

Onderlegger water & bodem Limburg

Provincie en waterschap Limburg

Rapport September 2025
Defacto Stedenbouw

Defacto

stedenbouw

Onderlegger water & bodem Limburg

September 2025

Defacto stedenbouw

Onderlegger water & bodem Limburg is tot stand gekomen in opdracht van de Provincie Limburg en Waterschap Limburg.

Projectteam

Anne Loes Nillesen, Jens Berkien (Defacto stedenbouw), Alphons van Winden (Bureau Stroming) Nicolette Knols, Tjeerd Okkes, Maarten van der Sande, Rien Huisman, Ivo Huits, Jane Karashchuk (Provincie Limburg), Stefan Kupers (programma Waterveiligheid en Ruimte), Marianne Lensink (Waterschap Limburg) en input vanuit de begeleidingsgroep.

Teksten

Anne Loes Nillesen en Alphons van Winden met input vanuit de begeleidingsgroep.

Kaarten en illustraties

Defacto Stedenbouw.

Beeldrecht

De auteur heeft gepoogd alle rechthebbenden van beeldmateriaal te achterhalen en te vermelden in de rapportage. Eventuele niet-genoemde rechthebbenden kunnen zich melden. Zij zullen in een volgende druk worden vermeld.

Meer informatie

De kaartbeelden zijn ook te bekijken op de webviewer van de provincie Limburg (<https://portal.prvlimburg.nl/viewer/app/default>). Voor vragen kunt u contact opnemen met

Disclaimer

De kaarten zijn gebaseerd op verschillende brongegevens. Deze gegevens verschillen in nauwkeurigheid en in gebruikte klimaatgegevens en er is sprake van hydrologische modelberekeningen. Per kaart zijn de brongegevens vermeld. Hoewel aan de totstandkoming van deze resultaten de uiterste zorg en aandacht is besteed, is het mogelijk dat de inhoud niet overal volledig en/of juist is. Aan de kaarten zijn geen rechten te ontlenen.

Foto voorblad

Johannes Timmermans (2002)

Inhoudsopgave

Voorwoord 5

DEEL A Het Limburgse Landschap

Het Limburgse Landschap	11
1 – Heuvelland (Zuid-Limburg)	13
2 – Maasterrassen, Maasplassen en beekdalen (Midden-Limburg)	19
3 – De Peelhorst	25
4 – Maasduinen	31

DEEL B Opgaven vanuit water, bodem en klimaatverandering

Opgaven vanuit water, bodem en klimaatverandering	39
1 – Bodemcondities	41
2 – Nattere bodemcondities	49
3 – Regionale wateroverlast	55
4 – Waterveiligheid	61
5 – Droogte en waterbeschikbaarheid	69
6 – Waterkwaliteit	77
7 – Hitte	85

DEEL C Handelingsperspectieven

Handelingsperspectieven water, bodem en klimaatverandering	93
--	----



Bron: Stefan Koopmans Photography (2021)

Voorwoord

De Provincie Limburg en het Waterschap Limburg hebben samen een onderlegger voor water, bodem en klimaat ontwikkeld. De onderlegger bestaat uit een set kaarten die de huidige stand van zaken in Limburg laat zien. De kaarten tonen overheden en partners waar de uitdagingen zitten op het gebied van water, bodem en klimaat. Deze informatie is nodig om de beste toekomstkeuzes te maken voor het bebouwd gebied, de energie-infrastructuur, landbouw en natuur.

Als bestuurders van Waterschap Limburg en de Provincie Limburg zijn wij verheugd en trots om u de ‘Onderlegger Water en Bodem’ aan te bieden. De Limburgse overheden dragen samen de verantwoordelijkheid voor WWhet water- en bodemsysteem. Met deze onderlegger als instrument zorgen wij ervoor dat alle betrokken partijen deze verantwoordelijkheid kunnen nemen en zo meebewegen in een wereld waarin klimaatadaptatie noodzakelijk is.

Wij roepen daarom alle partijen die betrokken zijn bij ruimtelijke afwegingen en keuzes op om de onderlegger zo vroeg mogelijk in het proces van het maken van ruimtelijke visies en plannen te gebruiken. De informatie in deze onderlegger is gebundeld en toegankelijk gemaakt door een proces van nauwe samenwerking met gemeenten en experts. Het gebruik van de onderlegger bespaart niet alleen tijd, maar zorgt er ook voor dat de verschillende overheidslagen één centraal referentiedocument hebben op het gebied van water en bodem. Wij zijn ervan overtuigd dat de geboden informatie bijdraagt aan het tijdig en integraal meenemen van water- en bodembelangen in beleid. Zo werken we samen aan verstandige keuzes voor een gezonde, veilige en toekomstbestendige leefomgeving voor alle Limburgers.

Wij hopen dat deze onderlegger uw werk vergemakkelijkt.

Mevr. J. Van Wersch (Waterschap Limburg) Mr. M. Theuns (Provincie Limburg)

Aanleiding

Op 22 november 2022 verstuurde het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat een kamerbrief over de uitgangspunten om meer ‘Water en Bodem sturend’ te werken in de ruimtelijke ordening. In deze brief gaf het ministerie aan dat er meer rekening gehouden moet worden met het belang van water en bodemsystemen in de inrichting van Nederland. Water en bodem vormen namelijk de letterlijke basis van ons bestaan. Deze kamerbrief was voor de Provincie en het Waterschap de aanleiding om de beschikbare informatie over water en bodem samen te brengen in een Onderlegger Water en Bodem.

Toelichting Kamerbrief Water en Bodem sturend

“Water en bodem zijn van grote invloed op ons dagelijks leven. We halen ons drinkwater uit de bodem. De bodem biedt stevigheid, als fundament voor onze wegen en huizen. Is de bodem te nat of juist te droog? Dan merken we dat aan lagere opbrengsten, schade aan de natuur of in de supermarkt aan hogere prijzen. Elk stukje bodem en oppervlaktewater in ons land is in gebruik, soms voor vele doeleinden tegelijk. Ook onder de grond is het een drukte van jewelste. Buizen, pijpen, kabels, winning van grondstoffen. Tot duizend jaar geleden pasten de inwoners zich vooral aan de natuurlijke omstandigheden aan. Later veranderde dat, en zorgden we ervoor dat water en bodem zich aan ons aanpasten.”

“Het vertrouwen in de maakbaarheid van ons landschap is groot. Maar inmiddels lopen we steeds vaker tegen de grenzen van het water- en bodemsysteem aan. Voldoende goed drinkwater is niet langer vanzelfsprekend. Het voortbestaan van planten- en diersoorten staat onder druk. De kwaliteit en beschikbaarheid van water en bodem hebben grote invloed op onze scheepvaart, landbouw, energievoorziening, industrie en natuur.

Bovendien zet het veranderende klimaat alles op scherp. De afgelopen jaren hebben we in korte tijd te maken gehad met grote wateroverlast en extreme droogte. De beelden van de overstromingen in Limburg van juli 2021 hebben we nog scherp voor ogen. Duizenden mensen moesten worden geëvacueerd en het leger werd ingezet. Er was veel materiële schade en er vielen slachtoffers in buurlanden. Deze zomer (2022) was het wederom droog. Rivieren stonden zo laag dat scheepvaart werd gehinderd. Oogsten liepen terug. Met name op zandgronden in het zuiden en oosten liepen de onttrekkingen van grondwater tegen grenzen aan. De waterkwaliteit nam af en op veel plaatsen kregen recreanten last van blauwalg en botulisme.

Door water en bodem sturend te laten zijn in de ruimtelijke ordening, kunnen we in Nederland ook in de toekomst met een ander en grillig klimaat blijven leven, wonen en werken. In een veilige omgeving, met een gezonde bodem, voldoende en schoon water.”

Kamerbrief Water en Bodem sturend, 2022

De eerste stap in het rekening houden met water- en bodem bij ruimtelijke afwegingen is het beschikbaar maken van de informatie en mogelijke handelingsperspectieven voor de partijen die deze afwegingen maken.

Doel

De Onderlegger Water en Bodem is een hulpmiddel voor partijen (o.a. provincie, gemeenten, waterschap, projectontwikkelaars) bij het maken van locatiekeuzes en ruimtelijke afwegingen. De kaarten van de onderlegger geven inzicht in kansen, gevolgen en mogelijk te treffen maatregelen vanuit het natuurlijke water- en bodemsysteem en de klimaatverandering voor diverse gebruiksfuncties. Dit inzicht draagt bij aan het maken van onderbouwde ruimtelijke keuzes op provinciale, regionale en gemeentelijke schaal (wijkniveau). De brongegevens van de kaarten kennen verschillen in detailniveau. Het gebruik van de kaarten moet hierbij aansluiten. Dit betekent dat de kaarten niet geschikt zijn om afwegingen op kavelniveau te maken.

Wat is de Onderlegger Water en Bodem

De onderlegger ‘water en bodem’ bestaat uit drie onderdelen; een overzicht van de meest voorkomende landschapstypen (Deel A), een set basiskaarten (Deel B) en een handelingsperspectief (Deel C). De basiskaarten geven een feitelijk inzicht in waterveiligheid, droogte en waterbeschikbaarheid, waterkwaliteit, (nattere) bodemcondities en hitte in Limburg. Hier zijn signaleringskaarten aan gekoppeld die voor bebouwing, infrastructuur, landbouw of natuurontwikkeling signaleringen afgeven. Het handelingsperspectief bestaat uit een toelichting/bouwsteen waarmee kan worden ingespeeld op de signaleringen.

De selectie van de selectie van de kaartbeelden (feitelijke kaartbeelden) en de verhaallijnen (signaleringskaarten en handelingsperspectief) zijn opgesteld tijdens een reeks werksessies met experts van de provincie, waterschappen en gemeenten die bij dit project betrokken zijn (en onderdeel uitmaken van de begeleidingsgroep).

Status van de onderlegger Water en Bodem

De onderlegger ‘Water en Bodem’ en daaruit volgende handelingsperspectieven dienen als een bouwsteen voor:

- programma's zoals Waterveiligheid en Ruimte (WRL), Woondeal Limburg, Provinciale Energie Strategie (PES)
- de nieuwe Provinciale Omgevingsvisie (POVI)
- het beleid dat het Waterschap opstelt ten aanzien van de advisering over water in ruimtelijke plannen (weging waterbelang)

De onderlegger heeft geen juridische status. Het handelingsperspectief van de onderlegger bevat geen toetsingskader en is geen nieuw beleid. Individuele partijen, zoals provincie, waterschap en gemeenten, kunnen op basis van de onderlegger wel eigen beleid ontwikkelen.

Gebruikte data en gegevens

Voor de basiskaarten is er gebruik gemaakt van de op het moment van opstellen best beschikbare informatie. Dit betekent dat er data zijn gebruikt van verschillende jaartallen. Verder is het detailniveau van de beschikbare gegevens ook verschillend. Voor toekomstige projecties van klimaat of water- en bodemcondities zijn de best beschikbare scenario's en modelberekeningen gebruikt die (net als alle voorspellingen) uiteraard kunnen afwijken van de uiteindelijke ontwikkeling.

Digitale update

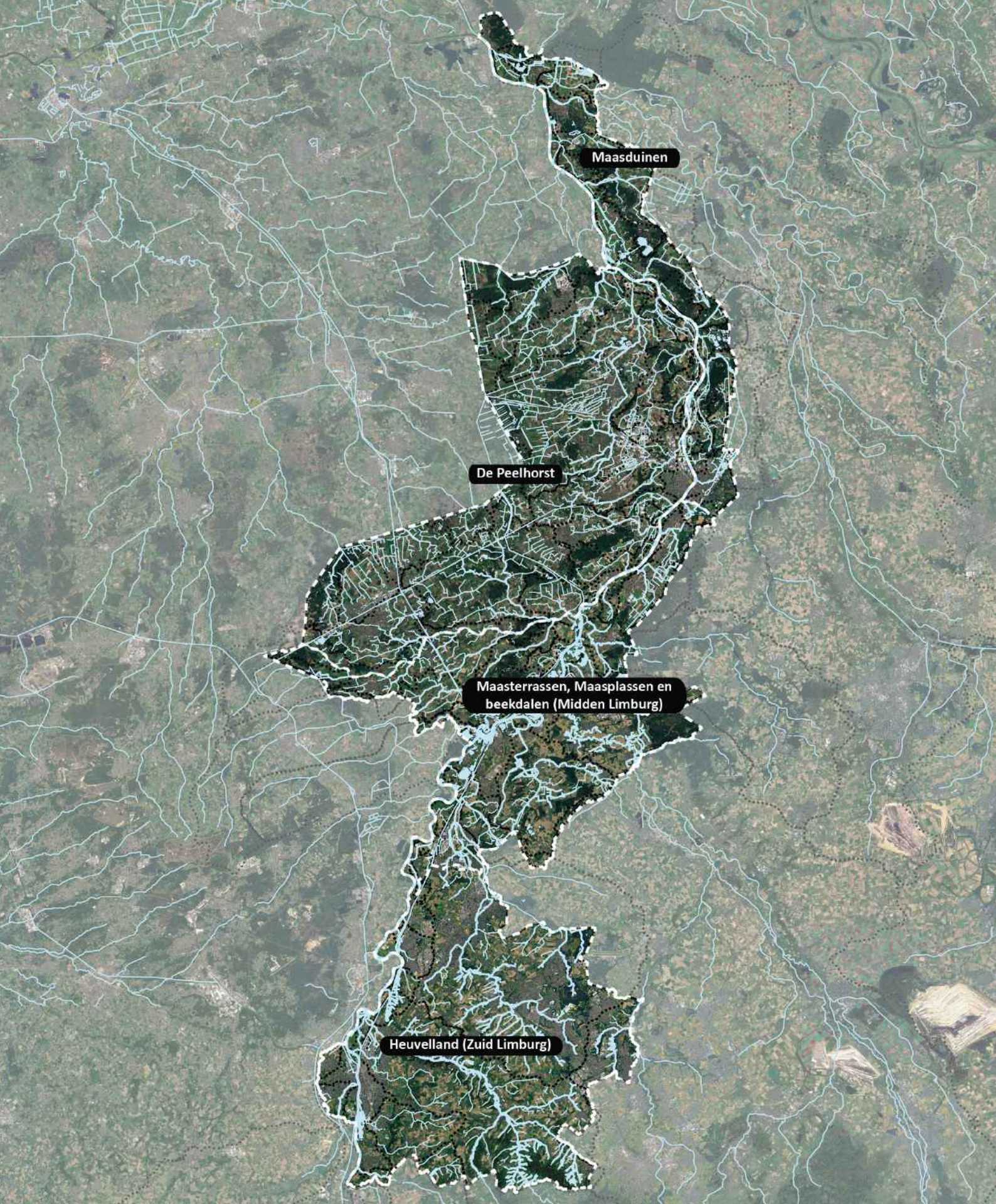
De onderlegger ‘Water en Bodem’ bestaat uit deze rapportage, waarbij de basiskaarten ook als digitale bestanden in te zien zijn via de viewer (Atlas Limburg). In geval van nieuwe inzichten en gegevens voor de basiskaarten worden periodieke updates doorgevoerd in de viewer. Daarom is het belangrijk dit rapport te gebruiken in combinatie met de viewer voor de meest recente gegevens.



DEEL A

Het Limburgse Landschap

Limburg is een langgerekte provincie en kent van noord naar zuid grote landschappelijke verschillen. Limburg wordt omsloten door Duitsland, België en de provincies Brabant en Gelderland. Om het Limburgse landschap beter te begrijpen is het water- en bodemsysteem in beeld gebracht voor vier deelgebieden: Het Heuvelland (Zuid-Limburg); Maasterrassen, Maasplassen en beekdalen (Midden-Limburg); De Peelhorst en De Maasduinen.



Het Limburgse Landschap

Limburg kent grote landschappelijke verschillen. Om het de opgaven en mogelijke handelingsperspectieven vanuit het water- en bodemsysteem goed te kunnen duiden, is een gebiedsbeschrijving voor vier verschillende gebiedstypen gemaakt.

De landschapsverhalen zijn samen met zowel gebiedsexperts, als experts op het gebied van het water en bodemsysteem tijdens werksessies opgesteld. Het Limburgse watersysteem houdt niet op bij de provinciegrenzen. Veel beken hebben hun oorsprong in Duitsland en België en stromen ook door Noord-Brabant.

- De keuze voor de landschapsindeling, is op hoofdlijnen gebaseerd op het water- en bodem systeem (en hierdoor zeker niet uitputtend op het gebied van landschapstypen). Daarbij zijn de volgende gebiedstypen te onderscheiden:
- Heuvelland (Zuid-Limburg)
 - Maasterrassen, Maasplassen en beekdalen (Midden Limburg)
 - De Peelhorst
 - De Maasduinen

- De landschapsbeschrijvingen en bijbehorende 3D-tegel richten zich op het water- en bodemsysteem van de verschillende landschappen. Ze beschrijven steeds:
- De condities van het natuurlijke water- en bodemsysteem,
 - De menselijke ingrepen die hierin zijn gedaan,
 - De opgaven die er in relatie tot het landgebruik van de gebieden liggen. Deze opgaven zijn beschreven voor de huidige situatie (○) en met een blik naar de toekomst (●). Daarnaast staan er per landschapstegel verschillende legenda-eenheden die gebied specifieke knelpunten weergeven, zowel huidig als toekomstig.

- Veel van deze opgaven zullen door klimaatverandering worden geraakt. Voor de opgaven is een onderscheid gemaakt in de geclusterde thema's:
- 🌧️ (Regen)wateroverlast, 🌿 Nattere bodemcondities & 🌊 Waterveiligheid
 - 🌱 Bodemcondities & 🌡️ Hitte
 - 🍷 Droogte en waterbeschikbaarheid & 🚰 Waterkwaliteit

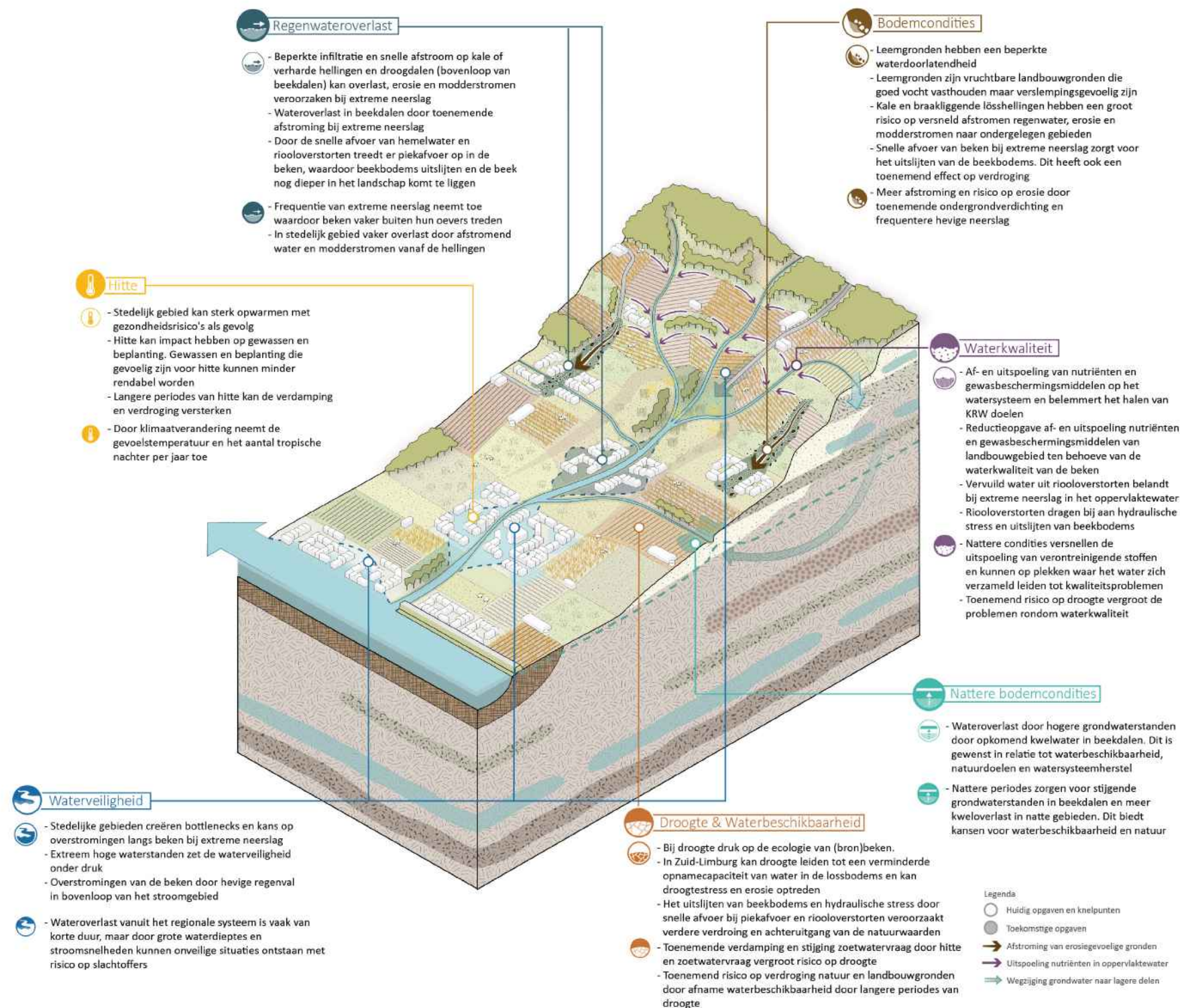
In hoofdstuk C: Handelingsperspectieven (pagina 90) zijn de maatregelen en handelingsperspectieven op dezelfde manier geclusterd als de bovenstaande thema's die zijn gebruikt in de landschapstegels op de volgende pagina's.

1 – Heuvelland (Zuid-Limburg)

Deelgebied Heuvelland Zuid-Limburg kenmerkt zich door de hooggelegen plateaus en de steile overgangen naar de diepe beekdalen. De bodem kent een grote variatie met o.a. lössgronden, zand en grind, kalksteen en meer in het zuiden lei- en zandsteen. Het landgebruik bestaat hoofdzakelijk uit landbouw en waar op de hellingen akkerbouw plaatsvindt kan bij hevige neerslag afhankelijk van gewas en jaargetijde afspoeling plaatsvinden, die kan leiden tot wateroverlast en erosie. Bijzondere flora en fauna komt voor in de hellingbossen, bronnen, bronbeken en in de beekdalen met daarin snelstromende, meanderende beken. De plateaus zijn een belangrijk inrijgebied voor grondwater dat natuurlijke brongebieden voedt en wordt benut voor drinkwaterwinningen.

Natuurlijk systeem

Het Heuvelland beslaat het zuidelijke deel van Limburg en kent grote hoogteverschillen, van ca 45 m +NAP in het Maasdal en het Beneden-Geuldal en loopt in zuidoostelijke richting op tot boven de 300 m +NAP nabij de grens met België en Duitsland. Enkele snelstromende beken zoals de Geul met haar zijbeken (o.a. de Gulp) en de Geleenbeek hebben zich diep in het landschap ingesneden, wat een kenmerkend reliëfrijk landschap heeft opgeleverd van uitgestrekte, vlakke plateaus, steile hellingen met droogdalen en brede beekdalen. De ondergrond van het gebied is een resultaat van de miljoenen jaren lange ontstaansgeschiedenis van het landschap. Het bestaat op de plateaus en delen van de hellingen vaak uit löss, een leemlaag die door de wind is aangevoerd, bovenop een zand- en grindpakket, afgezet door de Maas, met daaronder kalksteenlagen, die lokaal in de steilere hellingen aan de oppervlakte komen. De bodemomstandigheden bepalen sterk de mate waarin regenwater kan infiltreren en wordt vastgehouden. Lössgronden houden in droge periodes lang vocht vast, maar nemen regenwater slecht op tijdens perioden met zware neerslag, zeker als de toplaag is verslempd. Akkers op deze hellingen, vooral met gewassen die laat in het voorjaar uitlopen, zijn gevoelig voor erosie. In de grindige Maasterrassen kan neerslagwater snel tot tientallen meters diep in de ondergrond doordringen en daar het grondwater voeden. In het zuiden van de dalen van Geul en Gulp bevinden zich ondiep in de bodem ook vastere zandlagen en leesteen, waardoor water hier niet diep kan infiltreren om na een korte weg via de bodem weer in bronnen en kwelgebieden naar de oppervlakte te komen.



Menselijke ingrepen

Het Limburgse Heuvelland was een van de eerste gebieden waar bewoners zich permanent vestigden en de natuurlijke vegetatie van halfopen boslandschappen, omzetten in kleinschalig akkerland. De vruchtbare lössgronden leverden een hoge productie, waardoor deze gebieden zich later in de Romeinse tijd ontwikkelden tot een belangrijke bron van voedsel voor de opkomende steden. Het landschap werd toen al sterk bewerkt, met erosie op de hellingen tot gevolg. Mogelijk zijn toen al de graften ontstaan door erosiemateriaal dat in heggen en bosstroken ingevangen werd. Het erosiemateriaal van de hellingen verzamelde zich in de dalen, waar het in de dalvlakte naast de beek als een metersdik pakket werd afgezet. Op steilere hellingen waar landbouw niet mogelijk was, bleven de loofbossen behouden en werden benut voor hakhout. De beekdalen met hun vochtige, lemige bodem en raakten al vroeg in gebruik als graslanden. Door het vastleggen van de beddingen nam de erosieve kracht van de beek af en raakten de historische meanders verstild in het dal. In de de Middeleeuwen nam de bevolking toe en ontstonden de meeste huidige kernen. In de loop van de 20e eeuw breidde de bevolking zich sterk uit en groeiden de dorpen en steden uit tot hun huidige omvang. Door de mijnbouw ontwikkelden de westelijke en oostelijke mijnstreek zich tot een sterk verstedelijkte regio. Ook nam de intensiteit van het agrarisch landgebruik sterk toe onder invloed van mechanisatie en een meer doelmatige inrichting, wat leidde tot grotere percelen, het verdwijnen van kleinschalige landschapselementen en het draineren van vochtige graslanden in de dalen. Pas recent is er meer oog voor de natuur in het Heuvelland en heeft een beperkt deel van gebied (hellingbossen, kalkgraslanden en vochtige beekdalen) de status van natuurgebied.

Huidige systeemwerking en knelpunten

Het landschap is in de loop der tijd haar natuurlijkheid kwijtgeraakt wat heeft geleid tot een afname van het watervasthoudend vermogen, de zogenoemde sponswerking. Vegetatie en natuurlijke bodems houden water vast en zorgen dat een groter deel van het water in de bodem infiltreert, wat voorkomt dat water oppervlakkig afstroomt. De afgelopen 50 tot 60 jaar is het bebouwd oppervlak sterk toegenomen. De vele wegen in het gebied fungeren daarbij tijdens regenval als een verlengstuk van het watersysteem en brengen het neerslagwater extra snel vanaf de hellingen naar het dal. Water dat oppervlakkig afstroomt over open akkers op de hellingen zorgt ook nog eens voor veel erosie en overlast door modderstromen. Dit vindt vooral plaats in het latere voorjaar op akkers met laat-kiemende gewassen, terwijl de buien dan vaak al een zomers karakter hebben. Lössbodems zijn hiervoor extra gevoelig omdat bij de eerste zware buien al snel verslemping optreedt, wat de infiltratie op akkerland bij een volgende bui vermindert. Daarbij neemt als gevolg van hogere temperaturen de verdamping toe, waardoor verdroging van de bodem en droogteschade sneller optreedt. Boven droge landschappen zal lucht ook sneller opwarmen met hittestress tot gevolg. In 1993 en 1995 trad de Maas in Zuid-Limburg buiten haar oevers. Om herhaling te voorkomen en de provincie te beschermen tegen overstromingen werd het project Grensmaas gestart. De werkzaamheden werden tussen 2005 en 2025 uitgevoerd over een afstand van 43 kilometer. Naast grindwinning werd ingezet op het beschermen van Zuid-Limburg tegen overstromingen en het stimuleren van natuurontwikkeling. De financiering hiervan werd gehaald uit de opbrengsten van zand- en grindwinning. Een uitgebreid plassengebied is achtergelaten

Wateroverlast, Nattere bodemcondities & Waterveiligheid

Huidige knelpunten

De neerslaghoeveelheden en -intensiteit zijn in de afgelopen 50 jaar toegenomen en dit zorgt vaker voor afstromen van regenwater vanaf de hellingen. Dit leidt op akkers die maar een beperkte infiltratiecapaciteit hebben tot modderstromen. Er is ook veel verharding op hellingen, wat tot extra afstroming van water leidt. In het beekdal leidt de toevloed aan water tot problemen omdat er op overstromingsgevoelige locaties is gebouwd. In dicht bebouwde gebieden is hierdoor ook de waterveiligheid in het geding. In het Maasdal komen overstromingen vanouds vooral voor in de winter. De zomerhoogwaters zijn altijd lager en veel zeldzamer geweest. Sinds 2021 weten we dat ook 's zomers de neerslagextremen zo groot kunnen zijn dat er extreme waterstanden kunnen optreden.

Toekomstige knelpunten

Door oplopende temperaturen bevat de lucht meer vocht en worden zomerbuien heviger. Het is niet alleen de hoeveelheid neerslag, maar ook vooral de intensiteit die toeneemt, waardoor de infiltratiecapaciteit van de bodem vaker wordt overschreden en het aandeel oppervlakkige afstroom groter wordt. De overlast door zware buien zal daardoor toenemen en omdat ze ook al vroeger in het jaar optreden, als akkers nog kaal zijn, neemt ook de kans op modderstromen toe. In het winterhalfjaar is het vooral de neerslagduur die groter wordt. Dit zorgt ervoor dat bodems vaker verzadigd zullen zijn en het grondwater op meer plaatsen zover stijgt dat het langdurig aan de oppervlakte kan komen. Hoogwater in de Maas wordt vooral veroorzaakt door neerslag in het buitenland. Voor het vergroten van de waterveiligheid in Limburg zijn we daarom aangewezen op reservering van ruimte en versterking van dijken.



FIG. A.1.1 Huidige en toekomstige knelpunten waterveiligheid en wateroverlast in het Heuvelland

Huidige knelpunten

De temperatuur is sinds de periode van 1850-1900 ruim 2 graden toegenomen en dit leidt tot meer dagen met tropische temperaturen en ook meer zeer warme nachten (tropennachten). In stedelijke gebieden met veel verharding neemt de kans op extreme hitte daardoor toe. Het gehalte van organisch stof is achteruit gegaan. Organisch stof is een belangrijke indicator van de vruchtbaarheid, structuur en het bergend vermogen van de bodem. Door de achteruitgang vermindert het vermogen van de bodem om vocht vast te houden, en gaat de bodemkwaliteit achteruit. Bodems met minder organische stof zijn ook gevoeliger voor erosie; in de zomer tijdens zware buien en in de winter door harde wind.

Toekomstige knelpunten

De temperatuur neemt verder toe, naar verwachting nog met 1 graad tot 2050 en 2 graden tot 2100, waardoor hitte overdag, en ook 's nachts, nog vaker op zal treden. Met name in de stedelijke gebieden met veel verharding leidt dit tot veel meer hittestress. Door verder verslechterende bodemeigenschappen (verminderd gehalte organische stof en vastgereden bodem), zal er in combinatie met extreme hitte vaker inkomstderving zijn van landbouwgewassen.

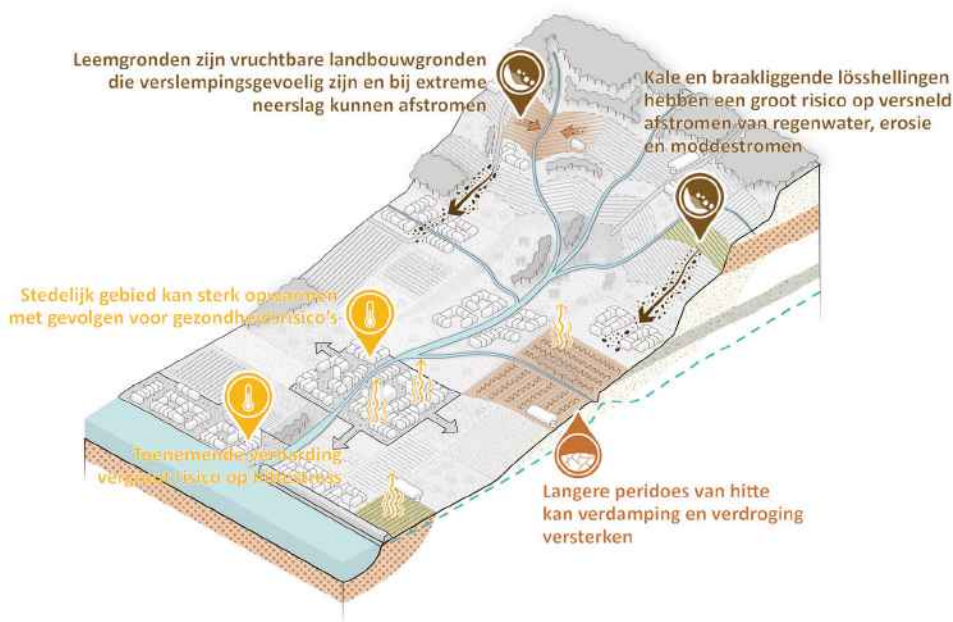


FIG. A.1.2 Huidige en toekomstige knelpunten hitte en bodemcondities in het Heuvelland

Huidige knelpunten

In de zomer zijn niet zozeer de neerslaghoeveelheden afgenomen, maar is door de hogere temperaturen vooral de verdamping toegenomen. De, toch al beperkte, hoeveelheid vocht in verslechterde bodems is daardoor nog eerder uitgeput. Tijdens langere perioden zonder regen droogt de bodem daardoor veel eerder uit, wat leidt tot opbrengstverliezen, schade aan natuurgebieden en een grotere kans op bosbranden. Als het regent is de intensiteit vaak hoger, waardoor minder water infiltreert. Dat leidt tot een geringere aanvulling van het water in de bodem en het grondwater. De zwaardere buien en de slechte kwaliteit van de bodems zorgen ervoor dat mest en gewasbeschermingsmiddelen meer uitspoelen, wat de waterkwaliteit verslechtert. Verslechtering treedt ook op door het vaker optreden van overstorten uit gemeentelijke rioolstelsels op het oppervlaktewater na hevige regenval. Dit leidt tot hydraulische stress, uitslijten van beekbodems en dus verdere verdroging en verslechtering van de waterkwaliteit.

Toekomstige knelpunten

Omdat de temperaturen verder toenemen zullen de huidige opgaven verder toenemen. Een hogere temperatuur versnelt de afbraak van organisch stof in de bodem. Dit verzwakt de sponswerking en vergroot droogte- en erosie-risico's. Zelfs als droge perioden niet langer gaan duren dan in het verleden zullen de gevolgen van droogte wel veel intenser worden, omdat de verdamping verder toeneemt en het bodemvocht nog eerder zal zijn verdampt. Tegelijk zal de neerslagintensiteit van buien de komende decennia versneld verder toenemen, wat de uitspoeling van verontreinigende stoffen (nutriënten en gifstoffen) en het vaker optreden van extra riooloverstorten uit gemeentelijke rioolstelsels, naar zowel het oppervlaktewater als het grondwater vergroot. Met als gevolg dat er extra druk komt te staan op de oppervlakte- en grondwaterkwaliteit.

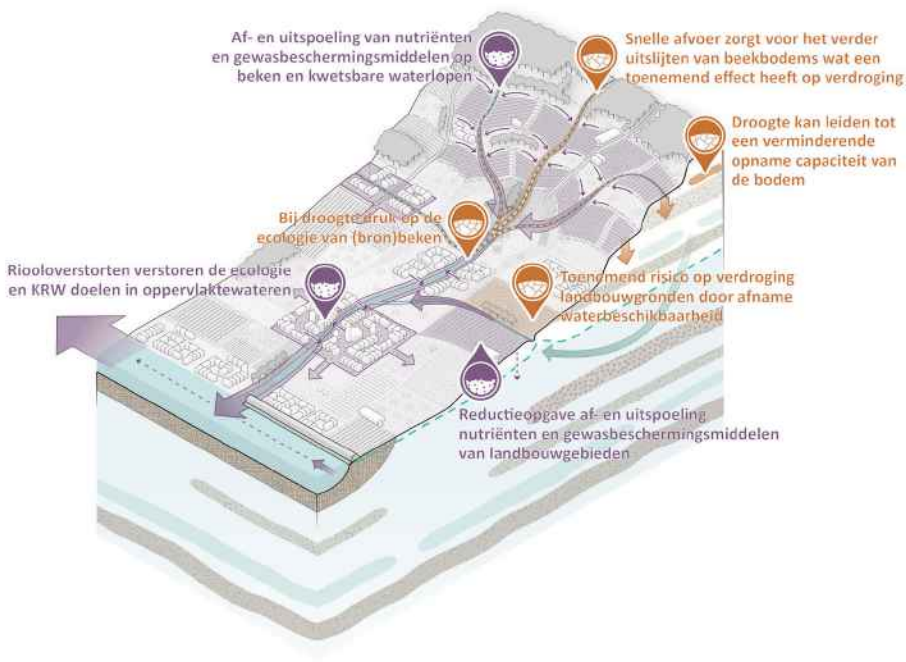
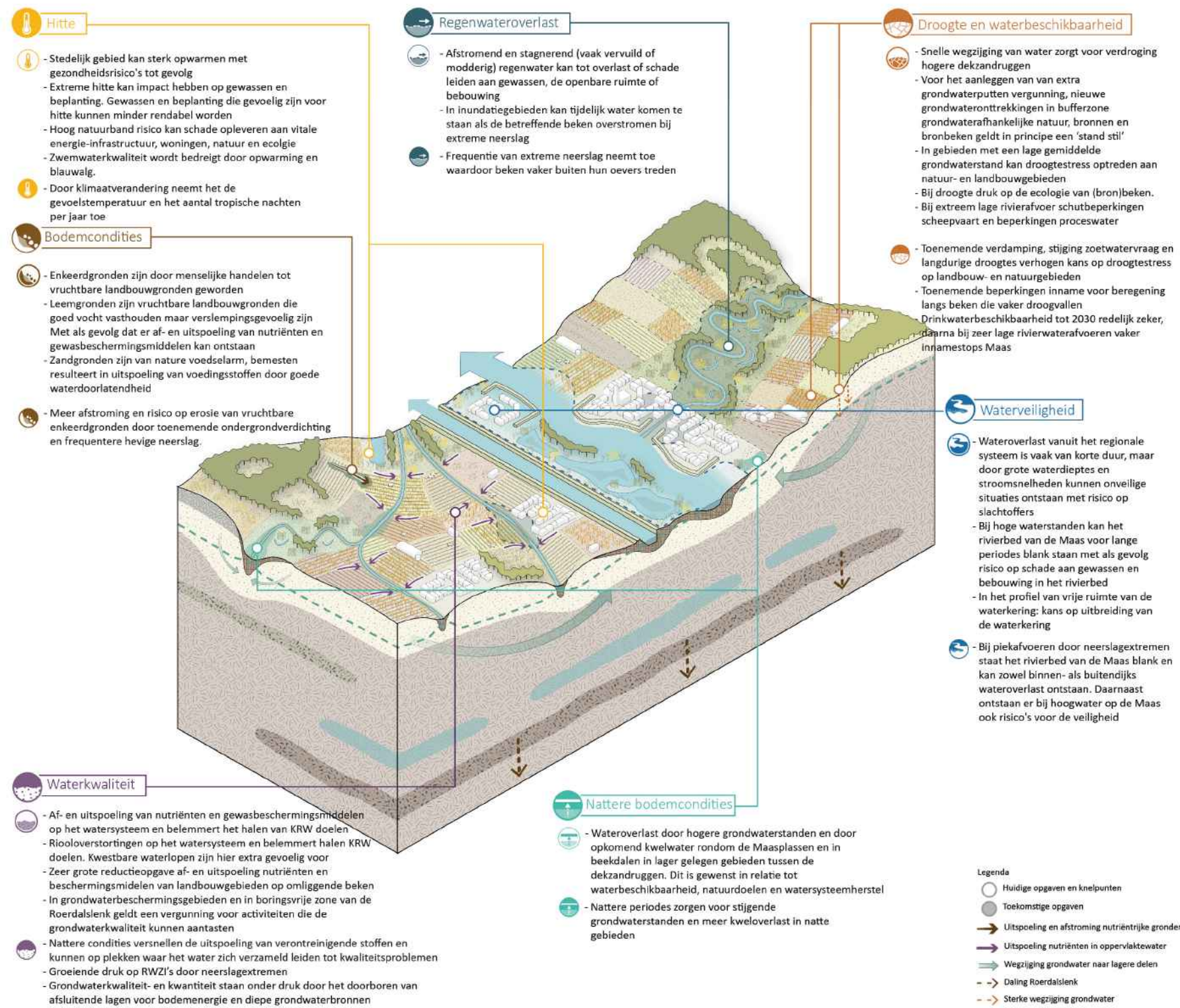


FIG. A.1.3 Huidige en toekomstige knelpunten droogte, waterbeschikbaarheid en waterkwaliteit in het Heuvelland



2 – Maasterrassen, Maasplassen en beekdalen (Midden-Limburg)

De Maasplassen zijn onderdeel van het landschap in Midden-Limburg. Hier stroomt de Maas in een relatief vlak en breed gedeelte en heeft de rivier in het verleden grote meanders gevormd. Hogerop de oever vinden we de Maasterrassen, met daarin beekdalen die afwateren op de Maas. In dit traject mondt de Roer uit als grootste zijrivier van het Limburgse Maasdal en nog enkele kleinere beken die het oosten en westen van Limburg ontwateren. De Maas heeft hier relatief veel ruimte. De beken hebben minder ruimte, waardoor schade kan ontstaan aan landbouw en stedelijk gebied als ze buiten hun oevers treden. Een deel van de vallei, maar vooral de omliggende hogere gronden zijn in gebruik voor landbouw, waarvoor met name het oppervlaktewatersysteem in het verleden is aangepast. Ook vinden we hier relatief veel natuurgebieden. De grote waterplassen die dit gebied rijk is, hebben een lage waterkwaliteit door opwarming van het water, lage wateraanvoer, diverse lozingen en verkeerde inrichting van de plassen.

