

Betrek de bodem en ondergrond bij klimaatadaptatie

Romee Prijden, Eva Boon, Menno van Bijsterveldt (Stichting CAS)

Voor zowel het opstellen van een adaptatiestrategie als bij het uitkiezen van geschikte adaptatiemaatregelen is het belangrijk om ook te kijken naar de functies en eigenschappen van de bodem en ondergrond. In dit artikel wordt uitgelegd waarom de bodem en ondergrond zo belangrijk zijn bij klimaatadaptatie en waar bodem- en ondergrondinformatie te vinden is. Aan de hand van twee voorbeeldprojecten wordt getoond hoe bodem en ondergrond kunnen helpen bij het kiezen van geschikte adaptatiemaatregelen.

Steeds meer overheden stellen een adaptatiestrategie op. Dat doen ze onder meer op basis van de belangrijkste kwetsbaarheden die naar voren komen uit de klimaatstresstest en de risicodialoog. Kennis van de bodem en de ondergrond helpt overheden om de kwetsbaarheden beter te begrijpen én om een locatie robuust te maken voor extreme weersomstandigheden en klimaatverandering [1]. Hoe kwetsbaar een gebied is, hangt namelijk sterk samen met de bodem en ondergrond en hoe daarmee wordt omgegaan. Laaggelegen gebieden met weinig begroeiing zijn bijvoorbeeld veel kwetsbaarder voor overstromingen dan beboste heuveltoppen. En steden met veel gebouwen en bestrating zijn kwetsbaarder voor wateroverlast en hitte dan het groene platteland. Ook bepalen de eigenschappen van bodem en ondergrond of een adaptatiemaatregel ergens goed past. Maar overheden nemen de rol van bodem en ondergrond nog niet altijd mee bij het opstellen van hun adaptatiestrategieën. Overheden missen hierdoor niet alleen kansen, het kan op termijn ook voor overlast zorgen. Als bijvoorbeeld een maatregel tegen droogte wordt genomen die niet geschikt is voor een bepaalde bodem, dan kan het zelfs nóg droger worden. Het is daarom belangrijk om inzicht te hebben in de lokale eigenschappen en functies van de bodem en ondergrond en het onderliggende landschap voordat adaptatiemaatregelen worden genomen.

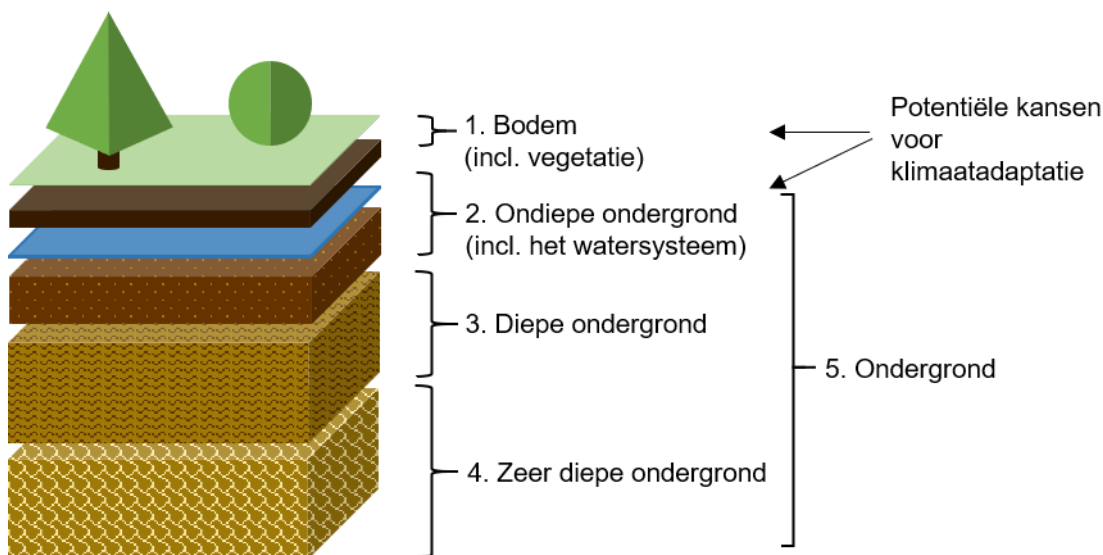
Wat zijn bodem en ondergrond?

