



KLIMAATEFFECTEN Sittard-Geleen



Colofon



Versie 1.0
10 september 2015

Auteur:
- Tom Overgaauw
(afstudeerder Royal HaskoningDHV)

Graphics & vormgeving:
- Tom Overgaauw

Contact:
- tom.overgaauw@gmail.com

Illustraties:
- Sittard-Geleen image bank; Waterschap Roer & Overmaas

Dit boek is tot stand gekomen in samenwerking met de gemeente Sittard-Geleen, onder begeleiding van Royal HaskoningDHV.



“Een instrument dat helpt bij het maken van integrale afwegingen met het oog op het veranderende klimaat en de toekomst. Dit zorgt voor een weloverwogen besluitvorming in alle ruimtelijke fysieke projecten”



Klimaatstresstest Light Sittard-Geleen

Inleiding

Klimaatverandering komt steeds meer in de aandacht. Het weer wordt extremer; temperaturen stijgen, de hoeveelheid neerslag en het aantal hevige buien neemt toe. Ook krijgen we steeds meer te maken met perioden van droogte. Dat het klimaat verandert is zeker, maar wat zijn de gevolgen en hoe moet met deze veranderingen worden omgaan?

Voor u ligt de pilot 'Klimaatstresstest Light Sittard-Geleen'. In dit rapport wordt beschreven wat klimaatverandering betekent voor Sittard-Geleen. Centraal hierin staat de vraag; 'in hoeverre is de gemeente Sittard-Geleen kwetsbaar voor de effecten van klimaatverandering?'

Dit rapport gaat in op de locaties en/of groepen die kwetsbaar zijn voor de verschillende klimaateffecten; extreme neerslag, hoogwaterproblematiek (Maas en beken), droogte en hittestress. Voor deze effecten zijn de gevolgen per locatie specifiek benoemd.

Aan de hand van dit document krijgt u beter inzicht in de klimaat gerelateerde problemen die mogelijk optreden in Sittard-Geleen wanneer niet wordt ingegrepen. Tevens de ernst hiervan en waar kansen liggen voor klimaatverandering. Met deze kennis kan Sittard-Geleen zich duurzaam en robuust blijven ontwikkelen zodat ook met klimaatverandering het gebied aantrekkelijk en leefbaar blijft.

Inhoud

- Klimaatverandering Sittard-Geleen	4
- Klimaatkwetsbaarheidskaart	6
- Overstromingen	8
- Wateroverlast	10
- Droogte	12
- Hitte	14
- Klimaatkansen	16
- Vervolg	17
- Overzichtskaart klimaateffecten	18

Aanpak

De 'Handreiking voor de uitvoering van een Stresstest Klimaatbestendigheid' (te vinden op www.ruimtelijkeadaptatie.nl) is de basis geweest voor het opstellen van dit document. De kwetsbaarheidsscan uit de handreiking is vertaald naar een Stresstest Light en vormt de eerste stap naar een klimaatbestendig Sittard-Geleen. Bij de uitvoering is gebruik gemaakt van bestaande kennis en data binnen de gemeente, waterschap, provincie, rijk en de energieleverancier (Enexis).

Analyse fysieke gebied

In de beginfase van dit project is de samenhang en de werking van het fysieke systeem van bodem, ondergrond, grondwater, oppervlaktewater, vegetatie, stedelijke inrichting en ontwikkelingen in beeld gebracht. De impact die klimaatverandering heeft op een gebied is sterk afhankelijk van deze facetten. De Structuurvisie van Sittard-Geleen is een belangrijke bron geweest voor het verkrijgen van deze informatie.

Analyse klimaatscenario's KNMI

Daarnaast is het belangrijk te weten wat de verwachte klimaatveranderingen zijn. Hierbij is gekeken naar de KNMI'14 klimaatscenario's en wat deze betekenen voor het temperatuurverloop en neerslagpatronen in Sittard-Geleen.

Partijen betrekken

Veel informatie bestaat al over de locaties en gevolgen van de klimaatthema's; overstromingen, wateroverlast, droogte en hitte. Om deze kennis en data te verzamelen zijn verschillende experts en partijen betrokken. Deze partijen hebben hun informatie verstrekt via gesprekken, interviews en het leveren van documenten en bestanden (veelal GIS-data).

Kwetsbaarheden, dreigingen en knelpunten

De kennis en data van de verschillende partijen, maar ook landelijke data van onder andere het kennisportaal ruimtelijke adaptatie is vervolgens samengevoegd en verwerkt tot kwetsbaarheidskaarten. Hierop zijn de kwetsbaarheden, dreigingen, knelpunten voor klimaatverandering in Sittard-Geleen weergegeven.

Klimaatgevolgen

Voor elk van de kwetsbare locaties is bepaald wat de gevolgen zijn van de klimaatthema's; waterveiligheid, wateroverlast, droogte en hitte.

Klimaatkansen

Klimaatverandering heeft niet alleen negatieve gevolgen, ook kan het positieve effecten met zich meebrengen, deze zijn benoemd als klimaatkansen.


Klimaatatelier

De resultaten van de Klimaatstresstest Light zijn vervolgens in de vorm van een workshop klimaatatelier gereflecteerd met de medewerkers van gemeente en waterschap.



Met medewerking van:



provincie limburg 



Klimaatverandering Sittard-Geleen

KNMI'14 Klimaatscenario's

Voor het waarborgen van een veilig, leefbaar en bereikbaar gebied is kennis van het toekomstig klimaat van groot belang. Door het KNMI zijn vier scenario's opgesteld (G_H , G_L , W_H en W_L) waarin de effecten van klimaatverandering in Nederland voor 2050 en 2085 worden geschetst. Dit zijn de vier extremen waarbinnen de verwachte klimaatverandering zich waarschijnlijk gaat bewegen. De resultaten zijn te vinden in het rapport [KNMI'14 klimaatscenario's](#). Hierin is onder andere een volledige uitleg te vinden over de scenario's; G_H , G_L , W_H en W_L . In dit hoofdstuk wordt het KNMI'14 rapport samengevat. Deze vormt het vertrekpunt voor de gemeente Sittard-Geleen.

Temperatuur

Klimaatverandering zorgt ervoor dat de temperatuur de komende jaren zal stijgen (zie grafiek). Verwacht wordt dat de gemiddelde temperatuur in Nederland stijgt met 1,7 °C in 2050 en 2,3 °C in 2085 (gemiddelde klimaatscenario's KNMI'14). De gemiddelde toename wordt rond 2050 het grootst geschat in de winter en het kleinst in de lente. Grote temperatuurverschillen tussen winters onderling zullen afnemen, doordat de kans op koude winters sterk afneemt. Tussen zomers nemen temperatuurverschillen juist toe. Tussen dag en nacht nemen verschillen in temperatuur iets af. De maximumtemperatuur stijgt hierbij iets meer dan de minimumtemperatuur. (KNMI, 14-klimaatscenario's, 2014)

Neerslag

De totale hoeveelheid jaarlijkse neerslag stijgt met gemiddeld 4,3% (30mm) in 2050 en 6% (45mm) in 2085 (gemiddelde klimaatscenario's KNMI'14). In alle vier scenario's neemt de neerslag in elk seizoen toe, met uitzondering van de zomer. De grootste oorzaak hiervan is de toenemende hoeveelheid waterdamp in de lucht door het opwarmende klimaat. Modelberekeningen geven geen eenduidig antwoord of de gemiddelde neerslag in de zomer toe- of afneemt. Verschillen worden veroorzaakt door de manier waarop het luchtstromingspatroon verandert, in welke mate de bodem uitdroogt en wat deze effecten betekenen voor de bewolking en neerslag. (KNMI, 14-klimaatscenario's, 2014)

In twee scenario's (G_L en W_L) is een kleine toename in de gemiddelde zomerse neerslag geschetst, de scenario's (G_H en W_H) tonen een aanzienlijke afname. De procentuele afname van de neerslag zal het grootst zijn in zomers die al droog zijn. (KNMI, 14-klimaatscenario's, 2014)

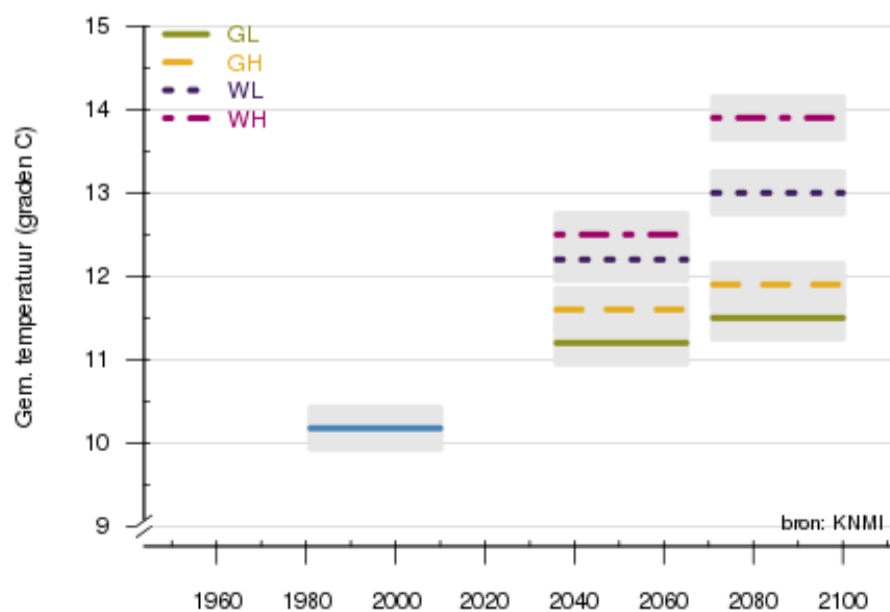
Temperatuur extremen

Voor de koudste winterdagen en warmste zomerdagen is de opwarming het grootst. De opwarming is voor de zachte winterdagen en koele zomerdagen relatief klein. Voor de winter zullen het aantal dagen met een minimumtemperatuur onder de nul graden (vorstdagen) afnemen. De hoeveelheid dagen met een maximumtemperatuur onder de nul graden (ijsdagen) neemt nog sterker af. Het aantal ijsdagen in het warmste scenario W_H neemt af van 7 dagen in het huidige klimaat tot 1 dag rond 2050. Het minst warme scenario G_L voorspelt rond 2050 nog 4 ijsdagen per winter. (KNMI, 14-klimaatscenario's, 2014)