Natuurlijk systeem

De Maasplassen liggen in de zogenaamde Roerdalslenk, een gebied waar de ondergrond al vele duizenden jaren langzaam daalt. De Maas heeft deze daling gecompenseerd met afzettingen van dikke zand- en grindpakketten. De Maasvallei is hier relatief breed en in de oplopende flanken van de vallei vinden we een opvallend reliëf van afwisselend steilere en vlakke gedeelten: de terrasranden en de terrassen. Deze terrassen bestaan uit tientallen meters dikke, goed doorlatende zand- en grindlagen die door de Maas zijn afgezet. Deze liggen nu hoger dan de rivier die zich in de loop der tijd in de ondergrond heeft gesneden. De hoogste terrassen bestaan uit voormalige Rijnafzettingen en vinden we op de oostelijke oever in de Meinweg. Op de westelijke oever is een deel van de terrassen later overstoven door dekzanden die vooral uit fijn zand bestaan. Regenwater kan in deze goed doorlatende ondergrond infiltreren en voedt het grondwater, dat ondergronds langzaam afstroomt naar de vele beekdalen en daarlangs afstroomt naar de Maas. Een deel van het grondwater stroomt ook ondergronds naar de Maas. Met name in de gebieden aan de voet van de terrasranden bevinden zich vaak kwelgebieden, waar een deel van het water aan de oppervlakte komt. De jongste afzettingen van de Maas vinden we in de huidige dalvlakte en bestaat uit klei, die in duizenden jaren een metersdik pakket heeft gevormd.

Menselijke ingrepen

Tot in de tweede helft van de 19e eeuw was de Maas een dynamische rivier die zijn loop vaak verlegde, getuigen de vele historische meanders die in het landschap nog zichtbaar zijn. Veel van deze sporen zijn echter verdwenen als gevolg van de grootschalige grindwinning die hier tussen 1960 en 2000 heeft plaatsgevonden en een uitgestrekt plassengebied heeft achtergelaten met diep oppervlaktewater. Deze plassen hebben later een functie gekregen als recreatiegebied. Op kleine schaal zijn oeverzones ook ingericht als natuurgebied. Ten behoeve van de scheepvaart is de Maas (rond het jaar 1900) eerst vastgelegd en later is het Lateraalkanaal (rond 1970) aangelegd om het bochtige traject af te snijden. Het water van de rivier volgt nog wel de oude loop. Al in de prehistorie streken landbouwers neer in het gebied en al snel was een groot deel van het landschap in gebruik voor agrarische productie. In de vruchtbare dalvlakte van de Maas en de Roer ging het vooral om grasland, hogerop de terrassen om akkerbouw. Om dit mogelijk te maken werd met name in de lagere delen een uitgebreid ontwateringssysteem aangelegd. In het Maasdal heeft de landbouw nu grotendeels plaatsgemaakt voor de recreatie. Buiten de Maasvallei is naast de verstedelijking die heeft plaatsgevonden landbouw nog aanwezig op de terrasgronden (akkerbouw). Op de drogere delen van dekzandgronden zijn op voormalige heidegronden productiebossen aangeplant. Deze krijgen door veroudering nu meer en meer een natuurlijk karakter. Andere natuurgebieden vinden we in de beekdalen en in kwelgebieden aan de voet van de terrasranden. Door de drainerende werking van het lateraalkanaal en de Maasplassen zijn veel kwelgebieden verdroogd. Bovenstrooms in het Duitse deel van de Roer zijn midden 20e eeuw zeer grote stuwmuren aangelegd die de waterafvoer sterk reguleren, wat voor lagere piekafvoeren zorgt tijdens hoogwater en een continue lage afvoer tijdens droge perioden.

Huidige systeemwerking en knelpunten

Het overstroombare gebied van de Maas en Roer besloeg een groot areaal. Van oorsprong overstroomde dit bij hoogwater, maar door uitbreiding van woon- en recreatiegebieden, latere bedijking en de aanleg van het Lateraalkanaal is een groot gebied voor de rivier niet of nauwelijks bereikbaar geworden. Dit leidt bij hogere rivierafvoeren tot hogere waterstanden. Een speciale situatie doet zich voor bij de monding van de Roer; waarvoor ten behoeve van de afvoer bij hoogwater op de Maas een bypass is aangelegd ten zuiden van de stad. Vanwege woningbouw is de ruimte voor uitbreiding van de wateropgave beperkt. Het gebied ten westen van het lateraalkanaal is ingericht als retentiegebied waar tijdens extreme Maasafvoeren water kan worden ingelaten. In het buitengebied zijn de problemen met wateroverlast minder groot omdat het water snel weg kan zakken in de zandige bodem. Met uitzondering van vanouds al nattere gebieden (bv kwelzones) waar grondwater in natte perioden tot in de wortelzone kan stijgen. Veel van deze nattere gebieden hebben een uitgebreid ontwateringssysteem (sloten, buisdrainage). Hiermee wordt regenwater afgevoerd, maar ook grondwater vanuit de nabijgelegen hogere en drogere gebieden weggetrokken. Op zandige terrasgronden is het vooral droogte die soms opspeelt als het in de zomer lange tijd niet heeft geregend. Inzet van beregning put het ondiepe grondwater verder uit. In bodems met weinig organische stoffen zorgt dat al snel voor een vochttekort. Ook dat leidt weer tot hoger oplopende temperaturen met extra kans op droogteschade voor de landbouw.

Wateroverlast, Nattere bodemcondities & Waterveiligheid

Huidige knelpunten

De neerslaghoeveelheden en -intensiteit tijdens buien zijn in de afgelopen 50 jaar toegenomen en dit zorgt vaker voor oppervlakkige afstroom van regenwater in met name de verstedelijkte gebieden. Hellende wegen fungeren hierbij als tijdelijke watergang en voeren het water naar lage plekken, waar het zich verzamelt en tot overlast kan leiden als het niet snel genoeg naar een beek afgevoerd kan worden. In het Maasdal en het Roerdal komen overstromingen vanouds vooral voor in het winterhalfjaar, maar sinds 2021 weten we dat ook 's zomers de neerslagextremen zo groot kunnen zijn dat in beide riviersystemen extreme waterstanden kunnen optreden. Beekdalen zijn vanouds gebieden met een hoge grondwaterstand en een grote kans op overstromingen. Veel gebieden zijn nu ingericht ten behoeve van de intensieve landbouw en als neerslaghoeveelheden toenemen neemt het risico op overlast en schade hier toe.

Toekomstige knelpunten

Door verder oplopende temperaturen kan de lucht steeds meer vocht bevatten, waardoor buien vooral in het zomerhalfjaar zwaarder worden. Het is niet alleen de hoeveelheid neerslag, maar ook de intensiteit die toeneemt, waardoor in stedelijke gebieden het afwateringssysteem niet berekend is op de hoeveelheid water. De overlast door zware buien zal daardoor toenemen. In het winterhalfjaar is het vooral de neerslagduur die groter wordt. Vooral op vastgereden bodems bij agrarisch gebruik zorgt dit voor water dat op de akkers blijft staan. Hierdoor ontstaan er minder poriën in de bodem waardoor water slechter infiltreert en de bodem minder lucht bevat. Dit beperkt het bodemleven en verslechtert de bodemstructuur, wat de bodemkwaliteit aantast. Meer regen in het winterhalfjaar leidt ook tot hogere grondwaterstanden in de voormalige kwelgebieden.

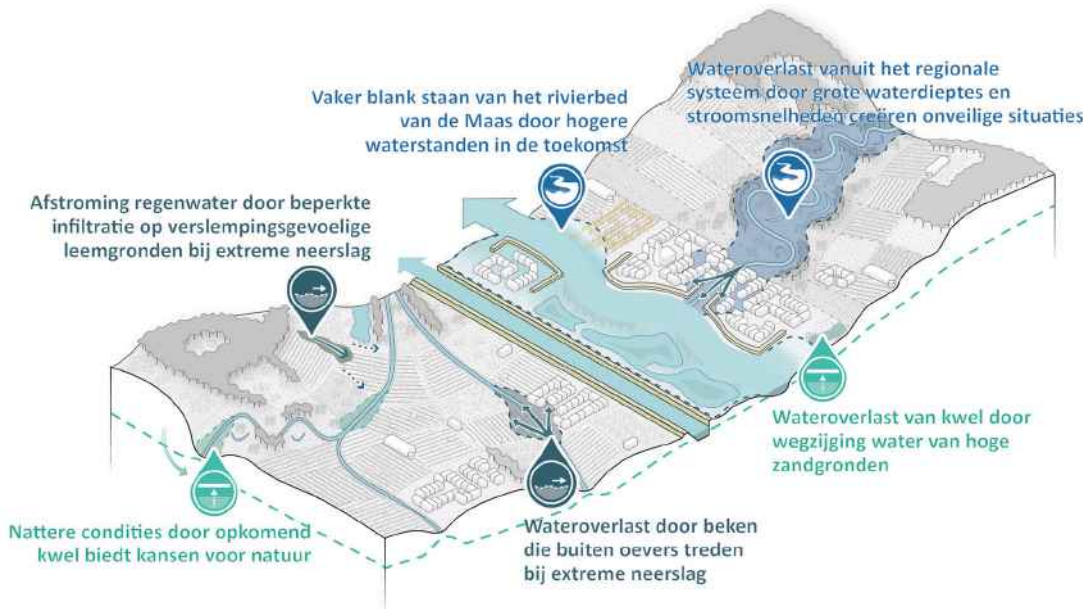


FIG. A.2.1 Huidige en toekomstige knelpunten waterveiligheid en wateroverlast in de Maasterrassen, Maasplassen en beekdalen (Midden-Limburg)

Huidige knelpunten

De temperatuur in Nederland is sinds de periode van 1850-1900 ruim 2 graden toegenomen en dit leidt tot meer dagen met tropische temperaturen en ook meer zeer warme nachten (tropennachten). In stedelijke gebieden met veel verharding neemt de kans op extreme hitte daardoor toe. Het gehalte aan organische stof in de bodem is sterk verminderd, wat het vermogen van de bodem aantast om vocht langer vast te houden. Hierdoor gaat de kwaliteit van de bodem achteruit. Drogere bodems warmen in de zomer ook sneller op, wat het uitdrogen nog weer verstrekt en ook de kans op hittestress vergroot. Dit heeft een negatieve impact op het bodemleven en daardoor ook weer op het gehalte organische stof. Door verslumping vindt er afstroming plaats van nutriëntrijke enkeerdgronden.

Toekomstige knelpunten

De temperatuur neemt verder toe, naar verwachting nog met 1 graad tot 2050 en 2 graden tot 2100, waardoor hitte overdag, en ook 's nachts, nog vaker op zal treden. Met name in de stedelijke gebieden met veel verharding leidt dit tot veel meer hittestress. Door verder verslechterende bodemeigenschappen zal er in combinatie met extreme hitte vaker inkomstderving zijn van landbouwgewassen. De bodemtemperatuur neemt in droge gronden sneller toe met negatieve impact op het bodemleven en organisch materiaal van de bodem. De bescherming van de nutriëntrijke enkeerdgronden wordt in de toekomst lastiger doordat hitte en droogte de bodemdegradatie versterken.

Huidige knelpunten

In de zomer zijn in de afgelopen 50 jaar niet zozeer de neerslaghoeveelheden afgenomen, maar is door de hogere temperaturen vooral de verdamping toegenomen. Doordat water tijdens natte perioden via de uitgebreide ontwatering ook versneld wordt afgevoerd, drogen gebieden sneller uit. De al beperkte hoeveelheid vocht in verslechterde bodems (verarmd aan organische stof, verdicht en daardoor een verminderd vermogen om water vast te houden) is daardoor nog eerder uitgeput. Tijdens langere perioden zonder regen droogt de bodem daardoor veel eerder uit, wat tot opbrengstverliezen leidt en schade aan natuurgebieden. Als het regent is de intensiteit vaak hoger, waardoor minder water infiltreert, en de bodem en het grondwater minder worden aangevuld. De zwaardere buien en het verminderde vochtvasthoudend vermogen zorgen ervoor dat nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen meer uitspoelen, wat de waterkwaliteit verslechtert. Verslechtering treedt ook op door het vaker optreden van overstorten uit gemeentelijke rioolstelsels na hevige regenval. Dat treedt vooral op tijdens lage afvoeren als de verdunning gering is. Dit leidt tot hydraulische stress, uitslijten van beekbodems en dus verdere verdroging en verslechtering van de waterkwaliteit.

Toekomstige knelpunten

Omdat de temperaturen verder toenemen zullen de huidige opgaven verder toenemen. Zelfs als droge perioden niet langer gaan duren dan in het verleden zullen de gevolgen van droogte wel veel intenser worden, omdat de verdamping verder toeneemt en het bodemvocht nog eerder zal zijn verdampt. Tegelijk zal de neerslagintensiteit van buien de komende decennia versneld verder toenemen, wat de uitspoeling van verontreinigende stoffen en het aantal riooloverstorten uit gemeentelijke rioolstelsels, naar zowel het oppervlaktewater als het grondwater, vergroot. Dit heeft als gevolg dat er extra druk komt te staan op de oppervlakte- en grondwaterkwaliteit. Nieuwe grind- en zandwinningen in het Maasdal vormen een risico op een daling van het grondwater onder de hoger gelegen terrassen.

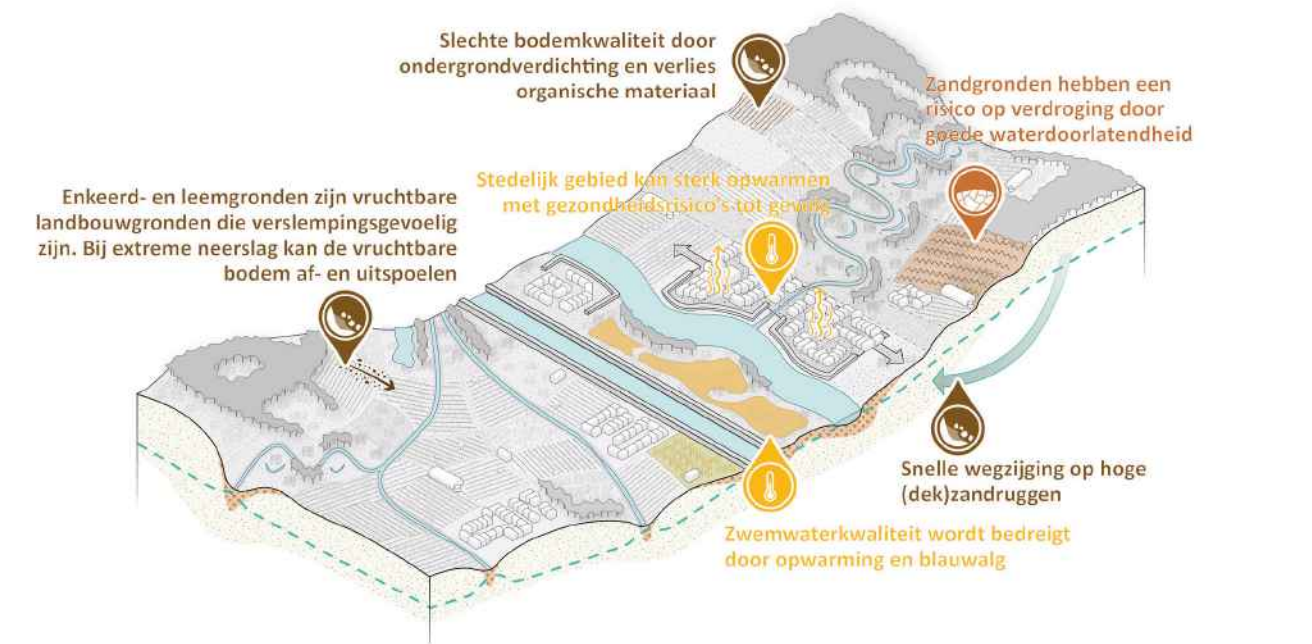


FIG. A.2.2 Huidige en toekomstige knelpunten hitte en bodemcondities in de Maasterrassen, Maasplassen en beekdalen (Midden-Limburg)

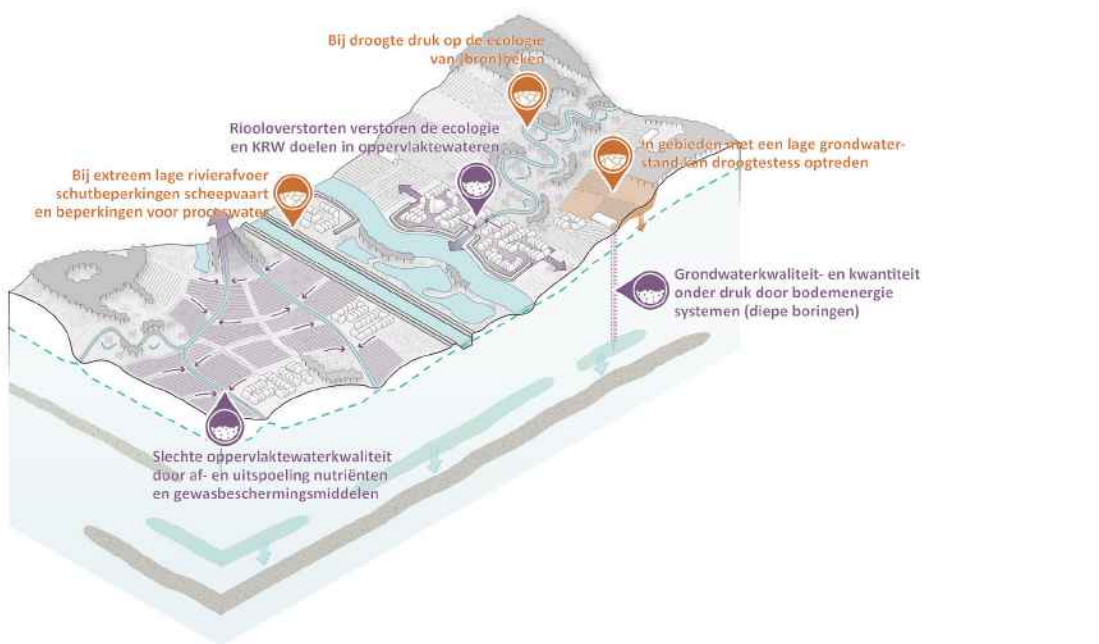


FIG. A.2.3 Huidige en toekomstige knelpunten droogte, waterbeschikbaarheid en waterkwaliteit in de Maasterrassen, Maasplassen en beekdalen (Midden-Limburg)

3 – De Peelhorst

In noordwest Limburg liggen de Peel-gebieden, waaronder de Groote Peel en Mariapeel die resteren na grootschalige ontginning van voormalig uitgestrekte veengebieden. Deze gebieden liggen hoger dan de omliggende gebieden. Doordat het een uitgestrekt vlak gebied is, was de afwatering vanouds beperkt en hielden deze gebieden water vast, waardoor er veen heeft kunnen ontstaan. Een groot deel van het veengebied is ontgonnen en nu in gebruik als intensief landbouwgebied. Door de ontginning is veel veen verdwenen, maar er wordt ook gewerkt aan herstel en daar heeft zich weer waterafhankelijke natuur ontwikkeld. Op de vanouds drogere delen van het gebied vinden we ook (naald)bossen. Er zijn in dit gebied veel afwateringskanalen gegraven ten tijde van ontginningen, dit zorgt voor snellere waterafvoer van deze gebieden. In droge tijden vindt wateraanvoer plaats via het gegraven kanaalstelsel, waarbij Maaswater vanaf Maastricht via de Zuid-Willemsvaart, de Noordervaart en het Peelkanaal naar de Peelhorst wordt geleid.

Natuurlijk systeem

De Peelhorst is een hoger gebied dat door opwaartse bewegingen in de aardkorst hoger is komen te liggen dan zijn omgeving. De Peelhorst is daarmee het hogere deel aan de westzijde van de Peelrandbreuk, de lagere, Roerdalslenk ligt aan de oostzijde. Nog steeds beweegt de slenk omlaag (88 mm per 1000 jaar). Het hoogste deel van de horst is vrijwel vlak en dit zorgde in combinatie met slecht doorlatende leemlagen in de bodem voor een zeer trage afwatering. In de moerasrijke omgeving konden afgestorven planten niet verrotten en dat leidde tot een ophoping van organisch materiaal dat in vele duizenden jaren uitgroeide tot een ca 5 m dik hoogveenpakket. Het meeste veen is nu verdwenen, op enkele kleinere restanten na die als natuurgebied zijn ingericht. Beken waren er vanouds niet in dit gebied en het overtollige regenwater stroomde traag oppervlakkig af naar de flanken van het veen. Daar verzamelde het zich in ondiepe dalen, vaak restanten van historische Maasgeulen, waarlangs het langzaam verder stroomde naar de Maas. Deze diepe dalen waren ook met moeras en laagveen gevuld en worden doorstroommoerassen genoemd. De ondergrond rondom de Peel bestond uit zandgronden die net als de terrassen in de Maasvallei in een ver verleden door rivieren zijn neergelegd. De bodems zijn hier goed doorlatend, maar vanwege de hoge grondwaterstand kan het water niet ver doordringen in de bodem.

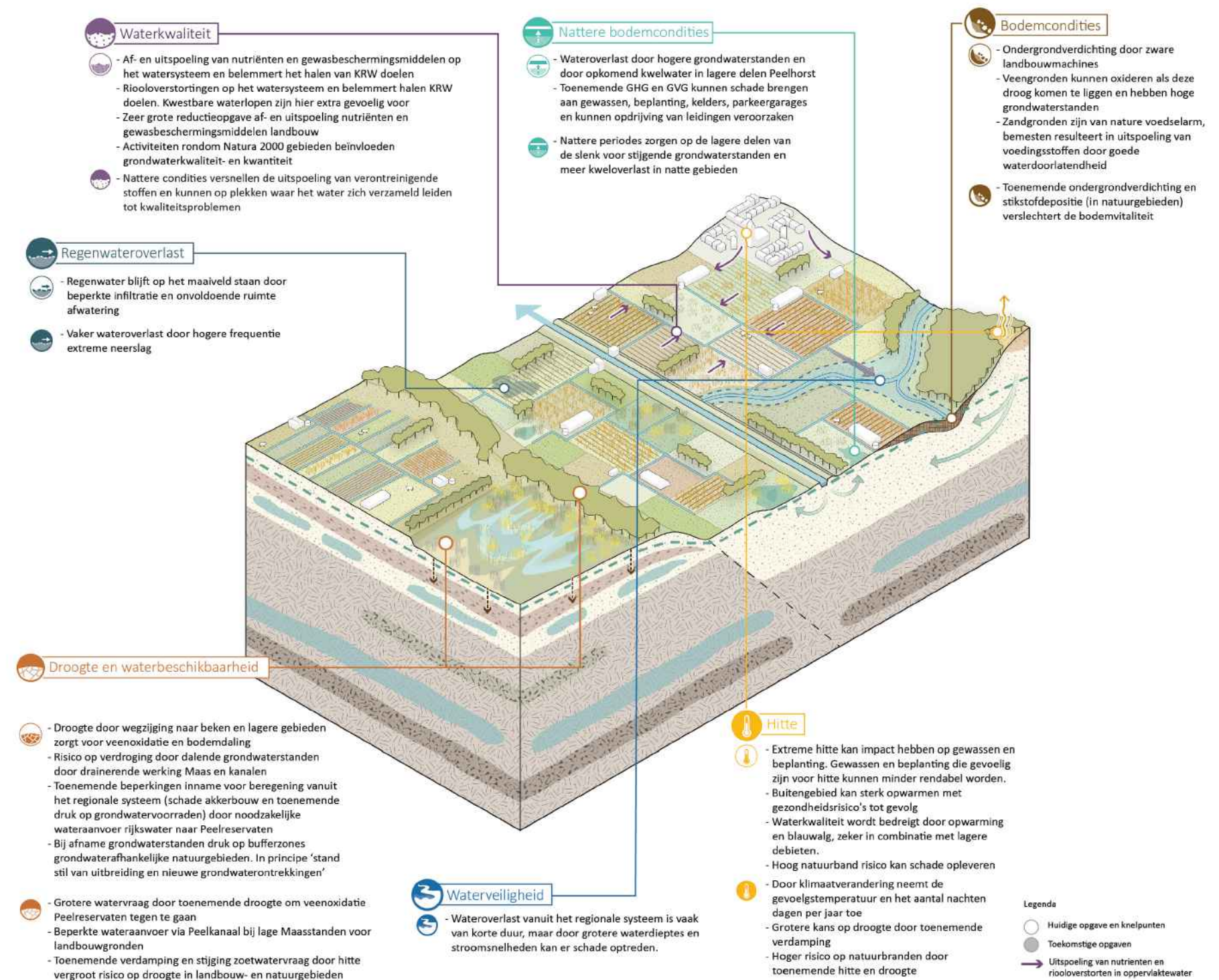


FIG. C.7.4 Landschapstegel De Peelhorst.

Menselijke ingrepen

Tot in het begin van de 20e eeuw waren de Peelvenen nauwelijks toegankelijk en op het steken van turf na en wat begrazing was er geen menselijke activiteit. De zandgronden rondom het veen waren al eerder ontgonnen: het eerst op de wat hogere zandkoppen, later ook in de dalen door de doorstroommoerassen te ontwateren door daar waterlopen te graven. Vanaf de 19e eeuw werd de Peel beetje bij beetje ontgonnen door veenwinning ten behoeve van turf. De eenmaal afgegraven gebieden werden later ingericht ten behoeve van agrarisch gebruik door de restanten van het veen te mengen met de zandige ondergrond tot een goed te bewerken bodem. Het bleef echter een nat gebied vanwege de trage afwatering en een uitgebreid afwateringsstelsel werd daarvoor aangelegd. Dit stelsel werd aangesloten op de watergangen die eerder in de doorstroommoerassen waren aangelegd. Deze wateren kregen meer water te verwerken zodat ze zich meer en meer als een beek gingen gedragen, met stromend water en sterk wisselende afvoeren en omdat de bedding niet was vastgelegd ontstonden ook meanders. In de tijd van de ruilverkavelingen werd een deel van deze bochtige beken weer rechtgetrokken en verruimd om wateroverlast van overstromingen te voorkomen. De versnelde afwatering leidde in het zomerhalfjaar tot een sterke opdroging van de bodems. Dit werd opgelost door een toevoerkanaal aan te leggen op het hoogste gedeelte van de peelhorst, waarlangs Maaswater kon worden aangevoerd, waar in droge tijden watertekorten en de beken mee konden worden aangevuld. Om de afstroom in droge tijden te vertragen in de brede beekbeddingen waren stuwen nodig in de beken.

Huidige systeemwerking en knelpunten

Kenmerkend voor het natuurlijk systeem van de Peel was de trage afwatering en de ophoping van water in natte tijden. Om het gebied geschikt te maken voor bewoning en landbouw is een uitgebreid stelsel van watergangen gegraven die het water vanaf de Peelhorst naar de Maas voeren. Dit stelsel is ingericht met het klimaat van enkele decennia geleden als richtlijn, maar met de veranderingen die zich nu voor doen treden knelpunten op. Zo valt er soms zoveel regen in korte tijd dat de watergangen niet toereikend zijn en er overlast ontstaat in zowel de dorpen en steden als langs beken die buiten hun oevers treden. Het blijft namelijk een vrij vlak gebied waar zelfs via de brede watergangen het water niet door weg kan stromen. Dat is ook merkbaar aan het grondwaterniveau dat tijdens natte perioden tot aan het maaiveld kan stijgen met schade tot gevolg voor gewassen en woningen. De versnelde afvoer van het water in natte tijden heeft als keerzijde dat als het lang droog is, het gebied sterk op kan drogen. Vooral als een droge winter wordt gevolgd door een droog voorjaar en een droge zomer wordt water nabij het maaiveld schaars, daalt de grondwaterstand en vallen veel beken droog. Inzet van beregening put het ondiepe grondwater verder uit. Via het Peelkanaal kan nog wel water worden aangevoerd, maar de hoeveelheden zijn te beperkt voor het hele gebied. De verdroging van het gebied tijdens langdurige droogte schaadt ook de laatste restanten van het hoogveengebied (een belangrijk Natura2000-gebied), dat boven op de Peel ligt en afhankelijk is van een zo hoog mogelijke grondwaterstand in de omgeving.

Wateroverlast, Nattere bodemcondities & Waterveiligheid

Huidige knelpunten

De neerslaghoeveelheden en -intensiteit tijdens buien zijn vooral in de afgelopen 50 jaar toegenomen en dit zorgt vaker voor afstroming van regenwater in met name de bewoonde gebieden. Licht hellende wegen in de dorpen en steden fungeren hierbij als tijdelijke watergang en voeren het water naar lage plekken, waar het zich verzamelt en tot overlast kan leiden. Er is een beperkt aantal beekdalen in het gebied en die zijn vooral gegraven. Ze hebben een gering verhang en zijn niet berekend op grote hoeveelheden water, waardoor ze tijdens extreme neerslagperiodes buiten de oevers kunnen treden.

Toekomstige knelpunten

Door oplopende temperaturen, bevat de lucht meer vocht en worden zomerbuien zwaarder. Het is niet alleen de hoeveelheid neerslag, maar ook de intensiteit die toeneemt, waardoor in bebouwde gebieden het afwateringssysteem overbelast raakt en het water de straat op stroomt. In het winterhalfjaar is het vooral de neerslagduur die groter wordt, waardoor in perioden van 1 of 2 weken opgeteld grotere hoeveelheden regen kunnen vallen. Vooral op vastgereden (veen)bodems in agrarisch gebied zorgt dit voor meer water dat op het land blijft staan. Hierdoor ontstaan er minder poriën in de bodem waardoor water slechter infiltreert en de bodem minder lucht bevat. Dit beperkt het bodemleven en verslechtert de bodemstructuur, wat de bodemkwaliteit aantast. Meer regen in het winterhalfjaar leidt ook tot hogere grondwaterstanden dat in de relatief vlakke veenontginning gronden moeilijk weg kan stromen.



FIG. A.3.1 Huidige en toekomstige knelpunten waterveiligheid en wateroverlast in de Peelhorst

Huidige knelpunten

De temperatuur is inmiddels sinds de periode van 1850-1900 ruim 2 graden toegenomen en dit leidt tot meer dagen met tropische temperaturen en ook meer zeer warme nachten (tropennachten). In bewoonde gebieden met veel verharding neemt de kans op extreme hitte daardoor toe. Het gehalte aan organische stof is sterk verminderd, waardoor het vermogen van de bodem om vocht langer vast te houden is aangetast. Hierdoor gaat de kwaliteit van de bodem achteruit. Drogere bodems warmen in de zomer ook sneller op, wat het opdrogen nog weer verstrekt en ook de kans op hittestress vergroot. Dit heeft een negatieve impact op het bodemleven en daardoor ook weer op het gehalte organische stof. De kans op bosbranden in productiebossen (naaldbomen) zal toenemen. Maar ook heidegronden op de Peel zijn gevoelig voor branden, waarbij het vuur zich ook ondergronds door de veenlagen kan verspreiden.

Toekomstige knelpunten

De temperatuur neemt verder toe, naar verwachting nog met 1 graad tot 2050 en 2 graden tot 2100, waardoor hitte overdag, en ook 's nachts, nog vaker op zal treden. Met name in de bewoonde gebieden met veel verharding leidt dit tot veel meer hittestress. Door verder verslechterende bodemeigenschappen zal er in combinatie met de extreme hitte vaker inkomstderving zijn van landbouwgewassen.

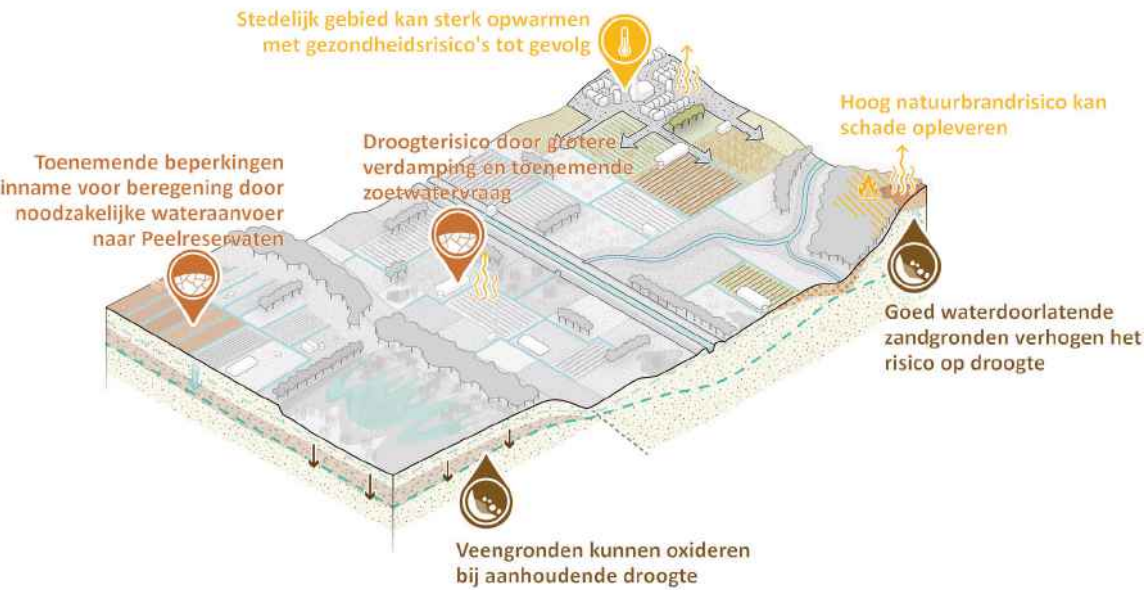


FIG. A.3.2 Huidige en toekomstige knelpunten hitte en bodemcondities in de Peelhorst

Huidige knelpunten

De al beperkte hoeveelheid vocht in verslechterde bodems raakt door toenemende verdamping nog eerder uitgeput. Dit leidt tot opbrengstverliezen en schade aan natuurgebieden. Bodemverbetering is daarom een belangrijke opgave. Door intensieve beregening tijdens droogte daalt het grondwaterniveau waardoor grondwaterafhankelijke natuur verdroogt. De zwaardere buien en de slechte kwaliteit van de bodems zorgen ervoor dat mest en gewasbeschermingsmiddelen meer uitspoelen, wat de waterkwaliteit verslechtert. Verslechtering treedt ook op door het vaker optreden van overstorten uit gemeentelijke rioolstelsels na hevige regenval. Dit leidt tot hydraulische stress, uitslijten van beekbodems en dus verdere verdroging en verslechtering van de waterkwaliteit.

Toekomstige knelpunten

Zelfs als droge perioden niet langer gaan duren dan in het verleden zullen de gevolgen van droogte wel veel intenser worden, omdat de verdamping verder toeneemt en het bodemvocht nog eerder zal zijn verdampt. De daling van het grondwaterpeil en bos-, heide- en veenbranden zal dan toenemen. Vooral de combinatie van een relatief droge winter, gevolgd door een droog voorjaar en een droge zomer zal leiden tot een sterke daling van het grondwaterniveau. Tegelijk zal de neerslagintensiteit van buien de komende decennia versneld verder toenemen, wat de uitspoeling van verontreinigende stoffen en het vaker optreden van extra riooloverstorten uit gemeentelijke rioolstelsels, naar zowel het oppervlaktewater als het grondwater vergroot. Met als gevolg dat er extra druk komt te staan op de oppervlakte- en grondwaterkwaliteit.

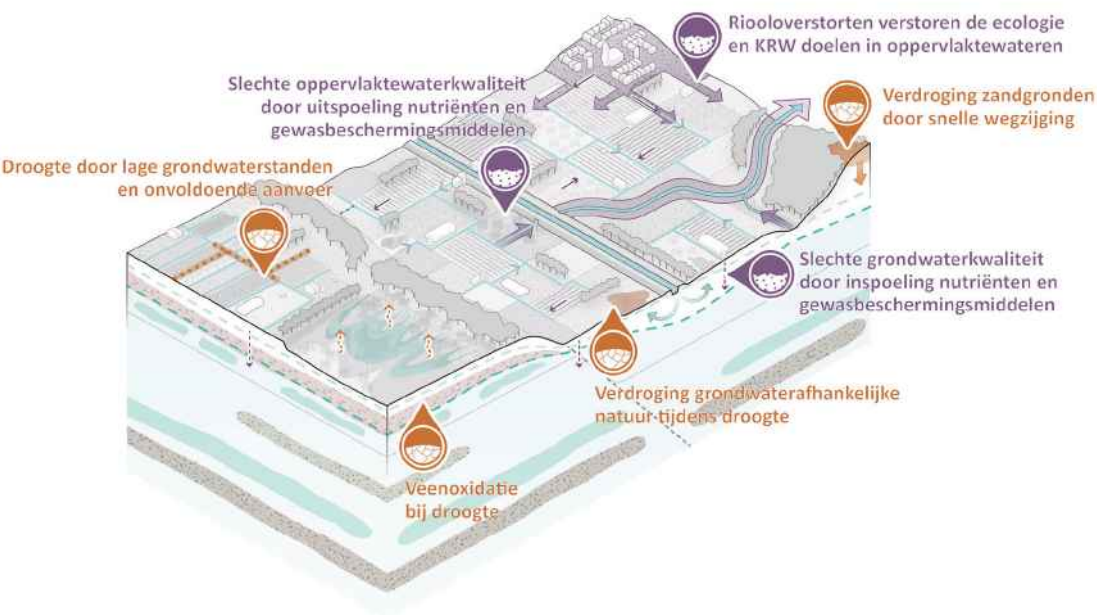


FIG. A.3.3 Huidige en toekomstige knelpunten droogte, waterbeschikbaarheid en waterkwaliteit in de Peelhorst

4 – Maasduinen

De Maas stroomt hier in een van zuid naar noord steeds bredere vallei met een afwisseling van stedelijke gebieden, bedrijvigheid en landbouw. De beide oevers lopen sprongsgewijs op met afwisselend steilere terrasranden en vlakvormige terrassen. Boven op deze terrassen zijn op de oostelijke oever in het verre verleden door de wind rivierduinen gevormd. Oostelijk van het rivierduinen liggen de terrassen weer aan de oppervlakte. Op de westelijke oever is het als dekzanden afgezet, met veel kleinere reliëfverschillen. Veel van de vlakkere zandgronden op beide oevers zijn in gebruik voor landbouw. Vanuit het achterland (deels ook Duitsland) stroomt vervuild water vanuit de intensieve veehouderij via beken door de Maasduinen of via grondwater naar de Maas toe. De Maasduinen en de drogere delen van de dekzanden op de westelijke oever hebben te maken met verdroging en verhoogde kans op bosbranden.