De bodem en ondergrond zijn het beste te begrijpen als onderdelen van het natuurlijk systeem. Het natuurlijk systeem bestaat naast de bodem en ondergrond, uit het grondwatersysteem en het ecosysteem in de omgeving (zie kader). Deze onderdelen zijn afhankelijk van elkaar en beïnvloeden elkaar. In het landelijk gebied is het natuurlijk systeem vaak nog te herkennen. In het stedelijk gebied is het natuurlijk systeem nauwelijks meer te herkennen door de vele ophogingen en afgravingen [2].

Wat wordt er precies bedoeld met het natuurlijk systeem?

Het natuurlijk systeem is een verzamelnaam voor de bodem, de ondergrond, het watersysteem, het landschap en alle processen die zich binnen en tussen deze onderdelen afspelen. Als we het over de bodem hebben, bedoelen we de bovenste laag van het aardoppervlak. Op deze laag worden steden gebouwd, infrastructuur aangelegd en voedsel verbouwd. De bodem bestaat uit organisch materiaal en kleine losse deeltjes verweerd gesteente zoals zand, klei of leem. Dat materiaal is afkomstig uit de ondergrond [3]. Als we het over de ondergrond hebben, dan bedoelen we al het materiaal en gesteente wat zich onder de bodem bevindt. De ondergrond bestaat uit de ondiepe, diepe en zeer diepe ondergrond.

De bodem en ondergrond vormen samen het landschap. Het landschap is een gebied dat in zijn uiterlijk een geheel vormt en zich onderscheidt van omliggende gebieden. Een landschap ontstaat door verschillende natuurlijke processen die zich in bijvoorbeeld zandige of kleiige ondergronden afspelen. Dit artikel richt zich vooral op de mogelijke kansen in de bodem en ondiepe ondergrond, omdat deze lagen belangrijke functies hebben voor de mens en omgeving en omdat ze relatief dicht bij het oppervlak liggen. Daarnaast besteedt het artikel aandacht aan het oorspronkelijke landschap, dat van nature belangrijke eigenschappen bevat als het gaat om klimaatadaptatie.

