

Ontwerp-Klimaatplan van de Gemeente Sint-Pieters-Woluwe

Deel Adaptatie aan de klimaatverandering Diagnose van de kwetsbaarheid voor de klimaatverandering

December 2021



Contactpersoon:

Xavier Pouria, EcoRes

xavier.pouria@ecores.eu

INHOUD

1	DANKWOORD	6
2	INLEIDING	7
2.1	CONTEXT EN UITDAGINGEN	7
2.2	ADAPTATIE AAN DE KLIMAATVERANDERING	7
2.3	VAN GROOT- NAAR KLEINSCHALIG	8
2.4	RCP-SCENARIO'S	11
3	KLIMAATTRENDS	12
3.1	RECENTE EVOLUTIES	12
3.2	KLIMAATPROJECTIES	16
3.2.1	EVOLUTIE VAN DE TEMPERATUREN	16
3.2.2	EVOLUTIE VAN DE NEERSLAG	17
3.3	EXTREME RISICO'S	19
3.3.1	GROTE HITTE: EEN DOOR HET STEDELIJK HITTE-EILANDEFFECT VERSTERKT RISICO	19
3.3.2	HET OVERSTROMINGSRISICO – EEN VERSCHIJNSEL OP NIVEAU VAN DE WOLUWEVALLEI	25
3.3.3	TOENEMEND DROOGTERISICO IN DE AFGELOPEN JAREN	30
3.3.4	MINDER FREQUENTE, MAAR NIET MINDER KRACHTIGE STORMEN	32
3.3.5	HET RISICO OP BOS- EN PARKBRANDEN IS ZELDZAAM IN DE STAD	33
3.3.6	HET RISICO OP GRONDBEWEGINGEN STAAT IN HET BRUSSELS HOOFDSTEDELIJK GEWEST LOS VAN HET KLIMAAT	35
4	GEVOLGEN VAN DE KLIMAATVERANDERING VOOR HET GRONDGEBIED VAN SINT-PIETERS-WOLUWE .	36
4.1	STEDENBOUW, HABITAT EN HUISVESTING	36
4.1.1	EEN MATIG DICHTBEVOLKT GRONDGEBIED	36
4.1.2	IMPACT VAN DE KLIMAATRISICO'S OP DE SECTOR	37
4.2	MOBILITEIT	46
4.2.1	VOORNAAMSTE KENMERKEN	46
4.2.2	IMPACT VAN DE KLIMAATRISICO'S OP DE SECTOR	46
4.3	WATERBELEID	51
4.3.1	EEN VOORNAMELIJK UITBESTEDE HULPBRON	51
4.3.2	IMPACT VAN DE KLIMAATRISICO'S OP DE SECTOR	52
4.4	GEZONDHEID	55
4.4.1	VOORNAAMSTE KENMERKEN	55
4.4.2	IMPACT VAN DE KLIMAATRISICO'S OP DE SECTOR	56
4.5	ENERGIEBELEID	62
4.5.1	VOORNAAMSTE KENMERKEN	62
4.5.2	IMPACT VAN DE KLIMAATRISICO'S OP DE SECTOR	62
4.6	BIODIVERSITEIT – GROENVOORZIENINGEN	65
4.6.1	ONGELIJK VERDEELDE BIODIVERSITEIT	65
4.6.2	IMPACT VAN DE KLIMAATRISICO'S OP DE SECTOR	66
5	EVALUATIE VAN DE KWETSBAARHEID VOOR DE KLIMAATVERANDERING VAN HET GRONDGEBIED VAN DE GEMEENTE SINT-PIETERS-WOLUWE	69
6	ACRONIEMEN EN AFKORTINGEN	71
7	BIBLIOGRAFIE	72

Overzicht figuren

Figuur 1: Citaat van John Holdren over de mitigatie van en de adaptatie aan de klimaatverandering, Association for the Advancement of Science.....	7
Figuur 2: Voorstelling van een risico, de uitdagingen en het bijbehorende gevaar (Pris)	8
Figuur 3: Weergave in de tijd van de gevolgen van de klimaatverandering voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (L'adaptation au changement climatique en Région de Bruxelles-Capitale : élaboration d'une étude préalable à la rédaction d'un plan régional d'adaptation, Leefmilieu Brussel, 2012).....	9
Figuur 4: Illustratie van de schaalverkleining van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest naar Sint-Pieters-Woluwe (EcoRes met QGis, Google Maps).....	10
Figuur 5: Evolutie van de CO ₂ -concentraties in de atmosfeer in deeltjes per miljoen (PPM) voor de BKG-emissiescenario's RCP 2.6, RCP 4.5, RCP 6 en RCP 8.5 (IPCC)	11
Figuur 6: Gemiddelde jaartemperatuur in Ukkel voor de periode 1833-2021	12
Figuur 7: Aantal dagen met een maximum hoger dan of gelijk aan 25°C in Ukkel van 1901 tot 2021. 13	
Figuur 8: Totale jaarlijkse duur van de hittegolven in Ukkel van 1901 tot 2021.....	13
Figuur 9: Jaarlijks aantal dagen met een minimum lager dan 0°C in Ukkel van 1901 tot 2021.....	13
Figuur 10: Totale jaarlijkse duur van de koudegolven in Ukkel van 1901 tot 2021	14
Figuur 11: Hoeveelheid jaarlijkse neerslag in Brussel – Ukkel in de periode 1833-2021.....	14
Figuur 12: Aantal dagen met zware neerslag in Ukkel in de periode 1892-2019	14
Figuur 13: Jaarlijks maximum van de hoeveelheid neerslag tijdens één uur in Ukkel in de periode 1898-2021	15
Figuur 14: Aantal dagen met sneeuw in Ukkel in de periode 1901-2021	15
Figuur 15: Aantal dagen met windsnelheden hoger dan 80 km/u. in Ukkel in de periode 1940-2019	15
Figuur 16: Evolutie van de gemiddelde winter- en zomertemperatuur in België tegen 2100 (CORDEX)	17
Figuur 17: Evolutie van de totale winter- en zomerneerslag in België tegen 2100 (CORDEX)	18
Figuur 18: Illustratie van het stedelijk hitte-eilandeffect (Pesquisa)	20
Figuur 19: Illustratie van het stedelijk hitte-eilandeffect voor Sint-Pieters-Woluwe (Leefmilieu Brussel, 2018).....	20
Figuur 20: Illustratie van het stedelijk hitte-eilandeffect voor de wijken Centrum en Sint-Michiels van Sint-Pieters-Woluwe (Leefmilieu Brussel, 2018).....	21
Figuur 21: Illustratie van het stedelijk hitte-eilandeffect voor Stokkel (Leefmilieu Brussel, 2018, Google Maps)	21
Figuur 22: Illustratie van het stedelijk hitte-eilandeffect in het verharde blok tussen de Kellestraat, de David Van Beverstraat en de Remi Fraeymanstraat (Leefmilieu Brussel, 2018, Google Maps)	22
Figuur 23: Illustratie van het stedelijk hitte-eilandeffect voor het Trammuseum en de sportinfrastructuren (Leefmilieu Brussel, 2018)	22
Figuur 24: François Gaystraat en Alfred Madouxlaan (EcoRes)	23
Figuur 25: Vegetatiepercentage van de straten van Sint-Pieters-Woluwe (Leefmilieu Brussel).....	23
Figuur 26: Illustratie van de warmtepluim in de Parijse regio naargelang van de windrichting tijdens de hittegolf van 2003 (APUR)	24
Figuur 27: Gevoeligheid van het grondgebied volgens zijn plaats in het stroombekken (Waterbeheerplan van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest 2016-2021, Leefmilieu Brussel)	25
Figuur 28: Voorstelling van het overstromingsrisico voor de gemeente Sint-Pieters-Woluwe (cartografische toepassing 'Overstromingsgevaar en overstromingsrisico', Leefmilieu Brussel).....	26

2.1 Context en uitdagingen

Figuur 29: Lokalisatie van de meldingen van overstromingen (Leefmilieu Brussel)	27
Figuur 30: Stormbekkens in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (VIVAQUA)	28
Figuur 31: Wittevrouwenlaan na hevige regenval in juni 2021 (Gemeente Sint-Pieters-Woluwe).....	29
Figuur 32: Maximaal aantal opeenvolgende droge dagen in Ukkel in het voorjaar, van 1892 tot 2020 (KMI, 2020c)	30
Figuur 33: Langdurige droogte in het voorjaar van 2020 (Klimaatrapport 2020, KMI).....	30
Figuur 34: Projecties van de wijzigingen in de frequentie van droogteperiodes in Europa in het midden van de eeuw, volgens twee scenario's (RCP 4.5 en RCP 8.5) vergeleken met de periode 1981-2010 (Spinoni et al., 2018)	31
Figuur 35: Aantal dagen met windsnelheden hoger dan 80 km/u in Ukkel in de periode 1940-2019 (KMI)	32
Figuur 36: Detail van de interventies van de brandweer voor branden in België, waaronder het BHG, in 2017 (FOD Binnenlandse Zaken, 2017)	33
Figuur 37: Bevolkingsdichtheid van Sint-Pieters-Woluwe (BISA, 2020)	36
Figuur 38: Aandeel ondoorlatende oppervlakte (%) op het grondgebied van Sint-Pieters-Woluwe (BISA, 2006)	37
Figuur 39: Onderzoek bij de crèches en scholen van Sint-Pieters-Woluwe (door EcoRes, 2021)	38
Figuur 40: Onderzoek bij de crèches en scholen van Sint-Pieters-Woluwe (door EcoRes, 2021)	39
Figuur 41: Gevel en speelplein van de Gemeenteschool Mooibos (EcoRes, Google Maps).....	40
Figuur 42: Kantoren op de derde verdieping en evaluatie van de inbreng van warmte (EcoRes, Thermische Balans)	40
Figuur 43: Simulatie van het aantal uren oververhitting in een schoolgebouw, rekening houdend met het stedelijk hitte-eilandeffect (https://ecobuild.brussels/nl/oververhitting-in-de-scholen/)	41
Figuur 44: Evolutie van de dagelijkse temperatuur in het weerstation Ukkel van 23 tot 25 juli 2019 (Infoclimat)	42
Figuur 45: Simulatie van het aantal uren oververhitting in een schoolgebouw, rekening houdend met de klimaatverwarming (https://ecobuild.brussels/nl/oververhitting-in-de-scholen/)	43
Figuur 46: Topografie en overstromingszones in Sint-Pieters-Woluwe (Leefmilieu Brussel, topographic-map).....	44
Figuur 47: Onderzoek bij de crèches en scholen van Sint-Pieters-Woluwe (door EcoRes, 2021)	44
Figuur 48: Impact van de klimaatrisico's op de verschillende mobiliteitswijzen (EcoRes)	46
Figuur 49: Overstromingsrisico voor de verschillende vervoerswijzen (gewestwegen, spoorwegen, tram- en metrolijnen) in Sint-Pieters-Woluwe (Leefmilieu Brussel, 2019)	47
Figuur 50: Tervurenlaan, tramvoorzieningen door de MIVB (EcoRes).....	48
Figuur 51: Evolutie van het gemiddelde aantal fietsers per kruispunt en per seizoen op weekdays van 8:00 u. tot 9.00 u. tussen 2010 en 2019 (Brussels Fietsobservatorium, Pro Velo)	49
Figuur 52: Pad tussen de Konkelstraat en de Boomkleverlaan, verharding met bitumen (EcoRes).....	49
Figuur 53: Productie, opslag en transport van drinkwater door VIVAQUA (VIVAQUA, 2020b).....	51
Figuur 54: Verdeling van de waterwinning (VIVAQUA).....	52
Figuur 55: Raming van de regenwaterstromen en het verbruik van drinkwater in Sint-Pieters-Woluwe (EcoRes)	53
Figuur 56: Voorstelling van de gezondheidsfactoren volgens het model van Dahlgren en Whitehead (1991)	55
Figuur 57: Tekort aan artsen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (Missine en Luyten, 2018).....	56
Figuur 58: Aanbeveling van het KMI afhankelijk van de kleurencode voor grote hitte (KMI, 2020b)..	57
Figuur 59: Flyerproject 'hitte' (Gemeente Sint-Pieters-Woluwe)	58
Figuur 60: Black-carbonconcentratie in de belangrijkste straten van het Brussels Gewest tijdens de ochtend- en avondpieken, referentieperiode 2014-2016 (Leefmilieu Brussel).....	59

1 – Dankwoord
2.1 Context en uitdagingen

Figuur 61: Vervuilingsspieken in de winter in Brussel tussen november 2009 en maart 2017 (Leefmilieu Brussel, 2018b).....	60
Figuur 62: Bekende inplanting van de Aedes Albopictus (bron: European Centre for Disease Prevention and Control)	61
Figuur 63: Evolutie van het totale eindverbruik in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest sinds 1990, met en zonder klimaatcorrectie (Leefmilieu Brussel, 2020).....	63
Figuur 64: Vegetatiepercentage van de huizenblokken van de Gemeente Sint-Pieters-Woluwe (Leefmilieu Brussel).....	65
Figuur 65: Door camera ohriddella aangetast kastanjeblad (EcoRes).....	67
Figuur 66: Potentiële aangepastheid van de beuken aan de plaatselijke omstandigheden van 2000 tot 2100 (Beheerplan van het Brusselse Zoniënwood).....	68
Figuur 67: Evaluatie van de kwetsbaarheid voor de klimaatverandering van de Gemeente Sint-Pieters-Woluwe.....	70

1 Dankwoord

De studiebureaus CO2logic en EcoRes danken het College van Burgemeester en Schepenen, het Directiecomité, de Voorzitter en Secretaris-Generaal van het OCMW en het personeel van de Gemeente en het OCMW van Sint-Pieters-Woluwe van harte voor hun bijdrage aan deze diagnose door deel te nemen aan interviews en hen cruciale informatie te bezorgen.

2 Inleiding

2.1 Context en uitdagingen

Mitigatie en adaptatie zijn de twee antwoorden op de klimaatverandering, maar ze verschillen op diverse punten fundamenteel. **Mitigatie streeft naar de beperking van de concentraties broeikasgassen in de atmosfeer. Adaptatie streeft naar de beperking van de kwetsbaarheid van systemen of gebieden** door middel van acties die de effectieve impact van de klimaatverandering verminderen of het reactievermogen van de samenleving vergroten.

John Holdren, President of the American Association for the Advancement of Science

- ⌘ ***'We basically have three choices – mitigation, adaptation, and suffering.***
- ⌘ ***We're going to do some of each. The question is what the mix is going to be.***
- ⌘ ***The more mitigation we do, the less adaptation will be required, and the less suffering there will be.'***

Figuur 1: Citaat van John Holdren over de mitigatie van en de adaptatie aan de klimaatverandering, Association for the Advancement of Science

Het IPCC heeft aangetoond dat de emissies van broeikasgassen als gevolg van de menselijke activiteit verantwoordelijk zijn voor de huidige klimaatverandering. Volgens de projecties van het IPCC zou de opwarming tegen 2100 kunnen oplopen tot gemiddeld 4°C aan het oppervlak van de planeet, afhankelijk van de gehanteerde prognoses voor de uitstoot. Het is zeer waarschijnlijk dat tussen 2030 en 2052 het niveau van +1,5°C wordt bereikt. De economische en ecologische gevolgen van een opwarming met +1,5°C worden als belangrijk omschreven. De gevolgen van een opwarming met +2°C zijn evenwel niet te overzien, aangezien de impact niet lineair verloopt. Een dergelijke opwarming zou veel bevolkingen in gevaar brengen (met volksverschuivingen tot gevolg) en zou hoge kosten veroorzaken.

2.2 Adaptatie aan de klimaatverandering

De adaptatie van een gebied aan de klimaatverandering is een iteratieve globale aanpak die vertrekt van een **diagnose van de kwetsbaarheid voor de klimaatverandering en die de noodzakelijke maatregelen identificeert om de gevolgen van die kwetsbaarheid te beperken.**

2.3 Van groot- naar kleinschalig

Om dat te doen, worden de klimaatrisico's – gemiddelde of extreme temperatuur/neerslag¹ – gekruist met de specifieke kenmerken van het gebied (de uitdagingen). Zo kunnen de relevantste kwetsbaarheden (risico's) worden geïdentificeerd.



Figuur 2: Voorstelling van een risico, de uitdagingen en het bijbehorende gevaar (Pris)

In tegenstelling tot de mitigatie, die op een vrij korte termijn wordt beschouwd (10 tot 20 jaar voor de meest ambitieuze maatregelen), is **de adaptatie aan de klimaatverandering ook een aanpak op lange termijn**, aangezien sommige aspecten van het grondgebied, zoals de stedenbouw, 'langzaam' evolueren.²

2.3 Van groot- naar kleinschalig

In het kader van de studie 'L'adaptation au changement climatique en Région de Bruxelles-Capitale : élaboration d'une étude préalable à la rédaction d'un plan régional d'adaptation' (Leefmilieu Brussel, 2012) werd een **diagnose gemaakt van de kwetsbaarheid voor de klimaatverandering**. Ze beschrijft de uitdagingen van het Gewest op **korte, middellange en lange termijn** voor de volgende thema's:

- infrastructuur en ruimtelijke ordening
- waterhulpbronnen
- gezondheid
- energie
- biodiversiteit en bossen
- toerisme

Deze diagnose resulteert uit een kruising van de intrinsieke kenmerken van het Gewest met de klimaatprojecties. Ze geeft een **algemeen overzicht van de belangrijke gevolgen** op lange termijn:

¹ Er wordt een onderscheid gemaakt tussen tendentieuze en extreme risico's

² Het vernieuwingspercentage is 1 tot 2% per jaar, zodat er minstens 50 jaar nodig is om een grondgebied te 'hermaken'.

2 – Inleiding
2.3 Van groot- naar kleinschalig

Natte prognose	2030	2050	2080				
Gemiddelde prognos	2030	2050	2080				
Droge prognose			2030	2050			
T°-stijging	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5
Gezondheid	Gezondheidsrisico's in verband met hittegolven						
	Gezondheidsrisico's in verband met koudegolven						
	Gezondheidsrisico's in verband met de luchtkwaliteit (zomer)						
	Gezondheidsrisico's in verband met de luchtkwaliteit (winter)						
	Allergieziekten						
	Infectieziekten						
	Via water overgedragen ziekten						
Ruimtelijke ordening / infrastructuren	Risico op overstromingen in de winter						
	Risico op overstromingen in de zomer						
	Temperatuurverstoring of schade aan infrastructuur bij vorst en sneeuw						
	Hittegerelateerde beschadiging van infrastructuren (vervorming rails enz.)						
	g van de scheepvaart tijdens periodes van lage waterstand, stijging van de bagg						
	Risico op stedelijk hitte-eilandeffect						
Biodiversiteit en bossen	Beschadiging van infrastructuren door stormen (omvallende bomen)						
	rschuiving van natuurlijke verspreidingsgebieden (in het bijzonder bij boomsoort						
	Variatie in de groei van het bosbestand						
	Gezondheidsrisico's (toename van de frequentie van wildgroei, plagen)						
	Aantasting van de aquatische milieus						
	Risico op schade aan populaties als gevolg van vorst						
	Risico op schade aan populaties als gevolg van stormen						
Energie	Risico op schade aan populaties als gevolg van waterstress/droogte						
	Risico op schade aan populaties als gevolg van brand						
	Energieverbruik voor verwarming						
	Energieverbruik voor koeling						
	Integriteit en capaciteit van de distributie- en vervoersnetwerken						
	Risico's van het beheer van het onderling verbonden elektriciteitsnet						
Waterhulpbronnen	Wijziging van het fotovoltaïsche productiepotentieel						
	Variatie van de watervoerende grondlagen in het BHG (3% van de bevoorrading						
	Variatie van de waterbevoorrading afkomstig van Wallonië (97%)						
	Groter risico op lage waterstanden						
	Kwalitatieve verslechtering van het oppervlaktewater bij zeer lage waterstanden						
Toerisme	vuiling van de grondwaterlagen als gevolg van uitloging of van verhoogde water						
	Klimaatomstandigheden die gunstig zijn voor het toerisme in het tussenseizoen						
	Klimaatomstandigheden die gunstig zijn voor het zomertoerisme						
	Energieverbruik voor verwarming						
	Energieverbruik voor koeling						
Legende	Evolutie van de kwaliteit van de groene ruimten in het BHG						
	zeer grote kwetsbaarheid						
	grote kwetsbaarheid						
	gemiddelde kwetsbaarheid						
	geringe of onzekere kwetsbaarheid						
opportuniteit							

Figuur 3: Weergave in de tijd van de gevolgen van de klimaatverandering voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (L'adaptation au changement climatique en Région de Bruxelles-Capitale : élaboration d'une étude préalable à la rédaction d'un plan régional d'adaptation, Leefmilieu Brussel, 2012)

2 – Inleiding

2.3 Van groot- naar kleinschalig

In een volgende stap werden die gevolgen als strategische oriëntaties geformuleerd:

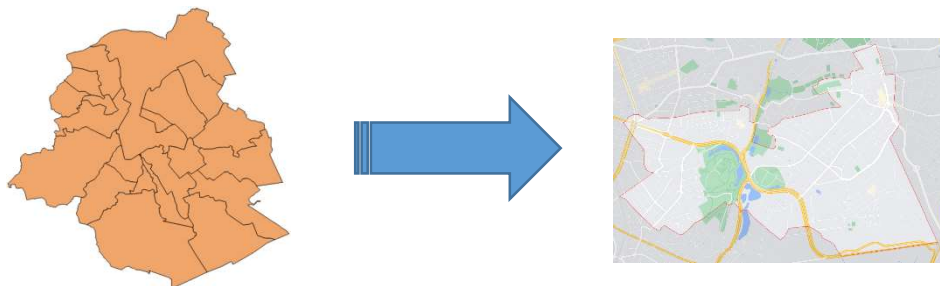
- anticiperen op en zich aanpassen aan de warmte in de stad en in de openbare ruimte;
- het waterbeheer en de impact ervan verbeteren en aanpassen aan de nieuwe klimaatsituatie;
- de bescherming van de biodiversiteit en de weerstand van de ecosystemen verbeteren.

Deze diagnose voor het Gewest is uiteraard zeer relevant voor het grondgebied van de Gemeente Sint-Pieters-Woluwe, maar volstaat niet om alle lokale gevolgen te vatten. Deze diagnose van de gemeente kruist daarom de op gewestelijke schaal vastgestelde gevolgen met de kenmerken van het grondgebied van de gemeente. Ze precificeert de impact op lokaal niveau door van een grootschalige naar een kleinschalige benadering te gaan met behulp van verscheidene instrumenten:

- cartografieën;
- statistieken;
- specifieke interviews;
- bibliografieën;
- enz.

Een concreet gevolg van de klimaatverandering voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest is de toename van de periodes van grote hitte, versterkt door het stedelijk hitte-eilandeffect (UHI, Urban Heat Island). Voor Sint-Pieters-Woluwe gebeurt de schaalverkleining als volgt:

- identificatie (door middel van specifieke studies³) van de ruimten die het sterkst door het UHI-verschijnsel worden getroffen;
- identificatie van de uitdagingen die het verschijnsel stelt: in de eerste plaats voor de kwetsbare personen (jonge kinderen, bejaarden en/of alleenstaanden, zieken), de habitat, de economische activiteit enz.;
- analyse van de aanpak van periodes van grote hitte in de betrokken instellingen, de bestaande voorzieningen enz.



Figuur 4: Illustratie van de schaalverkleining van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest naar Sint-Pieters-Woluwe (EcoRes met QGis, Google Maps)

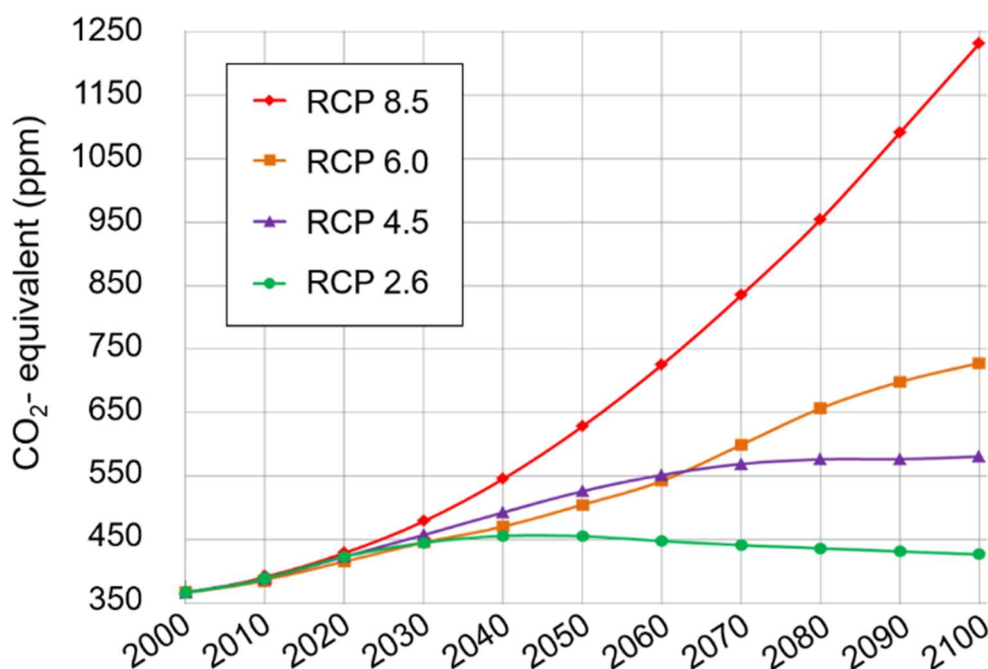
³ Sinds de studie voor het Gewest zijn op het grondgebied van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest drie onderzoeken naar het stedelijk hitte-eilandeffect uitgevoerd (zie § Grote hitte/stedelijk microklimaat).

2.4 RCP-scenario's

De projecties van het toekomstige klimaat, die nodig zijn voor de adaptatie, zijn in eerste instantie gebaseerd op scenario's van de emissies van broeikasgassen. Het vijfde evaluatierapport van het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) beschrijft vier scenario's, de zogeheten Representative Concentration Pathways⁴ (RCP). De scenario's RCP 2.6, RCP 4.5, RCP 6 en RCP 8.5 komen overeen met een stralingsforcering⁵ als gevolg van BKG-emissies uitgedrukt in W/m² tegen 2100.

Die scenario's voor de broeikasgasemissies kunnen worden vergeleken met het deel 'Mitigatie' van het Klimaatplan van de Gemeente Sint-Pieters-Woluwe (zie het ad-hocverslag).

- RCP 2.6: optimistisch scenario met drastische verlagingen van de BKG-emissies, zodat de verwarming tot 2°C kan worden beperkt (piek gevolgd door een daling van de BKG-emissies);
- RCP 4.5 en RCP 6: intermediair scenario voor de BKG-emissies;
- RCP 8.5: pessimistisch scenario zonder vermindering van de BKG-emissies.



Figuur 5: Evolutie van de CO₂-concentraties in de atmosfeer in deeltjes per miljoen (PPM) voor de BKG-emissiesscenario's RCP 2.6, RCP 4.5, RCP 6 en RCP 8.5 (IPCC)

⁴ Representatieve profielen van de evolutie van de concentratie

⁵ De zonnestraling die de Aarde bereikt, bedraagt 341,3 W/m², wat met het natuurlijke broeikaseffect een gemiddelde temperatuur van 15°C oplevert. Zonder dat effect, zou het -18°C zijn. De stralingsforcering door CO₂ komt bovenop het natuurlijke broeikaseffect.

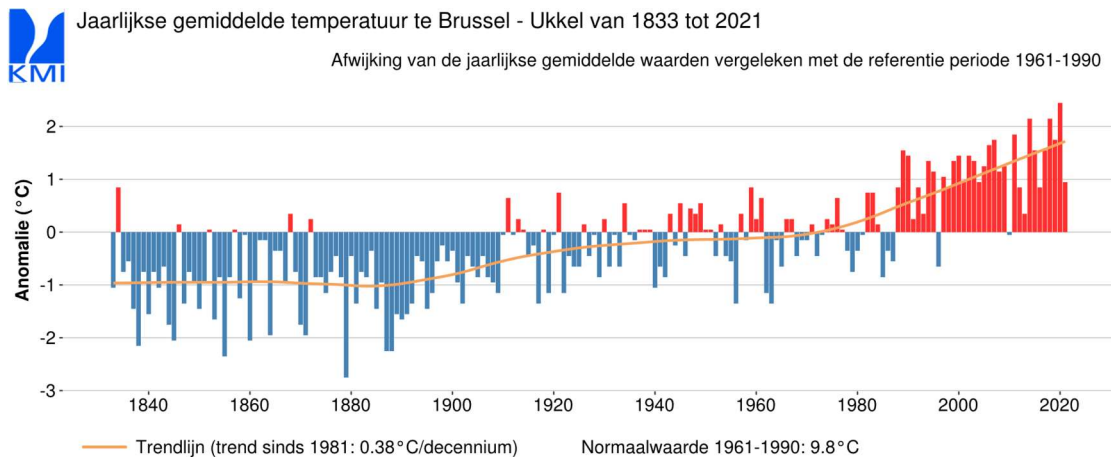
3 Klimaattrends

3.1 Recente evoluties

Het klimaat van een gebied wordt bepaald aan de hand van gemiddelde waarnemingen op 30 jaar, terwijl het weer betrekking heeft op de toestand van het ogenblik en enkele dagen in de toekomst. Volgens de Köppen-klimaatclassificatie⁶ heeft België – en dus ook de **Gemeente Sint-Pieters-Woluwe** – een **gematigd oceanisch klimaat**. Dit betekent dat de (verstoorde) invloed van de zee overweegt, met frequente en regelmatige regenval doorheen het jaar en een 'zwak' warmteverschil tussen winter en zomer (vergeleken met andere klimaattypes).

