

# Energie- en klimaatactieplan



Het gemeentelijke energie- en klimaatanalyserapport van

# Baarle-Hertog

kwam tot stand met de hulp van provincie Antwerpen en IOK

# Inhoud

Colofon .....	2
I. Klimaatimpactanalyse.....	3
1. Bronnen van de uitstoot .....	3
2. Evolutie CO <sub>2</sub> -uitstoot .....	6
II. Risico- en kwetsbaarheidsanalyse .....	9
1. Primaire klimaateffecten.....	9
(Klimaat)verandering en lokale factoren .....	9
Klimaatscenario .....	15
Primaire klimaateffecten .....	16
2. Klimaatrisico's.....	20
Hitte.....	23
Droogte .....	28
Overstromingen.....	38
III. Bijlagen .....	46
1. Scope emissies klimaatdoelstelling .....	46
2. Betrouwbaarheid cijfers over klimaatimpact.....	47
3. Overzichtstabel impact op sectoren .....	49
IV. Bibliografie.....	53

## Colofon

Een eerste versie van dit klimaatplan werd opgemaakt door de Dienst Duurzaam Natuur en Milieubeleid van de provincie Antwerpen met de hulp van streekintercommunale IOK. De provincie biedt alle lokale besturen een gratis sjabloon aan voor het opmaken van een klimaatplan. Dit plan werd verder verfijnd door IOK en de gemeente Baarle-Hertog.

## Leeswijzer

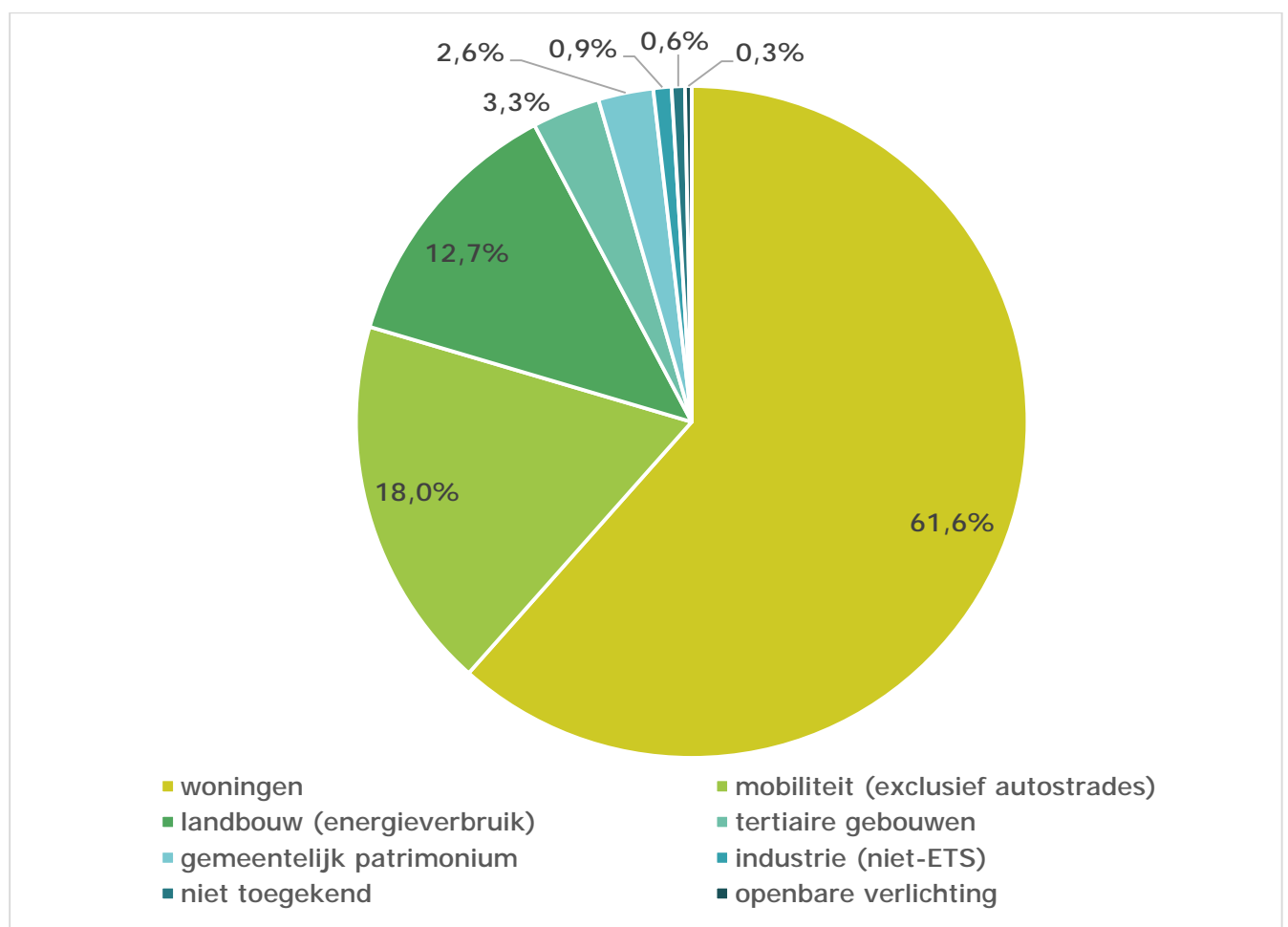
Het klimaatplan bestaat uit een actieplan en een analyserapport (dit document) van de gemeentelijke klimaatimpact en risico's en kwetsbaarheden ten aanzien van klimaatverandering.

# I. Klimaatimpactanalyse

De gegevens die gebruikt worden in de klimaatimpactanalyse zijn eigen verwerkingen van de open data die te consulteren zijn via de databank van Provincies.incijfers.be en de open data van de CO<sub>2</sub>-inventarissen van departement Omgeving en VITO<sup>1</sup>, tenzij anders aangegeven.

## 1. Bronnen van de uitstoot

Figuur 1: Bronnen van CO<sub>2</sub>-uitstoot in Baarle-Hertog in 2018



### Eindnoten met referenties

<sup>1</sup> CO<sub>2</sub>-inventaris (Departement omgeving & VITO, 2020) en provincies.incijfers.be (Interprovinciale werking klimaat + Data & Analyse, 2020)

In 2018, het meest recente inventarisjaar, werd 9.342 ton CO<sub>2</sub> uitgestoten door de sectoren die onder onze klimaatdoelstelling vallen<sup>2</sup>. Om deze uitstoot te compenseren zou er een bos nodig zijn dat ongeveer 3 keer zo groot is al Baarle-Hertog.<sup>3</sup>

Het energieverbruik van de **woningen van de huishoudens** is de belangrijkste bron van uitstoot in onze gemeente (5.751 ton CO<sub>2</sub>). Huishoudens zijn verantwoordelijk voor meer dan de helft van de lokale uitstoot. De verwarmingsbehoefte d.m.v aardgas is de grootste bron van uitstoot door huishoudens. De uitstoot door **mobiliteit** is de tweede grootste bron van uitstoot en zorgt voor iets meer dan een kwart van de uitstoot (1.683 ton CO<sub>2</sub>). Het energieverbruik van de **landbouw** zorgt voor ongeveer 13% van de uitstoot (1.183 ton CO<sub>2</sub>). Als we ook de niet-energetische emissies van de landbouw (6.746 ton CO<sub>2</sub> eq.) meerekenen dan is de landbouw veruit de grootste bron van uitstoot. De gebouwen van de **tertiaire dienstensector** (306 ton CO<sub>2</sub>) zijn verantwoordelijk voor 3,3% uitstoot. Het gaat om uitstoot van: kantoren en administraties, horeca, handelsgebouwen, gezondheidszorg en maatschappelijke dienstverlening, andere gemeenschappelijke en persoonlijke dienstverlening en onderwijs. Het aandeel van de uitstoot door de **openbare verlichting** en de gebouwen en de vloot van het **gemeentelijk patrimonium** bedraagt respectievelijk 0,3% en 2,6%. De **industriële bedrijven** veroorzaken slechts 0,9% van de uitstoot (82 ton CO<sub>2</sub>). Daarnaast is er nog een klein aandeel uitstoot (0,6%) dat niet aan een specifieke sector kan worden toegekend.

We houden in deze analyse enkel rekening met de belangrijkste oorzaak van klimaatverandering: de uitstoot van broeikasgassen door de verbranding van fossiele brandstoffen voor energiedoelinden.

Er werd in 2018 44.085 MWh aan energie verbruikt in Baarle-Hertog (zie Figuur 2). **Fossiel gas** (aardgas, vloeibaar gas, warmte) stond in voor 57,9% van het lokale energieverbruik. Aardgas wordt in Baarle-Hertog vooral gebruikt voor verwarming. **Fossiele olie** (diesel, benzine, stookolie) was de tweede belangrijkste energiebron (21,2%). Deze werd vooral gebruikt voor transport. **Elektriciteit** voorzag in iets minder dan 1/5<sup>e</sup> van het lokaal energieverbruik. Ongeveer 12% van dit elektriciteitsverbruik werd lokaal opgewekt. **Bio-energie** in de vorm van houtstook en bijmenging van biobrandstoffen bij reguliere benzine of diesel waren goed voor 0,9% van de lokale energievraag. **Lokale**

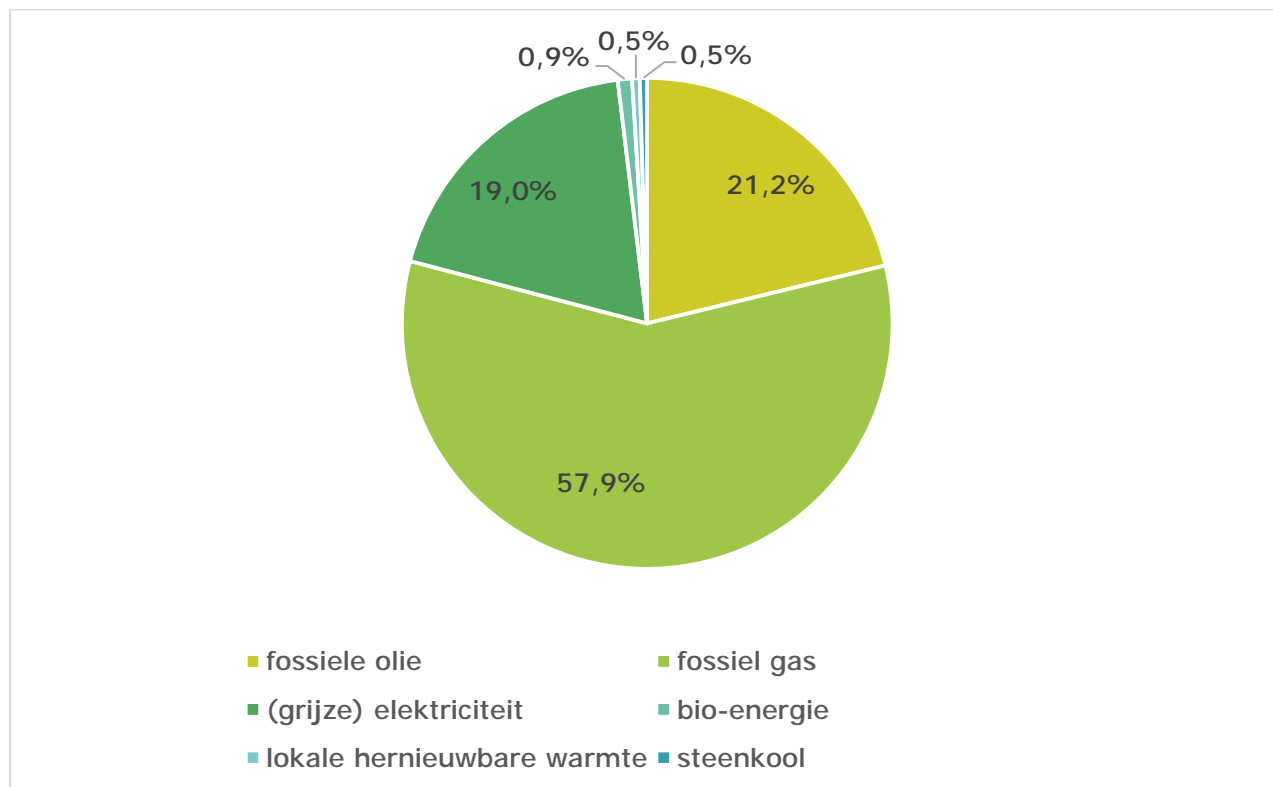
---

<sup>2</sup> Voor meer info over welke uitstoot wel of niet meegenomen is dit in klimaatplan verwijzen we u door naar bijlage 1.

<sup>3</sup> Baarle-Hertog is 748 ha groot. Een West-Europees loofbos slaat ongeveer 4,75 ton CO<sub>2</sub> per jaar op. De uitstoot bedraagt 9.342 ton.  $9.342 / (748 * 4,75) = 2,62$

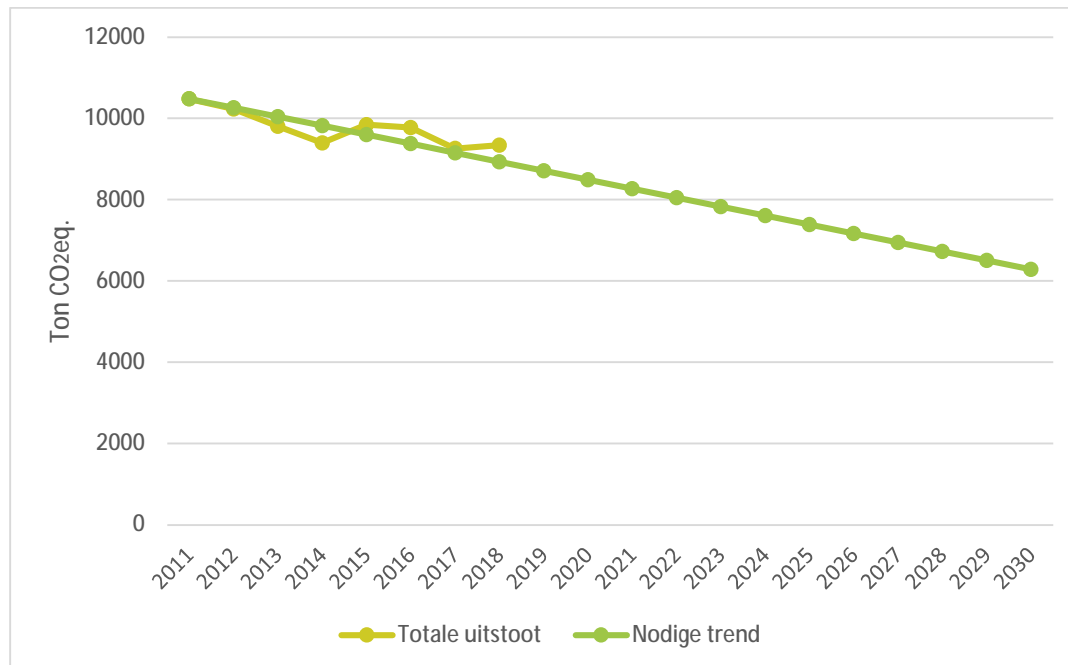
hernieuwbare warmte (warmtepompen en zonneboilers) vult 0,5% van de totale energievraag in. Steenkool werd nauwelijks nog gebruikt in onze gemeente (0,5%).

Figuur 2: Aandeel van verschillende energiedragers in het lokale energieverbruik in 2018



## 2. Evolutie CO<sub>2</sub>-uitstoot

Figuur 3: Evolutie CO<sub>2</sub>-uitstoot Baarle-Hertog en nodige trend om klimaatdoel te halen



De totale CO<sub>2</sub>-uitstoot in Baarle-Hertog was in 2018 met 10,9% gedaald t.o.v. het referentiejaar 2011 tot 9.342 ton CO<sub>2</sub>. In 2030 zou deze met 40% gedaald moeten zijn tot ca 6.288 ton CO<sub>2</sub>eq. De CO<sub>2</sub>-uitstoot van de gemeente kent dus een dalende trend (zie Figuur 3: Evolutie CO<sub>2</sub>-uitstoot Baarle-Hertog en nodige trend om klimaatdoel te halen), maar deze daling gaat onvoldoende snel om op koers te zijn om het klimaatdoel voor 2030 te halen. Tussen 2011 en 2018 daalde de uitstoot gemiddeld met ongeveer 163 ton per jaar, terwijl deze met gemiddeld ca. 220 ton per jaar zou moeten dalen, indien we een lineaire daling van de uitstoot zouden kennen tussen 2011-2030.

Het totale energieverbruik is in Baarle-Hertog met 8% gedaald tussen 2011 en 2018. De belangrijkste daling in de gemeente is te wijten aan de vergroening van de energiedragers. Zo is het aandeel van lokale hernieuwbare energieproductie (zonnepanelen) in het totale lokale energieverbruik gestegen van ca. 0,8% naar ca. 2,7%. Daarnaast zien we een duidelijke daling van het verbruik van stookolie voor warmte ten voordele van het koolstofarmere aardgas en houtverbranding (overige biomassa).

De belangrijkste sectorale bron van emissiereductie is de daling van de uitstoot landbouw (-550 ton CO<sub>2</sub>). Ook bij tertiaire gebouwen zien we een reductie (-420 ton CO<sub>2</sub>). Ook in de sector industrie, openbare verlichting en woningen was er een daling waar te nemen,

maar deze heeft minder impact op de totaalevolutie. In de mobiliteit kende we een lichte stijging van de uitstoot (+32 ton CO<sub>2</sub>).

