

Klimaatadaptief Kaag en Braassem

De ontwikkeling van een klimaatlabelsysteem voor
monitoring en evaluatie van lokale klimaatbestendigheid

MSc Thesis

Max van Dun

Klimaatadaptief Kaag en Braassem

De ontwikkeling van een klimaatlabelsysteem voor
monitoring en evaluatie van lokale
klimaatbestendigheid

door

Max van Dun

ter gedeeltelijke vervulling van de eisen voor de graad van:

Master of Science

in Water Management

aan de Technische Universiteit Delft,

in het openbaar te verdedigen op 2 oktober 2025 om 12:45.

Projectduur:	maart 2024 – oktober 2025	
Thesis committee:	Dr. E. Mostert,	TU Delft (Water Resources), supervisor
	Dr. ir. A. M. J. Coenders,	TU Delft (Water Resources)
	Dr. ir. A. M. Droste,	TU Delft (Water Resources)

Cover: Een kaart van de gemeente Kaag en Braassem met klimaatlabels per postcodegebied. Deze visualisatie is ontwikkeld door de auteur in het kader van dit MSc-onderzoek.

Voorwoord

Met dit document sluit ik een traject af van anderhalf jaar, waarin ik mijn master Watermanagement aan de TU Delft combineerde met mijn werk als adviseur watermanagement en klimaatadaptatie bij de gemeente Kaag en Braassem. Vanuit mijn achtergrond in watermanagement gaf deze masterthesis me de kans om een stap buiten dat profiel te zetten en me te verdiepen in klimaatadaptatie als integraal thema. De mogelijkheid om dieper in mijn eigen interesses te duiken maakte deze periode extra waardevol. Het combineren van mijn afstudeeronderzoek met mijn werk bleek intensiever dan ik vooraf had voorzien. Het veelzijdige en dynamische karakter van dit traject leverde steeds nieuwe inzichten op, maar bracht ook de nodige hobbels met zich mee. Toch kijk ik met trots terug op het eindresultaat dat nu voor u ligt. Zonder de steun van een aantal mensen in mijn omgeving was dit niet mogelijk geweest. Daarom wil ik in het bijzonder een aantal mensen bedanken die een belangrijke rol hebben gespeeld in dit proces.

Allereerst wil ik mijn afstudeercommissie bedanken: Erik Mostert, Miriam Coenders en Arjan Droste. Dank voor jullie bereidheid om mijn traject te begeleiden en voor de flexibiliteit in de afstemming. Ik heb de luchtige manier van onze overleggen als erg prettig ervaren. Het maakte dat ook complexe vraagstukken bespreekbaar en hanteerbaar bleven. Tegelijkertijd waren jullie inhoudelijke scherpte en kritische feedback op de momenten die ertoe deden precies wat ik nodig had om verder te komen. Jullie gaven mij de ruimte om mijn eigen keuzes te maken, maar zorgden er ook voor dat ik richting en focus hield. Die combinatie heb ik als bijzonder waardevol ervaren tijdens dit lange traject.

Daarnaast wil ik mijn manager bij de gemeente Kaag en Braassem bedanken: Esmond van Klink. Dank voor de kans om parttime af te studeren naast mijn werk en voor het vertrouwen en de ruimte die ik kreeg om dit traject op mijn eigen manier vorm te geven. Ook mijn collega's wil ik noemen, voor de fijne samenwerking en de welkome afwisseling naast het afstuderen in de afgelopen periode. Ten slotte een speciaal woord van dank aan de workshopdeelnemers: jullie bijdrage heeft dit onderzoek naar een hoger niveau getild.

Ook wil ik mijn familie en vrienden bedanken voor hun steun in de afgelopen anderhalf jaar. Jullie begrip en aanmoediging hebben ervoor gezorgd dat ik dit intensieve traject met vertrouwen kon volbrengen. In het bijzonder wil ik mijn vriendin, Marleen Onnekes, bedanken. Jij stond altijd voor me klaar, met geduld en zorg op de momenten dat ik dat het meest nodig had. Je hielp me relativeren wanneer ik vastliep, gaf me de rust om door te zetten en zorgde voor de nodige afleiding buiten mijn afstudeerwerk. Jouw steun gaf mij de kracht om dit traject tot een goed einde te brengen.

Met trots presenteer ik hierbij het resultaat van dit traject en wens ik u veel leesplezier.

*Max van Dun
Rotterdam, oktober 2025*

Samenvatting

In Nederland wordt de impact van klimaatverandering steeds zichtbaarder. Extreme weersomstandigheden vergroten de kwetsbaarheid van de leefomgeving. Gemeenten staan onder druk om deze risico's tijdig te herkennen en maatregelen te nemen. De huidige klimaatadaptatie-instrumenten bieden inzichten, maar schieten tekort als basis voor structurele monitoring en evaluatie van klimaatbestendigheid. Daardoor is het lastig grip te krijgen op de voortgang van klimaatadaptatie. Daarom richt dit onderzoek zich op het ontwikkelen van een visueel klimaatinformatiesysteem in de vorm van klimaatlabels, om klimaatbestendigheid beter zichtbaar en stuurbaar te maken. De gemeente Kaag en Braassem fungeert hierbij als casus. Het systeem bouwt voort op bestaande instrumenten en indicatoren en combineert deze met wetenschappelijke inzichten als betrouwbaar en toepasbaar hulpmiddel voor lokaal klimaatbeleid. Het onderzoek volgt een gefaseerde aanpak met vijf stappen.

In de eerste fase is een literatuurstudie uitgevoerd om kwaliteitscriteria te integreren in een toetskader voor klimaatadaptatie-indicatoren. Deze studie heeft vier kerncriteria opgeleverd: relevantie, betrouwbaarheid, duidelijkheid en verbinding. Vervolgens zijn het Nederlandse klimaatadaptatiebeleid en -instrumenten geanalyseerd. Het beleid heeft zich ontwikkeld van een focus op waterveiligheid naar een brede benadering waarin de DPRA-cyclus centraal staat. Uit de analyse van bestaande instrumenten zijn vier randvoorwaarden naar voren gekomen voor het nieuwe klimaatlabelsysteem: integraal inzicht in klimaatthema's, bruikbaarheid op lokaal schaalniveau, ruimte voor maatwerk en gemeentelijk beheer. Daarna zijn gangbare indicatoren uit de Nederlandse praktijk geanalyseerd op thema en type. Op basis van beschikbaarheid in open databronnen en gebruiksfrequentie in klimaatatlassen zijn indicatoren geselecteerd binnen acht thema's: wateroverlast, hitte, droogte, overstromingen, bodemdaling, grondwater, biodiversiteit en waterkwaliteit. Deze selectie is beoordeeld aan de hand van het toetskader. Bijna alle indicatoren voldoen aan de criteria relevantie en verbinding. Een deel scoort echter zwakker op betrouwbaarheid en duidelijkheid, doordat ze zijn gebaseerd op verouderde data of slechts beperkt bruikbaar zijn om effecten van maatregelen over tijd te monitoren.

Aansluitend volgt de kern van het onderzoek: de ontwikkeling van het klimaatlabelsysteem in ArcGIS Pro. Open klimaatdata zijn met ArcPy-scripts verwerkt tot indicatorwaarden op postcodeniveau. Per indicator is een representatieve waarde berekend op basis van ruimtelijke statistiek en geclassificeerd op een vijfpuntsschaal (A-E). Waar mogelijk zijn de gehanteerde drempelwaarden gebaseerd op landelijke standaarden, beleidskaders of wetenschappelijke literatuur. Wanneer dergelijke referenties ontbraken, zijn pragmatische grenzen vastgesteld op basis van deskundige afweging. De resulterende klimaatlabellagen zijn samen met basislagen per klimaatthema opgenomen in Web Maps. Deze Web Maps zijn vervolgens samengebracht in een interactief dashboard met ArcGIS Experience Builder, waarin gebruikers via een centrale homepage naar elk thema kunnen navigeren. Ten slotte is het systeem geëvalueerd in een workshop met veertien medewerkers van de gemeente Kaag en Braassem. Deelnemers hebben een casusopdracht uitgevoerd en een individuele evaluatie ingevuld. Ze hebben de klimaatbestendigheid van twee postcodegebieden vergeleken en het systeem beoordeeld op effectiviteit, efficiëntie, tevredenheid en toepasbaarheid. De resultaten laten zien dat het systeem geschikt is om ruimtelijke verschillen in kwetsbaarheden inzichtelijk te maken, mogelijke oorzaken te verkennen en te ondersteunen bij het nemen van passende maatregelen. Het systeem wordt als intuïtief en bruikbaar ervaren, met directe toepasbaarheid in de werkpraktijk. Tegelijkertijd zijn verbeterpunten genoemd, zoals het toevoegen van klimaatlabels in pop-upvensters en het verbeteren van de datakwaliteit.

Het ontwikkelde klimaatlabelsysteem ondersteunt gemeenten bij het begrijpen van lokale kwetsbaarheden, het stellen van prioriteiten en het kiezen van maatregelen. De resolutie op postcodeniveau maakt ruimtelijke verschillen op toegankelijke wijze zichtbaar, en kan zo ondersteunen bij het monitoren en evalueren van klimaatbestendigheid. Voor brede toepassing is verdere afstemming met eindgebruikers en integratie in bestaande werkprocessen nodig. Tegelijkertijd vormt de beschikbaarheid van actuele en betrouwbare data een essentiële randvoorwaarde voor effectief gebruik. Zo kan het systeem zijn potentieel realiseren als fundament voor effectief klimaatbeleid.

Inhoudsopgave

Voorwoord	i
Samenvatting	ii
Nomenclatuur	x
1 Introductie	1
1.1 Klimaatadaptatie wereldwijd	1
1.2 Klimaatadaptatie in Nederland	3
1.3 Probleemstelling	4
1.4 Casus: gemeente Kaag en Braassem	5
1.5 Doelstellingen	6
1.6 Onderzoeksvragen	7
1.7 Leeswijzer	8
2 Methodologie	9
2.1 Onderzoeksopzet	9
2.2 Kwaliteitscriteria voor indicatoren	10
2.3 Klimaatadaptatie in de Nederlandse praktijk	11
2.4 Analyse van indicatoren	12
2.5 Ontwikkeling van het klimaatlabelsysteem	14
2.6 Evaluatie van het klimaatlabelsysteem	15
3 Kwaliteitscriteria voor indicatoren	17
3.1 Relevantie	17
3.2 Betrouwbaarheid	18
3.3 Duidelijkheid	18
3.4 Verbinding	19
3.5 Conclusie	20

4	Klimaatadaptatie in de Nederlandse praktijk	21
4.1	Klimaatadaptatiebeleid	21
4.2	Klimaatadaptatie-instrumenten	24
4.3	Conclusie	32
5	Analyse van indicatoren	33
5.1	Inventarisatie van indicatoren	33
5.2	Selectie van indicatoren	37
5.3	Toetsing van indicatoren	38
5.4	Conclusie	44
6	Ontwikkeling van het klimaatlabelsysteem	45
6.1	Algemene werkwijze	45
6.2	Wateroverlast	51
6.3	Hitte	53
6.4	Droogte	56
6.5	Overstroming	58
6.6	Bodemdaling	60
6.7	Grondwater	61
6.8	Biodiversiteit	62
6.9	Waterkwaliteit	65
6.10	Conclusie	67
7	Evaluatie van het klimaatlabelsysteem	68
7.1	Workshopopzet	68
7.2	Casusopdracht	69
7.3	Individuele evaluatie	72
7.4	Conclusie	74
8	Discussie	75
8.1	Kwaliteitscriteria voor indicatoren	75
8.2	Klimaatadaptatie in de Nederlandse praktijk	77

8.3	Analyse van klimaatindicatoren	79
8.4	Ontwikkeling van het klimaatlabelsysteem	81
8.5	Evaluatie van het klimaatlabelsysteem	82
8.6	Aanbevelingen	84
9	Conclusie	86
9.1	Beantwoording deelvragen	86
9.2	Beantwoording hoofdvraag	88
	Literatuurlijst	89
	Bijlagen	94
	Bijlage A Infographic Deltabeslissing Ruimtelijke Adaptatie	94
	Bijlage B Indicatoren	95
	Bijlage C Python Scripts	112
	Bijlage D Evaluatieformulier	258

Lijst van figuren

1.1	Overzichtskaart van de gemeente Kaag en Braassem, met de belangrijkste ruimtelijke structuren ter illustratie van de geografische context van het onderzoek (Gemeente Kaag en Braassem, 2024a, p. 122).	5
1.2	Leeswijzer van deze thesis. Blauw markeert de hoofdstukken waarin de onderzoeksvragen worden behandeld.	8
2.1	Onderzoekopzet met de gebruikte methode en bijbehorende output per fase, met onderscheid tussen het praktische spoor (oranje) en het theoretische spoor (blauw), waarbij de lijnen de volgorde aangeven en de intersecties visualiseren waar praktijk en theorie samenkomen.	10
4.1	Klimaatscenario's in de Klimaateffectatlas, met de indicator <i>Gemiddelde jaartemperatuur</i> binnen het thema <i>Hitte</i> voor het scenario <i>Huidig klimaat</i> en de geprojecteerde klimaatontwikkeling voor 2050 en 2100.	24
4.2	Kaartviewer in de Klimaateffectatlas, met de indicator <i>Waterdiepte bij hevige bui (70 mm / 2 uur)</i> binnen het thema <i>Wateroverlast</i> voor het scenario <i>Huidig</i>	25
4.3	Kaartverhalen in de Klimaateffectatlas, met toelichting op indicatoren binnen de thema's: <i>Wateroverlast</i> , <i>Hitte</i> , <i>Droogte</i> en <i>Overstroming</i>	26
4.4	Buurtdashboard in de Klimaateffectatlas, met de gemeente Kaag en Braassem en de wijk Kaag geselecteerd. Het verschil in klimaat effecten wordt op buurtniveau weergegeven voor de indicatoren: <i>Waterdiepte bij hevige bui</i> , <i>Gevoelstemperatuur</i> en <i>Grondwaterstand huidig</i>	26
4.5	Klimaatatlas van provincie Zuid-Holland, met de indicator <i>Gevoelstemperatuur</i> binnen het thema <i>Hitte</i>	27
4.6	Klimaatatlas van Hoogheemraadschap van Rijnland, met de indicator <i>Overstromingsbeeld doorbraak primaire waterkering</i> binnen het thema <i>Overstroming</i>	28
4.7	Klimaatatlas gemeente Alphen aan den Rijn, met de indicator <i>Gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG)</i> binnen het thema <i>Droogte</i>	29
4.8	Voorbeelden van commerciële klimaatlabelsystemen op pand- en straatniveau.	30
4.9	Klimaatlabels (A-E) op postcode-gebiedsniveau (Haskoning, 2024).	31
5.1	Absolute verdeling van indicatoren per klimaatthema, onderverdeeld in vijf categorieën: <i>Klimaatverandering</i> (blauw), <i>Effecten</i> (rood), <i>Gebiedskenmerken</i> (turquoise), <i>Sociale Kwetsbaarheid</i> (paars) en <i>Kansen</i> (oranje). De staafdiagrammen tonen zowel de originele set (links) als de geclusterde set (rechts). De getallen binnen de balken geven het aantal indicatoren per type weer (wanneer > 2). De getallen boven de balken tonen het totaal aantal indicatoren per thema.	34

5.2	Procentuele verdeling van indicatoren per klimaatthema, onderverdeeld in vijf categorieën: <i>Klimaatverandering</i> (blauw), <i>Effecten</i> (rood), <i>Gebiedskenmerken</i> (turquoise), <i>Sociale Kwetsbaarheid</i> (paars) en <i>Kansen</i> (oranje). De staafdiagrammen tonen zowel de originele set (links) als de geclusterde set (rechts). De getallen binnen de balken geven het percentage per type weer (wanneer > 5%).	35
5.3	Procentuele verdeling van typen in de originele (a) en geclusterde (b) indicatorenset, onderverdeeld in vijf categorieën: <i>Klimaatverandering</i> (blauw), <i>Effecten</i> (rood), <i>Gebiedskenmerken</i> (turquoise), <i>Sociale Kwetsbaarheid</i> (paars) en <i>Kansen</i> (oranje).	36
5.4	Procentuele verdeling van thema's in de originele (a) en geclusterde (b) indicatorenset, onderverdeeld in acht categorieën: <i>Wateroverlast</i> (blauw), <i>Hitte</i> (rood), <i>Overstroming</i> (grijs), <i>Droogte</i> (geel), <i>Bodemdaling</i> (paars), <i>Grondwater</i> (bruin), <i>Biodiversiteit</i> (groen), en <i>Waterkwaliteit</i> (turquoise).	36
5.5	Overzicht van de geselecteerde indicatoren voor het klimaatlabelsysteem binnen de thema's <i>Wateroverlast</i> , <i>Hitte</i> , <i>Droogte</i> , <i>Overstroming</i> , <i>Bodemdaling</i> , <i>Grondwater</i> , <i>Biodiversiteit</i> en <i>Waterkwaliteit</i> . De pijlen verbinden elk thema met de bijbehorende indicatoren. Deze indicatoren zijn geselecteerd op basis van databeschikbaarheid, frequent gebruik in klimaatatlassen en deskundige afweging.	37
6.1	Hoofdpagina van het klimaatlabeldashboard met tegels voor de acht klimaatthema's: <i>Wateroverlast</i> , <i>Hitte</i> , <i>Droogte</i> , <i>Overstroming</i> , <i>Bodemdaling</i> , <i>Grondwater</i> , <i>Biodiversiteit</i> en <i>Waterkwaliteit</i> . Via deze tegels krijgen gebruikers toegang tot de subpagina's met indicatoren, basislagen en klimaatlabels.	49
6.2	Subpagina <i>Wateroverlast</i> van het klimaatlabeldashboard, met de basislaag en klimaatlabellaag van de indicator <i>Waterdiepte bij hevige bui</i> weergegeven. Links is het lagenmenu zichtbaar, waarmee indicatoren en legenda's kunnen worden in- en uitgeschakeld. Rechts wordt een pop-upvenster getoond met postcode en gemiddelde waterdiepte.	50
6.3	Weergave van de indicator <i>Waterdiepte bij hevige bui</i> binnen het thema <i>Wateroverlast</i> in het klimaatlabeldashboard.	51
6.4	Weergave van de indicator <i>Begaanbaarheid wegen</i> binnen het thema <i>Wateroverlast</i> in het klimaatlabeldashboard.	52
6.5	Weergave van de indicator <i>Kwetsbaarheid panden</i> binnen het thema <i>Wateroverlast</i> in het klimaatlabeldashboard.	53
6.6	Weergave van de indicator <i>Gevoelstemperatuur</i> binnen het thema <i>Hitte</i> in het klimaatlabeldashboard.	54
6.7	Weergave van de indicator <i>Afstand tot koelte</i> binnen het thema <i>Hitte</i> in het klimaatlabeldashboard.	55
6.8	Weergave van de indicator <i>Schaduw op wandel- en fietspaden</i> binnen het thema <i>Hitte</i> in het klimaatlabeldashboard.	56
6.9	Weergave van de indicator <i>Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG)</i> binnen het thema <i>Droogte</i> in het klimaatlabeldashboard.	57
6.10	Weergave van de indicator <i>Risico paalrot</i> binnen het thema <i>Droogte</i> in het klimaatlabeldashboard.	58
6.11	Weergave van de indicator <i>Overstromingsdiepte</i> binnen het thema <i>Overstroming</i> in het klimaatlabeldashboard.	59

6.12	Weergave van de indicator <i>Overstromingskans</i> binnen het thema <i>Overstroming</i> in het klimaatlabdashboard.	59
6.13	Weergave van de indicator <i>Bodemdaling 2020–2050 (Laag scenario)</i> binnen het thema <i>Bodemdaling</i> in het klimaatlabdashboard.	61
6.14	Weergave van de indicator <i>Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG)</i> binnen het thema <i>Grondwater</i> in het klimaatlabdashboard.	62
6.15	Weergave van de indicator <i>3-30-300-regel (totaalscore)</i> binnen het thema <i>Biodiversiteit</i> in het klimaatlabdashboard.	63
6.16	Weergave van de indicator <i>Versteende straten</i> binnen het thema <i>Biodiversiteit</i> in het klimaatlabdashboard.	64
6.17	Weergave van de indicator <i>Versteende tuinen</i> binnen het thema <i>Biodiversiteit</i> in het klimaatlabdashboard.	64
6.18	Weergave van de indicator <i>Risico opwarming oppervlaktewater</i> binnen het thema <i>Waterkwaliteit</i> in het klimaatlabdashboard.	65
6.19	Overzicht van de klimaatlabels in het klimaatlabelsysteem, waarbij pijlen elk thema verbinden met de bijbehorende indicatoren en per indicator de drempelwaarden voor de klassen A–E zijn weergegeven. Waar mogelijk zijn drempelwaarden ontleend aan landelijke standaarden, beleidskaders of wetenschappelijke literatuur; in andere gevallen zijn zij pragmatisch vastgesteld op basis van deskundige afweging.	66
1	Infographic Herijking Deltabeslissing Ruimtelijke Adaptatie (Deltaprogramma (2021), p. 72) . . .	94

Lijst van tabellen

3.1	Overzicht van de kwaliteitscriteria voor klimaatadaptatie-indicatoren, gebaseerd op academische literatuur, met bijbehorende toelichtingen per criterium.	20
5.1	Overzicht van de geselecteerde klimaatatlassen en bijbehorende overheidsinstanties	33
5.2	Beoordeling van de geselecteerde indicatoren voor het klimaatlabelsysteem aan de kwaliteitseisen van het academisch toetskader, met de symbolen: ✓ (voldoet), ~ (gedeeltelijk/onzeker), ✗ (voldoet niet).	38
6.1	Klimaatlabels <i>Waterdiepte bij hevige bui</i>	51
6.2	Klimaatlabels <i>Begaanbaarheid wegen</i>	52
6.3	Klimaatlabels <i>Kwetsbaarheid panden</i>	53
6.4	Klimaatlabels <i>Gevoelstemperatuur</i>	54
6.5	Klimaatlabels <i>Afstand tot koelte</i>	55
6.6	Klimaatlabels <i>Schaduw op wandel- en fietspaden</i>	55
6.7	Klimaatlabels <i>GLG</i>	56
6.8	Klimaatlabels <i>Risico paalrot</i>	57
6.9	Klimaatlabels <i>Overstromingsdiepte</i>	58
6.10	Klimaatlabels <i>Overstromingskans</i>	59
6.11	Klimaatlabels <i>Bodemdaling 2020–2050</i>	60
6.12	Klimaatlabels <i>GHG</i>	61
6.13	Klimaatlabels <i>3-30-300-regel (totaalscore)</i>	62
6.14	Klimaatlabels <i>Verstening straten</i>	63
6.15	Klimaatlabels <i>Verstening tuinen</i>	64
6.16	Klimaatlabels <i>Risico opwarming oppervlaktewater</i>	65
7.1	Overzicht van de groepsindeling en functies van de deelnemers aan de workshop	69
1	Overzicht van geselecteerde klimaatatlassen per Overheidsinstantie	95

Nomenclatuur

Kernbegrippen

Begrip	Definitie
Indicatoren	Meetbare variabelen die veranderingen in klimaateffecten, risico's of adaptatieprocessen zichtbaar maken en daarmee de voortgang en effectiviteit van beleid inzichtelijk maken (Adaptation Committee, 2023).
Klimaatadaptatie	Het proces van aanpassing aan huidige of toekomstige klimaateffecten om kwetsbaarheden te verkleinen en schade te beperken en waar mogelijk kansen te benutten (IPCC, 2023).
Klimaatbestendigheid	De mate waarin een systeem of gebied in staat is om negatieve effecten van klimaatverandering en klimaatextremen te weerstaan, te absorberen en zich aan te passen, zodat schade wordt beperkt en vitale functies behouden blijven (IPCC, 2023). Klimaatbestendigheid verwijst daarmee naar de actuele toestand of uitkomst, in tegenstelling tot klimaatadaptatie dat het proces van beleids- en maatregelgerichte aanpassing beschrijft.
Klimaatextremen	Waarden van een klimaat- of weersvariabele aan de boven- of onderkant van het gebruikelijke spectrum, zoals hittegolven, piekbuien of langdurige droogte (IPCC, 2023).
Klimaatinformatiesysteem	Een systeem dat klimaatgegevens en indicatoren bundelt en beschikbaar stelt ter ondersteuning van besluitvorming, gebaseerd op wetenschappelijk betrouwbare informatie en afgestemd op gebruikersbehoeften (IPCC, 2023).
Klimaatlabel	Score op een vaste schaal van A tot E die per indicator de klimaatbestendigheid van een locatie weergeeft. Het label vertaalt klimaatgegevens naar een geclassificeerde vorm, zodat locaties op gestandaardiseerde wijze onderling kunnen worden vergeleken. Klimaatlabels kunnen zowel gebaseerd zijn op de huidige situatie als op toekomstige klimaatscenario's.
Klimaatverandering	Langdurige verschuiving in gemiddelde waarden en extremen van het klimaatstelsel, veroorzaakt door natuurlijke processen en menselijke activiteiten zoals uitstoot van broeikasgassen en landgebruik (IPCC, 2023).
Kwetsbaarheid	De mate waarin een systeem gevoelig of vatbaar is voor negatieve gevolgen van klimaatverandering en een gebrek aan capaciteit heeft om zich aan te passen (IPCC, 2023).
Maladaptatie	Onbedoelde gevolgen van adaptatiemaatregelen die kwetsbaarheid vergroten, ongelijkheid versterken of blijvende schade veroorzaken (Adaptation Committee, 2023; IPCC, 2023).
Monitoring en Evaluatie	Het systematisch volgen en beoordelen van adaptatiemaatregelen om effectiviteit, doelmatigheid en voortgang te bepalen en beleid bij te sturen (Adaptation Committee, 2023).
Risico	Het potentieel voor nadelige gevolgen dat voortkomt uit de interactie tussen klimaatgerelateerde gevaren (hazards), blootstelling (exposure) en kwetsbaarheid (vulnerability) (IPCC, 2023).

Afkortingen

Afkorting	Definitie
AHN	Actueel Hoogtebestand Nederland.
ArcPy	Python-module voor het automatiseren van ArcGIS-bewerkingen.
BAG	Basisregistratie Adressen en Gebouwen (Nederland).
BGT	Basisregistratie Grootchalige Topografie (Nederland).
BZK	Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties.
CAS	Climate Adaptation Services (kennisorganisatie).
CBS	Centraal Bureau voor de Statistiek.
DPRA	Deltaplan Ruimtelijke Adaptatie.
EZ	(Voormalig) Ministerie van Economische Zaken.
GHG	Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand.
GIS	Geografisch Informatiesysteem.
GLG	Gemiddeld Laagste Grondwaterstand.
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change.
ISO	International Organization for Standardization (bijv. ISO 9241-11).
IenM	(Voormalig) Ministerie van Infrastructuur en Milieu.
IenW	Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat.
KNMI	Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut.
KBS	Klimaatbestendige Stad.
LNV	Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.
M&E	Monitoring en Evaluatie.
NAS	Nationale Klimaatadaptatiestrategie.
NMK	Nationale Monitor Klimaatadaptatie.
NKWK	Nationaal Kennis- en Innovatieprogramma Water en Klimaat.
NWB	Nationaal Wegenbestand.
PC6	Postcode-6 (4 cijfers + 2 letters; kleinste NL-postcode-eenheid).
PET	Physiological Equivalent Temperature.
RMK	Regionale Monitor Klimaatadaptatie.
TU Delft	Technische Universiteit Delft.
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change.
VenW	(Voormalig) Ministerie van Verkeer en Waterstaat.
VROM	(Voormalig) Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer.

1

Introductie

Klimaatverandering is geen toekomstscenario, maar realiteit. In 2024 werd Europa getroffen door uiteenlopende weersextremen. Waar de ene regio kampte met hittegolven en ernstige droogte, kreeg de andere juist te maken met zware regenval en grootschalige overstromingen (KNMI, 2025b). Ook in Nederland volgden hitte, zware neerslag en wateroverlast elkaar in hoog tempo op. Voor het tweede jaar op rij werd het warmterecord verbroken en viel er aanzienlijk meer neerslag dan normaal (KNMI, 2025a). Van steden en dorpen die tijdens hittegolven ondraaglijk heet worden tot straten die bij extreme regenval onder water staan, van landbouwgronden en natuur die uitdrogen tot rivieren die buiten hun oevers treden: de kwetsbaarheid van onze leefomgeving wordt zichtbaarder. Terwijl het weer grilliger wordt en de gevolgen tastbaarder worden, groeit de druk om voorbereid te zijn. Weten we waar de grootste kwetsbaarheden liggen? Kunnen we tijdig en gericht handelen? En hoe zorgen we ervoor dat onze steden en dorpen bestand zijn tegen deze nieuwe realiteit?

Die vragen vormen de kern van dit onderzoek. Deze thesis is geschreven voor de master Water Management aan de Technische Universiteit Delft. Het onderzoek combineert theorie en praktijk, waarbij academische inzichten en de dagelijkse realiteit van klimaatadaptatie samenkomen. Dit hoofdstuk introduceert de thesis vanuit beide perspectieven. Eerst wordt het onderzoek geplaatst in de internationale context van klimaatadaptatie (Paragraaf 1.1), daarna volgt de Nederlandse praktijk (Paragraaf 1.2). Vervolgens komen de probleemstelling (Paragraaf 1.3), de casus gemeente Kaag en Braassem (Paragraaf 1.4), de onderzoeksdoelen (Paragraaf 1.5) en de onderzoeksvragen (Paragraaf 1.6) aan bod. Het hoofdstuk sluit af met een leeswijzer (Paragraaf 1.7).

1.1. Klimaatadaptatie wereldwijd

De groeiende impact van klimaatverandering

Klimaatverandering leidt tot aanzienlijke schade aan natuur en samenleving. Deze klimaateffecten bedreigen direct de volksgezondheid, de kwaliteit van de leefomgeving en de werking van vitale infrastructuur. Zonder aanvullende adaptatiemaatregelen neemt het risico toe naarmate de aarde verder opwarmt (IPCC, 2023). De toenemende blootstelling van de leefomgeving aan klimaatrisico's vraagt om meer dan incidentele maatregelen: het vereist een fundamentele integratie van klimaatadaptatie in ruimtelijk beleid en planning op lokaal niveau (Diaz e.a., 2024). Effectieve klimaatadaptatie draait daarbij om meer dan alleen het voorkomen van directe schade. Het vereist een integrale benadering waarbij kwetsbaarheden doelgericht worden verminderd en de gebouwde omgeving wordt aangepast aan veranderende omstandigheden. Dit betekent niet alleen voorbereid zijn op extreme weersomstandigheden, maar ook het vermogen ontwikkelen om te anticiperen en essentiële functies snel te herstellen na verstoringen. Daarnaast is het essentieel lessen te trekken uit eerdere klimaatextremen om beter bestand te zijn tegen toekomstige risico's. Op de lange termijn vraagt dit om structurele aanpassingen en transformaties binnen zowel menselijke als natuurlijke systemen (Jacob e.a., 2022; Wilden & Feldmeyer, 2021). Daarom is klimaatadaptatie geen eenmalige opgave, maar een continu proces dat vraagt om

snelle, gerichte en langdurige inspanningen om nadelige gevolgen van klimaatverandering te beperken (IPCC, 2023).

De sleutelrol van monitoring en evaluatie

Om dit voortdurende proces richting te geven en te beoordelen of maatregelen effectief zijn, is monitoring en evaluatie (M&E) onmisbaar. Monitoring richt zich op het systematisch volgen van veranderende klimaat-effecten en kwetsbaarheden, evenals de voortgang van uitgevoerde maatregelen. Evaluatie beoordeelt deze informatie en stelt vast in hoeverre de maatregelen effectief zijn en voldoende bijdragen aan het beperken van klimaatrisico's. Samen vormen monitoring en evaluatie een cyclisch proces van volgen, beoordelen en aanpassen, waarmee klimaatadaptatiebeleid continu kan worden verbeterd (Adaptation Committee, 2023). Binnen internationale kaders, zoals het Klimaatakkoord van Parijs, wordt M&E erkend als voorwaarde voor effectief klimaatadaptatiebeleid. Lidstaten worden aangemoedigd om structureel te monitoren, evalueren en leren van hun aanpassingsstrategieën (Adaptation Committee, 2023). Daarnaast benadrukken zowel de Adaptation Committee als het IPCC dat M&E-systemen onmisbaar zijn voor effectief en iteratief risicomanagement, rechtvaardige en doeltreffende adaptatie, en klimaatbestendige ontwikkeling (Adaptation Committee, 2023; IPCC, 2023). Juist op lokaal niveau, waar de gevolgen van klimaatverandering het sterkst voelbaar zijn, is een goed functionerend M&E-systeem cruciaal.

Binnen elk M&E-systeem vormen indicatoren het fundament. Ze maken relevante klimaatdata meetbaar door ze te vertalen naar concrete variabelen en maken het mogelijk om de voortgang van adaptatie-inspanningen in de tijd te volgen (Adaptation Committee, 2023). Indicatoren kunnen bijvoorbeeld inzicht geven in de waterdiepte op straat na een extreme regenbui, de hittestress in een wijk tijdens een hittegolf, of de kwetsbaarheid voor overstromingen. Daarmee maken ze zichtbaar hoe kwetsbaarheden ruimtelijk verschillen, in de tijd veranderen en in hoeverre maatregelen bijdragen aan klimaatbestendigheid (Feldmeyer e.a., 2019). Tegelijkertijd is de ontwikkeling van indicatoren nooit neutraal. De keuzes over wat, hoe en vanuit welk referentiekader wordt gemeten, bepalen welke aspecten van de werkelijkheid worden belicht en welke buiten beeld blijven. Daarmee zijn indicatoren meer dan alleen meetinstrumenten. Ze worden breed gezien als het gangbare instrument om academische kennis en politieke praktijk met elkaar te verbinden, doordat ze complexe inzichten vertalen naar hanteerbare informatie voor besluitvorming (Hinkel, 2011).

Kwaliteitscriteria voor indicatoren

Voor het effectief functioneren van een M&E-systeem moeten indicatoren aan specifieke voorwaarden voldoen. De literatuur benadrukt allereerst het belang van relevantie. Indicatoren moeten aansluiten op de lokale context en klimaatopgaven, en tegelijkertijd expliciet gekoppeld zijn aan beleidsdoelen, zodat zij functioneren als sturingsinstrument dat keuzes richting geeft (Amorim-Maia & Olazabal, 2024; Feldmeyer e.a., 2019). Daarnaast wijzen verschillende studies op het belang van betrouwbaarheid. Indicatoren moeten zijn opgebouwd volgens een transparante methode, met heldere uitgangspunten en aannames, en gebaseerd zijn op actuele en representatieve data die gevoelig is voor ruimtelijke verschillen en veranderingen. Op die manier kunnen zij op consistente wijze worden gebruikt voor monitoring en evaluatie (Adaptation Committee, 2023; Brown e.a., 2018; Jacob e.a., 2022; Solecki & Rosenzweig, 2020). De literatuur stelt daarnaast dat indicatoren duidelijkheid moeten bieden. Ze moeten zichtbaar maken waar kwetsbaarheden zich bevinden en welke onderliggende mechanismen daarbij een rol spelen. Daarnaast moeten zij inzicht geven in de effecten van maatregelen in de tijd en daarmee het gericht bijsturen van adaptatiebeleid mogelijk maken. Dit is cruciaal in de complexe context van klimaatadaptatie, waar voortdurend wordt geëvalueerd hoe kwetsbaarheden zich ontwikkelen (Brown e.a., 2018; Solecki & Rosenzweig, 2020; Wilden & Feldmeyer, 2021). Tot slot wordt het belang van verbinding onderstreept. Indicatoren moeten bestuurlijke samenwerking en afstemming tussen bestuurslagen en beleidsdomeinen bevorderen. Daarnaast dienen zij complexe informatie toegankelijk te maken voor het brede publiek en maatschappelijke partijen, zodat participatie en betrokkenheid worden versterkt. Wanneer beide functies worden vervuld, dragen indicatoren effectief bij aan een samenhangende en rechtvaardige aanpak van klimaatadaptatie (Adaptation Committee, 2023; Amorim-Maia & Olazabal, 2024; IPCC, 2023; Solecki & Rosenzweig, 2020). Deze kwaliteitscriteria worden in Hoofdstuk 3 uitgewerkt tot een toetskader dat in het vervolg van dit onderzoek wordt toegepast.

1.2. Klimaatadaptatie in Nederland

Het Nederlandse klimaatadaptatiebeleid

Ook in Nederland staat klimaatadaptatie steeds nadrukkelijker op de agenda. Al in 2008 benadrukte de Deltacommissie dat een duurzame ruimtelijke inrichting noodzakelijk is om het land op de lange termijn veilig te houden tegen overstromingen en aantrekkelijk te laten blijven voor wonen, werken, recreëren en investeren (Deltacommissie, 2008). De oproep van de Deltacommissie vond al snel gehoor in de vorm van het Deltaprogramma, dat werd opgericht om de lange termijn waterveiligheid en zoetwaterbeschikbaarheid te waarborgen (Ministerie van VenW, LNV en VROM, 2010). In de daaropvolgende jaren groeide echter het besef dat effectieve klimaatadaptatie een bredere benadering vereist dan de traditionele focus op waterbeheer. Dit inzicht mondde in 2015 uit in de Deltabeslissing Ruimtelijke Adaptatie, waarin overheden de ambitie vastlegden om Nederland uiterlijk in 2050 klimaatbestendig en waterrobuust in te richten (Ministerie van IenM en EZ, 2014). De ambitie werd in 2018 geconcretiseerd met het Deltaplan Ruimtelijke Adaptatie (DPRA), dat de koers uitzette voor een klimaatbestendige ruimtelijke ontwikkeling (Ministerie van IenW, 2017). Het DPRA introduceerde een verplichte zesjaarlijkse cyclus die de basis vormt van lokaal klimaatadaptatiebeleid. In elke ronde voeren gemeenten in samenwerking met waterschappen en provincies eerst een stresstest uit om kwetsbaarheden in beeld te brengen, vervolgens organiseren zij risicodialogen om deze te bespreken, en ten slotte leggen zij de afspraken vast in uitvoeringsagenda's. Zo worden risico's systematisch geanalyseerd, beleidsstrategieën afgestemd en maatregelen gepland en uitgevoerd.

In de jaren na de vaststelling van het DPRA werd duidelijk dat de structurele monitoring van klimaatadaptatie op lokaal niveau nog onvoldoende ontwikkeld was. Onderzoek binnen het Nationaal Kennis- en Innovatieprogramma Water en Klimaat – Klimaatbestendige Stad (NKWK-KBS) liet zien dat veel indicatoren onvoldoende waren uitgewerkt, dat voor meerdere indicatoren onvoldoende landelijke data beschikbaar was, en dat niet alle indicatoren geschikt waren voor aggregatie naar verschillende schaalniveaus (Deltares e.a., 2022). Om deze tekortkomingen aan te pakken, besloot de stuurgroep van het DPRA een Nationale Monitor Klimaatadaptatie (NMK) te laten ontwikkelen, die vanaf 2026 inzicht moet geven in de voortgang en effectiviteit van klimaatadaptatie op landelijk niveau (Ministerie van IenW, 2024). Tegelijk ontstond de behoefte om al op kortere termijn inzicht te krijgen in de lokale voortgang van klimaatadaptatie. Daarom werd onder de vlag van het DPRA het traject Regionale Monitor Klimaatadaptatie (RMK) opgezet, als een verkenning naar een monitoringssystematiek die decentrale overheden kan helpen meer zicht te krijgen op de effecten van klimaatadaptatiemaatregelen. De resultaten van dit traject bieden een gelaagd raamwerk met landelijke, lokale en procesindicatoren, bedoeld als eerste stap naar structurele monitoring op decentraal niveau (Ministerie van IenW, 2024).

Klimaatadaptatie-instrumenten in de Nederlandse praktijk

Tegelijk met de beleidsvorming is in Nederland een breed palet aan klimaatadaptatie-instrumenten ontwikkeld. Een centraal platform hierin is de openbare *Klimaat-effectatlas*. Deze atlas omvat vier onderdelen met uiteenlopende functies, van kwetsbaarheidsanalyse tot scenarioverkenning. Zo toont de *Kaartviewer* ruimtelijke visualisaties van klimaatindicatoren die inzicht bieden in effecten, risico's, kwetsbaarheden en kansen. Daarnaast bieden *Kaartverhalen* per indicator een toelichting op wat de kaart toont, wie de informatie heeft ontwikkeld en hoe deze kan worden gebruikt. Verder laten de *Klimaatscenario's* zien hoe effecten zich in de toekomst onder verschillende klimaatscenario's kunnen ontwikkelen. Tot slot presenteert het *Buurtdashboard* klimaatindicatoren op buurniveau. De onderliggende data uit de *Kaartviewer* is hiervoor geaggregeerd volgens de wijk- en buurtindeling van het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS), waardoor gemeenten inzicht krijgen in lokale verschillen in klimaatbestendigheid.

Naast praktische instrumenten zijn in Nederland ook normstellende kaders ontwikkeld die richting geven aan klimaatadaptatieve ruimtelijke inrichting. Voorbeelden hiervan zijn de Landelijke Maatlat Groene Klimaatadaptatieve Gebouwde Omgeving (Ministeries van BZK, IenW en LNV, 2023) en het Ruimtelijk Afwegingskader (Ministeries van IenW en BZK, 2024). Deze kaders bevatten richtlijnen en afwegingsstappen voor klimaatadaptatief bouwen en inrichten, en ondersteunen met name de plan- en besluitvorming op lokaal niveau. Parallel daaraan wordt geëxperimenteerd met nieuwe visuele en communicatieve benaderingen in de vorm van klimaatlabels¹. Deze labels classificeren gebouwen, straten of buurten op thema's als hitte, wateroverlast en droogte, verge-

¹Score op een vaste schaal van A tot E die per indicator de klimaatbestendigheid van een locatie weergeeft. Het label vertaalt klimaatdata naar een geclassificeerde vorm, zodat locaties op gestandaardiseerde wijze onderling kunnen worden vergeleken. Klimaatlabels kunnen gebaseerd zijn op de huidige situatie of op toekomstige klimaatscenario's.

lijikbaar met de schaal van energielabels. Ze vertalen complexe klimaatdata naar een gestandaardiseerde score, waardoor locaties onderling vergelijkbaar worden en beleidsmakers de mogelijkheid krijgen gerichter besluiten te nemen. Daarnaast worden klimaatlabels vaak gezien als hulpmiddel voor communicatie over risico's en bewustwording onder inwoners. Voorbeelden hiervan zijn *BlueLabel*, dat risicoscores per gebouw geeft (Achmea, Nelen & Schuurmans, Haskoning, 2017), *Staat van je Straat*, dat klimaatrisico's op straatniveau zichtbaar maakt (Sweco, 2018), en de klimaatlabels van Haskoning, die op elk gewenst gebiedsniveau kunnen worden ontwikkeld (Haskoning, 2024). De meerwaarde van klimaatlabels wordt breed erkend, al blijft de toepassing in de beleidspraktijk vooralsnog beperkt. Het Ministerie van IenW (2024) wijst erop dat klimaatlabels steeds vaker worden gezien als kansrijk instrument voor beleidssturing en monitoring, maar dat de ontwikkeling en implementatie nog in een beginstadium verkeren. Systematisch onderzoek naar de bruikbaarheid, toepasbaarheid en effectiviteit van klimaatlabels is tot op heden beperkt.

1.3. Probleemstelling

Hevigere regenbuien zetten straten blank, wekenlange hittegolven maken de leefomgeving bloedheet en steeds langer aanhoudende droogte zorgt voor watertekorten. Met elk nieuw bewijs van extremer weer groeit de druk om precies te weten waar de grootste kwetsbaarheden zitten, waar de prioriteiten moeten liggen, welke maatregelen nodig zijn en hoe kan worden nagegaan of die maatregelen voldoende effect hebben. Zonder duidelijke en betrouwbare indicatoren, ondersteund door begrijpelijke kaarten en andere visuele instrumenten die risico's ruimtelijk zichtbaar maken, blijft het stellen van lokale prioriteiten grotendeels giswerk. Het gevaar is dat keuzes worden gebaseerd op onvolledige of onduidelijke informatie, waardoor de koers in feite met de natte vinger wordt bepaald.

Problemen in de praktijk

In de praktijk leunen ambtenaren vooral op openbare instrumenten zoals de *Kaartviewer* en het *Buurtdashboard*. Deze bieden ruimtelijke data over klimateffecten, maar sluiten vaak niet aan op het schaalniveau waarop lokale beslissingen worden genomen. Fijnmazige rasterkaarten, zoals in de *Kaartviewer*, hebben een zodanig detailniveau dat ze lastig te vertalen zijn naar projectniveau, terwijl de aggregatie van klimateffecten naar buurtniveau in het *Buurtdashboard* juist verschillen in lokale kwetsbaarheden verhult. Ook ontbreekt de mogelijkheid om lokale data te integreren en de instrumenten af te stemmen op specifieke beleidsdoelen. Voor beleidsmedewerkers klimaatadaptatie betekent dit dat de beschikbare data eerst moet worden vertaald naar concrete inzichten voordat deze bruikbaar is voor de onderbouwing van keuzes en de sturing van uitvoering. Dit vormt een hoge drempel voor samenwerking met collega's uit andere vakgebieden, voor verantwoording aan bestuurders en voor communicatie en participatie met inwoners. Brede toegankelijkheid en integraliteit, die juist voor effectieve klimaatadaptatie noodzakelijk zijn, komen daardoor onvoldoende tot stand. Waar commerciële klimaatlabelsystemen aantonen dat een passend schaalniveau, lokaal maatwerk en een begrijpelijke presentatie technisch mogelijk zijn, blijven zij desondanks ontoereikend voor een effectieve monitoring en evaluatie. Doordat deze systemen in eigendom blijven van de aanbieders, zijn gemeenten voor updates en herberekeningen altijd afhankelijk van een externe partij. Hierdoor ontbreekt de mogelijkheid om het model zelfstandig te actualiseren, af te stemmen op geactualiseerde beleidsdoelen of opnieuw door te rekenen na ruimtelijke ingrepen. Gemeenten beschikken zo niet over een instrument dat zij volledig naar eigen inzicht kunnen gebruiken, waardoor de praktische bruikbaarheid sterk beperkt blijft. Naast deze beperkingen van klimaatinformatiesystemen bestaat er ook onduidelijkheid over de kwaliteit van de onderliggende indicatoren. Doordat een breed gedragen kader voor de beoordeling van indicatoren ontbreekt, nemen veel gemeenten landelijke indicatoren over zonder kritische toetsing, waardoor de onderbouwing van keuzes kwetsbaar blijft.

Academische lacune

Een blik op de academische literatuur suggereert dat de Nederlandse praktijk met de ontwikkeling van klimaatinformatiesystemen verder gevorderd is dan de literatuur tot nu toe weerspiegelt. Studies richten zich vooral op abstracte concepten als adaptieve capaciteit en veerkracht, doorgaans toegepast op provinciaal of nationaal schaalniveau. Onderzoek naar concrete klimaatindicatoren die lokale ruimtelijke verschillen zichtbaar maken, ontbreekt vrijwel geheel, terwijl dit juist relevant is voor de Nederlandse klimaatadaptatiepraktijk. In de literatuur worden regelmatig nieuwe M&E-frameworks en indicatoren voorgesteld, maar het is onduidelijk in hoeverre deze aansluiten op de praktijk. Het ontwikkelen van nieuwe systemen zonder aansluiting bij be-

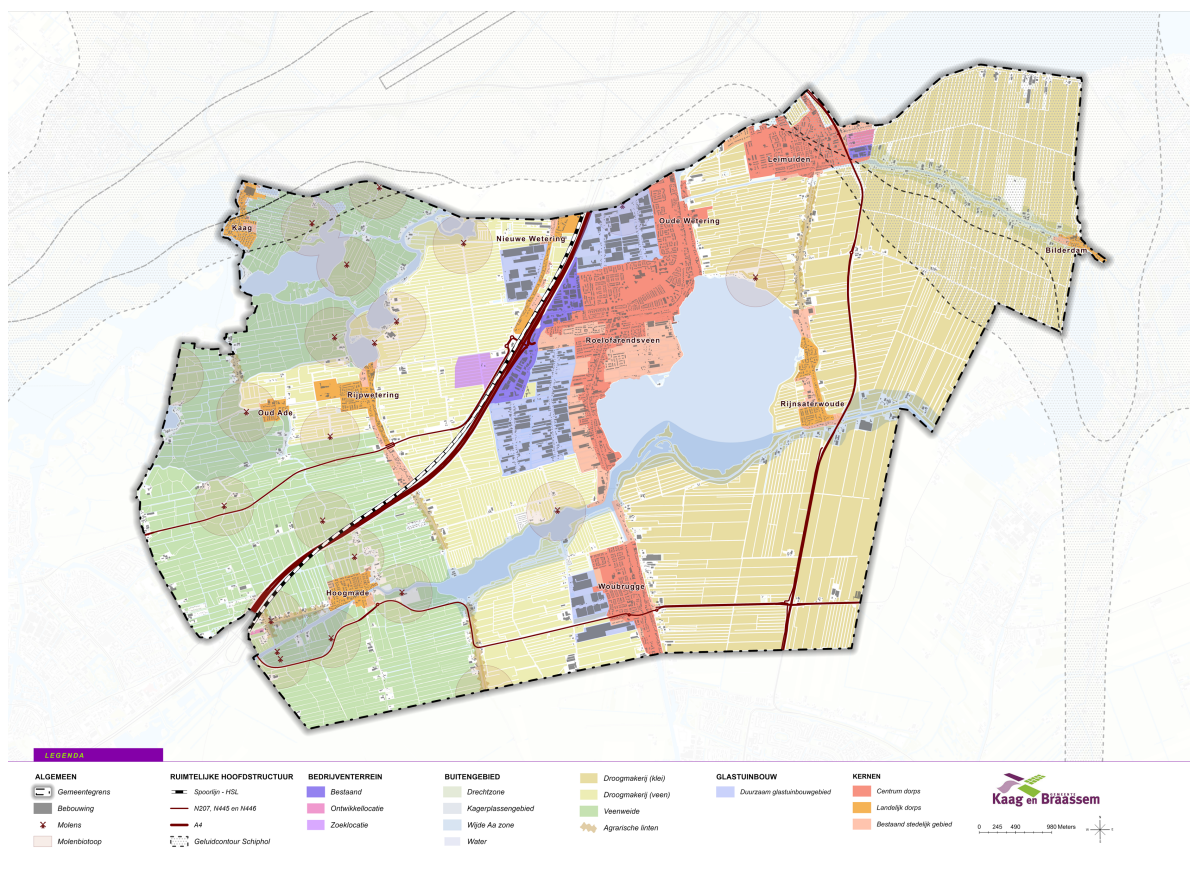
staande kennis en datastructuren leidt tot versnippering. Daarom is het, ondanks hun beperkingen, belangrijk om voort te bouwen op bestaande instrumenten. Door deze kritisch te evalueren en gericht te verbeteren, ontstaat meer kans op oplossingen die toepasbaar zijn en daadwerkelijk doorwerken in besluitvorming. Daarnaast richt de literatuur zich voornamelijk op afzonderlijke klimaatthema's. Naar geïntegreerde systemen die meerdere klimaateffecten in één instrument samenbrengen, is nog nauwelijks onderzoek gedaan. Verder biedt de literatuur een scala aan kwaliteitscriteria voor indicatoren, maar deze blijven veelal op een abstract niveau en zijn nog niet systematisch getoetst aan gangbare indicatoren in de klimaatadaptatiepraktijk.

Aanleiding voor dit onderzoek

De hierboven geschetste tekortkomingen onderstrepen dat er niet alleen afzonderlijke knelpunten bestaan in praktijk en wetenschap, maar ook een kloof tussen beide domeinen. Gemeenten zijn aangewezen op klimaat-informatiesystemen die onvoldoende ondersteuning bieden voor monitoring en evaluatie en vaak indicatoren bevatten waarvan de kwaliteit nog niet overtuigend is aangetoond. Tegelijkertijd ontbreekt in de wetenschap onderzoek naar de toepasbaarheid en effectiviteit van dergelijke systemen in de praktijk. Dit vraagt om onderzoek dat vertrekt vanuit bestaande instrumenten, indicatoren systematisch toetst aan wetenschappelijke maatstaven en deze bundelt in een klimaatinformatiesysteem dat wel aansluit bij de behoeften van gemeenten.

1.4. Casus: gemeente Kaag en Braassem

De gemeente Kaag en Braassem fungeert als casus vanwege de unieke mogelijkheid om het onderzoek te combineren met een parttime functie binnen de gemeentelijke organisatie als adviseur stedelijk water en klimaatadaptatie. Deze combinatie van onderzoek en praktijk biedt directe inzichten in de lokale uitdagingen en behoeften rondom klimaatadaptatie. Zo ontstaat de kans om academische inzichten te verbinden met de dagelijkse praktijk en een sturingsinstrument te ontwikkelen dat beter aansluit bij de behoeften van gemeenten.



Figuur 1.1: Overzichtskartaal van de gemeente Kaag en Braassem, met de belangrijkste ruimtelijke structuren ter illustratie van de geografische context van het onderzoek (Gemeente Kaag en Braassem, 2024a, p. 122).

De gemeente Kaag en Braassem ligt aan de westelijke rand van het Groene Hart, tussen de gemeenten Alphen aan den Rijn en Haarlemmermeer. Het landschap wordt gekenmerkt door uitgestrekte polders en veenweiden, afgewisseld met dorpskernen, lintbebouwing langs wegen en watergangen en agrarische gebieden. Grote waterrijke gebieden, zoals de Kagerplassen, het Braassemmermeer en de Wijde Aa, geven de gemeente een open en waterrijke uitstraling. Daarnaast komen glastuinbouwgebieden en bedrijventerreinen voor die het landschapelijke karakter aanvullen (Figuur 1.1). Deze gebiedskenmerken maken Kaag en Braassem typerend voor het Groene Hart, maar gaan tegelijkertijd gepaard met een grote kwetsbaarheid voor klimaatverandering. Zo leidt extreme neerslag regelmatig tot wateroverlast, terwijl warme zomerdagen hittestress veroorzaken in de dorpen en zomerse droogte problemen geeft in de landbouw. Daarnaast spelen structurele uitdagingen als bodemdaling door veenoxidatie, hoge grondwaterstanden door beperkte drooglegging en een verhoogd overstromingsrisico nabij boezemwater. Ten slotte vragen ecologische vraagstukken om blijvende aandacht, zoals het versterken van biodiversiteit en het verbeteren van de waterkwaliteit.

In de gemeente Kaag en Braassem ontbreekt een vaste aanpak voor klimaatadaptatie. Tot voor kort was er geen structurele inzet op dit thema, uitgevoerde stresstesten worden niet benut en een klimaatadaptatiestrategie is nooit formeel vastgesteld. Net als veel andere kleine gemeenten in Nederland kampt Kaag en Braassem met uiteenlopende klimaatopgaven, terwijl beperkte ambtelijke capaciteit en middelen leiden tot een sterke afhankelijkheid van ontoereikende openbare instrumenten. Desondanks dringt de urgentie van klimaatadaptatie intern steeds meer door en groeit de wens om hierin concrete stappen te zetten. Deze combinatie van knelpunten en ambities maakt Kaag en Braassem tot een relevante casus om te onderzoeken hoe een bruikbaar instrument kan worden ontwikkeld dat kwetsbaarheden op lokaal niveau inzichtelijk maakt en besluitvorming ondersteunt.

1.5. Doelstellingen

Het doel van dit onderzoek is een klimaatlabelsysteem te ontwerpen dat lokale klimaatbestendigheid zichtbaar maakt. Het onderzoek beoogt daarmee een concreet instrument te bieden voor het prioriteren van maatregelen en het monitoren en evalueren van voortgang, zodat gemeenten gerichter en effectiever stappen kunnen zetten in de uitvoering van klimaatadaptatie. Om dit hoofddoel te bereiken zijn vijf deeldoelstellingen geformuleerd:

- **Integreren:** Het samenbrengen van kwaliteitscriteria voor klimaatadaptatie-indicatoren uit de academische literatuur in een toetskader, om een fundament te bieden voor de beoordeling van de bruikbaarheid van indicatoren.
- **Contextualiseren:** Het in kaart brengen van de ontwikkeling van het Nederlandse klimaatadaptatiebeleid en van de huidige klimaatadaptatie-instrumenten, om de bestuurlijke en instrumentele context inzichtelijk te maken waarbinnen het beoogde klimaatlabelsysteem moet functioneren.
- **Analyseren:** Het inventariseren van indicatoren in de Nederlandse klimaatadaptatiepraktijk, het selecteren van geschikte indicatoren voor opname in het labelsysteem, en het toetsen van deze selectie aan het toetskader, om inzicht te verkrijgen in de kwaliteit, beperkingen en verbeterpunten van gangbare indicatoren in Nederland.
- **Ontwikkelen:** Het ontwerpen van een interactief klimaatinformatiesysteem in de vorm van klimaatlabels, voortbouwend op bestaande instrumenten en indicatoren, op het schaalniveau van postcode-6 (PC6)², om een reproduceerbaar prototype te bieden dat inzetbaar is in de praktijk.
- **Evalueren:** Het testen van het ontwikkelde klimaatinformatiesysteem met medewerkers van de gemeente Kaag en Braassem in een casusgerichte workshop, om inzicht te verkrijgen in de bruikbaarheid en toepasbaarheid van het systeem in de gemeentelijke organisatie.

²Postcode-6 verwijst naar een Nederlands postcodegebied bestaande uit zes tekens (vier cijfers en twee letters), bijvoorbeeld 1234 AB

1.6. Onderzoeksvragen

Op basis van de probleemstelling en de doelstellingen is de volgende centrale onderzoeksvraag geformuleerd:

Hoe kan een klimaatinformatiesysteem in de vorm van PC6-klimaatlabels bijdragen aan monitoring en evaluatie van lokale klimaatbestendigheid?

Deze hoofdvraag vormt de centrale lijn van het onderzoek. Via een stapsgewijze aanpak, van literatuurstudie tot praktijkanalyse en van systeemontwikkeling tot gebruikersevaluatie, wordt toegewerkt naar een reproduceerbaar prototype dat inzetbaar is voor de monitoring en evaluatie van klimaatbestendigheid op PC6-niveau, en dat gemeenten ondersteunt bij het prioriteren van klimaatadaptatiemaatregelen. De hoofdvraag is uitgewerkt in vijf deelvragen, die elk corresponderen met een van de doelstellingen en samen de opeenvolgende fasen van het onderzoek volgen.

1. Welke kwaliteitscriteria uit de literatuur kunnen worden samengebracht in een toetskader voor klimaatadaptatie-indicatoren?

De effectiviteit van een klimaatinformatiesysteem valt of staat met de kwaliteit van de gehanteerde indicatoren. Dit eerste onderzoeksdeel omvat een systematisch-narratieve literatuurstudie die inzicht oplevert in de kenmerken van bruikbare klimaatadaptatie-indicatoren. De bevindingen worden samengebracht in een toetskader met vier hoofdcriteria, dat als fundament dient voor de beoordeling van de indicatoren in de volgende fasen.

2. Hoe heeft het Nederlandse klimaatadaptatiebeleid zich ontwikkeld en welke randvoorwaarden voor een lokaal klimaatlabelsysteem volgen uit de huidige klimaatadaptatie-instrumenten?

Een lokaal inzetbaar klimaatlabelsysteem moet aansluiten bij de praktijk waarin gemeenten opereren. Daarom richt deze deelvraag zich op het Nederlandse klimaatadaptatiebeleid en de instrumenten die in de praktijk worden toegepast. De verkenning laat zien hoe de landelijke aanpak zich heeft ontwikkeld tot een standaardwerkwijze waarin stresstesten, risicodialogen en uitvoeringsagenda's centraal staan. Daarnaast worden de bestaande instrumenten in kaart gebracht en de bijbehorende knelpunten benoemd. Op basis van deze systematische analyse worden de randvoorwaarden zichtbaar die richting geven aan het ontwerp van het klimaatlabelsysteem in de volgende fasen van het onderzoek.

3. Welke indicatoren worden in Nederland gebruikt om lokale klimaatbestendigheid te meten, en in hoeverre voldoet de selectie voor opname in een klimaatlabelsysteem aan het toetskader?

In dit onderdeel van het onderzoek wordt een inventarisatie gemaakt van de gebruikte indicatoren voor het meten van lokale klimaatbestendigheid in Nederland. De analyse richt zich op hun thematiek (zoals hitte of wateroverlast), hun type (zoals effecten of gebiedskenmerken) en het aantal organisaties dat deze indicator gebruikt. Op basis hiervan volgt een selectie van indicatoren voor opname in het klimaatlabelsysteem, die vervolgens aan de hand van het toetskader worden beoordeeld. Zo ontstaat inzicht in de mate waarin de indicatoren aan de kwaliteitseisen voldoen en waar nog ruimte ligt voor verbetering.

4. Hoe kan een interactief klimaatinformatiesysteem in de vorm van PC6-klimaatlabels worden ontwikkeld dat klimaatbestendigheid op lokaal niveau inzichtelijk maakt?

De vierde deelvraag markeert de overgang van analyse naar ontwerp. Op basis van de randvoorwaarden en geselecteerde indicatoren uit de Nederlandse praktijk wordt een interactief klimaatlabelsysteem ontwikkeld. Binnen de verschillende klimaatthema's krijgt elk postcodegebied per indicator een score die de klimaatbestendigheid weergeeft. In deze fase wordt uiteengezet welke databronnen worden gebruikt, hoe de brondata wordt verwerkt tot klimaatlabels, welke classificatiedrempels daarbij worden toegepast en hoe deze onderdelen samenkomen in een online klimaatlabelsysteem.

5. Hoe beoordelen medewerkers van de gemeente Kaag en Braassem het klimaatlabelsysteem op bruikbaarheid aan de hand van een casusgerichte toepassing?

In de afrondende fase van het onderzoek wordt onderzocht hoe eindgebruikers het ontwikkelde systeem ervaren in de praktijk. In een workshop passen medewerkers van de gemeente Kaag en Braassem het klimaatlabelsysteem toe binnen een casusopdracht. Aansluitend evalueren zij het systeem individueel aan de hand van vier

dimensies van bruikbaarheid van interactieve systemen (ISO 9241-11:2018³): effectiviteit, efficiëntie, tevredenheid en toepasbaarheid. Hiermee ontstaat inzicht in de bruikbaarheid van het systeem binnen de gemeentelijke werkp praktijk.

1.7. Leeswijzer

Deze thesis bestaat uit negen hoofdstukken, opgebouwd zoals weergegeven in Figuur 1.2. Allereerst beschrijft Hoofdstuk 1 de aanleiding, doelen en onderzoeksvragen van het onderzoek en plaatst het in de bredere wetenschappelijke en praktische context. Daaropvolgend behandelt Hoofdstuk 2 de onderzoeksopzet en toegepaste methoden. Hierna brengt Hoofdstuk 3 de academische literatuur over kwaliteitseisen voor klimaatadaptatie-indicatoren samen in een toetskader (deelvraag 1). Aansluitend schetst Hoofdstuk 4 de ontwikkeling van het Nederlandse klimaatadaptatiebeleid en de bestaande klimaatadaptatie-instrumenten in de praktijk (deelvraag 2). Dan analyseert Hoofdstuk 5 de indicatoren die in de Nederlandse praktijk worden gehanteerd, selecteert geschikte kandidaten voor opname in het labelsysteem en toetst deze selectie aan het toetskader (deelvraag 3). Op basis van deze voorbereidende stappen presenteert Hoofdstuk 6 de ontwikkeling van een interactief klimaatlabelsysteem op PC6-niveau (deelvraag 4). Daarna evalueert Hoofdstuk 7 de werking van dit systeem in een casusgerichte workshop met medewerkers van de gemeente Kaag en Braassem (deelvraag 5). Vervolgens bespreekt Hoofdstuk 8 de belangrijkste bevindingen, beperkingen en implicaties. Tot slot bundelt Hoofdstuk 9 de deelvragen en wordt antwoord gegeven op de hoofdvraag.

H1 Introductie
H2 Methodologie
H3 Kwaliteitscriteria voor indicatoren
H4 Klimaatadaptatie in de Nederlandse praktijk
H5 Analyse van indicatoren
H6 Ontwikkeling van het klimaatlabelsysteem
H7 Evaluatie van het klimaatlabelsysteem
H8 Discussie
H9 Conclusie

Figuur 1.2: Leeswijzer van deze thesis. Blauw markeert de hoofdstukken waarin de onderzoeksvragen worden behandeld.

³Ergonomics of human-system interaction Part 11: Usability: Definitions and concepts (International Organization for Standardization, 2018)

2

Methodologie

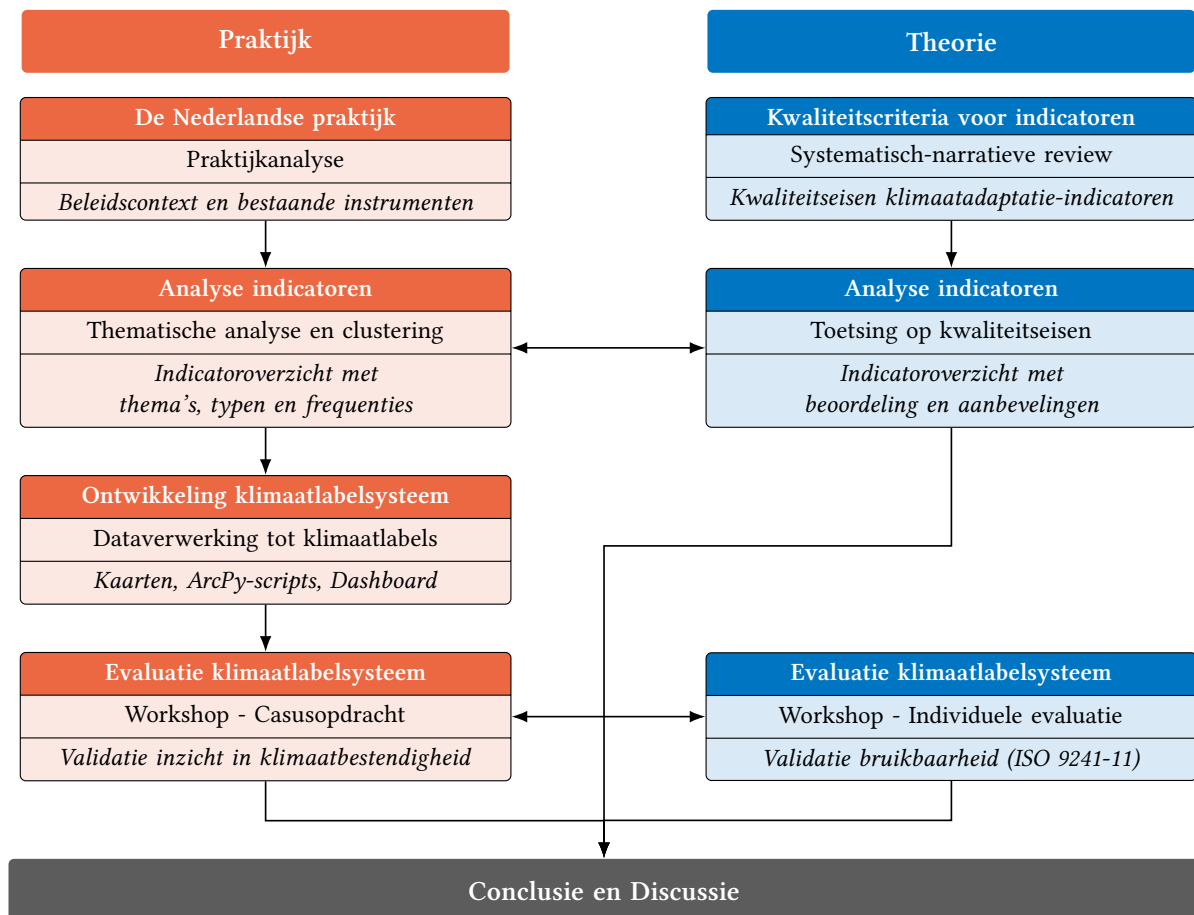
Om te onderzoeken hoe een lokaal toepasbaar klimaatlabelsysteem kan worden ontwikkeld dat gemeenten ondersteunt bij het zichtbaar en stuurbaar maken van klimaatbestendigheid, is een stapsgewijze onderzoeksapproach gevolgd waarin theorie en praktijk elkaar aanvullen. Dit hoofdstuk beschrijft de gekozen methodologie en legt uit hoe het onderzoek is uitgevoerd. Eerst wordt in Paragraaf 2.1 de algemene onderzoeksopzet toegelicht. Vervolgens wordt in Paragraaf 2.2 uitgelegd hoe een toetskader met kwaliteitscriteria voor klimaatadaptatie-indicatoren is ontwikkeld op basis van literatuuronderzoek. In Paragraaf 2.3 wordt toegelicht hoe de Nederlandse beleidscontext en bestaande instrumenten zijn bestudeerd. Daarna beschrijft Paragraaf 2.4 hoe bestaande praktijkindicatoren zijn geanalyseerd, geselecteerd en getoetst aan het toetskader. Daaropvolgend wordt in Paragraaf 2.5 uiteengezet hoe het klimaatlabelsysteem is ontworpen. Tot slot legt Paragraaf 2.6 uit hoe dit systeem in de praktijk is geëvalueerd in een workshop met gemeentelijke medewerkers.

2.1. Onderzoeksopzet

In Nederland bestaat al geruime tijd de overtuiging dat visuele instrumenten, zoals GIS-kaarten, gemeenten kunnen ondersteunen bij klimaatadaptatie. Ook het recent opgekomen idee van klimaatlabels zou hierbij een belangrijke rol kunnen spelen. Tegelijkertijd is onduidelijk in hoeverre, en op welke manier deze instrumenten daadwerkelijk bijdragen aan de praktijk. Dit gebrek aan inzicht wordt versterkt door het beperkte aantal empirische studies naar de toepassing van dergelijke systemen op lokaal niveau. Om dit inzicht te vergroten, is dit onderzoek exploratief opgezet. Deze aanpak is geschikt voor het verkennen van nieuwe, nog weinig onderzochte domeinen, zoals de inzet van klimaatlabels binnen gemeentelijke klimaatadaptatiepraktijken. Vanwege de snelle ontwikkelingen in dit vakgebied is een flexibele aanpak vereist, die ruimte biedt voor nieuwe inzichten die zich tijdens het onderzoek aandienen.

De onderzoeksopzet volgt vijf opeenvolgende fasen, die zowel een theoretisch als een praktisch spoor omvatten, zoals weergegeven in Figuur 2.1. In de eerste fase is een literatuurstudie uitgevoerd naar de kwaliteitseisen voor klimaatadaptatie-indicatoren. Deze studie resulteerde in de ontwikkeling van een toetskader, dat in de volgende fasen is gebruikt om de kwaliteit van indicatoren te beoordelen. Vervolgens stond de tweede fase in het teken van de Nederlandse klimaatadaptatiepraktijk, met een focus op de beleidscontext en bestaande instrumenten. Dit resulteerde in de formulering van belangrijke randvoorwaarden voor de ontwikkeling van het klimaatlabelsysteem. In de derde fase is de brug geslagen tussen theorie en praktijk. Eerst zijn gangbare indicatoren uit de Nederlandse praktijk geanalyseerd, waarna een selectie is gemaakt voor toepassing in het klimaatlabelsysteem. Deze selectie is vervolgens geëvalueerd aan de hand van het ontwikkelde toetskader, waarbij de sterke en zwakke punten van de indicatoren naar voren kwamen. Daarna richtte fase vier zich op de ontwikkeling van het klimaatlabelsysteem. Hier zijn de geselecteerde indicatoren verwerkt van brondata naar klimaatlabels op postcode-niveau, wat resulteerde in een online dashboard met thematische kaarten, waarin zo-

wel de originele data als de geaggregeerde klimaatlabels zijn opgenomen. Tot slot kwamen theorie en praktijk opnieuw samen in de evaluatie van het klimaatlabelsysteem. Het eerste deel, een casusopdracht, toetste of gebruikers daadwerkelijk inzicht in klimaatbestendigheid verkregen. Het tweede deel, een individuele evaluatie, richtte zich op het vaststellen of gebruikers het systeem als geheel als bruikbaar beoordeelden. De discussie integreert de bevindingen uit beide sporen, bespreekt de beperkingen en belangrijke implicaties van de resultaten, waarna de conclusie de onderzoeksvragen beantwoordt.



Figuur 2.1: Onderzoekopzet met de gebruikte methode en bijbehorende output per fase, met onderscheid tussen het praktische spoor (oranje) en het theoretische spoor (blauw), waarbij de lijnen de volgorde aangeven en de intersecties visualiseren waar praktijk en theorie samenkomen.

2.2. Kwaliteitscriteria voor indicatoren

Om indicatoren voor lokale klimaatadaptatie te kunnen beoordelen, is een helder, wetenschappelijk onderbouwd toetskader essentieel. Deze literatuurstudie vormde de basis voor het theoretische kader van dit onderzoek en bracht systematisch in kaart welke kwaliteitseisen de literatuur stelt aan indicatoren voor het monitoren en evalueren van klimaatbestendigheid. Het toetskader dat hieruit voortkwam, zoals nader toegelicht in Hoofdstuk 3, beantwoorde niet alleen de eerste deelvraag van dit onderzoek, maar diende ook als beoordelingskader voor de geselecteerde indicatoren voor het klimaatlabelsysteem (Hoofdstuk 5). Deze paragraaf beschrijft de werkwijze voor het verzamelen en analyseren van relevante literatuur en de ontwikkeling van een thematisch toetskader.

De literatuurstudie is opgezet als een systematisch-narratieve review, gericht op het identificeren van academische inzichten over het gebruik van indicatoren binnen monitoring- en evaluatieprocessen. Deze aanpak combineert de transparantie van systematisch literatuuronderzoek met de ruimte voor thematische interpreta-

tie die kenmerkend is voor narratieve reviews. De gehanteerde zoekstrategie bestond uit zes iteratieve zoekopdrachten in de wetenschappelijke databases Scopus en Web of Science. In de eerste zoekrondes zijn brede termen toegepast, zoals *climate adaptation*, *vulnerability* en *indicators*. In latere rondes zijn deze termen verfijnd met begrippen als *monitoring*, *evaluation*, *urban*, *local* en *public space*, aangevuld met verwante begrippen en synoniemen. Cruciaal in dit proces was de studie van Goonesekera en Olazabal (2022), die vanwege de analyse over het gebruik van klimaatadaptatie-indicatoren op lokaal niveau als bijzonder relevant is bevonden en vervolgens als benchmark is gehanteerd. Elke zoekronde werd gevalideerd door te controleren of deze benchmarkstudie consistent in de zoekresultaten terugkeerde. Deze werkwijze had tot doel de interne samenhang en thematische relevantie van de zoekstrategie te waarborgen. De laatste zoekactie, uitgevoerd op 22 augustus 2024, resulteerde in 499 resultaten in Scopus en 231 in Web of Science.

Om het aantal te beoordelen publicaties beheersbaar te maken, is een gerichte selectie uitgevoerd met behulp van de *relevance*-sorteerfunctie binnen beide platforms. Per database zijn de dertig hoogst gerangschikte publicaties gescreend op titel, samenvatting en keywords. Daarbij is een inhoudelijke inschatting gemaakt van de verwachte bijdrage van elk artikel aan de formulering van kwaliteitseisen voor klimaatadaptatie-indicatoren. Alleen de studies die op basis van deze inschatting als relevant werden beoordeeld, zijn opgenomen in de uiteindelijke set. Deze procedure resulteerde in een kernselectie van vijftien peer-reviewed artikelen. Aanvullend zijn drie relevante studies toegevoegd via gerichte *snowball-sampling*, uitgevoerd op basis van de referentielijst van de benchmarkstudie. Tot slot zijn twee gezaghebbende internationale rapporten (IPCC (2023); Adaptation Committee (2023)) opgenomen in de literatuurset. Samen vormen deze twintig kernbronnen het fundament voor de ontwikkeling van het toetskader.

Vervolgens is de geselecteerde literatuur systematisch geanalyseerd. Daartoe zijn eerst relevante citaten verzameld, met specifieke aandacht voor passages waarin expliciet of impliciet wordt gereflecteerd op indicator-kwaliteit. Op basis van een thematische vergelijking van deze citaten zijn vier terugkerende hoofdcriteria vastgesteld, die vervolgens zijn gebruikt als analysekader voor het coderen van de citaten. Na het coderen van alle citaten werden binnen elk hoofdcriterium twee subcriteria geformuleerd. Hierbij weerspiegelt elk criterium een specifieke voorwaarde voor de effectieve toepassing van indicatoren binnen lokale klimaatadaptatieprocessen. Samen vormen deze acht subcriteria het toetskader.

2.3. Klimaatadaptatie in de Nederlandse praktijk

Om een lokaal toepasbaar klimaatlabelsysteem te kunnen ontwerpen dat functioneert binnen de praktijk, is inzicht nodig in de institutionele en instrumentele context waarin dergelijke systemen worden gebruikt. Deze praktijkstudie vormde daarom een essentiële schakel in het onderzoeksproces: zij bracht in kaart hoe het Nederlandse klimaatadaptatiebeleid zich had ontwikkeld, welke instrumenten decentrale overheden momenteel hanteerden, en welke behoeften, beperkingen en randvoorwaarden daaruit voortvloeiden. De analyse beantwoordde daarmee niet alleen de tweede deelvraag van dit onderzoek, maar vormde ook een inhoudelijk vertrekpunt voor het ontwerp van het klimaatlabelsysteem in de volgende fasen (Hoofdstuk 6). De resultaten van deze praktijkverkenning zijn inhoudelijk uitgewerkt in Hoofdstuk 4. De praktijkstudie bestond uit een kwalitatieve analyse, verdeeld over twee delen.

