



6. TOEKOMSTIGE EVOLUTIE VAN HET KLIMAAT IN BELGIË EN HET BRUSSELS HOOFDSTEDELIJK GEWEST EN DE BIJBEHORENDE GEVOLGEN EN RISICO'S

1. Inleiding

De klimaatverandering is een van de grootste uitdagingen van de 21e eeuw, en vandaag worden we geconfronteerd met de noodzaak om bepaalde werkwijzen aan te passen om ons voor te bereiden op de gevolgen van de toekomstige klimaatverandering. Hoewel sommige van deze veranderingen al dagelijks voelbaar zijn, richten veel studies zich op toekomstscenario's om goed op hun verloop te anticiperen. Zo werken de gebruikte modellen op een steeds nauwkeurigere ruimtelijke schaal, om projecties op te stellen voor bijvoorbeeld België en zelfs voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. De doelstelling bestaat er met name in de vele aanpassingen te identificeren waarmee men op deze veranderingen kan inspelen in de verschillende sectoren, gebaseerd op de geïdentificeerde kwetsbare punten van het Gewest. Maar het is ook de bedoeling een inschatting te maken van de omvang van de in de strijd tegen de klimaatverandering te leveren inspanningen, die in de eerste plaats gericht zullen zijn op het beperken van de opwarming.

2. Het Belgische klimaat

2.1. Algemeen¹

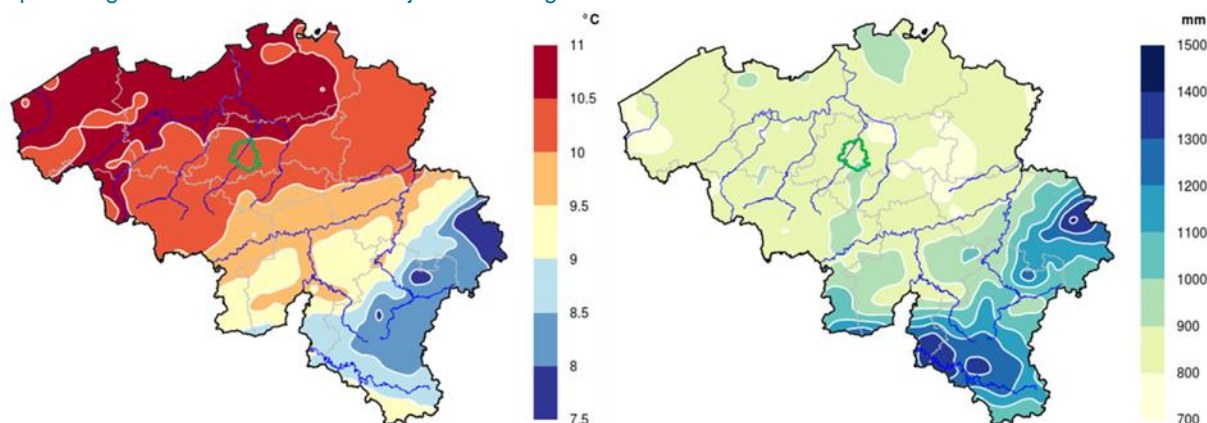
De gemiddelde breedtegraad (tussen 49° en 51°N) en de nabijheid van de Atlantische Oceaan zijn de twee belangrijkste bepalende kenmerken voor het Belgische klimaat, dat gedefinieerd wordt als een **gematigd zeeklimaat**. Het klimaat is dus over het algemeen fris en vochtig in de zomer en relatief zacht en regenachtig in de winter.

Zo is de gemiddelde **temperatuur** in België over alle regio's en seizoenen heen 9,8°C en bedraagt de jaarlijkse hoeveelheid **neerslag** 925 mm. Vanwege de regionale klimaatschommelingen in België (als gevolg van de nabijheid van de zee, het reliëf en de hoogte) bedraagt de gemiddelde jaartemperatuur in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest 10,5°C en de gemiddelde totale neerslag op een jaar 852,4 mm (zie ook [Het klimaat in het Brussels Gewest](#)).

Figuur 6.1: Gemiddelde jaartemperatuur (links, in °C) en neerslag (rechts, in mm) voor de periode 1981-2010

Bron: De figuur is gebaseerd op <https://www.meteo.be/nl/klimaat/klimaatatlas>

Opmerking: Het Brussels Hoofdstedelijk Gewest is groen omcirkeld.



¹<https://www.meteo.be/nl/klimaat/klimaatatlas/klimaatkaarten/neerslag/neerslaghoeveelheid/jaarijks>,
<https://www.meteo.be/nl/klimaat/klimaatatlas/het-belgisch-klimaat/het-belgisch-klimaat-in-grote-lijnen>,
<https://www.meteo.be/nl/klimaat/klimaatatlas/klimaatkaarten/luchttemperatuur/gemiddelde/jaarijks>

<https://klimaat.be/in-belgie/klimaat-en-uitstoot/klimaat>



2.2. Eerdere evoluties van het klimaat²

2.2.1. De temperaturen

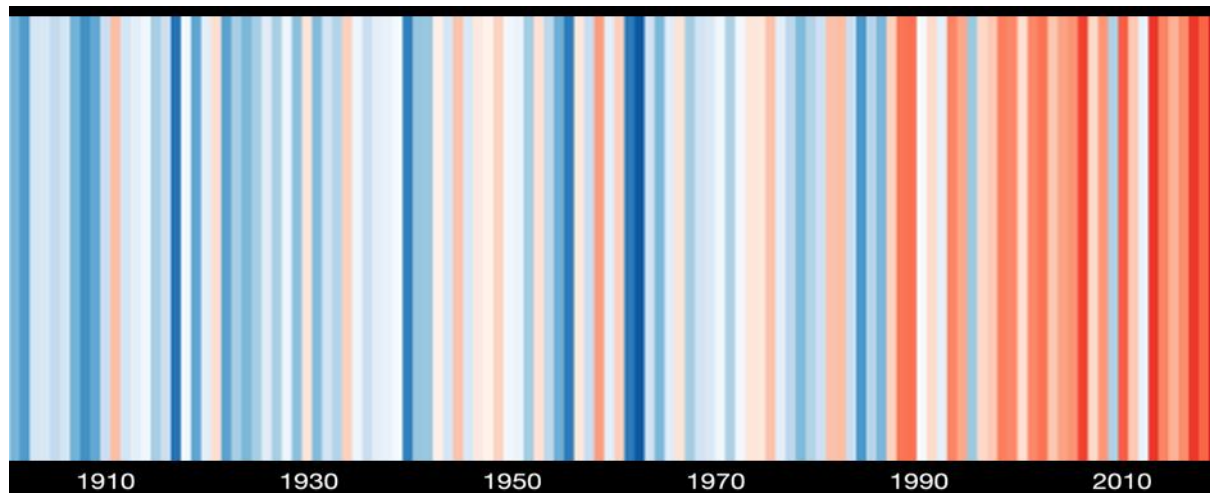
Het Koninklijk Meteorologisch Instituut (KMI) verzamelt al sinds 1833 meteorologische gegevens in België en kan dus al bijna 2 eeuwen lang de temperatuur- en neerslagevoluties onderzoeken. Zo kan worden vastgesteld dat de gemiddelde jaartemperatuur sinds het einde van de 19e eeuw aanzienlijk is gestegen, met een **toename van 2,3°C sinds het industriële tijdperk** (~1850), en een bijzonder sterke stijging vanaf de jaren tachtig van de vorige eeuw.

De opwarming van de laatste decennia wordt nog opmerkelijker wanneer we vaststellen dat de 22 warmste jaren tussen 1833 en 2019 allemaal na 1988 werden geregistreerd, en dat **14 van die warmste jaren na 2000 vielen**. Zo was het jaar 2020 het warmste sinds het begin van de metingen (jaargemiddelde van 12,2°C, tegenover een normale waarde van 10,6°C). Het vorige record dateert van 2014 en 2018 (11,9°C). Anderzijds staat het jaar 2019 op de derde plaats (sinds 1833) voor de warmste zomertemperaturen (19,1°C bij een normale waarde van 17,6°C) en wintertemperaturen (6,3°C bij een normale waarde van 3,6°C). Hittegolven komen ook steeds vaker voor, met gemiddeld minstens één hittegolf per jaar tussen 2015 en 2020 (waar we voordien slechts één hittegolf per 3 à 4 jaar registreerden).