Tabel 1: Relatieve evolutie CO<sub>2</sub>-emissie 2018 t.o.v. 2011 per sector in % (groeipercentage t.o.v. 2011)

CO <sub>2</sub> -emissie evolutie uitstoot in 2018 t.o.v. 2011 in % (groeipercentage t.o.v. 2011)	Baarle-Hertog	Kempen	Antwerpen (Prov.)	Vlaams Gewest
woningen	-2,7%	-19,1%	-15,9%	-18,9%
mobiliteit	1,9%	1,6%	6,9%	2,7%
tertiaire gebouwen	-44,0%	-3,4%	-0,4%	-0,4%
industrie (niet-ETS)	-36,2%	-9,4%	-5,4%	-8,5%
landbouw (energieverbruik)	-31,7%	31,2%	24,8%	2,5%
openbare verlichting	-18,6%	-19,8%	-14,2%	-18,0%
<b>totaal</b>	<b>-10,9%</b>	<b>-6,2%</b>	<b>-3,6%</b>	<b>-8,0%</b>
< -10				
-10 < -5				
-5 < -2				
-2 < 0				
>= 0				

CO <sub>2</sub> -emissie evolutie uitstoot in 2018 t.o.v. 2011 in % (groeipercentage t.o.v. 2011)	Baarle-Hertog	Kempen	Antwerpen (Prov.)	Vlaams Gewest
woningen	-2,7%	-19,1%	-15,9%	-18,9%
mobiliteit	1,9%	1,6%	6,9%	2,7%
tertiaire gebouwen	-44,0%	-3,4%	-0,4%	-0,4%
industrie (niet-ETS)	-36,2%	-9,4%	-5,4%	-8,5%
landbouw (energieverbruik)	-31,7%	31,2%	24,8%	2,5%
openbare verlichting	-18,6%	-19,8%	-14,2%	-18,0%
<b>totaal</b>	<b>-10,9%</b>	<b>-6,2%</b>	<b>-3,6%</b>	<b>-8,0%</b>
< -10				



-10 < -5
-5 < -2
-2 < 0
>= 0

De uitstoot in Baarle-Hertog daalt sneller dan het Kempense, provinciale en Vlaamse gemiddelde (zie tabel 1).

Allerlei factoren kunnen een rol spelen in het verhogen of verminderen van de CO<sub>2</sub>-uitstoot waar een lokaal bestuur soms slechts beperkt vat op heeft (vb. economische en demografische evoluties, de aanwezigheid van tuinbouwbedrijven met WKK, geschikte locaties voor windenergie). Ook zijn de data over uitstoot niet altijd op lokale metingen gebaseerd (bv. mobiliteit, of verbruik van stookolie).<sup>4</sup> Hierdoor is het effect van een lokaal klimaatbeleid niet altijd zichtbaar in de cijfers over CO<sub>2</sub>-uitstoot. Om een volledig beeld te krijgen van de uitstoot van een gemeente, nemen we in het actieplan ook andere indicatoren op die gemeenten helpen om keuzes te maken binnen hun lokaal klimaatbeleid.

---

4 Voor een overzicht van de betrouwbaarheid van de verschillende klimaatcijfers zie bijlage 2.

## II. Risico- en kwetsbaarheidsanalyse

### 1. Primaire klimaateffecten

#### (Klimaat)verandering en lokale factoren

Het klimaat, de gemiddelde weerstoestand (temperatuur, windkracht, neerslag, luchtdruk, vochtigheid) over een periode van minimaal 30 jaar, van Baarle-Hertog is een gematigd zeeklimaat met milde winters en koele zomers, zonder droog seizoen.<sup>5</sup>

Binnen dit macroklimaat dat voor heel België geldt, kan men regionale en lokale verschillen waarnemen, die beïnvloed worden zoals de afstand tot de zee, het reliëf, de aanwezigheid van waterlopen, de grondsoort en bodembedekking. Baarle-Hertog behoort door haar ligging in de Kempen, tot de plekken in België met een relatief hoge luchttemperatuur, beperktere neerslag (en hogere droogtegevoeligheid) en lagere zonnestraling.<sup>6</sup>

Klimaatscenario's geven gemiddelden weer voor een bepaalde plek. Lokale omstandigheden kunnen hier van afwijken. De manier waarop we ons land gebruiken en beheren, stuurt de wereldwijde klimaatverandering dus niet alleen mee aan, maar bepaalt ook hoe groot de schade lokaal is. Het bepaalt in belangrijke mate mee de blootstelling aan primaire klimaateffecten.

Een eerste belangrijke aspect is de bodembedekking. Het is een landelijke gemeente met nog heel wat open ruimte (zie **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**).<sup>7</sup> De bodembedekking bestaat uit akkerbouw (33%), grasland (42%), bos (3,4%) en ander groen zoals tuinen (9%). Het verharde, urbane gebied beslaat slechts 12,5% van de gemeente en is verspreid over de vier woonkernen in de gemeente: Baarle, Baarle-Grens, Zondereigen en Ginhoven. Urbane bodembedekking zoals verharding doen het risico op hitte toenemen. Ook in open velden verwachten we ons aan grotere extremen. Omgekeerd doet een groot bosareaal het hiterisico afnemen door de verkoeling die bomen bieden. Bossen hebben immers een microklimaat dat grote klimaatextremen afremt. De bodembedekking heeft ook invloed op andere ecosysteemdiensten zoals infiltratie en retentie van

---

<sup>5</sup> Bron: (Peel, Finlayson, & McMahon, 2007)

<sup>6</sup> Bron: (KMI, 2021)

<sup>7</sup> Gegevens over bodembedekking komen uit Ecoplan (Vrebos, et al., 2017)

hemelwater, of koolstofopslag, die cruciaal zijn om de gevolgen van klimaatverandering af te remmen.

Ook het reliëf heeft een invloed op hoe klimaat(verandering) zich manifesteert in de gemeente. In Figuur 5 worden het reliëf en de voornaamste waterlopen getoond. Het reliëf daalt duidelijk af van oost naar west: zo stroomt ook het water in de gemeente. Het hoogteverschil bedraagt ca. 22m in de gemeente. Alle waterlopen behoren tot het Maasbekken en het deelbekken van de Mark. Alle waterlopen in de gemeente stromen naar het Merkske die verder naar de Mark loopt. Op de hoger gelegen gebieden verwachten we eerder een hoger droogterisico, in de lager gelegen valleien en depressies stijgt dan weer het risico op overstromingen.

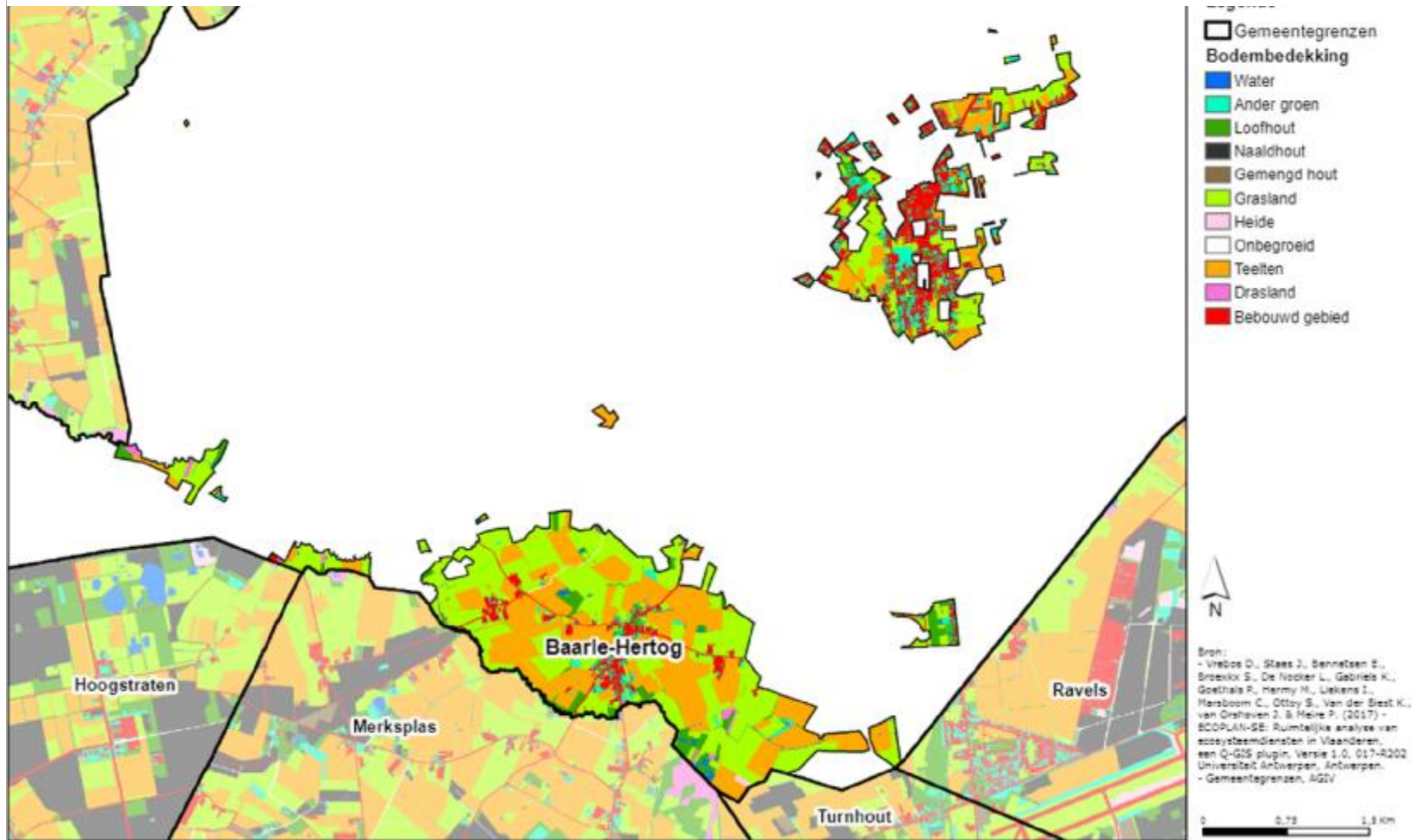
De samenstelling van de bodem of bodemtextuur is ook een erg belangrijke factor (zie Figuur 6: Bodemkaart van de ondergrond). Zware bodems zoals klei, leem en zandleem kunnen neerslag maar traag tot heel traag opnemen en laten doorsijpelen naar het grondwater. Als de bovenste lagen van de bodem genoeg doorworteld zijn of genoeg organisch materiaal bevatten sijpelt het regenwater wel beter door. Zware bodems hebben een beter vochtleverend vermogen, het water blijft langer in de bovenste lagen van de bodem zitten en is zo langer beschikbaar voor planten om te worden opgenomen of om opnieuw te verdampen. Deze zwaardere bodems vinden we vooral terug in de lager gelegen delen van de gemeente. In lichtere bodems zoals zand wordt het water snel geabsorbeerd en sijpelt het veel vlotter door naar het grondwater. Het water is in deze bodems wel sneller buiten het bereik van de plantenwortels. Deze zones verwachten we vooral terug op de relatief hogere gebieden in de gemeente en heeft een grotere kans om te overstromen. Anderzijds is de natuur er afhankelijk van voldoende hoge grondwaterstand en dus extra kwetsbaar voor droogte. In antropogene bodems, meestal verharding, kan het water niet infiltreren naar het grondwater en wordt de warmte veel langer vastgehouden. Hier stijgt het risico op hitte en fluviale overstromingen, maar ook op droogte voor het aanwezige groen. In Baarle-Hertog bestaat de bodem bijna integraal uit zandbodems. Enkel in de vallei van de Noordermark en het Merkske vinden we ook zandleembodems die het water iets langer bijhouden. De kernen bestaan voornamelijk uit antropogene bodems.

De kaart van de gemeente is atypisch, aangezien grote delen van de gemeente zijn omgeven door Nederland. De landsgrens met Nederland loopt dwars door straten en gebouwen. Als gevolg daarvan is de gemeente verdeeld in 26 stukken, waarvan 22 volledig omsloten worden door de Nederlands gemeente Baarle-Nassau, waar nauw mee samen-

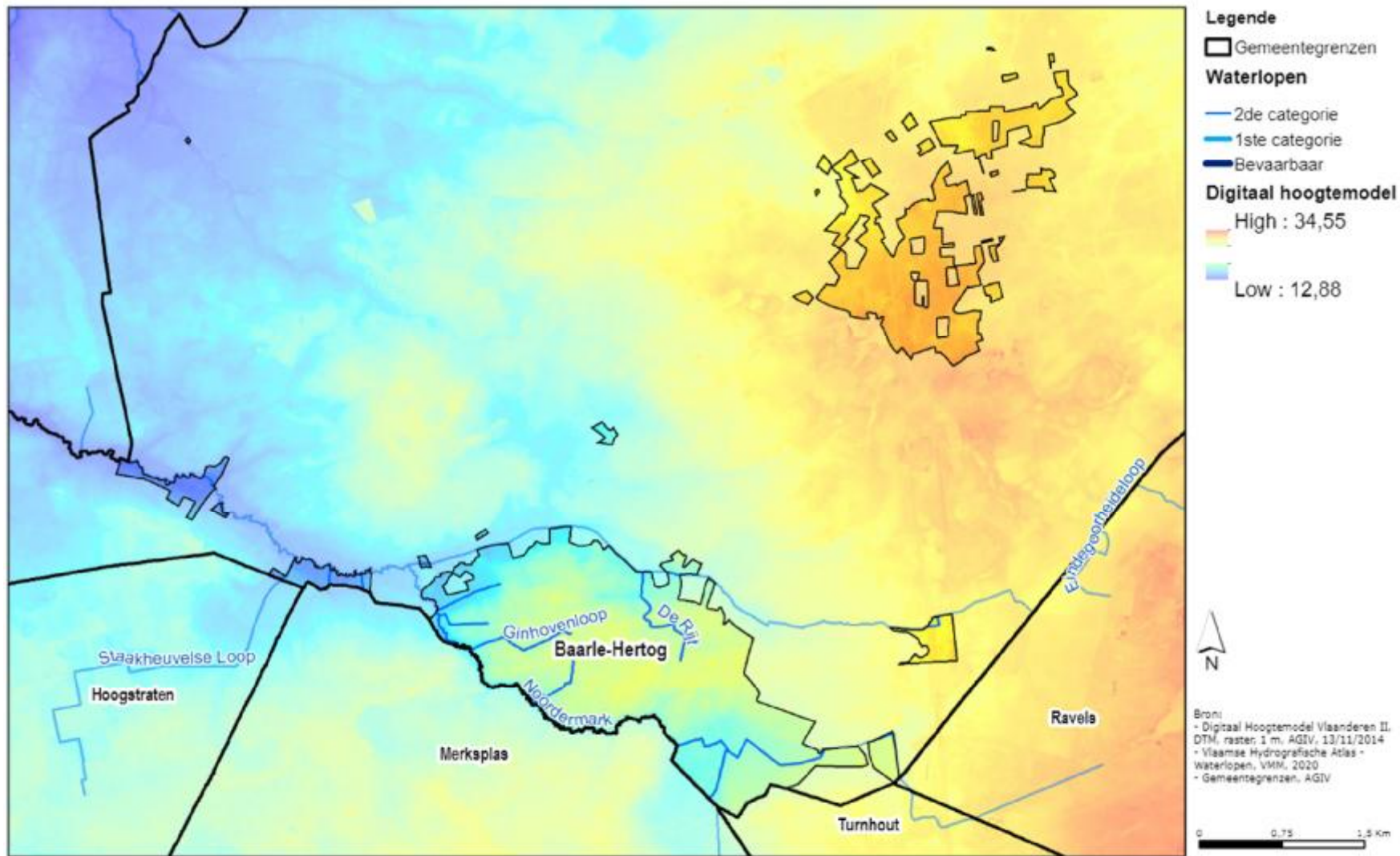
gewerkt wordt. In het westen grenst de gemeente ook aan Hoogstraten, daarnaast is er ook een grens met Merksplas, Turnhout en Ravels in het zuiden van de gemeente.