Op de schaal van België tonen de waarnemingen van het Koninklijk Meteorologisch Instituut (KMI) sinds 1833 in Ukkel trends voor zowel de evolutie van de temperaturen als de evolutie van de neerslag⁷:

- Een stijging van de gemiddelde temperatuur met meer dan 2,5°C, met in het bijzonder een eerste toename in de eerste helft van de 20e eeuw en een tweede vanaf de jaren tachtig.



Figuur 6: Gemiddelde jaartemperatuur in Ukkel voor de periode 1833-2021

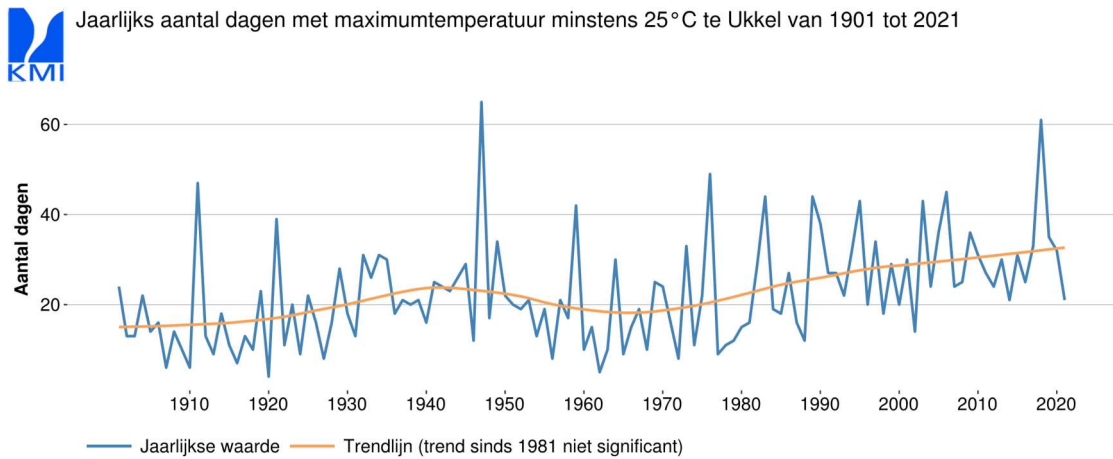
- Die temperatuurstijging gaat samen met een **hogere frequentie van zomerdagen en hittegolven** sinds de jaren negentig, met een eerste soortgelijke trend in de eerste helft van de 20e eeuw.

⁶ De Köppen-classificatie is een klimaatclassificatie op basis van de neerslag en de temperaturen. Ze is de courantste klimaatclassificatie in de versie die in 1961 door Rudolf Geiger werd voorgesteld. (Bron: Wikipedia)

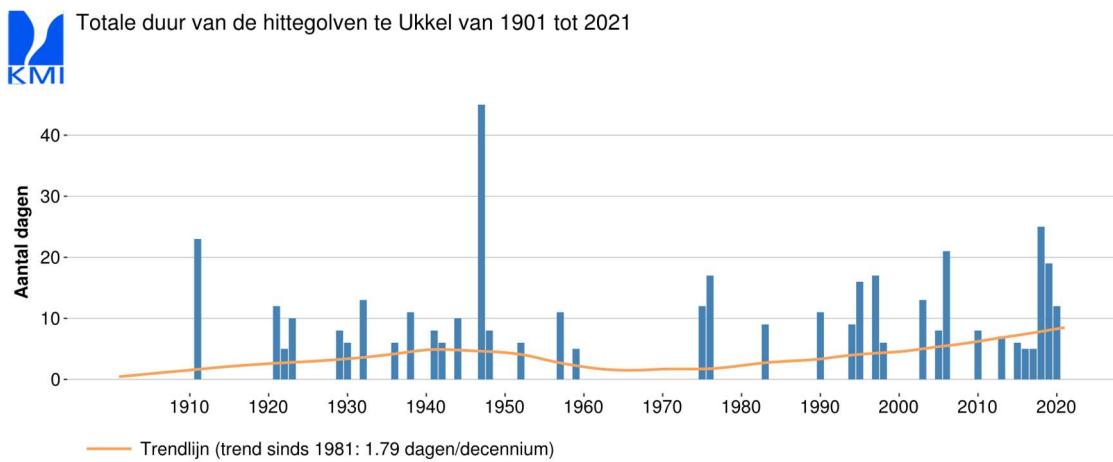
⁷ [Klimaatrapport 2020, van klimaatinformatie tot klimaatdiensten](#), KMI, 2020

3 – Klimaattrends

3.1 Recente evoluties

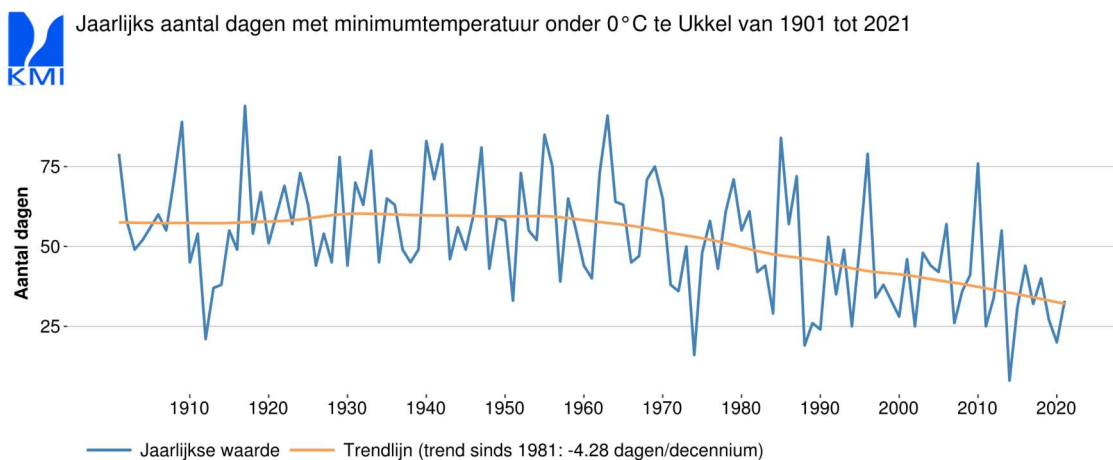


Figuur 7: Aantal dagen met een maximum hoger dan of gelijk aan 25°C in Ukkel van 1901 tot 2021



Figuur 8: Totale jaarlijkse duur van de hittegolven in Ukkel van 1901 tot 2021

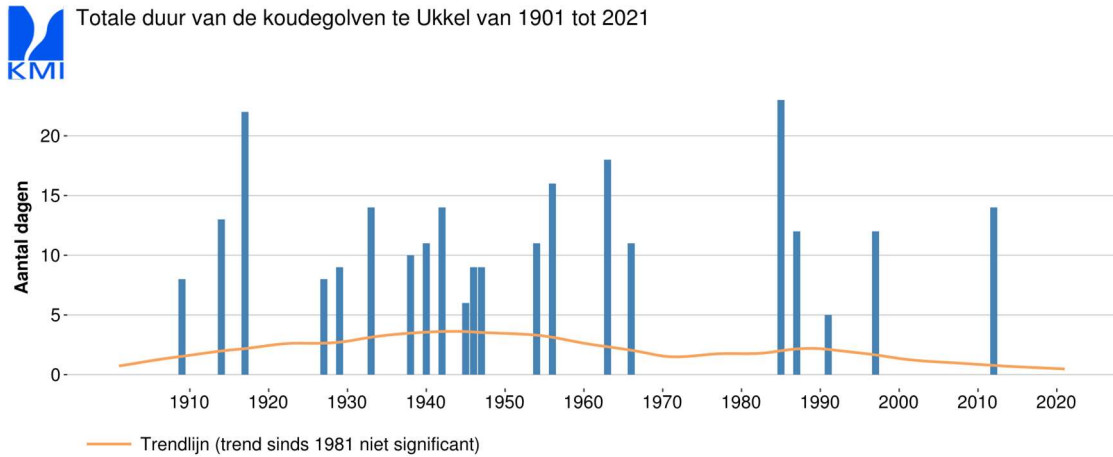
- Sinds het begin van de jaren zeventig is de **frequentie van de koudegolven beduidend afgenomen**. Er wordt een soortgelijke evolutie vastgesteld voor het aantal vorstdagen, en een verlenging van de periode zonder vorst (in de winter komt de eerste vorstdag later en de laatste vroeger).



Figuur 9: Jaarlijks aantal dagen met een minimum lager dan 0°C in Ukkel van 1901 tot 2021

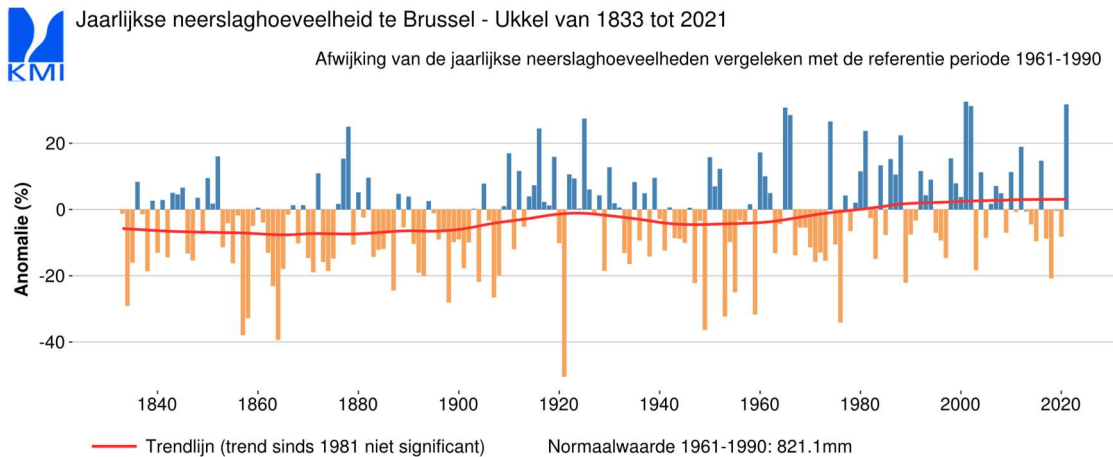
3 – Klimaattrends

3.1 Recente evoluties



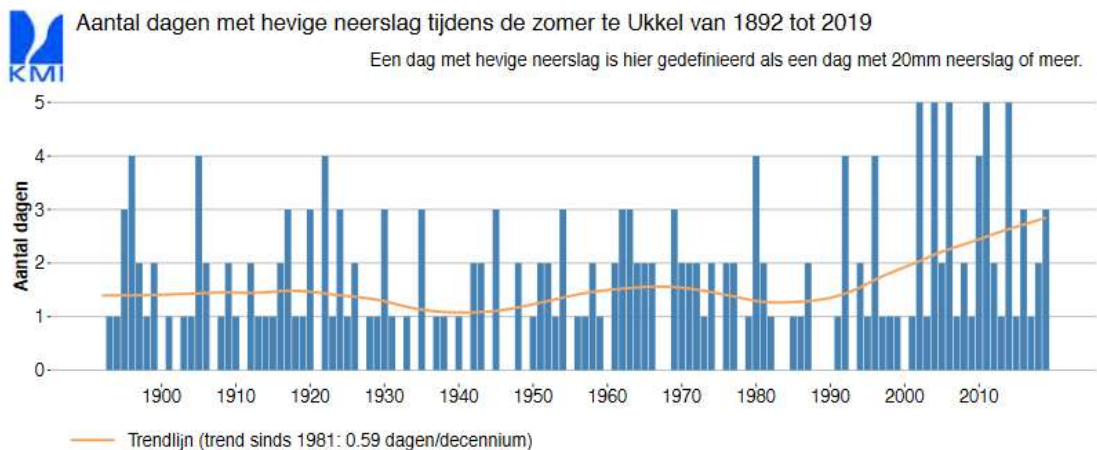
Figuur 10: Totale jaarlijkse duur van de koudegolven in Ukkel van 1901 tot 2021

- Omstreeks 1910 neemt de totale neerslag toe (stijging met 7%), wat overeenkomt met een stijging van de totale neerslag in de winter en het voorjaar met ongeveer 15%. Voor de zomer en het najaar wordt geen trend vastgesteld.



Figuur 11: Hoeveelheid jaarlijkse neerslag in Brussel – Ukkel in de periode 1833-2021

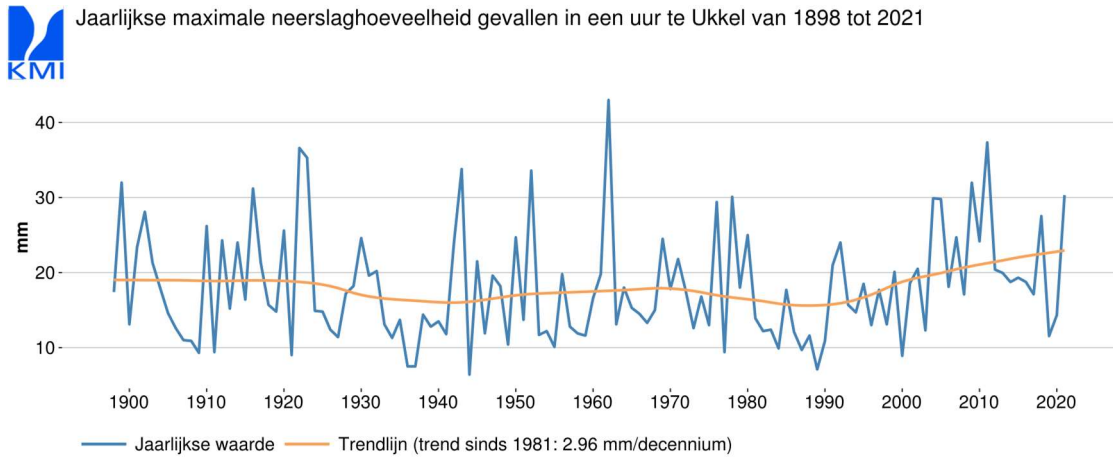
- Sinds 1981 komen **overvloedige regen** (totale dagelijkse neerslag van meer dan 20 mm) en **uurextremen vaker voor**.



Figuur 12: Aantal dagen met zware neerslag in Ukkel in de periode 1892-2019

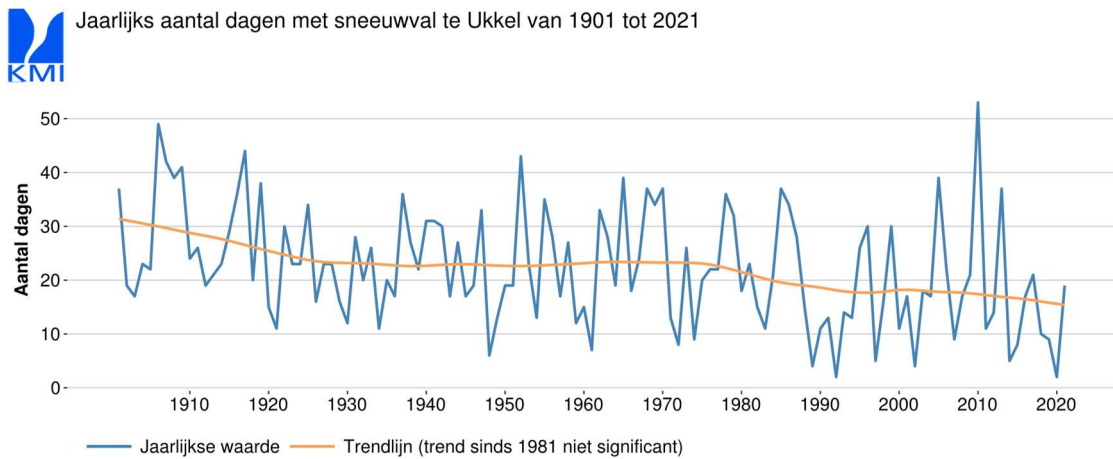
3 – Klimaattrends

3.1 Recente evoluties



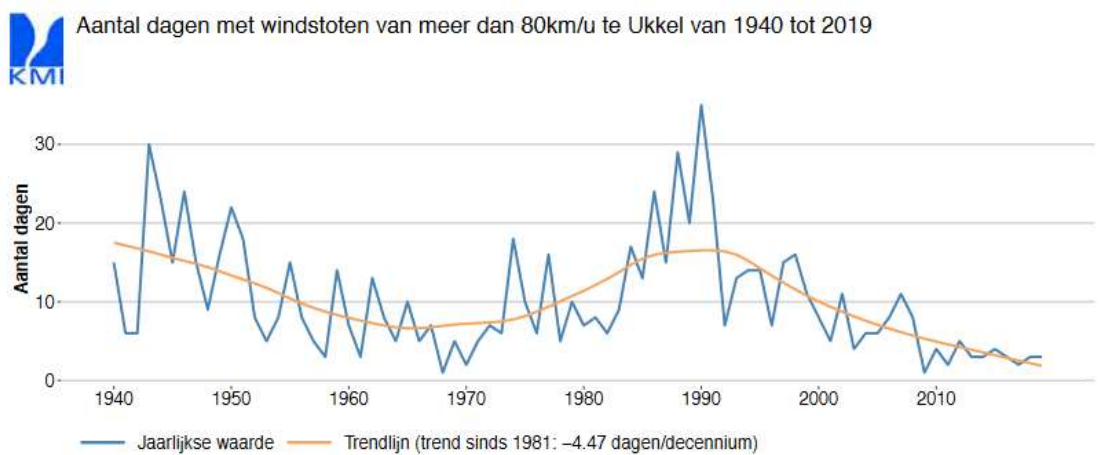
Figuur 13: Jaarlijks maximum van de hoeveelheid neerslag tijdens één uur in Ukkel in de periode 1898-2021

- Er wordt een **zeer grote variatie van jaar tot jaar vastgesteld in de sneeuwval**, met een **dalende trend** sinds het begin van de metingen, maar ook in het begin van de jaren 2010 viel er veel sneeuw, met 2010 als recordjaar.



Figuur 14: Aantal dagen met sneeuw in Ukkel in de periode 1901-2021

- **Het aantal stormdagen (windsnelheden van meer dan 80 km/u.) varieert zeer sterk van jaar tot jaar**, met een **dalende trend** sinds 1981.



Figuur 15: Aantal dagen met windsnelheden hoger dan 80 km/u. in Ukkel in de periode 1940-2019

3.2 Klimaatprojecties

De concentratie van broeikasgassen in de atmosfeer is een van de inputs van de klimaatmodellen. Het CORDEX⁸-project heeft verscheidene Belgische teams samengebracht om meerdere klimaatmodellen te onderzoeken. Daaruit blijkt dat **voor België verscheidene projecties kunnen worden gemaakt, die variëren volgens de klimaatmodellen en de scenario's voor de broeikasgasemissies (RCP).**

Het CORDEX-project geeft tot zes klimaatmodellen voor de voorspelling van het toekomstige klimaat in België. Het is belangrijk dat er met verschillende modellen wordt gewerkt, om rekening te houden met de onzekerheid van de klimaatprojecties en zo beter te begrijpen in welke zin het klimaat zal evolueren.

De klimaatindicatoren geven **informatie over de tendentieuze risico's** (evolutie van de temperaturen en de neerslag) en over de **extreme risico's** (grote hitte, overstromingen, droogte enz.).

3.2.1 Evolutie van de temperaturen

De klimaatindicator die het vaakst wordt gebruikt om de evolutie van het klimaat te kenmerken, is de gemiddelde temperatuur. Die geeft een beeld van de evolutie van het klimaat in zijn geheel, maar niet van de temperatuurextremen (bv. vorstdagen of dagen met grote hitte).

Volgens de RCP-scenario's gaat de evolutie van de gemiddelde wintertemperaturen in stijgende lijn: van een toename met 0,7°C tot 1,7°C volgens het scenario RCP 2.6, **tot een toename met 2,7°C tot 3,8°C voor het scenario RCP 8.5.** Om de Gemeente Sint-Pieters-Woluwe in deze evolutie te situeren: volgens de klimaatnormalen bedraagt de gemiddelde wintertemperatuur⁹ 4°C, wat betekent dat deze temperatuur zou kunnen stijgen naar een waarde tussen 4,7°C en 7,8°C (scenario RCP 2.6 tot RCP 8.5).

De evolutie van het aantal vorstdagen¹⁰ is relevant als aanvulling op de evolutie van de gemiddelde wintertemperatuur. Het gaat hier immers niet om een gemiddelde, maar om een drempel-effect. De evolutie van het aantal vorstdagen voor het einde van de eeuw is identiek (RCP 2.6 en RCP 4.5) of bijna identiek (RCP 6), met respectievelijk -12 en -13 vorstdagen in de winterperiode. In het scenario **RCP 8.5 is de daling groter, met 16 vorstdagen minder.** Dat is een aanzienlijke daling tegenover de klimaatnormalen voor het grondgebied van Sint-Pieters-Woluwe (44,6 vorstdagen per jaar in de winterperiode¹¹).

De evolutie van de gemiddelde zomertemperaturen gaat volgens de RCP-scenario's eveneens in stijgende lijn, maar met een grotere amplitude: +0,6°C tot +2,6°C volgens het scenario RCP 2.6 en **+2,7°C tot 5,6°C volgens het scenario RCP 8.5.** Volgens de klimaatnormalen bedraagt de gemiddelde zomertemperatuur¹² in de Gemeente Sint-Pieters-Woluwe 18°C, wat betekent dat deze temperatuur zou kunnen stijgen naar een waarde tussen 18,6°C en 23,6°C (scenario RCP 2.6 tot RCP 8.5).

Net als voor het aantal vorstdagen, vullen twee drempelindicatoren de evolutie van de gemiddelde zomertemperatuur aan. Het gaat dan om de evolutie van het aantal dagen met een

⁸ Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment and beyond, <http://cordex.meteo.be/>

⁹ De klimatologische winter beslaat de maanden december, januari en februari en verschilt dus van de kalenderwinter.

¹⁰ Een vorstdag is een dag met een minimumtemperatuur onder 0°C.

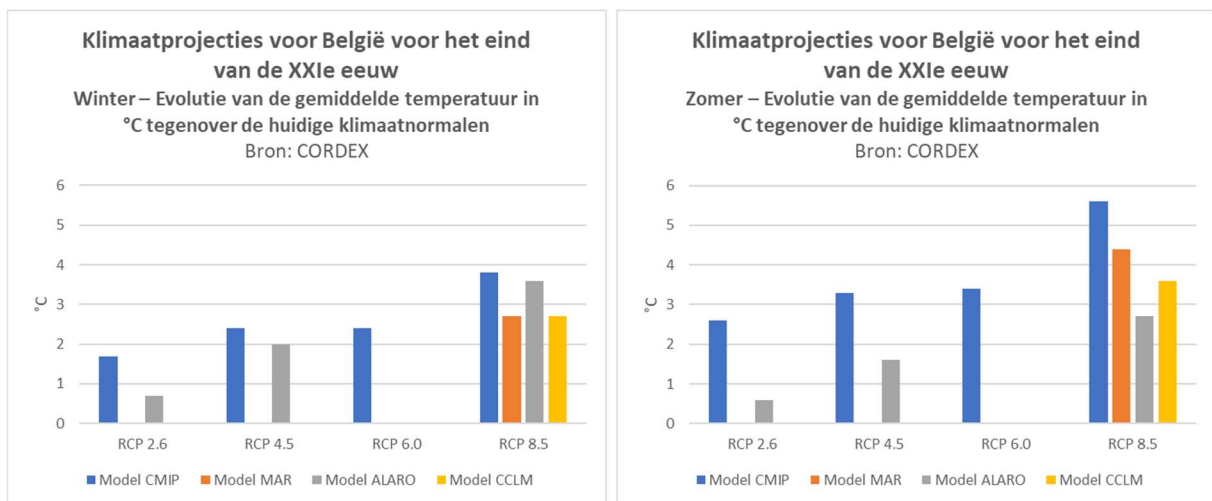
¹¹ Klimaatstatistieken van de Belgische gemeenten – Sint-Pieters-Woluwe (KMI), geldig voor alle klimaatgegevens van Sint-Pieters-Woluwe in dit hoofdstuk.

¹² De klimatologische zomer beslaat de maanden juni, juli en augustus en verschilt dus van de kalenderzomer.

3.2.2 Evolutie van de neerslag

maximumtemperatuur van meer dan 25°C (zomerdagen) en de evolutie van het aantal dagen met een maximumtemperatuur van meer dan 30°C (hittedagen):

- **Het aantal dagen met een temperatuur van meer dan 25°C** zou in de scenario's RCP 2.6 en RCP 4.5 een vergelijkbare stijging kennen, met respectievelijk +22 en +24 dagen. In de scenario's RCP 6 en **RCP 8.5 zou de stijging veel groter zijn, met respectievelijk +45 en +58 dagen.** Vandaag telt Sint-Pieters-Woluwe volgens de klimaatnormalen 32,8 dagen per jaar met een maximumtemperatuur van meer dan 25°C.
- **Het aantal dagen met een temperatuur van meer dan 30°C** zou in de RCP-scenario's als volgt stijgen: +7 dagen in het scenario RCP 2.6, +12 dagen in het scenario RCP 4.5, **+19 dagen in het scenario RCP 8.5.** Vandaag telt Sint-Pieters-Woluwe volgens de klimaatnormalen 6,1 dagen per jaar met een maximumtemperatuur van meer dan 30°C.



Figuur 16: Evolutie van de gemiddelde winter- en zomertemperatuur in België tegen 2100 (CORDEX)

3.2.2 Evolutie van de neerslag

De evolutie van de neerslag zou sterk kunnen verschillen naargelang de periode van het jaar. In de winter zou de totale neerslag:

- licht stijgen volgens het scenario RCP 2.6, met een toename van +2% tot +9%;
- matig stijgen volgens de scenario's RCP 4.5 en RCP 6, met een toename van +11% tot +13%;
- **beduidend meer stijgen volgens het scenario RCP 8.5, met een toename van +14% tot +25%.**

Om Sint-Pieters-Woluwe in deze evolutie te situeren: volgens de klimaatnormalen bedraagt de totale neerslag in de winter 220,6 mm, wat betekent dat de winterneerslag met 4,4 tot 54,9 mm zou kunnen toenemen (scenario's RCP 2.6 tot RCP 8.5).

Hoewel de verschillende klimaatprojecties per RCP-scenario vrij gelijk lopen wat de totale winterneerslag betreft, is de evolutie van het aantal dagen met neerslag (drempel van 0,1 mm) genuanceerd: sommige klimaatmodellen voor verschillende RCP-scenario's verwachten geen of een zeer kleine stijging, terwijl andere modellen een grotere toename (tot 6% meer dagen met neerslag) voorspellen.

Alle klimaatprojecties volgens de verschillende RCP-scenario's verwachten een toename van zware neerslag in de winter, met de sterkste trends voor de scenario's RCP 2.6 tot 8.5:

- +5% tot +10% in het scenario RCP 2.6;

3.2.2 Evolutie van de neerslag

- +7% tot +19% in het scenario RCP 4.5;
- +10% in het scenario RCP 6;
- **+14% tot 41% in het scenario RCP 8.5.**

Wat de **zomerneerslag** betreft, is de trend van de evolutie het omgekeerde van die van de winterneerslag, met een **verwachte daling van de volumes** (hier is er echter minder convergentie tussen de modellen en de RCP-scenario's):

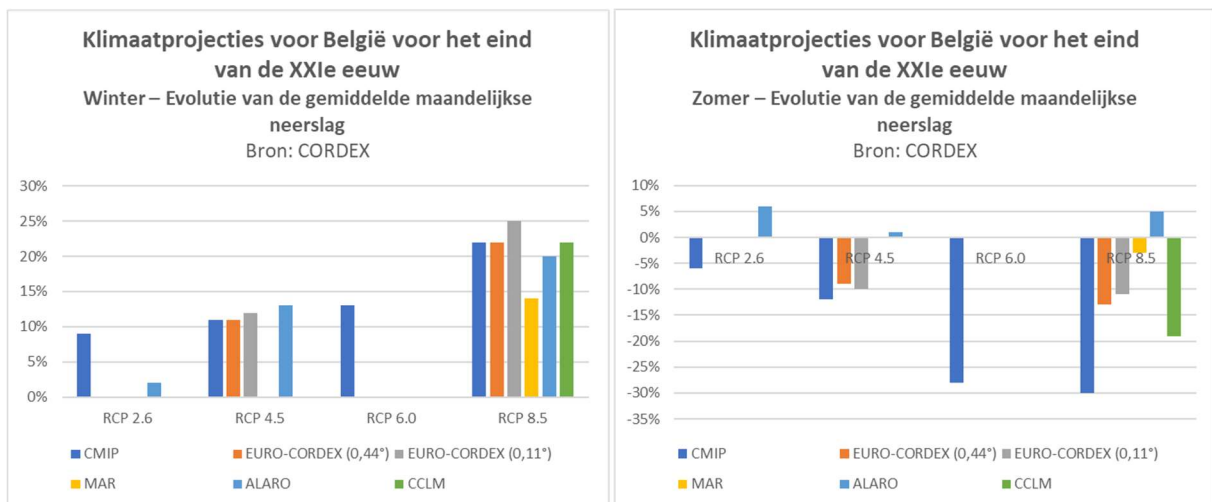
- -6% tot +6% in het scenario RCP 2.6;
- -12% tot +1% in het scenario RCP 4.5;
- -28% in het scenario RCP 6;
- **-30% tot +7% in het scenario RCP 8.5.**

Aangezien de klimaatnormalen voor Sint-Pieters-Woluwe 223,8 mm bedragen, komt dit overeen met een mogelijke vermindering met 67,1 mm tot een vermeerdering met 15,6 mm.

Hoewel er kleine verschillen worden vastgesteld voor de totale neerslag in de zomer, daalt het aantal dagen met neerslag (drempel van 0,1 mm) voor alle modellen en alle RCP-scenario's. De evolutie gaat in stijgende lijn: van -5% tot -2% voor het scenario RCP 2.6, van -14% tot -7% voor het scenario RCP 4.5, -28% voor het scenario RCP 6 en -32% tot -8% voor het scenario RCP 8.5.