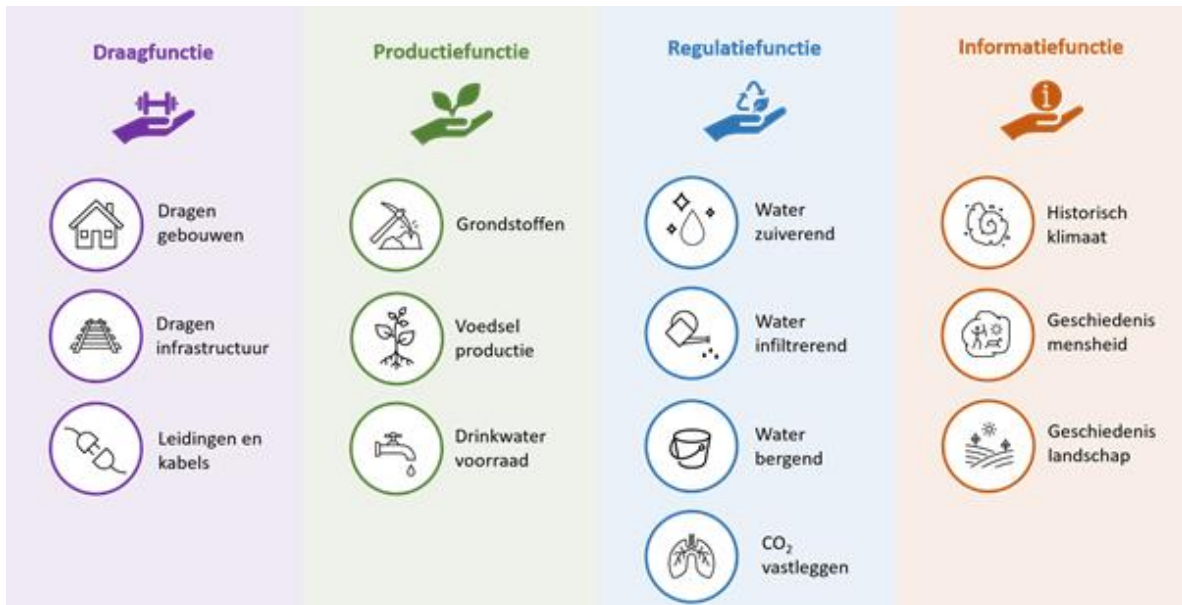


Afbeelding 1. Schematisch overzicht van het natuurlijk systeem onderverdeeld in bodem en ondergrond

Waarom zijn de bodem en ondergrond zo belangrijk?

De bodem en ondergrond vervullen essentiële functies voor mens en leefomgeving [4]. Zo worden met behulp van bodem en ondergrond regenwater opgeslagen en gezuiverd, infrastructuur en gebouwen gedragen en grondstoffen geproduceerd. Deze functies hangen sterk samen met de (fysieke) eigenschappen van de bodem en ondergrond. Alle functies van de bodem en ondergrond zijn te verdelen in vier hoofdgroepen: dragen, produceren, reguleren en informeren.

Het onderstaande overzicht geeft bij alle vier de hoofdgroepen een aantal functies:



Afbeelding 2. Overzicht van de hoofdgroepen en bijbehorende bodemfuncties

Het belang van deze functies voor klimaatadaptatie

Al deze hoofdgroepen kunnen een rol spelen bij klimaatadaptatie en het opstellen van een adaptatiestrategie. Hieronder wordt per hoofdgroep uitgelegd waarom ze belangrijk zijn voor klimaatadaptatie:

- De **regulatiefunctie** van de bodem is misschien wel de belangrijkste functie voor klimaatadaptatie. De regulerende bodemfuncties *infiltreren*, *zuiveren* en *opslaan* zijn cruciaal voor duurzaam watergebruik. Door het waterinfiltrerende en waterbergende vermogen van de bodem te gebruiken, kunnen steden beter beschermd worden tegen wateroverlast en droogte. Deze werking wordt ook wel het sponsvermogen genoemd.
- De **productiefunctie** van de bodem kan een belangrijke rol spelen bij klimaatadaptatie. De bodem produceert namelijk niet alleen voedsel, maar ook schoon drinkwater en grondstoffen. Het is belangrijk dat deze functies behouden worden of soms zelfs verbeterd. Dat kan door in de adaptatiestrategie in te zetten op het waarborgen of verbeteren van de bodemkwaliteit.
- De **draagfunctie** van de bodem is van toepassing op alle adaptatiemaatregelen die op of in de bodem worden geplaatst. Het is van belang dat de draagfunctie van de bodem wordt beschermd om verzakking en daling te voorkomen.
- Ook de **informatiefunctie** van de bodem kan een belangrijke rol spelen. De bodem van nu kan veel informatie geven over hoe het oorspronkelijk landschap eruitzag. Die informatie is vaak nodig om het natuurlijk systeem van een gebied in kaart te brengen.

Hoe kunnen bodemfuncties een rol spelen in de adaptatiestrategie?

De bodemfuncties kunnen op drie manieren een rol spelen bij het opstellen van een adaptatiestrategie:

1. De bodemfuncties kunnen een *aanknopingspunt bieden* bij het kiezen van de juiste maatregel op de juiste plek. Zo is infiltratie niet altijd mogelijk en is ook niet elke locatie geschikt voor berging. Een maatregel op de verkeerde plek kan in sommige gevallen ook voor overlast zorgen. Een groen dak kan de omgeving bijvoorbeeld koeler maken, maar in verdrogingsgevoelige gebieden tegelijk tot een sterkere verdroging van de bodem leiden.
2. Houd in het ontwerp van de omgeving rekening met het *behoud* van lokale bodemfuncties. Dat kan door maatregelen te kiezen die de kwaliteit van de bodem waarborgen en de verschillende bodemfuncties niet verstoren. Kies bijvoorbeeld niet voor maatregelen die de voedselproductie of archeologische vindplaatsen kunnen verstoren. Kies wel voor maatregelen die biologische activiteit in de bodem stimuleren.
3. Door middel van klimaatadaptatie kunnen lokale bodemfuncties soms zelfs worden *verbeterd en beschermd*. Kies in de adaptatiestrategie bijvoorbeeld voor klimaatadaptatiemaatregelen waarmee bodemdaling wordt tegengaan, zodat de draagfunctie van de bodem wordt beschermd.

Welke rol spelen de onderliggende lagen en het oorspronkelijke landschap?

De bodemfuncties van een plek hangen sterk samen met de bodemeigenschappen van die plek. Voorbeelden van deze eigenschappen zijn zand, klei of leem. Zand kan bijvoorbeeld meer water infiltreren dan klei. De ondergrond speelt hierin ook een rol. De eigenschappen van de bovenste lagen worden van nature bepaald door het gesteente in de onderliggende lagen en de vormen van het oorspronkelijke landschap. Het is dan ook belangrijk om bij het opstellen van een adaptatiestrategie niet alleen naar de bovenste laag van het oppervlak te kijken maar ook naar de lagen eronder. Bij infiltratiemaatregelen zou bijvoorbeeld gekeken moeten worden naar het hele landschap van bodem en ondergrond. Het ene landschap infiltreert namelijk veel sterker dan het andere. Voorbeelden van sterk infiltrerende landschappen zijn stuwwallen, kreekruggen en dekzanden met daarop een zandige bodem. Landschappen die minder goed water infiltreren zijn laaggelegen poelgronden en beekdalen met daarop een kleipakket. De diepere ondergrondlagen van deze landschappen bestaan uit zand of veen terwijl de bovenste laag kleideeltjes bevat. Hierdoor is de bodem slecht doorlatend en is het grondwaterpeil lastig te beheersen en gevoelig voor kwel. Een infiltratiemaatregel zoals een infiltratiekrat kan tijdelijk helpen, maar op de langere termijn toch voor overlast zorgen. De kans ontstaat namelijk dat tijdens een hevige bui de kratten nog niet leeg zijn van de vorige bui, wat kan leiden tot overlast en overstromingen. In zo'n landschap kan wel geïnfiltreerd worden, maar dan bijvoorbeeld gereguleerd en in combinatie met tijdelijke berging [5].

Waar is informatie over de bodem en ondergrond te vinden?

Omdat het natuurlijk systeem belangrijke aanknopingspunten kan bieden voor adaptatie, is het verstandig om te begrijpen hoe dat systeem lokaal is opgebouwd. Bodem- en landschapsvorming zijn processen die eeuwen duren. Maar zowel door klimaatverandering als door menselijk handelen verandert de bodem in rap tempo en daarmee raakt het natuurlijk systeem uit het zicht. Voor landelijk gebied is er vaak gedetailleerde informatie beschikbaar over bodemeigenschappen, ondergrond en landschap. Maar in stedelijk gebied is actuele bodeminformatie beperkt beschikbaar en is het oorspronkelijke landschap ook moeilijker te herleiden. Dit maakt het lastiger om lokale eigenschappen van bodem en ondergrond mee te nemen in een stedelijke adaptatiestrategie. Toch is het ook mogelijk om in stedelijk gebied inzicht krijgen in de lokale bodem en ondergrond, ook al kost het enige inspanning. Dat kan op verschillende manieren:

1. Er kan een bodemkaart gemaakt worden door middel van interpolatie van gegevens uit bodemmonsters en boorprofielen. Hiervoor kunnen nieuwe boringen en bestaande registraties worden gebruikt, zoals de Basisregistratie Ondergrond (BRO) of het loket van de Data en Informatie van de Nederlandse Ondergrond (DINO-loket) van TNO. De nauwkeurigheid van deze kaarten hangt sterk af van het aantal datapunten en van de mate waarin de bodem door de mens bewerkt is. Aan de hand van bodemmonsters en boorprofielen kan ook herleid worden hoe het landschap er vroeger uitzag: waar lagen bijvoorbeeld rivierbeddingen, grondwaterreservoirs en veenafzettingen [6]? Op deze manier wordt de informatiefunctie van de bodem benut. De eigenschappen van deze historische landschapsvormen bieden aanknopingspunten om het natuurlijk systeem te herstellen. Is het bekend of de historische landschapsvorm mogelijkheden heeft om water te infiltreren of bergen? Dan biedt dat een aanknopingspunt bij het kiezen van de juiste adaptatiemaatregel op de juiste plek.
2. Met modellen en analyses is te achterhalen of de bodem mogelijkheden heeft om water te infiltreren en bergen bij extreme neerslag of langdurige droogte.
3. Inzicht in de infiltratiecapaciteit van een bodem is te verkrijgen met een emmerproef. Let op dat deze proef alleen inzicht geeft in de bovenste laag van de bodem. De proef geeft geen inzicht in de lagen eronder. Is een tuin bijvoorbeeld opgehoogd met zand, maar ligt daaronder een dik kleipakket? Dan kan de directe infiltratiecapaciteit hoog zijn, terwijl de capaciteit bij aanhoudende neerslag veel minder is. De emmerproef is een goede manier om op kleine schaal inzicht te krijgen in hoe de bodem eruit ziet en het is makkelijk uit te voeren.