Natuurlijk systeem

Vanaf Midden-Limburg stroomt de Maas eerst in een smal dal met hoge oevers dat zich verder naar het noorden verbreedt. In dit hele traject was de Maas minder dynamisch en lag de bedding min of meer vast. De dalvlakte in het stroomafwaarts brede traject kon daardoor met een dikke kleilaag bedekt raken die van nature met vochtige loofbossen was begroeid. Op de oplopende flanken van de Maasvallei vinden we een opvallend reliëf van afwisselend steilere en vlakkere gedeelten: de terrasranden en de terrassen. De bodem onder deze terrassen bestaat uit dikke, goed doorlatende zand- en grindlagen. Ze zijn door de Maas in eerdere fasen neergelegd en liggen nu hoger dan de huidige rivier omdat deze zich in de loop der tijd in de ondergrond heeft ingesneden. Deels zijn deze terrassen weer door dekzanden bedekt. Uniek voor de noordelijke Maasvallei zijn de enorme duinmassieven die zich op de oostelijke oever aan het eind van de ijstijd hebben gevormd. Ze zijn tot tientallen meters hoog en bestaan uit fijn zand waar regenwater makkelijk in kan infiltreren om onder het duinmassief het grondwater te voeden. De natuurlijke begroeiing bestond hier uit droge loofbossen. Ten oosten van de duinen liggen de terrassen weer aan de oppervlakte in een vrijwel vlak gebied. Regenwater kon hier alleen in de bodem infiltreren en vanwege de beperkte afwatering ontstonden uitgestrekte moerassen en natte heidevelden. Het grondwater stroomt op beide oevers in de richting van de Maas en komt daar weer aan de oppervlakte in kwelgebieden die vaak in voormalige Maasgeulen liggen en van nature begroeid zijn met broekbossen en zeggemoeras.

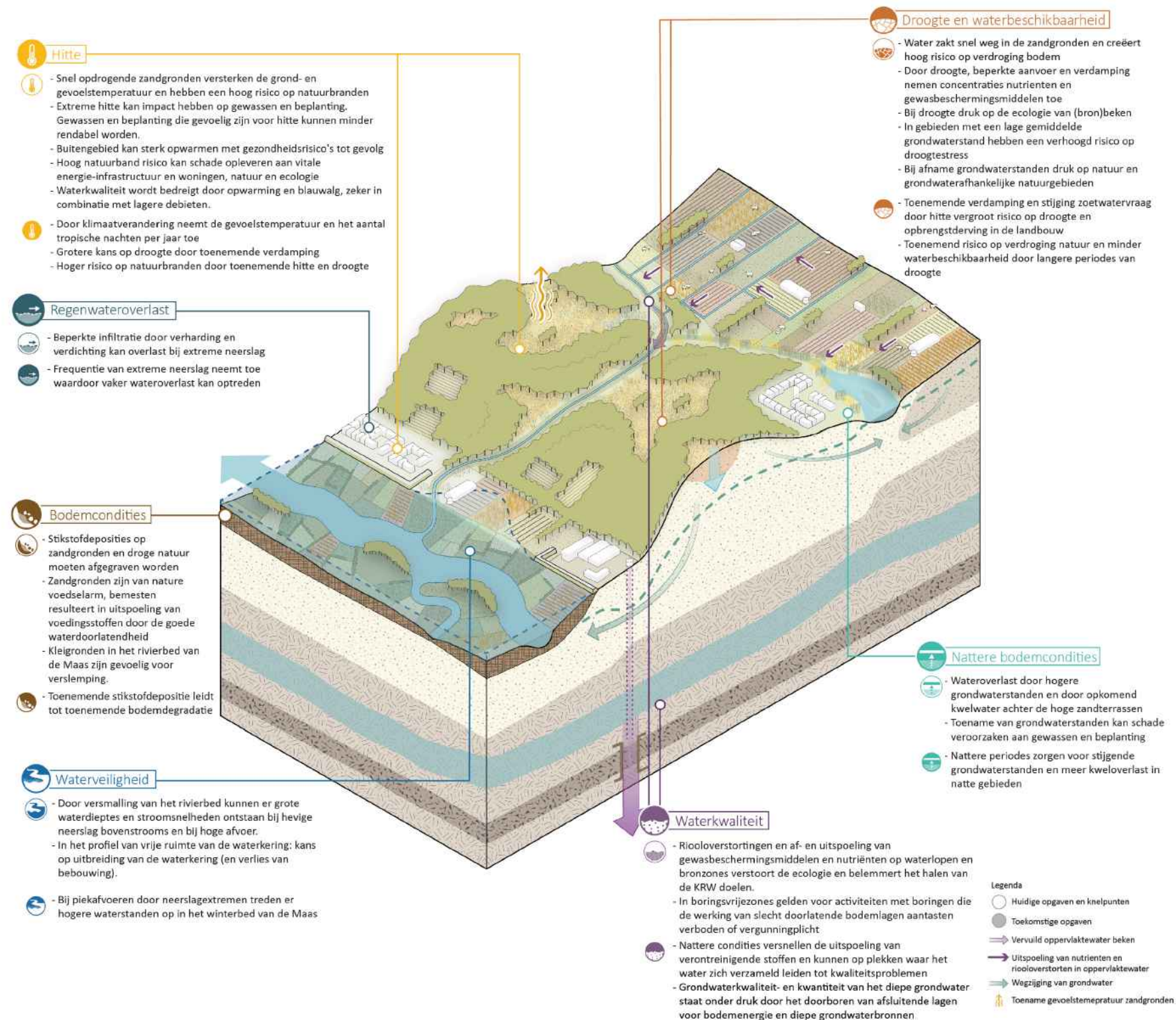


FIG. A.3.4 Landschapstegel Maasduinen

Menselijke ingrepen

De dalvlakte van de noordelijke Maasvallei is bedekt met een voedselrijk kleipakket, en werd al vroeg door de mens gebruikt als grasland. Karakteristiek zijn hier de Maasheggen die als veekering werden gebruikt. De Maas overstroomde zo nu en dan de oevers, maar de bebouwing lag hoger en een enkele overstroming was acceptabel. Dat veranderde eind 20e eeuw toen kort na elkaar twee hoogwaters voor veel overlast zorgden en eerst kades werden aangelegd, die nu worden versterkt tot dijken. Het overstroombare gebied van de Maas werd daardoor kleiner, waardoor hoogwaterstanden worden opgestuwd. Ten behoeve van scheepvaart is de Maas eind 19e eeuw vastgelegd met kribben en begin 20e eeuw volgde de aanleg van stuwen. Het gemiddeld Maaspeil steeg hierdoor tot 4 m, wat een aanzienlijke stijging van grondwaterstanden veroorzaakte tot ver in het achterland. Tegelijkertijd kunnen zandwinningen in het Maasdal weer voor een daling zorgen door de grondwater-aantrekkende werking. De hogere terrassen en Maasduinen op de oostelijke oever en de dekzanden en beekdalen op de westelijke oever waren lang in gebruik voor extensieve landbouw, wat op de schrale bodem leidde tot het verdwijnen van het bos en een overgang in uitgestrekte heidevelden. Begin 20e eeuw zijn de heiden op de droge gronden ingeplant met eenvormige naaldbossen en werden de natte heiden ontgonnen voor akkerbouw. Om de natte gebieden te ontginnen werden nieuwe watergangen vanaf de oostelijke terrassen (deels ook vanuit Duitsland) door de Maasduinen gegraven. Op de westelijke oever zijn medio vorige eeuw veel beken rechtgetrokken en verbreed om de afwatering te verbeteren. Vervolgens zijn stuwen aangelegd om de peilen te kunnen reguleren. De naaldbossen krijgen door veroudering een meer natuurlijk karakter en zijn lokaal gekapt om heide te herstellen. Andere natuurgebieden zijn beekdalen waar de laatste decennia vaak beekherstel heeft plaatsgevonden en kwelgebieden aan de voet van de terrasranden.

Huidige systeemwerking en knelpunten

De Maasduinen en hogere dekzandruggen zijn vanouds een droog gebied dat gevoelig is voor droogte in jaren dat er weinig neerslag valt. Vooral als een droge winter wordt gevolgd door een droog voorjaar en zomer, daalt de grondwaterstand en vallen vennen en beken droog. De aanleg van ontwateringssystemen heeft de kans op droogte versterkt omdat neerslagwater sneller wordt afgevoerd waardoor het grondwater tijdens natte perioden beperkt wordt aangevuld. De naaldbossen hebben als nadeel dat ze het hele jaar door water invangen en verdampen, waardoor het grondwater minder wordt aangevuld dan in een gebied met natuurlijke vegetatie. In de landbouwgebieden put de inzet van beregening het ondiepe grondwater verder uit. Met name tijdens perioden van extreme hitte droogt het gebied zo ver uit dat bij een bosbrand (vaak met een menselijke oorzaak) de gevolgen groot zijn. Tijdens extreme buien kan lokaal wateroverlast optreden in de bebouwde gebieden waar het water zich op de wegen verzamelt. Met name in licht hellende gebieden verzamelt het water zich dan in de lagere delen van de bebouwde kom, waar overlast kan optreden. In het buitengebied zijn de problemen met wateroverlast beperkt omdat het water snel weg zakt in de zandige bodem (met uitzondering van kwelzones waar grondwater in natte perioden tot in de wortelzone kan stijgen). De uiterwaarden van de Maas kunnen vanwege de hoge stuwpeilen van de Maas altijd een hoog grondwaterpeil hebben, dat onder natte omstandigheden al snel tot aan het maaiveld kan stijgen.

Wateroverlast, Nattere bodemcondities & Waterveiligheid

Huidige knelpunten

De neerslaghoeveelheden en -intensiteit tijdens buien zijn de komende decennia toegenomen en dit zorgt vaker voor oppervlakkige afstroom van regenwater in met name de verstedelijkte gebieden. Licht hellende wegen in de dorpen en steden fungeren hierbij als tijdelijke watergang en voeren het water naar lage plekken, waar het zich verzamelt en tot overlast kan leiden als het niet snel genoeg naar een beek afgevoerd kan worden. In het Maasdal komen overstromingen vanouds vooral voor in de winter en zijn zomerhoogwaters altijd lager en veel zeldzamer geweest. Sinds 2021 weten we dat ook 's zomers de neerslagextremen zo groot kunnen zijn dat ook dan extreme waterstanden kunnen optreden.

Toekomstige knelpunten

Niet alleen de hoeveelheid neerslag, maar ook de intensiteit zal in de toekomst toenemen, waardoor in bebouwde gebieden het afwateringssysteem overbelast raakt en het water de straat op stroomt. In het winterhalfjaar is het vooral de neerslagduur die groter wordt, waardoor in perioden van 1 of 2 weken opgeteld grote hoeveelheden regen kunnen vallen. Vooral op vastgereden agrarische bodems zorgt dit voor meer water dat op de akkers blijft staan. Meer regen in het winterhalfjaar leidt ook tot hogere grondwaterstanden in de voormalige kwelgebieden. Tegelijkertijd neemt de kans op extreem hoogwater in de Maas in de winter mogelijk af omdat er minder sneeuw valt in het stroomgebied en smeltwater daardoor geen bijdrage meer levert aan hoogwaters.

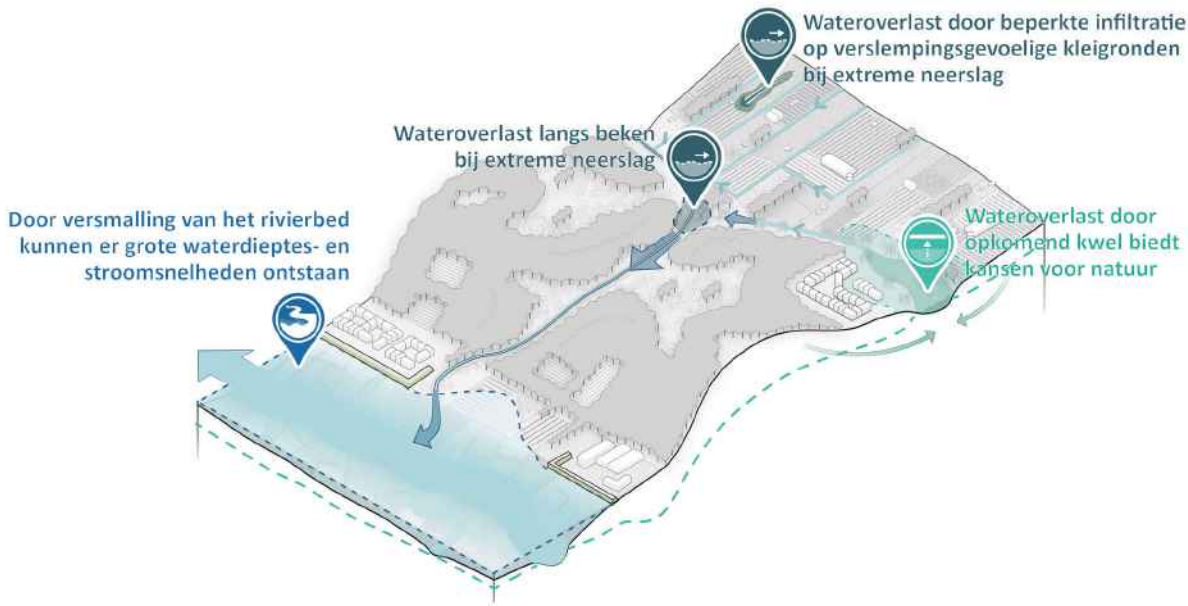


FIG. A.4.1 Huidige en toekomstige knelpunten waterveiligheid en wateroverlast in de Maasduinen

Huidige knelpunten

De temperatuur is sinds de periode van 1850-1900 ruim 2 graden toegenomen en dit leidt tot meer dagen met tropische temperaturen en ook meer zeer warme nachten (zgn. tropennachten). In grotere bewoonde gebieden met veel verharding neemt de kans op extreme hitte daardoor toe. Door landbouw is het gehalte aan organische stof sterk is verminderd, wat het vermogen van de bodem om vocht langer vast te houden heeft aangetast. Hioerdoor gaat de kwaliteit van de bodem achteruit. Drogere bodems warmen in de zomer ook sneller op, wat uitdroging verder verstrekt en ook de kans op hittestress vergroot. Dit heeft een negatieve impact op het bodemleven en daardoor ook weer op het gehalte organische stof. De kans op bosbranden in productiebossen die vooral uit naaldbomen bestaan zal toenemen.

Toekomstige knelpunten

De temperatuur neemt verder toe, naar verwachting nog met 1 graad tot 2050 en 2 graden tot 2100, waardoor hitte overdag, en ook 's nachts, nog vaker op zal treden. Met name in de bewoonde gebieden met veel verharding leidt dit tot veel meer hittestress. Door verder verslechterende bodemeigenschappen zal er in combinatie met de extreme hitte vaker inkomstderving zijn van landbouwgewassen.

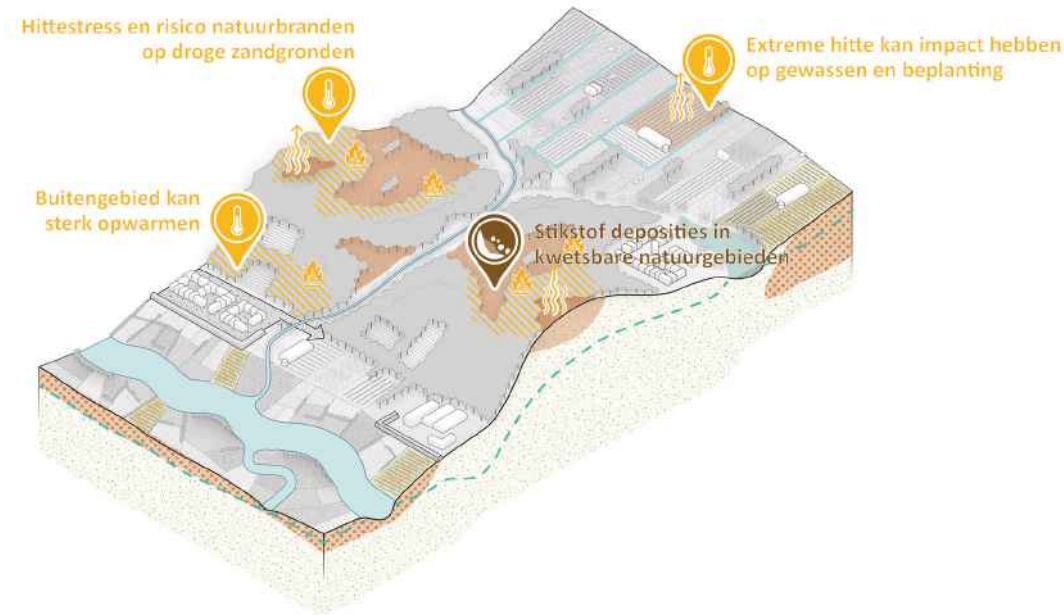


FIG. A.4.2 Huidige en toekomstige knelpunten hitte en bodemcondities in de Maasduinen

Huidige knelpunten

De al beperkte hoeveelheid vocht in verslechterde bodems raakt door toenemende verdamping nog eerder uitgeput. De hooggelegen zandgronden zullen ook vaker sterk opdrogen, waardoor schade ontstaat aan natuurgebieden. Als het regent is de intensiteit vaak hoger, waardoor minder water infiltreert en het grondwater niet wordt aangevuld. Nieuwe zandwinningen vormen een extra risico op een daling van het grondwater onder de zandgronden. De zwaardere buien en de slechte kwaliteit van de bodems zorgt voor meer uitspoeling van mest en gewasbeschermingsmiddelen, wat de waterkwaliteit verslechtert. Verslechtering treedt ook op door het vaker optreden van overstorten uit gemeentelijke rioolstelsels na hevige regenval. Dit leidt tot hydraulische stress, uitslijten van beekbodems en dus verdere verdroging en verslechtering van de waterkwaliteit.

Toekomstige knelpunten

Zelfs als droge perioden niet langer gaan duren dan in het verleden zullen de gevolgen van droogte wel veel intenser worden, omdat de verdamping verder toeneemt en het bodemvocht nog eerder zal zijn verdampt. De kans op uitputting van het grondwater en bos-, heide- en veenbranden zal dan toenemen. Vooral de combinatie van een relatief droge winter, gevolgd door een droog voorjaar en een droge zomer zal leiden tot een sterke daling van het grondwaterniveau. Tegelijk zal de neerslagintensiteit van buien de komende decennia versneld verder toenemen, wat de uitspoeling van verontreinigende stoffen en het vaker optreden van extra riooloverstorten uit gemeentelijke rioolstelsels, naar zowel het oppervlaktewater als het grondwater vergroot. Met als gevolg dat er extra druk komt te staan op de oppervlakte- en grondwaterkwaliteit.

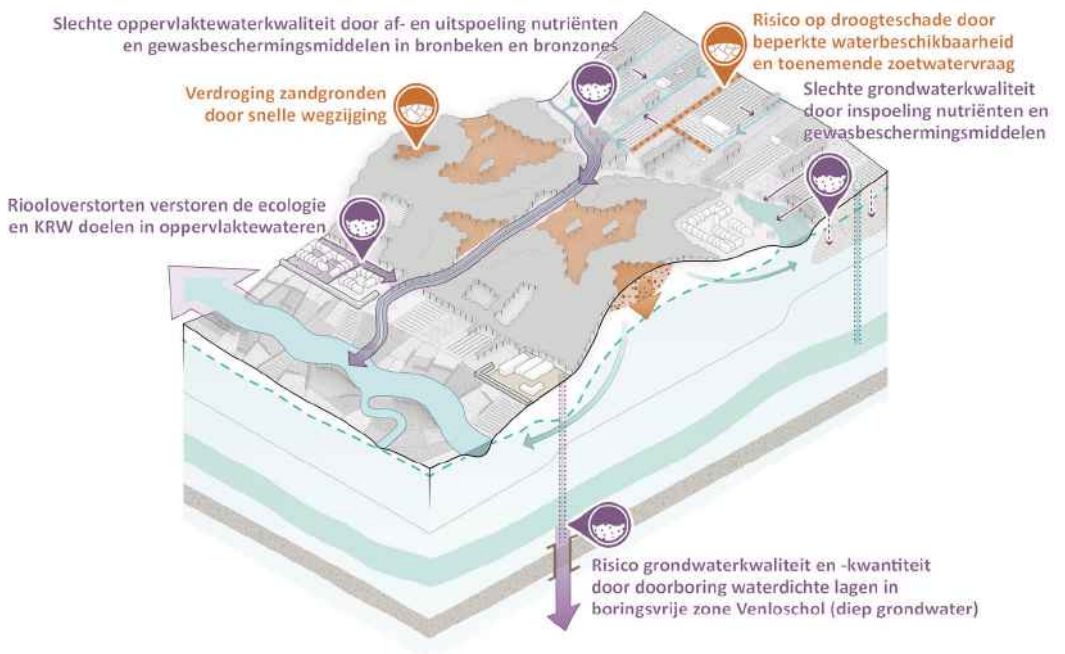


FIG. A.4.3 Huidige en toekomstige knelpunten droogte, waterbeschikbaarheid en kwaliteit in de Maasduinen

An aerial photograph showing a severe flood in a residential area. The water is a murky brown color, covering most of the landscape. In the center, there is a cluster of houses with white and grey roofs, some of which are partially submerged. Trees are scattered throughout the flooded area. In the bottom left corner, there is a marina with several white boats docked at a pier. To the right of the marina, there is a parking lot filled with many white vans or campers. A road runs through the middle of the flooded area, with some vehicles visible. The overall scene depicts significant flooding and potential damage to property.

DEEL B

Opgaven vanuit water, bodem en klimaatverandering

Klimaatverandering heeft impact op het water- en bodemsysteem en kan betekenen dat condities voor landgebruiksfuncties veranderen. In dit hoofdstuk staan relevante condities vanuit het water- en bodemsysteem beschreven voor bebouwing, landbouw en natuurontwikkelingen.



Bron: Johannes Timmermans (2011)

Opgaven vanuit water, bodem en klimaatverandering

Klimaatverandering heeft impact op het water- en bodemsysteem, waardoor condities voor landgebruiksfuncties met de tijd kunnen veranderen. In dit hoofdstuk staan relevante (soms veranderende) condities vanuit het water- en bodemsysteem beschreven voor bebouwing, landbouw en natuurontwikkelingen.

Voor verschillende water en bodem thema's zijn zowel een feitelijke basiskaart weergegeven (hoe ziet het water en bodemsysteem er nu of in de toekomst uit?), als een signaleringskaart voor bebouwd gebied, infrastructuur, landbouw of natuurontwikkeling (met welke condities er rekening moet worden gehouden bij ontwikkelingen of investeringen?).

Dit is gedaan voor de onderdelen:

- 🌱 Bodemcondities
- 💧 Nattere bodemcondities
- 🌊 Regionale wateroverlast
- 🛡️ Waterveiligheid
- 🍷 Droogte en waterbeschikbaarheid
- 🚰 Waterkwaliteit
- 🌡️ Hitte

Sommige thema's hebben een sterke relatie met elkaar. Zo dragen steile hellingen (opgenomen in het hoofdstuk bodemcondities) bijvoorbeeld ook bij aan de mate van regenwateroverlast. En kan hitte de waterkwaliteit sterk beïnvloeden.

Afhankelijk van de beschikbare datasets is informatie over de huidige situatie, 2050 en 2100 gebruikt. Scenario's voor 2050 en 2100 zijn gebaseerd op modelberekeningen, deze zijn nooit volledig waarheidsgetrouw door beperkingen in berekeningssoftware. Samen met experts is gekeken welke datasets het beste inzicht geven in de condities vanuit het water en bodemsysteem. Voor sommige thema's waren (nog) geen recente datasets beschikbaar, en is de best beschikbare data gekozen om toch inzicht te kunnen geven in de werking van het water- en bodemsysteem.

De klimaatonderlegger water en bodem is geen statisch product. Indien er nieuwe informatie beschikbaar komt kan deze in de onderlegger worden opgenomen. Provincie en Waterschap maken afspraken over hoe om te gaan met updates van de onderlegger. Daarom is het van belang op de viewer te kijken naar de meest recente versie van de kaarten.



Bodem in het stedelijke gebied van Roermond (foto: Defacto)

1 – Bodemcondities 🌍

De bodemsamenstelling van Limburg is zeer divers en beïnvloedt de wateroverlast (wordt water vastgehouden of stroomt het af), waterbeschikbaarheid (vochtregulerend en infiltrerend vermogen van de bodem) en waterkwaliteit (uitspoelingsgevoeligheid bodem).

Bodemssoorten

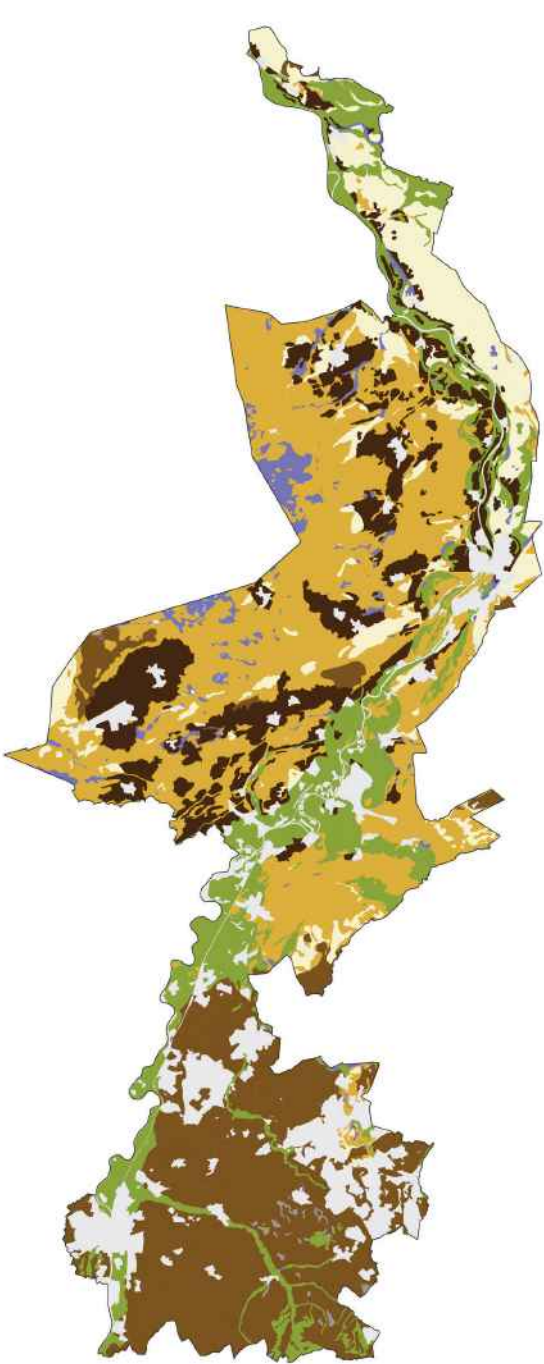
Limburg kent vruchtbare bodems rijk aan mineralen en organisch materiaal. Met name de enkeerdgronden (humusrijke bodems met een hoog organisch stofgehalte die voedingsstoffen en water goed vasthouden) löss- en leemgronden zijn vruchtbare voedselrijke landbouwgronden. De voedselarme zandbodems zijn van nature minder geschikt voor landbouw; er is veel bemesting nodig die de bodem niet kan vasthouden en uitspoelt. Lichte klei-, zavel, löss- en leemgronden kunnen verslempen. Door belasting (bijvoorbeeld door landbouwvoertuigen) ont mengen bodemdeeltjes en ontstaat een dichte harde toplaag. Hierdoor krijgt de bodem minder zuurstof, kunnen gewassen minder goed wortelen en kan water blijven staan of afstromen (inclusief nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen). Door het afdekken van bodems met verharding, kunnen planten en dieren niet meer leven en wordt de bodem minder vruchtbaar. Klimaatverandering en opwarming van bodems (zandgronden nemen veel meer warmte op dan vochtige leemhoudende bodems) heeft effecten op het bodemleven, bodemstructuur en vermindert het organisch stofgehalte. Hierdoor vermindert het vermogen van de bodem om water vast te houden en te zuiveren, neemt het risico op wateroverlast toe, wordt water in droge periodes minder goed vastgehouden, en verslechtert de waterkwaliteit. De opwarming kan invloed hebben op de ondergrondse drinkwaterinfrastructuur (waterkwaliteit).

Erosiegevoelige hellingen

Op braakliggende hellingen kan water versneld afspoelen. Hierbij kunnen stroombanen en erosie ontstaan en kan afstromend modderig water schade veroorzaken aan gewassen, de openbare ruimte of bebouwing. Door de versnelde afstroming kan het water niet infiltreren en wordt het water versneld afgevoerd, wat bijdraagt aan de piekbelasting van het waterafvoersysteem (en wateroverlast).

Waterdoorlatendheid bodem

Sommige bodemtypen zoals dekzandgronden laten van nature water beter door. Hoe beter de grond water door kan laten, hoe beter (onbedekte) gronden over het algemeen geschikt zijn om water te infiltreren (en bijvoorbeeld hemelwater af te koppelen van de riolering). Vervuild of nutriëntrijk water wat diep infiltreert kan impact hebben op de grondwaterkwaliteit.



- Bodemkaart (bodemfysische eenheden)
- Kleigronden (inclusief zware en lichte klei/zavel)
 - Enkeerdgronden
 - Leemgronden (inclusief lössgronden)
 - Leemhoudende zandgronden
 - (Dek)zandgronden
 - Veen en moerige gronden
 - Kalksteenverwerkingsgronden
 - Geen gegevens (rivieren en stedelijk gebied)

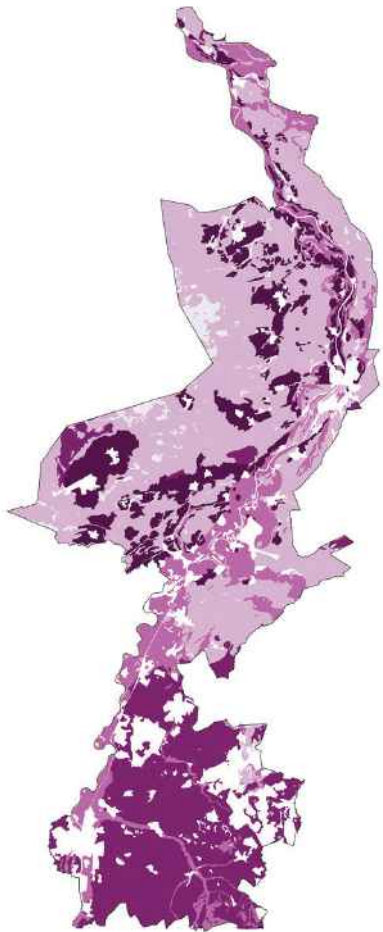
Kaart: Defacto stedenbouw. op basis van datasets:

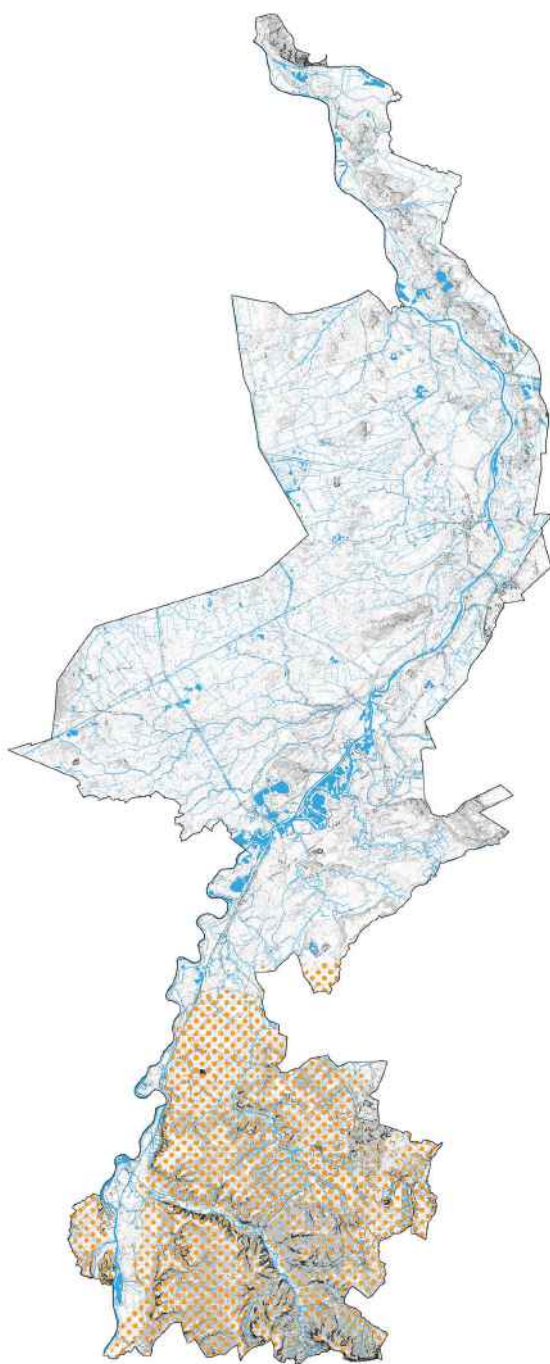
- Bodemfysische eenheden (Wageningen University & Research 2019). Deze bodemfysische eenhedenkaart toont gebieden met een overeenkomstige opbouw en een overeenkomstig hydrologisch gedrag op basis van bodemfysische kengetallen. Categorisering is op basis van expert judgement (tijdens werksessies).
- Cultuurhistorische enkeerdgronden (Provincie Limburg, 2005, afkomstig uit Atlas Limburg) geeft indicatie van nature vruchtbare enkeerdgronden.

Met name enkeerdgronden, kleigronden, löss- en leemgronden zijn vruchtbare voedselrijke landbouwgronden. Voedselarme bodems zijn van nature minder geschikt voor landbouw; er is bemesting nodig die de bodem echter niet goed kan vasthouden en uitspoelt. Lichte klei-, zavel, löss- en leemgronden kennen een risico om te verdichten bij droogte (korstvorming) en verslempen; door harde regenval of belasting (bijvoorbeeld door landbouwvoertuigen) ontmengten bodemdeeltjes en ontstaat een dichte harde toplaag.

Landbouw

- ⓘ Veengronden kunnen oxideren als deze droog komen te liggen en hebben hoge grondwaterstanden.
- ⓘ Zandgronden zijn van nature voedselarm, bemesten resulteert in uitspoeling van voedingsstoffen.
- ⓘ Kleigronden zijn gevoelig voor verslemping.
- ⓘ Löss-, en leemgronden zijn vruchtbare landbouwgronden die goed vocht vasthouden maar verslempingsgevoelig zijn.
- ⓘ Enkeerdgronden zijn door menselijk handelen tot vruchtbare landbouwgronden geworden.





- Hellingsklasse (vanuit richtlijnen GLB-subsidie)
- 2 - 18 %
 - > 18 %
- Van nature erosiegevoelige gronden
- Lösshellingen en -plateaus (zijn door de losse consistentie gevoelig voor erosie)
- Basiskaart
- Waterlichamen
- Kaart: Defacto stedenbouw op basis van brondata:
- Hellingsklasse. GIS analyse op basis van AHN4 (PDOK, 2024) vertaalt naar hellingsklassen voor de provincie Limburg. Daarbij is een selectie gemaakt van 2-18% en > 18% hellingspercentage, op basis van de indeling zoals gehanteerd bij de GLB-subsidieverlening (Gemeenschappelijk landbouwbeleid Goede landbouw- en milieuconditie GLMC conditionaliteit 5, 2024). Voor percelen met een hellingspercentage van > 2% en een hellinglengte van > 50m wordt hierin 'niet kerende grond bewerking' voorgeschreven. Bij een hellingspercentage van > 18% wordt ingezet op permanent grasland in plaats van akkerbouw.
 - Lösshellingen en -plateaus (Wageningen Environmental Research & Geo-Inspiratie, 2023). Deze kaartlaag geeft inzicht in de natuurlijke gesteldheid van de ondergrond. Tijdens de werksessie is een selectie gemaakt van de Lössplateaus en Lösshellingen omdat hellingen en plateaus met löss door de kleine korrelgrootte een hogere kans hebben op erosie.

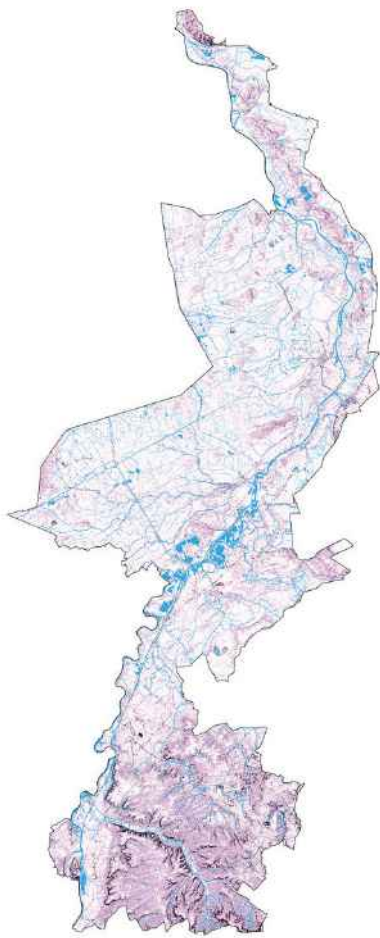
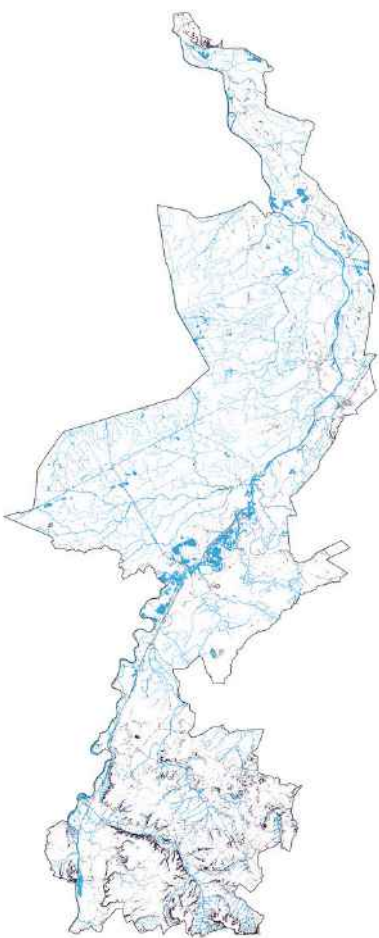
Op braakliggende hellingen kan water versneld afspoelen. Hierbij kunnen stroombanen, erosie en modderstromen ontstaan die schade veroorzaken aan gewassen, de openbare ruimte of bebouwing. Door de versnelde afstroming kan het water niet infiltreren en wordt het water versneld afgevoerd, wat bijdraagt aan de piekbelasting van het waterafvoersysteem (en wateroverlast).