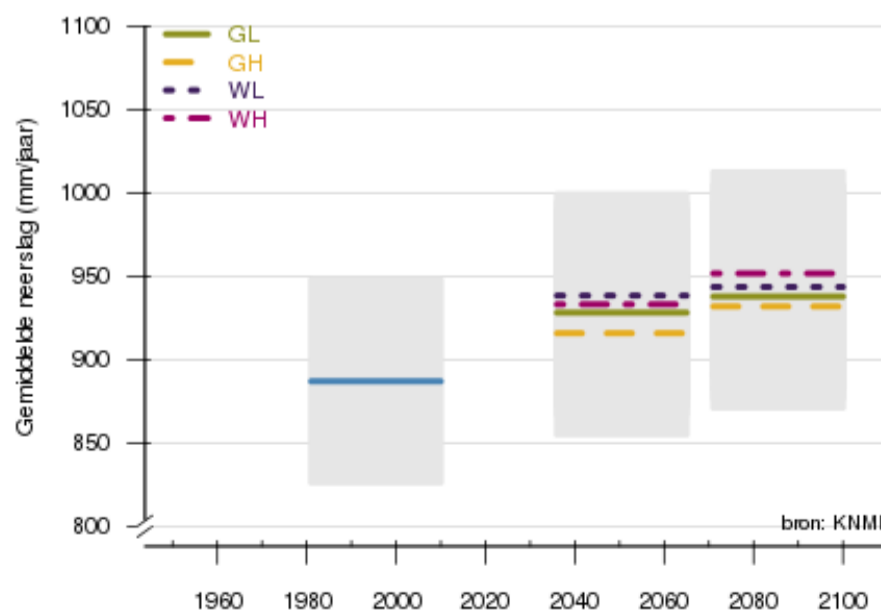
Neerslag extremen

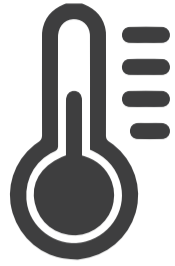
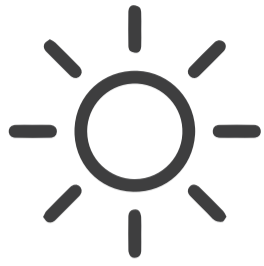
In alle scenario's zullen extreme neerslagintensiteiten toenemen, zelfs in de G_H en W_H scenario's waarin de zomerneerslag afneemt. Dit komt door de toename van de hoeveelheid waterdamp in de lucht bij een opwarmend klimaat. Neerslagextremen kunnen ontstaan door twee meteorologische verschijnselen. Dit zijn de passage van fronten die samenhangen met depressies en buien die het gevolg zijn van sterke lokale verticale bewegingen in de atmosfeer. Fronten komen vooral in de winter voor, terwijl buien vaak voorkomen in de zomer. Vaak treden ze ook tegelijk op. (KNMI, 14-klimaatscenario's, 2014)

Langjarig gemiddelde jaartemperatuur voor De Bilt in het verleden (blauw) en voor de KNMI'14 scenario's met natuurlijke variabiliteit tussen 30-jaar perioden (grijs)

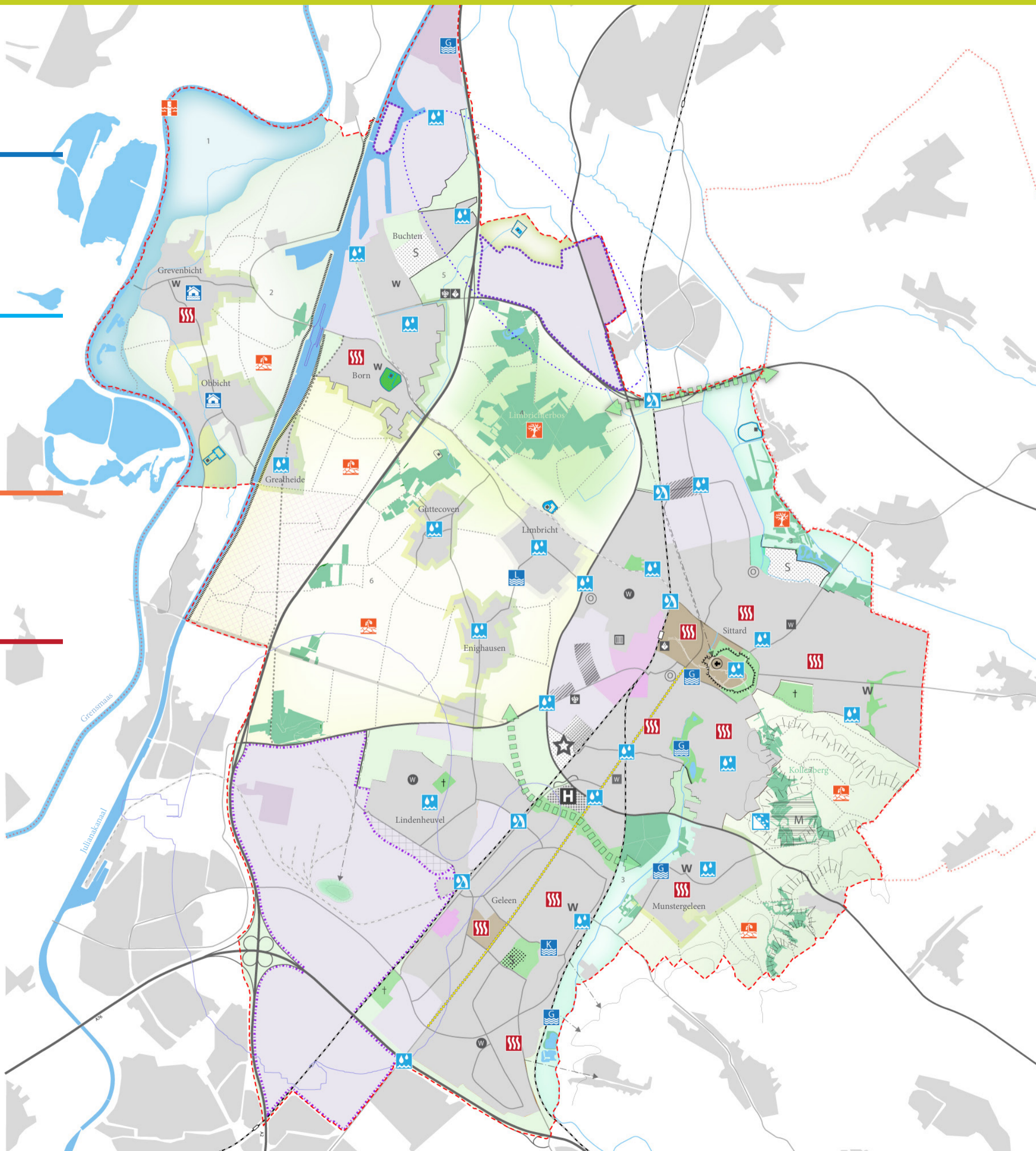


Langjarig gemiddelde jaarneerslag voor De Bilt in het verleden (blauw) en voor de KNMI'14 scenario's met natuurlijke variabiliteit tussen 30-jaar perioden (grijs)





Klimaat kwetsbaarheidskaart





Overstromingen



Onder overstromingen (ook wel aangeduid als waterveiligheid) wordt inundatie vanuit van rivieren en beken verstaan. De Maas en beken die Sittard-Geleen doorkruisen zijn regengevoed. Dit betekent dat ze in perioden van hevige regenval veel water te verwerken krijgen en in perioden van droogte minder. Perioden van hevige regenval zijn de trigger voor overstromingen. Door klimaatverandering wordt verwacht dat het huidige neerslagpatroon zal veranderen. Vooral in de winter betekent dit volgens het KNMI dat de hoeveelheid neerslag zal toenemen en rivieren en beken te maken krijgen met hoge afvoeren en dus een verhoogd overstromingsrisico. De overstromingskaart geeft de gebieden weer die kwetsbaar zijn voor overstromingen. In de legenda zijn de mogelijke gevolgen van een overstroming per locatie benoemd.

Maas

Afvoeren, zoals die in 1993 en 1995 gezorgd hebben voor overstromingen van de Maas, gaan naar verwachting in de toekomst vaker optreden. Zonder ingrijpen zal in het gebied rondom Grevenbicht en Obbicht (zie overstromingskaart) een verhoogd risico ontstaan op overstromingen. Bij een overstroming vanuit de Maas worden in de gemeente rond de 5000 inwoners getroffen en treedt er veel schade op aan bebouwing en infrastructuur. Ook voor de landbouw zorgt dit voor grote schade. De gewasopbrengst gaat verloren en vee moet geëvacueerd worden of verdrinkt.

Momenteel wordt gewerkt aan de Grensmaasprojecten om de veiligheid in deze gebieden te garanderen. Hierbij wordt het beschermingsniveau van de primaire keringen verhoogd naar een overstromingskans van eens in de 250 jaar (1:250) (WPM en WRO, 2014). Deze veiligheidsnorm geldt voor het huidig klimaat. Met een blik op de toekomstige klimaatverandering moeten de dijken gaan voldoen aan strengere normen om het Grensmaasgebied veilig te houden. Hiervoor moeten de dijken mogelijk op korte termijn (uiterlijk 2050) opnieuw versterkt worden. Dit zal gedaan worden door het uitvoeren van een combinatie van rivierbedverruimings- en kadevernieuwingsprojecten. Zo wordt aan de veiligheidsnorm van 1:300 voldaan conform de Deltabeslissing.