Alle klimaatprojecties volgens de verschillende RCP-scenario's verwachten een **toename van de frequentie van zware neerslag in de zomer**, maar in minder grote mate dan in de winter:

- +1% tot +6% in het scenario RCP 2.6;
- +2% tot +9% in het scenario RCP 4.5;
- +6% in het scenario RCP 6;
- **+2% tot 17% in het scenario RCP 8.5.**



Figuur 17: Evolutie van de totale winter- en zomerneerslag in België tegen 2100 (CORDEX)

3.3 Extreme risico's

De extreme risico's die 'tegenover' de tendentieuze¹³ risico's staan zijn:

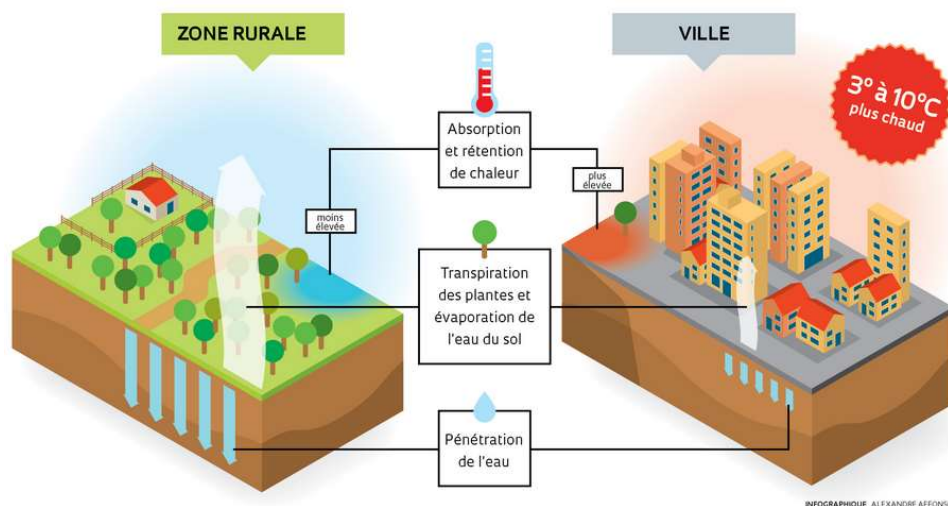
- grote hitte – stedelijk microklimaat;
- overstromingen;
- droogte;
- storm;
- bos- en parkbranden;
- grondbewegingen;
- vloedgolf (tijdelijke overstroming)¹⁴.

Hier gaat het erom het klimaat te kenmerken en te focussen op de analyse van de directe en indirecte, huidige en toekomstige klimaatrisico's voor Sint-Pieters-Woluwe.

3.3.1 Grote hitte: een door het stedelijk hitte-eilandeffect versterkt risico

In de klimatologie spreekt men van een **hittegolf** zodra de temperatuur gedurende ten minste 5 opeenvolgende dagen boven de 25°C ligt of gedurende ten minste 3 opeenvolgende dagen boven de 30°C (KMI, 2020c). Dit verschijnsel is in het Brussels Gewest niet zeldzaam en wordt sinds het begin van de jaren negentig frequenter¹⁵ (KMI, 2020c).

Het stedelijke karakter van een ruimte en zeker van Sint-Pieters-Woluwe beïnvloedt en wijzigt verscheidene fysische verschijnselen zoals de zonnestraling, de wind of de luchtvochtigheid, die interageren met de ruimtelijke ordening, de gebruikte bouwmaterialen en de activiteiten van de mens (HAL, 2012). Naargelang de organisatie van het grondgebied **kunnen die wijzigingen zelfs een microklimaat scheppen, met name een stedelijk hitte-eiland (UHI, Urban Heat Island)**. Dit ontstaat wanneer een combinatie van elementen een accumulatie van warmte en een beperking van de evapotranspiratie mogelijk maakt, meestal met grote ondoorlatende zones en weinig groen.



¹³ Zie § 'Conceptueel kader en methodologie'.

¹⁴ Niet relevant voor de Gemeente Sint-Pieters-Woluwe.

¹⁵ Zie § 'Klimaattrends op gewestelijke schaal'.

3 – Klimaattrends

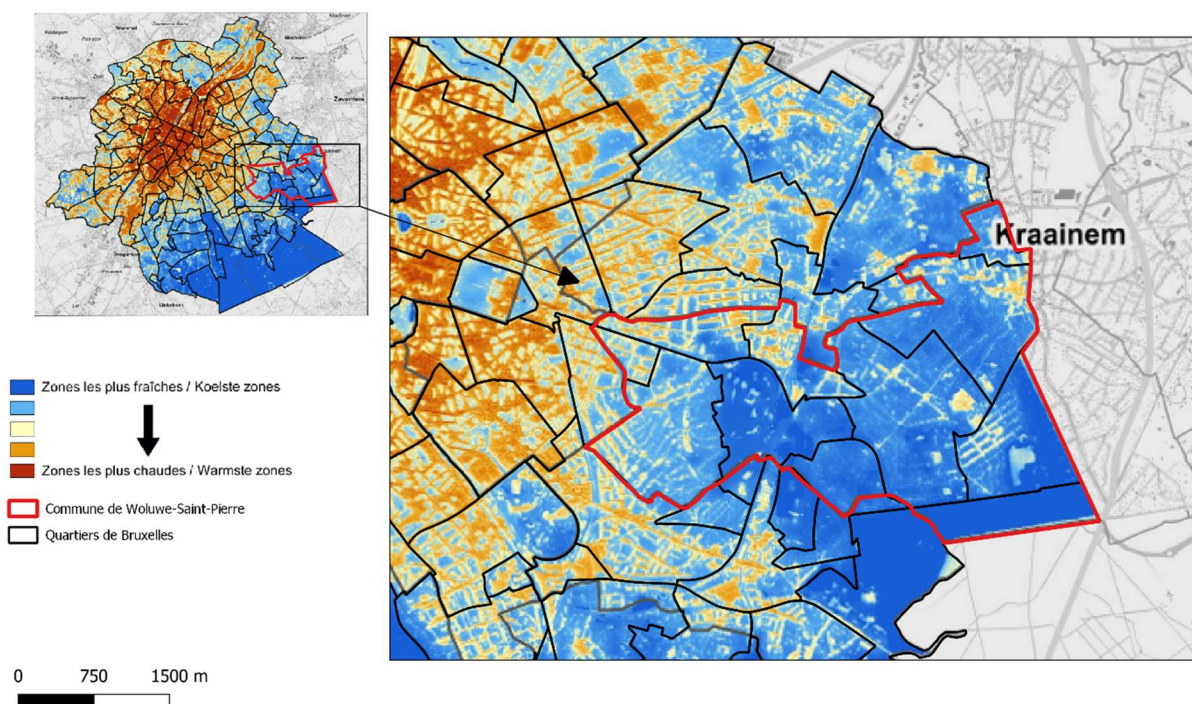
3.3 Extreme risico's

Figuur 18: Illustratie van het stedelijk hitte-eilandeffect (Pesquisa)

Drie recente studies hebben het stedelijk hitte-eilandeffect in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (BHG) onderzocht:

- Assessment of three dynamical urban climate downscaling methods: Brussels's future urban heat island under an A1B emission scenario (Hamdi et al., 2013);
- Assessing the current and future urban heat island of Brussels (Lauwaet et al., 2016)
- Cartographie des ilots de fraîcheur dans la Région de Bruxelles-Capitale (Lauwaet en De Ridder, 2018) Studie in opdracht van Leefmilieu Brussel

Ze hebben een betere kennis van het verschijnsel opgeleverd:

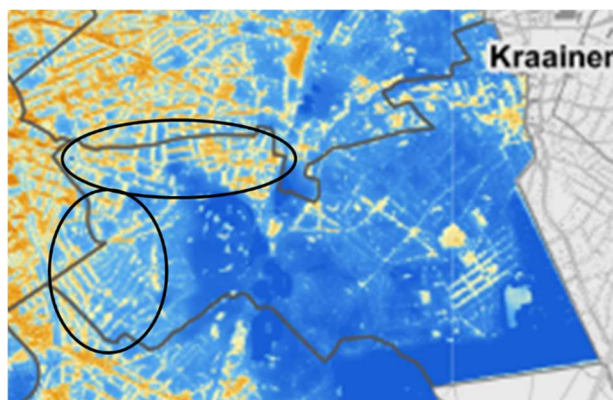


Figuur 19: Illustratie van het stedelijk hitte-eilandeffect voor Sint-Pieters-Woluwe (Leefmilieu Brussel, 2018)

In de context van het Brussels Gewest lijkt Sint-Pieters-Woluwe voornamelijk een koelte-eiland. Dit moet echter meer van nabij worden bekeken, want sommige zones en zelfs wijken van Sint-Pieters-Woluwe dragen bij tot het stedelijk hitte-eilandeffect, met name:

- De wijk Centrum en in mindere mate de wijk Sint-Michiël, met een sterke ondoorlatendheid (respectievelijk 60% en 45% tot 66%, Wijkmonitoring) en een geringe vegetatie van de straten:

3 – Klimaattrends
3.3 Extreme risico's



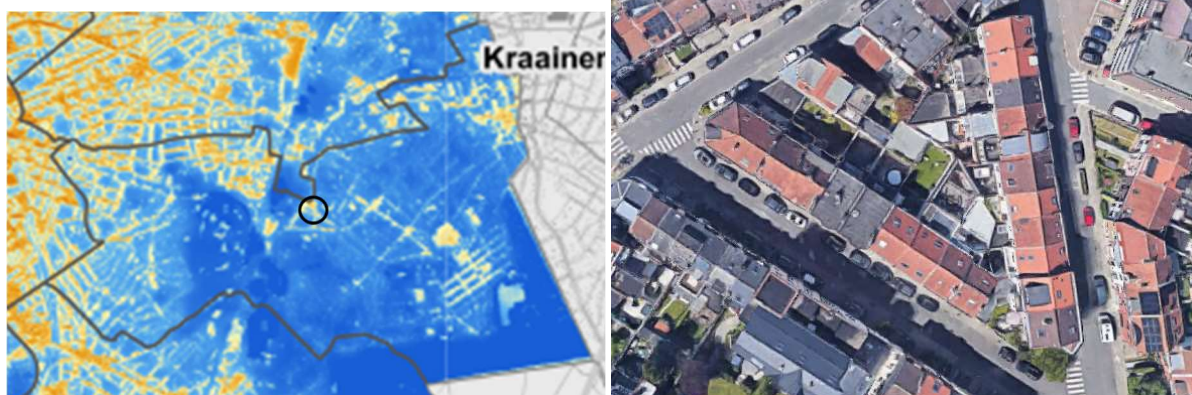
Figuur 20: Illustratie van het stedelijk hitte-eilandeffect voor de wijken Centrum en Sint-Michiels van Sint-Pieters-Woluwe (Leefmilieu Brussel, 2018)

- De wijk Stokkel, tussen het Dumonplein en het parkeerterrein ten noorden van de winkelzone, is een sterk verstedelijkte zone die opvalt op de kaart van de stedelijke hitte-eilanden:



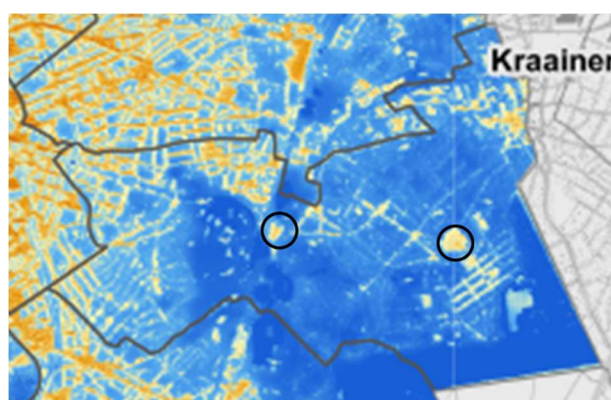
Figuur 21: Illustratie van het stedelijk hitte-eilandeffect voor Stokkel (Leefmilieu Brussel, 2018, Google Maps)

- Het zeer verharde blok tussen de Kellestraat, de David Van Beverstraat en de Remi Fraeymanstraat:



Figuur 22: Illustratie van het stedelijk hitte-eilandeffect in het verharde blok tussen de Kellestraat, de David Van Beverstraat en de Remi Fraeymanstraat (Leefmilieu Brussel, 2018, Google Maps)

Sommige zones op de kaart kunnen verrassen, zoals het Trammuseum of sportinfrastructuren. Het museum is in realiteit kleiner dan voorgesteld en de sportinfrastructuren zouden automatisch kunnen worden beschouwd als koele plaatsen (kunststof terreinen?).



Figuur 23: Illustratie van het stedelijk hitte-eilandeffect voor het Trammuseum en de sportinfrastructuren (Leefmilieu Brussel, 2018)

Sint-Pieters-Woluwe beschikt over een belangrijke grondreserve, met name grote terreinen die kunnen worden verkaveld. Dit is globaal gezien **positief ten aanzien van het stedelijk hitte-eilandeffect, maar dit zou kunnen veranderen** als de ruimtelijke ordening geen rekening houdt met het verschijnsel.

Zoals de onderstaande kaart toont, is **ongeveer 8% van de openbare wegen vergroend**¹⁶. In Sint-Pieters-Woluwe worden alle straatbomen gesnoeid¹⁷, volgens een ritme dat afhangt van de grootte van de boom. Zo worden kleine bomen ten minste om de twee jaar gesnoeid. Dit snoeischema speelt in op praktische behoeften zoals de doorgang van vuilniswagens, maar ook het vermijden van

¹⁶ Groene Ruimten

¹⁷ Groene Ruimten

3 – Klimaatrends

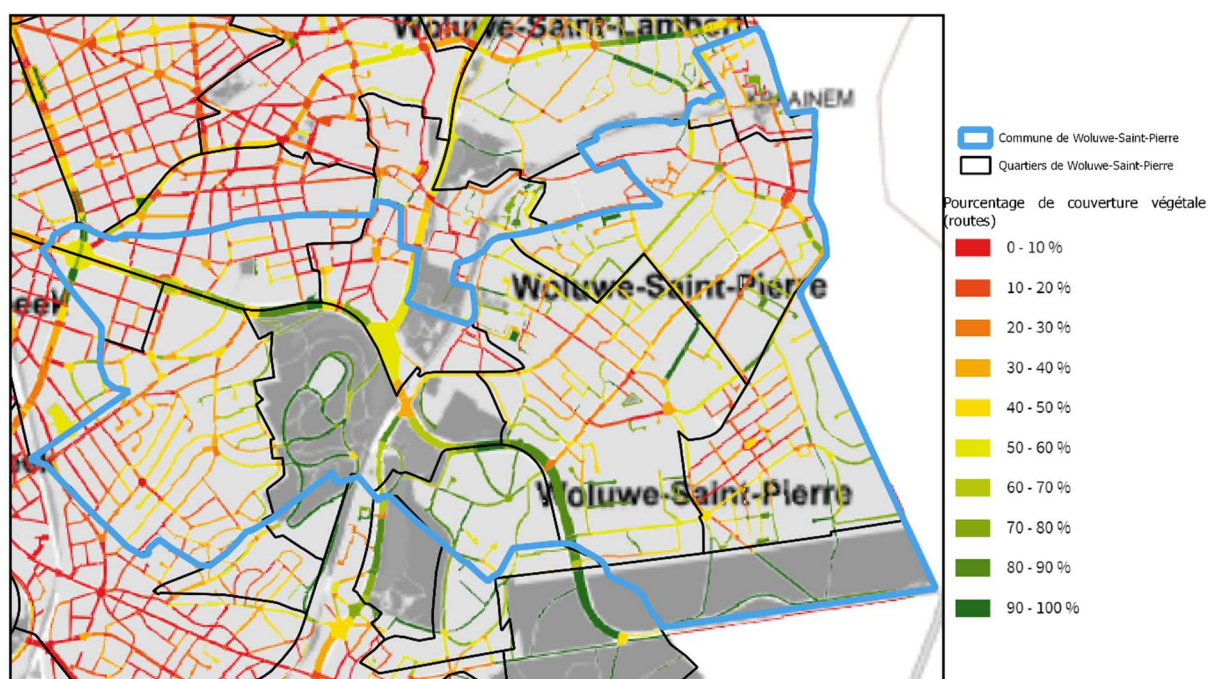
3.3 Extreme risico's

last/hinder voor de omliggende gebouwen. In sommige gevallen is het voornaamste voordeel van de straatbomen dan ook het ondersteunen van de biodiversiteit, en niet zozeer het scheppen van schaduw (zie onderstaande foto):



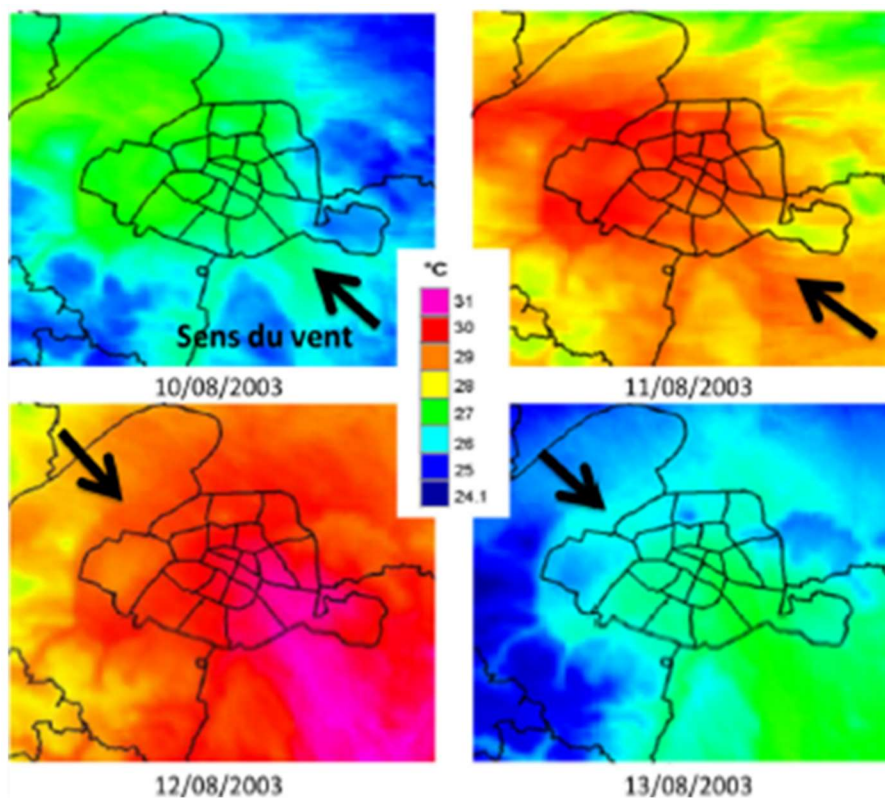
Figuur 24: François Gaystraat en Alfred Madouxlaan (EcoRes)

Op de kaart van de stedelijke hitte-eilanden zien we herhaaldelijk straten, maar de sterke vegetatie van de percelen tempert deze situatie in grote mate. Dit kan worden gezien als een groot verbeteringspotentieel voor de gemeente.



Figuur 25: Vegetatiepercentage van de straten van Sint-Pieters-Woluve (Leefmilieu Brussel)

Er moet ook rekening worden gehouden met de ligging van Sint-Pieters-Woluwe, aangezien de nabijheid tot het stadscentrum ertoe leidt dat **het grondgebied het voorwerp kan vormen van een warmtepluim**, zoals hieronder wordt getoond voor de Parijse regio. De ligging van Sint-Pieters-Woluwe in het zuidoosten van het Gewest is een voordeel, aangezien volgens de windroos (KMI) noordwestelijke winden zeldzaam maar toch mogelijk zijn.



Figuur 26: Illustratie van de warmtepluim in de Parijse regio naargelang van de windrichting tijdens de hittegolf van 2003 (APUR)

Steeds vaker grote hitte

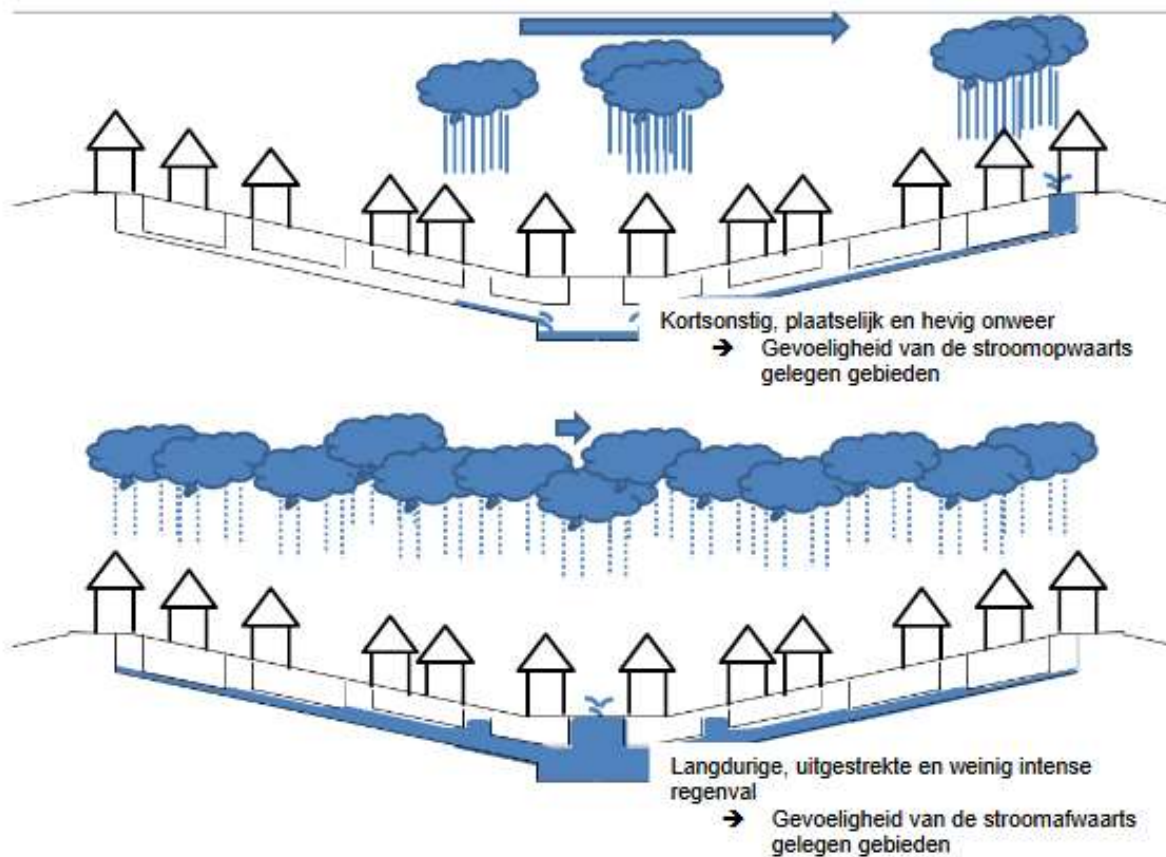
De recente klimaattrends houden aan, met klimaatprojecties voor 2050 en 2100 die een steeds grotere toename voorspellen van het aantal dagen met een temperatuur boven 25°C en boven 30°C.

Ook als de andere omstandigheden gelijk blijven, zal het **stedelijk hitte-eilandeffect in bepaalde delen van de gemeente meer en meer dagen met steeds grotere hitte veroorzaken.**

3.3.2 Het overstromingsrisico – een verschijnsel op niveau van de Woluwevallei

Het grondgebied van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, en a fortiori dat van Sint-Pieters-Woluwe, kent **veel overstromingen**, zelfs al zijn waterstanden van meer dan 30 cm boven het straatniveau zeldzaam (Leefmilieu Brussel, 2019).

Er zijn verschillende soorten overstromingen mogelijk: opwellend rioolwater, regen, stijging van de grondwaterlaag, hoogwaterstand van rivieren. Ze hebben vier grote oorzaken: de hoeveelheid regen, de verstedelijking en de ondoorlatendheid van de bodem, het verouderde en/of onaangepaste rioleringsnet, de verdwijning van natuurlijke overstromingsgebieden (waterlopen, natte zones).



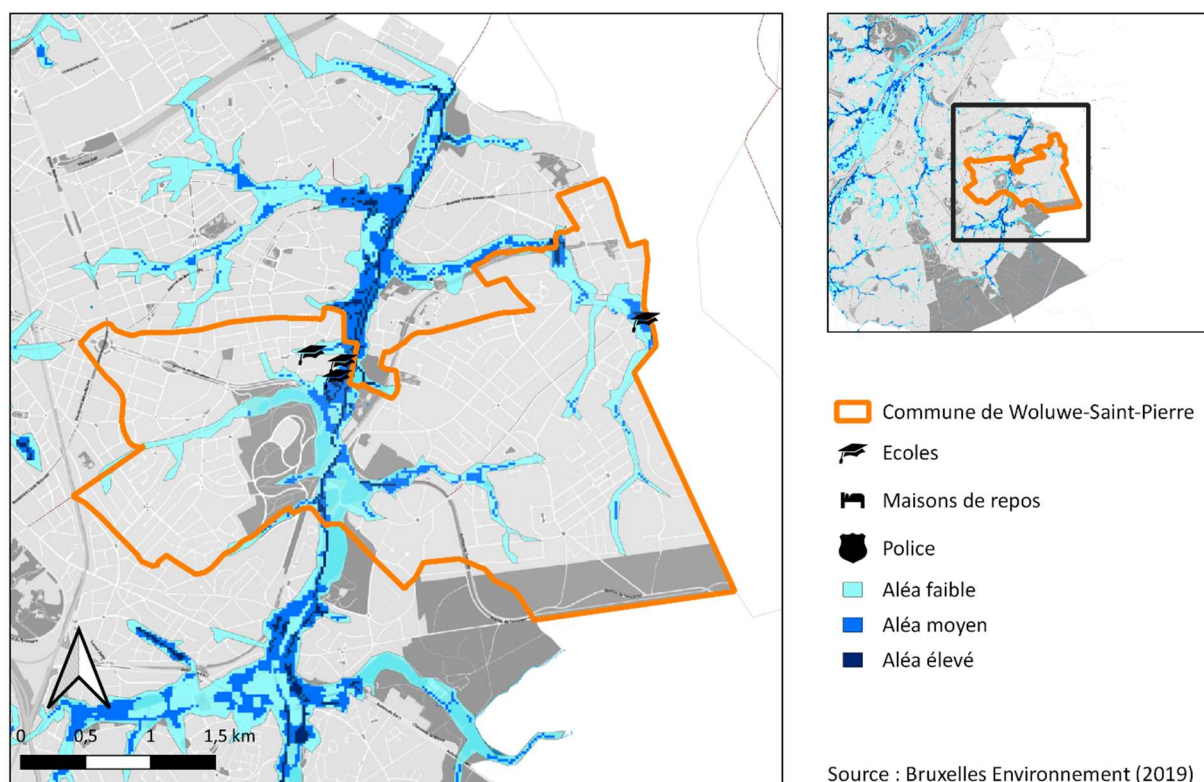
Figuur 27: Gevoeligheid van het grondgebied volgens zijn plaats in het stroombekken (Waterbeheerplan van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest 2016-2021, Leefmilieu Brussel)

Op gewestelijke schaal is een [kaart van de zones met overstromingsgevaar](#) beschikbaar die regelmatig wordt bijgewerkt (Leefmilieu Brussel). Op basis van wetenschappelijke studies en waarnemingen onderscheidt men vier soorten zones:

- **Hoog risico:** plaatsen waar **ten minste eenmaal om de 10 jaar** een overstroming kan plaatsvinden;
- **Gemiddeld risico:** plaatsen waar **ten minste eenmaal om de 25 tot 50 jaar** een overstroming kan plaatsvinden;
- **Laag risico:** plaatsen waar **slechts om de 100 jaar** een overstroming kan plaatsvinden;
- Zone zonder risico.

3 – Klimaatrends

3.3 Extreme risico's



Figuur 28: Voorstelling van het overstromingsrisico voor de gemeente Sint-Pieters-Woluwe (cartografische toepassing 'Overstromingsgevaar en overstromingsrisico', Leefmilieu Brussel)

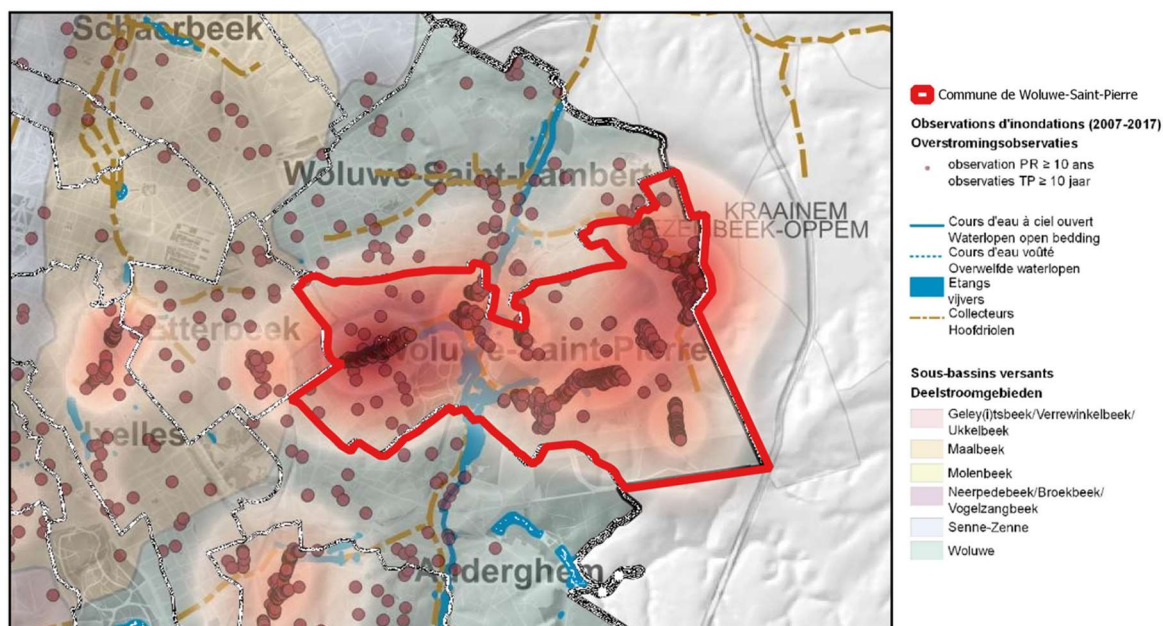
90% van de meldingen van overstromingen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest heeft betrekking op een risicozone; plaatselijke overstromingen door een samenloop van verschijnselen zijn altijd mogelijk. De geïdentificeerde hoog-risicozones worden verplicht met waarnemingen gecorreleerd¹⁸.