Figuur 6.2: Weergave van de gemiddelde jaartemperatuur in België van 1901 tot 2020

Bron: Gegevens van Berkeley Earth

Opmerking: De koudste temperaturen zijn aangeduid in donkerblauw en de warmste in donkerrood, ten opzichte van de referentieperiode 1971-2000



2.2.2. Neerslag

Er werd ook een **toename** van de neerslag waargenomen, met een stijging van ongeveer 9% voor de jaargemiddelden en een meer uitgesproken trend in de winter (+31%). Hoewel er geen significante trend wordt waargenomen voor de gemiddelde zomerneerslag, lijkt er wel een duidelijkere trend van **zware regens** (dagelijkse hoeveelheid neerslag van ten minste 20 mm), die vooral aan zomerse onweersbuien toe te schrijven zijn. Deze parameter is gestegen van gemiddeld 3,4 dagen/jaar tussen 1970 en 1980 tot 5,4 dagen/jaar sinds 2000.

Voor meer informatie, zie ook [Factsheet nr. 2](#).

²<https://klimaat.be/in-belgie/klimaat-en-uitstoot/waarmeningen>, <https://www.meteo.be/nl/klimaat/klimaatalas>, verslag Cordex.be



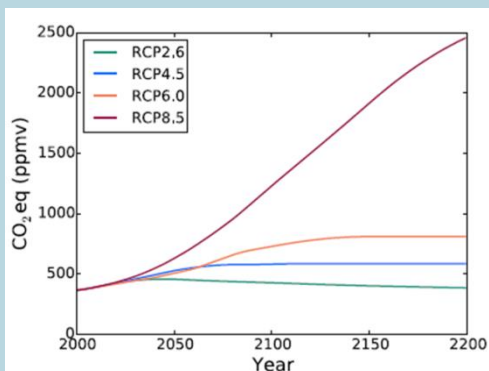
3. Toekomstige evolutie van het Belgische klimaat

In het licht van de recente evolutie van het Belgische klimaat (zie Deel 2.2) lijkt het vrij duidelijk dat de gevolgen van de wereldwijde klimaatverandering reeds op Belgische schaal voelbaar zijn. De vraag rijst dan hoe het klimaat in de toekomst zal evolueren en wat de mogelijke gevolgen van de klimaatverandering zullen zijn. Om die vragen te beantwoorden, is het gebruik van klimaatmodellen vandaag van groot belang, omdat ze het mogelijk maken om de evolutie van het klimaat over een bepaalde toekomstige periode te projecteren. Deze modellen omvatten verschillende parameters, waaronder de toestand van het huidige klimaat en, afhankelijk van de scenario's, de potentiële evolutie van de uitstoot van broeikasgassen (BKG). Sommige modellen zijn optimistischer (in de veronderstelling dat de uitstoot van broeikasgassen zal afnemen) dan andere (die uitgaan van een aanhoudende stijging van het gebruik van fossiele brandstoffen en dus van de uitstoot van BKG) (zie onderstaand kaderstuk en [Factsheet nr. 5](#)).

De RCP-scenario's (Representative Concentration Pathways)

Figuur 6.3: CO₂-equivalenttrajecten van de RCP-scenario's die door het IPCC worden gebruikt

Bron: van Zalinge et al. 2017



Op verzoek van het Intergouvernementele Werkgroepinzake Klimaatverandering (IPCC) heeft de wetenschappelijke gemeenschap 4 scenario's ontwikkeld om de toekomstige beoordeling van de klimaatverandering te vergemakkelijken. Deze 'RCP-scenario's' (Representative Concentration Pathways of 'representatieve concentratietrajecten') omvatten:

- de tijdreeksen van de uitstoot en concentraties van alle broeikasgassen, aerosolen en chemisch actieve gassen;
- de evolutie van het bodemgebruik.

Ze verschaffen informatie over mogelijke evoluties bij de belangrijkste klimaatvervuilers (hier allemaal uitgedrukt in 'CO₂-equivalent', d.w.z. de hoeveelheid CO₂ die dezelfde stralingsforcering zou hebben als de uitstoot van elk van de onderzochte gassen), zodat klimaatmodellen kunnen worden opgesteld. Elk scenario leidt tot een ander broeikaseffect: 8,5 (slechtste scenario), 6, 4,5 en 2,6 W/m² aan het eind van de 21ste eeuw (Van Vuuren et al. 2011).

In deze dynamiek is een internationaal project (Cordex) opgezet, met als doel het klimaat op regionale schaal te modelleren en daar voor de voornaamste actoren de belangrijkste informatie over klimaatverandering uit af te leiden, op een coherente schaal voor elk land. In België is het initiatief ontwikkeld rond modellen met hoge ruimtelijke resolutie (tot minder dan 1 km) via het project Cordex.be, waaraan met name het KMI heeft deelgenomen.

De voornaamste resultaten worden hieronder weergegeven. Merk op dat de resultaten van deze modellen gebaseerd zijn op een integratie van het RCP 8.5-scenario, het slechtste van de 4 scenario's.

3.1. Temperatuur

De resultaten van de modellen voorspellen een **opwarming tussen 2,6°C en 3,5°C** voor de periode 2070-2100, met een vrij duidelijke gradiënt over het Belgische grondgebied. Zo zullen de veranderingen minder uitgesproken zijn aan de Belgische kust dan in het zuidoosten van het land. Ook het aantal zogenaamde 'tropische' dagen (met een maximumtemperatuur die hoger is dan het 95e percentiel van de dagelijkse maximumtemperatuur, dat wil zeggen een temperatuur van meer dan 30°C in bijvoorbeeld Ukkel), dat nu 4,5 per jaar bedraagt, dreigt met 15 dagen per jaar te stijgen (met dus een totaal van bijna 20 dagen per jaar voor de periode 2070-2100).

Meer in het algemeen zal het aantal zomer- en winterdagen waarschijnlijk ook sterk veranderen. Zomer- en winterdagen worden hier gedefinieerd op basis van de temperatuur (en niet van de datum), en worden berekend op basis van een drempel die de 25% warmste en koudste dagen van de laatste 30 jaar afbakt als respectievelijk zomer- en winterdagen. Zo zal **het aantal winterdagen met gemiddeld**



50 dagen afnemen, terwijl het aantal zomerdagen met gemiddeld 52 dagen zal toenemen, wat resulteert in zomers van 142 dagen en winters van amper 40 dagen.

Ten slotte kent het huidige klimaat minder dan een halve dag hittegolf per jaar en verwacht men een toename naar meer dan 20 dagen per jaar, met nog grotere stijgingen in stedelijke gebieden zoals Antwerpen, Luik of Brussel (zie Deel 4).

3.2. Neerslag

Voor de neerslag verwacht men voor dezelfde periode **tegengestelde effecten afhankelijk van het seizoen**. Zowel de winterneerslag als de hevige regenval zouden met gemiddeld 20% toenemen, terwijl de zomerneerslag tot 50% zou kunnen afnemen. De combinatie van minder regenval en een hogere verdamping (door hogere temperaturen) zal ook leiden tot een afname van het debiet van de rivieren (meer dan 50% tegen het einde van de 21e eeuw), zodat risico's op waterschaarste zullen ontstaan. Aan de andere kant zullen de hevige onweersbuien die soms de zomeravonden kenmerken frequenter en intenser zijn, wat ook zal bijdragen aan het verhoogde risico op overstromingen.

Ook het sneeuwvalregime is aan grote veranderingen onderhevig. Gezien de reeds waargenomen effecten op de lengte van het sneeuwseizoen is er alle reden om aan te nemen dat het in de loop van de jaren nog verder zal krimpen. Bovendien tonen de modellen voor de jaren 2070-2100 een sterke afname van de maximale dikte van de sneeuwlaag.

