmaatregelen</b>															
<b>residentiële percelen</b>															
	Implementatiegraad	10%	43%	46%	45%	46%	43%	45%	45%	46%	44%	46%	48%	48%	45%
		20%	36%	41%	40%	42%	35%	39%	40%	41%	37%	42%	45%	46%	39%
		30%	29%	36%	35%	38%	27%	33%	34%	37%	30%	38%	42%	43%	34%
		50%	14%	27%	24%	29%	12%	22%	23%	28%	16%	29%	37%	39%	22%
		100%	-22%	3%	-2%	8%	-19%	-3%	-4%	5%	-19%	8%	23%	27%	-2%
<b>Scenario: bronmaatregelen (infiltratie) niet-residentiële percelen</b>															
	Implementatiegraad	10%	47%	44%	47%	47%	48%	48%	46%	47%	47%	45%	46%	47%	51%
		20%	43%	38%	44%	46%	47%	48%	40%	46%	43%	39%	40%	44%	48%
		30%	40%	32%	41%	44%	47%	46%	35%	42%	39%	33%	31%	38%	45%
		50%	33%	20%	35%	35%	45%	41%	25%	32%	31%	21%	17%	24%	35%
		100%	15%	-8%	19%	17%	33%	24%	0%	16%	11%	-6%	0%	13%	17%
<b>Scenario: bronmaatregelen (vertraagde afvoer) niet-residentiële percelen</b>															
	Implementatiegraad	10%	47%	45%	48%	46%	48%	47%	46%	46%	47%	45%	42%	44%	47%
		20%	44%	39%	45%	42%	46%	44%	41%	41%	43%	40%	34%	38%	42%
		30%	41%	33%	42%	38%	44%	41%	37%	36%	40%	34%	26%	31%	38%
		50%	34%	22%	36%	29%	39%	34%	27%	26%	32%	24%	9%	19%	29%
		100%	18%	-7%	21%	8%	27%	18%	4%	2%	14%	-3%	-29%	-13%	8%
<b>Scenario: afkoppeling niet-residentiële percelen</b>															
	Implementatiegraad	10%	47%	44%	47%	46%	48%	47%	46%	45%	47%	45%	42%	44%	46%
		20%	43%	38%	44%	41%	46%	44%	40%	40%	43%	39%	33%	37%	41%
		30%	40%	32%	41%	37%	43%	40%	35%	35%	39%	33%	24%	30%	37%
		50%	33%	20%	35%	27%	38%	33%	25%	24%	31%	21%	6%	16%	27%
		100%	15%	-11%	19%	4%	26%	16%	0%	-2%	11%	-8%	-39%	-18%	4%
<b>Scenario: afkoppeling grootste verharders</b>															
	5 grootste percelen	44%	46%	39%	41%	45%	44%	45%	40%	40%	36%	40%	36%	36%	
	10 grootste percelen	42%	42%	35%	36%	41%	39%	42%	34%	37%	30%	34%	28%	30%	
	20 grootste percelen	39%	39%	29%	30%	36%	32%	37%	26%	33%	23%	24%	16%	22%	
<b>Scenario: bronmaatregelen (infiltrerend) op wegenis</b>															
	Potentiële quick-wins	36%	43%	48%	21%	26%	20%	28%	38%	33%	32%	45%	46%	36%	
	Alle wegenis (100%)	8%	9%	-11%	14%	17%	14%	4%	15%	8%	0%	25%	14%	23%	
<b>Scenario: bronmaatregelen (vertraagde afvoer) wegenis</b>															
	Potentiële quick-wins	37%	44%	48%	16%	20%	15%	29%	32%	34%	33%	40%	44%	30%	
	Alle wegenis (100%)	11%	12%	-11%	-7%	5%	-4%	8%	2%	11%	4%	19%	-3%	7%	
<b>Combinaties van infiltrerende bronmaatregelen</b>															
	0% (niet)-res + kansen wegenis	-18%	-11%	6%	0%	-5%	-3%	-21%	7%	-20%	-16%	9%	12%	5%	
	100% (niet)-res + wegenis	-64%	-57%	-60%	-26%	-35%	-31%	-60%	-28%	-63%	-55%	-25%	-23%	-25%	
<b>Combinaties van bronmaatregelen (vertraagde)</b>															
	0% (niet)-res + kansen wegenis	-15%	-9%	7%	-24%	-26%	-27%	-21%	-15%	-19%	-15%	-15%	0%	-20%	
	100% (niet)-res + wegenis	-68%	-68%	-67%	-62%	-59%	-64%	-67%	-62%	-68%	-67%	-66%	-67%	-62%	