De overstromingen van de afgelopen jaren worden weergegeven op onderstaande kaart. Een zeer grote meerderheid van de overstromingen situeert zich in een risicozone (met name een hoog-risicozone), maar ook buiten de risicozones doen zich occasioneel overstromingen voor.

¹⁸ Interview met Mickaël ANTOINE, Departement Water, Leefmilieu Brussel, contact: inondation-overstroming@environnement.brussels

3 – Klimaattrends

3.3 Extreme risico's

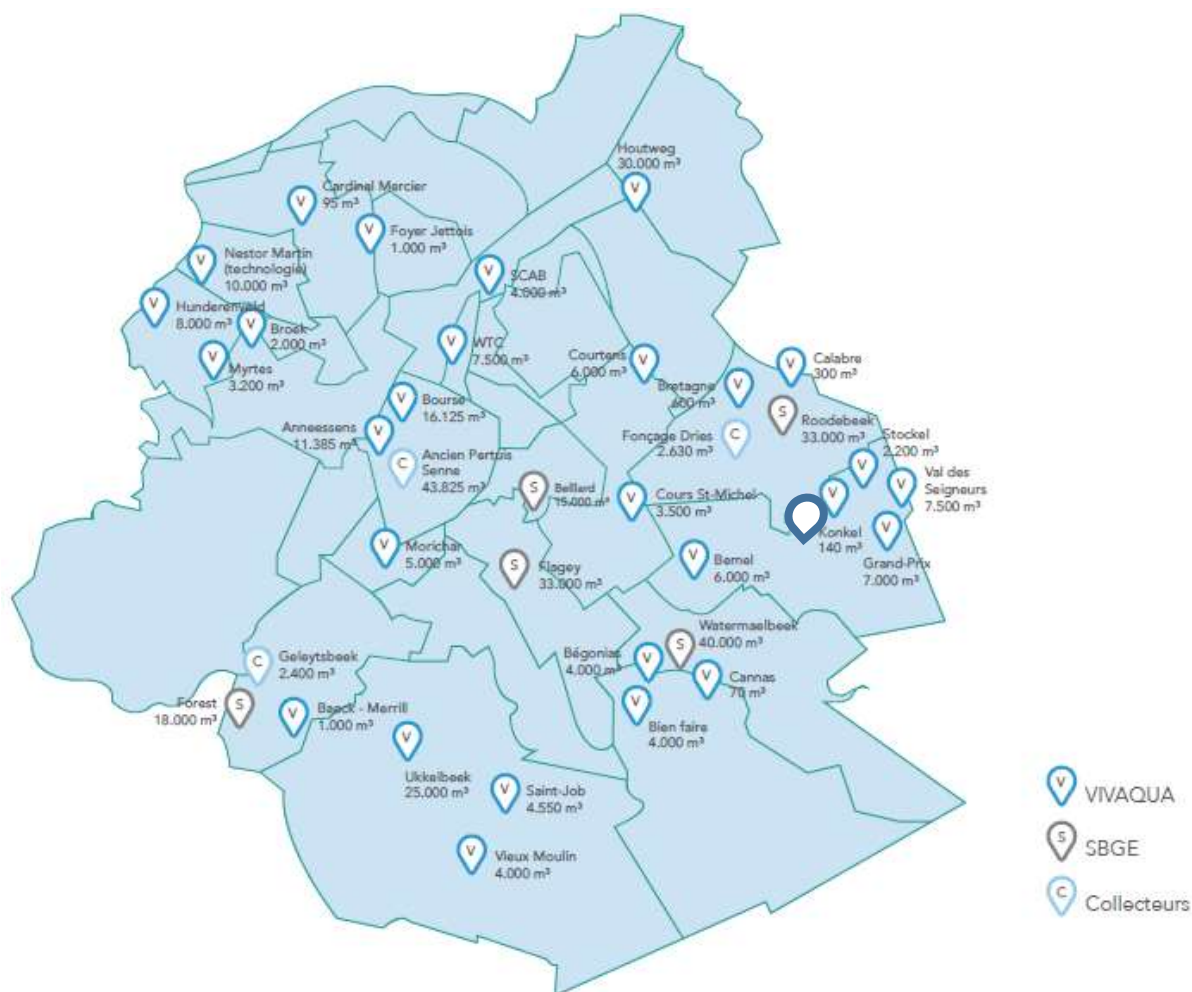


Figuur 29: Lokalisatie van de meldingen van overstromingen (Leefmilieu Brussel)

Het bekken van de Woluwe is het voorwerp geweest van tal van ontwikkelingsplannen, van ruimtelijke ordening tot waterloopwijziging en stormbekken. Gelet op de organisatie van het grondgebied kunnen overstromingen diverse oorzaken hebben. Op verschillende plaatsen aangelegde stormbekkens zorgen voor een lokale bescherming, stroomopwaarts en stroomafwaarts: het water wordt lokaal geabsorbeerd en het rioleringsnet wordt ontlast.

3 – Klimaattrends

3.3 Extreme risico's



Figuur 30: Stormbekkens in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest¹⁹ (VIVAQUA)

Hoewel de situatie in de afgelopen twintig jaar verbeterd is, zeer recent nog met de aanleg van een stormbekken met een inhoud van 8000 m³ aan de Grootveldlaan, kent het gemeentelijke grondgebied nog overstromingen. De recente onweders van juni 2021 hebben onder meer aan de Wittevrouwenlaan overstromingen veroorzaakt²⁰.

¹⁹ Met toevoeging van het stormbekken Grootveld

²⁰ Deze zone verkeert in een bijzondere situatie: een terrein wordt tijdelijk gebruikt voor een landbouwactiviteit en de topografie leidt tot het ontstaan van modderstromen bij hevige regenval.



Figuur 31: Wittevrouwenlaan na hevige regenval²¹ in juni 2021 (Gemeente Sint-Pieters-Woluwe)

Meer overstromingen in aantocht

De klimaatprojecties voorspellen voor de winters een toename van zware neerslag in de loop van de eeuw (dus in 2100 in grotere mate dan in 2050). Die trend wordt eveneens, maar in mindere omvang, voor de zomerperiode verwacht.

Ook als de andere omstandigheden onveranderd blijven, dus zonder rekening te houden met de evolutie van de stedenbouw (stormbekken of ontwikkeling van geïntegreerd regenwaterbeheer), **zouden zich in de toekomst meer overstromingen moeten voordoen, en dit nog altijd op dezelfde plaatsen²²**. De herhalingstijden zouden dus korter worden (laag risico: 100 jaar, gemiddeld risico: 25 tot 50 jaar, hoog risico: 10 jaar).

²¹ 23 mm in één uur volgens de pluviometer van Sint-Goedele (centrum van het BHG); de herhalingstijd voor een dergelijke regenval is vijf jaar – dit is dus zeldzaam, maar niet uitzonderlijk.

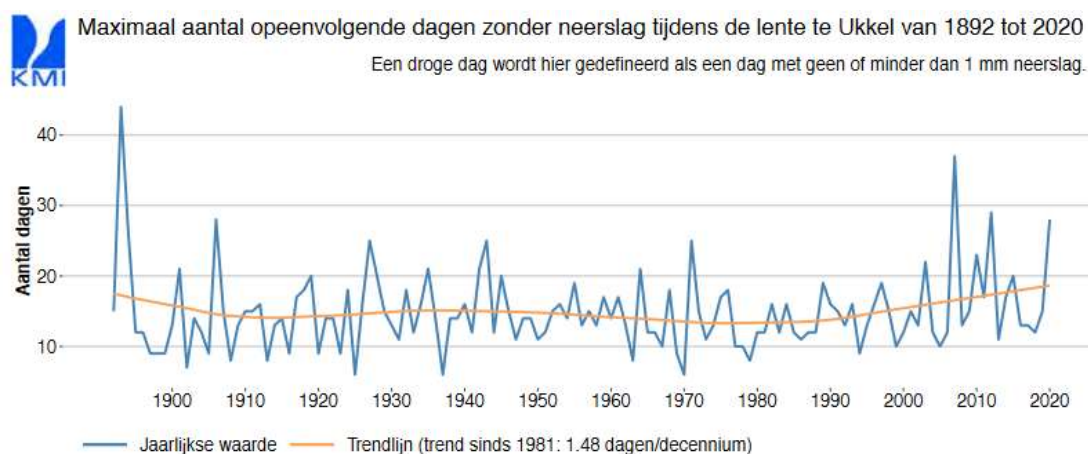
²² Interview met Mickaël ANTOINE, Departement Water, Leefmilieu Brussel, contact: inondation-overstroming@environnement.brussels

3.3.3 Toenemend droogterisico in de afgelopen jaren

Een droogte is in de eerste plaats een belangrijke daling van de neerslag, op een gegeven ogenblik, tegenover de normale situatie. Die daling heeft een natuurlijke en tijdelijke oorzaak (AquaWal).

België heeft water, soms zelfs te veel (zie § 'Overstromingsrisico'). Het regent gemiddeld minstens om de 7 dagen. De regen kan langer uitblijven, met een record van 44 opeenvolgende dagen zonder beduidende neerslag in Ukkel in 1893, gevolgd door 37 dagen in 2007 en 29 dagen in 2012 (KMI, 2020c). De neerslag speelt een doorslaggevende rol, maar ook andere parameters kunnen meespelen: wind, temperatuur, vochtigheid van de bodem enz.

Sinds het begin van de jaren tachtig wordt een stijging van het aantal opeenvolgende droge dagen vastgesteld.



Figuur 32: Maximaal aantal opeenvolgende droge dagen in Ukkel in het voorjaar, van 1892 tot 2020 (KMI, 2020c)

In zijn klimaatverslag 2020 wijdde het KMI een korte presentatie aan het voorjaar van 2020. Dat was namelijk een bijzonder droog voorjaar.

Sécheresse de longue durée au printemps 2020

Le printemps 2020 a été fort sec et les pluies cumulées sur avril et mai ont été exceptionnellement faibles. L'IRM a suivi de près l'évolution des différents paramètres météorologiques qui ont caractérisé cette sécheresse.

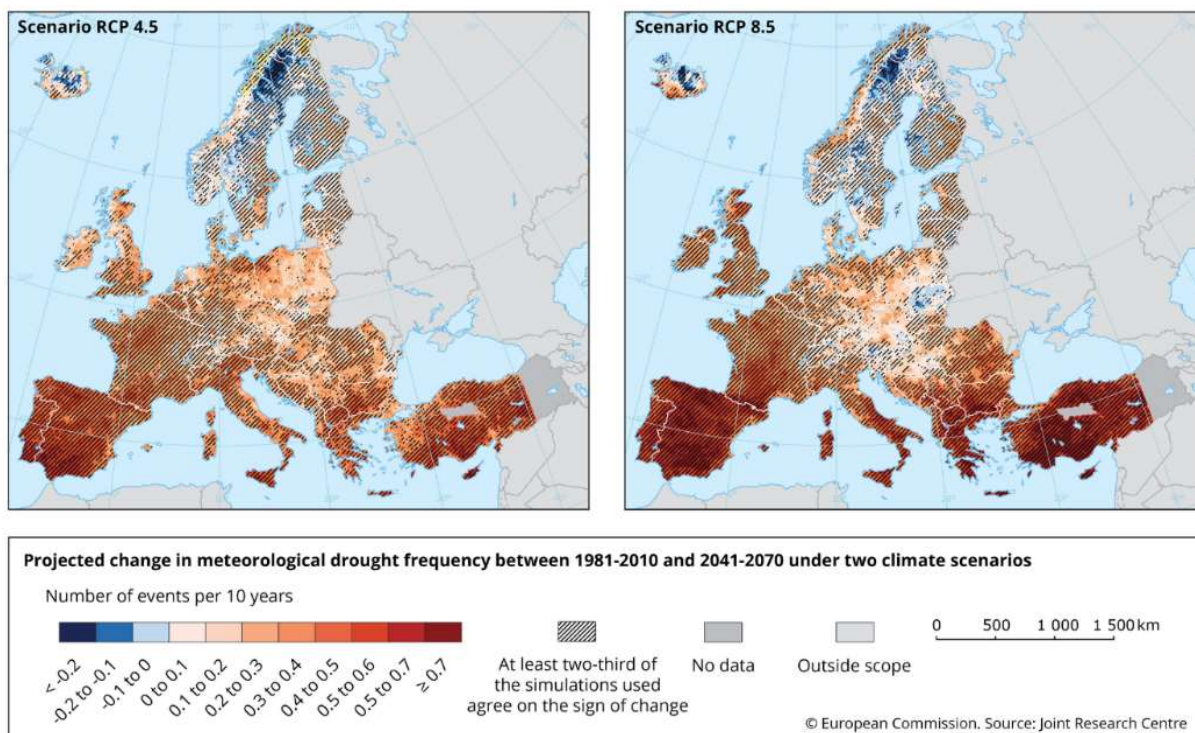
Très sec
À partir de la mi-mars 2020, il n'y a pratiquement plus eu de précipitations à Uccle jusqu'à la fin du printemps. Cette année, la période avril-mai a été la plus sèche à Uccle depuis le début des relevés en 1890, avec un cumul de 24,4 mm de précipitations. Pour l'ensemble du printemps météorologique 2020 (mars-avril-mai), c'est un total de 105,7 mm qui a été mesuré à Uccle. En raison de la première quinzaine humide de mars, le printemps 2020 ne se classe qu'en cinquième position dans la liste des printemps les plus secs depuis 1981, le début de la période de référence du climat actuel.

Dans le reste du pays, les moyennes régionales des quantités de précipitations printanières ont également été inférieures aux valeurs normales et ont varié d'environ 50% de la normale en Hesbaye à environ 70% de la normale dans les Flandres et en Lorraine belge.

Figuur 33: Langdurige droogte in het voorjaar van 2020 (Klimaatrapport 2020, KMI)

Meer droogteperiodes in de toekomst

De referentie-klimaatprojecties voorspellen een **daling van de neerslag in de zomer**, samen met hogere temperaturen. Dit zijn omstandigheden die periodes van droogte bevorderen.



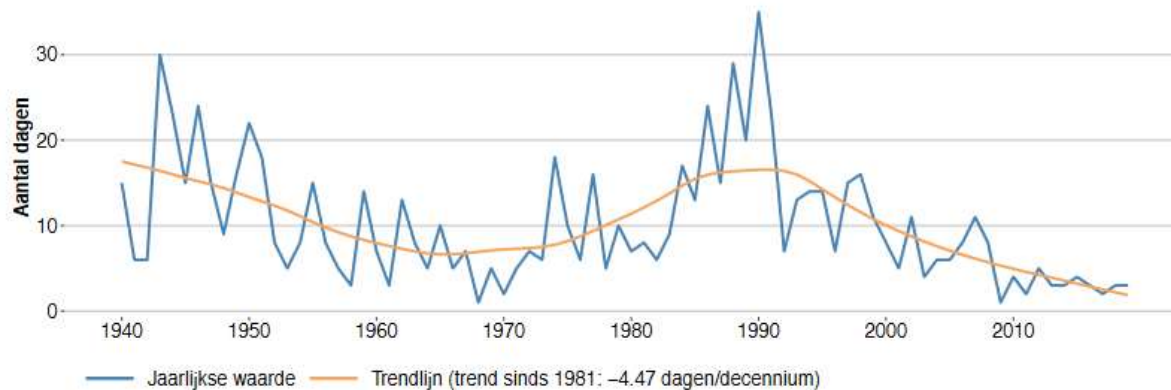
Figuur 34: Projecties van de wijzigingen in de frequentie van droogteperiodes in Europa in het midden van de eeuw, volgens twee scenario's (RCP 4.5 en RCP 8.5) vergeleken met de periode 1981-2010 (Spinoni et al., 2018)

3.3.4 Minder frequente, maar niet minder krachtige stormen

Een stormdag wordt gekenmerkt door windsnelheden van ten minste 80 km/u. In Ukkel en in andere weerstations wordt een **dalende frequentie van de stormdagen** vastgesteld.



Aantal dagen met windstoten van meer dan 80km/u te Ukkel van 1940 tot 2019



Figuur 35: Aantal dagen met windsnelheden hoger dan 80 km/u in Ukkel in de periode 1940-2019 (KMI)

Er wordt echter geen trend waargenomen voor de extreme windsnelheden ('Evaluation of the socio-economic impact of climate change in Belgium', National Climate Commission, 2020).

Fellere stormen

De intensiteit van de stormen zou in de toekomst met 30% kunnen toenemen (Brouwers et al., 2015).

3.3.5 Het risico op bos- en parkbranden is zeldzaam in de stad

Het risico op bos- en parkbranden is vandaag zeer zeldzaam in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (2,6% van de interventies van de brandweer heeft betrekking op groene zones, FOD Binnenlandse Zaken, 2017).

Niettemin heeft dit risico zich al gemanifesteerd in het Zoniënwoud, met vijf interventies van de Dienst voor Brandbestrijding en Dringende Medische Hulp (DBDMH) in 2020²³. Het ging om beginnende accidentele branden in een context van droogte, ondanks een verbod om vuur te maken in het bos.

Zone	Bâtiment	Extérieur	incendie cheminée	Contrôle	Véhicule	herbe/forêt/ bruyère	Généralités	Industrie	Lieux fermés	Navire	Train	Avion	Alerte centrale alarme incendie	TOTAL
Antwerpen zone 1 Antwerpen-Zwijndrecht	388	228	28	380	111	49	1	28	8	7	2		550	1780
Antwerpen zone 2 Rivierenland	258	177	82	128	88	56	12	28	2	1	1		353	1186
Antwerpen zone 3 Rand	211	170	116	134	103	74	26	22	4		1		241	1102
Antwerpen zone 4 Taxandria	117	106	83	56	35	52	4	15					64	532
Antwerpen zone 5 Kempen	137	105	88	65	58	64	14	20	2				88	641
Brabant Wallon	152	148	125	130	98	169	98	8	7	1			246	1182
Brussel-Bruxelles	489	557	51	650	289	86	85	10	99		2		968	3286

Figuur 36: Detail van de interventies van de brandweer voor branden in België, waaronder het BHG, in 2017 (FOD Binnenlandse Zaken, 2017)

De omstandigheden worden bevorderlijker voor branden in groene zones, maar blijven beperkt door het stedelijke karakter van de Gemeente Sint-Pieters-Woluwe.

Hogere temperaturen bevorderen de verdamping van de planten en de daling van het water in de bodem. Ongeacht de methodologie die wordt gebruikt om de uitdroging van de bodem te berekenen, wijzen de resultaten op een mogelijk grotere evapotranspiratie, wat overeenstemt met de stijging van de temperatuur in zowel de winter als de zomer.

Naarmate de bodem en de vegetatie droger worden, **neemt het risico op brand toe**. Ook de hoeveelheid brandbaar materiaal bij het uitbreken van een brand wordt groter (Météo France). Die

²³ Interview met Stéphane Vanwijnsberghe, Hoofd van de Onderafdeling Bos en Natuur, Leefmilieu Brussel.

3.3 Extreme risico's

omstandigheden zullen in de toekomst frequenter worden in de parken en tuinen van Sint-Pieters-Woluwe, zodat het brandrisico toeneemt. Anderzijds **beperkt het eindige/besloten karakter van de groene zones van Sint-Pieters-Woluwe het risico op de uitbreiding van brand en vergemakkelijkt het de brandbestrijding**²⁴; dit geldt evenwel niet voor het Zoniënwoud (dat dus potentieel een zone met toenemend brandgevaar is).

²⁴ Interview met Laurent LEDEGHEM, Luitenant – Operationele Dienst, DBDMH van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (2016, in het kader van de diagnose van de kwetsbaarheid voor de klimaatverandering van de Stad Brussel).

3.3.6 Het risico op groundbewegingen staat in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest los van het klimaat

België kent twee belangrijke soorten groundbewegingen: veroorzaakt door zwellende klei²⁵ en veroorzaakt door oplossende karst²⁶. Deze verschijnselen zijn niet relevant voor het grondgebied van Sint-Pieters-Woluwe²⁷.

Niettemin wordt sinds 20 jaar elke maand een analyse van de groundbewegingen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest gemaakt, aan de hand van teledetectie. Er is sprake van een lichte verzakking in de Woluwevallei en een stijging in het Zennebekken²⁸.

Er moet evenwel worden opgemerkt dat bepaalde Brusselse bodems weinig stabiel zijn, vooral wanneer ze opgehoogd zijn (tot 20 m).

De groundbewegingen in Sint-Pieters-Woluwe houden geen verband met klimaatparameters en er wordt geen wijziging als gevolg van de klimaatverandering verwacht.

²⁵ In het Belgische klimaat zijn de kleigronden meestal met water verzadigd. Als het weinig regent – wat kan samengaan met hoge temperaturen – droogt de bodem uit en krimpt de klei. Wanneer het opnieuw meer regent, neemt de klei zijn oorspronkelijke vorm weer aan. Dergelijke groundbewegingen kunnen gebouwen ernstig beschadigen.

²⁶ Karst lost op in water, zodat een karstbodem in de loop van de tijd zijn structurele eigenschappen kan verliezen.

²⁷ Interviews met Pierre Gérard, hoogleraar, Université Libre de Bruxelles en Pascal Goderniaux, docent, Université de Mons (2016, in het kader van de diagnose van de kwetsbaarheid voor de klimaatverandering van de Stad Brussel).

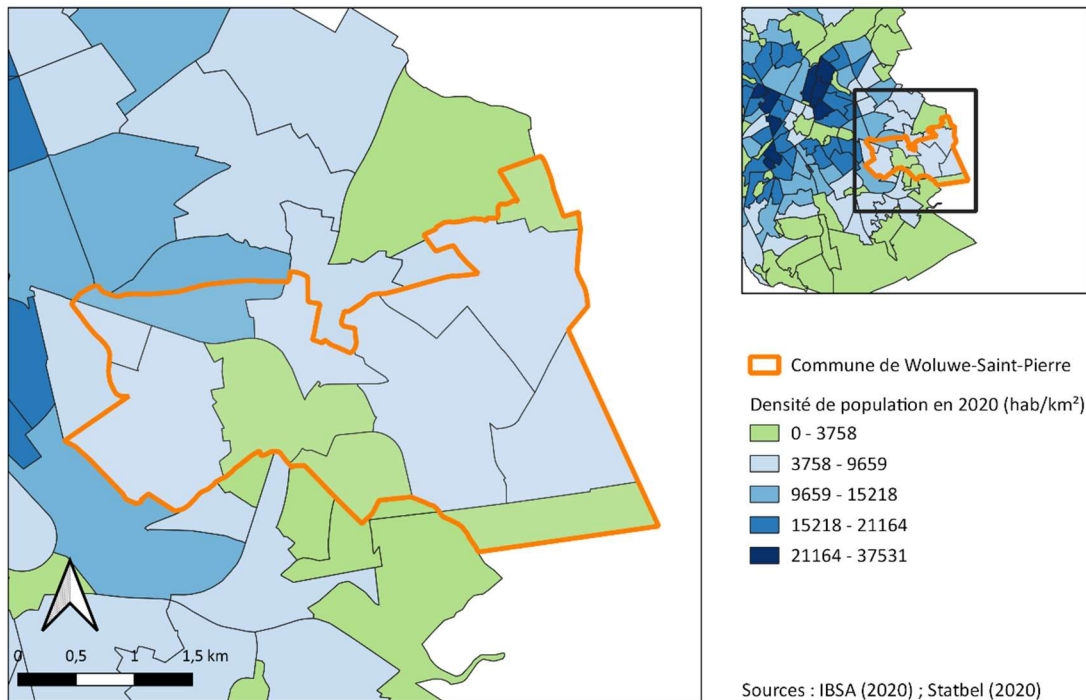
²⁸ Dat zijn bewegingen met een kleine amplitude en over lange tijd, in tegenstelling tot zwellende klei, die bewegingen met een grote amplitude op korte tijd veroorzaakt.

4 Gevolgen van de klimaatverandering voor het grondgebied van Sint-Pieters-Woluwe

4.1 Stedenbouw, habitat en huisvesting

4.1.1 Een matig dichtbevolkt grondgebied

Sint-Pieters-Woluwe telt 42.119 inwoners, met 4711 inwoners/km² op 1 januari 2020 (BISA, 2020). Het is de derde minst dichtbevolkte Brusselse gemeente, maar dit moet ook in de context van het Belgische gemiddelde worden gezien (374 inwoners/km², Statbel).

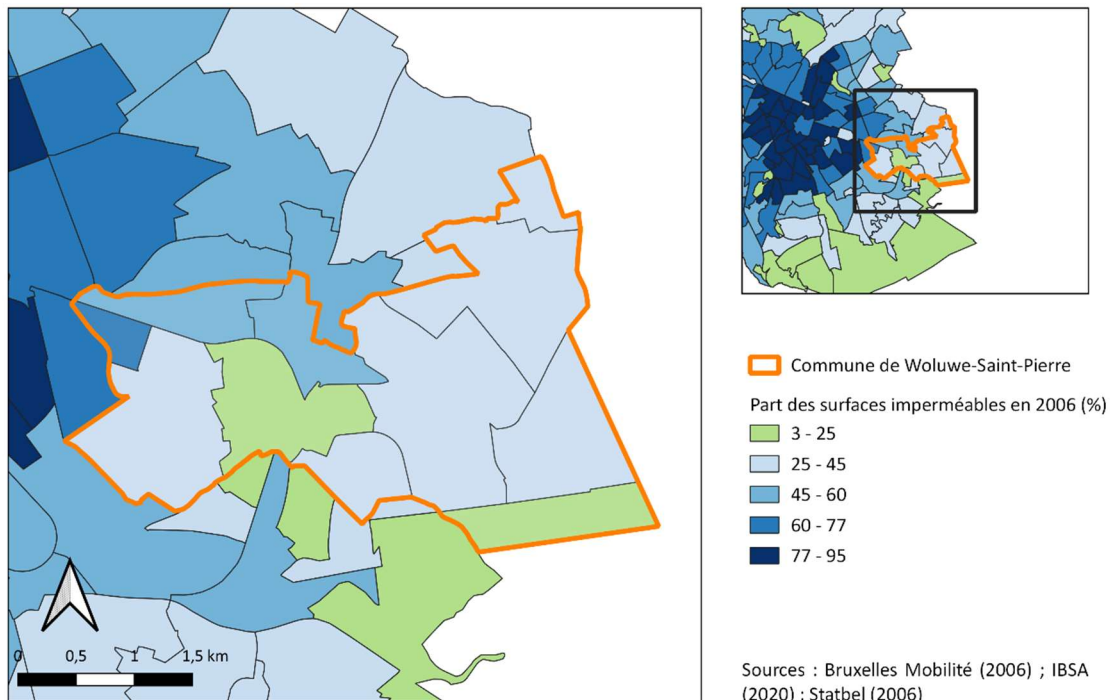


Figuur 37: Bevolkingsdichtheid van Sint-Pieters-Woluwe (BISA, 2020)

Het grondgebied van Sint-Pieters-Woluwe is dus minder verstedelijkt dan het Brusselse gemiddelde. De verstedelijking neemt bovendien af naarmate de afstand tot het centrum van het gewest toeneemt. De verstedelijking is zichtbaar in de ondoorlatendheid van de wijken van Sint-Pieters-Woluwe.

4 – Gevolgen van de klimaatverandering voor het grondgebied van Sint-Pieters-Woluwe

4.1 Stedenbouw, habitat en huisvesting



Figuur 38: Aandeel ondoorlatende oppervlakte (%) op het grondgebied van Sint-Pieters-Woluwe (BISA, 2006)

4.1.2 Impact van de klimaatrisico's op de sector

De studie 'Adaptation au changement climatique en Région de Bruxelles Capitale' (Factor-X, EcoRes & TEC, 2012) stipt twee belangrijke klimaatrisico's op het grondgebied aan die een impact kunnen hebben op de stedenbouw, de habitat en de huisvesting in Sint-Pieters-Woluwe:

- overstromingen; en
- grote hitte.

Een ruimtelijke ordening die grote hitte versterkt

In de zomer kan **Sint-Pieters-Woluwe** dagen van grote hitte kennen, die worden versterkt door het **stedelijk hitte-eilandeffect in bepaalde zones (beperkt op het niveau van de gemeente)**. Dat heeft verscheidene gevolgen²⁹:

- het **warmtecomfort van de openbare en private ruimtes wordt aangetast** en kan zelfs tot een **risico voor de volksgezondheid** leiden;
- de **kwaliteit van de buitenlucht wordt ernstig aangetast** (omstandigheden die bevorderlijk zijn voor de vorming van ozon en de stagnatie van fijnstof);
- **stijging van de vraag naar energie** voor koeling;

²⁹ In deze paragraaf wordt alleen het eerste gevolg van grote hitte behandeld; de andere gevolgen komen aan bod in de § 'Gezondheid', de § 'Energiebeleid' en de § 'Waterbeleid'.