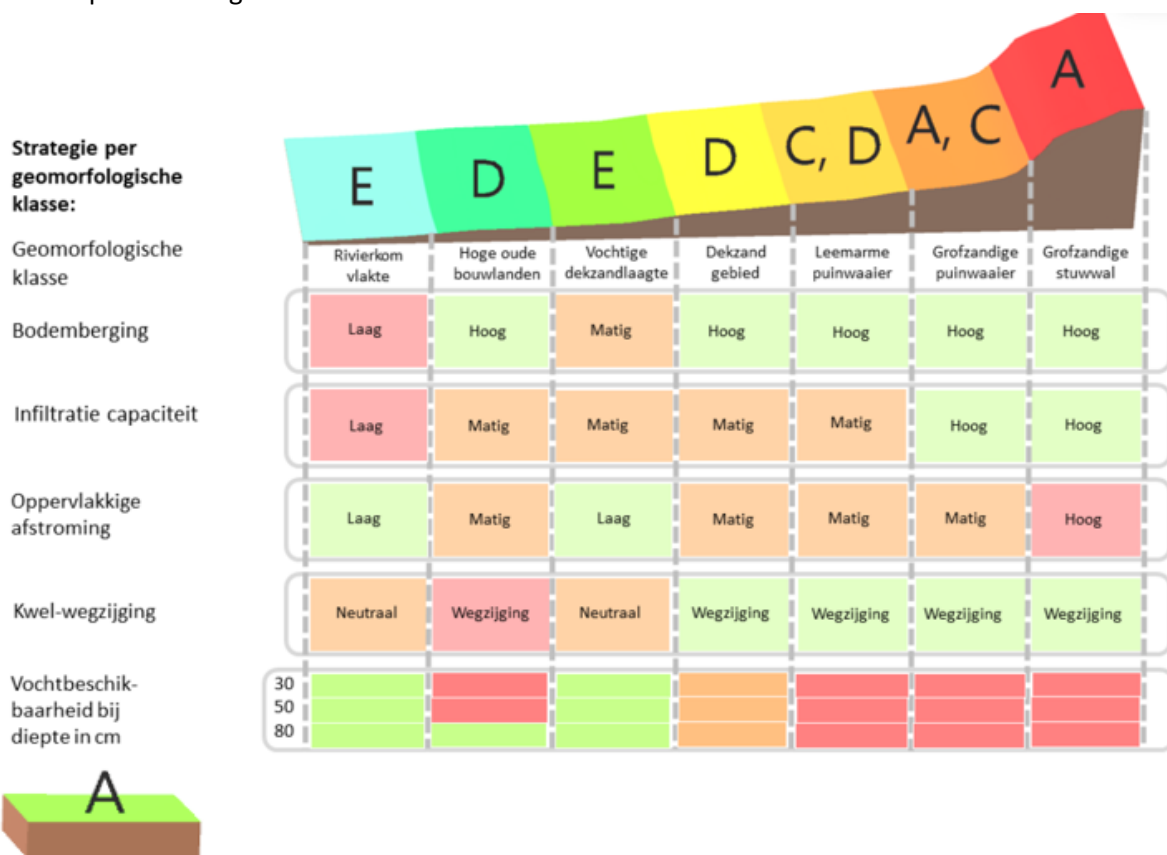
Twee voorbeelden

Verschillende partijen hebben al een poging gedaan om de bodem en ondergrond mee te nemen in de adaptatiestrategie. Aan de hand van twee voorbeelden leggen we uit hoe inzicht in bodem en ondergrond zich verhouden tot klimaatadaptatie. De Klimaatatlas Vallei en Veluwe richt zich op het natuurlijk systeem en bodemfuncties op een regionale schaal. De website Duurzaam Gooise Meren is gericht op bewoners en richt zich op adaptatie op een kleine schaal.

Klimaatatlas Vallei en Veluwe

De Klimaatatlas Vallei en Veluwe brengt stedelijke wateroverlast en landschappelijke bodeminformatie in beeld voor het beheergebied van waterschap Vallei en Veluwe [7]. De atlas is ontwikkeld door Wageningen Environmental Research, Sweco en Cas, in opdracht van gemeenten,

provincies en waterschap Vallei en Veluwe. De atlas koppelt de geomorfologie (het landschap) aan een strategie voor klimaatadaptatie. Hiervoor heeft het team eerst de oorspronkelijke landschapsvormen in de regio in kaart gebracht, met behulp van modellen en historische data. Bij elk landschap horen bepaalde bodemeigenschappen. Deze eigenschappen bepalen de kwetsbaarheid van een locatie. Zo zijn er in de in de stuifzandduinen en in het stuwwallengebied grotere risico's op bosbranden, zijn de droogdalen extra gevoelig voor bodemerosie en zijn de steden en dorpen aan de voet van een helling het meest kwetsbaar voor wateroverlast en hittestress. De Klimaatatlas Vallei en Veluwe geeft bij elke geomorfologische klasse een advies voor klimaatadaptatie vanuit het natuurlijk systeem (zie het overzicht in afbeelding 3 hieronder). De gemeenten in deze regio kunnen deze adviezen meenemen in hun adaptatiestrategie.



- A Infiltreren, voorkom snelle oppervlakkige afstroming via droogdalen
- B Vasthouden en (vertraagd) infiltreren in ingesloten laagten en terreindepressies (droge wadi's)
- C Benut bodembergingspotentieel voor bovenlokale berging
- D Gereguleerde vertraagde afvoer naar (dekzand) vlakte
- E Oppervlakte waterberging en vertraagd afvoeren naar beekdal/rivier/meer
- F Oppervlakte waterberging in maaiveldsloten (vertraging veenoxidatie) en vertraagd afvoeren

Afbeelding 3. Overzicht van landschapsvormen, bijbehorende bodemeigenschappen en advies voor adaptatie. Afkomstig uit de Klimaatatlas Vallei en Veluwe. Voor landschap A (de grofzandige stuwwal) is het advies bijvoorbeeld om te infiltreren en snelle oppervlakkige afstroming te voorkomen. Voor de leemarme puinwaaier wordt een combinatie aangeraden van bovengrondse berging en vertraagde afvoer naar dekzandvlaktes