Samengevat: het Belgische klimaat tegen 2100

- hogere **temperaturen** het hele jaar door (tussen 2,6°C en 3,5°C)
- meer **neerslag** in de winter en minder in de zomer
- een vermindering van het **debiet** van de waterlopen
- meer **extreme gebeurtenissen** (zware regen in de winter, stormen en hittegolven in de zomer)

4. Evolutie van het klimaat in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

België is een van de meest verstedelijkte gebieden in Europa en rekening houden met de steden en hun microklimaat is bijgevolg een zeer belangrijk element in de strategieën voor de aanpassing aan de klimaatverandering, zelfs op nationaal niveau. Zoals elke stedelijke omgeving is ook het Brussels Hoofdstedelijk Gewest bijzonder gevoelig voor de klimaatverandering, zeker als rekening wordt gehouden met de hoge bevolkingsdichtheid en de concentratie aan infrastructuur op het grondgebied.

4.1. Toekomstige evolutie van het Brusselse klimaat³

Brussel lijdt van nature onder het **warmte-eilandeffect** (UHI voor *Urban Heat Island*, -zie de [Focus](#) over het onderwerp), d.w.z. hogere gemiddelde temperaturen dan in een voorstedelijke en landelijke omgeving. Binnen het Gewest zelf is er een verschil tussen de Brusselse periferie, die relatief ongevoelig is voor het fenomeen, een voorstedelijk gebied dat matig wordt beïnvloed, en het stadscentrum, dat sterk wordt beïnvloed door het warmte-eilandeffect.

In combinatie met een sterke toename van het aantal hittegolven in België (hoewel hun duur < 10 dagen zou blijven) **zou de geprojecteerde stedelijke hittestress voor Brussel in het midden van de 21e eeuw twee keer zo groot kunnen worden als in de omliggende gebieden.**

Hoewel de intensiteit van het UHI (d.w.z. de amplitude van het temperatuurverschil ten opzichte van de omliggende landelijke omgeving) niet lijkt toe te nemen, zou er in Brussel een aanzienlijke toename zijn van het aantal hittedagen (berekend als **dagen waarop de minimumtemperatuur ten minste 18°C en de maximumtemperatuur ten minste 30°C bedraagt**), dat tegen het einde van de 21e eeuw zou **verviervoudigen**. Negatieve gezondheidseffecten (zie Deel 4.2.1) zouden dan vaker voorkomen.

³ verslag cordex.be, Cugnon et al. 2019, Verdonck et al. 2019, Wouters et al. 2017



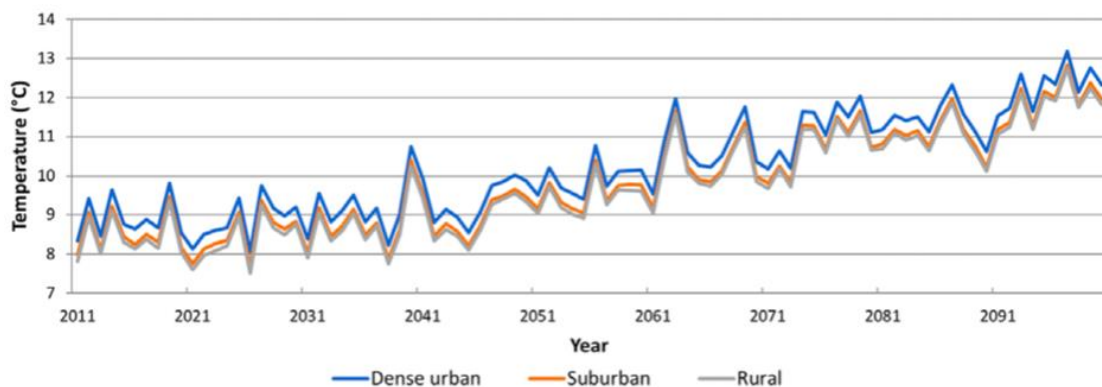
Aan de andere kant zal het aantal dagen met temperaturen boven 25°C verdubbelen, met als belangrijkste effect dat de **energiebehoefte voor** airconditioning in gebouwen aanzienlijk zal toenemen. Ook de **productiviteit**, met name van de buitenberoepen, zal sterk worden beïnvloed. Het spreekt voor zich dat een dergelijke warmte ook **aanzienlijke gevolgen zal hebben voor het thermisch comfort en de gezondheid van de burgers**, vooral van de groepen die het meeste risico lopen (baby's, jonge kinderen, ouderen en topsporters).

Tot slot **kan het risico op overstromingen** in alle seizoenen toenemen. Enerzijds zal de winterneerslag naar verwachting toenemen, anderzijds zullen in de zomer vaker onweersbuien voorkomen (zie Focus op [De recente significante overstromingen](#)). Bovendien kan een hogere temperatuur een hogere evapotranspiratie veroorzaken, maar dit effect wordt gecompenseerd door een toename van de ondoordringbare oppervlakken als gevolg van de verstedelijking (al vanaf een toename met 10% van de bebouwing).

Figuur 6.4: Gemiddelde jaartemperaturen in dichtbebouwde stedelijke (blauw), voorstedelijke (oranje) en landelijke (grijze) gebieden in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

Bron: Cugnon et al. 2019

Opmerking: De figuur toont de gegevens van 2010 tot 2100, gebaseerd op het RCP8.5-scenario.



4.2. Gevolgen en bijbehorende risico's in de verschillende sectoren⁴

Vanwege de hoge concentratie van de bevolking en de economische activiteiten in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest is het Gewest bijzonder kwetsbaar voor plotse veranderingen van zijn natuurlijke en sociaaleconomische omgeving, zodat de klimaatverandering de activiteiten op het grondgebied sterk kan verstoren.

4.2.1. Gezondheid

Hittegolven zijn vandaag de dag al een zeer belangrijke oorzaak van gezondheidsproblemen bij de bevolking. We zien immers vaak een groot aantal ziekenhuisopnames, soms voortijdige bevallingen en vooral een aanzienlijke oversterfte als gevolg van de hitte. Zo werden in de hete zomer van 2003 in Europa tot 45.000 extra sterfgevallen geregistreerd als gevolg van aan de hitte gerelateerde hart- en vaatziekten en/of longziekten. In België werden in de zomer van 2019 3 hittegolven geregistreerd, die elk samenvielen met een oversterfte onder de Belgische bevolking en vooral in Brussel voor de twee eerste (4% tussen 21 juni en 2 juli, en tot bijna 35% voor de periode van 19 tot 27 juli 2019). Hoewel er nog steeds een mate van onzekerheid bestaat over de precieze oorzaken van deze oversterfte, benadrukt het Nationaal Instituut voor Volksgezondheid ([Sciensano](#)) de noodzaak om zich te beschermen tegen de gevolgen van extreme hitte, om de risico's te beperken, met name met het oog op de mogelijke evolutie van het aantal hittegolven in de toekomst.

Afgezien van de hittegolven zal de algemene stijging van de temperatuur meer dan waarschijnlijk de komst van nieuwe **ziekten** of de terugkeer van eerder uitgeroeide ziekten mogelijk maken. Door de warmere en langere zomers en/of een globaal natter klimaat gedijen immers insecten die verantwoordelijk zijn voor ziekten zoals de ziekte van Lyme (een stijging van de temperatuur beïnvloedt de activiteit van teken; zie [Focus](#) en [Factsheet nr. 44](#) hierover), knokkelkoorts of malaria (muggen), of

⁴ Merk op dat in 2015 een gekwantificeerd onderzoek plaatsvond naar de kwetsbaarheid van het BHG voor de klimaatverandering. De belangrijkste resultaten kunnen worden geraadpleegd in de rubriek [In detail - Klimaat](#) of in [Factsheet nr. 3](#).



andere ziekten die worden overgebracht door koudbloedige organismen, die zich als gevolg van de stijging van de temperatuur op onze breedtegraden gemakkelijker kunnen verspreiden.