4 – Gevolgen van de klimaatverandering voor het grondgebied van Sint-Pieters-Woluwe

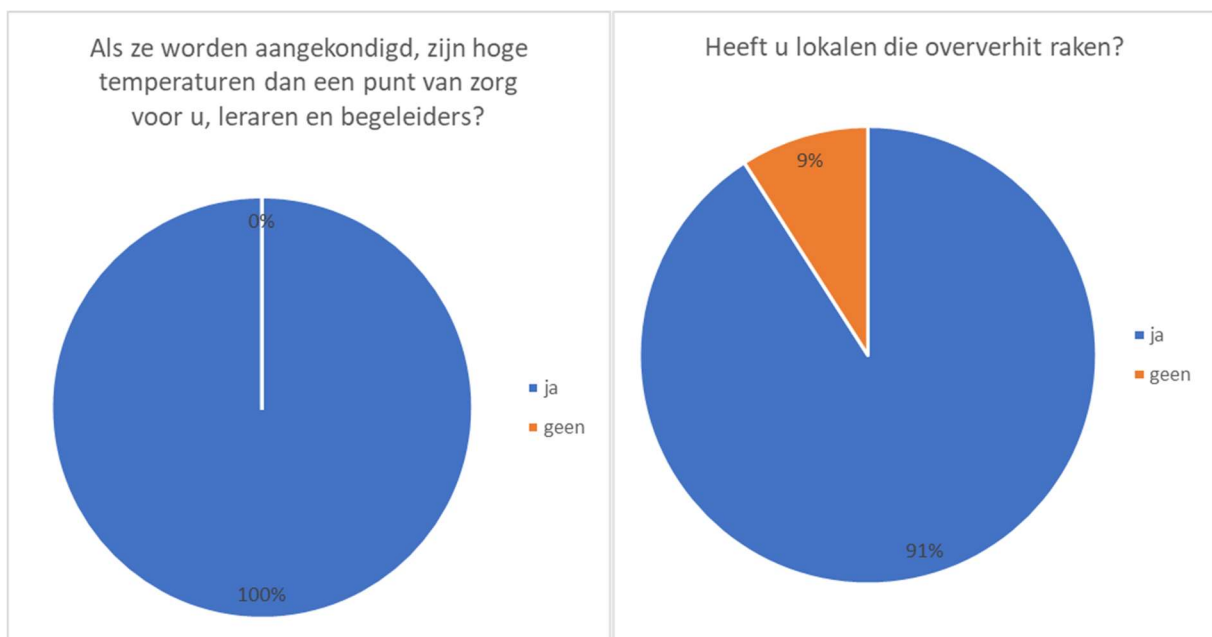
4.1 Stedenbouw, habitat en huisvesting

- stijging van de vraag naar drinkwater.

De **kwetsbaarste personen** (kleine kinderen, bejaarden, mensen met een beperking, zieken, alleenstaanden) die niet beschikken over alle vermogens voor passend gedrag (hydrateren, de woning afschermen, niet in de zon komen, de activiteiten beperken enz.) **worden in het bijzonder getroffen**.

Na de eerste hittegolf van 2003 hebben **alle infrastructuren voor het onthaal van bejaarden specifieke voorzieningen voor periodes van grote hitte ingevoerd** (verfrissingsronde, terbeschikkingstelling van een koel lokaal in de instelling), maar er is nog geen benadering op het vlak van het ontwerp van deze gebouwen. Het rusthuis van de Jagersgaarde is onderhevig aan oververhitting (behalve in de ruimten met koeling).

In verscheidene crèches en scholen wordt oververhitting vastgesteld, zoals blijkt uit het onderzoek waaraan elf scholen en crèches hebben deelgenomen:

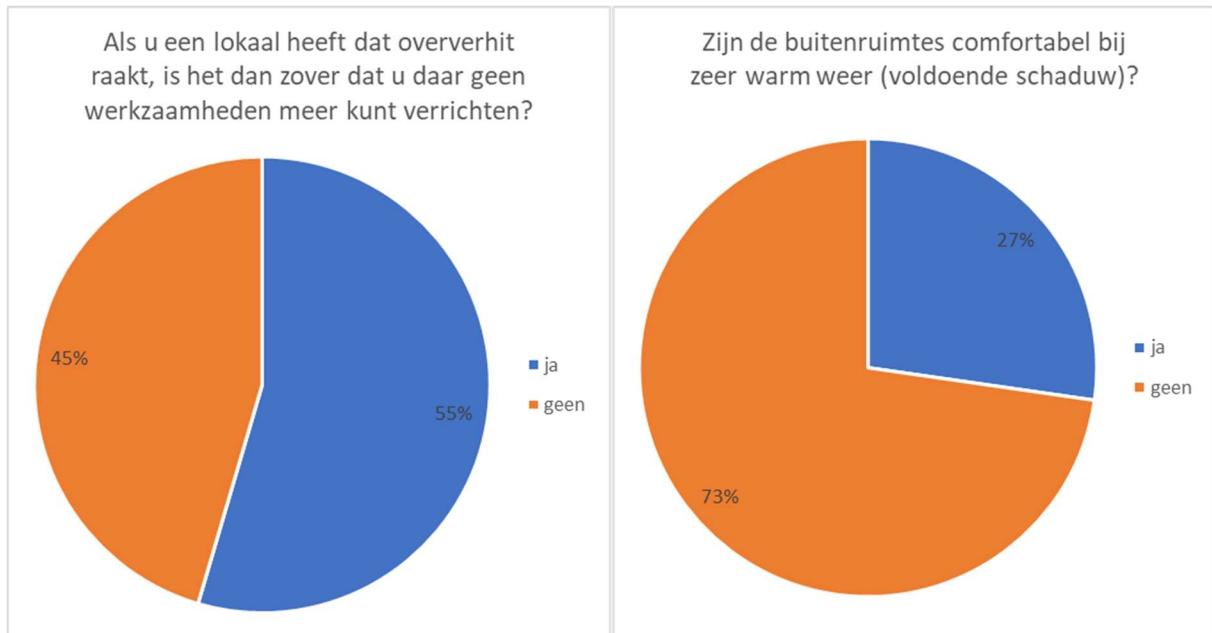


Figuur 39: Onderzoek bij de crèches en scholen van Sint-Pieters-Woluwe (door EcoRes, 2021)

Het valt op dat **volgens alle respondenten grote hitte een probleem is**, ook al zijn de scholen in de warmste maanden van het jaar (juli en augustus) leeg. Aangezien 91% van de respondenten aangeeft dat sommige lokale oververhit raken, wijst dit duidelijk op de noodzaak om het thermisch comfort in de zomer te verbeteren.

4 – Gevolgen van de klimaatverandering voor het grondgebied van Sint-Pieters-Woluwe

4.1 Stedenbouw, habitat en huisvesting



Figuur 40: Onderzoek bij de crèches en scholen van Sint-Pieters-Woluwe (door EcoRes, 2021)

Uit het onderzoek blijkt dat de oververhitting in de scholen en crèches zo ver kan gaan dat sommige lokalen onbruikbaar worden (er zijn al crèches om die reden gesloten).

Een observatie van de scholen en crèches toont aan dat ze niet over zonnewering beschikken³⁰, met vensters die soms zeer groot zijn (zie onderstaande illustratie). Dergelijke ontwerpen zijn bedoeld om van het daglicht te kunnen genieten, maar worden een handicap wanneer het aantal episodes met grote hitte toeneemt.

Bovendien is er in de meeste buitenruimtes van de scholen en crèches geen beschutting tegen de hitte.

³⁰Deze vaststelling geldt voor een overgrote meerderheid van de gebouwen op het grondgebied van Sint-Pieters-Woluwe.

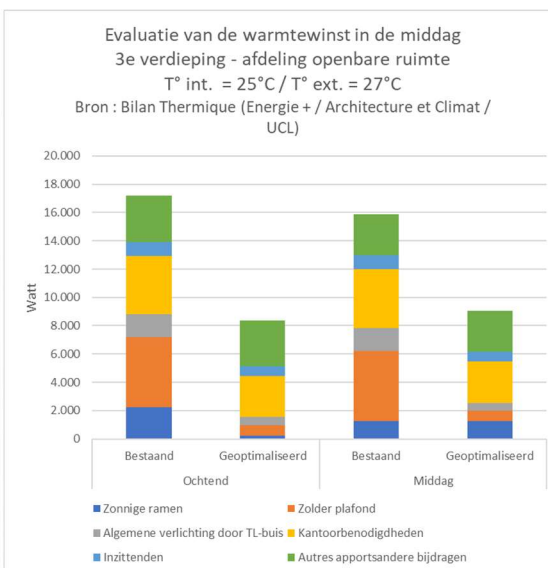
4 – Gevolgen van de klimaatverandering voor het grondgebied van Sint-Pieters-Woluwe

4.1 Stedenbouw, habitat en huisvesting



Figuur 41: Gevel en speelplein van de Gemeenteschool Mooibos (EcoRes, Google Maps)

Het gemeentehuis is een gebouw dat snel oververhit raakt. De aanvoer van warmte op de derde verdieping werd geëvalueerd. Hieruit blijkt dat de hitte voornamelijk wordt aangevoerd door het dak (kantoren op zolder), de apparatuur (computers, verlichting, printers), de bezetting³¹ en de vensters (wanneer de zon er op schijnt). Voor een gegeven configuratie (zie illustratie) komt dit overeen met een vermogen van ongeveer 16 kW, **wat gelijkstaat aan 16 radiatoren**. Het thermisch comfort van deze werkruimte kan in de zomer worden verbeterd door het dak te isoleren, de vensters op het oosten van zonnewering te voorzien, ledverlichting te installeren, de bezetting te verlagen (telewerk) en de verluchting 's nachts en overdag te beheren via de vensters.



Figuur 42: Kantoren op de derde verdieping en evaluatie van de inbreng van warmte (EcoRes, Thermische Balans)

³¹ Een volwassene geeft 80 tot 100 W warmte af, een kind 50 tot 70 W.

4 – Gevolgen van de klimaatverandering voor het grondgebied van Sint-Pieters-Woluwe

4.1 Stedenbouw, habitat en huisvesting

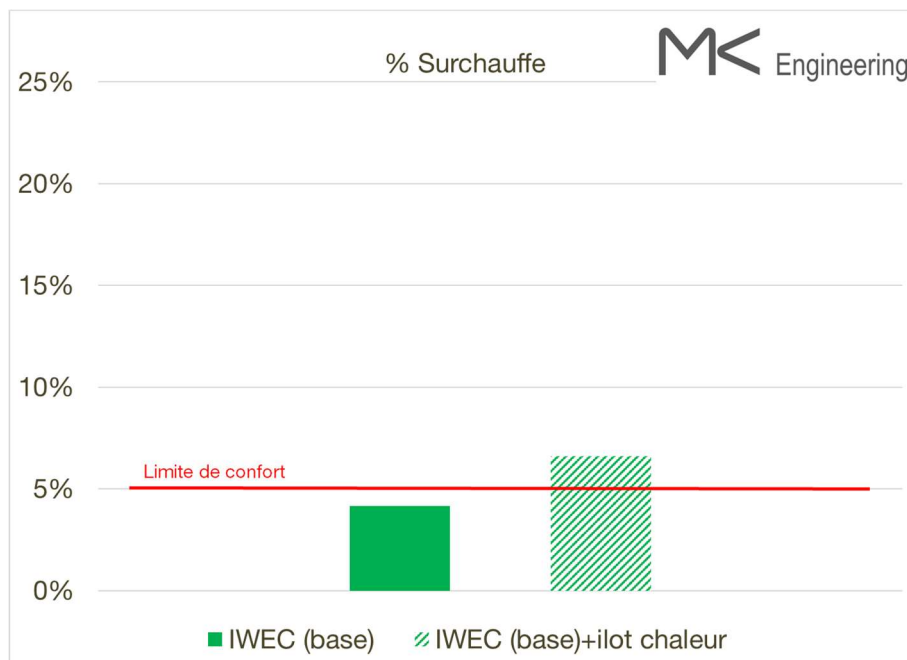
Zoals reeds vermeld, zijn de meeste gebouwen op het grondgebied van Sint-Pieters-Woluwe niet voorzien van zonnewering (luiken, zonneschermen). Niet alle gebouwen hebben echter hetzelfde vermogen voor oververhitting. De volgende factoren spelen hierin mee:

- **Slecht geïsoleerde woningen uit de bouwperiode 1945-1980 en kantoorgebouwen met veel glas** (die vaak zijn uitgerust met klimaatregeling die mogelijk niet is opgewassen tegen de omvang van het probleem) zijn het **gevoeligst voor grote hitte**.
- Een luifel/balkon kan doeltreffend schaduw geven voor appartementsgebouwen (waargenomen op bepaalde grote gebouwen, met name in de Bosstraat).
- De vegetatie op percelen met individuele woningen vormt een masker dat de gebouwen doeltreffend beschermt tegen oververhitting.
- Volledig vrijstaande woningen (die talrijk aanwezig zijn in bepaalde wijken) kunnen beter worden geventileerd dan woningen met twee en zeker met één gevel.
- De intensiteit van het stedelijk hitte-eilandeffect vermindert de impact van de ventilatie 's nachts, vooral in woongebouwen.

Voor wat betreft de **passiefgebouwen, heeft ecobuild een afwijking aangetoond tussen de simulaties voor die gebouwen in de zomer en de realiteit**³²:

- verschil in bezetting tussen ontwerp en praktijk;
- klimaatomstandigheden die niet langer overeenstemmen met de realiteit;
- verwaarlozing van het stedelijk hitte-eilandeffect.

Dit leidt tot een aanzienlijke oververhitting voor dit type gebouw.



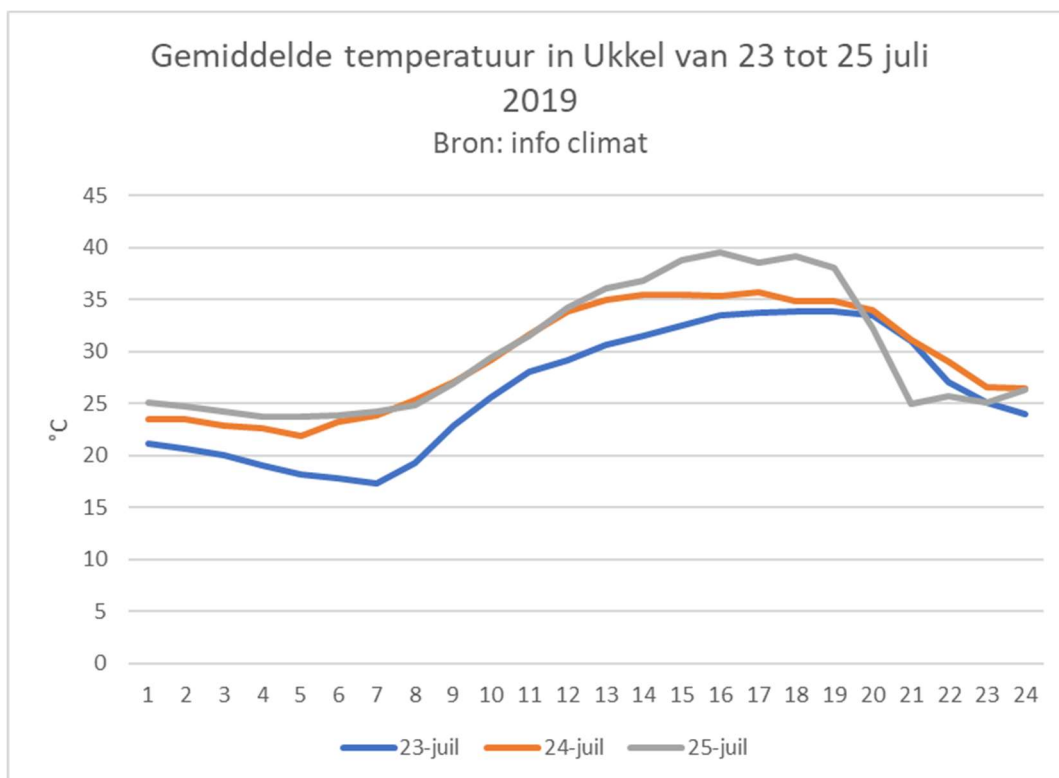
Figuur 43: Simulatie van het aantal uren oververhitting in een schoolgebouw, rekening houdend met het stedelijk hitte-eilandeffect (<https://ecobuild.brussels/nl/oververhitting-in-de-scholen/>)

³² <https://ecobuild.brussels/nl/oververhitting-in-de-scholen/>

4 – Gevolgen van de klimaatverandering voor het grondgebied van Sint-Pieters-Woluwe

4.1 Stedenbouw, habitat en huisvesting

Ter illustratie van die situatie kan worden verwezen naar de periode met grote hitte in de maand juli 2019 (zie onderstaande illustratie). Een goede koeling van gebouwen vereist een temperatuur van minder dan 20°C. In de periode **van 23 tot 25 juli 2019** was alleen op 23 juli gedurende enkele uren de temperatuur iets lager dan 20°C. Aangezien er 2°C of 3°C extra moet worden gerekend tussen de plaats van de temperatuurmeting en sommige van de warmste zones van Sint-Pieters-Woluwe, is het duidelijk dat **een efficiënte koeling tijdens die drie dagen slechts zeer beperkt of helemaal niet mogelijk was**.



Figuur 44: Evolutie van de dagelijkse temperatuur in het weerstation Ukkel van 23 tot 25 juli 2019 (Infoclimat)

Grote hitte wordt de norm, en dat geldt niet alleen voor het stadscentrum

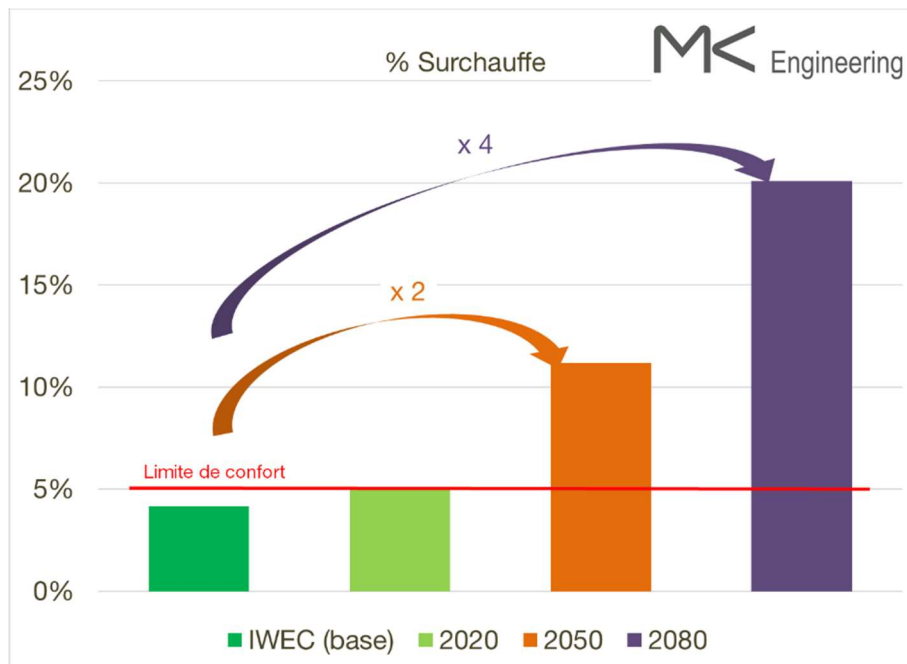
De toenemende frequentie van grote hitte beperkt zich niet tot de dichtstbevolkte zones van Sint-Pieters-Woluwe. Hoewel in de huidige situatie de inwoners van het stadscentrum het meest te lijden hebben onder het verschijnsel, zal **op termijn het volledige grondgebied worden getroffen**.

Het scenario RCP 8.5 voorspelt een toename met 34 dagen per jaar met maximumtemperaturen van meer dan 30°C tegen het einde van de eeuw, wat overeenkomt met bijna 40 dagen per zomer. Bovendien zou het aantal dagen met meer dan 25°C toenemen van 31,6 dagen naar bijna 90 dagen per jaar. Daaruit kan worden afgeleid dat de periodes met grote hitte zullen worden afgewisseld met globaal warme periodes, die niet optimaal zullen zijn om de in de gebouwen opgebouwde warmte te verminderen.

Zonder een aanpassing van de organisatie van dichtbevolkte zones (UHI), de gebouwen (oververhitting) of de leefgewoonten (ritme), zal **Sint-Pieters-Woluwe met steeds sterkere ongewenste gevolgen worden geconfronteerd**.

Concreet zouden tegen het einde van de eeuw de **passiefgebouwen tot 20% van het jaar oververhit kunnen zijn!**

4 – Gevolgen van de klimaatverandering voor het grondgebied van Sint-Pieters-Woluwe
4.1 Stedenbouw, habitat en huisvesting



Figuur 45: Simulatie van het aantal uren oververhitting in een schoolgebouw, rekening houdend met de klimaatverwarming (<https://ecobuild.brussels/nl/oververhitting-in-de-scholen/>)

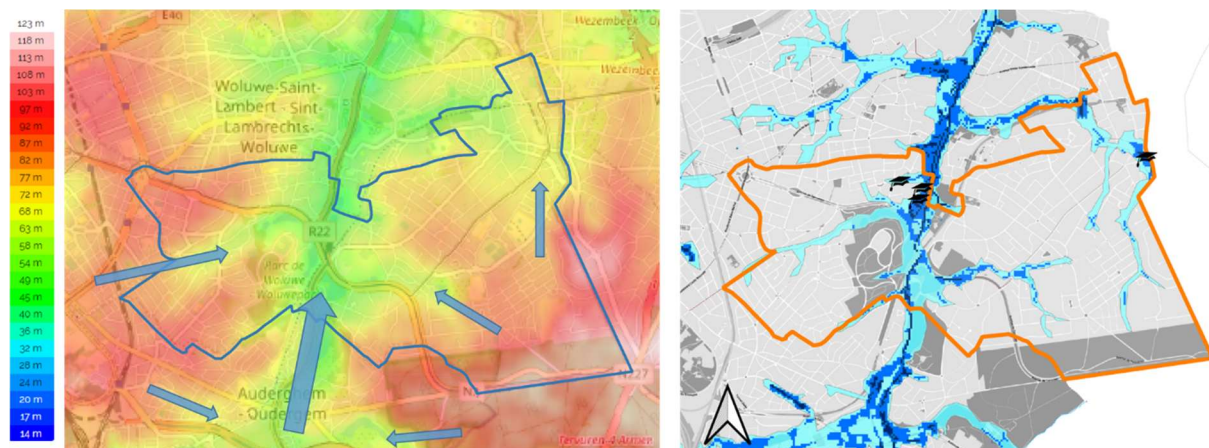
4 – Gevolgen van de klimaatverandering voor het grondgebied van Sint-Pieters-Woluwe

4.1 Stedenbouw, habitat en huisvesting

Soms te veel water

Het **grondgebied van Sint-Pieters-Woluwe is gevoelig voor het overstromingsrisico**. De dynamiek is als volgt: bij hevige neerslag beperkt de verstedelijking van het grondgebied het infiltratievermogen van het water in de bodem en wordt het regenwater opgevangen in het rioleringsnet. Vervolgens gaat het water naar de parkeergarages en de ondergrondse verdiepingen/kelders en bereikt het de straat.

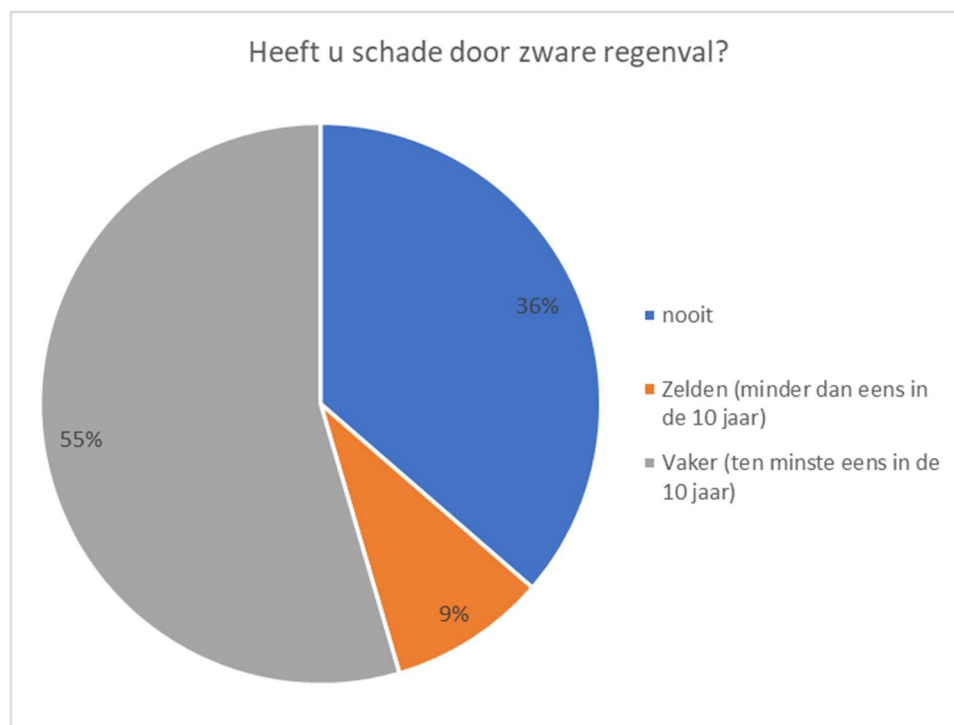
Het overstromingsverschijnsel uit zich in Sint-Pieters-Woluwe tot op straatniveau.



Figuur 46: Topografie en overstromingszones in Sint-Pieters-Woluwe (Leefmilieu Brussel, topographic-map)

Het water stijgt en daalt snel, ongeacht de intensiteit van het verschijnsel. **Deze overstromingen kunnen aanzienlijke schade veroorzaken, maar het water stagneert niet** op het grondgebied van Sint-Pieters-Woluwe.

Verscheidene gebouwen van de gemeente werden geconfronteerd met overstromingen, zoals blijkt uit het onderzoek bij de scholen en de crèches van de gemeente:



Figuur 47: Onderzoek bij de crèches en scholen van Sint-Pieters-Woluwe (door EcoRes, 2021)

4 – Gevolgen van de klimaatverandering voor het grondgebied van Sint-Pieters-Woluwe

4.1 Stedenbouw, habitat en huisvesting

Overstroomde kelders komen ook vaak voor, maar er moet worden opgemerkt dat dit type incident zich niet zou mogen voordoen, aangezien de aansluitingen tussen de ondergrondse verdiepingen/kelders en de riolering reglementair van een keerklep voorzien horen te zijn³³. VIVAQUA heeft daarvoor een adviesdienst voor overstromingen opgericht om particulieren te helpen met de bescherming van hun eigendom.

Het overstromingsrisico op het grondgebied van Sint-Pieters-Woluwe wordt voornamelijk beperkt door de aanleg van een stormbekken in de Woluwevallei (op het grondgebied van de gemeente en van de andere gemeenten van het bekken, zie § 'Overstromingsrisico'). Geïntegreerd regenwaterbeheer³⁴ wordt nog maar weinig toegepast op het grondgebied³⁵ (lopende studie om het potentieel te bepalen en voorbeeldproject voor toekomstige scholen, met recuperatie van regenwater, infiltratie op het perceel en didactische wadi's³⁶).

De contouren van de zones met overstromingsrisico zouden stabiel moeten blijven, maar de frequentie van de voorvallen zou kunnen evolueren met de klimaatverandering³⁷. Zonder een aanpassing van het waterbeheer op het grondgebied van Sint-Pieters-Woluwe, zullen de gevolgen van de overstromingen dezelfde zijn als vandaag, met de mogelijkheid dat ze vaker zullen voorkomen.

³³ Interview met Alain De Lombaert, Directeur Productie en Grote Werken, VIVAQUA (2016, in het kader van de diagnose van de kwetsbaarheid voor de klimaatverandering van de Stad Brussel).

³⁴ https://environnement.brussels/sites/default/files/user_files/pres-200317-giep-1-1-intr-nl.pdf

³⁵ Stadsbeheer

³⁶ Energie – gebouwen

³⁷ Interview met Mickaël ANTOINE, Departement Water, Leefmilieu Brussel, contact: inondation-overstroming@environnement.brussels

4.2 Mobiliteit

4.2.1 Voornaamste kenmerken

De kenmerken van de mobiliteit op het grondgebied van Sint-Pieters-Woluwe worden besproken in het deel 'Mitigatie' van het Klimaatplan.

4.2.2 Impact van de klimaatrisico's op de sector

De studie 'Adaptation au changement climatique en Région de Bruxelles Capitale' (Factor-X, EcoRes & TEC, 2012) stipt vier belangrijke klimaatrisico's op het grondgebied van het BHG aan die een impact kunnen hebben op de mobiliteit in Sint-Pieters-Woluwe:

- neerslag;
- overstromingen;
- grote hitte;
- vorst en sneeuw.

Hoewel al die risico's op de schaal van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest of zelfs op nationaal niveau moeten worden beschouwd, zullen wij ons beperken tot de perimeter van de gemeente.

Frequente risico's met een veeleer tijdelijke en soms vermijdbare (omleiding) impact

De klimaatrisico's hebben niet voor alle transportwijzen dezelfde gevolgen:

Transportwijze	Vorst	Sneeuw	Neerslag	Overstroming	T > 30°
Auto	Schade aan de weg	File		Omleiding	
Bus	Schade aan de weg	File		Omleiding	Aantasting van het comfort <u>Beschadiging van materiaal</u>
Tram		Wissel		Tijdelijke stilstand	Aantasting van het comfort <u>Beschadiging van materiaal</u>
Fiets	Daling van het gebruik	Sterke daling van het gebruik	Daling van het gebruik	Omleiding	Blootstelling aan verontreiniging en warmte

Figuur 48: Impact van de klimaatrisico's op de verschillende mobiliteitswijzen (EcoRes)

- **Auto en bus**

Tijdens periodes van vorst en dooi draagt het verkeer bij aan de beschadiging van de wegen. In de winter vormt sneeuw bovendien een ernstige belemmering voor het verkeer, des te meer wanneer het niet mogelijk is om de nodige voorbereidingen te treffen (zware sneeuwval en/of sneeuw tijdens de nacht, wanneer de mogelijkheden om de straten voor te bereiden beperkt zijn).