Beken

Ook voor beeksystemen wordt verwacht dat ze in de toekomst te maken krijgen met een verhoogd risico op overstromingen. De meeste bebouwde gebieden langs de beken hebben op dit moment een overstromingsrisico van 1:25. De Provincie Limburg is met de vaststelling van het Provinciaal Waterplan Limburg 2016-2021 van plan om de veiligheidsnorm voor de bescherming van bebouwde gebieden en infrastructuur tegen wateroverlast vanuit het regionale watersysteem (waaronder de Keutelbeek in het centrum van Sittard) te vergroten naar een herhalingstijd van 1 keer per 100 jaar. Door het Waterschap Roer en Overmaas zullen vervolgens ook maatregelen worden genomen om dit beschermingsniveau ook daadwerkelijk te realiseren. Hierbij liggen de knelpunten op de volgende locaties:

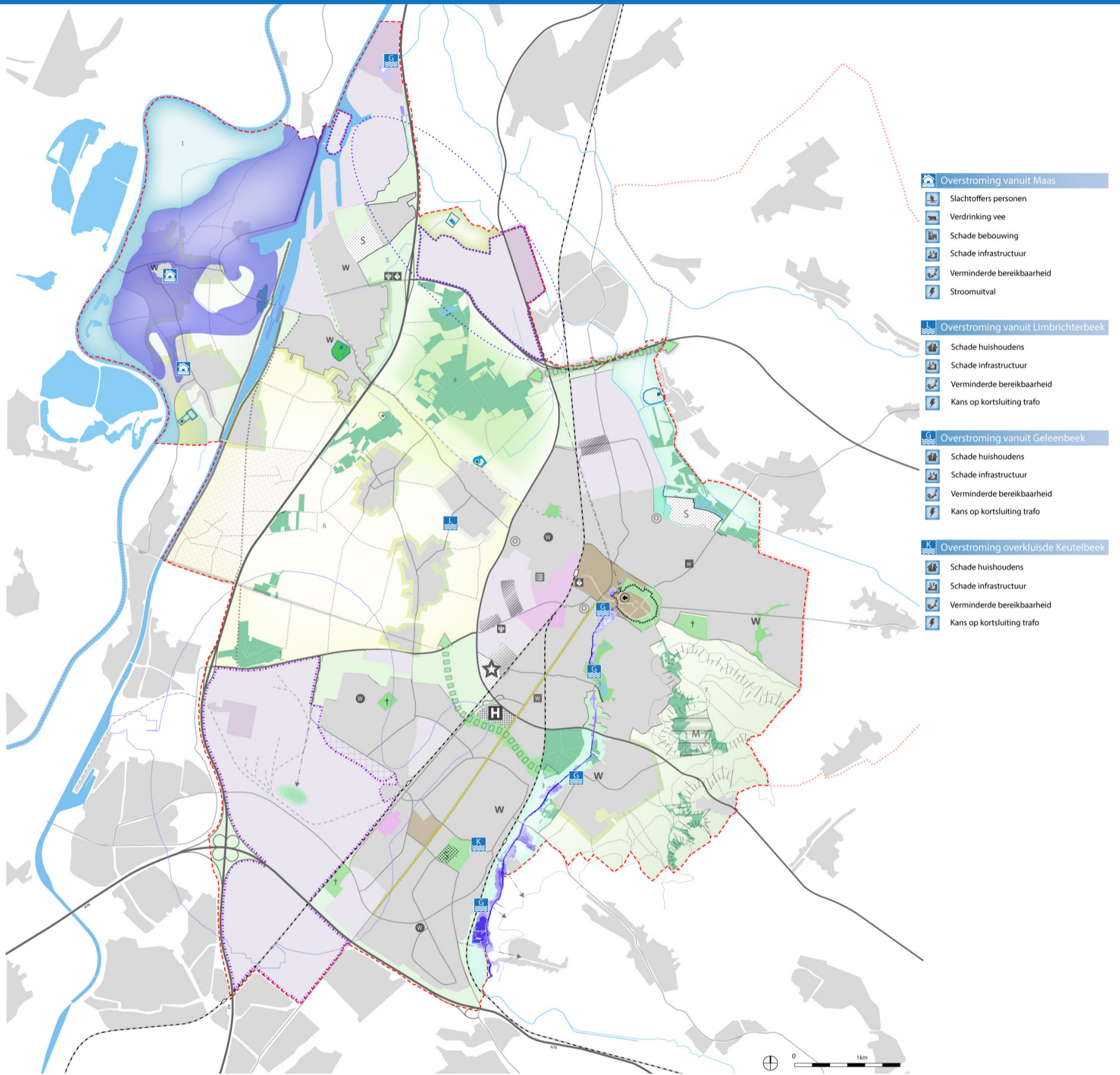
Knelpunten inundatie vanuit beken in Sittard-Geleen (huidige overstromingskans)

Locatie	Beschrijving	Kans
Parklaan, Sittard	Inundatie vanuit de Geleenbeek	1:25
Ophovener Molen, Sittard	Inundatie vanuit de Geleenbeek	1:25
Manege ten Eijdsen, Geleen	Inundatie vanuit de Geleenbeek	1:10
Pater Karelhoeve Munstergeleen	Overstroomde buffers en Inundatie vanuit de Geleenbeek	1:10
Beekhoverstraat Geleen	Inundatie vanuit overkluisde Keutelbeek	1:100
Gebroek	Inundatie vanuit de samenvloeiing Geleenbeek - Rode Beek - Vloedgraaf	1:100
Limbricht	Inundatie vanuit de Limbrichterbeek	-

Het Waterschap Roer & Overmaas heeft plannen om een buffer te vergroten op locatie Steengrub in Munstergeleen (WPM en WRO, 2014).

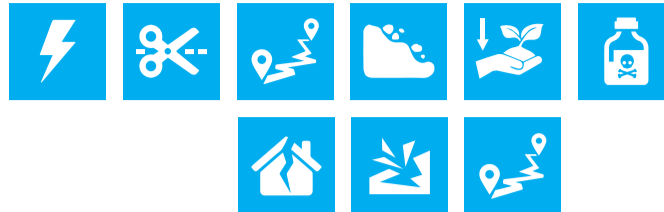


Overstromingskaart





Wateroverlast



De gemeente heeft naar aanleiding van wateroverlast ten gevolge van zware regenbuien in 2014, de opgetrede wateroverlast in haar gemeente breed geanalyseerd. Daarbij zijn zowel rekenmodellen als meldingen aan het klantencontactcentrum en informatie uit huisbezoeken gebruikt om knelpunten te inventariseren en vervolgens waar nodig en mogelijk aan te passen (zie tabel). Veel van de overlastlocaties zijn dus of worden op korte termijn van een hoger veiligheidsniveau voorzien. Echter blijven veel locaties kwetsbaar door hun geografische ligging. Water stroomt altijd naar het diepste punt en overlast op deze punten is daardoor alleen te verminderen. Absoluut oplossen is vaak niet mogelijk omdat er statistisch gezien altijd weer een bui zal vallen die zwaarder is dan de dimensies van het systeem. In het rioolbeheer van een gemeente geldt daarbij een doelmatigheidsbeginsel. De kosten van maatregelen moeten maatschappelijk gewogen en acceptabel zijn. Gigantische rioolbuizen kunnen wel aangelegd worden maar de kosten worden dan onevenredig ten opzichte van de baten.

De frequentie en intensiteit van buien gaan naar verwachting in de toekomst toenemen, vooral in de zomer zullen vaker hevige buien vallen. Met die ontwikkeling zal dus steeds gezocht moeten worden naar slimme maatregelen en innovatieve methoden om dat water te verwerken. Daarnaast zal iedereen meer moeten accepteren dat er vaker water op straat staat. De gemeente en het waterschap maken dan ook in de aanpak verschil tussen waterhinder en wateroverlast. Bij wateroverlast tredt schade op of ontstaan te grote veiligheids- of gezondheidsrisico's. Alleen tijdelijk water op straat bij hevige buien is waterhinder.

Bereikbaarheid

Wateroverlast heeft niet alleen gevolgen voor de locaties waar het optreedt, ook kan dit voor problemen zorgen op andere locaties. Dit geldt vooral voor de bereikbaarheid van een gebied. Ondergelopen straten die ontoegankelijk worden, kunnen gevolgen hebben voor hulpdiensten die snel op locatie moeten zijn bij ongevallen en calamiteiten. Bij een bui die eens in de 10 jaar voorkomt (T=10) komt volgens modelberekeningen overlast voor op een aantal kritieke locaties. Voor de bereikbaarheid vormen inundatie van de verschillende tunnellocaties (voornamelijk onder het spoor) en N-wegen de grootste risico's. De ondergelopen tunnellocaties zorgen voor een sterke scheiding tussen het oosten en het westen van de spoorverbinding Maastricht - Randstad die door Sittard-Geleen loopt (zie kaart). De gemeente heeft bij de in het verleden gevallen buien geen meldingen gehad van ontoegankelijke tunnels en N-wegen. Toekomstige klimaatverandering kan ervoor zorgen dat op deze locaties wel problemen ontstaan.

Elektriciteitsnetwerk

Ook het elektriciteitsnetwerk loopt risico bij wateroverlast. Voornamelijk transformatorhuisjes (trafo's) zijn hierbij potentieel risicovol. Wanneer het overlastmodel over de locaties van de trafo's gelegd wordt, blijkt dat bij een T=10 bui verschillende trafo's op wateroverlastlocaties liggen. In hoeverre wateroverlast daadwerkelijk tot kortsluiting zal zorgen is niet duidelijk en vormt een aandachtspunt voor de toekomst. Volgens Karl Langeveld (Asset Engineer Enexis) moet een waterhoogte van ongeveer 50 cm bereikt worden in de trafo (hangt af van type) voordat kortsluiting optreedt. Tot op heden heeft water op straat niet geleid tot stroomuitval

Kortsluiting in een transformatorhuisje zorgt dat de gehele streng uitvalt waarop deze is aangesloten, waardoor direct enkele honderden inwoners zonder stroom zitten. Vooral ziekenhuizen, calamiteitenorganisaties en andere nutsbedrijven moeten te allen tijde van stroom voorzien zijn. Energiebedrijf Enexis is bereid dit thema op te pakken om specifiek per locatie te uit te zoeken wat het risico en gevolg is van wateroverlast.