Het bijkomende probleem in het BHG is de **grote sociale ongelijkheid** tussen enerzijds een kwetsbaar publiek dat over het algemeen geconcentreerd is in dichte woonvormen in het stadscentrum, in woningen van mindere kwaliteit en met een beperkte toegang tot groene ruimten, en een meer welvarende bevolking in de Brusselse rand.

4.2.2. Bossen en biodiversiteit

Meer in het algemeen en op de schaal van België is de biodiversiteit een ander element dat sterk wordt beïnvloed door de klimaatverandering. De gevolgen van de verstoring zijn al waarneembaar aan de **verplaatsing van sommige soorten** naar noordelijkere breedtegraden of hoger gelegen milieus. Op Europese schaal wordt met name gewezen op de migratie van vlinder-, spin- en vogelsoorten en van mariene soorten in de Noordzee (Parmezaan & Yohe 2003; Europees Milieugagentschap 2017). In het bijzonder zien we in België de komst van verschillende mediterrane soorten: verschillende soorten zuidelijke libellen (vooral in Brussel), de wespspin of tijgerspin en de Europese bijeneter (een vogel die nu in België broedt) (climat.be; Lafontaine 2009). Veranderingen in de fenologie⁵ van verschillende soorten zijn bovendien alleen al op zich indicatoren van de aan de gang zijnde klimaatverandering. Deze fenologische veranderingen verstoren niet alleen de betreffende soort, maar ook de **interacties tussen verschillende soorten**. Als bijvoorbeeld een bloem en haar bestuiver niet meer op hetzelfde moment verschijnen, kan het voortbestaan van beide soorten in gevaar komen. Ook de komst van nieuwe soorten in het ecosysteem kan verstoringen werken en de relaties tussen de oorspronkelijke soorten wijzigen, vooral wat betreft de concurrentie om voedsel en habitat.

De klimaatverandering zal waarschijnlijk ook een **aanzienlijke negatieve invloed hebben op onze bossen** en de daarmee samenhangende biodiversiteit. Studies hebben aangetoond dat een toenemende concentratie van CO₂ de groei van bossen zou kunnen stimuleren, maar op de middellange termijn zal deze groei worden beperkt door de **bodemvruchtbaarheid** en de relatieve **droogte** als gevolg van de klimaatverandering. Als gevolg daarvan zullen sommige bomen in onze regio's zich minder goed kunnen ontwikkelen omdat ze slecht aangepast zijn aan hoge temperaturen (ook in de winter) en aan een lage beschikbaarheid van water. Zo dreigt de beuk (74% van het Zoniënwoud) uit te sterven als gevolg van extreme watertekorten (Latta, 2015) en zouden frequentere droogtes ook de zomereik (14% van de oppervlakte van het Zoniënwoud) bedreigen. Er bestaat bovendien een aanzienlijk, maar nog steeds moeilijk te voorspellen, risico op veranderingen in windregimes en stormgebeurtenissen. De aanbevelingen wijzen dan ook meestal allemaal in dezelfde richting: plant bomen in de best mogelijke omstandigheden (bijv. voor beuken, koele valleien en hellingen) en diversifieer de soorten, om het risico te spreiden en gebruik te maken van gunstige interacties tussen soorten voor de toegang tot hulpbronnen (Latta 2015; Daise et al. 2011). In het Zoniënwoud is het bijgevolg de bedoeling om het bosareaal dat voor de beuk zou worden behouden tot 46% te verminderen, met inbegrip van 20% voor de beukenkathedraal, een belangrijk historisch erfgoed van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (zie het [Gezondheidstoestand van de beuken en eiken in het Zoniënwoud](#) en de Focus [Zoniënwoud en risico's verbonden aan de klimaatwijziging](#) en [Klimaatverandering en groei van de beuk in het Brussels Zoniënwoud](#)).

Daarnaast zal de klimaatverandering ook de ontwikkeling van **insectenplagen** bevorderen (zie [Invasieve uitheemse soorten](#)). Ook hier zal de diversificatie van soorten een rol spelen om de veerkracht van het bos te waarborgen.

4.2.3. Watervoorziening

Op het gebied van waterbeheer liggen de uitdagingen vooral in het beheer van grondwaterlagen en overstromingsgebieden, de bevaarbare waterlopen en de drinkwatervoorziening.

Het verhoogde risico op overstromingen als gevolg van zware onweersbuien kan de **kwaliteit van het grondwater** aantasten (zie ook de Focus [De recente significante overstromingen](#)), terwijl zomerdroogtes de neiging hebben om het **grondwatervolume** en dus de hoeveelheid water die voor

⁵ Fenologie is de studie van cyclische seizoensgebonden biologische gebeurtenissen of variaties over de jaren, voornamelijk met betrekking tot het eerste verschijnen van dieren of planten.



de drinkwaterproductie wordt gebruikt, te verminderen. De oppervlaktewateren zouden eveneens sterk in volume afnemen, wat zou leiden tot minder verdunning van verontreinigende stoffen in de rivieren, minder beschikbare zuurstof voor waterorganismen en complicaties voor de scheepvaart.

4.2.4. Energie

Het energieverbruik zal waarschijnlijk eveneens worden beïnvloed door de klimaatverandering, vooral wegens veranderingen in het temperatuurregime. Terwijl gebouwen in de winter mogelijk minder verwarmd hoeven te worden vanwege de warmere temperaturen, zullen we in de zomer een grotere **behoefte aan koeling** krijgen, om de hoge zomertemperaturen tegen te gaan.

4.3. Actie: Een aanpak rond 3 grote krachtlijnen

Om deze verschillende effecten in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest zoveel mogelijk tegen te gaan, moet men zich aanpassen aan de reeds waargenomen effecten, de toekomstige effecten milder en er zich tegelijk op voorbereiden: door de veerkracht⁶ van het grondgebied te vergroten en de kwetsbaarheid van de systemen in het Gewest te verminderen. Om dit te doen, kan men acties ontwikkelen rond verscheidene grote krachtlijnen.

4.3.1. Op gewestelijke schaal: vermindering van de koolstofuitstoot

De uitstoot van broeikasgassen (BKG) is per definitie de **belangrijkste oorzaak van de huidige klimaatverandering**. Hoewel ze in bepaalde delen van de wereld (waaronder het Brussels Hoofdstedelijk Gewest) een dalende trend vertonen, zijn de BKG-concentraties sinds het midden van de 20e eeuw voortdurend toegenomen (zie bijvoorbeeld de [hoeveelheid CO₂](#) die vandaag in de atmosfeer aanwezig is). Deze BKG's zijn divers, maar het Kyoto-protocol richt zich in zijn reductiedoelstellingen op de zes belangrijkste: koolstofdioxide (CO₂), methaan (CH₄), stikstofmonoxide (N₂O), fluorkoolwaterstoffen (HFK's), perfluorkoolwaterstoffen (PFK's) en zwavelhexafluoride (SF₆).

In het Brussels Hoofdstedelijk Gewest worden ze voornamelijk uitgestoten door twee sectoren: de **verwarming van gebouwen** (residentieel en tertiair) en het **vervoer**. Deze twee sectoren samen veroorzaken meer dan 80% van de directe broeikasgasuitstoot uit (cijfers voor 2017, meer details in de [indicator over dit onderwerp](#)). Naast de directe emissies hebben de indirecte BKG-emissies (bijvoorbeeld in verband met het elektriciteitsverbruik of de productie van consumptiegoederen voor de inwoners van Brussel) een nog groter aandeel in de verantwoordelijkheid dan de directe uitstoot⁷.

Het lijkt dan ook duidelijk dat een eerste krachtlijn voor de bestrijding van de klimaatopwarming moet focussen op de energie-intensieve activiteiten in het BHG.