In het eerste deel is de ontwikkeling van het Nederlandse klimaatadaptatiebeleid in kaart gebracht op basis van een selectie van nationale beleidsdocumenten uit de periode 2008–2024. Geselecteerde bronnen omvatten onder andere de jaarlijkse Deltaprogramma's, de Deltabeslissing Ruimtelijke Adaptatie, het Deltaplan Ruimtelijke Adaptatie en de Nationale Adaptatiestrategie. Daarnaast zijn kennisrapporten betrokken uit het Nationaal Kennis- en Innovatieprogramma Water en Klimaat (NKWK), in het bijzonder binnen de onderzoekslijn Klimaatbestendige Stad. De analyse richtte zich op drie hoofdthema's: (1) de overgang van waterveiligheid naar een integrale klimaatadaptatiestrategie als basis voor decentrale actie; (2) de opbouw van kennisinfrastructuur en samenwerking voor klimaatadaptatie; en (3) de vertaling van nationale beleidsambities naar lokale uitvoering en monitoring. Deze drie thema's vormden de basis voor de context waarin het klimaatlabelsysteem dient te functioneren en verduidelijkten de beleidskaders die daarbij van belang zijn.

In het tweede deel van de praktijkstudie is onderzocht welke digitale instrumenten momenteel door decentrale overheden zijn gebruikt om klimaatrisico's te analyseren, communiceren en onderbouwen. De selectie omvatte zowel publiek toegankelijke instrumenten, zoals de Klimateffectatlas en regionale klimaatatlassen, als commerciële systemen zoals BlueLabel, de Haskoning Klimaatlabels en Staat van je Straat. De analyse is uitgevoerd langs drie dimensies: (1) de functie die het instrument vervult; (2) het schaalniveau waarop data wordt gepresenteerd; en (3) de manier waarop informatie visueel wordt weergegeven. Deze analyse bood inzicht in de sterke en zwakke punten van de huidige inzet van klimaatinformatiesystemen binnen de beleidspraktijk, en maakte het mogelijk om beperkingen en kansen te identificeren. Deze bevindingen waren cruciaal voor het ontwerp van het nieuwe klimaatlabelsysteem voor Kaag en Braassem.

2.4. Analyse van indicatoren

Een goed ontwerp begint bij een helder beeld van de bestaande praktijk. Om een lokaal toepasbaar klimaatlabelsysteem te ontwikkelen, is onderzocht welke indicatoren Nederlandse overheden momenteel gebruiken om klimaatbestendigheid in beeld te brengen. De analyse bestond uit vier samenhangende onderdelen: (1) dataverzameling, (2) inventarisatie van klimaatadaptatie-indicatoren, (3) selectie van indicatoren en (4) toetsing aan het toetskader. Daarmee is beoogd zoveel mogelijk aan te sluiten bij gangbare indicatoren in de praktijk, die passen binnen herkenbare thema's en gangbare datastromen. Deze fase beantwoorde niet alleen de derde deelvraag van het onderzoek, maar leverde ook de selectie van indicatoren die als basis dienen voor de ontwikkeling van het klimaatlabelsysteem (Hoofdstuk 6). De resultaten van de analyse worden inhoudelijk toegelicht in Hoofdstuk 5.

Dataverzameling

In deze fase is een systematische analyse uitgevoerd van klimaatatlassen die door overheden en relevante organisaties publiek beschikbaar zijn, met als doel inzicht te krijgen in het actuele gebruik van klimaatadaptatie-indicatoren. De primaire selectie richtte zich op gemeenten, waterschappen en provincies in Noord- en Zuid-Holland, omdat overheden in deze regio's naar verwachting vergelijkbare klimaatopgaven hebben als de casusgemeente Kaag en Braassem. Om het beeld te verbreden, zijn daarnaast twee nationale bronnen geanalyseerd: de *Klimateffectatlas*, en de *Steenbreek Atlas* van Stichting Steenbreek¹. Door bronnen van regionaal tot landelijk niveau op te nemen, en indicatoren van uiteenlopende herkomst te analyseren, ontstond een breed en representatief beeld van de gebruikte indicatoren in de praktijk.

Om de analyse uitvoerbaar te houden en te waarborgen dat de indicatoren voortkomen uit een doelgerichte en systematische aanpak van klimaatadaptatie, zijn twee selectievoorwaarden gehanteerd. Ten eerste is het aantal bestudeerde gemeenten beperkt tot de tien grootste in zowel Noord- als Zuid-Holland. Ten tweede werden indicatoren alleen meegenomen wanneer de organisatie zowel een openbare klimaatatlas had als beschikte over een recent en openbaar beleidsdocument over klimaatadaptatie. Dit document is niet inhoudelijk geanalyseerd, maar fungeerde als indicatie dat klimaatadaptatie beleidsmatig was verankerd binnen de organisatie. Beide selectiecriteria zijn gebaseerd op de veronderstelling dat dergelijke organisaties waarschijnlijk verder zijn op het gebied van klimaatadaptatie, waardoor de indicatoren mogelijk verder zijn ontwikkeld en daardoor meer kans hebben om ook voor Kaag en Braassem geschikt te zijn.

Bij de selectie van indicatorensets is per organisatie eerst vastgesteld of er een publiek toegankelijke klimaatatlas beschikbaar was. Klimaatatlassen zijn opgespoord via de Monitorkaart Stresstesten². Dit werd aangevuld met gerichte zoekopdrachten via Google, waarbij combinaties van de organisatienaam en termen als *klimaatatlas*, *stresstest* of *klimaatmonitor* werden gebruikt. Alleen wanneer een klimaatatlas van een organisatie werd gevonden, is vervolgens onderzocht of er ook een beleidsdocument over klimaatadaptatie beschikbaar was. Dit omvatte systematische zoekopdrachten via Google en het raadplegen van de website waar decentrale overheden hun formele regelgeving publiceren (lokaleregelgeving.overheid.nl). Daarnaast werd de interne zoekfunctie op de officiële website van de betreffende organisatie gebruikt, met termen als *klimaat* en *klimaatadaptatie*. Een indicatorenset is alleen opgenomen in de dataset als zowel de klimaatatlas als een beleidsdocument openbaar

¹Stichting Steenbreek is een landelijke kennis- en netwerkorganisatie die ondersteuning biedt bij het duurzaam vergroenen van de leefomgeving. Zij stimuleert lokale klimaatadaptatie via vergoeding en biedt data via de Steenbreek Atlas.

²<https://klimaatadaptatienederland.nl/stresstest/monitor>

toegankelijk was.

Inventarisatie

De systematische verwerking en analyse van de indicatoren is gebaseerd op een dubbele ordening: thematisch en naar indicatortype. Deze aanpak maakt duidelijk welke thema's sterk of minder vertegenwoordigd zijn, welke variatie er bestaat in de indicatoren binnen elk thema, en welk type informatie zij bieden. Thematisch zijn de indicatoren geordend volgens de vijf hoofdthema's van de Klimateffectatlas: wateroverlast, hitte, droogte, overstroming en waterkwaliteit. De indeling is aangevuld met drie extra dimensies: bodemdaling, grondwater en biodiversiteit. Deze onderwerpen komen in veel atlassen terug, maar worden vaak onder één van de hoofdthema's ingedeeld. Door deze afzonderlijk te benaderen, ontstaat een vollediger en specifiek beeld van de indicatoren die in de praktijk per opgave worden gebruikt. Daarnaast zijn de indicatoren naar type gecategoriseerd volgens een indeling die aansluit bij de Klimateffectatlas. Zo worden vijf typen onderscheiden: (1) *Klimaatverandering*: directe klimaatvariabelen zoals neerslag en temperatuur; (2) *Effecten*: fysieke gevolgen voor infrastructuur en natuur; (3) *Gebiedskenmerken*: ruimtelijke eigenschappen die de impact beïnvloeden; (4) *Sociale kwetsbaarheid*: kwetsbaarheid van mensen; (5) *Kansen*: positieve aanknopingspunten voor klimaatadaptatie.

Alle indicatoren per klimaatatlas zijn verzameld en vastgelegd in een overzichtstabel, met aanduiding van thema, type, bron en een korte toelichting op de inhoud van de indicator. Vervolgens zijn de indicatoren thematisch gegroepeerd. Tijdens deze groepering bleek dat veel indicatoren door meerdere atlassen worden genoemd. Daarom is, naast de originele set, een geclusterde dataset opgesteld waarin inhoudelijk vergelijkbare indicatoren zijn samengevoegd tot één representatieve indicator. Zo kon niet alleen de spreiding naar thema en type worden geanalyseerd, maar ook worden vastgesteld hoe vaak bepaalde indicatoren voorkomen. De originele set bevat 393 indicatoren en de geclusterde 173 indicatoren. Beide datasets zijn geanalyseerd, zowel op absolute aantallen als op procentuele verdelingen. Bijlage B bevat per thema een overzicht van de geclusterde indicatoren, met frequentie, toelichting, type en bronvermelding. De samengevoegde dataset vormt daarmee het vertrekpunt voor de selectie van indicatoren voor het klimaatlabelsysteem.

Selectie

Omdat het totale aantal indicatoren te groot was om te verwerken in het klimaatlabelsysteem, is een thematische selectie gemaakt op basis van twee hoofdcriteria: (1) databeschikbaarheid en (2) frequentie van voorkomen in klimaatatlassen. In de praktijk hield dit in dat eerst werd vastgesteld of er voor een indicator downloadbare data beschikbaar was. Dit gebeurde via de Klimateffectatlas en de Steenbreek Atlas, die voor de casusgemeente Kaag en Braassem de enige beschikbare databronnen bleken. Vervolgens is gekozen voor indicatoren die relatief breed gedragen zijn, waarbij een indicator werd geselecteerd als deze in minstens vijf verschillende klimaatatlassen voorkwam. Per thema zijn zo minimaal één en maximaal drie indicatoren geselecteerd.

Voor drie thema's: biodiversiteit, waterkwaliteit en overstroming bleek deze aanpak niet volledig toepasbaar. Voor biodiversiteit en waterkwaliteit voldeden geen indicatoren aan het frequentie criterium. In die gevallen is, binnen de beschikbare databronnen, gekozen voor indicatoren die op basis van deskundige afweging relevant werden geacht voor de lokale situatie. Daarnaast is binnen het thema overstroming gekozen voor relatief nieuwe indicatoren uit de Klimateffectatlas, gebaseerd op LIWO³, die zowel overstromingsdiepte als kans inzichtelijk maken. Deze indicatoren zijn inhoudelijk sterker dan de oudere varianten, maar zijn ze nog niet in veel klimaatatlassen opgenomen.

Daarnaast zijn twee indicatoren geselecteerd waarvoor geen downloadbare data beschikbaar zijn, maar die wel vaak voorkomen in verschillende klimaatatlassen: *Begaanbaarheid wegen* en *Kwetsbaarheid panden*. Deze indicatoren dragen inhoudelijk sterk bij aan de lokale analyse van wateroverlast en zijn geselecteerd op basis van hun functionele relevantie en praktische toepasbaarheid. Hoewel de data hiervoor niet openbaar beschikbaar is, blijft de onderliggende methodiek navolgbaar en reproduceerbaar. Tijdens de ontwikkeling van het klimaatlabelsysteem zijn deze indicatoren zelfstandig ontwikkeld via een eigen GIS-bewerking op basis van open data, in lijn met de werkwijzen zoals beschreven in de klimaatatlassen die deze indicatoren hanteren.

Toetsing

Tot slot zijn de geselecteerde indicatoren voor het klimaatlabelsysteem beoordeeld aan de hand van het toets-

³Landelijk Informatiesysteem Water en Overstromingen

kader. Per indicator is voor elk subcriterium beoordeeld in hoeverre eraan wordt voldaan. De resultaten zijn vastgelegd in een overzichtsmatrix (Tabel 5.2), waarin per subcriterium één van drie beoordelingssymbolen is toegekend: ✓ (voldoet), ~ (gedeeltelijk of onzeker) of ✗ (voldoet niet). Deze symbolen bieden in één oogopslag inzicht in de sterke en zwakke punten van elke indicator en maken de kwaliteitsverschillen binnen de set zichtbaar.

Naast deze matrix is voor iedere indicator een korte toelichting opgesteld, waarin per criterium wordt uitgelegd waarom een bepaalde score is toegekend. De beoordeling is gebaseerd op een inhoudelijke analyse van de visualisaties van de indicatoren, onderliggende databronnen en toelichtende documentatie, waaronder de kaartverhalen uit de Klimaateffectatlas en publicaties van Stichting Steenbreek. Voor de twee indicatoren die zelfstandig worden ontwikkeld: *Begaanbaarheid wegen* en *Kwetsbaarheid panden*, is de toetsing gebaseerd op de methodebeschrijvingen uit klimaatatlassen die deze indicatoren hanteren, evenals op een benadering van hoe deze indicatoren in theorie zelfstandig ontwikkeld zouden kunnen worden. De toetsresultaten zijn niet bedoeld om indicatoren uit te sluiten van het klimaatlabelsysteem, maar om inzicht te geven in de kwaliteit van gangbare indicatoren in de huidige praktijk. Ze dienen vooral als bruikbare nulmeting en geven aan welke indicatoren verdere aanscherping en verbetering vereisen, voordat ze optimaal functioneren binnen het klimaatlabelsysteem.

2.5. Ontwikkeling van het klimaatlabelsysteem

De kern van een effectief klimaatlabelsysteem ligt in een duidelijke technische opbouw: een gestandaardiseerde workflow die ruimtelijke data stapsgewijs en reproduceerbaar verwerkt tot heldere en toepasbare klimaatlabels op PC6-niveau. In dit onderzoek is deze workflow opgebouwd in ArcGIS⁴, waarbij alle verwerkings-, analyse- en visualisatiestappen volledig zijn geautomatiseerd met Python-scripts via ArcPy⁵. De workflow is zo ingericht dat bij nieuwe inzichten of gewijzigde data alle bewerkingen, analyses en visualisaties met één druk op de knop opnieuw kunnen worden uitgevoerd. Dit voorkomt dat elke bewerkingsstap telkens handmatig herhaald moet worden, zoals normaal vereist is in ArcGIS. Het resultaat is een flexibel, reproduceerbaar systeem dat eenvoudig kan worden toegepast op andere datasets of gemeenten. Deze fase beantwoordde de vierde deelvraag van het onderzoek. De resultaten van dit proces worden toegelicht in Hoofdstuk 6.

Allereerst zijn alle benodigde datasets gedownload en lokaal opgeslagen in een centrale mapstructuur. De data uit de Klimaateffectatlas zijn verkregen via de publieke website, terwijl de data van de Steenbreek Atlas verkregen is via Cobra Groeninzicht, de officiële dataleverancier van Stichting Steenbreek. Voor elk van de acht klimaatthema's is een apart projectbestand aangemaakt. Per thema is één centrale geodatabase⁶ ingericht voor algemene bewerkingen, aangevuld met een aparte geodatabase per indicator voor verdere bewerking. Om de verwerking van data naar labels te automatiseren, is per thema een hoofdsript ontwikkeld. Dit script laadt de benodigde datasets, voert voorbereidende ruimtelijke bewerkingen uit en slaat de resultaten op in de centrale geodatabase van het thema. Voor de vervolgstappen is per indicator een apart Python-script geschreven dat de benodigde bewerkingen uitvoert om de indicatorwaarden geschikt te maken voor classificatie en visualisatie op PC6-niveau. Deze scripts maken gebruik van standaard ArcPy-functies, zoals `Calculate Field` voor het berekenen van veldwaarden, `Zonal Statistics` voor het berekenen van statistieken per zone, `Spatial Join` voor ruimtelijke koppelingen op basis van geometrie, en `Join Field` voor koppelingen op basis van veldwaarden. Op deze manier worden indicatorwaarden geanalyseerd, geaggregeerd en voorbereid voor classificatie.

De keuze voor de aggregatiemethode is per indicator afgewogen op basis van de aard van de oorspronkelijke data en de betekenis voor klimaatbestendigheid. In de meeste gevallen is gekozen voor de gemiddelde waarde per postcodegebied, omdat deze een evenwichtig beeld geeft van de lokale situatie. Bij enkele indicatoren is echter de meest voorkomende waarde (modus) gebruikt, omdat deze soms relevanter kan zijn voor de daadwer-

⁴ArcGIS is een softwaretoepassing (GIS = Geografisch Informatiesysteem) voor het analyseren, bewerken en visualiseren van geografische informatie. In dit onderzoek is gebruikgemaakt van ArcGIS Pro, de desktopvariant.

⁵ArcPy is een module binnen de programmeertaal Python waarmee bewerkingen en berekeningen in ArcGIS automatisch kunnen worden uitgevoerd.

⁶Een geodatabase is een type databestand waarin geografische informatie binnen ArcGIS op één centrale plek wordt opgeslagen en beheerd.

kelijke beleving of beleidsinterpretatie. Na aggregatie zijn de indicatorwaarden genormeerd en ingedeeld in een vijfdelige labelschaal van A tot en met E, waarbij A staat voor *Zeer klimaatbestendig* en E voor *Totaal niet klimaatbestendig*. Waar mogelijk zijn de gehanteerde drempelwaarden gebaseerd op landelijke standaarden, beleidskaders of wetenschappelijke literatuur. Wanneer dergelijke referenties ontbraken, zijn pragmatische grenzen vastgesteld op basis van deskundige afweging.

Na het berekenen van de klimaatlabels is per thema een visualisatiescript uitgevoerd om de kaartopmaak volledig automatisch in te richten. Voor iedere indicator wordt eerst een groeplaag aangemaakt, bestaande uit de basislaag kaartlaag en de afgeleide klimaatlabellaag. Met behulp van `sym.updateRenderer` wordt de symbologie van de lagen automatisch ingesteld, waarbij `UniqueValueRenderer` wordt gebruikt voor discrete klassen en `GraduatedColorsRenderer` voor continue schalen. Daarnaast worden kleurenschema's, legenda-instellingen en laagtransparantie aangepast, zodat de kaarten visueel consistent en goed leesbaar zijn voor gebruikers.

De opgemaakte kaarten zijn vervolgens gepubliceerd als interactieve Web Maps in ArcGIS Online. Wanneer een gebruiker op een punt, vlak of lijn klikt, verschijnt er een pop-upvenster met gerelateerde informatie, zoals straatnaam, postcode of indicatorwaarde. Omdat niet alle beschikbare data relevant is voor de gebruiker, is ervoor gekozen om overbodige attributen in de pop-up uit te schakelen. Alleen de relevante informatie wordt getoond. Om de gegevens helder en overzichtelijk te presenteren, zijn daarnaast attribuutexpressies toegepast. Dit zijn korte stukjes code waarmee ruwe data kunnen worden omgezet, zoals het afronden van getallen, het toevoegen van eenheden (cm of %) en het weergeven van ontbrekende data als 'Geen data' in plaats van een leeg veld. Zo krijgen gebruikers alleen relevante en goed geformatteerde informatie te zien.

Aansluitend zijn de kaarten geïntegreerd in een overkoepelend dashboard met behulp van ArcGIS Experience Builder. Op de hoofdpagina worden alle acht klimaatthema's gepresenteerd als klikbare icoontjes, waarmee gebruikers kunnen doorklikken naar themapagina's. Op deze themapagina's worden de bijbehorende basislagen en klimaatlabellagen per indicator weergegeven. Gebruikers kunnen in- en uitzoomen, lagen in- en uitschakelen en de legenda openen of sluiten. Voor iedere indicator is een uitklapbaar toelichtingsvenster toegevoegd met informatie over de betekenis van de indicator, de gehanteerde methode, de gebruikte data en de bijbehorende klimaatlabels. Deze toelichtingen zijn gebaseerd op documentatie van de Klimaateffectatlas en de Steenbreek Atlas, aangevuld met de in dit onderzoek toegepaste werkwijze. Alle scripts zijn opgenomen in Bijlage C, waardoor de verwerking van ruwe data tot interactieve kaartlaag volledig transparant en reproduceerbaar is.

2.6. Evaluatie van het klimaatlabelsysteem

Een klimaatlabelsysteem is pas waardevol als het praktisch toepasbaar blijkt voor de gemeentelijke werkwijze waarvoor het bedoeld is. Daarom is het systeem in deze afsluitende fase binnen een workshop geëvalueerd in twee samenhangende onderdelen: (1) een casusopdracht, en (2) een individuele evaluatie. Deze evaluatie beantwoordde daarmee de vijfde deelvraag van dit onderzoek, waarvan de resultaten worden besproken in Hoofdstuk 7. De evaluatie vond plaats tijdens een workshop met ambtenaren van de gemeente Kaag en Braassem. De sessie begon met een plenaire presentatie over de aanleiding van het onderzoek, de probleemstelling, de onderzoeksvragen en het doel van het klimaatlabelsysteem, zodat deelnemers het systeem in de juiste context konden plaatsen. Voorafgaand aan de workshop tekende elke deelnemer een *informed-consent*-formulier.

Deel A omvatte een casusopdracht in tweetallen, bedoeld om te toetsen of het systeem daadwerkelijk bijdraagt aan inzicht in de klimaatbestendigheid van postcodegebieden. Deelnemers kozen twee gebieden uit de gemeente, bijvoorbeeld een postcode binnen de dorpskern en een in het buitengebied, en analyseerden de klimaatlabels voor deze gebieden binnen het dashboard. Per klimaatthema werd eerst genoteerd welke scores beide gebieden behaalden op de afzonderlijke indicatoren. Vervolgens beantwoordden de deelnemers per thema twee reflectievragen: (1) wat valt op bij het vergelijken van de scores, en (2) wat zegt dit over de klimaatbestendigheid van beide gebieden binnen dat thema? Na het vergelijken van alle thema's formuleerden de duo's een overkoepelende reflectie aan de hand van drie vragen: (1) wat zijn de belangrijkste verschillen in klimaatbestendigheid tussen de twee postcodegebieden, (2) wat zouden mogelijke oorzaken kunnen zijn voor deze verschillen, en (3) wat zou de gemeente met deze inzichten kunnen of moeten doen? Deze aanpak maakte het mogelijk om het

systeem in een gesimuleerde context toe te passen en inzicht te krijgen in de manier waarop het systeem werd geïnterpreteerd en gebruikt.

Deel B bestond uit een individuele evaluatie via een schriftelijk formulier, bedoeld om te toetsen in hoeverre het systeem als geheel bruikbaar werd bevonden. De deelnemers reflecteerden op vier aspecten van het systeem, gebaseerd op de gebruikscriteria uit ISO 9241-11: (1) effectiviteit: in hoeverre het systeem hen inzicht had gegeven in de klimaatbestendigheid van postcodegebieden; (2) efficiëntie: hoeveel moeite het had gekost om dat inzicht te verkrijgen en welke onderdelen van het gebruik als belastend of juist soepel werden ervaren; (3) tevredenheid: hoe zij het werken met het systeem als geheel hadden beleefd, inclusief gebruiksgemak en aansluiting bij verwachtingen; (4) toepasbaarheid: of en hoe zij het systeem bruikbaar achtten binnen hun eigen werkpraktijk. Tot slot konden deelnemers aanvullende opmerkingen of suggesties voor verbetering geven. Het volledige evaluatieformulier is opgenomen in Bijlage D.

Alle ingevulde formulieren zijn na afloop handmatig verwerkt in een totaaloverzicht in Excel en systematisch geanalyseerd. De antwoorden zijn anoniem verwerkt, tenzij hier vooraf expliciet toestemming was gegeven in het *informed-consent*-formulier. Voor deel A was het mogelijk om per klimaatthema de thematische reflecties en samenvattende conclusies te vergelijken. Hierdoor konden patronen en verschillen tussen groepen en thema's overzichtelijk worden geanalyseerd. Deze gegevens gaven inzicht in hoe deelnemers het systeem gebruikten om klimaatbestendigheid te beoordelen, en welke thema's of indicatoren het meeste inzicht boden of tot discussie leidden. Voor deel B konden de antwoorden op de evaluatievragen per dimensie worden vergeleken, waardoor patronen en verschillen in de beoordeling van effectiviteit, efficiëntie, tevredenheid en toepasbaarheid overzichtelijk werden geanalyseerd. Door deze combinatie van casusgerichte toepassing en individuele reflectie ontstond een rijk beeld van de bruikbaarheid van het systeem in een gemeentelijke praktijk evenals mogelijke verbeterpunten.

3

Kwaliteitscriteria voor indicatoren

Klimaatadaptatie vereist meetbare inzichten om beleid effectief te kunnen sturen. Veel gemeenten gebruiken hiervoor indicatoren. Omdat de kwaliteit van indicatoren sterk kan variëren, biedt hun toepassing geen garantie voor effectief beleid. Dit hoofdstuk brengt daarom in kaart welke kwaliteitscriteria volgens de academische literatuur essentieel zijn voor klimaatadaptatie-indicatoren. Allereerst wordt in Paragraaf 3.1 het belang van relevantie besproken, gevolgd door het aspect betrouwbaarheid in Paragraaf 3.2. In Paragraaf 3.3 wordt de vereiste van duidelijkheid toegelicht, waarna in Paragraaf 3.4 de waarde van verbinding aan bod komt. Op basis van deze vier criteria wordt in Paragraaf 3.5 een toetskader ontwikkeld. Dit toetskader dient als uitgangspunt bij de beoordeling van de indicatoren voor het klimaatlabelsysteem in Hoofdstuk 5.

3.1. Relevantie

Indicatoren moeten goed aansluiten bij de context waarin ze worden toegepast. Twee voorwaarden zijn essentieel: (1) aansluiting op lokale opgaven, en (2) koppeling aan beleidsdoelen. Relevante indicatoren zorgen ervoor dat informatie concrete richting geeft aan prioriteiten, besluitvorming en uitvoering binnen de klimaatadaptatiepraktijk.

Aansluiting op lokale opgaven

Een indicator is alleen relevant als deze aansluit bij de lokale klimaatopgaven. Die opgaven verschillen per regio, omdat de lokale kenmerken bepalen waar de grootste risico's en prioriteiten liggen. Zo krijgt bodemdaling in veengebieden vaak meer prioriteit dan op zandgronden, en hebben dichtbebouwde binnensteden met veel verharding en hittestress andere prioriteiten dan landelijk-agrarische gebieden. Aangezien klimaatadaptatie plaatsvindt op lokaal niveau, moeten indicatoren afgestemd worden op de klimaatopgaven van decentrale overheden (Amorim-Maia & Olazabal, 2024). Daarnaast is klimaatbestendigheid multidimensionaal en afhankelijk van plaats, schaal en tijd (Feldmeyer e.a., 2020). Dit benadrukt het belang van contextspecifieke indicatoren die afgestemd zijn op uiteenlopende fysieke en sociale omstandigheden en die de unieke kenmerken en behoeften van de lokale situatie weerspiegelen. Wanneer indicatoren dit niet doen, kan dit een belemmering vormen voor het ontwerpen en implementeren van effectief klimaatadaptatiebeleid, gericht op het aanpakken van kwetsbaarheden en het vergroten van de klimaatbestendigheid van een gebied (Andries e.a., 2023; Feldmeyer e.a., 2019).

Koppeling aan beleidsdoelen

Relevantie vraagt niet alleen om aansluiting op wat lokaal speelt, maar ook om een heldere verbinding met de doelen die het beleid beoogt te realiseren. Indicatoren moeten dus niet alleen registreren wat er gebeurt, maar ook zichtbaar maken of dat in lijn is met de beoogde doelen. Op die manier kunnen klimaatadaptatieacties effectief worden gekoppeld aan doelstellingen, wat noodzakelijk is voor het meten van de voortgang. Daarbij

is het van belang dat bij het opstellen van beleidsdoelen goed wordt nagedacht over hoe die te behalen zijn, en met welke indicatoren de voortgang kan worden gemeten (Goonesekera & Olazabal, 2022). Een duidelijke koppeling aan beleidsdoelen maakt het mogelijk om meetwaarden binnen indicatoren beter te interpreteren. Dit stelt overheden in staat weloverwogen keuzes te maken, prioriteiten te stellen en middelen doelmatig in te zetten (Singh e.a., 2022).

3.2. Betrouwbaarheid

Indicatoren moeten de werkelijke situatie accuraat weergeven en op een manier die controleerbaar is. Twee voorwaarden zijn essentieel: (1) transparante meetmethoden, en (2) representatieve en gevoelige data. Betrouwbare indicatoren versterken het vertrouwen van beleidsmakers in de informatie, zorgen voor een goede afspiegeling van de werkelijkheid, en ondersteunen zo de ontwikkeling van verantwoorde klimaatadaptatiestrategieën.

Transparante meetmethoden

Een indicator is pas bruikbaar wanneer het duidelijk is hoe de data tot stand is gekomen. Dit vereist transparantie in het ontwikkelingsproces, zodat alle gebruikers het proces begrijpen. Deze transparantie bevordert vertrouwen, wat cruciaal is voor het succes van de indicatoren (Feldmeyer e.a., 2019). Daarnaast is het belangrijk om te weten of de data gebaseerd is op modellen, scenario's of daadwerkelijke waarnemingen. De aannames die de data beïnvloeden dienen expliciet te worden toegelicht, zodat de resultaten op de juiste manier geïnterpreteerd kunnen worden. Het moet duidelijk zijn welke bronbestanden zijn gebruikt, waar deze vandaan komen, en welke methoden zijn toegepast om deze te combineren tot de uiteindelijke data voor de indicator (Andries e.a., 2023). Afhankelijk van de aard van de methoden en de keuzes in de berekening van de data, kan een indicator meer of minder geschikt zijn voor toepassing in specifieke contexten. Alleen wanneer de methoden inzichtelijk zijn, kan men weloverwogen keuzes maken in het gebruik van indicatoren.

Representatieve en gevoelige data

De bruikbaarheid van indicatoren is sterk afhankelijk van de onderliggende data. Een belangrijk aandachtspunt is de actualiteit: wanneer er veel tijd zit tussen datageneratie en gebruik, neemt de betrouwbaarheid af. Dit is vooral problematisch in klimaatadaptatie, waar indicatoren vaak gericht zijn op het in kaart brengen van veranderingen in risico's en kwetsbaarheden. Tijdige informatie is essentieel, omdat vertragingen een vertekend beeld van de werkelijkheid kunnen opleveren, wat niet alleen de effectiviteit van maatregelen vermindert, maar ook kan leiden tot verkeerd gestelde prioriteiten (Mäkinen e.a., 2018). Daarnaast moeten indicatoren ontworpen zijn om kleine maar betekenisvolle veranderingen tijdig te signaleren. Zeker binnen de complexe en vaak geleidelijke processen van klimaatadaptatie is een te grove of inflexibele meetlat vaak onvoldoende (Adaptation Committee, 2023; Singh e.a., 2022). Daarbij is het van belang dat indicatoren alle relevante dimensies van klimaatbestendigheid omvatten. Dit betekent dat zowel de directe fysieke effecten als de sociale, economische en ecologische gevolgen moeten worden meegenomen. Hierdoor ontstaat een zo integraal mogelijk beeld van de werkelijke situatie (Andries e.a., 2023).

3.3. Duidelijkheid

Indicatoren moeten complexe klimaatdata begrijpelijk maken en vertalen naar handelingsgerichte inzichten. Twee voorwaarden zijn essentieel: (1) systeeminzicht, en (2) adaptief bijsturen. Duidelijke indicatoren helpen bestuurders begrijpen waar en waarom risico's ontstaan, hoe deze zich ontwikkelen en welke maatregelen effectief zijn, zodat het beleid gericht kan worden bijgesteld.

Systeeminzicht

Het primaire doel van klimaatadaptatie-indicatoren is het bieden van inzicht in kwetsbaarheden binnen een gebied, gerelateerd aan klimaatverandering en weersextremen. Zo kan een indicator bijvoorbeeld laten zien waar na een hevige bui wateroverlast ontstaat, of waar in de zomer extreme hitte optreedt. Daarmee maken klimaatadaptatie-indicatoren van kwetsbaarheid een meetbaar concept waarmee het complexe samenspel van fysieke, ecologische en sociale aspecten binnen de leefomgeving beter begrepen kan worden (Sharifi & Yama-

gata, 2016). Indicatoren zijn extra waardevol als ze niet alleen inzicht geven in het ‘waar’, maar ook aanknopingspunten bieden voor het ‘waarom’. Zo geeft een gemodelleerde gevoelstemperatuur al inzicht in potentiële hittestress, maar wordt deze informatie nog bruikbaar wanneer deze gekoppeld kan worden aan factoren zoals verstening of beperkte schaduw. Dit systeeminzicht is cruciaal voor het ontwikkelen van een gedeeld begrip binnen de klimaatadaptatiepraktijk. Het stelt ons in staat de noodzakelijke veranderingen in gedrag en werkwijzen te begrijpen die nodig zijn om effectief om te gaan met klimaatverandering (Wilden & Feldmeyer, 2021). Zo ondersteunt dit systeeminzicht stedelijke planners, beleidsmakers en besluitvormers bij het begrijpen van de kwetsbaarheid van hun omgeving, terwijl het tegelijkertijd de basis biedt voor het ontwikkelen van passende maatregelen en het opstellen van effectieve klimaatadaptatiestrategieën (Sharifi & Yamagata, 2016).

Adaptief bijsturen

Indicatoren moeten niet alleen inzicht bieden in de huidige situatie, maar ook in de effectiviteit van maatregelen en het klimaatadaptatiebeleid. Traditionele benaderingen van klimaatadaptatie richten zich vaak op het voorspellen van risico's en het voorkomen van nadelige effecten. Door de onzekere dynamiek van klimaatverandering is dit in de praktijk moeilijk. Dit benadrukt de noodzaak voor een flexibele benadering, waarbij indicatoren continu worden ingezet om de situatie te monitoren, te evalueren en waar nodig bij te sturen (Greiving & Fleischhauer, 2022). Daarmee zijn indicatoren essentieel voor het monitoren van de voortgang in klimaatadaptatie. Ze maken kwetsbaarheden concreet, bieden beleidsmakers een solide onderbouwing voor hun keuzes en sturen het proces naar een klimaatbestendige leefomgeving. Daarnaast kunnen ze helpen bij het ontwikkelen van nieuwe inzichten en het formuleren van effectief beleid (Feldmeyer e.a., 2019). Om de effectiviteit van maatregelen te beoordelen en te leren van wat wel en niet werkt, moeten indicatoren gekoppeld worden aan duidelijke referentiepunten. Zo is het gebruik van baseline-vergelijkingen essentieel voor het evalueren van de impact van klimaatadaptatie (Brown e.a., 2018; Wilden & Feldmeyer, 2021). Bovendien is het cruciaal om huidige data te vergelijken met langetermijnprojecties, zodat toekomstige veranderingen tijdig kunnen worden geïdentificeerd en het beleid daarop aangepast kan worden (Solecki & Rosenzweig, 2020). Het is belangrijk dat indicatoren niet alleen de positieve effecten in kaart brengen, maar ook mogelijke ongewenste neveneffecten. Maatregelen die op het eerste gezicht bijdragen aan klimaatbestendigheid, kunnen op de lange termijn nieuwe kwetsbaarheden veroorzaken (Magnan e.a., 2016). Zo kan drainage de grondwateroverlast in natte veenpolders verminderen, maar door het verlagen van het grondwaterniveau ook versnelde bodemdaling veroorzaken.

3.4. Verbinding

Indicatoren moeten bijdragen aan samenwerking, zowel binnen als buiten de overheid. Twee voorwaarden zijn essentieel: (1) bestuurlijke verbinding, en (2) toegankelijkheid en participatie. Verbindende indicatoren creëren een gedeelde taal, versterken het vertrouwen in de relevantie en rechtvaardigheid van klimaatadaptatie.

Bestuurlijke verbinding

Klimaatadaptatie is een breed en complex vraagstuk dat meerdere domeinen raakt, wat samenwerking en afstemming tussen verschillende sectoren essentieel maakt. Indicatoren kunnen hierbij helpen door een duidelijk referentiekader te bieden, waarmee de onderlinge samenwerking en samenhang tussen sectoren wordt bevorderd. Dit stelt beleidsmakers in staat om gezamenlijk weloverwogen keuzes te maken en zo de afstemming tussen sectoren te verbeteren (Solecki & Rosenzweig, 2020). Daarnaast is het belangrijk om de verbinding tussen lokaal en nationaal niveau te versterken. Zo kunnen lokale overheden M&E-systemen ontwikkelen en testen, wat waardevolle inzichten oplevert over wat werkt op regionaal niveau. Nationale overheden kunnen deze systemen vervolgens uitbreiden en integreren in een landelijk systeem. Dit zorgt ervoor dat het systeem zowel effectief aansluit bij de specifieke lokale klimaatopgaven als een totaaloverzicht biedt van klimaatbestendigheid op nationaal niveau (Adaptation Committee, 2023).

Toegankelijkheid en participatie

Voor een succesvol gebruik van indicatoren is niet alleen bestuurlijke samenwerking nodig, maar ook bredere maatschappelijke toegankelijkheid. Indicatoren moeten begrijpelijk zijn voor mensen zonder technische of vakinhoudelijke achtergrond. Dit vergroot de inzetbaarheid in communicatie en participatie, bevordert het bewustzijn over klimaatverandering en versterkt het vertrouwen in het klimaatadaptatiebeleid (Feldmeyer e.a.,

2019; Solecki & Rosenzweig, 2020). Daarnaast is het belangrijk om aandacht te besteden aan diversiteit en ongelijkheid binnen klimaatadaptatie. Toegankelijke indicatoren kunnen bijdragen aan inclusiever beleid door meer mensen in staat te stellen mee te denken, signalen te herkennen en actief betrokken te raken (Amorim-Maia & Olazabal, 2024). Dit ondersteunt inclusieve besluitvorming, waarbij rechtvaardigheid en gelijkheid centraal staan in de planning en uitvoering van klimaatadaptatie (IPCC, 2023).

3.5. Conclusie

De literatuurstudie in dit hoofdstuk benadrukt dat effectieve klimaatadaptatie-indicatoren meer vereisen dan alleen technische meetbaarheid. Indicatoren moeten allereerst relevant zijn, door aan te sluiten op lokale opgaven en beleidsdoelen. Daarnaast moeten ze betrouwbaar zijn, wat inhoudt dat ze gebaseerd moeten zijn op transparante meetmethoden en representatieve, gevoelige data. Ze moeten ook duidelijkheid bieden, door inzicht te geven in kwetsbaarheden en de effecten van maatregelen in de tijd zichtbaar te maken. Tot slot moeten indicatoren verbinding bevorderen door samenwerking en afstemming te ondersteunen, zowel binnen de overheid als daarbuiten. Deze vier kwaliteitscriteria, elk met twee subcriteria, vormen samen het toetskader (Tabel 3.1). Dit toetskader wordt in Hoofdstuk 5 toegepast voor de beoordeling van de geselecteerde indicatoren voor het klimaatlabelsysteem, met als doel sterke punten te identificeren en verbeterpunten aan te wijzen.

Tabel 3.1: Overzicht van de kwaliteitscriteria voor klimaatadaptatie-indicatoren, gebaseerd op academische literatuur, met bijbehorende toelichtingen per criterium.

Criterium	Subcriterium	Toelichting
Relevantie	Aansluiting op lokale opgaven	Indicatoren moeten aansluiten op de klimaatopgaven die voortkomen uit de kenmerken van het gebied.
	Koppeling aan beleidsdoelen	Indicatoren moeten expliciet aan beleidsdoelen worden gekoppeld, zodat zij fungeren als sturingsinstrument dat keuzes richting geeft.
Betrouwbaarheid	Transparante meetmethoden	Indicatoren moeten zijn opgebouwd volgens een begrijpelijke, transparante methode, met heldere uitgangspunten en onderliggende aannames.
	Representatieve en gevoelige data	Indicatoren moeten gebaseerd zijn op actuele, representatieve data die gevoelig zijn voor subtiele ruimtelijke verschillen.
Duidelijkheid	Systeeminzicht	Indicatoren moeten vooral duidelijk maken waar kwetsbaarheden in een gebied zich bevinden en waar mogelijk aanvullende inzichten bieden in de achterliggende oorzaken.
	Adaptief bijsturen	Indicatoren moeten de effecten van maatregelen in de tijd zichtbaar maken, zodat tijdige en gerichte bijsturing mogelijk is.
Verbinding	Bestuurlijke verbinding	Indicatoren moeten inzetbaar zijn over bestuurslagen en beleidsdomeinen heen en bijdragen aan samenhang en afstemming.
	Toegankelijkheid en participatie	Indicatoren moeten begrijpelijk zijn voor het brede publiek en geschikt voor gebruik in participatie, communicatie en bredere, inclusieve betrokkenheid.

Klimaatadaptatie in de Nederlandse praktijk

Om een effectief klimaatlabelsysteem te ontwerpen, is het belangrijk voort te bouwen op de bestaande kennis, kaders en werkwijzen in de Nederlandse praktijk. Dit hoofdstuk schetst daarom de ontwikkeling van het nationale klimaatadaptatiebeleid en onderzoekt welke instrumenten momenteel worden ingezet om de lokale klimaatbestendigheid zichtbaar te maken. Het biedt inzicht in de bestaande praktijk en maakt de beperkingen en behoeften duidelijk die de randvoorwaarden voor een lokaal toepasbaar klimaatlabelsysteem bepalen. Allereerst beschrijft Paragraaf 4.1 de ontwikkeling van het klimaatadaptatiebeleid in de afgelopen jaren. Vervolgens inventariseert Paragraaf 4.2 de belangrijkste instrumenten die in de praktijk worden ingezet en de lessen die daaruit voortkomen. Ten slotte worden in Paragraaf 4.3 de belangrijkste bevindingen samengevat en de implicaties voor de ontwikkeling van het klimaatlabelsysteem besproken.

4.1. Klimaatadaptatiebeleid

Het Nederlandse klimaatadaptatiebeleid is in de afgelopen vijftien jaar geëvolueerd van een nationale focus op waterveiligheid naar een breed gedragen ambitie voor klimaatbestendigheid, met een decentrale uitvoeringspraktijk waarin monitoring en evaluatie een steeds belangrijkere rol spelen. Door deze institutionele context te analyseren, wordt duidelijk binnen welk kader het klimaatlabelsysteem moet functioneren.

Van waterland naar klimaatuitdaging

Nederland is gebouwd op water. Al generaties lang leven we naast, met en zelfs op het water. De zee en rivieren hebben ons landschap, onze steden en dorpen, en zelfs ons bestuur gevormd, met waterschappen en het poldermodel. In de polders hebben we stukje bij beetje land op het water gewonnen en ingericht als plek om te wonen, werken en recreëren. Water draagt nog altijd bij aan onze natuur, economie en dagelijks leven. Het is onlosmakelijk verbonden met wie we zijn. Maar water brengt niet alleen kansen, het vraagt ook om bescherming. De watersnoodramp van 1953 maakte dat pijnlijk duidelijk. Als reactie op deze ramp stelde de toenmalige regering de eerste Deltacommissie in, die met haar advies de basis legde voor de Deltawerken en de Nederlandse waterveiligheid (Deltacommissie, 2008).

Toch blijft de dreiging bestaan. Klimaatverandering zet die opgave opnieuw op scherp: een stijgende zeespiegel, extremere rivierafvoeren, zwaardere regenbuien en langere periodes van droogte vragen om nieuwe antwoorden. Daarom werd in 2007, voor het eerst sinds 1953, opnieuw een Deltacommissie opgericht. Niet als reactie op een ramp, maar juist om deze te voorkomen. De commissie kreeg de opdracht om te adviseren hoe Nederland ook in de toekomst kan blijven functioneren als een veilige, klimaatbestendige en aantrekkelijke leefomgeving (Deltacommissie, 2008). Zij formuleerde daarvoor twaalf aanbevelingen, gericht op het versterken van de waterveiligheid, het aanpakken van kwetsbare gebieden en het organiseren van de uitvoering van maatregelen. De commissie ontwikkelde voor de uitvoering het nationale Deltaprogramma: een samenhangende

langetermijnaanpak die Nederland weerbaar moet maken voor toekomstige uitdagingen.

In de eerste jaren lag de nadruk vooral op waterveiligheid en de zoetwatervoorziening. Met de Deltabeslissing Ruimtelijke Adaptatie (2015) kwam daar een bredere ambitie bij: in 2050 moet Nederland niet alleen veilig, maar ook waterrobuust en klimaatbestendig zijn (Ministerie van IenM en EZ, 2014). Klimaatadaptatie werd daarmee een volwaardig onderdeel van het Deltaprogramma, met als doel de uitvoering van klimaatmaatregelen op lokaal en regionaal niveau te ondersteunen. Gemeenten, waterschappen en provincies kregen daarin een belangrijke uitvoerende rol, omdat zij het beste inzicht hebben in de kwetsbaarheden en opgaven in hun eigen gebied. Centraal daarbij stond de werkwijze van *weten, willen, werken*: een cyclische aanpak, waarbij overheden eerst de kwetsbaarheden van hun gebied in beeld brengen (weten), deze kennis vertalen naar gezamenlijke ambities en adaptatiestrategieën (willen), en deze vervolgens verankeren in beleid en ruimtelijke inrichting (werken). De Nationale Adaptatiestrategie (2016) breidde de aanpak uit tot een brede maatschappelijke opgave, met een focus op bewustwording, samenwerking en monitoring (Ministerie van IenM, 2016). Dit markeerde de overgang van klassiek waterbeheer naar een integrale klimaatadaptatiestrategie, waarin decentrale overheden een sleutelrol kregen.

Opbouw van kennisbasis

Tegelijkertijd met de toegenomen ambities op het gebied van klimaatadaptatie werd gewerkt aan de opbouw van een kennisinfrastructuur die klimaatinformatie toegankelijk moest maken voor de praktijk. Vanuit provincies bestond de behoefte aan eenduidige informatie over de effecten van klimaatverandering in hun eigen regio's. Aanvankelijk gingen zij daar afzonderlijk mee aan de slag, maar al snel stuitten ze op verschillen in gebruikte definities, klimaatscenario's en rekenmethoden. Om deze versnippering te doorbreken, werd de Klimateffectatlas¹ ontwikkeld. Deze atlas bundelt kennis van diverse instituten en ontsluit deze op uniforme wijze in kaarten binnen een online GIS-systeem, met thema's als wateroverlast, droogte, hitte en overstroming (Klimaatadaptatie Nederland, 2021). De Klimateffectatlas wordt beheerd door Climate Adaptation Services (CAS), in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, en de data wordt opgesteld in samenwerking met kennispartners zoals KNMI, Deltares, TAUW en Wageningen Environmental Research. Bovendien wordt de atlas continu doorontwikkeld op basis van nieuwe wetenschappelijke inzichten en behoeften uit de praktijk.

Vervolgens werd het Kennisportaal Ruimtelijke Adaptatie² gelanceerd als nationaal klimaatadaptatieplatform. Deze website, eveneens beheerd door CAS, biedt centrale toegang tot nieuws, kennis over verschillende onderwerpen, hulpmiddelen, inspirerende voorbeelden en uitleg over klimaatbeleid. Daarmee ondersteunt het overheden en andere partijen bij het vertalen van landelijke kennis naar de lokale en regionale praktijk (Van Bijsterveldt, 2014). Om de kennisbasis te verbreden, werd het Nationaal Kennis- en Innovatieprogramma Water en Klimaat (NKWK) opgericht. Hierin werkten overheden, kennisinstellingen en het bedrijfsleven samen aan het ontwikkelen van nieuwe inzichten en toepassingen voor een klimaatbestendige en waterrobuuste leefomgeving. Het programma hanteerde daarbij het principe van netwerkprogrammering, waarbij praktijkvragen actief werden verzameld en gekoppeld aan onderzoekers en marktpartijen. Dit leidde tot verschillende onderzoekslijnen, waaronder Klimaatbestendige Stad (NKWK-KBS), die zich richtte op het vertalen van lokale klimaatopgaven naar concrete oplossingen (van Wensem, 2016). Zo ontstond geleidelijk een breed gedeelde kennisbasis, die decentrale overheden niet alleen informeerde, maar hen ook steeds meer handvatten bood om hun eigen klimaatopgaven in kaart te brengen en effectief aan te pakken.

Van nationale ambitie naar lokale praktijk

Om de brede nationale ambitie ook lokaal handen en voeten te geven, werd de Deltabeslissing Ruimtelijke Adaptatie uitgewerkt in een concreet uitvoeringsplan: het Deltaplan Ruimtelijke Adaptatie (2018). Dit plan werkt het eerder vastgelegde principe van *weten, willen, werken* verder uit als leidraad voor de lokale uitvoering en het gezamenlijke streven om Nederland uiterlijk in 2050 waterrobuust en klimaatbestendig in te richten (Ministerie van IenW, 2017). Centraal in het plan staan zeven ambities waarmee gemeenten, waterschappen, provincies en het Rijk het adaptatieproces willen versnellen en intensiveren: (1) kwetsbaarheden in beeld brengen door

¹De Klimateffectatlas is te vinden via <https://www.klimateffectatlas.nl>

²Het Kennisportaal Klimaatadaptatie is te vinden via <https://klimaatadaptatienederland.nl>

middel van stresstesten³; (2) het voeren van risicodialogen⁴ en het opstellen van klimaatadaptatiestrategieën; (3) het opstellen van uitvoerings- en investeringsagenda's; (4) het benutten van meekoppelkansen in andere ruimtelijke opgaven; (5) het stimuleren van kennisdeling en samenwerking tussen overheden, bedrijven en maatschappelijke organisaties; (6) het reguleren en borgen van klimaatadaptatie in beleid, beheer en uitvoering; (7) het versterken van de voorbereiding op calamiteiten, met aandacht voor noodvoorzieningen en het herstel van vitale infrastructuur.

Met dit plan en deze ambities kregen gemeenten en regio's een concreet handelingsperspectief voor klimaatadaptatie, waarbij cyclische monitoring en evaluatie centraal staan. De kern van deze aanpak: het uitvoeren van stresstesten, het voeren van risicodialogen en het opstellen van uitvoeringsagenda's, wordt vaak aangeduid als de DPRA-cyclus. Deze cyclus wordt elke zes jaar herhaald als en ging voor het eerst van start in 2018. Sindsdien passen 45 werkregio's deze aanpak toe, met ondersteuning van handreikingen op het Kennisportaal en instrumenten zoals de Klimateffectatlas (Deltaprogramma, z.d.). Hiermee werd klimaatadaptatie voor het eerst beleidsmatig verankerd en cyclisch ingericht, met een centrale rol voor indicatoren bij het uitvoeren van stresstesten. Deze aanpak legde de basis voor een groeiende behoefte aan praktische indicatoren en toegankelijke systemen om klimaatbestendigheid op lokaal niveau te beoordelen en monitoren.

Van uitvoering naar monitoring

Aan de hand van de opgedane kennis en ervaringen werd de Deltabeslissing Ruimtelijke Adaptatie in 2021 aangescherpt en concreter uitgewerkt. De bestuurlijke afspraken werden hiermee afgestemd op de werkstructuren en de eerste inzichten uit de lopende DPRA-cyclus (2018–2024) (Ministerie van IenW, 2021). De infographic in Bijlage A toont hoe deze herijking de nadruk legt op cyclisch monitoren, het stellen van tussendoelen en de nadruk op vitale functies, met concrete stappen voor klimaatbestendigheid en waterrobuustheid. Ondanks deze aanscherping brachten onderzoeken binnen het NKWK-KBS verschillende inhoudelijke en methodologische knelpunten aan het licht. Veel indicatoren bleken nog onvoldoende ontwikkeld of ongeschikt om de voortgang betrouwbaar te monitoren. Daarnaast werd opgemerkt dat voor verschillende relevante indicatoren onvoldoende data beschikbaar was. Verder bleken niet alle indicatoren geschikt voor aggregatie naar hogere schaalniveaus (Deltares e.a., 2022). De evaluatie van de Nationale Adaptatiestrategie in 2022 bevestigde deze knelpunten en benadrukte dat meetbare doelen, concrete indicatoren en duidelijke rolverdelingen vaak ontbraken. Daarom werd in de evaluatie gepleit voor een aanscherping van de aanpak, met meer focus op doelen, monitoring en bestuurlijke samenwerking (ORG-ID & Athena Instituut, 2022). Daarmee groeide het besef dat een samenhangend en praktisch toepasbaar systeem voor lokale monitoring en evaluatie essentieel was om de ambitie van een klimaatbestendig Nederland daadwerkelijk te realiseren.

Van landelijke monitoring naar lokale toepassing

In reactie op de groeiende behoefte aan meer inzicht in de voortgang van klimaatadaptatie, besloot de stuurgroep DPRA de ontwikkeling van de Nationale Monitor Klimaatadaptatie (NMK). Deze monitor, die in 2026 is gepland om te worden opgeleverd door het Planbureau voor de Leefomgeving, moet de landelijke voortgang zichtbaar maken. Tegelijkertijd groeide binnen het DPRA de wens om eerder zicht te krijgen op de lokale praktijk. Meerdere provincies, werkregio's en gemeenten waren al op eigen initiatief begonnen met het monitoren van lokale klimaatadaptatie, wat had geleid tot uiteenlopende initiatieven. Om inzichten en lessen hieruit te bundelen en verder te ontwikkelen, werd in 2023 de werkgroep Regionale Monitor Klimaatadaptatie (RMK) opgericht (Ministerie van IenW, 2024).

De RMK presenteerde in 2024 een eerste beleidsmatige opzet voor het monitoren van lokale klimaatadaptatie. Het raamwerk bestaat uit drie niveau's: (1) landelijke indicatoren op basis van gestandaardiseerde GIS-data zoals de BGT en klimaatscenario's; (2) lokaal verzamelde indicatoren zoals het aantal wadi's of vergroening; en (3) procesindicatoren op basis van reflectie, zoals zelfevaluaties en interviews. In pilotprojecten werd deze opzet getest met gemeenten om de bruikbaarheid van de verschillende onderdelen te verkennen (Ministerie van IenW, 2024).

³Een stresstest brengt de kwetsbaarheid van een gebied in beeld voor wateroverlast, hitte, droogte en overstroming. Klimateffecten worden gekoppeld aan de gevoeligheid van functies zoals woningen, infrastructuur en vitale voorzieningen, om zo de belangrijkste knelpunten te identificeren.

⁴Een risicodialoog is een gestructureerd gesprek tussen overheden en partners over de uitkomsten van de stresstest, acceptabele risico's en mogelijke maatregelen.

In het verlengde van deze rapportage werd het zogenoemde Buurtdashboard ontwikkeld: een online tool binnen de Klimateffectatlas, die klimaatopgaven op buurniveau zichtbaar maakt. Het dashboard bevat voorlopig een beperkte set indicatoren, bestaande uit de landelijke indicatoren (niveau 1) van de RMK. Samen met decentrale overheden wordt onderzocht of voor de andere niveaus uit de RMK (niveau 2 en 3) eveneens een dashboard ontwikkeld kan worden, waarin lokale overheden hun gegevens kunnen opslaan en presenteren. Het Buurtdashboard is bedoeld om op een herkenbaar schaalniveau inzicht te geven in klimaatopgaven en zo het gesprek over klimaatadaptatie te vergemakkelijken (Ministerie van IenW, 2024). Hoewel de aanpak nog in ontwikkeling is, vormt dit een eerste noodzakelijke stap in de effectieve monitoring en evaluatie van klimaatbestendigheid op lokaal niveau. Het onderstreept de noodzaak voor instrumenten die toepasbaar zijn in de lokale praktijk van gemeenten.

4.2. Klimaatadaptatie-instrumenten

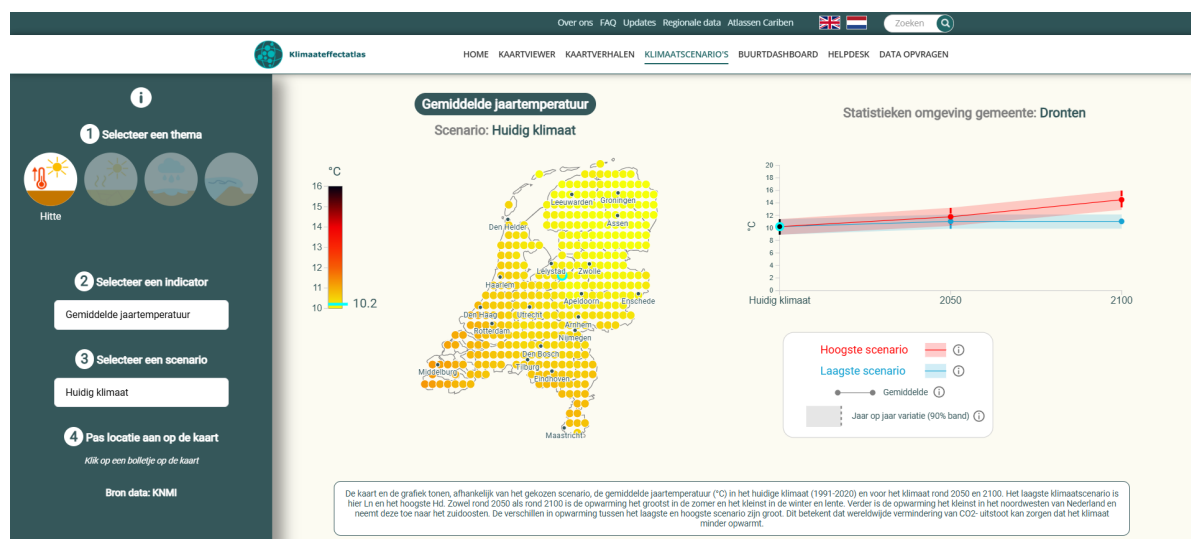
Om een lokaal toepasbaar klimaatlabelsysteem te ontwikkelen dat gemeenten zoals Kaag en Braassem daadwerkelijk ondersteunt bij klimaatadaptatie, is het essentieel inzicht te verkrijgen in de instrumenten die momenteel in de klimaatadaptatiepraktijk worden gebruikt. Deze paragraaf beschrijft een selectie van bestaande instrumenten, met aandacht voor hun primaire functie, het schaalniveau waarop data wordt gepresenteerd, en de visuele weergave van de informatie. De analyse biedt inzicht in de sterke en zwakke punten van deze systemen, en vormt een basis voor het formuleren van ontwerpprincipes voor het klimaatlabelsysteem.

I. Klimateffectatlas

De Klimateffectatlas is een centraal instrument voor Nederlandse gemeenten om klimaatopgaven beter te begrijpen. Dit nationale platform biedt thematische klimaatkaarten, aangevuld met gedetailleerde toelichtingen over wat er in de kaarten zichtbaar is, hoe deze zijn opgesteld en waarvoor ze gebruikt kunnen worden. De atlas wordt vaak ingezet als startpunt voor gemeentelijke stresstesten en biedt klimaatinformatie via een toegankelijke en interactieve interface. De informatie is ondergebracht in vier onderling verbonden modules: de Klimaatscenario's, de Kaartviewer, de Kaartverhalen en het Buurtdashboard.

Klimaatscenario's

De module *Klimaatscenario's* biedt toekomstprojecties van het KNMI die inzicht geven in de verwachte ontwikkelingen van klimaatfactoren zoals temperatuur, neerslag, droogte en zeespiegelstijging. De primaire functie

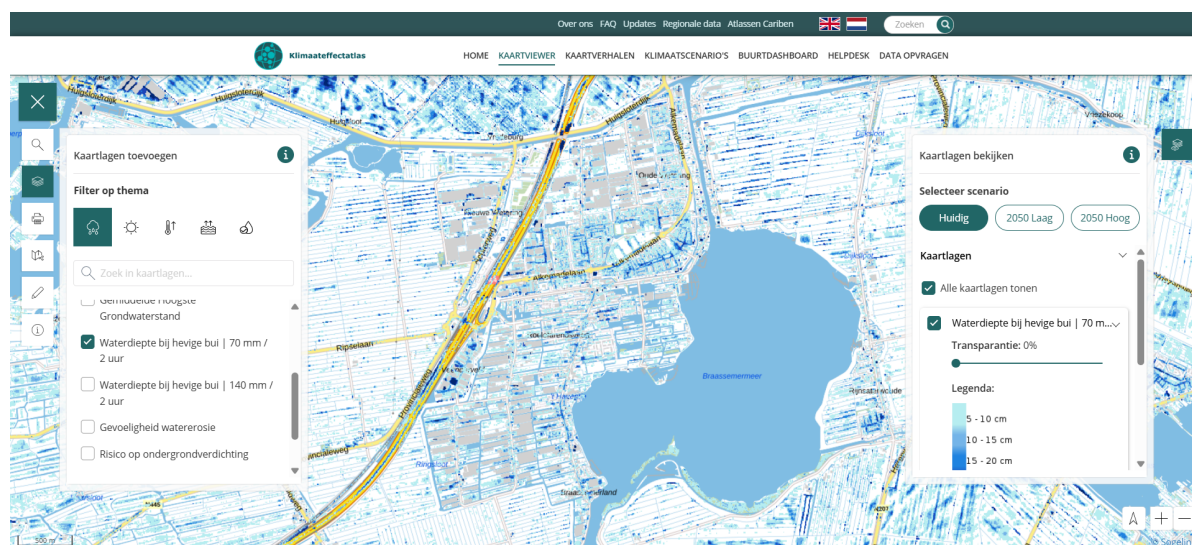


Figuur 4.1: Klimaatscenario's in de Klimateffectatlas, met de indicator *Gemiddelde jaartemperatuur* binnen het thema *Hitte* voor het scenario *Huidig klimaat* en de geprojecteerde klimaatontwikkeling voor 2050 en 2100.

van deze module is om een wetenschappelijk onderbouwd referentiekader te bieden voor de verwachte klimaatontwikkelingen op de lange termijn. De schaal waarop de data wordt gepresenteerd, varieert per indicator. Sommige kaarten gebruiken een fijnmazig hexagonaal raster, waarbij elke tegel één waarde weergeeft die representatief is voor een specifieke gemeente. Andere kaarten tonen grotere klimaatzones, waarbij regio's worden samengenomen en voorzien van één waarde. De informatie wordt gepresenteerd via interactieve kaarten met een kleurverloop of discrete kleurschaal, samen met duidelijke legenda's en grafieken die de verwachte ontwikkeling van de indicator onder verschillende klimaatscenario's weergeven. Een voorbeeld hiervan wordt getoond in Figuur 4.1, waarin de geprojecteerde ontwikkeling van de gemiddelde jaartemperatuur wordt gevisualiseerd. Hoewel de informatie uit deze module relevant is, blijft het relatief globaal en biedt het weinig houvast voor concrete beleidskeuzes op lokaal niveau.

Kaartviewer

In de module *Kaartviewer* worden de klimaatscenario's omgezet in thematische kaarten die concrete klimaateffecten visualiseren. Gebruikers kunnen met verschillende indicatoren de gevolgen van wateroverlast, droogte, hitte en overstroming in heel Nederland verkennen. Ook is zichtbaar welke effecten klimaatverandering kan hebben op de waterkwaliteit. De primaire functie van deze module is beleidsmakers te ondersteunen bij het identificeren van kwetsbare gebieden. De ruimtelijke resolutie van de kaarten varieert per indicator. Sommige kaarten zijn gebaseerd op een grof raster, bijvoorbeeld door landelijke modellering, en bieden een indicatief beeld op regionaal of gemeentelijk niveau. Andere kaarten, zoals de hitte- of waterdiepte kaarten, hebben een fijnere resolutie van bijvoorbeeld 5x5 meter, wat gedetailleerdere informatie oplevert voor lokaal niveau. De informatie wordt gepresenteerd via interactieve kaarten met een kleurverloop of discrete kleurschaal, aangevuld met duidelijke legenda's, waarmee gebruikers de ruimtelijke spreiding van klimaateffecten per indicator kunnen verkennen. Gebruikers kunnen filteren op thema en vervolgens specifieke indicatoren selecteren. Voor sommige indicatoren kan ook gekozen worden tussen huidige en toekomstige klimaatscenario's. Een voorbeeld hiervan wordt getoond in Figuur 4.2, waarin de waterdiepte tijdens een hevige regenbui wordt gevisualiseerd. De Kaartviewer geeft gebruikers een eerste inzicht in de spreiding van klimaateffecten, maar biedt weinig ondersteuning om deze informatie direct te vertalen naar concrete beleidskeuzes of lokale acties.

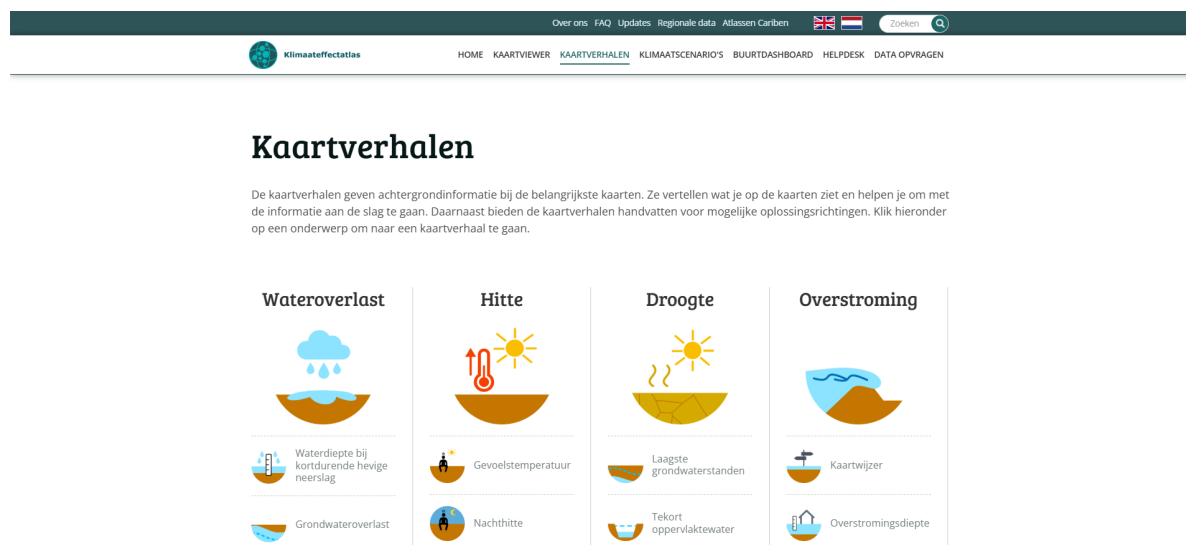


Figuur 4.2: Kaartviewer in de Klimaat-effectatlas, met de indicator *Waterdiepte bij hevige bui (70 mm / 2 uur)* binnen het thema *Wateroverlast* voor het scenario *Huidig*.

Kaartverhalen

Binnen de module *Kaartverhalen* is voor elke indicator een toelichtingspagina gekoppeld, die uitleg geeft over wat er in de kaarten zichtbaar is, hoe deze zijn opgesteld en waarvoor ze gebruikt kunnen worden. De primaire functie van deze module is het verbeteren van het begrip van de kaarten, zodat ook gebruikers zonder technische of vakinhoudelijke achtergrond de informatie gemakkelijker kunnen interpreteren en toepassen. De informatie is toegankelijk via een homepage, vanwaar gebruikers kunnen navigeren naar specifieke kaartverhalen per indicator. Binnen elk kaartverhaal is ook de kaart zelf beschikbaar, samen met tekstuele toelichtingen, onder-

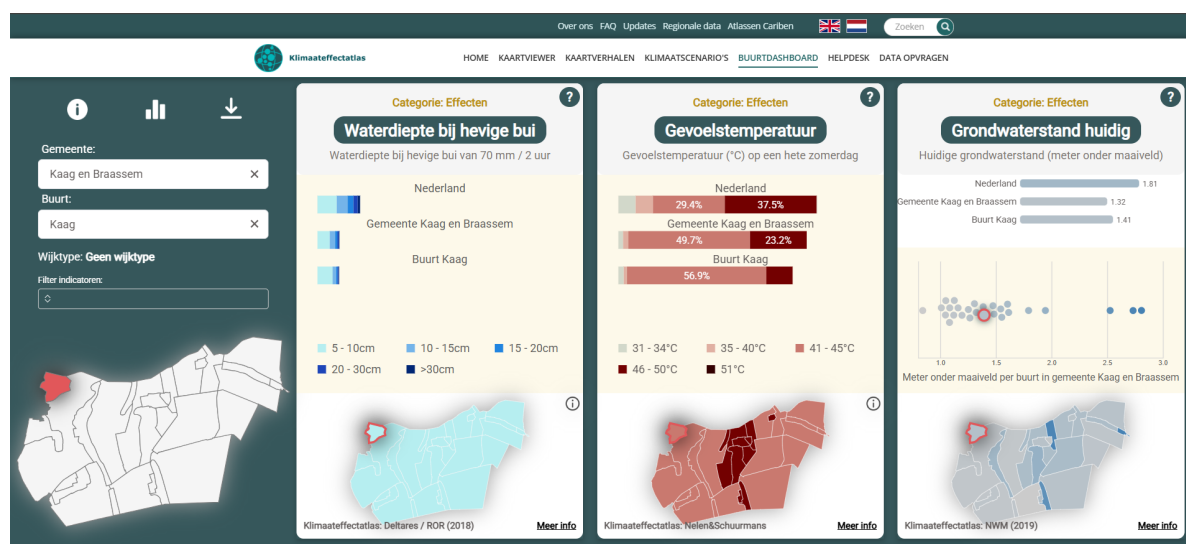
steund door eenvoudige illustraties die uitleggen hoe een indicator is opgebouwd en welke aannames daarbij gelden. De homepage wordt weergegeven in Figuur 4.3, waar gebruikers voor elke indicator het bijbehorende kaartverhaal kunnen selecteren.



Figuur 4.3: Kaartverhalen in de Klimaateffectatlas, met toelichting op indicatoren binnen de thema's: *Wateroverlast*, *Hitte*, *Droogte* en *Overstroming*.

Buurtdashboard

In de module *Buurtdashboard* worden de klimaateffecten binnen een gemeente per buurt gepresenteerd. Gebruikers kunnen voor een selectie van indicatoren de gevolgen van wateroverlast, droogte, hitte en overstroming in een specifieke gemeente verkennen. De primaire functie van dit dashboard is om inzicht te geven in de variatie van klimaatbestendigheid tussen de buurten binnen een gemeente. De schaal waarop deze informatie wordt gepresenteerd is gebaseerd op de Wijk- en Buurtkaart (CBS, 2025), waarbij de onderliggende data worden geaggregeerd tot representatieve scores per buurt. De informatie wordt gepresenteerd in een interactief dashboard waarin kaarten, scorebalken of grafieken worden gecombineerd. Door middel van kleur en een duidelijke legenda wordt per indicator weergegeven hoe een buurt scoort ten opzichte van de rest van de gemeente.



Figuur 4.4: Buurtdashboard in de Klimaateffectatlas, met de gemeente Kaag en Braassem en de wijk Kaag geselecteerd. Het verschil in klimaateffecten wordt op buurtniveau weergegeven voor de indicatoren: *Waterdiepte bij hevige bui*, *Gevoelstemperatuur* en *Grondwaterstand huidig*.

of Nederland. Dit wordt geïllustreerd in Figuur 4.4, waarin de klimaateffecten voor de buurt Kaag binnen de gemeente Kaag en Braassem zichtbaar worden gemaakt op het gebied van extreme regen, hitte en grondwater. Hoewel dit dashboard bijdraagt aan het gesprek over lokale verschillen, is het schaalniveau van buurten vaak te grof om keuzes te maken voor maatregelen op uitvoeringsniveau.

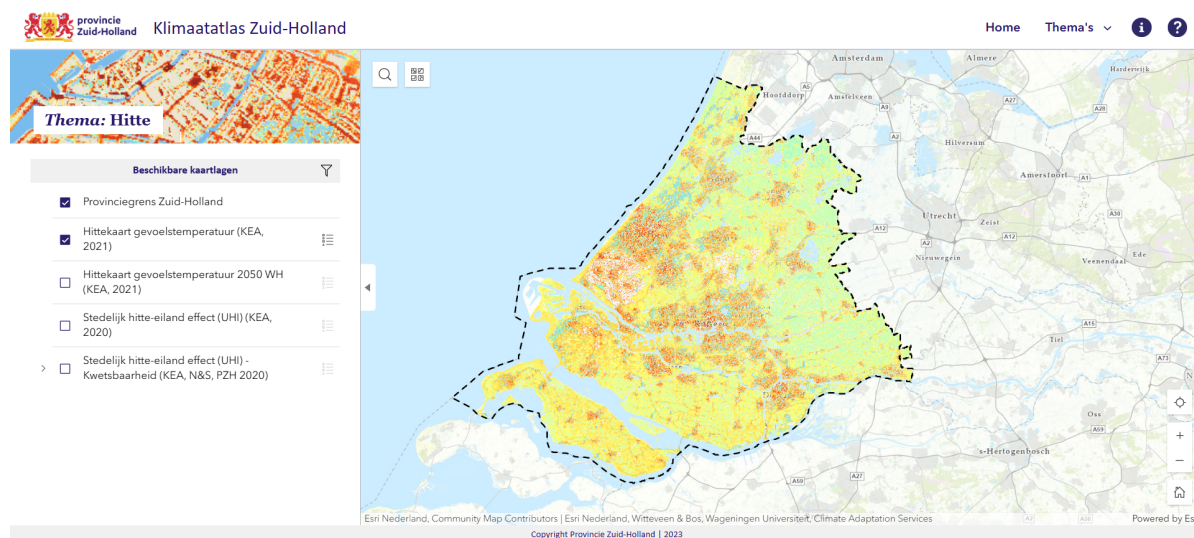
De Klimaateffectatlas biedt een eerste indruk van de effecten die klimaatverandering nu en in de toekomst op Nederland kan hebben. Voor gemeenten is de atlas bijvoorbeeld geschikt als startpunt voor de klimaatstresstesten. Een sterk punt is dat meerdere klimaatthema's, zoals hitte, wateroverlast en droogte, binnen één platform worden gepresenteerd, wat helpt om ruimtelijke kwetsbaarheden integraal te benaderen. De herkenbare presentatievormen, zoals interactieve kaarten, duidelijke legenda's en scorebalken, maken het mogelijk voor een breed publiek om verkenningen uit te voeren en gemeentelijke klimaateffecten inzichtelijk te maken. Toch blijft de praktische toepasbaarheid van de atlas relatief beperkt. Het schaalniveau van de kaarten is vaak niet consistent met het schaalniveau waarop maatregelen worden uitgevoerd: het is óf te grofmazig (zoals CBS-buurten in het Buurtdashboard), óf te fijnmazig (zoals rastercellen in de Kaartviewer), waardoor het lastig is om hier direct op te sturen. Daarnaast bevat de atlas slechts een beperkte set landelijke indicatoren, zonder de mogelijkheid om eigen lokale data te integreren. Voor het ontwerp van het nieuwe labelsysteem betekent dit dat de visuele kracht van de atlas zeker een waardevol fundament vormt, maar dat het systeem verder moet gaan door meer maatwerk mogelijk te maken en beter aan te sluiten bij de schaal van de uitvoering.

II. Regionale klimaatatlassen

Naast de landelijke Klimaateffectatlas hebben verschillende provincies, waterschappen en gemeenten hun eigen klimaatatlassen ontwikkeld. Deze atlassen combineren gegevens uit de landelijke Klimaateffectatlas met aanvullende, specifiekere data uit de regio. Ze zijn vaak het resultaat van stresstesten die binnen de DPRA-cyclus zijn uitgevoerd en vormen daarmee het startpunt voor risicodialogen en de ontwikkeling van klimaatadaptatiestrategieën. In deze paragraaf worden drie voorbeelden besproken van klimaatatlassen op provinciaal, waterschaps- en gemeentelijk niveau.

Provinciale klimaatatlassen

Een provinciale klimaatatlas biedt inzicht in klimaatopgaven op provinciaal niveau. Gebruikers kunnen verkennen hoe klimaateffecten zich binnen de verschillende thema's over de provincie verspreiden. De belangrijkste functie van een provinciale klimaatatlas is het ondersteunen van beleidsmakers binnen provincies, waterschappen en gemeenten bij het verkrijgen van gedeeld inzicht in klimaatopgaven, zodat ze gezamenlijk risicodialogen kunnen voeren. Een voorbeeld wordt getoond in Figuur 4.5, waarin een hittekaart uit de klimaatatlas van de pro-

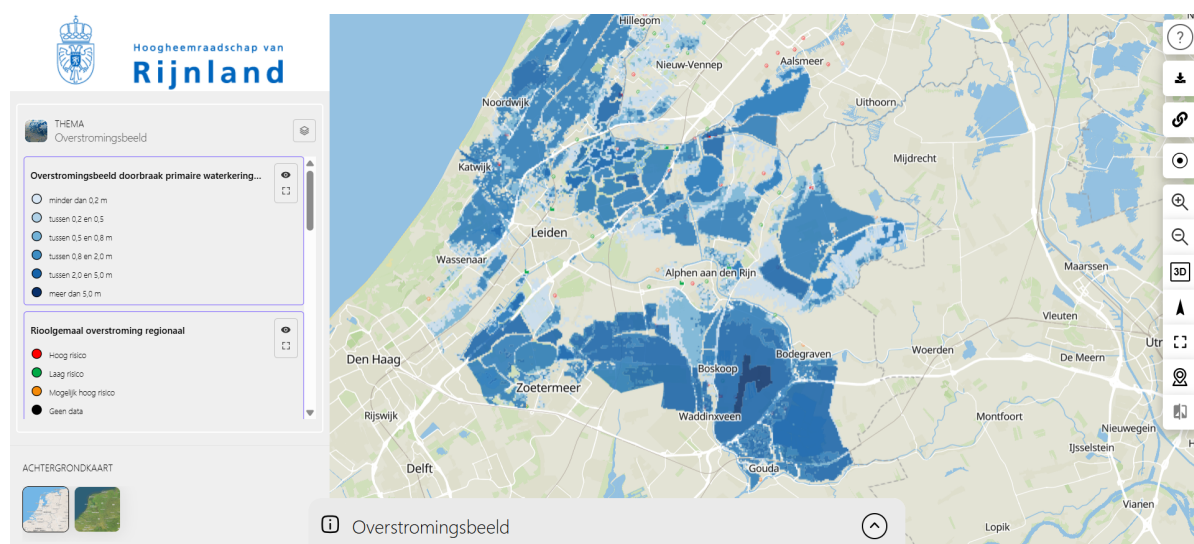


Figuur 4.5: Klimaatatlas van provincie Zuid-Holland, met de indicator *Gevoelstemperatuur* binnen het thema *Hitte*.

vincie Zuid-Holland wordt gepresenteerd. De kaarten in provinciale klimaatatlassen variëren in detailniveau. Deze variatie maakt de atlas geschikt voor het verkrijgen van breed inzicht in klimaateffecten op provinciaal niveau, waarbij grovere kaarten regionale trends in beeld brengen en gedetailleerdere kaarten helpen bij het identificeren van kwetsbaarheden op lokaal niveau. De gebruikersinterface bestaat doorgaans uit een interactief dashboard, waarmee gebruikers vanuit de homepage naar thematische kaarten kunnen navigeren. Per thema kunnen gebruikers filteren op specifieke klimaateffecten, kwetsbaarheden en risico's door kaartlagen in of uit te schakelen, en in sommige gevallen kiezen tussen verschillende klimaatscenario's.