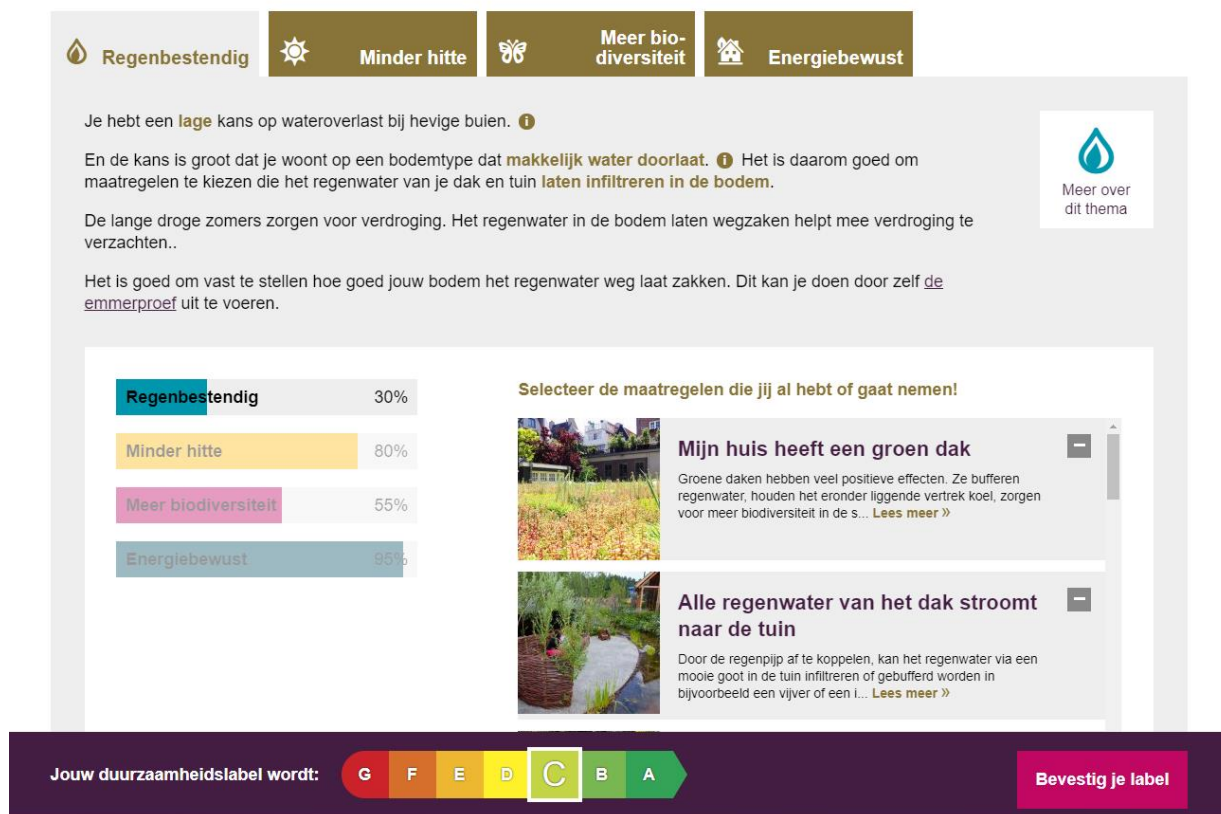
Duurzaam Gooise Meren

Duurzaam Gooise Meren is een website die de bewoners van de gemeente Gooise Meren informeert en inspireert op het gebied van duurzame en klimaatbestendige inrichting [8]. Het doel van de website is om samen met bewoners de gemeente te vergroenen en daarmee de leefbaarheid in de gemeente te verbeteren. Met de tool kunnen bewoners zien welke maatregelen ze kunnen nemen om hun huis en tuin duurzamer te maken op het gebied van extreme regenval, hitte, biodiversiteit en energie (afbeelding 4). De tool neemt bodem op twee manieren mee:

1. De tool kijkt naar de infiltratiecapaciteit van de bodem. Deze bepaalt welke maatregelen geschikt zijn om wateroverlast te verminderen. De tool kan bijvoorbeeld het advies geven om regenwater direct te infiltreren of om het tijdelijk vast te houden.
2. Op basis van de droogtegevoeligheid van de bodem geeft de tool advies over mogelijke groene maatregelen, die onder andere bedoeld zijn om de biodiversiteit te vergroten.