In deze dynamiek zijn België en het Gewest betrokken bij een hele reeks internationale, nationale en regionale overeenkomsten om de uitstoot van broeikasgassen te verminderen (zie de [Factsheet](#) over de overeenkomsten ter bestrijding van de klimaatverandering). Meer bepaald heeft het Brussels Gewest in zijn [gewestelijk Lucht-, Klimaat en Energieplan](#) (opgesteld in 2016) een reeks maatregelen ingevoerd die tot doel hebben de BKG-uitstoot van het BHG tegen 2025 met 30% te verminderen ten opzichte van de uitstoot van 1990. Het [Energie-Klimaatplan 2030 van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest](#) is in lijn met het vorige plan en komt overeen met de bijdrage van het Gewest aan het Belgische [ontwerp van Geïntegreerd Nationaal Energie-Klimaatplan 2021-2030](#) dat in oktober 2019 door de regering werd goedgekeurd (zie ook de Focus [Planning: milieuplannen](#)).

Het Brussels Hoofdstedelijk Gewest heeft daarom verschillende doelstellingen voor de vermindering van de koolstofuitstoot vastgelegd (aansluitend op vrijwillige verbintenissen of internationale overeenkomsten), met verschillende tijdschalen. Ze worden in de onderstaande grafiek (figuur 6.5) weergegeven en meer in detail beschreven in de [BKG-indicator](#).

⁶ Het vermogen van een systeem om zich aan te passen aan een exogene verstoring en zijn werking te behouden.

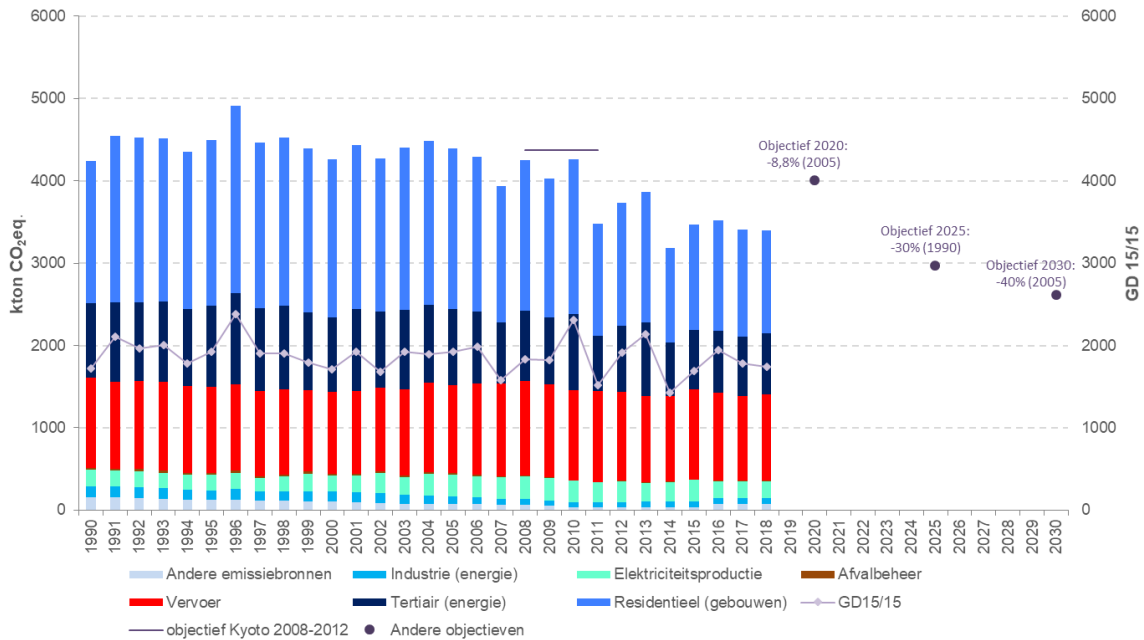
⁷ Op dit moment blijft het moeilijk om de indirecte BKG-emissies in het BHG nauwkeurig te kwantificeren. Ze zijn echter naar schatting ongeveer 5 keer zo groot als de directe emissies.



Figuur 6.5: Evolutie van de BKG-uitstoot in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, per sector

Bron: Leefmilieu Brussel, Dpt. Evaluatie Lucht Klimaat Energie, 2020⁸

Opmerking: De toekomstige doelstellingen voor het BHG zijn in het paars weergegeven.



4.3.2. Op wijkniveau: een beter aangepaste structurering van de uitdijende stad

De bevolking van Brussel is **sinds het begin van de jaren 2000 gestaag gegroeid**. Ze is toegenomen van iets minder dan één miljoen inwoners in 2000 naar 1,2 miljoen in 2019. De projecties voor de toekomst tonen een **toename met 15% van de Brusselse bevolking tegen 2070**, en een mogelijk nog grotere toename tegen 2100, als gevolg van de grote migratiebewegingen die veroorzaakt zouden worden door de klimaatverandering⁹ (zie de [Kaart van de wereldwijde verplaatsing als gevolg van conflicten of rampen in 2019](#)).

Het gewest zal dus onvermijdelijk worden blootgesteld aan de stadsuitbreiding die nodig is om een groeiende bevolking op te vangen. Aangezien stadsuitbreiding op zich waarschijnlijk moeilijk te vermijden zal zijn, is de beste aanpak een **structurering van de stad** die vooruitloopt op en zich aanpast aan de klimaatopwarming, met een efficiënte organisatie van wijken, mobiliteit en toegang tot de diensten.

⁸ Brondocument versie : GES-synthese_1990-2018_sub2020.xls

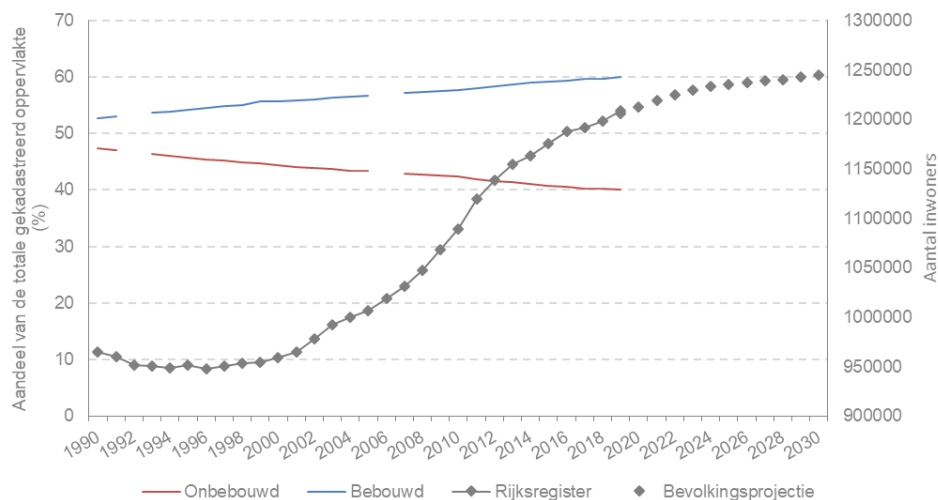
⁹ De VN schatten dat er tegen 2050 wereldwijd ongeveer 250 miljoen klimaatvluchtelingen zullen zijn.



Figuur 6.6: Evolutie van bebouwde (rode) en onbebouwde (blauwe) gebieden, en evolutie van het aantal inwoners (grijs)

Bron: Statbel;

Opmerking: De evolutie van de bebouwde en onbebouwde oppervlakte wordt uitgedrukt als een percentage van de in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest kadastraal geregistreerde oppervlakte. De bevolkingsevolutie omvat de projecties tot 2030.



Hoewel de toekomst van het stedelijk landschap op wereldschaal nog zeer onzeker is¹⁰, voert het Brussels Hoofdstedelijk Gewest voorlopig een beleid dat onder meer gericht is op de **renovatie en de duurzaamheid** van de wijken. De Brusselse regering heeft in haar [Algemene Beleidsverklaring \(legislatuur 2019-2024\)](#) sterk de nadruk gelegd op de voor het Gewest noodzakelijke milieutransitie, en met name op de behoeften in de verschillende sectoren: innovatie voor de economische transitie, een ruimer vervoersaanbod voor een betere mobiliteit, integratie van de territoriale ontwikkeling om de klimaatuitdagingen aan te gaan, een energiestrategie (renovatie van gebouwen en hernieuwbare energie), en ten slotte een afvalbeheer dat reductie, hergebruik en recyclage bevordert.