Bebouwd gebied en infrastructuur

- ⓘ Helling >18% groot risico op versneld afstromen regenwater, erosie en modderstromen ondergelegen bebouwde gebieden (risico schade).

Landbouw

- ⓘ Helling 2-18% risico erosie kale (akkerland)bodems.
- ⓘ Op >18% groot risico erosie kale (akkerland)bodems.



Sommige bodemtypen zoals dekzandgronden laten van nature beter water door. Hoe beter de grond water door kan laten, hoe beter (onbedekte) gronden over het algemeen geschikt zijn om water te infiltreren (en bijvoorbeeld hemelwater af te koppelen van de riolering). Vervuild of nutriëntrijk water wat diep infiltreert kan impact hebben op de grondwaterkwaliteit.

Bebouwd gebied en infrastructuur

- **i** Dekzandgronden (en gronden met K-waarde > 0,75 m/dag) hebben een goede waterdoorlatendheid en potentie voor regenwaterinfiltratie.
- **i** Leemhoudende zandgronden (en gronden met K-waarde 0,45-0,75 m/dag) hebben een redelijke waterdoorlatendheid en potentie voor regenwaterinfiltratie.
- **i** Leemgronden (en gronden met K-waarde < 0,45 m/dag) hebben een beperktere infiltratiecapaciteit.

Landbouw

- **i** Leemgronden (en gronden met K-waarde < 0,45 m/dag) hebben een beperktere infiltratiecapaciteit.

Doorlatendheid van de bodem (K-waarde kaart Noord en Midden Limburg, Provincie Limburg, 2013)

- 0,03 - 0,15 m/dag
- 0,15 - 0,45 m/dag
- 0,45 - 0,75 m/dag
- 0,75 - 1,50 m/dag
- > 1,50 - 10 m/dag
- onbekend

Bodemsoorten met een hoog of laag infiltratievermogen (op basis van interpretatie experts)

- ✚ Dekzandgronden
- ⋈ Leemhoudende zandgronden
- ⋈ Leemgronden

Basiskaart

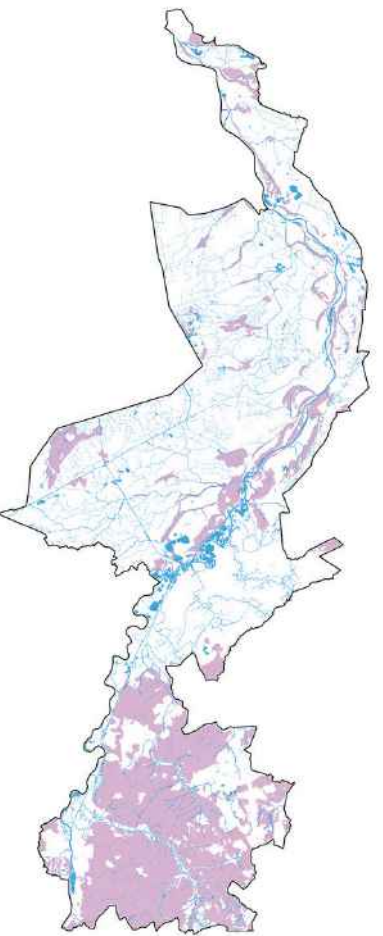
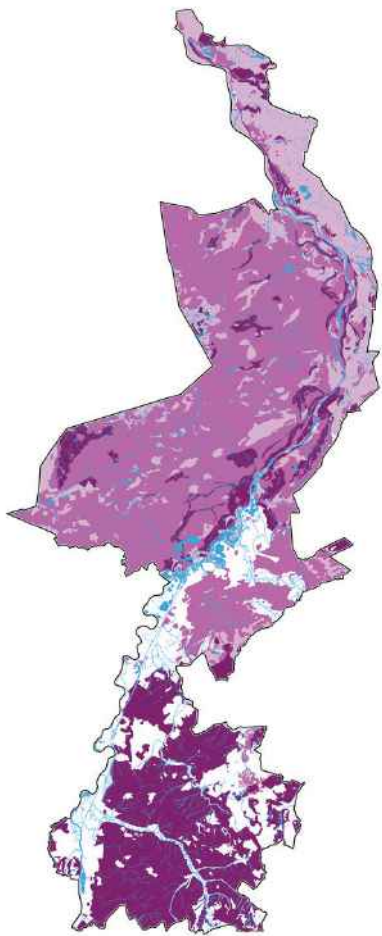
- Waterlichamen
- Stedelijk gebied

Kaart: Defacto stedenbouw op basis van data:

- K-waarde: Provincie Limburg, 2013,
- Dekzandgronden Ministerie van Binnenlandse Zaken, Basisregistratie Ondergrond (BRO), 2023)

De K-waarde kaart betreft een modelweergave die een indicatie geeft van de doorlatendheid bodem (op basis van k-waarde of water doorlatendheidscoëfficiënt in meter per etmaal van de bovengrond). Bij een hoge k-waarde kan veel water infiltreren, bij een lage k-waarde infiltreert het water (zeer) langzaam. Bij beperkte infiltratiecapaciteit kunnen grondwaterreserves minder snel worden aangevuld, wat kan leiden tot droogtegevoeligheid. In (stedelijke) gebieden waar water moeilijk infiltreert is meer bovengrondse bergingsruimte nodig. Dit vereist grote ruimtelijke reserveringen voor water. In gebieden met hoge k-waarde kan afkoppelen van regenwater van het rioleringsstelsel ervoor zorgen dat er gemakkelijk meer water in de bodem infiltreert. Voor een deel van Limburg is deze K-waarde nog niet in beeld.

De k-waarde kaart geeft een indicatie van de doorlatendheid. Op een relatief korte afstand kunnen al zeer grote verschillen optreden. Bij ontwikkelingen dient dan ook altijd een bodemonderzoek plaats te vinden.





2 – Nattere bodemcondities

Binnen Limburg zijn er van nature natte gebieden met relatief hoge grondwaterstanden of kweluittreiding. Door klimaatverandering zal een deel van deze gebieden steeds natter worden, met name in de winter en het voorjaar. Dit kan leiden tot (grond)wateroverlast voor landbouw en bebouwing, en het regenwater zal minder goed in de bodem kunnen infiltreren.

Nattere condities door hogere grondwaterstanden en toenemende kwel

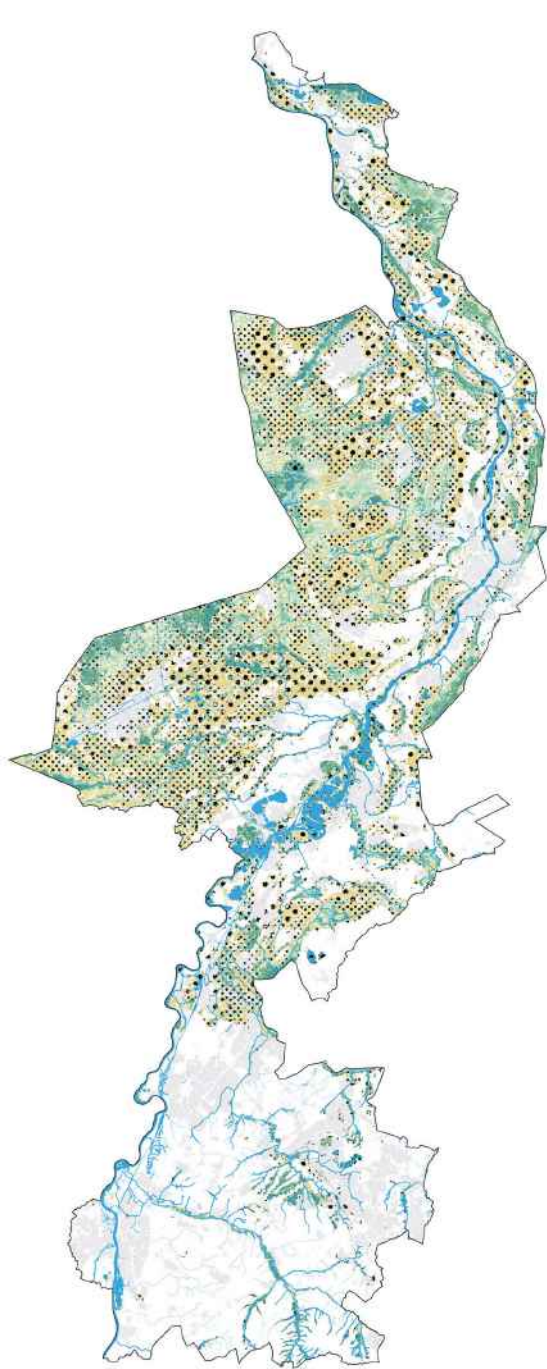
De gemiddeld laagste grondwaterstanden (GLG) zullen in de meeste gebieden door klimaatverandering en grondwateronttrekkingen dalen (zie hoofdstuk 5 over droogte). De gemiddelde hoogste grondwaterstanden (GHG) nemen in enkele, nu vaak al natte, delen van Limburg echter ook toe door klimaatverandering. Regenwater dat infiltreert in hoger gelegen gebieden, kan in lager gelegen gebieden omhoogkomen en de grondwaterstanden beïnvloeden of uittreden als kwelwater. Kwel treedt vooral op in de beekdalen en langs de randen van heuvels en plateaus. De GHG en GVG (gemiddeld voorjaars grondwaterstanden die relevant zijn voor de landbouw) nemen vooral toe in de Maasvallei en ten westen van de Maas. Hogere grondwaterstanden en een toename van kwel zorgen voor nattere bodemcondities.

Impact nattere condities

De nattere bodemcondities kunnen in stedelijke gebieden voor wateroverlast zorgen doordat tuinen en openbare ruimten drassig worden, er weinig ruimte is voor regenwater om te infiltreren. Bebouwing kan hierbij waterschade oplopen. In gebieden met fluctuerende grondwaterstanden kan er, ook op hogere gronden, schade ontstaan aan funderingen. In landbouwgebieden kan schade optreden doordat het grondwaterpeil vaker de wortelzone van gewassen bereikt en de grond minder stabiel wordt. Dit bemoeilijkt het berijden van het land met machines. In deze gebieden zullen boeren de steeds nattere condities door klimaatverandering waarschijnlijk compenseren met peilgestuurde drainage, waardoor de uiteindelijke impact op de gewassen beperkt blijft.

Voor natuur bieden de nattere condities en het uittredende kwelwater juist kansen. In en rondom natuurgebieden zijn er vanuit doelstellingen voor het herstel van natte natuurgebieden (vasthouden water, hydrologische buffers) dan ook beperkingen voor het onttrekken van grondwater.

2.1 Basiskaart gemiddelde hoogste grondwaterstanden (2050)



- Huidige GHG (Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand)
- < 0,0 m onder maaiveld
 - 0,0 - 0,2 m onder maaiveld
 - 0,2 - 0,4 m onder maaiveld
 - 0,4 - 0,7 m onder maaiveld
 - 0,7 - 1 m onder maaiveld
 - 1 - 2 m onder maaiveld
- Gebieden met een hoge toename GHG (WH 2050) ten opzichte de huidige GHG
- Grondwaterstand toename van > 10 cm
 - Grondwaterstand toename van > 20 cm
- Basiskaart
- Waterlichamen
 - Stedelijk gebied

Modelberekeningen voor de gemiddeld hoogste grondwaterstanden (GHG) in het landelijke gebied, voor de huidige situatie en voor 2050 volgens het scenario Warm-Hoog. De vergelijking met de huidige GHG is gemaakt op basis van een verschilanalyse tussen de huidige situatie en de modelberekening voor 2050 (brondata: LIWA, Provincie Limburg, 2020). Gegevens zijn gebaseerd op KNMI scenarios (2024), uitgevoerd met het regionale grondwatermodel IBRAHYM

Voor de signaalkaart landbouw is gekozen om de gemiddelde voorjaars-grondwaterstand (GVG) in de periode maart/april te gebruiken. Deze is bepalend voor de groei van gewassen aan het begin van het groeiseizoen. Ook hier is de vergelijking met de huidige GVG is gemaakt op basis van een verschilanalyse tussen de huidige situatie en de modelberekening voor 2050

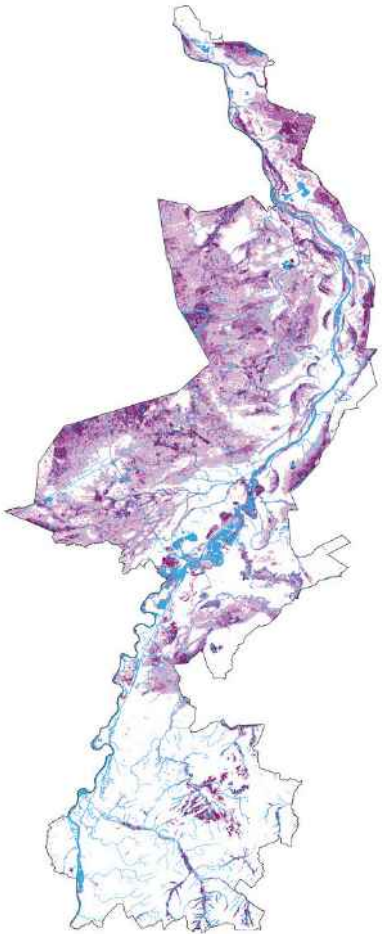
De LIWA kaarten zijn gebaseerd op oude klimaat- en meetgegevens. Er is een nieuwe kaart met huidige grondwaterstanden en met autonome ontwikkeling van de grondwaterstand in de maak gebaseerd op klimaatgegevens uit 2023. Deze kaarten zullen bij actualisatie van de onderlegger worden toegevoegd.

Signaleringskaart gemiddelde hoogste grondwaterstanden (2050)

De gemiddelde hoogste grondwaterstanden nemen in enkele, nu vaak al natte, delen van Limburg toe door klimaatverandering. In landbouwgebieden zijn met name de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstanden (GVG) relevant voor de gewassen. Agrariërs zullen de steeds nattere condities door klimaatverandering waarschijnlijk compenseren met peilgestuurde drainage, waardoor de uiteindelijke impact op de gewassen beperkt blijft.

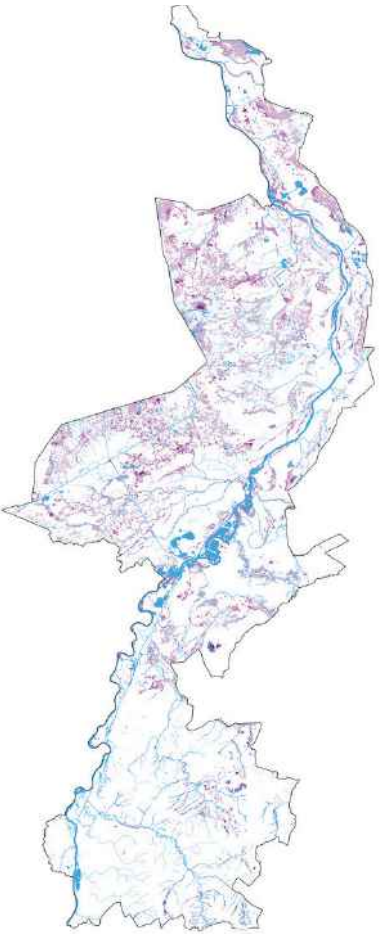
Bebouwd gebied en infrastructuur

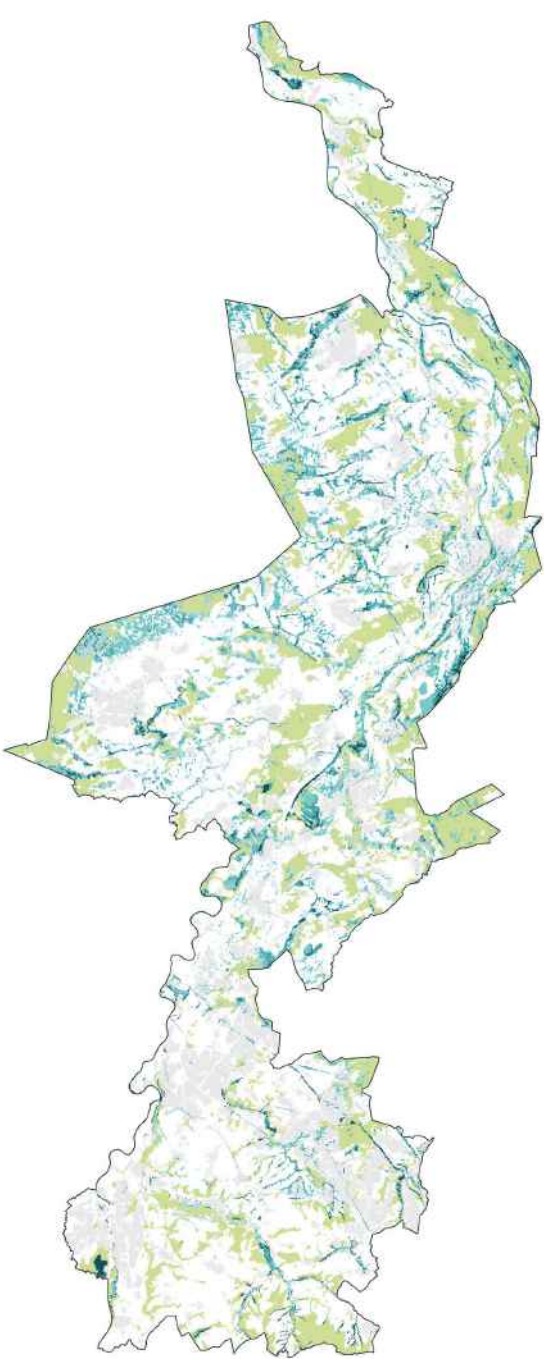
- GHG 70-200 cm onder maaiveld: kans wateroverlast niet-waterdichte kelders, parkeergarages en tunnels.
- GHG 20-70 cm onder maaiveld: kans op drassige openbare ruimte en tuinen (en schade aan beplanting), wateroverlast in kruipruimtes of niet-waterdichte kelders, parkeergarages en tunnels, en kans op opdriving van riolering, kabels en leidingen.
- GHG 0-20 cm onder maaiveld: kans op drassige openbare ruimte en tuinen (en schade aan beplanting), wateroverlast in kruipruimtes of niet-waterdichte kelders, parkeergarages en tunnels.



Landbouw

- Toename GVG tot 10 cm in 2050, in gebieden met een huidig GVG van < 1 meter onder maaiveld. Dit kan impact hebben op gewassen of de bedrijfsvoering.
- Toename GVG tot 10-20 cm in 2050, in gebieden met een huidig GVG van < 1 meter onder maaiveld. Dit kan impact hebben op gewassen of de bedrijfsvoering.
- Toename GVG van > 20 cm in 2050, in gebieden met een huidig GVG van < 1 meter onder maaiveld. Dit kan impact hebben op gewassen of de bedrijfsvoering.





- Uittredend kwelwater (huidig)
- >5 mm/dag
 - 1,0 - 5,0 mm/dag
 - 0 - 1,0 mm/dag
- Toename van de hoeveelheid kwel in 2050 (ten opzichte van de huidige hoeveelheid kwel)
- Toename kwel (meer dan 0,05 m stijging)

- Basiskaart
- Stedelijk gebied
 - Natura 2000 en NNN-gebieden

De huidige hoeveelheid uittredend kwelwater is gebaseerd op kaartlagen uit de Limburgse Integrale Watersysteem Analyse (LIWA; Waterschap en Provincie Limburg, 2020 uitgevoerd door Sweco en RHDHV). De vergelijking tussen de huidige situatie en 2050 is gemaakt op basis van een verschilanalyse tussen de huidige situatie en de modelberekening voor 2050 (volgens het klimaatscenario WH 2050) uit deze studie. Gegevens zijn gebaseerd op KNMI scenarios (2024), uitgevoerd met het regionale grondwatermodel IBRAHYM

Regenwater dat infiltreert in hoger gelegen gebieden kan in laaggelegen gebieden omhoog komen en de grondwaterstanden beïnvloeden of uittreden als kwelwater. Of het kwelwater tot overlast leidt, hangt af van de lokale situatie.

- Bebouwd gebied en infrastructuur**
- ⓘ In kwelgebieden: kans op drassige openbare ruimte en tuinen (en schade aan beplanting), wateroverlast in kruipruimtes of niet-waterdichte kelders, parkeergarages en tunnels.



- Landbouw en natuur**
- ⓘ In gebieden met een toename van uittredend grondwater van >0,05 mm p/dag, kans op toename van bestaande kweloverlast. Toenemende kwel biedt kansen voor de ontwikkeling van natte natuur.





Bron: Stefan Koopmans Photography (2021)

3 – Regionale wateroverlast

Regenwater dat niet kan infiltreren in de bodem wordt via oppervlakkige afstroming, droogdalen en beken afgevoerd richting de Maasvallei. Bij hevige regenval kan dit afstromende water tot grote overlast leiden, met name in Zuid-Limburg. Door hoogteverschillen kunnen hier hoge stroomsnelheden optreden en gevaarlijke situaties ontstaan. Door klimaatverandering zullen extreme buien, regenwateroverlast en overstromingen toenemen.

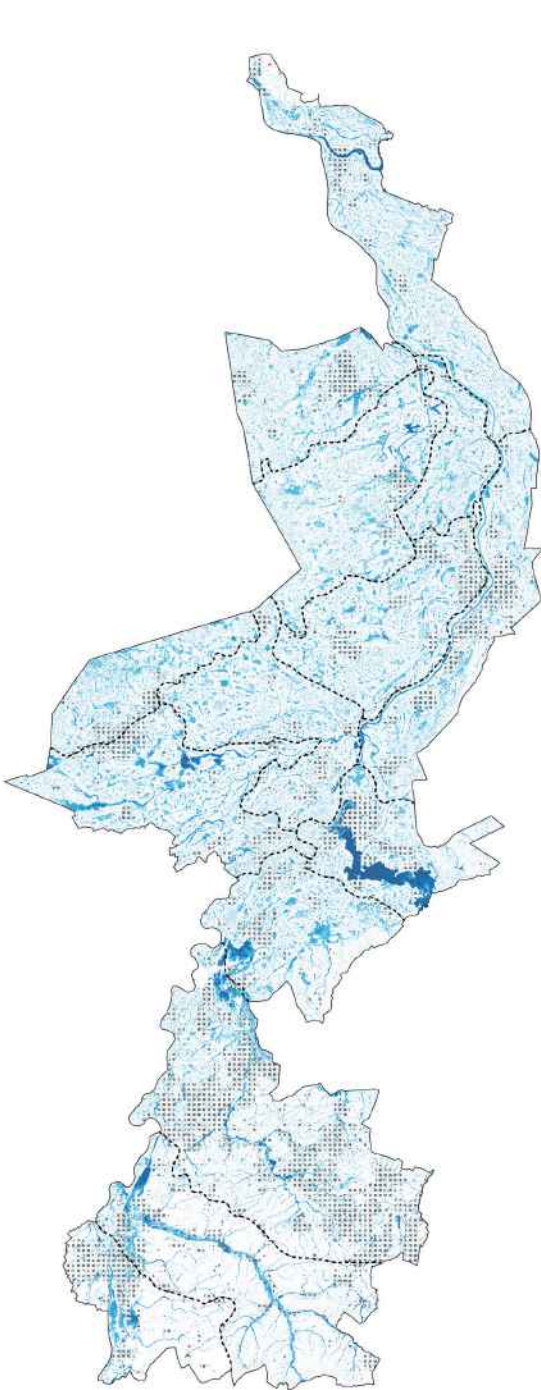
Regenwateroverlast (uit beken en riolering)

Regenwater wordt gedeeltelijk vastgehouden of opgenomen door de bodem (infiltratie). Dit is per bodemtype anders. Zo infiltreren zandgronden beter dan klei en veengronden. Bij hevige buien valt er meer water dan kan worden opgenomen, waardoor er regenwater op het maaiveld blijft staan of zal afstromen. Daarbij kunnen overstromingen vanuit de regionale wateren (waterlopen, beken en rivieren in beheer bij het waterschap) leiden tot “regionale wateroverlast”. Door klimaatverandering zal de hoeveelheid regenwater in de toekomst toenemen. In deze studie is uitgegaan van de verwachte inundatiediepte op maaiveldniveau in het jaar 2100 bij een bui met een kans op voorkomen van gemiddeld eens in de 100 jaar (een T100-bui). Het risico op wateroverlast en afstroming neemt extra toe in gebieden met een beperkte infiltratiecapaciteit, zoals bijvoorbeeld in gebieden met:

- Ondergrondverdichting; ondoorlatende bodemtypes of doordat zware landbouwvoertuigen de grond samendrukken.
- Bodemafdekking en veel verharding, zoals in stedelijke gebieden.
- Hoge grondwaterstanden en weinig ruimte om te infiltreren (zie kaart p. 50).
- Steile hellingen waardoor water makkelijker afstroomt (zie kaart p. 44).

Afstromend en stagnerend (vaak vervuild of modderig) regenwater kan tot overlast of schade leiden aan gewassen, de openbare ruimte of bebouwing. Het afstromen van water kan leiden tot erosie en modderstromen op hellingen, en tot het buiten de oevers treden van beken. Door erosie kunnen stroomgeulen ontstaan die schadelijk zijn voor de landbouw of voor infrastructuur. De plekken waar vervuild afstromend water natuurgebieden instroomt noemen we “runoff-punten” (zie p. 78).

Er zijn gebieden aangewezen waar regenwater bij hevige buien wordt opgevangen om wateroverlast in andere gebieden te voorkomen. Zo zijn er honderden regenwaterbuffers in Zuid-Limburg waarin water wordt opgevangen en na de bui weer vertraagd wordt afgevoerd. Deze zijn vaak gedimensioneerd op de wateroverlastnorm voor bebouwd gebied in beekdalen in Zuid-Limburg; een kans op wateroverlast van 1:25 per jaar (T25-bui). Daarnaast zijn er inundatiegebieden aangewezen langs de Geul, Geleenbeek en Roer, die op natuurlijke wijze onder water lopen en daarmee een waterafvoerende en waterbergende functie hebben.



Waterdiepte bij een T100-bui in 2100 (door regen en overstromingen vanuit beken en riolering)

- 1 - 20 cm
- 20 - 50 cm
- 50 - 100 cm
- 100 - 200 cm
- > 200 cm

Basiskaart

- Stroomgebieden
- Stedelijk gebied

Scenario's voor regenwateroverlast in 2050 kennen een grote bandbreedte. De berekeningen zijn gebaseerd op een T100 gebeurtenis voor het klimaat van het jaartal 2100. Daarbij is pluviaal een 2-uurs-bui gehanteerd van 97 mm, voor fluviaal is per beekmodel een modelmatige aanname gedaan voor een T100 in 2100 op basis van beschikbare gegevens.

Als het om grote hoeveelheden regenwater gaat die tot overlast kunnen leiden noemen we dit "pluviale" overstromingen. Het afstromende water verzamelt zich vervolgens in waterlopen, beken en rivieren. Als deze regionale wateren overstroomd noemen we dit "fluviale" overstromingen.

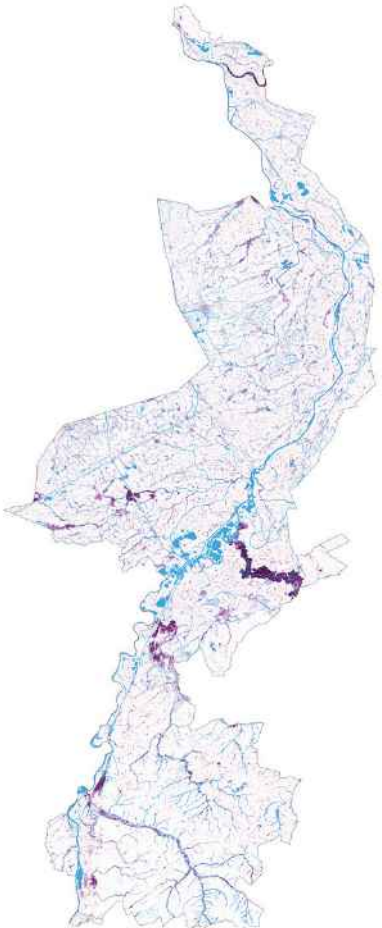
Modelberekeningen zijn nooit volledig waarheidsgetrouw door beperkingen in berekeningssoftware (brondata: Waterschap Limburg 2024).

Water door regen en overstromingen vanuit beken en riolering kan leiden tot overlast of schade, bijvoorbeeld aan gewassen, de openbare ruimte of bebouwing.

Bebouwd gebied en infrastructuur

De schade neemt toe naarmate de waterdiepte toeneemt.

- 1- 20 cm : Er kan schade optreden aan de vloer en inboedel in kelders.
- 20-50 cm: Er kan schade en verlies optreden aan inboedel; schade aan vloeren en elektriciteitsvoorzieningen en auto's.
- 50-100 cm: Er kan schade en verlies optreden aan inboedel, elektriciteitsvoorzieningen en auto's.
- 100-200 cm: Er kan schade en verlies optreden aan inboedel, elektriciteitsvoorzieningen en auto's.
- > 200 cm: Er kan schade en verlies optreden aan inboedel, elektriciteitsvoorzieningen en auto's.

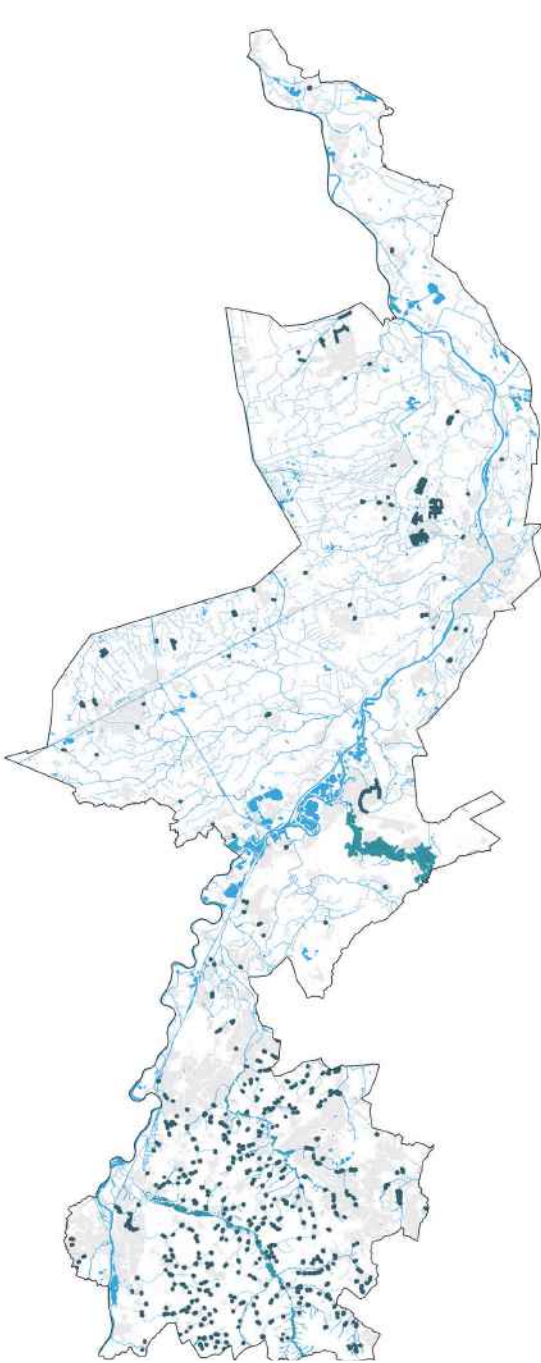


Landbouw

De schade neemt toe naarmate de waterdiepte toeneemt.

- > 5 cm: Er kan afhankelijk van het grondgebruik, seizoen en duur van de overstroming opbrengstderving plaatsvinden.





- Inundatiegebieden
Gronden langs de Roer, Geul en Geleenbeek, die bij hoge waterstanden kunnen overstromen.
 - Regenwaterbuffer(s)
Opvangbassin dat bij hevige regen het teveel aan water tijdelijk opvangt en geleidelijk weer loost. Vaak ingesteld op de wateroverlastnormering van T25.
- Basiskaart
- Waterlichamen
 - Stedelijk gebied

De kaart toont inundatiegebieden en regenwaterbuffers. De honderden regenwaterbuffers in Zuid-Limburg zijn doorgaans gedimensioneerd op de wateroverlastnorm voor bebouwd gebied in beekdalen die in betreffend gebied geldt (zijnde een kans op wateroverlast van 1:25 per jaar/T25). Daarnaast heeft het waterschap grote delen van de dalen van de Geul, Geleenbeek en Roer aangewezen als inundatiegebied, om de natuurlijke waterafvoerende en waterbergende functie van deze beekdalen te beschermen en behouden. (brondata Waterschapsverordening Limburg, 2024, Provincie Limburg, 2024 & Waterschap Limburg, 2024)

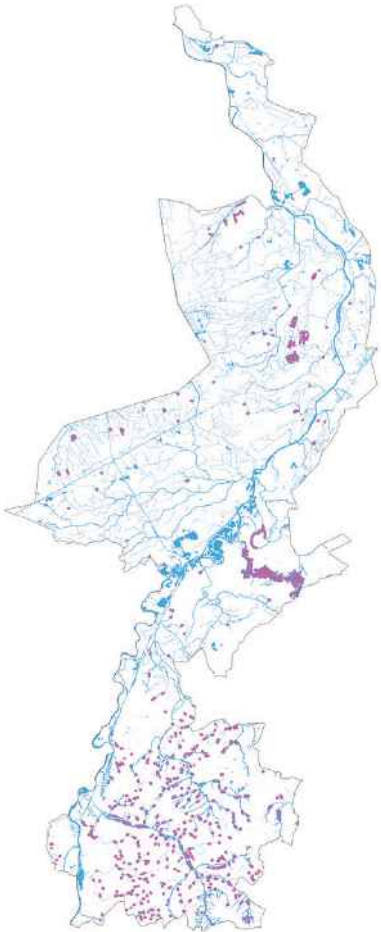
In gebieden die zijn aangewezen om regenwater op te vangen (om wateroverlast in andere gebieden te voorkomen), zoals regenwaterbuffers in Zuid-Limburg en inundatiegebieden langs de Geul, Geleenbeek en Roer, kan tijdelijk water staan. Deze gebieden zijn vaak nog gedimensioneerd op de huidige buien. Door klimaatverandering kunnen inundatiegebieden in de toekomst groter worden en moeten regenwaterbuffers mogelijk worden uitgebreid.

Bebouwd gebied en infrastructuur

❗ Inundatiegebieden en regenwaterbuffers maken onderdeel uit van het watersysteem. Hierop is de Waterschapsverordening van toepassing. In aangewezen regenwaterbuffers wordt regenwater tijdelijk opgevangen tijdens buien. Ze kunnen tijdelijk diep onder water staan. In inundatiegebieden kan tijdelijk water komen te staan als de betreffende beken overstromen (er geldt vaak geen norm voor regionale wateroverlast).

Landbouw

❗ Inundatiegebieden en regenwaterbuffers maken onderdeel uit van het watersysteem. Hierop is de Waterschapsverordening van toepassing. In aangewezen regenwaterbuffers wordt regenwater tijdelijk opgevangen tijdens buien. Ze kunnen tijdelijk diep onder water staan. In inundatiegebieden kan tijdelijk water komen te staan als de betreffende beken overstromen (er geldt vaak geen norm voor regionale wateroverlast).





Bron: Johannes Timmermans (2013)

4 – Waterveiligheid

Bij overstromingen treden rivieren en beken buiten hun oevers en ontstaat er een risico op schade en slachtoffers. Er is ruimte nodig voor toekomstige versterking van keringen en waterafvoer.

Risicoklasse regionale systeem

Wateroverlast vanuit het regionale systeem is vaak van korte duur, maar door grote waterdiepten en stroomsnelheden kunnen onveilige situaties ontstaan met risico op slachtoffers. Er zijn diverse methoden om het overstromingsrisico te bepalen, ieder met hun eigen voor- en nadelen. Voor het regionale systeem heeft Programma Waterveiligheid en Ruimte Limburg (WRL) in 2024 een modelberekening gemaakt van de mogelijke overstromingsdiepten en stroomsnelheden in het jaar 2100, uitgaande van de klimaatscenario's van het KNMI (2100). Voor de vertaling naar de waterveiligheidsrisico's (persoonlijk letsel en gevaar op verdrinking) is gebruik gemaakt van een Australisch model (Water Resource Laboratory, University of New South Wales, 2014). Vanaf een overstromingsdiepte van > 50 cm ontstaat er een risico voor kwetsbare groepen (zoals kinderen en ouderen) en kunnen auto's afdrijven. Vanaf een overstromingsdiepte van 120 cm geldt dit voor alle personen. Bij toenemende waterdiepten en stroomsnelheid neemt het verdrinkingsgevaar toe en kunnen gebouwen grote schade oplopen en zelfs bezwijken.

Risicoklasse Maasvallei

Voor de Maasvallei heeft Deltares onderzoek gedaan naar overstromingen in het jaar 2050 op basis van het lokaal verdrinkingsgevaar (LVG) en het lokaal schadegevaar (LSG) (Klijn et al., 2023). Daarbij is een risicoclassificering gebruikt die onderscheid maakt in afwezig, zeer gering, gering, matig, groot en zeer groot overstromingsgevaar. De klassen zijn een combinatie van de LVG en LSG en zijn als gegeven overgenomen.

Waterkeringen

Elk watersysteem moet kunnen meegroeien met de klimaatverandering, maar ook met economische en demografische ontwikkelingen. Voor het rivierbed van de Maas is de Bgr (Beleidsregels grote rivieren) het publiekrechtelijke instrument van het rijk waarmee ongewenste ontwikkelingen worden tegengegaan. De Waterschapsverordening is van toepassing op de waterkeringen en het regionale watersysteem, waardoor er langs waterkeringen en beken beperkingen gelden. Ook zijn er afspraken gemaakt tussen het Rijk en regio over twee gebieden (Lob van Gennep en Thorn-Wessem) waar ondanks een ruimtelijke reservering beperkte gebiedsontwikkeling mag plaatsvinden. Om de veiligheid te garanderen in de toekomst, wordt er ingezet op de uitvoering van het HWBP om de primaire keringen te versterken en uitvoeren van de systeemmaatregelen (dijkverlegging) voor behoud en vergroting van het rivierbed.