Figuur 4: Bodembezettingskaart

Fi

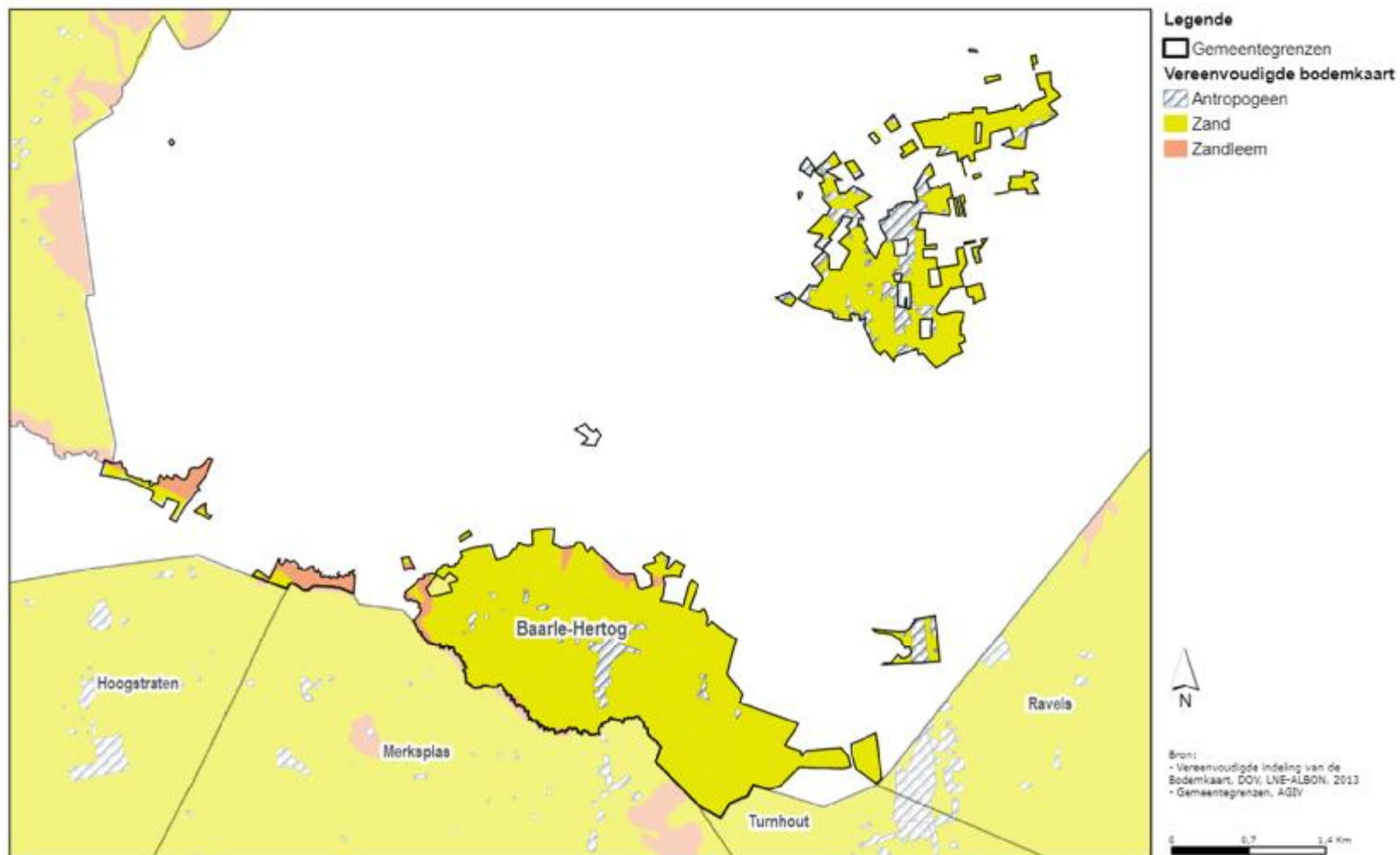


Figuur 5: Digitaal hoogtemodel met voornaamste waterlopen





Figuur 6: Bodemkaart van de ondergrond



## Klimaatscenario

Klimaatscenario's zijn aannemelijke en samenhangende voorstellingen van het toekomstige klimaat.<sup>8</sup> Met samenhangend bedoelen we dat de verandering van de verschillende klimaatvariabelen zoals temperatuur, neerslag en wind, onderling binnen een scenario, natuurwetenschappelijk consistent zijn.

De klimaatscenario's voor Vlaanderen zijn gebaseerd op berekeningen uit wereldwijde klimaatmodellen, regionale (Europese) en lokale (Belgische) klimaatmodellen en verschillende mondiale RCP-scenario's van het IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) van de Verenigde Naties. RCP staat voor *Representative Concentration Pathways*. Deze scenario's houden rekening met de verschillende ambitieniveaus van het mondiale klimaatbeleid. Zo zijn er scenario's waarbij men uitgaat van weinig maatregelen en weinig technologische doorbraken tot scenario's met een zeer ambitieus klimaatbeleid. In Vlaanderen werken we met drie varianten – een laag, midden en hoog scenario – om de bestaande onzekerheden in de klimaatmodellen en RCP-scenario's zo goed mogelijk te omvatten.

In deze risico en kwetsbaarheidsanalyse wordt er steeds uitgegaan van het **hoog-impacts**scenario. De hoge variant geeft de bovengrens weer van mogelijke veranderingen in temperatuur, neerslag, wind en zeespiegel, die Vlaanderen naar het einde van deze eeuw toe te wachten staan. Ze stelt een pessimistische klimaatprojectie voor, en dit binnen de huidige set aan 'plausibele' klimaatmodelprojecties voor de toekomst. Dit betreft een 'business-as-usual'-scenario (het RCP 8,5-scenario) inzake wereldwijde uitstoot en concentraties aan broeikasgassen, waarbij de huidige uitstoot blijft aangehouden en de mens er niet in slaagt de komende decennia de weg naar een mondiale, koolstofarme economie in te slaan. Het hoog-impacts scenario houdt dus rekening met een wereldwijd gemiddelde temperatuurstijging tussen de 3,2 en 5,4 °C tegen 2100, ten opzichte van het pre-industriële tijdperk. De werkelijke klimaatverandering zal 'met hoge waarschijnlijkheid' gelegen zijn tussen het huidige klimaat en wat het hoog-impacts scenario aangeeft. Dat zien we nu al in de evoluties en dat zal zich de komende decennia geleidelijk aan verderzetten.

---

<sup>8</sup> Meer info vindt u op het klimaatportaal: (Vlaamse Milieumaatschappij, 2020)



Wat zal uiteindelijk het effectieve klimaat zijn in 2100? Dit is sterk afhankelijk van de mondiale uitstoot aan broeikasgassen in de komende decennia. Inspanningen wereldwijd hebben hier een sterke invloed op. Elke ton CO<sub>2</sub> brengt ons dichterbij dit hoge-impacts scenario. Het hoog-impacts scenario – dat niet langer uit te sluiten is – biedt een goed referentiekader om onze regio meer weerbaar en klimaatbestendig te maken.

### Primaire klimaateffecten

	Huidig klimaat	2030	2050	2100	Trend
Gemiddelde temperatuur per jaar (in °C)	9,7	11,9	13,1	15,8	stijgend
Aantal tropische dagen (>30°C)	5	18	21	40	zeer sterk stijgend
Aantal tropische nachten (>20°C)	1	23	29	51	zeer sterk stijgend
Aantal vorstdagen	43	37	29	10	sterk dalend
Aantal dagen met zware neerslag	4	8	10	16	stijgend
Neerslag totaal winter (l/m <sup>2</sup> )	227	229 (+1%)	242 (+7%)	292 (+29%)	stijgend
Neerslag totaal zomer (l/m <sup>2</sup> )	199	177 (-10%)	161 (-18%)	123 (-39%)	dalend
Lengte droogteperiode (dagen)	24	36	42	57	stijgend
Totale jaarlijkse verdamping (l/m <sup>2</sup> )	530	569	601	669	stijgend

Tabel 2 Overzicht primaire klimaateffecten in Baarle-Hertog

Door het broeikaseffect steeg de gemiddelde temperatuur op aarde reeds met 1,1°C t.o.v. de pre-industriële periode (1850-1900), voor België is dat gemiddeld reeds 2,6°C.<sup>9</sup> De temperatuurstijging laat zich in alle seizoenen voelen, het meest in de lente. Ter vergelijking: wereldwijd nam de temperatuur gemiddeld met ruim 1°C toe sinds de pre-industriële periode. De temperatuurtoename beïnvloedt de verdeling van lage- en hogedrukgebieden en daardoor ook winden en neerslag. De verandering van meteorologische variabelen noemt men **primaire klimaateffecten**. Het zijn effecten die de mens heeft veroorzaakt door overmatige uitstoot van broeikasgassen door de verbranding van fossiele brandstoffen, landgebruikswijzigingen en veeteelt. Hierdoor stijgt de concentratie van broeikasgassen in de atmosfeer en wordt er minder warmte afgegeven (het broeikaseffect).

	Huidig klimaat	2030	2050	2100	Trend
Gemiddelde temperatuur per jaar (in °C)	9,7	11,9	13,1	15,8	stijgend
Aantal tropische dagen (>30°C)	5	18	21	40	zeer sterk stijgend
Aantal tropische nachten (>20°C)	1	23	29	51	zeer sterk stijgend
Aantal vorstdagen	43	37	29	10	sterk dalend
Aantal dagen met zware neerslag	4	8	10	16	stijgend
Neerslag totaal winter (l/m <sup>2</sup> )	227	229 (+1%)	242 (+7%)	292 (+29%)	stijgend

<sup>9</sup> Bron: (Vlaamse Milieumaatschappij, 2020)

Neerslag totaal zomer (l/m <sup>2</sup> )	199	177 (-10%)	161 (-18%)	123 (-39%)	dalend
Lengte droogteperiode (dagen)	24	36	42	57	stijgend
Totale jaarlijkse verdamping (l/m <sup>2</sup> )	530	569	601	669	stijgend

**Tabel 2** geeft een overzicht van 9 klimaatparameters<sup>10</sup> voor de gemeente volgens het hoog- impactscenario<sup>11</sup>, berekend op basis van cijfers uit het klimaatportaal<sup>12</sup>. Het klimaatportaal is een initiatief van de Vlaamse Milieumaatschappij en bevat heel nuttige data en kaarten.

We zien een sterke toename van de gemiddelde zomertemperatuur en een zeer sterk stijgend aantal tropische dagen en nachten. Het aantal vorstdagen is niet onverwacht, sterk dalend.

Verder zien we dat het aantal dagen met zware neerslag, en de intensiteit van regenbuien toeneemt. Dat komt omdat warmere lucht minder snel verzadigd geraakt. Warme lucht kan meer vocht bevatten, wat leidt tot dikkere regendruppels die er dan ineens met alle geweld uitvallen. We merken nu al dat het minder dagen regent, maar dat, wanneer het regent, de regen intenser is<sup>13</sup>. Het is erg onzeker hoe de jaarlijkse hoeveelheid neerslag zal evolueren. Momenteel is deze stabiel. Het hoog impact scenario voorspelt een licht stijging, met vooral meer regen in de winter, maar wel met drogere zomers. Het aantal (aaneengesloten) dagen zonder neerslag neemt toe, waardoor we langere droogteperiodes krijgen, aangezien de neerslag over minder dagen gespreid wordt. Ook de verdamping neemt duidelijk toe door de hogere temperaturen, waardoor het neerslagtekort oploopt.

Verschillende parameters kunnen echter in de toekomst nog wijzigen onder invloed van storingen in de Golfstroom. De Golfstroom voert warm water aan vanuit de Golf van Mexico naar West Europa, en zorgt ervoor dat de temperaturen in West-Europa heel wat warmer zijn dan we zouden verwachten op onze breedtegraad. Maar als deze stroming

---

<sup>10</sup> Parameters uit het Klimaatportaal Vlaanderen (Vlaamse Milieumaatschappij, 2020)

<sup>12</sup> Bron: (Vlaamse Milieumaatschappij, 2020)

<sup>13</sup> Bron: (Vlaamse Milieumaatschappij, 2015)

verstoord wordt, is de kans groot dat dit een belangrijke impact zal hebben op de temperatuur en neerslagpatronen in het Noordelijk halfrond. Het smelten van de ijskap in Groenland zorgt voor extra aanvoer van zoet water en heeft als gevolg dat water minder goed kan zinken<sup>14</sup>. Studies hebben uitgewezen dat de thermohaliene circulatie sinds het midden van de twintigste eeuw reeds met 15% vertraagd is.

Een ander effect is de vertraging van de straalstroom<sup>15</sup>. Door de sneller opwarmende poolgebieden, houden bepaalde weertypen langere tijd aan. Het typisch Belgische wisselvallig weer, komt minder voor en we kennen meer en meer langere periodes standvastig weer van neerslag of droogte, van hitte of frisser weer.<sup>16</sup>

---

<sup>14</sup> Bron: (Praetorius, 2018)

<sup>15</sup> een "stroom" van lucht die zich op ca. tien kilometer hoogte beweegt

<sup>16</sup> Bron: (Nijs, 2010)

## 2. Klimaatrisico's

Bij alle gemeenten in de Kempen ligt de focus van de klimaatrisico's vooral op hitte en droogte. Maar ook kan plaatselijk extreme neerslag voor een toenemend overstromingsrisico leiden. Deze risico's worden hieronder verder uitgewerkt. De andere risico's zijn niet ofwel minder van toepassing voor Baarle-Hertog. In Tabel 3 worden de verschillende klimaatrisico's beschreven.

Tabel 3: Analyse klimaatrisico's voor Baarle-Hertog

Type van klimaatrisico	Huidig risiconiveau	Verwachte verandering in intensiteit en frequentie	Tijds-kader
Extreme hitte	matig	Toename vooral in de woonkern	KT
Extreme koude	laag	Afname	KT
Extreme neerslag	matig	Toename	KT
Overstromingen	matig	Toename, vooral in de valleien.	MLT
Zeespiegelstijging	laag	Geen invloed	nvt
Droogte	matig	Toename op zandgrond maar ook bij gevoelige natuur	KT
Stormen	laag	Mogelijk stijging door opwarming oceanen	LT
Erosie	laag	Geen: Baarle-Hertog ligt niet in erosiegevoelig gebied <sup>17</sup>	nvt
Natuurbranden	matig	Toename in naaldbossen en droge graslanden	KT

---

<sup>17</sup> Erosiegevoeligheidskaart van de Vlaamse gemeenten, Geopunt

Een (klimaat-)risico kan men volgens de Kinney-methode uitleggen als het product van drie factoren:



De kans dat een bepaald risico toeneemt drukken we meestal uit in een breuk (vb. een bui die om de 20 jaar voorkomt, het aantal hittegolven per jaar). Klimaatverandering leidt tot heel wat primaire klimaateffecten (zie **Tabel 2 Overzicht primaire klimaateffecten in Baarle-Hertog**). De kans op heel wat weersextremen neemt dus.

De **blootstelling** aan dit risico hangt vooral af van keuzes m.b.t. landgebruik. Verschillen in landgebruik beïnvloeden immers sterk de mate van overlast die ervaren kan worden. Verharding vergroot de blootstelling aan klimaatrisico's. Denk maar aan het hitte-eilandeffect, het verlies aan infiltratiemogelijkheden waardoor de afvoermogelijkheden voor water overbelast geraken, of door bebouwing in natuurlijke overstromingsgebieden. Bijkomende verharding zet een turbo op klimaatrisico's, omdat de natuur dan niet langer cruciale ecosysteemdiensten kan vervullen.<sup>18</sup> Voor elke hectare open ruimte die verhard wordt, gaat er gemiddeld ca. 2600 m<sup>3</sup> per jaar aan infiltratie van hemelwater verloren. Deze verdamppt terug of wordt via de riolering versneld naar de waterlopen afgevoerd. De jaarlijks gemiste infiltratie komt overeen met de inhoud van een Olympisch zwembad. Ook het risico op hittestress neemt toe: een afname van de fractie verhard oppervlak met 10% reduceert het stedelijk hitte-eilandeffect met 1,2 °C 's nachts en 2,0 °C overdag.<sup>19</sup> Verharding vermindert ook het de gerealiseerde koolstofopslag in de bodem: er zou ook naar schatting gemiddeld 5,8 ton CO<sub>2</sub>eq aan opgeslagen koolstof kunnen vrijko-

---

<sup>18</sup> Bron: (Renson, 2019)

<sup>19</sup> Bron: (Klok, Schaminée, Duyzen, & Steeneveld, 2012)

men.<sup>20</sup> Dat komt overeen met de jaarlijkse besparing van twee diepgaande energetische woningrenovaties.<sup>21</sup>

Wanneer schade door hitte, droogte of overstromingen toch optreedt, kan men trachten om de gevolgen te beperken. Het rampenfonds en andere verzekeringen zijn een manier om op een collectieve manier de schade te beperken van zowel droogte, overstromingen als andere weersextremen bij verschillende doelgroepen zoals landbouwers. Om de gevolgen van hitte te verminderen, is het nationale zon- en hitteplan en Vlaamse warmteactieplan.<sup>22</sup> Campagnes zoals "Warme dagen" proberen de negatieve gezondheidseffecten van hitte te verminderen door mensen tips te geven om af te koelen, zich te beschermen en voldoende te drinken.

Mitigatiebeleid probeert de kans dat bepaalde klimaatrisico's voorkomen te verminderen door de uitstoot van broeikasgassen te reduceren. Adaptatiebeleid wil preventief de blootstelling aan het gevaar verminderen of curatief de gevolgen van het probleem verminderen. Succesvol klimaatbeleid dat klimaatrisico's vermindert, zet dus in op het verminderen van de kansen, blootstelling en gevolgen. Het combineert dus zowel mitigatie als adaptatie, een preventieve en curatieve aanpak.

---

<sup>20</sup> Dit is een ruwe berekening op basis van de Ecoplantool (Vrebos, et al., 2017). De gemiddelde waarde per ha werd berekend door voor de totale hoeveelheid koolstofopslag in de bodem en waterinfiltratie in de provincie Antwerpen te delen door het aantal ha niet urbaan gebied. Om een ton C om te zetten naar ton CO<sub>2</sub> werd de omzettingfactor 3,66 gebruikt.