In deze dynamiek wil het platform [Be Sustainable](#), ontwikkeld door de cel 'Duurzame stad' van Leefmilieu Brussel (en officieel gelanceerd in mei 2020), netwerken uitbouwen en de ontwikkeling van **duurzame wijken** ondersteunen. In samenwerking met de verschillende actoren van de stadsontwikkeling in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest streeft het netwerk naar onderlinge inspiratie en kennisuitwisseling en brengt het professionals in contact met innovatieve praktijken, om duurzamere wijken te ontwikkelen. De aanpak moet transversaal zijn, d.w.z. de vele facetten integreren die bepalend zijn voor de ontwikkeling van een wijk en het leven dat er zich vervolgens afspeelt. We vermelden onder meer de globale visie, de ruimtelijke ordening, het waterbeheer, de mobiliteit, de impact op het milieu, ...

4.3.3. Op het niveau van de infrastructuur en de gebouwen: lokale warmteproductie vermijden en de hittebestendigheid verhogen

Bij het ontwerpen (of renoveren) van duurzame wijken is het belangrijk dat structuren worden ingevoerd die de efficiëntie bevorderen (zie figuur 6.7). Daarom wordt over het algemeen de voorkeur gegeven aan compacte stadsvormen (nr. 1 in de figuur), omdat ze de afstanden tussen de diensten verkleinen, een betere toegang tot het openbaar vervoer bieden en dus leiden tot een betere energie-efficiëntie en een kleinere impact op het milieu. Er moet echter worden toegezien op een intelligent ontwerp van deze compacte stedelijke vormen, om te vermijden dat een ongunstig microklimaat ontstaat.

¹⁰ Er bestaan veel verschillende (elkaar niet noodzakelijkerwijs uitsluitende) visies op de toekomstige ontwikkeling van steden en het stedelijk landschap. Voorbeelden hiervan zijn het concept van de *slimme stad / smart city* (een stad gebaseerd op digitale en telecommunicatietechnologieën ten behoeve van de burgers), het concept van de *green city* (een stad die gericht is op natuurlijke ruimten voor het comfort van de burgers en de bestrijding van de klimaatopwarming), het idee van 'verticale' steden (hoog bouwen in plaats van breed om het ruimtebeslag van gebouwen te verkleinen en open, natuurlijke ruimtes te vrijwaren), enz. **Invalid source specified.**



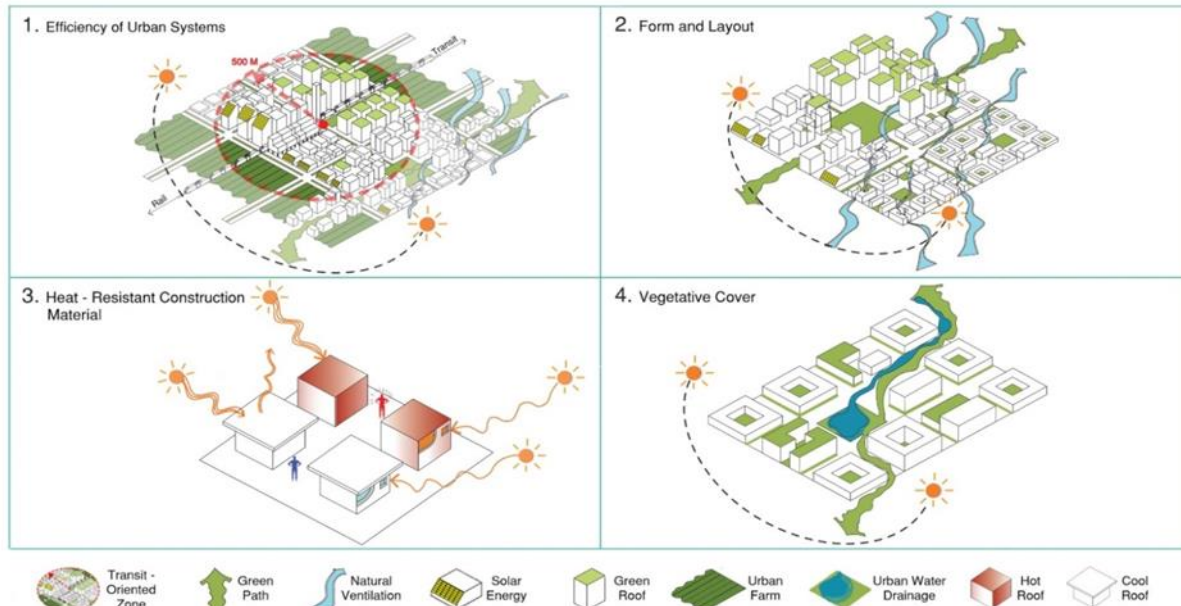
Verschillende maatregelen worden aanbevolen:

- Investeren in de ontwikkeling van **voetgangers- en fietscorridors** die zachte mobiliteit (1) voor intrastedelijke verplaatsingen stimuleren. In combinatie met parken en andere groene ruimten dragen ze ook bij aan de koolstofopslag en de afkoeling van de stedelijke omgeving.
- De **natuurlijke ventilatie** verbeteren (2) door gebruik te maken van de dominante zomerwinden.
- Meer **schaduwplekken** aanleggen (3) door de wijken te oriënteren op de zon.
- De **vorm en oppervlakken van gebouwen** aanpassen (3): de albedo van de stad verhogen (reflecterende bouwoppervlakken), zomerwinden bevorderen en winterwinden beperken (door middel van ruwe oppervlakken) en materialen met een lage warmtecapaciteit kiezen.
- Kiezen voor 'win-win'-infrastructuren die in alle gevallen de aantrekkelijkheid van de stad en het comfort van de burgers ten goede komen (4) (zie ook de Focussen over de [koelte- en warmte-eilanden](#) in Brussel):
 - o **'Groene' infrastructuur** (bomen, parken, groendaken, ...) die op meer dan één niveau bijdragen: vermindering van de buitentemperatuur, vermindering van de waterafvoer, vermindering van de vervuiling, koolstofopslag, verhoogde verdamping (dus duurzaam beheer van de watercyclus), en vermindering van het warmte-eilandeffect in de stad.
 - o **'Blauwe' infrastructuur** (vijvers, beken, fontein, kanalen, ...) die ook bijdragen tot de verdampingskoeling.

Deze indirecte voordelen zullen dus waarschijnlijk leiden tot multisensorische veranderingen in de perceptie van de stedelijke ruimte (het begrip 'sfeer'), gezien hun intrinsieke potentieel voor ontspanning, ontmoeting en tal van activiteiten.

Figuur 6.7: Stedenbouwkundige strategieën om de stedelijke aanpassingen te vergemakkelijken

Bron: UCCRN ARC3.2 Urban Planning and Urban Design Chapter, Raven et al, 2018



Verschillende studies onderzoeken de mogelijke gevolgen van deze maatregelen voor de toekomstige stedelijke omgeving aan de hand van modellen. Verdonck et al. (2019) tonen bijvoorbeeld de impact van de morfologie van het stedelijke landschap (bouwhoogte en -dichtheid) op het stedelijke microklimaat, met een potentieel voor de renovatie en aanpassing van de woningen in de meest centrale en dichtbevolkte gebieden van de stad Brussel.