4.1 Kaart regionale waterveiligheid door regen en door overstromingen vanuit beken en riolering (exclusief de Maas)

Kaart regionale waterveiligheid door regen en door overstromingen vanuit beken en riolering (exclusief de Maas)

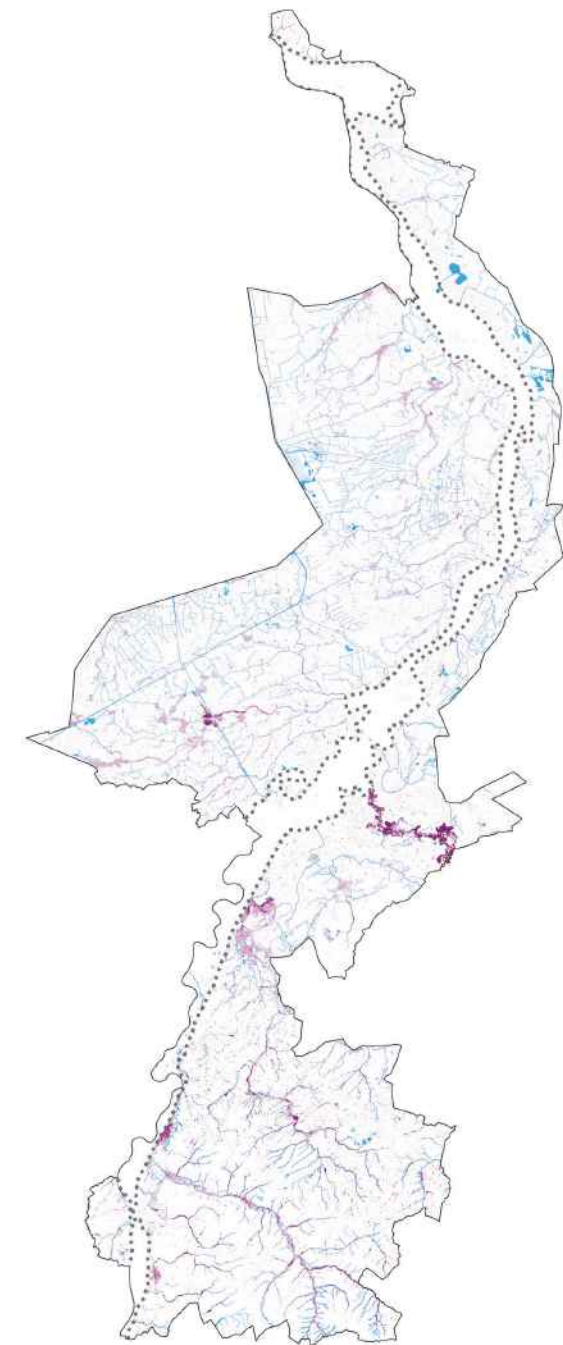
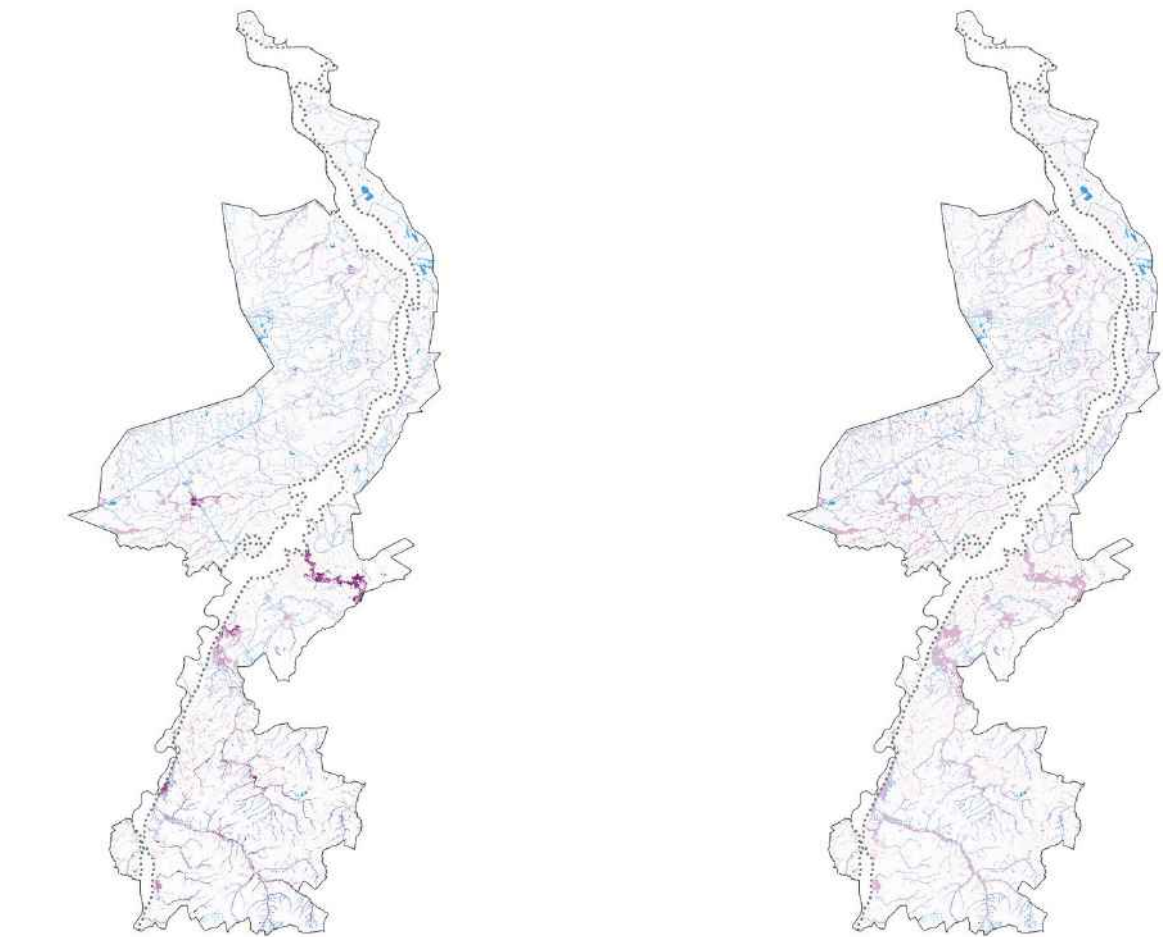
Hoogwater in het regionale systeem is vaak van korte duur, maar er kunnen wel grote waterdieptes en stroomsnelheden ontstaan met risico's op schade en slachtoffers.

Bebouwd gebied en infrastructuur (identiek kaart p. 62)

Landbouw

- H2: Kleine voertuigen kunnen afdrijven (onveilig voor personen in de voertuigen en mensen op straat).
- H3: Kleine voertuigen kunnen afdrijven (onveilig voor personen in de voertuigen en mensen op straat), onveilig voor kinderen en ouderen.
- H4: Onveilig voor mensen en (personen in) voertuigen.
- H5: Onveilig voor mensen en (personen in) voertuigen, gebouwen kwetsbaar voor structurele schade en falen (instortingsgevaar) bij minder robuuste gebouwen.
- H6: Onveilig voor mensen en voertuigen, alle gebouwen kwetsbaar voor falen (instortingsgevaar).

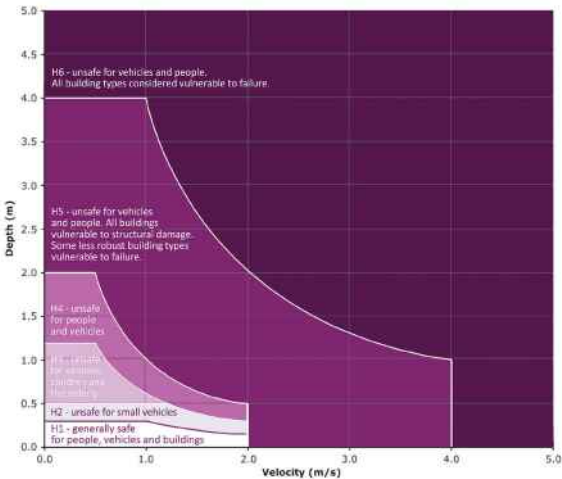
- > 50 cm waterdiepte: er zijn (verdrinkings)risico's voor vee; afhankelijk van de soort vee, de waterdiepte en stroomsnelheid.

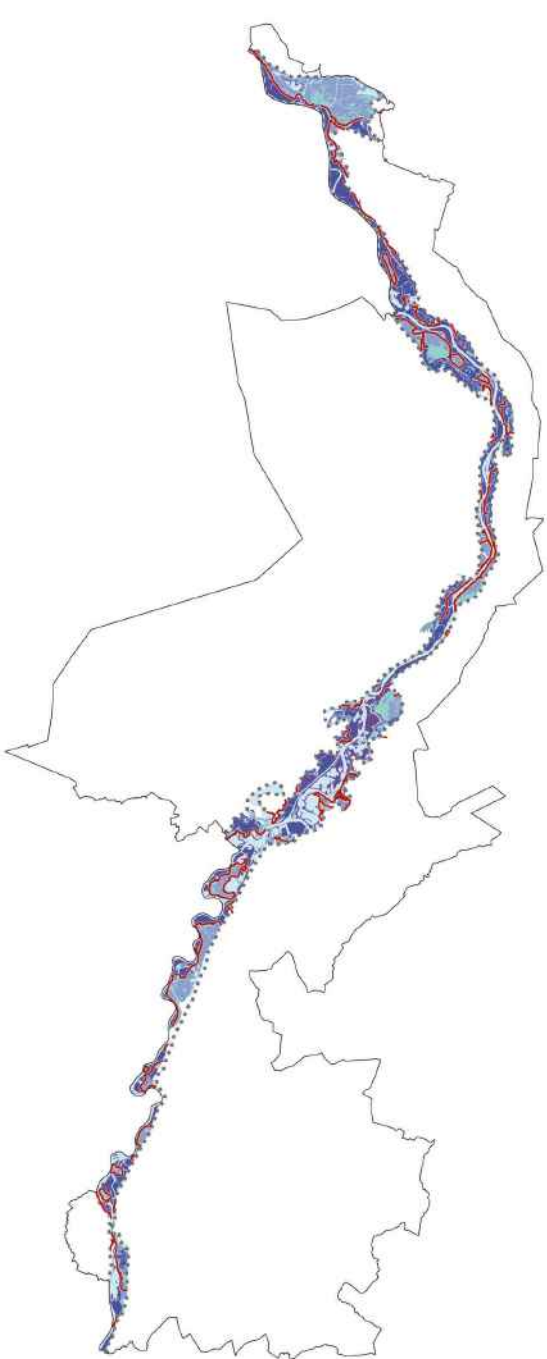


- Indeling veiligheidsklassen regionaal watersysteem op basis van overstromingsdiepte en stroomsnelheid.
- H2: Kleine voertuigen kunnen afdrijven (onveilig voor personen in de voertuigen en mensen op straat).
 - H3: Kleine voertuigen kunnen afdrijven (onveilig voor personen in de voertuigen en mensen op straat), onveilig voor kinderen en ouderen.
 - H4: Onveilig voor mensen en (personen in) voertuigen.
 - H5: Onveilig voor mensen en (personen in) voertuigen, gebouwen kwetsbaar voor structurele schade en falen (instortingsgevaar) bij minder robuuste gebouwen.
 - H6: Onveilig voor mensen en voertuigen, alle gebouwen kwetsbaar voor falen (instortingsgevaar).

- Basiskaart
- Waterlichamen
 - Stedelijk gebied
 - Contour Maasvallei

De waterveiligheidsclassificeringskaart is gebaseerd op (modelberekeningen van) een T100 gebeurtenis voor het klimaat in 2100. Daarbij is pluviaal een 2-uurs-bui gehanteerd van 97 mm, voor fluviaal is per beekmodel een modelmatige aanname gedaan voor een T100 in 2100 op basis van beschikbare gegevens. (brondata: Waterschap Limburg 2024). Modelberekeningen zijn nooit volledig waarheidsgetrouw door beperkingen in berekeningssoftware. Indeling van veiligheidsklassen (H) is gedaan op basis van onderstaande tabel (bron: Combined Flood Hazard Curves, Smith et al. 2014, Water Resource Laboratory, University of New South Wales).





Overstromingsgevaarzonerings als combinatie van het lokaal verdrinkingsgevaar (LVG) en lokaal schadegevaar (LSG) bij een overstroming in de Maasvallei.

- Zone 1: Zeer gering risico (onbekende zeer kleine kans).
- Zone 2: Gering risico (kleine kans en/of geringe waterdiepte).
- Zone 3: Matig risico (kleine kans en/of beperkte waterdiepte).
- Zone 4: Groot risico (middelgrote kans en middelgrote waterdiepte).
- Zone 5: Zeer groot risico (grote kans en grote waterdiepte).

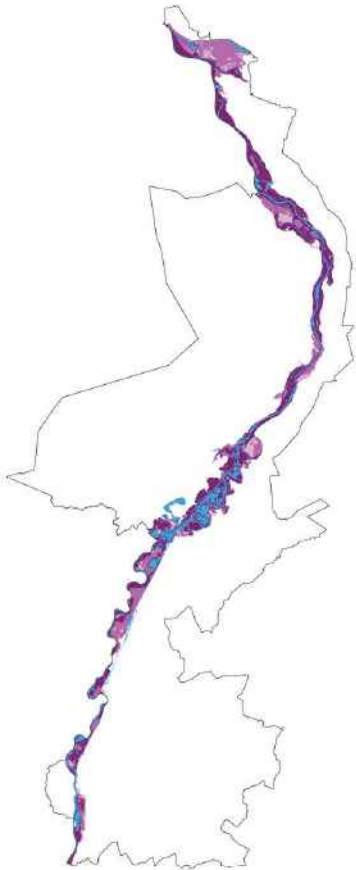
- Waterkeringen
- Primaire keringen
 - Overige keringen
- Basiskaart
- Waterlichamen
 - Stedelijk gebied
 - Contour Maasvallei

De overstromingsgevaarzonerings voor de Maasvallei is gebaseerd op (Klijn, F., de Bruijn, K., Hoogvliet, M., Slager, K, 2023). De kaart toont de Maasvallei zoals opgenomen in deze studie, en betreft zowel binnen- als buitendijks gebied van de Maasvallei. De studie maakt potentiële risico's met elkaar vergelijkbaar door een indicatie gegeven van het schaderisico, op basis van de jaarlijkse gemiddelde schade die een standaard eengezinswoning (met inboedel) zou ondervinden als gevolg van verschillende mogelijke overstromingen op die locatie (Klijn et al., 2023). Peildatum primaire en overige waterkeringen: 1 januari 2025 (inclusief daar waar in dijkversterkingsprojecten op of voor 1 januari 2025 al besloten is wat het nieuwe tracé wordt).

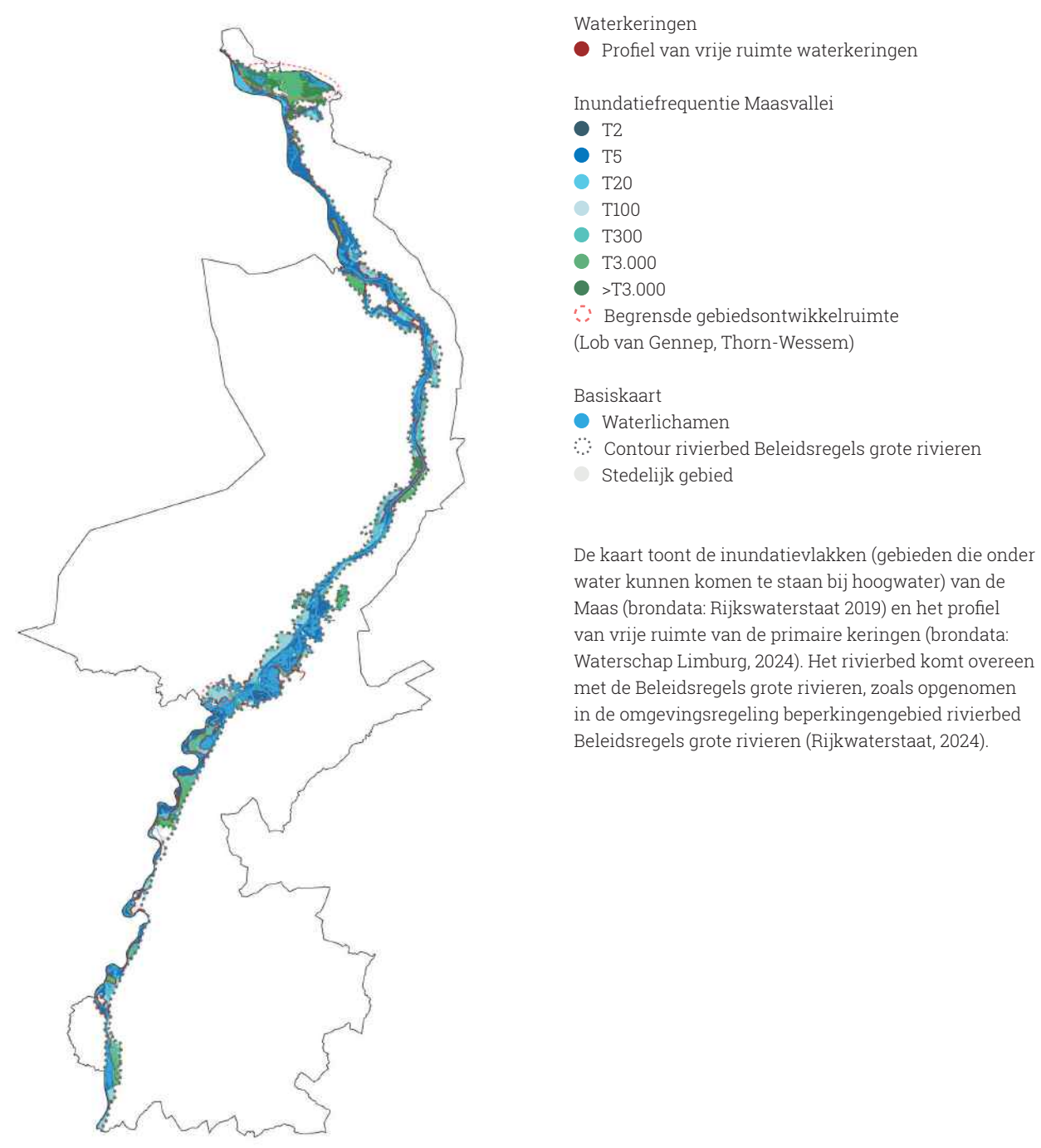
In de studie 'Op waterbasis Maasvallei' is een risicoclassificering gebruikt van het lokaal verdrinkingsgevaar (LVG) en het lokaal schadegevaar (LSG), op basis van de rapportage 'Overstromingsgevaar en de woningbouwopgave: ruimtelijke zonering?' van Deltares (Klijn et al., 2023). Deze classificering is als gegeven overgenomen in deze onderlegger. Bij het LVG ontstaat er kans om te overlijden door een overstroming groter dan een kans van 1:100.000.

Bebouwd gebied en infrastructuur
(overstromingsgevaarzonerings identiek kaart p. 64)

- ① Zeer gering risico (onbekende zeer kleine kans): Lokaal schadegevaar van <5 €/jaar aan een woning.
- ① Gering risico (kleine kans en/of geringe waterdiepte): Lokaal schadegevaar 5-50 €/jaar aan een woning.
- ① Matig risico (kleine kans en/of beperkte waterdiepte): Lokaal schadegevaar 50-500 €/jaar aan een woning en lokaal verdrinkingsgevaar > 1:100.000.
- ① Groot risico (middelgrote kans en middelgrote waterdiepte): Lokaal schadegevaar 500-5.000 €/jaar aan een woning en lokaal verdrinkingsgevaar > 1:100.000.
- ① Zeer groot risico (grote kans en grote waterdiepte): Lokaal schadegevaar > 5.000 €/jaar aan een woning en lokaal verdrinkingsgevaar > 1:100.000.



4.3 Basiskaart ruimte voor water en (toekomstige) primaire keringen Maasvallei

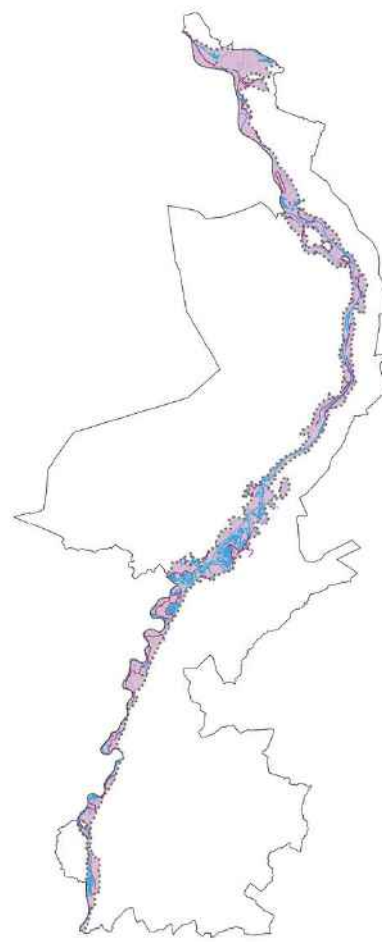


Signaleringskaart ruimte voor water en (toekomstige) primaire keringen Maasvallei

De waterkeringen moeten kunnen meegroeien met de klimaatverandering of eventuele economische en demografische ontwikkelingen. De begrenzing van het rivierbed (ook wel beperkingengebied genoemd) ligt vast in de Beleidsregels grote rivieren. Voor waterkeringen geldt dat beperkingengebieden (waaronder het PVVR) vastliggen in de Waterschapsverordening.

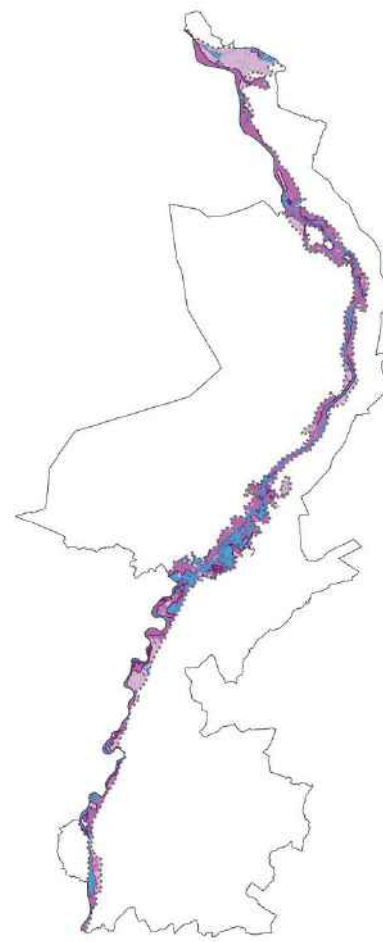
Bebouwd gebied en infrastructuur

- ⓘ Beperkingengebied van het rivierbed zoals vastgelegd in de Beleidsregels grote rivieren.
- ⓘ Het profiel van vrije ruimte van de waterkering is een reservering waarmee ruimte vrijgehouden wordt voor toekomstige dijkversterkingen. Kans op uitbreiding van de waterkering (en verlies van bebouwing).



Landbouw

- ⓘ Beperkingengebied van het rivierbed zoals vastgelegd in de Beleidsregels grote rivieren.
- ⓘ Overstromingskans 1:5-1:300 : kans op opbrengstderving van meerjarige gewassen.
- ⓘ Overstromingskans >1: 5 : grote kans op opbrengstderving van meerjarige gewassen.
- ⓘ Het profiel van vrije ruimte van de waterkering is een reservering waarmee ruimte vrijgehouden wordt voor toekomstige dijkversterkingen. Kans op uitbreiding van de waterkering (en verlies van landbouwgrond).





Bron: Aron Nijs Fotografie (2020)

5 – Droogte en waterbeschikbaarheid 🍷

De waterbeschikbaarheid neemt af door een afnemende aanvoer (door langere perioden van droogte, toenemend watergebruik stroomopwaarts en wegzijging van water) en doordat regenwater door ondergrondverdichting beperkt infiltreert. In combinatie met de groeiende watervraag (voor drinkwater, industrie, landbouw, natuur en stedelijk groen) treden er vaker knelpunten op.

Wataaraanvoer en oppervlaktewatersysteem

Water uit de Maas, kanalen en beken wordt benut voor de scheepvaart, industrie, drinkwater, natuur en landbouw. De gemiddelde en lage Maasaanvoer zal verder afnemen, wat de inzet op een robuust watersysteem essentieel maakt. Er wordt al ingezet op het beter vasthouden van regenwater (in de bodem, het grondwater of het oppervlaktewatersysteem). In gebieden zonder wataaraanvoer is dit nog belangrijker. In droge perioden kunnen beken droogvallen, resulterend in schade aan ecosystemen.

Grondwater

Natuur en gewassen gebruiken water uit de bodem. Grondwatertrappen geven inzicht in hoe diep het grondwater zit. Door middel van stuwbeheer, irrigatie en infiltratiebuizen wordt het grondwater op peil gehouden. Het overlooppeil van drainagesystemen zorgt dat alleen water wordt afgevoerd naar het oppervlaktewater als dat strikt noodzakelijk is. Zo wordt voorkomen dat bij verminderde neerslag het grondwater daalt. Zowel natuur als landbouw hebben hier baat bij. Daarnaast is subirrigatie in ontwikkeling. Dit zijn drainagesystemen die tevens gevoed worden met water en daarmee extra water toevoeren naar het grondwatersysteem.

Indien er in droge perioden een vochttekort ontstaat in de wortelzone van gewassen, wordt gebruik gemaakt van grondwater of oppervlaktewater voor irrigatie en beregening. Toenemend watergebruik door industrie, drinkwaterbedrijven en de landbouw (samenhangend met toenemend areaal aan akkerbouw en groententeelt) kan de beschikbaarheid van water voor natuur verder verminderen, wat extra stress op de ecologie veroorzaakt. Bodemverbetering (toevoegen organische stoffen) helpt om water beter vast te houden, en droogtebestendige gewassen kunnen voorkomen dat de watervraag toeneemt. Ook wordt er ingezet op watersysteemherstel waarbij zoveel mogelijk regenwater wordt toegevoegd aan het grondwater. Het afkoppelen en infiltreren van regenwater van verhard oppervlak is daarbij een belangrijke maatregel.



- Wataaraanvoersysteem
- ➡ Indicatie afname 7-daags zomer minimum Maasafvoer 2100 ten opzichte van de huidige situatie.
 - ➡ Verdeling en aanvoerrichting uit hoofdwatersysteem
 - Hoofdkranen/verdeelpunten regionale wateraanvoer
 - Aanvoer hoofdwatersysteem naar industrie (Chemelot)
 - Aanvoer hoofdwatersysteem naar drinkwaterbedrijf
 - ✕ RWZI's (water vanuit rioolwaterzuiveringsinstallaties)
 - ➡ Maas- en Peelkanalen (voor scheepvaart/ Peelgebied).
 - Natuurgebieden (Groote, Deurnese- en Mariapeel) die bij het intreden van de verdringsreeks het langst gebruik mogen maken van het oppervlaktewater.
 - Regionaal wateraanvoergebied (natuur & landbouw)

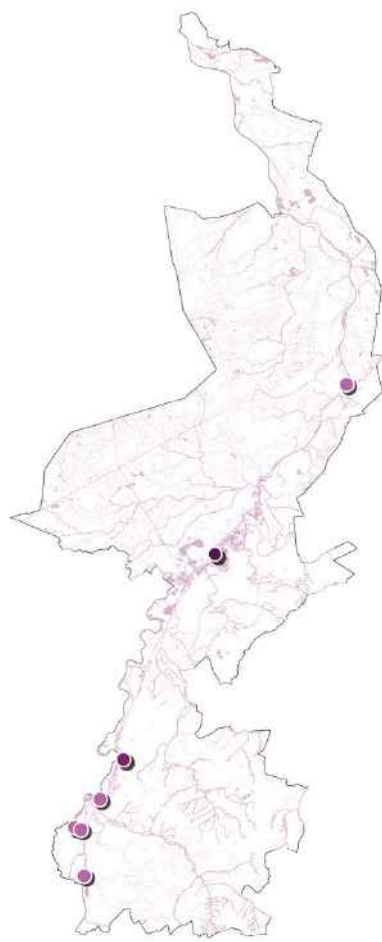
- Waterlopen (risico droogval grondwater/ kwel gevulde beken en/of waterlopen)
- Bronbeken
 - Kort droogvallende waterlopen (april-oktober gevuld)
 - Lang droogvallende waterlopen (april-oktober droog)
 - Toename risico op droogval beken in 2050

- Basiskaart
- Waterlichamen

- Kaart Defacto Stedenbouw op basis van datasets:
- Aanvoer hoofdwatersysteem (Deltares, 2024).
 - Hoofdkranen regionaal (Waterschap Limburg, 2025)
 - Aanvoer hoofdwatersysteem industrie (Deltares, 2024).
 - Aanvoer hoofdwatersysteem drinkwater (Deltares 2024).
 - RWZI's (Waterschap Limburg, 2024)
 - Aanvoer Maas/Peelkanalen (Waterschap Limburg 2025).
 - Natuurgebieden (Groote, Deurnese- en Mariapeel) die bij het intreden van de verdringsreeks het langst gebruik mogen maken van het oppervlaktewater.
 - Bronbeken (Waterschap Limburg, 2024).
 - Risico op droogval beken (Waterschap Limburg, 2024).
 - Extra risico op droogval beken 2050 bij autonome ontwikkeling (Royal HaskoningDHV, 2020).
 - Indicatie van de afname van het 7-daags zomer minimum Maasafvoer 2100 ten opzichte van het huidige 7-daags zomer minimum. Bij Stoom'24 en Warm'24 (Deltares, 2024).

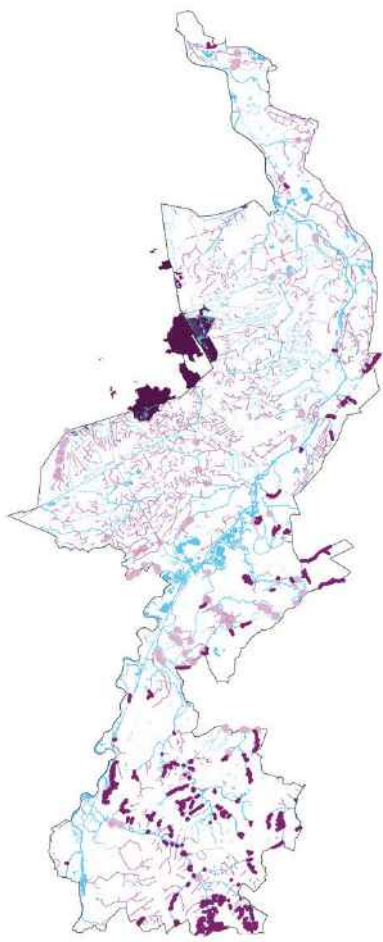
Bebouwd gebied en infrastructuur

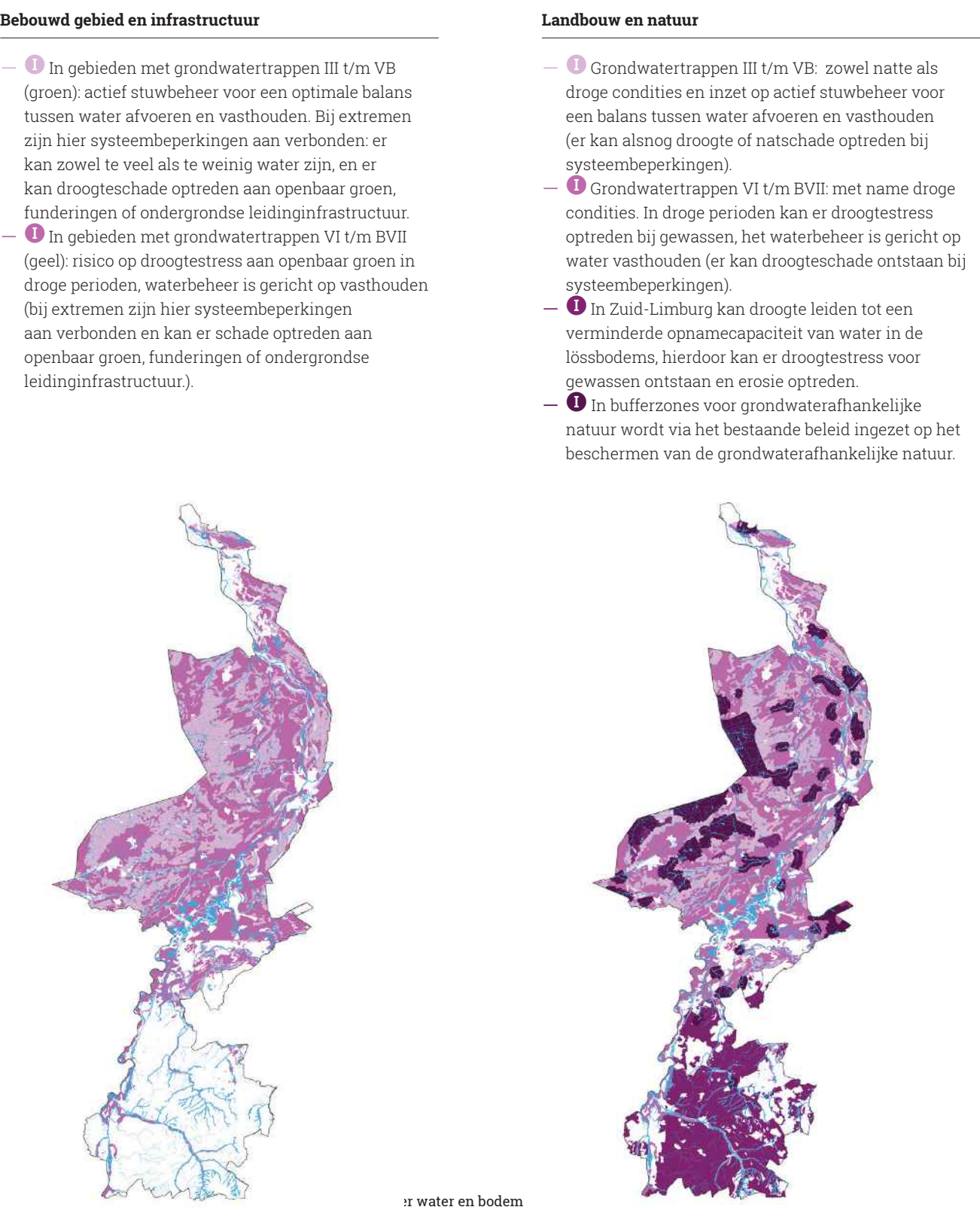
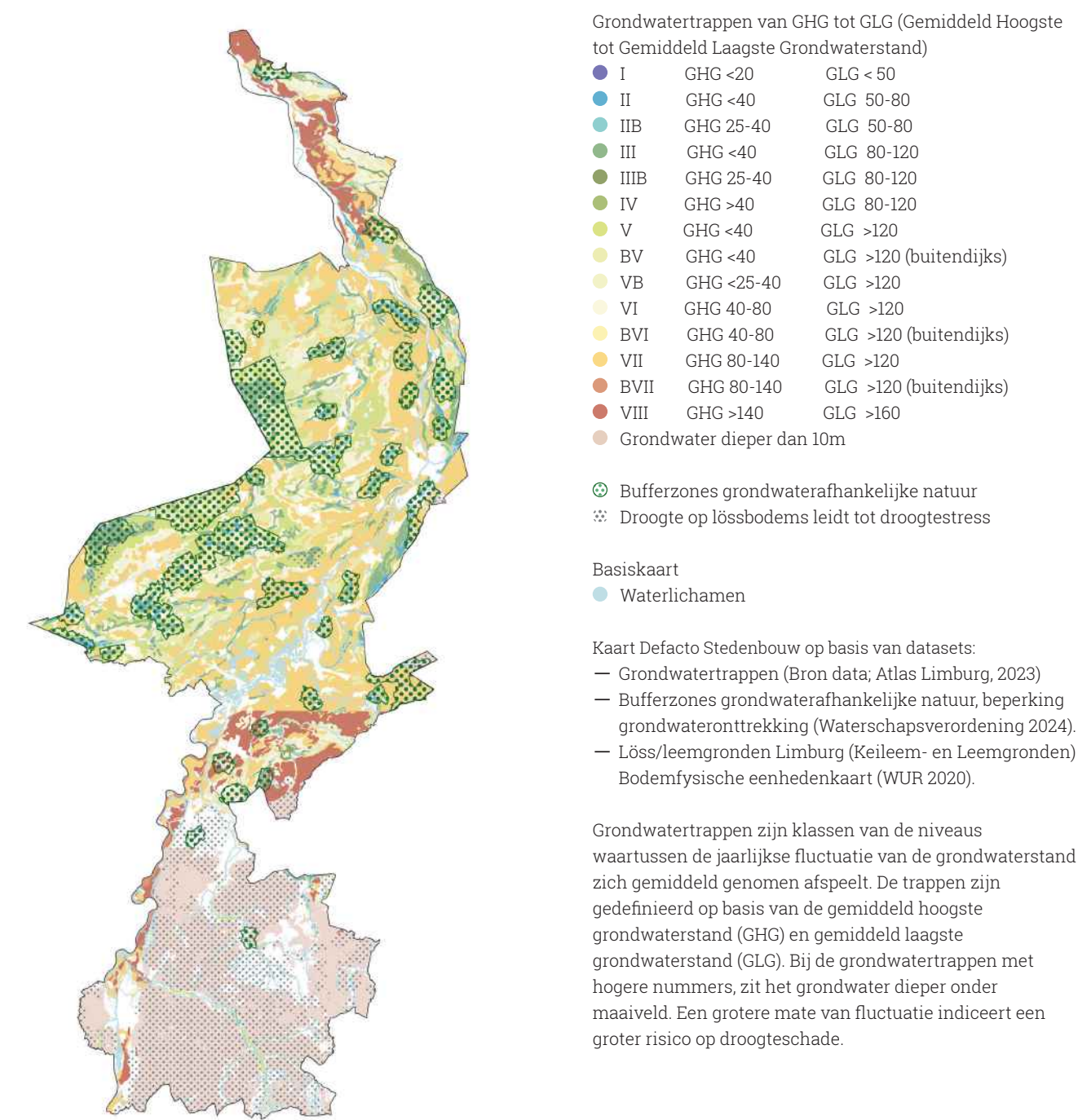
- 1 In alle oppervlaktewaterlichamen nemen door droogte, beperkte aanvoer en verdamping, de verontreinigingen toe (concentraties van nutriënten, gewasbeschermingsmiddelen en uit industriële lozingen), met impact op de waterkwaliteit en gezondheidsrisico's.
- 1 Bij extreem lage rivierafvoer (< 20m3/s Maas) schutbeperkingen (wachtijden/stilval) scheepvaart.
- 1 Bij zeer extreme droogte (< 16 m3/s Maas) beperkingen proceswater (voor koeling)
- 1 Drinkwaterbeschikbaarheid tot 2030 redelijk zeker, daarna bij zeer lage rivierwaterafvoeren vaker innamestoppen Maas (extra druk op grondwatersysteem).

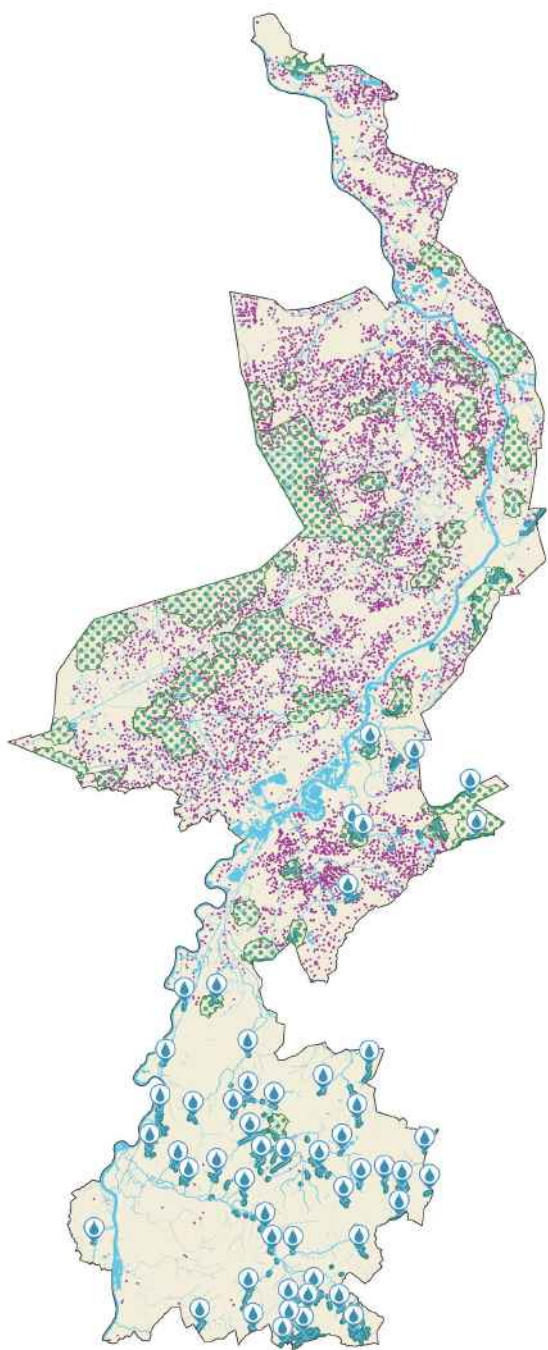


Landbouw en natuur

- 1 Toenemende beperkingen inname voor beregening langs beken die vaker droogvallen (schade akkerbouw en toenemende druk op grondwatervoorraden).
- 1 Toenemende beperkingen inname voor beregening vanuit regionale systeem (schade akkerbouw en toenemende druk op grondwatervoorraden)
- 1 Bij droogte druk op de ecologie van bronbeken.
- 1 Bij extreem droge perioden (< 12 m3/s Maas) beperkte waterbeschikbaarheid in Peelreservaten met risico op onomkeerbare schade natuur. De omgeving van de Pelen ontvangen altijd wateraanvoer tot het moment dat er geen wateraanvoer meer is.