Waterschappelijke klimaatatlassen

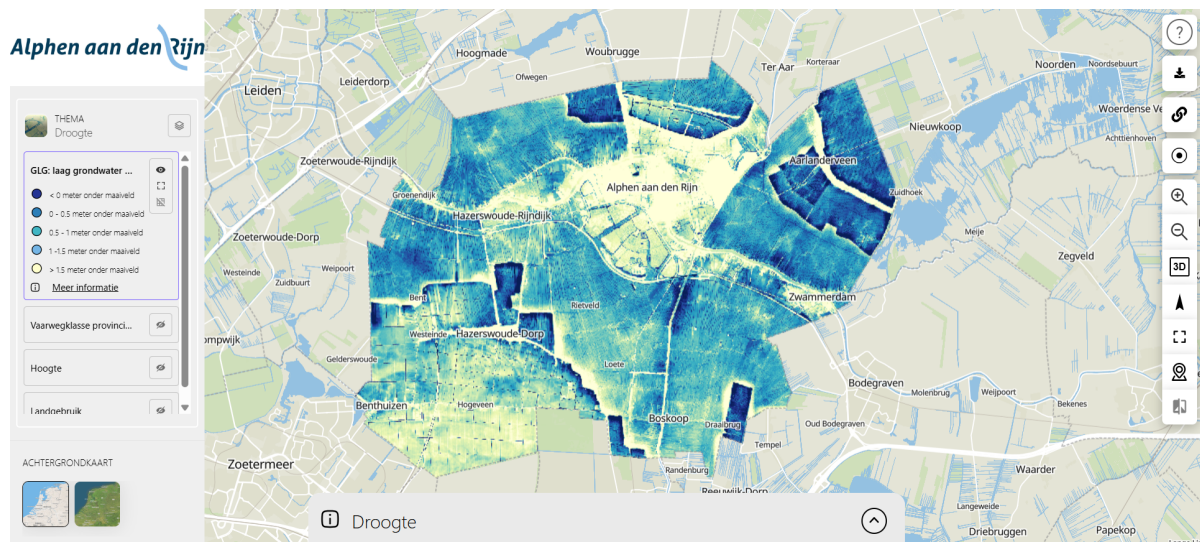
Naast de landelijke en provinciale instrumenten ontwikkelen ook waterschappen eigen klimaatatlassen. Deze hebben meestal een sterke focus op het watersysteem binnen het beheergebied van het waterschap. De primaire functie van deze atlassen is het bieden van inzicht in klimaatopgaven binnen waterveiligheid, waterkwantiteit en waterkwaliteit, en het ondersteunen van beleidsmakers bij het voeren van risicodialogen op het gebied van water. Een voorbeeld wordt getoond in Figuur 4.6, waarin een overstromingskaart uit de klimaatatlas van het Hoogheemraadschap van Rijnland wordt gepresenteerd. Het schaalniveau van de kaarten hangt af van de indicator en de variatie binnen die indicator, maar sluit waar mogelijk aan bij de waterbeheerstructuur, waarbij peilgebieden, polders en keringen vaak de basis vormen. Sommige kaarten geven een globaal overzicht van kwetsbaarheden, zoals overstromingsrisico's, terwijl andere gedetailleerder inzicht bieden, zoals de waterdiepte bij een extreme regenbui. De gebruikersinterface bestaat doorgaans uit een interactief dashboard, waarmee gebruikers vanuit de homepage naar thematische kaarten kunnen navigeren. Per thema kunnen gebruikers filteren op specifieke klimaateffecten, kwetsbaarheden en risico's door kaartlagen in of uit te schakelen, en in sommige gevallen kiezen tussen verschillende klimaatscenario's.



Figuur 4.6: Klimaatatlas van Hoogheemraadschap van Rijnland, met de indicator *Overstromingsbeeld doorbraak primaire waterkering* binnen het thema *Overstroming*.

Gemeentelijke klimaatatlassen

Ook gemeenten ontwikkelen klimaatatlassen om klimaateffecten op lokaal niveau te visualiseren. Gebruikers kunnen hiermee de spreiding van klimaatrisico's en kwetsbaarheden binnen verschillende klimaatthema's in de gemeente verkennen. De belangrijkste functie van deze atlassen is het bieden van inzicht in klimaatopgaven en het ondersteunen van gemeenten bij het voeren van risicodialogen. Een voorbeeld wordt getoond in Figuur 4.7, waarin een droogtekaart uit de klimaatatlas van de gemeente Alphen aan den Rijn wordt gepresenteerd. De kaarten in gemeentelijke klimaatatlassen variëren in detailniveau, afhankelijk van de indicator en beschikbare data. Sommige kaarten bieden gedetailleerde informatie op lokaal niveau (zoals gevoelstemperatuur), terwijl andere kaarten (zoals bodemdaling) minder detail bevatten. De gebruikersinterface bestaat doorgaans uit een interactief dashboard, waarmee gebruikers vanuit de homepage naar thematische kaarten kunnen navigeren. Per thema kunnen gebruikers filteren op specifieke klimaateffecten, kwetsbaarheden en risico's door kaartlagen in of uit te schakelen, en in sommige gevallen kiezen tussen verschillende klimaatscenario's.



Figuur 4.7: Klimaatatlas gemeente Alphen aan den Rijn, met de indicator *Gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG)* binnen het thema *Droogte*.

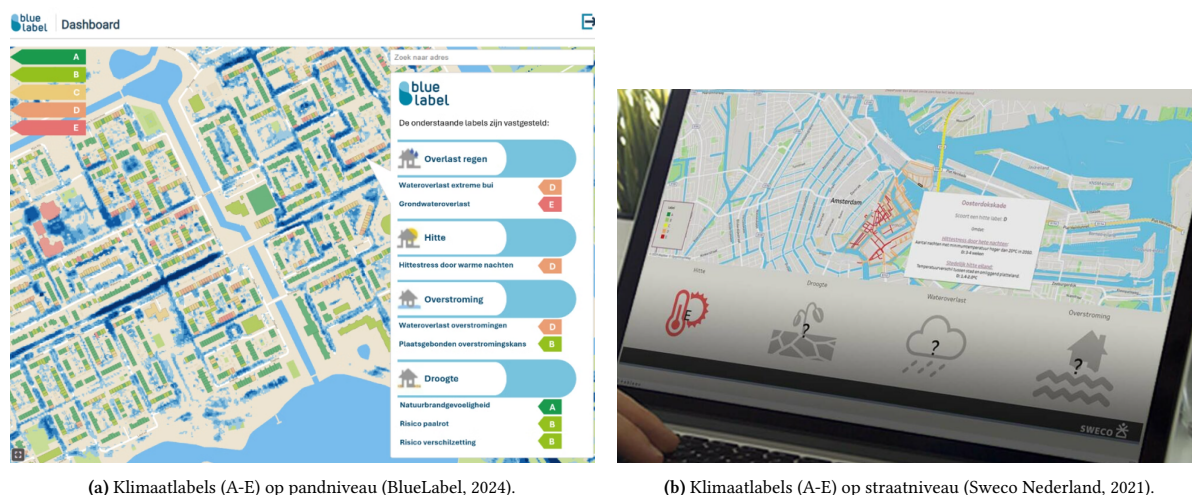
De regionale klimaatatlassen bieden een beter afgestemd startpunt voor klimaatrisicoanalyse dan de landelijke Klimateffectatlas, omdat ze specifiek inspelen op de kenmerken en uitdagingen van de regio. Ze ondersteunen ambtenaren bij het identificeren van kwetsbare gebieden en vormen de basis voor risicodialogen. Vanuit een overzichtelijke homepage kunnen gebruikers eenvoudig navigeren naar interactieve kaarten met meerdere indicatoren per thema, waarmee ze klimaatopgaven binnen verschillende domeinen kunnen verkennen en een integraal overzicht van de situatie verkrijgen. Waar de Klimateffectatlas een vaste set landelijke indicatoren biedt zonder ruimte voor het integreren van lokale data, bieden regionale klimaatatlassen bij het opstellen de mogelijkheid om af te stemmen op de specifieke ambities, data en prioriteiten van de regio. Toch blijft de praktische toepasbaarheid van deze atlassen beperkt. Het schaalniveau van de kaarten komt vaak niet overeen met het niveau waarop maatregelen daadwerkelijk worden genomen: sommige kaarten zijn te globaal voor lokale acties, terwijl andere te gedetailleerd zijn voor strategische beleidsvorming. Daarnaast zijn veel atlassen statische eindproducten die door externe partijen worden beheerd, waardoor men afhankelijk blijft van deze partijen voor updates. Tenzij klimaatatlassen in eigen beheer worden genomen, zoals sommige provincies doen met een openbaar ArcGIS Online-dashboord, is het moeilijk ze effectief in te zetten voor monitoring en evaluatie van klimaatbestendigheid. Voor het ontwerp van het nieuwe labelsysteem betekent dit dat de keuze voor een homepage met thematische kaarten en de mogelijkheid voor lokaal maatwerk een waardevolle basis vormt. Het systeem moet echter zo worden ontwikkeld dat het beter aansluit bij het uitvoeringsniveau en dat gemeenten het zelf kunnen beheren. Alleen dan kan het eenvoudig worden geüpdatet en daadwerkelijk bijdragen aan het monitoren en evalueren van klimaatbestendigheid.

III. Klimaatlabelsystemen

Aangezien de bestaande instrumenten vaak onvoldoende aanknopingspunten bieden voor klimaatadaptatiemaatregelen op lokaal niveau, zijn commerciële klimaatlabelsystemen ontwikkeld. Deze systemen vertalen klimaatbestendigheid naar herkenbare labels of scores, waardoor risico's op een toegankelijke manier zichtbaar en vergelijkbaar worden. Klimaatlabels kunnen op verschillende schaalniveaus worden toegepast. In deze paragraaf worden drie van dergelijke systemen besproken: op pandniveau, straatniveau en gebiedsniveau.

Klimaatlabels op pandniveau

Klimaatlabels op pandniveau geven de klimaatbestendigheid weer voor elk individueel gebouw. Een voorbeeld van dit type systeem is BlueLabel, ontwikkeld door Achmea, Nelen & Schuurmans en Haskoning. De primaire functie van de klimaatlabels is het identificeren van kwetsbare panden en het ondersteunen van beleidskeuzes binnen klimaatadaptatie. Dit gebeurt door complexe klimaatdata te vertalen naar begrijpelijke labels voor vier thema's: wateroverlast, overstroming, hitte en droogte, waarbij elk pand één label per indicator krijgt.



(a) Klimaatlabels (A-E) op pandniveau (BlueLabel, 2024).

(b) Klimaatlabels (A-E) op straatniveau (Sweco Nederland, 2021).

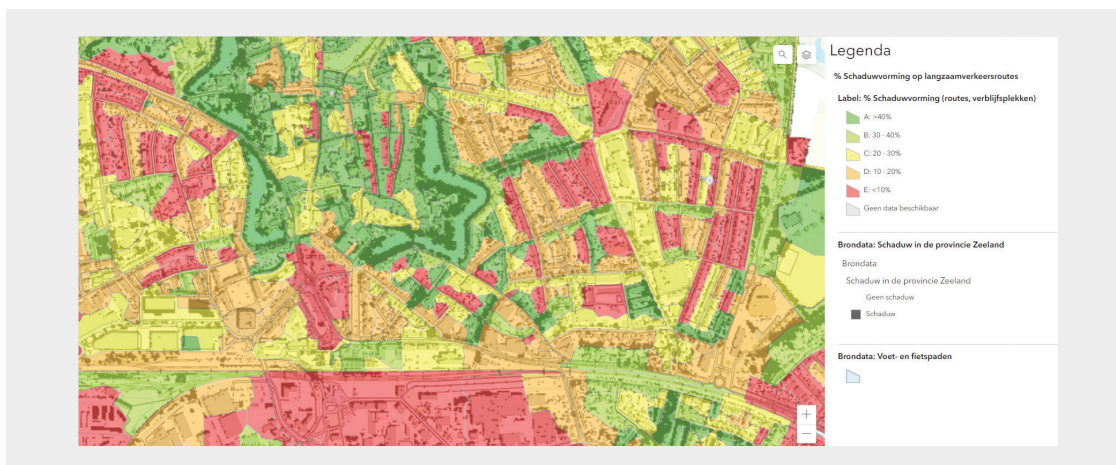
Figuur 4.8: Voorbeelden van commerciële klimaatlabelsystemen op pand- en straatniveau.

Gemeenten kunnen ervoor kiezen om deze labels op gemeentelijk niveau aan te schaffen, zodat het hele beheergebied inzichtelijk wordt gemaakt. Tegelijkertijd kunnen particulieren en bedrijven gratis het label van hun eigen woning of pand opvragen via de publiekswaarschijf. Zo is het systeem geschikt voor zowel individuele gebruikers als overheden die hun gehele gebied willen analyseren (BlueLabel, z.d.). De presentatievorm bestaat uit interactieve kaarten waarop per pand een label zichtbaar is, variërend van A (zeer klimaatadaptief) tot E (totaal niet klimaatadaptief), zoals weergegeven in Figuur 4.8a. De kleurschaal volgt een stoplichtsysteem van groen (A) naar rood (E). Gebruikers kunnen per thema en indicator inzoomen op een specifiek adres om inzicht te krijgen in de klimaatbestendigheid van dat pand. De methodiek is gebaseerd op het DGBC-framework⁵ en maakt gebruik van landelijke open data. De labels richten zich uitsluitend op omgevingsrisico's en houden geen rekening met gebouwspecifieke eigenschappen, zoals type fundering of bouwkwaliteit. Hoewel BlueLabel krachtig is in het visueel en begrijpelijk maken van klimaateffecten op pandniveau, kent het systeem ook belangrijke beperkingen. De indicatoren en drempelwaarden zijn vastgelegd, waardoor gemeenten deze niet kunnen afstemmen op hun eigen prioriteiten of ambitieniveaus. Bovendien brengt het gebruik van BlueLabel kosten met zich mee voor gebiedsbrede toepassing, en blijven gemeenten afhankelijk van de aanbieder voor updates, aanpassingen of nieuwe berekeningen. Dit maakt het systeem minder geschikt voor monitoring en evaluatie van klimaatbestendigheid, en voor doorontwikkeling op de lange termijn.

Klimaatlabels op straatniveau

Klimaatlabels op straatniveau geven de klimaatbestendigheid weer per afzonderlijke straat. Een voorbeeld van dit type systeem is Staat van je Straat, ontwikkeld door Sweco. De primaire functie van de klimaatlabels is het identificeren van kwetsbare straten en het ondersteunen van beleidskeuzes binnen klimaatadaptatie. Dit gebeurt door complexe klimaatdata te vertalen naar begrijpelijke labels voor vier thema's: wateroverlast, overstroming, hitte en droogte, waarbij elke straat één label per indicator krijgt en één overkoepeld label per thema. Gemeenten kunnen ervoor kiezen om deze labels gebiedsdekkend in te kopen, zodat het hele beheergebied inzichtelijk wordt gemaakt. Daarnaast is er een publiekswaarschijf beschikbaar (*momenteel tijdelijk offline*) waarmee bewoners zelf het klimaatlabel van hun straat kunnen opzoeken (Sweco, 2018). De presentatievorm bestaat uit interactieve kaarten waarop per straat een label zichtbaar is, variërend van A (zeer klimaatadaptief) tot E (totaal niet klimaatadaptief), zoals weergegeven in Figuur 4.8b. De kleurschaal volgt een stoplichtsysteem van groen (A) naar rood (E). Gebruikers kunnen per thema en indicator inzoomen op specifieke straten om inzicht te krijgen in hun klimaatbestendigheid. Hoewel Staat van je Straat krachtig is in het visueel en begrijpelijk maken van klimaateffecten op straatniveau, kent het systeem ook enkele beperkingen. De indicatoren en drempelwaarden worden bij de afname vaak in overleg met de gemeente vastgesteld, maar zijn daarna moeilijk zelfstandig aan te passen. Dit beperkt de flexibiliteit om het systeem doorlopend af te stemmen op veranderende lokale beleidsdoelen. Bovendien brengt het gebruik van Staat van je Straat kosten met zich mee voor gebiedsbrede toepassing, en blijven gemeenten afhankelijk van de aanbieder voor updates, aanpassingen of nieuwe

⁵Het DGBC-framework voor Climate Adaptive Buildings is een standaardaanpak ontwikkeld door de Dutch Green Building Council om fysieke klimaatrisico's voor gebouwen en hun omgeving systematisch in kaart te brengen (Kadijk & Van de Velde, 2024).



Figuur 4.9: Klimaatlabels (A-E) op postcode-gebiedsniveau (Haskoning, 2024).

berekeningen. Dit maakt het systeem minder geschikt voor monitoring en evaluatie van klimaatbestendigheid, en voor doorontwikkeling op de lange termijn.

Klimaatlabels op gebiedsniveau

Klimaatlabels op gebiedsniveau geven de klimaatbestendigheid weer per zone, zoals postcodegebieden of buurten. Een voorbeeld van dit type systeem zijn de Klimaatlabels van Haskoning. De primaire functie van de klimaatlabels is het identificeren van kwetsbare gebieden en het ondersteunen van beleidskeuzes binnen klimaatadaptatie. Dit gebeurt door complexe klimaatdata te vertalen naar begrijpelijke labels voor meerdere thema's: wateroverlast, overstroming, hitte en droogte, biodiversiteit en waterkwaliteit, waarbij elk gebied één label per indicator krijgt. De labels zijn ontworpen als beleidsinstrument om inzicht te geven in de mate waarin gebieden voldoen aan klimaatadaptatieve inrichting, op basis van de Landelijke maatlat groene klimaatadaptatieve gebouwde omgeving en het principe van 'Bodem en Water sturend' (Haskoning, 2024). De presentatievorm bestaat uit interactieve kaarten waarop per gebied een label zichtbaar is, variërend van A (zeer klimaatadaptief) tot E (totaal niet klimaatadaptief), zoals weergegeven in Figuur 4.9. De kleurenschaal volgt een stoplichtsysteem van groen (A) naar rood (E). Gebruikers kunnen per thema en indicator inzoomen op specifieke gebieden om inzicht te krijgen in hun klimaatbestendigheid. Naast inzicht per thema en indicator kunnen alle resultaten, indien gewenst, ook worden samengevoegd in een gebiedspaspoort. Hierdoor kunnen beleidsmakers snel de hoogste prioriteiten binnen een gebied identificeren (Haskoning, 2024). Hoewel de Klimaatlabels van Haskoning effectief zijn in het visualiseren van klimaateffecten op gebiedsniveau en het helpen bij het prioriteren van maatregelen, kent het systeem ook enkele beperkingen. De indicatoren en drempelwaarden worden bij de afname vaak in overleg met de gemeente vastgesteld, maar zijn daarna moeilijk zelfstandig aan te passen. Dit beperkt de flexibiliteit om het systeem doorlopend af te stemmen op veranderende lokale beleidsdoelen. Bovendien brengt het gebruik van het systeem kosten met zich mee voor gebiedsbrede toepassing, en blijven gemeenten afhankelijk van de aanbieder voor updates, aanpassingen of nieuwe berekeningen. Dit maakt het systeem minder geschikt voor monitoring en evaluatie van klimaatbestendigheid, en voor doorontwikkeling op de lange termijn.

De drie commerciële klimaatlabelsystemen bieden waardevolle inspiratie voor het begrijpelijk presenteren van klimaateffecten. Door gebruik te maken van herkenbare labels op gebouw-, straat- of postcode-niveau, maken ze complexe klimaatinformatie toegankelijk voor zowel beleidsmakers als het brede publiek. Dit ondersteunt gemeenten bij het inzichtelijk maken van kwetsbaarheden, het voeren van risicodialogen, het stellen van ambities en het prioriteren van maatregelen. Tegelijkertijd laten de systemen ook duidelijke beperkingen zien. Gemeenten hebben doorgaans wel invloed op de gehanteerde rekenmethoden, indicatoren en drempelwaarden, aangezien deze in overleg met de aanbieder worden vastgesteld. Na de vaststelling kunnen ze echter moeilijk zelfstandig worden aangepast aan nieuwe inzichten, veranderende ambities of beleidsdoelen. De onderliggende systemen blijven beheerd door de aanbieders, wat betekent dat gemeenten voor updates en herhaalde toepassingen afhankelijk blijven van externe partijen. Dit beperkt het eigenaarschap van gemeenten, vermindert de flexibiliteit van het systeem en hindert de doorlopende monitoring en evaluatie van klimaatbestendigheid.

Voor het ontwerp van het klimaatlabelsysteem betekent dit dat de schaalniveaus, die aansluiten bij het uitvoeringsniveau van maatregelen, en de herkenbare presentatie van de labels waardevolle inspiratie bieden uit deze systemen. Tegelijkertijd is het essentieel om verder te gaan dan deze voorbeelden door gemeenten meer grip te geven op inhoud en toepassing. Pas wanneer klimaatlabelsystemen door gemeenten zelf beheerd kunnen worden, kunnen zij duurzaam bijdragen aan het monitoren en evalueren van klimaatbestendigheid.

4.3. Conclusie

Dit hoofdstuk heeft de Nederlandse beleidspraktijk rond klimaatadaptatie in kaart gebracht en geanalyseerd welke knelpunten decentrale overheden ervaren bij de uitvoering op lokaal niveau. De analyse toont aan dat klimaatadaptatie in Nederland zich heeft ontwikkeld van een nationale waterveiligheidsopgave naar een brede decentrale ambitie voor een klimaatbestendige inrichting in 2050. Gemeenten vervullen hierin een centrale rol, maar stuiten op obstakels in de uitvoering van klimaatadaptatie en het monitoren van hun voortgang. De Klimaat-effectatlas biedt een geschikt startpunt voor inzicht in klimaatbestendigheid, maar het schaalniveau van de indicatoren sluit vaak niet aan bij het uitvoeringsniveau van lokale maatregelen. Het biedt bovendien geen ruimte voor de integratie van lokale data of afstemming op specifieke beleidsdoelen. Bij regionale klimaatatlassen is dit wel mogelijk, waardoor ze beter kunnen worden afgestemd op de lokale context. Tegelijkertijd vertonen deze atlassen dezelfde schaalbeperkingen. Commerciële klimaatlabelsystemen laten zien dat zowel een passend schaalniveau als integratie van lokale data en ambities technisch mogelijk zijn. Ze maken gemeenten echter afhankelijk van de aanbieders, wat de toepasbaarheid van deze systemen als monitoring- en evaluatietool beperkt.

Op basis van deze lessen komen vier randvoorwaarden naar voren voor bruikbare klimaatinformatiesystemen: (1) integraal inzicht in verschillende klimaatthema's; (2) bruikbaarheid op het schaalniveau van uitvoering; (3) ruimte voor lokaal maatwerk; en (4) gemeentelijk beheer. Deze inzichten vormen tevens de uitgangspunten voor de ontwikkeling van het klimaatlabelsysteem in Hoofdstuk 6.

5

Analyse van indicatoren

In Nederland is er steeds meer klimaatinformatie beschikbaar via kaarten, dashboards en openbare databronnen. Tegelijkertijd ontbreekt het aan inzicht in welke indicatoren het meest worden gebruikt en in hoeverre deze daadwerkelijk geschikt zijn voor het monitoren en evalueren van klimaatbestendigheid op lokaal niveau. Dit hoofdstuk brengt daarom in kaart welke indicatoren momenteel in klimaatatlassen worden toegepast. Allereerst worden de resultaten van een systematische indicator-analyse besproken in Paragraaf 5.1. Vervolgens presenteert Paragraaf 5.2 de indicatoren die zijn geselecteerd voor het klimaatlabelsysteem, zoals omschreven in Paragraaf 2.4. Daarna wordt in Paragraaf 5.3 de beoordeling van deze indicatoren aan het academische toetskader gepresenteerd. Ten slotte worden de belangrijkste bevindingen samengevat in Paragraaf 5.4.

5.1. Inventarisatie van indicatoren

Voor deze analyse zijn zestien klimaatatlassen geselecteerd: negen van gemeenten, drie van waterschappen, twee van de rijksoverheid, de klimaatatlas van de provincie Zuid-Holland en de Steenbreek Atlas.

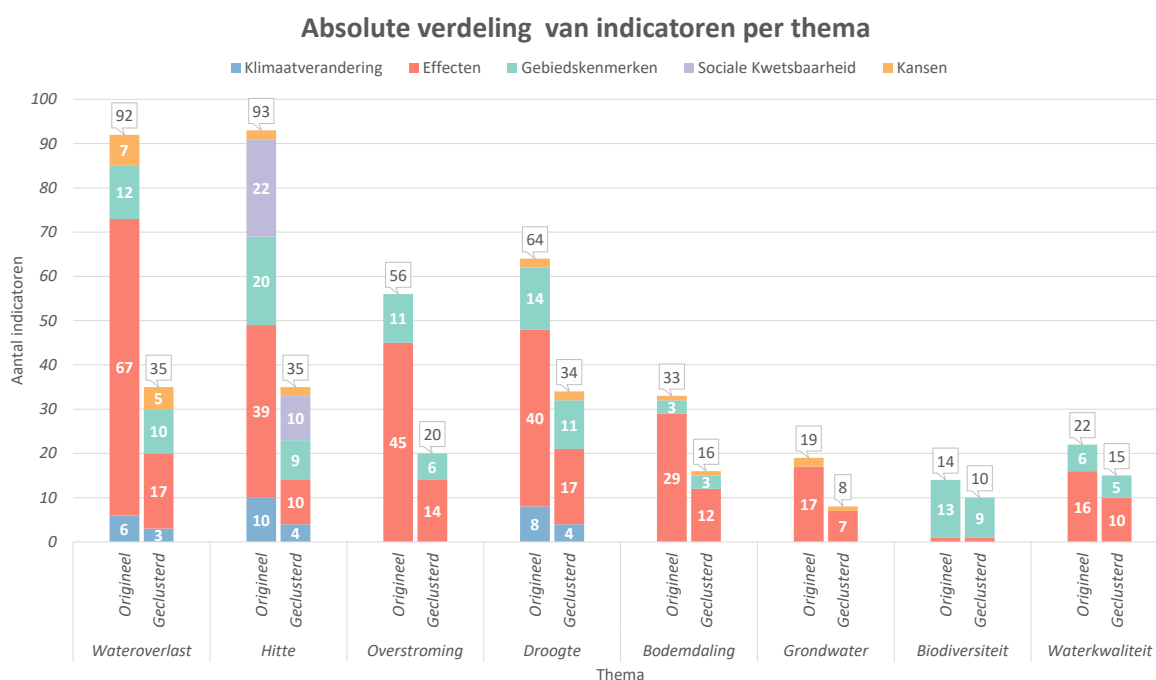
Tabel 5.1: Overzicht van de geselecteerde klimaatatlassen en bijbehorende overheidsinstanties

Id	Overheidsinstantie	Klimaatatlas
A	Gemeente Rotterdam	Klimaat Wijkkaarten
B	Gemeente Den Haag	Klimaatatlas Den Haag
C	Gemeente Leiden	Klimaatkaarten Leiden
D	Gemeente Alphen aan den Rijn	Klimaatatlas Alphen aan den Rijn
E	Gemeente Hoeksche Waard	Klimaatstresstest Hoeksche Waard
F	Hoogheemraadschap van Rijnland	Klimaatatlas Rijnland
G	Provincie Zuid-Holland	Klimaatatlas Zuid-Holland
H	Gemeente Amsterdam	Dashboard Klimaatadaptatie
I	Gemeente Haarlemmermeer	Klimaatatlas Haarlemmermeer
J	Gemeente Hilversum	Klimaatverandering in Hilversum
K	Gemeente Hoorn	Gemeente Hoorn Stresstest
L	Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier	Klimaatatlas Hollands Noorderkwartier
M	Waterschap Amstel, Gooi en Vecht	Klimaatatlas Amstel, Gooi en Vecht
N	Rijksoverheid	Klimaat-effectatlas
O	Rijksoverheid	Ruimtelijk afwegingskader
P	Stichting Steenbreek	Steenbreek verdiepingsatlas

De selectie is uitgevoerd volgens de methode beschreven in Paragraaf 2.4, waarbij alleen klimaatatlassen zijn meegenomen die publiek toegankelijk zijn en waarvan de desbetreffende organisatie ook over een openbaar klimaatadaptatiebeleid beschikt. De focus lag op Zuid- en Noord-Holland, aangevuld met relevante landelijke bronnen. Tabel 1 toont een overzicht van de geselecteerde klimaatatlassen. Op basis hiervan is een systematische indicator-analyse uitgevoerd, waarvan de belangrijkste resultaten per thema en type worden gepresenteerd.

Absolute verdeling per thema

Figuur 5.1 toont per klimaatthema het aantal indicatoren, onderverdeeld in vijf typen: Klimaatverandering, Effecten, Gebiedskenmerken, Sociale Kwetsbaarheid en Kansen. Voor elk thema is het onderscheid zichtbaar tussen de oorspronkelijke set en de geclusterde set. De oorspronkelijke set omvat in totaal 393 indicatoren, waarbij een indicator meerdere keren meetelt als hij in verschillende atlasen wordt gehanteerd. In de geclusterde set zijn inhoudelijk vergelijkbare varianten samengenomen tot één representatieve indicator, wat resulteert in 173 unieke indicatoren. De grafiek laat zien welke typen binnen elk thema dominant zijn en hoe dit beeld verandert wanneer indicatoren worden geclusterd. Bijlage B bevat per thema een totaaloverzicht van de geclusterde indicatoren, met bronvermelding, type en toelichting op de betekenis.

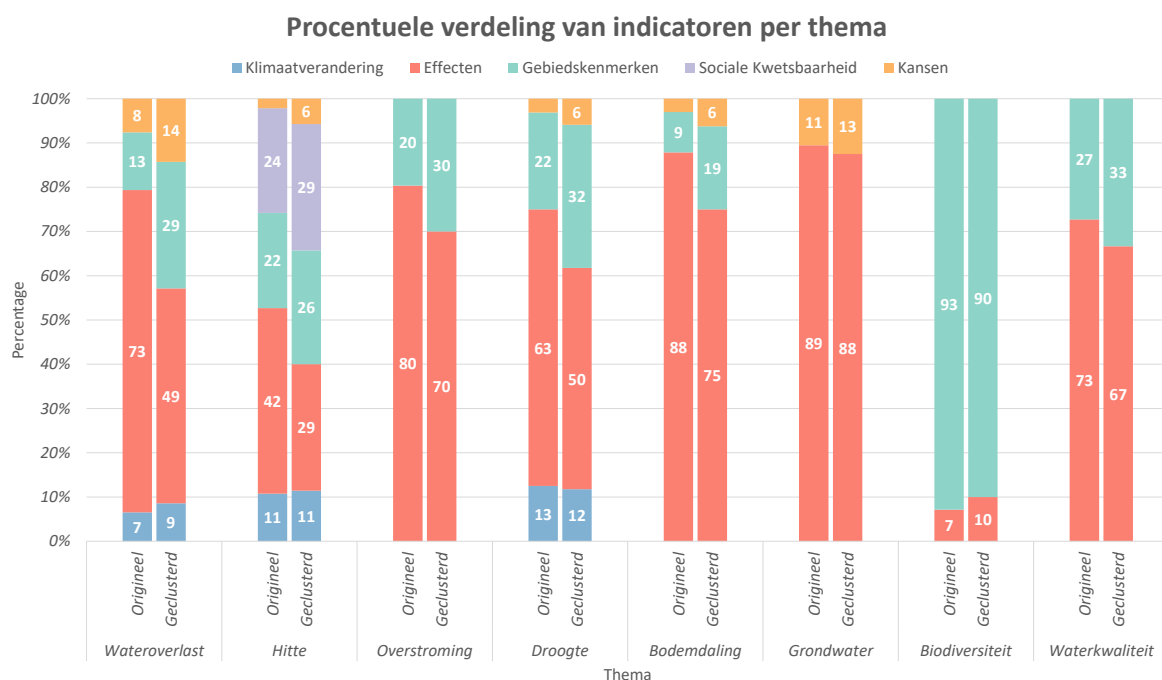


Figuur 5.1: Absolute verdeling van indicatoren per klimaatthema, onderverdeeld in vijf categorieën: *Klimaatverandering* (blauw), *Effecten* (rood), *Gebiedskenmerken* (turquoise), *Sociale Kwetsbaarheid* (paars) en *Kansen* (oranje). De staafdiagrammen tonen zowel de originele set (links) als de geclusterde set (rechts). De getallen binnen de balken geven het aantal indicatoren per type weer (wanneer > 2). De getallen boven de balken tonen het totaal aantal indicatoren per thema.

In de oorspronkelijke set vallen de thema's Hitte (93 indicatoren), Wateroverlast (92), Droogte (64) en Overstroming (56) het meest op, wat duidt op een beleidsmatig zwaartepunt op deze klimaatthema's. Bodemdaling (33), Waterkwaliteit (22) en Grondwater (19) komen minder vaak voor. Biodiversiteit is het minst vertegenwoordigd, met 14 indicatoren. Na clustering is bij alle thema's een afname zichtbaar in het totaal aantal indicatoren, het sterkst bij Wateroverlast (van 92 naar 35) en Hitte (van 93 naar 35). Deze reductie duidt op een aanzienlijke overlap, waarbij dezelfde indicatoren in meerdere klimaatatlassen voorkomen. Hoe vaker eenzelfde indicator door verschillende atlasen wordt gehanteerd, hoe groter het effect op de afname na clustering. Bij de thema's Hitte en Wateroverlast komt deze sterke daling vermoedelijk doordat indicatoren zoals waterdiepte op straat, begaanbaarheid van wegen, gevoelstemperatuur en afstand tot koelte in vrijwel elke atlas voorkomen.

Procentuele verdeling per thema

Figuur 5.2 toont de procentuele verdeling van indicatoren binnen elk klimaatthema over de vijf typen, zowel voor als na clustering. Bij Wateroverlast valt op dat het merendeel van de indicatoren onder het type Effecten valt (73%), gevolgd door Gebiedskenmerken (13%), Klimaatverandering (7%) en Kansen (8%). Binnen Droogte ligt de nadruk eveneens op Effecten (63%), met daarnaast vooral Gebiedskenmerken (22%), Klimaatverandering (13%) en een klein aandeel Kansen (3%). Het thema Hitte kent een bredere spreiding: 42% van de indicatoren valt onder Effecten, 24% onder Sociale Kwetsbaarheid, 22% onder Gebiedskenmerken, en respectievelijk 11% en 2% onder Klimaatverandering en Kansen. Ook binnen Overstroming en Waterkwaliteit domineren de Effecten (respectievelijk 80% en 73%), gevolgd door Gebiedskenmerken (20% en 27%), terwijl andere typen niet voorkomen. Bij Bodemdaling en Grondwater zijn Effecten nog dominanter aanwezig (88% en 89%). Grondwater kent daarnaast een klein aandeel Kansen (11%), terwijl Bodemdaling verder bestaat uit Gebiedskenmerken (9%) en Kansen (3%). Biodiversiteit valt uit de toon ten opzichte van de andere thema's en bestaat bijna volledig uit Gebiedskenmerken (93%), met slechts 7% Effecten. Na clustering veranderen de verhoudingen licht, maar de dominante typen per thema blijven grotendeels hetzelfde. In overeenstemming met de analyse van de absolute verdeling, leidt het veelvuldig voorkomen van dezelfde indicatoren in verschillende atlanten tot een aanzienlijke verandering in de procentuele verdeling van indicatortypen binnen thema's na clustering.

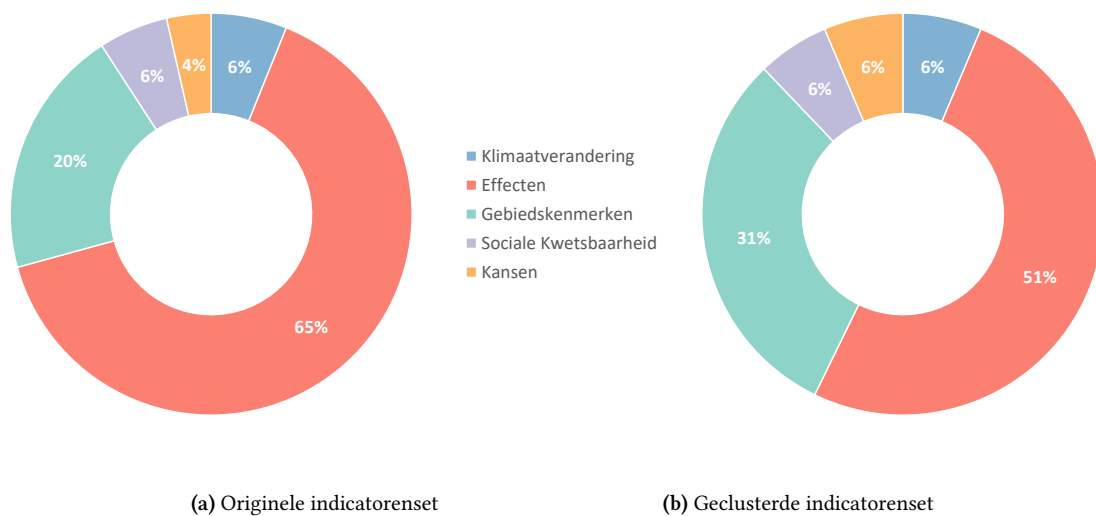


Figuur 5.2: Procentuele verdeling van indicatoren per klimaatthema, onderverdeeld in vijf categorieën: *Klimaatverandering* (blauw), *Effecten* (rood), *Gebiedskenmerken* (turquoise), *Sociale Kwetsbaarheid* (paars) en *Kansen* (oranje). De staafdiagrammen tonen zowel de originele set (links) als de geclusterde set (rechts). De getallen binnen de balken geven het percentage per type weer (wanneer > 5%).

Procentuele verdeling van typen

Figuur 5.3 toont de procentuele verdeling van indicatoren per type in de indicatorenset, voor zowel de originele als de geclusterde versie. In de originele set (Figuur 5.3a) is het type Effecten het meest vertegenwoordigd met 65%, gevolgd door Gebiedskenmerken (20%), Klimaatverandering en Sociale Kwetsbaarheid (beide 6%), met als kleinste aandeel Kansen (4%). Dit wijst op een sterke focus op de gevolgen van klimaatverandering voor fysieke infrastructuur en de natuurlijke omgeving (Effecten) en, in mindere mate, op ruimtelijke kenmerken (Gebiedskenmerken), terwijl maatschappelijke aspecten (Sociale kwetsbaarheid), directe klimaatvariabelen (Klimaatverandering) en mogelijkheden tot actie (Kansen) aanzienlijk minder aandacht krijgen. Na clustering (Figuur 5.3b) daalt het aandeel van Effecten naar 51%, terwijl Gebiedskenmerken toeneemt tot 31%. Klimaatverandering en Sociale Kwetsbaarheid blijven op 6% en Kansen stijgt naar 6%. Dit toont aan dat ook in de set met unieke indicatoren na clustering de typen Effecten en Gebiedskenmerken nog steeds domineren.

Procentuele verdeling van typen in de indicatorenset

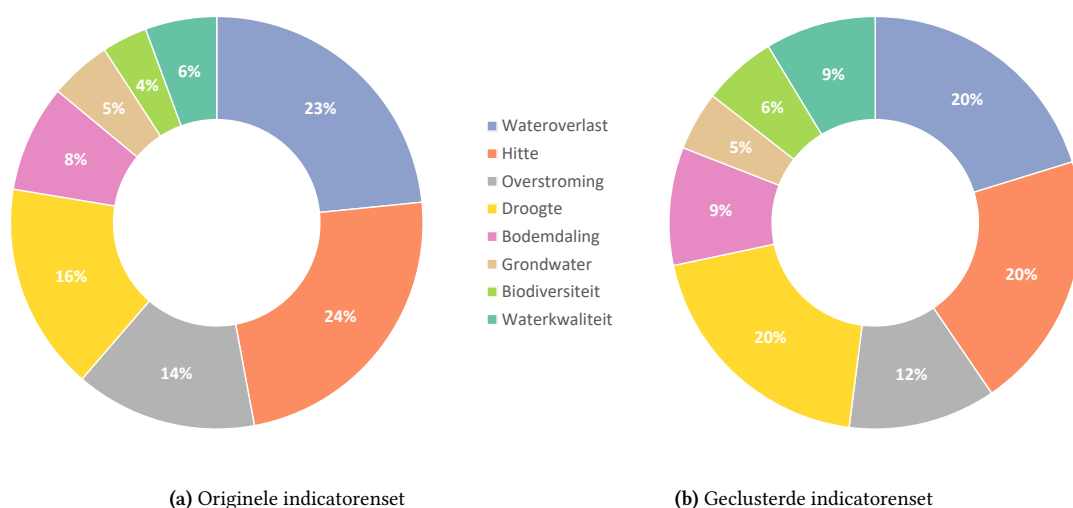


Figuur 5.3: Procentuele verdeling van typen in de originele (a) en geclusterde (b) indicatorenset, onderverdeeld in vijf categorieën: *Klimaatverandering* (blauw), *Effecten* (rood), *Gebiedskenmerken* (turquoise), *Sociale Kwetsbaarheid* (paars) en *Kansen* (oranje).

Procentuele verdeling van thema's

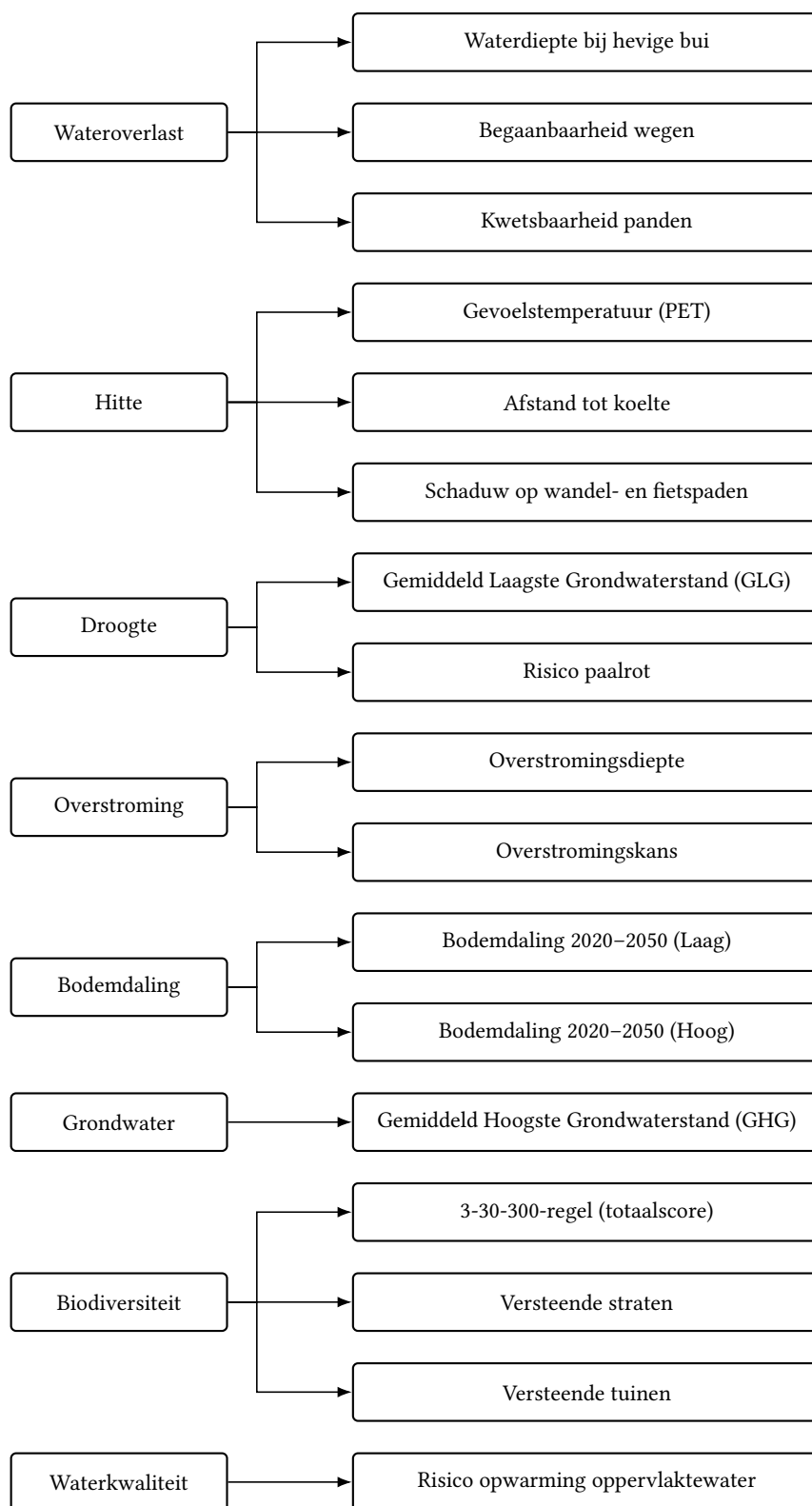
Figuur 5.4 toont de procentuele verdeling van indicatoren per thema in de indicatorenset, voor zowel de originele als de geclusterde versie. In de oorspronkelijke set (Figuur 5.4a) zijn Hitte (24%) en Wateroverlast (23%) het sterkst vertegenwoordigd, gevolgd door Droogte (16%) en Overstroming (14%). Daarna volgen Bodemdaling (8%), Waterkwaliteit (6%), Grondwater (5%) en Biodiversiteit (4%). Na clustering (Figuur 5.4b) daalt het aandeel Hitte en Wateroverlast naar 20%, terwijl Overstroming afneemt naar 12%. Droogte stijgt naar 20%, Bodemdaling naar 9%, en Waterkwaliteit en Biodiversiteit nemen toe tot respectievelijk 9% en 6%. Het aandeel van Grondwater blijft gelijk op 5%. Na clustering blijven de thema's Hitte, Wateroverlast en Droogte, en in mindere mate Overstroming, dominant. Tegelijkertijd krijgen de thema's Bodemdaling, Biodiversiteit en Waterkwaliteit relatief meer gewicht. Dit resulteert in een evenwichtiger verdeling, maar de klassieke thema's blijven nog steeds het meest vertegenwoordigd.

Procentuele verdeling van thema's in de indicatorenset



Figuur 5.4: Procentuele verdeling van thema's in de originele (a) en geclusterde (b) indicatorenset, onderverdeeld in acht categorieën: *Wateroverlast* (blauw), *Hitte* (rood), *Overstroming* (grijs), *Droogte* (geel), *Bodemdaling* (paars), *Grondwater* (bruin), *Biodiversiteit* (groen), en *Waterkwaliteit* (turquoise).

5.2. Selectie van indicatoren



Figuur 5.5: Overzicht van de geselecteerde indicatoren voor het klimaatlabelsysteem binnen de thema's *Wateroverlast*, *Hitte*, *Droogte*, *Overstroming*, *Bodemdaling*, *Grondwater*, *Biodiversiteit* en *Waterkwaliteit*. De pijlen verbinden elk thema met de bijbehorende indicatoren. Deze indicatoren zijn geselecteerd op basis van databeschikbaarheid, frequent gebruik in klimaatatlassen en deskundige afweging.

5.3. Toetsing van indicatoren

Om de kwaliteit van de geselecteerde indicatoren vast te stellen, zijn zij beoordeeld met behulp van het academisch toetskader (Tabel 3.1). De beoordeling is uitgevoerd aan de hand van een inhoudelijke analyse van de indicatoren, met informatie uit de Klimateffectatlas en de Steenbreek Atlas, volgens de in Paragraaf 2.4 beschreven methode. De toetsing van de indicatoren *Begaanbaarheid wegen* en *Kwetsbaarheid panden*, zonder openbare data, is gebaseerd op methodebeschrijvingen en andere relevante informatie uit de klimaatatlassen die deze indicatoren hanteren, aangevuld met een benadering van hoe deze indicatoren zelfstandig ontwikkeld kunnen worden. Voor elke indicator is per criterium vastgesteld in welke mate aan de gestelde eisen wordt voldaan. De resultaten zijn samengevoegd in een overzichtsmatrix (Tabel 5.2), waarin drie symbolen de score aanduiden: ✓ (voldoet), ~ (gedeeltelijk/onzeker) en ✗ (voldoet niet). Bij iedere indicator is bovendien een korte toelichting opgenomen waarin de beoordeling per criterium wordt onderbouwd. De toetsresultaten maken relevante kwaliteitsverschillen zichtbaar, maar fungeren niet als selectiecriterium: alle indicatoren worden, onafhankelijk van hun score, opgenomen in het klimaatlabelsysteem. Waar de eerdere selectiecriteria gericht waren op aansluiting bij de praktijk, waarborgt deze keuze dat alle indicatoren met potentie deel uitmaken van het systeem. De toetsing dient daarbij als nulmeting en reflectie-instrument, waarmee inzicht ontstaat in welke indicatoren verbetering behoeven en in toekomstige versies verder kunnen worden geoptimaliseerd.

Tabel 5.2: Beoordeling van de geselecteerde indicatoren voor het klimaatlabelsysteem aan de kwaliteitseisen van het academisch toetskader, met de symbolen: ✓ (voldoet), ~ (gedeeltelijk/onzeker), ✗ (voldoet niet).

Indicator	Aansluiting op lokale opgaven	Koppeling aan beleidsdoelen	Transparante meetmethoden	Representatieve en gevoelige data	Systeeminzicht	Adaptief bijsturen	Bestuurlijke verbinding	Toegankelijkheid en participatie
Waterdiepte bij hevige bui	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓
Begaanbaarheid wegen	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓
Kwetsbaarheid panden	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓
Gevoelstemperatuur (PET)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Afstand tot koelte	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Schaduw op wandel- en fietspaden	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG)	✓	~	✓	✗	~	~	✓	~
Risico paalrot	✓	~	✓	✗	~	~	✓	~
Overstromingsdiepte	✓	✓	✓	~	✓	✗	✓	✓
Overstromingskans	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	~
Bodemdaling 2020–2050 (Laag)	✓	✓	✓	~	✓	~	✓	✓
Bodemdaling 2020–2050 (Hoog)	✓	✓	✓	~	✓	~	✓	✓
Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG)	✓	~	✓	✗	~	~	✓	~
3-30-300-regel	✓	✓	✓	✓	~	✓	✓	✓
Versteende straten	✓	✓	✓	✓	~	✓	✓	✓
Versteende tuinen	✓	✓	✓	✓	~	✓	✓	✓
Risico opwarming oppervlaktewater	✓	~	✓	~	✓	✓	✓	~

Waterdiepte bij hevige bui

De indicator toont waar zich bij extreme neerslag water ophoopt, wat inzicht geeft in het risico op wateroverlast in Kaag en Braassem (✓). De indicator sluit aan bij beleidsdoelen gericht op het beperken van overlast en schade door hevige buien (✓). De meetmethode is duidelijk beschreven en volledig toegelicht in het Klimaat-effectatlas-kaartverhaal 'Waterdiepte bij kortdurende hevige neerslag' (✓). De indicator is geschikt om kleine lokale verschillen weer te geven, maar is gebaseerd op een verouderd hoogtemodel (AHN2¹) en is daardoor niet representatief voor de huidige situatie (✗). De indicator visualiseert waar zich bij extreme neerslag water ophoopt, en kan zo ook inzicht geven in mogelijke oorzaken zoals hoogteverschillen of beperkte infiltratiecapaciteit van de ondergrond (✓). Met periodieke actualisatie van klimaatdata en ruimtelijke datasets is de indicator geschikt voor monitoring en evaluatie van klimaatadaptatie, waarbij de impact van maatregelen zichtbaar wordt en bijsturing mogelijk is (✓). De indicator is toepasbaar voor verschillende bestuurslagen en beleidsdomeinen, waaronder waterbeheer, beheer van de openbare ruimte en ruimtelijke ordening (✓). De kaart is visueel helder en toont in begrijpelijke eenheden waar wateroverlast optreedt, waardoor deze ook voor het brede publiek inzetbaar is in participatie en communicatie (✓).

Begaanbaarheid wegen

De indicator toont de begaanbaarheid van wegen bij hevige neerslag, wat inzicht geeft in het risico op beperkte bereikbaarheid in Kaag en Braassem (✓). De indicator sluit aan bij beleidsdoelen gericht op het waarborgen van bereikbaarheid en veiligheid en het voorkomen van mobiliteitsproblemen bij extreme neerslag (✓). De methode en uitgangspunten van deze indicator kunnen transparant worden gerapporteerd op vergelijkbare wijze als in klimaatatlassen die deze indicator hanteren (✓). De indicator is geschikt om kleine lokale verschillen weer te geven, maar omdat hij is afgeleid van *Waterdiepte bij hevige bui*, die gebaseerd is op verouderde data (AHN2), is hij niet representatief voor de actuele situatie (✗). De indicator visualiseert de begaanbaarheid van wegen bij hevige neerslag, en kan zo ook inzicht geven in mogelijke oorzaken zoals hoogteverschillen of stroombanen (✓). Met periodieke actualisatie van *Waterdiepte bij hevige bui* en het Nationaal Wegenbestand (NWB) is de indicator geschikt voor monitoring en evaluatie van klimaatadaptatie, waarbij de impact van maatregelen zichtbaar wordt en bijsturing mogelijk is (✓). De indicator is toepasbaar voor verschillende bestuurslagen en beleidsdomeinen, waaronder waterbeheer, beheer van de openbare ruimte en mobiliteit (✓). De kaart is visueel helder en toont op een begrijpelijke wijze welke wegen onbegaanbaar worden, waardoor hij ook voor het brede publiek inzetbaar is in participatie en communicatie (✓).

Kwetsbaarheid panden

De indicator toont welke panden kwetsbaar zijn voor wateroverlast, wat inzicht geeft in het risico op schade aan gebouwen in Kaag en Braassem (✓). De indicator sluit aan bij beleidsdoelen gericht op het verminderen van schade en het waarborgen van veiligheid tijdens extreme weersomstandigheden (✓). De methode en uitgangspunten van deze indicator kunnen transparant worden gerapporteerd op vergelijkbare wijze als in klimaatatlassen die deze indicator hanteren (✓). De indicator is geschikt om kleine lokale verschillen weer te geven, maar omdat hij is afgeleid van *Waterdiepte bij hevige bui*, die gebaseerd is op verouderde data (AHN2), is hij niet representatief voor de actuele situatie (✗). De indicator visualiseert de kwetsbaarheid van panden bij hevige neerslag, en kan zo ook inzicht geven in mogelijke oorzaken zoals hoogteverschillen of stroombanen (✓). Met periodieke actualisatie van *Waterdiepte bij hevige bui* en de Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG) is de indicator geschikt voor monitoring en evaluatie van klimaatadaptatie, waarbij de impact van maatregelen zichtbaar wordt en bijsturing mogelijk is (✓). De indicator is toepasbaar voor verschillende bestuurslagen en beleidsdomeinen, waaronder waterbeheer, beheer van de openbare ruimte en ruimtelijke ordening (✓). De kaart is visueel helder en toont op een begrijpelijke wijze welke panden kwetsbaar zijn, waardoor hij ook voor het brede publiek inzetbaar is in participatie en communicatie (✓).

Gevoelstemperatuur (PET)

De indicator toont de gevoelstemperatuur (PET²) op een warme zomermiddag, wat inzicht geeft in het risico op hittestress in Kaag en Braassem (✓). De indicator sluit aan bij beleidsdoelen gericht op gezondheid en leefbaarheid tijdens hittegolven (✓). De meetmethode is duidelijk beschreven en volledig toegelicht in het Klimaat-effectatlas-kaartverhaal 'Gevoelstemperatuur' (✓). De indicator gebruikt actuele ruimtelijke datasets

¹Het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN). Versie 2 is ingewonnen in de periode 2007–2012. De meest actuele versie is AHN5, ingewonnen in de periode 2023–2025.

²*Physiological Equivalent Temperature*, een biometeorologische index die de ervaren gevoelstemperatuur beschrijft op basis van luchttemperatuur, straling, wind en luchtvochtigheid (Höppe, 1999).

en meteorologische data van een representatieve tropische dag, waarmee kleine lokale verschillen in gevoelstemperatuur in beeld worden gebracht (✓). De indicator visualiseert de kwetsbaarheid voor hittestress door de ruimtelijke spreiding van gevoelstemperatuur weer te geven, en kan zo ook inzicht geven in mogelijke oorzaken zoals verharding en een gebrek aan groen of schaduw (✓). Met periodieke actualisatie van klimaatdata en ruimtelijke datasets is de indicator geschikt voor monitoring en evaluatie van klimaatadaptatie, waarbij de impact van maatregelen zichtbaar wordt en bijsturing mogelijk is (✓). De indicator is toepasbaar voor verschillende bestuurslagen en beleidsdomeinen, waaronder beheer van de openbare ruimte, sociaal domein en ruimtelijke ordening (✓). De kaart is visueel helder en toont op een begrijpelijke wijze waar de gevoelstemperatuur hoog is, waardoor hij ook voor het brede publiek inzetbaar is in participatie en communicatie (✓).

Afstand tot koelte

De indicator toont de afstand van gebouwen tot de dichtstbijzijnde koele plek, wat inzicht geeft in de bereikbaarheid van verkoeling tijdens warme dagen in Kaag en Braassem (✓). De indicator sluit aan bij beleidsdoelen gericht op het verbeteren van leefbaarheid en gezondheid door voldoende bereikbare koele plekken (✓). De meetmethode is duidelijk beschreven en volledig toegelicht in het Klimaateffectatlas-kaartverhaal 'Afstand tot koelte' (✓). De indicator gebruikt actuele ruimtelijke datasets en een gevoelstemperatuurkaart, waarmee kleine lokale verschillen in afstand tot koele plekken in beeld worden gebracht (✓). De indicator visualiseert de kwetsbaarheid voor hittestress door weer te geven waar koele plekken wel of niet goed bereikbaar zijn, en kan zo ook inzicht geven in mogelijke oorzaken zoals een ongelijke spreiding van groen (✓). Met periodieke actualisatie van klimaatdata en ruimtelijke datasets is de indicator geschikt voor monitoring en evaluatie van klimaatadaptatie, waarbij de impact van maatregelen zichtbaar wordt en bijsturing mogelijk is (✓). De indicator is toepasbaar voor verschillende bestuurslagen en beleidsdomeinen, waaronder beheer van de openbare ruimte, sociaal domein en ruimtelijke ordening (✓). De kaart is visueel helder en toont op een begrijpelijke wijze waar de afstand tot koelte groot is, waardoor hij ook voor het brede publiek inzetbaar is in participatie en communicatie (✓).

Schaduw op wandel- en fietspaden

De indicator toont het percentage schaduw op wandel- en fietspaden in de gebouwde omgeving, wat inzicht geeft in mogelijke hittestress tijdens warme dagen in Kaag en Braassem (✓). De indicator sluit aan bij beleidsdoelen gericht op het verbeteren van leefbaarheid en gezondheid door voldoende schaduwrijke routes te bieden (✓). De meetmethode is duidelijk beschreven en volledig toegelicht in het Klimaateffectatlas-kaartverhaal 'Schaduw op wandel- en fietspaden' (✓). De indicator gebruikt actuele ruimtelijke datasets en een schaduwkaart, waarmee kleine lokale verschillen in schaduwdekking zichtbaar worden gemaakt (✓). De indicator visualiseert de kwetsbaarheid voor hittestress langs wandel- en fietspaden door weer te geven waar veel of juist weinig schaduw aanwezig is, en kan zo ook inzicht geven in mogelijke oorzaken zoals een gebrek aan (groene) beschutting (✓). Met periodieke actualisatie van klimaatdata en ruimtelijke datasets is de indicator geschikt voor monitoring en evaluatie van klimaatadaptatie, waarbij de impact van maatregelen zichtbaar wordt en bijsturing mogelijk is (✓). De indicator is toepasbaar voor verschillende bestuurslagen en beleidsdomeinen, waaronder beheer van de openbare ruimte, mobiliteit en ruimtelijke ordening (✓). De kaart is visueel helder en toont op een begrijpelijke wijze waar veel of juist weinig schaduw aanwezig is, waardoor hij ook voor het brede publiek inzetbaar is in participatie en communicatie (✓).

Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG)

De indicator toont de gemiddeld laagste grondwaterstand, wat inzicht geeft in de kwetsbaarheid voor droogte in Kaag en Braassem (✓). De indicator is niet eenvoudig aan beleidsdoelen te koppelen, omdat de streefwaarde van GLG per bovengrondse functie verschilt; hij ondersteunt vooral indirecte doelen zoals het beperken van droogteschade en het in stand houden van een duurzaam grondwatersysteem (∼). De meetmethode is duidelijk beschreven en volledig toegelicht in het Klimaateffectatlas-kaartverhaal 'Laagste Grondwaterstanden' (✓). De indicator maakt gebruik van modeldata uit het Nationaal Water Model (2019) met een ruimtelijke resolutie van 250x250 meter, waardoor kleine lokale verschillen in grondwaterstanden onvoldoende worden weergegeven en de representativiteit op lokaal niveau beperkt is (✗). De indicator visualiseert de kwetsbaarheid voor droogte door de ruimtelijke spreiding van de gemiddeld laagste grondwaterstanden weer te geven, maar door de lage ruimtelijke resolutie blijft het inzicht op lokale schaal en in mogelijke oorzaken beperkt (∼). De indicator is theoretisch gezien geschikt voor monitoring en evaluatie van klimaatadaptatie, maar betrouwbare toepassing vereist een hogere resolutie, bijvoorbeeld met peilbuizen (∼). De indicator is toepasbaar voor verschillende bestuurslagen en beleidsdomeinen, waaronder waterbeheer, beheer van de openbare ruimte en ruimtelijke

ordering (✓). De kaart is visueel helder en goed te begrijpen voor experts, maar door de relatief complexe aard van de indicator (vereist kennis van grondwaterprocessen) minder geschikt voor communicatie met het brede publiek en participatieprocessen (∼).

Risico Paalrot

De indicator toont het risico op paalrot per buurt, wat inzicht geeft in het lokaal risico op funderingsschade in Kaag en Braassem (✓). De indicator is niet eenvoudig aan beleidsdoelen te koppelen, omdat de gemeente niet direct kan sturen op het voorkomen van paalrot; hij ondersteunt wel indirecte doelen zoals het beperken van droogteschade en het in stand houden van een duurzaam grondwatersysteem (∼). De meetmethode is duidelijk beschreven en volledig toegelicht in het Klimaateffectatlas-kaartverhaal 'Risicokaarten funderingen' (✓). De indicator gebruikt landelijke modellen en schattingen die een beeld geven op buurniveau, maar door deze aggregatie is de gevoeligheid voor kleine lokale verschillen beperkt (✗). De indicator visualiseert de kwetsbaarheid voor droogte door het risico op paalrot op buurniveau weer te geven, maar door de lage ruimtelijke resolutie is het inzicht op lokale schaal en in mogelijke onderliggende oorzaken beperkt (∼). De indicator is beperkt geschikt voor monitoring en evaluatie van klimaatadaptatie, omdat gemeentelijke maatregelen slechts indirect doorwerken op het risico op paalrot (∼). De indicator is toepasbaar voor verschillende bestuurslagen en beleidsdomeinen, waaronder waterbeheer, beheer van de openbare ruimte en ruimtelijke ordening (✓). De kaart is visueel helder en goed te begrijpen voor experts, maar door de relatief complexe aard van de indicator (vereist kennis van grondwaterprocessen en funderingen) minder geschikt voor communicatie met het brede publiek en participatieprocessen (∼).

Overstromingsdiepte

De indicator toont de maximale overstromingsdiepte bij een overstroming met een specifieke herhalingstijd, wat inzicht geeft in het risico op wateroverlast en mogelijke schade in Kaag en Braassem (✓). De indicator sluit aan bij beleidsdoelen gericht op gevolgbeperking van overstromingen, zoals het beperken van schade aan panden en infrastructuur en het waarborgen van de veiligheid van inwoners (✓). De meetmethode is duidelijk beschreven en volledig toegelicht in het Klimaateffectatlas-kaartverhaal 'Overstromingsdiepte' (✓). De indicator gebruikt actuele modeldata van het Landelijk Informatiesysteem Water en Overstromingen (LIWO), waarmee lokale verschillen in overstromingsdiepte zichtbaar worden gemaakt, maar door het ontbreken van een gemodelleerde overstromingsdiepte op enkele laaggelegen locaties (Oude Wetering, Roelofarendsveen-Noord, Woubrugge-Oost) is de representativiteit van de data onzeker (∼). De indicator visualiseert de kwetsbaarheid voor overstromingen door de spreiding van overstromingsdieptes weer te geven, en kan zo ook inzicht geven in mogelijke oorzaken zoals hoogteverschillen en ligging binnen het poldergebied (✓). De indicator is niet geschikt voor monitoring en evaluatie van klimaatadaptatie, omdat de uitkomst gebaseerd is op overstromingssscenario's, en lokale gemeentelijke maatregelen, zoals vlucht- of evacuatieplannen, zandzakkenplannen, flexibele keermuren of andere crisismaatregelen, hier niet in doorwerken (✗). De indicator is toepasbaar voor verschillende bestuurslagen en beleidsdomeinen, waaronder waterbeheer, crisismanagement, beheer van de openbare ruimte en ruimtelijke ordening (✓). De kaart is visueel helder en toont op een begrijpelijke wijze waar overstromingsdieptes groot of klein kunnen zijn, waardoor hij ook voor het brede publiek inzetbaar is in participatie en communicatie (✓).

Overstromingskans

De indicator toont de plaatsgebonden overstromingskans voor een specifieke waterdiepte, wat inzicht geeft in het risico op wateroverlast en mogelijke schade in Kaag en Braassem (✓). De indicator sluit aan bij beleidsdoelen gericht op gevolgbeperking van overstromingen, zoals het beperken van schade aan panden en infrastructuur en het waarborgen van de veiligheid van inwoners (✓). De meetmethode is duidelijk beschreven en volledig toegelicht in het Klimaateffectatlas-kaartverhaal 'Overstromingsrisico en Gevolgbeperking' (✓). De indicator gebruikt actuele landelijke modeldata (LIWO), waarmee lokale verschillen in overstromingsrisico zichtbaar worden gemaakt (✓). De indicator visualiseert de kwetsbaarheid voor overstromingen door de variatie in plaatsgebonden overstromingskansen weer te geven, en kan zo ook inzicht geven in mogelijke oorzaken zoals hoogteverschillen en ligging binnen het poldergebied (✓). De indicator is niet geschikt voor monitoring en evaluatie van klimaatadaptatie, omdat de uitkomst gebaseerd is op overstromingssscenario's, en lokale gemeentelijke maatregelen, zoals vlucht- of evacuatieplannen, zandzakkenplannen, flexibele keermuren of andere crisismaatregelen, hier niet in doorwerken (✗). De indicator is toepasbaar voor verschillende bestuurslagen en beleidsdomeinen, waaronder waterbeheer, crisismanagement, beheer van de openbare ruimte en ruimtelijke ordening (✓). De kaart is visueel helder en goed te begrijpen voor experts, maar door de relatief complexe aard

van de indicator (vereist interpretatie van kans) minder geschikt voor communicatie met het brede publiek en participatieprocessen (~).

Bodemdaling 2020–2050 (Laag en Hoog)

De indicatoren tonen de verwachte bodemdaling tot 2050, op basis van peilfixatie en beperkte klimaatverandering (Laag) of peilindexatie en sterke klimaatverandering (Hoog), en geven zo inzicht in de zettingsgevoeligheid van Kaag en Braassem (✓). De indicatoren sluiten aan bij beleidsdoelen gericht op gevolgbeperking van bodemdaling, zoals het beperken van schade aan bebouwing, landbouw en infrastructuur (✓). De meetmethode is duidelijk beschreven en volledig toegelicht in het Klimaateffectatlas-kaartverhaal 'Bodemdalingsvoorspellingsskaarten' (✓). De indicatoren gebruiken actuele modeldata met een resolutie van 100x100 meter, waardoor gebiedstrends in bodemdaling zichtbaar worden, maar kleine lokale variaties onvoldoende worden weergegeven (~). De indicatoren visualiseren de kwetsbaarheid voor bodemdaling, en kunnen zo ook inzicht geven in onderliggende oorzaken zoals bodemsamenstelling en het effect van peilbeheer (✓). De indicatoren zijn beperkt geschikt voor monitoring en evaluatie van klimaatadaptatie, omdat bodemdaling grotendeels afhankelijk is van autonome processen en slechts beperkt kan worden beïnvloed via keuzes rond peilbeheer, voorbelasting of landgebruik (~). De indicatoren zijn toepasbaar voor verschillende bestuurslagen en beleidsdomeinen, waaronder waterbeheer, beheer van de openbare ruimte en ruimtelijke ordening (✓). De kaarten zijn visueel helder en tonen in begrijpelijke termen waar sterke of geringe bodemdaling wordt voorspeld, waardoor zij ook voor het brede publiek inzetbaar zijn in participatie en communicatie (✓).

Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG)

De indicator toont de gemiddeld hoogste grondwaterstand, wat inzicht geeft in de kwetsbaarheid voor wateroverlast door hoge grondwaterstanden in Kaag en Braassem (✓). De indicator is niet eenvoudig aan beleidsdoelen te koppelen, omdat de streefwaarde van GHG per bovengrondse functie verschilt; hij ondersteunt vooral indirecte doelen zoals het beperken van schade door hoge grondwaterstanden en het in stand houden van een duurzaam grondwatersysteem (~). De meetmethode is duidelijk beschreven en volledig toegelicht in het Klimaateffectatlas-kaartverhaal 'Grondwateroverlast' (✓). De indicator maakt gebruik van modeldata uit het Nationaal Water Model (2016) met een ruimtelijke resolutie van 250x250 meter, waardoor kleine lokale verschillen in grondwaterstanden onvoldoende worden weergegeven en de representativiteit op lokaal niveau beperkt is (X). De indicator visualiseert de kwetsbaarheid voor grondwateroverlast door de ruimtelijke spreiding van de gemiddeld hoogste grondwaterstanden weer te geven, maar door de lage ruimtelijke resolutie blijft het inzicht op lokale schaal en in mogelijke oorzaken beperkt (~). De indicator is theoretisch gezien geschikt voor monitoring en evaluatie van klimaatadaptatie, maar betrouwbare toepassing vereist een hogere resolutie, bijvoorbeeld met peilbuizen (~). De indicator is toepasbaar voor verschillende bestuurslagen en beleidsdomeinen, waaronder waterbeheer, beheer van de openbare ruimte en ruimtelijke ordening (✓). De kaart is visueel helder en goed te begrijpen voor experts, maar door de relatief complexe aard van de indicator (vereist kennis van grondwaterprocessen) minder geschikt voor communicatie met het brede publiek en participatieprocessen (~).

3-30-300 regel

De indicator toont per gebouw het aantal zichtbare bomen, de boomkroonbedekking, de afstand tot een park en een totaalscore (rapportcijfer), en geeft daarmee inzicht in de mate van vergroening als een proxy voor biodiversiteit in Kaag en Braassem (✓). De indicator meet geen directe ecologische parameters, maar sluit wel aan bij beleidsdoelen die vergroening inzetten om biodiversiteit en leefkwaliteit in de leefomgeving te versterken (✓). De meetmethode is duidelijk beschreven en volledig toegelicht in de documentatie van Cobra Groeninzicht, met uitgangspunten en aannames van de drie onderliggende (sub)indicatoren (✓). De indicator gebruikt actuele ruimtelijke datasets, waarmee kleine lokale verschillen in vergroening zichtbaar worden gemaakt (✓). De indicator visualiseert een benadering van biodiversiteit via vergroening, maar geeft zonder aanvullend ecologisch onderzoek geen direct inzicht in soortenrijkdom of habitatkwaliteit (~). Met periodieke actualisatie van ruimtelijke datasets is de indicator geschikt voor monitoring en evaluatie van klimaatadaptatie, waarbij de impact van maatregelen zichtbaar wordt en bijsturing mogelijk is (✓). De indicator is toepasbaar voor verschillende bestuurslagen en beleidsdomeinen, waaronder beheer van de openbare ruimte (in het bijzonder groenbeheer) en ruimtelijke ordening (✓). De kaart is visueel helder en toont op een begrijpelijke wijze hoe een pand scoort via een rapportcijfer, waardoor hij ook voor het brede publiek inzetbaar is in participatie en communicatie (✓).

Verstening Straten

De indicator toont per straatsegment in de gebouwde omgeving het percentage verharding tussen gevels, en geeft inzicht in de mate van verstening als een negatieve proxy voor biodiversiteit in Kaag en Braassem (✓). De indicator meet geen directe ecologische parameters, maar sluit wel aan bij beleidsdoelen die vergroening inzetten om biodiversiteit en leefkwaliteit in de leefomgeving te versterken (✓). De meetmethode is duidelijk beschreven en volledig toegelicht in de documentatie van Cobra Groeninzicht, met uitgangspunten en aannames (✓). De indicator gebruikt actuele ruimtelijke datasets, waarmee kleine lokale verschillen in verstening zichtbaar worden gemaakt (✓). De indicator visualiseert een benadering van biodiversiteit via verstening, maar geeft zonder aanvullend ecologisch onderzoek geen direct inzicht in soortenrijkdom of habitatkwaliteit (~). Met periodieke actualisatie van ruimtelijke datasets is de indicator geschikt voor monitoring en evaluatie van klimaatadaptatie, waarbij de impact van maatregelen zichtbaar wordt en bijsturing mogelijk is (✓). De indicator is toepasbaar voor verschillende bestuurslagen en beleidsdomeinen, waaronder beheer van de openbare ruimte (in het bijzonder groenbeheer) en ruimtelijke ordening (✓). De kaart is visueel helder en toont op een begrijpelijke wijze waar de verstening hoog of laag is, waardoor hij ook voor het brede publiek inzetbaar is in participatie en communicatie (✓).

Verstening Tuinen

De indicator toont per tuin in de gebouwde omgeving het percentage verharding, en geeft inzicht in de mate van verstening als een negatieve proxy voor biodiversiteit in Kaag en Braassem (✓). De indicator meet geen directe ecologische parameters, maar sluit wel aan bij beleidsdoelen die vergroening inzetten om biodiversiteit en leefkwaliteit in de leefomgeving te versterken (✓). De meetmethode is duidelijk beschreven en volledig toegelicht in de documentatie van Cobra Groeninzicht, met uitgangspunten en aannames (✓). De indicator gebruikt actuele ruimtelijke datasets, waarmee kleine lokale verschillen in verstening zichtbaar worden gemaakt (✓). De indicator visualiseert een benadering van biodiversiteit via verstening, maar geeft zonder aanvullend ecologisch onderzoek geen direct inzicht in soortenrijkdom of habitatkwaliteit (~). Met periodieke actualisatie van ruimtelijke datasets is de indicator geschikt voor monitoring en evaluatie van klimaatadaptatie, waarbij de impact van maatregelen zichtbaar wordt en bijsturing mogelijk is (✓). De indicator is toepasbaar voor verschillende bestuurslagen en beleidsdomeinen, waaronder sociaal domein en ruimtelijke ordening (✓). De kaart is visueel helder en toont op een begrijpelijke wijze waar de verstening hoog of laag is, waardoor hij ook voor het brede publiek inzetbaar is in participatie en communicatie (✓).

Risico opwarming oppervlaktewater

De indicator toont de langste reeks dagen dat het oppervlaktewater warmer is dan 20°C, wat inzicht geeft in het risico op waterkwaliteitsproblemen in Kaag en Braassem (✓). De indicator is niet eenvoudig aan beleidsdoelen te koppelen, omdat de gemeente niet direct kan sturen op het tegengaan van opwarming van oppervlaktewater; hij ondersteunt vooral indirecte doelen zoals het verbeteren van de (zwem)waterkwaliteit en het in stand houden van een duurzaam watersysteem (~). De meetmethode is duidelijk beschreven en volledig toegelicht in het Klimaateffectatlas-kaartverhaal 'Opwarming van stedelijk oppervlaktewater' (✓). De indicator maakt gebruik van modeldata die gebaseerd is op zowel meteorologische factoren als locatie-specifieke kenmerken, maar doordat de diepte van het water is geschat en lokale factoren zoals doorstroming en nutriënten niet zijn meegenomen, is de representativiteit op lokaal niveau beperkt (~). De indicator visualiseert de kwetsbaarheid voor waterkwaliteitsproblemen door weer te geven waar het oppervlaktewater gedurende langere periodes te warm is, en kan zo ook inzicht geven in mogelijke oorzaken zoals omgevingsfactoren of een beperkte watterdiepte (✓). De indicator is geschikt voor monitoring en evaluatie van klimaatadaptatie, waarbij de impact van maatregelen zichtbaar wordt en bijsturing mogelijk is (✓). De indicator is toepasbaar voor verschillende bestuurslagen en beleidsdomeinen, waaronder waterbeheer, beheer van de openbare ruimte en ruimtelijke ordening (✓). De kaart is visueel helder en goed te begrijpen voor experts, maar door de relatief complexe aard van de indicator (vereist interpretatie van de warmwaterreeks in relatie tot waterkwaliteit) minder geschikt voor communicatie met het brede publiek en participatieprocessen (~).

5.4. Conclusie

In dit hoofdstuk is onderzocht welke indicatoren in de Nederlandse praktijk worden toegepast. De analyse laat zien dat de meeste indicatoren betrekking hebben op wateroverlast, hitte, droogte en overstroming, terwijl thema's als bodemdaling, grondwater, waterkwaliteit en biodiversiteit minder vertegenwoordigd zijn. De clustering van indicatoren wijst op een aanzienlijke overlap tussen de verschillende klimaatatlassen, vooral binnen de dominante thema's. De typen effecten en gebiedskenmerken zijn het meest prominent, terwijl klimaatverandering, sociale kwetsbaarheid en kansen nauwelijks voorkomen. Vervolgens is een thematische selectie voor het klimaatlabelsysteem gemaakt.