<sup>21</sup> Bron: (Provinciale Monitoringstool Klimaatacties, 2018)

<sup>22</sup> Bron: <https://www.warmedagen.be/voor-organisaties/warmteactieplan>

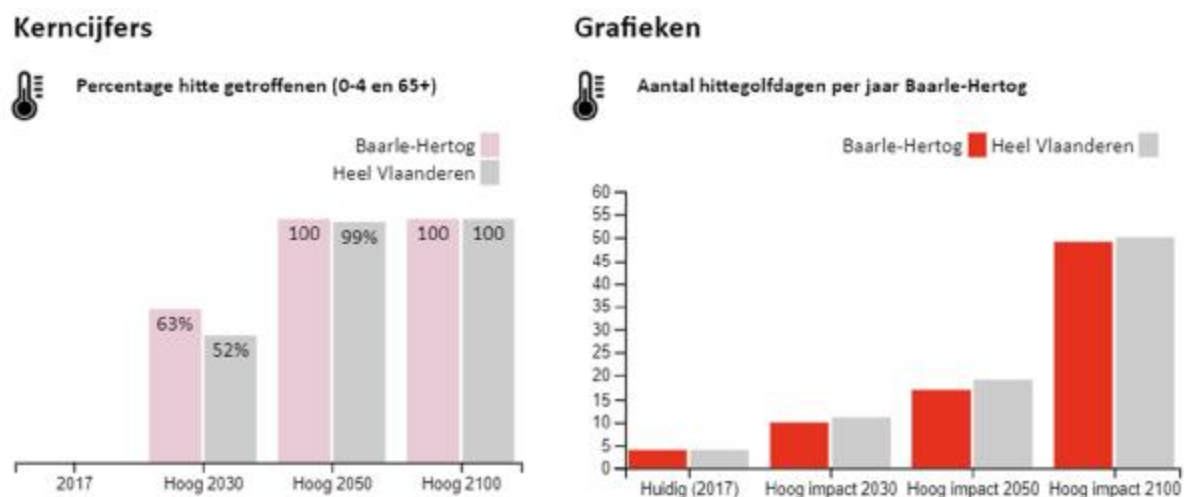
## Hitte

### Kans

De gemiddelde (zomer-)temperatuur stijgt. Sinds de jaren '70 is de frequentie van het aantal hittegolven<sup>23</sup> gestegen van één om de vijf jaar naar jaarlijks. In de zomer van 2019 werd de 40°C grens reeds overschreden en waren er drie hittegolven. In steden is die evolutie nog markanter dan op het platteland. Door die hoge mate van verharding zijn steden gemiddeld enkele graden warmer, met vooral 's nachts in de zomer verschillen tot 8°C.

Figuur 7 toont hoe het aantal hittegedagen kan evolueren en het percentage van inwoners in Baarle-Hertog dat in de toekomst erg zal lijden onder de hitte volgens het hoge-impact scenario..

Figuur 7 : Evolutie van het aantal hitte getroffen en hittegedagen<sup>24</sup>



De frequentie van het aantal hittedagen en tropische dagen<sup>25</sup> neemt toe, tegen 2050 zien we een verviervoudiging van het aantal hittegedagen, tegen 2100 een vertienvoudiging (zie Figuur 7).

<sup>23</sup> Men spreekt van een 'klimatologische hittegolf' wanneer de temperatuur gedurende minstens 5 dagen, minstens 25°C is en er minstens 3 dagen met temperaturen boven 30 °C zijn

<sup>24</sup> (Vlaamse Milieumaatschappij, 2020)

<sup>25</sup> Een hittedag is een dag waarop de maximale temperatuur hoger is dan 25°C, bij een tropische dag is dat meer dan 30°C



## Blootstelling

Voor Baarle-Hertog vindt het hitte-eilandeffect plaats in de dorpskernen, plaatsen met veel verharde oppervlakken en bebouwing. Die warmt overdag sterker op en koelt 's nachts langzamer af. De warmte blijft er ook langer hangen, dat is vooral 's nachts het meest voelbaar. Baarle-Hertog heeft een bosbedekking van 3,4%, wat lager is dan het provinciaal gemiddelde van 15%. Plaatsen met bomen zijn koeler door de schaduw, maar ook door het water dat bomen verdampen, zodat het verkoelend effect dubbel is.

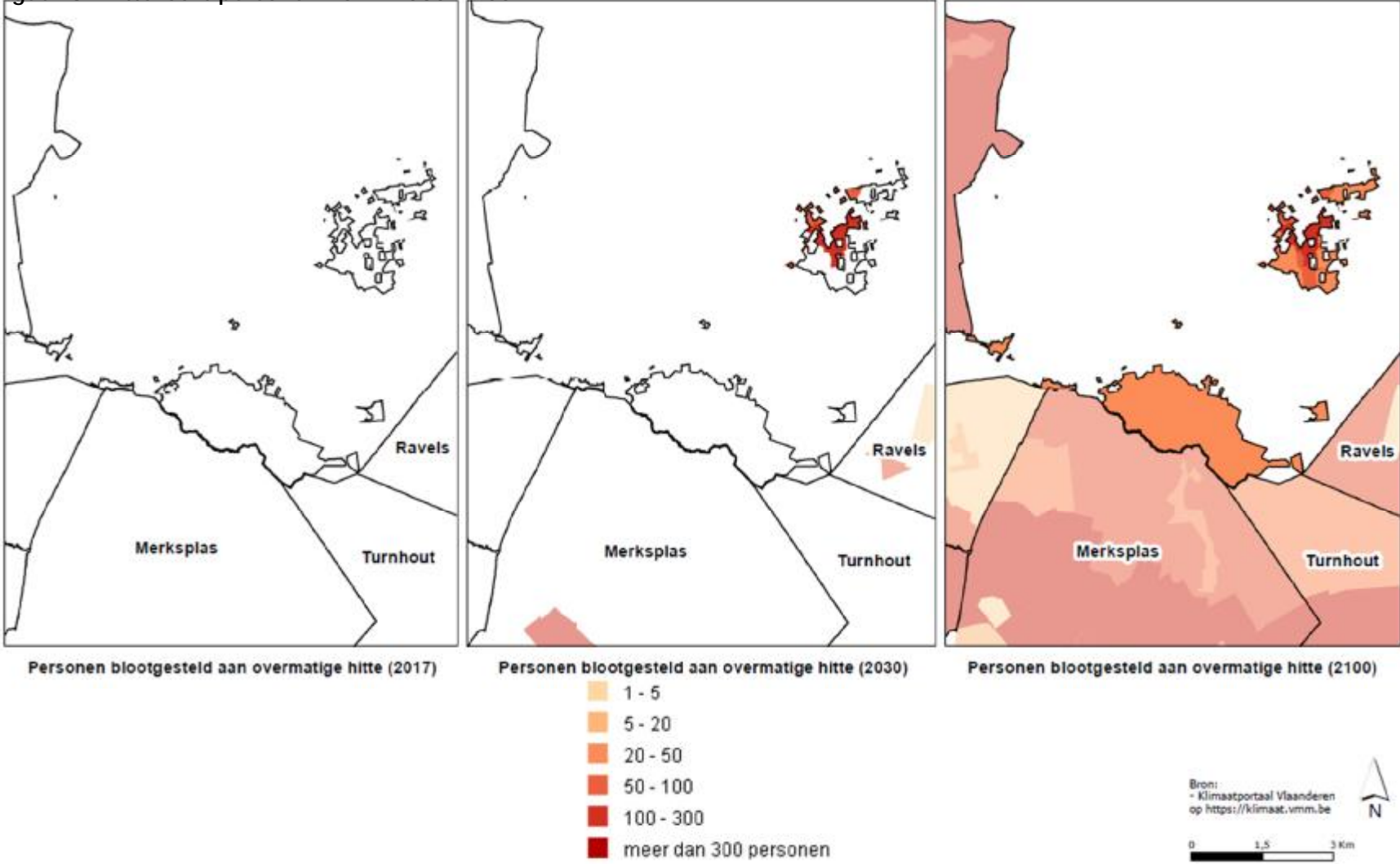
In 2030 zal bijna 2/3<sup>e</sup> van de kwetsbare personen (kinderen tot 4 jaar en 65+) in een gebied wonen waar de hittestressdrempel overschreden wordt.<sup>26</sup> Figuur 8 toont de zones waar de meeste hittegetroffenen zijn in Baarle-Hertog in het huidig klimaat (2017), in 2030 en vanaf 2050. Zo zien we dat de kwetsbaarheid van de bevolking voor hittestress sterk varieert naargelang de plaats in Baarle-Hertog. Hoe donkerder de zone, hoe groter de hittestress. Volgens het klimaatportaal zijn er in het huidig klimaat nog geen hittegetroffenen in de gemeente. In de nabije toekomst zijn het enkel de woonkernen, die te lijden zullen hebben onder hittestress. Tegen 2050 kleurt vrijwel heel de gemeente rood en worden ook mensen getroffen op het platteland.

In Baarle-Hertog zijn er volgens het klimaatportaal in het huidig klimaat nog geen kwetsbare instellingen met hittestress (zie Figuur 9). Maar vanaf 2030 zullen alle scholen in Baarle-Hertog, te lijden hebben onder hittestress. Dat heeft niet te maken met de staat waarin die zich bevinden, maar wel met de ligging.

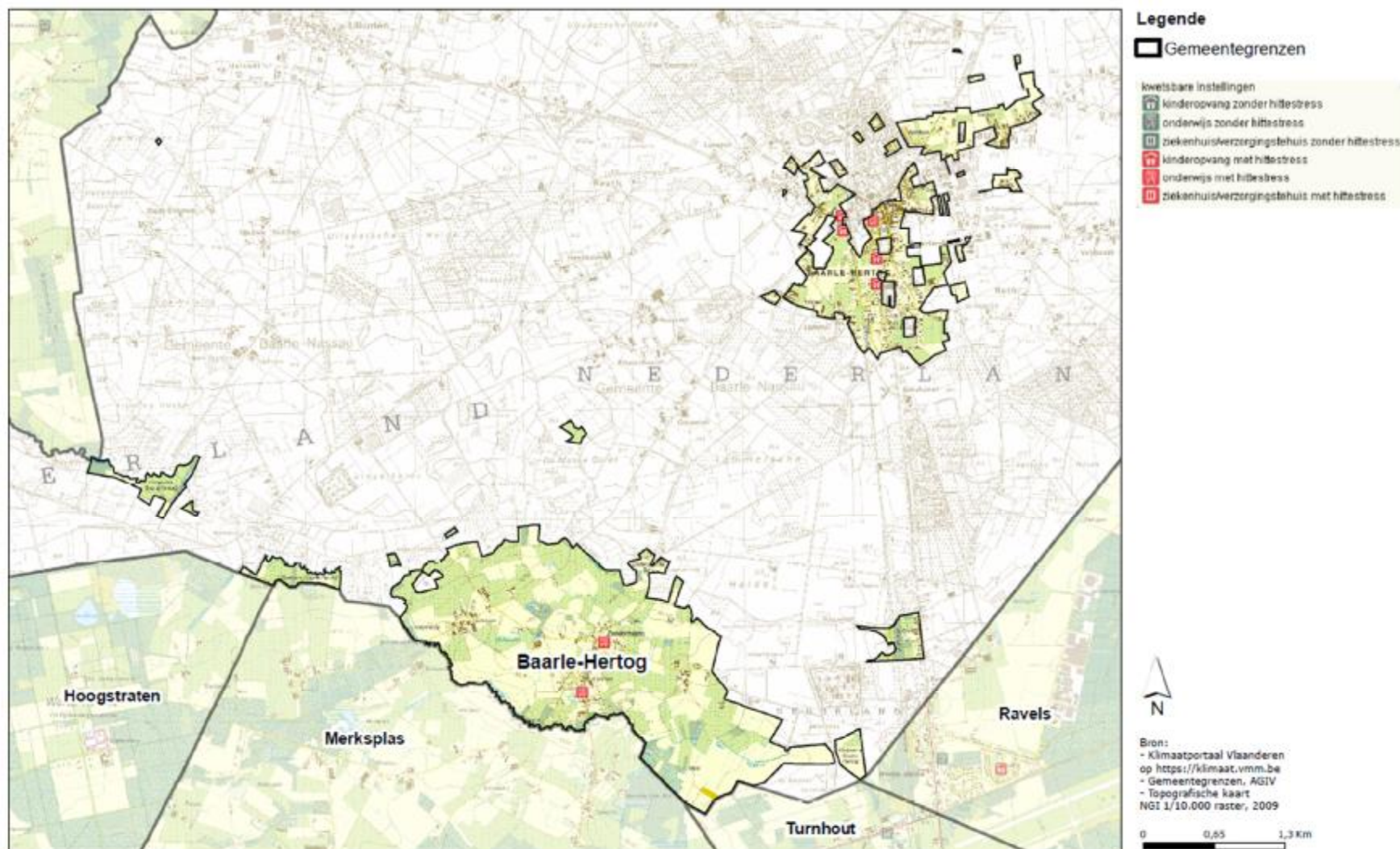
---

<sup>26</sup> De hittestressdrempel wordt overschreden als er binnen een bepaald gebied meer dan 60 hittegolfgaaddagen per jaar zijn. Het totaal aantal hittegolfgaaddagen wordt berekend door de som te maken van de overschrijdingen van de dagelijkse maximum- en minimumtemperaturen boven de drempelwaarden van respectievelijk 29,6 °C en 18,2 °C, voor de hittegolfdagen (volgens de definitie van de Federale Overheidsdienst Volksgezondheid) in de periode 1 april tot 30 september in een jaar.

Figuur 8: Hittekaart personen 2017-2030-2100



Figuur 9: Kwetsbare instellingen met hittestress



## Gevolgen

Hitte heeft een negatieve impact op de **volksgezondheid**. Bij zeer warme omgevings-temperaturen kunnen zich een aantal plotse probleemsituaties voordoen. We denken aan uitdroging, zwelling door warmte (warmte-oedeem), warmtekrampen, uitputting door hitte, hittedslag of zelfs hitteberoerte. Hitte kan dus schadelijk zijn voor de gezondheid. Een hitteberoerte kan zelfs dodelijk zijn. Vooral bij een hoge vochtigheidsgraad kan de lichaamstemperatuur snel stijgen, ook al is de omgevingstemperatuur niet extreem hoog. Vooral kwetsbare groepen zoals baby's, kleuters en ouderen boven 65 jaar, kunnen gezondheidsproblemen krijgen tijdens warme periodes. Hittegolven resulteren in meer vervroegde overlijdens. Het Wetenschappelijk Instituut voor Volksgezondheid Sciensano berekende dat de drie hittegolven van 2019 in België een 700-tal extra overlijdens meer dan verwacht veroorzaakte, ook wel oversterfte genoemd.<sup>27</sup>

De toenemende hitte heeft ook een negatieve impact op de **biodiversiteit**. Bij hoge temperaturen valt de fotosynthese, en dus ook de verdamping door planten stil, waardoor de omgevingstemperatuur ook stijgt. Soorten trachten hier aan te ontsnappen door geleidelijk noordwaarts te migreren, of naar plaatsen waar overleven voor hen meer kansen biedt. Daarvoor zijn samenhangende ecologische netwerken uiterst belangrijk: als de versnipperde natuurgebieden onderling verbonden zijn/worden via groene stapstenen of corridors, dan blijft de noodzakelijke uitwisseling en migratie tussen die gebieden toch nog mogelijk.

Hitte heeft ook **economische gevolgen**: het vermindert de arbeidsproductiviteit door concentratieverlies, vermoeidheid en besluiteloosheid. Er kunnen extra kosten en CO<sub>2</sub>-uitstoot ontstaan voor koeling van goederen, producten en kantoren.