Erosie

Specifiek voor de Kollenberg in het zuidoosten van Sittard is het optreden van erosie en oppervlakkige afstroming bij hevige regenval. Dit verschijnsel doet zich vooral voor op hellende landbouwpercelen waar gemakkelijk gronddeeltjes meespoelen door het ontbreken van bodembedekkers. Gevolgen hiervan zijn; het beschadigen van gewassen wat leidt tot een verminderde gewasopbrengst, sedimentatie/afzettingen (modderoverlast) in onder andere regenwaterbuffers en het wegspoelen van vruchtbare bodem. Dit kan samen met het eventueel meespoelen van bestrijdingsmiddelen in watergangen, zorgen voor een verslechtering van de waterkwaliteit.



Recente gebeurtenissen

De laatste jaren zijn in Limburg, waaronder ook Sittard-Geleen, verschillende hevige regenbuien voorgekomen. Zeker in 2009 en 2014 heeft extreme regenval op verschillende locaties voor overlast gezorgd. De bui in 2009 had een intensiteit van 41 mm in 3 uur, waarvan 30 mm in een uur. Dit staat ongeveer gelijk aan een bui die eens in de 10 jaar voorkomt (Buishand & Wijngaard, 2007). De maand juli 2014 is een van de natste juli maanden ooit gemeten in Sittard-Geleen. De hoeveelheid neerslag in deze maand was ruim 170 millimeter volgens het (KNMI, Nieuws: , 2014). Dit is bijna drie keer zoveel dan wat normaal in juli valt. Vooral dinsdag 8 en woensdag 9 juli heeft voor veel locaties tot overlast gezorgd. Tussen Born en Grevenbicht waren een aantal wegen tijdelijk afgezet voor verkeer (Beneker, 2014).

Gevolgen klimaatverandering

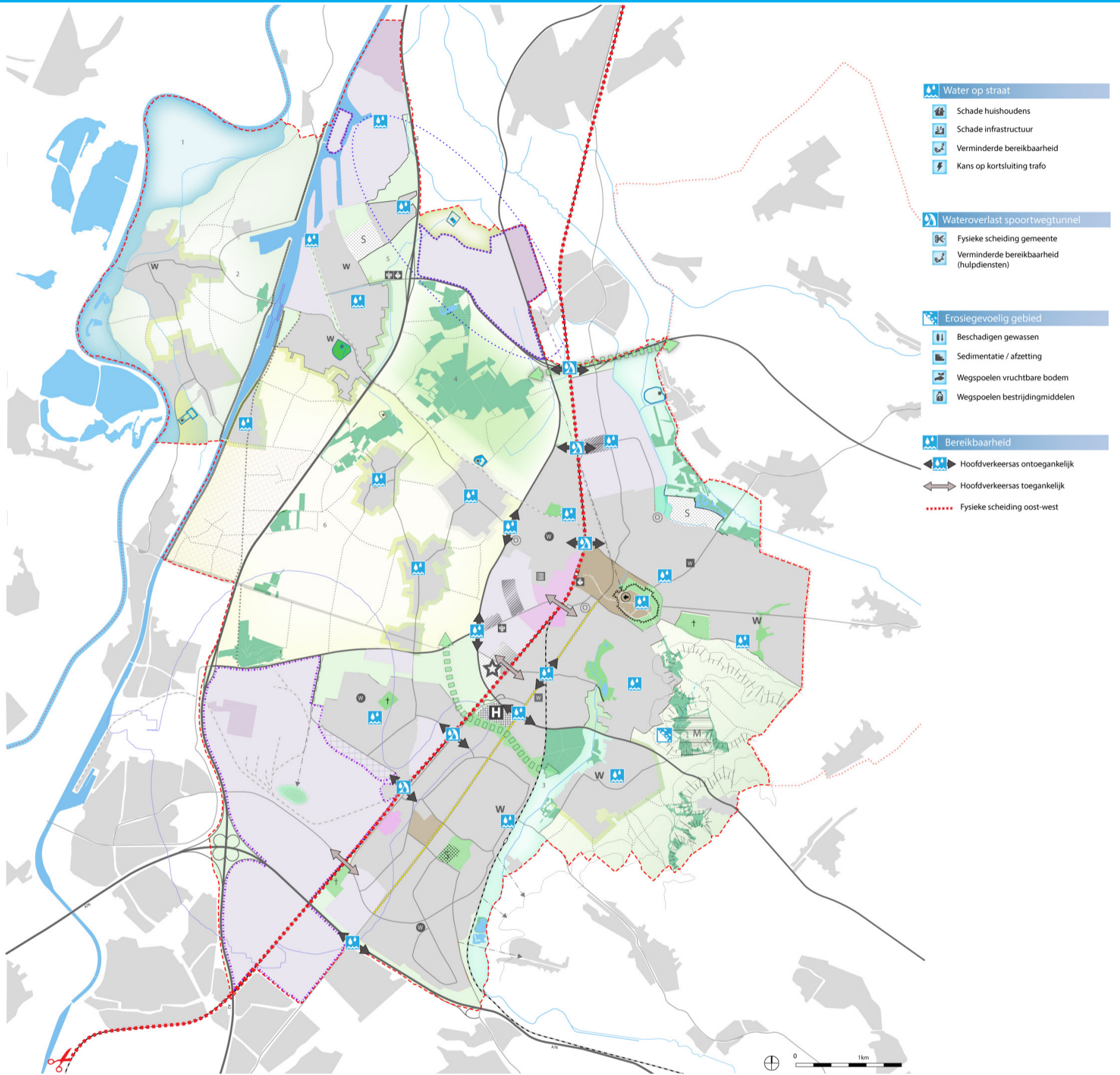
Verwacht wordt dat door klimaatverandering in de toekomst buien steeds heviger en frequenter gaan voorkomen. Volgens de KNMI'14 scenario's nemen extreme neerslagintensiteiten in alle scenario's het hele jaar door toe. Dit is zelfs het geval in de G_H en W_H scenario's, waarin de totale zomerneerslag afneemt (KNMI, 14-klimaatscenario's, 2014). Dit betekent dat zowel in de winter- als in de zomermaanden de kans op wateroverlast door extreme regenval zal toenemen. Wateroverlast die in het huidige klimaat al optreedt, zal zonder ingrijpen vaker en grootschaliger optreden. Een bui die normaal eens in de 10 jaar (T=10) voorkomt is in Sittard-Geleen in 2014 al meerdere keren gevallen.

Risicolocaties wateroverlast in Sittard-Geleen

Overlastlocaties	Reeds aangepakt
Holtum	Ja
Dorpsstraat Buchten	Nee
Beekstelsysteem Reijdtsgraaf	Nee
Holtum Noord	Nee
Aldenhof/Hondsbroek	Nee
Graetheide	Nee
Guttocoven	Ja
Einighausen	Ja
Lindeheuvel	Ja
Jos Klijnenlaan	Nee
Hofdwarsweg	Nee
Peschstraat / Oranjelaan	Nee
Nusterweg / Doctor Nolenslaan	Nee
Tudderenderweg	Ja
Kollenberg	Ja
Haag Sittard	Ja
Munstergeleen	Ja

* Voor locatie Enighausen worden momenteel samen met het waterschap aanvullende maatregelen onderzocht.

Wateroverlastkaart





Droogte



De effecten van droogte hebben gevolgen voor mens en natuur en zijn divers en complex van aard. Onder droogte wordt verstaan; "het ontstaan van waterschaarste als gevolg van het langdurig uitblijven van (significante) neerslag" (WRO, 2015). Op de droogtekaart is te zien welke gebieden risico lopen op droogtestress. In Sittard-Geleen heeft droogte de meeste invloed op de landbouwfunctie. Bij droogte kunnen de gewassen onvoldoende water onttrekken uit de bodem, dit leidt direct tot kwaliteitsverlies en een verminderde gewasopbrengst. Ook voor de natuur heeft dit gevolgen; grasvelden en bosgebieden verdrogen en wanneer de temperatuur en droogtestress blijven toenemen, zal uiteindelijk de vegetatie zich gaan aanpassen aan de omstandigheden. De huidige vegetatie wordt dan vervangen door planten die beter tegen lange periode van droogte bestand zijn. Ook diersoorten zullen uit het gebied verdwijnen en mogelijk komen nieuwe soorten daarvoor in de plaats. In Sittard-Geleen worden door gemeente en waterschap (nog) geen significante effecten verwacht voor stedelijk gebied, van paalrot en bodemdaling is vanwege de geografische ligging in de gemeente geen sprake.

Effecten op landbouw

De gevoeligheid van de landbouwsector hangt erg af van de verbouwde gewassen in het gebied. Sommige gewassen zijn gevoeliger voor droogte dan de ander. Vooral ondiep wortelende gewassen zijn gevoelig voor droogte, omdat de bovenste bodemlaag als eerste uitdroogt. In Sittard-Geleen worden voornamelijk granen, bieten, mais en aardappelen verbouwd (LGN6). Lange perioden van droogte in de maanden mei tot september kunnen voor deze gewassen zorgen voor een opbrengstderving van 25 tot 75 % (Goosen, 2010). Naast negatieve effecten kan droogte ook een positief effecten hebben. Droogte kan namelijk zorgen dat de grond minder vaak te nat is waardoor schimmels, ziekten en plagen minder voorkomen (WUR, Rijkwaterstaat, & CLM, 2015).