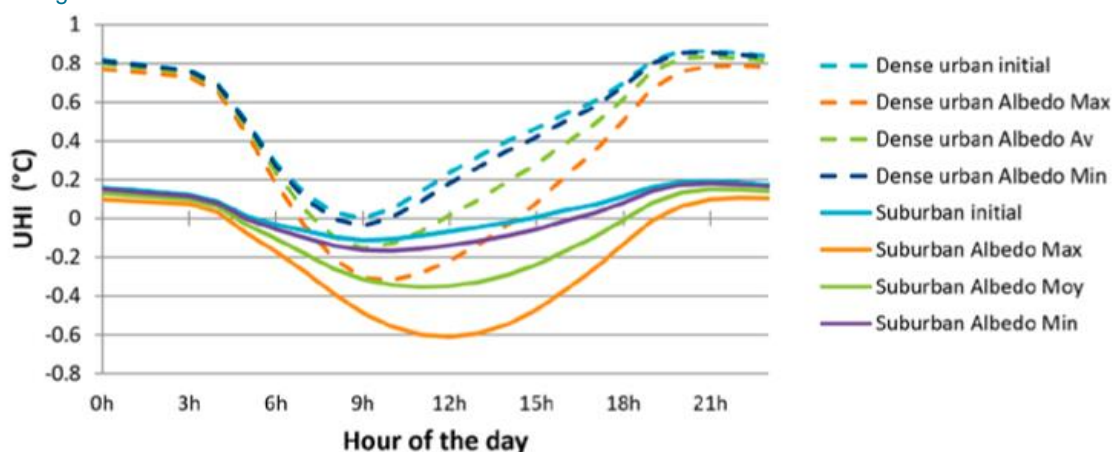


Cugnon et al. (2019) bestudeerden de effecten van een verandering in de albedo en de bodemvegetatie.

- Ze laten zien dat veranderingen in de albedo van de gebouwen zelf, voor een stedelijke *Dense Urban* in figuur 6.8) en voorstedelijke omgeving (*Suburban*), een impact kunnen hebben op het warmte-eilandeffect. Verschillende scenario's werden onderzocht (een minimale toename (*Albedo Min*), gemiddelde toename (*Albedo Av*) en maximale toename van de albedo (*Albedo Max*)) om de effecten op het stedelijke warmte-eiland te kwantificeren. Zo konden ze aantonen dat de impact van een verandering in de albedo zich vooral overdag manifesteert (door het rechtstreekse verband met de inkomende straling).
- Met betrekking tot de bodemvegetatie worden ook twee scenario's vergeleken met de beginsituatie (d.w.z. 10% bodemvegetatie in dichtbevolkte gebieden): een scenario met 30% (*Vegetation Fraction 0,3*), en een scenario met 50% (*Vegetation Fraction 0,5*) bodemvegetatie (Figuur 6.9). Een wijziging van de bodemvegetatie heeft een veel grotere impact op het warmte-eilandeffect 's nachts, dat de grootste gezondheidsschade veroorzaakt omdat het een goede nachtrust verhindert. Vegetatie zou daarom de meest geschikte oplossing zijn om de effecten van warmte in een stedelijke omgeving te milderen.

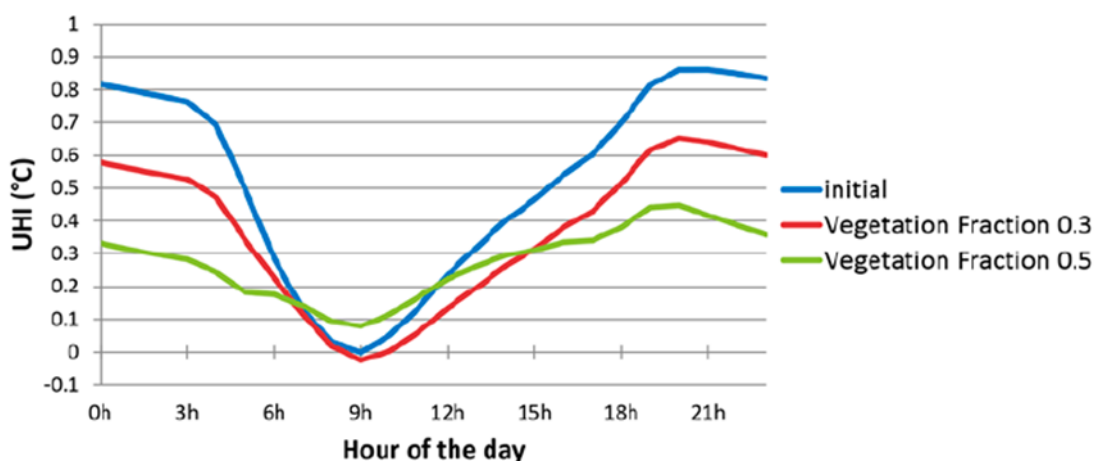
Figuur 6.8: Dagelijkse cyclus van het warmte-eiland¹¹ 's zomers in stedelijke (stippellijnen) en voorstedelijke (vaste lijnen) gebieden, volgens verschillende albedoscenario's

Bron: Cugnon et al. 2019



Figuur 6.9: Dagelijkse cyclus van het stedelijke warmte-eiland¹¹ 's zomers in een stedelijke omgeving, volgens verschillende scenario's op het vlak van bodemvegetatie

Bron: Cugnon et al. 2019



¹¹ De UHI (Urban Heat Island) index wordt verkregen door de oorspronkelijke temperatuur van een landelijke omgeving af te trekken van de stedelijke (stippellijnen) en voorstedelijke (volle lijnen) temperaturen.

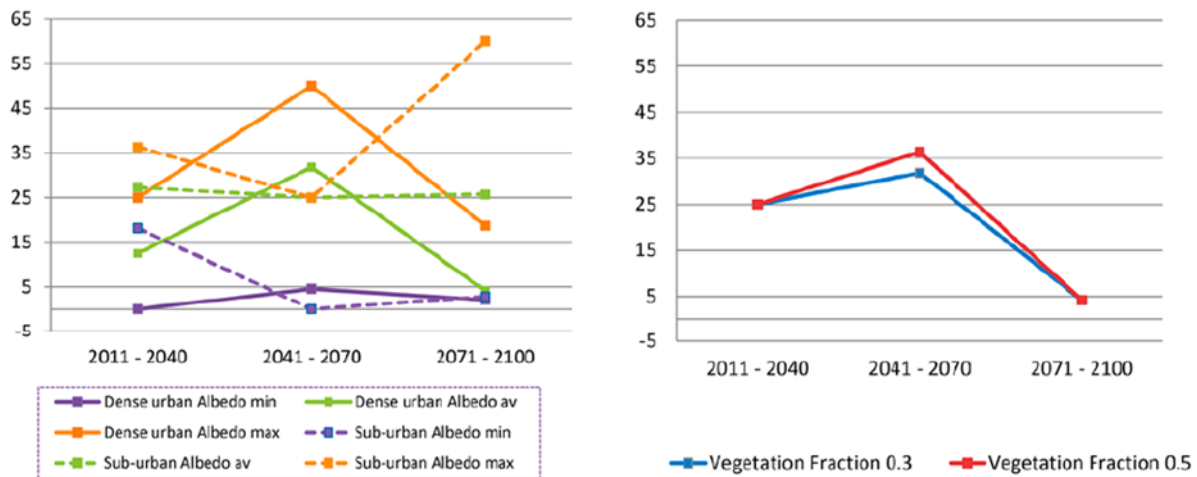


Ook kunnen deze maatregelen een direct effect hebben op toekomstige hittegolven. In dezelfde studie werd gekeken naar hun respectievelijke effecten op het aandeel van de vermeden hittegolven in de komende jaren (figuur 6.10). Zo is te zien dat de albedo en de vegetatiebedekking vooral tot de jaren 2070 een effect hebben, dat daarna zeer sterk afneemt, behalve in het scenario van de maximale albedo in voorstedelijke gebieden oranje stippellijn).

Figuur 6.10: Vermeden hittegolven (%) voor albedo (links) en vegetatie (rechts) over verschillende tijdsperioden

Bron: Cugnon et al. 2019

Opmerking: De projecties zijn gebaseerd op het RCP8.5-scenario.



In het algemeen illustreren veel studies over dit onderwerp ook dat deze aanpassingen over het algemeen zeer gunstig zijn op de middellange termijn (2040-2070), maar op de lange termijn (2070-2100) bijna onbeduidend worden, gezien de aangekondigde algemene temperatuurstijging als gevolg van de globale klimaatopwarming. Daarom moet voorrang worden gegeven aan de vermindering van de BKG-uitstoot, zodat de stedelijke aanpassingen in de loop van de tijd een blijvend effect hebben.