Hitte kan ook problemen geven voor de **landbouw**, zowel in de veeteelt, akkerbouw en tuinbouw. Zo ligt de comfortzone van koeien tussen 5 °C en 20 °C en treedt hittestress op vanaf 25 °C. Op dagen met hoge temperaturen is het nodig dat er voldoende schaduw is op de weiden, dat stallen verkoeld worden en dat er extra zorg gegeven wordt aan dieren, ook tijdens het transport. Vooral varkens zijn gevoelig voor transport bij hittegolven en het risico op sterfte is dan groot. Ook gewassen ondervinden hittestress. Naast problemen door droogte, kunnen planten ook brandschade oplopen waardoor er opbrengstverliezen ontstaan. Niettegenstaande het aantal vorstdagen daalt, zijn er toch nog gere-

---

<sup>27</sup> (Bossuyt, 2019)

geld stevige 'winterprikken' in de lente. Omdat door de klimaatverstoring bomen en struiken vroeger in blad en bloem komen, kan dat voor flink wat schade zorgen voor de fruitteelt. Als bloesems bevroren leidt dit tot sterk verminderde opbrengst

## Droogte

### Kans

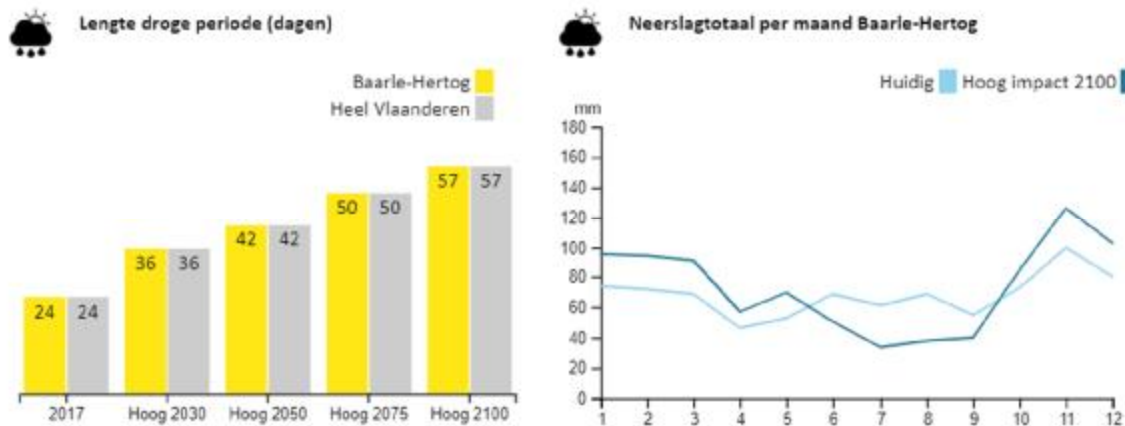
Klimaatverandering doet het droogterisico toenemen. De kans op schade door droogte neemt toe door de volgende primaire klimaateffecten:

- **Verschuiving van neerslagpatronen.** Door de klimaatverandering verandert het regenpatroon voor onze streken. Er wordt ongeveer dezelfde hoeveelheid neerslag per jaar verwacht maar meer regen in de winter en minder in de zomer. Zie onderstaande figuur.
- **Minder verspreide neerslag.** De neerslag die valt gebeurt bovendien in veel geconcentreerde vorm via **hevigere buien** op kortere tijd, en steeds minder verspreid en geleidelijk.
- Er komen ook meer **blokkering in onze weerpatronen** zodat het typische wisselvallige weer vervangen wordt door lange periodes van regen of dagelijks hevige zomeronweders, gevolgd door lange periodes zonder neerslag, ook in de winter.
- Er is een geleidelijke toename van het **jaarlijks aantal droge dagen** in Baarle-Hertog. Het gemiddeld aantal neerslagdagen zou van 194 dagen in het huidig klimatologisch gemiddelde dalen, naar 170 dagen tegen 2030.
- **De lengte van de droge periodes**, aaneengesloten periodes waarin de neerslag minder dan 0,5/m<sup>2</sup> bedraagt, duren bovendien steeds langer. Zie onderstaande figuur.
- Door de stijgende temperaturen neemt bovendien de **verdamping** toe. Deze verdamping neemt sneller toe dan de stijging van de neerslag, in het bijzonder in het zomerhalfjaar tijdens het groeiseizoen.

Hierdoor ontstaat een onevenwicht tussen vraag en aanbod van water. Het droogterisico neemt vooral toe wanneer de vraag naar water net het hoogst is, tijdens het groeiseizoen in de landbouw. Ook het drinkwaterverbruik stijgt in de zomermaanden.



Figuur 10 Evolutie van de lengte van droge periode en spreiding van neerslag<sup>28</sup>



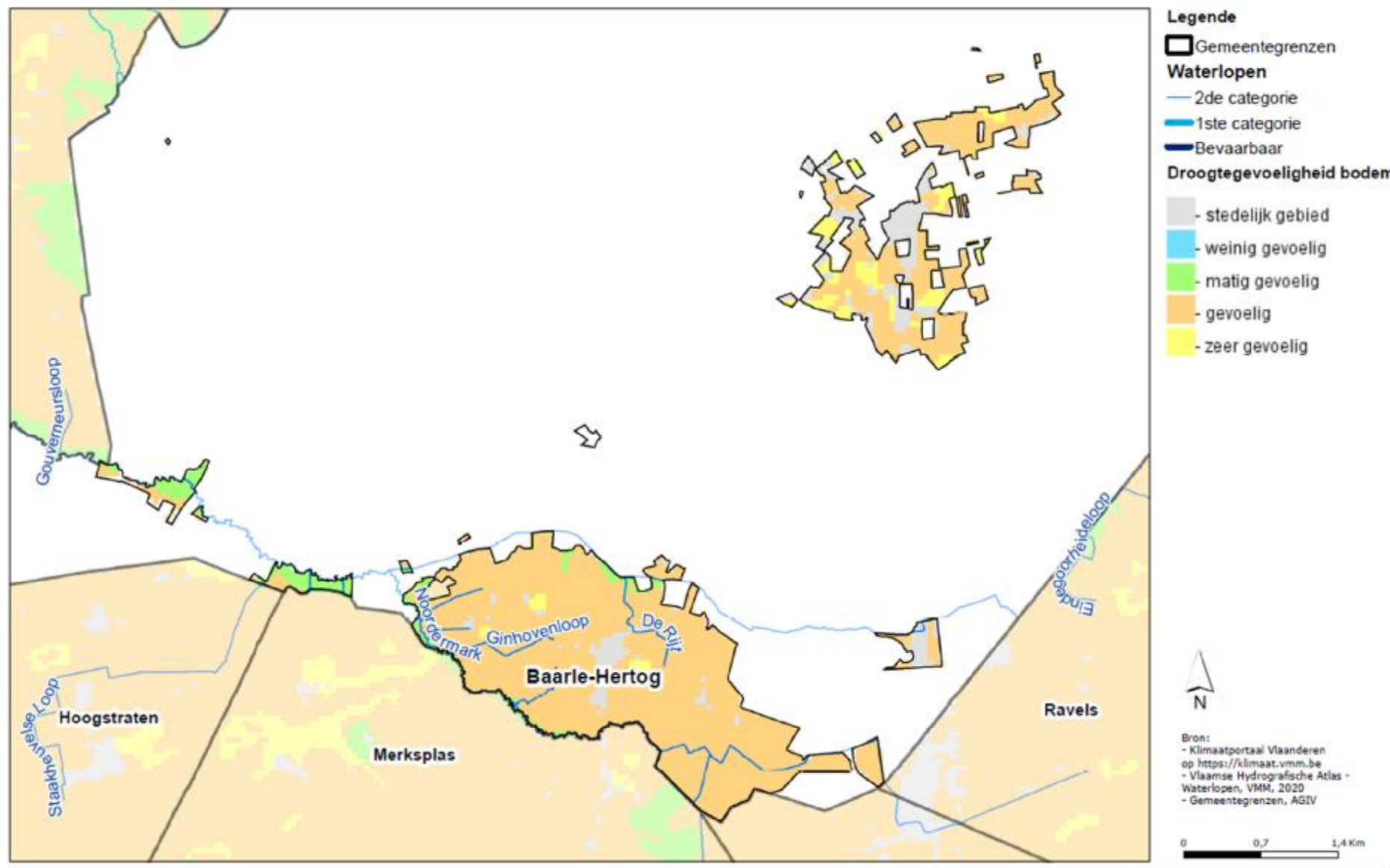
### Blootstelling

Het droogterisico wordt niet alleen beïnvloed door neerslagpatronen, maar ook door geografische factoren zoals de bodem, de af- en toevoer van water via waterlopen, de bodembezetting, het landgebruik (vb. het oppompen van grondwater voor de landbouw) en het lokale reliëf. De droogtegevoeligheid van de bodems in de gemeente zien we op **Figuur 11**. Op deze kaart wordt de droogtegevoeligheid van de bodem weergegeven, gebaseerd op de bodemtextuur (hoe groter de korrel, hoe sneller een bodem uitdroogt). Zo zal een zandbodems sneller uitdrogen dan een fijnkorrelige leembodem. Op de kaart zien we dat een groot deel van het grondgebied van Baarle-Hertog uit droogtegevoelige tot zeer droogtegevoelige zandbodems bestaat (zie ook **Figuur 11**).

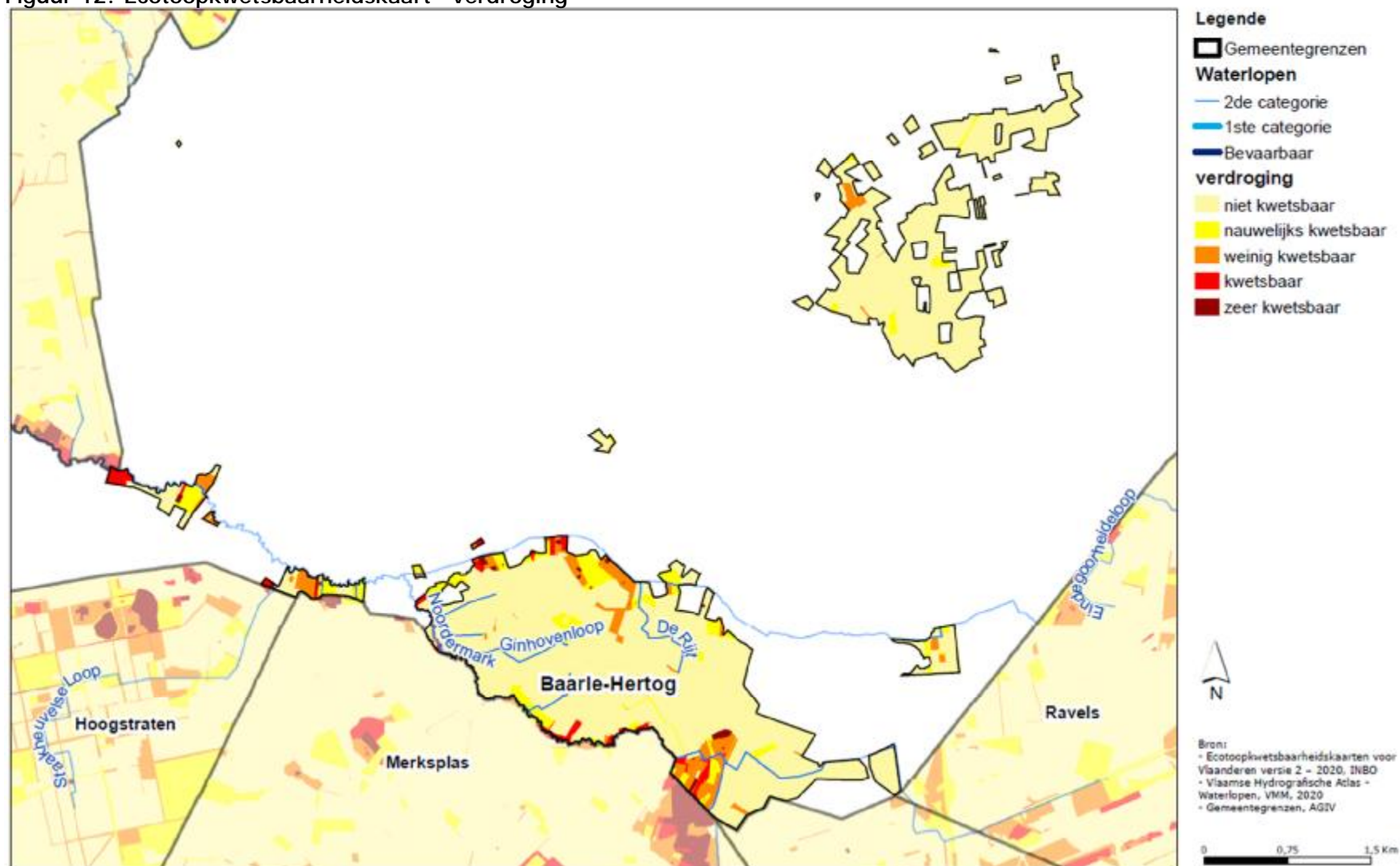
In valleigebieden, kunnen kwetsbare planten en bomen wél erg gevoelig zijn aan uitdroging. Bodembezetting door natte natuur betekent een vergrote kwetsbaarheid van de natuur. Dat wordt weergegeven in **Figuur 12** die de kwetsbaarheid van ecotopen voor droogte toont. Deze omvat zowel de vegetatiegemeenschappen als het grondgebruik en de landschapselementen. De kaart combineert droogtegevoeligheid met de gegevens uit de biologische waarderingskaart. Op deze kaart zien we dat de waardevolle natuur in de valleien van het Merkske en de Noordermark erg kwetsbaar is aan verdroging.

<sup>28</sup> (Vlaamse Milieumaatschappij, 2020)

Figuur 11: Droogtegevoeligheid bodem



Figuur 12: Ecotoopkwetsbaarheidskaart –verdroging





Door verharding gaat er momenteel veel infiltratie van grondwater verloren. In Figuur 14 wordt de **verloren hoeveelheid infiltratie** weergegeven: het aantal m<sup>3</sup> water per hectare per jaar dat niet wordt gerealiseerd voor het aanvullen van de grondwatervoorraad, voornamelijk door verharding. Ter vergelijking, in een Olympisch zwembad zit zo'n 2.500 m<sup>3</sup> water. In de kernen verliezen we dus 1 tot 2 Olympische zwembaden aan waterinfiltratie per ha per jaar. Zo'n 16% van het hemelwater gaat op die manier jaarlijks verloren voor infiltratie.<sup>29</sup> De directe infiltratie van neerslagwater is overal en altijd wenselijk, zelfs in gebieden met een ondiepe grondwaterstand of beperkte infiltratiesnelheid. Het vermijden van afstroming naar riolen en waterlopen is noodzakelijk om toekomstige wateroverlast te beperken. Het streven naar een maximale afkoppeling bij nieuwe verharding is daarom noodzakelijk. Ook is het risico op hittestress veel groter in verharde omgevingen. Bijkomende verharding zet dus een turbo op klimaatrisico's, omdat de natuur dan niet langer cruciale ecosysteemdiensten kan vervullen.<sup>30</sup>

Daarnaast zijn er heel wat **vergunde grondwaterwinningen** door (landbouw-)bedrijven. 8,75% van het geïnfiltrerde grondwater wordt naar schatting weer opgepompt door vergunde grondwaterwinningen in Baarle-Hertog.<sup>31</sup>

De afvoer van hemelwater en oppervlaktewater is een andere factor met een grote invloed op het droogterisico. Momenteel is de waterbeschikbaarheid per persoon in Vlaanderen circa 1480m<sup>3</sup>, wat veel lager is dan het Europese gemiddelde. Vlaanderen behoort daarmee formeel tot de categorie van waterschaarse regio's. Het Vlaamse watersysteem is er bovendien op gericht om het water zo snel mogelijk af te voeren via buizen en grachten. Het wordt steeds belangrijker om gebruik maken van de perioden met neerslagoverschot om perioden met neerslagtekorten te overbruggen. Door opnieuw meer water de kans te geven om ter plaatse te blijven en te infiltreren in de bodem, sparen we de neerslag voor de lange droge periodes. Zo verminderen we het risico op zowel wateroverlast (vb. pieken in afvoer in het oppervlaktewater worden zo afgezwakt), als het droogterisico. Water is langer onderweg, waardoor de waterlopen in de zomer langer water krijgen aangevoerd en minder (lange) captatieverboden nodig zijn. Natte gebieden krijgen langer grondwater aangevoerd waardoor ze minder te leiden hebben onder droogte.

---

<sup>29</sup> (Vrebos, et al., 2017)

<sup>30</sup> (Renson, 2019)

<sup>31</sup> (Vrebos, et al., 2017)

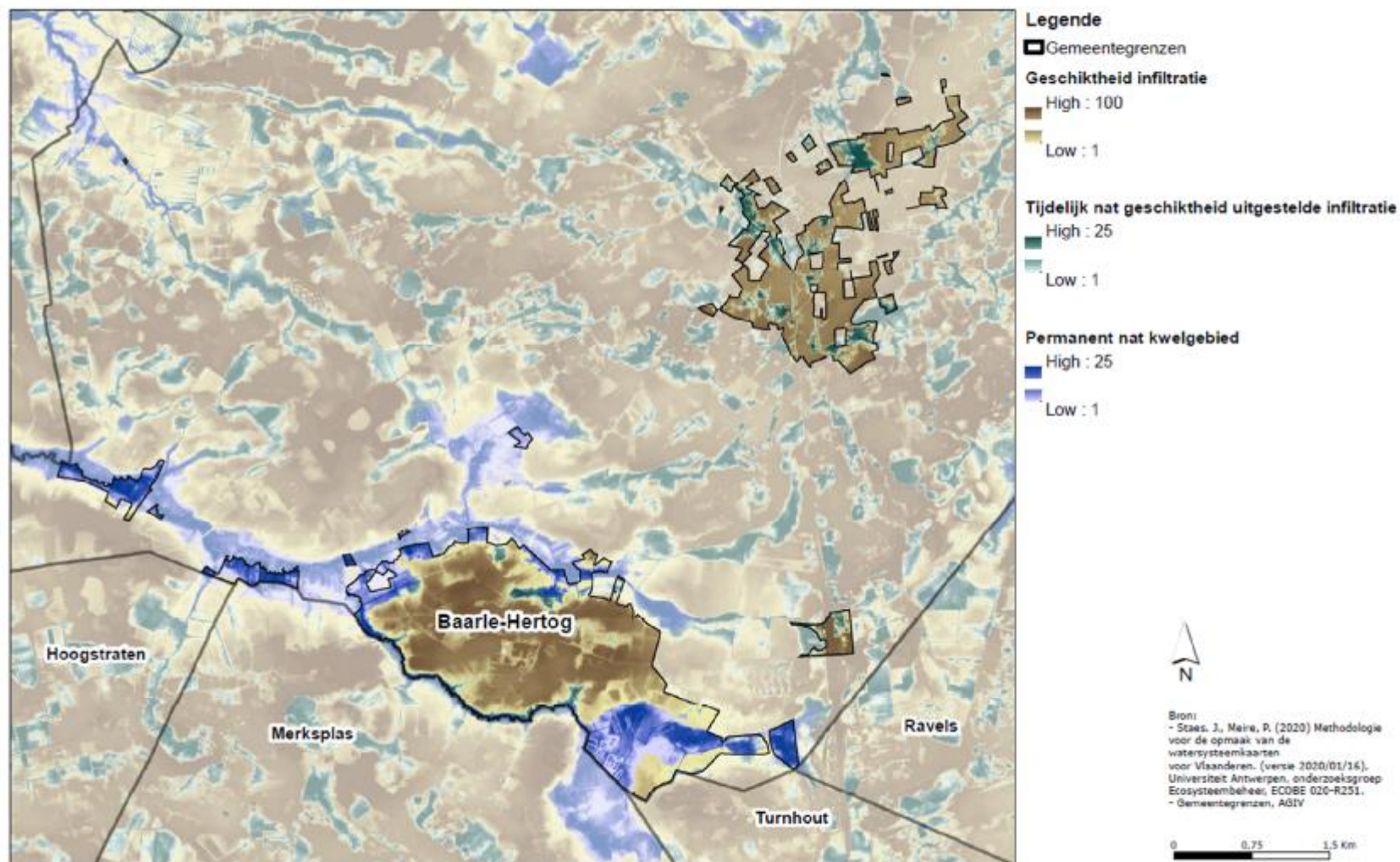
De watersysteemkaart helpt ons om voor elke locatie de beste maatregel te nemen.<sup>32</sup> Deze kaart is gebaseerd op het lokale reliëf, ook wel de topografische positie-index (TPI) genoemd. Een TPI is simpelweg het verschil tussen de hoogteligging van een locatie ten opzichte van de gemiddelde hoogteligging van de omgeving rond die cel.