Naast de soort teelt is de locatie van groot belang bij de kwetsbaarheid voor droogte. Landbouwpercelen die geen toegang hebben tot water van een rivier of beek zijn extra gevoelig. Deze zijn in droge perioden niet of nauwelijks in staat hun land te beregenen. Ook is het waterschap Roer & Overmaas bevoegd voor het instellen van een beregeningsverbod. Dit wordt gedaan uit belangenafweging tussen maatschappelijke en ecologische behoeften. Een beregeningsverbod kan ingesteld worden als de waterkwaliteit en ecologie gevaar lopen als gevolg van een daling van de afvoer, waterpeilen of stroomsnelheden van beken die te ver zakken. (WPM en WRO, 2014)

Effecten op natuur

Droogte heeft niet alleen effecten op de landbouw, ook de natuur leidt eronder. Een groot aantal planten en dieren krijgen te maken met omstandigheden waar ze niet aan gewend zijn. Aanhoudende droogte kan zorgen dat planten en diersoorten uit het gebied verdwijnen. Hierdoor krijgen andere planten en dieren die beter tegen droogte kunnen de kans zich exponentieel uit te breiden, wat kan resulteren in plagen. Het is lastig in te schatten wat de exacte gevolgen van droogte zijn voor de natuur. Andere vegetatietypen en diersoorten die voorkomen hoeven niet per definitie nadelig te zijn. Wel is belangrijk op de hoogte te zijn van veranderingen om mogelijke schadelijke gevolgen voor te kunnen zijn.

In Sittard-Geleen is voornamelijk het Limbrichterbos kwetsbaar voor toenemende droogte. Deze wordt gekenmerkt als nat bosrijk landschap (Nieuwenhuijzen, 2010). Bij het waterschap is al opgemerkt dat het gebied droger is geworden door de jaren heen. Wat de gevolgen van verdere verdroging zijn is niet bekend volgens Winteraeken (2013). Verder zal ook de kans op bos- en bermbranden groter worden. Dit zal echter niet zo groot zijn als in de hoge zandgronden van Noord- en Midden Limburg vanwege de bodemopbouw die in Sittard-Geleen voor grote delen uit löss bestaat (Nieuwenhuijzen, 2010), deze houdt beter vocht vast dan de zandgronden en is daarom minder brandgevoelig.



Effecten op drinkwater

Droogte kan ook gevolgen hebben voor het drinkwateraanbod. Dit effect valt buiten de gemeentegrens maar kan wel grote gevolgen hebben voor de gemeente. Tijdens droge periode (vooral in combinatie met hitte) neemt het drinkwaterverbruik toe voor onder andere besproeien van tuinen en recreatief gebruik (vullen van zwembaden). Bij lang aanhoudende perioden van droogte en hitte kunnen problemen ontstaan bij het leveren van voldoende kwalitatief goed drinkwater. In de zomer van 2015 was dit het geval in Echt, waar bruin water uit de kranen kwam als gevolg van het hoge drinkwaterverbruik (Hubers, 2015). Er zou gestuurd kunnen worden op zuinig omgaan met drinkwater tijdens droge perioden bij bewoners. Een tekort aan drinkwater kan vooral in combinatie met droogvallen van beken een risico vormen op het aanbod van bluswater.

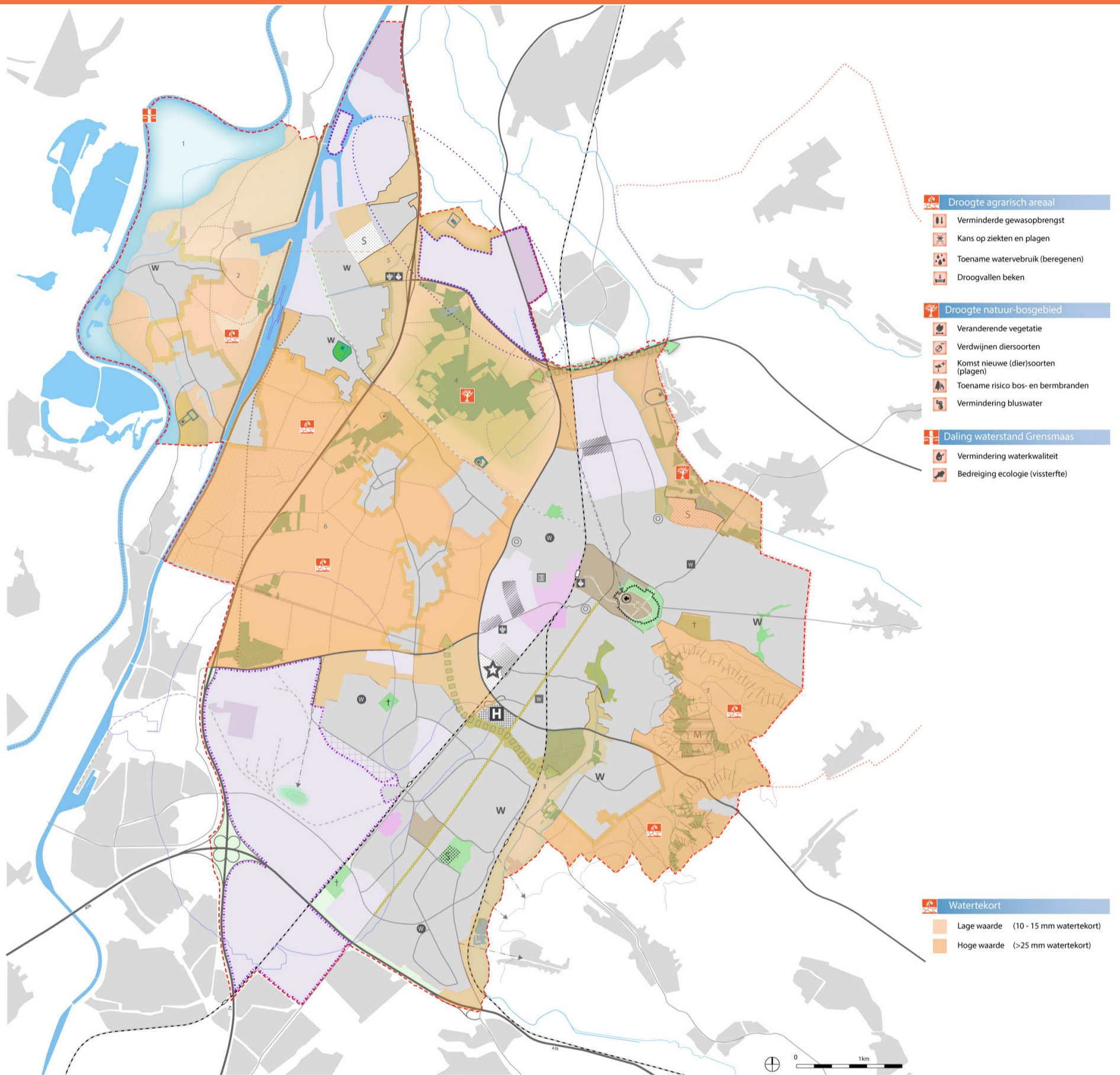
Gevolgen klimaatverandering

Het KNMI voorspelt dat voornamelijk de zomermaanden droger worden, waardoor in deze periode de droogtestress toeneemt. Op de droogtekaart staat het gebied dat kwetsbaar is voor droogtestress aangegeven. De kaart is gebaseerd op de klimaateffectatlas (Adaptatie, 2014). Het noordelijk gebied zal volgens de modelberekeningen minder droogtestress ondervinden dan het zuidelijk deel van de gemeente. *In het huidige klimaat bestaat er in de zomer een droogtestress van 5- 10 mm water per 10 dagen in de gemeente. In 2050 wordt verwacht dat dit oploopt tot 15- 25 mm watertekort, volgens berekeningen van de PROBE2 (SRO, 2014).*

Door perioden van droogte wordt de aanvoer van water problematisch. Ook met technische maatregelen zoals seizoensberging kan volgens de 'Klimaateffecten-atlas Limburg' niet volledig aan de watervraag in de zomer voldaan worden. Deze maatregelen kunnen ook de grondwateraanvulling verminderen en droogte naar elders verplaatsen (vooral lager gelegen gebied). De grootste dreiging is voor regengevoede ecosystemen, waaronder het stroomgebied van de beken. Mogelijk kunnen huidige landbouwsystemen niet blijven voortbestaan met de toenemende droogte. In de Maas kunnen afvoeren zo ver afnemen dat deze leidt tot een crisisfase (afvoer < 30m³/s conform Maasvoerverdrag). In een crisisfase is er sprake van een zeer lage afvoer die kan leiden tot problemen met schutten, verminderde ecologie en verslechterde waterkwaliteit. Uitgaande van de KNMI'06 klimaatscenario's¹ zal in 2050 een crisisfase gemiddeld 4,5 tot 9 dagen per jaar optreden, in 2100 kan dit oplopen tot maximaal 16 dagen. In vergelijking met de huidige 2,5 dag per jaar gemiddeld, is dat een aanzienlijk stijging (Goosen, 2010).

Toenemende droogte en waterschaarste vragen mogelijk om herverdeling van het water. Hierbij kunnen gebruiksfuncties veranderen en moeten keuzes gemaakt worden tussen watervragende functies. (Goosen, 2010)

¹KNMI'06 klimaatscenario's: Voorganger van de KNMI'14 scenario's. Veel van de huidige berekeningen zijn gebaseerd op kerncijfers uit het KNMI'06 rapport. Verschillen tussen KNMI'06 en KNMI'14 zijn minimaal. Daarom worden gegevens uit beide rapporten gebruikt.