De toetsing van deze selectie toont aan dat de meeste indicatoren grotendeels voldoen aan het academisch toetskader. Vooral op het punt van relevantie scoren ze hoog. Alle indicatoren sluiten aan op lokale opgaven en de meeste zijn direct te koppelen aan beleidsdoelen. De betrouwbaarheid varieert echter. Hoewel de methoden en aannames transparant zijn, schiet de datakwaliteit van meerdere indicatoren tekort. Binnen het criterium duidelijkheid is het beeld eveneens gemengd. Indicatoren maken ruimtelijke kwetsbaarheden zichtbaar en bieden aanknopingspunten voor onderliggende oorzaken, maar zijn niet allemaal geschikt voor het volgen van de effecten van maatregelen. Op het criterium verbinding scoren de meeste indicatoren positief. Ze zijn inzetbaar in verschillende beleidsdomeinen en kunnen potentieel bruikbaar zijn voor een breed publiek. Op basis van deze selectie aan indicatoren volgt in Hoofdstuk 6 de ontwikkeling van het klimaatlabelsysteem.

6

Ontwikkeling van het klimaatlabelsysteem

Dit hoofdstuk beschrijft de ontwikkeling van een klimaatlabelsysteem voor het monitoren en evalueren van lokale klimaatbestendigheid. Het systeem vertaalt indicatorwaarden via een reproduceerbare werkwijze naar klimaatlabels op postcodeniveau (PC6). Na een beschrijving van de algemene werkwijze (Paragraaf 6.1) volgt per indicator een toelichting op eventuele afwijkingen van deze werkwijze, de gekozen drempelwaarden voor de klimaatlabels en de presentatie in het online dashboard. De structuur is thematisch opgebouwd: Wateroverlast (Paragraaf 6.2), Hitte (Paragraaf 6.3), Droogte (Paragraaf 6.4), Overstroming (Paragraaf 6.5), Bodemdaling (Paragraaf 6.6), Grondwater (Paragraaf 6.7), Biodiversiteit (Paragraaf 6.8) en Waterkwaliteit (Paragraaf 6.9). Het hoofdstuk sluit af met een samenvatting van de belangrijkste bevindingen (Paragraaf 6.10).

6.1. Algemene werkwijze

Alle klimaatlabels in het klimaatlabelsysteem zijn opgebouwd volgens een uniforme werkwijze, met reproduceerbaarheid als uitgangspunt. De vaste stappen die voor vrijwel alle thema's en indicatoren gelden, worden in deze paragraaf toegelicht. Omdat in deze beschrijving herhaaldelijk wordt verwezen naar specifieke datatypen, worden deze hieronder eerst gedefinieerd:

- **Bronlaag** – originele, onbewerkte dataset zoals aangeleverd door een externe bron.
- **Basislaag** – afgeleide dataset uit de bronlaag, uitgesneden op de gemeentegrens en eventueel verder bewerkt voor gebruik in analyses en kaarten.
- **Klimaatlabellaag** – afgeleide dataset uit de basislaag, met indicatorwaarden samengevoegd per postcodegebied (PC6) en geclassificeerd in klimaatlabels (A–E).

Dataopslag en projectstructuur

Alle benodigde bronlagen zijn opgeslagen in een centrale map op OneDrive. Deze hoofdmap bevat indicator-datasets uit de Klimateffectatlas en de Steenbreekatlas, aangevuld met de BAG, het NWB, gemeente- en postcodegrenzen. Voor elk van de acht klimaatthema's is daarnaast een aparte themamap ingericht. Binnen iedere themamap bevindt zich een centrale geodatabase (`Thema.gdb`) en is per indicator een aparte geodatabase aangemaakt (`Indicator.gdb`), waarin tussen- en eindresultaten worden opgeslagen. Verder bevat iedere themamap drie typen notebooks: één voorberekingsnotebook (`01 Thema Voorbereking.ipynb`), losse indicatornotebooks (`0# Thema Indicator.ipynb`) en één visualisatienotebook (`0# Thema Map.ipynb`). Dankzij deze heldere structuur is het volledige proces van bronlaag tot klimaatlabellaag inzichtelijk en herleidbaar.

Voorbewerkingsnotebook

Voor elk klimaatthema is een apart voorbewerkingsscript (`01 Thema Voorbewerking.ipynb`) opgesteld als ArcGIS Notebook. In dit script worden de bronlagen bewerkt, onder meer door te filteren en te knippen, tot een basislaag. Deze vormt de invoer voor de verdere verwerking tot een klimaatlabellaag. Elk script volgt hierbij een vaste werkwijze:

- **Workspace instellen:** De `arcpy`-module en de `Spatial Analyst`-extensie worden geïmporteerd voor ruimtelijke analyses. Vervolgens wordt de werkomgeving ingesteld op de themaspecifieke map met `arcpy.env.workspace = r"C:\..."` en wordt het automatisch toevoegen van outputs aan de kaart uitgeschakeld met `arcpy.env.addOutputsToMap = False`.
- **Bronlagen definiëren:** Voor elke bronlaag wordt een variabele aangemaakt met het volledige pad naar de dataset in de centrale datamap (`bronlaag = r"C:\..."`).
- **Gemeentegrens filteren:** Uit de bronlaag *Wijk- en buurtkaart* (CBS, 2025), die alle Nederlandse gemeenten bevat, wordt de grens van Kaag en Braassem geselecteerd met `Select`. Deze grens wordt vervolgens 100 meter vergroot met `Buffer` om snij- en knipfouten bij vervolgbewerkingen te voorkomen.
- **PC6 filteren:** Uit de bronlaag *Kerncijfers per postcode (PC6)* (CBS, 2024), die alle Nederlandse postcodegebieden bevat, wordt een tijdelijke laag aangemaakt met `MakeFeatureLayer`. Vervolgens worden de postcodegebieden geselecteerd waarvan het middelpunt binnen de gemeentegrenzen ligt, met `SelectLayerByLocation`.
- **Objecten filteren:** (optioneel) Afhankelijk van de relevantie voor het thema wordt een specifieke bronlaag gefilterd op objecten die binnen de gemeentegrenzen liggen. Voorbeelden hiervan zijn de BAG voor panden of het NWB voor wegen. Als de bronlaag een attribuutveld met gemeentenaam bevat, gebeurt dit met `Select`; ontbreekt dit veld, dan wordt `SelectLayerByLocation` toegepast.
- **Indicatordata filteren:** De indicatordata wordt altijd ruimtelijk uitgesneden op basis van de gebufferde gemeentegrenzen. Bij rasterlagen gebeurt dit met `ExtractByMask`, terwijl `SelectLayerByLocation` voor vectorlagen wordt gebruikt. Verder worden ongeldige waarden of placeholders (zoals -9999 of 0) met `SetNull` omgezet naar NoData, zodat deze geen invloed hebben op verdere berekeningen.
- **Themadatabase vullen:** Alle basislagen worden opgeslagen in de centrale geodatabase van het thema (`Thema.gdb`). Bronlagen worden nooit overschreven, zodat hergebruik, foutcontrole of aanpassing van eerdere stappen altijd mogelijk blijft.

Indicatornotebook

Na de themabrede voorbereiding wordt per indicator een apart script (`0# Thema Indicator.ipynb`) uitgevoerd. In dit script wordt de basislaag, indien nodig, verder bewerkt voor optimale visualisatie in het klimaatlabelsysteem. De basislaag vormt de input voor de klimaatlabellaag, waarbij per postcodegebied statistieken worden berekend op basis van de onderliggende data. Elk script volgt hierbij een vaste werkwijze:

- **Workspace instellen:** De `arcpy`-module en de `Spatial Analyst`-extensie worden geïmporteerd voor ruimtelijke analyses. Vervolgens wordt de werkomgeving ingesteld op de themaspecifieke map met `arcpy.env.workspace = r"C:\..."` en wordt het automatisch toevoegen van outputs aan de kaart uitgeschakeld met `arcpy.env.addOutputsToMap = False`.
- **Basislagen definiëren:** Voor elke basislaag wordt een variabele aangemaakt met het pad naar de betreffende laag in de centrale geodatabase van het thema, relatief ten opzichte van de ingestelde workspace. (`basislaag = r"Thema.gdb\..."`).
- **Voorbereiden klimaatlabels:** Uit de PC6-basislaag wordt een vereenvoudigde versie afgeleid met alleen de geometrie en het postcodeveld. Met behulp van `FieldMappings`, een methode om velden tussen verschillende datasets te koppelen, en `ExportFeatures` worden alle niet-relevante attributen verwijderd. In de resulterende laag (`indicator_pc6`) worden later de statistieken per postcode toegevoegd.
- **Resampling uitvoeren:** Wanneer de basislaag met indicatordata een rasterlaag is met een lagere resolutie dan de postcodenvakken, wordt het raster eerst hergeschaald met `Resample` (bijvoorbeeld van 100x100 m naar 25x25 m). Hiervoor wordt de `"NEAREST"`-methode gebruikt, zodat de oorspronkelijke waarden behouden blijven en correct worden toegewezen aan kleinere cellen.
- **Spatial join uitvoeren:** Wanneer de basislaag met indicatordata een vectorlaag is, wordt `SpatialJoin` gebruikt met de PC6-geometrie. Elk object krijgt daarbij een postcode toegewezen. De match-optie

"LARGEST_OVERLAP" zorgt ervoor dat een object de postcode krijgt van het gebied waarin het grootste deel van zijn oppervlakte ligt.

- **Statistieken bepalen:** Voor elk postcodegebied worden standaard de minimale, maximale en gemiddelde indicatorwaarde (MIN, MAX, MEAN) berekend; indien relevant ook de modus (MAJORITY). Bij rasterdata gebeurt dit met `ZonalStatisticsAsTable`, waarbij per postcodegebied de gewenste statistieken worden berekend op basis van alle rastercellen die binnen dat gebied liggen. Bij vectorlagen gebeurt dit met `Statistics`, waarbij de berekeningen plaatsvinden over alle objecten met dezelfde postcode in hun attributentabel. In beide gevallen resulteert dit in een tabel waarin voor elk postcodegebied de bijbehorende statistiekwaarden zijn vastgelegd.
- **Statistieken koppelen:** De berekende statistieken per postcodegebied worden met `JoinField` toegevoegd aan de voorbereide `indicator_pc6`-klimaatlabellaag.
- **Veldnamen aanpassen:** Met `AlterField` worden standaardvelden zoals `MEAN`, `MAX` en `MIN` hernoemd naar duidelijke, indicatorspecifieke namen zoals `Gem_Waterdiepte`, zodat hun betekenis direct herkenbaar is.
- **Rasterdata classificeren:** Omdat de beschikbare ArcGIS-licentie alleen publicatie van vectorlagen toestaat, worden raster-basislagen eerst geclassificeerd in discrete klassen met `Reclassify` (voorbeeld waterdiepte: < 5 cm, 5–10 cm, ..., > 30 cm). De klassengrenzen zijn afgestemd op de oorspronkelijke klassengrenzen van de databron (Klimaat-effectatlas of Steenbreekatlas). Vervolgens wordt de rasterlaag omgezet naar een vectorlaag met `RasterToPolygon`, waarbij aaneengesloten cellen met dezelfde waarde worden samengevoegd tot polygonen.
- **Themadatabase vullen:** Alle basislagen en klimaatlabellagen worden opgeslagen in de geodatabase van de specifieke indicator (`Indicator.gdb`).

Visualisatienotebook

Nadat de basislagen en klimaatlabellagen zijn voorbereid, worden de kaartlagen opgemaakt voor publicatie naar ArcGIS Online en integratie in het online dashboard. Per thema is hiervoor een apart visualisatiescript (0# Thema Map.ipynb) opgesteld. In elk script worden zowel de basislaag als de klimaatlabellaag vormgegeven volgens een vaste werkwijze:

- **Workspace instellen:** De `arcpy`-module en de `Spatial Analyst`-extensie worden geïmporteerd voor ruimtelijke analyses. Vervolgens wordt de werkomgeving ingesteld op de themaspecifieke map met `arcpy.env.workspace = r"C:\..."` en wordt het automatisch toevoegen van outputs aan de kaart uitgeschakeld met `arcpy.env.addOutputsToMap = False`.
- **Data toevoegen:** Voor elke indicator wordt met `createGroupLayer` een aparte groepslaag aangemaakt waarin de basislaag en de klimaatlabellaag worden samengebracht. Beide lagen worden vervolgens via `addDataFromPath` uit de geodatabase van de indicator geladen.
- **Symbologie instellen:** Afhankelijk van het datatype van de basislaag en klimaatlabellaag wordt een passende renderer toegepast met `sym.updateRenderer: GraduatedColorsRenderer` voor continue waarden en `UniqueValueRenderer` voor discrete waarden.
 - **Graduated Colors:** Binnen `sym.renderer.classBreaks` worden klassengrenzen, legendalabels en kleuren ingesteld met `classBreakValue` en `classBreakLabel`.
 - **Unique Values:** Binnen `sym.renderer.groups` en `group.items` worden waarden, legendalabels en kleuren ingesteld met `item.values` en `item.label`.

De symbologie-instelling verschilt tussen de basislaag en de klimaatlabellaag:

- **Basislaag:** In alle gevallen zijn de klassengrenzen, legendalabels en kleuren afgestemd op de databron, zodat de visuele vormgeving consistent blijft. De basislaag toont ruimtelijke verschillen in bijvoorbeeld `Gevoelstemperatuur`, `Bodemdaling` of `Waterdiepte`.
- **Klimaatlabellaag:** De kleuren lopen in alle gevallen van groen (A, meest gunstig) tot rood (E, minst gunstig), weergegeven met de `Condition Number`-kleurschaal via `sym.renderer.colorRamp`. De indicatorspecifieke drempelwaarden en legendalabels zijn gebaseerd op een combinatie van literatuur, informatie uit geanalyseerde klimaatatlassen, statistische verdelingen en deskundige afweging. Postcodegebieden zonder data krijgen een grijs symbool en het label "Geen data" met

`cim.renderer`. De klimaatlabels hebben een transparantie van 40%, zodat de achtergrondkaart zichtbaar blijft. De klimaatlabellaag toont ruimtelijke verschillen per postcodegebied in bijvoorbeeld `Gem_Bodemdaling`, `Gem_Waterdiepte` of `Gem_Gevoelstemperatuur`.

- **Project opslaan:** Tot slot wordt het projectbestand opgeslagen en zijn alle lagen gereed voor publicatie als Web Maps naar ArcGIS Online.

Alle scripts zijn opgenomen in Bijlage C, zodat de verwerking van bronlagen tot basislagen en klimaatlabellagen volledig reproduceerbaar is. Dankzij deze documentatie en de gestandaardiseerde werkwijze kunnen niet alleen toekomstige updates in brondata, klimaatmodellen of klassengrenzen (A–E) eenvoudig worden verwerkt, maar kunnen ook nieuwe thema's of indicatoren worden toegevoegd en bestaande analyses worden verfijnd. Dit maakt het klimaatlabelsysteem schaalbaar en duurzaam inzetbaar, zowel voor periodieke actualisaties als voor uitbreiding naar nieuwe beleidsvragen.

Web Maps

Het visualisatiescript resulteert per thema in één kaart. Deze kaart bevat voor iedere indicator een groepslaag waarin zowel de basislaag als de klimaatlabellaag zijn opgenomen. De basislaag toont de oorspronkelijke of afgeleide brondata, gevisualiseerd in lijn met de oorspronkelijke schaal en waarden. De klimaatlabellaag toont dezelfde data, geaggregeerd naar PC6-niveau en geclassificeerd in klimaatlabels (A–E). Voor elke kaart worden vervolgens de onderstaande stappen uitgevoerd:

- **Kaarten publiceren:** Elke themakaart wordt naar ArcGIS Online gepubliceerd als Web Map. Een Web Map is een online kaartbestand waarvan de toegangsrechten kunnen worden geconfigureerd als volledig openbaar, alleen binnen de organisatie of privé. De gekozen instelling bepaalt wie de kaart kan bekijken.
- **Kaartlagen hernoemen:** In de Web Maps worden de lagen zo ingericht dat ze voor gebruikers duidelijk zijn. Tijdens de verwerking in ArcGIS Pro hebben deze lagen bewust korte, technisch bruikbare namen (kleine letters, geen spaties, underscores) omdat dit praktisch is voor scripts en bewerkingen. In de Web Maps worden deze vervangen door leesbare namen, zodat gebruikers direct begrijpen wat de laag weergeeft. Bijvoorbeeld: binnen het thema *Biodiversiteit* bij de indicator *Verstening Straten* wordt `versteningstraten_straten` hernoemd naar “Straten” (basislaag) en `versteningstraten_pc6` naar “Klimaatlabels” (klimaatlabellaag).
- **Pop-ups configureren:** In ArcGIS heeft elke kaartlaag standaard een pop-up: het venster dat verschijnt wanneer een gebruiker op een object of gebied klikt en de bijbehorende attributen toont. De standaard pop-up toont alle velden in ruwe vorm. Voor een duidelijke en relevante weergave wordt de pop-up handmatig ingericht in twee stappen:

- **Velden selecteren:** Overbodige velden, zoals irrelevante attributen of velden met tussenberekeningen, worden verborgen. Dit beïnvloedt alleen de weergave, niet de dataset zelf.
- **Velden opmaken:** Met een `Attribute Expression` worden waarden in de pop-up dynamisch opgemaakt in Arcade. Arcade is de ingebouwde scripttaal van ArcGIS Online, bedoeld voor berekeningen en opmaak in pop-ups, labels en symbolologie. Zo kan een getal worden afgerond, een eenheid worden toegevoegd of kan worden bepaald hoe lege waarden worden weergegeven. De titel van de expression verschijnt als veldnaam in de pop-up.

Zo draagt de variabele in de klimaatlabellaag van *Verstening Straten* de naam `Gem_pct_versteend`. Dit is een technische naam die voor gebruikers onduidelijk kan zijn. Om dit te verhelderen krijgt de `Attribute Expression` de titel “Versteend (Gemiddeld)”, zodat deze als veldnaam in de pop-up verschijnt. In de Arcade-code wordt de waarde afgerond op hele procenten, voorzien van een procentteken en vervangen door ‘Geen data’ bij ontbrekende waarden:

```
var val = $feature.Gem_pct_versteend;
if (IsEmpty(val)) {
    return "Geen data";
}
return Round(val, 0) + " %";
```

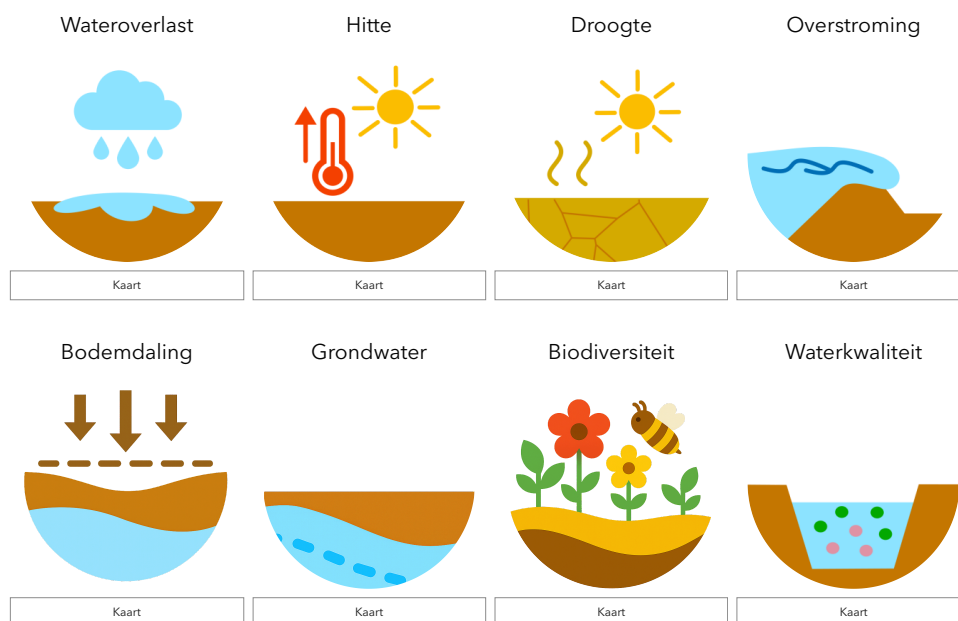
Dashboard

Na het configureren en publiceren van de Web Maps worden deze geïntegreerd in een online dashboard, ontwikkeld met ArcGIS Experience Builder. Dit platform maakt het mogelijk om interactieve webapplicaties te ontwikkelen door widgets en kaarten te combineren. Het dashboard bestaat uit een hoofdpagina en thematische subpagina's:

- **Hoofdpagina:** De hoofdpagina is gebaseerd op het **Introduction**-template van ArcGIS Experience Builder. Dit sjabloon heeft een grid-indeling waarin meerdere tegels in een vaste lay-out worden geplaatst. Elke tegel kan een titel, afbeelding, beschrijving en/of knop bevatten en kan worden gekoppeld aan een specifieke actie. In het dashboard is iedere tegel toegewezen aan een van de acht klimaatthema's, met een eigen pictogram en titel per thema. De pictogrammen zijn afkomstig uit de Klimaat-effectatlas; voor thema's zonder beschikbaar pictogram is een pictogram in dezelfde stijl ontworpen. Zowel het pictogram als de knop eronder zijn gekoppeld aan de subpagina van het betreffende thema, zodat gebruikers direct naar de juiste pagina kunnen navigeren (Figuur 6.1).
- **Subpagina's:** De subpagina's zijn gebaseerd op het **Foldable**-template van ArcGIS Experience Builder. Dit template toont een kaart op volledige scherm breedte, met bovenin een titel- en zoekbalk en een uitklapbaar paneel aan de onderzijde. In het dashboard is een **Sidebar**-widget toegevoegd met een **Layer List**, waarmee gebruikers kaartlagen kunnen in- en uitschakelen en legenda's kunnen openen of verbergen (Figuur 6.2). Het paneel van elke subpagina bevat toelichting over de indicatoren binnen het thema en bestaat uit vier onderdelen:
 - **Wat zie je op de kaart:** Toelichting op de inhoud en betekenis van de indicator.
 - **Methode:** Toelichting op de gehanteerde methode en uitgangspunten bij de berekening van de indicator.
 - **Data:** Toelichting op de gebruikte datasets en de herkomst van de kaartlagen.
 - **Klimaatlabels:** Toelichting op de scores (A–E) en hun betekenis voor de klimaatbestendigheid van een gebied.

Ter illustratie wordt op de volgende pagina de toelichting van de indicator *Waterdiepte bij hevige bui* gepresenteerd, zoals opgenomen in het uitklapbare paneel van het dashboard.

Klimaatdashboard - Kaag en Braassem



Figuur 6.1: Hoofdpagina van het klimaatlabdashboard met tegels voor de acht klimaatthema's: *Wateroverlast*, *Hitte*, *Droogte*, *Overstroming*, *Bodemdaling*, *Grondwater*, *Biodiversiteit* en *Waterkwaliteit*. Via deze tegels krijgen gebruikers toegang tot de subpagina's met indicatoren, basislagen en klimaatlabels.

I. Waterdiepte bij hevige bui

Wat zie je op de kaart?

Deze kaartlaag toont de maximale waterdiepte na een regenbui van 70 mm in twee uur in Kaag en Braassem. Hiermee wordt zichtbaar welke stedelijke en landelijke gebieden onder water komen te staan bij extreme regenval, met mogelijke schade, overlast of gezondheidsrisico's. Regenbuien van deze omvang komen in het huidige klimaat gemiddeld eens per 100 jaar voor. Door klimaatverandering kan deze frequentie tegen het einde van de eeuw verdubbelen. De waarden zijn ingedeeld in vier klassen: 5–10 cm, 10–20 cm, 20–30 cm en meer dan 30 cm. De kleuren lopen van lichtblauw (geringe waterdiepte) tot donkerblauw (grote waterdiepte).

Methode

Deze kaartlaag is opgesteld door Deltares. Een uitgebreide toelichting van de methode en uitgangspunten is te vinden in het Kaartverhaal 'Waterdiepte bij kortdurende hevige neerslag' op de website van de Klimaat-effectatlas. Belangrijkste uitgangspunten en aannames:

- Een uniforme bui van 70 mm in twee uur, gevolgd door vier droge uren waarin alleen afstroming, bodeminfiltratie en afvoer via het riool plaatsvinden.
- Een vaste rioolafvoercapaciteit van 20 mm per uur, met de aanname dat al het verhard oppervlak optimaal is aangesloten op het riool.
- Geen interactie met oppervlaktewater: regenwater bereikt volgens het model het oppervlaktewater niet binnen de simulatieperiode; het oppervlaktewater heeft een onbeperkte bergingscapaciteit.
- De ondergrond is gebaseerd op het AHN2 (2007–2012). Voor gebieden die na 2012 zijn opgehoogd, bebouwd of heringericht, geeft de kaart mogelijk een beperkt of vertekend beeld van de werkelijke situatie.

Data

Waterdiepte bij kortdurende hevige neerslag (Deltares & ROR, 2018).

Klimaatlabels

Per postcodegebied is een klimaatscore van A tot en met E bepaald. De score maakt verschillen zichtbaar op basis van de waterdiepte bij hevige neerslag. Een hogere score (A of B) duidt op een relatief lage kwetsbaarheid voor wateroverlast, terwijl een lagere score (D of E) aangeeft dat een gebied gevoeliger is voor dit risico.



Figuur 6.2: Subpagina *Wateroverlast* van het klimaatlabdashboard, met de basislaag en klimaatlabellaag van de indicator *Waterdiepte bij hevige bui* weergegeven. Links is het lagenmenu zichtbaar, waarmee indicatoren en legenda's kunnen worden in- en uitgeschakeld. Rechts wordt een pop-upvenster getoond met postcode en gemiddelde waterdiepte.

6.2. Wateroverlast

Het thema Wateroverlast richt zich op de ruimtelijke impact van hevige neerslag op de leefomgeving. Bij zware buien kan regenwater zich ophopen op laaggelegen of slecht afwaterende locaties, met overlast, schade en risico's voor bereikbaarheid en veiligheid tot gevolg. Binnen dit thema zijn drie indicatoren geselecteerd: (1) Waterdiepte bij hevige bui, (2) Kwetsbaarheid panden, en (3) Begaanbaarheid wegen. De centrale databron is de kaartlaag *Waterdiepte bij kortdurende hevige neerslag* (Deltares & ROR, 2018) uit de Klimaat-effectatlas. Omdat de standaardweergave geclassificeerde klassen toont, is contact opgenomen met Climate Adaptation Services (CAS). Op verzoek hebben zij de ongeclassificeerde rasterdata met (in cm) beschikbaar gesteld. Voor de gebouwen- en wegenanalyse zijn aanvullende vectorbestanden gebruikt: het Nationaal Wegenbestand (NWB) (Rijkswaterstaat, 2025) voor wegsegmenten en de Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG) (Kadaster, 2025) voor panden. De volledige Python-scripts zijn terug te vinden in Bijlage C.1.

I. Waterdiepte bij hevige bui

Deze indicator toont hoe kwetsbaar een gebied is voor wateroverlast na een kortdurende, hevige bui. De kaart toont de verwachte waterdiepte bij 70 mm neerslag in twee uur, een gebeurtenis die in het huidige klimaat gemiddeld eens per 100 jaar voorkomt (CAS, Deltares & ROR, z.d.). Zo wordt zichtbaar welke delen van de gemeente kans hebben op tijdelijk ondergelopen straten, tuinen of infrastructuur. De indicator helpt om risicogebieden te identificeren waar maatregelen zoals waterberging nodig zijn.

Klimaatlabels

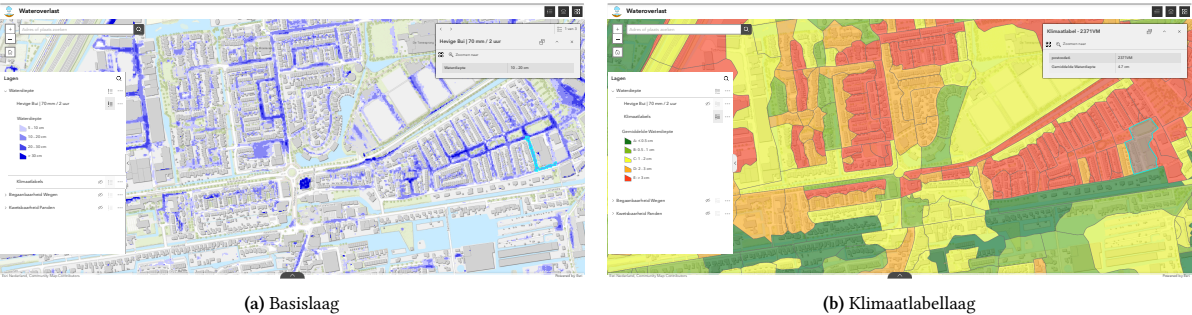
De gemiddelde waterdiepte per postcodegebied is ingedeeld in vijf klimaatlabels (A–E), met de drempelwaarden zoals weergegeven in Tabel 6.1. Deze drempelwaarden zijn vastgesteld op basis van een deskundige afweging, waarbij de spreiding in de onderliggende waarden is meegewogen. Ze hebben geen directe relatie met fysieke schade- of hindergrenzen. Een gemiddelde waterdiepte op postcode-niveau zegt immers weinig over het risico voor individuele straten of panden, maar biedt wel een praktische indeling waarmee gebieden kunnen worden vergeleken op kwetsbaarheid voor wateroverlast. De intervallen zijn vooral bedoeld om de kaart visueel interpreteerbaar te maken en verschillen tussen gebieden herkenbaar te presenteren.

Tabel 6.1: Klimaatlabels
Waterdiepte bij hevige bui

Label	Gem. diepte
A	≤ 0,5 cm
B	0,5 – 1 cm
C	1 – 2 cm
D	2 – 3 cm
E	> 3 cm

Weergave in dashboard

De basislaag (Figuur 6.3a) toont de waterdiepte bij een hevige bui, ingedeeld in vier klassen: 5–10 cm, 10–20 cm, 20–30 cm en meer dan 30 cm. De kleuren lopen van lichtblauw (gering) tot donkerblauw (groot). Pop-ups tonen de waterdiepteklasse in centimeters van de aangeklikte locatie. De klimaatlabellaag (Figuur 6.3b) geeft per postcodegebied de gemiddelde waterdiepte weer. De kleuren lopen van groen (A) tot rood (E). Pop-ups tonen de postcode en de gemiddelde waterdiepte van de aangeklikte locatie. Via de legenda is het bijbehorende klimaatlabel af te lezen.



Figuur 6.3: Weergave van de indicator *Waterdiepte bij hevige bui* binnen het thema *Wateroverlast* in het klimaatlabeldashboard.

II. Begaanbaarheid wegen

Deze indicator toont hoe begaanbaar het wegennet in Kaag en Braassem is tijdens een zware regenbui van 70 mm in twee uur. De kaart laat zien waar wegen mogelijk tijdelijk onbegaanbaar worden door wateroverlast, wat de bereikbaarheid van woonwijken, voorzieningen en hulpdiensten kan beperken. Zo worden kwetsbare knelpunten zichtbaar die de veiligheid en mobiliteit beïnvloeden.

De maximale waterdiepte per wegdeel is berekend met `ZonalStatisticsAsTable`, op basis van de waterdieptekaart en het NWB. Een wegdeel geldt als onbegaanbaar bij een maximale waterdiepte groter dan 10 cm, conform de uitgangspunten uit de geraadpleegde klimaatatlassen. Per postcodegebied is vervolgens het percentage begaanbare wegen berekend: het aantal begaanbare wegdelen gedeeld door het totaal aantal wegdelen. Dit percentage vormt de maat voor klimaatbestendigheid bij de classificatie naar klimaatlabels.

Klimaatlabels

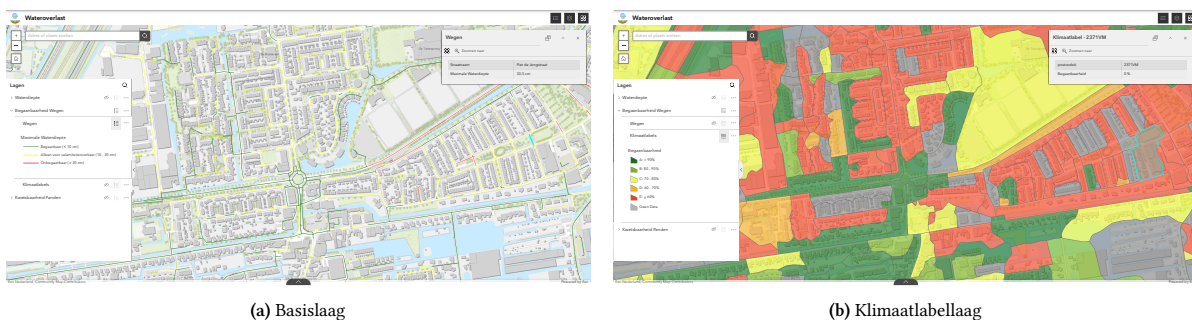
De begaanbaarheid van wegen per postcodegebied is ingedeeld in vijf klimaatlabels (A–E), met de drempelwaarden zoals weergegeven in Tabel 6.2. Deze drempelwaarden zijn vastgesteld op basis van een deskundige afweging, met als doel een eenduidige schaal te hanteren voor de interpretatie van de begaanbaarheid per postcodegebied. De onderverdeling in stappen van 10% maakt de verschillen tussen gebieden snel zichtbaar en helpt om patronen en knelpunten in kaart te brengen. De indeling is niet gebaseerd op specifieke fysieke of operationele drempels, maar vormt een pragmatische schaal waarmee gebieden overzichtelijk en onderling vergelijkbaar worden gepresenteerd.

Tabel 6.2: Klimaatlabels
Begaanbaarheid wegen

Label	Begaanbaarheid
A	> 90%
B	80 – 90%
C	70 – 80%
D	60 – 70%
E	≤ 60%

Weergave in dashboard

De basislaag (Figuur 6.4a) toont per wegdeel de begaanbaarheid bij een hevige bui, ingedeeld in drie categorieën: begaanbaar (≤ 10 cm), alleen toegankelijk voor calamiteitenverkeer (10–30 cm) en volledig onbegaanbaar (> 30 cm). De kleuren lopen van groen (begaanbaar) tot rood (onbegaanbaar). Pop-ups tonen de straatnaam en de maximale waterdiepte in centimeters van het aangeklikte wegdeel. De klimaatlabellaag (Figuur 6.4b) geeft per postcodegebied het aandeel begaanbare wegen weer. De kleuren lopen van groen (A) tot rood (E). Pop-ups tonen de postcode en het percentage begaanbare wegen van de aangeklikte locatie. Via de legenda is het bijbehorende klimaatlabel af te lezen.



Figuur 6.4: Weergave van de indicator *Begaanbaarheid wegen* binnen het thema *Wateroverlast* in het klimaatlabeldashboard.

III. Kwetsbaarheid panden

Deze indicator toont welke panden in Kaag en Braassem kwetsbaar zijn bij een bui van 70 mm in twee uur. Voor elk gebouw is de maximale waterdiepte rondom het pand bepaald, zodat het risico op wateroverlast of schade zichtbaar wordt. Daarmee kunnen locaties worden aangewezen waar maatregelen nodig zijn om de impact op bewoners, bedrijven en voorzieningen te beperken.

De maximale waterdiepte per pand is berekend met `ZonalStatisticsAsTable`, op basis van de waterdiepte-kaart en de BAG. Een pand geldt als kwetsbaar bij een maximale waterdiepte van meer dan 1 cm, conform de uitgangspunten in de geraadpleegde klimaatatlassen, omdat zelfs geringe ophoping van water tegen gevels schade kan veroorzaken. Per postcodegebied is vervolgens het percentage kwetsbare panden berekend: het aantal kwetsbare panden gedeeld door het totaal aantal panden. Dit percentage vormt de maat voor klimaatbestendigheid bij de classificatie naar klimaatlabels.

Klimaatlabels

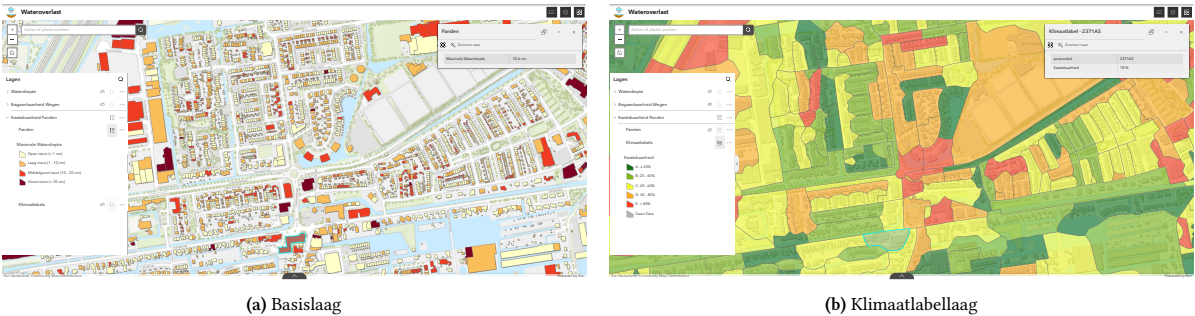
De kwetsbaarheid van panden per postcodegebied is ingedeeld in vijf klimaatlabels (A–E), met de drempelwaarden zoals weergegeven in Tabel 6.3. Deze drempelwaarden zijn vastgesteld op basis van een deskundige afweging, met als doel een eenduidige schaal te hanteren voor de interpretatie van de kwetsbaarheid per postcodegebied. De onderverdeling in stappen van 20% maakt de verschillen tussen gebieden snel zichtbaar en helpt om kwetsbare concentraties en patronen in kaart te brengen. De indeling is niet gebaseerd op specifieke fysieke schadegrenzen, maar vormt een pragmatische schaal waarmee gebieden overzichtelijk en onderling vergelijkbaar worden gepresenteerd.

Tabel 6.3: Klimaatlabels Kwetsbaarheid panden

Label	Kwetsbaarheid
A	≤ 20%
B	20 – 40%
C	40 – 60%
D	60 – 80%
E	> 80%

Weergave in dashboard

De basislaag (Figuur 6.5a) toont per pand de maximale waterdiepte bij een hevige bui, ingedeeld in vier categorieën: geen risico (< 1 cm), laag risico (1–10 cm), middelhoog risico (10–25 cm) en groot risico (> 25 cm). De kleuren lopen van lichtgeel (geen risico) tot donkerrood (groot risico). Pop-ups tonen de maximale waterdiepte in centimeters van het aangeklikte pand. De klimaatlabellaag (Figuur 6.5b) geeft per postcodegebied het aandeel kwetsbare panden weer. De kleuren lopen van groen (A) tot rood (E). Pop-ups tonen de postcode en het percentage kwetsbare panden van de aangeklikte locatie. Via de legenda is het bijbehorende klimaatlabel af te lezen.



Figuur 6.5: Weergave van de indicator Kwetsbaarheid panden binnen het thema Wateroverlast in het klimaatlabeldashboard.

6.3. Hitte

Het thema Hitte richt zich op de gevolgen van zomerse hittestress voor het leefklimaat in de gebouwde omgeving. Hitte vormt een risico voor de gezondheid en beperkt de leefbaarheid van wijken en openbare ruimten. Binnen dit thema zijn drie indicatoren geselecteerd: (1) Gevoelstemperatuur (PET)¹, (2) Afstand tot koelte, en (3) Schaduw op wandel- en fietspaden. De centrale databronnen zijn de kaartlagen *Gevoelstemperatuur* (Nelen & Schuurmans, 2024), *Afstand tot koelte* (Tauw & Hogeschool van Amsterdam, 2024) en *Schaduw op wandel- en fietspaden* (Cobra Groeninzicht, 2024) uit de Klimaat-effectatlas. De volledige Python-scripts zijn opgenomen in Bijlage C.2.

¹PET staat voor *Physiological Equivalent Temperature*, een maat voor de ervaren gevoelstemperatuur die de invloed van zoninstraling, luchtvochtigheid, windsnelheid en luchttemperatuur combineert (Höppe, 1999).

I. Gevoelstemperatuur (PET)

Deze indicator toont de gevoelstemperatuur op een tropische middag (1 juli 2015) in Kaag en Braassem. De kaart maakt zichtbaar waar het risico op hittestress het grootst is, bijvoorbeeld in versteende wijken met weinig schaduw of groen. Dit helpt om locaties te identificeren waar hittemaatregelen nodig kunnen zijn.

Klimaatlabels

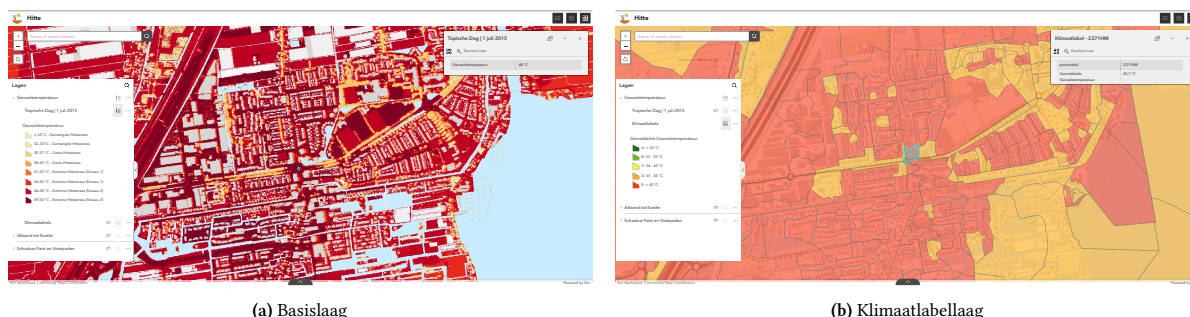
De gemiddelde gevoelstemperatuur per postcodegebied is ingedeeld in vijf klimaatlabels (A–E), met de drempelwaarden zoals weergegeven in Tabel 6.4. De drempelwaarden zijn vastgesteld op basis van wetenschappelijke literatuur. Onderzoek laat zien dat hittestress in de openbare ruimte al vanaf circa 23 °C kan optreden en kan worden onderscheiden in lichte, matige, grote en extreme niveaus (Nouri e.a., 2018). De drempelwaarden sluiten aan bij internationaal gehanteerde grenswaarden voor thermische belasting, zoals weergegeven in de tabel. Hierdoor is de classificatie wetenschappelijk onderbouwd en kunnen postcodegebieden met verschillende niveaus van hittebelasting duidelijk van elkaar worden onderscheiden.

Tabel 6.4: Klimaatlabels
Gevoelstemperatuur

Label	Gevoelstemperatuur
A	≤ 32 °C (gematigd)
B	32 – 35 °C (gematigd)
C	36 – 40 °C (groot)
D	41 – 45 °C (extreem 1)
E	> 45 °C (extreem 2)

Weergave in dashboard

De basislaag (Figuur 6.6a) toont de gevoelstemperatuur per locatie op een tropische dag, ingedeeld in zeven klassen: van minder dan 32 °C (lichte hittestress) tot meer dan 50 °C (extreme hittestress niveau 2). De kleuren lopen van lichtgroen (laagste temperatuur) tot donkerrood (hoogste temperatuur). Pop-ups tonen de gevoelstemperatuur in graden Celsius van de aangeklikte locatie. De klimaatlabellaag (Figuur 6.6b) geeft per postcodegebied de gemiddelde gevoelstemperatuur weer. De kleuren lopen van groen (A) tot rood (E), wat staat voor een oplopend risico op hittestress. Pop-ups tonen de postcode en de gemiddelde gevoelstemperatuur van de aangeklikte locatie. Via de legenda is het bijbehorende klimaatlabel af te lezen.



Figuur 6.6: Weergave van de indicator *Gevoelstemperatuur* binnen het thema *Hitte* in het klimaatlabeldashboard.

II. Afstand tot koelte

Deze indicator toont per gebouw de loopafstand tot de dichtstbijzijnde koele plek in de gebouwde omgeving binnen Kaag en Braassem. Koele plekken zijn openbare buitenruimtes van minimaal 200 m² waar het op warme zomerdagen maximaal 35 °C wordt, dankzij schaduw van bomen of bebouwing (CAS, Tauw & Hogeschool van Amsterdam, z.d.). De kaart maakt zichtbaar welke wijken gemakkelijk toegang hebben tot verkoeling tijdens hittegolven en waar onvoldoende koele plekken aanwezig zijn.

Per postcodegebied is met **Statistics** niet de gemiddelde, maar de meest voorkomende afstandsklasse bepaald ('dominante afstand'). De reden hiervoor is dat de afstanden tot koelte per pand alleen in discrete klassen beschikbaar zijn, waardoor een gemiddelde niet berekend kan worden. De meest voorkomende klasse geeft weer welke afstand bewoners doorgaans ervaren binnen het betreffende postcodegebied. Bij gelijke frequentie is de grootste afstand geselecteerd. Deze dominante afstand vormt de maat voor klimaatbestendigheid bij de classificatie naar klimaatlabels.

Klimaatlabels

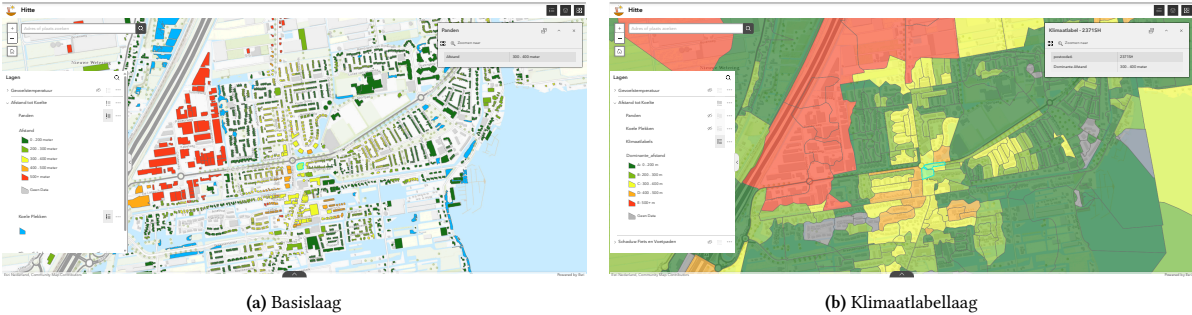
De dominante afstand tot koele plek per postcodegebied is ingedeeld in vijf klimaatlabels (A–E), met de drempelwaarden zoals weergegeven in Tabel 6.5. Deze drempelwaarden zijn gebaseerd op nationale richtlijnen die stellen dat elke woning een aangename en toegankelijke koele plek binnen 300 meter loopafstand zou moeten hebben. Deze grens is vastgesteld in het onderzoeksrapport *De hittebestendige stad*, omdat gezonde ouderen deze afstand in ongeveer vijf minuten kunnen lopen. Grotere afstanden beperken vooral voor kwetsbare groepen de bereikbaarheid van verkoeling (Kluck e.a., 2020). De norm is tevens overgenomen in de landelijke maatlat *Groene Klimaatadaptieve Gebouwde Omgeving* (Ministeries van BZK, IenW en LNV, 2023). Op basis van de afstand kan worden bepaald in welke postcodegebieden de toegang tot koelte moet worden verbeterd.

Tabel 6.5: Klimaatlabels
Afstand tot koelte

Label	Loopafstand
A	≤ 200 m
B	200 – 300 m
C	300 – 400 m
D	400 – 500 m
E	> 500 m

Weergave in dashboard

De basislaag (Figuur 6.7a) toont per pand de afstandsklasse tot de dichtstbijzijnde koele plek, ingedeeld in vijf categorieën van 0–200 meter tot en met meer dan 500 meter. De kleuren lopen van groen (korte afstand) naar rood (lange afstand), waarbij koele plekken zelf in blauw zijn weergegeven. Pop-ups tonen de afstandsklasse van het aangeklikte pand. De klimaatlabellaag (Figuur 6.7b) geeft per postcodegebied de dominante afstandsklasse weer, vertaald naar klimaatlabels A–E. De kleuren lopen van groen (A: maximaal 200 meter) tot rood (E: meer dan 500 meter). Pop-ups tonen de postcode en de dominante afstandsklasse. Via de legenda is het bijbehorende klimaatlabel af te lezen.



Figuur 6.7: Weergave van de indicator *Afstand tot koelte* binnen het thema *Hitte* in het klimaatlabeldashboard.

III. Schaduw op wandel- en fietspaden

Deze indicator toont het aandeel schaduw op wandel- en fietspaden binnen de gemeente Kaag en Braassem. Schaduw draagt bij aan het beperken van hittestress en vergroot het comfort om te lopen of te fietsen tijdens warme zomerdagen. De kaart maakt kwetsbare routes inzichtelijk zodat maatregelen gericht kunnen worden ingezet. Het gemiddelde schaduwpercentage per postcodegebied is berekend als de verhouding tussen schaduwoppervlakte en de totale oppervlakte van alle wandel- en fietspaden in dat postcodegebied. Dit percentage vormt de maat voor klimaatbestendigheid bij de classificatie naar klimaatlabels.

Klimaatlabels

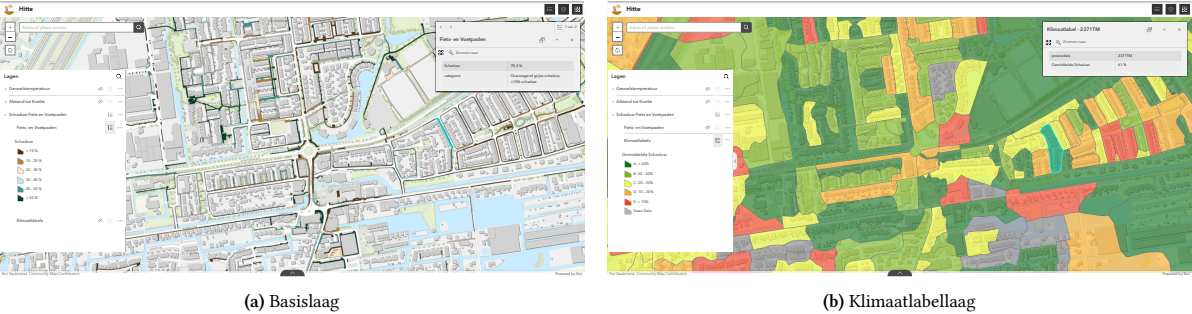
Het gemiddelde schaduwpercentage op wandel- en fietsroutes is per postcodegebied ingedeeld in vijf klimaatlabels (A–E), met de drempelwaarden zoals weergegeven in Tabel 6.6. Deze drempelwaarden zijn gebaseerd op nationale richtlijnen, die minimaal 40% schaduw op hoofdroutes en 30% op paden binnen buurten voorschrijven. Wanneer het aandeel schaduw onder deze norm blijft, neemt de kans toe dat mensen worden blootgesteld aan hittestress tijdens het lopen of fietsen (Kluck e.a., 2020). De norm is tevens overgenomen in de landelijke maatlat *Groene Klimaatadaptieve Gebouwde Omgeving* (Ministeries van BZK, IenW en LNV, 2023). Op basis van het schaduwpercentage op wandel- en fietspaden kan worden vastgesteld in welke postcodegebieden extra beschutting nodig is.

Tabel 6.6: Klimaatlabels
Schaduw op wandel- en fietspaden

Label	Schaduw
A	$> 40\%$
B	30 – 40%
C	20 – 30%
D	10 – 20%
E	$\leq 10\%$

Weergave in dashboard

De basislaag (Figuur 6.8a) toont per wandel- of fietspad het schaduwpercentage, ingedeeld in zes klassen van minder dan 10% tot meer dan 50%. De kleuren lopen van bruin (weinig schaduw) tot groen (veel schaduw). Pop-ups tonen per pad het schaduwpercentage en de bijbehorende categorie, zoals overwegend groene of grijze schaduw. De klimaatlabellaag (Figuur 6.8b) geeft per postcodegebied het gemiddelde schaduwpercentage weer. De kleuren lopen van groen (A: > 40%) tot rood (E: < 10%). Pop-ups tonen de postcode en het gemiddelde schaduwpercentage. Via de legenda is het bijbehorende klimaatlabel af te lezen.



Figuur 6.8: Weergave van de indicator *Schaduw op wandel- en fietspaden* binnen het thema *Hitte* in het klimaatlabeldashboard.

6.4. Droogte

Het thema Droogte richt zich op de gevolgen van lage grondwaterstanden en langdurige droogte voor de leef-omgeving. In periodes met weinig neerslag en hoge verdamping kan het grondwaterpeil sterk dalen, wat leidt tot verdroging van natuur, bodemdaling, schade aan infrastructuur en een verhoogd risico op paalrot bij houten funderingen. Binnen dit thema zijn twee indicatoren geselecteerd: (1) Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG), en (2) Risico op paalrot. De centrale databronnen zijn de kaartlagen *Gemiddeld Laagste Grondwaterstand* (Deltares & Nationaal Water Model, 2019) en *Risico op paalrot* (Deltares, 2021b) uit de Klimaat-effectatlas. De volledige Python-scripts zijn opgenomen in Bijlage C.3.

I. Gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG)

Deze indicator toont de Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) in Kaag en Braassem. De GLG is een kengetal dat aangeeft hoe ver de grondwaterstand in een gebied kan dalen tijdens droge perioden. De berekening gebeurt in twee stappen: per jaar wordt eerst het gemiddelde genomen van de drie laagste grondwaterstanden (LG3). Vervolgens wordt de GLG bepaald als het gemiddelde van deze waarden over een periode van minimaal acht jaar (CAS & Deltares, z.d.-b). De kaart geeft inzicht in welke delen van de gemeente kwetsbaar zijn voor droogte en maakt ruimtelijke verschillen in de grondwaterstand zichtbaar.

Klimaatlabels

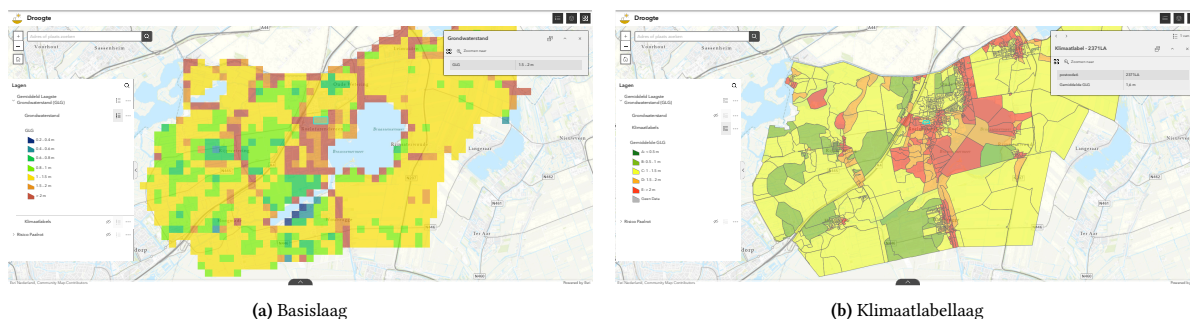
De gemiddelde GLG is per postcodegebied ingedeeld in vijf klimaatlabels (A–E), met de drempelwaarden zoals weergegeven in Tabel 6.7. Deze drempelwaarden zijn vastgesteld op basis van beleidsliteratuur en sluiten aan bij het *Watertakenplan Kaag en Braassem 2024–2027*, waarin een ontwateringsdiepte van 1,5 meter als signaleringswaarde voor mogelijke droogteschade wordt gehanteerd (Gemeente Kaag en Braassem, 2024b). Een grotere ontwateringsdiepte (lager grondwaterpeil) vergroot de kans op droogteschade, bodemdaling en funderingsproblemen. De classificatie maakt het mogelijk onderscheid te maken tussen gunstige en ongunstige grondwaterstanden tijdens droge perioden, maar geeft geen beeld van risico’s bij hoge grondwaterstanden.

Tabel 6.7: Klimaatlabels GLG

Label	Diepte
A	≤ 0,5 m
B	0,5 – 1,0 m
C	1,0 – 1,5 m
D	1,5 – 2,0 m
E	> 2,0 m

Weergave in dashboard

De basislaag (Figuur 6.9a) toont de gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG), ingedeeld in zeven klassen van 0,2–0,4 meter tot meer dan 2,0 meter. De kleurstelling loopt van donkerblauw (grondwater dicht onder het maaiveld) tot donkerrood (zeer diepe grondwaterstand). Pop-ups tonen de grondwaterdiepteklasse van de aangeklikte locatie. De klimaatlabellaag (Figuur 6.9b) geeft per postcodegebied de gemiddelde GLG weer. De kleuren lopen van groen (A: < 0,5 m) tot rood (E: > 2,0 m). Pop-ups tonen de postcode en de gemiddelde GLG van de aangeklikte locatie. Via de legenda is het bijbehorende klimaatlabel af te lezen.



Figuur 6.9: Weergave van de indicator *Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG)* binnen het thema *Droogte* in het klimaatlabeldashboard.

II. Risico paalrot

Deze indicator toont het risico op paalrot in Kaag en Braassem als gevolg van lage grondwaterstanden. Paalrot ontstaat wanneer houten funderingspalen langdurig droog staan en door schimmels worden aangetast, wat kan leiden tot verzakkingen en schade aan gebouwen (CAS & Deltares, z.d.-c). De risicokaart is opgebouwd uit twee onderdelen: het geschatte percentage panden op houten funderingen en de kwetsbaarheid van die funderingen bij klimaatverandering. Samen laten deze kaarten zien welke buurten het meest kwetsbaar zijn voor funderingsschade door paalrot.

De bronlaag is alleen beschikbaar op buurtniveau. Met *SpatialJoin* is daarom voor elk PC6-gebied bepaald in welke buurt(en) het ligt en welk risiconiveau daarbij hoort. Als een PC6-gebied meerdere buurten overlapt, is de hoogste risicoklasse toegekend. Deze klasse vormt de maat voor klimaatbestendigheid bij de classificatie naar klimaatlabels.

Klimaatlabels

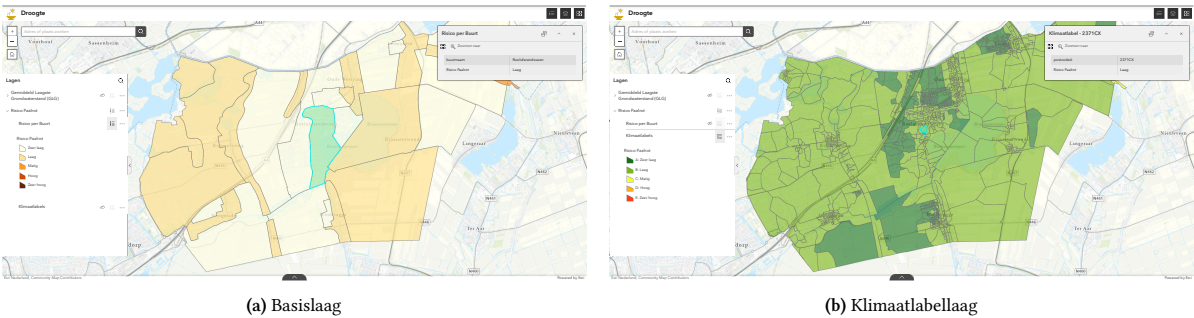
Het risico op paalrot per postcodegebied is ingedeeld in vijf klimaatlabels (A–E), met de drempelwaarden zoals weergegeven in Tabel 6.8. Deze drempelwaarden zijn gebaseerd op de klassegrenzen uit het rapport *Technische toelichting risicokaarten funderingen* (Deltares, z.d.). De risicoklassen vormen een gewogen index waarin zowel het aandeel panden op houten paalfundering als de ernst van de verwachte schade meetellen. Door deze indeling over te nemen ontstaat een eenduidige en vergelijkbare schaal voor het relatieve risico op funderingsschade en wordt verwar- ring tussen basislaag en klimaatlabellaag voorkomen. Omdat het geen kans- of per- centagewaarde is, kan de score uitsluitend als relatieve maat worden gebruikt om prioriteiten te stellen voor verder onderzoek naar funderingsschade.

Tabel 6.8: Klimaatlabels
Risico paalrot

Label	Risico
A	Zeér laag
B	Laag
C	Matig
D	Hoog
E	Zeér hoog

Weergave in dashboard

De basislaag (Figuur 6.10a) toont per buurt het risico op paalrot. De waarden zijn ingedeeld in vijf klassen: zeer laag, tot en met zeer hoog risico. De kleuren lopen van lichtgeel (zeer laag risico) tot donkerbruin (zeer hoog risico). Pop-ups tonen de buurtnaam en de risicoklasse van de aangeklikte locatie. De klimaatlabellaag (Figuur 6.10b) geeft per postcodegebied het gemiddelde risico op paalrot weer. De kleurstelling loopt van groen (A: zeer laag risico) tot rood (E: zeer hoog risico). Pop-ups tonen de postcode en de bijbehorende risicoklasse van de aangeklikte locatie. Via de legenda is het bijbehorende klimaatlabel af te lezen.



Figuur 6.10: Weergave van de indicator *Risico paalrot* binnen het thema *Droogte* in het klimaatlabeldashboard.

6.5. Overstroming

Het thema Overstroming richt zich op de gevolgen van dijkdoorbraken en andere faalsituaties van waterkeringen langs rivieren, meren, zee of binnen het poldersysteem. Zulke overstromingen kunnen leiden tot groot-schalige schade en vormen een direct risico voor de veiligheid van inwoners. Binnen dit thema zijn twee indicatoren geselecteerd: (1) Overstromingsdiepte ($p = 1/100$ jaar), en (2) Overstromingskans ($H \geq 50$ cm). De centrale databronnen zijn de kaartlagen *Overstromingsdiepte middelgrote kans* (LIWO & ROR, 2025) en *Plaatsgebonden overstromingskans* (LIWO, 2025) uit de Klimaateffectatlas. De volledige Python-scripts zijn opgenomen in Bijlage C.4.

I. Overstromingsdiepte

Deze indicator toont de maximale overstromingsdiepte bij een overstroming met een kans van 1/100 per jaar. De kaart laat zien hoe diep het water kan komen te staan in Kaag en Braassem bij falen van waterkeringen. Deze overstromingsdiepte vormt een directe indicatie van de veiligheidsrisico's voor inwoners en de ernst van schade aan gebouwen, natuur en infrastructuur.

Klimaatlabels

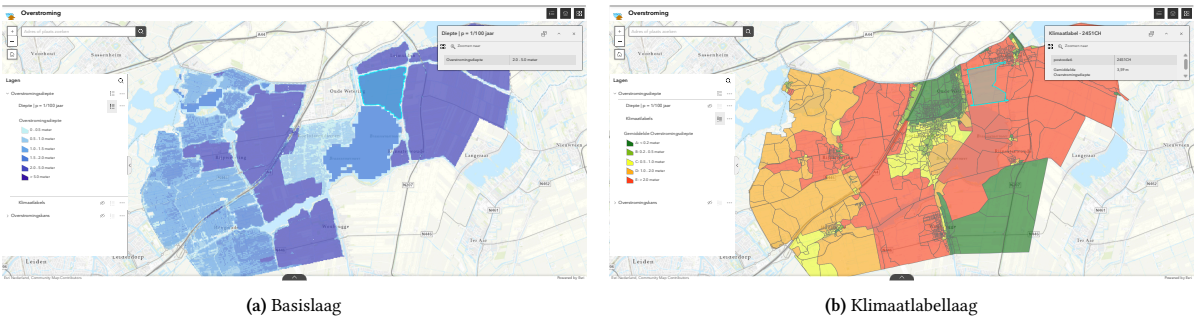
De gemiddelde overstromingsdiepte per postcodegebied is ingedeeld in vijf klimaatlabels (A–E), met de drempelwaarden zoals weergegeven in Tabel 6.9. Deze drempelwaarden zijn afgeleid uit de *landelijke maatlat Groene Klimaatadaptieve Gebouwde Omgeving* (Ministeries van BZK, IenW en LNV, 2023). Dit document koppelt overstromingsdieptes expliciet aan streefbeelden. De labels A ($\leq 0,2$ m) en B ($0,2 - 0,5$ m) sluiten aan bij het streefbeeld *schade voorkomen*, terwijl bij grotere dieptes het streefbeeld verschuift naar *schade beperken* en bij nog diepere overstromingen naar *schuilen of evacueren* (CAS & Rijkswaterstaat, z.d.). Belangrijk is te benadrukken dat ook in postcodegebieden met klimaatlabels A en B risico's op schade en onveilige situaties bestaan. De labels vormen daarom geen absolute veiligheidsgrens, maar zijn bedoeld als hulpmiddel om gebieden onderling te vergelijken en prioriteiten te stellen.

Tabel 6.9: Klimaatlabels Overstromingsdiepte

Label	Diepte
A	$\leq 0,2$ m
B	$0,2 - 0,5$ m
C	$0,5 - 1,0$ m
D	$1,0 - 2,0$ m
E	$> 2,0$ m

Weergave in dashboard

De basislaag (Figuur 6.11a) toont per locatie de maximale overstromingsdiepte. De waarden zijn ingedeeld in zes klassen: van 0–0,5 meter tot meer dan 5,0 meter. De kleuren lopen van lichtblauw (ondiepe overstroming) tot donkerblauw (zeer diepe overstroming). Pop-ups tonen de overstromingsdiepteklasse van de aangeklikte locatie. De klimaatlabellaag (Figuur 6.11b) geeft per postcodegebied de gemiddelde overstromingsdiepte weer. De labels lopen van groen (A, $< 0,2$ m) tot rood (E, $> 2,0$ m). Pop-ups tonen de postcode en de gemiddelde overstromingsdiepte van de aangeklikte locatie. Via de legenda is het bijbehorende klimaatlabel af te lezen.



Figuur 6.11: Weergave van de indicator *Overstromingsdiepte* binnen het thema *Overstroming* in het klimaatlabeldashboard.

II. Overstromingskans

Deze indicator toont de plaatsgebonden overstromingskans bij een overstromingsdiepte van 50 cm. De kaart laat zien hoe deze kans ruimtelijk verschilt binnen de gemeente Kaag en Braassem bij falen van waterkeringen. Deze overstromingskans vormt een directe indicatie van de veiligheidsrisico's voor inwoners en de ernst van schade aan gebouwen, natuur en infrastructuur. In landelijke documentatie wordt 50 cm vaak aangeduid als grenswaarde tussen de streefbeelden *schade voorkomen* en *schade beperken*, en vormt daarmee een relevante maat voor de classificatie van overstromingsrisico's (CAS & Rijkswaterstaat, z.d.).

Klimaatlabels

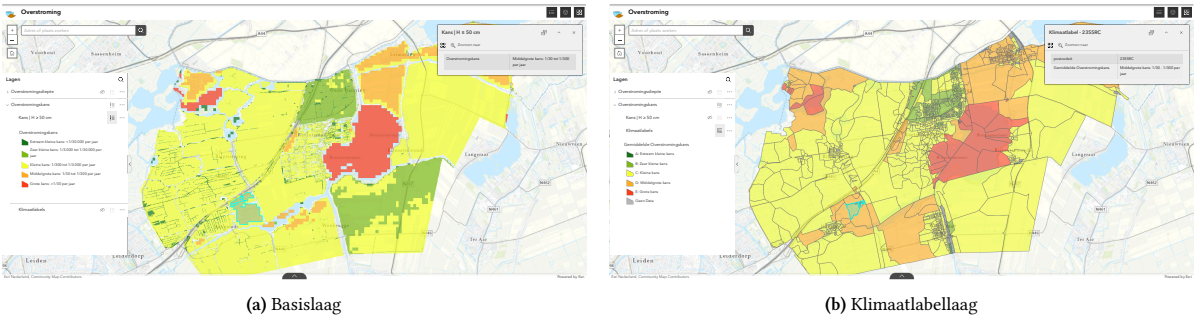
De gemiddelde plaatsgebonden overstromingskans per postcodegebied is ingedeeld in vijf klimaatlabels (A–E), met de drempelwaarden zoals weergegeven in Tabel 6.10. Deze drempelwaarden zijn gebaseerd op de standaardklassen uit de Klimaat-effectatlas (CAS & Rijkswaterstaat, z.d.). In tegenstelling tot *Overstromingsdiepte*, waar streefbeelden bij een vaste kans (1/100 jaar) zijn vertaald naar diepteklassen als klimaatlabels, wordt bij *Overstromingskans* het streefbeeld juist bepaald door de combinatie van een vaste diepte (50 cm) en de plaatsgebonden kans. Zo wordt vanuit de klimaatlabels direct zichtbaar welk handelingsperspectief per postcodegebied geldt. Tegelijk vormen ook deze labels geen absolute veiligheidsgrens, maar een hulpmiddel om gebieden te vergelijken en prioriteiten te stellen.

Tabel 6.10: Klimaatlabels
Overstromingskans

Label	Kans
A	$\leq 1/30.000$
B	$1/3.000 - 1/30.000$
C	$1/300 - 1/3.000$
D	$1/30 - 1/300$
E	$> 1/30$

Weergave in dashboard

De basislaag (Figuur 6.12a) toont per locatie de jaarlijkse kans op een overstroming met een waterdiepte van minstens 50 cm. De waarden zijn ingedeeld in vijf klassen: van extreem kleine kans ($< 1/30.000$ per jaar, donkergroen) tot grote kans ($> 1/30$ per jaar, rood). Pop-ups tonen de overstromingskans van de aangeklikte locatie. De klimaatlabellaag (Figuur 6.12b) geeft per postcodegebied de gemiddelde overstromingskans weer. De labels lopen van groen (A, extreem kleine kans) tot rood (E, grote kans). Pop-ups tonen de postcode en de gemiddelde overstromingskans van de aangeklikte locatie. Via de legenda is het bijbehorende klimaatlabel af te lezen.



Figuur 6.12: Weergave van de indicator *Overstromingskans* binnen het thema *Overstroming* in het klimaatlabeldashboard.

6.6. Bodemdaling

Het thema Bodemdaling betreft de verwachte daling van het maaiveld, veroorzaakt door ontwatering, veenoxidatie, consolidatie en kruip van slappe bodemlagen. Dit kan leiden tot een groter overstromingsrisico, schade aan infrastructuur en funderingen door ongelijke verzakking, en extra uitstoot van broeikasgassen door veenoxidatie (CAS, Deltares, TNO & WENR, z.d.). Binnen dit thema zijn twee indicatoren geselecteerd: (1) Bodemdaling 2020–2050 (Laag scenario), en (2) Bodemdaling 2020–2050 (Hoog scenario). Beide indicatoren zijn identiek in bewerking en visualisatie en worden daarom gezamenlijk beschreven. De centrale databronnen zijn de kaartlagen *Bodemdaling 2020–2050 (Scenario Hoog en Laag)* (Deltares e.a., 2021) uit de Klimaateffectatlas. Deze zijn gebaseerd op landelijke modelberekeningen met een ruimtelijke resolutie van 100 bij 100 meter. De volledige Python-scripts zijn opgenomen in Bijlage C.5.

I. Bodemdaling 2020–2050 (laag en hoog)

In Nederland wordt al eeuwenlang peilindexatie toegepast: het waterpeil in sloten en watergangen wordt stapsgewijs verlaagd om te voorkomen dat de bodem te nat wordt. Tegelijkertijd houdt dit proces de bodemdaling in stand en versnelt die onder warme en droge omstandigheden. Als alternatief kan het peil worden vastgezet (peilfixatie), waardoor de bodem natter blijft en de daling minder sterk is (CAS, Deltares, TNO & WENR, z.d.). De indicatoren binnen dit thema tonen de verwachte bodemdaling in Kaag en Braassem tussen 2020 en 2050 op basis van twee benaderingen: een laag scenario (peilfixatie, beperkte klimaatverandering) en een hoog scenario (peilindexatie, sterke klimaatverandering). Het verschil tussen beide scenario's laat zien hoe keuzes in waterpeilbeheer en klimaatscenario's de mate van bodemdaling beïnvloeden. De kaarten maken zichtbaar waar de bodem de komende decennia het sterkst zal dalen, met risico's voor funderingen, infrastructuur en leefomgeving.

Klimaatlabels

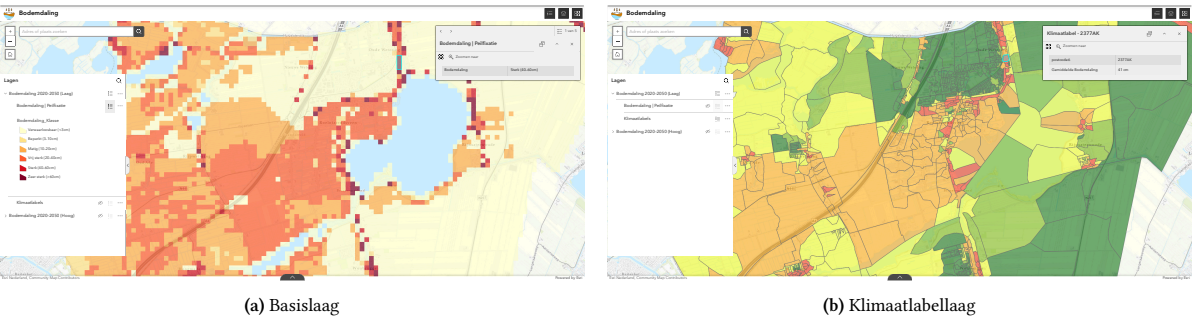
De gemiddelde Bodemdaling per postcodegebied is ingedeeld in vijf klimaatlabels (A–E), met de drempelwaarden zoals weergegeven in Tabel 6.11. Deze waarden zijn gebaseerd op literatuur over landelijke en gebiedsspecifieke voorspellingen van bodemdaling in Nederland. Gemiddeld liggen de dalingssnelheden in Nederland tussen 1,1 en 1,4 mm/jaar, terwijl in veenweidegebieden aanzienlijk hogere waarden voorkomen: 5,4 tot 6,8 mm/jaar, afhankelijk van het klimaatscenario (Deltares, 2021a). De gemeente Kaag en Braassem, grotendeels gelegen in veengebied, kent hierdoor zowel zones met beperkte daling als gebieden waar het maaiveld snel zakt. Om deze verschillen zichtbaar te maken, is bewust afgeweken van de indeling uit de Klimaateffectatlas (3–10 cm: beperkt, 10–20 cm: matig, 20–40 cm: vrij sterk, 40–60 cm: sterk, > 60 cm: zeer sterk). Deze indeling wordt hier als te mild beoordeeld. In plaats daarvan is gekozen voor grenzen die relatief geringe bodemdaling onderscheiden van snelheden die vrijwel zeker gevolgen hebben voor de leefomgeving: < 1 mm/jaar (verwaarloosbaar), 1–3 mm/jaar (normaal), 3–6 mm/jaar (matig tot sterk), 6–10 mm/jaar (zeer sterk) en > 10 mm/jaar (extreem). De klimaatlabels bieden een instrument om bodemdaling in beeld te brengen en te bepalen waar maatregelen nodig zijn, zoals voorbelasting, lichte bouwmaterialen of aangepast waterbeheer.

Tabel 6.11: Klimaatlabels *Bodemdaling 2020–2050*

Label	Bodemdaling
A	≤ 3 cm (≤ 1 mm/jr)
B	3 – 9 cm (1–3 mm/jr)
C	9 – 18 cm (3–6 mm/jr)
D	18 – 30 cm (6–10 mm/jr)
E	> 30 cm (> 10 mm/jr)

Weergave in dashboard

De basislaag (Figuur 6.13a) toont de verwachte bodemdaling tussen 2020 en 2050 (in dit geval wordt het laag scenario getoond), ingedeeld in de zes klassen uit de Klimaateffectatlas: van minder dan 3 cm (lichtgeel) tot meer dan 60 cm (donkerrood). Pop-ups tonen de bodemdaling in centimeters van de aangeklikte locatie. De klimaatlabellaag (Figuur 6.13b) geeft per postcodegebied de gemiddelde bodemdaling weer. De kleuren lopen van groen (A: nauwelijks daling) tot rood (E: zeer sterke daling). Pop-ups tonen de postcode en de gemiddelde bodemdaling in centimeters van de aangeklikte locatie. Via de legenda is het bijbehorende klimaatlabel af te lezen.



Figuur 6.13: Weergave van de indicator *Bodemdaling 2020–2050 (Laag scenario)* binnen het thema *Bodemdaling* in het klimaatlabeldashboard.

6.7. Grondwater

Het thema Grondwater richt zich op de gevolgen van hoge grondwaterstanden voor de leefomgeving. Tijdens natte perioden kan het grondwater tijdelijk stijgen tot vlak onder het maaiveld, met risico op overlast in kelders en kruipruimtes, schade aan gebouwen, infrastructuur, landbouw en groenvoorzieningen. Daarnaast zijn gebieden met een structureel hoge grondwaterstand, wegens beperkte bergingscapaciteit, extra kwetsbaar voor hevige neerslag (CAS & Deltares, z.d.-a). Binnen dit thema is één indicator geselecteerd: Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG). De centrale databron is de kaartlaag *Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand* (Deltares & Nationaal Water Model, 2016) uit de Klimaat-effectatlas. De volledige Python-scripts zijn opgenomen in Bijlage C.6.

I. Gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG)

Deze indicator toont de Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG) in Kaag en Braassem. De GHG is een kengetal dat aangeeft hoe hoog het grondwater gemiddeld staat tijdens natte perioden. De berekening gebeurt in twee stappen: per jaar wordt eerst het gemiddelde genomen van de drie hoogste grondwaterstanden (HG3). Vervolgens wordt de GHG bepaald als het gemiddelde van deze waarden over een periode van minimaal acht jaar (CAS & Deltares, z.d.-a). De kaart geeft inzicht in welke delen van de gemeente kwetsbaar zijn voor grondwateroverlast en maakt ruimtelijke verschillen in de grondwaterstand zichtbaar.

Klimaatlabels

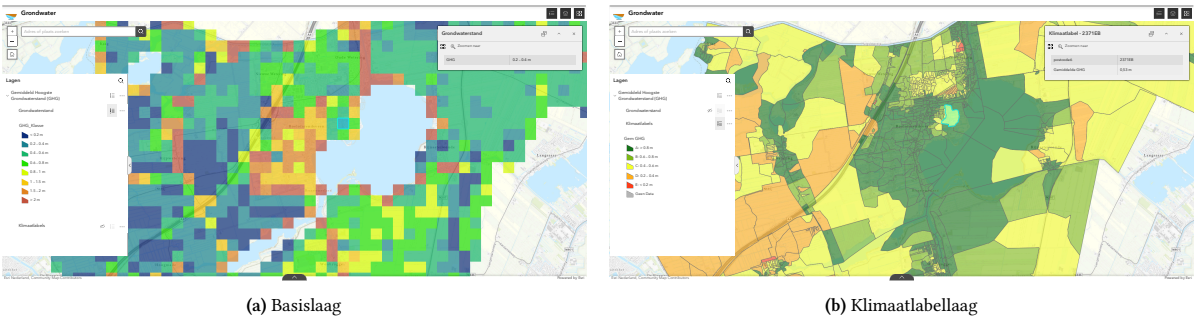
De gemiddelde GHG is per postcodegebied ingedeeld in vijf klimaatlabels (A–E), met de drempelwaarden zoals weergegeven in Tabel 6.12. Deze drempelwaarden zijn vastgesteld op basis van beleidsliteratuur en sluiten aan bij het *Watertakenplan Kaag en Braassem 2024–2027*, waarin een gewenste ontwateringsdiepte van 0,7 meter voor woningen en wegen en 0,5 meter voor tuinen wordt gehanteerd (Gemeente Kaag en Braassem, 2024b). Een lagere ontwateringsdiepte (hoger grondwaterpeil) vergroot de kans op (grond)wateroverlast in kruipruimtes, kelders, tuinen en op straat, evenals schade aan funderingen, infrastructuur en groenvoorzieningen. De classificatie maakt het mogelijk onderscheid te maken tussen gunstige en ongunstige grondwaterstanden tijdens natte perioden, maar geeft geen beeld van risico's bij lage grondwaterstanden.