De watersysteemkaart kan hierbij helpen (zie Figuur 13). Deze kaart deelt de gemeente op in drie verschillende gebieden; gaande van ideale infiltratiegebieden waar het water de grondwatertafel duurzaam aanvullen tot kwelgebieden. Elke gebied heeft andere maatregelen nodig om het lokale droogterisico te verminderen. Je hebt de **bruine infiltratiegebieden**, de bruine zones op de kaart, waar het water het snelst naar het grondwater infiltreert en het langst in de gemeente blijft. Hoe hoger de waarde (0-100), hoe geschikter voor grondwateraanvulling. Voor het opbouwen van een strategische grondwatervoorraad kan men best zones selecteren die een waarde hebben die hoger is dan 50 (donkerbruin). Hier is het cruciaal om infiltratie te bevorderen door bijkomende verharding te vermijden of infiltratiesystemen te voorzien (vb. WADI's, infiltratieputten). Een andere effectieve maatregel is het omvormen van dennenbossen naar loofbos, voedselarme graslanden of heide. Op akkers kan men maatregelen nemen om de bodemverdichting door landbouwwerktuigen te verminderen. In de **groene, tijdelijke natte zones** infiltreert het hemelwater trager. Hier is het van belang om de versnelde afvoer door drainage te vertragen of stop te zetten en op die manier tijdelijke draslanden te herstellen. In de **blauwe, permanent natte zones** komt het er op aan om ruimte te geven aan water. De maximale opslagcapaciteit voor water vinden we terug in moerasgebied. Ook hier is het van belang om afwatering af te bouwen om van deze gebieden een werkelijke buffer te maken. In deze gebieden zou men onnodige drainage moeten vermijden en dus zeker vrijwaren van bebouwing.

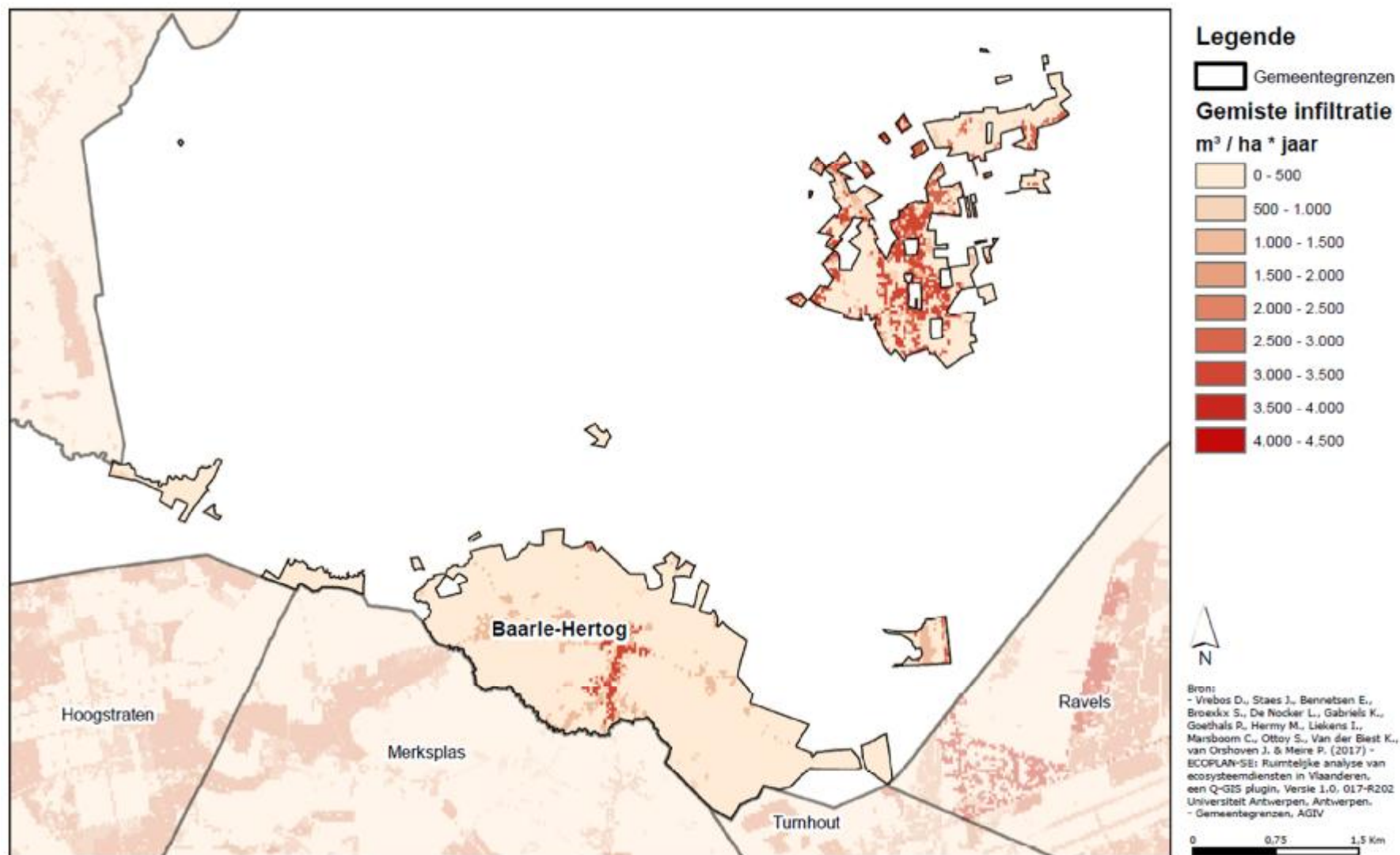
---

<sup>32</sup> (Staes & Meire, 2019)

Figuur 13: Watersysteemkaart



Figuur 14: Niet-gerealiseerde infiltratie

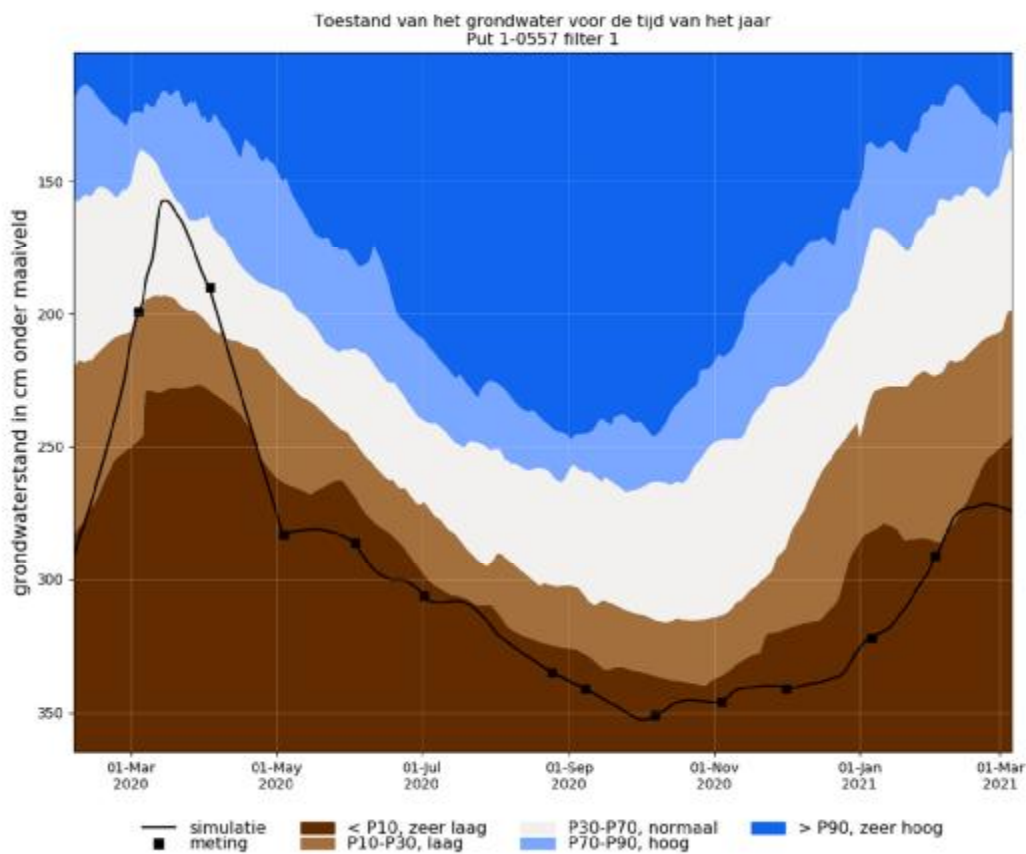




## Gevolgen

Droogte uit zich door middel van lagere grondwaterstanden, het droogvallen van beken en dalende afvoerdebieten van rivieren. Door de klimaatverstoring schommelen de **grondwaterniveaus** veel meer waardoor we zowel meer last van droogte als van wateroverlast hebben. Ook in een normaal jaar staat het grondwater lager in de zomer dan in de winter, maar de laatste jaren, zien we dat de pieken en dalen in de grondwaterstand hoger en dieper worden. In een relatief korte tijd kan de grondwaterstand van erg laag naar erg hoog voor de tijd jaar gaan. Dit zagen we heel goed in het grondwaterpeil tussen 2020 en 2021 in het meetpunt te Merksplas, nabij Baarle-Hertog.

Figuur 15: Toestand van het grondwater voor de tijd van het jaar (2020-2021) aan het meetpunt nabij Baarle-Hertog<sup>33</sup>



<sup>33</sup> (Databank Ondergrond Vlaanderen, 2021)

Lage grondwaterstanden leiden tot problemen voor het drinkwater. Vooral in de zomer kan dit leiden tot een drinkwatertekort, al is dit risico momenteel nog niet aan de orde.

Langdurige droogte treft ook de recreatiesector (door bv. blauwalgvervuiling). Droogte kan zorgen voor bodemverzakkingen en schade aan **infrastructuur en gebouwen**. Droogte kan ook leiden tot economische schade, vooral in **landbouwgebied**. Bepaalde gewassen zijn extra droogtegevoelig, zoals groenten, maïs en aardappelen. Ook heeft droogte impact op weidedieren, zowel qua voeding als qua dierenwelzijn. Droogte en warmte gaan immers vaak hand in hand. Bij droogte groeit het gras minder goed, waardoor de ruwvoederwinning in de problemen kan komen, zowel bij directe begrazing als bij inkuilen.<sup>34</sup> Daarnaast leidt de lage waterstand tot een tijdelijk verbod op het oppompen van grondwater of oppervlaktewater (captatieverbod), wat ook tot lagere opbrengst leidt.

Algemeen genomen heeft droogte immers een negatieve impact op de **biodiversiteit**. Veel planten en bomen hebben te lijden onder de droogte, geraken daardoor verzwakt en zijn daardoor vatbaarder voor allerlei plaagsoorten. Allerlei waterafhankelijke diersoorten, vooral die soorten die niet of moeilijk kunnen uitwijken zoals vissen en amfibieën, hebben te lijden onder droogte en het droogvallen van poelen, vijvers en beken. Naast toenemende CO<sub>2</sub>-emmissies, versnelt droogte in natte gebieden ook het composteringsproces waardoor veel nutriënten vrijkomen, eutrofiëring genaamd. Op zo'n plaatsen gaan vaak brandnetels en braamstruiken beginnen woekeren.

Lagere waterbeschikbaarheid zorgt ervoor dat rivieren in droge periodes minder watervoerend zijn, omdat er minder aanvoer is vanuit grondwaterstromingen. Dat betekent ook een **slechtere kwaliteit van oppervlaktewater** door verminderde verdunning van de vuilvracht, en dus hogere kosten bij zuivering van oppervlaktewater tot drinkwater.

---

<sup>34</sup> Info van Dienst Landbouw en Plattelandsbeleid, Provincie Antwerpen

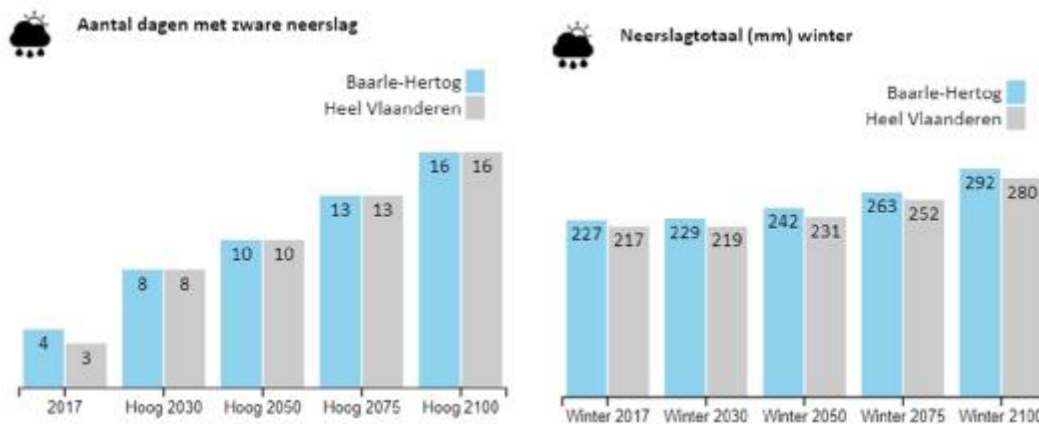
## Overstromingen

### Kans

Een stijgend risico op wateroverlast en droogte zijn twee zijdes van dezelfde medaille. Hoe de totale jaarlijkse neerslag evolueert is nog onduidelijk, maar we zien nu al wel dat de spreiding van de neerslag verandert. Dit leidt tot een stijgende kans op overstromingen. Primaire klimaateffecten die de kans op overstromingen vergroten:

- Het aantal dagen met zware neerslag neemt toe.
- De frequentie van buien neemt af, vooral in het zomerhalfjaar.
- De intensiteit van regenbuien neemt toe, vooral in het zomerhalfjaar
- De totale neerslaghoeveelheid in de wintermaanden stijgt significant.

Figuur 16: Evoluties in neerslagpatronen door klimaatverandering<sup>35</sup>



### Blootstelling

Overstroming vanuit de waterlopen, de zogenaamde 'fluviale overstroming' of beekoverstroming, komt het meest voor in het winterseizoen. Een goede manier om de kans op overstroming in een bepaald gebied weer te geven is de watertoetskaart<sup>36</sup>. Ze geeft een goed beeld over de overstromingsgevoeligheid die er nu reeds heerst, aan de hand van twee types overstromingsgebieden:

<sup>35</sup> (Vlaamse Milieumaatschappij, 2020)

<sup>36</sup> In de loop van 2021 worden nieuwe overstromingsgevaarkaarten verwacht

- **Effectief overstromingsgevoelige gebieden zijn** de recent overstroomde gebieden (ROG), gecorrigeerd op basis van de hoogteligging, aangevuld met de gemodelleerde overstromingsgebieden met middelgrote kans (d.w.z. een herhalingsperiode van 100 jaar).
- **Mogelijk overstromingsgevoelige gebieden zijn** de van nature overstroombare gebieden (NOG) met uitzondering van de zones die al geruime tijd (sinds de jaren '70 of eerder) bebouwd zijn.