Ook kunnen de bewoners van de gemeente Gooise Meren zien hoe kwetsbaar hun adres is voor wateroverlast en hitte op basis van de stresstest die de gemeente heeft uitgevoerd. De tool geeft hun vervolgens advies over maatregelen die ze kunnen nemen, bijvoorbeeld om hun tuin koeler of regenbestendiger te maken. Met die maatregelen kunnen ze ook hun duurzaamheidslabel verbeteren. De tool doet deze adviezen op basis van een bodemanalyse van Wageningen Environmental Research. Daarnaast daagt de tool de inwoners uit om de lokale bodemeigenschappen zelf verder te onderzoeken met een 'emmerproef'. Dit helpt niet alleen om de bewustwording te vergroten, het is ook een manier om te controleren of de uitkomsten van de analyse kloppen, want lokaal kan de situatie net even anders zijn. Met zo'n emmerproef kunnen bewoners zelf op een makkelijke manier bodem en ondergrond meenemen in hun keuze tussen verschillende maatregelen.

De website is gemaakt in opdracht van de gemeente Gooise Meren en is een product van atelier GROENBLAUW in samenwerking met stichting CAS.



Afbeelding 4. De Gooise Meren Tool. Dit adres ligt in een gebied dat makkelijk water doorlaat. Daarom geldt het advies om maatregelen te nemen die de infiltratie van regenwater bevorderen

Conclusie en aanbevelingen:

Bij het opstellen van een klimaatadaptatiestrategie is het verstandig om daarbij de functies en eigenschappen van bodem en ondergrond van het gebied te begrijpen. Zeker als het gaat om plaatselijke maatregelen is het verstandig om het natuurlijk systeem op lokaal niveau te begrijpen. Omdat informatie over de bodem en ondergrond niet altijd beschikbaar is, kost het misschien meer werk. Ook is er vaak een expert nodig om de informatie in kaart te brengen. Maar inzicht in de eigenschappen van bodem en ondergrond verkleint wel de kans dat er verkeerde maatregelen worden genomen. Daarnaast is het verstandig om al tijdens de uitvoering van de stresstest naar de bodem en ondergrond te kijken. De kwetsbaarheid van een locatie hangt namelijk vaak samen met het onderliggende natuurlijk systeem. Inzicht daarin helpt om te begrijpen waarom de locatie kwetsbaar is, waardoor duidelijker is welke maatregelen daar geschikt zijn.

Tot slot: deel de inzichten die zijn opgedaan over de bodem en ondergrond van een gebied met andere partijen. Want het natuurlijk systeem houdt niet op bij de gemeentegrens. Door informatie met andere partijen te delen, kan het natuurlijk systeem steeds beter in kaart worden gebracht en kunnen meer regio's een effectieve adaptatiestrategie opstellen.

Referenties

1. <https://www.bodemplus.nl/opgaven/natuurlijk-systeem/>, geraadpleegd op 3 juli 2020.
2. <https://www.clo.nl/indicatoren/nl119203-beschrijving-van-stedelijk-gebied>, geraadpleegd op 3 juli 2020.
3. <https://www.tcbodem.nl/publicaties/ondergrond/433-r22-2012-rapport-duurzaam-gebruik-van-de-ondergrond>, geraadpleegd op 17 juni 2020.
4. <http://www.ruimtexitmilieu.nl/wiki/ondergrondlaag/ondergrondkwaliteiten-2>, geraadpleegd op 17 juni 2020.
5. <https://www.riool.net/-/regenwatervoorzieningen-op-eigen-terrein-wat-werkt-niet->, geraadpleegd op 17 juni 2020.
6. <https://erfgoedenruimte.nl/nieuws/cultuurhistorie-inspiratiebron-voor-ruimtelijke-adaptatie>, geraadpleegd op 17 juni 2020.
7. <https://klimaatvalleienveluwe.nl/atlas/>, geraadpleegd op 9 juni 2020.
8. <https://duurzaam.gooisemeren.nl/>, geraadpleegd op 9 juni 2020.