Tabel 6.12: Klimaatlabels GHG

Label	Diepte
A	> 0,8 m
B	0,6 – 0,8 m
C	0,4 – 0,6 m
D	0,2 – 0,4 m
E	≤ 0,2 m

Weergave in dashboard

De basislaag (Figuur 6.14a) toont de gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG) per rastercel, ingedeeld in zeven klassen: van minder dan 0,2 meter tot meer dan 2,0 meter onder maaiveld. De kleurstelling loopt van donkerblauw (ondiep grondwater) tot donkerbruin (zeer diep grondwater). Pop-ups tonen het grondwaterdiepte-interval van de aangeklikte locatie. De klimaatlabellaag (Figuur 6.14b) geeft per postcodegebied de gemiddelde GHG weer. De kleuren lopen van donkergroen (A: > 0,8 m) tot rood (E: < 0,2 m). Pop-ups tonen de postcode en de gemiddelde GHG van de aangeklikte locatie. Via de legenda is het bijbehorende klimaatlabel af te lezen.



Figuur 6.14: Weergave van de indicator *Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG)* binnen het thema *Grondwater* in het klimaatlabeldashboard.

6.8. Biodiversiteit

Het thema Biodiversiteit richt zich op de diversiteit aan leven, waaronder planten, dieren en ecosystemen. In stedelijke context komt dit vaak neer op soortenrijkdom in de leefomgeving. Biodiversiteit is essentieel voor gezonde ecosystemen en cruciaal voor de mens, omdat we afhankelijk zijn van de natuur voor ons eten, drinken en een veilige woonplek (Milieu Centraal, z.d.). Binnen dit thema zijn drie indicatoren geselecteerd: (1) de 3-30-300-regel, (2) verstening van straten en, (3) verstening van tuinen. Deze indicatoren geven samen inzicht in de mate van groen, de aanwezigheid van bomen en de hoeveelheid verhard oppervlak en vormen zo een praktische benadering van biodiversiteit in de gebouwde omgeving. De centrale databronnen zijn de kaartlagen *3-30-300-regel* (Cobra Groeninzicht, 2025a), *Verstening straten* (Cobra Groeninzicht, 2025b), en *Verstening tuinen* (Cobra Groeninzicht, 2025c) uit de Steenbreekatlas. De volledige Python-scripts zijn opgenomen in Bijlage C.7.

I. 3-30-300-regel (totaalscore)

De 3-30-300-regel toont de mate van vergroening in Kaag en Braassem en fungeert daarbij als proxy voor biodiversiteit. Deze internationaal toegepaste groennorm bevat drie basisvoorwaarden voor een gezonde leefomgeving: (1) bewoners hebben zicht op ten minste drie bomen vanuit hun woning, (2) de wijk heeft minimaal 30% boomkroonbedekking en (3) binnen 300 meter loopafstand ligt een park of groengebied van ten minste 0,5 hectare (Konijnendijk, 2021). Cobra Groeninzicht heeft deze regel toegepast op Nederland en de resultaten vertaald naar vier afzonderlijke kaartlagen: zicht op bomen (regel 3), boomkroonbedekking (regel 30), afstand tot park (regel 300) en een samengestelde totaalscore. Per kaartlaag is een klimaatlabel A–E toegekend op basis van drempelwaarden, waarbij label B overeenkomt met de norm (3 bomen, 30% dekking, 300 meter afstand). In deze paragraaf wordt uitsluitend de totaalscore beschouwd, die is gebaseerd op de drie onderliggende componenten.

Klimaatlabels

De gemiddelde totaalscore van de 3-30-300-regel per postcodegebied is ingedeeld in vijf klimaatlabels (A–E), met de drempelwaarden zoals weergegeven in Tabel 6.13. De indeling sluit aan bij de gebruikelijke waardering van cijfers: de totaalscore van 0–10 punten is verdeeld in intervallen van twee punten, waarbij een score van 6 of hoger als voldoende wordt beschouwd. Een lage score duidt op beperkte groenvoorzieningen, terwijl een hoge score wijst op een ruime aanwezigheid van stedelijk groen volgens de drie onderdelen van de 3-30-300-regel (zicht op bomen, boomkroonbedekking en nabijheid van groen), met positieve effecten voor gezondheid, welzijn, stedelijke veerkracht en sociale gelijkheid (Konijnendijk, 2021). Deze schaal maakt het mogelijk om postcodegebieden te vergelijken en prioriteiten te stellen voor vergroeningsmaatregelen en zo ook de biodiversiteit te versterken.

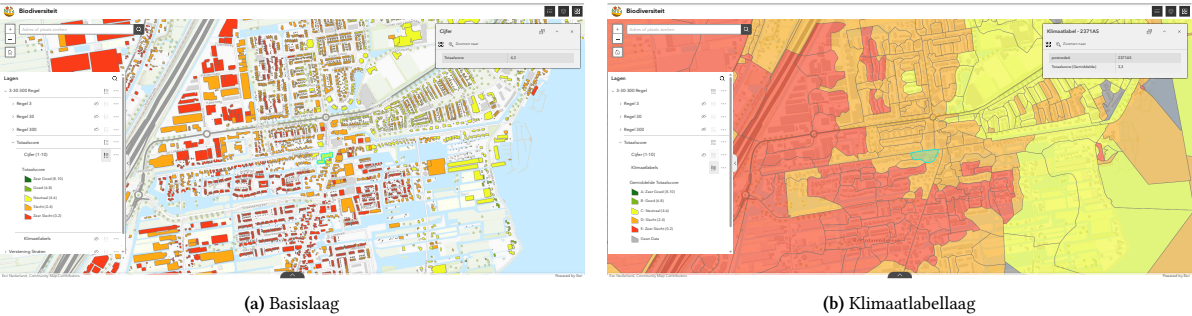
Tabel 6.13: Klimaatlabels
3-30-300-regel (totaalscore)

Label	Score
A	Zeer goed (8–10)
B	Goed (6–8)
C	Neutraal (4–6)
D	Slecht (2–4)
E	Zeer slecht (0–2)

De totaalscore van de 3-30-300-regel per postcodegebied is ingedeeld in vijf klimaatlabels (A–E), met de drempelwaarden zoals weergegeven in Tabel 6.13.

Weergave in dashboard

De basislaag (Figuur 6.15a) toont per pand de totaalscore op de 3-30-300-regel. De waarden zijn ingedeeld in vijf klassen op een schaal van 1 tot 10: van zeer slecht (0–2) tot zeer goed (8–10). De kleuren lopen van groen (hoogste score) tot rood (laagste score). Pop-ups tonen per pand de bijbehorende totaalscore. De klimaatlabellaag (Figuur 6.15b) geeft per postcodegebied de gemiddelde totaalscore weer. De kleurstelling loopt van groen (A: zeer goed) tot rood (E: zeer slecht). Pop-ups tonen de postcode en de gemiddelde totaalscore van de aangeklikte locatie. Via de legenda is het bijbehorende klimaatlabel af te lezen.



Figuur 6.15: Weergave van de indicator 3-30-300-regel (totaalscore) binnen het thema Biodiversiteit in het klimaatlabeldashboard.

II. Versteende straten

Deze indicator toont de versteningsgraad van straatprofielen in Kaag en Braassem en fungeert daarbij als proxy voor biodiversiteit. De verharding is bepaald van gevel tot gevel, waarbij zowel de straat zelf als de aangrenzende voortuinen zijn meegenomen. Dit geeft het aandeel van het oppervlak weer dat is bedekt met stenen, asfalt of andere verharde materialen. De analyse is beperkt tot straten binnen de bebouwde kom. Een hoge versteningsgraad betekent minder ruimte voor planten, bomen en dieren, waardoor de ecologische kwaliteit van de gebouwde omgeving afneemt. De indicator maakt zichtbaar waar vergroening van straten nodig is om de leefomgeving voor flora en fauna te versterken.

Klimaatlabels

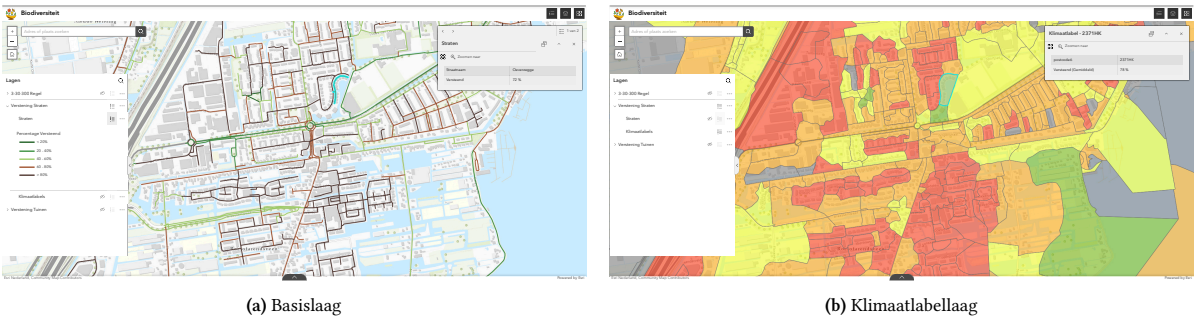
De gemiddelde verstening van straten per postcodegebied is ingedeeld in vijf klimaatlabels (A–E), met de drempelwaarden zoals weergegeven in Tabel 6.14. Deze drempelwaarden zijn vastgesteld op basis van wetenschappelijke literatuur die aantoont dat hogere versteningspercentages samenhangen met een afname van de biodiversiteit in stedelijke gebieden. Een laag percentage verhard oppervlak biedt daarentegen meer ruimte voor flora en fauna en draagt bij aan een gevarieerde, gezonde stedelijke natuur. Uit onderzoek blijkt dat boven de grens van circa 40% verharding de plantendiversiteit sterk afneemt en het aandeel invasieve exoten toeneemt (Yan e.a., 2019). Naast de hoeveelheid groen speelt echter ook de kwaliteit ervan een belangrijke rol binnen biodiversiteit (Natuur & Milieu & Sweco, 2024). Daarom biedt het versteningspercentage een eerste inzicht en kan het dienen als basis om vergroeningsmaatregelen te prioriteren, waarna per locatie nader onderzocht moet worden op welke wijze biodiversiteit kan worden versterkt.

Tabel 6.14: Klimaatlabels Versteening straten

Label	Verharding
A	0 – 20% (zeer goed)
B	20 – 40% (goed)
C	40 – 60% (neutraal)
D	60 – 80% (slecht)
E	80 – 100% (zeer slecht)

Weergave in dashboard

De basislaag (Figuur 6.16a) toont per straatsegment het percentage verhard oppervlak. De waarden zijn ingedeeld in vijf klassen: van minder dan 20% verhard tot meer dan 80% verhard. De kleuren lopen van groen (weinig verharding) naar bruin (veel verharding). Pop-ups tonen per straat de straatnaam en het bijbehorende versteningspercentage. De klimaatlabellaag (Figuur 6.16b) geeft per postcodegebied het gemiddelde versteningspercentage weer. De kleurstelling loopt van groen (A: Zeer Goed, 0–20%) tot rood (E: Zeer Slecht, 80–100%). Pop-ups tonen de postcode en het bijbehorende gemiddelde versteningspercentage van de aangeklikte locatie. Via de legenda is het bijbehorende klimaatlabel af te lezen.



Figuur 6.16: Weergave van de indicator *Versteende straten* binnen het thema *Biodiversiteit* in het klimaatlabeldashboard.

III. Versteende tuinen

Deze indicator toont de versteningsgraad van tuinen in Kaag en Braassem en fungeert daarbij als proxy voor biodiversiteit. Dit geeft het aandeel van het oppervlak weer dat is bedekt met stenen, tegels of andere verharde materialen. Een hoge versteningsgraad betekent minder ruimte voor planten, bomen en dieren, waardoor de ecologische kwaliteit van de woonomgeving afneemt. De indicator maakt zichtbaar waar vergroening van tuinen nodig is om de leefomgeving voor flora en fauna te versterken.

Klimaatlabels

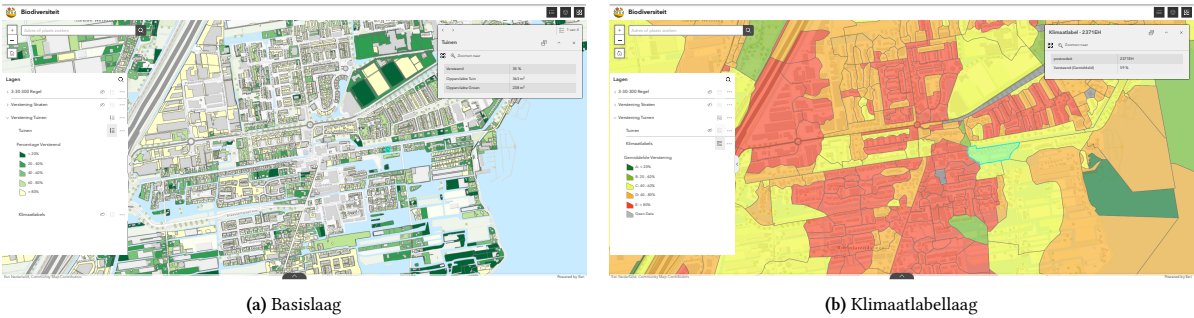
De gemiddelde verstening van tuinen per postcodegebied is ingedeeld in vijf klimaatlabels (A–E), met de drempelwaarden zoals weergegeven in Tabel 6.15. Deze drempelwaarden komen overeen met die van de indicator *Verstening Straten* en sluiten aan bij wetenschappelijke literatuur die de relatie tussen verhardingspercentages en biodiversiteit aan toont (Yan e.a., 2019). Waar straatverharding vooral een beeld geeft van de openbare ruimte, richt deze indicator zich op particuliere tuinen, die een groot aandeel van het stedelijk oppervlak beslaan. Het verhardingspercentage van tuinen biedt daarmee directe aanknopingspunten voor beleid om verharding terug te dringen, bijvoorbeeld via vergroeningsprogramma’s, subsidies of bewustwordingscampagnes gericht op inwoners.

Tabel 6.15: Klimaatlabels *Verstening tuinen*

Label	Verharding
A	0 – 20% (zeer goed)
B	20 – 40% (goed)
C	40 – 60% (neutraal)
D	60 – 80% (slecht)
E	80 – 100% (zeer slecht)

Weergave in dashboard

De basislaag (Figuur 6.17a) toont per tuinperceel het percentage verhard oppervlak. De waarden zijn ingedeeld in vijf klassen: van minder dan 20% verhard tot meer dan 80% verhard. De kleuren lopen van groen (weinig verharding) naar geel (veel verharding). Pop-ups tonen per tuin de versteningspercentage, oppervlakte tuin en oppervlakte groen. De klimaatlabellaag (Figuur 6.17b) geeft per postcodegebied het gemiddelde versteningspercentage weer. De kleurstelling loopt van groen (A: Zeer Goed, 0–20%) tot rood (E: Zeer Slecht, 80–100%). Pop-ups tonen de postcode en het bijbehorende gemiddelde versteningspercentage van de aangeklikte locatie. Via de legenda is het bijbehorende klimaatlabel af te lezen.



Figuur 6.17: Weergave van de indicator *Versteende tuinen* binnen het thema *Biodiversiteit* in het klimaatlabeldashboard.

6.9. Waterkwaliteit

Het thema Waterkwaliteit richt zich op de ecologische en chemische toestand van oppervlaktewater, die bepalend is voor de gezondheid van ecosystemen en het veilig gebruik van water door mensen. Binnen dit thema is één indicator geselecteerd: *Risico opwarming oppervlaktewater*. De centrale databron is de kaartlaag *Risico opwarming oppervlaktewater* (WNER & TAUW, 2017) uit de Klimateffectatlas. De volledige Python-scripts zijn opgenomen in Bijlage C.8.

I. Risico opwarming oppervlaktewater

Deze indicator toont waar oppervlaktewater in Kaag en Braassem kwetsbaar is voor langdurige opwarming tijdens warme dagen. De kaart geeft per watervlak het maximale aantal opeenvolgende dagen weer waarop de watertemperatuur boven 20 °C blijft. Zulke periodes kunnen de waterkwaliteit verslechteren en leiden tot zuurstoftekort, algengroei, afname van waterplanten en vissterfte (Kosten e.a., 2012). De indicator helpt om wateren te identificeren waar gerichte maatregelen nodig kunnen zijn om de gevolgen van opwarming te beperken.

Klimaatlabels

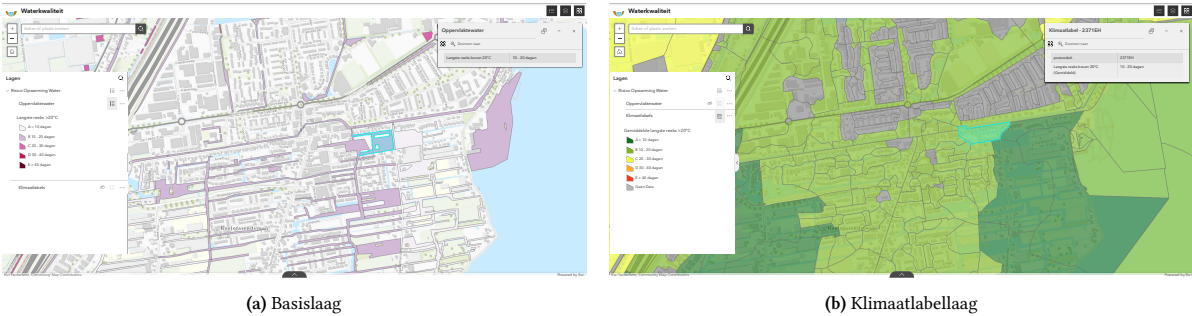
Het gemiddelde van de langste aaneengesloten periode met een watertemperatuur boven 20 °C is per postcodegebied ingedeeld in vijf klimaatlabels (A–E), met de drempelwaarden zoals weergegeven in Tabel 6.16. Deze drempelwaarden zijn rechtstreeks overgenomen uit de Klimateffectatlas, zodat de indeling consistent blijft met de landelijke standaard en verwarring tussen basislaag en klimaatlabellaag wordt voorkomen. Omdat de klassen geen directe ecologische of chemische grenswaarden vertegenwoordigen, kunnen de scores uitsluitend als relatieve maat worden gebruikt. De labels maken het mogelijk postcodegebieden te vergelijken en prioriteiten te stellen voor maatregelen tegen opwarming van oppervlaktewater, zoals het bevorderen van doorstroming, het vergroenen van waterkanten of het aanbrengen van beschaduwing.

Tabel 6.16: Klimaatlabels *Risico opwarming oppervlaktewater*

Label	Dagen >20°C
A	≤ 10 dagen
B	10 – 20 dagen
C	20 – 30 dagen
D	30 – 40 dagen
E	> 40 dagen

Weergave in dashboard

De basislaag (Figuur 6.18a) toont per watervlak de langste aaneengesloten reeks dagen waarop de temperatuur van het oppervlaktewater boven 20 °C lag. De waarden zijn geclassificeerd in vijf categorieën, van minder dan 10 dagen tot meer dan 50 dagen, met een kleurverloop van lichtroze (korte duur) naar donkerrood (lange duur). Pop-ups geven per watervlak het aantal dagen weer dat de watertemperatuur boven 20 °C lag. De klimaatlabellaag (Figuur 6.18b) geeft per postcodegebied het gemiddelde van deze langste dagreeksen weer. De kleurstelling loopt van groen (A: < 10 dagen) tot rood (E: > 40 dagen). Pop-ups tonen de postcode en het bijbehorende gemiddelde, terwijl in de legenda het bijbehorende klimaatlabel wordt weergegeven.



Figuur 6.18: Weergave van de indicator *Risico opwarming oppervlaktewater* binnen het thema *Waterkwaliteit* in het klimaatlabeldashboard.

		A	B	C	D	E
Wateroverlast	Waterdiepte bij hevige bui	$\leq 0,5$ cm	0,5 – 1 cm	1 – 2 cm	2 – 3 cm	> 3 cm
	Begaanbaarheid wegen	$> 90\%$	80 – 90%	70–80%	60–70%	$\leq 60\%$
	Kwetsbaarheid panden	$\leq 20\%$	20 – 40%	40 – 60%	60 – 80%	$> 80\%$
Hitte	Gevoelstemperatuur (PET)	≤ 32 °C	32 – 35 °C	36 – 40 °C	41 – 45 °C	> 45 °C
	Afstand tot koelte	≤ 200 m	200 – 300 m	300 – 400 m	400 – 500 m	> 500 m
	Schaduw op wandel- en fietspaden	$> 40\%$	30 – 40%	20 – 30%	10 – 20%	$\leq 10\%$
Droogte	Gemiddeld Laagste Grondwaterstand	$\leq 0,5$ m	0,5 – 1,0 m	1,0 – 1,5 m	1,5 – 2,0 m	$> 2,0$ m
	Risico paalrot	Zeer laag	Laag	Matig	Hoog	Zeer hoog
Overstroming	Overstromingsdiepte	$\leq 0,2$ m	0,2 – 0,5 m	0,5 – 1,0 m	1,0 – 2,0 m	$> 2,0$ m
	Overstromingskans	$\leq 1/30k$	1/3k – 1/30k	1/300 – 1/3k	1/30 – 1/300	$> 1/30$
Bodemdaling	Bodemdaling 2020–2050 (Laag)	≤ 1 mm/j	1 – 3 mm/j	3 – 6 mm/j	6 – 10 mm/j	> 10 mm/j
	Bodemdaling 2020–2050 (Hoog)	≤ 1 mm/j	1 – 3 mm/j	3 – 6 mm/j	6 – 10 mm/j	> 10 mm/j
Grondwater	Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand	$> 0,8$ m	0,6 – 0,8 m	0,4 – 0,6 m	0,2 – 0,4 m	$\leq 0,2$ m
Biodiversiteit	3-30-300-regel (totaalscore)	8–10	6–8	4–6	2–4	0–2
	Versteende straten	0 – 20%	20 – 40%	40 – 60%	60 – 80%	80 – 100%
	Versteende tuinen	0 – 20%	20 – 40%	40 – 60%	60 – 80%	80 – 100%
Waterkwaliteit	Risico opwarming oppervlaktewater	≤ 10 dagen	10 – 20 dagen	20 – 30 dagen	30 – 40 dagen	> 40 dagen

Figuur 6.19: Overzicht van de klimaatlabels in het klimaatlabelsysteem, waarbij pijlen elk thema verbinden met de bijbehorende indicatoren en per indicator de drempelwaarden voor de klassen A–E zijn weergegeven. Waar mogelijk zijn drempelwaarden ontleend aan landelijke standaarden, beleidskaders of wetenschappelijke literatuur; in andere gevallen zijn zij pragmatisch vastgesteld op basis van deskundige afweging.

6.10. Conclusie

In dit hoofdstuk is uiteengezet hoe het klimaatlabelsysteem technisch is ontwikkeld. Alle geselecteerde indicatoren zijn volgens een consistente en reproduceerbare werkwijze verwerkt tot thematische kaarten, bestaande uit een basislaag en een klimaatlabellaag per indicator. De basislaag sluit nauw aan bij de originele bronlaag door klassengrenzen, legendalabels en kleuren te behouden. De klimaatlabellaag bouwt hierop voort door de waarden te aggregeren op postcodeniveau en te classificeren in vijf klimaatlabels (A–E). Waar mogelijk zijn de gehanteerde drempelwaarden gebaseerd op landelijke standaarden, beleidskaders of wetenschappelijke literatuur. Wanneer dergelijke referenties ontbraken, zijn pragmatische grenzen vastgesteld op basis van deskundige afweging.

Alle kaartlagen zijn per thema gegroepeerd en samengebracht in een online dashboard met een overzichtelijke hoofdpagina. Via pictogrammen kunnen gebruikers eenvoudig navigeren naar de subpagina's van de afzonderlijke thema's. Binnen elke subpagina zijn de basis- en klimaatlabellagen van de indicatoren gecombineerd in een groepslaag en aangevuld met een uitklapbaar paneel met toelichting, zodat de resultaten eenduidig en consistent kunnen worden geïnterpreteerd. Door de uniforme kleurschaal van de klimaatlabels (groen–rood) worden ruimtelijke verschillen in kwetsbaarheid direct zichtbaar op postcodeniveau, waarna de basislaag extra inzicht kan bieden voor nadere analyse. De ontwikkeling laat zien dat een transparante aanpak mogelijk is waarin bewerkingen, aggregatiestappen en classificatiemethoden systematisch zijn vastgelegd in Python-scripts (Bijlage C). Het resultaat is een volledig werkend prototype dat ruimtelijke verschillen in klimaatbestendigheid op lokaal niveau zichtbaar maakt en een concrete basis biedt voor analyse en prioritering. In het volgende hoofdstuk (Hoofdstuk 7) wordt dit prototype in workshopverband met ambtenaren van de gemeente Kaag en Braassem getoetst op bruikbaarheid.

Evaluatie van het klimaatlabelsysteem

Om de bruikbaarheid en toepasbaarheid van het klimaatlabelsysteem in de gemeentelijke werkpraktijk te testen, is het systeem geëvalueerd in een casusgerichte workshop met medewerkers van de gemeente Kaag en Braassem. De workshop bestond uit twee opeenvolgende onderdelen: (1) een casusopdracht en (2) een individuele evaluatie. Gezamenlijk bieden zij inzicht in de mate waarin het systeem geschikt is voor gemeentelijk gebruik. Allereerst beschrijft Paragraaf 7.1 de opzet en deelnemers van de workshop. Vervolgens worden in Paragraaf 7.2 de uitkomsten van de casusopdracht besproken, waarna Paragraaf 7.3 de resultaten van de individuele evaluatie presenteert. Tot slot worden de belangrijkste bevindingen samengevat in Paragraaf 7.4.

7.1. Workshopopzet

Het doel van de evaluatie was te onderzoeken in hoeverre het systeem bruikbaar is in de gemeentelijke praktijk. Daartoe is gekozen voor een interactieve workshop, waarin het systeem werd getest binnen een gesimuleerde werksituatie. Aan de workshop namen veertien medewerkers van de gemeente Kaag en Braassem deel, afkomstig uit diverse vakgebieden (Tabel 7.1). De bijeenkomst vond plaats op 23 juli 2025 in de raadszaal van het gemeentehuis in Roelofarendsveen en duurde twee uur. De zaalopstelling bood ruimte voor zowel plenaire toelichting als groepsgewijs werken. Deelnemers kozen bij aanvang zelfstandig een zitplaats en vormden zo groepen van twee. Na een korte introductie van het klimaatlabelsysteem doorliepen de deelnemers de twee onderdelen van de workshop aan de hand van een evaluatieformulier. Het volledige formulier is opgenomen in Bijlage D.

Casusopdracht

Allereerst koos elke groep twee postcodegebieden voor een analyse van de klimaatbestendigheid. Deelnemers baseerden hun keuze op uiteenlopende motieven, variërend van persoonlijke bekendheid en huidige woonlocatie tot verschillen in ruimtelijke kenmerken, projectgerelateerde relevantie en willekeurige selectie. Per indicator bestudeerden de deelnemers de klimaatlabellaag in het dashboard. Zij zochten de gekozen postcodegebieden op, vergeleken de weergegeven waarden in het pop-upvenster met de legenda en noteerden het bijbehorende klimaatlabel op het formulier. Aansluitend reflecteerden zij per thema aan de hand van twee vaste vragen: (1) wat hen opviel bij het vergelijken van de scores tussen beide postcodegebieden, en (2) wat dit volgens hen zei over de klimaatbestendigheid van deze gebieden binnen dat thema. De deelnemers doorliepen dit proces per thema en formuleerden vervolgens een overkoepelende reflectie. Deze was gebaseerd op drie centrale vragen: (1) wat de belangrijkste verschillen waren in klimaatbestendigheid tussen de twee postcodegebieden, (2) welke mogelijke oorzaken zij hiervoor zagen, en (3) wat de gemeente volgens hen met deze inzichten zou kunnen of moeten doen.

Tabel 7.1: Overzicht van de groepsindeling en functies van de deelnemers aan de workshop

Groep	Functie
A	Communicatieadviseur Duurzaamheid Strategisch Adviseur Duurzaamheid
B	Riool- en OVL-Beheerder Strategisch Adviseur Participatie
C	Adviseur Informatisering en Automatisering Communicatiemedewerker
D	Clustermanager Beheer en Projecten Projectregisseur Ruimtelijke Ontwikkeling
E	Projectleider Ruimtelijke Ontwikkeling Wegbeheerder
F	Projectleider Ruimtelijke Ontwikkeling Projectregisseur Ruimtelijke Ontwikkeling
G	Civiele Kunstwerkbeheerder Clustermanager Buitendienst

Individuele evaluatie

Na de casusopdracht vulden de deelnemers individueel het tweede deel van het evaluatieformulier in. Dit deel richtte zich op vier dimensies van bruikbaarheid (ISO 9241-11): effectiviteit, efficiëntie, tevredenheid en toepasbaarheid. Daarbij gaven zij per dimensie hun beoordeling en voegden zij desgewenst opmerkingen of verbeteringsuggesties toe. Het formulier vroeg naar (1) de inzichten die het systeem bood in ruimtelijke verschillen in klimaatbestendigheid (*effectiviteit*), (2) de moeite die het kostte om dit inzicht te verkrijgen (*efficiëntie*), (3) de ervaring met het gebruik van het systeem (*tevredenheid*), en (4) de mogelijkheden om het systeem in de eigen werkpraktijk toe te passen (*toepasbaarheid*). De evaluatieformulieren werden direct na de casusopdracht ingevuld. Vooraf werd benadrukt dat zowel positieve als kritische bevindingen welkom waren.

7.2. Casusopdracht

Thematische reflecties

Bij het vergelijken van de scores tussen de postcodegebieden vielen de deelnemers uiteenlopende aspecten op. Zo merkten meerdere groepen binnen het thema *Wateroverlast* op dat de begaanbaarheid van wegen duidelijk verschilde tussen de bestudeerde postcodegebieden. Daarbij gaven zij aan dat de scores in sommige gevallen logisch aansloten bij hun verwachtingen, terwijl andere uitkomsten juist verrasten. Zo werd opgemerkt dat een slechte score op 'waterdiepte' niet altijd gepaard ging met een lage score op 'begaanbaarheid wegen' of 'kwetsbaarheid panden'.

Postcodegebied 1 scoort slecht op de indicator waterdiepte, maar dat is niet terug te zien in de begaanbaarheid van wegen of de kwetsbaarheid van panden.

– Groep C

Binnen het thema *Hitte* wezen meerdere groepen op de hogere gevoelstemperatuur in dorpskernen en nieuwbouwwijken, wat zij verklaarden door verdichte bebouwing of het ontbreken van volgroeide bomen. Daarnaast gaven zij aan dat het temperatuurverschil tussen dorp en buitengebied kleiner was dan verwacht. Ook merkten zij op dat de indicator 'afstand tot koelte' slechts beperkt samenhang met de andere hitte-indicatoren.

Beide postcodegebieden zijn opvallend heet en bieden weinig schaduw. In de Schoolstraat in Rijsaterwoude is het effect iets minder, waarschijnlijk door ouder groen, terwijl de Spoorstraat in Roelofarendsveen relatief nieuw is en daardoor kleiner groen heeft.

– Groep D

Ten aanzien van het thema *Droogte* merkten deelnemers op dat het risico op paalrot in beide postcodegebieden vergelijkbaar was, zelfs wanneer de grondwaterstanden in de gebieden sterk uiteenliepen. Dit riep vragen op over de onderlinge samenhang van deze indicatoren. Binnen het thema *Overstroming* viel het meerdere groepen op dat in lager gelegen gebieden soms een minder groot overstromingsrisico werd weergegeven dan in hoger gelegen wijken. Dit werd als tegenintuïtief ervaren, omdat een lagere ligging doorgaans juist geassocieerd wordt met een grotere kwetsbaarheid.

Opvallend is dat de (veel) lager liggende woonwijk volgens de data minder kans op overstroming heeft dan de hoger gelegen wijk?

– Groep E

Met betrekking tot *Bodemdaling* werd door meerdere groepen geconstateerd dat vergelijkbare gebieden soms sterk uiteenlopende scores kregen, terwijl in andere gevallen juist gebieden met duidelijk verschillende kenmerken identiek scoorden. Ook werd opgemerkt dat persoonlijke beleving en lokale gewoonten invloed kunnen hebben op hoe bodemdaling in Kaag en Braassem wordt ervaren en geïnterpreteerd.

Ondanks compleet verschillende bebouwing krijgen beide gebieden dezelfde score. Tegelijk speelt ook de lokale context mee. In Kaag en Braassem – zeker in de veengebieden – is het gebruikelijk om tuinen om de tien jaar op te hogen. Dit beïnvloedt mogelijk hoe bodemdaling wordt beleefd.

– Groep B

Voor *Grondwater* constateerden deelnemers dat de verschillen tussen beide gebieden minder uitgesproken waren, al kwamen er in enkele gevallen hogere risico's op grondwateroverlast naar voren dan verwacht. Wat betreft *Biodiversiteit* merkten deelnemers op dat beide postcodegebieden relatief laag scoorden op de 3-30-300-regel. Sommige groepen gaven aan dat dit niet aansloot bij hun verwachting op basis van de hoeveelheid groen of bomen in bepaalde straten. Daarnaast wezen zij op verschillen in versteende tuinen, waarbij vooral de nieuwbouwwijken negatief opvielen. Bij *Waterkwaliteit* werd vastgesteld dat de scores overwegend positief waren. Wel merkten deelnemers op dat waterlichamen zich niet laten begrenzen door postcodegebieden, waardoor de indeling per postcode mogelijk niet altijd aansluit bij hoe het watersysteem daadwerkelijk functioneert.

Omdat het water in onze gemeente met elkaar verbonden is, zijn gemiddelden per postcodegebied volgens ons niet altijd even relevant.

– Groep C

Op basis van hun observaties gaven de groepen per klimaatthema een oordeel over de relatieve klimaatbestendigheid van beide postcodegebieden. De mate waarin zij hierin slaagden, verschilde echter per thema. Binnen *Wateroverlast* konden deelnemers doorgaans overtuigend aangeven welk gebied kwetsbaarder was, vaak op basis van verschillen in waterdiepte of de begaanbaarheid van wegen bij hevige neerslag. Ook bij *Hitte* werd regelmatig een duidelijk onderscheid gemaakt, waarbij de mate van schaduw en de nabijheid van koele plekken als bepalend werden genoemd. Bij *Droogte* was er minder vaak een duidelijk onderscheid en werden beide gebieden meestal als gelijkwaardig beoordeeld. Voor *Overstroming* ontstond een wisselend beeld. Ondanks de variatie in overstromingsrisico's binnen de gemeente, hing het oordeel sterk af van welke twee gebieden werden vergeleken. Bij *Bodemdaling* was er vaker sprake van eenduidigheid, waarbij één van de twee gebieden meestal als kwetsbaarder werd beschouwd. Wat betreft *Grondwater* liepen de beoordelingen uiteen, omdat sommige groepen duidelijke verschillen opmerkten, terwijl anderen weinig onderscheid zagen tussen de postcodegebieden. Binnen het thema *Biodiversiteit* kon in de meeste gevallen geen uitgesproken onderscheid worden gemaakt, aangezien vaak beide gebieden relatief laag scoorden door een beperkte aanwezigheid van groen. Tot slot vonden meerdere groepen *Waterkwaliteit* lastig te beoordelen, deels omdat in sommige postcodegebieden geen oppervlaktewater aanwezig was en deels omdat er tussen de gebieden geen verschil in risico werd vastgesteld.

Overkoepelende reflecties

Deelnemers gaven aan dat de klimaatbestendigheid van de twee postcodegebieden op hoofdlijnen vergelijkbaar was, maar dat zich per thema duidelijke verschillen voordeden. Bodemdaling werd door hen het vaakst genoemd als onderscheidende factor: in één van de twee postcodegebieden was dit volgens hen aanzienlijk sterker aanwezig, waardoor dat gebied in hun ogen kwetsbaarder was. Daarnaast wezen meerdere groepen op verschillen in wateroverlast en overstromingsrisico, bijvoorbeeld in overstromingsdiepte of begaanbaarheid van wegen, die zij bepalend achtten voor de klimaatbestendigheid. Ook gaven de deelnemers aan dat groen en hitte een grote rol spelen: bomen en schaduwrijke straten noemden zij als positief element, terwijl versteende tuinen en straten juist als beperkende factor voor de klimaatbestendigheid werden gezien.

Over het algemeen zien we veel overeenkomsten, maar op specifieke indicatoren vallen duidelijke verschillen op, zoals bij de begaanbaarheid van wegen en de afstand tot koelte.

– Groep A

In zijn geheel redelijk vergelijkbaar, maar met opvallende verschillen in grondwater, overstromingsdiepte, bodemdaling en schaduw.

– Groep F

Voor de waargenomen verschillen in klimaatbestendigheid gaven de deelnemers uiteenlopende verklaringen. Zij benadrukten daarbij dat de inrichting van wijken volgens hen een belangrijke rol speelt. Zo wezen zij op de verschillen in verharding, groen en ruimtelijke opzet tussen een landelijk lintdorp en een compacte wijk, die zij zagen als oorzaak voor de uiteenlopende scores in klimaatbestendigheid. In het verlengde daarvan verbonden zij ook het bouwjaar aan deze verschillen: nieuwbouwwijken bevatten volgens hen vaak minder groen en oppervlaktewater dan oudere buurten en zijn doorgaans minder ruim opgezet, waardoor zij een lagere klimaatbestendigheid toegeschreven kregen. Daarnaast wezen de deelnemers op de bodem en ondergrond als mogelijke verklaring. In hun ogen is het bodemtype bepalend voor thema's als bodemdaling en grondwater, waarbij zij met name de aanwezigheid van veenlagen noemden als belangrijke oorzaak van verschillen in kwetsbaarheid.

Nieuwbouwwijken zijn compacter en hebben minder groen en minder water in het openbaar gebied dan oudere wijken, wat een mogelijke oorzaak is voor de lagere scores van deze buurten.

– Groep E

Het verschil in ondergrond is een mogelijke oorzaak van verschillen in kwetsbaarheid. Veenlagen zorgen voor meer bodemdaling en grondwaterproblemen.

– Groep G

Vervolgens noteerden deelnemers verschillende suggesties voor hoe de gemeente de opgedane inzichten kan benutten. Zij benadrukten dat het toepassen van deze inzichten in lopende gebiedsontwikkelingen kan bijdragen aan een toekomstbestendige leefomgeving. Ook zagen zij toegevoegde waarde in het feit dat bij projectontwikkeling al aan de voorkant expliciet rekening kan worden gehouden met klimaatgevoelige factoren. Verder zagen zij kansen in het gebruik van de klimaatlabels, omdat deze risico's volgens hen op een heldere manier inzichtelijk maken, waarmee prioriteiten gesteld kunnen worden en het gesprek met betrokken partijen beter kan worden gevoerd. Daarnaast deden zij suggesties om op zoek te gaan naar oplossingen, bijvoorbeeld het treffen van maatregelen voor overstroming en waterberging, het aanleggen van voorzieningen voor de afvoer van (grond)water, en het informeren van inwoners over risico's in hun directe leefomgeving. Tot slot werd benadrukt dat de labels binnen het thema biodiversiteit kunnen worden ingezet om te sturen op vergroening van zowel openbare als private percelen.

Aan de hand van de labels inzicht krijgen in de kwetsbaarheden en hiermee rekening houden in toekomstige bouwplannen en projecten, om risico's te voorkomen. Ook op zoek gaan naar oplossingen, bijvoorbeeld het treffen van maatregelen voor overstroming en waterberging, en voorzieningen voor de afvoer van (grond)water. Daarnaast inwoners alert maken op de situatie.

– Groep C

Meten is weten: met de labels krijg je helder inzicht waarmee je risico's kunt prioriteren en het gesprek kunt voeren met betrokken partijen zoals het Hoogheemraadschap van Rijnland.

– Groep B

7.3. Individuele evaluatie

Effectiviteit

Deelnemers gaven aan dat het systeem heeft bijgedragen aan een concreter en gedetailleerder inzicht in de klimaatbestendigheid van Kaag en Braassem en in het bijzonder van de onderzochte postcodegebieden. Het dashboard maakte volgens hen zichtbaar dat de ruimtelijke spreiding van klimaatrisico's sterk varieert binnen de gemeente, met duidelijke verschillen in kwetsbaarheid tussen gebieden. Daarbij benoemden zij dat abstracte thema's zoals bodemdaling, hittestress en overstromingsrisico dankzij de visualisaties voor het eerst als concrete, locatiegebonden verschijnselen werden ervaren. Hierdoor werden deelnemers geconfronteerd met kwetsbaarheden die zij eerder niet op deze manier herkenden. Daarnaast gaven deelnemers aan dat de grafische presentatie van labels het mogelijk maakte om postcodegebieden systematisch te vergelijken. Volgens hen leidde dit zowel tot bevestiging van bestaande aannames als tot verrassende bevindingen. Zo werd zichtbaar dat sommige gebieden minder overstromingsrisico kenden dan vooraf gedacht, terwijl andere gebieden juist kwetsbaarder bleken op bijvoorbeeld hittestress en wateroverlast dan voorzien. Enkele deelnemers benoemden expliciet dat dit hen ertoe bracht hun beeld van de gemeente te heroverwegen. Verder waardeerden deelnemers dat het systeem niet alleen de relatieve kwetsbaarheid liet zien, maar ook inzicht bood in de opbouw van de labels en de onderliggende data. Het uitklapmenu met toelichtingen werd door hen als ondersteunend ervaren. Tegelijkertijd benoemden zij enkele beperkingen. Niet alle indicatoren waren voor iedereen even duidelijk, en de beperkte datakwaliteit van enkele indicatoren bemoeilijkte volgens hen het verkrijgen van een volledig inzicht. Ondanks dit soort kanttekeningen werd het systeem als geheel gezien als een effectief middel om ruimtelijke verschillen in klimaatbestendigheid inzichtelijk te maken.

Het systeem geeft op kleine schaal inzicht in de klimaatbestendigheid van de verschillende gebieden. Dat maakt problemen die spelen tastbaar.

– Projectregisseur Ruimtelijke Ontwikkeling

Het systeem geeft een concrete en precieze weergave van de klimaatbestendigheid en laat zien hoeveel verschil er tussen postcodegebieden kan zitten. Daarbij kwamen ook enkele verrassingen naar voren, mogelijk door de locaties die we hebben gekozen. Zo dacht ik dat de gemeente weinig schaduw kende, maar dat bleek niet te kloppen. Ook ging ik uit van veel overstromingsgevaar, terwijl dat voor de onderzochte postcodegebieden meeviel.

– Strategisch Adviseur Duurzaamheid

Concrete en duidelijke inzichten die kunnen leiden tot een hele praktische aanpak. Sommige resultaten waren verrassend voor mij. Daardoor heb ik een beter beeld gekregen van hoe de gemeente ervoor staat op het gebied van klimaatadaptatie.

– Projectleider Ruimtelijke Ontwikkeling

Efficiëntie

De eerste interactie met het systeem vergde bij veel deelnemers enige oriëntatie. Voor de meesten was het bovendien de eerste ervaring met GIS-data, waardoor het navigeren door de kaart, het in- en uitschakelen van lagen en het raadplegen van legenda's en uitklapmenu's in het begin tijd kostte. Ook het begrijpen van de relatie tussen de basislaag en de klimaatlabellaag vergde volgens hen enige oefening. Tegelijkertijd benadrukten alle deelnemers dat het gebruik na enige gewenning vloeiender verliep en de gewenste weergaven sneller konden worden gevonden. Enkele deelnemers gaven aan dat een korte handleiding nieuwe gebruikers hierbij zou kunnen helpen. Deelnemers noemden de uniforme kleurcodering van de labels als een belangrijk hulpmiddel om verschillen tussen gebieden gemakkelijk te herkennen. Zij gaven daarnaast aan dat de overzichtelijke legenda's en toelichtingen op indicatoren in het uitklapmenu hielpen om de data eenvoudig te interpreteren. Tegelijkertijd benoemden deelnemers diverse verbeterpunten. Zo leidde de opzet van de indicatorgroepen, waarin de basislaag boven de klimaatlabellaag staat, tot verwarring. Dit sloot niet aan bij hun verwachting dat juist de klimaatlabels direct zichtbaar zouden zijn. Daarom stelden zij voor de volgorde om te draaien, zodat men vanuit de klimaatlabellaag indien gewenst kan inzoomen op de onderliggende data in de basislaag. Ook noemden zij het opnemen van de klimaatlabels in het popup-venster, naast de geaggregeerde waarde, als een gewenst verbeterpunt. Daarnaast werd voorgesteld een vergelijkingstool toe te voegen, zodat postcodegebieden eenvoudig

naast elkaar kunnen worden geplaatst en vergeleken. Tot slot benadrukten deelnemers dat achtergrondkennis voor sommige indicatoren essentieel blijft om verschillen goed te kunnen duiden. Het interpreteren van labels vonden zij relatief eenvoudig, maar het verklaren van oorzaken en het formuleren van acties vraagt volgens hen meer tijd en expertise.

Als je eenmaal doorhebt hoe het werkt, is het makkelijk en geeft het snel inzicht. Het vergelijken en concluderen vergt echter meer achtergrondkennis. De toelichting per kaart heeft daarbij wel erg geholpen om de betekenis te begrijpen.

– Communicatieadviseur Duurzaamheid

Het klimaatlabel staat bij het openen van een kaart standaard uitgeschakeld, waardoor de eerste informatie die we zagen niet overeenkwam met wat we zochten. Het zou overzichtelijker zijn om dit om te draaien: de klimaatlabels standaard zichtbaar en de basislaag eronder.

– Civiele Kunstwerkbeheerder

Tevredenheid

De ervaringen met het systeem als geheel waren doorgaans positief. Veel deelnemers gaven aan dat zij het prettig vonden in gebruik en dat het hun verwachtingen zelfs overtrof. Het merendeel omschreef het instrument als intuïtief. Daarnaast spraken enkele deelnemers hun waardering uit voor de complexiteit van het ontwikkelproces en voor het samenbrengen van uiteenlopende databronnen tot één samenhangend en praktisch geheel. Meerdere deelnemers gaven aan dat zij het systeem zonder uitgebreide instructie en zonder veel vragen direct konden gebruiken, wat zij als zeer positief ervoeren. Zij benadrukten daarbij dat de gebruiksvriendelijke opzet hen in staat stelde om, ook zonder vakkennis, snel relevante inzichten te verkrijgen en de thematische informatie gestructureerd te verkennen. Naast deze sterke punten wezen deelnemers ook op aandachtspunten die het gebruik minder prettig maakten of waarvoor zij verbeteringen zagen. Tegelijkertijd benadrukten meerdere deelnemers dat de bruikbaarheid, en daarmee tevredenheid, sterk afhankelijk is van de actualiteit en volledigheid van de data: verouderde kaarten kunnen leiden tot een vertekend beeld. In het verlengde hiervan werd door enkele deelnemers voorgesteld om het systeem, zodra zulke data beschikbaar komt, uit te breiden met langetermijnsscenario's voor 2050 of 2100. Tot slot gaf een deelnemer aan dat het waardevol kan zijn om een samenhangende verhaallijn of een samenvattend oordeel over de klimaatbestendigheid op te nemen, zodat duidelijker wordt hoe de gemeente er in haar geheel voorstaat.

Fijn systeem, al mag het op sommige punten van mij nog wat gedetailleerder. Wat mij vooral opviel is hoe gemakkelijk het werkt, zelfs zonder uitgebreide uitleg.

– Communicatiemedewerker

Het systeem voldeed ruimschoots aan mijn verwachtingen en leverde bruikbare resultaten. Wel merkte ik dat sommige data onvolledig of verouderd was, wat de bruikbaarheid van de klimaatlabels kan beïnvloeden en tot een vertekend beeld kan leiden.

– Riool- en OVL-Beheerder

Waar ik vanuit duurzaamheid een behoefte heb, is een duidelijk verhaal van wat klimaatverandering voor de gemeente betekent. Ik ben mij ervan bewust dat dat een complex verhaal is, maar dat is een wens. Daarbij zou handig zijn als we duidelijk in één oogopslag kunnen zien hoe Kaag en Braassem er in 2050/2100 uitziet.

– Strategisch Adviseur Duurzaamheid

Toepasbaarheid

De meeste deelnemers gaven aan dat het systeem duidelijke meerwaarde heeft voor hun werkpraktijk. Zij noemden uiteenlopende toepassingsmogelijkheden, variërend van het formuleren van uitgangspunten in reconstructies en ontwikkelingsprojecten tot wegbeheer en strategische planvorming. Volgens hen sluit het systeem niet alleen goed aan bij het analyseren van bestaande situaties, maar biedt het ook handvatten om

klimaatrisico's vooraf mee te wegen bij nieuwe ruimtelijke ingrepen. Het biedt volgens meerdere deelnemers bovendien een mooie stap richting datagedreven werken. Zo merkten zij op dat het systeem helpt om prioriteiten vast te stellen en maatregelen doelgericht uit te voeren. Daarnaast zagen verschillende deelnemers kansen op het gebied van communicatie. Het systeem kan volgens hen dienen om inwoners gericht te informeren over risico's in hun omgeving, het gesprek aan te gaan over de urgentie van klimaatadaptatie en zo de gemeenschap in beweging te zetten. Ook werd genoemd dat de kaarten bruikbaar zijn bij het ontwikkelen van crisisplannen voor risicogebieden, zodat tijdens extreme weersomstandigheden snel en doelgericht kan worden gecommuniceerd. Daarbij noemden enkele deelnemers dat het systeem ook geschikt is voor communicatie met betrokken partijen, zoals het Hoogheemraadschap van Rijnland en woningcorporaties. Als praktische suggestie werd verder voorgesteld om een print- of exportfunctie per postcodegebied of thema toe te voegen, zodat informatie eenvoudig kan worden gedeeld en verwerkt in bestaande werkprocessen, zodat de toepasbaarheid verder toeneemt.

Deze data is voor de buitendienst erg nuttig, bijvoorbeeld om prioriteiten voor vergroening te bepalen. Het is een mooie stap naar meer datagedreven werken, omdat we bij actualisatie van data kunnen vergelijken en zo de voortgang beter kunnen volgen.

– Clustermanager Buitendienst

Ik ben heel enthousiast over de bruikbaarheid. We kunnen deze tool als cluster goed gebruiken bij het opstellen van projectopdrachten, zo kunnen we onze gemeente stap voor stap klimaatbestendiger maken.

– Clustermanager Beheer en Projecten

Echt een toffe en mooie, bruikbare tool. Een duidelijke aanwinst om eerst te onderzoeken waar onze grootste uitdagingen en prioriteiten liggen én daarna met passend beleid en oplossingen acties uit te zetten.

– Communicatieadviseur Duurzaamheid

Het systeem biedt een mooie tool om het gesprek met inwoners te voeren over de toekomst van het dorp en de gemeenschap.

– Strategisch Adviseur Participatie

7.4. Conclusie

In dit hoofdstuk is het klimaatlabelsysteem geëvalueerd in een workshop met gemeentelijke medewerkers. De evaluatie bestond uit een casusopdracht in groepen van twee en een individuele beoordeling op basis van de vier dimensies van bruikbaarheid (ISO 9241-11). De resultaten van de casusopdracht laten zien dat deelnemers in staat waren om bij de vergelijking van scores per thema opvallende patronen te benoemen en daaruit een oordeel te vormen over de relatieve klimaatbestendigheid van de postcodegebieden. Op basis van deze thematische inzichten konden zij de verschillen in klimaatbestendigheid op hoofdlijnen samenvatten, verklaringen aandragen voor de waargenomen verschillen en voorstellen doen voor hoe de gemeente met deze inzichten aan de slag kan gaan.

In de individuele evaluatie beoordeelden deelnemers het systeem overwegend positief. Wat betreft effectiviteit gaven zij aan dat het hun inzicht in klimaatbestendigheid vergrootte doordat abstracte risico's concreet en locatiegebonden zichtbaar werden. Op het vlak van efficiëntie was enige gewenning nodig, maar na korte oriëntatie konden zij vlot met het systeem werken. Voor tevredenheid noemden deelnemers dat het systeem intuïtief werkt, al benadrukten meerdere dat actualiteit van data een belangrijke voorwaarde blijft voor betrouwbaarheid en bruikbaarheid. Ten aanzien van toepasbaarheid benoemden zij uiteenlopende kansen in beleid, projecten en communicatie.

8

Discussie

In dit hoofdstuk wordt gereflecteerd op de belangrijkste bevindingen van het onderzoek. De discussie volgt de opbouw van het onderzoeksproces, waarbij elke paragraaf bestaat uit vier onderdelen. Eerst worden de resultaten samengevat en vergeleken met inzichten uit de academische literatuur en de Nederlandse praktijk. Vervolgens wordt stilgestaan bij methodologische keuzes en beperkingen die van invloed kunnen zijn geweest op de uitkomsten. Daarna worden de praktische en theoretische implicaties van deze bevindingen beschreven. Tot slot volgen aanbevelingen voor beleid, doorontwikkeling en vervolgonderzoek.

8.1. Kwaliteitscriteria voor indicatoren

De literatuurstudie in Hoofdstuk 3 levert vier hoofdcriteria op voor klimaatadaptatie-indicatoren: relevantie, betrouwbaarheid, duidelijkheid en verbinding, elk met twee subcriteria. Deze paragraaf vergelijkt dit toetskader met inzichten uit Nederlandse praktijkrapporten over monitoren van lokale klimaatbestendigheid. Vervolgens wordt ingegaan op beperkingen en implicaties van het gehanteerde kader.

Toetskader in vergelijking met praktijkinzichten

Allereerst laat de literatuurstudie binnen *Relevantie* zien dat indicatoren moeten aansluiten op de specifieke klimaatopgaven van een gebied. Opvallend genoeg wordt dit in veel Nederlandse praktijkrapporten niet expliciet vermeld, waarschijnlijk omdat men dit als vanzelfsprekend beschouwt. Het ontbreken van deze nadruk brengt echter het risico met zich mee dat men sneller generieke indicatoren kiest, waardoor cruciale lokale vraagstukken uit het zicht blijven. Uit de literatuurstudie blijkt daarnaast dat indicatoren pas betekenis krijgen wanneer ze verbonden zijn met beleidsdoelen. Nederlandse praktijkrapporten signaleren juist het ontbreken van zulke doelen als belangrijke belemmering. Zonder duidelijke ambities kunnen geschikte indicatoren en datasets niet worden vastgesteld (Deltares e.a., 2020). Ook Ministerie van IenW (2024) benadrukt dat indicatoren pas richting geven als ze aansluiten bij beleidsdoelen, omdat overheden dan hun voortgang kunnen volgen en beleid doelgericht kunnen bijstellen. Zonder koppeling aan beleidsdoelen blijven indicatoren losse meetwaarden, in plaats van richtinggevend voor beleidskeuzes.

Verder onderstreept de literatuurstudie binnen *Betrouwbaarheid* het belang van een transparante methode. Dit komt overeen met Deltares e.a. (2022), die stellen dat indicatoren alleen betrouwbaar zijn wanneer inzichtelijk is hoe inputbestanden zijn gecombineerd tot het uiteindelijke kaartbeeld. Zonder transparantie blijft onduidelijk welke aannames zijn gemaakt en hoe uitkomsten tot stand kwamen. Daardoor kunnen indicatoren onjuist worden geïnterpreteerd en verliezen zij legitimiteit als beleidsbasis. De literatuurstudie benadrukt daarnaast dat betrouwbare indicatoren gebaseerd moeten zijn op representatieve en actuele data. In lijn daarmee stelt Deltares e.a. (2020) dat actuele data onmisbaar is om veranderingen betrouwbaar te volgen en dat de updatefrequentie moet aansluiten bij het tempo van die veranderingen. Gemeenten signaleren in praktijkonderzoek dat

te grove schaalniveaus een knelpunt vormen, omdat lokale kwetsbaarheden daardoor onderbelicht blijven (Deltares e.a., 2020). Wanneer de datakwaliteit tekortschiet, kunnen beleidskeuzes verkeerd worden onderbouwd en missen maatregelen hun doel.

Bovendien komt in de literatuurstudie binnen *Duidelijkheid* naar voren dat indicatoren kwetsbaarheden concreet en herkenbaar moeten maken. Dit sluit aan bij Deltares e.a. (2022), die benadrukken dat indicatoren in de eerste plaats bedoeld zijn om kwetsbaarheid zichtbaar te maken en zo de vergelijkbaarheid tussen gebieden te vergroten. Als indicatoren dit inzicht niet bieden, lopen gemeenten het risico urgente problemen onjuist in te schatten en maatregelen verkeerd te prioriteren. Ook laat de literatuurstudie zien dat indicatoren de effecten van maatregelen in de tijd zichtbaar moeten maken. Deltares e.a. (2022) bevestigen dit en benadrukken dat juist de impact van ruimtelijke maatregelen inzichtelijk moet worden gemaakt, zodat gemeenten kunnen beoordelen of zij op koers liggen of hun inspanningen moeten intensiveren. Het gaat niet alleen om directe effecten, maar ook om de vraag of maatregelen op langere termijn toereikend zijn in het licht van klimaatverandering. Monitoring moet volgens deze rapporten inzicht bieden in voortgang, effectiviteit en mogelijke neveneffecten (Deltares, 2019; Deltares e.a., 2020). Blijven de effecten van maatregelen onzichtbaar, dan ontbreekt cruciale feedback, waardoor gemeenten mogelijk niet tijdig bijsturen en inspanningen niet het gewenste effect bereiken.

Daarbij maakt de literatuurstudie binnen *Verbinding* duidelijk dat indicatoren breed inzetbaar moeten zijn binnen uiteenlopende beleidsdomeinen en over bestuurslagen heen. Dit belang wordt bevestigd door Deltares e.a. (2020), die benadrukken dat een monitoringstool collega's uit verschillende vakgebieden dezelfde inzichten moet geven. Deltares (2019) voegen toe dat gemeenten en waterschappen monitoring op basis van indicatoren geschikt vinden voor bestuurlijke verantwoording. Zonder brede inzetbaarheid dreigt versnippering, waardoor samenwerking en gezamenlijke sturing bemoeilijkt worden. Tot slot toont de literatuurstudie dat begrijpelijke en toegankelijke indicatoren cruciaal zijn voor participatie en communicatie. Dit komt overeen met bevindingen van Deltares (2019), die benadrukken dat indicatoren eenvoudig moeten blijven en geschikt zijn als communicatiemiddel richting bestuur, burgers en andere partijen. Monitoring wordt daarbij gezien als middel om bewustwording en draagvlak voor maatregelen te vergroten (Deltares, 2019). Te technische of te abstracte indicatoren verliezen hun waarde als communicatiemiddel en ondermijnen daarmee het draagvlak voor adaptatiemaatregelen.

Beperkingen

De literatuurstudie heeft geleid tot een onderbouwd toetskader, maar de gehanteerde aanpak kent beperkingen die gevolgen kunnen hebben voor zowel de representativiteit als de interpretatie van de resultaten. Een eerste aandachtspunt betreft de opzet van de zoekstrategie. Binnen de analyse is een beperkte set zoektermen gebruikt en vervolgens gesorteerd met de *Relevantie*-functie. Alleen de dertig hoogst gerangschikte resultaten zijn bestudeerd. Daardoor kunnen relevante studies buiten beeld zijn gebleven, bijvoorbeeld door afwijkende zoektermen of een lagere ranking. Bovendien bestaat de selectie uitsluitend uit Engelstalige, peer-reviewed artikelen en internationale rapporten. Publicaties in andere talen of in de vorm van *grijze literatuur* zijn om die reden buiten beschouwing gelaten. Hierdoor zijn mogelijk ook waardevolle Nederlandse academische inzichten buiten beeld gebleven. Toch laat de vergelijking met praktijkrapporten zien dat het toetskader grotendeels overeenkomt met inzichten uit de Nederlandse uitvoeringspraktijk. Deze overlap wijst erop dat de invloed van deze beperking waarschijnlijk beperkt is.

De invloed van de benchmarkstudie van Goonesekera en Olazabal (2022) verdient eveneens nadere beschouwing. Deze studie fungeerde als inhoudelijk ijkpunt in de zoekstrategie. Als gevolg hebben vooral de daarin benadrukte thema's extra gewicht gekregen in de selectie. Daardoor hebben deze automatisch ook meer gewicht gekregen in het uiteindelijke toetskader, terwijl andere invalshoeken mogelijk onderbelicht zijn gebleven. Daarnaast speelt ook de factor tijd een rol. De literatuurstudie is afgerond in augustus 2024, terwijl het vakgebied zich nog steeds snel ontwikkelt. Daardoor zijn nieuwe of opkomende thema's mogelijk buiten beschouwing gebleven. Het toetskader weerspiegelt daardoor nog niet alle actuele inzichten en beleidsprioriteiten. Tot slot kent ook de uitvoering van de analyse beperkingen. De codering en thematische ordening van relevante citaten zijn volledig door één onderzoeker uitgevoerd, waardoor persoonlijke interpretatie mogelijk invloed heeft gehad op de formulering van hoofd- en subcriteria. Bovendien zijn alleen passages gecodeerd die expliciet of impliciet verwezen naar indicatorkwaliteit, waardoor indirecte maar inhoudelijk relevante inzichten buiten beeld zijn gebleven.

Implicaties

Met het vaststellen van de kwaliteitscriteria is een wetenschappelijk onderbouwd toetsingskader beschikbaar waarmee klimaatadaptatie-indicatoren uit de praktijk kunnen worden beoordeeld. Waar gemeenten voorheen vaak indicatoren zonder kritische reflectie overnamen, maakt dit kader inzichtelijk welke indicatoren voldoende robuust zijn en waar juist nog beperkingen of verbeterpunten liggen. Dit ondersteunt gemeenten bij het expliciet afwegen welke klimaatinformatie relevant en bruikbaar is binnen beleidskeuzes. Doordat de kwaliteit van indicatoren nadrukkelijker onderwerp van gesprek wordt, ontstaat meer bewustwording en professionalisering in de klimaatadaptatiepraktijk.

Hoewel het kader op internationale literatuur is gebaseerd, sluit het aantoonbaar aan op Nederlandse praktijkinzichten. De toepassing in dit onderzoek toont bovendien aan dat het bruikbaar is om indicatoren systematisch te beoordelen en concrete verbeterpunten voor doorontwikkeling te identificeren. Het toetskader draagt daarmee bij aan het wetenschappelijke debat over kwaliteitscriteria voor indicatoren, doordat het gevarieerde en soms abstracte inzichten uit de literatuur bundelt in een reproduceerbaar geheel. Tegelijkertijd maken de eerder besproken beperkingen duidelijk dat het toetskader vooral als richtinggevend moet worden gezien, niet als sluitend normatief model. Door de continue ontwikkeling van beleidsvragen en inzichten in klimaatadaptatie moeten de criteria periodiek en contextspecifiek worden herijkt. Het toetskader kan daarmee dienen als praktisch instrument voor de monitoring en evaluatie van klimaatadaptatie. Vervolgonderzoek kan zich richten op: (i) de intersubjectieve betrouwbaarheid van de scores tussen beoordelaars; (ii) de validiteit van het kader in relatie tot monitoring en beleidssturing.

8.2. Klimaatadaptatie in de Nederlandse praktijk

De praktijkanalyse in Hoofdstuk 4 heeft in kaart gebracht hoe het Nederlandse klimaatadaptatiebeleid is ingericht, welke rol gemeenten vervullen en welke instrumenten zij hanteren. Deze paragraaf plaatst de bevindingen naast academische inzichten uit de literatuur. Aansluitend worden beperkingen geschetst en implicaties besproken.

Nederlandse praktijk gespiegeld aan academische inzichten

Uit de praktijkanalyse blijkt dat de DPRA-cyclus gemeenten een procesmatige structuur biedt voor het opzetten van lokaal klimaatadaptatiebeleid, maar dat de daadwerkelijke voortgang in veel gemeenten achterblijft. Deze constatering komt overeen met de analyse van Baack e.a. (2024), die stellen dat gemeenten een sleutelrol vervullen binnen klimaatadaptatie, maar dat er een kloof bestaat tussen de benodigde en daadwerkelijk uitgevoerde maatregelen. Ook Runhaar e.a. (2017) signaleren dit probleem: klimaatadaptatiestrategieën (policy outputs) worden vaak wel opgesteld, maar vertalen zich zelden naar concrete resultaten (policy outcomes). Dit suggereert dat de Nederlandse implementatiekloof deel uitmaakt van een bredere, internationaal gesignaleerde uitdaging. Tegelijkertijd maakt de doorlichting van huidige klimaatadaptatie-instrumenten in Nederland duidelijk dat een belangrijk deel van de implementatiekloof samenhangt met de beperkte kwaliteit en toepasbaarheid van bestaande instrumenten. Veel instrumenten bieden onvoldoende ondersteuning bij het monitoren en evalueren van klimaatbestendigheid op lokaal niveau. Uit deze analyse volgen vier randvoorwaarden waaraan een lokaal toepasbaar klimaatlabelsysteem idealiter zou moeten voldoen: (1) integraal inzicht in verschillende klimaatthema's, (2) bruikbaarheid op het schaalniveau van uitvoering, (3) ruimte voor lokaal maatwerk en (4) gemeentelijk beheer.

Deze bevindingen sluiten aan bij inzichten uit de academische literatuur. Zo stellen Runhaar e.a. (2017) dat een gebrek aan coördinatie en samenwerking tussen beleidsterreinen vaak een belangrijke belemmering vormt voor de vertaling van beleid naar uitvoering. Dit ondersteunt de gedachte dat een instrument dat integraal inzicht in verschillende klimaatthema's biedt kan helpen de afstemming te verbeteren en een gezamenlijke aanpak te stimuleren. Verder constateren Roest e.a. (2023) dat bestaande instrumenten blijven steken bij risicovisualisatie, waardoor onvoldoende duidelijk wordt welke maatregelen geschikt zijn. Met hun *Decision Support Model* combineren zij gegevens over buurttypen, landgebruik en eigendom. Op basis daarvan maken zij per buurt inzichtelijk welke maatregelen kansrijk zijn. Hoewel zij schaalniveau niet expliciet benoemen als randvoorwaarde voor effectieve instrumenten, laat hun studie zien hoe een uitvoeringsgerichte benadering instrumenten praktischer kan maken voor lokale toepassing. Daarnaast benadrukken Fünfgeld e.a. (2018) dat

off-the-shelf-instrumenten zelden effectief zijn in omgevingen met beperkte tijd, middelen en expertise. In lijn met de bevindingen van dit onderzoek stellen zij dat standaardinstrumenten tekortschieten. Daarbij merken zij op dat dit vooral geldt bij het ontwikkelen van langetermijnstrategieën en het opbouwen van samenwerking en vertrouwen. Bruikbare instrumenten vergen volgens hen juist een proces van co-creatie en gezamenlijke leertrajecten, waarin gebruikers het instrument stap voor stap leren toepassen in hun eigen context. Dit onderstreept niet alleen de noodzaak van lokaal maatwerk, maar ook dat het beheer van dergelijke instrumenten bij gemeenten moet liggen. Alleen dan kunnen zij dit leerproces zelfstandig en in hun eigen tempo doorlopen, waardoor het vertrouwen en eigenaarschap ontstaan voor het gebruik en de doorontwikkeling van het instrument.

Beperkingen

De praktijkanalyse biedt inzicht in klimaatadaptatiebeleid en -instrumenten, maar de gehanteerde benadering heeft beperkingen die de representativiteit en interpretatie van de bevindingen kunnen beïnvloeden. Zo is de nadruk sterk gelegd op nationale beleidsdocumenten en rapporten. Die laten goed zien hoe ambities, processen en beleid formeel zijn ingericht, maar zeggen weinig over hoe gemeenten hier in de praktijk mee omgaan. Informele routines, uitvoeringsverschillen en bestuurlijke dynamiek blijven daardoor grotendeels buiten beeld. Daarnaast heeft de instrumentenanalyse een beperkte reikwijdte. De vergelijking heeft zich gericht op de Klimaat-effectatlas, drie regionale klimaatatlassen, en drie commerciële klimaatlabelsystemen. Hoewel dit een representatief beeld geeft van de meest gebruikte en invloedrijke systemen, blijven minder bekende ontwikkelde initiatieven buiten beschouwing. De resultaten geven daardoor vooral inzicht in dominante nationale, regionale en commerciële oplossingen, terwijl de volle breedte van het gemeentelijke instrumentarium niet volledig zichtbaar wordt.

Ook de manier waarop de instrumenten zijn beoordeeld brengt beperkingen met zich mee. De analyse is uitgevoerd op basis van documentatie en systeemkenmerken, zonder dat gebruikerservaringen zijn meegenomen. Daardoor blijven vragen rond gebruiksgemak, leercurve en de invloed van indicatoren op besluitvorming onbeantwoord. Over de daadwerkelijke bruikbaarheid van de onderzochte tools in de praktijk kan dit onderzoek daarom geen uitspraak doen. Daarbij speelt mee dat de interpretatie is beïnvloed door de werkervaring van de onderzoeker binnen één gemeentelijke context (Kaag en Braassem). Hierdoor bestaat het risico dat de randvoorwaarden vooral aansluiten bij de behoeften van vergelijkbare gemeenten, waardoor de toepasbaarheid naar andere contexten beperkt kan zijn. Ten slotte zijn zowel beleid als instrumenten voortdurend in ontwikkeling. De resultaten moeten daarom worden gezien als een momentopname, die kan verschuiven wanneer beleidsafspraken worden herijkt of systemen worden aangepast. Bovendien is de analyse specifiek toegespitst op de Nederlandse context en decentrale overheden. Daardoor zijn de bevindingen vooral direct bruikbaar voor gemeenten, terwijl de overdraagbaarheid naar hogere bestuurslagen of internationale contexten met andere institutionele kenmerken beperkter is.

Implicaties

De praktijkanalyse laat zien dat nationale plannen zoals de DPRA niet vanzelf leiden tot lokaal resultaat. Gemeenten kunnen de cyclus alleen effectief doorlopen als zij beschikken over voldoende kennis, capaciteit, middelen en instrumenten. Dat vraagt van het Rijk meer dan procesmatige begeleiding: er zijn ook concrete handvatten nodig. Denk aan standaarden voor beleidsdoelen en sjablonen voor monitoring en evaluatie. Thematische handreikingen en voorbeeldcasussen kunnen dit aanvullen door te laten zien hoe de klimaatadaptatie in de praktijk concreet kan worden ingevuld. De kracht van de DPRA ligt daarbij niet alleen in de vaste structuur, maar juist in het gezamenlijk doorlopen van de cyclus. Zo leren partijen van hun eigen én elkaars ervaringen. Regionale samenwerkingsverbanden versterken dit door gemeenten te laten leren van elkaars ervaringen en samen kennis en middelen te bundelen.

Daarnaast laten de resultaten zien dat niet ieder instrument vanzelfsprekend bruikbaar is voor de gemeentelijke praktijk. Uit de analyse volgen vier randvoorwaarden voor een lokaal toepasbaar klimaatinformatiesysteem. Deze bieden gemeenten houvast om te beoordelen of instrumenten aansluiten bij hun eigen behoeften en lokale prioriteiten. Tegelijkertijd volgt uit de bevindingen dat instrumentontwikkeling veel sterker in samenspraak met gemeenten moet plaatsvinden. Als eindgebruikers verdienen zij een centrale rol, omdat klimaatadaptatie door het contextspecifieke karakter van maatregelen vraagt om instrumenten die direct inzetbaar zijn in de uitvoering. Klimaatinformatiesystemen mogen dan ook geen neutrale hulpmiddelen blijven, maar moeten integraal onderdeel worden van het adaptatieproces. Verder draagt dit onderzoek bij aan de literatuur over

de implementatiekloof door te laten zien dat niet alleen institutionele of bestuurlijke factoren, maar ook de praktische bruikbaarheid van klimaatinstrumenten cruciaal is voor toepassing in de lokale praktijk. Vervolgonderzoek kan zich richten op: (i) de gezamenlijke ontwikkeling van klimaatinformatiesystemen door gemeenten en kennisinstellingen; (ii) de structurele verankering van zulke systemen in beleid en uitvoering.

8.3. Analyse van klimaatindicatoren

De indicatoranalyse in Hoofdstuk 5 heeft in kaart gebracht welke klimaatthema's centraal staan, welke indicatoren daarin domineren en hoe deze zijn onderverdeeld naar type. Vervolgens zijn de geselecteerde indicatoren voor het klimaatlabelsysteem getoetst aan het toetskader, waarbij per indicator sterke en zwakke punten naar voren zijn gekomen. Deze paragraaf vergelijkt deze bevindingen met academische literatuur over indicatorgebruik. Daarna volgt een reflectie op de beperkingen en implicaties van deze uitkomsten.

Indicatoranalyse in relatie tot literatuur

De analyse laat zien dat het huidige aanbod van indicatoren in Nederland sterk geconcentreerd is rond wateroverlast, hitte, droogte en overstroming. Dit patroon komt overeen met internationale bevindingen over de focus van lokale klimaatadaptatie. Uit een analyse van 137 lokale klimaatadaptatiestrategieën in Europese steden blijkt dat de meeste plannen specifiek aandacht besteden aan hitte (85%), extreme neerslag (84%), droogte (54%) en overstroming (54%) (European Environment Agency, 2024). Deze thema's vormen daarmee, zowel in Europa als in Nederland, de kern van klimaatadaptatie. Dit roept tegelijk de vraag op in hoeverre structureel minder dominante thema's, zoals grondwater, bodemdaling, biodiversiteit en waterkwaliteit, voldoende worden meegenomen in de beleidspraktijk. Het structureel negeren van dergelijke thema's vergroot het risico dat lokale maatregelen leiden tot eenzijdige oplossingen of negatieve neveneffecten. Dit kan resulteren in vormen van maladaptatie, waarbij adaptatiemaatregelen onbedoeld nieuwe kwetsbaarheden creëren of bestaande risico's verergeren (Magnan e.a., 2016).

Gelet op de gehanteerde typologie (klimaatverandering, effecten, gebiedskenmerken, sociale kwetsbaarheid en kansen), betreft het merendeel van de bestudeerde indicatoren effecten, gevolgd door gebiedskenmerken. De overige typen komen slechts sporadisch voor. Hoewel de Klimateffectatlas deze standaardtypologie hanteert, werkt de academische literatuur doorgaans met een indeling in input, output, outcome, impact en targets. Binnen die indeling laten Goonesekera en Olazabal (2022) zien dat 96% van de 1971 indicatoren in stedelijke adaptatieplannen van de grootste kuststeden wereldwijd betrekking had op outputs (implementatie van maatregelen), terwijl outcome-indicatoren (effecten van maatregelen) en impact-indicatoren (maatschappelijke gevolgen) vrijwel geheel ontbraken. Internationaal overheerst daarmee de registratie van wat gedaan wordt, terwijl nauwelijks zichtbaar wordt wat dit oplevert. De Nederlandse praktijk wijkt hiervan af door de nadruk te leggen op ruimtelijke effecten, wat mogelijk meer inzicht geeft in de voortgang.

De toepassing van het toetskader laat zien dat de kwaliteit van de geselecteerde indicatoren uiteenloopt: zij scoren sterk op relevantie en verbinding, maar blijven achter op betrouwbaarheid en duidelijkheid. Dat relevantie nauwelijks een knelpunt vormt, suggereert dat de geselecteerde indicatoren vooral waardevol zijn als agenderend instrument. Zij bieden gemeenten aanknopingspunten om abstracte klimaatopgaven te vertalen naar meetbare grootheden, ambities te formuleren en zo richting te geven aan beleid. Daartegenover wijzen de lage scores op betrouwbaarheid bij een deel van de indicatoren erop dat hun waarde sterk afhankelijk is van datakwaliteit. Indicatoren die op verouderde data steunen geven een vertekend beeld en bieden daardoor weinig houvast voor actuele beleidskeuzes. Waar de resolutie te grof is, ontbreekt juist het detail om kwetsbaarheden op lokaal niveau te herkennen en er gericht op te handelen. Verder blijkt uit de scores op duidelijkheid dat de geselecteerde indicatoren in hun huidige vorm vooral kwetsbaarheden en oorzaken in beeld brengen, maar niet allemaal geschikt zijn om de effecten van maatregelen over de tijd te volgen. Ten slotte suggereren de hoge scores op verbinding dat de geselecteerde indicatoren potentieel breed inzetbaar zijn in zowel bestuurlijke als maatschappelijke context. Zij kunnen een gedeeld referentiekader bieden voor samenwerking en beleidsafstemming, en lijken daarnaast bruikbaar als communicatiemiddel in participatieprocessen.

Beperkingen

De indicatoranalyse biedt een breed overzicht van gangbare indicatoren, maar de gevolgde aanpak kent be-

perkingen die gevolgen kunnen hebben voor de representativiteit van de selectie en de interpretatie van de toetsresultaten. Een eerste beperking betreft de selectie bij de dataverzameling. De geografische focus is gelegd op Zuid- en Noord-Holland, aangevuld met enkele landelijke bronnen. Dat sluit aan bij de casuscontext, maar beperkt de representativiteit voor andere regio's en fysisch-geografische omstandigheden. Daarnaast zijn uitsluitend klimaatatlassen opgenomen die publiek toegankelijk zijn en afkomstig van organisaties met een vastgesteld beleidsdocument over klimaatadaptatie. Daarmee werd beoogd dat de indicatoren in de bestudeerde klimaatatlassen onderdeel uitmaken van bredere beleidsdoelen en niet slechts het resultaat waren van een incidenteel product. Tegelijkertijd kan dit selectiecriterium hebben betekend dat relevante indicatoren uit niet-openbare klimaatatlassen of van organisaties zonder openbaar beleidsdocument buiten beeld zijn gebleven.