Hitte

Aanhoudende hoge temperaturen en extreme hitte die voorkomen bij hittegolven vormen een bedreiging voor de volksgezondheid. Vooral fysiek kwetsbaren waaronder ouderen zijn vaak de dupe van deze weersomstandigheden. Temperatuurstijging leidt tot een stijging van ziekhuisopnames als gevolg van hitteziekten of zelfs sterfte. De extreem warme zomer van 2003 heeft in Nederland waarschijnlijk geleid tot een dodental tussen de 1000 en 1400 meer dan gemiddeld door vroegtijdig overlijden (Beer & Harmsen, 2003). Ook de hittegolf in 2006 heeft geleid tot duizenden doden in Europa. Tijdens hittegolven is extra aandacht nodig voor chronisch zieken, ouderen, kinderen, mensen in sociaal isolement en mensen met overgewicht (Risicokaart).

In steden zijn de gevolgen van lange perioden van hitte het grootst. Dit wordt voornamelijk veroorzaakt door het grote aandeel verharding in de stad (gebouwen, wegen en pleinen). In de stad wordt meer warmte vastgehouden dan op het platteland waardoor temperaturen in steden aanzienlijk hoger kunnen liggen dan het omliggende gebied. Dit effect wordt het 'urban heat island effect' (UHI) ofwel het 'hitte-eiland effect' genoemd (Döpp, 2011). Op de hittekaart die gebaseerd is op hittestressberekening uit de Klimateffectatlas Limburg, is een duidelijke opwarming van het bebouwde gebied te zien. In de gemeente treedt het hitte-eiland effect het meest op in de stadscentra van Sittard en Geleen. Hier kunnen luchttemperaturen 's nachts oplopen tot wel 8 graden warmer dan buiten de stad (Goosen, 2010). Ook overdag kan volgens het KNMI een temperatuurverschil van 4 graden bereikt worden.

Hitte hoeft niet altijd direct overal voor problemen te zorgen. Voor sommige locaties kan een paar graden warmer zelfs een positief effect hebben. Belangrijk is goed inzichtelijk te hebben waar hittestress risico's kan vormen. Hierbij zijn ziekenhuizen, verzorgings- en verpleegtehuizen en gebieden met een hoog percentage ouderen aandachtlocaties. Op de hittekaart zijn deze inzichtelijk gemaakt.

Hittestress heeft verder een negatieve invloed op de arbeidsproductiviteit, slaapritme en concentratievermogen, dit zorgt voor meer ongevallen en slechtere prestaties bij onder andere scholieren (Ca.Bouwman, 2008). Tijdens warme dagen gaat door de extra opwarming in de stad de leefkwaliteit en/of verblijfskwaliteit van onder andere stadcentra achteruit (Dirk Lauwaet, 2013). Ook stijgt het energieverbruik met gemiddeld 5% door een toenemend gebruik van airconditioning voor het koelen van gebouwen (Epping, 2014).

Worden de zomers van 2003 en 2006 normaal in 2050

De zomers in 2003 en 2006 waren erg warm voor ons klimaat. Volgens metingen van het KNMI vielen de temperaturen in de zomermaanden juni t/m augustus in 2003 buiten de 80% range (8 van de 10 keer blijven de temperaturen binnen deze grenzen) (Bessembinder, 2009). De temperatuur in 2003 lag gemiddeld 2-3 graden hoger dan normaal, in 2006 lagen de temperaturen bijna even hoog (Tank, 2014). In het W_L en het W_H scenario van het KNMI wordt verwacht dat de gemiddelde zomertemperatuur 1,7 tot 2,3 graden hoger ligt dan het huidige klimaat (KNMI, 14-klimaat-scenario's, 2014). Dit zou betekenen dat in 2050 zomers zoals die zich voordeden in 2003 en 2006 heel normaal kunnen zijn. Het aantal dagen boven de 30 graden ligt in het huidige klimaat op gemiddeld 6 dagen per jaar. In 2050 kan dit aantal oplopen tot 18 dagen en 28 dagen in 2085 volgens het W_H scenario van het KNMI.

Relatie trends Sittard-Geleen

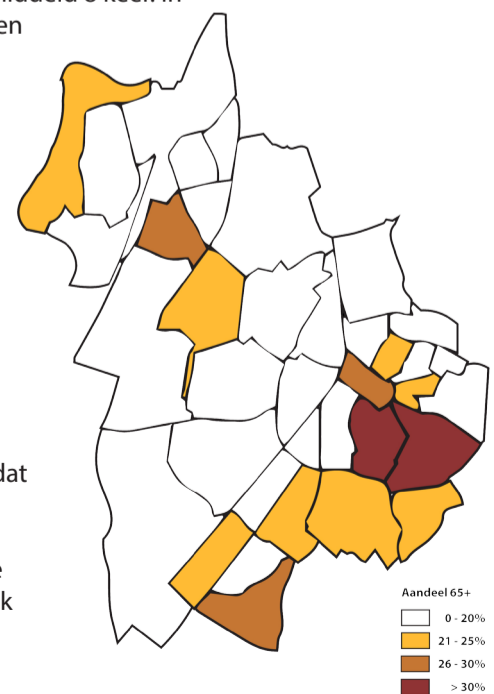
Sittard-Geleen heeft net als veel andere gemeenten in Zuid-Limburg te maken met krimp en vergrijzing (Nieuwenhuijzen, 2010). Het aandeel 65+ zal naar verwachting de komende jaren toenemen. Dit betekent dat de gemeente in toenemende mate gevoelig is voor hitte. Krimp heeft echter positieve gevolgen voor de gemeente. Door de krimp zijn geen grootschalige uitbreidingen meer gepland (Nieuwenhuijzen, 2010). Prognoses zeggen dat er tot aan 2020 enkel gebouwd kan worden als in dezelfde mate gesloopt wordt. Vanaf 2020 zal het netto aantal woningen afnemen met ongeveer 250 per jaar. Dit biedt kansen om bij toekomstige herstructurering van het gebied rekening te houden met maatregelen die het hitte-eiland beperken.



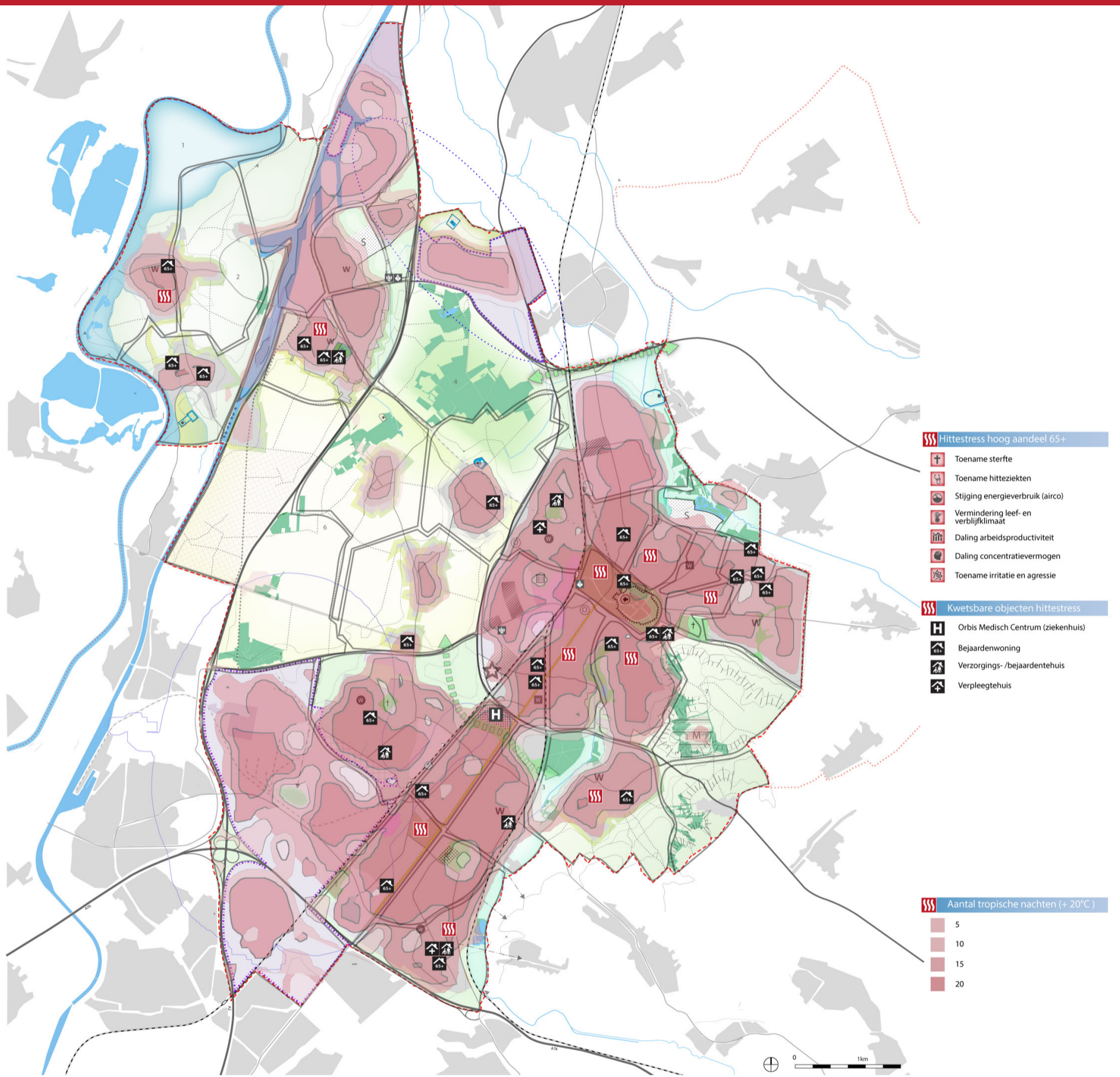
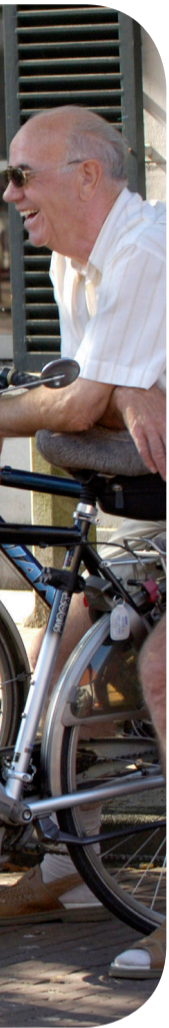
Hitte eiland in Sittard-Geleen

Op de hitte kaart zijn het aantal tropische nachten weergegeven zoals deze verwacht worden in 2050 ($W+$ scenario KNMI'06). Gebruikelijk is om het hitte-eiland 's nachts te meten omdat in de nachten temperatuurverschillen tussen stad en platteland het sterkst meetbaar zijn. Er wordt van een tropische nacht gesproken als de minimumtemperatuur boven de 20 graden Celsius blijft. In het huidige klimaat komen deze jaarlijks gemiddeld 0 keer voor in landelijk gebied. In 2050 gemiddeld 3 keer en in 2085 gemiddeld 8 keer. In het stedelijk gebied kan dit aantal oplopen tot 15 nachten per jaar in het huidige klimaat en 20 nachten per jaar in 2050 (donderrood gebied op de hittekaart).