4 – Gevolgen van de klimaatverandering voor het grondgebied van Sint-Pieters-Woluwe

4.2 Mobiliteit

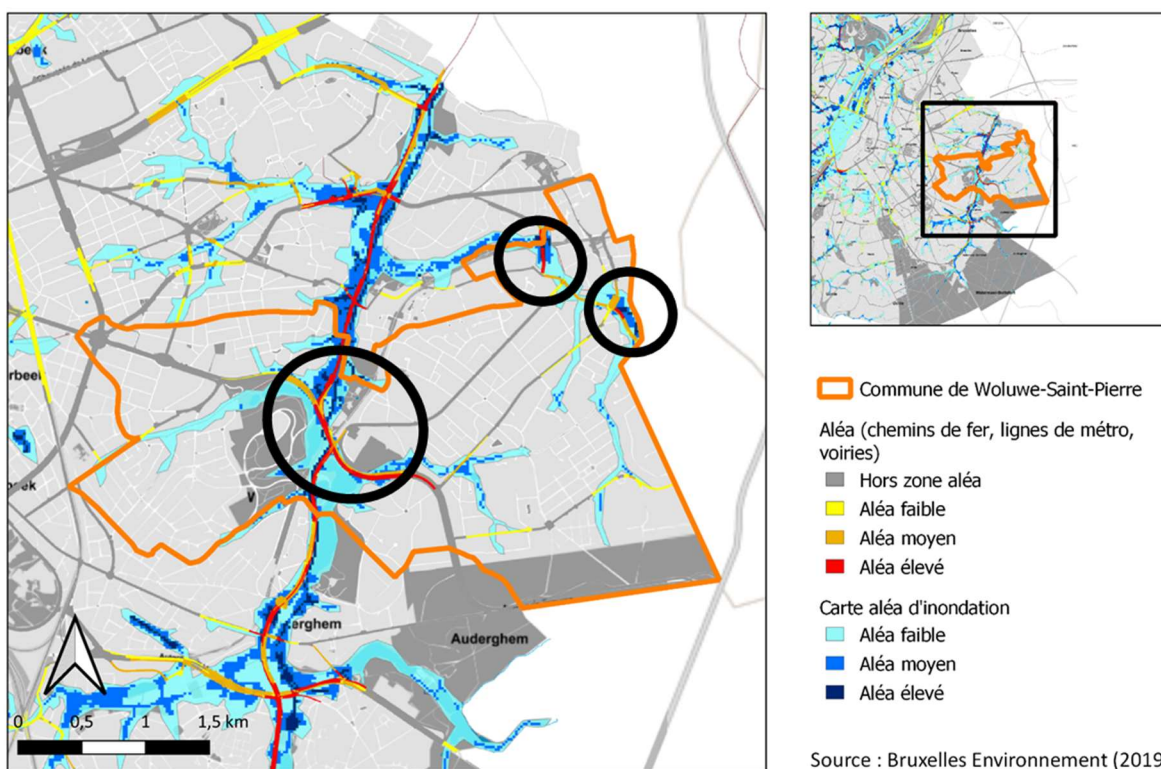
Overstromingen kunnen bepaalde straten tijdelijk ontoegankelijk maken, met omleidingen tot gevolg. **Verschillende verkeerswegen in Sint-Pieters-Woluwe in een zone met een hoog overstromingsrisico worden gebruikt door een buslijn (lijn 36).**

In het bijzonder voor de bussen is **grote hitte een bron van ongemak en zelfs materiële defecten**³⁸.

- Tram

Sneeuw kan het tramverkeer ontregelen (wissels). Overstromingen van straten kunnen problematisch zijn, omdat trams in tegenstelling tot bussen de getroffen zones niet kunnen ontwijken. **Drie tramlijnen** passeren een zone met een hoog risico (de lijnen 8, 39 en 44).

Grote hitte veroorzaakt niet alleen ongemak voor de passagiers, maar kan ook het rollend materieel en de infrastructuur beschadigen³⁹.



Figuur 49: Overstromingsrisico voor de verschillende vervoerswijzen (gewestwegen, spoorwegen, tram- en metrolijnen) in Sint-Pieters-Woluwe (Leefmilieu Brussel, 2019)

Er moet worden opgemerkt dat de MIVB al jarenlang in de mate van het mogelijke rekening houdt⁴⁰ met de klimaatrisico's, door de tramlijnen te renoveren (vegetatie van de sporen, geïntegreerd regenwaterbeheer). Dit is met name zichtbaar op de Tervurenlaan (zie onder), maar niet op het

³⁸ https://www.rtbef.be/info/regions/bruxelles/detail_canicule-le-point-sur-les-perturbations-rencontres-par-la-stib?id=10279764

³⁹ https://www.rtbef.be/info/regions/bruxelles/detail_canicule-le-point-sur-les-perturbations-rencontres-par-la-stib?id=10279764

⁴⁰ Interview met Sarah Jeddoui, MIVB

4 – Gevolgen van de klimaatverandering voor het grondgebied van Sint-Pieters-Woluwe

4.2 Mobiliteit

Dumonplein (hiervoor bestaan verschillende verklaringen: niet-compatibele duur van de werken, verkeer van voetgangers op het gehele plein, niet compatibel met groene stroken).



Figuur 50: Tervurenlaan, tramvoorzieningen door de MIVB (EcoRes)

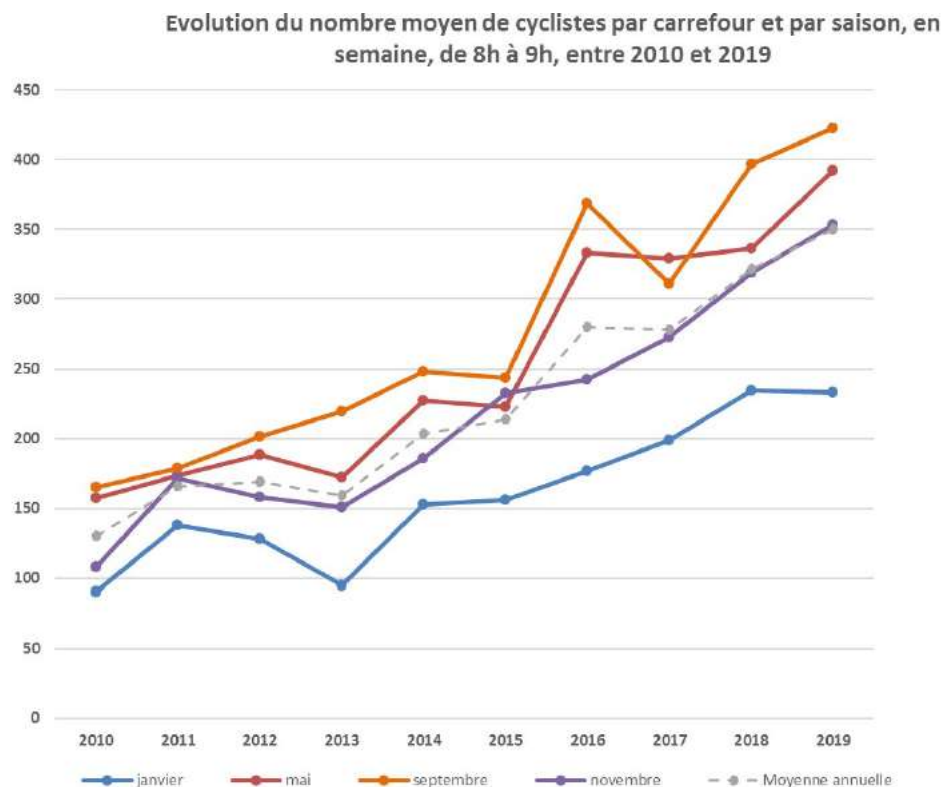
- Fiets

Het gebruik van de fiets is vandaag afhankelijker van de regen dan van de koude, die in de winter storender is⁴¹.

⁴¹ Interview met Florine Cuignet, Gracq

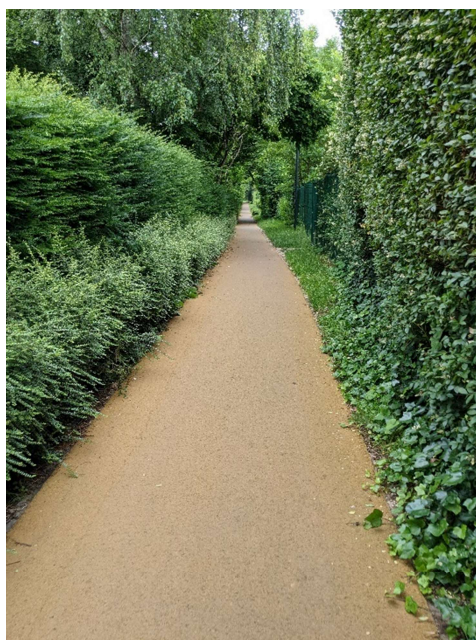
4 – Gevolgen van de klimaatverandering voor het grondgebied van Sint-Pieters-Woluwe

4.2 Mobiliteit



Figuur 51: Evolutie van het gemiddelde aantal fietsers per kruispunt en per seizoen op weekdays van 8:00 u. tot 9.00 u. tussen 2010 en 2019 (Brussels Fietsobservatorium, Pro Velo)

In periodes met grote hitte wordt momenteel niet minder gefietst; de fiets en – vooral – de elektrische fiets zijn comfortabel in die omstandigheden. Er is geen invloed op het mobiliteitsgedrag vastgesteld van – nog zeldzame – zeer intense hittepieken, zoals in juli 2019 (40°C). Bovendien is in specifieke zones, zoals het pad tussen de Konkelstraat en de Boomkleverlaan, nog zachte mobiliteit in betere omstandigheden mogelijk bij grote hitte (nabijheid van groen, kleur van de verharding).



Figuur 52: Pad tussen de Konkelstraat en de Boomkleverlaan, verharding met bitumen (EcoRes)

Naar meer verstoringen van de mobiliteit

De zachtere winters zullen de gevolgen van sneeuw en vorst verminderen, maar dat voordeel zal gedeeltelijk ongedaan worden gemaakt door de stijgende frequentie van overstromingen in de reeds geïdentificeerde zones (zie § 'Risico's') en dus van de bijbehorende verstoringen.

Periodes van grote hitte zullen het openbaar vervoer sterker verstoren en kunnen tot een daling van de zachte mobiliteit leiden (in de context van minder verplaatsingen bij hittepieken?).

4.3 Waterbeleid

4.3.1 Een voornamelijk uitbestede hulpbron

Het drinkwaterbeheer is niet specifiek voor Sint-Pieters-Woluwe⁴². VIVAQUA levert deze dienst immers voor het geheel van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, verscheidene andere Belgische gemeenten en verscheidene privébedrijven. Het BHG wordt door VIVAQUA met drinkwater bevoorradt (2020a). Het voor de drinkwaterproductie gebruikte water is afkomstig van 26 grote sites, verdeeld over 5 provincies en 6 watervoerende grondlagen.



Figuur 53: Productie, opslag en transport van drinkwater door VIVAQUA (VIVAQUA, 2020b)

In de periode 2000-2016 bedroeg de gemiddelde jaarlijkse bevoorrading met drinkwater van het BHG in totaal 68,3 miljoen m³, waarvan 2 miljoen m³ (2,9%) uit Brussel afkomstig was (Leefmilieu Brussel, 2018a). In 2016 bedroeg het totale verbruik van leidingwater in het BHG 59,9 miljoen m³, voornamelijk verdeeld tussen de huishoudens (69%) en de tertiaire sector (28%) (Leefmilieu Brussel, 2018a).

97% van het drinkwater is van Waalse herkomst; 59% hiervan komt uit ondergrondse bronnen en 41% is oppervlaktewater (Maas) (Leefmilieu Brussel, 2018a; VIVAQUA, 2020a). Het niveau van de ondergrondse bronnen wordt gemonitord en er wordt pas water afgenomen wanneer de bron weer aangevuld is (elke grondwaterlaag heeft een minimumdrempel die niet wordt overschreden).

⁴² Interview met Alain De Lombaert, Directeur Productie en Grote Werken, VIVAQUA (2016, in het kader van de diagnose van de kwetsbaarheid voor de klimaatverandering van de Stad Brussel).

4 – Gevolgen van de klimaatverandering voor het grondgebied van Sint-Pieters-Woluwe

4.3 Waterbeleid

4.3.2 Impact van de klimaatrisico's op de sector

De studie 'Adaptation au changement climatique en Région de Bruxelles Capitale' (Factor-X, EcoRes & TEC, 2012) stipt drie belangrijke klimaatrisico's op het grondgebied aan die een impact kunnen hebben op het waterbeleid van de Gemeente Sint-Pieters-Woluwe:

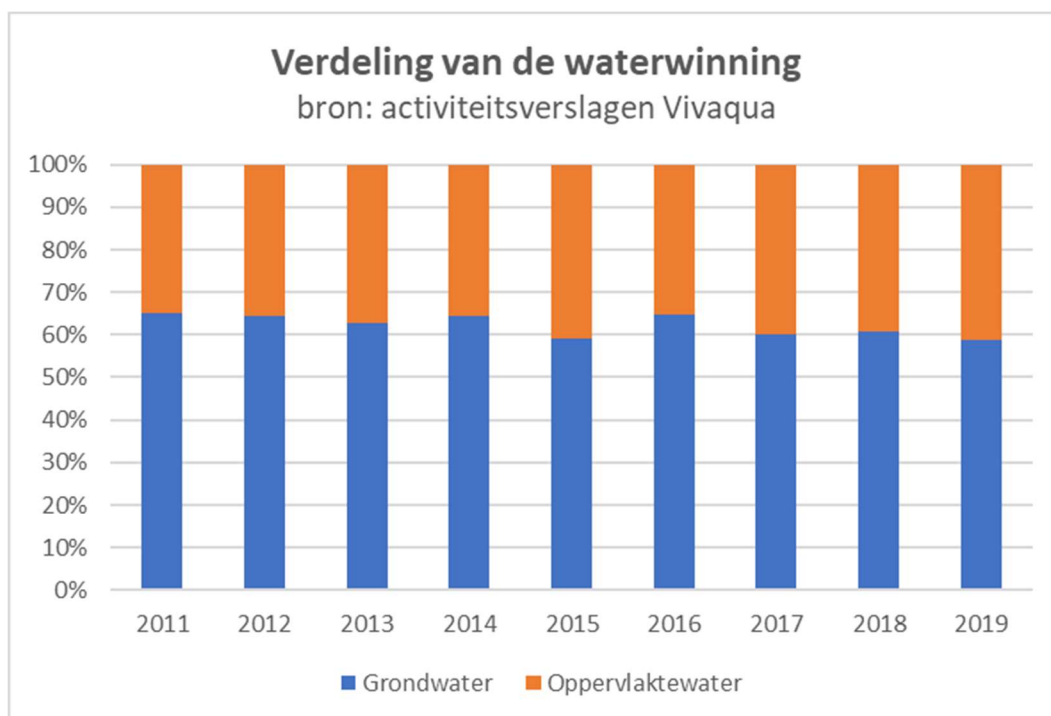
- neerslagpatronen;
- grote hitte;
- droogte.

Een historisch veerkrachtige bevoorrading met drinkwater, maar sinds enkele jaren alarmsignalen

Er wordt vaak gezegd dat de bevoorrading met drinkwater van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest veerkrachtig is. Ze berust op overvloedige bronnen onder de grond en aan de oppervlakte.

Sinds 2017 zijn er echter signalen die op problemen met de beschikbaarheid van drinkwater kunnen wijzen. De ondergrondse bronnen werden herhaaldelijk onvoldoende aangevuld en/of er waren lange periodes zonder neerslag en/of de zomers waren warm en droog. In die omstandigheden zijn de ondergrondse voorraden afgenomen en was er minder oppervlaktewater beschikbaar. Het belangrijkste signaal was een debiet van de Maas van minder dan 19 m³/sec (alarmdrempel voor de bevaarbaarheid van de rivier); een dergelijke lage waterstand was nog nooit bereikt (en die drempel vereist een beperking van de afname voor drinkwater). Bovendien heeft de daling van sommige ondergrondse voorraden de afname soms beperkt.

VIVAQUA neemt maatregelen door de afname van grondwater te beperken om de bronnen te beschermen en meer water uit de Maas te nemen (buiten periodes met lage waterstand). Op die manier is er manoeuvreerruimte voor de periodes waarin minder oppervlaktewater beschikbaar is.



Figuur 54: Verdeling van de waterwinning (VIVAQUA)

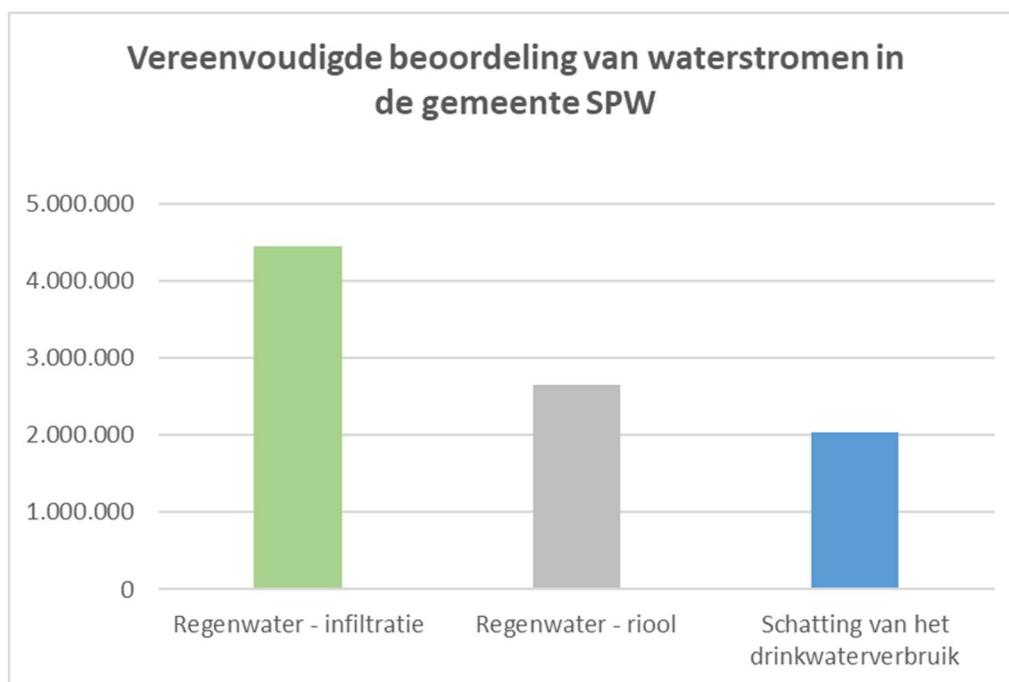
Naast een aangepaste verdeling van de afname wordt onderzoek gedaan naar nieuwe ondergrondse bronnen en het hergebruik van oude bronnen die vroeger als te weinig productief werden beschouwd.

4 – Gevolgen van de klimaatverandering voor het grondgebied van Sint-Pieters-Woluwe

4.3 Waterbeleid

In dat opzicht zou **de waterwinning in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, die momenteel erg bescheiden is** (3% van het totale volume) **in de nabije toekomst kunnen worden ontwikkeld** (potentieel van 5000 tot 10.000 m³/dag in de Brusselse sokkel)⁴³.

Volgens een eerste raming bedraagt het **jaarlijkse volume neerslag in Sint-Pieters-Woluwe iets meer dan 7 miljoen m³**. Iets meer dan 4,5 miljoen m³ infiltreert (doorlatende oppervlakken) en meer dan 2,5 miljoen m³ gaat naar de riolering (het Brussels Gewest heeft geen gescheiden net). **Het drinkwaterverbruik kan op ongeveer 2 miljoen m³ per jaar worden geschat**. 47% van dit verbruik, iets minder dan 1 miljoen m³, gaat naar toiletten, schoonmaak en wasbeurten, zodat in theorie **het regenwater een goede opportuiniteit zou kunnen zijn om de druk op de waterhulpbronnen te verlichten**.



Figuur 55: Raming van de regenwaterstromen en het verbruik van drinkwater in Sint-Pieters-Woluwe (EcoRes)

De gemeente Sint-Pieters-Woluwe heeft ongeveer 2500 m³ per jaar sproeiwater nodig (2000 m³ voor bloembedden en 500 m³ voor nieuwe aanplantingen)⁴⁴. Hoewel het evident is dat de opvang en het gebruik van regenwater deze behoeften kunnen dekken, zou dit in de praktijk moeilijk kunnen blijken (piekverbruik gedurende vier maanden, opslag). Dit toont echter aan dat het potentieel bestaat, terwijl het vroeger zelfs een courante praktijk was⁴⁵. Andere, meer ambitieuze toepassingen van regenwater zijn eveneens op grote schaal mogelijk, zoals het schoonmaken van vloeren of het doorspelen van toiletten⁴⁶.

⁴³ Interview met Tanguy Robert, VIVAQUA

⁴⁴ Groene Ruimten

⁴⁵ Groene Ruimten

⁴⁶ Droge toiletten zijn een ander alternatief om minder drinkwater te verbruiken en dus de hulpbron te beschermen.

Naar een grotere waterstress

De klimaatprojecties voorspellen een tegenstrijdige dynamiek:

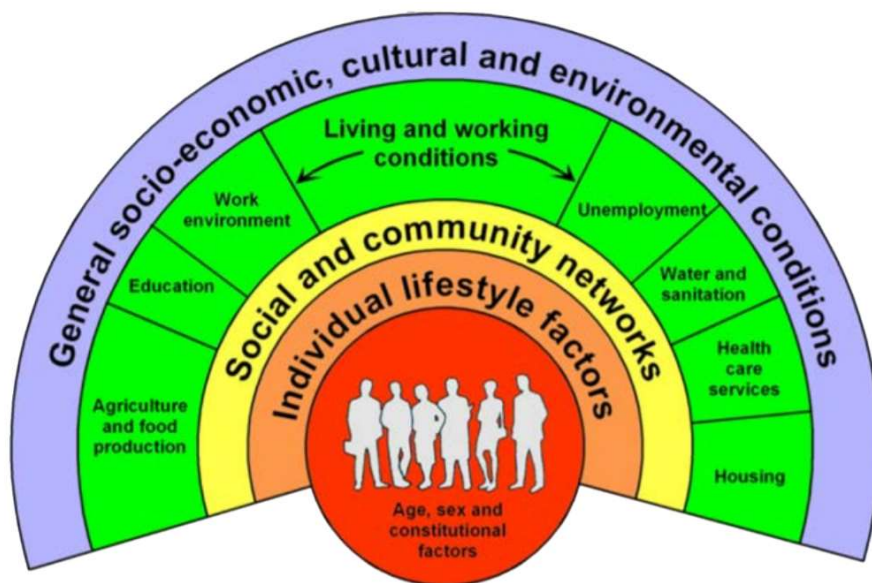
- meer neerslag in de winter kan **de aanvulling van de grondwaterlagen bevorderen**;
- hogere temperaturen in de zomer veroorzaken **meer evapotranspiratie en een lagere beschikbaarheid van oppervlaktewater** (zie afname uit de Maas);
- door een daling van de totale neerslag in de zomer zal er **minder oppervlaktewater** beschikbaar zijn.

De signalen van spanningen op de waterbevoorrading sinds 2017 hebben tot ingrijpende ontwikkelingen in het beheer door VIVAQUA geleid. Het beleid zal verder worden aangepast en er wordt gewerkt aan een 'Water Quality Plan' om de veerkracht van de drinkwaterbevoorrading te vergroten. Dankzij die voorzieningen is VIVAQUA momenteel vrij zeker dat ze het Brussels Hoofdstedelijk Gewest op lange termijn met drinkwater zal kunnen bevoorraden. Maar om die zekerheid te behouden, **zal het watergebruik toch aan banden moeten worden gelegd in samenspraak met de gebruikers.**

4.4 Gezondheid

4.4.1 Voornaamste kenmerken

De factoren die de gezondheid beïnvloeden zijn talrijk en houden slechts gedeeltelijk verband met de omgeving waarin een persoon leeft. Het regenboogmodel van Dahlgren en Whitehead (1991) geeft die factoren weer op vier niveaus die met elkaar interageren:



Figuur 56: Voorstelling van de gezondheidsfactoren volgens het model van Dahlgren en Whitehead (1991)

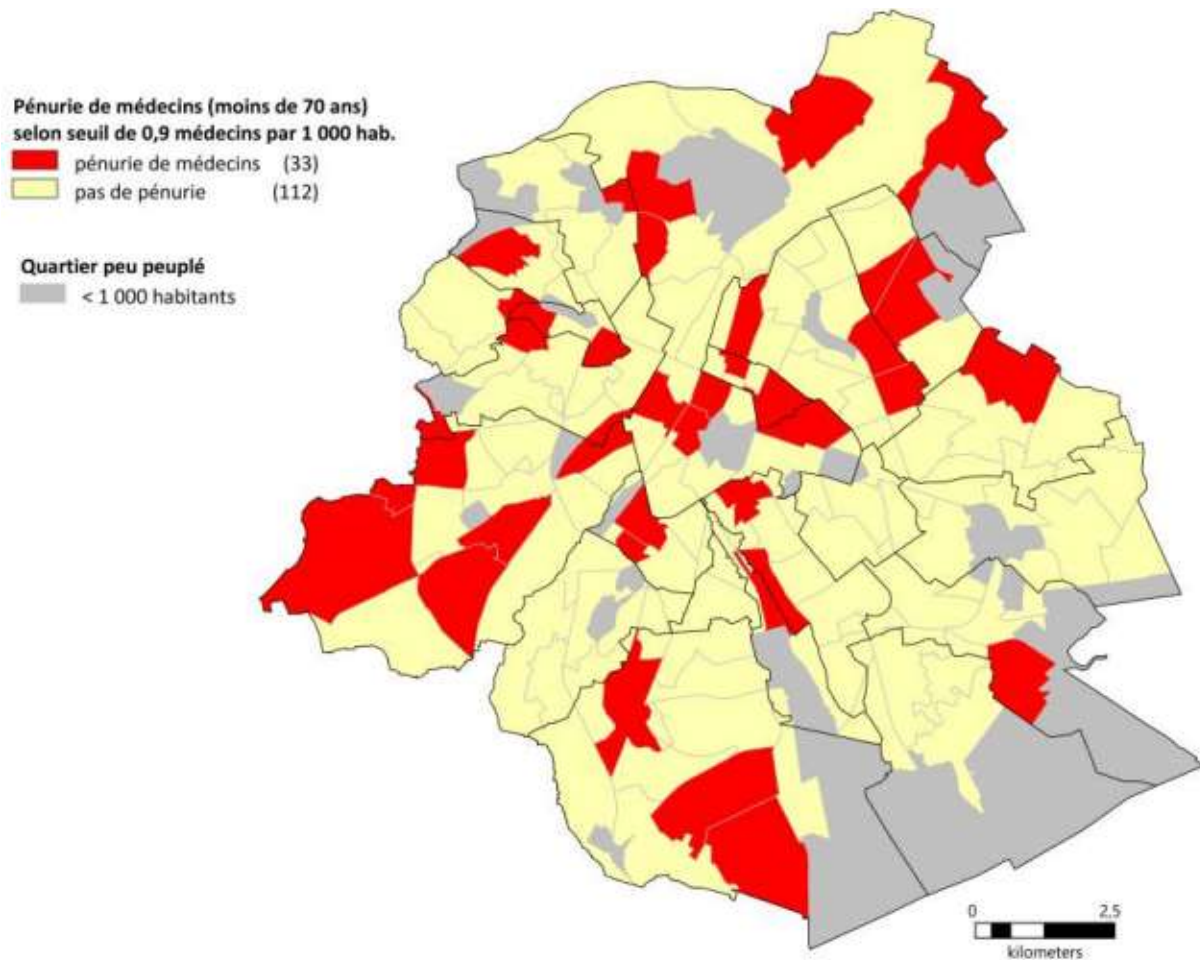
De bevolking van Sint-Pieters-Woluwe is ouder dan het gemiddelde van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, met een verouderingscoëfficiënt⁴⁷ van iets minder dan 100.

Geen enkele zone van Sint-Pieters-Woluwe heeft een tekort aan artsen, zodat in een periode van grote hitte een goede dienstverlening mogelijk is.

⁴⁷ Bevolking ouder dan 60 jaar / bevolking jonger dan 20 jaar x 100.

4 – Gevolgen van de klimaatverandering voor het grondgebied van Sint-Pieters-Woluwe

4.4 Gezondheid



Figuur 57: Tekort aan artsen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (Missine en Luyten, 2018)

4.4.2 Impact van de klimaatrisico's op de sector

De studie 'Adaptation au changement climatique en Région de Bruxelles Capitale' (Factor-X, EcoRes & TEC, 2012) stipt drie belangrijke klimaatrisico's op het grondgebied van het BHG aan die een impact kunnen hebben op de gezondheid in Sint-Pieters-Woluwe:

- grote hitte;
- koudegolven;
- gemiddelde temperatuur.

Omgaan met grote hitte





Grote hitte treft de gehele bevolking. Ze kan moeilijk te verdragen zijn, vooral bij het begin van het verschijnsel, wanneer het organisme zich nog niet heeft aangepast, of wanneer een hoge vochtigheidsgraad en/of windstilte en/of luchtvervuiling samenvallen.

De kwetsbare bevolkingsgroepen – personen ouder dan 65 jaar, kinderen jonger dan 5 jaar, zieken, minderbedeelden enz. – zijn het kwetsbaarst omdat ze de autonomie missen om zich te verfrissen en koelere plaatsen op te zoeken.

4 – Gevolgen van de klimaatverandering voor het grondgebied van Sint-Pieters-Woluwe

4.4 Gezondheid

Het KMI heeft een waarschuwingssysteem voor grote hitte ingevoerd, om te kunnen anticiperen op het verschijnsel en er meer inzicht in te verwerven. Het geeft ook de eerste aanwijzingen om zich te beschermen.