Bronnen

1. LEEFMILIEU BRUSSEL, juni 2016. « Gewestelijk Lucht-Klimaat-Energieplan », 185pp. Beschikbaar op: http://document.environnement.brussels/opac_css/electfile/PLAN_AIR_CLIMAT_ENERGIE_NL_DEF.pdf
2. LEEFMILIEU BRUSSEL, 2018. « Beheerplan voor het Brussels gedeelte van het Zoniënwoud, Boek II - Beheerdoelstellingen en -maatregelen ». Beschikbaar op: http://document.environnement.brussels/opac_css/electfile/PLAN_Gestion_FS_BoekII_NL
3. Nationale Klimaatcommissie, december 2010. « Belgian National Climate Change Adaptation Strategy », 54pp. Beschikbaar op: https://www.preventionweb.net/files/58312_belgiumnationaladaptationstrategy20.pdf (enkel in het Engels)
4. Nationale Klimaatcommissie, december 2013. « Zesde nationale mededeling over klimaatverandering onder het Raamverdrag van de Verenigde Naties inzake Klimaatverandering », 308pp. Beschikbaar op: https://climat.be/doc/NC6_NL_LR.pdf
5. Nationale Klimaatcommissie, mei 2016. « Belgisch Nationaal Adaptatieplan », 40pp. Beschikbaar op: https://leefmilieu.brussels/sites/default/files/user_files/nap_nl_0.pdf
6. CORDEX.BE, 2018. « Combining regional downscaling expertise in Belgium: CORDEX and beyond - Final Report », 119pp. Beschikbaar op: https://www.belspo.be/belspo/brain-be/projects/FinalReports/CORDEXbe_FinRep_AD.pdf (enkel in het Engels)



7. CUGNON G., CALUWAERTS S., DUCHENE F., HAMDI R., TERMONIA P., TOP S., VERGAUWEN T., VAN SCHAEYBROECK B., december 2019. « Climate Sensitivity to Land Use Changes over the City of Brussels ». *Geographica Pannonica*. Beschikbaar op: <https://scindeks-clanci.ceon.rs/data/pdf/0354-8724/2019/0354-87241904269C.pdf> (enkel in het Engels)
8. DAISE J., VANWIJNSBERGHE S., CLAESSENS H., januari 2011. « Analyse de l'adéquation actuelle et future des arbres à leur station en Forêt de Soignes bruxelloise ». *Forêt Wallonne*. Beschikbaar op: [https://www.foretwallonne.be/images/stories/pdf/folder/fw110_3-21\[adequation\].pdf](https://www.foretwallonne.be/images/stories/pdf/folder/fw110_3-21[adequation].pdf) (enkel in het Frans).
9. EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY, februari 2017. « Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016 », 424pp. Beschikbaar op: <https://www.eea.europa.eu/publications/climate-change-impacts-and-vulnerability-2016#:~:text=This%20report%20is%20an%20indicator,and%20the%20underlying%20knowledge%20base> (enkel in het Engels)
10. EUROSTAT, september 2016. « Urban Europe – Statistics on cities, towns and suburbs ». 286pp. Beschikbaar op: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Urban_Europe_%E2%80%94_statistics_on_cities,_towns_and_suburbs (enkel in het Engels)
11. HAMDI R., GIOT O., DE TROCH R., DECKMYN A., TERMONIA P., maart 2015. « Future climate of Brussels and Paris for the 2050s under the A1B scenario ». *Urban Climate*. (enkel in het Engels)
12. KONINKLIJK METEOROLOGISCH INSTITUUT (KMI), mei 2015. « [Oog voor het klimaat 2015](#) ». 87 pp.
13. KONINKLIJK METEOROLOGISCH INSTITUUT (KMI), 2020. « [Klimaatrapport 2020 – Van klimaatinformatie tot klimaatdiensten](#) ». 92 pp.
14. LAFONTAINE R-M., DE SCHAEZTEN R., 2009. « Que s'est-il passé depuis l'an 2000 pour les libellules méridionales en Wallonie et à Bruxelles ? ». *Les naturalistes belges*. Beschikbaar op: <http://biodiversite.wallonie.be/servlet/Repository/?ID=21335> (enkel in het Frans).
15. LATTE N., december 2015. « Dendroécologie du hêtre en Forêt de Soignes: Les cernes des arbres nous renseignent sur les changements récents et futurs ». pp. 8-21. *Forêt.Nature*. Beschikbaar op: http://document.environnement.brussels/opac_css/electfile/ART_201512_DendrochronoHetreSoignes_VF (enkel in het Frans).
16. PARMESAN C., YOHE G., januari 2003. « A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems ». *Nature* (enkel in het Engels)
17. RAVEN J., 2019. « From Climate Science to Design Practice ». *Urban Desing Group* (enkel in het Engels)
18. VAN VUUREN D.P., EDMONDS J., KAINUMA M., RIAHI K., THOMSON A., HIBBARD K., HURTT G.C., KRAM T., KREY V., LAMARQUE J.F., MASUI T., MEINSHAUSEN M., NAKICENOVIC N., SMITH S.J., ROSE S.K., 2011. « The representative concentration pathways: An overview ». *Climatic Change*. Beschikbaar op: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s10584-011-0148-z.pdf> (enkel in het Engels)
19. VAN ZALINGE B.C., FENG Q.Y., AENGENHEYSER M., DIJKSTRA H.A., 2017. « On determining the point of no return in climate change ». *Earth System Dynamics*. Beschikbaar op: <https://esd.copernicus.org/articles/8/707/2017/esd-8-707-2017.pdf> (enkel in het Engels)
20. VERDONCK M-L., DEMUZERE M., HOOYBERGHS H., PRIEM F., VAN COILLIE F., juni 2019. « Heat risk assessment for the Brussels capital region under different urban planning and greenhouse gas emission scenarios ». *Journal of Environmental Management* (enkel in het Engels)
21. WOUTERS H., DE RIDDER K., POELMANS L., WILLEMS P., BROUWERS J., HOSSEINZADEHTALAEI P., TABARI H., VANDEN BROUCKE S., VAN LIPZIG N.P.M., DEMUZERE M., september 2017. « Heat stress increase under climate change twice as large in cities as in rural areas: A study for a densely populated midlatitude maritime region ». *Geophysical Research Letters*. Beschikbaar op: <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/2017GL074889> (enkel in het Engels)
22. De website van het Belgisch Koninklijk Meteorologisch Instituut: meteo.be. Laatste bezoek: 29.06.2020



23. De Belgische federale site voor betrouwbare informatie over klimaatverandering: klimaat.be.
Laatste bezoek: 06.07.2020
24. De website van Leefmilieu Brussel op de Staat van het Leefmilieu in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest: <https://leefmilieu.brussels/het-leefmilieu-een-stand-van-zaken>. Laatste bezoek: 06.08.2020
25. De website van het federale onderzoekscentrum voor de volksgezondheid in België: <https://www.sciensano.be/nl/pershoek/3-perioden-van-oversterfte-tijdens-de-zomer-van-2019>.
Laatste bezoek: 29.06.2020

Andere te raadplegen factsheets

Thema Klimaat:

- 2. Evolutie van het klimaat in het Brussels Gewest - Temperatuur en neerslag
- 3. Het Brussels Hoofdstedelijk Gewest ten aanzien van de klimaatveranderingen
- 4. De internationale akkoorden en Belgische en Brusselse verbintenissen in de strijd tegen klimaatverandering
- 5. Broeikasgasemissies in België en in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest

Thema Water:

- 8. Regenwater en overstromingen

Thema Gezondheid en milieu:

- 44. De ziekte van Lyme

Auteur(s) van de fiche:

RONSMANS Gaétane

Revisie: DAVESNE Sandrine, VERBEKE Véronique

Datum: Juni 2020