De gekleurde buurten op het kaartje rechts zijn vanwege hun hoge percentage ouderen het meest kwetsbaar voor hitte. Op de hittekaart is te zien dat veel van de ouderenwoningen, verzorgings- en verpleegtehuizen zich in de warmste hittecontouren bevinden. Het is niet concreet te zeggen wat de temperatuurstijging zal zijn bij een bepaalde temperatuur in een bepaald gebied, omdat dit erg kan verschillen per weertype (luchtvochtigheid, zonnestraling, etc.). Wel is duidelijk dat er vrijwel altijd sprake is van een temperatuurstijging in stedelijk gebied.



Hittekaart



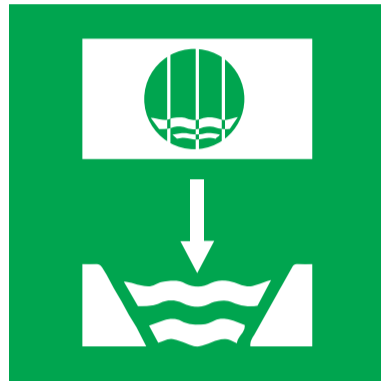


Klimaatkansen

Klimaatverandering heeft niet alleen negatieve gevolgen. Ook brengt het positieve effecten met zich mee. Bovendien liggen er in Sittard-Geleen voldoende kansen om negatieve effecten tot een minimum te beperken en de aantrekkelijkheid en leefbaarheid van de gemeente verder te blijven versterken.



Klimaatrobuust herontwikkelen krimpgebieden



Ontkluizen beeksystemen



Versterken groennetwerken



Groen voor grijs



Klimaatbuffers voor agrariers



Burgerparticipatie



Versterken langzame verkeersnetwerken



Betere bodembewerking

Klimaatvoordelen

Recreatie en vrijetijdseconomie

Klimaatverandering geeft ondanks de negatieve gevolgen ook volop kansen voor Sittard-Geleen. Een warmer klimaat betekent op enkele uitzonderingen na, dat omstandigheden voor de recreatieve sector aantrekkelijker worden. In de zomer zal het vaker droog zijn, ideaal voor fietsers en wandelaars die komen genieten van Sittard-Geleen en haar exclusieve landschap, vele bezienswaardigheden en cultuur-historische monumenten. Dit biedt een kans om meer recreatievoorzieningen en vrijetijdseconomie naar Sittard-Geleen te trekken. Bijvoorbeeld door het versterken, verbeteren en uitbreiden van langzaam verkeersnetwerken, groenstructuren en het ontkluizen van beeksystemen.

Vorst

De klimaatverandering zorgt voor een daling van het aantal vorstdagen. Hierdoor hoeft minder (zout) gestrooid te worden. Dit zorgt voor een kostenbesparing en verminderd negatieve impact op het milieu. Ook het aantal ongevallen en schade door vorst zal afnemen.

Groeiseizoen

Een warmer klimaat verlengt het groeiseizoen voor agrariers. Hierdoor kunnen ze meer gewassen verbouwen en stijgt hun opbrengst.

Kansen klimaataanpak

Krimp

Sittard-Geleen gaat vanaf 2025 naar verwachting te maken krijgen met een lichte demografische krimp. Hierdoor zullen enkele gebieden anders ingericht moeten worden. De terugloop van het aantal inwoners geeft Sittard-Geleen ruimtelijk gezien mogelijkheden om de gemeente volledig klimaatbestendig in te richten. Er zal verdunning plaats vinden in stedelijke en suburbane woongebieden. Hierdoor daalt de stress voor hitte en wateroverlast. Bovendien kunnen gebieden bij herontwikkelingen klimaatrobuust ingericht worden. Dit vermindert niet alleen de klimaatproblematiek maar kan daarbij ook bijdragen aan de kwaliteit van de leefomgeving. Tegelijkertijd kan hiermee het hitteprobleem voor ouderen beperkt worden. Sittard-Geleen kan de stap maken van een kwantitatief ingericht woongebied naar een woongebied waar kwaliteit van leven voorop staat. Een gebied met veel groen, waar bewoners tot rust komen.

Burgerparticipatie

Niemand kent een gebied beter dan de burgers die daar zelf wonen. Het intensief betrekken van de bewoners biedt daarom kansen om te komen tot innovatieve oplossingen die perfect aansluiten op de wensen en behoeften in het gebied. Door de samenwerking die ontstaat bij burgerparticipatie worden bovendien banden geschept en neemt het vertrouwen in projecten toe.

Verdroging

Om invloeden van droogte op de agrarische sector te beperken kan gedacht worden aan klimaatbuffers. Dit geeft boeren een reserve waardoor boeren ook in de droogste perioden water voor beregening tot hun beschikking hebben.

Bodembewerking

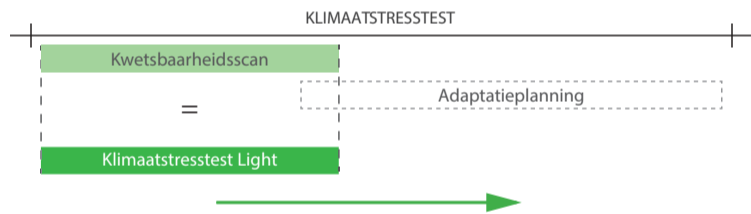
Oppervlakkige afstoming als gevolg van hevige regenval op agrarisch gebied kan worden tegengegaan door middel van betere bodembewerking. Voorbeelden van maatregelen zijn; niet-kerende grondbewerking en bodembedekkers in de winter.

Vervolg

De eerste stap naar een klimaatbestendige gemeente is gezet. De kwetsbare locaties en gevolgen zijn in dit boek samengebracht tot kwetsbaarheidskaarten, ook de kansen zijn benoemd. De volgende stap is het besluiten welke thema's of knelpunten prioriteit hebben om aangepakt te worden en welke nog verder uitgediept moeten. Deze kunnen uitgewerkt worden in een adaptatieplan. Hierin worden gezamenlijk met burgers en bedrijven plannen en afspraken gemaakt, over hoe het gebied meer klimaatbestendig kan worden ingericht en welke maatregelen hiervoor nodig zijn.

Climateapp

Bij het bepalen van maatregelen voor het klimaatbewust inrichten van uw gebied, kan gebruik gemaakt worden van de 'Climateapp'. In deze app worden mogelijke maatregelen benoemd om een specifiek klimaatadaptatiedoel te bereiken. In de app kunnen gebied- en klimaatkenmerken geselecteerd worden en op basis daarvan zullen voor dit gebied mogelijke adaptatiemaatregelen gegenereerd worden. (<http://www.climateapp.nl/>)



Literatuur

- SRO (2014). *Stimuleringsprogramma Ruimtelijke Adaptatie*. Opgehaald van www.ruimtelijkeadaptatie.nl: <http://www.ruimtelijkeadaptatie.nl/nl/stimuleringsprogramma>
- Beer, J. d., & Harmsen, C. (2003). *Ruim duizend doden extra door warme zomermaanden*
- Benneker, F. (2014, juli). *LIMBURG KIJKT TERUG OP KLETSNATTE JULIMAAND*. Opgehaald van [Gezien.nl](http://gezien.nl/sittard-geleen/nieuws/limburg-kijkt-terug-op-kletsnatte-julimaand#!): <http://gezien.nl/sittard-geleen/nieuws/limburg-kijkt-terug-op-kletsnatte-julimaand#!>
- Bessembinder, J. (2009). *Klimaatstresstestboek Nederland*. De Bilt: KNMI.
- Buishand, A., & Wijngaard, J. (2007). *Statistiek van extreme neerslag voor korte neerslagduren*. De Bilt: KNMI.
- CBS. (2013). *kerncijfers wijken en buurten*. Centraar Bureau Statistiek.
- Dirk Lauwaet, B. M. (2013). *Opmaak van een hittekaart en analyse van het. Mol: Vito*. Haag: CBS.
- Döpp, S. (2011). *Kennismontage Hitte en Klimaat in de Stad*. Den Haag: TNO.
- Epping, I. L. (2014). *Klimaatstress Land van Cuijk*. Omgevingsdienst Brabant Noord.
- Floor, K. (2011, 09). *Stad heeft eigen klimaat*. Opgeroepen op 2015, van www.keesfloor.nl: <http://www.keesfloor.nl/artikelen/zenit/stadsklimaat/>
- Goosen, H. (2010). *Klimaat-effectatlas*. Maastricht: Provincie Limburg.
- Hubers, A. (2015, 06 02). *Verfrissing in Echt? Alleen met bruin kraanwater*. 1Limburg.
- KNMI. (2014). *14-klimaatscenario's*. Den Haag: KNMI.
- KNMI. (2014, 04 26). *Nieuws: . Opgeroepen op 03 22, 2015, van Meer extreme buien door opwarming*: http://www.knmi.nl/cms/content/119655/meer_extreme_buien_door_opwarming
- WPM en WRO. (2014). *Water in beweging, ontwerp Waterbeheerplan 2016-2021*. Waterschap Peel en Maasvallei; Waterschap Roer en Overmaas.
- Nieuwenhuijzen, M. (2010). *Structuurvisie Sittard-Geleen*. Sittard: Gemeente Sittard-Geleen.
- WRO (2015). *Onttrekkingen uit oppervlaktewater*. Sittard: Waterschap Roer & Overmaas.
- Risicokaart. (sd). *Handreiking Gebruik overstromingsgevaar- en gevolgenkaarten risicokaart. nrisicokaart*. Risicokaart (sd).
- Schrijen, J. (2015). *Coalitieprogramma 2015-2019 Waterschap Roer en Overmaas*. Sittard: Waterschap Roer en Overmaas.
- Tank, A. K. (2014). *KNMI'14 Klimaatscenario's voor Nederland*. De Bilt: KNMI.
- Winteraeken, H. (2013). *Wateroverlast in hellend gebied*. Roer en Overmaas.
- WUR, A., Rijkwaterstaat, & CLM, I. (2015). *Ondergrondverdichting*. I&M.