Bestaande grondwaterputten beregening

- Landbouwkundige grondwaterputten (geregistreerd)

Onttrekkingsverboden voor grondwater

- Nieuwe grondwateronttrekkingen beregening open teelt (> 10m3/uur) niet toegestaan
- Hydrologische bufferzones grondwater afhankelijke natuur (Waterschapsverordening)
- Bronnen en bronbeken

Basiskaart

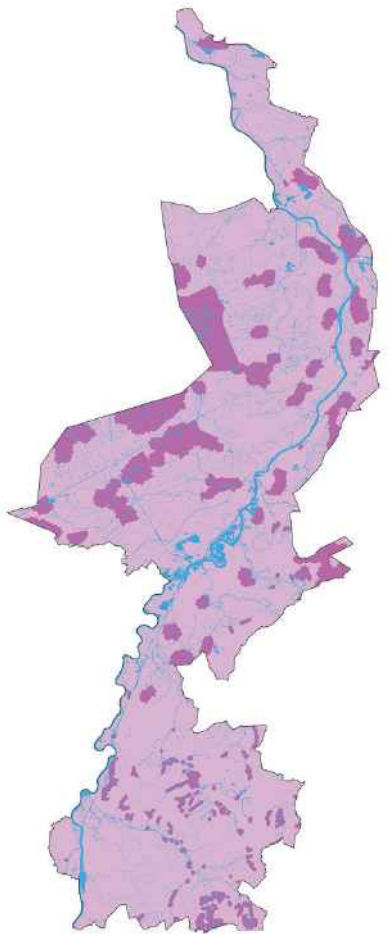
- Waterlichamen

Kaart Defacto Stedenbouw op basis van datasets:

- Bestaande landbouwkundige grondwaterputten (Waterschap Limburg, 2025) op basis van de inventarisatie van geregistreerde landbouwkundige grondwateronttrekkingen. Een grondwaterput is een put die wordt geboord om grondwater op te pompen.
- Begrenzing bufferzones grondwaterafhankelijke natuur (Waterschap Limburg 2024). Gebieden die onder de Waterschapsverordening (2024) een vergunning vereisen voor het onttrekken van grondwater.
- Bronnen en bronbeken (Waterschap Limburg, 2024). Inventarisatie huidige bronbeken en bronnen van het waterschap Limburg. Onttrekkingen in en rondom de bronnen en bronbeken schaden oppervlaktewateren.

Landbouw

- In heel Limburg geldt een 'stand stil' en zijn nieuwe grondwateronttrekkingen voor beregening van open teelten niet toegestaan. Het is verboden zonder vergunning water te onttrekken uit oppervlaktewateren zonder een hoge basisafvoer
- Het is verboden zonder vergunning water te onttrekken binnen het gebied van de bufferzones grondwaterafhankelijke natuur.





Afstromend regenwater met modder (Bron: Ermino Armino, 2024)

6 – Waterkwaliteit

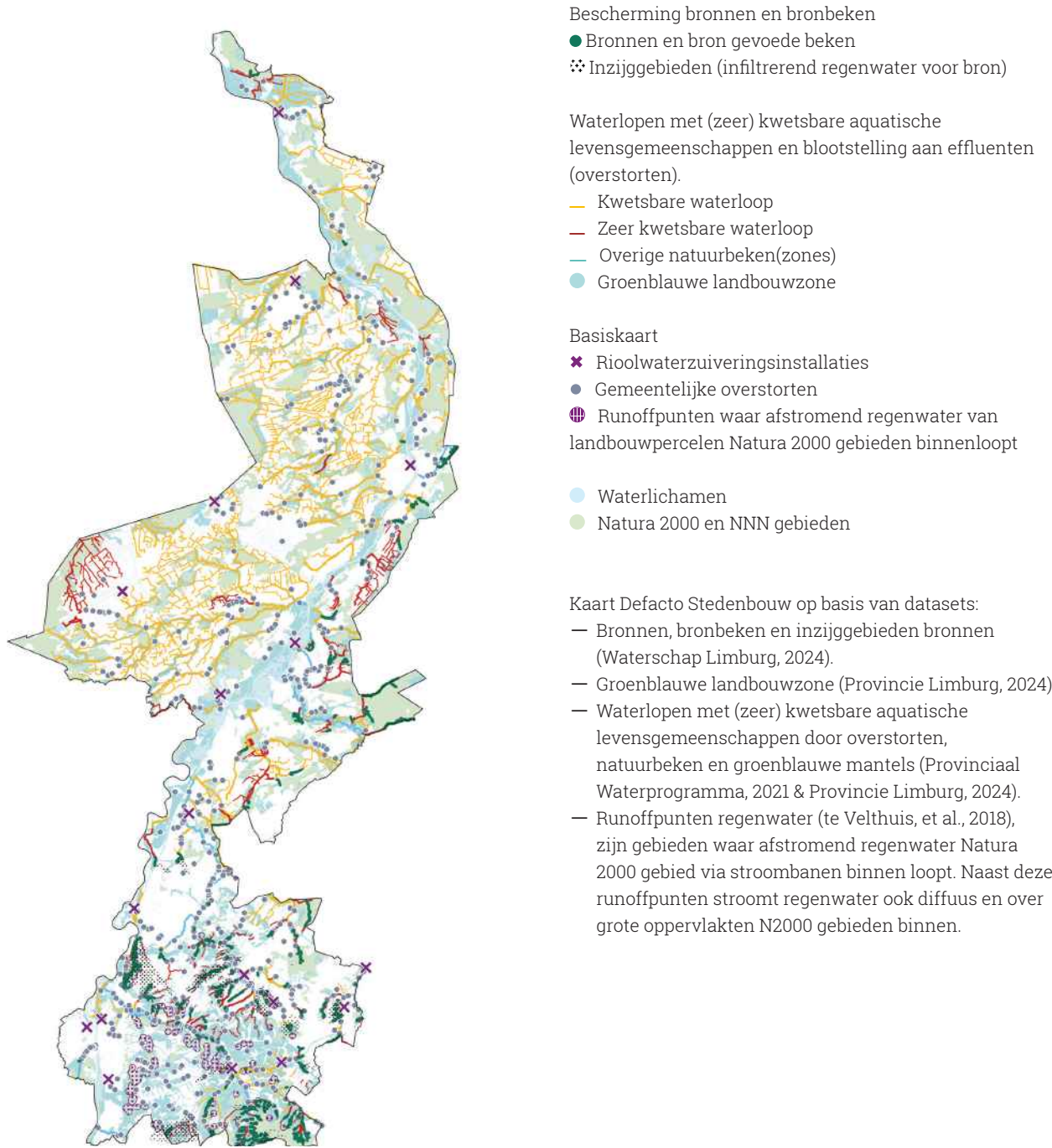
Door menselijke factoren staat de waterkwaliteit onder druk. Door klimaatverandering (langere perioden van droogte, hevigere regenbuien en hogere watertemperaturen) neemt deze druk verder toe. Vervuiling in het oppervlaktewater kan doorwerken naar het grondwater en andersom. Dit beïnvloedt de natuur en gezondheid (denk aan botulisme of PFAS die zich ophopen in je lichaam).

Waterkwaliteit oppervlaktewater

De kwaliteit van het oppervlaktewater wordt (als onderdeel van de Kaderrichtlijn Water of KRW) beoordeeld op ecologische parameters (biologische en fysisch-chemische indicatoren) en chemische parameters. De KRW doelstellingen moeten uiterlijk in 2027 gehaald zijn. Op dit moment voldoet geen enkel KRW-waterlichaam aan alle parameters. Dit heeft verschillende oorzaken; zo zijn nog niet alle beken heringericht, is de uitspoeling van nutriënten uit de landbouw nog te groot, zijn er nog overstorten te saneren en zijn nog te veel chemische stoffen (ook van gewasbeschermingsmiddelen die verboden zijn). Daarnaast komt vervuild water vanuit het buitenland Limburg binnen. Ook klimaatverandering heeft invloed op de waterkwaliteit. Droogte en hogere temperaturen resulteren in extra verdamping, waarmee de concentraties van verontreinigingen in oppervlaktewater toenemen en beken kunnen droogvallen. Hhevigere regenbuien vergroten de hoeveelheid landerosie en riooloverstorten en daarmee de nutriëntenbelasting op oppervlaktewater en in natuur- en brongebieden. Een hogere gemiddelde watertemperatuur kan leiden tot een lager zuurstofgehalte van het water en dominantie van andere soorten.

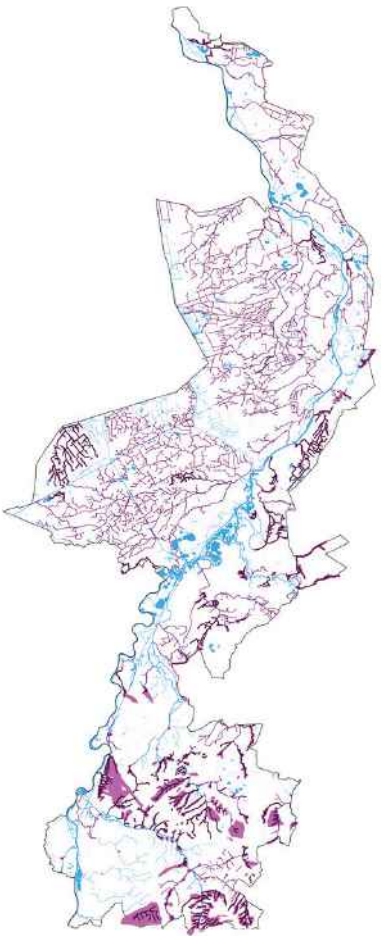
Waterkwaliteit grondwater

Op dit moment voldoet het grondwater niet aan alle eisen van de KRW. Belangrijke knelpunten zijn de overschrijding van de normen voor nitraat, ontoereikende grondwaterstanden en grondwaterkwaliteit voor Natura 2000-gebieden, aanwezigheid van gewasbeschermingsmiddelen in grondwater voor de productie van drinkwater, en een afname van de grondwatervoorraad in de diepe Roerdalslenk. In de Roerdalslenk en de Venloschol worden de diepe watervoerende pakketten door een ondoorlatende laag (klei of leem) beschermd tegen verontreinigingen vanaf het maaiveld. Het water in deze diepe watervoerende pakketten is daardoor van goede kwaliteit en wordt gereserveerd voor de drinkwaterproductie. De ondoorlatende lagen zijn echter al op tientallen locaties doorboord (grondwaterwinning en WKO installaties), wat de grondwaterkwaliteit negatief beïnvloedt. Daarom zijn de Roerdalslenk en de Venloschol in de Omgevingsverordening Limburg aangewezen als boringvrije zones met beperkingen voor bodemenergie, WKO-installaties, geothermie of aardwarmte.



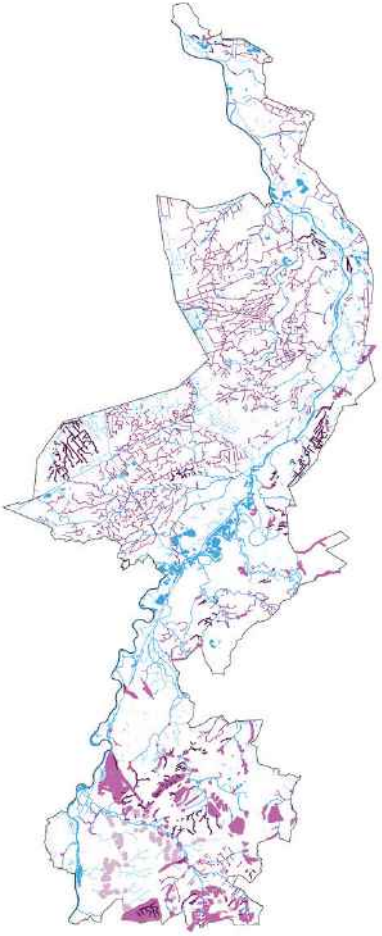
Bebouwd gebied en infrastructuur

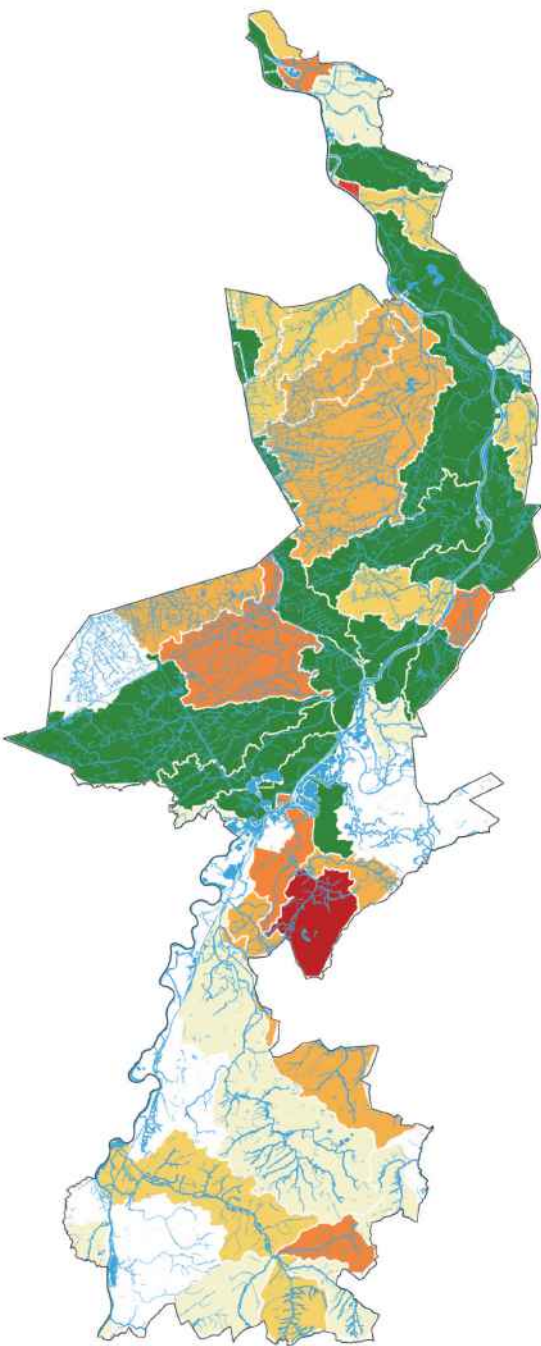
- 1 Vervuild afstromend water, geïnfiltrerd in inzigtgebieden of geloosd op bronnen, verstoort de waterkwaliteit van bronnen en bronbeken.
- 1 Kwetsbare waterlopen zijn gevoelig voor riooloverstorten. Dit verstoort de ecologie, belemmert het behalen van de KRW doelen, en kan zorgen voor stank, botulisme, algenbloei met gevolgen voor de volksgezondheid (gemeenten en Waterschap maken afspraken over aan te pakken overstorten).
- 1 Zeer kwetsbare waterlopen zijn gevoelig voor riooloverstorten. Dit verstoort de ecologie, belemmert het behalen van de KRW doelen, en kan zorgen voor stank, botulisme, algenbloei met gevolgen voor de volksgezondheid (gemeente en Waterschap maken afspraken over aan te pakken overstorten).



Landbouw

- 1 Nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen (af- en uitspoeling) stromen via runoffpunten Natura 2000 gebieden in en verstoren de waterkwaliteit
- 1 Afstromend water met nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen verstoren de waterkwaliteit van bronnen en bron gevoede beken.
- 1 Af- en uitspoeling gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten op kwetsbare waterlopen verstoren de waterkwaliteit en belemmeren het behalen van KRW doelen.
- 1 Af- en uitspoeling gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten op zeer kwetsbare waterlopen verstoren de waterkwaliteit en belemmeren het behalen van KRW doelen.





Reductieopgave vanaf 2027 voor stikstofbelasting in het oppervlaktewater (mg N/L) op basis van het baseline scenario zoals geformuleerd door de WUR.

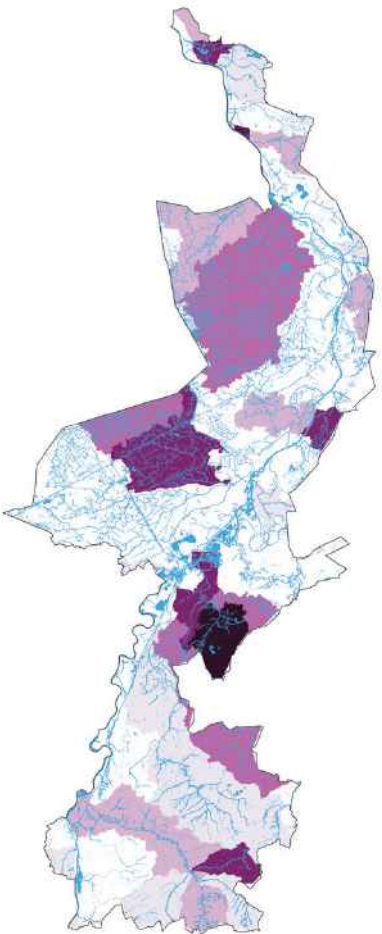
- Geen opgave
- Afname > opgave
- 0.0 - 0.2 mg N/L
- 0.2 - 0.5 mg N/L
- 0.5 - 1.0 mg N/L
- 1.0 - 2.0 mg N/L
- 2.0 - 5.0 mg N/L
- > 5.00 mg N/L

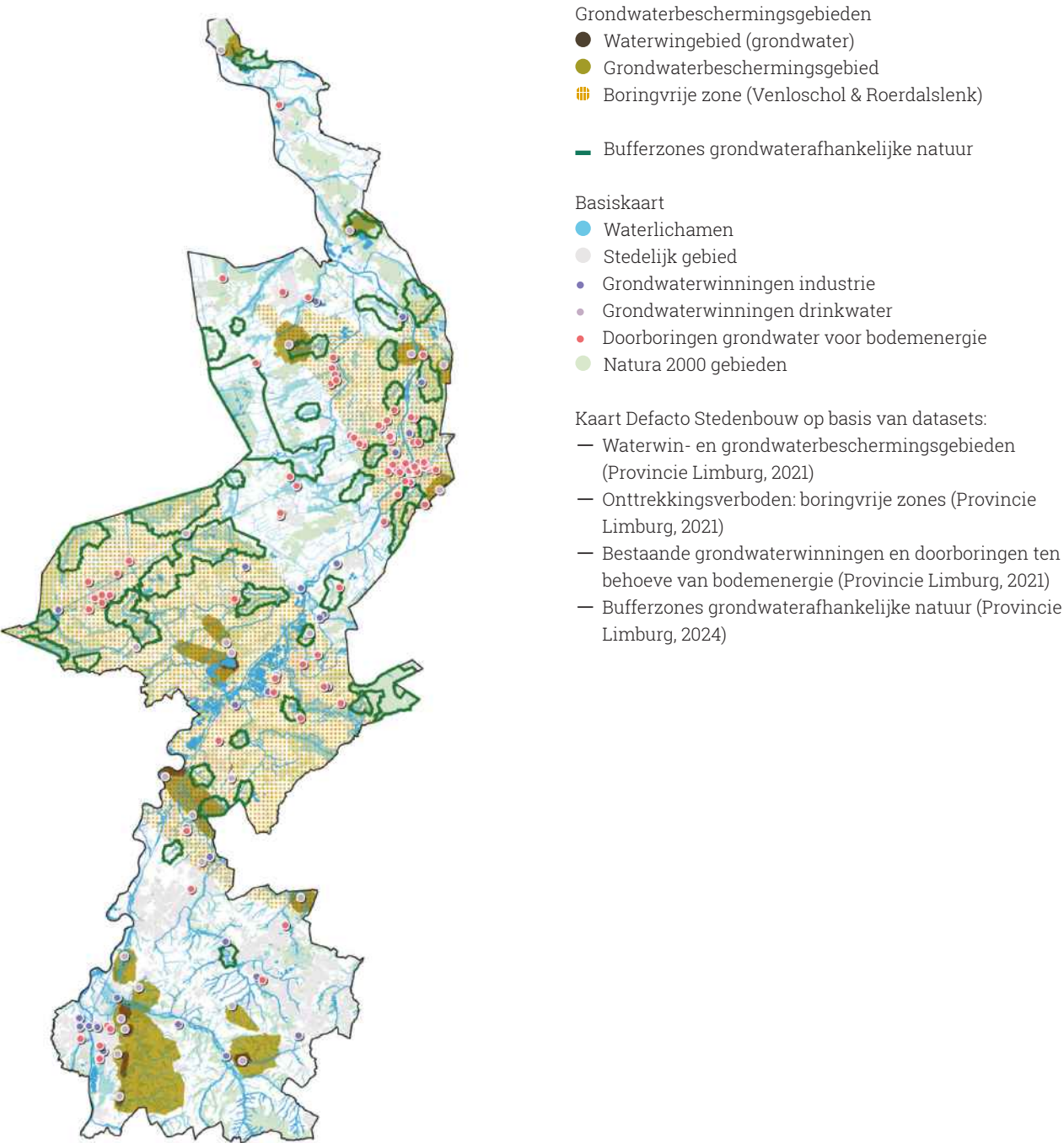
Basiskaart
● Oppervlaktewaterlichamen

Kaart Defacto Stedenbouw op basis van dataset:
— Restopgave na 2027 van de hoeveelheid stikstofbeperking per stroomgebied die nodig is om de KRW doelstelling te halen, uitgedrukt in mg/l op basis van modelberekeningen van emissies naar water, en uitgaand van baselinescenario 1 (Wageningen University & Research, 2024; zie literatuurlijst pagina 115 onder kopje waterkwaliteit). Om te bepalen hoe groot de stikstofreductieopgave is die resteert na 2027, zijn een aantal scenario's gedefinieerd. De scenario's bevatten verschillende mate van inspanningen en maatregelpakketten om stikstofemissies terug te dringen. Baselinescenario 1 gaat uit bestaand mest- en stikstofbeleid, de bestaande plannen voor de RWZI's en een situatie waarbij toestromend water uit het buitenland voldoet aan de KRW-doelen voor ontvangend water in Nederland.

Landbouw

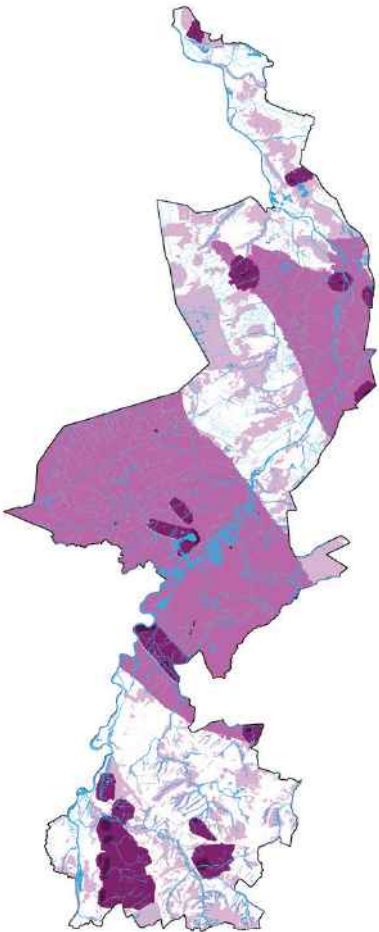
- ⓘ Zeer kleine reductieopgave stikstofbelasting door overbenutting in de landbouw
- ⓘ Kleine reductieopgave stikstofbelasting door overbenutting in de landbouw
- ⓘ Reductieopgave stikstofbelasting door overbenutting in de landbouw
- ⓘ Grote reductieopgave stikstofbelasting door overbenutting in de landbouw
- ⓘ Zeer grote reductieopgave stikstofbelasting door overbenutting in de landbouw
- ⓘ Extreem grote reductieopgave stikstofbelasting door overbenutting in de landbouw





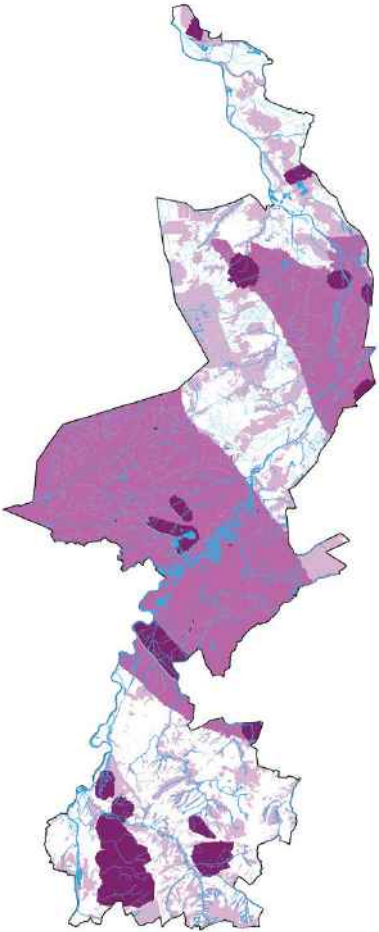
Bebouwd gebied en infrastructuur

- ⓘ Activiteiten rondom Natura 2000 gebieden beïnvloeden grondwaterkwaliteit Natura 2000 gebied.
- ⓘ In boringvrijezones kunnen boringen de werking van slecht doorlatende bodemlagen aantasten en zijn deze niet wenselijk.
- ⓘ Activiteiten die de grondwaterkwaliteit- en kwantiteit kunnen schaden zijn niet wenselijk in grondwaterbeschermingsgebieden.
- ⓘ Activiteiten die de grondwaterkwaliteit- en kwantiteit kunnen schaden zijn niet wenselijk in waterwingebieden.



Landbouw

- ⓘ Af- en uitspoelen van gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten rondom het Natura 2000 gebied beïnvloeden grondwaterkwaliteit Natura 2000 gebied
- ⓘ Af- en uitspoelen van gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten in boringvrijezones beïnvloedt de grondwaterkwaliteit en is niet wenselijk.
- ⓘ Af- en uitspoelen van gewasbeschermingsmiddelen en nutriënten in waterwin- en grondwaterbeschermingsgebieden beïnvloedt de grondwaterkwaliteit en is niet wenselijk.





Bron: Stefan Koopmans Photography (2023)

7 – Hitte 🌡️

Door klimaatverandering neemt de temperatuur en het aantal hete dagen steeds verder toe. Volgens de KNMI’23-klimaatscenario’s kan het aantal tropische dagen eind van de eeuw oplopen tot gemiddeld 30 per jaar. Een temperatuur van 40 graden (eerder nog maar één keer in Nederland voorgekomen), kan dan bijna elk jaar voorkomen.

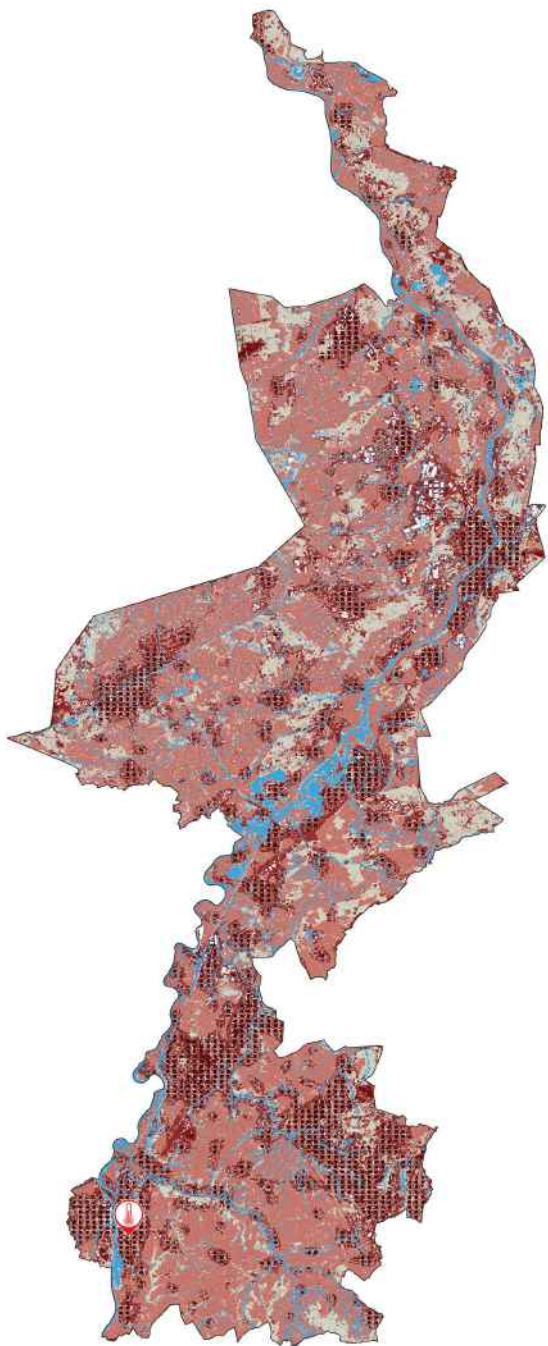
Gevoelstemperatuur

Door de stijgende temperaturen, zal de gevoelstemperatuur op hete zomerdagen steeds verder toenemen. In stedelijke gebieden (waar veel verharding en beperkt groen aanwezig is, en ook warmte wordt geproduceerd) kan de temperatuur extra oplopen. Doordat stenig materiaal warmte vasthoudt, koelt het in steden 's nachts minder goed af. Dit heet het 'urban heat island effect'. Met name deze warme nachten hebben veel invloed op de gezondheid (in het bijzonder van kwetsbare groepen), en kan de productiviteit van werknemers verminderen. Daarnaast kan de extreme hitte leiden tot problemen met infrastructuur, zoals uitzettende bruggen, rails die niet goed functioneren en waterleidingen die opwarmen.

Opwarming natuur

De opwarming door klimaatverandering verloopt zodanig snel dat veel ecosystemen en soorten moeite hebben om zich aan te passen. Hiermee komt de biodiversiteit en het functioneren van ecosystemen in gevaar. Stijgende gemiddelde temperaturen van lucht, water en bodem, veroorzaken onder andere:

- Zuurstofloosheid en toename vissterfte door opwarming van water, en grotere dag-nachtfluctuaties in zuurstofconcentraties.
- Andere soortensamenstelling door langer groeiseizoenen fytoplankton, blauwalgen en waterplanten (toenemende dominantie blauwalg).
- Drijvende waterplanten en overwinterende ondergedoken waterplanten worden dominanter door afnemende ijsbedekking in de winter.
- Soortenverschuiving bij vissen, door langere paaitijden en het verdwijnen van koude minnende soorten.
- Grotere overlevingskansen van bepaalde exoten.
- Verhoogd risico op natuurbranden in combinatie met droogte; deze zijn een bedreiging voor natuur en dieren en kan tot economische schade leiden.
- Verdamping van beplanting, en versterking van verdroging door hitte.
- Door de verdere verslechterende bodemeigenschappen zal er in combinatie met extreme hitte vaker inkomstenderving optreden van landbouwgewassen.
- Mogelijke stankoverlast en botulisme.



- Gevoelstemperatuur hete zomerdag (1 juli 2015)
- > 45°C (Extreme hittestress niveau 2 en 3)
 - 41 - 45°C (Extreme hittestress niveau 1)
 - 35 - 40°C (Sterke hittestress)
 - 30 - 34°C (Gematigde hittestress)
 - < 32°C (Gematigde hittestress)

In gebieden die 's nachts meerdere nachten veel warmte vasthouden ontstaan gezondheidsrisico's (2050)

- > 2 weken nachttemperatuur > 20°C
- > 1 maand nachttemperatuur > 20°C

Basiskaart

- Waterlichamen

Kaart: Defacto, bron data

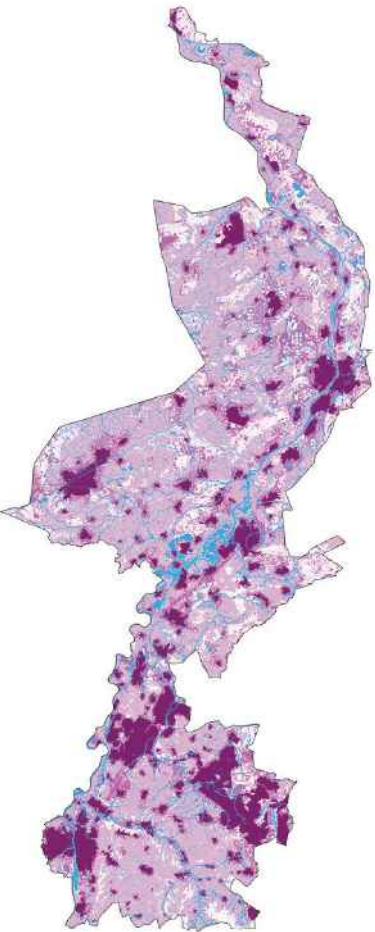
- Gevoelstemperatuur op een hete zomerdag (Nelen & Schuurmans 2024). De gevoelstemperatuur is voor iedere plek in de buitenruimte berekend voor de periode tussen 12:00 en 18:00 uur op basis van de condities van 1 juli 2015. Daarbij zijn het landgebruik (2022), luchtfoto's (2022), KNMI data (2015), AHN hoogtebestand (2022) en het bomenbestand meegenomen. De methode is gebaseerd op die van de landelijke stresstest hitte uit 2019 van het RIVM.
- Hittestress door warme nachten 2050 (Wageningen Environmental Research 2016). De kaartlaag toont een berekening (voor het KNMI scenario 2050 Hoog) van het aantal aaneengesloten nachten dat de temperatuur boven de 20°C is. Daarbij zijn het landgebruik, gebouwoppervlak -hoogte & reflectievermogen, groenoppervlak en wateroppervlaktereflectie meegenomen. Als je lichaam na een hete dag 's nachts niet kan afkoelen heeft dit impact op de gezondheid (in het bijzonder van kwetsbare groepen).

De relatie tussen gevoelstemperaturen en hittestress kan als volgt worden geduid (Landelijke hittekaart gevoelstempratuur, ministerie van I&W 2020):

- 18-23°C beleving: comfortabel, geen hittestress
- 23-29 °C beleving: beetje warm, lichte hittestress
- 29-35 °C beleving: warm, matige hittestress
- 35-41 °C beleving heet, grote hittestress
- >41 °C beleving zeer heet, extreme hittestress

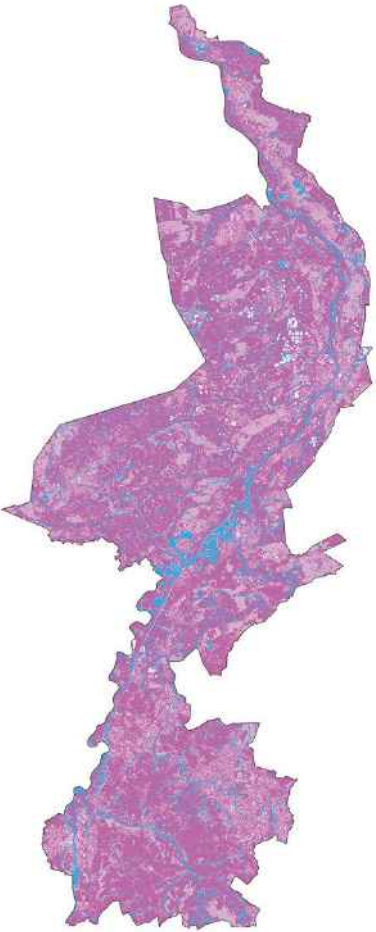
Bebouwd gebied en infrastructuur

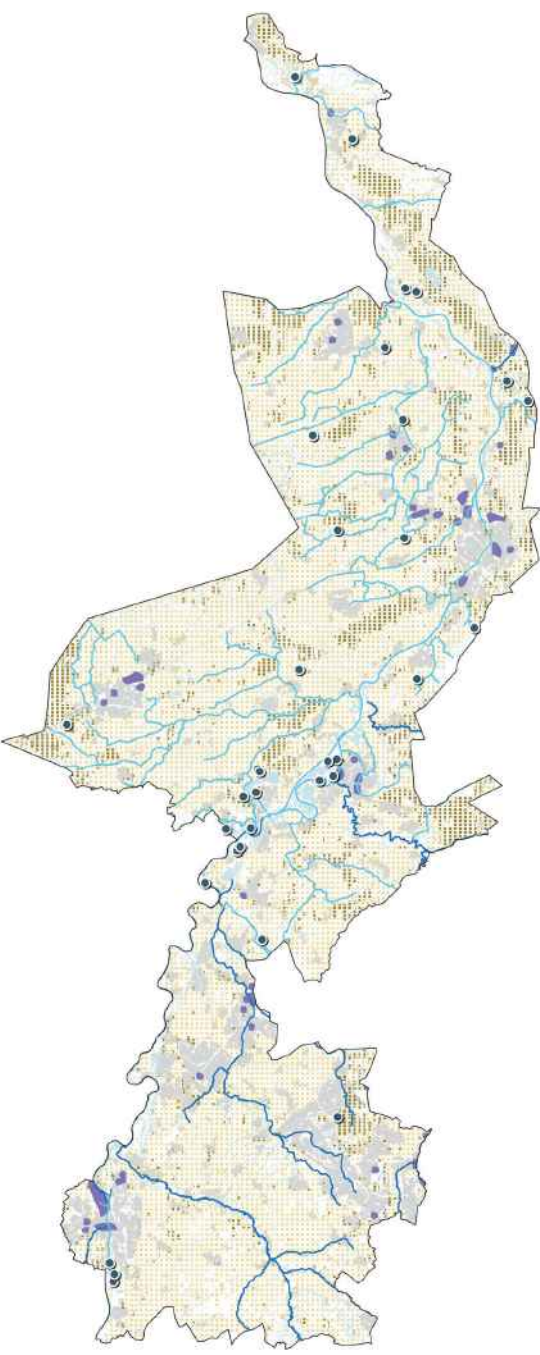
- ⓘ Buitengebied kan sterk opwarmen (>35°C) met gezondheidsrisico's tot gevolg, ouderen, jonge kinderen en chronisch zieken zijn extra kwetsbaar.
- ⓘ Stedelijk gebied kan sterk opwarmen (>45°C) met gezondheidsrisico's tot gevolg, ouderen, jonge kinderen en chronisch zieken zijn extra kwetsbaar.
- ⓘ Gebieden die > 2 weken 's nachts veel warmte vasthouden leiden tot gezondheidsrisico's.