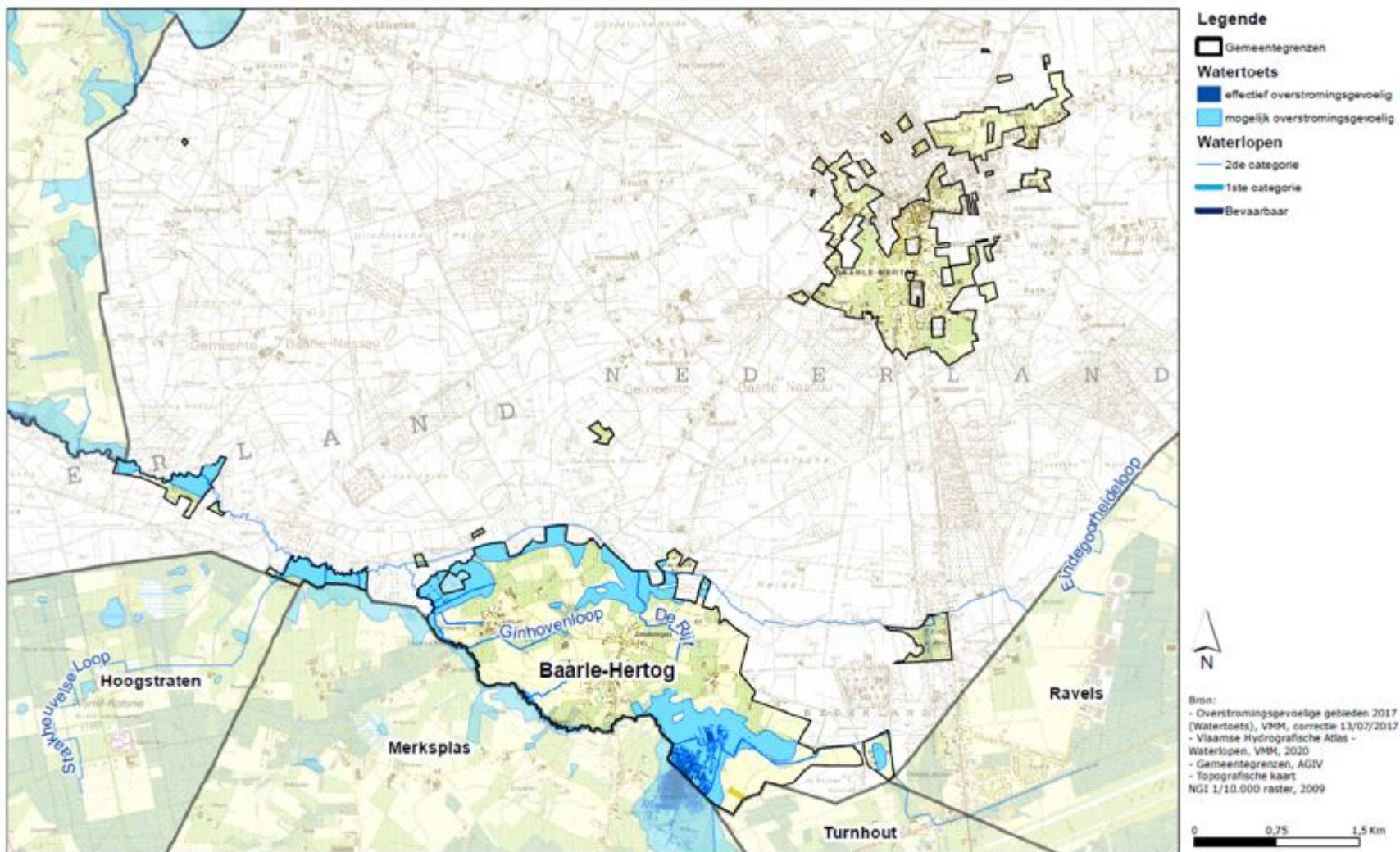
We zien op onderstaande kaart dat er verschillende zones in Baarle-Hertog overstromingsgevoelig zijn in Ginhoven en Zondereigen. De watertoetskaart hierboven maakt een onderscheid tussen effectief overstromingsgevoelige gebieden (donkerblauw) en mogelijk overstromingsgevoelige gebieden (lichtblauw). Dit geeft alleen overlast naarmate er ook getroffen zijn. Om dit te vermijden, moeten we valleigebieden zoveel mogelijk vrijwaren van bebouwing, zodat de rivier haar waterbergend vermogen ten volle kan waarmaken. Tevens schept dit kansen voor behoud en uitbreiding van draslanden (rietkragen, moerassen, moerasbossen en veengebieden), voor biodiversiteit en koolstofopslag. Overal in de lichtblauwe gebieden kan men op zoek gaan naar kansen om het water op te houden in de kleine haarvaatjes van het watersysteem, om droogte te voorkomen in de zomer. Dat is ook het idee van de Blue Deal van minister Z.Demir<sup>37</sup>.

---

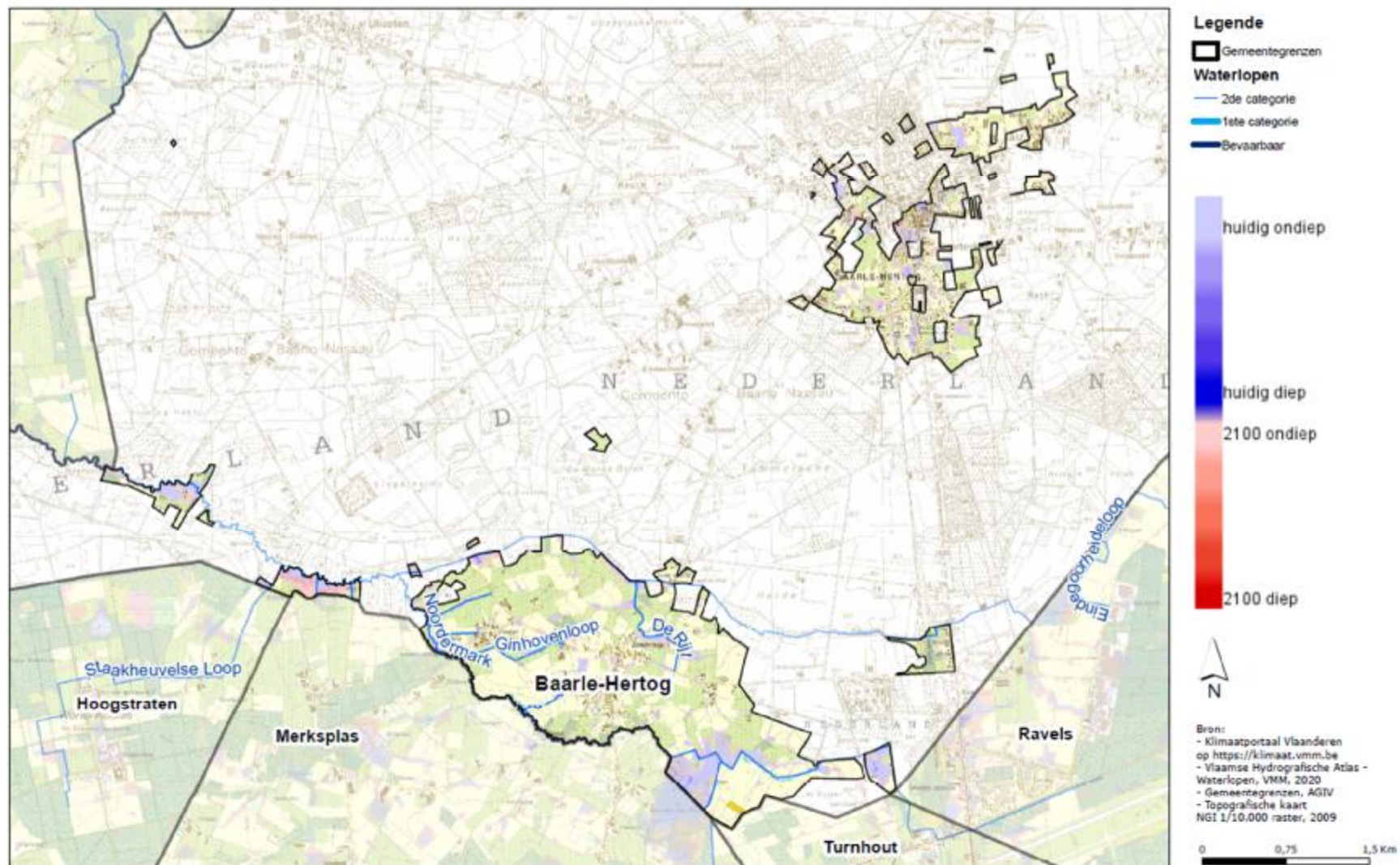
<sup>37</sup> ( Coördinatiecommissie Integraal Waterbeleid, 2020)



Figuur 17: Watertoetskaart

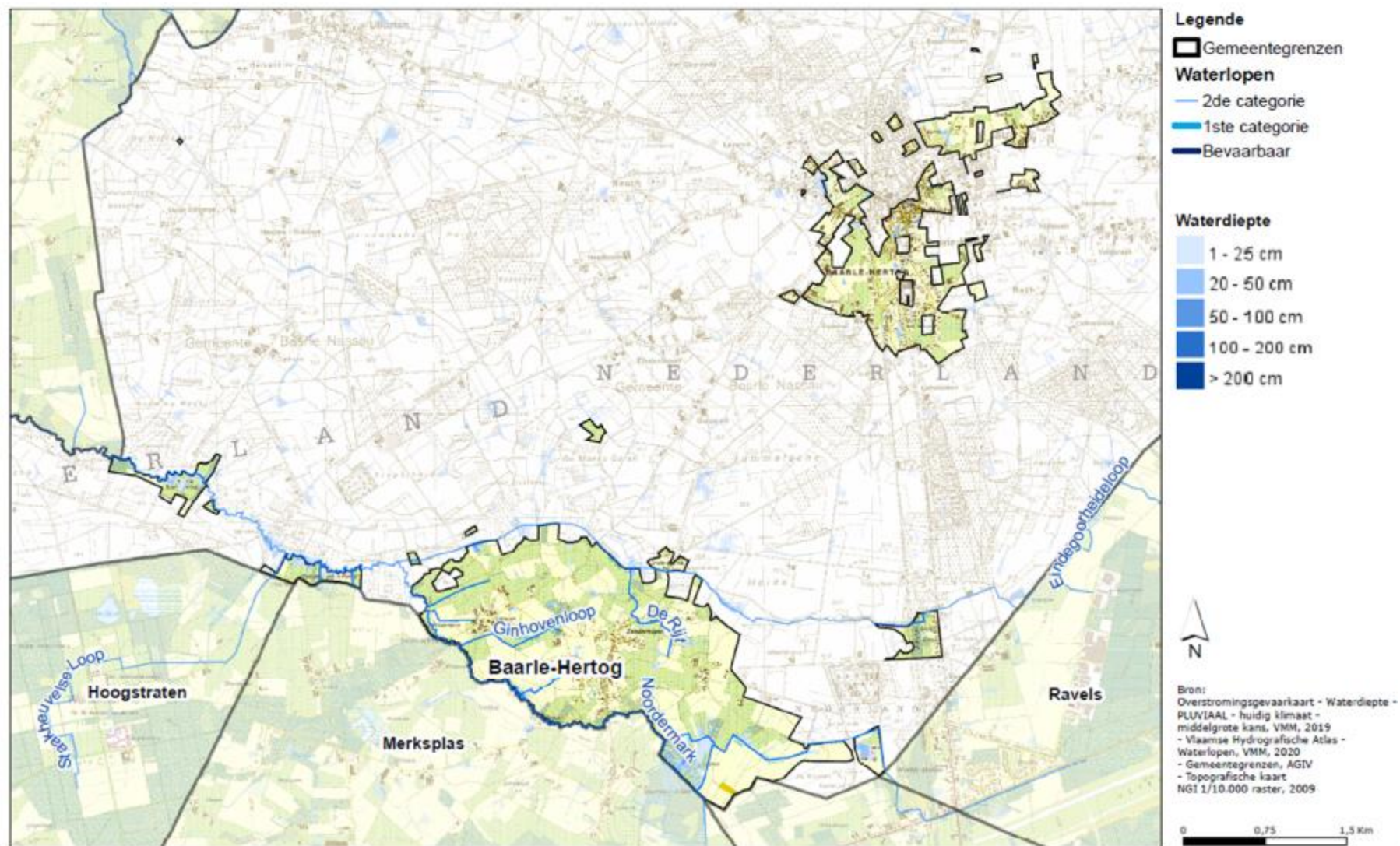


Figuur 18: Aangroei overstroombaar gebied tegen 2100





Figuur 19: Overstromingsgevaarkaart: waterdiepte bij pluviale overstromingen met middelgrote kans



Hoe gaan de overstromingsgevoelige gebieden evolueren in de toekomst? Bovenstaande kaart 'aangroei overstroombaar gebied' uit het Klimaatportaal geeft daar meer informatie over. In rode tinten toont de kaart het gebied waar thans geen risico op laagfrequente overstroming is, maar in de toekomst wel volgens het hoog-impact-scenario. Men ziet dat het overstroombaar gebied in de toekomst nog kan uitbreiden. Men kan de kaart op het Klimaatportaal gebruiken om in te zoomen op andere gebieden en wijken in de gemeente. We zien dat de overstromingsgevoelige gebieden zich uitbreiden, maar ook dat de maximale overstromingsdiepte toeneemt. Bij sterke klimaatverandering is de verwachting dat piekafvoeren van rivieren en beken op bepaalde momenten kunnen gaan toenemen tot wel 35%.<sup>38</sup> De terugkeerperiode van een overstroming die onder het huidige klimaat één keer om de 20 jaar voorkomt, zal bij sterke klimaatverandering ongeveer één keer om de 5 jaar kunnen voorkomen. Deze overstromingen kunnen vooral in de winter gebeuren

In uitvoering van de Europese Overstromingsrichtlijn werden tegen eind 2019 overstromingsgevaarkaarten en overstromingsrisicokaarten opgemaakt op basis van statistische, hydrologische en hydrodynamische modellen. Deze kaarten zijn te raadplegen via [www.waterinfo.be](http://www.waterinfo.be) voor het huidige en toekomstige klimaat, en voor 3 kansscenario's kleine kans, middelgrote kans en grote kans op overstromingen, wat overeenkomt met extreme neerslag die om de 10 (T10), om de 100 (T100) of gemiddeld om de 1000 jaar plaatsvindt (T1000). De overstromingsgevaarkaarten zijn de kaarten die de 'fysische eigenschappen' van de overstromingen beschrijven zoals de overstromingscontouren, waterdieptes en stroomsnelheden<sup>39</sup>. Pluviale overstromingsgevaarkaarten brengen de invloed van de rioleringsinfrastructuur tijdens intense neerslag in kaart. Hoe donkerder blauw, hoe dieper een zone onder water kan komen te staan (Figuur 19, voor middelgrote kans = T100).

Ook in stedelijk gebied en dorpskernen zullen door de klimaatverstoring vaker overstromingen plaatsvinden, omdat de intensiteit van buien toeneemt. De meeste rioleringen zijn ontworpen om water af te voeren van buien die één keer om de 20 jaar voorkomen (T20). De neerslagintensiteit van buien neemt echter toe. Grote neerslaghoeveelheden op korte tijd kunnen lokaal wateroverlast veroorzaken, ook in de zomer door zogenaam-

---

<sup>38</sup> (Provincie Antwerpen, 2016)

<sup>39</sup> (Coördinatiecommissie Integraal Waterbeleid, sd)

de 'hitte-onweders'. Deze **riooloverstromingen** of zogenaamde '**pluviale overstromingen**' kunnen vooral voorkomen in gebieden met veel asfalt en beton en beperkte infiltratie- en afvoercapaciteit. De verharde oppervlakten nemen ook alsmaar toe. De aangekondigde bouwshift wakkert de bouwwoede nog aan<sup>40</sup>.

Er zijn in Baarle-Hertog geen **signaalgebieden**.<sup>41</sup> Het gaat om gebieden met een mogelijke tegenstrijdigheid tussen de huidige bestemmingsvoorschriften en de belangen van het watersysteem. Als na grondige analyse van een signaalgebied blijkt dat het risico op wateroverlast bij ontwikkelen van het gebied volgens de bestemming toeneemt, dan beslist de Vlaamse Regering tot een vervolgtraject voor dat gebied zoals een herbestemming naar natuur.

## Gevolgen

Overstromingen zijn eigenlijk een natuurlijk fenomeen, maar de mens heeft het bodemgebruik hiervan losgekoppeld. Doordat decennia lang onze ruimtelijke ordening te weinig ruimte voorzag voor de waterlopen en veel waterlopen werden rechtgetrokken of ingebuisd, kan er veel schade ontstaan, waardoor de samenleving tijdelijk ontwricht kan raken. Overstromingen kunnen immers problematisch zijn voor **gebouwen, infrastructuur en voorzieningen**. Overstromingen kunnen daardoor heel wat maatschappelijke chaos en menselijk leed veroorzaken dat niet altijd in geld uit te drukken is.

In Baarle-Hertog wonen 0 inwoners (0% van de lokale bevolking) in recent overstroomde gebieden of in gebieden die bij extreme neerslag die gemiddeld eens om de 100 jaar plaatsvindt (T100), kan overstromen (cijfers 2017)<sup>42</sup>. 0,4% van de gebouwen in Baarle-Hertog kan eens in de duizend jaar gevaarlijk overstromen (70cm of dieper). Volgens het hoog-impact scenario kan dit stijgen naar 1,1%.<sup>43</sup> Dit is lager dan het Vlaamse gemiddelde.