Overzichtskaart klimaateffecten

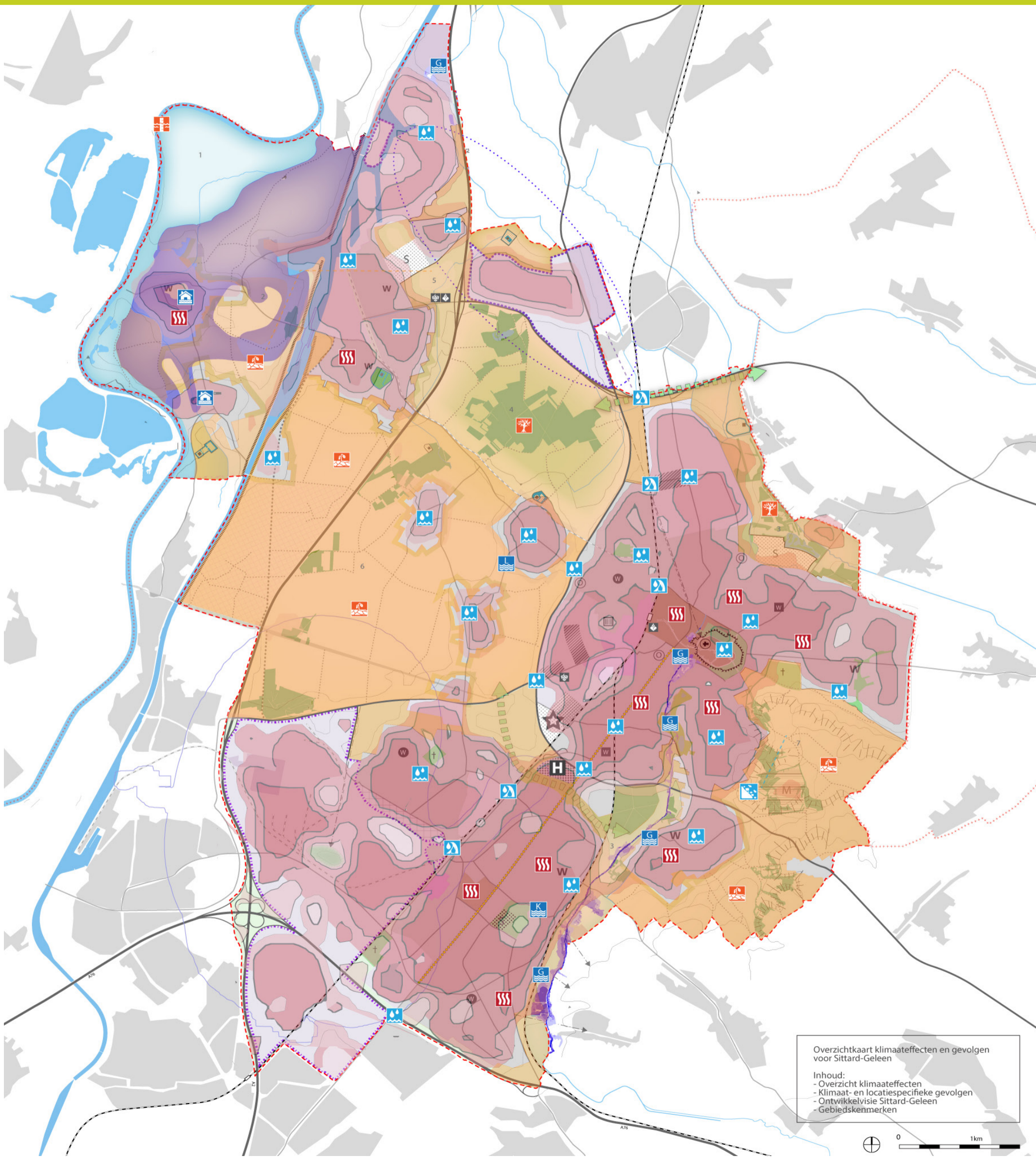


Legenda

Klimaatgevolgen			
Overstroming <ul style="list-style-type: none"> Overstroming vanuit Maas <ul style="list-style-type: none"> Slachtoffers personen Verdrinking vee Schade bebouwing Schade infrastructuur Verminderde bereikbaarheid Stroomuitval Overstroming vanuit Limbrichterbeek <ul style="list-style-type: none"> Schade huishoudens Schade infrastructuur Verminderde bereikbaarheid Kans op kortsluiting trafo Overstroming vanuit Geleenbeek <ul style="list-style-type: none"> Schade huishoudens Schade infrastructuur Verminderde bereikbaarheid Kans op kortsluiting trafo Overstroming overkluisde Keutelbeek <ul style="list-style-type: none"> Schade huishoudens Schade infrastructuur Verminderde bereikbaarheid Kans op kortsluiting trafo 	Wateroverlast <ul style="list-style-type: none"> Water op straat <ul style="list-style-type: none"> Schade huishoudens Schade infrastructuur Verminderde bereikbaarheid Kans op kortsluiting trafo Wateroverlast spoortwegtunnel <ul style="list-style-type: none"> Fysieke scheiding gemeente Verminderde bereikbaarheid (hulpdiensten) Erosiegevoelig gebied <ul style="list-style-type: none"> Beschadigen gewassen Sedimentatie / afzetting Wegspoelen vruchtbare bodem Wegspoelen bestrijdingsmiddelen 	Droogte <ul style="list-style-type: none"> Droogte agrarisch areaal <ul style="list-style-type: none"> Verminderde gewasopbrengst Kans op ziekten en plagen Toename waterverbruik (beregenen) Droogvallen beken Droogte natuur-bosgebied <ul style="list-style-type: none"> Veranderende vegetatie Verdwijnen diersoorten Komst nieuwe (dier)soorten (plagen) Toename risico bos- en bermbranden Vermindering bluswater Daling waterstand Grensmaas <ul style="list-style-type: none"> Vermindering waterkwaliteit Bedreiging ecologie (vissterfte) 	Hitte <ul style="list-style-type: none"> Hittestress hoog aandeel 65+ <ul style="list-style-type: none"> Toename sterfte Toename hitteziekten Stijging energieverbruik (airco) Vermindering leef- en verblijfklimaat Daling arbeidsproductiviteit Daling concentratievermogen Toename irritatie en agressie

Gebiedskenmerken				
Te handhaven landschappen <ol style="list-style-type: none"> EHS Grensmaas rivierenlandschap beekdallandschap nat bosrijk landschap nat bekenlandschap open coulissenlandschap heuvellandschap 	Infrastructuur <ul style="list-style-type: none"> Julianakanaal met havens (deels te verbreden) rijksweg A2 (te verbreden naar 2x3 rijstroken?) A76 (2x2 rijstroken) gebiedsontsluitingsweg met bovenregionale functie spoorlijn met station goederenspoor OV as bomenlaan / landweg dijklichaam 	Centrumgebieden <ul style="list-style-type: none"> Sittard, regionaal stedelijk centrum met centrumstedelijk wonen, recreatief Geleen, stedelijk service centrum met centrumstedelijk wonen Wonen <ul style="list-style-type: none"> uiterste contour bebouwde kom verstedelijkt gebied verdunnen, vergroenen, meer ruimte in bestaande woonbuurten buurten 	Werklocaties <ul style="list-style-type: none"> Chemelot-terrein Chemelot campus Trimodale knoop Automotive, logistiek te ontwikkelen werkgebied bestaand werkgebied kantorenlocatie herstructureringslocatie agrarisch gebied met reservering voor bedrijvigheid zoekgebied ongehinderd logistiek systeem 	Voorzieningen <ul style="list-style-type: none"> te handhaven wijkvoorziening op te waarderen wijkvoorziening te ontwikkelen wijkvoorziening hoger onderwijsinstelling perifere detailhandel sportzone Limburg stedelijke sportvoorziening gezondheidszorg maatsch. doeleind buiten de grens van de stedelijke dynamiek penitentiaire inrichting Zuyderland Medisch Centrum brandweerkazerne politiebureau
Groen en Water <ul style="list-style-type: none"> bos stedelijke groenvoorziening / begraafplaats stadsrandgroen dorpsrandgroen water ecologische corridor in stedelijk gebied steilrand groen element voormalige mijn 	Algemeen <ul style="list-style-type: none"> gemeentegrens landgrens 	Cultuurhistorie <ul style="list-style-type: none"> kasteel / landgoed grens beschermd stadsgezicht zichtas 	Milieu en Veiligheid <ul style="list-style-type: none"> risicocontour 10⁸ DSM 	

Klimaat kwetsbaarheidskaart



Overzichtkaart klimaateffecten en gevolgen voor Sittard-Geleen

Inhoud:
- Overzicht klimaateffecten
- Klimaat- en locatiespecifieke gevolgen
- Ontwikkelvisie Sittard-Geleen
- Gebiedskenmerken