Landbouw en natuur

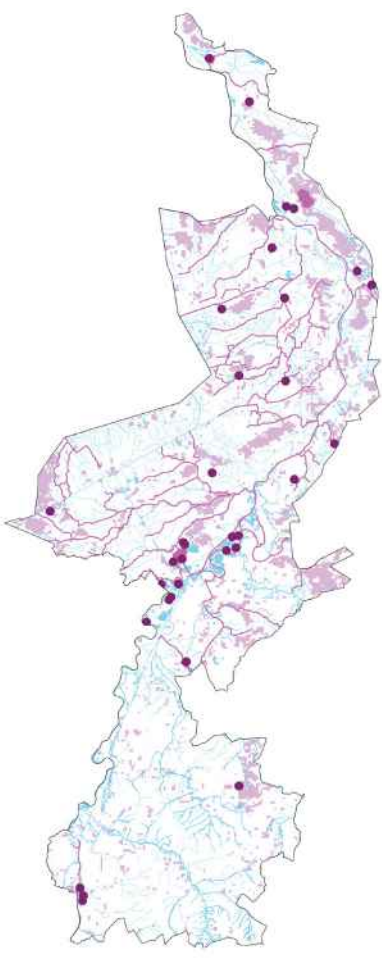
- ⓘ Vee kan bij hoge temperaturen (>27 °C) of gebrek aan schaduw grote hittestress ervaren.
- ⓘ Extreme hitte kan impact hebben op vee, gewassen, beplanting, flora en fauna. Gewassen en beplanting die gevoelig zijn voor hitte kunnen minder rendabel worden. Daarnaast kan hitte de verdamping en verdroging versterken.



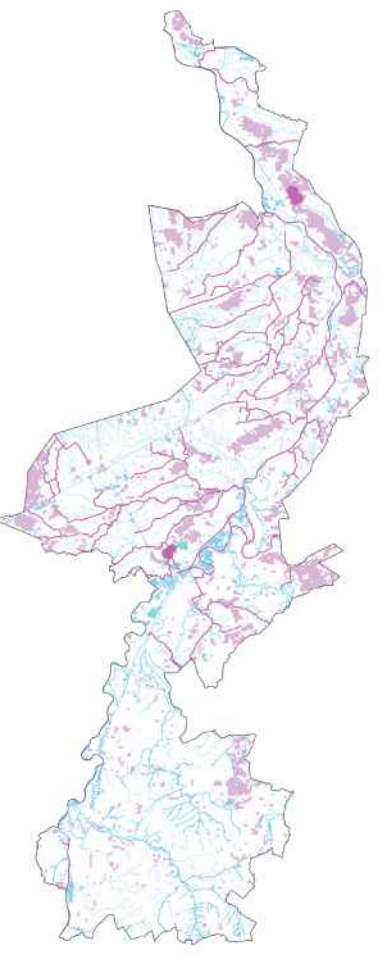


- Watertypen KRW wateren.
- Langzaam stromend water
 - Snelstromend water
- Toename reeks dagen met een oppervlaktewater-temperatuur >20°C (2050 ten opzichte van huidig).
- Zwemwaterlocaties komen door toenemende temperaturen steeds vaker onder druk te staan.
- Natuurbrandgevoeligheid (2050 hoog)
- Gemiddeld risico
 - Hoog risico
- Basiskaart
- Bestaand stedelijk gebied
 - Overige waterlichamen
- Kaart: Defacto stedenbouw, op basis van datasets:
- Watertypen KRW-water (Informatiehuis Water, 2024). De kaartlaag geeft de watertypen aan per KRW waterlichaam. Daarbij is een onderscheid gemaakt tussen langzaam en snelstromend water op basis van de KRW-typologie (PBL, 2010).
 - Opwarming oppervlaktewater scenario 2050-hoog (Wageningen Environmental Research & TAUW 2017). De kaartlaag geeft op basis van modelberekeningen een indicatie van het risico op hoge watertemperaturen. Daarbij is rekening gehouden met onder andere de neerslag, reflecterend vermogen water, sediment, bodemtemperatuur, verdamping of condensatie, windsnelheid, luchtvochtigheid. De Maas en Maasplassen zijn geen onderdeel van deze kaartbeelden (en hebben geen indicatie).
 - Toename reeks dagen met een oppervlaktewater-temperatuur > 20°C Verschilanalyse (toename > 10 dagen) op basis van huidige situatie en 2050 Hoog.
 - Natuurbrandrisico (Wageningen Environmental Research 2021) modelberekening op basis van aanwezigheid brandgevoelige natuur, potentieel neerslagtekort (T10), GLG, Bodemtype, recreatiedruk en aanwezigheid ecoducten of verzorgingsplaats.
 - Zwemwaterlocaties in beheer bij het waterschap (PDOK, 2025). Inventarisatie van zwemwaterlocaties (Provinciaal en Rijkswateren).

- Bebouwd gebied en infrastructuur**
- ⓘ Hoog natuurbrandrisico kan schade opleveren aan vitale energie-infrastructuur en woningen.
 - ⓘ Waterkwaliteit (van met name stilstaand en langzaam stromend water) wordt bedreigd door opwarming en blauwalg, zeker in combinatie met lagere debieten.
 - ⓘ Zwemwaterkwaliteit wordt bedreigd door opwarming en blauwalg.



- Landbouw en natuur**
- ⓘ Hoog natuurbrandrisico kan schade opleveren aan natuur en ecologie.
 - ⓘ De ecologische waterkwaliteit en ecologie (van met name stilstaand en langzaam stromend water) komt extra onder druk te staan door opwarming van water en blauwalg.





DEEL C

Handelings perspectieven

De opgaven vanuit water, bodem en klimaatverandering zijn voor sommige gebieden en gebruiksfuncties groot. Dit deel beschrijft mogelijke toekomstbestendige handelingsperspectieven voor ontwikkelingen op het gebied van bebouwd gebied, infrastructuur, landbouw en natuur. Voor enkele opgaven (zoals grondwaterbescherming) zijn al duidelijke richtingen gekozen en verankerd in beleid.



Handelingsperspectieven water, bodem en klimaatverandering

De opgaven vanuit water, bodem en klimaatverandering zijn voor sommige gebieden en gebruiksfuncties groot. Er zijn verschillende (bouwstenen voor) handelingsperspectieven die kunnen worden ingezet om toekomstbestendig te ontwikkelen. Voor enkele opgaven, zoals grondwaterbescherming, zijn al richtinggevende keuzen gemaakt en verankerd in beleid.

In dit deel zijn verschillende (bouwstenen voor) handelingsperspectieven beschreven, waarmee de in deel B beschreven opgaven kunnen worden geadresseerd. Een deel van de beschreven maatregelen zijn ook opgenomen in de maatregeloverzichten van de Limburgse Watersysteem Analyse (LIWA). Veel maatregelen adresseren meerdere opgaven. In het maatregelenoverzicht is steeds weergegeven welke opgave de maatregel adresseert en voor welke gebruiksfunctie deze inzetbaar is.

De water, bodem en klimaatopgaven betreffen (in lijn met deel B):

- 🌱 Verbeteren bodemcondities;
- 💧 Rekening houden met nattere bodemcondities;
- 🌊 Beperken en rekening houden met regenwateroverlast;
- 🌊 Verminderen waterveiligheidsrisico's;
- 🌊 Beperken en rekening houden met droogte en waterbeschikbaarheid;
- 💧 Verbeteren van de waterkwaliteit;
- 🔥 Beperken en rekening houden met hittestress.

Voor de landgebruiksfunctie wordt onderscheid gemaakt in:

- 🌾 Bebouwing
- ⚡ Energie-infrastructuur
- 🌾 Landbouw
- 🌿 Natuur

De voorbeeldmaatregelen zijn uiteraard niet uitputtend, maar geven wel een goed beeld van de mogelijkheden voor een meer toekomstbestendige ontwikkeling. Niet elke maatregel is geschikt of wenselijk in elke situatie. Dit vraagt altijd een uitwerking op basis van lokale omstandigheden. Bij sommige maatregelen wordt er verwezen naar aanliggende informatiebronnen die meer gedetailleerdere informatie geven over inzetbare maatregelen om het handelingsperspectief in te vullen.

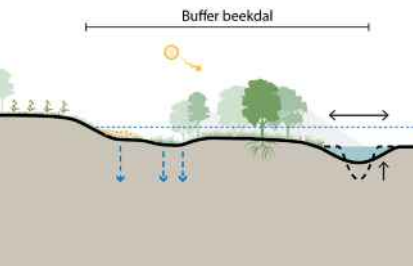
Landelijk, maar ook internationaal, wordt beseft dat oorspronkelijke landschapsvormende processen die zorgden voor waterconservering, veerkracht en ecologische functies in het gebied, duizenden jaren duurzaam zijn geweest. Door deze processen te reactiveren of te revitaliseren wordt een duurzame bijdrage geleverd aan het meegroeien met de klimaatverandering. Hierbij kan gedacht worden aan het terugbrengen van natuurlijke erosie- en sedimentatieprocessen, het mogelijk maken van natuurlijke inundaties in het beekdal, en het herstellen van de opvangcapaciteit van de bodem voor (regen)water. Deze landschapsvormende processen vergroten de veerkracht en robuustheid van het landschap, zodat het beter om kan gaan met de effecten van klimaatverandering (bijvoorbeeld hoge waterstanden of periodes van droogte). Daarbij wordt tevens ruimte geboden aan landbouwinclusieve natuur en andere functies zoals wonen, werken en recreatie.

★★★★★ Beekdal als een klimaatbuffer

Door ruimte te maken voor landschapsvormende processen in de beek en het beekdal wordt de weerstand, de veerkracht en de klimaatbestendigheid van het gebied verhoogd. De omvorming van ‘diep en smal’ naar ‘ondiep en breed’ beïnvloedt de waterafvoer en creëert meer (ook boven maaiveld) bergend vermogen. Het lagere deel van het gebied krijgt een hogere waterstand, omdat er meer water geborgen wordt in de bodem. Dit zorgt in droge periodes voor een verhoging van de basisafvoer.

Bij extreme neerslag treden minder snel intense piekafvoeren op, omdat het waterbergingsgebied breder is. Er is meer ruimte voor inundatie (het tijdelijk onder water laten staan van een gebied na overmatige regen). Tegelijkertijd biedt het bredere gebied betere en gevarieerdere leefomstandigheden voor plant- en diersoorten.

Thema's:       

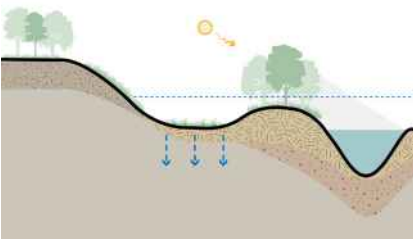


★★★★★ Herinrichting beekdal bij snelstromende beken

In de loop der jaren zijn de hellingen rondom de beken in het heuvelland verstedelijkt en gebruikt voor landbouw. Door op deze hellingen in te zetten op jaarronde vaste bodembedekking (in de vorm van beplanting en/of bomen), zal er minder water (en daarmee modder, nutriënten en gewasbestrijdingsmiddelen) afstromen en uitspoelen richting de beek en daarmee ook richting het benedenstroomse gebied. Doordat de piekafvoer van de beek wordt gereduceerd slijt de beek minder uit.

De hoger gelegen, bredere beekbodem die zo ontstaat biedt betere en gevarieerdere leefomstandigheden voor plant- en diersoorten. Hiermee herstelt het bufferend vermogen van het beekdal en is er in periodes van lage afvoer, meer water beschikbaar in de bodem.

Thema's:       

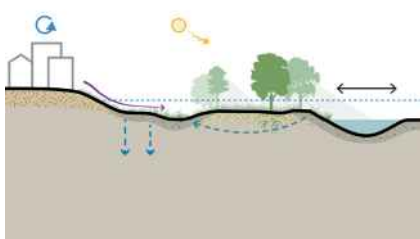


★★★★★ Herinrichting beekdal bij langzaam stromende beken

Laaglandbeken zijn in de loop der jaren ingesneden en zijn gestuwd ten behoeve van de landbouw. Door de beek meer ruimte te geven en weer te betrekken bij het beekdal kan er bij extreme neerslag meer water worden geborgen en kan het infiltrerend vermogen van de bodem worden hersteld. Hierdoor is er in periodes van droogte meer water beschikbaar voor het beekdal en de omliggende landbouwgebieden.

De extra ruimte die nodig is om de beek meer ruimte te geven kan worden ingezet als bos-, bosschagezones en bufferzones. Door de vegetatie kan bij hoge waterstanden sediment neerslaan, kunnen er meer nutriënten worden opgenomen en wordt het infiltrerend vermogen van de bodem versterkt.

Thema's:       



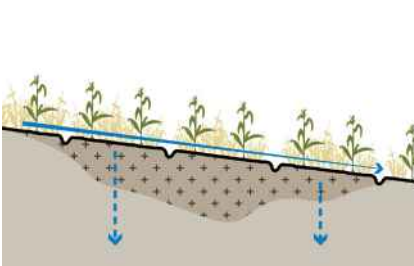
Door de afvoer te vertragen en de bodemcondities te verbeteren, kan water beter worden vastgehouden en geïnfilteerd. Hierdoor kunnen zowel de waterafvoer als wateroverlast worden beperkt, en kan water efficiënter in de bodem worden vastgehouden.

★ Verbeteren bodemcondities

Zet in op gezonde bodems, vooral in gebieden met bodems die van nature slecht doorlatend zijn, gemakkelijk verdichten of een helling hebben. Door slomp te voorkomen en meer organisch materiaal aan de bodem toe te voegen (zie bouwsteen p. 100), wordt de bodemstructuur verbeterd en kan water beter worden opgenomen en langer worden vastgehouden. Het vasthouden van water is belangrijk voor het leveren van vocht in droge periodes. Een betere bodemdoorlaatbaarheid en een hoger organisch stofgehalte verminderen de oppervlakkige afspoeling en maken de bodem minder gevoelig voor de uitspoeling van nutriënten en erosie (modderstromen en het eroderen van de vruchtbare bodemlaag).

Bij bodems met een hoog doorlatend vermogen (zoals bijvoorbeeld zandgronden) ligt de nadruk op het vasthouden van water in de bovenste bodemlagen. Door extra organische materiaal zoals compost toe te voegen of de grond te mulchen, kan het water langer worden vastgehouden.

Thema's:    



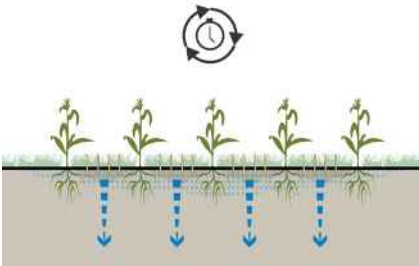
★ Bodem bedekken organisch materiaal

Door organisch materiaal, zoals compost of stalmest, aan de bodem toe te voegen, wordt de bodemstructuur versterkt en het organisch stof gehalte verhoogd. Een hoger organisch stofgehalte verbetert de doorlatendheid en het watervasthoudend vermogen van de bodem waardoor water en voedingsstoffen langer beschikbaar blijven voor planten en gewassen. Daarnaast verminderen organische stoffen oppervlakkige afspoeling en het verlies van vruchtbare bodems.

Daarnaast is het mogelijk door in te zetten op het gebruik van groenbemesters waardoor de bodem voor een langere tijd bedekt blijft. Hoe beter de bodem bedekt is, des te meer de kracht van de neerslag wordt gebroken, waardoor er minder slomp is en er minder water afspoelt.

Met name in (dek)zandgebieden en leemhoudende zandgronden kan het toevoegen van compost of groenbemesters het watervasthoudend vermogen van de ondergrond worden verbeterd.

Thema's:    



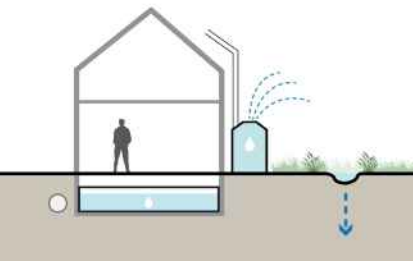
Regenwaterberging in stedelijk gebied 🌧️

Uitgangspunt zou moeten zijn dat alle neerslag op verharde oppervlakten ter plaatse weer wordt toegevoegd aan het grondwater. Voor meer informatie: ([Stroomschema verantwoord omgaan met regenwater](#)) (BROL 2024) en [waterklaar.nl](#) (op deze site kan subsidie aangevraagd worden bij afkoppelen van privaat oppervlak). Het is belangrijk dat dit wordt verankerd in gemeentelijke beleid bij nieuwbouwontwikkelingen, maar ook bij bestaande bebouwing.

★ Regenwateropvang gebouw

Door de regenpijp af te koppelen van het rioleringssysteem en het water zelf op te vangen, wordt voorkomen dat het riool overbelast raakt. Dit helpt wateroverlast te verminderen. Regenwater dat van daken afkomt, kan bijvoorbeeld worden opgevangen in regentonnen of in waterzakken die in de kelder of kruipruimte kunnen worden geplaatst (een veelgebruikte techniek in België). Dit water kan vervolgens worden hergebruikt voor toepassingen die geen drinkwaterkwaliteit vereisen, zoals het bewateren van tuinen of het doorspoelen van toiletten. In openbare gebouwen kan een waterkringloop worden toegepast, waarbij opgevangen regenwater wordt gefilterd in een regenwatervijver en daarna opnieuw wordt gebruikt. Hierbij is het belangrijk dat water opvangende voorzieningen niet op het riool worden aangesloten. Anders wordt er slechts een beperkte hoeveelheid water afgekoppeld en draagt de maatregel beperkt bij aan klimaatadaptatie.

Thema's: 🌿🌧️🚰



★ Vergroenen tuinen en parken

Meer groen in tuinen, straten en parken betekent ook minder verharding, bijvoorbeeld het zodanig inrichten dat er water kan worden opgevangen. groene bermen, “groen” parkeren of natuurlijke gebieden Niet alleen oogt het vaak mooi, het zorgt ook voor het beter vasthouden, infiltreren en bergen van water. Daarnaast helpt het groen hittestress tegen te gaan (doordat er minder verharding is die kan opwarmen en er meer groen is dat water verdampt en zo koelt)

In tuinen kan een lager gelegen deel worden ingericht om water op te vangen. Door infiltratiekratten of een regenwatertank in de tuin te plaatsen, kan ervoor worden gezorgd dat het regenwater nóg beter wordt opgevangen. Dit vermindert de belasting op het riool en helpt overstromingen te voorkomen.

Thema's: 🌿🌧️🚰💡🌳



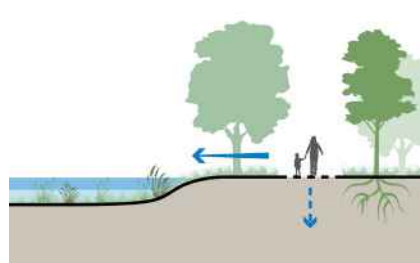
★ Waterberging openbare ruimte

Zorg voor voldoende ruimte (8-10% van het perceel) om regenwater te bergen en infiltreren (of hergebruiken), door:

- Oppervlaktewater openbare ruimte;
- Waterpleinen, vijvers of wadi's;
- Regenwater af te koppelen en te infiltreren (bv. op zandgronden);
- Infiltratiekratten of bergingen;
- Doorlaatbare halfverharding openbare ruimte en parkeerplaatsen;
- Het vergroenen van tuinen en straten.

Door op lage plekken regenwater te verzamelen en te laten wegzakken (infiltreren) in de bodem, kan het schone regenwater op de plek waar het valt, terug de bodem in en worden riooloverstorten beperkt. Voorkom problemen met waterkwaliteit (zoals vissterfte, blauwalg, stank) door geen stilstaand of doodlopend water te creëren. Het is belangrijk dat gemeenten bergingseisen voor ruimtelijke initiatieven opstellen en beleidsmatig verankeren (liefst uniform met WL).

Thema's: 🌿🌧️🚰



Waterbergen in landelijk gebied 🌧️

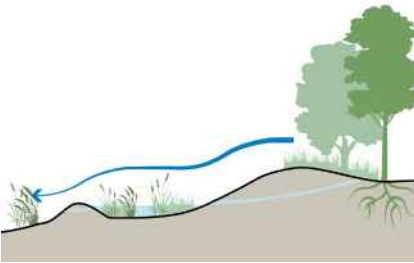
In het landelijk gebied kan veel water worden geborgen. Over het algemeen werken maatregelen om wateroverlast te voorkomen hier ook positief om droogte te bestrijden. Door het water in de hogere gebiedsdelen vast te houden, kan worden voorkomen dat laaggelegen gebieden of bebouwing hinder ondervinden van afstromend water.

★★ Regenwaterbuffers aanleggen

Water dat oppervlakkig afstroomt over de velden, wordt opgevangen in buffers. Daar wordt het tijdelijk opgeslagen en vervolgens gedoseerd afgevoerd, als de hoogwaterpiek voorbij is. Zo wordt voorkomen dat al het water tegelijk op de meest laaggelegen delen aankomt.

In Limburg zijn er honderden regenwaterbuffers waar water bij hevige buien gecontroleerd wordt opgevangen. Hierbij wordt geprobeerd om de buffer aan te laten sluiten op de natuur, zodat de buffer tevens in het landschap past. Door klimaatverandering zal de hoeveelheid water dat kan vallen, toenemen en zullen de regenwaterbuffers in de toekomst steeds verder moeten worden uitgebreid. Bij ontwikkelingen kan hier alvast rekening mee gehouden worden. Regenwaterbuffers hebben een landschappelijke impact. Nieuwe regenwaterbuffers of uitbreidingen van bestaande buffers dienen landschappelijk goed inpasbaar te zijn, met aandacht voor de natuurlijke vormgeving en inrichting.

Thema's: 🌿🌧️🚰🌳



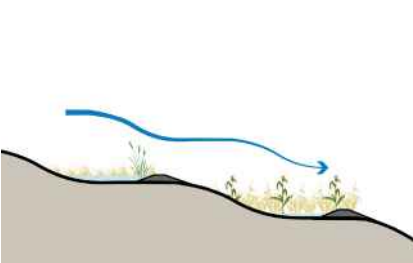
★ Aanleg drempels

Net als bij lokaal stuwbeheer en buffers kan het aanleggen van drempels helpen om water tijdelijk vast te houden tijdens zware regenval. De drempels vertragen de afvoer van het regenwater, waardoor dit vertraagd in het grondwater kan infiltreren. Hierbij wordt uitgegaan van het vasthouden waar de druppel valt.

Deze maatregel dempt de pieken in de waterafvoer, zodat andere gebieden minder last hebben van plotseling opkomend water.

Bij het aanleggen van drempels is het van groot belang om naar de totale omgeving en ligging in het landschap te kijken. Als het gaat om een locatie in het beekdal, kan de ruimte voor waterberging kleiner worden, waardoor op andere locaties wateroverlast ontstaat. Er moet goed worden onderzocht wat de afwenteling van een dergelijke maatregel is.

Thema's: 🌿🌧️



Aanpassen aan steeds drogere condities 🌳🔧

Natuur- en landbouwgebieden moeten veerkrachtiger worden om de gevolgen van droogte op te vangen. Bijvoorbeeld door de inrichting van deze gebieden te optimaliseren met robuuste groenblauwe netwerken, gevarieerde vegetatie en efficiëntere drainage. Investerings in efficiëntere drainage in de landbouw en het herzien van natuurdoelen en soortenbeheer van natuurgebieden kunnen bijdragen aan het toekomstbestendig maken van de landbouw en natuur. Zie ook: "Staalkaart maatregelen vergroting waterbeschikbaarheid" (Thom Brummans, Provincie Limburg)

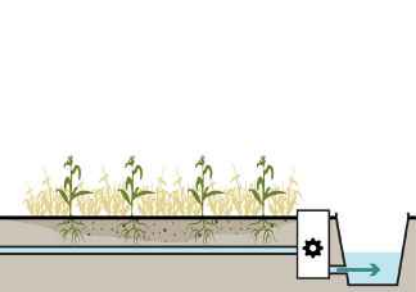
★ Peilgestuurde drainage

Peilgestuurde drainage zorgt voor een gelijkmatiger waterpeil van een akker of stedelijk gebied en draagt bij aan een stabielere, gezonde bodemstructuur en kan daardoor verslemping helpen voorkomen.

Het slootpeil wordt in principe zo afgesteld dat het zoveel mogelijk water vasthoudt, voor wateropvang moet dit peil tijdelijk worden verlaagd. Bij hoge grondwaterstanden in combinatie met regen blijft de bodem verzadigd en droogt deze maar heel geleidelijk op; dat proces is zelfs met het verder verlagen van stuwen moeilijk te versnellen.

Een belangrijk nadeel van drainagebuizen is dat er kunststof in de grond wordt gebracht, dat bij vervanging van de buizen vaak niet wordt verwijderd (er worden doorgaans nieuwe buizen tussen gelegd).

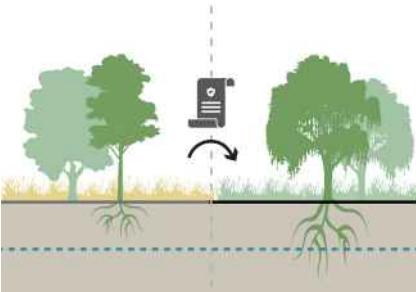
Thema's: 🌳🔧🌳



★ Verandering streefbeheertype natuur

Sommige soorten kunnen zich niet goed aanpassen aan het veranderende klimaat (langere periodes van droogte of toenemende temperaturen). Daarmee, kan het gebeuren dat de huidige beheerdoelen voor natuurgebieden niet meer aansluiten bij de condities van een gebied. Er kan dan worden nagedacht over het aanpassen van beheerdoelen, bijvoorbeeld door het accent te verleggen naar soorten die beter bestand zijn tegen hitte en droogte. Uiteraard is het uitgangspunt daarbij om geen afbreuk te doen aan de ecologische waarde van de natuur op Europese schaal.

Thema's: 🌳🔧🌳🔥🌳

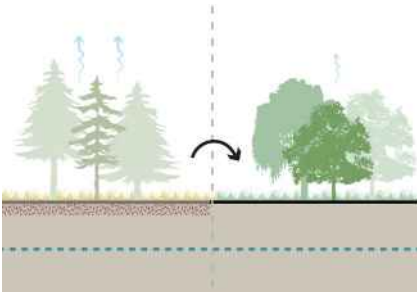


★🔥 Droogtebestendig groen

Zorg dat beplanting in de openbare ruimte en private tuinen droogteresistent is (diepe wortels). Op die manier wordt voorkomen dat de planten 's zomers met drinkwater of oppervlaktewater moeten worden besproeid. Door de beplanting dieper te plaatsen kunnen de wortels het grondwater makkelijker bereiken.

Door naaldbossen om te zetten naar loofbossen wordt de waterbehoefte van bossen beperkt. Daarnaast houden loofbossen meer water vast en zijn ze minder gevoelig voor natuurbranden

Thema's: 🌳🔧🌳🔥🌳



Aanpassen nattere of drogere bodems landelijke gebied 🌳🔧🌳

Enkele (vaak ook nu al natte) gebieden kunnen in de toekomst te maken krijgen met verder toenemende grondwaterstanden of een toename van de hoeveelheid uittredend kwelwater. Dit is slechts deels te beïnvloeden met maatregelen, waardoor het aanpassen aan deze hogere grondwaterstanden een belangrijke opgave is. Voor meer maatregelen: "Staalkaart maatregelen vergroting waterbeschikbaarheid" (Thom Brummans, Provincie Limburg)

★ Ruimte reserveren voor robuuste groenblauwe netwerken

Robuuste groenblauwe netwerken en beekdalen kunnen lintvormige verbindingzones tussen natuurgebieden vormen waarlangs planten en dieren zich kunnen verplaatsen. Door deze robuust in te richten (en voor veel land-watergradiënten te zorgen) draagt dit bij aan het vergroten van de veerkracht van natuurgebieden.

Daarnaast helpen groenblauwe netwerken het bevorderen van de waterkwaliteit en het reduceren van hitte. Het is belangrijk dat er genoeg ruimte wordt gereserveerd voor groenblauwe netwerken. De beekdalen en natte laagten vormen hierbij een belangrijke ruimteclaim en zijn daarom ook vastgesteld in het Provinciaal Waterprogramma 2022-2027.

Thema's: 🌳🔧🌳🔥🌳

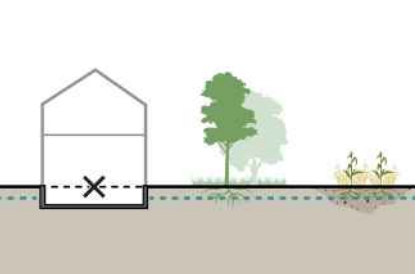


★🔥 Rekening houden nat- en droogschade

In gebieden die nu al veel (grond) wateroverlast of droogte kennen, kan de overlast in de toekomst door klimaatverandering toenemen. Houd in de bedrijfsvoering rekening met het toenemende risico op nat- of droogteschade (bijvoorbeeld door tijdig in te zetten op betere bodemcondities).

Ook in gebouwde gebieden is het belangrijk rekening te houden met droogte en toenemende wateroverlast in souterrains en de openbare ruimte. Beperk de schade door de beplanting, functie (geen woonverdieping in souterrains) of openbare ruimte aan te passen.

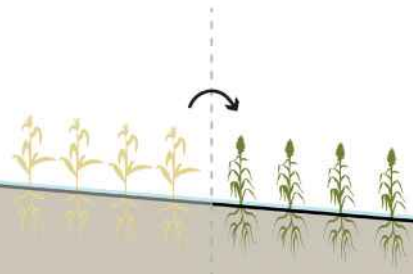
Thema's: 🌳🔧🌳🔥🌳



★ Veranderen van teelten of landgebruik

In gebieden die vaker te maken krijgen met wateroverlast, stijgende grondwaterstanden of droogte, kan een transitie naar teelten (of beplanting) die minder gevoelig zijn voor water of droogte uiteindelijk noodzakelijk zijn. Dit houdt in dat voor gewassen en beplanting wordt gekozen die beter bestand zijn tegen natte of droge omstandigheden. Door over te schakelen op gewassen die beter met water kunnen omgaan (en minder diep of juist dieper wortelen, minder water nodig hebben, of minder gevoelig zijn voor water in de wortelzone), kan schade worden beperkt. Deze gewassen kennen soms minder hoge opbrengsten waardoor er een afweging moet worden gemaakt tussen meer rendabele watergevoelige gewassen (waarbij vaker schade optreedt), of het aanpassen van teelten. Het kan zijn dat gronden minder rendabel worden voor landbouw; er ontstaan dan kansen voor een transitie naar natuur.

Thema's: 🌳🔧🌳🔥🌳



Beperken afstroming regenwater en erosie hellingen

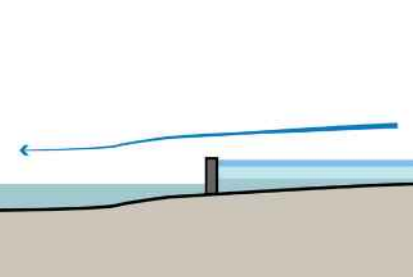
Door klimaatverandering zal het aantal extreme buien (zoals die de afgelopen jaren al vaker hebben plaatsgevonden) toenemen. Door in hoger gelegen gebieden in Limburg (Heuvelland, de Maasduinen, het terrassenlandschap en lösshellingen) de afstroming van regenwater te beperken en vertragen, kan de piekwaterafvoer (en daarmee erosie) worden beperkt.

Lokaal stuwbeheer

Lokaal stuwbeheer dempt de pieken in de waterafvoer, zodat andere gebieden minder last hebben van plotseling opkomend water. Stuwen vertragen de afvoer van het regenwater in omgevingsgericht water, waardoor dit in het oppervlaktewater kan worden geborgen.

Deze maatregel dempt de pieken in de waterafvoer, zodat andere gebieden minder last hebben van plotseling opkomend water.

Thema's:

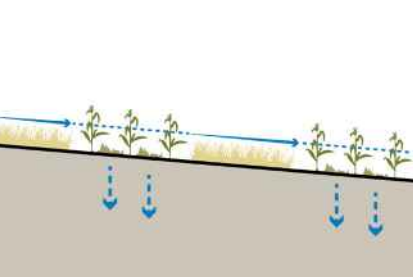


Aangepaste inrichting akkers

Door akkers en boomgaarden op hellingen zodanig te beplanten dat de afwatering van regenwater wordt geremd kan afstroming worden beperkt en de infiltratie worden verbeterd.

Bijvoorbeeld het parallel planten aan de contourlijn van de helling, het creëren van grasbanen en het verruigen van de boomspiegel in boomgaarden, en het maken van (verruigde) ruggen op aardappelvelden. Deze ruggen werken als drempel en zijn vooral functioneel aan het begin van de teelt, als het veld kaal is. De drempels verdwijnen vanzelf tijdens het groeiseizoen, waardoor ze het oogstproces niet beïnvloeden. Ook door mais niet in rijen maar in ruiten te zaaien, kan de mais afstromend water remmen en kan een stroomgeul worden voorkomen.

Thema's:



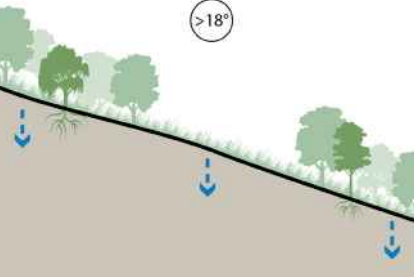
Permanent grasland op risicopercelen en bebossing op hellingen

Onbedekte grond op hellingen is het gevoeligst voor dichtslaan (slemp) van de bodem waardoor water en nutriëntrijke grond afstroomt naar lagergelegen beken en andere oppervlaktewateren.

Grasland is een goede optie om risicogebieden mee te bedekken (en het voorgeschreven landbouwgewas op hellingen van > 18% helling). Het is een groenblijvend gewas dat de bodem het jaar rond bedekt. De intensieve beworteling van gras houdt de bodem goed vast. Bij permanent grasland vindt er geen tussentijdse bodembewerking plaats en zal bij goed beheer de waterinfiltratie verbeteren omdat wortel- en wormgangen intact blijven.

Het bebossen van hellingen is nog gunstiger, doordat loofbossen nog meer water kunnen vasthouden en remmen, en de bodem nog beter vasthouden. Zeer steile hellingen zijn dan ook vaak bebost.

Thema's:



Aanpassen aan nattere bodemcondities gebouwen en infrastructuur

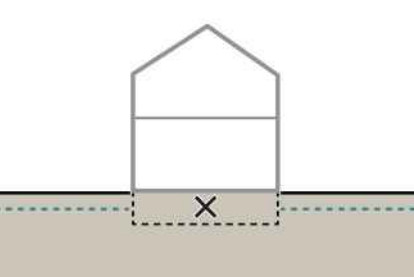
In delen van Limburg staat het grondwater hoog of komt er kwel uit de bodem. Dit grondwater kan in de toekomst op sommige plekken nog hoger komen te staan (zie kaart p. 50 & 52). Door in deze gebieden rekening te houden met deze hogere grondwaterstanden, kan schade aan bebouwing of gewassen worden voorkomen. Hierbij wordt geadviseerd te ontwikkelen conform de landelijke "maatlat voor groene klimaatadaptieve gebouwde ontwikkeling".

Kruipruimteloos bouwen

Bij nieuwbouw in een gebied met hoge grondwaterstanden kan er (afhankelijk van de grondwaterstand) voor worden gekozen om de woning geen kelder, souterrain of kruipruimte te geven.

Hiermee wordt het risico op waterschade door het niet waterdicht uitvoeren van de kelder beperkt. Ook wordt een vochtige kruipruimte voorkomen en kan er minder vocht via de fundering optrekken. Daarbij blijft de grondwaterstand ongehinderd, waardoor er minder opwaartse grondwaterstromingen kunnen ontstaan.

Thema's:



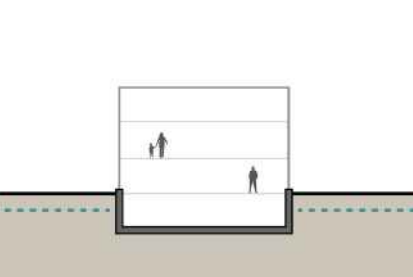
Waterdichte kelders en parkeergarages

Het waterbestendig maken van parkeergarages, kelders en souterrains kan door deze waterdicht uit te voeren. Daarnaast kan door opdrijving in gebieden met hoge waterstanden extra schade aan kelders ontstaan.

Lekt een kelder of souterrain, plaats hier dan geen functies die gevoelig zijn voor waterschade. Wordt een souterrain of kelder benut als woonruimte, zorg er dan voor dat deze goed waterdicht is. Kelders en souterrains kunnen waterdicht gemaakt worden door het behandelen of injecteren van de keldermuren.

Wordt de kelder niet als leefruimte gebruikt, dan is het mogelijk een kelder uit te rusten met een automatische pomp die water, dat de kelder inloopt, verzamelt en wegpompt. Zorg dan wel dat eventuele spullen in de kelder op een kleine verhoging staan. Daarnaast kan door opdrijving in gebieden met hoge waterstanden extra schade aan de fundering ontstaan.

Thema's:



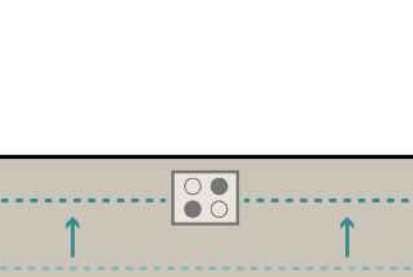
Voorkom opdrijven van leidingen, tunnels en kelders

In gebieden met hoge of toenemende grondwaterstanden kunnen leidingen of tunnels in beweging komen door ondergrondse stromingen of waterdruk. Als gevolg kan er schade optreden aan leidingen, kabeltracés en tunnels.

Bij transportleidingen kan dit leiden tot lekkages, waarbij de grondwater- en bodemkwaliteit wordt aangetast.

In het kader van de energietransitie is het belangrijk om bij de aanleg van kabels en leidingen rekening te houden met het grondwater. Een vuistregel is dat het soortelijk gewicht van de leiding zwaarder moet zijn dan dat van zoetwater. Door bijvoorbeeld gebruik te maken van buisleidingen kunnen meerdere kabels en leidingen worden gebundeld, waardoor het soortelijk gewicht wordt vergroot.

Thema's:

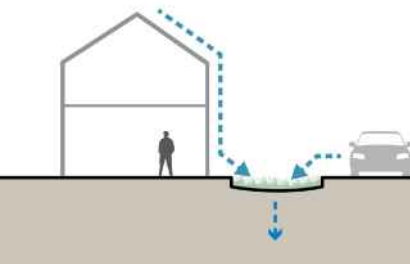


★ Afkoppelen en infiltreren regenwater

Afkoppelen draagt bij aan het verminderen van wateroverlast, droogte en het verbeteren van waterkwaliteit door verminderd overstorten. Bij groene oplossingen voor afkoppelen draagt het ook bij aan het verminderen van hittestress, het creëren van een aantrekkelijke leefomgeving en het bevorderen van biodiversiteit. Ook draagt het bij aan een betere werking van de RWZI's ([Stroomschema verantwoord omgaan met regenwater](#) (BROL 2024)).

Bij nieuwbouw is dit al verplicht gesteld in veel gemeenten. Water kan infiltreren via onbedekte bodem, groenstroken of waterdoorlatende bestrating. Zo kan het regenwater de ondergrond binnendringen of vertraagd worden afgevoerd naar het oppervlaktewater. Dit leidt tot minder wateroverlast op straat of afstroming naar lagere delen. Daarnaast draagt dit bij aan het vasthouden van water in tijden van droogte, het reduceren van overstortfrequenties (dat negatieve gevolgen heeft voor de waterkwaliteit) en het verminderen van wateroverlast vanuit de riolering in woningen en op straat. Het infiltreren van het afgekoppeld water is niet toegestaan in het waterwingebied. (Provincie Limburg)

Thema's:   



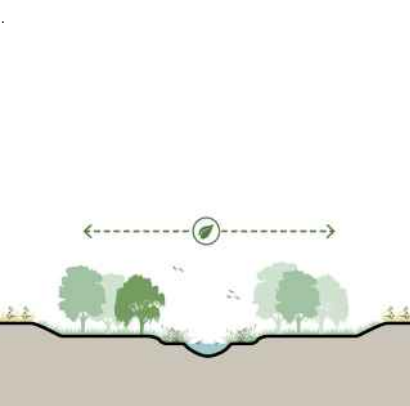
★★★★ Goede inrichting nattere gebieden

Zet in op een goede inrichting van de in provinciaal- en waterschapsbeleid opgenomen gebieden van de beekdalen en bufferzones grondwaterafhankelijke natuurgebieden.