Daarnaast is de analyse deels gedreven door de mate waarin indicatoren in verschillende klimaatatlassen voorkwamen. Voor het klimaatlabelsysteem zijn, met enkele pragmatische uitzonderingen, vooral indicatoren geselecteerd die in meer dan vijf atlassen voorkomen. Hoewel deze aanpak de herkenbaarheid vergroot, is veelvuldig gebruik geen garantie voor kwaliteit. In de toetsing zijn juist ook zwakke punten naar voren gekomen bij vaak toegepaste indicatoren, wat suggereert dat brede toepassing in de praktijk niet altijd gelijkstaat aan degelijkheid. Tot slot moeten de resultaten in de toetsing worden gezien als een momentopname. Bij nieuwe versies van databronnen en modellen kunnen scores veranderen, waardoor ook beoordelingen in de tijd verschuiven. Bovendien is de toetsing uitgevoerd door één onderzoeker, op basis van openbare documentatie en kaartverhalen uit de Klimateffectatlas. Praktijkmetingen en ervaringen van gebruikers of externe experts zijn niet meegenomen. Daarbij is uitsluitend beoordeeld in hoeverre de gehanteerde methoden transparant en navolgbaar zijn, niet of de onderliggende modellen zelf inhoudelijk valide zijn. De uitkomsten moeten daarom beschouwd als een eerste nulmeting en niet als een definitieve kwaliteitsbeoordeling.

Implicaties

De analyse wijst uit dat de huidige set indicatoren gemeenten kan helpen om lokale klimaatopgaven zichtbaar en bespreekbaar te maken. Tegelijkertijd biedt de set nog onvoldoende basis voor structurele monitoring en evaluatie. Allereerst moet de datakwaliteit omhoog: indicatoren moeten gebaseerd zijn op actuele bronnen, met een vaste updatefrequentie en een resolutie die lokaal onderscheid toelaat. Alleen dan ontstaat het detailniveau dat nodig is voor gerichte beleidskeuzes. Daarnaast vraagt monitoring en evaluatie om indicatoren die gevoelig zijn voor maatregelen. Bepaalde bestaande indicatoren liggen buiten de invloedssfeer van gemeenten of zijn door hun aard onvoldoende gevoelig voor lokaal beleid. Zulke indicatoren kunnen hooguit agenderend werken, maar niet functioneren als monitoringsinstrument. Dit vraagt zowel om de ontwikkeling van ketenindicatoren die gezamenlijke verantwoordelijkheden zichtbaar maken, als nieuwe indicatoren die de effecten van maatregelen wel in beeld brengen. Verder laat de analyse zien dat bepaalde thema's onderbelicht zijn, waardoor aanvulling nodig is om tot een breder en evenwichtiger beeld van klimaatbestendigheid te komen.

De beperkte kwaliteit van de huidige indicatoren legt een duidelijke verantwoordelijkheid bij het Rijk en landelijke kennisinstellingen. Alleen met actuele, representatieve datasets, die volgens vaste cycli worden geactualiseerd, kan klimaatadaptatie structureel ondersteund worden. Idealiter worden deze gegevens via de Klimateffectatlas ontsloten, zodat alle partijen lokaal met dezelfde basis werken. Voor sommige thema's is landelijke data op hoge resolutie niet haalbaar. In die gevallen kan regionale samenwerking, bijvoorbeeld op provinciaal niveau, uitkomst bieden. Ook zal vaker met lokale data gewerkt moeten worden. Voor grondwater kunnen gemeenten peilbuizen inzetten, terwijl stresstesten uit rioolplannen kunnen worden gebruikt om wateroverlast in beeld te brengen. De analyse voegt daarbij een aanvullend perspectief toe aan de wetenschappelijke literatuur over adaptatiemetingen door te laten zien dat de Nederlandse nadruk op effectgerichte indicatoren op lokaal schaalniveau afwijkt van de internationaal dominante focus op output-indicatoren. Vervolgonderzoek kan zich richten op: (i) de verbetering van de datakwaliteit van huidige indicatoren; (ii) de ontwikkeling van verbeterde (keten)indicatoren voor structurele monitoring en evaluatie; (iii) de ontwikkeling van indicatoren binnen onderbelichte klimaatthema's; (iv) de integratie van lokale data in M&E-systemen.

8.4. Ontwikkeling van het klimaatlabelsysteem

In Hoofdstuk 6 is beschreven hoe klimaatgegevens zijn verwerkt tot PC6-klimaatlabels binnen een thematisch dashboard. Deze paragraaf toetst het ontwikkelde systeem aan de vier randvoorwaarden uit de praktijkanalyse. Vervolgens wordt ingegaan op de beperkingen en implicaties van deze systeemopzet.

Klimaatlabelsysteem getoetst aan randvoorwaarden

Het ontwikkelde systeem brengt per klimaatthema meerdere indicatoren samen in een overzichtelijke structuur. Deze opzet biedt gebruikers een thematisch consistent beeld van de klimaatbestendigheid van postcodegebieden en sluit daarmee aan bij de behoefte aan integraal inzicht zoals benoemd in de praktijkanalyse. Door een brede set klimaatthema's te omvatten en de indicatoren per thema overzichtelijk te presenteren, kunnen gemeenten gericht analyseren en beleidsvragen thematisch benaderen. Naast deze thematische ordening draagt ook het gekozen aggregatieniveau bij aan de bruikbaarheid in de uitvoeringspraktijk. Door te werken op PC6-niveau positioneert het systeem zich tussen bestaande schaalniveaus in, zoals de grofmazige buurtindeling van het *Buurtdashboard* en de fijnmazige kaarten van de *Klimaat-effectatlas*. Deze tussenschaal sluit beter aan op de werkwijze waarmee gemeenten doorgaans gebiedsanalyses uitvoeren en maakt lokale verschillen op een herkenbare manier zichtbaar. Daarnaast maakt de modulaire opzet het relatief eenvoudig om inhoudelijke aanpassingen aan de lokale context door te voeren. Gemeenten kunnen bijvoorbeeld eigen databronnen toevoegen of drempelwaarden aanpassen, zodat de indicatoren aansluiten bij hun specifieke beleidsdoelen. Zo blijft er ruimte om het systeem flexibel af te stemmen op de gemeentelijke situatie. Tot slot kan het systeem volledig binnen de ArcGIS-omgeving van een gemeente draaien, waardoor gebruik, onderhoud en doorontwikkeling niet afhankelijk zijn van externe partijen. Dit geeft gemeenten de mogelijkheid het systeem te integreren in hun bestaande werkstructuren en verder te ontwikkelen binnen de eigen organisatie.

Beperkingen

Hoewel het systeem aansluit op de randvoorwaarden uit de praktijkanalyse, zijn er methodologische en technische beperkingen die de toepasbaarheid en robuustheid van de resultaten kunnen beïnvloeden. De meest fundamentele beperking is dat de robuustheid van het systeem rechtstreeks wordt bepaald door de kwaliteit van de onderliggende indicatoren. Zoals de indicatoranalyse heeft laten zien, is de kwaliteit van verschillende indicatoren nog niet toereikend. Deze tekortkomingen werken rechtstreeks door in de klimaatlabels, waardoor de labels in hun huidige vorm vooral een indicatief karakter hebben en niet in alle gevallen als basis voor monitoring en beleidskeuzes kunnen worden gebruikt. Dit vormt een structurele beperking zolang actuele en representatieve datasets niet breed beschikbaar zijn. Daarnaast blijft de samenhang tussen thema's en indicatoren in de huidige opzet beperkt zichtbaar. Klimaatopgaven die met elkaar samenhangen, zoals droogte en bodemdaling of de invloed van verharding op zowel hitte als wateroverlast, worden afzonderlijk gepresenteerd. Hierdoor bestaat het risico dat meervoudige kwetsbaarheden onvoldoende worden herkend. Ook ontbreekt een totaalscore per postcodegebied, waardoor het voor gebruikers lastig is om in één oogopslag te zien welke gebieden over de hele linie kwetsbaar zijn.

Verder sluit het postcodeniveau niet vanzelfsprekend aan op de schaal waarop gemeenten maatregelen voorbereiden en uitvoeren. Gemeentelijke processen zijn vaak gebaseerd op functionele eenheden zoals straten of subbuurten, die slechts gedeeltelijk overlappen met PC6-indelingen. Dit beperkt mogelijk de toepasbaarheid. Ook de technische opzet brengt beperkingen met zich mee. Het gebruik van ArcGIS Pro en ArcPy biedt reproduceerbaarheid en flexibiliteit, maar vraagt naast specifieke softwarelicenties ook Python-kennis en voldoende interne capaciteit. Voor kleinere of minder technisch toegeruste gemeenten vormt dit een drempel, zeker wanneer zij met alternatieve software werken. Ten slotte zijn de gehanteerde drempelwaarden voor klimaatlabels nog niet afgestemd met gebruikers, waardoor ze mogelijk niet aansluiten bij het lokale ambitieniveau. Belangrijker nog is dat ze niet zijn gevalideerd op klimaatbestendigheid. Hoewel ze zijn gebaseerd op een combinatie van landelijke standaarden, beleidskaders en wetenschappelijke literatuur, en waar nodig pragmatisch vastgesteld op basis van deskundige afweging, garandeert dit niet dat de classificaties de feitelijke klimaatbestendigheid weerspiegelen.

Implicaties

De ontwikkeling van het PC6-klimaatlabelsysteem laat zien dat het technisch haalbaar is om uiteenlopende klimaatgegevens te integreren in een uniforme, reproduceerbare workflow die leidt tot gestandaardiseerde klimaatlabels op postcode-niveau. Daarmee beschikken gemeenten over een concreet instrument om lokale

klimaatrisico's herkenbaar te visualiseren. Waar gemeenten voorheen afhankelijk waren van generieke platforms of externe partijen om klimaatgegevens te vertalen naar bruikbare informatie, geeft dit systeem hun de mogelijkheid meer regie te nemen over de eigen klimaatinformatievoorziening. Daarnaast maakt de modulaire structuur het systeem tot een flexibel instrument, waardoor gemeenten het gemakkelijker kunnen verankeren in bestaande werkprocessen en koppelen aan beleidsplannen. Dit vraagt wel om een actieve rol van gemeenten: zij moeten zelf keuzes maken over indicatorselectie, classificaties en de toepassing binnen hun beleidscyclus.

Ondanks deze potentie functioneren de labels voorlopig slechts als indicatief instrument, omdat hun kwaliteit direct afhangt van de kwaliteit van de onderliggende data. Daarbij geldt dat de drempelwaarden nog niet zijn gevalideerd, waardoor de classificaties niet kunnen worden gezien als maatstaf voor feitelijke klimaatbestendigheid en zij vooral richtinggevend en met zorgvuldigheid moeten worden toegepast. Ook kan een alternatief schaalniveau mogelijk nog beter aansluiten bij de werkpraktijk. Tegelijkertijd levert dit onderzoek een bijdrage aan de literatuur over klimaatinformatiesystemen, doordat het volledige ontwikkelproces van een klimaatlabelsysteem systematisch is gedocumenteerd. Vervolgonderzoek kan zich richten op: (i) de validatie van drempelwaarden voor klimaatlabels; (ii) de ontwikkeling van een totaalscore per postcodegebied voor cumulatieve risico's; (iii) de ontwikkeling van alternatieve schaalniveaus voor klimaatlabels.

8.5. Evaluatie van het klimaatlabelsysteem

De evaluatie in Hoofdstuk 7 is opgebouwd uit een workshop met een casusopdracht en een individuele beoordeling van het klimaatlabelsysteem. Deze paragraaf bespreekt wat deze gebruikersevaluatie oplevert aan inzichten over de bruikbaarheid van het systeem in de gemeentelijke praktijk. Daarna wordt gereflecteerd op de beperkingen van de evaluatie-opzet en de implicaties voor doorontwikkeling en brede toepassing van het systeem.

Interpretatie van gebruikersevaluatie

De antwoorden uit de casusopdracht laten zien dat het systeem deelnemers voldoende houvast biedt om per thema zowel opvallende overeenkomsten als verschillen tussen postcodegebieden te signaleren. Dat zij deze observaties doorgaans konden vertalen naar een thematisch oordeel over de relatieve klimaatbestendigheid duidt op de potentie van het systeem om scores om te zetten in beleidsrelevante inzichten op lokaal niveau. Niet elk thema blijkt daarbij even gemakkelijk te beoordelen, wat erop wijst dat de informatie in die thema's minder onderscheidend was of dat de scores voor deelnemers lastiger te interpreteren waren. Uit de overkoepelende reflecties blijkt bovendien dat deelnemers, naast het beoordelen van afzonderlijke thema's, doorgaans ook een totaalbeeld konden vormen van de klimaatbestendigheid van beide postcodegebieden. Dat laat zien dat het systeem niet alleen houvast biedt op thematisch niveau, maar ook voldoende samenhang heeft om bredere vergelijkingen mogelijk te maken. Deelnemers kunnen hun totaaloordeel onderbouwen met verklaringen uit gebiedskennis, wat aangeeft dat het systeem voldoende bruikbaar is om kaartinformatie te verbinden met lokale context. Tot slot hebben zij aangegeven wat de gemeente met de inzichten zou kunnen doen om de klimaatbestendigheid te vergroten. Het feit dat reflecties konden worden vertaald naar concrete handelingsperspectieven wijst erop dat het systeem niet alleen beoordeling ondersteunt, maar ook aanknopingspunten biedt voor gemeentelijk beleid en besluitvorming.

De antwoorden uit de individuele evaluatie laten zien dat het systeem door deelnemers langs de vier kwaliteitsdimensies bovenal positief werd beoordeeld. Uit de antwoorden binnen *effectiviteit* blijkt dat het systeem in staat was abstracte thema's om te zetten in concrete kwetsbaarheden op lokaal niveau. Dat deelnemers deze verschillen niet alleen kunnen waarnemen, maar soms ook tot nieuwe inzichten komen over de gemeentelijke kwetsbaarheid, laat zien dat het systeem niet enkel bestaande kennis bevestigt, maar ook beleidsrelevante inzichten genereert. Binnen *efficiëntie* werd duidelijk dat de waarde van het systeem sterk afhangt van de wijze waarop informatie wordt gepresenteerd. Hoewel de labels na enige gewenning vlotte vergelijkingen mogelijk maken, lieten opmerkingen over laagvolgorde en pop-ups zien dat kleine ontwerpkeuzes een direct effect hebben op gebruiksgemak. Dit onderstreept dat efficiëntie vooral wordt bepaald door de mate waarin de interface de gebruiker intuïtief ondersteunt. De antwoorden over *tevredenheid* maken duidelijk dat gebruiksvriendelijkheid en visuele opbouw belangrijke voorwaarden zijn voor een positieve ervaring, maar dat blijvende tevredenheid ook samenhangt met het vertrouwen in de onderliggende data. Datakwaliteit en duidelijkheid over de

herkomst en verwerking van data blijken daarbij doorslaggevend voor het structureel gebruik van het systeem in de beleidspraktijk. Binnen *toepasbaarheid* gaven deelnemers aan dat het systeem breed inzetbaar is, van werkvoorbereiding bij reconstructies en ruimtelijke ontwikkeling tot communicatie en interne samenwerking. Tegelijkertijd blijkt uit hun opmerkingen dat de praktische bruikbaarheid niet alleen afhangt van de kwaliteit van de geboden inzichten, maar ook van de mate waarin het systeem aansluit op bestaande werkprocessen en de dagelijkse gemeentelijke praktijk.

Beperkingen

De evaluatie geeft relevante inzichten in de bruikbaarheid van het systeem, maar de opzet kent beperkingen die de interpretatie en overdraagbaarheid van de resultaten beïnvloeden. Allereerst is de workshop uitgevoerd binnen één gemeente. Omdat niet is onderzocht hoe het systeem functioneert in andere contexten, kunnen op basis van deze evaluatie nog geen definitieve conclusies worden getrokken over de overdraagbaarheid naar andere gemeenten. De positieve ervaringen van ambtenaren uit uiteenlopende functies suggereren echter dat het systeem ook in andere gemeentelijke contexten toepasbaar zou kunnen zijn. Daarnaast heeft de evaluatie zich uitsluitend gericht op ambtelijke gebruikers. Andere doelgroepen, zoals bestuurders of burgers, zijn niet betrokken. Daardoor is niet onderzocht in hoeverre het systeem ook bruikbaar is in bestuurlijke besluitvorming of participatieprocessen. De resultaten zeggen dus vooral iets over de interne gemeentelijke praktijk.

Een andere beperking betreft de opzet van de casusopdracht. Deelnemers hebben zelf hun duo's en postcodegebieden gekozen, wat de betrokkenheid vergrootte, maar de vergelijkbaarheid van de antwoorden verminderde. Daardoor zijn verschillen in de uitkomsten deels toe te schrijven aan de gekozen gebieden in plaats van aan het systeem zelf. Dat beperkt de robuustheid van de conclusies. Ook de bestaande werkrelatie tussen de onderzoeker en de deelnemers vormt een aandachtspunt. Omdat de onderzoeker als collega werkzaam is binnen dezelfde gemeentelijke organisatie, bestaat het risico dat deelnemers terughoudend waren in het benoemen van kritische punten. Hierdoor vallen de resultaten mogelijk positiever uit dan in werkelijkheid het geval was, wat de betrouwbaarheid van de evaluatie kan beïnvloeden. Tot slot is de evaluatie opgezet als een eenmalige momentopname in een gesimuleerde setting. Er is niet onderzocht hoe het systeem functioneert bij herhaald gebruik, binnen langere beleidscycli of in daadwerkelijke besluitvormingsprocessen. De resultaten geven daarmee vooral een beeld van eerste ervaringen, maar bieden geen inzicht in de bruikbaarheid van het systeem bij structurele inzet.

Implicaties

De evaluatie laat zien dat het ontwikkelde klimaatlabelsysteem gebruikers in staat stelt inzicht te krijgen in lokale klimaatbestendigheid op postcode-niveau. Daarbij blijkt de meerwaarde van het systeem uit het feit dat gebruikers de informatie zelfstandig konden interpreteren en omzetten in beleidsrelevante inzichten, zonder dat daarvoor uitgebreide voorkennis nodig was. Daarmee laat de evaluatie zien dat het systeem bruikbaar kan zijn als concreet instrument voor het verkrijgen van inzicht, het stellen van prioriteiten en het ondersteunen van beleidsgerichte reflectie op klimaatbestendigheid. Voor gemeenten biedt het systeem aanknopingspunten om klimaatkwetsbaarheden per gebied in beeld te brengen, beleidskeuzes te onderbouwen en na te denken over gerichte maatregelen. Doordat de labels hanteerbaar bleken voor ambtenaren met uiteenlopende functies en achtergronden, lijkt het systeem bovendien breed inzetbaar in gemeentelijke processen zoals projectvoorbereiding, strategieontwikkeling en beleidsvorming. De uniforme presentatie in A-E-labels kan daarbij bijdragen aan interne afstemming en communicatie met bestuurders en inwoners tijdens participatie- en besluitvormingstrajecten.

Tegelijkertijd bevestigen gebruikers, in lijn met de voorgaande paragrafen, dat de bruikbaarheid van het systeem sterk afhankelijk is van de kwaliteit van de onderliggende data. Uit hun opmerkingen blijkt bovendien dat het gebruiksgemak kan toenemen door kleine functionele uitbreidingen en aanpassingen in de interface. In de huidige vorm fungeert het systeem daardoor vooral als nulmeting. Pas met actuele data en vaste updates, en met enkele gerichte verbeteringen, kan het klimaatlabelsysteem uitgroeien tot een volwaardig instrument voor structurele monitoring en evaluatie. Verder levert de evaluatie een relevante bijdrage aan de literatuur over klimaatinformatiesystemen, doordat de bruikbaarheid van een lokaal klimaatlabelsysteem empirisch is getoetst aan de ervaringen van gemeentelijke eindgebruikers. Vervolgonderzoek kan zich richten op: (i) de bruikbaarheid van het systeem in de dagelijkse praktijk en bij herhaald gebruik in beleidscycli; (ii) de toepasbaarheid van het systeem in andere gemeentetypen en doelgroepen.

8.6. Aanbevelingen

In aansluiting op de implicaties en discussiepunten biedt deze paragraaf een overzicht van de belangrijkste aanbevelingen voor praktijk en vervolgonderzoek, waarbij een selectie is gemaakt van de meest relevante punten die in dit hoofdstuk naar voren zijn gekomen.

Aanbevelingen voor de praktijk

- Gemeenten wordt aanbevolen het toetskader te gebruiken als praktisch en richtinggevend instrument om indicatoren systematisch te beoordelen. Daarbij is periodieke en contextspecifieke herijking van de criteria nodig, zodat deze blijven aansluiten op veranderende beleidsvragen en lokale omstandigheden.
- Gemeenten wordt aanbevolen bewust af te wegen welke klimaatinstrumenten zij inzetten en of deze passen bij hun lokale uitvoeringspraktijk, waarbij de vier randvoorwaarden als referentiekader kunnen dienen. Instrumentontwikkelaars wordt aanbevolen nieuwe instrumenten zo te ontwerpen dat gemeenten vanaf de ontwikkeling een duidelijke stem hebben en het systeem vervolgens zelf kunnen beheren, zodat het stevig kan worden verankerd in de werkpraktijk. Het Rijk wordt aanbevolen dit te ondersteunen door standaarden voor beleidsdoelen, sjablonen voor monitoring en evaluatie, en thematische handreikingen en voorbeeldcasussen beschikbaar te stellen die laten zien hoe klimaatadaptatie in de praktijk concreet kan worden ingevuld.
- Gemeenten wordt aanbevolen indicatoren kritisch te beoordelen bij gebruik. Waar landelijke data tekortschiet in actualiteit of resolutie, kunnen zij dit aanvullen met lokale of regionale gegevens, zoals grondwaterpeilbuizen of rioolstresstesten. Het Rijk en landelijke kennisinstellingen wordt dringend aanbevolen de datakwaliteit structureel te verbeteren door actuele, representatieve en fijnmazige datasets volgens vaste cycli beschikbaar te stellen, bij voorkeur via de Klimateffectatlas, zodat gemeenten beschikken over een betrouwbare en gedeelde basis voor beleidskeuzes.
- Gemeenten wordt aanbevolen het PC6-klimaatlabelsysteem te benutten door de beschikbare Python-scripts en workflow in de eigen GIS-omgeving te implementeren en aan te passen aan de lokale gebiedsindeling en beleidsdoelen. De labels kunnen vervolgens dienen om klimaatkwetsbaarheden per postcodegebied zichtbaar te maken, beleidskeuzes te onderbouwen en maatregelen te verkennen. Daarbij geldt dat de labels voorlopig indicatief moeten worden gebruikt, afhankelijk blijven van datakwaliteit, en pas voor structurele monitoring kunnen worden ingezet zodra de data periodiek wordt bijgewerkt.

Aanbevelingen voor vervolgonderzoek

- Vervolgonderzoek zou het toetskader moeten toepassen in andere contexten en met andere indicatoren. Daarbij kan de intersubjectieve betrouwbaarheid worden onderzocht door na te gaan of verschillende beoordelaars tot dezelfde scores komen. Ook kan de validiteit worden geanalyseerd door te bekijken of indicatoren die hoog scoren volgens het kader in de praktijk beter functioneren in monitoring en beleidssturing dan laagscorende indicatoren.
- Vervolgonderzoek zou moeten onderzoeken hoe gemeenten en kennisinstellingen gezamenlijk klimaat-informatiesystemen kunnen ontwikkelen, bijvoorbeeld via pilots of binnen regionale samenwerkingsverbanden, en hoe zulke systemen structureel in beleid en uitvoering kunnen worden verankerd zodat ze daadwerkelijk ondersteuning bieden bij lokale klimaatadaptatie.
- Vervolgonderzoek zou zich moeten richten op de vraag hoe de structurele actualisatie en ontsluiting van datasets voor indicatoren duurzaam kan worden georganiseerd (frequentie, standaarden, beheer). Daarnaast zou gekeken moeten worden naar de ontwikkeling van verbeterde (keten)indicatoren die geschikt zijn voor structurele monitoring en evaluatie. Ook is nadere uitwerking nodig van indicatoren binnen nu nog onderbelichte klimaatthema's, zodat een vollediger beeld van klimaatbestendigheid ontstaat. Tot slot zou onderzocht moeten worden hoe lokale data systematisch kan worden benut binnen M&E-systemen, zodat gemeenten actuelere, representatievere en fijnmaziger inzichten kunnen verkrijgen.
- Vervolgonderzoek zou zich moeten richten op de validatie van drempelwaarden voor klimaatlabels, zodat de classificaties niet alleen richtinggevend zijn maar ook daadwerkelijk de feitelijke klimaatbestendigheid

weerspiegelen. Daarnaast zou onderzocht moeten worden hoe een totaalscore per postcodegebied kan worden ontwikkeld, zodat cumulatieve risico's integraal zichtbaar worden en gemeenten gebieden in hun geheel kunnen prioriteren. Ten slotte is het wenselijk te onderzoeken welk (alternatief) schaalniveau het beste aansluit bij de gemeentelijke werkpraktijk en beleidsprocessen, en of aanvullende schaalniveaus zoals straat- of subbuurniveau de toepasbaarheid van het systeem kunnen vergroten.

- Vervolgonderzoek zou moeten nagaan hoe bruikbaar het klimaatlabelsysteem is in de dagelijkse praktijk, en hoe het functioneert bij herhaald gebruik binnen beleidscycli. Daarnaast zou onderzocht moeten worden in hoeverre het systeem toepasbaar en overdraagbaar is naar andere gemeentetypen en doelgroepen, zodat duidelijk wordt of de meerwaarde breder inzetbaar is dan in de onderzochte casus.

9

Conclusie

Dit onderzoek heeft een lokaal toepasbaar klimaatinformatiesysteem ontwikkeld met klimaatlabels (A–E) op postcodeniveau om gemeenten te ondersteunen bij het monitoren en evalueren van klimaatbestendigheid. In dit hoofdstuk worden de belangrijkste conclusies gepresenteerd. Allereerst worden in Paragraaf 9.1 de vijf deelvragen afzonderlijk behandeld, waarna in Paragraaf 9.2 de centrale onderzoeksvraag wordt beantwoord.

9.1. Beantwoording deelvragen

1. Welke kwaliteitscriteria uit de literatuur kunnen worden samengebracht in een toetskader voor klimaatadaptatie-indicatoren?

Dit onderzoek identificeert vier kerncriteria voor klimaatadaptatie-indicatoren op basis van de literatuur: relevantie, betrouwbaarheid, duidelijkheid en verbinding. Deze zijn uitgewerkt in acht subcriteria en vormen samen het toetskader waarmee indicatoren systematisch kunnen worden beoordeeld. Relevantie houdt in dat indicatoren aansluiten op lokale klimaatopgaven en expliciet zijn gekoppeld aan beleidsdoelen, zodat ze richting geven aan besluitvorming en uitvoering. Betrouwbaarheid vereist dat indicatoren zijn gebaseerd op transparante methoden met duidelijke aannames en op actuele, representatieve data die gevoelig zijn voor ruimtelijke verschillen, zodat de uitkomsten valide en controleerbaar zijn. Duidelijkheid betekent dat indicatoren kwetsbaarheden zichtbaar maken, aanknopingspunten bieden voor mogelijke oorzaken, en de effecten van maatregelen door de tijd tonen, zodat beter te begrijpen is waar risico's ontstaan en hoe die zich ontwikkelen. Verbinding vraagt dat indicatoren inzetbaar zijn over bestuurslagen en beleidsterreinen heen en tegelijk begrijpelijk en toegankelijk blijven, zodat ze gebruikt kunnen worden voor een integrale benadering van klimaatadaptatie en voor inclusieve betrokkenheid. De reflectie op Nederlandse praktijkrapporten toont aan dat deze criteria ook aansluiten bij de behoeften van gemeenten. Daarmee vormt het toetskader een stevig fundament dat academisch onderbouwd en praktisch toepasbaar is, al vraagt brede toepassing mogelijk om verdere verfijning.

2. Hoe heeft het Nederlandse klimaatadaptatiebeleid zich ontwikkeld en welke randvoorwaarden voor een lokaal klimaatlabelsysteem volgen uit de huidige klimaatadaptatie-instrumenten?

Het Nederlandse klimaatadaptatiebeleid verschoof de afgelopen vijftien jaar van een focus op waterveiligheid naar een integrale aanpak van meerdere klimaatthema's (zoals wateroverlast, hitte, droogte en overstroming), die vooral lokaal wordt uitgevoerd. De DPRA-cyclus, met stresstesten, risicodialogen en uitvoeringsagenda's, vormt daarbij de kapstok. De uitvoering ligt primair bij gemeenten, maar de bestaande instrumenten ondersteunen dit proces nog onvoldoende. Openbare instrumenten zoals de Klimaateffectatlas vormen een nuttig vertrekpunt, maar sluiten niet goed aan op het schaalniveau van uitvoering en bieden geen ruimte voor integratie van lokale data of afstemming op beleidsdoelen.

Klimaatlabels van commerciële partijen laten zien dat integratie en schaalgerichtheid technisch haalbaar zijn, maar beperken de flexibiliteit en autonomie van gemeenten, omdat zij afhankelijk worden van externe aanbieders. Deze analyse maakt duidelijk waar de huidige praktijkinstrumenten tekortschieten en leidt tot vier randvoorwaarden voor een lokaal toepasbaar klimaatlabelsysteem: (1) integraal inzicht in verschillende klimaatthema's, (2) bruikbaarheid op het schaalniveau van uitvoering, (3) ruimte voor lokaal maatwerk en (4) gemeentelijk beheer. Deze randvoorwaarden zijn in dit onderzoek leidend geweest bij het ontwerp en bieden ook richting aan evaluatie en verdere doorontwikkeling.

3. Welke indicatoren worden in Nederland gebruikt om lokale klimaatbestendigheid te meten, en in hoeverre voldoet de selectie voor opname in een klimaatlabelsysteem aan het toetskader?

In Nederlandse klimaatatlassen domineren indicatoren voor wateroverlast, hitte, droogte en overstroming, terwijl thema's als bodemdaling, grondwater, biodiversiteit en waterkwaliteit relatief ondervertegenwoordigd blijven. Er bestaat aanzienlijke overlap tussen indicatoren, vooral binnen de dominante thema's. De meeste indicator-typen zijn fysieke effecten en gebiedskenmerken, terwijl sociale kwetsbaarheid, kansen en directe klimaatverandering nauwelijks aan bod komen. Op basis van beschikbaarheid in openbare databronnen, gebruiksfrequentie en deskundige afweging is hieruit een evenwichtige en praktisch toepasbare set geselecteerd.

De toetsing aan het academisch toetskader laat zien dat de set vooral sterk is op relevantie en verbinding: indicatoren sluiten aan bij lokale opgaven en beleidsdoelen, dragen bij aan samenhang tussen domeinen en zijn doorgaans geschikt voor communicatie en participatie. Op betrouwbaarheid en duidelijkheid scoren de indicatoren minder goed. Hoewel de methoden meestal transparant zijn, zijn veel datasets verouderd en daardoor beperkt representatief. Bovendien bieden indicatoren wel inzicht in kwetsbaarheden en oorzaken, maar zijn ze niet altijd bruikbaar om effecten van maatregelen door de tijd te volgen. Daarmee is de potentie van de set duidelijk, maar blijft de set nog onvoldoende toereikend voor betrouwbare monitoring en evaluatie van klimaatbestendigheid. Structurele actualisatie van data en versterkte samenwerking tussen rijk, regio en gemeenten zijn nodig om dit te verbeteren.

4. Hoe kan een interactief klimaatinformatiesysteem in de vorm van PC6-klimaatlabels worden ontwikkeld dat klimaatbestendigheid op lokaal niveau inzichtelijk maakt?

Het klimaatlabelsysteem is ontwikkeld om lokale verschillen in klimaatbestendigheid zichtbaar te maken met gestandaardiseerde labels (A–E) op PC6-niveau. Per klimaatthema zijn indicatoren verwerkt tot kaartlagen die per postcodegebied een label tonen. Deze labels maken kwetsbaarheden onderling vergelijkbaar en worden gepresenteerd in een thematisch dashboard met interactieve kaarten en toelichtingen.

De aanpak sluit aan op de vier randvoorwaarden uit de praktijkanalyse. Door per thema meerdere indicatoren te combineren ontstaat een integraal beeld van verschillende klimaataspecten. Het schaalniveau van PC6 vormt een werkbaar tussenniveau: verfijnder dan het Buurtdashboard en overzichtelijker dan de Klimaateffectatlas, en daardoor bruikbaar in de gemeentelijke uitvoeringspraktijk. De modulaire structuur maakt het mogelijk databronnen en drempelwaarden aan te passen, zodat ruimte bestaat voor lokaal maatwerk. Doordat het systeem kan draaien binnen de ArcGIS-omgeving van gemeenten, kan het lokaal worden beheerd en doorontwikkeld zonder afhankelijkheid van externe partijen.

De classificaties zijn deels gebaseerd op deskundige afweging en nog niet gevalideerd, waardoor de scores voorlopig slechts richtinggevend zijn. Desondanks laat dit onderzoek zien dat een klimaatlabelsysteem op PC6-niveau technisch haalbaar is. Het systeem vormt daarmee een solide basis voor lokale toepassing, verdere verfijning en inhoudelijke doorontwikkeling.

5. Hoe beoordelen medewerkers van de gemeente Kaag en Braassem het klimaatlabelsysteem op bruikbaarheid aan de hand van een casusgerichte toepassing?

De workshop laat zien dat medewerkers het systeem goed konden gebruiken om ruimtelijke verschillen in klimaatbestendigheid te analyseren en te vertalen naar beleidsrelevante inzichten, ook zonder GIS-ervaring of specialistische kennis. In de casusopdracht fungeerden de labels als gedeelde taal om per indicator de klimaatbestendigheid te beoordelen, oorzaken te duiden en passende maatregelen te benoemen.

De individuele evaluatie laat zien dat het systeem effectief is doordat het abstracte klimaatthema's concreet zichtbaar maakt en nieuwe inzichten oplevert in de kwetsbaarheid van postcodegebieden. Op het vlak van

efficiëntie bleek het systeem na korte gewenning eenvoudig te gebruiken, al vragen de interface en laagvolgorde nog om kleine verbeteringen. De tevredenheid onder deelnemers was hoog dankzij de overzichtelijke opbouw en herkenbare kleurcodering, maar blijvende tevredenheid hangt af van de actualiteit en kwaliteit van de data. Ten slotte werd de toepasbaarheid breed herkend: het systeem kan worden ingezet bij projectvoorbereiding en planvorming, maar ook bij communicatie met inwoners en partners.

De evaluatie bevestigt dat het klimaatlabelsysteem bruikbaar is voor gemeentelijke toepassing. Tegelijkertijd bieden de bevindingen concrete aanknopingspunten voor technische en inhoudelijke verfijning, waardoor de bruikbaarheid in de toekomst verder kan worden verhoogd.

9.2. Beantwoording hoofdvraag

Hoe kan een klimaatinformatiesysteem in de vorm van PC6-klimaatlabels bijdragen aan monitoring en evaluatie van lokale klimaatbestendigheid?

Een klimaatinformatiesysteem in de vorm van PC6-klimaatlabels kan bijdragen aan de monitoring en evaluatie van lokale klimaatbestendigheid doordat het relatief abstracte klimaatthema's vertaalt naar concreet inzicht op postcode-niveau. Door geaggregeerde indicatorwaarden per gebied te classificeren in A-E-labels worden ruimtelijke verschillen zichtbaar en onderling vergelijkbaar. Het schaalniveau van PC6 is daarbij fijnmazig genoeg om lokale kwetsbaarheden te signaleren, maar overzichtelijk genoeg om beleidsmatig hanteerbaar te blijven. Daarmee biedt het een antwoord op tekortkomingen van bestaande instrumenten, die vaak beperkt zijn in schaalniveau, flexibiliteit en eigenaarschap.

De toepassing in een online interactief dashboard maakt het systeem toegankelijk en bruikbaar voor uiteenlopende gemeentelijke functies. De workshop bevestigde dat medewerkers, ook zonder GIS-ervaring of specialistische kennis, met de labels patronen konden herkennen, oorzaken duiden en mogelijke maatregelen benoemen. Daarmee fungeert het systeem als gedeelde taal die analyse, communicatie en prioritering ondersteunt.

Het systeem levert zo een praktisch instrument op waarmee gemeenten klimaatrisico's systematisch in beeld kunnen brengen, ontwikkelingen door de tijd kunnen volgen en beleidskeuzes beter kunnen onderbouwen. De bruikbaarheid hangt wel sterk af van de actualiteit en representativiteit van de onderliggende data, en kan verder toenemen door verfijning van de interface. In de huidige vorm fungeert het systeem nog als prototype, maar bij structurele actualisatie en doorontwikkeling kan het uitgroeien tot een volwaardig sturingsinstrument voor monitoring en evaluatie van lokale klimaatbestendigheid.

Literatuurlijst

- Achmea, Nelen & Schuurmans, Haskoning. (2017). *BlueLabel*. Verkregen april 25, 2025, van <https://www.bluelabel.net>
- Adaptation Committee. (2023). *Monitoring and Evaluation of Adaptation at the National and Subnational Levels*. United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). Bonn, Germany. https://unfccc.int/documents/AC_TechnicalPaper_AdaptationMandE_2023.pdf
- Amorim-Maia, A. T., & Olazabal, M. (2024). Localising the Global Goal on Adaptation through intersectional thinking. *Cities*, 154, 105349. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2024.105349>
- Andries, A., Morse, S., Murphy, R. J., & Woolliams, E. R. (2023). Examining Adaptation and Resilience Frameworks: Data Quality's Role in Supporting Climate Efforts. *Sustainability*, 15(18). <https://doi.org/10.3390/su151813641>
- Baack, F., Özerol, G., Vinke-de Kruijf, J., Halman, J., & Kuks, S. (2024). Implementing climate change adaptation through mainstreaming at the local level—a comparative case study of two municipalities in the Netherlands. *Regional Environmental Change*, 24(2). <https://doi.org/10.1007/s10113-024-02214-7>
- BlueLabel. (2024). *BlueLabel - kaartbeeld*. Verkregen augustus 24, 2025, van <https://www.bluelabel.net/inhoud/uploads/2024/05/Bluelabel-960x750.png.avif>
- BlueLabel. (z.d.). *Bluelabel - voor wie?* Verkregen april 23, 2025, van <https://www.bluelabel.net/voor-wie/>
- Brown, C., Shaker, R. R., & Das, R. (2018). A review of approaches for monitoring and evaluation of urban climate resilience initiatives. *Environment Development and Sustainability*, 20(1), 23–40. <https://doi.org/10.1007/s10668-016-9891-7>
- CAS & Deltares. (z.d.-a). *Kaartverhaal: Grondwateroverlast*. Verkregen mei 20, 2025, van <https://www.klimaat-effectatlas.nl/nl/grondwateroverlast>
- CAS & Deltares. (z.d.-b). *Kaartverhaal: Laagste grondwaterstanden*. Verkregen mei 20, 2025, van <https://www.klimaat-effectatlas.nl/nl/laagste-grondwaterstanden>
- CAS & Deltares. (z.d.-c). *Kaartverhaal: Risicokaarten funderingen*. Verkregen mei 20, 2025, van <https://www.klimaat-effectatlas.nl/nl/risicokaarten-funderingen>
- CAS, Deltares & ROR. (z.d.). *Kaartverhaal: Waterdiepte bij kortdurende hevige neerslag*. Verkregen mei 20, 2025, van <https://www.klimaat-effectatlas.nl/nl/waterdiepte-bij-kortdurende-hevige-neerslag>
- CAS, Deltares, TNO & WENR. (z.d.). *Kaartverhaal: Bodemdalingsvoorspellings-kaarten*. Verkregen mei 20, 2025, van <https://www.klimaat-effectatlas.nl/nl/bodemdalingsvoorspellings-kaarten>
- CAS & Rijkswaterstaat. (z.d.). *Kaartverhaal: Overstromingsrisico's en gevolgbeperking*. Verkregen mei 20, 2025, van <https://www.klimaat-effectatlas.nl/nl/overstromingsrisico-en-gevolgbeperking>
- CAS, Tauw & Hogeschool van Amsterdam. (z.d.). *Kaartverhaal: Afstand tot koelte*. Verkregen mei 20, 2025, van <https://www.klimaat-effectatlas.nl/nl/afstand-tot-koeltekaart>
- CBS. (2024). *Kerncijfers per postcode (PC6) [dataset]*. Verkregen mei 10, 2025, van <https://www.cbs.nl/nl-nl/dossier/nederland-regionaal/geografische-data/gegevens-per-postcode>
- CBS. (2025). *Wijk- en Buurtkaart 2025 [dataset]*. Verkregen mei 10, 2025, van <https://www.cbs.nl/nl-nl/dossier/nederland-regionaal/geografische-data/wijk-en-buurtkaart-2025>
- Cobra Groeninzicht. (2024). *Schaduw op wandel- en fietspaden [Dataset]*. Klimaat-effectatlas. Verkregen mei 10, 2025, van <https://www.klimaat-effectatlas.nl/nl/data-opvragen>
- Cobra Groeninzicht. (2025a). *3-30-300-regel [Dataset]*. Steenbreekatlas. Verkregen mei 10, 2025, van <https://cobra-groeninzicht.nl/producten/330300-regel/>
- Cobra Groeninzicht. (2025b). *Verstening straten [Dataset]*. Steenbreekatlas. Verkregen mei 10, 2025, van <https://cobra-groeninzicht.nl/producten/versteningsskaart/>
- Cobra Groeninzicht. (2025c). *Verstening tuinen [Dataset]*. Steenbreekatlas. Verkregen mei 10, 2025, van <https://cobra-groeninzicht.nl/producten/versteningsskaart/>
- Deltacommissie. (2008). *Samen werken met water: Bevindingen van de Deltacommissie 2008*. Deltacommissie. Den Haag. <https://www.deltacommissaris.nl/documenten/publicaties/2008/09/03/samen-werken-met-water>

- Deltaprogramma. (z.d.). *Deltaplan Ruimtelijke Adaptatie*. Verkregen mei 8, 2025, van <https://www.deltaprogramma.nl/themas/ruimtelijke-adaptatie/deltaplan>
- Deltares. (2019). *NKWK-KBS: Monitoren lokale klimaatbestendigheid (1)* (tech. rap.). NKWK-KBS (Klimaatbestendige Stad). Nederland. <https://klimaatadaptatienederland.nl/publish/pages/205672/2-2-wp-mlk-rapport-monitoring-2019-def.pdf>
- Deltares. (2021a). *Actualisatie bodemdalingsvoorspellingskaarten* (tech. rap. Nr. 11206724-002-BGS-0001). Deltares, TNO, Wageningen Environmental Research. <https://drive.google.com/file/d/1C3vuVHCM269I5QmCc7skfq2yamFcm69K/view?usp=sharing>
- Deltares. (2021b). *Risico op paalrot [Dataset]*. Klimaateffectatlas. Verkregen mei 10, 2025, van <https://www.klimaateffectatlas.nl/nl/data-opvragen>
- Deltares. (z.d.). *Technische toelichting bij kaartverhaal risico funderingen* (tech. rap.). Deltares. https://www.klimaateffectatlas.nl/1/nl/library/download/urn:uuid:eaaa6c87-0576-47b2-a1bc-dbf84d532c5e/technische+toelichting+kaartverhaal+risico+funderingen+incl+bijlage.pdf?format=save_to_disk
- Deltares, GovernEUR, Tauw, Sweco & Climate Adaptation Services (CAS). (2022). *NKWK-KBS: Monitoren lokale klimaatbestendigheid (3)* (tech. rap.). NKWK-KBS (Klimaatbestendige Stad). Nederland. https://klimaatadaptatienederland.nl/publish/pages/205672/11208355-006-bgs-0002_v0-1-nkwk-kbs-monitoren-lokale-klimaatbestendigheid-voor-publicatie.pdf
- Deltares & Nationaal Water Model. (2016). *Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG) [Dataset]*. Klimaateffectatlas. Verkregen mei 10, 2025, van <https://www.klimaateffectatlas.nl/nl/data-opvragen>
- Deltares & Nationaal Water Model. (2019). *Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) [Dataset]*. Klimaateffectatlas. Verkregen mei 10, 2025, van <https://www.klimaateffectatlas.nl/nl/data-opvragen>
- Deltares & ROR. (2018). *Waterdiepte bij kortdurende hevige neerslag [Dataset]* [Ongeclassificeerde rasterdata op verzoek beschikbaar gesteld door Climate Adaptation Services (CAS)]. Klimaateffectatlas. Verkregen mei 10, 2025, van <https://www.klimaateffectatlas.nl/nl/data-opvragen>
- Deltares, Tauw, Climate Adaptation Services (CAS) & Sweco. (2020). *NKWK-KBS: Monitoren lokale klimaatbestendigheid (2)* (tech. rap.). NKWK-KBS (Klimaatbestendige Stad). Nederland. <https://klimaatadaptatienederland.nl/publish/pages/205672/monitoring-lokale-klimaatbestendigheid-7-.pdf>
- Deltares, TNO & WENR. (2021). *Bodemdeling 2020 - 2050 (Scenario Laag en Hoog) [Dataset]*. Klimaateffectatlas. Verkregen mei 10, 2025, van <https://www.klimaateffectatlas.nl/nl/data-opvragen>
- Diaz, C. G., Zambrana-Vasquez, D., & Bartolome, C. (2024). Building Resilient Cities: A Comprehensive Review of Climate Change Adaptation Indicators for Urban Design. *Energies*, 17(8). <https://doi.org/10.3390/en17081959>
- European Environment Agency. (2024). *Urban adaptation in Europe: what works? Implementing climate action in European cities*. Publications Office of the European Union. Luxembourg. <https://doi.org/10.2800/50996>
- Feldmeyer, D., Wilden, D., Jamshed, A., & Birkmann, J. (2020). Regional climate resilience index: A novel multithreshold comparative approach for indicator development, empirical validation and implementation. *Ecological Indicators*, 119, 106861. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106861>
- Feldmeyer, D., Wilden, D., Kind, C., Kaiser, T., Goldschmidt, R., Diller, C., & Birkmann, J. (2019). Indicators for Monitoring Urban Climate Change Resilience and Adaptation. *Sustainability*, 11(10). <https://doi.org/10.3390/su11102931>
- Fünfgeld, H., Lonsdale, K., & Bosomworth, K. (2018). Beyond the tools: supporting adaptation when organisational resources and capacities are in short supply. *Climatic Change*, 153(4), 625–641. <https://doi.org/10.1007/s10584-018-2238-7>
- Gemeente Kaag en Braassem. (2024a). *Omgevingsvisie Kaag en Braassem*. https://www.ruimtelijkeplannen.nl/documents/NL.IMRO.1884.OMGEVINGSVISIEKB24-VAS1/d_NL.IMRO.1884.OMGEVINGSVISIEKB24-VAS1.pdf
- Gemeente Kaag en Braassem. (2024b). *Watertakenplan Kaag en Braassem*. <https://lokaleregelgeving.overheid.nl/CVDR714428/1>
- Goonesequera, S. M., & Olazabal, M. (2022). Climate adaptation indicators and metrics: State of local policy practice. *Ecological Indicators*, 145, 109657. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109657>
- Greiving, S., & Fleischhauer, M. (2022). Climate resilience and environmental justice: state of research and implementation in planning practice in Germany and beyond. *Town Planning Review*, 93(2), 111–137. <https://doi.org/10.3828/tpr.2021.26>
- Haskoning. (2024). *Klimaatlabels – Ruimtelijke klimaatadaptatie opgaven helder in beeld*. Verkregen april 25, 2025, van https://klimaatadaptatie.ireport.royalhaskoningdhv.com/FbContent.ashx/pub_1000/downloads/v240802121006/01_klimaatlabels_V2.pdf

- Hinkel, J. (2011). "Indicators of vulnerability and adaptive capacity": Towards a clarification of the science-policy interface. *Global Environmental Change – Human and Policy Dimensions*, 21(1), 198–208. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2010.08.002>
- Höppe, P. (1999). The physiological equivalent temperature – a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. *International Journal of Biometeorology*, 43(2), 71–75. <https://doi.org/10.1007/s004840050118>
- International Organization for Standardization. (2018). *Ergonomics of human-system interaction – Part 11: Usability: Definitions and concepts*.
- IPCC. (2023). *Climate Change 2023: Synthesis Report*. <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.001>
- Jacob, J., Valois, P., & Tessier, M. (2022). Development and validation of an index to measure progress in adaptation to climate change at the municipal level. *Ecological Indicators*, 135. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.108537>
- Kadaster. (2025). *Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG) [Dataset]*. Verkregen mei 10, 2025, van <https://www.kadaster.nl/bag>
- Kadijk, J., & Van de Velde, R. (2024). *Framework Climate Adaptive Buildings*. Dutch Green Building Council. Verkregen april 23, 2025, van <https://www.dgbc.nl/publicaties/framework-climate-adaptive-buildings/>
- Klimaatadaptatie Nederland. (2021). *Hoe is de Klimaateffectatlas ontstaan?* Verkregen mei 8, 2025, van <https://klimaatadaptatienederland.nl/actueel/actueel/nieuws/2021/klimaateffectatlas-ontstaan/>
- Kluck, J., Klok, L., Solcerová, A., Kleerekoper, L., Wilschut, L., Jacobs, C., & Loeve, R. (2020). *De hittebestendige stad: Een koele kijk op de inrichting van de buitenruimte* (tech. rap.). Hogeschool van Amsterdam, Urban Technology. https://www.hva.nl/binaries/content/assets/subsites/kc-techniek/publicaties-klimaatbestendige-stad/hva_2020_hittebestendige_stad_online.pdf
- KNMI. (2025a). *Jaaroverzicht 2024: Extreem warm en zeer nat met vrijwel de normale hoeveelheid zon*. Verkregen april 23, 2025, van <https://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/maand-en-seizoensoverzichten/2024/jaar>
- KNMI. (2025b). *Opvallende verschillen tussen Oost- en West-Europa in 2024*. Verkregen april 23, 2025, van <https://www.knmi.nl/over-het-knmi/nieuws/european-state-of-the-climate-opvallende-verschillen-tussen-oost-en-west-europa-in-2024>
- Konijnendijk, C. (2021). The 3-30-300 Rule for Urban Forestry and Greener Cities. *Biophilic Cities*, 4(2).
- Kosten, S., Huszar, V. L. M., Bécares, E., Costa, L. S., van Donk, E., Hansson, L.-A., Jeppesen, E., Kruk, C., Lacerot, G., Mazzeo, N., De Meester, L., Moss, B., Lüring, M., Nöges, T., Romo, S., & Scheffer, M. (2012). Warmer climates boost cyanobacterial dominance in shallow lakes. *Global Change Biology*, 18(1), 118–126. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2011.02488.x>
- LIWO. (2025). *Plaatsgebonden overstromingskans ≥ 50 cm (huidig) [Dataset]*. Klimaateffectatlas. Verkregen mei 10, 2025, van <https://www.klimaateffectatlas.nl/nl/data-opvragen>
- LIWO & ROR. (2025). *Maximale overstromingsdiepte middelgrote kans ($p = 1/100$ jaar) [Dataset]*. Klimaateffectatlas. Verkregen mei 10, 2025, van <https://www.klimaateffectatlas.nl/nl/data-opvragen>
- Magnan, A. K., Schipper, E., Burkett, M., Bharwani, S., Burton, I., Eriksen, S., Gemenne, F., Schaar, J., & Ziervogel, G. (2016). Addressing the risk of maladaptation to climate change. *WIREs Climate Change*, 7(5), 646–665. <https://doi.org/10.1002/wcc.409>
- Mäkinen, K., Prutsch, A., Karali, E., Leitner, M., Völler, S., Lyytimäki, J., Pringle, P., & Vanneuville, W. (2018). *Indicators for adaptation to climate change at national level: Lessons from emerging practice in Europe* (tech. rap.). European Topic Centre on Climate Change Impacts, Vulnerability and Adaptation (ETC/CCA). https://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-cca/products/etc-cca-reports/tp_3-2018
- Milieu Centraal. (z.d.). *Natuur en biodiversiteit*. Verkregen mei 20, 2025, van <https://www.milieucentraal.nl/klimaat-en-aarde/natuur-en-biodiversiteit>
- Ministerie van IenM. (2016). *Nationale klimaatadaptatiestrategie 2016*. Ministerie van Infrastructuur en Milieu. <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2016/12/15/nationale-klimaatadaptatiestrategie-2016>
- Ministerie van IenM en EZ. (2014). *Deltabeslissing Ruimtelijke adaptatie*. Ministerie van IenM en EZ. <https://www.deltaprogramma.nl/themas/ruimtelijke-adaptatie>
- Ministerie van IenW. (2017). *Deltaprogramma 2018: Doorwerken aan een duurzame en veilige delta*. <https://www.deltaprogramma.nl/documenten/publicaties/2017/09/19/deltaprogramma-2018>
- Ministerie van IenW. (2021). *Deltaprogramma 2021: Koersvast werken aan een klimaatbestendig Nederland*. Verkregen april 20, 2025, van <https://www.deltaprogramma.nl/deltaprogramma>

- Ministerie van IenW. (2024). *Regionale Monitor Klimaatadaptatie: Een verkenning naar een monitoringssystematiek*. Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. https://klimaatadaptatienederland.nl/publish/pages/230641/rapport-regionale-monitor-klimaatadaptatie_02.pdf
- Ministerie van VenW, LNV en VROM. (2010). *Deltaprogramma 2011: Werk aan de delta: Investeren in een veilig en aantrekkelijk Nederland, nu en morgen*. <https://www.deltaprogramma.nl/documenten/2010/09/21/deltaprogramma-2011>
- Ministeries van BZK, IenW en LNV. (2023). *Landelijke Maatlat Groene Klimaatadaptieve Gebouwde Omgeving*. <https://klimaatadaptatienederland.nl/publish/pages/218475/1286065-landelijke-maatlat-overzichtstabel-20221202-tauw-arcadis.pdf>
- Ministeries van IenW en BZK. (2024). *Ruimtelijk Afwegingskader Klimaatadaptieve Gebouwde Omgeving*. <https://open.overheid.nl/documenten/dpc-70aea1415d93774841338e28ce7d6ab1c6051be9/pdf>
- Natuur & Milieu & Sweco. (2024). *Tekort aan groen in Nederlandse steden: Onderzoek naar de verstening van Nederlandse gemeenten* (tech. rap.). Natuur & Milieu & Sweco. Utrecht. https://natuurenmilieu.nl/app/uploads/Onderzoek_naar_de_verstening_van_Nederlandse_gemeenten_2024.pdf
- Nelen & Schuurmans. (2024). *Gevoelstemperatuur (PET) [Dataset]*. Klimaateffectatlas. Verkregen mei 10, 2025, van <https://www.klimaateffectatlas.nl/nl/data-opvragen>
- Nouri, A. S., Lopes, A., Costa, J. P., & Matzarakis, A. (2018). Confronting potential future augmentations of the physiologically equivalent temperature through public space design: The case of Rossio, Lisbon. *Sustainable Cities and Society*, 37, 7–25. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.10.031>
- ORG-ID & Athena Instituut. (2022). *Evaluatie NAS Hoofdrapport*. Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat. <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2022/12/16/bijlage-evaluatie-nas-hoofdrapport>
- Rijkswaterstaat. (2025). *Nationaal Wegenbestand (NWB) [Dataset]*. Verkregen mei 10, 2025, van <https://nationaalwegenbestand.nl/>
- Roest, A. H., Weitkamp, G., van den Brink, M., & Boogaard, F. (2023). Mapping spatial opportunities for urban climate adaptation measures in public and private spaces using a GIS-based Decision Support Model. *Sustainable Cities and Society*, 96, 104651. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.104651>
- Runhaar, H., Wilk, B., Persson, Å., Uittenbroek, C., & Wamsler, C. (2017). Mainstreaming climate adaptation: taking stock about “what works” from empirical research worldwide. *Regional Environmental Change*, 18(4), 1201–1210. <https://doi.org/10.1007/s10113-017-1259-5>
- Sharifi, A., & Yamagata, Y. (2016). Urban Resilience Assessment: Multiple Dimensions, Criteria, and Indicators (Y. Yamagata & H. Maruyama, Red.), 259–276. https://doi.org/10.1007/978-3-319-39812-9_13
- Singh, C., Iyer, S., New, M. G., Few, R., Kuchimanchi, B., Segnon, A. C., & Morchain, D. (2022). Interrogating ‘effectiveness’ in climate change adaptation: 11 guiding principles for adaptation research and practice. *Climate and Development*, 14(7), 650–664. <https://doi.org/10.1080/17565529.2021.1964937>
- Solecki, W., & Rosenzweig, C. (2020). Indicators and monitoring systems for urban climate resiliency. *Climatic Change*, 163(4, SI), 1815–1837. <https://doi.org/10.1007/s10584-020-02947-4>
- Sweco. (2018). *Staat van je Straat*. Verkregen april 25, 2025, van <https://www.sweco.nl/portfolio/staat-van-je-straat>
- Sweco Nederland. (2021). *Staat van je Straat — voorbeeldweergave*. Verkregen augustus 24, 2025, van <https://www.sweco.nl/wp-content/uploads/sites/5/2021/01/Staat-van-je-straat-Sweco-Innovatie-1680x800.jpg>
- Tauw & Hogeschool van Amsterdam. (2024). *Afstand tot koelte [Dataset]*. Klimaateffectatlas. Verkregen mei 10, 2025, van <https://www.klimaateffectatlas.nl/nl/data-opvragen>
- Van Bijsterveldt, M. (2014). Kennisportaal Ruimtelijke Adaptatie. <https://research.wur.nl/en/publications/kennisportaal-ruimtelijke-adaptatie>
- van Wensem, J. (2016). Kennis en Innovatie voor de Klimaatbestendige Stad: De rol van het Nationaal Kennisen Innovatieprogramma Water en Klimaat. *Water Governance*, 04, 46–49. <https://edepot.wur.nl/430874>
- Wilden, D., & Feldmeyer, D. (2021). Measuring knowledge and action changes in the light of urban climate resilience. *City and Environment Interactions*, 10, 100060. <https://doi.org/10.1016/j.cacint.2021.100060>
- WNER & TAUW. (2017). *Risico opwarming oppervlaktewater [Dataset]*. Klimaateffectatlas. Verkregen mei 10, 2025, van <https://www.klimaateffectatlas.nl/nl/data-opvragen>
- Yan, Z., Teng, M., He, W., Liu, A., Li, Y., & Wang, P. (2019). Impervious surface area is a key predictor for urban plant diversity in a city undergone rapid urbanization. *Science of The Total Environment*, 650(Pt 1), 335–342. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.391>

Bijlagen

Bijlage A Infographic Deltabeslissing Ruimtelijke Adaptatie

Deltabeslissing Ruimtelijke adaptatie



Figuur 1: Infographic Herijking Deltabeslissing Ruimtelijke Adaptatie (Deltaprogramma (2021), p. 72)

Bijlage B Indicatoren

Tabel 1: Overzicht van geselecteerde klimaatatlassen per Overheidsinstantie

Id	Overheidsinstantie	Klimaatatlas
A	Gemeente Rotterdam	Klimaat Wijkkaarten
B	Gemeente Den Haag	Klimaatatlas Den Haag
C	Gemeente Leiden	Klimaatkaarten Leiden
D	Gemeente Alphen aan den Rijn	Klimaatatlas Alphen aan den Rijn
E	Gemeente Hoeksche Waard	Klimaatstresstest Hoeksche Waard
F	Hoogheemraadschap van Rijnland	Klimaatatlas Rijnland
G	Provincie Zuid-Holland	Klimaatatlas Zuid-Holland
H	Gemeente Amsterdam	Dashboard Klimaatadaptatie
I	Gemeente Haarlemmermeer	Klimaatatlas Haarlemmermeer
J	Gemeente Hilversum	Klimaatverandering in Hilversum
K	Gemeente Hoorn	Gemeente Hoorn Stresstest
L	Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier	Klimaatatlas Hollands Noorderkwartier
M	Waterschap Amstel, Gooi en Vecht	Klimaatatlas Amstel, Gooi en Vecht
N	Rijksoverheid	Klimaat Effect Atlas
O	Rijksoverheid	Ruimtelijk afwegingskader
P	Stichting Steenbreek	Steenbreek verdiepingsatlas

B.1 Indicatoren Wateroverlast

Indicator	Klimaatatlas	Aantal	Toelichting	Type
Waterdiepte bij hevige bui	A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O	15	Geeft aan hoe diep het water staat in openbare en private ruimten bij hevige regenval (70 mm in 1 uur of 140 mm in 2 uur), afhankelijk van afvoersystemen zoals hemelwaterafvoer (HWA), riool, of oppervlakte-water.	Effecten
Kwetsbaarheid panden	A, B, C, D, F, G, H, I, K, L, M	11	Bepaalt de kwetsbaarheid van gebouwen voor wateroverlast bij zware regen op basis van de verwachte waterdiepte.	Effecten
Begaanbaarheid wegen	A, B, D, F, G, I, K, L, M	9	Beoordeelt de toegankelijkheid van wegen tijdens en na zware regenval, afhankelijk van het type weg en de waterdiepte.	Effecten
Vitale en kwetsbare functies en gebouwen	A, D, F, G, I, J, K, L, O	9	Toont de ligging van vitale en kwetsbare functies, zoals ziekenhuizen, nutsvoorzieningen en kritieke infrastructuur, die beperkt toegankelijk kunnen worden bij wateroverlast.	Effecten
Stroombanen	B, F, L, M	4	Visualiseert hoe regenwater in stedelijke gebieden afstroomt naar lager gelegen punten of waterlopen.	Effecten
GHG: hoog grondwater 2050	D, L, N	3	Geeft een prognose van de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) voor 2050 op basis van klimaatscenario's, wat bepalend is voor de kans op wateroverlast.	Effecten
Bodemberging	G, L	2	Geeft aan hoeveel water de bodem kan opvangen bij zowel huidige als toekomstige grondwaterstanden, wat bepaalt hoeveel regenwater kan worden vastgehouden en zo wateroverlast kan verminderen.	Effecten
Dagen met > 15 mm of > 25 mm	J, N	2	Geeft het jaarlijkse aantal dagen met meer dan 15 mm of 25 mm neerslag, buien die vaak leiden tot wateroverlast.	Klimaatverandering
Gevoeligheid watererosie	J, N	2	Toont de gevoeligheid van een gebied voor bodemerosie door water.	Effecten
Jaarlijkse neerslag	J, N	2	Visualiseert de totale jaarlijkse neerslag per locatie.	Klimaatverandering
Kans inzetten verblijfplekken voor wateroverlast	A, I	2	Geeft aan waar (semi-)openbare ruimtes kunnen worden gebruikt voor opvang van regenwater bij overlast.	Kansen
Landgebruik	D, N	2	Geeft een overzicht van huidig landgebruik (bebouwing, groen, landbouw, infrastructuur). Relevant voor analyse van afvoer en kans op wateroverlast.	Gebiedskenmerken

Indicator	Klimaatatlas	Aantal	Toelichting	Type
Neerslag winterkwartaal	J, N	2	Toont de totale neerslag in de wintermaanden (december tot februari).	Klimaatverandering
Peilstijging (provinciale) vaarweg	D, G	2	Toont de verwachte stijging van het waterpeil op provinciale vaarwegen bij extreme regenval.	Effecten
Risico op ondergrondverdichting	J, N	2	Toont de kans op verdichting van de bodem, wat de waterinfiltratie kan beperken. Verdichting vergroot de kans op wateroverlast.	Effecten
Stedelijke infiltratie kansen	J, N	2	Toont waar water in stedelijke gebieden kan infiltreren om overlast te verminderen.	Kansen
Verharding per buurt	J, P	2	Visualiseert het percentage verhard oppervlak per buurt.	Gebiedskenmerken
Waterschade panden	B, L	2	Schat de financiële schade aan gebouwen door extreme regenval.	Effecten
Drooglegging	L	1	Geeft inzicht in de hoogte van het maaiveld ten opzichte van het waterpeil, bepalend voor risico op wateroverlast.	Effecten
Hinder scheepvaartverkeer provinciale vaarwegen	G	1	Illustreert de impact van wateroverlast op de scheepvaart op provinciale vaarwegen.	Effecten
Maaiveldhoogte	D	1	Toont de hoogteverschillen van het maaiveld en de richting van de waterstroom; belangrijk om te bepalen waar regenwater zich ophoopt en kans op wateroverlast ontstaat.	Gebiedskenmerken
Kans aanpak wateroverlast privaat gebied	A	1	Evalueert mogelijkheden voor waterbeheer op privéterrein, zoals groen-blauwe daken en ontharding.	Kansen
Kans benutten sponspotentie bodem voor aanpak wateroverlast	A	1	Bepaalt waar de bodem kan worden gebruikt voor wateropvang.	Kansen
Kwetsbare percelen landelijk gebied	D	1	Beoordeelt welke landelijke percelen financieel kwetsbaar zijn bij hevige regenval en daardoor gevoelig voor wateroverlast.	Effecten
Landbouwtype	J	1	Toont het gebruik van landbouwgrond, zoals akkerbouw of grasland; verschillen in gebruik beïnvloeden waterafvoer en de kans op wateroverlast.	Gebiedskenmerken
Meekoppelkans met projecten waar de straat open gaat	A	1	Geeft aan waar wateroverlast kan worden aangepakt bij straatwerkzaamheden.	Kansen

Indicator	Klimaatatlas	Aantal	Toelichting	Type
Onderhoudskosten wegen	G	1	Berekent de kosten voor wegenonderhoud op basis van verwachte stroomsnelheden tijdens hevige regenval, als gevolg van wateroverlast.	Effecten
Steenbreek richtlijn – score tuin	P	1	Toont in hoeverre een tuin voldoet aan de Steenbreekrichtlijn (max. 15 m ² verharding + 20% van de resterende oppervlakte). Meer verharding beperkt infiltratie en vergroot de kans op wateroverlast.	Gebiedskenmerken
Steenbreek richtlijn – opgave tuin	P	1	Toont de overtollige verharding die verwijderd moet worden om te voldoen aan de Steenbreekrichtlijn. Het wegnemen hiervan vergroot infiltratie en helpt wateroverlast te beperken.	Gebiedskenmerken
Steenbreek richtlijn – score buurt	P	1	Toont het percentage tuinen in een buurt dat voldoet aan de Steenbreekrichtlijn. Een lager aandeel betekent minder infiltratie en een grotere kans op wateroverlast.	Gebiedskenmerken
Verstening straten	P	1	Toont het percentage verharding van straten en pleinen. Hoge waarden beperken infiltratie en vergroten de kans op wateroverlast.	Gebiedskenmerken
Vaarwegklasse provinciale vaarwegen	G	1	Geeft de classificatie van provinciale vaarwegen op basis van hun vaarwegklasse, waarbij wateroverlast invloed kan hebben op de bevaarbaarheid.	Gebiedskenmerken
Waterlabel per pand en op buurtniveau	B	1	Bepaalt hoeveel neerslag een perceel kan vasthouden, uitgedrukt in een label van A tot G.	Effecten
Wateroverlast totaalrisico	H	1	Combineert waterdiepte, blootstelling, gevoeligheid, en aanpassingsvermogen om het totale wateroverlastrisico per gebied te bepalen.	Effecten
Wijktypologie	J	1	Geeft de indeling van wijken op basis van type, zoals Vinex of tuinstad; sommige wijktypen zijn gevoeliger voor wateroverlast door hun inrichting en mate van verharding.	Gebiedskenmerken

B.2 Indicatoren Hitte

Indicator	Klimaatatlas	Aantal	Toelichting	Type
Gevoelstemperatuur (PET)	A, B, D, G, H, I, J, K, L, M, N	11	Toont de gevoelstemperatuur in graden Celsius tijdens een warme zomerdag.	Effecten
Afstand tot koelte	A, D, H, J, P, N	6	Geeft de afstand aan tussen gebouwen en de dichtstbijzijnde koele plek.	Gebiedskenmerken
Schaduw op verblijfsplekken, loop- en fietsroutes	B, C, D, H, I, N	6	Visualiseert of belangrijke routes en verblijfsplekken in de schaduw liggen tijdens het heetste moment van de dag.	Gebiedskenmerken
Oppervlakte temperatuur / hittestress	E, F, G, L, M, P	6	Toont oppervlaktetemperaturen tijdens zomerse dagen; hoge waarden duiden op grotere hittestress.	Effecten
Stedelijk hitte eiland effect	B, C, G, J, N	5	Visualiseert het temperatuurverschil tussen stedelijke en omliggende landelijke gebieden.	Effecten
Vitale en kwetsbare functies t.g.v. hittestress	B, G, I, K, L	5	Geeft locaties weer van vitale en kwetsbare functies die extra gevoelig zijn voor hitte.	Effecten
Warme nachten	A, C, J, N	4	Toont het aantal warme nachten per jaar (>20°C) en voorspellingen voor 2050.	Klimaatverandering
Eenzame 75+-ers	B, G, J, N	4	Toont het niveau van eenzaamheid onder 75-plussers per buurt.	Sociale Kwetsbaarheid
Beweegbare bruggen	D, G, K, L	4	Overzicht van beweegbare bruggen die gevoelig zijn voor warmte-uitzetting, wat bij hoge temperaturen storingen en hinder kan veroorzaken.	Effecten
Opwarming drinkwater	F, L, M	3	Toont de opwarming van drinkwater in leidingen door hoge buitentemperaturen; relevant omdat dit risico's geeft voor drinkwaterkwaliteit.	Effecten
Percentage kwetsbare gezinnen in de warmste buurten	B, G	2	Toont het percentage kwetsbare gezinnen in de heetste buurten.	Sociale Kwetsbaarheid
Percentage kwetsbare gezinnen in verharde buurten	B, G	2	Geeft het percentage kwetsbare gezinnen weer in buurten met veel verharding.	Sociale Kwetsbaarheid
Percentage mensen met een verstandelijke beperking in de warmste buurten	B, G	2	Visualiseert het percentage mensen met een verstandelijke beperking in de warmste buurten.	Sociale Kwetsbaarheid
Percentage mensen met een verstandelijke beperking in verharde buurten	B, G	2	Toont het percentage mensen met een verstandelijke beperking in buurten met veel verharding.	Sociale Kwetsbaarheid

Indicator	Klimaatatlas	Aantal	Toelichting	Type
Percentage mensen met een somatische aandoening in de warmste buurten	B, G	2	Geeft het percentage mensen met somatische aandoeningen in de warmste buurten weer.	Sociale Kwetsbaarheid
Percentage mensen met een somatische aandoening in verharde buurten	B, G	2	Toont het percentage mensen met somatische aandoeningen in verharde buurten.	Sociale Kwetsbaarheid
Percentage ouderen in de warmste buurten	B, G	2	Visualiseert het percentage ouderen in de warmste buurten.	Sociale Kwetsbaarheid
Percentage ouderen in verharde buurten	B, G	2	Geeft het percentage ouderen weer in verharde buurten.	Sociale Kwetsbaarheid
Aantal tropische , zomerse of warme dagen	J, N	2	Toont het aantal tropische (>30°C), zomerse (>25°C), en warme dagen (>20°C) per jaar, met huidige en toekomstige voorspellingen.	Klimaatverandering
Langste reeks opvolgende zomerse dagen (max 25 °C)	J, N	2	Toont de langste reeks opeenvolgende zomerse dagen (>25°C) per jaar, met huidige en toekomstige voorspellingen.	Klimaatverandering
Aantal vorst- en ijsdagen	J, N	2	Visualiseert het aantal vorst- en ijsdagen per jaar, met mogelijke veranderingen in toekomstige klimaatvoorspellingen.	Klimaatverandering
Risico opwarmen oppervlaktewater	J, N	2	Geeft het risico op hoge watertemperaturen in oppervlaktewater tijdens de zomer aan, inclusief scenario's tot 2050.	Effecten
Sociale kwetsbaarheid hitte	J, N	2	Combineert gegevens over kwetsbare groepen om te tonen welke buurten extra gevoelig zijn voor hitte.	Sociale Kwetsbaarheid
Boomkroonbedekking	L, P	2	Toont de mate van boomkroonbedekking in een gebied.	Gebiedskenmerken
Verduurzaming vastgoed	A	1	Bevat informatie over vastgoed dat geschikt is voor duurzame ontwikkeling om opwarming in gebouwen te beperken.	Kansen
Koele verblijfsplekken	A	1	Geeft aan waar koele verblijfsplekken gecreëerd of verbeterd kunnen worden.	Gebiedskenmerken
Opgave fiets en OV-routes	A	1	Toont gevoelstemperaturen voor fiets- en OV-routes tijdens warme zomermiddagen en identificeert warme stops.	Effecten
Warme wandelroutes	A	1	Visualiseert temperatuurverschillen voor voetgangersgebieden en mogelijke koelere alternatieven.	Effecten
Kans koele routes	A	1	Richt zich op het ontwikkelen van koele fiets- en wandelroutes en het verbeteren van bestaande koele gebieden.	Kansen

Indicator	Klimaatatlas	Aantal	Toelichting	Type
Hittelabel	I	1	Beoordeelt de hittebestendigheid van gebouwen en wijken.	Effecten
Steenbreek richtlijn – score tuin	P	1	Toont in hoeverre een tuin voldoet aan de Steenbreekrichtlijn (max. 15 m ² verharding + 20% van de resterende oppervlakte). Meer verharding vergroot opwarming en versterkt hittestress.	Gebiedskenmerken
Steenbreek richtlijn – opgave tuin	P	1	Toont de overtollige verharding die verwijderd moet worden om te voldoen aan de Steenbreekrichtlijn. Het wegnemen hiervan beperkt opwarming en vermindert hittestress.	Gebiedskenmerken
Steenbreek richtlijn – score buurt	P	1	Toont het percentage tuinen in een buurt dat voldoet aan de Steenbreekrichtlijn. Een lager aandeel betekent meer opwarming en grotere hittestress.	Gebiedskenmerken
Verstening straten	P	1	Toont het percentage verharding van straten en pleinen. Hoge waarden leiden tot meer opwarming en versterkte hittestress.	Gebiedskenmerken

B.3 Indicatoren Overstromingen

Indicator	Klimaatatlas	Aantal	Toelichting	Type
Overstromingsbeeld doorbraak primaire keringen	C, D, F, G, I, K, L, M	8	Toont gebieden die kunnen overstromen en de maximale waterdieptes na een doorbraak van primaire waterkeringen.	Effecten
Overstromingsbeeld doorbraak regionale keringen	C, D, F, G, I, K, L, M	8	Geeft gebieden weer die kunnen overstromen en de maximale waterdieptes na een doorbraak van regionale waterkeringen.	Effecten
Vitale en kwetsbare functies en gebouwen	A, D, G, K, L	5	Geeft locaties van vitale en kwetsbare functies weer, zoals bedrijven met gevaarlijke stoffen, musea, elektriciteitsvoorzieningen, ziekenhuizen, brandweer, politie en zendmasten voor mobiele telefonie.	Effecten
(Maximale) Overstromingsdiepte	A, E, H, O	4	Geeft de mogelijke diepte van overstromingen weer, gebaseerd op verschillende overstromingskansen: grote kans (T=10), middelgrote kans (T=100), kleine kans (T=1000) en zeer kleine kans (T=100.000).	Effecten
(Plaatsgebonden) overstromingskansen	G, J, M, N	4	Toont de plaatsgebonden kans op overstroming in 2050, onderscheiden naar overstromingsdieptes (>0 cm, >20 cm, >50 cm, >200 cm).	Effecten

Indicator	Klimaatatlas	Aantal	Toelichting	Type
Ligging en klasse regionale keringen	A, G, L	3	Geeft de locatie en classificatie van regionale keringen weer, variërend van klasse I (1/10 kans op overstroming) tot klasse V (1/1000 kans op overstroming).	Gebiedskenmerken
Droge verdiepingen	A, G, L	3	Visualiseert de aanwezigheid van droge verdiepingen, cruciaal voor evacuatie bij overstromingen; varieert van “niet mogelijk” tot locaties met droge verdiepingen.	Effecten
Kwetsbaarheid panden / Water tegen gevel bij doorbraak keringen	C, G, L	3	Illustreert mogelijke waterhoogtes tegen gebouwen bij doorbraken van primaire en regionale keringen.	Effecten
Maaiveldhoogte	D, G, I	3	Toont de hoogteverschillen van het maaiveld en de richting van de waterstroom; belangrijk om te bepalen hoe en waar water zich verspreidt bij een doorbraak.	Gebiedskenmerken
Kwetsbaarheid gemalen	F, L	2	Geeft de kwetsbaarheid van verschillende soorten gemalen weer, zoals rioolgemalen en zuiveringsgemalen, onder verschillende overstromingsomstandigheden.	Effecten
Ligging en klasse primaire keringen	G, L	2	Toont de locatie en classificatie van primaire keringen, met overstromingskansen variërend van 1 op 10 tot 1 op 100.000 per jaar.	Gebiedskenmerken
Begaanbaarheid wegen	G, L	2	Visualiseert de toegankelijkheid van wegen tijdens overstromingen en identificeert welke wegen mogelijk onbegaanbaar zijn.	Effecten
Stijging waterstanden	J, N	2	Geeft informatie over verwachte waterstandstijgingen in een scenario voor 2050 met hoge waterstanden.	Effecten
Woningbouwontwikkelingen	A	1	Benadrukt het belang van het rekening houden met overstromingsrisico's bij woningbouwontwikkelingen, vooral bij nieuwbouw in overstroombare gebieden.	Gebiedskenmerken
Toetsoordeel keringen	A	1	Bevat beoordelingen van waterkeringen, met classificaties variërend van “voldoet ruim” tot “voldoet ruim niet”.	Gebiedskenmerken
Landgebruik	D	1	Geeft een overzicht van huidig landgebruik (bebouwing, groen, landbouw, infrastructuur). Dit is bepalend voor schade, toegankelijkheid en evacuatie bij overstromingen.	Gebiedskenmerken
Overstromingsbeeld boezemkadebreuk	G	1	Toont het overstroombare gebied en de maximale waterdieptes na een doorbraak van boezemkades.	Effecten