	Omschrijving	Criteria
	Geen waarschuwing	N.v.t.
	Bij dergelijke temperaturen moeten de volgende minimale maatregelen worden toegepast voor bejaarde en verzwakte personen : hen veel doen drinken en hen niet in de volle zon laten. Waakzaam zijn.	Tijdens een hittegolf , of bij ten minste 1 dag met Tmax >= 32°C .
	Bij dergelijke hoge temperaturen zijn de volgende minimale maatregelen van toepassing: regelmatig drinken , zich licht kleden, de dag op koele plaatsen doorbrengen, de gebruikelijke gezondheidsregels volgen, de maaltijdporties verdelen, de warmte buitenhouden door ramen en deuren te sluiten . Voorbereid zijn en de adviezen van de bevoegde overheden volgen.	Tijdens een hittegolf , bij 3 opeenvolgende dagen met een gemiddelde Tmax >= 32°C of bij minstens 1 dag met Tmax >= 35°C .
	In die extreme situaties zijn de volgende minimale maatregelen van toepassing: veel drinken, voldoende zout opnemen, zoveel mogelijk rusten, een koele ruimte opzoeken, bij uitdroging vochtige doekjes gebruiken, rechtstreekse zon vermijden .	Tijdens een hittegolf , bij 3 opeenvolgende dagen met een gemiddelde Tmax >= 35°C of bij minstens 1 dag met Tmax >= 40°C .

Figuur 58: Aanbeveling van het KMI afhankelijk van de kleurencode voor grote hitte (KMI, 2020b)

Volgens de klimaatprojecties kan de verwachte stijging van de gemiddelde temperaturen het warmtecomfort van de Brusselaars verbeteren, maar zou de toename van grote hitte en van de intensiteit ervan het omgekeerde effect hebben: een **warmtestress die het comfort aantast en die de mortaliteit in de zomer doet stijgen, vooral bij de kwetsbaarste personen**.

De rusthuizen nemen reële maatregelen tegen grote hitte, maar **de verwachte toename van de bevolking ouder dan 65 jaar doet twijfels rijzen over de begeleiding van deze personen bij het opduiken van deze verschijnselen**. Het OCMW van Sint-Pieters-Woluwe beschikt over een hitteplan voor een ruimere begeleiding van een geïdentificeerde doelgroep⁴⁸; bovendien is in het cultureel centrum een koele ruimte voor alle burgers voorzien. Wolumag wordt sinds twee jaar als medium gebruikt om de gezondheidsmaatregelen mee te delen, en het flyerproject 'hitte' zal een nog bredere communicatie mogelijk maken:

⁴⁸ Plus een register waarin de inwoners zich kunnen inschrijven om tijdens periodes van grote hitte te worden benaderd en begeleid (momenteel 30 inschrijvingen).

4 – Gevolgen van de klimaatverandering voor het grondgebied van Sint-Pieters-Woluwe

4.4 Gezondheid

Numéros utiles - nuttige nummers

112 Appel d'urgence international
Internationaal noodnummer

0903 99 000 Pharmacies de garde
Apotheken van wacht

02 513 02 02 SOS MEDECINS
SOS ARTSEN

02 764 57 87 Consultation de médecine générale d'urgence
Spoed consult voor algemene geneeskunde

0800 35 190 Numéro spécial canicule de la commune
Bijzonder hittegetal van de gemeente

Protéger les personnes vulnérables et
prenez des nouvelles de vos proches.



Bescherm kwetsbare mensen en hoor
van uw dierbaren.

Fortes chaleurs
Tous concernés !
Warm weer
Alle betrokkenen!

Actions de la commune

- dès 30°C, un lieu frais sera mis à disposition
de tous, dans le patio du Centre culturel W:Hall

- numéro vert gratuit, **0800.35.190**, pour toutes
informations, conseils concernant la canicule et
aides non médicales.

Acties van de gemeente

- vanaf 30°C wordt er voor iedereen een
koele plek beschikbaar gesteld, in de patio
van het W: Hall Cultureel Centrum

- gratis nummer, **0800.35.190**, voor alle
informatie, advies over hittegolf en niet-



Ne restez pas seul, faites-vous connaître
Blijf niet alleen, maak jezelf bekend
0800 35 190

Figuur 59: Flyerproject 'hitte' (Gemeente Sint-Pieters-Woluwe)

Een afname van de gezondheidsimpact van koude

De personen die in de samenleving het kwetsbaarst zijn voor koudegolven zijn vooral jonge kinderen en bejaarden, die bijzonder blootgesteld zijn aan gezondheidsrisico's bij blootstelling aan koude, maar ook sociaal zwakkere personen, zoals daklozen.

Koudegolven gaan bovendien soms samen met pieken van de luchtverontreiniging door fijnstof en NOx. Koudegolven in combinatie met griep epidemies maken de risicopersonen nog kwetsbaarder (Factor-X, EcoRes & TEC, 2012).

De Gemeente Sint-Pieters-Woluwe stelt de kwetsbaarste inwoners een verwarmde opvangruimte ter beschikking in de kerk van Stokkel, en twee dagen per week een verwarmd lokaal voor daklozen en behoeftige personen.

Er is een daling van het aantal koudegolven⁴⁹ te zien op het Brusselse grondgebied. Die trend wordt bevestigd door een daling van het aantal vorstdagen. Alle klimaatprojecties gaan in dezelfde lijn, zodat een **daling van de gezondheidsimpact van koude kan worden verwacht**.

⁴⁹ Een koudegolf wordt hier gedefinieerd als een periode van ten minste 5 opeenvolgende dagen met een negatieve minimumtemperatuur, waarvan ten minste 3 dagen met een negatieve maximumtemperatuur.

4 – Gevolgen van de klimaatverandering voor het grondgebied van Sint-Pieters-Woluwe

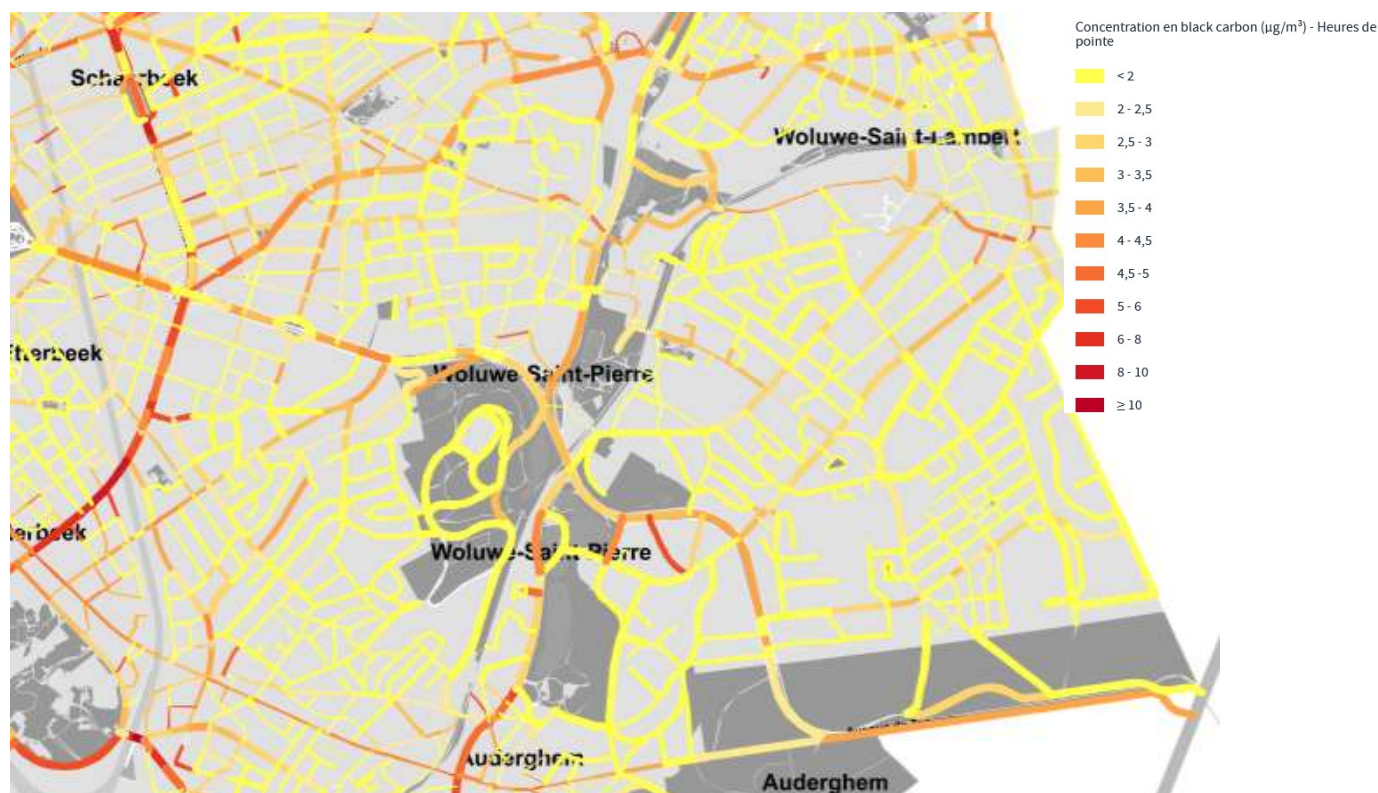
4.4 Gezondheid

Bedenkelijke luchtkwaliteit

Fijne deeltjes kunnen vast of vloeibaar zijn. Ze zijn (overwegend) afkomstig uit diverse antropische bronnen zoals **transport, industrie, landbouw en verwarming**, maar ook uit natuurlijke bronnen (zand of as). De duur van hun aanwezigheid in de lucht hangt af van hun eigen kenmerken en van het weer (verstrooiing door de wind, neerslag op de grond door de regen).

In het Brussels Hoofdstedelijk Gewest is het fijnstof dat bijdraagt tot de aantasting van de luchtkwaliteit overwegend geïmporteerd (70%). De lokale uitstoot, die op 464 ton PM10 wordt geschat, is voor 59% afkomstig van verwarming in de residentiële en tertiaire sector en voor 38% van transport.

De weergave van de black-carbonconcentratie focust uitsluitend op fijnstof uit verbranding (zie onder).

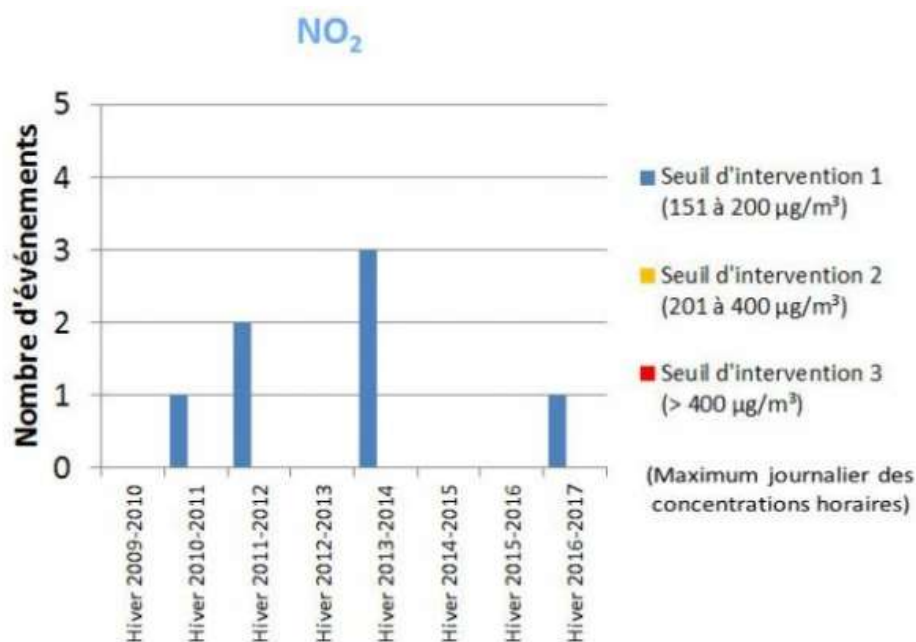


Figuur 60: Black-carbonconcentratie in de belangrijkste straten van het Brussels Gewest tijdens de ochtend- en avondpieken, referentieperiode 2014-2016 (Leefmilieu Brussel)

De **stikstofoxiden**, stikstofmonoxide (NO) en stikstofdioxide (NO₂), zijn verbindingen die **voortkomen uit verbranding** (hoe hoger de verbrandingstemperatuur, hoe meer stikstofoxiden er ontstaan). De belangrijkste bronnen van NO_x zijn de **energieproductie, het wegvervoer, de industrie en de verwarming**. Ze **irriteren de luchtwegen** en bevorderen de vorming van ozon.

In het Brussels Hoofdstedelijk Gewest zijn de stikstofoxiden voornamelijk afkomstig van het wegvervoer (48%), gevolgd door de industrie en het gebruik van producten.

4 – Gevolgen van de klimaatverandering voor het grondgebied van Sint-Pieters-Woluwe 4.4 Gezondheid



Figuur 61: Vervuilingsspieken in de winter in Brussel tussen november 2009 en maart 2017 (Leefmilieu Brussel, 2018b)

De klimaatprojecties geven geen volledig beeld van alle aspecten van de klimaatmechanismen die in hun wisselwerking de luchtkwaliteit beïnvloeden. Er wordt vastgesteld dat een toename van de neerslag in de winter (die samengaat met een verstoorde luchtmassa) een grotere neerslag van de verontreinigende stoffen en een grotere verstrooiing mogelijk kan maken⁵⁰. **De hogere zomertemperaturen – vooral bij grote hitte – zullen tot een toename van de luchtverontreiniging leiden.**

Opkomst van nieuwe ziekten

Vectoroverdraagbare ziekten worden overgebracht door een drager (insecten, muggen enz.). Er bestaan drie types: parasitaire ziekten (bv. malaria), bacteriële ziekten (bv. ziekte van Lyme) en virale ziekten (bv. knokkelkoorts, chikungunya).

Aedes-muggen zijn reeds aanwezig of zullen dat naar alle waarschijnlijkheid zijn op het Belgische grondgebied en in Sint-Pieters-Woluwe. Het betreft de Aedes Albopictus (beter bekend als 'tjigermug') en de Aedes Japonicus. Er moet worden opgemerkt dat deze muggen een bijzondere voorkeur hebben voor stedelijke omgevingen.

De Aedes Albopictus, die uit Azië afkomstig is en in het begin van de jaren tachtig in Albanië werd ontdekt, heeft zich meer naar het noorden van Europa verplaatst. Ze reist vooral in samenhang met de activiteit van de mens en vestigt zich als de omstandigheden haar gunstig zijn (niet te strenge

⁵⁰ De klimaatprojecties geven geen eenduidig opwaarts of neerwaarts signaal voor het aantal regendagen, zodat het neerslagvolume en de impact ervan op de luchtkwaliteit voorzichtig moeten worden beoordeeld.

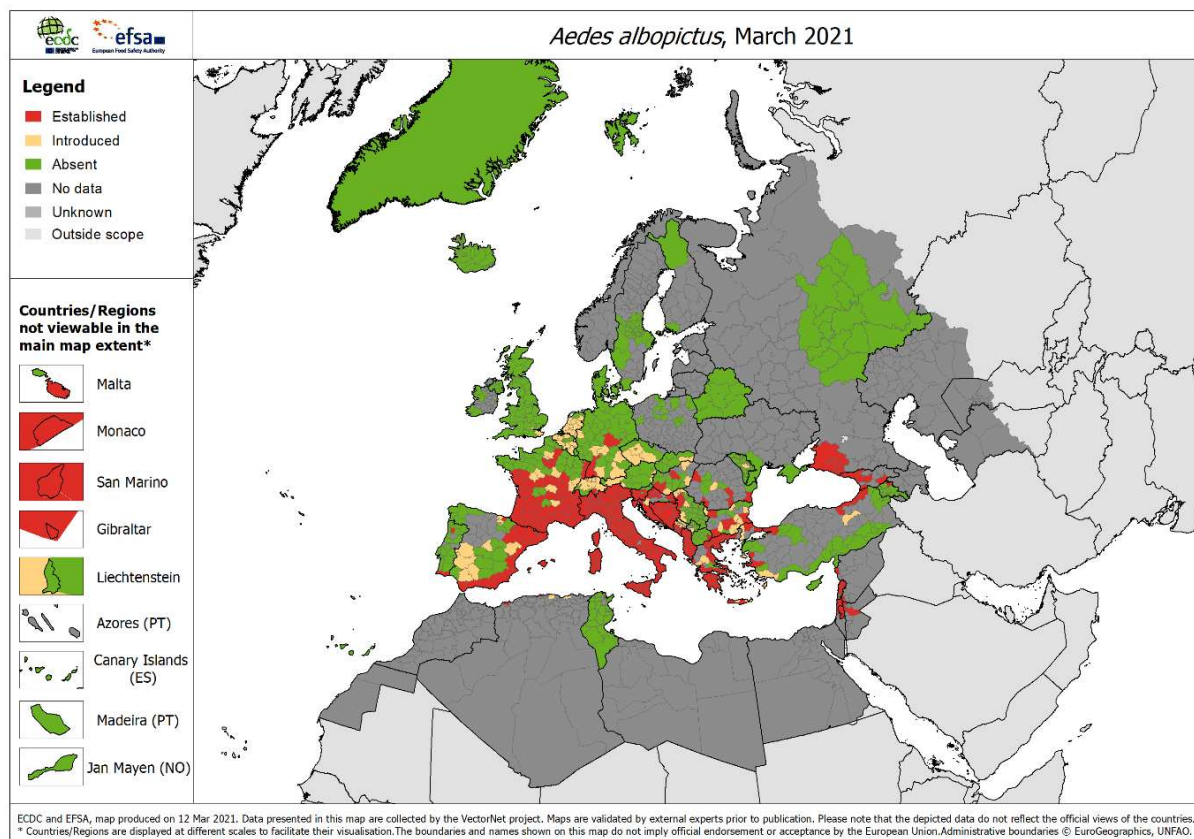
4 – Gevolgen van de klimaatverandering voor het grondgebied van Sint-Pieters-Woluwe

4.4 Gezondheid

winter, maar ze verdraagt vorst). De temperatuurstijgingen als gevolg van de klimaatverandering zullen haar inplanting dus bevorderen.

De Aedes-mug is drager van knokkelkoorts, zika, gele koorts en chikungunya. Gele koorts is het enige virus waarvoor vandaag een vaccin bestaat; de andere virussen vragen in essentie een goede behandeling van de ernstigste gevallen.

Opdat de mug drager zou zijn, **moeten de virussen eerst lokaal aanwezig zijn, wat momenteel niet het geval is** (behalve in gevallen van import). Wanneer een Aedes-mug iemand prikt die het virus draagt, is er een incubatietijd, zodat het virus pas na een bepaalde periode overdraagbaar is (14 tot 21 dagen voor chikungunya). Aangezien de 'levensduur' van een mug bijzonder onzeker en kort (ongeveer 1 maand) is, blijft het risico op verspreiding momenteel zeer klein (aanwezigheid mug x aanwezigheid virus). **Casestudy's in Italië en het zuiden van Frankrijk zijn op korte termijn geruststellend**⁵¹ (goede monitoring, geringe verspreiding), rekening houdend met een gunstig milieu (temperatuur)⁵². **Er bestaat een grote onzekerheid over de vraag of (en wanneer) deze ziekten zich in Europa en dus ook in Sint-Pieters-Woluwe zullen ontwikkelen.**



Figuur 62: Bekende inplanting van de Aedes Albopictus (bron: European Centre for Disease Prevention and Control)

De minder frequente lage temperaturen, die in de toekomst nog zeldzamer zullen worden (-16 vorstdagen op het einde van de 21e eeuw in het scenario RCP 8.5) **maken de vestiging van de Aedes-mug eigenlijk onvermijdelijk.**

⁵¹ 15 tot 20 komende jaren

⁵² Interview over de Aedes-mug met Sebastian Lequime, assistent-professor, Virus Ecology and Evolution, Universiteit Groningen

4 – Gevolgen van de klimaatverandering voor het grondgebied van Sint-Pieters-Woluwe

4.5 Energiebeleid

4.5 Energiebeleid

4.5.1 Voornaamste kenmerken

De kenmerken van het energiebeleid op het grondgebied van de Gemeente Sint-Pieters-Woluwe worden besproken in het gedeelte 'Mitigatie' van het Klimaatplan.

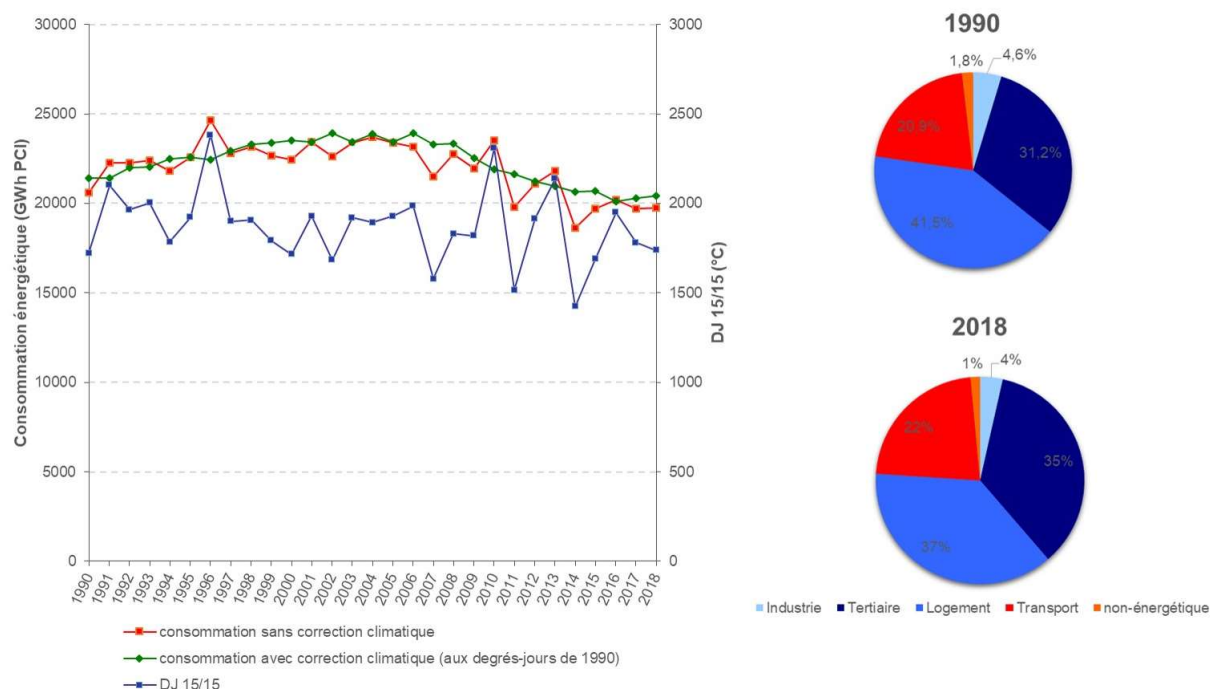
4.5.2 Impact van de klimaatrisico's op de sector

De studie 'Adaptation au changement climatique en Région de Bruxelles Capitale' (Factor-X, EcoRes & TEC, 2012) stipt twee belangrijke klimaatrisico's op het grondgebied van het BHG aan die een impact kunnen hebben op het energiebeleid in Sint-Pieters-Woluwe:

- temperatuur/grote hitte/koudegolven;
- overstromingen⁵³.

Een sterke evolutie van het verbruiksprofiel

Het energieverbruik van Sint-Pieters-Woluwe **hangt samen met de temperatuur**. Het energieverbruik voor verwarming kan immers vanwege de klimaatvariaties van jaar tot jaar sterk verschillen. Wanneer de klimaatvariaties worden afvlakt, ontstaat een beeld van de evolutie van het eindverbruik onder invloed van andere factoren (aantal bewoonde gebouwen, EPB, uitrustingen enz.) (Leefmilieu Brussel, 2020).



⁵³ Het overstromingsrisico werd besproken in het interview met Jean-Philippe Deckers, Project Development & Portfolio Management, ELIA (2016, in het kader van de diagnose van de kwetsbaarheid voor de klimaatverandering van de Stad Brussel).

4 – Gevolgen van de klimaatverandering voor het grondgebied van Sint-Pieters-Woluwe

4.5 Energiebeleid

Figuur 63: Evolutie van het totale eindverbruik in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest sinds 1990, met en zonder klimaatcorrectie (Leefmilieu Brussel, 2020)

De tendentieuze stijging van de temperatuur heeft **de energiebehoeften in Sint-Pieters-Woluwe verminderd**.

De klimaatprojecties zijn het eens over een daling van de graaddagen⁵⁴, wat betekent dat het energieverbruik voor verwarming zal dalen. **De daling wordt voor Europa (EU 27) op 17% geschat in 2050 en op 35% in 2100, bij een stijging van 2°C** (Mina en Criqui, 2009).

Anderzijds zal de daling van het energieverbruik worden **gecompenseerd door grotere behoeften aan koeling** (met name in de tertiaire sector). Het is ook te verwachten dat een deel van de bevolking van Sint-Pieters-Woluwe met voldoende financiële middelen dit type voorziening zal installeren.

Beïnvloeding van de elektriciteitsproductie door de klimaatomstandigheden

De **prestaties** van de verschillende vormen van elektriciteitsproductie **houden verband met de klimaatomstandigheden**, met gevolgen voor de **exploitatiekosten**:

- het productierendement van de centrales met thermische cyclus hangt af van de temperatuur en de beschikbaarheid van de koudwaterbron;
- waterkracht hangt af van de beschikbaarheid van water;
- fotovoltaïsche productie hangt af van de bezonning, en het rendement ervan daalt met de temperatuur;
- windkracht hangt af van de windpatronen.

Lichte stijging van de distributiekosten van elektriciteit

De elektriciteitsdistributie leidt tot verliezen: op de transmissieleidingen, maar ook bij de omvormers hoog-/midden-/laagspanning. Frontier Economics & Element Energy (2013) schat bijvoorbeeld dat voor het geheel van het net van het Verenigd Koninkrijk de transmissie- en distributieverliezen niet meer dan 1% per 1°C temperatuurstijging zullen toenemen.

Vandaag wordt geen piek van het elektriciteitsverbruik in periodes met grote hitte waargenomen (bron: Elia), aangezien de distributiecapaciteit in de zomer dezelfde marge heeft als in de winter. De **electriciteitsdistributie in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest** is stroomopwaarts op verschillende niveaus **veerkrachtig**:

- Lokaal: de distributieposten voor hoogspanning, middenspanning en laagspanning bevinden zich op plaatsen zonder overstromingsrisico.
Als de zones met overstromingsrisico zouden evolueren, zijn er twee mogelijkheden: de verplaatsing van de distributiepost buiten de zone met overstromingsrisico of de toepassing van specifieke beschermingsmaatregelen.
Periodes met grote hitte hebben tot op heden geen impact op de elektriciteitsdistributie.

⁵⁴ De graaddag is een waarde voor het verschil tussen de temperatuur van een gegeven dag en een vooraf bepaalde temperatuurdrempel (in dit geval 18°C).

4 – Gevolgen van de klimaatverandering voor het grondgebied van Sint-Pieters-Woluwe

4.5 Energiebeleid

- Nationaal: de distributeur zorgt er elke dag voor dat de distributie verzekerd is, zelfs na de uitval van een leiding of een transformator (dimensionering 'N-1'), en voert zelfs simulaties uit voor twee gelijktijdige storingen.

4.6 Biodiversiteit – groenvoorzieningen

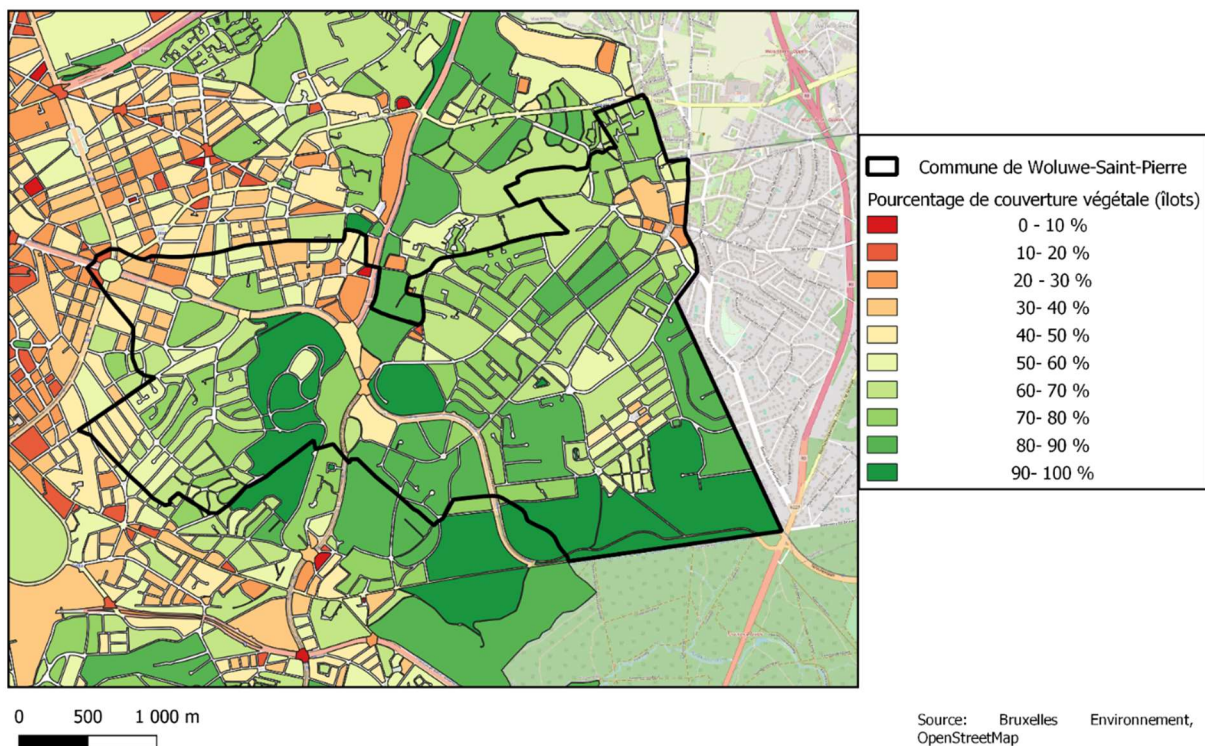
4.6.1 Ongelijk verdeelde biodiversiteit

Het Brussels Hoofdstedelijk Gewest heeft een rijke biodiversiteit, met (Leefmilieu Brussel, 2015a):

- voor de fauna:
 - o 44 soorten inheemse zoogdieren;
 - o 92 soorten broedvogels;
 - o 12 soorten inheemse amfibieën en reptielen;
 - o 19 soorten vleermuizen van de 23 die in België voorkomen;
- voor de flora: 841 soorten planten (50% van de Belgische flora), waarvan 3/4 inheems is.