Rond grondwaterafhankelijke natuurgebieden kunnen bufferzones worden aangelegd. Door hydrologische maatregelen in deze bufferzones en in de beekdalzones, zoals het verbeteren van de waterhuishouding, verhogen van de slootbodems, het plaatsen van boerenstuwen in omgevingsgericht water en het verwijderen van drainagebuizen, kan de grondwaterstand worden verhoogd. Dit zorgt ervoor dat het grondwaterpeil wordt verhoogd, wat de leefomstandigheden voor plant- en diersoorten kan bevorderen.

Voor omliggende landbouwgebieden kunnen er ook voordelen ontstaan. De bodem zal in drogere periodes langer verzadigd zijn, wat problemen met water beschikbaarheid kan verhelpen, al zal er rekening moeten worden gehouden met hogere waterstanden in nattere periodes.

Thema's:    



Voorkom wateroverlast tot 20 cm bij T100

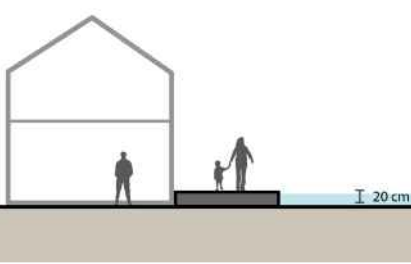
Er zal in de toekomst door klimaatverandering en de steeds heftigere regenbuien vaker water op het maaiveld blijven staan of over het maaiveld afstromen. Ook in gebouwde gebieden zal moeten worden geaccepteerd dat er een bepaalde tijd water op straat staat. Door in te zetten op een water robuuste inrichting kan schade door wateroverlast worden beperkt of voorkomen.

★★ Water robuust tot 20 cm water op straat

Uitgangspunt is dat er tot 20 cm water op straat geen schade ontstaat aan woningen. Dit kan worden gerealiseerd door het maaiveld zodanig vorm te geven dat regenwater blijft staan (of naar gebieden wordt geleid) waar het geen overlast veroorzaakt. Stoepen kunnen bijvoorbeeld worden verhoogd zodat water op straat de woningen niet bereikt. Ook kan worden ingezet op tijdelijke wateropvang, bijvoorbeeld in groenstroken langs de weg, wadi's of infiltratiekratten.

Door te variëren in maaiveldhoogte kunnen waterkerende elementen worden opgenomen in het inrichtingsontwerp van de buitenruimte. Dit kan bijvoorbeeld in de vorm van een glooiend maaiveld, een landschapontwerp met hoogteverschillen of door een verhoogd trottoir of wandelpad.

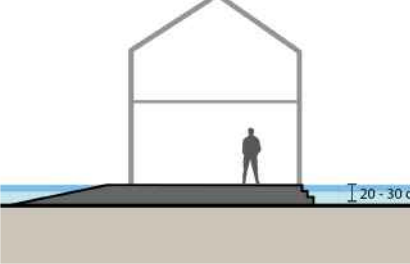
Thema's:   



★★ Vloerpeil verhogen tot T100

Bij hevige regenbuien kan er water op het maaiveld blijven staan. Door de entrees van woningen, winkels en bedrijven 20-30 cm verhoogd aan te leggen, wordt de kans dat water de gebouwen instroomt (en daarmee de kans op schade) beperkt. Dit kan bijvoorbeeld door het toepassen van drempels bij de voordeur of het ophogen van het maaiveld of de stoep voor de woningen, winkels en bedrijven. Goede rolstoeltoegankelijkheid is uiteraard essentieel en kan geborgd worden door een helling in het ontwerp op te nemen. In gebieden waar de waterstand bij T100 hoger kan komen te staan, kan worden ingezet op een alternatieve functie op het maaiveld. Schade bij overstromingen kan bijvoorbeeld worden beperkt door het vloerpeil van de woning, winkel of het bedrijf hoger te leggen en op de begane grond een parkeergarage te realiseren (verdiept gelegen parkeergarages kunnen als het water snel stijgt, juist een veiligheidsrisico vormen). Meer informatie: in het besluit bouwwerken leefomgeving (BBL), Bouwbesluit en bij gemeentelijke omgevingsplannen.

Thema's:   

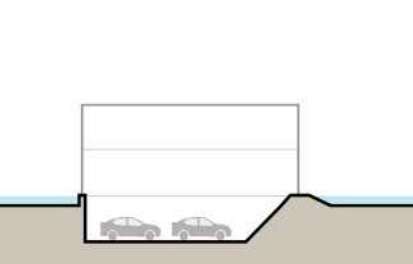


★ Drempel parkeergarages en tunnels

Bij hevige buien kan water via het maaiveld tunnels en verdiepte parkeergarages instromen. Door een verhoogde drempel van bijvoorbeeld 20 cm aan te leggen, kan worden voorkomen dat water (tot een bepaalde hoogte) de verdiepte parkeergarages of tunnels instroomt.

Komt het water op het maaiveld hoger te staan, dan kan het water alsnog de parkeergarage of tunnel instromen en zal dit er weer uitgepompt moeten worden. Gaat het om een diepe parkeergarage of tunnel, dan kan dit tot onveilige situaties leiden, omdat deze dan redelijk snel kan vollopen.

Thema's:   



Ontwikkel waterbestendig in gebieden met risico op schade door overstromingen bij T100

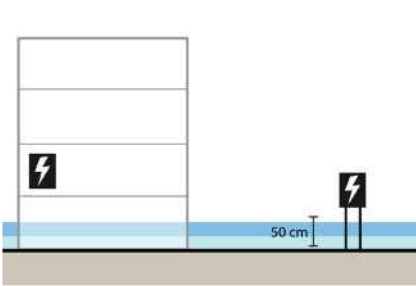
Door waterbestendig te ontwikkelen in gebieden met een kans op schade bij overstromingen van T100, kan worden voorkomen dat er schade optreedt. Het is wel belangrijk dat de maatregelen die worden genomen niet afwentelen op de omgeving en de opgave in andere gebieden, bij andere partijen, in de toekomst doen toenemen.

Elektra verhoogd aanleggen

Bij nieuwe ontwikkelingen of renovaties van woningen kunnen stopcontacten verhoogd worden aangelegd, zodat er geen kortsluiting ontstaat bij beperkte overstromingsdiepten.

In overstromingsgevoelige gebieden is het raadzaam elektrische installaties minimaal 50 cm boven het straatniveau te plaatsen. Zorg er ook voor dat noodstroomvoorzieningen (aggregaten) van kantoren en ziekenhuizen op hoogte worden geplaatst, aangezien deze vaak juist nodig zijn wanneer door een overstroming het reguliere stroomnetwerk uitvalt. Ook bij belangrijke gas- en elektriciteitsnetwerken is het van belang rekening te houden met mogelijke overstromingsdiepten (door bijvoorbeeld de elektrische installaties die de druk in gasleidingen verzorgen verhoogd aan te leggen). Hiermee kan het risico op de uitval van vitale energienetwerken worden beperkt.

Thema's



Flood Proof woningen

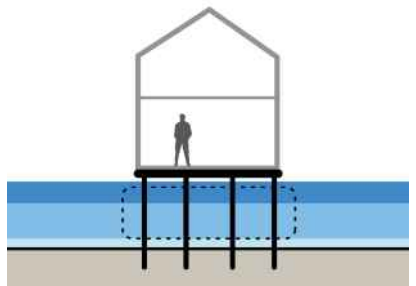
Woningen kunnen zo worden ontwikkeld dat ze 'flood proof' zijn en bij overstromingen niet beschadigen.

Denk bijvoorbeeld aan de drijvende en amfibische recreatiewoningen in Marina Oolderhuuske en Maasbommel; deze kunnen met het water mee omhoog drijven zonder dat ze schade oplopen. Hetzelfde geldt voor woningen die verhoogd op palen staan.

Daarnaast bestaat er ook de mogelijkheid om woningen aan de buitenzijde (muren en deuren) waterdicht te maken (dry proof).

Deze vorm van bebouwing kan zowel in het rivierbed als binnen inundatiegebieden worden gerealiseerd, aangezien het waterbergend vermogen van de gebieden door deze bebouwing niet wordt geschaad.

Thema's

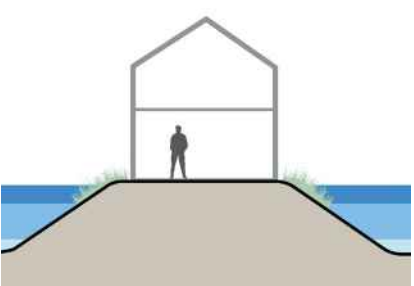


Wonen op terpen

Op sommige locaties biedt het verhoogd wonen op terpen of op robuuste deltadijken kansen voor een klimaatbestendige oplossing.

Bij het ontwerp moet echter worden voorkomen dat er wordt afgewenteld op omliggend gebied, doordat het water minder ruimte heeft. Om die reden is het ophogen van het terrein in inundatiegebieden en in het vastgestelde rivierbed van de Beleidsregels grote rivieren over het algemeen niet toegestaan.

Thema's



Voorkom schade aan bestaande woningen in gebieden met risico op overstromingen (T100)

Bij bestaande bouw zal het niet meer mogelijk zijn om grote aanpassingen te doen aan de locatie of de wijze van bouwen. Ook dan kunnen er echter nog maatregelen worden genomen om de schade in een gebied met een kans op overstromingsschade te beperken.

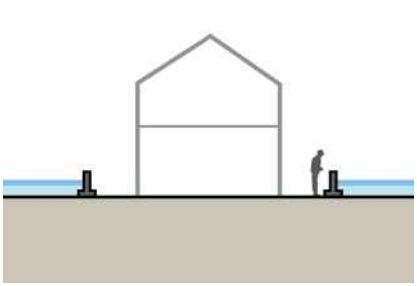
Noodmaatregelen woning

Bij dreigend hoogwater kan een gebouw worden beschermd door tijdelijke noodmaatregelen, zoals het plaatsen van schotjes of zandzakken.

Bij nieuwbouw zijn ontwerp oplossingen voor het tijdelijk plaatsen van schotten of waterdichte deuren goed te integreren. Maar ook bij bestaande bouw is het mogelijk maatregelen te nemen.

Het is wel belangrijk dat al het benodigde materieel dichtbij voorradig is, omdat de waarschuwingstijd voor hoogwater vaak beperkt is.

Thema's



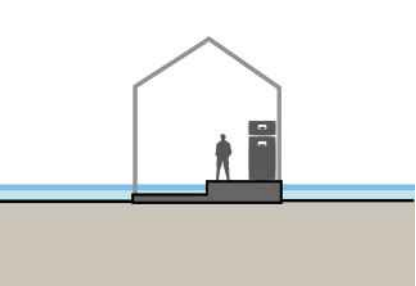
Waterbestendige woningen

Woningen in gebieden die kunnen overstromen, kunnen meer waterbestendig worden ingericht (deze worden ook wel 'wet proof'-gebouwen genoemd).

Door gebruik te maken van materialen die bij wateroverlast niet beschadigen (denk aan een stenen vloer in plaats van een houten vloer en het hoger plaatsen van stopcontacten en installaties) kan schade worden beperkt.

Ook kan binnen de woning slim worden gezoneerd; bijvoorbeeld door een kostbare keuken op een hoger plateau te plaatsen, zodat deze niet beschadigd bij wateroverlast.

Thema's



Verzekeringen

Mocht het kwaad dan toch geschieden, dan is een goede verzekering of een vooraf opgesteld schadefonds goud waard. Zo wordt er voorkomen dat er geen financiële problemen optreden bij wateroverlast of bij droogte.

In gebieden met risico op overstromingen is het verstandig om rekening te houden met wateroverlast of overstromingen binnen de dekkende verzekeringen.

Thema's



Voorkom slachtoffers in gebieden met een veiligheidsrisico bij overstromingen

Door bij ontwikkelingen rekening te houden met de veiligheidsrisico's, kan het slachtofferrisico worden beperkt. In gebieden waar dit niet (meer) mogelijk is, kunnen goede noodplannen de kans op slachtoffers beperken.

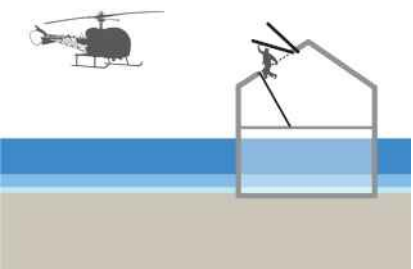
Zorg voor droge verdiepingen (vluchten)

Als het in geval van een overstroming niet is gelukt om vooraf te evacueren (en het overstroomde gebied te verlaten), kunnen mensen zichzelf in veiligheid brengen door een droge verdieping of hoge plek op te zoeken.

Daarbij is het essentieel dat er een droge verdieping aanwezig is en deze (het liefst zonder de straat op te gaan) bereikt kan worden. Vooral in bungalows of in gebieden met een grote mogelijke overstromingsdiepte is er niet altijd een droge verdieping aanwezig. Daarnaast zijn er veel gebouwen die een droge verdieping hebben, maar deze niet altijd bereikt kan worden vanuit een souterrain of begane grondwoning.

Dakramen maken het bewoners mogelijk (indien nodig) te worden gered, en om noodpakketten te ontvangen zodat de eerste dagen kunnen worden overbrugd.

Thema's



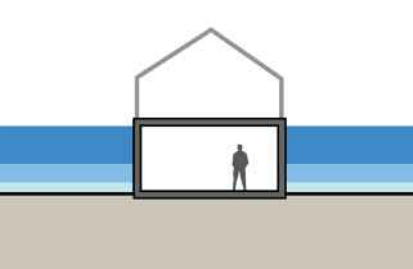
Floodproof constructie

In gebieden waar overstromingen met grote diepten en hoge stroomsnelheden kunnen optreden, ontstaat een risico op het bezwijken van constructies en het instorten van gebouwen.

Dit kan veroorzaakt worden door de kracht van stromend water, door objecten die door het water worden meegesleept (zoals boomstammen of auto's), of door een grote waterdruk op een waterdichte gevel.

De constructie in risicogebieden kan hierop worden aangepast, bijvoorbeeld door deze sterker uit te voeren of juist doorstroombaar te maken (zodat een grote waterdruk wordt voorkomen).

Thema's



Waterbewustzijn en noodplannen

Door een goed noodplan op te stellen, waarin duidelijk is welke stappen door wie genomen moeten worden in het geval van een overstroming, kunnen schade en slachtoffers worden beperkt.

Zo is het belangrijk goed inzicht te hebben in verantwoordelijkheden, mogelijke vluchtroutes en nood- of evacuatiemogelijkheden voor vitale en kwetsbare functies.

Een noodplan kan zowel op de schaal van een regio of stad als op de schaal van een bedrijventerrein of bouwblok worden opgesteld.

Thema's



Zonering op basis van overstromingsrisico

Door bouwrestricties toe te passen voor (vitale en kwetsbare) functies in gebieden met veiligheidsrisico's, kan het slachtofferrisico worden beperkt. Door nu ruimte te reserveren voor toekomstige watersysteem- of waterveiligheidsmaatregelen, kan worden geborgd dat er in de toekomst ruimte beschikbaar blijft voor uitbreidingen van het systeem (en mogelijke sloopwerkzaamheden worden voorkomen).

Zoneren vitale en kwetsbare functies

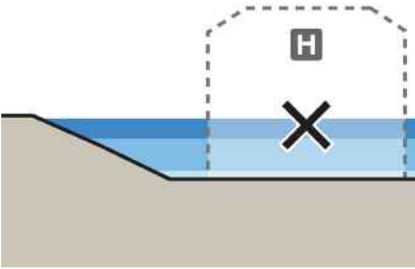
Vitale functies kunnen bij uitval de overlevingskansen beperken (zoals ziekenhuizen en drinkwatervoorziening) of de reddings- of herstelwerkzaamheden bemoeilijken (zoals hoofdwegen en pompstations).

Kwetsbare functies zijn plekken waar zich minder zelfredzame groepen bevinden (zoals ouderen, zieken of kinderen).

Zorg ervoor dat bij de locatiekeuze van vitale of kwetsbare functies rekening wordt gehouden met het overstromingsrisico (overstromingsdiepten en -snelheden).

Bij herontwikkeling op een bestaande locatie zijn maatregelen zoals verhoogde vloeren, waterdichte deuren en noodstroomvoorzieningen op hogere verdiepingen inzetbaar om de impact van overstromingen te minimaliseren. Zorg ervoor dat deze functies bereikbaar blijven voor nooddiensten.

Thema's

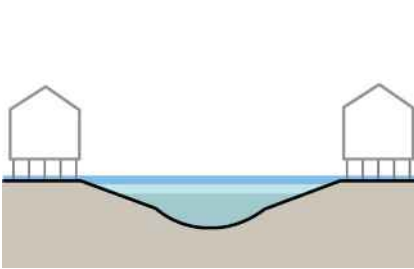


Bouwen met aanpassingen

Door in gebieden die nu of in de toekomst nodig zijn voor waterberging of het afvoeren van water, niet of aangepast te ontwikkelen, kan afwenteling op de toekomst (van kosten en schade) worden voorkomen.

Worden er nu bijvoorbeeld woningen gebouwd in een gebied met een groot risico op (grond)wateroverlast, dan zullen de bewoners in de toekomst steeds vaker overlast ervaren. Dat betekent dat er schadeposten of -kosten voor maatregelen (zoals een dijk of muurtje dat het water tegenhoudt) worden afgewenteld op de toekomst. Deze toekomstige kosten komen of bij particulieren, of bij publieke organisaties (en dus bij belastingbetalers) te liggen.

Thema's

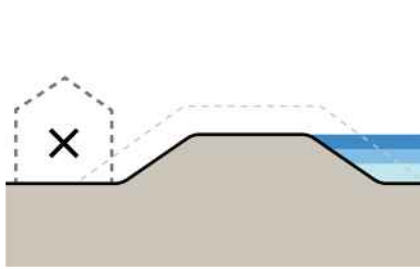


Ruimte voor versterken nabij keringen

Keringen moeten regelmatig worden versterkt om bij toenemende waterstanden dezelfde veiligheid te kunnen blijven bieden. Dat is bij keringen die vrij zijn van bebouwing veel eenvoudiger en veel minder kostbaar dan bij keringen waarop zich woningen, monumenten of bedrijfsgebouwen bevinden.

Houd de nabijgelegen ruimte van keringen (en het daarbij behorende profiel van vrije ruimte) dan ook vrij van bebouwing die het versterken in de toekomst kan bemoeilijken. Dit voorkomt dat er kosten worden afgewenteld naar de toekomst en het publieke domein. Houd daarbij ook rekening met versterkingen die na het Maas 2050-programma van het HWBP kunnen plaatsvinden.

Thema's



Zorg voor voldoende koele plekken 🕒

Het herinrichten van de leefomgeving door het toevoegen van groen en water kan een positief effect hebben op de hittebeleving en zorgen voor een daling van de omgevingstemperatuur. Zowel bij het toevoegen van groen als water is het van belang om rekening te houden met gezondheidsaspecten en allergenen, pollen, insecten, dieren en infectieziekten te voorkomen.

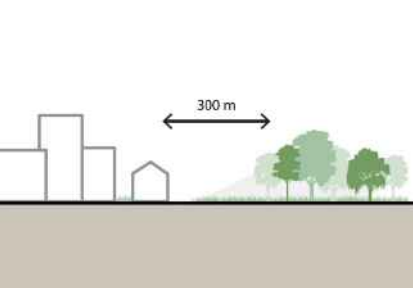
★ Koele bereikbare openbare plekken

Zorg voor voldoende koele plekken in de openbare ruimte. Dit zijn plekken met minimaal 200 m2 groen en schaduw op een afstand van maximaal 300 meter van woningen (norm uit de landelijke maatlat klimaatadaptief bouwen). Het toevoegen van schaduw is zowel effectief in het verminderen van hitte als het voorkomen van overmatige blootstelling aan Uv-straling. Prioriteer gebieden waar bewoners niet over een eigen koele buitenruimte beschikken, of waar kwetsbare groepen (zoals ouderen, mensen met een chronische ziekte of kinderen) zich bevinden.

Naast koele plekken in het bebouwde gebied zijn ook (koele routes naar) koele uitloopgebieden zoals bossen of schoon zwemwater van belang.

Het inrichten van de leefomgeving (het toevoegen van groen en water) kan een positief effect hebben op de hittebeleving en daadwerkelijke daling van de omgevingstemperatuur.

Thema's: 🕒



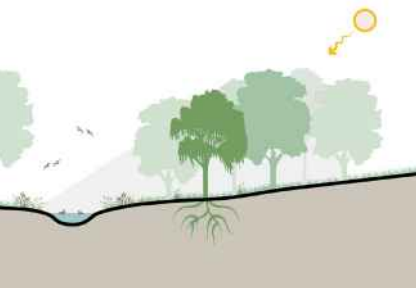
★🕒 Voorkom opwarming oppervlaktewater

De opwarming van beken kan worden beperkt door het aanleggen van een boszone langs de oevers van de beken.

Daarnaast is het essentieel op kwetsbare wateren geen warm water te lozen en in de nabijheid van het oppervlaktewater geen warmte producerende functies (zoals energiecentrales) te plaatsen.

Door een toename van de watertemperatuur, riooloverstorten en stevige regenbuien neemt het risico op biologische vervuiling van het water toe en neemt bij recreatief gebruik van het oppervlaktewater (zwemmen) de kans op infectieziekten toe.

Thema's: 🌊🌳🕒

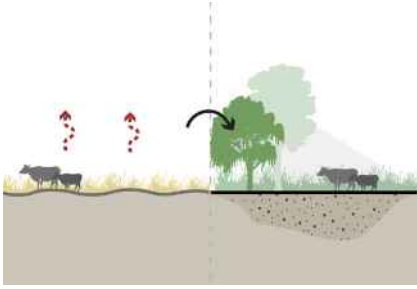


★ Voorkom hittestress vee

Ook vee kan te maken krijgen van hittestress op warme dagen. Hiervoor gelden dan ook verschillende richtlijnen voor het stallen en transport van vee.

In graslanden kunnen bomen in en langs weides schaduw bieden, wat het dierenwelzijn ten goede komt.

Thema's: 🕒



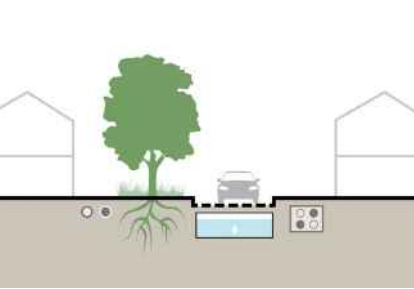
Inzetten op hittebestendige ontwikkelingen 🕒

Hitte kan impact hebben op de gevolestempratuur in gebouwen en op vitale infrastructuur (opwarming van drinkwaterleidingen, bruggen die niet openen). Het is belangrijk hittebestendig te ontwikkelen.

★🕒 Zoneren ondergrondse infrastructuur

In stedelijk gebied is het erg druk in de bodem. Door een ondergrondzoning te maken kan de ondergrondse ruimte optimaal worden benut. Door gebundelde leidingkokers onder het trottoir, blijft er meer ruimte over voor bomen (schaduw en infiltratie) en groen. Drinkwaterleidingen moeten op voldoende diepte en afstand van warmteleidingen liggen om opwarming te voorkomen. Het zoneren kan worden gekoppeld aan onderhoud of herinrichting van de openbare ruimte.

Thema's: 🏠



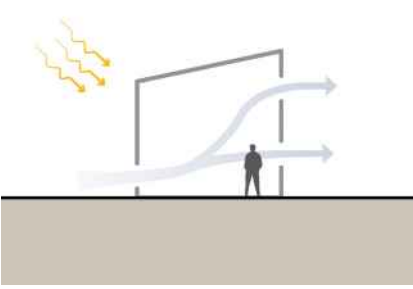
★ Hittebestendig bouwen

Bij ruimtelijke (her)inrichting, nieuwbouw en bestaande woningbouwplannen is het van belang dat gemeenten, projectontwikkelaars en woningbouwverenigingen in hun ontwerpen rekening houden met hitte. Bijvoorbeeld door de materiaalkeuze (niet stenige materialen, of groene gevels en daken die minder opwarmen), de oriëntatie (geen grote glasoppervlaktes op het zuiden en zuidwesten) en goede opties voor zonwering en (nachtelijke) ventilatie.

Bomen in de straat zorgen voor schaduw en beplanting van private tuinen en in de openbare ruimte beperkt de hoeveelheid opwarming. Daarnaast verdampt groen water, wat een koelend effect heeft.

Water in de openbare ruimte draagt niet altijd bij aan de verkoeling doordat de door het water vastgehouden warmte 's nachts uitstraalt (en zo juist bij kan dragen aan het urban heat island effect).

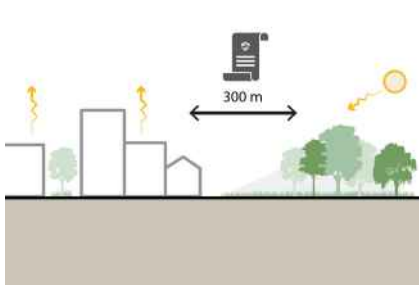
Thema's: 🕒



★ Lokaal hitteplan

Het is aan te bevelen dat de gemeenten aan de slag gaan met een lokaal hitteplan. Met een lokaal hitteplan is een gemeente samen met betrokken partijen beter voorbereid op een periode van hitte.

In een lokaal hitteplan worden afspraken vastgelegd over de zorg voor kwetsbare groepen tijdens hete perioden. Een lokaal hitteplan is een aanvulling op het Nationaal Hitteplan en bevat afspraken over verantwoordelijkheden en maatregelen bij een periode van hitte. Thema's: 🕒



Verminderen uitspoeling en uitstroming van vervuild water

Door de toenemende neerslag en watergebruik zal ook de hoeveelheid afvalwater toenemen. Door in te zetten op het verbeteren van rioolwaterzuiveringsinstallaties, en het inrichten van de openbare ruimte zodat afstromend regenwater kan worden gezuiverd, wordt voorkomen dat vervuilingen in het oppervlaktewater terecht komen.

★ Aanleg helofytenfilters drainagewater

In gebieden waar drainagewater vanuit landelijk gebied (met nutriënten of gewasbeschermingsmiddelen) of stedelijk gebied (met vervuiling vanaf verharde oppervlakken zoals wegen) in waterlopen terecht komt, kan dit water worden opgevangen en gefiltreerd in een groene waterberging met een helofytenfilter.

Dit filter bestaat uit een rietveld dat in een laag grof zand wordt aangelegd en wordt afgedekt met een grindlaag. Dit natuurlijke filter neemt nutriënten en verontreinigingen op uit het water en zorgt zo voor een natuurlijke zuivering voordat het water in de beek stroomt. Dit draagt direct bij aan het verminderen van vervuiling in zowel het oppervlaktewater als de ondergrond, wat resulteert in schoner water en een gezondere omgeving.

Thema's   

★ Beperken riooloverstorten

(Zeer) kwetsbare wateren hebben na een overstort enkele jaren hersteltijd nodig. Daarom moeten met name de overstorten op deze wateren worden beperkt. Op basis van een ecologische toets maken gemeente en waterschap samen afspraken over de aanpak van de riooloverstorten. Het afkoppelen van regenwater van de riolering beperkt de druk op het rioleringssysteem. Er vinden minder overstorten plaats en RWZI's kunnen beter functioneren door een gelijkmatiger debiet.

Voor ontwikkelingen kan er gebruik worden gemaakt van de zogenaamde 'Waterkwaliteitscheck' waarbij een microbiologische risico-inventarisatie kan worden gemaakt voor stedelijke waterconcepten.

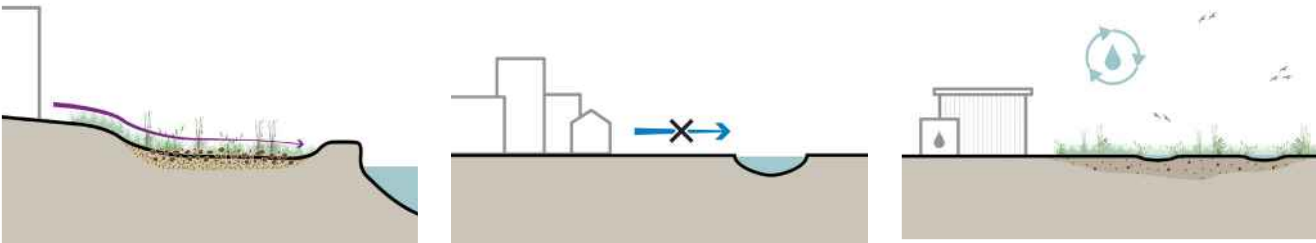
Thema's  

★ ★ Nazuiveringsmoeras RWZI water

Doorstroom- en zuiveringsmoerassen nabij rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's) hebben een positieve invloed op de milieukwaliteit van effluent uit rioolwaterzuiveringen. Naast reeds bekende effecten als het terugbrengen van nutriënten gehalten en het verhogen van de biodiversiteit, blijken de moerassen ook het risico op het ontstaan van toxische effecten (wanneer het effluent tijdelijk van mindere kwaliteit is), te verminderen. Bovendien worden ziekteverwekkende micro-organismen effectief verwijderd. Hierdoor is het mogelijk om extra capaciteit te realiseren bij RWZI's en de waterkwaliteit te verhogen.

Aanvullend hierop is het belangrijk om het waterbewustzijn en gedragsverandering van inwoners en bedrijven te verhogen. Op waterklaar.nl staan verschillende maatregelen die genomen kunnen worden (zoals goed rioolgebruik en terugdringen van particulier bestrijdingsmiddelengebruik).

Thema's  



Zet in op het beschermen van gevoelige gebieden tegen slechte waterkwaliteit

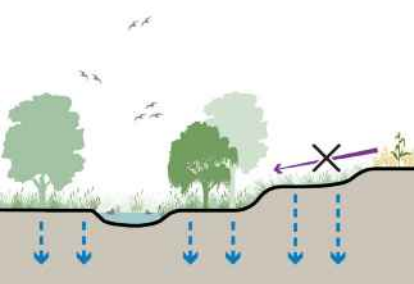
Het is belangrijk om de bronbeken, inzigggebieden en de grondwaterbeschermingsgebieden te beschermen tegen verontreinigd oppervlaktewater dat vanuit stedelijk en landelijk gebied af- en uitspoelt. Hierbij kan worden gedacht aan het instellen van 100-jaarszones rondom grondwaterbeschermingsgebieden en het aanwijzen van spuitzones om de omgeving te kunnen beschermen tegen schadelijke effecten van pesticiden.

★ ★ Bescherming bron- en inzigggebieden beekdalen

Het lozen van vervuild water maar ook het lozen van schoon hemelwater is niet wenselijk rondom bronbeken. Bronbeken danken hun natuurwaarden aan een constante stroom van koel, schoon kwelwater zonder pieken. Door de uitspoeling van nutriënten in de intrekgebieden van bronnen en bronbeken kan de waterkwaliteit worden aangetast, met gevolgen voor unieke flora en fauna rond de beken. Door landbouwgronden om te zetten naar extensief grasland kan de stikstofbelasting van de bronnen worden beperkt, en de waterkwaliteit van de bronbeken verbeteren.

Het onttrekken van water uit bronbeken, of het lozen en afstromen van vervuild water op bronbeken kan het ecosysteem ernstig verstoren. Om schade te voorkomen, is het essentieel om regels en vergunningsplicht voor wateronttrekking en lozing te handhaven. Door de bron- en inzigggebieden te beschermen, kan het evenwicht van deze kwetsbare wateren worden behouden en de natuurwaarde worden hersteld.

Thema's   



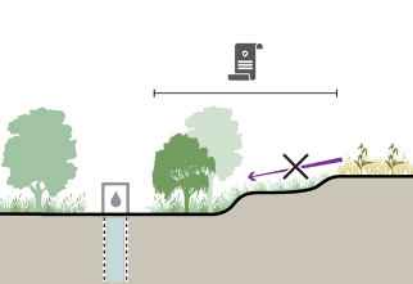
★ ★ Grondwatervriendelijke landbouw nabij grondwaterbeschermingsgebieden

Streef naar grondwatervriendelijke landbouw in waterwingebieden, grondwaterbeschermingsgebieden en intrekgebieden, om de uitspoeling van onder andere nitraat, biociden en gewasbeschermingsmiddelen naar het grondwater waar mogelijk te voorkomen.

Daarnaast zijn er andere maatregelen die kunnen worden genomen om ervoor te zorgen dat de drinkwatervoorzieningen en het grondwater worden beschermd.

- Het instellen van 100-jaarszones (vergroten beschermingsgebied).
- Strengere regelgeving in de provinciale omgevingsverordening.

Thema's  



Houd rekening met (natuurlijke) bodemcondities bij toekomstige ontwikkelingen 🌱

Bij toekomstige ontwikkelingen in stedelijk en landelijk gebied moet rekening worden gehouden met de bestaande bodemsystemen. Dit geldt zowel voor de ondiepe bodem (zo kunnen in erosiegevoelige lössgronden kabels en leidingen bloot komen te liggen) als voor de diepe ondergrond (het perforeren van waterdichte lagen bij de aanleg van bodem energiesystemen).

⚡🔴 Bescherming bij aanleg energiesystemen

Binnen de omgevingsverordening gelden er regels ten aanzien van de grondwateronttrekkingen om de slecht waterdoorlatende lagen en de kwaliteit van het grondwater te beschermen.

Het is van belang dat de slecht doorlatende grondlagen in bestaande boringvrije zones van de Roerdal- en Venloslenk de waterdichte bodemlagen zo min mogelijk worden geperforeerd.

Thema's: 🌱

⚡🔴 Diepere ligging kabels en leidingen

In erosiegevoelige gebieden kunnen leidingen door erosie aan de oppervlakte komen en beschadigen. Het is daarom van belang dat bij de aanleg van nieuwe leiding- en/of kabeltracés in erosiegevoelige gebieden rekening wordt gehouden met een minimale diepte van 1 meter onder het maaiveld.

Bij de aanleg van grote kabel- en leidingtracés voor toekomstige energiedistributie is het sowieso van belang zo min mogelijk de bodem te verstoren. Dit kan bijvoorbeeld door projecten van elektriciteits-, gas-, en waterstofleidingen integraal te benaderen en coördineren.

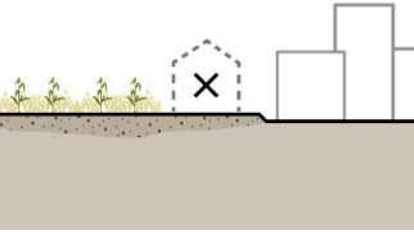
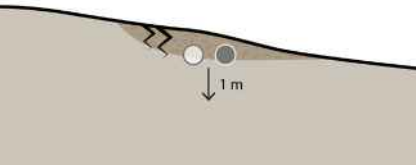
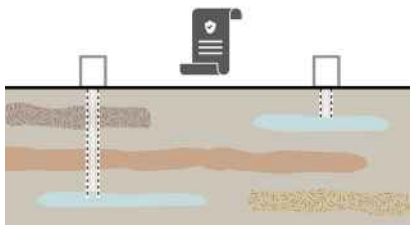
Thema's: 🌱🌱

🌱 Benut enkeerdgronden voor landbouw

Zorg dat de gebieden die zeer geschikt zijn voor landbouw (vanwege hun bodem of watercondities) voor de landbouw beschikbaar blijven.

Denk daarbij bijvoorbeeld aan de enkeerdgronden die door de tijd heen zeer geschikt zijn gemaakt voor landbouw en nu tot de meest waardevolle landbouwgronden behoren.

Thema's: 🌱🌱





Bron: Stefan Koopmans Photography (2023)

Literatuurlijst

Gebruikte rapportages en documenten voor de Onderlegger water en Bodem Limburg. De literatuur is gebundeld per klimaatthema.

 Waterveiligheid

- Deltares (2023). Een watersysteemanalyse – wat leren we van het hoogwater van juli 2021? Inzichten in het functioneren van beeksystemen bij grote hoeveelheden neerslag en het effect van verschillende typen maatregelen (16 januari 2023). <https://www.deltares.nl/expertise/publicaties/watersysteemanalyse-wat-leren-we-van-het-hoogwater-van-juli-2021-inzichten-in-het-functioneren-van-beeksystemen-bij-grote-hoeveelheden-neerslag-en-het-effect-van-verschillende-typen-maatregelen>
- Deltares (2023). Op waterbasis Maasvallei. Gecorrigeerde versie. 26 juli 2023. <https://www.deltares.nl/expertise/publicaties/op-waterbasis-maasvallei-gecorrigeerde-versie>
- Klijn, F., K. de Bruijn, M. Hoogvliet, K. Slager (2023). Overstromingsgevaar en de woningbouwopgave: ruimtelijke zonering? (H2O-online, feb 2023). https://www.researchgate.net/publication/368565275_Overstromingsgevaar_en_de_woningbouwopgave_ruimtelijke_zonering
- RoyalHaskoningDHV (2020). Limburgse Integrale Watersysteem Analyse (LIWA). iReport. In opdracht van Waterschap Limburg & Provincie Limburg. Uitgevoerd door Sweco en RoyalHaskoningDHV (februari, 2020). <https://rhk.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=2d8498eea245436c969686fd41aba93c>
- Smith, G.P, Davey, E.K. & Cox, R.J. (2014). Flood Hazard. (WRL Technical Report 2014/07 Water Resarch Laboratory, University of New South Wales, School of Civil and Environmental Engineering; No. 2013117). Water Resarch Laboratory, University of New South Wales, School of Civil and Environmental Engineering. <https://www.unsw.edu.au/content/dam/pdfs/engineering/civil-environmental/water-research-laboratory/publications/WRL-TR2014-07-Flood-hazard.pdf>

 Droogte en waterbeschikbaarheid

- Deltares (2024). Deltascenario's 2024. Zicht op water in Nederland. Natioinaal Deltaprogramma. in opdracht van en in samenwerking met staf Deltacommissaris en het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (April 2024). <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2024/05/14/bijlage-2-deltascenarios-2024-hoofdrapport>
- RoyalHaskoningDHV (2020). Analyse waterbeschikbaarheid Provincie Limburg. Definitief rapport (30 oktober 2020). <https://www.limburg.nl/onderwerpen/water/waterbeschikbaarheid/>

 Waterkwaliteit

- Schipper, P, van Boekel, E., Mi-Gegotek, Y., Groenendijk, P, Kros, H., Renaud, L., & Voogd, J. C. (2024). KRW-doelbereik en resterende opgave 2027 voor de nutriënten in de Maasregio. (Rapport / Wageningen Environmental Research; No. 3353). Wageningen Environmental Research. <https://doi.org/10.18174/660087>

 Hitte

- PBL (2010). Basiskaart Aquatisch: de Watertypenkaart. Het oppervlaktewater in de TOP10NL geclassificeerd naar watertype. Den Haag/Bilthoven, 2010. No. 500067004. <https://www.pbl.nl/uploads/default/downloads/500067004.pdf>

Overig

- Waterschap & Provincie Limburg (2018). Visie beekdalontwikkeling in Limburg (12 december 2018). https://www.waterschaplimburg.nl/publish/pages/4538/visie_beekdalontwikkeling.pdf