Overstromingen maken het lastig of onmogelijk om het land te bewerken. Dit kan leiden tot kortere groeiseizoenen en lagere opbrengsten. Ook overstromingen met water van slechte kwaliteit zijn een zorg voor vele landbouwers omwille van de strenge eisen rondom voedselveiligheid. Gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen spoelen weg bij

---

<sup>40</sup> (Ysebaert, 2018)

<sup>41</sup> (Coördinatiecommissie Integraal Waterbeleid, sd)

<sup>42</sup> (Interprovinciale werking klimaat + Data & Analyse, 2020)

<sup>43</sup> (Vlaamse Milieumaatschappij, 2020)

overstromingen. Ziektes en plagen hebben meer kans om te ontstaan. In de veeteelt kunnen natte weiden leiden tot gezondheidsproblemen. Daarnaast kunnen stort- en hagelbuien schade aanbrengen aan gewassen en aan serres<sup>44</sup>.

---

<sup>44</sup> (Provincie Antwerpen, 2016)

## III. Bijlagen

### 1. Scope emissies klimaatdoelstelling

De klimaatdoelstelling en klimaatimpactanalyse van dit plan focussen op een deel van de broeikasgassen die worden uitgestoten op het grondgebied van de gemeente. Het gaat enerzijds over directe CO<sub>2</sub>-emissies gerelateerd aan energieverbruik en -productie. Anderzijds gaat het over (indirecte) CO<sub>2</sub>-emissies door de productie van elektriciteit, warmte of koude die wordt verbruikt in de gemeente. Volgende bronnen van klimaatimpact blijven echter buiten de scope van ons klimaatplan en analyse:

- De niet-energetische emissies van broeikasgassen zoals methaan (CH<sub>4</sub>) en lachgas (N<sub>2</sub>O) door de verteringsprocessen van herkauwers, verwerking van mest en landbouwbodems worden niet meegerekend. Deze uitstoot wordt ingeschat op respectievelijk 5.798 ton CO<sub>2</sub>-eq. en 948 ton CO<sub>2</sub>eq. De energetische emissies van de landbouw vertegenwoordigen dus maar een beperkt aandeel van de totale landbouwemissies in Baarle-Hertog .
- Door Baarle-Hertog lopen geen autostrades.
- Grote energie-intensieve vestigingen (jaarlijks primair energiegebruik van minstens 0,5 PJ), productie-installaties van energie (>20MW) en de intra-Europese luchtvaart vallen onder het Europese systeem van verhandelbare emissierechten, het Emissions Trading System (ETS). Ze maken geen deel uit van de nationale of lokale klimaatdoelstellingen. Zij hebben momenteel een ambitieuzere reductiedoelstelling dan de lidstaten, en deze emissies dalen ook sneller dan die van de sectoren die niet onder ETS vallen. Op het grondgebied van de gemeente Baarle-Hertog bevinden zich geen bedrijfsinstallatie die onder het ETS vallen. In Vlaanderen zijn de emissies van ETS-sectoren verantwoordelijk voor ongeveer 1/3<sup>e</sup> van de territoriale uitstoot.<sup>45</sup>
- De uitstoot van scheepvaart, luchtvaart en treinverkeer wordt niet meegerekend, omdat een lokale overheid hier weinig of geen invloed op heeft en er geen lokale data over bestaat. Bovendien betreft het hier in de meeste gevallen ook doorgaand verkeer.

---

45 (Brouwers, 2019)



- In de cijfers wordt de CO<sub>2</sub>-uitstoot gerelateerd aan het verbruik van consumptiegoederen (productie, transport, gebruik, recyclage, ...) niet opgenomen. Heel wat consumptiegoederen worden immers niet geproduceerd op het grondgebied van de gemeente. Ongeveer twee derde van de koolstofvoetafdruk van de Vlaamse consumptie gebeurt buiten Vlaanderen.<sup>46</sup>
- De uitstoot van andere broeikasgassen dan CO<sub>2</sub> tijdens industriële processen.
- Emissies die gebeuren tijdens afvalverwerking, bv. verbranding van afval.

We nemen deze emissies niet mee, omdat de lokale overheid hier slechts beperkte impact op heeft en dat deze onder de bevoegdheid van andere klimaatplannen en doelstellingen vallen. Het niet opnemen van deze uitstoot in de broeikasgasinventaris betekent niet dat we deze emissies zomaar willen negeren. Tijdens de uitvoering van het klimaatactieplan zal er ook maximaal rekening gehouden worden met de impact van beslissingen, acties en maatregelen, die een invloed hebben op deze emissies

## 2. Betrouwbaarheid cijfers over klimaatimpact.

Een **groene cel** wil zeggen dat het cijfer een nauwkeurige weerspiegeling van de lokale werkelijkheid geeft en dat de evolutie van het cijfer over de jaren heen toelaat om de impact van lokale inspanningen op te volgen. Een **oranje** kleur wijst op een cijfer dat een combinatie is van lokale metingen/tellingen en Vlaamse gegevens/parameters; het cijfer is een minder nauwkeurige weerspiegeling van de lokale werkelijkheid, maar de evolutie van het cijfer over de jaren heen staat desalniettemin toe een trend af te leiden en deze te koppelen aan lokale inspanningen. Een **rode** cel wil zeggen dat het cijfer is afgeleid van Vlaamse gegevens/parameters; het cijfer is geen nauwkeurige weerspiegeling van de lokale werkelijkheid – of hooguit toevallig; de evolutie van het cijfer over de jaren heen volgt de Vlaamse trend en is niet toe te wijzen aan lokale inspanningen. Een **grijze** cel wil zeggen dat deze bron van klimaatimpact niet van toepassing is op deze sector.

---

46 (Vercalsteren, et al., 2017)

Tabel 4: Betrouwbaarheid cijfers klimaatimpact

	Aardgas	Aardolie (stookolie, benzine, diesel)	Steenkool	Elektriciteit	WKK-warmte	Groene stroom uit zon&wind	Groene warmte uit zonneboilers & warmtepompen	Bio-energie
Mobiliteit	Red	Red	Grey	Red	Grey	Grey	Grey	Red
Woningen	Green	Red	Red	Yellow	Grey	Yellow	Yellow	Red
Tertiair	Yellow	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Red
Industrie (niet-ETS)	Yellow	Red	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow	Red
Landbouw	Yellow	Red	Red	Green	Yellow	Yellow	Yellow	Red
Openbaar vervoer	Grey	Yellow	Grey	Yellow	Grey	Grey	Grey	Yellow
Openbare verlichting	Grey	Grey	Grey	Green	Grey	Grey	Grey	Grey
Gemeentelijke organisatie	Green	Green	Grey	Green	Grey	Grey	Grey	Grey

### 3. Overzichtstabel impact op sectoren

Tabel 5 : Overzicht mogelijke impact op sectoren in Baarle-Hertog

Kans op voorkomen: mogelijk – waarschijnlijk – zeker - onbekend

Gevolgniveau: Laag – matig – hoog – niet bekend

Tijds kader: KT = 0-5j, MLT = 5 – 15j, LT = >15j

De toenemende verhardingsgraad zorgt voor zowel een hitte-eilandeffect als een groter overstromingsrisico, met impact op gezondheid en gebouwen. Met heel doeltreffende maatregelen zal elk van de klimaatrisico's moeten worden aangepakt, echter niet voor elk probleem een aparte maatregel, maar wel door een geïntegreerde visie en win-winoplossingen voor verschillende risico's. Dit vergt vaak ruimtelijke ingrepen.

SECTOR	Verwachte gevolgen	Kans op voorkomen	Impact	Tijds-kader
Gebouwen	Schade aan infrastructuur en gebouwen door bodemverzakkingen, veroorzaakt door droogte. Schade, ontoegankelijkheid en onbewoonbaarheid door overstroming.	Waarschijnlijk Mogelijk	Matig Hoog	LT MLT
Transport	Schade aan wegen, spoorwegen en fietspaden door hitte. Uitval spoorlijnen door schade aan elektriciteitsnet. Toenemende filekans bij wateroverlast.	Waarschijnlijk Mogelijk	Hoog Laag	KT LT
Energie en communicatie	Stijgende energievraag in de zomer voor koeling. Verminderde opbrengst zonnepanelen en zonneboilers door hitte. Overstroming: Uitval van elektriciteit (bv. elektriciteitscabines), telefoon en internet.	Waarschijnlijk Mogelijk	Hoog Hoog	KT LT
Drinkwater	Verminderde drinkwaterbeschikbaarheid door grondwaterdaling	Waarschijnlijk	Hoog	MLT
Afval	Meer zwerfvuil door meer recreanten in parken en bossen bij hitte. Verstoorde afvalophaling in overstroomde wijken. Waterverontreiniging door afval- en verontreinigende stoffen van stort- en opslagplaatsen, alsook van verontreinigde bodems.	Waarschijnlijk Mogelijk	Laag Matig	KT LT

Landbouw en bosbouw	Hitte- en droogtestress bij vee, zowel qua voeding als qua dierenwelzijn. Opbrengstverliezen door hitte- en droogtestress en brandschade bij gewassen.	Waarschijnlijk	Hoog	KT
	Opbrengstverliezen door korter groeiseizoen en moeilijke landbewerking bij wateroverlast. Overstromingen met vervuild water kan problemen geven voor voedselveiligheid.	Waarschijnlijk	Hoog	MLT
Milieu	Bij hitte, hogere kans op zomersmog <sup>47</sup> . Door droogvallen van vijvers, veengebieden ed. komt veel CO2 vrij (versnelt op die manier nog de klimaatverstoring). Door droogte neemt de concentratie verontreinigende stoffen en het risico op blauwalg toe in waterlopen en vijvers.	Waarschijnlijk	Hoog	KT
	Waterverontreiniging door grote bedrijven en uitspoelen van gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen bij wateroverlast.	Mogelijk	Matig	MLT
Biodiversiteit	Biodiversiteit daalt door habitatverlies, gewijzigde omstandigheden, of een te hoge concurrentie van invasieve exoten. Aantasting natuurwaarden door hitte, droogte en natuurbranden op gevoelige zandgronden. Vochtige graslanden, veengebieden en moeras(bos)sen worden zeldzaam. Toename van (insecten-)plagen, verminderde vitaliteit van bomen. Hoger risico op stormschade en uitval bij verzwakte bomen. Ecosysteemdiensten komen in het gedrang bij hitte, droogte en wateroverlast.	Waarschijnlijk	Hoog	KT
Gezondheid	Meer ziekenhuisopnames en overlijdens bij ouderen bij hitte en hoge ozonconcentraties. Nieuwe ziektes uit het zuiden, meer hooikoorts...	Waarschijnlijk	Hoog	KT
	Bij overstroming risico op stress, angst, ziektes, hartritme stoornissen en depres-			

---

47 Fotochemische smog of zomersmog kan ontstaan als het gedurende enkele dagen warm en zonnig is, en weinig wind. De grootste bronnen van vervuiling zijn auto's en elektriciteitscentrales, door koolstofmonoxide, stikstofoxiden en vluchtige koolwaterstoffen. Deze reageren met aanwezigheid van zonlicht en vormen daarbij een mengsel van schadelijke secundaire vervuilers. voornamelijk fijnstof en ozon (Wikipedia)

	sies door maatschappelijke chaos, menselijk leed en druk op de financiële reserves, vooral bij kwetsbare groepen als ouderen, alleenstaande ouders en chronisch zieke mensen.	Mogelijk	Hoog	LT
Hulpdiensten	Bij overstroming geraken hulpdiensten moeilijk ter plaatse. Uitval van elektriciteit, telefonie en internet bemoeilijken sterk hun opdrachten.	Mogelijk	Hoog	LT
Toerisme en recreatie	Bij hitte, risico op te hoge recreatiedruk in kwetsbare gebieden. Extra toezicht nodig in parken en bossen o.a. vanwege brandrisico. Extra aanbod vereist voor buitenrecreatie in verkoelende omgeving. Bij langdurige droogte kan recreatieaanbod uitvallen door brand, blauwalgvergiftiging,... Ontoegankelijke recreatie-infrastructuur bij wateroverlast, bv. ondergelopen voetbalvelden	Waarschijnlijk Mogelijk	Matig Laag	KT MLT
Economie	Verminderde arbeidsproductiviteit bij hitte door concentratieverlies, vermoeidheid en moeite om beslissingen te nemen. Extra kosten voor koeling goederen, producten en kantoren.  Gehinderde werking of toelevering bij overstroming.	Waarschijnlijk Mogelijk	Matig Hoog	KT LT

## IV. Bibliografie

- Coördinatiecommissie Integraal Waterbeleid. (2020). *Blue Deal bindt strijd aan tegen droogte*. Opgehaald van integraalwaterbeleid.be: <https://www.integraalwaterbeleid.be/nl/nieuws/blue-deal-bindt-strijd-aan-tegen-droogte>
- Agentschap Informatie Vlaanderen . (2017). *Watertoets - Overstromingsgevoelige gebieden 2017*. Opgehaald van Geopunt Vlaanderen: <https://www.geopunt.be/>
- Bossuyt, N. (2019, Oktober 3). *3 perioden van oversterfte tijdens de zomer van 2019*. Opgehaald van Sciensano: <https://www.sciensano.be/nl/pershoek/3-perioden-van-oversterfte-tijdens-de-zomer-van-2019>
- Brouwers, J. (2019, December). *Totale emissie van broeikasgassen met opdeling tussen ETS en niet-ETS*. Opgehaald van Mileurapport: <https://www.mileurapport.be/milieuthemas/klimaatverandering/broeikasgassen/emissies-broeikasgassen-ets-en-niet-ets>
- Coördinatiecommissie Integraal Waterbeleid. (sd). *Overstromingsgevaarkaarten en overstromingsrisicokaarten*. Opgehaald van Integraal Waterbeleid.be: <https://www.integraalwaterbeleid.be/nl/stroomgebiedbeheerplannen/stroomgebiedbeheerplannen-2022-2027/OGRK>
- Coördinatiecommissie Integraal Waterbeleid. (sd). *Signaalgebieden*. Opgehaald van Integraal Waterbeleid: <https://www.integraalwaterbeleid.be/nl/beleidsinstrumenten/signaalgebieden>
- Databank Ondergrond Vlaanderen. (2021). *DOV-verkenner*. Opgehaald van Databank Ondergrond Vlaanderen: <https://www.dov.vlaanderen.be/portaal/?module=verkenner&bm=6195ada7-05fe-483d-a1ba-4e630d0bb2d7>
- Departement omgeving & VITO. (2020). *CO2-inventaris 2018*. Opgehaald van Burgemeestersconvenant: <https://www.burgemeestersconvenant.be>
- Interprovinciale werking klimaat + Data & Analyse. (2020). *Databank Provincies in Cijfers*. Opgehaald van <https://provincies.incijfers.be/databank>
- Klok, Schaminée, Duyzen, & Steeneveld. (2012). *De stedelijke hitte-eilanden van Nederland in kaart gebracht*. Utrecht: TNO&Stichting Kennis voor Klimaat.
- KMI. (2021). *Klimaatatlas*. Opgehaald van KMI: <https://www.meteo.be/nl/klimaat/klimaatatlas>



- Nijs, A. (2010). *Schatting van klimaatverandering in de algemene circulatie in de gematigd breedten op basis van de ERA-40 analyses*. Gent: Universiteit Gent.
- Peel, Finlayson, & McMahon. (2007). Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrological Earth System Sciences*, 1633-1644.
- Praetorius, S. K. (2018). North Atlantic circulation slows down. *Nature* 556, 180-181. Opgehaald van <https://www.nature.com/articles/d41586-018-04086-4>
- Provinciale Monitoringstool Klimaatacties*. (2018).
- Provincie Antwerpen. (2016). *Provinciaal Klimaatadaptatieplan*. Antwerpen: Provincie Antwerpen.
- Renson, I. (2019, 12 7). *We spelen met water*. Opgehaald van De Standaard: [https://www.standaard.be/cnt/dmf20191208\\_04756786](https://www.standaard.be/cnt/dmf20191208_04756786)
- Staes, J., & Meire, P. (2019). *Methodologie voor de opmaak van de watersysteemkaarten voor Vlaanderen*. Antwerpen: Universiteit Antwerpen.
- Vercalsteren, A., Boonen, K., Christis, M., Dams, Y., Dils, E., Geerken, T., . . . Vander Putten, E. (2017). *Koolstofvoetafdruk van de Vlaamse consumptie*. Brussel: Vlaamse Milieu Maatschappij.
- Vlaamse Milieumaatschappij. (2015). *MIRA Klimaatrapport*. Brussel: VMM.
- Vlaamse Milieumaatschappij. (2020). *Klimaatportaal Vlaanderen*. Brussel. Opgehaald van vLAAMS.
- Vrebos, D., Staes, J., Bennetsen, E., Broekx, S., De Nocker, L., Gabriels, k., & Meire, P. (2017). *ECOPLAN-SE: Ruimtelijke analyse van ecosysteemdiensten in Vlaanderen, een Q-GIS plugin, Versie 1.0, 017-R202*. Antwerpen: Universiteit Antwerpen.
- Vriens, L. en Peymen, J. (2017). *Ecotoopkwetsbaarheidskaarten voor Vlaanderen*. INBO.
- Ysebaert, T. (2018, December 24). *Betonstop leidt tot betongolf*. Opgehaald van De Standaard: [https://www.standaard.be/cnt/dmf20181223\\_04059552](https://www.standaard.be/cnt/dmf20181223_04059552)