Indicator	Klimaatatlas	Aantal	Toelichting	Type
Schadekaart overstroming	L	1	Gebruikt de STOWA Waterschadeschatter om schades door doorbraken van primaire en regionale waterkeringen te schatten, gebaseerd op gecombineerde overstromingsbeelden.	Effecten
Overstromingsdiepte buitendijks	M	1	Geeft overstroombare gebieden en maximale waterdieptes weer voor buitendijkse gebieden.	Effecten
Overstromingsduur	M	1	Visualiseert de verwachte duur van overstromingen, met een herhalingskans van T = 1000 jaar.	Effecten

B.4 Indicatoren Droogte

Indicator	Klimaatatlas	Aantal	Toelichting	Type
Gemiddeld Laagste Grondwaterstand	A, D, F, G, H, I, J, L, N	9	Toont de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG), huidig of geprojecteerd voor 2050.	Effecten
Risico paalrot	A, B, C, I, J, K, N	7	Identificeert panden met risico op funderingsschade door paalrot bij dalende grondwaterstanden, gebaseerd op bouwperiode en locatie.	Effecten
Laagste grondwaterstanden in droge zomer 2018	B, C, J, N	4	Toont de laagste gemeten grondwaterstanden tijdens de droge zomer van 2018.	Effecten
Landgebruik	D, F, I	3	Geeft een overzicht van huidig landgebruik (bebouwing, groen, landbouw, infrastructuur). Verschillen in gebruik beïnvloeden verdamping en infiltratie en bepalen de droogtegevoeligheid.	Gebiedskenmerken
Openbaar groen	A, B	2	Toont locaties van openbaar groen die gevoelig kunnen zijn voor droogte, zoals gras en beplanting.	Gebiedskenmerken
Bomen	A, B	2	Geeft de locaties van verschillende typen bomen (o.a. monumentale en droogtegevoelige soorten); bomen zijn kwetsbaar voor lage grondwaterstanden en droogte.	Gebiedskenmerken
Potentieel maximaal neerslagtekort (eens per 10 jaar)	J, N	2	Vergelijkt het huidige potentieel maximale neerslagtekort (eens per 10 jaar) met voorspellingen voor 2050.	Klimaatverandering

Indicator	Klimaatatlas	Aantal	Toelichting	Type
Potentieel maximaal neerslagtekort (gemiddeld)	J, N	2	Vergelijkt het gemiddelde potentieel maximale neerslagtekort met voorspellingen voor 2050.	Klimaatverandering
Neerslag zomerkwartaal	J, N	2	Vergelijkt huidige en voorspelde neerslag in het zomerkwartaal tot 2050.	Klimaatverandering
Jaarlijkse referentieverdamping	J, N	2	Vergelijkt jaarlijkse referentieverdamping tussen de huidige situatie en 2050.	Klimaatverandering
Tekort oppervlaktewater gemiddeld	J, N	2	Toont het gemiddelde tekort aan oppervlaktewater voor zowel de huidige situatie als voorspellingen voor 2050.	Effecten
Tekort oppervlaktewater extreem droog jaar	J, N	2	Visualiseert het tekort aan oppervlaktewater in extreem droge jaren voor de huidige en toekomstige situatie tot 2050.	Effecten
Natuurbrandgevoeligheid	J, N	2	Geeft aan hoe gevoelig een gebied is voor natuurbranden onder huidige en toekomstige omstandigheden tot 2050.	Effecten
Risico droogtestress	J, N	2	Toont de verwachte opbrengstderving door droogtestress door water-tekort, inclusief toekomstige projecties tot 2050.	Effecten
Droogtegevoeligheid Grondwaterafhankelijke Natuur	J, N	2	Geeft aan hoe gevoelig grondwaterafhankelijke natuur is voor droogte, van niet gevoelig tot zeer gevoelig.	Effecten
Daling grondwaterstand	K, L	2	Toont de verwachte daling van de grondwaterstand in 2050 vergeleken met huidige niveaus.	Effecten
Sponspotentie door ontwateringsdiepte	A	1	Bepaalt het potentieel voor wateropname door de bodem op basis van ontwateringsdiepte.	Kansen
Verharde verblijfsplekken	A	1	Geeft locaties weer van verharde verblijfsplekken, zoals schoolpleinen, die minder waterdoorlatend zijn.	Gebiedskenmerken
Meekoppelkansen met projecten waar straat open gaat	A	1	Toont mogelijkheden om verharding te verminderen bij straatwerkzaamheden.	Kansen
Percentage groen in tuinen	A	1	Visualiseert het percentage groen in tuinen, variërend van 0% tot 100%, om vergroening te bevorderen.	Gebiedskenmerken
Uitzakking grondwater bij stress-scenario	B	1	Geeft aan hoe grondwaterstanden kunnen dalen tijdens extreme droogtescenario's.	Effecten

Indicator	Klimaatatlas	Aantal	Toelichting	Type
Vaarwegklasse provinciale vaarwegen	D	1	Classificeert provinciale vaarwegen op basis van scheepsafmetingen en diepgang, relevant voor droogtebeheer.	Gebiedskenmerken
Chloride gehalte	I	1	Meet het chloridegehalte in oppervlaktewater. Lage afvoeren en droogteperioden versterken verzilting.	Effecten
Drooglegging	L	1	Visualiseert hoe hoog het maaiveld boven het waterpeil ligt, belangrijk voor droogtebeheer.	Effecten
Droogtegevoelige keringen	L	1	Toont droogtegevoelige keringen, zoals veendijken, die aandacht vereisen tijdens droge periodes.	Effecten
Gebieden met droogval of peiluitzakking	M	1	Identificeert gebieden waar het grondwaterpeil significant kan dalen tijdens droge periodes.	Effecten
Risico's wateraanvoer	M	1	Geeft per gebied risico's weer voor wateraanvoer. Droogte vergroot de kans op tekorten in aanvoer van zoet water.	Effecten
Kwetsbaarheid Natura 2000 gebieden	M	1	Geeft de kwetsbaarheid van Natura 2000-gebieden weer. Droogte veroorzaakt verdroging van habitat en verlies van grondwaterafhankelijke natuur.	Effecten
Kwetsbaarheid Kaderrichtlijn Water plassen	M	1	Toont de kwetsbaarheid van plassen volgens de Kaderrichtlijn Water, inclusief waterkwaliteits- en kwantiteitsrisico's.	Effecten
Steenbreek richtlijn – score tuin	P	1	Toont in hoeverre een tuin voldoet aan de Steenbreekrichtlijn (max. 15 m ² verharding + 20% van de resterende oppervlakte). Meer verharding beperkt infiltratie en vergroot de droogtegevoeligheid.	Gebiedskenmerken
Steenbreek richtlijn – opgave tuin	P	1	Toont de overtollige verharding die verwijderd moet worden om te voldoen aan de Steenbreekrichtlijn. Het wegnemen hiervan vergroot infiltratie en vermindert droogtegevoeligheid.	Gebiedskenmerken
Steenbreek richtlijn – score buurt	P	1	Toont het percentage tuinen in een buurt dat voldoet aan de Steenbreekrichtlijn. Een lager aandeel betekent minder infiltratie en een grotere droogtegevoeligheid.	Gebiedskenmerken
Verstening straten	P	1	Toont het percentage verharding van straten en pleinen. Hoge waarden beperken infiltratie en vergroten de droogtegevoeligheid.	Gebiedskenmerken

B.5 Indicatoren Bodemdaling

Indicator	Klimaatatlas	Aantal	Toelichting	Type
Bodemdaling 2020 – 2050 Laag (peilfixatie en beperkte klimaatverandering)	A, C, D, E, J, G, K, L, N	9	Toont de bodemdaling met peilfixatie en beperkte klimaatverandering in verschillende gebieden, mogelijk weergegeven per subbuurt.	Effecten
Bodemdaling 2020 – 2050 Hoog (peilindexatie en sterke klimaatverandering)	D, E, G, J, L, N	6	Toont de bodemdaling met peilindexatie en sterke klimaatverandering in verschillende gebieden, mogelijk weergegeven per subbuurt.	Effecten
Kwetsbaarheid panden t.g.v. bodemdaling	G, L	2	Geeft een indicatie van de kwetsbaarheid van gebouwen voor bodemdaling, gebaseerd op zettingsgevoeligheid van de ondergrond en funderingstype.	Effecten
Bodemdaling wegen	G, L	2	Visualiseert de verwachte schade aan wegen door bodemdaling, gebaseerd op bodemverzakkingsdata tot 2050 onder het WH2050-klimaatscenario.	Effecten
Bodemdaling door ophoging	J, N	2	Biedt inzicht in de gevoeligheid van gebieden voor bodemdaling door ophoging van de ondergrond.	Effecten
Risico verschilzetting	J, N	2	Geeft een indicatie van het risico op ongelijke verzakking van gebouwen op staalfunderingen door bodemdaling tot 2050 onder sterke klimaatverandering.	Effecten
Kans aanpak bodemdaling in gebieden met veel bodemdaling (> 4 mm/jaar)	A	1	Identificeert locaties waar bodemdaling kan worden aangepakt, zoals openbare verblijfsplekken, met maatregelen als bodemsstabilisatie of ophoging.	Kansen
Bomen	A	1	Geeft de locaties van verschillende typen bomen; bomen kunnen instabiel worden door verzakkingen en bodemdaling.	Gebiedskenmerken
Bodemdaling in de droge jaren 2018 en 2019	B	1	Visualiseert bodemdaling zoals gemeten in de droge jaren 2018 en 2019 op basis van satellietdata.	Effecten
Bodemdaling provinciale vaarwegen	D	1	Geeft een indicatie van de provinciale vaarwegen die risico lopen op problemen door bodemdaling.	Effecten
Maaiveldhoogte	D	1	Toont de hoogteverschillen van het maaiveld en de richting van de waterstroom; belangrijk om te bepalen hoe hoogteverschillen de gevoeligheid en impact van bodemdaling bepalen.	Gebiedskenmerken

Indicator	Klimaatatlas	Aantal	Toelichting	Type
Landgebruik	D	1	Geeft een overzicht van huidig landgebruik (bebouwing, groen, landbouw, infrastructuur). Gebruikstype bepaalt waar bodemdaling extra risico's oplevert (zoals bij bebouwing en infrastructuur).	Gebiedskenmerken
Totaalkaart bodemdaling	G	1	Geeft aan welke gebieden gevoelig zijn voor bodemdaling of sterk bodemdalingsgevoelig zijn.	Effecten
Bodemdaling vaarwegen	G	1	Toont de kwetsbaarheid van provinciale vaarwegen voor bodemdaling.	Effecten
Bodemdaling kunstwerken	G	1	Visualiseert de kwetsbaarheid van kunstwerken, zoals bruggen en viaducten, voor bodemdaling.	Effecten
Sturingskaart bodemdaling	O	1	Geeft een overzicht van het risico op bodemdaling bij bouwprojecten waarbij de bodem wordt opgehoogd met zand.	Effecten

B.6 Indicatoren Grondwater

Indicator	Klimaatatlas	Aantal	Toelichting	Type
Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand	D, F, G, I, J, L, N	7	Toont de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG), huidig of geprojecteerd voor 2050.	Effecten
Ontwikkeling kans grondwateroverlast	J, N	2	Toont de verwachte kans op grondwateroverlast in 2050 op basis van klimaatscenario's.	Effecten
Kwel en infiltratie	J, N	2	Geeft aan waar kwel (opwellend grondwater) plaatsvindt en waar water infiltreert in de bodem, wat cruciaal is voor het waterbeheer.	Effecten
Risico zuurstofstress	J, N	2	Toont gebieden met risico op zuurstoftekort in de bodem door hoge grondwaterstanden, wat van invloed kan zijn op plant- en bodemgezondheid.	Effecten
Risico op ondergrondverdichting	J, N	2	Toont de kans op verdichting van de bodem, wat de waterinfiltratie kan beperken. Verdichting vergroot de kans op grondwateroverlast.	Effecten
Stedelijke infiltratie kansen	J, N	2	Geeft aan waar stedelijke gebieden mogelijkheden hebben voor waterinfiltratie, wat nuttig is voor het verminderen van overstromingsrisico's.	Kansen
Panden met kans grondwateroverlast	A	1	Identificeert gebouwen met een verhoogd risico op grondwateroverlast, met name oudere gebouwen op staalfunderingen die mogelijk niet waterdicht zijn.	Effecten
Ontwateringsdiepte	A	1	Toont locaties waar de ontwateringsdiepte minder dan 1 meter is, wat een hoger risico op grondwateroverlast met zich meebrengt.	Effecten

B.7 Indicatoren Biodiversiteit

Indicator	Klimaatatlas	Aantal	Toelichting	Type
Bomen	A, B, L	3	Geeft de locaties van verschillende typen bomen (o.a. monumentale en kwetsbare soorten); bomen dragen bij aan biodiversiteit en ecologische veerkracht.	Gebiedskenmerken

Indicator	Klimaatatlas	Aantal	Toelichting	Type
Openbaar groen	A, B	2	Toont de locaties van verschillende vormen van openbaar groen, zoals beplanting, grassen en hagen; dit groen draagt bij aan biodiversiteit en bepaalt de ecologische veerkracht tijdens droge periodes.	Gebiedskenmerken
Landgebruik	G, I	2	Geeft een overzicht van huidig landgebruik (bebouwing, groen, landbouw, infrastructuur). Dit bepaalt de ruimte en kwaliteit voor biodiversiteit.	Gebiedskenmerken
Percentage groen in tuinen	A	1	Toont het percentage groen in tuinen, variërend van 0% tot 100%, om de mate van vegetatie in stedelijke gebieden te visualiseren en de ecologische waarde te evalueren.	Gebiedskenmerken
Natuurnetwerk Nederland	G	1	Geeft inzicht in bestaande en nieuwe natuurgebieden, inclusief Natura2000-gebieden, ecologische verbindingen, en waternatuurgebieden, om de bescherming en versterking van biodiversiteit te bevorderen.	Gebiedskenmerken
Boomkroonbedekking per wijk	L	1	Meet het percentage van de wijk dat bedekt is met bomen, inclusief bomen van zowel de gemeente als particulieren, om de bijdrage aan verkoeling, vergroening, en biodiversiteit in stedelijke gebieden te evalueren.	Gebiedskenmerken
Kwetsbaarheid Natura 2000 gebieden	M	1	Geeft de kwetsbaarheid van Natura 2000-gebieden weer. Verlies van soortenrijkdom en aantasting van leefgebieden verminderen de ecologische veerkracht.	Effecten
3-30-300 regel	P	1	Beoordeelt of een pand voldoet aan drie richtlijnen voor een biodiverse en gezonde leefomgeving: (1) zicht op ≥ 3 bomen vanuit huis, (2) $\geq 30\%$ bladerdek in de wijk, en (3) ≤ 300 meter tot een publiek toegankelijke groene plek. Deze gecombineerde indicator biedt inzicht in de sociale, ecologische en thermische kwaliteit van de leefomgeving en is sterk verbonden met biodiversiteit op ooghoogte enikbaarbaar groen.	Gebiedskenmerken
Steenbreek richtlijn – score tuin	P	1	Toont in hoeverre een tuin voldoet aan de Steenbreekrichtlijn (max. 15 m ² verharding + 20% van de resterende oppervlakte). Meer verharding beperkt ruimte voor groen en vermindert biodiversiteit.	Gebiedskenmerken

Indicator	Klimaatatlas	Aantal	Toelichting	Type
Verstening straten	P	1	Toont het percentage verharding van straten en pleinen. Hoge waarden verkleinen de mogelijkheden voor groen en beperken biodiversiteit.	Gebiedskenmerken

B.8 Indicatoren Waterkwaliteit

Indicator	Klimaatatlas	Aantal	Toelichting	Type
Risico opwarming oppervlaktewater	J, K, L, N	4	Evalueert het risico op opwarming van oppervlaktewater door klimaatverandering, met het aantal dagen met oppervlaktetemperaturen boven 20 °C als maatstaf, inclusief huidige en toekomstige scenario's.	Effecten
Opwarming drinkwater	F, L, M	3	Toont de opwarming van drinkwater in leidingen door hoge buitentemperaturen; dit is een direct effect van hittegolven.	Effecten
Zwemlocaties	K, L	2	Identificeert locaties waar zwemmen in oppervlaktewater plaatsvindt en mogelijke invloed van temperatuurveranderingen.	Gebiedskenmerken
Chloride gehalte	K, L	2	Meet het chloridegehalte in oppervlaktewater. Hoge waarden beperken de beschikbaarheid van zoet water en beïnvloeden ecologische kwaliteit.	Effecten
Hittestress – Oppervlakte temperatuur	F	1	Toont de oppervlaktetemperatuur in gebieden tijdens zomerse dagen; hoge temperaturen leiden tot hittestress en beïnvloeden ook de waterkwaliteit van stedelijke systemen.	Effecten
Functioneren ecosysteem (huidig)	M	1	Analyseert de voedselrijkheid van oppervlaktewater en de impact op ecologische waterkwaliteit en biodiversiteit, rekening houdend met klimaatverandering en toenemende nutriënten.	Gebiedskenmerken
Effect van klimaatverandering op functioneren ecosysteem	M	1	Evalueert hoe klimaatverandering het functioneren van ecosystemen in oppervlaktewater kan beïnvloeden door veranderingen in nutriëntenhuishouding en temperatuur.	Effecten
Chemische waterkwaliteit (huidig)	M	1	Geeft de huidige chemische kwaliteit van oppervlaktewater weer en voorspelt mogelijke verslechtering door klimaatverandering, gebaseerd op gemeten normoverschrijdingen en blootstellingsrisico's.	Gebiedskenmerken

Indicator	Klimaatatlas	Aantal	Toelichting	Type
Effect van klimaatverandering op chemische waterkwaliteit	M	1	Evalueert hoe klimaatverandering de chemische samenstelling van oppervlaktewater beïnvloedt, met mogelijke toename van toxische stoffen boven veilige normen.	Effecten
Zuurstof en temperatuur (huidig)	M	1	Meet zuurstofniveaus en watertemperatuur in oppervlaktewater en hun effect op de overleving van aquatische organismen, met risico's zoals vissterfte en biodiversiteitsverlies.	Gebiedskenmerken
Effect van klimaatverandering op zuurstof en temperatuur	M	1	Evalueert de impact van klimaatverandering op zuurstofgehaltes en temperaturen in oppervlaktewater, wat gevolgen kan hebben voor de biodiversiteit.	Effecten
Bacteriologische kwaliteit (huidig)	M	1	Bepaalt de bacteriologische kwaliteit van oppervlaktewater, inclusief de aanwezigheid van schadelijke bacteriën zoals E-coli, met een focus op gezondheidsrisico's voor mens en dier.	Gebiedskenmerken
Effect van klimaatverandering op bacteriologische kwaliteit	M	1	Evalueert hoe klimaatverandering de bacteriologische kwaliteit van oppervlaktewater kan beïnvloeden, met mogelijke toename van gezondheidsrisico's.	Effecten
Risico's wateraanvoer	M	1	Geeft per gebied risico's weer voor wateraanvoer. Te weinig afvoer leidt tot verzilting en slechte waterkwaliteit.	Effecten
Kwetsbaarheid Kaderrichtlijn Water plassen	M	1	Geeft de kwetsbaarheid van plassen aan volgens de Kaderrichtlijn Water, met een beoordeling van risico's voor waterkwaliteit en hoeveelheid onder verschillende klimaatscenario's.	Effecten

Bijlage C Python Scripts

C.1 Scripts Wateroverlast

Wateroverlast - Voorbewerking

I. Algemeen

A. Importeren Functies

```
In [1]: # Importeren van ArcPy en Spatial Analyst-extensie
import arcpy
from arcpy.sa import *

# Instellen van workspace
arcpy.env.workspace = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Wateroverlast"

# Geen automatische toevoeging aan de kaart aan map
arcpy.env.addOutputsToMap = False
```

B. Importeren Data

```
In [2]: # Importeren bestanden
gemeenten0 = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Data\WijkBuurtKaart\WijkBuurtkaart_2025_v0.gpkg\main.gemeenten_v0"
kernen0 = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Data\Kaag en Braassem\Kernen.shp"
postcode60 = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Data\Postcode6\cbs_pc6_2024_v1.gpkg\main.cbs_pc6_2024"
weglijnen0 = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Data\NWB\01-05-2025\01-05-2025\Wegvakken\Wegvakken.gpkg\main.Wegvakken"
wegbreedte0 = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Data\NWB\wkd_036-WGBRDTV2.csv"
panden0 = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Data\BAG\bag-light.gpkg\main.pand"
waterdiepte0 = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Data\KlimaatEffectAtlas\Wateroverlast\Ongeclassificeerd\70mm\RF070_3_5.tif"
```

II. Voorbewerking Data

1. Gemeente

1.1 Gemeente - Select Analysis

```
In [3]: # Definier output-bestand
gemeente = r"Wateroverlast.gdb\gemeente"

# Maak een query om Kaag en Braassem te selecteren
gemeente_query = "gm_naam = 'Kaag en Braassem'" # Filter op 'Kaag en Braassem' in het veld 'gm_naam'

# Selecteer de gemeentegrens en sla deze op
arcpy.Select_analysis(
    in_features=gemeenten0, # Inputlaag met gemeentengeografie
    out_feature_class=gemeente, # Outputlaag voor de geselecteerde gemeentegrens
    where_clause=gemeente_query # Filter op de geselecteerde gemeente
)

print(f"Gemeentegrens opgeslagen: {gemeente}")
```

Gemeentegrens opgeslagen: Wateroverlast.gdb\gemeente

1.2 Gemeente - Buffer

```
In [4]: # Definier output-bestand
gemeente_buffer = r"Wateroverlast.gdb\gemeente_buffer"

# Maak een buffer van 50 meter rond de gemeentegrens
arcpy.Buffer_analysis(
```

```

in_features=gemeente, # Inputlaag voor de gemeentegrens
out_feature_class=gemeente_buffer, # Outputlaag voor de buffer
buffer_distance_or_field="50 Meters", # Bufferafstand van 50 meter
dissolve_option="ALL" # Combineer aangrenzende buffergebieden
)

print(f"Buffer opgeslagen: {gemeente_buffer}")

```

Buffer opgeslagen: Wateroverlast.gdb\gemeente_buffer

2. Kern

2.1 Kern - Copy Features

```

In [5]: # Definier output-bestand
kernen = r"Wateroverlast.gdb\kernen"

# Kopieer de kern-grenzen naar de Kaag en Braassem laag
arcpy.CopyFeatures_management(
    in_features=kernen0, # Inputlaag voor de kern-grenzen
    out_feature_class=kernen # Outputlaag voor de gekopieerde kern-grenzen
)

print(f"Kern-grenzen opgeslagen: {kernen}")

```

Kern-grenzen opgeslagen: Wateroverlast.gdb\kernen

3. Postcode6

3.1 Postcode6 - Select By Location

```

In [6]: # Definier output-bestand
postcode6 = r"Wateroverlast.gdb\postcode6"

# Maak een feature layer van de Postcode6-gebieden
arcpy.MakeFeatureLayer_management(
    in_features=postcode60, # Inputlaag met Postcode6-gebieden
    out_layer="postcode6_layer" # Outputlaag met de feature layer
)

# Selecteer de Postcode6-gebieden waarvan het centroid binnen de gemeentegrens ligt
arcpy.SelectLayerByLocation_management(
    in_layer="postcode6_layer", # De laag waarin we de selectie uitvoeren
    overlap_type="HAVE_THEIR_CENTER_IN", # De ruimtelijke relatie die we gebruiken
    select_features=gemeente, # De laag waarin we de selectie baseren (gemeente)
    selection_type="NEW_SELECTION" # Type selectie (Nieuw selecteren)
)

# Sla de geselecteerde Postcode6-gebieden op
arcpy.CopyFeatures_management(
    in_features="postcode6_layer", # De laag met de geselecteerde Postcode6-gebieden
    out_feature_class=postcode6 # Outputlaag voor de geselecteerde gebieden
)

print(f"Postcode6-gebieden binnen Kaag en Braassem opgeslagen: {postcode6}")

```

Postcode6-gebieden binnen Kaag en Braassem opgeslagen: Wateroverlast.gdb\postcode6

4. Weglijnen

4.1 Weglijnen - Select

```

In [7]: # Definieer output-bestand
weglijnen = r"Wateroverlast.gdb\weglijnen"

# Maak een query om alleen de weglijnen van Kaag en Braassem te selecteren
weglijnen_query = "GME_NAAM = 'Kaag en Braassem'" # Filter op 'Kaag en Braassem' in het veld 'GME_NAAM'

# Selecteer de weglijnen binnen Kaag en Braassem en sla deze op
arcpy.Select_analysis(
    in_features=weglijnen0, # Inputlaag met NWB-weglijnen
    out_feature_class=weglijnen, # Outputlaag voor de geselecteerde weglijnen
    where_clause=weglijnen_query # Filter op de geselecteerde gemeente
)

```

```
print(f"Weglijnen binnen Kaag en Braassem opgeslagen als: {weglijnen}")
```

Weglijnen binnen Kaag en Braassem opgeslagen als: Wateroverlast.gdb\weglijnen

4.2 Weglijnen - Table to Table voor breedtes

```
In [8]: # Zet CSV met wegbreedte om naar een ArcGIS tabel in je geodatabase
arcpy.conversion.TableToTable(
    in_rows=wegbreedte0,          # CSV bronbestand
    out_path=r"Wateroverlast.gdb", # Geodatabase folder waar tabel wordt opgeslagen
    out_name="wegbreedte"         # Naam van de output tabel in GDB
)

print("Wegenbreedtetabel opgeslagen als: Wateroverlast.gdb\wegbreedte")
```

Wegenbreedtetabel opgeslagen als: Wateroverlast.gdb\wegbreedte

5. Panden

5.1 Panden - Select Layer By Location

```
In [9]: # Definier output-bestand
panden = r"Wateroverlast.gdb\panden"

# Maak een tijdelijke feature layer van panden
arcpy.management.MakeFeatureLayer(
    in_features=panden0, # De laag met panden
    out_layer="panden_layer" # De naam van de tijdelijke feature layer
)

# Selecteer panden die (deels) binnen de gemeente liggen
arcpy.management.SelectLayerByLocation(
    in_layer="panden_layer", # De feature layer van panden
    overlap_type="INTERSECT", # Ruimtelijke selectie van panden die de gemeente overlappen
    select_features=gemeente, # De gemeentegrenzen
    selection_type="NEW_SELECTION" # Nieuwe selectie maken
)

# Sla de geselecteerde panden op
arcpy.management.CopyFeatures(
    in_features="panden_layer", # De geselecteerde panden
    out_feature_class=panden # Outputlaag voor de geselecteerde panden
)

print(f"Panden binnen Kaag en Braassem opgeslagen als: {panden}")
```

Panden binnen Kaag en Braassem opgeslagen als: Wateroverlast.gdb\panden

6. Waterdiepte

6.1 Waterdiepte - Extract By Mask

```
In [10]: # Definier output-bestand
waterdiepte = r"Wateroverlast.gdb\waterdiepte"

# Clip de waterdiepte-rasterlaag op de buffer van de gemeentegrens
waterdiepte_clipped = arcpy.sa.ExtractByMask(
    in_raster=waterdiepte0, # Het raster dat we willen knippen (waterdiepte)
    in_mask_data=gemeente_buffer # De laag die wordt gebruikt als mask (gemeente buffer)
)

# Locatie van GeoDataBase
gdb_path = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of
Technology\Afstuderen\GIS\Wateroverlast\Wateroverlast.gdb"

# Sla het geknipte raster op in de geodatabase
waterdiepte_clipped.save(f"{gdb_path}\waterdiepte")

print(f"Waterdiepte-raster geknipt en opgeslagen: {waterdiepte}")
```

Waterdiepte-raster geknipt en opgeslagen: Wateroverlast.gdb\waterdiepte

Wateroverlast - Waterdiepte

I. Algemeen

A. Importeren Functies en Instellen Workspace

```
In [11]: # Importeren van ArcPy en Spatial Analyst-extensie
import arcpy
from arcpy.sa import *

# Instellen van de workspace
arcpy.env.workspace = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Wateroverlast"

# Geen automatische toevoeging aan de kaart aan map
arcpy.env.addOutputsToMap = False
```

B. Importeren Voorbewerkte Data

```
In [12]: # Importeren voorbereide data
gemeente = r"Wateroverlast.gdb\gemeente"
gemeente_buffer = r"Wateroverlast.gdb\gemeente_buffer"
kernen = r"Wateroverlast.gdb\kernen"
postcode6 = r"Wateroverlast.gdb\postcode6"
waterdiepte = r"Wateroverlast.gdb\waterdiepte"
```

II. Data Analyse

1. Postcode 6

1.1 Export Features

```
In [13]: # Definieer de output-featureclass voor deze indicator
waterdiepte_pc6 = r"Waterdiepte.gdb\waterdiepte_pc6"

# Bouw field mapping: alleen het veld 'postcode6' behouden
field_mappings = arcpy.FieldMappings() # Start met een lege field mapping
field_map = arcpy.FieldMap() # Maak een individuele field map aan
field_map.addInputField(postcode6, "postcode6") # Voeg het veld 'postcode6' toe
field_mappings.addFieldMap(field_map) # Voeg deze toe aan de volledige mapping

# Exporteer postcode6-vlakken naar een nieuwe featureclass met alleen geometrie en 'postcode6'
arcpy.conversion.ExportFeatures(
    in_features=postcode6, # Invoergeometrie (alle postcodevlakken in Kaag en Braassem)
    out_features=waterdiepte_pc6, # Doel-featureclass in de geodatabase
    where_clause="", # Geen selectie; alles meenemen
    use_field_alias_as_name=None, # Gebruik standaard aliasnamen
    field_mapping=field_mappings, # Alleen het veld 'postcode6' meenemen
    sort_field=None # Geen sorteerveld opgegeven
)

print(f"Nieuwe featureclass aangemaakt: {waterdiepte_pc6}")
```

Nieuwe featureclass aangemaakt: Waterdiepte.gdb\waterdiepte_pc6

1.2 Zonal Statistics

```
In [14]: # Definieer de output-tabel voor Zonal Statistics
zonalstats_waterdiepte_pc6 = r"Waterdiepte.gdb\zonalstats_waterdiepte_pc6"

# Voer ZonalStatistics uit en sla de tabel fysiek op
arcpy.sa.ZonalStatisticsAsTable(
    in_zone_data=waterdiepte_pc6, # Postcode 6-gebieden als zones
    zone_field="postcode6", # Het veld waarmee we per vlak willen groeperen (postcode6)
    in_value_raster=waterdiepte, # Raster met waterdiepte
```

```

out_table=zonalstats_waterdiepte_pc6, # Uitvoerlocatie voor de tabel met statistieken
statistics_type="ALL" # Bereken alle standaardstatistieken (MIN, MAX, MEAN, enz.)
)

print(f"Zonal Statistics uitgevoerd en opgeslagen als tabel: {zonalstats_waterdiepte_pc6}")

```

Zonal Statistics uitgevoerd en opgeslagen als tabel: Waterdiepte.gdb\zonalstats_waterdiepte_pc6

1.3 Postcode6 - Join Field

```

In [15]: # Voeg de Zonal Statistics toe aan de attributentabel van waterdiepte_pc6
arcpy.management.JoinField(
    in_data=waterdiepte_pc6, # De laag waaraan we de statistieken willen toevoegen
    in_field="postcode6", # Het veld waarmee we gaan joinen (postcode6)
    join_table=zonalstats_waterdiepte_pc6, # De tabel met de berekende statistieken
    join_field="postcode6", # Het veld waarmee we gaan joinen in de statistieken tabel
    fields=["MIN", "MAX", "MEAN"] # De velden die we willen toevoegen aan de attributentabel
)

print(f"Zonal Statistics toegevoegd aan 'waterdiepte_pc6'")

```

Zonal Statistics toegevoegd aan 'waterdiepte_pc6'

1.4 Postcode6 - Alter Field

```

In [16]: # Pas de veldnamen aan voor MIN
arcpy.management.AlterField(
    in_table=waterdiepte_pc6, # De laag waarvoor we de veldnamen aanpassen
    field="MIN", # Huidige veldnaam die we willen aanpassen
    new_field_name="Min_Waterdiepte", # Nieuwe naam voor het veld
    new_field_alias="Minimale Waterdiepte" # Alias voor het veld
)

# Pas de veldnamen aan voor MAX
arcpy.management.AlterField(
    in_table=waterdiepte_pc6, # De laag waarvoor we de veldnamen aanpassen
    field="MAX", # Huidige veldnaam die we willen aanpassen
    new_field_name="Max_Waterdiepte", # Nieuwe naam voor het veld
    new_field_alias="Maximale Waterdiepte" # Alias voor het veld
)

# Pas de veldnamen aan voor MEAN
arcpy.management.AlterField(
    in_table=waterdiepte_pc6, # De laag waarvoor we de veldnamen aanpassen
    field="MEAN", # Huidige veldnaam die we willen aanpassen
    new_field_name="Gem_Waterdiepte", # Nieuwe naam voor het veld
    new_field_alias="Gemiddelde Waterdiepte" # Alias voor het veld
)

print(f"Veldnamen aangepast in 'waterdiepte_pc6'")

```

Veldnamen aangepast in 'waterdiepte_pc6'

2. Waterdiepte

2.1 Waterdiepte – Reclassificatie naar vijf klassen

```

In [17]: # Zet het originele raster om naar een Raster-object
waterdiepte_raster = Raster(waterdiepte)

# Reclassificeer de rasterwaarden in vijf klassen
waterdiepte_class = Reclassify(
    in_raster=waterdiepte_raster, # Invoer: continue raster met waterdiepte in meters
    reclass_field="Value", # Gebruik numerieke rasterwaarden voor classificatie
    remap=RemapRange([ # Definitie van vijf vaste klassen
        [0.0, 0.05, 1],
        [0.05, 0.10, 2],
        [0.10, 0.20, 3],
        [0.20, 0.30, 4],
        [0.30, 10.0, 5]
    ]),
    missing_values="NODATA" # Waarden buiten deze ranges worden NoData
)

# Sla het gereclassificeerde raster op in geheugen

```

```
waterdiepte_class.save("in_memory/waterdiepte_class")

print("Waterdiepte gereclassificeerd naar vijf klassen (1-5).")
```

Waterdiepte gereclassificeerd naar vijf klassen (1-5).

2.2 Waterdiepte – Raster naar polygonen (klassen)

```
In [18]: # Definieer de outputnaam voor de polygonlaag
waterdiepte_polygon = "Waterdiepte.gdb/waterdiepte"

# Zet het gereclassificeerde raster om naar polygonen
arcpy.conversion.RasterToPolygon(
    in_raster="in_memory/waterdiepte_class", # Raster met klassen in geheugen
    out_polygon_features=waterdiepte_polygon, # Output polygonlaag in juiste GDB
    simplify="NO_SIMPLIFY", # Geen vereenvoudiging van randen
    raster_field="Value" # Gebruik klassewaarde als attribuut
)

print(f"Raster succesvol omgezet naar polygonlaag '{waterdiepte_polygon}' (klassen 1-5).")
```

Raster succesvol omgezet naar polygonlaag 'Waterdiepte.gdb/waterdiepte' (klassen 1-5).

2.3 Waterdiepte – Veld 'gridcode' vertalen naar waterdiepte-klasse

```
In [19]: # Stap 1: Voeg veld 'Waterdiepte' toe als tekstveld
arcpy.management.AddField(waterdiepte_polygon, "Waterdiepte", "TEXT", field_length=225)

# Stap 2: Mapping van numerieke waarden naar tekstlabels
label_dict = {
    1: "< 5 cm",
    2: "5 - 10 cm",
    3: "10 - 20 cm",
    4: "20 - 30 cm",
    5: "> 30 cm"
}

# Stap 3: Vul het veld 'Waterdiepte' op basis van 'gridcode'
with arcpy.da.UpdateCursor(waterdiepte_polygon, ["gridcode", "Waterdiepte"]) as cursor:
    for row in cursor:
        row[1] = label_dict.get(row[0], None)
        cursor.updateRow(row)

print("Veld 'Waterdiepte' gevuld met tekstlabels.")

# Stap 4: Verwijder het oorspronkelijke veld 'gridcode'
arcpy.management.DeleteField(waterdiepte_polygon, ["gridcode"])

print("Veld 'gridcode' verwijderd.")
```

Veld 'Waterdiepte' gevuld met tekstlabels.
Veld 'gridcode' verwijderd.

```
In [20]: # Stap 4: Verwijder het oorspronkelijke veld 'Id'
arcpy.management.DeleteField(waterdiepte_polygon, ["Id"])

print("Veld 'Id' verwijderd.")
```

Veld 'Id' verwijderd.

3. Visueel

3.1 Waterdiepte PC6 - Round

```
In [21]: # Bereken waterdiepte in centimeter, met afronding en null-check
code = """
def naar_cm(waarde):
    if waarde is None:
        return None
    return round(waarde * 100, 1)
"""

# Zet Min_Waterdiepte om van meter naar afgeronde centimeter
arcpy.management.CalculateField(
    in_table=waterdiepte_pc6, # De laag met de waterdieptevelden
    field="Min_Waterdiepte", # Bestaand veld in meter
```

```

        expression="naar_cm(!Min_Waterdiepte!)", # Omrekening naar cm + afronding
        expression_type="PYTHON3",
        code_block=code
    )

    # Zet Gem_Waterdiepte om van meter naar afgeronde centimeter
    arcpy.management.CalculateField(
        in_table=waterdiepte_pc6,
        field="Gem_Waterdiepte",
        expression="naar_cm(!Gem_Waterdiepte!)",
        expression_type="PYTHON3",
        code_block=code
    )

    # Zet Max_Waterdiepte om van meter naar afgeronde centimeter
    arcpy.management.CalculateField(
        in_table=waterdiepte_pc6,
        field="Max_Waterdiepte",
        expression="naar_cm(!Max_Waterdiepte!)",
        expression_type="PYTHON3",
        code_block=code
    )

    print(f"Waterdieptevelen in 'waterdiepte_pc6' omgerekend naar afgeronde centimeters.")

```

Waterdieptevelen in 'waterdiepte_pc6' omgerekend naar afgeronde centimeters.

Wateroverlast - Begaanbaarheid Wegen

I. Algemeen

A. Importeren Functies en Instellen Workspace

```
In [22]: # Importeren van ArcPy en Spatial Analyst-extensie
import arcpy
from arcpy.sa import *

# Instellen van de workspace
arcpy.env.workspace = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Wateroverlast"

# Geen automatische toevoeging aan de kaart aan map
arcpy.env.addOutputsToMap = False
```

B. Importeren Voorbewerkte Data

```
In [23]: # Importeren voorbewerkte data
gemeente = r"Wateroverlast.gdb\gemeente"
gemeente_buffer = r"Wateroverlast.gdb\gemeente_buffer"
kernen = r"Wateroverlast.gdb\kernen"
postcode6 = r"Wateroverlast.gdb\postcode6"
weglijnen = r"Wateroverlast.gdb\weglijnen"
wegbreedte = r"Wateroverlast.gdb\wegbreedte"
waterdiepte = r"Wateroverlast.gdb\waterdiepte"
```

II. Data Analyse

1.1 Wegen - Copy features

```
In [24]: wegen = r"BegaanbaarheidWegen.gdb\wegen"

# Kopieer volledige feature class (geometrie + attributen)
arcpy.management.CopyFeatures(
    in_features=weglijnen,
    out_feature_class=wegen
)

print(f"Feature class gekopieerd naar: {wegen}")
```

Feature class gekopieerd naar: BegaanbaarheidWegen.gdb\wegen

1.2 Wegen - Join breedte

```
In [25]: # verwijder bestaande velden 'BREEDTE' en 'BREEDTE_1' uit de wegen feature class
te_verwijderen = ["BREEDTE", "BREEDTE_1"]
arcpy.management.DeleteField(
    in_table=wegen,
    drop_field=te_verwijderen
)
print(f"Oude breedtevelen {te_verwijderen} verwijderd uit {wegen}")

# Voeg 'BREEDTE' uit wegbreedte toe aan wegen via join op WVK_ID
arcpy.management.JoinField(
    in_data=wegen,
    in_field="WVK_ID",
    join_table=wegbreedte,
    join_field="WVK_ID",
    fields=["BREEDTE"]
)
```



```
print("Breedte toegevoegd aan wegen")
```

Oude breedtevelen ['BREEDTE', 'BREEDTE_1'] verwijderd uit BegaanbaarheidWegen.gdb\wegen
Breedte toegevoegd aan wegen

1.3 Wegen - Calculate Field - Onbekend naar null

```
In [26]: # Zet tekstwaarde 'onbekend' om naar NULL in veld 'BREEDTE'
arcpy.management.CalculateField(
    in_table=wegen,                # Input feature class met weglijnen
    field="BREEDTE",              # Veld waarin 'onbekend' vervangen wordt
    expression="None if !BREEDTE! == 'onbekend' else !BREEDTE!", # Python-expressie
    expression_type="PYTHON3"     # Python
)

print("Waarden 'onbekend' in veld 'BREEDTE' omgezet naar <null>")
```

Waarden 'onbekend' in veld 'BREEDTE' omgezet naar <null>

1.4 Wegen - Add Field - Breedte_M (Double)

```
In [27]: # Voeg nieuw veld 'Breedte_val' toe van type DOUBLE (ipv text)
arcpy.management.AddField(
    in_table=wegen,
    field_name="Breedte_val",
    field_type="DOUBLE"
)

print("Veld 'Breedte_val' toegevoegd als DOUBLE")
```

Veld 'Breedte_val' toegevoegd als DOUBLE

1.5 Wegen - Calculate Field

```
In [28]: # Vul 'Breedte_val' met numerieke waarden geconverteerd uit tekstveld 'BREEDTE'

code_block = """
def to_float(val):
    try:
        return float(val)
    except:
        return None
"""

arcpy.management.CalculateField(
    in_table=wegen,
    field="Breedte_val",
    expression="to_float(!BREEDTE!)",
    expression_type="PYTHON3",
    code_block=code_block
)

print("Veld 'Breedte_val' gevuld met numerieke waarden")
```

Veld 'Breedte_val' gevuld met numerieke waarden

1.6 Wegen - Statistics FRC (Functional Road Class)

```
In [29]: # Bereken gemiddelde 'Breedte_val' per 'FRC' en sla op in tabel
gemiddelde_frc = r"BegaanbaarheidWegen.gdb\gemiddelde_frc"

arcpy.analysis.Statistics(
    in_table=wegen,
    out_table=gemiddelde_frc,
    statistics_fields=[["Breedte_val", "MEAN"]],
    case_field=["FRC"]
)

print(f"Gemiddelde breedte per FRC berekend en opgeslagen in: {gemiddelde_frc}")
```

Gemiddelde breedte per FRC berekend en opgeslagen in: BegaanbaarheidWegen.gdb\gemiddelde_frc

1.7 Wegen - Gemiddelde breedte per FRC (Functional Road Class)

```
In [30]: with arcpy.da.SearchCursor(gemiddelde_frc, ["FRC", "MEAN_Breedte_val"]) as cursor:
        print("Gemiddelde breedtes per FRC:")
        for frc, mean_breedte in cursor:
            print(f"FRC {frc}: {mean_breedte:.2f} m")
```

Gemiddelde breedtes per FRC:

FRC 0: 12.23 m
FRC 1: 4.60 m
FRC 2: 3.60 m
FRC 3: 8.01 m
FRC 4: 4.04 m
FRC 5: 5.92 m
FRC 6: 5.32 m
FRC 7: 2.85 m

1.8 Wegen - Tell null waarden

```
In [31]: # CEL: Tel aantal null-waarden in numeriek veld 'Breedte_val' in wegen
        totaal_null = 0
        with arcpy.da.SearchCursor(wegen, ["Breedte_val"]) as cursor:
            for row in cursor:
                if row[0] is None:
                    totaal_null += 1

        print(f"Totaal aantal null-waarden in 'Breedte_val': {totaal_null}")
```

Totaal aantal null-waarden in 'Breedte_val': 719

1.9 Wegen - Schat breedte voor null waarden obv gemiddelde per FRC

```
In [32]: # Dictionary met gekozen schattingen
        geschatte_breedtes = {
            0: 12.20,
            1: 4.60,
            2: 3.60,
            3: 8.00,
            4: 4.00,
            5: 5.90,
            6: 5.30,
            7: 2.90
        }

        print("Gekozen schattingen voor ontbrekende breedtes per FRC:")
        for frc in sorted(geschatte_breedtes.keys()):
            print(f"FRC {frc}: {geschatte_breedtes[frc]} m")
```

Gekozen schattingen voor ontbrekende breedtes per FRC:

FRC 0: 12.2 m
FRC 1: 4.6 m
FRC 2: 3.6 m
FRC 3: 8.0 m
FRC 4: 4.0 m
FRC 5: 5.9 m
FRC 6: 5.3 m
FRC 7: 2.9 m

1.10 Wegen - Vul schattingen in

```
In [33]: # Veldnamen in de feature class
        breedte_field = "Breedte_val"
        frc_field = "FRC"

        # Update cursor: vul ontbrekende breedtes in met geschatte waarde per FRC
        with arcpy.da.UpdateCursor(wegen, [breedte_field, frc_field]) as cursor:
            for row in cursor:
                breedte = row[0]
                frc = row[1]
                # Alleen invullen als breedte ontbreekt (None)
                if breedte is None:
                    # FRC string naar int, en lookup in dictionary
                    row[0] = geschatte_breedtes.get(int(frc), None)
                    cursor.updateRow(row)

        print("Ontbrekende breedtes ingevuld met geschatte waarden per FRC")
```

Ontbrekende breedtes ingevuld met geschatte waarden per FRC

1.11 Wegen - Genereer exacte snijpunten tussen wegen en postcode6

```
In [34]: # Output: punten waar weglijnen de postcode6-grenzen kruisen
splitpunten = r"BegaanbaarheidWegen.gdb\splitpunten"

# Genereer snijpunten tussen wegen en postcodevlakken
arcpy.analysis.Intersect(
    in_features=[wegen, ""], [postcode6, ""], # Wegen en PC6 als input
    out_feature_class=splitpunten,           # Output: snijpunten
    join_attributes="ONLY_FID",               # Alleen ID's meenemen
    output_type="POINT"                      # Alleen punten genereren
)

print(f"Snijpunten tussen wegen en postcode6 gegenereerd → {splitpunten}")
```

Snijpunten tussen wegen en postcode6 gegenereerd → BegaanbaarheidWegen.gdb\splitpunten

1.12 Wegen - Splits de weglijnen op deze punten

```
In [35]: # Output: gesplitste weglijnen
wegen_split = r"BegaanbaarheidWegen.gdb\wegen_split"

# Splits lijnen op basis van snijpunten met postcodegrenzen
arcpy.management.SplitLineAtPoint(
    in_features=wegen,                # Originele lijnlaag met wegen
    point_features=splitpunten,        # Puntlaag met alle snijpunten met PC6-grenzen
    out_feature_class=wegen_split,     # Outputlaag met gesplitste segmenten
    search_radius="0.01 Meters"       # Alleen punten binnen 1 cm van lijn tellen
)

print(f"Weglijnen gesplitst op snijpunten met postcodegrenzen → {wegen_split}")
```

Weglijnen gesplitst op snijpunten met postcodegrenzen → BegaanbaarheidWegen.gdb\wegen_split

1.13 Wegen - Spatial join: voeg PC6 toe aan de gesplitste lijnen

```
In [36]: # Output: gesplitste lijnen met toegekend PC6-veld
wegen_pc6 = r"BegaanbaarheidWegen.gdb\wegen_pc6"

# Bouw veldmapping: behoud alle velden van de lijnen
field_mappings = arcpy.FieldMappings()
field_mappings.addTable(wegen_split)

# Voeg alleen het PC6-veld toe van de postcodevlakken
field_map_pc6 = arcpy.FieldMap()
field_map_pc6.addInputField(postcode6, "postcode6")
field_mappings.addFieldMap(field_map_pc6)

# Spatial join uitvoeren: voeg PC6 toe aan elk lijnsegment
arcpy.analysis.SpatialJoin(
    target_features=wegen_split,        # Gesplitste wegen
    join_features=postcode6,           # Postcodevlakken
    out_feature_class=wegen_pc6,       # Output-featureclass
    join_operation="JOIN_ONE_TO_ONE", # Elk lijnsegment koppelen aan één PC6
    join_type="KEEP_COMMON",           # Alleen lijnen die overlappen met een postcodevlak
    match_option="INTERSECT",         # Voldoende als er een overlap is
    field_mapping=field_mappings       # Alleen velden van wegen + PC6 meenemen
)

print(f"Gesplitste wegen met toegevoegde PC6 opgeslagen in → {wegen_pc6}")
```

Gesplitste wegen met toegevoegde PC6 opgeslagen in → BegaanbaarheidWegen.gdb\wegen_pc6

1.14 Wegen - Add field - Halve breedte

```
In [37]: arcpy.management.AddField(wegen_pc6, "HalveBreedte", "DOUBLE")

arcpy.management.CalculateField(
    in_table=wegen_pc6,
    field="HalveBreedte",
    expression="!Breedte_val! / 2",
    expression_type="PYTHON3"
)

print("Veld 'HalveBreedte' gevuld met de helft van 'Breedte_val'")
```

Veld 'HalveBreedte' gevuld met de helft van 'Breedte_val'

1.15 Wegen - Buffer: gebruik halve breedte voor wegvlakken

```
In [38]: # Definieer output-bestand
wegvlakken = r"BegaanbaarheidWegen.gdb\wegvlakken"

# Buffer lijnen tot wegvlakken op basis van halve breedte
arcpy.analysis.Buffer(
    in_features=wegen_pc6,          # Lijnsegmenten
    out_feature_class=wegvlakken,   # Doelbestand (vlak)
    buffer_distance_or_field="HalveBreedte", # Veld met halve breedte per segment
    line_side="FULL",              # Buffer aan beide zijden van de lijn
    line_end_type="ROUND",         # Ronde uiteinden
    dissolve_option="NONE"        # Per segment apart houden
)

print(f"Wegvlak aangemaakt als: {wegvlakken}")
```

Wegvlak aangemaakt als: BegaanbaarheidWegen.gdb\wegvlakken

1.15 Wegen - ZoneID toevoegen (troubleshooting voor volgende cell)

```
In [39]: # Voeg een geldig zone-ID veld toe (type LONG = 32-bit integer)
arcpy.management.AddField(wegvlakken, "ZoneID", "LONG")

# Vul het met de OBJECTID van elk wegvlak
arcpy.management.CalculateField(wegvlakken, "ZoneID", "!OBJECTID!", "PYTHON3")

print("ZoneID aangemaakt en gevuld op basis van OBJECTID.")
```

ZoneID aangemaakt en gevuld op basis van OBJECTID.

1.15 Wegen - Zonal Statistics

```
In [40]: # Definieer output tabel voor zonal stats
zonalstats_waterdiepte_wegen = r"BegaanbaarheidWegen.gdb\zonalstats_waterdiepte_wegen"

# Voer Zonal Statistics uit met zone_field=OBJECTID (32-bit integer)
arcpy.sa.ZonalStatisticsAsTable(
    in_zone_data=wegvlakken,      # Wegvlakken feature class
    zone_field="ZoneID",         # Uniek integer veld
    in_value_raster=waterdiepte,  # Raster met waterdiepte (let op type!)
    out_table=zonalstats_waterdiepte_wegen,
    statistics_type="ALL"
)

print(f"Zonal Statistics uitgevoerd en opgeslagen als tabel: {zonalstats_waterdiepte_wegen}")
```

Zonal Statistics uitgevoerd en opgeslagen als tabel: BegaanbaarheidWegen.gdb\zonalstats_waterdiepte_wegen

1.16 Wegen - Join Field

```
In [41]: # Voeg de Zonal Statistics toe aan de attributentabel van 'wegvlakken'
arcpy.management.JoinField(
    in_data=wegvlakken,
    in_field="ZoneID",          # Veld in 'wegvlakken'
    join_table=zonalstats_waterdiepte_wegen, # Tabel met Zonal Statistics
    join_field="ZoneID",        # Veld in Zonal Statistics-tabel
    fields=["MIN", "MAX", "MEAN"] # Mee te nemen velden
)

# Voeg de Zonal Statistics toe aan de attributentabel van 'wegen_pc6'
arcpy.management.JoinField(
    in_data=wegen_pc6,
    in_field="OBJECTID",        # Veld in de geaggregeerde postcode6-laag
    join_table=wegvlakken,      # Onderliggende vlakkenlaag met statistieken
    join_field="ORIG_FID",      # Verwijzing naar oorspronkelijke OBJECTID van 'wegen_pc6'
    fields=["MAX", "MEAN", "MIN"] # Mee te nemen velden
)

print("Zonal Statistics succesvol toegevoegd aan 'wegvlakken' en 'wegen_pc6'.")
```

Zonal Statistics succesvol toegevoegd aan 'wegvlakken' en 'wegen_pc6'.

1.17 Wegen - Null-waarden tellen

```
In [42]: # Teller voor null-waarden
null_count = 0

# Totaal aantal rijbanen
total_count = int(arcpy.management.GetCount(wegen_pc6)[0]) # Haal het totaal aantal rijbanen op

# Gebruik UpdateCursor om door de rijbanen te itereren en null-waarden te controleren
with arcpy.da.UpdateCursor(wegen_pc6, ["MAX"]) as cursor:
    for row in cursor:
        # Controleer of de waterdiepte null is
        if row[0] is None: # row[0] is de waterdieptewaarde
            null_count += 1 # Verhoog de teller als null-waarde wordt gevonden

# Bereken het percentage null-waarden
null_percentage = (null_count / total_count) * 100 # Bereken het percentage null-waarden

# Print het aantal rijbanen met null-waarden en het percentage
print(f"Aantal rijbanen zonder waterdiepte waarde: {null_count}")
print(f"Totaal aantal rijbanen: {total_count}")
print(f"Percentage rijbanen zonder waterdiepte waarde: {null_percentage:.2f}%")
```

Aantal rijbanen zonder waterdiepte waarde: 32
Totaal aantal rijbanen: 5456
Percentage rijbanen zonder waterdiepte waarde: 0.59%

1.6 Rijbaan - Null-waarden vervangen door 0

```
In [43]: # Zorg ervoor dat het veld "MAX" geen null-waarden bevat
with arcpy.da.UpdateCursor(wegen_pc6, ["MAX"]) as cursor:
    for row in cursor:
        if row[0] is None: # Als MAX een null-waarde is
            row[0] = 0 # Vervang door 0
            cursor.updateRow(row) # Werk de rij bij

print(f"Alle null-waarden in 'MAX' vervangen door 0 in 'wegen_pc6'")
```

Alle null-waarden in 'MAX' vervangen door 0 in 'wegen_pc6'

1.8 Rijbaan - Alter Field

```
In [44]: # Pas de veldnamen aan voor MIN
arcpy.management.AlterField(
    in_table=wegen_pc6, # De laag waarvoor we de veldnamen aanpassen
    field="MIN", # Huidige veldnaam die we willen aanpassen
    new_field_name="Min_Waterdiepte", # Nieuwe naam voor het veld
    new_field_alias="Minimale Waterdiepte" # Alias voor het veld
)

# Pas de veldnamen aan voor MAX
arcpy.management.AlterField(
    in_table=wegen_pc6, # De laag waarvoor we de veldnamen aanpassen
    field="MAX", # Huidige veldnaam die we willen aanpassen
    new_field_name="Max_Waterdiepte", # Nieuwe naam voor het veld
    new_field_alias="Maximale Waterdiepte" # Alias voor het veld
)

# Pas de veldnamen aan voor MEAN
arcpy.management.AlterField(
    in_table=wegen_pc6, # De laag waarvoor we de veldnamen aanpassen
    field="MEAN", # Huidige veldnaam die we willen aanpassen
    new_field_name="Gem_Waterdiepte", # Nieuwe naam voor het veld
    new_field_alias="Gemiddelde Waterdiepte" # Alias voor het veld
)

print(f"Veldnamen aangepast in 'wegen_pc6'")
```

Veldnamen aangepast in 'wegen_pc6'

2. Postcode6

2.1 Postcode6 - Export Features

```
In [45]: # Definieer de output-featureclass voor deze indicator
begaanbaarheidswegen_pc6 = r"BegaanbaarheidWegen.gdb\begaanbaarheidswegen_pc6"
```

```

# Bouw field mapping: alleen het veld 'postcode6' behouden
field_mappings = arcpy.FieldMappings() # Start met een lege field mapping
field_map = arcpy.FieldMap() # Maak een individuele field map aan
field_map.addInputField(postcode6, "postcode6") # Voeg het veld 'postcode6' toe
field_mappings.addFieldMap(field_map) # Voeg deze toe aan de volledige mapping

# Exporteer alleen geometrie + 'postcode6'
arcpy.conversion.ExportFeatures(
    in_features=postcode6, # Invoer geometrie
    out_features=begaanbaarheidswegen_pc6, # Doel-featureclass in de geodatabase
    where_clause="", # Geen selectie; alles meenemen
    use_field_alias_as_name=None, # Gebruik standaard aliasnamen
    field_mapping=field_mappings, # Alleen het veld 'postcode6' meenemen
    sort_field=None # Geen sorteerveld opgegeven
)

print(f"Nieuwe featureclass aangemaakt: {begaanbaarheidswegen_pc6}")

```

Nieuwe featureclass aangemaakt: BegaanbaarheidWegen.gdb\begaanbaarheidswegen_pc6

2.2 Postcode6 - Calculate Field

```

In [46]: # Voeg een veld toe waarin per rijbaanvlak de 'mogelijk problematische oppervlakte' wordt berekend
# Als Max_Waterdiepte in het vlak > 0.10m → dan wordt het hele vlak als onbegaanbaar beschouwd
# Dus: niet alleen het natte deel telt, maar het hele vlak als er ergens > 0.10m gemeten is
arcpy.management.AddField(
    in_table=wegen_pc6,
    field_name="Problematisch",
    field_type="DOUBLE"
)

# Vul het veld met de volledige Shape_Area als het vlak onbegaanbaar is, anders 0
arcpy.management.CalculateField(
    in_table=wegen_pc6,
    field="Problematisch",
    expression="1 if !Max_Waterdiepte! > 0.10 else 0",
    expression_type="PYTHON3"
)

print(f"Veld 'Problematisch' gevuld in {wegen_pc6}: hele rijbaanvlak telt als mogelijk onbegaanbaar indien Max_Waterdiepte > 0.10m")

```

Veld 'Problematisch' gevuld in BegaanbaarheidWegen.gdb\wegen_pc6: hele rijbaanvlak telt als mogelijk onbegaanbaar indien Max_Waterdiepte > 0.10m

2.3 Postcode6 - Statistics

```

In [47]: # Maak een tussentabel waarin per postcode6 het volgende wordt berekend:
# - Totale aantal weglijnen
# - Totale aantal weglijnen die als problematisch zijn aangemerkt (MAX > 0.10)
stats_begaanbaarheidswegen_pc6 = r"BegaanbaarheidWegen.gdb\stats_begaanbaarheidswegen_pc6"

arcpy.analysis.Statistics(
    in_table=wegen_pc6,
    out_table=stats_begaanbaarheidswegen_pc6,
    statistics_fields=[
        ["Problematisch", "COUNT"],
        ["Problematisch", "SUM"]
    ],
    case_field="postcode6"
)

# Voeg veld toe voor uiteindelijke begaanbaarheidsscore per postcodegebied (% begaanbaar oppervlak)
arcpy.management.AddField(
    in_table=stats_begaanbaarheidswegen_pc6,
    field_name="Begaanbaarheid",
    field_type="DOUBLE"
)

# Bereken de begaanbaarheidsscore:
# 100% - het aandeel van wegooppervlak dat als onbegaanbaar wordt aangemerkt
arcpy.management.CalculateField(
    in_table=stats_begaanbaarheidswegen_pc6,
    field="Begaanbaarheid",
    expression="(1 - (!SUM_Problematisch! / !COUNT_Problematisch!)) * 100",

```

```

        expression_type="PYTHON3"
    )

    print(f"Begaanbaarheid (%) per postcode6 berekend en opgeslagen in: {stats_begaanbaarheidwegen_pc6}")

```

Begaanbaarheid (%) per postcode6 berekend en opgeslagen in: BegaanbaarheidWegen.gdb\stats_begaanbaarheidwegen_pc6

2.4 Postcode6 - Join Field

```

In [48]: # Gebruik JoinField om de berekende statistieken aan de postcode6 laag toe te voegen
arcpy.management.JoinField(
    in_data=begaanbaarheidwegen_pc6, # De laag waaraan we de statistieken willen toevoegen
    in_field="postcode6", # Het veld waarmee we gaan joinen
    join_table=stats_begaanbaarheidwegen_pc6, # De tabel met de berekende statistieken
    join_field="postcode6", # Het veld waarmee we gaan joinen in de statistieken tabel
    fields=["Begaanbaarheid"] # Het veld dat we willen toevoegen
)

print(f"Begaanbaarheid toegevoegd aan 'begaanbaarheidwegen_pc6'")

```

Begaanbaarheid toegevoegd aan 'begaanbaarheidwegen_pc6'

3. Visueel

3.1 Begaanbaarheid wegen - Round

```

In [49]: # Bereken waterdiepte in centimeter, met afronding en null-check
code = """
def naar_cm(waarde):
    if waarde is None:
        return None
    return round(waarde * 100, 1)
"""

# Min_Waterdiepte omzetten van meter naar cm
arcpy.management.CalculateField(
    in_table=wegen_pc6, # De laag met waterdieptewaarden
    field="Min_Waterdiepte", # Veld in meters
    expression="naar_cm(!Min_Waterdiepte!)", # Omrekenen + afronden
    expression_type="PYTHON3",
    code_block=code
)

# Gem_Waterdiepte omzetten van meter naar cm
arcpy.management.CalculateField(
    in_table=wegen_pc6,
    field="Gem_Waterdiepte",
    expression="naar_cm(!Gem_Waterdiepte!)",
    expression_type="PYTHON3",
    code_block=code
)

# Max_Waterdiepte omzetten van meter naar cm
arcpy.management.CalculateField(
    in_table=wegen_pc6,
    field="Max_Waterdiepte",
    expression="naar_cm(!Max_Waterdiepte!)",
    expression_type="PYTHON3",
    code_block=code
)

print(f"Waterdieptevelden in 'wegen_pc6' omgerekend naar afgeronde centimeters.")

```

Waterdieptevelden in 'wegen_pc6' omgerekend naar afgeronde centimeters.

3.2 Begaanbaarheid PC6 - Round

```

In [50]: # Afrondingsfunctie voor percentages, met null-check
code = """
def afronden_procent(x):
    if x is None:
        return None
    return round(x)
"""

```

```
# Rond 'Begaanbaarheid' af op hele procenten
arcpy.management.CalculateField(
    in_table=begaanbaarheidwegen_pc6, # De laag met het veld 'Begaanbaarheid'
    field="Begaanbaarheid", # Veld dat we afronden
    expression="afroonden_procent(!Begaanbaarheid!)", # Afronden met null-afhandeling
    expression_type="PYTHON3",
    code_block=code
)

print(f"Veld 'Begaanbaarheid' afgerond op hele procenten in 'begaanbaarheidwegen_pc6'.")
```

Veld 'Begaanbaarheid' afgerond op hele procenten in 'begaanbaarheidwegen_pc6'.

In []:

Wateroverlast - Kwetsbaarheid Panden

I. Algemeen

A. Importeren Functies en Instellen Workspace

```
In [51]: # Importeren van ArcPy en Spatial Analyst-extensie
import arcpy
from arcpy.sa import *

# Instellen van de workspace
arcpy.env.workspace = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Wateroverlast"

# Geen automatische toevoeging aan de kaart aan map
arcpy.env.addOutputsToMap = False
```

B. Importeren Voorbewerkte Data

```
In [52]: # Importeren voorbewerkte data
gemeente = r"Wateroverlast.gdb\gemeente"
gemeente_buffer = r"Wateroverlast.gdb\gemeente_buffer"
kernen = r"Wateroverlast.gdb\kernen"
postcode6 = r"Wateroverlast.gdb\postcode6"
panden = r"Wateroverlast.gdb\panden"
waterdiepte = r"Wateroverlast.gdb\waterdiepte"
```

II. Data Analyse

1. Panden

1.1 Panden - Export Features

```
In [53]: # Definieer de output-featureclass voor deze indicator
kwetsbaarheidpanden_panden = r"KwetsbaarheidPanden.gdb\kwetsbaarheidpanden_panden"

# Bouw field mapping: alleen het veld 'identificatie' behouden
field_mappings = arcpy.FieldMappings() # Start met een lege field mapping
field_map = arcpy.FieldMap() # Maak een individuele field map aan
field_map.addInputField(panden, "identificatie") # Voeg het veld 'identificatie' toe
field_mappings.addFieldMap(field_map) # Voeg deze toe aan de volledige mapping

# Exporteer alleen geometrie + 'identificatie'
arcpy.conversion.ExportFeatures(
    in_features=panden, # Invoergeometrie
    out_features=kwetsbaarheidpanden_panden, # Doel-featureclass in de geodatabase
    where_clause="", # Geen selectie; alles meenemen
    use_field_alias_as_name=None, # Gebruik standaard aliasnamen
    field_mapping=field_mappings, # Alleen het veld 'gml_id' meenemen
    sort_field=None # Geen sorteerveld opgegeven
)

print(f"Nieuwe featureclass aangemaakt: {kwetsbaarheidpanden_panden}")
```

Nieuwe featureclass aangemaakt: KwetsbaarheidPanden.gdb\kwetsbaarheidpanden_panden

1.3 Panden - Zonal Statistics

```
In [54]: # Definieer de output-tabel voor Zonal Statistics
zonalstats_waterdiepte_panden = r"KwetsbaarheidPanden.gdb\zonalstats_waterdiepte_panden"

# Voer ZonalStatistics uit en sla de tabel fysiek op
```

```

arcpy.sa.ZonalStatisticsAsTable(
    in_zone_data=panden, # Panden in Kaag en Braassem als zone
    zone_field="identificatie", # Het veld waarmee we gaan groeperen (identificatie)
    in_value_raster=waterdiepte, # Raster met waterdiepte
    out_table=zonalstats_waterdiepte_panden, # Opslaan als fysieke tabel
    statistics_type="ALL" # Het type statistieken, ALL betekent dat we de statistieken willen berekenen
)

print(f"Zonal Statistics uitgevoerd en opgeslagen als tabel: {zonalstats_waterdiepte_panden}")

```

Zonal Statistics uitgevoerd en opgeslagen als tabel: KwetsbaarheidPanden.gdb\zonalstats_waterdiepte_panden

1.3 Panden - Join Field

```

In [55]: # Voeg de Zonal Statistics toe aan de attributentabel van panden_kaagenbraassem
arcpy.management.JoinField(
    in_data=kwetsbaarheidpanden_panden, # De Laag waaraan we de statistieken willen toevoegen
    in_field="identificatie", # Het veld waarmee we gaan joinen
    join_table=zonalstats_waterdiepte_panden, # De fysiek opgeslagen Zonal Statistics tabel
    join_field="identificatie", # Het veld waarmee we gaan joinen in de Zonal Statistics tabel
    fields=["MIN", "MAX", "MEAN"] # De velden die we willen toevoegen
)

print(f"Zonal statistics (MIN, MAX, MEAN) toegevoegd aan de attributentabel van {kwetsbaarheidpanden_panden}.")

```

Zonal statistics (MIN, MAX, MEAN) toegevoegd aan de attributentabel van KwetsbaarheidPanden.gdb\kwetsbaarheidpanden_panden.

1.4 Panden - Tellen Panden Zonder Waterdiepte

```

In [56]: # Teller voor null-waarden
null_count = 0

# Totaal aantal panden
total_count = int(arcpy.management.GetCount(kwetsbaarheidpanden_panden)[0])

# Gebruik UpdateCursor om door de panden te itereren en null-waarden te controleren
with arcpy.da.UpdateCursor(kwetsbaarheidpanden_panden, ["MAX"]) as cursor:
    for row in cursor:
        if row[0] is None: # Controleer of de waarde van 'MAX' null is
            null_count += 1

# Bereken het percentage null-waarden
null_percentage = (null_count / total_count) * 100

# Print het aantal panden met null-waarden en het percentage
print(f"Aantal panden zonder waterdiepte waarde: {null_count}")
print(f"Totaal aantal panden: {total_count}")
print(f"Percentage panden zonder waterdiepte waarde: {null_percentage:.2f}%")

```

Aantal panden zonder waterdiepte waarde: 202

Totaal aantal panden: 23163

Percentage panden zonder waterdiepte waarde: 0.87%

1.5 Panden - Null-waarden vervangen door 0 in Panden-laag

```

In [57]: # Zorg ervoor dat het veld "MAX" geen null-waarden bevat
with arcpy.da.UpdateCursor(kwetsbaarheidpanden_panden, ["MAX"]) as cursor:
    for row in cursor:
        if row[0] is None: # Als MAX een null-waarde is
            row[0] = 0 # Vervang door 0
            cursor.updateRow(row) # Werk de rij bij

print("Alle null-waarden in 'MAX' vervangen door 0 in de geodatabase.")

```

Alle null-waarden in 'MAX' vervangen door 0 in de geodatabase.

1.6 Panden - Spatial Join - Postcode6

```

In [58]: # Maak een FieldMappings object
field_mappings = arcpy.FieldMappings()

# Voeg de postcode6 toe aan de FieldMap
field_map_postcode = arcpy.FieldMap()
field_map_postcode.addInputField(postcode6, "postcode6") # Voeg postcode6 toe

```

```
# Voeg de FieldMap toe aan FieldMappings (alleen postcode6 wordt toegevoegd)
field_mappings.addFieldMap(field_map_postcode)

# Voer Spatial Join uit om de postcode6 toe te voegen aan de pandenlaag
arcpy.management.AddSpatialJoin(
    target_features=kwetsbaarheidpanden_panden, # Panden laag
    join_features=postcode6, # Postcode6 laag
    join_type="KEEP_ALL", # Alles behouden
    field_mapping=field_mappings, # Specifieke veldinstellingen
    match_option="LARGEST_OVERLAP", # Ruimtelijke relatie (grootste overlap)
    permanent_join="PERMANENT_FIELDS" # Kolommen worden permanent toegevoegd aan de target layer
)

print(f"Postcode6 toegevoegd aan {kwetsbaarheidpanden_panden}.")
```

Postcode6 toegevoegd aan KwetsbaarheidPanden.gdb\kwetsbaarheidpanden_panden.

1.7 Panden - Alter Field

```
In [59]: # Pas de veldnamen aan voor MIN
arcpy.management.AlterField(
    in_table=kwetsbaarheidpanden_panden, # De laag waarvoor we de veldnamen aanpassen
    field="MIN", # Huidige veldnaam die we willen aanpassen
    new_field_name="Min_Waterdiepte", # Nieuwe naam voor het veld
    new_field_alias="Minimale Waterdiepte" # Alias voor het veld
)

# Pas de veldnamen aan voor MAX
arcpy.management.AlterField(
    in_table=kwetsbaarheidpanden_panden, # De laag waarvoor we de veldnamen aanpassen
    field="MAX", # Huidige veldnaam die we willen aanpassen
    new_field_name="Max_Waterdiepte", # Nieuwe naam voor het veld
    new_field_alias="Maximale Waterdiepte" # Alias voor het veld
)

# Pas de veldnamen aan voor MEAN
arcpy.management.AlterField(
    in_table=kwetsbaarheidpanden_panden, # De laag waarvoor we de veldnamen aanpassen
    field="MEAN", # Huidige veldnaam die we willen aanpassen
    new_field_name="Gem_Waterdiepte", # Nieuwe naam voor het veld
    new_field_alias="Gemiddelde Waterdiepte" # Alias voor het veld
)

print(f"Veldnamen aangepast in 'kwetsbaarheidpanden_panden'")
```

Veldnamen aangepast in 'kwetsbaarheidpanden_panden'

2. Postcode6

2.1 Postcode6 - Export Features

```
In [60]: # Definieer de output-featureclass voor deze indicator
kwetsbaarheidpanden_pc6 = r"KwetsbaarheidPanden.gdb\kwetsbaarheidpanden_pc6"

# Bouw field mapping: alleen het veld 'postcode6' behouden
field_mappings = arcpy.FieldMappings() # Start met een lege field mapping
field_map = arcpy.FieldMap() # Maak een individuele field map aan
field_map.addInputField(postcode6, "postcode6") # Voeg het veld 'postcode6' toe
field_mappings.addFieldMap(field_map) # Voeg deze toe aan de volledige mapping

# Exporteer alleen geometrie + 'postcode6'
arcpy.conversion.ExportFeatures(
    in_features=postcode6, # Invoergeometrie
    out_features=kwetsbaarheidpanden_pc6, # Doel-featureclass in de geodatabase
    where_clause="", # Geen selectie; alles meenemen
    use_field_alias_as_name=None, # Gebruik standaard aliasnamen
    field_mapping=field_mappings, # Alleen het veld 'postcode6' meenemen
    sort_field=None # Geen sorteerveld opgegeven
)

print(f"Nieuwe featureclass aangemaakt: {kwetsbaarheidpanden_pc6}")
```

Nieuwe featureclass aangemaakt: KwetsbaarheidPanden.gdb\kwetsbaarheidpanden_pc6

2.2 Postcode6 - Calculate Field

```
In [61]: # Voeg een veld toe waarin per pand wordt aangeduid of het potentieel kwetsbaar is
# Als Max_Waterdiepte bij het pand > 0.01 m → dan telt het pand als kwetsbaar
# Alle panden tellen even zwaar; oppervlak speelt geen rol in deze analyse
arcpy.management.AddField(
    in_table=kwetsbaarheidpanden_panden,
    field_name="Kwetsbaar",
    field_type="SHORT"
)

# Vul dit veld: als MAX > 0.01 → dan krijgt het pand de waarde 1, anders 0
arcpy.management.CalculateField(
    in_table=kwetsbaarheidpanden_panden,
    field="Kwetsbaar",
    expression="1 if !Max_Waterdiepte! > 0.01 else 0",
    expression_type="PYTHON3"
)

print(f"Veld 'Kwetsbaar' gevuld in {kwetsbaarheidpanden_panden}: elk pand telt als kwetsbaar indien
Max_Waterdiepte > 0.01 m")
```

Veld 'Kwetsbaar' gevuld in KwetsbaarheidPanden.gdb\kwetsbaarheidpanden_panden: elk pand telt als kwetsbaar indien Max_Waterdiepte > 0.01 m

2.3 Postcode6 - Statistics

```
In [62]: # Maak een tussentabel waarin per postcode6 het volgende wordt berekend:
# - Aantal panden in totaal
# - Aantal panden met Max_Waterdiepte > 0.01 m → gemarkeerd als kwetsbaar
stats_kwetsbaarheidpanden_pc6 = r"KwetsbaarheidPanden.gdb\stats_kwetsbaarheidpanden_pc6"

arcpy.analysis.Statistics(
    in_table=kwetsbaarheidpanden_panden, # Invoertabel met alle panden
    out_table=stats_kwetsbaarheidpanden_pc6, # Output met geaggregeerde waarden
    statistics_fields=[
        ["identificatie", "COUNT"], # Totaal aantal panden
        ["Kwetsbaar", "SUM"] # Aantal kwetsbare panden
    ],
    case_field="postcode6" # Groepering op postcode6-niveau
)

# Voeg een veld toe waarin we per postcode6 de kwetsbaarheidsscore berekenen (% kwetsbare panden)
arcpy.management.AddField(
    in_table=stats_kwetsbaarheidpanden_pc6,
    field_name="Kwetsbaarheid",
    field_type="DOUBLE"
)

# Bereken: percentage kwetsbare panden = aantal kwetsbare panden gedeeld door totaal aantal panden
arcpy.management.CalculateField(
    in_table=stats_kwetsbaarheidpanden_pc6,
    field="Kwetsbaarheid",
    expression="(!SUM_Kwetsbaar! / !COUNT_identificatie!) * 100",
    expression_type="PYTHON3"
)

print(f"Kwetsbaarheid (%) per postcode6 berekend en opgeslagen in: {stats_kwetsbaarheidpanden_pc6}")
```

Kwetsbaarheid (%) per postcode6 berekend en opgeslagen in: KwetsbaarheidPanden.gdb\stats_kwetsbaarheidpanden_pc6

2.4 Postcode6 - Join Field

```
In [63]: # Voeg de berekende kwetsbaarheidsscore toe aan de geometrische postcode6-Laag
arcpy.management.JoinField(
    in_data=kwetsbaarheidpanden_pc6, # Featureclass met geometrie en 'postcode6'
    in_field="postcode6", # Sleutelveld in geometrische Laag
    join_table=stats_kwetsbaarheidpanden_pc6, # Tabel met berekende score
    join_field="postcode6", # Sleutelveld in de statistiektabel
    fields=["Kwetsbaarheid"] # Alleen het scoreveld toevoegen
)

print(f"Kwetsbaarheid toegevoegd aan 'kwetsbaarheidpanden_pc6'")
```

Kwetsbaarheid toegevoegd aan 'kwetsbaarheidpanden_pc6'

3. Visueel

3.1 Kwetsbaarheid panden - Round

```
In [64]: # Bereken waterdiepte in centimeter, met afronding en null-check
code = """
def naar_cm(waarde):
    if waarde is None:
        return None
    return round(waarde * 100, 1)
"""

# Zet Min_Waterdiepte om van meter naar afgeronde centimeter
arcpy.management.CalculateField(
    in_table=kwetsbaarheidpanden_panden, # De laag met waterdieptewaarden
    field="Min_Waterdiepte", # Bestaand veld in meter
    expression="naar_cm(!Min_Waterdiepte!)", # Omrekening naar cm + afronding
    expression_type="PYTHON3",
    code_block=code
)

# Zet Gem_Waterdiepte om van meter naar afgeronde centimeter
arcpy.management.CalculateField(
    in_table=kwetsbaarheidpanden_panden,
    field="Gem_Waterdiepte",
    expression="naar_cm(!Gem_Waterdiepte!)",
    expression_type="PYTHON3",
    code_block=code
)

# Zet Max_Waterdiepte om van meter naar afgeronde centimeter
arcpy.management.CalculateField(
    in_table=kwetsbaarheidpanden_panden,
    field="Max_Waterdiepte",
    expression="naar_cm(!Max_Waterdiepte!)",
    expression_type="PYTHON3",
    code_block=code
)

print(f"Waterdieptevelen in 'kwetsbaarheidpanden_panden' omgerekend naar afgeronde centimeters.")
```

Waterdieptevelen in 'kwetsbaarheidpanden_panden' omgerekend naar afgeronde centimeters.