Bijna 50% van de oppervlakte van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest is onbebouwd. Die overvloed aan groene zones en de grote variëteit van milieus of habitats voor fauna en flora (tuinen, parken, grasvelden, bossen, braakland enz.) spelen een primordiale rol in het behoud van de Brusselse biodiversiteit (Leefmilieu Brussel, 2015a).

De Gemeente Sint-Pieters-Woluwe is zeer groen, met verschillende grote parken en een deel van het Zoniënwoud, terwijl de bebouwde percelen veel ruimte laten voor de biodiversiteit.



Figuur 64: Vegetatiepercentage van de huizenblokken van de Gemeente Sint-Pieters-Woluwe (Leefmilieu Brussel)

De **groene zones in de stad** ondersteunen niet alleen de biodiversiteit, maar hebben ook een **ecosysteemfunctie** (TEEB, 2010). Ze:

- vormen oppervlakken waar het water kan infiltreren;
- dragen bij tot de bescherming van de grondwaterlagen en de verbetering van de waterkwaliteit;
- dragen bij tot de verbetering van de luchtkwaliteit, door atmosferische verontreiniging op te vangen en zuurstof te produceren;

4 – Gevolgen van de klimaatverandering voor het grondgebied van Sint-Pieters-Woluwe

4.6 Biodiversiteit – groenvoorzieningen

- regelen de koolstofcyclus en matigen de klimaatverandering;
- beschermen tegen bodemerosie;
- dragen bij tot de vermindering van het lawaai in de stad;
- dragen bij tot de regeling van het microklimaat in de stad (schaduw, afkoeling van de lucht, vermindering van de windsnelheid, verhoging van de luchtvochtigheid).

4.6.2 Impact van de klimaatrisico's op de sector

De studie 'Adaptation au changement climatique en Région de Bruxelles Capitale' (Factor-X, EcoRes & TEC, 2012) stipt verscheidene belangrijke klimaatrisico's op het grondgebied van het BHG aan die in Sint-Pieters-Woluwe een impact kunnen hebben op de biodiversiteit/groenvoorzieningen:

- temperatuur;
- aantal vorstdagen;
- maximale windsnelheden;
- neerslag;
- droogte.

Belangrijke waarnemingen op het grondgebied van Sint-Pieters-Woluwe

De **bomen in de stedelijke omgeving ondergaan vele vormen van stress** die hun ontwikkeling beperken:

- luchtverontreiniging;
- lichtverontreiniging;
- weinig plaats voor de ontwikkeling van het wortelsysteem;
- gebrek aan water wegens ondoorlatendheid van de bodem en kleine kuilen;
- tocht;
- hoge temperaturen;
- compacte bodem;
- beperkte verbinding met natuurlijke milieus;
- enz.

Er worden vandaag **weinig aantastingen van bomen in de openbare ruimte vastgesteld, maar ze zijn meer zichtbaar op privé-eigendommen**, waar vooral berken en esdoorns sterk worden getroffen door de inktziekte, en kastanjabomen door *camera ohridella*⁵⁵. Over het algemeen blijft geen enkele soort gespaard van parasieten of ziekten⁵⁶.

⁵⁵ Groene Ruimten

⁵⁶ Groene Ruimten

4 – Gevolgen van de klimaatverandering voor het grondgebied van Sint-Pieters-Woluwe

4.6 Biodiversiteit – groenvoorzieningen



Figuur 65: Door camera ohridella aangetast kastanjeblad (EcoRes)

De Gemeente Sint-Pieters-Woluwe heeft geen rechtstreekse problemen met de vernieuwing van bomen, aangezien de aannemer die ermee belast is een verbintenis voor het aanslaan van de bomen heeft. Dit uit zich in meer sproeibeurten, van 7 naar 22 in de afgelopen jaren⁵⁷, wat meteen ook een reëel bewijs is van de evolutie van het klimaat en het verband met de waterstress.

Het Woluwepark heeft een oud bomenpatrimonium en is bijgevolg kwetsbaar en moet vaak worden gesloten (vroeger bij windsnelheden vanaf 60 km/u, nu vanaf 70 km/u). Hier is dus een regeneratie nodig⁵⁸.

Er zijn reeds branden uitgebroken in het Zoniënwood, met in 2020 vijf interventies van de Dienst voor Brandbestrijding en Dringende Medische Hulp (DBDMH)⁵⁹. Het ging daarbij om beginnende branden in een context van droogte, ondanks een verbod om vuur te maken in het bos.

De klimaatverandering: een bijkomende belasting voor de biodiversiteit en het behoud van de bijbehorende ecosystemen

Het Zoniënwood bestaat grotendeels uit beuken, is al kwetsbaar in het huidige klimaat en zal dat in de toekomst nog meer worden. De onderstaande kaarten werden opgesteld in 2010. Een recentere studie bevestigt dat de klimaatverandering de ontwikkeling van het beukenbos beïnvloedt⁶⁰. Dit is een belangrijke verandering voor de fysionomie van dit zogeheten kathedraalbos.

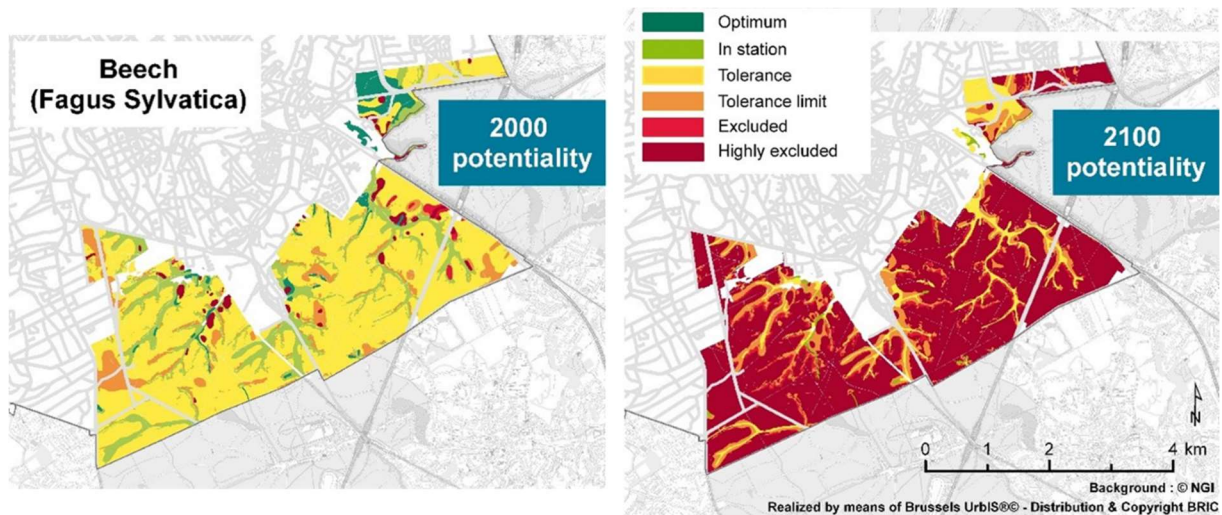
⁵⁷ Er moet worden opgemerkt dat het klimaat niet de enige parameter is die het aanslaan beïnvloedt: de aard van de bodem speelt ook een rol.

⁵⁸ Interview met Stéphane Vanwijnsberghe, Hoofd van de Onderafdeling Bos en Natuur, Leefmilieu Brussel.

⁵⁹ Interview met Stéphane Vanwijnsberghe, Hoofd van de Onderafdeling Bos en Natuur, Leefmilieu Brussel.

⁶⁰ Interview met Stéphane Vanwijnsberghe, Hoofd van de Onderafdeling Bos en Natuur, Leefmilieu Brussel.

4 – Gevolgen van de klimaatverandering voor het grondgebied van Sint-Pieters-Woluwe
4.6 Biodiversiteit – groenvoorzieningen



Figuur 66: Potentiële aangepastheid van de beuken aan de plaatselijke omstandigheden van 2000 tot 2100 (Beheerplan van het Brusselse Zoniënwood)

Ontwikkeling van uitheemse planten

Deze uitdaging houdt niet direct verband met het klimaat, maar oefent druk uit op de inheemse soorten, kan gevaarlijk zijn voor de volksgezondheid (reuzenberenklauw) en kan door een wijziging van het klimaat worden versterkt.

Uitheemse soorten zijn soorten die oorspronkelijk niet op het grondgebied aanwezig waren, maar die er een gunstig terrein voor hun ontwikkeling hebben gevonden. Het kan gaan om in gevangenschap gehouden of gekweekte dieren die bevrijd zijn en een omgeving hebben gevonden die hun ontwikkeling bevordert.

Het kan ook gaan om toevallig vrijgekomen soorten (bv. via het goederenvervoer), of opzettelijk door de mens geïntroduceerde soorten (vaak sierplanten) (Factor-X, EcoRes & TEC, 2012).

5 Evaluatie van de kwetsbaarheid voor de klimaatverandering van het grondgebied van de Gemeente Sint-Pieters-Woluwe

Elk belangrijk kwetsbaar aspect van de Gemeente Sint-Pieters-Woluwe is geëvalueerd (volgens de principes van de Impact'Climat-methode, ADEME). Voor elk kwetsbaar aspect zijn de klimaatrisico's gecorreleerd met de gevoeligheid van het grondgebied. Er is systematisch een score van 0 tot 4 gegeven:

- 0: geen risico of geen gevoeligheid op het grondgebied
- 4: zeer groot risico (qua intensiteit of frequentie) of zeer grote gevoeligheid van het grondgebied

De correlatie levert een beoordeling op tussen 0 (minimumscore) en 16 (maximumscore). Er moet worden opgemerkt dat de kwetsbare aspecten voor Sint-Pieters-Woluwe zowel vandaag als op middellange en lange termijn relevant zijn, met een score van 3 als eerste zorgwekkende drempel.

Dit blijft een kwalitatieve beoordeling, maar ze **identificeert niettemin de belangrijkste kwetsbaarheden van het grondgebied, vandaag en aan het einde van de eeuw.**

5 – Evaluatie van de kwetsbaarheid voor de klimaatverandering van het grondgebied van de Gemeente Sint-Pieters-Woluwe

4.6 Biodiversiteit – groenvoorzieningen

opmerking: 2050, 'verworven' klimaat		Risico			Gevoeligheid			Kwetsbaarheid			
			2020	2050	2100	2020	2050	2100	2020	2050	2100
Stedenbou w	Aantasting van het thermisch comfort in de stad	Grote hitte	1,25	2	3	2	2	2,5	2,5	4	7,5
	Oververhitting van gebouwen	Grote hitte	1,25	2	3	3	3	3	3,75	6	9
	Aantasting na overstromingen	Overstromingen – Felle regen	2,5	2,75	3,5	2,75	2,75	2,75	6,875	7,5625	9,625
Mobiliteit	Hinder voor de mobiliteit	Neerslag Overstromingen Grote hitte Vorst en sneeuw	2	2,5	3	1,25	1,5	2	2,5	3,75	6
Waterbeleid	Waterstress	Neerslag Grote hitte Droogte	1	2	3	1	1,75	2,5	1	3,5	7,5
Gezondheid	Sterfte in de winter	Koudegolf	2,5	2	1,5	2	2	2	5	4	3
	Sterfte in de zomer	Grote hitte	1,75	2,5	3,5	2	2,5	4	3,5	6,25	14
	Aantasting van de luchtkwaliteit in de zomer	Neerslag Grote hitte	1,75	2,5	3,5	2,5	2,25	2	4,375	5,625	7
	Vectoroverdraagbare ziekten (uitgezonderd teken/Lyme)	Gemiddelde temperatuur	0	2	2	0	2	3	0	4	6
Energiebeleid	Veerkracht van het energiesysteem	Gemiddelde temperatuur Hitte Koudegolven Overstromingen	1	2	3,5	1	1,75	?	1	3,5	
Biodiversiteit	Verzwakking van de biodiversiteit / stadsbomen en bijbehorende ecosysteemdiensten	Gemiddelde temperatuur Vorstdag Felle wind Neerslag Droogte	2	3	4	2,25	2,25	2,25	4,5	6,75	9
	Omslagpunt van stands tijdens intense droogte en brand	Droogte Grote hitte	2	3	4	2	2	2	4	6	8

Figuur 67: Evaluatie van de kwetsbaarheid voor de klimaatverandering van de Gemeente Sint-Pieters-Woluwe

6 Acroniemen en afkortingen

CORDEX	Coordinated Regional Climate Downscaling Experiment and beyond
IUS	Invasieve uitheemse soorten
FP	Framework Programme (kaderprogramma)
BKG	Broeikasgassen
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
GRB	Geïntegreerd regenwaterbeheer
UHI	Stedelijk hitte-eilandeffect (Urban Heat Island)
KMI	Koninklijk Meteorologisch Instituut
kWh	Kilowattuur
NOx	Stikstofoxiden
GNOP	Gemeentelijk Natuurontwikkelingsplan
BBP	Bruto binnenlands product
PM	Particulate Matter (fijnstof)
POLLEC	Politique locale Energie Climat
PPM	Part Per Million (deel per miljoen)
BHG	Brussels Hoofdstedelijk Gewest
RCP	Representative Concentration Pathways
SDC	Schéma de Développement Communal
DBDMH	Dienst voor Brandbestrijding en Dringende Medische Hulp
SIGB	Sites de grand intérêt biologique (gebieden met hoge biologische waarde)

7 Bibliografie

- Baguis, P., Roulin, E., Ntgeka, V., Willems, P. 2010 'Climate change scenarios for precipitation and potential evapotranspiration over central Belgium'. *Theoretical and Applied Climatology* 99(3): 273-286. 10.1007/s00704-009-0146-5.
- Leefmilieu Brussel. 2008a. 'Geodata: Begroeningsgraad'. <https://geodata.environment.brussels/client/view/bc3c750a-defa-46e1-8f76-89f19cea11b2>.
- . 2008b. 'Geodata: Thermografie'. <https://geodata.environment.brussels/client/view/ec6d35bd-e59c-48a6-aec1-aae29b092091>.
- . 2012. 'Invasieve planten van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest'. https://document.environment.brussels/opac_css/electfile/IF_BerceCaucase_NL.PDF.
- . 2015a. 'Biodiversiteit in Brussel'. https://document.environment.brussels/opac_css/electfile/Biodiversite%202010%20NL.
- . 2015b. 'Tenboschpark'. 2015. <https://leefmilieu.brussels/fiche/tenboschpark-0>.
- . 2017. 'Waterbeheerplan van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest 2016-2021'. https://document.environment.brussels/opac_css/electfile/RAP_Eau_PGE2016-2021_NL.pdf.
- . 2018a. 'Waterbevoorrading en verbruik van het leidingwater'. <https://leefmilieu.brussels/het-leefmilieu-eeen-stand-van-zaken/verslag-over-de-staat-van-het-leefmilieu/synthese-2015-2016/wat-5>.
- . 2018b. 'Luchtkwaliteit: winterse vervuilingsspieken'. <https://leefmilieu.brussels/het-leefmilieu-eeen-stand-van-zaken/verslag-over-de-staat-van-het-leefmilieu/synthese-2015-2016/lu-14>.
- . 2019. 'Geodata: Overstromingsgevaar en risico'. <https://geodata.leefmilieu.brussels/client/view/1a3cae6b-dd04-4b28-a3e2-c432dc83e24f>.
- . 2020. 'Energiebalans van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest 2018'. https://document.environment.brussels/opac_css/electfile/samenvatting_bhg_NL_2018-v.2.0-ds-2.1.pdf.
- Federaal Planbureau (FPB) en Algemene Directie Statistiek – Statistics Belgium (Stabel). 2017. 'Demografische vooruitzichten 2016-2060 – Bevolking en huishoudens'. Brussel: Federaal Planbureau en Algemene Directie Statistiek – Statistics Belgium. https://www.plan.be/uploaded/documents/201703070757590.FOR_POP1660_11440_N.pdf.
- BX1. 2018. 'Fortes chaleurs: certaines fontaines de Bruxelles permettent de se désaltérer'. <https://bx1.be/news/fortes-chaleurs-certaines-fontaines-de-bruxelles-permettent-de-se-desalterer/>.
- Christian Aid. 2007. 'Human tide: the real migration crisis'. Londen: Christian Aid. <https://www.christianaid.org.uk/sites/default/files/2017-08/human-tide-the-real-migration-crisis-may-2007.pdf>.
- Commissariat général au développement durable (CGDD). 2011. 'Guide d'accompagnement des territoires pour l'analyse de leur vulnérabilité socio-économique au changement climatique'. 37. Études & documents. Commissariat général au développement durable: Service de l'observation et des statistiques. https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/sites/default/files/2018-10/E_D_37_Guide_vulnerabilite_climat.pdf.

4.6 Biodiversiteit – groenvoorzieningen

- de Rigo, D., Libertà, G., Houston Durrant, T., Artés Vivancos, T., San-Miguel-Ayanz, J. 2017. 'Forest fire danger extremes in Europe under climate change: variability and uncertainty'. Luxemburg: Publications Office of the European Union, 10.2760/13180, JRC108974.
- Energie-Technologie-Environnement – Adaptation et Robustesse (ETEM-AR). 2012. 'Le projet: Problématique'. <https://etem-ar.ordecys.com/base.php?code=23>.
- Escourrou, G. 1991. 'Le climat et la ville'. *Noroi* 162, 358-359. https://www.persee.fr/doc/noroi_0029-182x_1994_num_162_1_6566_t1_0358_0000_2.
- Eskeland, G.S., Mideksa, T.K. 2010. 'Electricity demand in a changing climate'. *Mitig Adapt Strateg Glob Change* 15, 877-897. <https://doi.org/10.1007/s11027-010-9246-x>.
- Etablissement Public pour l'Aménagement de la Meuse (EPAMA). 2009. 'AMICE: Le changement climatique'. http://www.amice-project.eu/fr/context.php?page=climate_change/.
- European Environment Agency (EEA). 2020. 'Meteorological and Hydrological Droughts in Europe'. Indicator Assessment. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/river-flow-drought-3/assessment>.
- Factor-X, EcoRes & TEC. 2012. 'L'adaptation au changement climatique en Région de Bruxelles-Capitale : Élaboration d'une étude préalable à la rédaction d'un plan régional d'adaptation'. Brussel: Leefmilieu Brussel. https://document.environnement.brussels/opac_css/electfile/Airclimat%20Etude%20ChgtClimatiqueRBC.
- Forêt.Nature. 2020. 'Fichier écologique des essences'. <https://www.fichierologique.be/#/>.
- Frontier Economics en Element Energy. 2013. 'Pathways to high penetration of heat pumps'. Londen: Frontier Economics Ltd. <https://www.theccc.org.uk/wp-content/uploads/2013/12/Frontier-Economics-Element-Energy-Pathways-to-high-penetration-of-heat-pumps.pdf>.
- Hamdi, R, H Van de Vyver, R De Troch & P Termonia. 2013. 'Assessment of three dynamical urban climate downscaling methods: Brussels's future urban heat island under an A1B emission scenario'. *International Journal of Climatology* 34, 978–999. <https://doi.org/10.1002/joc.3734>.
- Brussels Instituut voor Statistiek en Analyse (BISA). 2001. 'Statistische kaart – Aandeel woningen gebouwd voor 1961 2001 (%)' <https://wijkmonitoring.brussels/maps/statistieken-gebouwen-en-voorzieningen-brussel/kenmerken-van-de-bebouwing-brussels-gewest/aandeel-woningen-gebouwd-voor-1961/1/2001/>.
- . 2006. 'Statistische kaart – Aandeel waterdichte oppervlakte 2006 (%)'. <https://wijkmonitoring.brussels/maps/statistieken-milieu-brussel/groene-ruimtes-brussels-gewest/aandeel-waterdichte-oppervlakte/1/2006/>.
- . 2012. 'Statistische kaart – Aandeel van de bevolking in de nabijheid van een groene ruimte die toegankelijk is voor het publiek 2012 (%)'. <https://wijkmonitoring.brussels/maps/statistieken-milieu-brussel/groene-ruimtes-brussels-gewest/Aandeel-bevolking-nabijheid-groene-ruimte/1/2012/>.
- . 2017. 'Statistische kaart – Aantal huisartsen per 1000 inwoners 2017 (‰)'. <https://wijkmonitoring.brussels/maps/statistieken-gezondheid-brussel/aanbod-van-gezondheidszorg/aantal-huisartsen-per-1000-inwoners/1/2017/>.

4.6 Biodiversiteit – groenvoorzieningen

- — —. 2018. 'Statistische kaart – Kantoordichtheid 2018 (m²/km²)'.
<https://wijkmonitoring.brussels/maps/statistieken-gebouwen-en-voorzieningen-brussel/stedelijke-mix-brussels-gewest/kantoordichtheid/1/2018/>.
- — —. 2019. 'Statistische kaart – Bevolkingsdichtheid 2019 (inw/km²)'.
<https://wijkmonitoring.brussels/maps/statistieken-bevolking-brussel/evolutie-bevolking/bevolkingsdichtheid/1/2019/>.
- Brussels Instituut voor Statistiek en Analyse (BISA) en Observatorium voor Gezondheid en Welzijn Brussel. 2016. 'Zoom op Sint-Pieters-Woluwe'. Brussels Instituut voor Statistiek en Analyse.
- Institut de Conseil et d'Etudes en Développement Durable (ICEDD). 2014. 'L'identification et l'évaluation des coûts de l'inaction face au changement climatique en Wallonie'. Namur: Institut de Conseil et d'Etudes en Développement Durable.
http://www.awac.be/images/Pierre/mediatheque/etudes/20140520_rapport_couts%20inaction_partiel.pdf.
- Koninklijk Meteorologisch Instituut (KMI). 2015a. 'Klimaatstatistieken van de Belgische gemeenten'.
https://www.meteo.be/resources/climatology/climateCity/pdf/climate_INS21019_nl.pdf.
- — —. 2015b. 'Oog voor het klimaat 2015'. Brussel: KMI.
https://www.meteo.be/resources/20150508vigilance-oogklimaat/vigilance_climatique_IRM_2015_WEB_NL_BAT.pdf.
- — —. 2020a. 'Klimaatatlas'. Brussel: KMI. <https://www.meteo.be/nl/klimaat/klimaat-van-belgie/klimaatatlas/klimaatkaarten/luchttemperatuur/gemiddelde/jaarlyks>.
- — —. 2020b. 'KMI – Legenda Hitte'. Brussel: KMI.
<https://www.meteo.be/nl/weer/waarschuwingen/legenda-hitte>.
- — —. 2020c. 'Klimaatrapport 2020'. Brussel: KMI.
https://www.meteo.be/resources/misc/climate_report/KlimaatRapportKort-2020.pdf.
- Wetenschappelijk Instituut Volksgezondheid (WIV). 2008. 'De gegevens van het BIM: Verbanden tussen Gezondheid en Milieu. 14. Astma'. Brussel: Wetenschappelijk Instituut Volksgezondheid.
https://document.environnement.brussels/opac_css/electfile/Gezondheid%2014.
- — —. 2016. 'Zoönosen en vector-overdraagbare ziekten: Samenvattend jaaroverzicht 2015'. Brussel: Wetenschappelijk Instituut Volksgezondheid. https://nrchm.wiv-isp.be/nl/ref_centra_lab/Yersinia_pestis/Rapporten/Zo%C3%B6nosen%20en%20vectoroverdraagbare%20ziekten2015.pdf.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2007. 'Changements climatiques 2007: Rapport de synthèse'. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4_syr_fr.pdf
- — —. 2014. 'Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability'. Cambridge: Cambridge University Press. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-PartA_FINAL.pdf.
- Jacob, D., Petersen, J., Eggert, B., Alias, A., Christensen, O., Bouwer, L. Braun, A. et al. 2014. 'EURO-CORDEX: new high-resolution climate change projections for European impact research'. *Reg Environ Change* 14, 563-578. <https://doi.org/10.1007/s10113-013-0499-2>.

4.6 Biodiversiteit – groenvoorzieningen

- Lauwaet, Dirk & De Ridder, Koen. 2018. 'Cartografie van de koelte-eilanden in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest – Cartographie des îlots de fraîcheur dans la Région de Bruxelles-Capitale'. Mol: VITO. https://document.environnement.brussels/opac_css/electfile/Cartografie_Koelte_Eilanden_BHG.
- Lauwaet, Dirk, Koen De Ridder, S. Saeed, Erwan Brisson, F. Chatterjee, Nicole Lipzig, Bino Maiheu & Hans Hooyberghs. 2016. 'Assessing the current and future urban heat island of Brussels'. *Urban Climate* 15, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2015.11.008>.
- Linnerud, K., Mideksa, T., Eskeland, G. 2011. 'The impact of climate change on nuclear power supply'. *The Energy Journal* 32, 1. 10.5547/ISSN0195-6574-EJ-Vol32-No1-6.
- Marbaix, P., van Ypersele, J-P. 2004. 'Impact van de klimaatverandering in België'. Greenpeace: Brussel. <https://www.elic.ucl.ac.be/users/marbaix/impacts/docs/ImpactsGPvF-MR-NL.pdf>.
- Mima, S., Criqui, P. 2009. 'Assessment of the impacts under future climate change on the energy systems with the POLES model'. Venetië: International energy workshop. <https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00452948/>.
- Missinne, S., Luyten, S. 2018. 'Huisartsen in het Brussels Gewest: wie zijn ze, waar houden ze praktijk, en waar zijn er mogelijke tekorten?' Brussel: Observatorium voor Gezondheid en Welzijn. https://www.ccc-ggc.brussels/sites/default/files/documents/graphics/dossiers/dossier_2018-02_huisartsen_brussel.pdf.
- Peel, M C, B L Finlayson & T A McMahon. 2007. 'Updated World Map of the Köppen-Geiger Climate Classification'. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 13. <https://pdfs.semanticscholar.org/474b/dcf84c3f3af3eafc94404edf3e217af061dc.pdf?ga=2.53969709.444815058.1604331768-929782055.1604331768>.
- Belgisch Aerobiologisch Surveillance Netwerk. 2020. 'Brussel: Grassen'. <https://airallergy.sciensano.be/nl/content/brussel>.
- Sciensano. 2020. 'Brussel | AirAllergy.be'. <https://airallergy.sciensano.be/nl/content/brussel>.
- Federale Overheidsdienst Binnenlandse Zaken (FOD Binnenlandse zaken). 2017. 'Statistieken Belgische hulpverleningszones 2017'. Federale Overheidsdienst Binnenlandse Zaken. https://www.civieleveiligheid.be/sites/default/files/explorer/statistiques_interventions_si_2017_nl-fw_def.pdf.
- Brusselse Maatschappij voor Waterbeheer (BMWb). 2018. *Stormbekken van het Flageyplein*. <https://neemdeel.leefmilieu.brussels/initiatives/stormbekken-van-het-flageyplein>.
- Spinoni, J., Vogt, J., Barbosa, P., Dosio, A., McCormick, N., Bigano, A., Füssler, H-M. 2018. 'Changes of heating and cooling degree-days in Europe from 1981 to 2100'. *International Journal of Climatology* 38, 191-280. <https://doi.org/10.1002/joc.5362>.
- Steenveld, G. J., S. Koopmans, B. G. Heusinkveld, L. W. A. van Hove & A. a. M. Holtslag. 2011. 'Quantifying Urban Heat Island Effects and Human Comfort for Cities of Variable Size and Urban Morphology in the Netherlands' *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* 116 (D20). <https://doi.org/10.1029/2011JD015988>.
- TEEB. 2010. 'The Economics of Ecosystems and Biodiversity Ecological and Economic Foundations' Londen: Earthscan. <http://www.teebweb.org/wp-content/uploads/Study%20and%20Reports/Reports/Ecological%20and%20Economic%20Foundations/TEEB%20Ecological%20and%20Economic%20Foundations%20report/TEEB%20Foundations.pdf>.

4.6 Biodiversiteit – groenvoorzieningen

- Tsoka, Stella. 2011. 'Relations entre morphologie urbaine, microclimat et confort des piétons: application au cas des écoquartiers'. Other, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment [CSTB], Nantes.
<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00762674>.
- van Vliet, M., Yearsley, J., Ludwig, F., Vögele, S., Lettenmaier, D., Kabat, P. 2012. 'Vulnerability of US and European electricity supply to climate change'. *Nature Clim Change* 2, 676–681.
<https://doi.org/10.1038/nclimate1546>.
- VIVAQUA. 2012. 'Tailfer, de technologie in dienst van het water ...' Brussel: VIVAQUA.
<https://www.yumpu.com/nl/document/read/36357329/tailfer-de-technologie-in-dienst-van-het-water-a-vivaqua>.
- . 2020a. 'De productie van drinkwater'. <https://www.vivaqua.be/nl/profiel/de-productie-van-drinkwater>.
- . 2020b. 'De herkomst van kraantjeswater' <https://customers.vivaqua.be/le-cycle-de-leau-a-bruxelles/provenance-de-leau-du-robinet/>.
- Whitehead, M & G Dahlgren. 1991. 'What Can Be Done about Inequalities in Health?' *The Lancet* 338, 2: 1059-63. [https://doi.org/10.1016/0140-6736\(91\)91911-D](https://doi.org/10.1016/0140-6736(91)91911-D).
- Wikipedia. 2020. 'Klimaatclassificatie van Köppen'
https://nl.wikipedia.org/wiki/Klimaatclassificatie_van_K%C3%B6ppen.