3.2 Kwetsbaarheid PC6 - Round

```
In [65]: # Afrondingsfunctie voor percentages, met null-check
code = """
def afronden_procent(x):
    if x is None:
        return None
    return round(x)
"""

# Rond 'Kwetsbaarheid' af op hele procenten
arcpy.management.CalculateField(
    in_table=kwetsbaarheidpanden_pc6, # De laag met het veld 'Kwetsbaarheid'
    field="Kwetsbaarheid", # Veld dat we afronden
    expression="afronden_procent(!Kwetsbaarheid!)", # Afronden met null-afhandeling
    expression_type="PYTHON3",
    code_block=code
)

print(f"Veld 'Kwetsbaarheid' afgerond op hele procenten in 'kwetsbaarheidpanden_pc6'.")
```

Veld 'Kwetsbaarheid' afgerond op hele procenten in 'kwetsbaarheidpanden_pc6'.

Wateroverlast - Map

I. Algemeen

A. Importeren Functies en Instellen Workspace

```
In [66]: # Importeren van ArcPy en Spatial Analyst-extensie
import arcpy
from arcpy.sa import *

# Instellen van de workspace
arcpy.env.workspace = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Wateroverlast"

# Geen automatische toevoeging aan de kaart aan map
arcpy.env.addOutputsToMap = False
```

II. Kaart Opmaken

1. Algemeen

1.1 Algemeen - Create Group Layers

```
In [67]: # Open actieve project en kaart
apr = arcpy.mp.ArcGISProject("CURRENT")
m = apr.listMaps("Wateroverlast")[0]

# Maak drie lege group layers
gl_kwetsbaarheid = m.createGroupLayer("Kwetsbaarheid Panden")
gl_begaanbaarheid = m.createGroupLayer("Begaanbaarheid Wegen")
gl_waterdiepte = m.createGroupLayer("Waterdiepte")

print("Drie lege group layers aangemaakt en toegevoegd.")
```

Drie lege group layers aangemaakt en toegevoegd.

1.2 Algemeen - Add data from path

```
In [68]: # Base-Path
base = arcpy.env.workspace

# Waterdiepte
layer = m.addDataFromPath(f"{base}\\Waterdiepte.gdb\\waterdiepte")
m.addLayerToGroup(gl_waterdiepte, layer, "BOTTOM")
m.removeLayer(layer)

layer = m.addDataFromPath(f"{base}\\Waterdiepte.gdb\\waterdiepte_pc6")
m.addLayerToGroup(gl_waterdiepte, layer, "BOTTOM")
m.removeLayer(layer)

# Begaanbaarheid Wegen
layer = m.addDataFromPath(f"{base}\\BegaanbaarheidWegen.gdb\\wegen_pc6")
m.addLayerToGroup(gl_begaanbaarheid, layer, "BOTTOM")
m.removeLayer(layer)

layer = m.addDataFromPath(f"{base}\\BegaanbaarheidWegen.gdb\\begaanbaarheidwegen_pc6")
m.addLayerToGroup(gl_begaanbaarheid, layer, "BOTTOM")
m.removeLayer(layer)

# Kwetsbaarheid Panden
layer = m.addDataFromPath(f"{base}\\KwetsbaarheidPanden.gdb\\kwetsbaarheidpanden_panden")
m.addLayerToGroup(gl_kwetsbaarheid, layer, "BOTTOM")
m.removeLayer(layer)

layer = m.addDataFromPath(f"{base}\\KwetsbaarheidPanden.gdb\\kwetsbaarheidpanden_pc6")
```

```
m.addLayerToGroup(gl_kwetsbaarheid, layer, "BOTTOM")
m.removeLayer(layer)

print("Lagen toegevoegd per groep.")
```

Lagen toegevoegd per groep.

2. Waterdiepte

2.1 Waterdiepte - Aanpassen Symbology

```
In [69]: # Symbology van Laag ophalen
p = arcpy.mp.ArcGISProject("CURRENT") # Project
m = p.listMaps("Wateroverlast")[0] # Map
group = m.listLayers("Waterdiepte")[0] # Group
lyr = group.listLayers("waterdiepte")[0] # Laag
sym = lyr.symbology # Symbology

# Renderer instellen
sym.updateRenderer("UniqueValueRenderer")
sym.renderer.fields = ["Waterdiepte"]

# Labels aanpassen
label_dict = {
    "< 5 cm": "< 5 cm",
    "5 - 10 cm": "5 - 10 cm",
    "10 - 20 cm": "10 - 20 cm",
    "20 - 30 cm": "20 - 30 cm",
    "> 30 cm": "> 30 cm"
}

# Voeg class breaks en Labels toe
for group in sym.renderer.groups:
    for item in group.items:
        val = item.values[0][0]
        if val in label_dict:
            item.label = label_dict[val]
            item.symbol.outlineWidth = 0

# Symbologie eerst toepassen (anders werkt removeValues niet)
lyr.symbology = sym

# Daarna opnieuw ophalen
sym = lyr.symbology
sym.renderer.removeValues({"Waterdiepte": ["< 5 cm"]}) # Verwijder <Null>
sym.renderer.colorRamp = p.listColorRamps("Blue Bright")[0]
lyr.symbology = sym # Weer toepassen

# # Stel default symbool in voor overige waarden (incl. Null)
# cim = Lyr.getDefinition("V3")
# cim.renderer.useDefaultSymbol = True
# cim.renderer.defaultLabel = "Geen Data"
# Lyr.setDefinition(cim)

# Project opslaan
p.save()

print("Symbologie toegepast met kleurenschaal en klassen.")
print("LET OP: Volgorde aanpassen in Symbology van waterdiepte.")
```

Symbologie toegepast met kleurenschaal en klassen.

LET OP: Volgorde aanpassen in Symbology van waterdiepte.

2.2 Waterdiepte - Aanpassen Symbology - Postcode6

```
In [70]: # Symbology van Laag ophalen
p = arcpy.mp.ArcGISProject("CURRENT") # Project
m = p.listMaps("Wateroverlast")[0] # Map
group = m.listLayers("Waterdiepte")[0] # Group
lyr = group.listLayers("waterdiepte_pc6")[0] # Laag
sym = lyr.symbology # Symbology

# Wijzig symbologie
sym.updateRenderer("GraduatedColorsRenderer")
sym.renderer.colorRamp = p.listColorRamps("Condition Number")[0]
```

```

# Specificeer de klassen en Labels
classBreakValues = [0.5, 1, 2, 3, 12] # Klassen
classBreakLabels = [ # Labels
    "A: ≤ 0.5 cm",
    "B: 0.5 - 1 cm",
    "C: 1 - 2 cm",
    "D: 2 - 3 cm",
    "E: > 3 cm"
]

# Stel classificatieveld en aantal klassen in
sym.renderer.classificationField = "Gem_Waterdiepte"
sym.renderer.breakCount = len(classBreakValues)

# Voeg class breaks en Labels toe
for brk, value, label in zip(sym.renderer.classBreaks, classBreakValues, classBreakLabels):
    brk.upperBound = value
    brk.label = label

# Pas symbologie toe op de laag
lyr.symbology = sym

# Toon waarden buiten bereik / zonder data
# cim = Lyr.getDefinition("V3")
# cim.renderer.useDefaultSymbol = True
# cim.renderer.defaultLabel = "Geen Data" # Label voor out-of-range
# Lyr.setDefinition(cim)

# Sla project op
p.save()

print("Symbologie toegepast met kleurenschaal en klassen.")

```

Symbologie toegepast met kleurenschaal en klassen.

3. Begaanbaarheid Wegen

3.1 Begaanbaarheid Wegen - Aanpassen Symbology - Rijbaan

```

In [71]: # Symbology van laag ophalen
p = arcpy.mp.ArcGISProject("CURRENT") # Project
m = p.listMaps("Wateroverlast")[0] # Map
group = m.listLayers("Begaanbaarheid Wegen")[0] # Group
lyr = group.listLayers("wegen_pc6")[0] # Laag
sym = lyr.symbology # Symbology

# Wijzig symbologie
sym.updateRenderer("GraduatedColorsRenderer")
sym.renderer.colorRamp = p.listColorRamps("Condition Number")[0]

# Specificeer de klassen en Labels
classBreakValues = [10, 30, 300] # Klassen
classBreakLabels = [ # Labels
    "Begaanbaar (≤ 10 cm)",
    "Alleen voor calamiteitenverkeer (10 - 30 cm)",
    "Onbegaanbaar (> 30 cm)"
]

# Stel classificatieveld en aantal klassen in
sym.renderer.classificationField = "Max_Waterdiepte"
sym.renderer.breakCount = len(classBreakValues)

# Voeg class breaks en Labels toe
for brk, value, label in zip(sym.renderer.classBreaks, classBreakValues, classBreakLabels):
    brk.upperBound = value
    brk.label = label

# Pas symbologie toe op de laag
lyr.symbology = sym

# Toon waarden buiten bereik / zonder data
# cim = Lyr.getDefinition("V3")
# cim.renderer.useDefaultSymbol = True
# cim.renderer.defaultLabel = "Geen Data" # Label voor out-of-range

```



```
# Lyr.setDefinition(cim)

# Sla project op
p.save()

print("Symbologie toegepast met kleurenschaal, klassen en labels.")
```

Symbologie toegepast met kleurenschaal, klassen en labels.

3.2 Begaanbaarheid Wegen - Aanpassen Symbology - Postcode6

```
In [72]: # Symbology van laag ophalen
p = arcpy.mp.ArcGISProject("CURRENT") # Project
m = p.listMaps("Wateroverlast")[0] # Map
group = m.listLayers("Begaanbaarheid Wegen")[0] # Group
lyr = group.listLayers("begaanbaarheidwegen_pc6")[0] # Laag
sym = lyr.symbology # Symbology

# Wijzig symbologie
sym.updateRenderer("GraduatedColorsRenderer")
sym.renderer.colorRamp = p.listColorRamps("Condition Number")[0]

# Specificeer de klassen en labels
classBreakValues = [60, 70, 80, 90, 100] # Klassen
classBreakLabels = [ # Labels
    'E: ≤ 60%',
    'D: 60 - 70%',
    'C: 70 - 80%',
    'B: 80 - 90%',
    'A: > 90%'
]

# Stel classificatieveld en aantal klassen in
sym.renderer.classificationField = "Begaanbaarheid"
sym.renderer.breakCount = len(classBreakValues)

# Voeg class breaks en labels toe
for brk, value, label in zip(sym.renderer.classBreaks, classBreakValues, classBreakLabels):
    brk.upperBound = value
    brk.label = label

# Pas symbologie toe op de laag
lyr.symbology = sym

# Toon waarden buiten bereik / zonder data
cim = lyr.getDefinition("V3")
cim.renderer.useDefaultSymbol = True
cim.renderer.defaultLabel = "Geen Data" # Label voor out-of-range
lyr.setDefinition(cim)

# Sla project op
p.save()

print("Symbologie toegepast met kleurenschaal, klassen en labels.")
print("LET OP: Reverse Values toepassen in Symbology van begaanbaarheidwegen_pc6.")
```

Symbologie toegepast met kleurenschaal, klassen en labels.

LET OP: Reverse Values toepassen in Symbology van begaanbaarheidwegen_pc6.

4. Kwetsbaarheid Panden

4.1 Kwetsbaarheid Panden - Aanpassen Symbology - Panden

```
In [73]: # Symbology van laag ophalen
p = arcpy.mp.ArcGISProject("CURRENT") # Project
m = p.listMaps("Wateroverlast")[0] # Map
group = m.listLayers("Kwetsbaarheid Panden")[0] # Group
lyr = group.listLayers("kwetsbaarheidpanden_panden")[0] # Laag
sym = lyr.symbology # Symbology

# Wijzig symbologie
sym.updateRenderer("GraduatedColorsRenderer")
sym.renderer.colorRamp = p.listColorRamps("Yellow-Orange-Red (Continuous)")[0]

# Specificeer de klassen en labels
```

```

classBreakValues = [1, 10, 25, 300] # Klassen
classBreakLabels = [ # Labels
    "Geen risico (< 1 cm)",
    "Laag risico (1 - 10 cm)",
    "Middelgroot risico (10 - 25 cm)",
    "Groot risico (> 25 cm)"
]

# Stel classificatieveld en aantal klassen in
sym.renderer.classificationField = "Max_Waterdiepte"
sym.renderer.breakCount = len(classBreakValues)

# Voeg class breaks en labels toe
for brk, value, label in zip(sym.renderer.classBreaks, classBreakValues, classBreakLabels):
    brk.upperBound = value
    brk.label = label

# Pas symbologie toe op de laag
lyr.symbology = sym

# Toon waarden buiten bereik / zonder data
# cim = lyr.getDefinition("V3")
# cim.renderer.useDefaultSymbol = True
# cim.renderer.defaultLabel = "Geen Data" # Label voor out-of-range
# Lyr.setDefinition(cim)

# Sla project op
p.save()

print("Symbologie toegepast met kleurenschaal, klassen en labels.")

```

Symbologie toegepast met kleurenschaal, klassen en labels.

4.2 Kwetsbaarheid Panden - Aanpassen Symbology - Postcode6

In [74]:

```

# Symbology van laag ophalen
p = arcpy.mp.ArcGISProject("CURRENT") # Project
m = p.listMaps("Wateroverlast")[0] # Map
group = m.listLayers("Kwetsbaarheid Panden")[0] # Group
lyr = group.listLayers("kwetsbaarheidpanden_pc6")[0] # Laag
sym = lyr.symbology # Symbology

# Wijzig symbologie
sym.updateRenderer("GraduatedColorsRenderer")
sym.renderer.colorRamp = p.listColorRamps("Condition Number")[0]

# Specificeer de klassen en labels
classBreakValues = [20, 40, 60, 80, 100] # Klassen
classBreakLabels = [ # Labels
    'A: ≤ 20%',
    'B: 20 - 40%',
    'C: 40 - 60%',
    'D: 60 - 80%',
    'E: > 80%'
]

# Stel classificatieveld en aantal klassen in
sym.renderer.classificationField = "Kwetsbaarheid"
sym.renderer.breakCount = len(classBreakValues)

# Voeg class breaks en labels toe
for brk, value, label in zip(sym.renderer.classBreaks, classBreakValues, classBreakLabels):
    brk.upperBound = value
    brk.label = label

# Pas symbologie toe op de laag
lyr.symbology = sym

# Toon waarden buiten bereik / zonder data
cim = lyr.getDefinition("V3")
cim.renderer.useDefaultSymbol = True
cim.renderer.defaultLabel = "Geen Data" # Label voor out-of-range
lyr.setDefinition(cim)

# Sla project op
p.save()

```

```
print("Symbologie toegepast met kleurenschaal, klassen en labels.")
```

Symbologie toegepast met kleurenschaal, klassen en labels.

! LET OP: Volgorde aanpassen in Symbology van waterdiepte !

! LET OP: Reverse Values toepassen in Symbology van begaanbaarheidswegen_pc6 !

In []:

C.2 Scripts Hitte

Hitte - Voorbewerking

I. Algemeen

A. Importeren Functies

```
In [54]: # Importeren van ArcPy en Spatial Analyst-extensie
import arcpy
from arcpy.sa import *

# Instellen van workspace
arcpy.env.workspace = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Hitte"

# Geen automatische toevoeging aan de kaart aan map
arcpy.env.addOutputsToMap = False
```

B. Importeren Data

```
In [55]: # Importeren bestanden
gemeenten0 = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of
Technology\Afstuderen\GIS\Data\WijkBuurtKaart\WijkBuurtkaart_2025_v0.gpkg\main.gemeenten_v0"
kernen0 = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Data\Kaag en
Braassem\Kernen.shp"
postcode60 = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of
Technology\Afstuderen\GIS\Data\Postcode6\cbs_pc6_2024_v1.gpkg\main.cbs_pc6_2024"
panden0 = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Data\BAG\bag-
light.gpkg\main.pand"
gevoelstemperatuur0 = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of
Technology\Afstuderen\GIS\Data\Klimaat-effectatlas\Hitte\Gevoelstemperatuur2022\tile_11_clipped.tif"
afstand_tot_koelte0 = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of
Technology\Afstuderen\GIS\Data\Klimaat-effectatlas\Hitte\Afstand tot koelte.gpkg\main.AfstandTotKoelte"
schaduw_fiets_wandelpaden0 = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of
Technology\Afstuderen\GIS\Data\Klimaat-effectatlas\Hitte\Schaduwkaart fiets en
wandelpaden.gpkg\main.Schaduwkaart fiets en wandelpaden"
```

II. Voorbewerking Data

1. Gemeente

1.1 Gemeente - Select Analysis

```
In [56]: # Definier output-bestand
gemeente = r"Hitte.gdb\gemeente"

# Maak een query om Kaag en Braassem te selecteren
gemeente_query = "gm_naam = 'Kaag en Braassem'" # Filter op 'Kaag en Braassem' in het veld 'gm_naam'

# Selecteer de gemeentegrens en sla deze op
arcpy.Select_analysis(
    in_features=gemeenten0, # Inputlaag met gemeentengeografie
    out_feature_class=gemeente, # Outputlaag voor de geselecteerde gemeentegrens
    where_clause=gemeente_query # Filter op de geselecteerde gemeente
)

print(f"Gemeentegrens opgeslagen: {gemeente}")
```

Gemeentegrens opgeslagen: Hitte.gdb\gemeente

1.2 Gemeente - Buffer

```
In [57]: # Definier output-bestand
gemeente_buffer = r"Hitte.gdb\gemeente_buffer"

# Maak een buffer van 50 meter rond de gemeentegrens
```

```

arcpy.Buffer_analysis(
    in_features=gemeente, # Inputlaag voor de gemeentegrens
    out_feature_class=gemeente_buffer, # Outputlaag voor de buffer
    buffer_distance_or_field="50 Meters", # Bufferafstand van 50 meter
    dissolve_option="ALL" # Combineer aangrenzende buffergebieden
)

print(f"Buffer opgeslagen: {gemeente_buffer}")

```

Buffer opgeslagen: Hitte.gdb\gemeente_buffer

2. Kern

2.1 Kern - Copy Features

```

In [58]: # # Definier output-bestand
# kernen = r"Hitte.gdb\kernen"

# # Kopieer de kern-grenzen naar de Kaag en Braassem Laag
# arcpy.CopyFeatures_management(
#     in_features=kernen0, # Inputlaag voor de kern-grenzen
#     out_feature_class=kernen # Outputlaag voor de gekopieerde kern-grenzen
# )

# print(f"Kern-grenzen opgeslagen: {kernen}")

```

Kern-grenzen opgeslagen: Hitte.gdb\kernen

3. Postcode6

3.1 Postcode6 - Select By Location

```

In [59]: # Definier output-bestand
postcode6 = r"Hitte.gdb\postcode6"

# Maak een feature Layer van de Postcode6-gebieden
arcpy.MakeFeatureLayer_management(
    in_features=postcode60, # Inputlaag met Postcode6-gebieden
    out_layer="postcode6_layer" # Outputlaag met de feature Layer
)

# Selecteer de Postcode6-gebieden waarvan het centroid binnen de gemeentegrens ligt
arcpy.SelectLayerByLocation_management(
    in_layer="postcode6_layer", # De laag waarin we de selectie uitvoeren
    overlap_type="HAVE_THEIR_CENTER_IN", # De ruimtelijke relatie die we gebruiken
    select_features=gemeente, # De laag waarin we de selectie baseren (gemeente)
    selection_type="NEW_SELECTION" # Type selectie (Nieuw selecteren)
)

# Sla de geselecteerde Postcode6-gebieden op
arcpy.CopyFeatures_management(
    in_features="postcode6_layer", # De laag met de geselecteerde Postcode6-gebieden
    out_feature_class=postcode6 # Outputlaag voor de geselecteerde gebieden
)

print(f"Postcode6-gebieden binnen Kaag en Braassem opgeslagen: {postcode6}")

```

Postcode6-gebieden binnen Kaag en Braassem opgeslagen: Hitte.gdb\postcode6

4. Panden

4.1 Panden - Select Layer By Location

```

In [60]: # Definier output-bestand
panden = r"Hitte.gdb\panden"

# Maak een tijdelijke feature Layer van panden
arcpy.management.MakeFeatureLayer(
    in_features=panden0, # De laag met panden
    out_layer="panden_layer" # De naam van de tijdelijke feature Layer
)

# Selecteer panden die (deels) binnen de gemeente liggen
arcpy.management.SelectLayerByLocation(

```

```

in_layer="panden_layer", # De feature Layer van panden
overlap_type="INTERSECT", # Ruimtelijke selectie van panden die de gemeente overlappen
select_features=gemeente, # De gemeentegrenzen
selection_type="NEW_SELECTION" # Nieuwe selectie maken
)

# Sla de geselecteerde panden op
arcpy.management.CopyFeatures(
    in_features="panden_layer", # De geselecteerde panden
    out_feature_class=panden # Outputlaag voor de geselecteerde panden
)

print(f"Panden binnen Kaag en Braassem opgeslagen als: {panden}")

```

Panden binnen Kaag en Braassem opgeslagen als: Hitte.gdb\panden

5. Gevoelstemperatuur

5.1 Gevoelstemperatuur - Extract By Mask

```

In [61]: # Definier output-bestand
gevoelstemperatuur = r"Hitte.gdb\gevoelstemperatuur"

# Clip de gevoelstemperatuur-rasterlaag op de buffer van de gemeentegrens
gevoelstemperatuur_clipped = arcpy.sa.ExtractByMask(
    in_raster=gevoelstemperatuur0, # Het raster dat we willen knippen (gevoelstemperatuur)
    in_mask_data=gemeente_buffer # De laag die wordt gebruikt als mask (gemeente buffer)
)

# Sla het resultaat direct op
gevoelstemperatuur_clipped.save(gevoelstemperatuur)

print(f"Gevoelstemperatuur-raster geknipt en opgeslagen: {gevoelstemperatuur}")

```

Gevoelstemperatuur-raster geknipt en opgeslagen: Hitte.gdb\gevoelstemperatuur

5. Afstand tot Koelte

5.1 Afstand tot Koelte - Extract By Mask

```

In [62]: # Definier output-bestand
afstand_tot_koelte = r"Hitte.gdb\afstand_tot_koelte"

# Maak een tijdelijke feature layer van afstand_tot_koelte (shape)
arcpy.management.MakeFeatureLayer(
    in_features=afstand_tot_koelte0, # De shapefile met afstand tot koelte
    out_layer="afstand_tot_koelte_layer" # De naam van de tijdelijke feature layer
)

# Selecteer de features binnen de gemeente Kaag en Braassem
arcpy.management.SelectLayerByLocation(
    in_layer="afstand_tot_koelte_layer", # De feature layer van afstand tot koelte
    overlap_type="INTERSECT", # Selecteer features die de gemeente overlappen
    select_features=gemeente, # De gemeentegrenzen
    selection_type="NEW_SELECTION" # Nieuwe selectie maken
)

# Sla de geselecteerde features op
arcpy.management.CopyFeatures(
    in_features="afstand_tot_koelte_layer", # De geselecteerde features
    out_feature_class=afstand_tot_koelte # Output feature class
)

print(f"Afstand tot koelte binnen Kaag en Braassem opgeslagen als: {afstand_tot_koelte}")

```

Afstand tot koelte binnen Kaag en Braassem opgeslagen als: Hitte.gdb\afstand_tot_koelte

6. Schaduw Fiets en Wandelpaden

6.1 Schaduw Fiets en Wandelpaden - Extract By Mask

```

In [63]: # Definier output-bestand
schaduw_fiets_wandelpaden = r"Hitte.gdb\schaduw_fiets_wandelpaden"

```

```

# Maak een tijdelijke feature layer van schaduw_fiets_wandelpaden (shape)
arcpy.management.MakeFeatureLayer(
    in_features=schaduw_fiets_wandelpaden0, # De shapefile met schaduwrijke fiets- en wandelpaden
    out_layer="schaduw_fiets_wandelpaden_layer" # De naam van de tijdelijke feature layer
)

# Selecteer de features binnen de gemeente Kaag en Braassem
arcpy.management.SelectLayerByLocation(
    in_layer="schaduw_fiets_wandelpaden_layer", # De feature layer van schaduwrijke fiets- en wandelpaden
    overlap_type="INTERSECT", # Selecteer features die de gemeente overlappen
    select_features=gemeente, # De gemeentegrenzen
    selection_type="NEW_SELECTION" # Nieuwe selectie maken
)

# Sla de geselecteerde features op
arcpy.management.CopyFeatures(
    in_features="schaduw_fiets_wandelpaden_layer", # De geselecteerde features
    out_feature_class=schaduw_fiets_wandelpaden # Output feature class
)

print(f"Schaduw fiets- en wandelpaden binnen Kaag en Braassem opgeslagen als: {schaduw_fiets_wandelpaden}")

```

Schaduw fiets- en wandelpaden binnen Kaag en Braassem opgeslagen als: Hitte.gdb\schaduw_fiets_wandelpaden

Hitte - Gevoelstemperatuur

I. Algemeen

A. Importeren Functies en Instellen Workspace

```
In [64]: # Importeren van ArcPy en Spatial Analyst-extensie
import arcpy
from arcpy.sa import *

# Instellen van de workspace
arcpy.env.workspace = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Hitte"

# Geen automatische toevoeging aan de kaart aan map
arcpy.env.addOutputsToMap = False
```

B. Importeren Voorbewerkte Data

```
In [65]: # Importeren voorbereide data
gemeente = r"Hitte.gdb\gemeente"
gemeente_buffer = r"Hitte.gdb\gemeente_buffer"
kernen = r"Hitte.gdb\kernen"
postcode6 = r"Hitte.gdb\postcode6"
gevoelstemperatuur = r"Hitte.gdb\gevoelstemperatuur"
```

II. Data Analyse

1. Postcode6

1.1 Postcode6 - Export Features

```
In [66]: # Definieer de output-featureclass voor deze indicator
gevoelstemperatuur_pc6 = r"Gevoelstemperatuur.gdb\gevoelstemperatuur_pc6"

# Bouw field mapping: alleen het veld 'postcode6' behouden
field_mappings = arcpy.FieldMappings() # Start met een lege field mapping
field_map = arcpy.FieldMap() # Maak een individuele field map aan
field_map.addInputField(postcode6, "postcode6") # Voeg het veld 'postcode6' toe
field_mappings.addFieldMap(field_map) # Voeg deze toe aan de volledige mapping

# Exporteer postcode6-vlakken naar een nieuwe featureclass met alleen geometrie en 'postcode6'
arcpy.conversion.ExportFeatures(
    in_features=postcode6, # Invoergeometrie (alle postcodevlakken in Kaag en Braassem)
    out_features=gevoelstemperatuur_pc6, # Doel-featureclass in de geodatabase
    where_clause="", # Geen selectie; alles meenemen
    use_field_alias_as_name=None, # Gebruik standaard aliasnamen
    field_mapping=field_mappings, # Alleen het veld 'postcode6' meenemen
    sort_field=None # Geen sorteerveld opgegeven
)

print(f"Nieuwe featureclass aangemaakt: {gevoelstemperatuur_pc6}")
```

Nieuwe featureclass aangemaakt: Gevoelstemperatuur.gdb\gevoelstemperatuur_pc6

1.2 Postcode6 - Zonal Statistics

```
In [67]: # Definieer de output-tabel voor Zonal Statistics
zonalstats_gevoelstemperatuur_pc6 = r"Gevoelstemperatuur.gdb\zonalstats_gevoelstemperatuur_pc6"

# Voer ZonalStatistics uit en sla de tabel fysiek op
arcpy.sa.ZonalStatisticsAsTable(
    in_zone_data=gevoelstemperatuur_pc6, # Postcode 6-gebieden als zones
    zone_field="postcode6", # Het veld waarmee we per vlak willen groeperen (postcode6)
    in_value_raster=gevoelstemperatuur, # Raster met gevoelstemperatuur
```

```

out_table=zonalstats_gevoelstemperatuur_pc6, # Uitvoerlocatie voor de tabel met statistieken
statistics_type="ALL" # Bereken alle standaardstatistieken (MIN, MAX, MEAN, enz.)
)

print(f"Zonal Statistics uitgevoerd en opgeslagen als tabel: {zonalstats_gevoelstemperatuur_pc6}")

```

Zonal Statistics uitgevoerd en opgeslagen als tabel: Gevoelstemperatuur.gdb\zonalstats_gevoelstemperatuur_pc6

1.3 Postcode6 - Join Field

```

In [68]: # Voeg de Zonal Statistics toe aan de attributentabel van gevoelstemperatuur_pc6
arcpy.management.JoinField(
    in_data=gevoelstemperatuur_pc6, # De Laag waaraan we de statistieken willen toevoegen
    in_field="postcode6", # Het veld waarmee we gaan joinen (postcode6)
    join_table=zonalstats_gevoelstemperatuur_pc6, # De tabel met de berekende statistieken
    join_field="postcode6", # Het veld waarmee we gaan joinen in de statistieken tabel
    fields=["MIN", "MAX", "MEAN"] # De velden die we willen toevoegen aan de attributentabel
)

print(f"Zonal Statistics toegevoegd aan 'gevoelstemperatuur_pc6'")

```

Zonal Statistics toegevoegd aan 'gevoelstemperatuur_pc6'

1.4 Postcode6 - Alter Field

```

In [69]: # Pas de veldnamen aan voor MIN
arcpy.management.AlterField(
    in_table=gevoelstemperatuur_pc6, # De Laag waarvoor we de veldnamen aanpassen
    field="MIN", # Huidige veldnaam die we willen aanpassen
    new_field_name="Min_Gevoelstemperatuur", # Nieuwe naam voor het veld
    new_field_alias="Minimale Gevoelstemperatuur" # Alias voor het veld
)

# Pas de veldnamen aan voor MAX
arcpy.management.AlterField(
    in_table=gevoelstemperatuur_pc6, # De Laag waarvoor we de veldnamen aanpassen
    field="MAX", # Huidige veldnaam die we willen aanpassen
    new_field_name="Max_Gevoelstemperatuur", # Nieuwe naam voor het veld
    new_field_alias="Maximale Gevoelstemperatuur" # Alias voor het veld
)

# Pas de veldnamen aan voor MEAN
arcpy.management.AlterField(
    in_table=gevoelstemperatuur_pc6, # De Laag waarvoor we de veldnamen aanpassen
    field="MEAN", # Huidige veldnaam die we willen aanpassen
    new_field_name="Gem_Gevoelstemperatuur", # Nieuwe naam voor het veld
    new_field_alias="Gemiddelde Gevoelstemperatuur" # Alias voor het veld
)

print(f"Veldnamen aangepast in 'gevoelstemperatuur_pc6'")

```

Veldnamen aangepast in 'gevoelstemperatuur_pc6'

2. Gevoelstemperatuur

2.1 Gevoelstemperatuur – Raster naar polygonen

```

In [70]: # Definieer de outputnaam voor de polygonlaag
gevoelstemperatuur_polygon = "Gevoelstemperatuur.gdb/gevoelstemperatuur"

# Zet het gereclassificeerde raster om naar polygonen
arcpy.conversion.RasterToPolygon(
    in_raster=gevoelstemperatuur, # Raster
    out_polygon_features=gevoelstemperatuur_polygon, # Output polygonlaag
    simplify="NO_SIMPLIFY", # Geen vereenvoudiging van randen
    raster_field="Value" # Gebruik klassewaarde als attribuut
)

print(f"Raster succesvol omgezet naar polygonlaag '{gevoelstemperatuur_polygon}'.")

```

Raster succesvol omgezet naar polygonlaag 'Gevoelstemperatuur.gdb/gevoelstemperatuur'.

2.2 Gevoelstemperatuur – Veld 'gridcode' hernoemen naar 'Gevoelstemperatuur'

```
In [71]: # Hernoem het veld 'gridcode' naar 'Gevoelstemperatuur'
arcpy.management.AlterField(
    in_table=gevoelstemperatuur_polygon, # Polygonlaag uit vorige stap
    field="gridcode", # Standaardveld dat RasterToPolygon aanmaakt
    new_field_name="Gevoelstemperatuur", # Nieuwe veldnaam
    new_field_alias="Gevoelstemperatuur" # Alias voor weergave
)

print("Attribuutveld 'gridcode' hernoemd naar 'Gevoelstemperatuur'.")
```

Attribuutveld 'gridcode' hernoemd naar 'Gevoelstemperatuur'.

2.3 Gevoelstemperatuur – Veld 'id' verwijderd

```
In [72]: # Verwijder overbodige dubbele kolom
arcpy.management.DeleteField(gevoelstemperatuur_polygon, ["Id"])

print("Attribuutveld 'Id' verwijderd.")
```

Attribuutveld 'Id' verwijderd.

3. Visueel

3.1 Gevoelstemperatuur PC6 - Round

```
In [73]: # Rond Gem_Gevoelstemperatuur af op 1 decimaal
arcpy.management.CalculateField(
    in_table=gevoelstemperatuur_pc6,
    field="Gem_Gevoelstemperatuur",
    expression="round(!Gem_Gevoelstemperatuur!, 1)",
    expression_type="PYTHON3"
)

print(f"Gem_Gevoelstemperatuur in 'gevoelstemperatuur_pc6' afgerond op 1 decimaal.")
```

Gem_Gevoelstemperatuur in 'gevoelstemperatuur_pc6' afgerond op 1 decimaal.

Hitte - Afstand tot Koelte

I. Algemeen

A. Importeren Functies en Instellen Workspace

```
In [74]: # Importeren van ArcPy en Spatial Analyst-extensie
import arcpy
from arcpy.sa import *

# Instellen van de workspace
arcpy.env.workspace = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Hitte"

# Geen automatische toevoeging aan de kaart aan map
arcpy.env.addOutputsToMap = False
```

B. Importeren Voorbewerkte Data

```
In [75]: # Importeren voorbereide data
gemeente = r"Hitte.gdb\gemeente"
kernen = r"Hitte.gdb\kernen"
postcode6 = r"Hitte.gdb\postcode6"
panden = r"Hitte.gdb\panden"
afstand_tot_koelte = r"Hitte.gdb\afstand_tot_koelte"
```

II. Data Analyse

1. Afstand tot Koelte

1.1 Afstand tot Koelte - Export Features

```
In [76]: # Definieer de output-featureclass voor deze indicator
afstand_tot_koelte_panden = r"Afstand tot Koelte.gdb\afstand_tot_koelte_panden"

# Field map voor Legenda
field_mappings = arcpy.FieldMappings()
field_map = arcpy.FieldMap()
field_map.addInputField(afstand_tot_koelte, "Legenda")
field_mappings.addFieldMap(field_map)

# Export alle features m.u.v. 'Koele plek'
arcpy.conversion.ExportFeatures(
    in_features=afstand_tot_koelte,
    out_features=afstand_tot_koelte_panden,
    field_mapping=field_mappings,
    where_clause="Legenda <> 'Koele plek'"
)

print(f"Nieuwe featureclass aangemaakt zonder 'Koele plek': {afstand_tot_koelte_panden}")
```

Nieuwe featureclass aangemaakt zonder 'Koele plek': Afstand tot Koelte.gdb\afstand_tot_koelte_panden

1.2 Afstand tot Koelte - Export Features (2)

```
In [77]: # Export alleen de 'Koele plek' features
koele_plekken = r"Afstand tot Koelte.gdb\koele_plekken"

arcpy.conversion.ExportFeatures(
    in_features=afstand_tot_koelte,
    out_features=koele_plekken,
    field_mapping=field_mappings,
    where_clause="Legenda = 'Koele plek'"
)
```

```
print(f"Aparte featureclass voor 'Koele plek' aangemaakt: {koele_plekken}")
```

Aparte featureclass voor 'Koele plek' aangemaakt: Afstand tot Koelte.gdb\koele_plekken

1.3 Afstand tot Koelte - Spatial Join - Postcode6

```
In [78]: # Maak een FieldMappings object
field_mappings = arcpy.FieldMappings()

# Voeg de postcode6 toe aan de FieldMap
field_map_postcode = arcpy.FieldMap()
field_map_postcode.addInputField(postcode6, "postcode6") # Voeg postcode6 toe

# Voeg de FieldMap toe aan FieldMappings (alleen postcode6 wordt toegevoegd)
field_mappings.addFieldMap(field_map_postcode)

# Voer Spatial Join uit om de postcode6 toe te voegen aan de pandenlaag
arcpy.management.AddSpatialJoin(
    target_features=afstand_tot_koelte_panden, # Panden Laag
    join_features=postcode6,                  # Postcode6 Laag
    join_type="KEEP_ALL",                      # Alles behouden
    field_mapping=field_mappings,              # Specifieke veldinstellingen
    match_option="LARGEST_OVERLAP",            # Ruimtelijke relatie (grootste overlap)
    permanent_join="PERMANENT_FIELDS"         # Kolommen worden permanent toegevoegd aan de target layer
)

print(f"Postcode6 toegevoegd aan {afstand_tot_koelte_panden}.")
```

Postcode6 toegevoegd aan Afstand tot Koelte.gdb\afstand_tot_koelte_panden.

2. Postcode6

2.1 Postcode6 - Export Features

```
In [79]: # Definieer de output-featureclass voor deze indicator
afstand_tot_koelte_pc6 = r"Afstand tot Koelte.gdb\afstand_tot_koelte_pc6"

# Bouw field mapping: alleen het veld 'postcode6' behouden
field_mappings = arcpy.FieldMappings() # Start met een lege field mapping
field_map = arcpy.FieldMap() # Maak een individuele field map aan
field_map.addInputField(postcode6, "postcode6") # Voeg het veld 'postcode6' toe
field_mappings.addFieldMap(field_map) # Voeg deze toe aan de volledige mapping

# Exporteer alleen geometrie + 'postcode6'
arcpy.conversion.ExportFeatures(
    in_features=postcode6, # Invoer geometrie GA
    out_features=afstand_tot_koelte_pc6, # Doel-featureclass in de geodatabase
    where_clause="", # Geen selectie; alles meenemen
    use_field_alias_as_name=None, # Gebruik standaard aliasnamen
    field_mapping=field_mappings, # Alleen het veld 'postcode6' meenemen
    sort_field=None # Geen sorteerveld opgegeven
)

print(f"Nieuwe featureclass aangemaakt: {afstand_tot_koelte_pc6}")
```

Nieuwe featureclass aangemaakt: Afstand tot Koelte.gdb\afstand_tot_koelte_pc6

2.2 Postcode6 - Tel hoe vaak elke afstandklasse (Legenda) voorkomt per postcode6

```
In [80]: # Output-tabel: frequentie van Legenda per postcode6
stats1_afstand_tot_koelte_pc6 = r"Afstand tot Koelte.gdb\stats1_afstand_tot_koelte_pc6"

# Groepeer op postcode6 + Legenda en tel aantal panden (OBJECTID = uniek)
arcpy.analysis.Statistics(
    in_table=afstand_tot_koelte_panden,
    out_table=stats1_afstand_tot_koelte_pc6,
    statistics_fields=[["OBJECTID", "COUNT"]],
    case_field=["postcode6", "Legenda"]
)

# Verwijder overbodige dubbele kolom
arcpy.management.DeleteField(stats1_afstand_tot_koelte_pc6, ["COUNT_OBJECTID"])

print(f"Tabel met frequentie van afstandsklasse per postcode6 in {stats1_afstand_tot_koelte_pc6}.")
```

Tabel met frequentie van afstandsklasse per postcode6 in Afstand tot Koelte.gdb\stats1_afstand_tot_koelte_pc6.

2.3 Postcode6 - Bereken de hoogste FREQUENCY per postcode6

```
In [81]: # Output-tabel: hoogste FREQUENCY per postcode6
stats2_afstand_tot_koelte_pc6 = r"Afstand tot Koelte.gdb\stats2_afstand_tot_koelte_pc6"

# Per postcode6, bepaal de hoogste FREQUENCY
arcpy.analysis.Statistics(
    in_table=stats1_afstand_tot_koelte_pc6,
    out_table=stats2_afstand_tot_koelte_pc6,
    statistics_fields=[["FREQUENCY", "MAX"]],
    case_field=["postcode6"]
)

# Verwijder overbodige dubbele kolom
arcpy.management.DeleteField(stats2_afstand_tot_koelte_pc6, ["FREQUENCY"])

print(f"MAX_FREQUENTY per postcode6 in {stats2_afstand_tot_koelte_pc6}.")
```

MAX_FREQUENTY per postcode6 in Afstand tot Koelte.gdb\stats2_afstand_tot_koelte_pc6.

2.4 Postcode6 - Combineer FREQUENCY + MAX_FREQUENTY in nieuwe tabel

```
In [82]: # Stap 1: Maak een kopie van de stats1-tabel
stats3_afstand_tot_koelte_pc6 = r"Afstand tot Koelte.gdb\stats3_afstand_tot_koelte_pc6"

arcpy.management.CopyRows(
    in_rows=stats1_afstand_tot_koelte_pc6,
    out_table=stats3_afstand_tot_koelte_pc6
)

# Stap 2: Join de MAX_FREQUENTY toe aan de kopie
arcpy.management.JoinField(
    in_data=stats3_afstand_tot_koelte_pc6,
    in_field="postcode6",
    join_table=stats2_afstand_tot_koelte_pc6,
    join_field="postcode6",
    fields=["MAX_FREQUENTY"]
)

print(f"Nieuwe tabel met FREQUENCY + MAX_FREQUENTY aangemaakt: {stats3_afstand_tot_koelte_pc6}")
```

Nieuwe tabel met FREQUENCY + MAX_FREQUENTY aangemaakt: Afstand tot Koelte.gdb\stats3_afstand_tot_koelte_pc6

2.5 Postcode6 - Selecteer alleen rijen met de hoogste FREQUENCY per postcode6

```
In [83]: # Output-tabel met resultaat
stats4_afstand_tot_koelte_pc6 = r"Afstand tot Koelte.gdb\stats4_afstand_tot_koelte_pc6"

# Selectie uitvoeren op basis van vergelijking tussen FREQUENCY en MAX_FREQUENTY
arcpy.analysis.TableSelect(
    in_table=stats3_afstand_tot_koelte_pc6,
    out_table=stats4_afstand_tot_koelte_pc6,
    where_clause="FREQUENCY = MAX_FREQUENTY"
)

# Verwijder overbodige dubbele kolom
arcpy.management.DeleteField(stats4_afstand_tot_koelte_pc6, ["MAX_FREQUENTY"])

print(f"Meest voorkomende Legenda('s) per postcode6 opgeslagen in {stats4_afstand_tot_koelte_pc6}.")
```

Meest voorkomende Legenda('s) per postcode6 opgeslagen in Afstand tot Koelte.gdb\stats4_afstand_tot_koelte_pc6.

2.6 Postcode6 - Selecteer alleen rijen met de hoogste FREQUENCY per postcode6

```
In [84]: # Input-tabel met per postcode6 de rijen met hoogste FREQUENCY
table = r"Afstand tot Koelte.gdb\stats4_afstand_tot_koelte_pc6"

# Dictionary om postcode6 en bijbehorende Legenda's te verzamelen
data = {}

with arcpy.da.SearchCursor(table, ["postcode6", "Legenda"]) as cursor:
    for postcode, legenda in cursor:
        if postcode not in data:
            data[postcode] = []
```

```

        data[postcode].append(legenda)

# Print alleen de postcode6's die meerdere legenda's hebben (dus gelijkspel)
print("Postcodes met 2 of meer gelijke hoogste frequenties:\n")

for postcode, legendas in data.items():
    if len(legendas) > 1:
        print(f"{postcode}: {'', ' '.join(legendas)}")

print("")
print("Hierbij ervoor gekozen om de 'verste' afstand te kiezen")

```

Postcodes met 2 of meer gelijke hoogste frequenties:

```

2355AJ: 0 - 200 meter, 200 - 300 meter
2355BN: 200 - 300 meter, 300 - 400 meter
2355RA: 200 - 300 meter, 300 - 400 meter
2355RB: 300 - 400 meter, 500+ meter
2371AM: 400 - 500 meter, 500+ meter
2371AS: 300 - 400 meter, 400 - 500 meter
2371AT: 200 - 300 meter, 300 - 400 meter
2371BP: 200 - 300 meter, 300 - 400 meter
2371EE: 200 - 300 meter, 300 - 400 meter
2371EN: 0 - 200 meter, 200 - 300 meter
2371GB: 300 - 400 meter, 500+ meter
2371HB: 0 - 200 meter, 200 - 300 meter
2371HN: 300 - 400 meter, 400 - 500 meter
2371JN: 0 - 200 meter, 200 - 300 meter
2371JR: 0 - 200 meter, 200 - 300 meter
2371LB: 0 - 200 meter, 200 - 300 meter
2371TS: 200 - 300 meter, 300 - 400 meter
2371TV: 300 - 400 meter, 400 - 500 meter
2371XA: 300 - 400 meter, 400 - 500 meter
2376AS: 200 - 300 meter, 300 - 400 meter
2376AT: 0 - 200 meter, 200 - 300 meter
2377BB: 300 - 400 meter, 400 - 500 meter
2377BG: 300 - 400 meter, 400 - 500 meter
2377CC: 200 - 300 meter, 300 - 400 meter
2377XA: 0 - 200 meter, 200 - 300 meter
2377XB: 0 - 200 meter, 200 - 300 meter
2451CG: 0 - 200 meter, 200 - 300 meter
2451VB: 200 - 300 meter, 400 - 500 meter
2451WE: 300 - 400 meter, 400 - 500 meter
2451WH: 0 - 200 meter, 200 - 300 meter, 300 - 400 meter
2451ZB: 200 - 300 meter, 300 - 400 meter
2451ZN: 0 - 200 meter, 200 - 300 meter
2465AX: 200 - 300 meter, 300 - 400 meter
2481XK: 0 - 200 meter, 200 - 300 meter

```

Hierbij ervoor gekozen om de 'verste' afstand te kiezen

2.7 Postcode6 - Sorteer op postcode6 en afstand (verste eerst)

```

In [85]: # Output-tabel met resultaat
stats5_afstand_tot_koelte_pc6 = r"Afstand tot Koelte.gdb\stats5_afstand_tot_koelte_pc6"

# Sorteer bestaande tabel op postcode6 (A-Z) en afstandsklasse (verste eerst)
arcpy.management.Sort(
    in_dataset=stats4_afstand_tot_koelte_pc6,
    out_dataset=stats5_afstand_tot_koelte_pc6,
    sort_field="postcode6 ASCENDING; Legenda DESCENDING"
)

# Verwijder overbodige dubbele kolom
arcpy.management.DeleteField(stats5_afstand_tot_koelte_pc6, ["ORIG_FID"])

print(f"Gesorteerde tabel (Postcode: A-Z, Legenda: Ver-Dichtbij) opgeslagen in {stats5_afstand_tot_koelte_pc6}.")

```

Gesorteerde tabel (Postcode: A-Z, Legenda: Ver-Dichtbij) opgeslagen in Afstand tot Koelte.gdb\stats5_afstand_tot_koelte_pc6.

2.8 Postcode6 - Join eindresultaat (Legenda + FREQUENCY) aan postcode-featureclass

```

In [86]: # Join de 'Legenda' en 'FREQUENCY' aan de postcodes op basis van postcode6
arcpy.management.JoinField(
    in_data=afstand_tot_koelte_pc6,          # Feature class waar je aan wilt joinen

```

```

in_field="postcode6",          # Veld in geometrie-FC
join_table=stats5_afstand_tot_koelte_pc6, # De tabel met de dominante Legenda per postcode
join_field="postcode6",        # Veld in de tabel
fields=["Legenda", "FREQUENCY"] # Alleen de relevante velden
)

print(f"Legenda en FREQUENCY succesvol gejoined aan {afstand_tot_koelte_pc6}.")

```

Legenda en FREQUENCY succesvol gejoined aan Afstand tot Koelte.gdb\afstand_tot_koelte_pc6.

3. Visueel

3.1 Afstand tot koelte - Alter field

In [87]: *# Pas de veldnamen aan voor Legenda*

```

arcpy.management.AlterField(
    in_table=afstand_tot_koelte_panden, # De Laag waarvoor we de veldnamen aanpassen
    field="Legenda", # Huidige veldnaam die we willen aanpassen
    new_field_name="Afstand", # Nieuwe naam voor het veld
    new_field_alias="Afstand" # Alias voor het veld
)

```

Out[87]: **Messages**

Start Time: woensdag 2 juli 2025 14:05:18

Succeeded at woensdag 2 juli 2025 14:05:18 (Elapsed Time: 0,14 seconds)

3.2 Afstand tot koelte PC6 - Alter field

In [88]: *# Pas de veldnamen aan voor Legenda*

```

arcpy.management.AlterField(
    in_table=afstand_tot_koelte_pc6, # De Laag waarvoor we de veldnamen aanpassen
    field="Legenda", # Huidige veldnaam die we willen aanpassen
    new_field_name="Dominante_afstand", # Nieuwe naam voor het veld
    new_field_alias="Dominante afstand" # Alias voor het veld
)

```

Out[88]: **Messages**

Start Time: woensdag 2 juli 2025 14:05:18

Succeeded at woensdag 2 juli 2025 14:05:18 (Elapsed Time: 0,14 seconds)

Hitte - Schaduw op Fiets en Wandelpaden

I. Algemeen

A. Importeren Functies en Instellen Workspace

```
In [106... # Importeren van ArcPy en Spatial Analyst-extensie
import arcpy
from arcpy.sa import *

# Instellen van de workspace
arcpy.env.workspace = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Hitte"

# Geen automatische toevoeging aan de kaart aan map
arcpy.env.addOutputsToMap = False
```

B. Importeren Voorbewerkte Data

```
In [107... # Importeren voorbewerkte data
gemeente = r"Hitte.gdb\gemeente"
kernen = r"Hitte.gdb\kernen"
postcode6 = r"Hitte.gdb\postcode6"
panden = r"Hitte.gdb\panden"
schaduw_fiets_wandelpaden = r"Hitte.gdb\schaduw_fiets_wandelpaden"
```

II. Data Analyse

1. Schaduw Fiets Wandelpaden

1.1 Schaduw Fiets Wandelpaden - Export Features

```
In [108... # Definieer de output-featureclass voor deze indicator
schaduw_fiets_wandelpaden_paden = r"Schaduw Fiets en Voetpaden.gdb\schaduw_fiets_wandelpaden_paden"

# Field mappings voor beide kolommen
field_mappings = arcpy.FieldMappings()

# Voeg 'Ptot_schad' toe
field_map1 = arcpy.FieldMap()
field_map1.addInputField(schaduw_fiets_wandelpaden, "Ptot_schad")
field_mappings.addFieldMap(field_map1)

# Voeg 'Categorie' toe
field_map2 = arcpy.FieldMap()
field_map2.addInputField(schaduw_fiets_wandelpaden, "Categorie")
field_mappings.addFieldMap(field_map2)

# Export alle features met alleen deze velden
arcpy.conversion.ExportFeatures(
    in_features=schaduw_fiets_wandelpaden,
    out_features=schaduw_fiets_wandelpaden_paden,
    field_mapping=field_mappings
)

print(f"Nieuwe featureclass aangemaakt met 'Ptot_schad' en 'Categorie': {schaduw_fiets_wandelpaden_paden}")
```

Nieuwe featureclass aangemaakt met 'Ptot_schad' en 'Categorie': Schaduw Fiets en Voetpaden.gdb\schaduw_fiets_wandelpaden_paden

1.2 Schaduw Fiets Wandelpaden - Spatial Join - Postcode6

```
In [109... # Maak een FieldMappings object
field_mappings = arcpy.FieldMappings()

# Voeg de postcode6 toe aan de FieldMap
field_map_postcode = arcpy.FieldMap()
field_map_postcode.addInputField(postcode6, "postcode6") # Voeg postcode6 toe
field_mappings.addFieldMap(field_map_postcode)

# Voer Spatial Join uit om postcode6 toe te voegen aan de schaduwpadenlaag
arcpy.management.AddSpatialJoin(
    target_features=schaduw_fiets_wandelpaden_paden, # Fiets/wandelpaden
    join_features=postcode6, # Postcode6 laag
    join_type="KEEP_ALL", # Behoud alle paden
    field_mapping=field_mappings, # Alleen postcode6 toevoegen
    match_option="LARGEST_OVERLAP", # Grootste overlap = beste match
    permanent_join="PERMANENT_FIELDS" # Kolommen worden permanent toegevoegd aan de target layer
)

print(f"Postcode6 toegevoegd aan {schaduw_fiets_wandelpaden_paden}.")
```

Postcode6 toegevoegd aan Schaduw Fiets en Voetpaden.gdb\schaduw_fiets_wandelpaden_paden.

1.3 Schaduw - Calculate Field - Oppervlakte Schaduw

```
In [110... # Voeg een nieuw veld toe voor de berekende schaduw-oppervlakte
arcpy.management.AddField(
    in_table=schaduw_fiets_wandelpaden_paden, # Fiets/wandelpaden-laag
    field_name="Opp_Schaduw", # Nieuw veld
    field_type="DOUBLE" # Numeriek met decimalen
)

# Bereken de oppervlakte schaduw per segment (Shape_Area * % schaduw)
arcpy.management.CalculateField(
    in_table=schaduw_fiets_wandelpaden_paden,
    field="Opp_Schaduw",
    expression="!Shape_Area! * !Ptot_schad! / 100", # Formule voor berekening
    expression_type="PYTHON3"
)

print(f"Veld 'Opp_Schaduw' toegevoegd en berekend voor {schaduw_fiets_wandelpaden_paden}.")
```

Veld 'Opp_Schaduw' toegevoegd en berekend voor Schaduw Fiets en Voetpaden.gdb\schaduw_fiets_wandelpaden_paden.

2. Postcode6

2.1 Postcode6 - Export Features

```
In [111... # Definieer de output-featureclass voor deze indicator
schaduw_fiets_wandelpaden_pc6 = r"Schaduw Fiets en Voetpaden.gdb\schaduw_fiets_wandelpaden_pc6"

# Bouw field mapping: alleen het veld 'postcode6' behouden
field_mappings = arcpy.FieldMappings() # Start met een lege field mapping
field_map = arcpy.FieldMap() # Maak een individuele field map aan
field_map.addInputField(postcode6, "postcode6") # Voeg het veld 'postcode6' toe
field_mappings.addFieldMap(field_map) # Voeg deze toe aan de volledige mapping

# Exporteer alleen geometrie + 'postcode6'
arcpy.conversion.ExportFeatures(
    in_features=postcode6, # Invoergeometrie GA
    out_features=schaduw_fiets_wandelpaden_pc6, # Doel-featureclass in de geodatabase
    where_clause="", # Geen selectie; alles meenemen
    use_field_alias_as_name=None, # Gebruik standaard aliasnamen
    field_mapping=field_mappings, # Alleen het veld 'postcode6' meenemen
    sort_field=None # Geen sorteerveld opgegeven
)

print(f"Nieuwe featureclass aangemaakt: {schaduw_fiets_wandelpaden_pc6}")
```

Nieuwe featureclass aangemaakt: Schaduw Fiets en Voetpaden.gdb\schaduw_fiets_wandelpaden_pc6

2.2 Postcode6 - Totale oppervlakte fiets- en wandelpaden & schaduw

```
In [112... # Output-tabel
stats1_schaduw_fiets_wandelpaden_pc6 = r"Schaduw Fiets en Voetpaden.gdb\stats1_schaduw_fiets_wandelpaden_pc6"
```

```
# Gebruik Statistics om per gemeente de totale oppervlakte en problematische oppervlakte te berekenen
arcpy.analysis.Statistics(
    in_table=schaduw_fiets_wandelpaden_paden,
    out_table=stats1_schaduw_fiets_wandelpaden_pc6,
    statistics_fields=[["Shape_Area", "SUM"], ["Opp_Schaduw", "SUM"]],
    case_field="postcode6"
)

print(f"Totale oppervlakte fiets- en wandelpaden & schaduw per postcode6 berekend en opgeslagen: {stats1_schaduw_
```

Totale oppervlakte fiets- en wandelpaden & schaduw per postcode6 berekend en opgeslagen: Schaduw Fiets en Voetpade
n.gdb\stats1_schaduw_fiets_wandelpaden_pc6

2.3 Postcode6 - Gemiddelde Schaduw

```
In [113... # Voeg een veld toe voor de uiteindelijke begaanbaarheidsscore
arcpy.management.AddField(stats1_schaduw_fiets_wandelpaden_pc6, "Gem_Schaduw", "DOUBLE")

# Bereken de correcte score per gemeente (percentage begaanbare wegen)
arcpy.management.CalculateField(
    in_table=stats1_schaduw_fiets_wandelpaden_pc6,
    field="Gem_Schaduw",
    expression="(!SUM_Opp_Schaduw! / !SUM_Shape_Area!) * 100",
    expression_type="PYTHON3"
)

print(f"Gemiddelde schaduw (Opp Schaduw / Opp Paden) per postcode6 berekend en opgeslagen: {stats1_schaduw_fiets_
```

Gemiddelde schaduw (Opp Schaduw / Opp Paden) per postcode6 berekend en opgeslagen: Schaduw Fiets en Voetpaden.gdb
\stats1_schaduw_fiets_wandelpaden_pc6

2.3 Postcode6 - Join Field

```
In [114... # Voeg de Statistics toe aan de attributentabel van schaduw_fiets_wandelpaden_pc6
arcpy.management.JoinField(
    in_data=schaduw_fiets_wandelpaden_pc6, # De laag waaraan we de statistieken willen toevoegen
    in_field="postcode6", # Het veld waarmee we gaan joinen (postcode6)
    join_table=stats1_schaduw_fiets_wandelpaden_pc6, # De tabel met de berekende statistieken
    join_field="postcode6", # Het veld waarmee we gaan joinen in de statistieken tabel
    fields="Gem_Schaduw" # De velden die we willen toevoegen aan de attributentabel
)

print(f"Statistics toegevoegd aan 'schaduw_fiets_wandelpaden_pc6'")
```

Statistics toegevoegd aan 'schaduw_fiets_wandelpaden_pc6'

3. Visueel

3.1 Schaduw Fiets en Wandelpaden - Alter Field

```
In [115... # Pas de veldnamen aan voor Legenda
arcpy.management.AlterField(
    in_table=schaduw_fiets_wandelpaden_paden, # De laag waarvoor we de veldnamen aanpassen
    field="Ptot_schad", # Huidige veldnaam die we willen aanpassen
    new_field_name="Schaduw", # Nieuwe naam voor het veld
    new_field_alias="Schaduw" # Alias voor het veld
)

print(f"Ptot_schad gewijzigd in Schaduw.")
```

Ptot_schad gewijzigd in Schaduw.

3.2 Schaduw Fiets en Wandelpaden - Round

```
In [116... # Rond Ptot_schad af op 1 decimaal
arcpy.management.CalculateField(
    in_table=schaduw_fiets_wandelpaden_paden,
    field="Schaduw",
    expression="round(!Schaduw!, 1)",
    expression_type="PYTHON3"
)

print(f"Schaduw in 'schaduw_fiets_wandelpaden_paden' afgerond op 1 decimaal.")
```

Schaduw in 'schaduw_fiets_wandelpaden_paden' afgerond op 1 decimaal.

3.3 Schaduw Fiets en Wandelpaden - PC6 - Alter Field

```
In [117... # Pas de veldnamen aan voor Legenda
arcpy.management.AlterField(
    in_table=schaduw_fiets_wandelpaden_pc6, # De Laag waarvoor we de veldnamen aanpassen
    field="Gem_Schaduw", # Huidige veldnaam die we willen aanpassen
    new_field_name="Gem_Schaduw", # Nieuwe naam voor het veld
    new_field_alias="Gemiddelde Schaduw" # Alias voor het veld
)

print(f"Gem_Schaduw (Alias) gewijzigd in Gemiddelde Schaduw.")
```

Gem_Schaduw (Alias) gewijzigd in Gemiddelde Schaduw.

3.4 Schaduw Fiets en Wandelpaden - PC6 - Round

```
In [119... # Rond Gem_Schaduw af op 1 decimaal
arcpy.management.CalculateField(
    in_table=schaduw_fiets_wandelpaden_pc6,
    field="Gem_Schaduw",
    expression="afroonden(!Gem_Schaduw!)",
    expression_type="PYTHON3",
    code_block="""
def afroonden(x):
    if x is None:
        return None
    else:
        return round(x, 1)
"""
)

print(f"Gem_Schaduw in 'schaduw_fiets_wandelpaden_pc6' afgerond op 1 decimaal.")
```

Gem_Schaduw in 'schaduw_fiets_wandelpaden_pc6' afgerond op 1 decimaal.

Hitte - Map

I. Algemeen

A. Importeren Functies

```
In [153... # Importeren van ArcPy en Spatial Analyst-extensie
import arcpy
from arcpy.sa import *

# Instellen van de workspace
arcpy.env.workspace = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Hitte"

# Geen automatische toevoeging aan de kaart aan map
arcpy.env.addOutputsToMap = False
```

II. Kaart Opmaken

1.1 Algemeen - Create Group Layers

```
In [154... # Open actieve project en kaart
p = arcpy.mp.ArcGISProject("CURRENT")
m = p.listMaps("Hitte")[0]

# Maak drie lege group layers
gl_schaduw = m.createGroupLayer("Schaduw Fiets en Voetpaden")
gl_koelte = m.createGroupLayer("Afstand tot Koelte")
gl_gevoelstemperatuur = m.createGroupLayer("Gevoelstemperatuur")

print("Drie lege group layers aangemaakt en toegevoegd.")
```

Drie lege group layers aangemaakt en toegevoegd.

1.2 Algemeen - Add data from path

```
In [155... # Base-Path
base = arcpy.env.workspace

# Gevoelstemperatuur
layer = m.addDataFromPath(f"{base}\\Gevoelstemperatuur.gdb\\gevoelstemperatuur")
m.addLayerToGroup(gl_gevoelstemperatuur, layer, "BOTTOM")
m.removeLayer(layer)

layer = m.addDataFromPath(f"{base}\\Gevoelstemperatuur.gdb\\gevoelstemperatuur_pc6")
m.addLayerToGroup(gl_gevoelstemperatuur, layer, "BOTTOM")
m.removeLayer(layer)

# Afstand tot Koelte
layer = m.addDataFromPath(f"{base}\\Afstand tot Koelte.gdb\\afstand_tot_koelte_panden")
m.addLayerToGroup(gl_koelte, layer, "BOTTOM")
m.removeLayer(layer)

layer = m.addDataFromPath(f"{base}\\Afstand tot Koelte.gdb\\koele_plekken")
m.addLayerToGroup(gl_koelte, layer, "BOTTOM")
m.removeLayer(layer)

layer = m.addDataFromPath(f"{base}\\Afstand tot Koelte.gdb\\afstand_tot_koelte_pc6")
m.addLayerToGroup(gl_koelte, layer, "BOTTOM")
m.removeLayer(layer)

# Schaduw Fiets en Voetpaden
layer = m.addDataFromPath(f"{base}\\Schaduw Fiets en Voetpaden.gdb\\schaduw_fiets_wandelpaden_panden")
m.addLayerToGroup(gl_schaduw, layer, "BOTTOM")
m.removeLayer(layer)
```

```

layer = m.addDataFromPath(f"{base}\\Schaduw Fiets en Voetpaden.gdb\\schaduw_fiets_wandelpaden_pc6")
m.addLayerToGroup(gl_schaduw, layer, "BOTTOM")
m.removeLayer(layer)

print("Lagen toegevoegd per groep.")

```

Lagen toegevoegd per groep.

2. Gevoelstemperatuur

2.1 Gevoelstemperatuur - Aanpassen Symbology

In [183...

```

# Symbology van laag ophalen
p = arcpy.mp.ArcGISProject("CURRENT") # Project
m = p.listMaps("Hitte")[0] # Map
group = m.listLayers("Gevoelstemperatuur")[0] # Group
lyr = group.listLayers("gevoelstemperatuur")[0] # Laag
sym = lyr.symbology # Symbology

# Wijzig symbologie
sym.updateRenderer("GraduatedColorsRenderer")
sym.renderer.colorRamp = p.listColorRamps("Yellow-Orange-Red (Continuous)")[0]

# Specificeer de klassen en labels
classBreakValues = [32, 34, 37, 40, 43, 45, 48, 50]
classBreakLabels = [
    " ≤ 32 °C - Gematigde Hittestress",
    "32-34 °C - Gematigde Hittestress",
    "35-37 °C - Grote Hittestress",
    "38-40 °C - Grote Hittestress",
    "41-43 °C - Extreme Hittestress (Niveau 1)",
    "44-45 °C - Extreme Hittestress (Niveau 1)",
    "46-48 °C - Extreme Hittestress (Niveau 2)",
    "49-50 °C - Extreme Hittestress (Niveau 2)"
]

# Stel classificatieveld en aantal klassen in
sym.renderer.classificationField = "Gevoelstemperatuur"
sym.renderer.breakCount = len(classBreakValues)

# Voeg class breaks en labels toe
for brk, value, label in zip(sym.renderer.classBreaks, classBreakValues, classBreakLabels):
    brk.upperBound = value
    brk.label = label
    brk.symbol.outlineWidth = 0

# Symbologie toepassen
lyr.symbology = sym

# # Toon waarden buiten bereik / zonder data
# cim = Lyr.getDefinition("V3")
# cim.renderer.useDefaultSymbol = True
# cim.renderer.defaultLabel = "Geen Data" # Label voor out-of-range
# Lyr.setDefinition(cim)

# Sla project op
p.save()

print("Symbologie toegepast met kleurenschaal en klassen.")

```

Symbologie toegepast met kleurenschaal en klassen.

2.2 Gevoelstemperatuur PC6 - Aanpassen Symbology

In [157...

```

# Symbology van laag ophalen
p = arcpy.mp.ArcGISProject("CURRENT") # Project
m = p.listMaps("Hitte")[0] # Map
group = m.listLayers("Gevoelstemperatuur")[0] # Group
lyr = group.listLayers("gevoelstemperatuur_pc6")[0] # Laag
sym = lyr.symbology # Symbology

# Wijzig symbologie
sym.updateRenderer("GraduatedColorsRenderer")
sym.renderer.colorRamp = p.listColorRamps("Condition Number")[0]

```

```

# Specificeer de klassen en labels
classBreakValues = [32, 35, 40, 45, 50]
classBreakLabels = [
    "A: < 32 °C",
    "B: 32 - 35 °C",
    "C: 36 - 40 °C",
    "D: 41 - 45 °C",
    "E: > 45 °C"
]

# Stel classificatieveld en aantal klassen in
sym.renderer.classificationField = "Gem_Gevoelstemperatuur"
sym.renderer.breakCount = len(classBreakValues)

# Voeg class breaks en labels toe
for brk, value, label in zip(sym.renderer.classBreaks, classBreakValues, classBreakLabels):
    brk.upperBound = value
    brk.label = label

# Pas symbologie toe op de laag
lyr.symbology = sym

# # Toon waarden buiten bereik / zonder data
# cim = Lyr.getDefinition("V3")
# cim.renderer.useDefaultSymbol = True
# cim.renderer.defaultLabel = "Geen Data" # Label voor out-of-range
# Lyr.setDefinition(cim)

# Sla project op
p.save()

print("Symbologie toegepast met kleurenschaal en klassen.")

```

Symbologie toegepast met kleurenschaal en klassen.

3. Afstand tot Koelte

3.1 Afstand tot Koelte - Aanpassen Symbology

In [158...

```

# Symbology van laag ophalen
p = arcpy.mp.ArcGISProject("CURRENT") # Project
m = p.listMaps("Hitte")[0] # Map
group = m.listLayers("Afstand tot Koelte")[0] # Group
lyr = group.listLayers("afstand_tot_koelte_panden")[0] # Laag
sym = lyr.symbology # Symbology

# Wijzig symbologie
sym.updateRenderer("UniqueValueRenderer")
sym.renderer.fields = ["Afstand"]
sym.renderer.colorRamp = p.listColorRamps("Condition Number")[0]

# Pas symbologie toe op de laag
lyr.symbology = sym

# Stel default symbool in voor overige waarden (incl. Null)
cim = lyr.getDefinition("V3")
cim.renderer.useDefaultSymbol = True
cim.renderer.defaultLabel = "Geen Data"
lyr.setDefinition(cim)

# Sla project op
p.save()

print("Symbologie toegepast met kleurenschaal en klassen.")

```

Symbologie toegepast met kleurenschaal en klassen.

3.2 Afstand tot Koelte - Koele plekken - Aanpassen Symbology

In [159...

```

# Symbology van laag ophalen
p = arcpy.mp.ArcGISProject("CURRENT") # Project
m = p.listMaps("Hitte")[0] # Map
group = m.listLayers("Afstand tot Koelte")[0] # Group
lyr = group.listLayers("koele_plekken")[0] # Laag
sym = lyr.symbology # Symbology

```

```
# Wijzig symbologie naar SimpleRenderer
sym.updateRenderer("SimpleRenderer")

# Stel symboolkleur in (koel blauw – RGB)
sym.renderer.symbol.color = {'RGB': [0, 180, 255, 100]} # Lichtblauw met wat transparantie

# Pas toe en sla op
lyr.symbology = sym

# Sla project op
p.save()

print("Symbologie toegepast met SimpleRenderer.")
```

Symbologie toegepast met SimpleRenderer.

3.3 Afstand tot Koelte - Postcode 6 - Aanpassen Symbology

In [160...

```
# Symbology van laag ophalen
p = arcpy.mp.ArcGISProject("CURRENT") # Project
m = p.listMaps("Hitte")[0] # Map
group = m.listLayers("Afstand tot Koelte")[0] # Group
lyr = group.listLayers("afstand_tot_koelte_pc6")[0] # Laag
sym = lyr.symbology # Symbology

# Renderer instellen
sym.updateRenderer("UniqueValueRenderer")
sym.renderer.fields = ["Dominante_afstand"]

# Labels aanpassen
label_dict = {
    "0 - 200 meter": "A: 0 - 200 m",
    "200 - 300 meter": "B: 200 - 300 m",
    "300 - 400 meter": "C: 300 - 400 m",
    "400 - 500 meter": "D: 400 - 500 m",
    "500+ meter": "E: 500+ m"
}

# Voeg class breaks en labels toe
for group in sym.renderer.groups:
    for item in group.items:
        val = item.values[0][0]
        if val in label_dict:
            item.label = label_dict[val]

# Symbologie eerst toepassen (anders werkt removeValues niet)
lyr.symbology = sym

# Daarna opnieuw ophalen
sym = lyr.symbology
sym.renderer.removeValues({"Dominante_afstand": ["<Null>"]}) # Verwijder <Null>
sym.renderer.colorRamp = p.listColorRamps("Condition Number")[0]
lyr.symbology = sym # Weer toepassen

# Stel default symbool in voor overige waarden (incl. Null)
cim = lyr.getDefinition("V3")
cim.renderer.useDefaultSymbol = True
cim.renderer.defaultLabel = "Geen Data"
lyr.setDefinition(cim)

# Project opslaan
p.save()

print("Symbologie toegepast met kleurenschaal en klassen.")
```

Symbologie toegepast met kleurenschaal en klassen.

4. Schaduw Fiets en Voetpaden

4.1 Schaduw Fiets en Voetpaden - Aanpassen Symbology

In [161...

```
# Symbology van laag ophalen
p = arcpy.mp.ArcGISProject("CURRENT") # Project
m = p.listMaps("Hitte")[0] # Map
```



```

group = m.listLayers("Schaduw Fiets en Voetpaden")[0] # Group
lyr = group.listLayers("schaduw_fiets_wandelpaden_paden")[0] # Laag
sym = lyr.symbology # Symbology

# Wijzig symbologie
sym.updateRenderer("GraduatedColorsRenderer")
sym.renderer.colorRamp = p.listColorRamps("Brown-Green (Continuous)")[0]

# Specificeer de klassen en labels
classBreakValues = [10, 20, 30, 40, 50, 100] # Klassen
classBreakLabels = [ # Labels
    "< 10 %",
    "10 - 20 %",
    "20 - 30 %",
    "30 - 40 %",
    "40 - 50 %",
    "> 50 %"
]

# Stel classificatieveld en aantal klassen in
sym.renderer.classificationField = "Schaduw"
sym.renderer.breakCount = len(classBreakValues)

# Voeg class breaks en labels toe
for brk, value, label in zip(sym.renderer.classBreaks, classBreakValues, classBreakLabels):
    brk.upperBound = value
    brk.label = label

# Pas symbologie toe op de Laag
lyr.symbology = sym

# Toon waarden buiten bereik / zonder data
# cim = Lyr.getDefinition("V3")
# cim.renderer.useDefaultSymbol = True
# cim.renderer.defaultLabel = "Geen Data" # Label voor out-of-range
# Lyr.setDefinition(cim)

# Sla project op
p.save()

print("Symbologie toegepast met kleurenschaal, klassen en labels.")

```

Symbologie toegepast met kleurenschaal, klassen en labels.

4.2 Schaduw Fiets en Voetpaden - Postcode 6 - Aanpassen Symbology

In [162...

```

# Symbology van Laag ophalen
p = arcpy.mp.ArcGISProject("CURRENT") # Project
m = p.listMaps("Hitte")[0] # Map
group = m.listLayers("Schaduw Fiets en Voetpaden")[0] # Group
lyr = group.listLayers("schaduw_fiets_wandelpaden_pc6")[0] # Laag
sym = lyr.symbology # Symbology

# Wijzig symbologie naar GraduatedColorsRenderer
sym.updateRenderer("GraduatedColorsRenderer")
sym.renderer.colorRamp = p.listColorRamps("Condition Number")[0]

# Klassen en aangepaste labels (van weinig naar veel schaduw)
classBreakValues = [10, 20, 30, 40, 100]
classBreakLabels = [
    "E: < 10%",
    "D: 10 - 20%",
    "C: 20 - 30%",
    "B: 30 - 40%",
    "A: > 40%"
]

# Stel classificatieveld en aantal klassen in
sym.renderer.classificationField = "Gem_Schaduw"
sym.renderer.breakCount = len(classBreakValues)

# Voeg class breaks en labels toe
for brk, value, label in zip(sym.renderer.classBreaks, classBreakValues, classBreakLabels):
    brk.upperBound = value
    brk.label = label

```

```
# Pas symbologie toe op de laag
lyr.symbology = sym

# Toon waarden buiten bereik / zonder data
cim = lyr.getDefinition("V3")
cim.renderer.useDefaultSymbol = True
cim.renderer.defaultLabel = "Geen Data"
lyr.setDefinition(cim)

# Sla project op
p.save()

print("Symbologie toegepast met kleurenschaal, klassen en labels.")
print("LET OP: Reverse Values toepassen in Symbology van schaduw_fiets_wandelpaden_pc6.")
```

Symbologie toegepast met kleurenschaal, klassen en labels.

LET OP: Reverse Values toepassen in Symbology van schaduw_fiets_wandelpaden_pc6.

! LET OP: Reverse Values toepassen in Symbology van schaduw_fiets_wandelpaden_pc6 !

In []:

C.3 Scripts Droogte

Droogte - Voorbewerking

I. Algemeen

A. Importeren Functies

```
In [15]: # Importeren van ArcPy en Spatial Analyst-extensie
import arcpy
from arcpy.sa import *

# Instellen van workspace
arcpy.env.workspace = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Droogte"

# Geen automatische toevoeging aan de kaart aan map
arcpy.env.addOutputsToMap = False
```

B. Importeren Data

```
In [16]: # Importeren bestanden
gemeenten0 = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Data\WijkBuurtKaart\WijkBu
kernen0 = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Data\Kaag en Braassem\Kernen.
postcode60 = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Data\Postcode6\cbs_pc6_202
panden0 = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Data\BAG\bag-light.gpkg\main.
GLG0 = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Data\Klimaat-effectatlas\Droogte\
risico_paalrot0 = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Data\Klimaat-effectat
```

II. Voorbewerking Data

1. Gemeente

1.1 Gemeente - Select Analysis

```
In [17]: # Definier output-bestand
gemeente = r"Droogte.gdb\gemeente"

# Maak een query om Kaag en Braassem te selecteren
gemeente_query = "gm_naam = 'Kaag en Braassem'" # Filter op 'Kaag en Braassem' in het veld 'gm_naam'

# Selecteer de gemeentegrens en sla deze op
arcpy.Select_analysis(
    in_features=gemeenten0, # Inputlaag met gemeentengeografie
    out_feature_class=gemeente, # Outputlaag voor de geselecteerde gemeentegrens
    where_clause=gemeente_query # Filter op de geselecteerde gemeente
)

print(f"Gemeentegrens opgeslagen: {gemeente}")
```

Gemeentegrens opgeslagen: Droogte.gdb\gemeente

1.2 Gemeente - Buffer

```
In [18]: # Definier output-bestand
gemeente_buffer = r"Droogte.gdb\gemeente_buffer"

# Maak een buffer van 50 meter rond de gemeentegrens
arcpy.Buffer_analysis(
    in_features=gemeente, # Inputlaag voor de gemeentegrens
    out_feature_class=gemeente_buffer, # Outputlaag voor de buffer
    buffer_distance_or_field="100 Meters", # Bufferafstand van 100 meter
    dissolve_option="ALL" # Combineer aangrenzende buffergebieden
)

print(f"Buffer opgeslagen: {gemeente_buffer}")
```

Buffer opgeslagen: Droogte.gdb\gemeente_buffer

2. Kern

2.1 Kern - Copy Features

```
In [19]: # Definier output-bestand
kernen = r"Droogte.gdb\kernen"

# Kopieer de kern-grenzen naar de Kaag en Braassem laag
arcpy.CopyFeatures_management(
    in_features=kernen0, # Inputlaag voor de kern-grenzen
    out_feature_class=kernen # Outputlaag voor de gekopieerde kern-grenzen
)

print(f"Kern-grenzen opgeslagen: {kernen}")
```

Kern-grenzen opgeslagen: Droogte.gdb\kernen

3. Postcode6

3.1 Postcode6 - Select By Location

```
In [20]: # Definier output-bestand
postcode6 = r"Droogte.gdb\postcode6"

# Maak een feature layer van de Postcode6-gebieden
arcpy.MakeFeatureLayer_management(
    in_features=postcode60, # Inputlaag met Postcode6-gebieden
    out_layer="postcode6_layer" # Outputlaag met de feature layer
)

# Selecteer de Postcode6-gebieden waarvan het centroid binnen de gemeentegrens ligt
arcpy.SelectLayerByLocation_management(
    in_layer="postcode6_layer", # De laag waarin we de selectie uitvoeren
    overlap_type="HAVE_THEIR_CENTER_IN", # De ruimtelijke relatie die we gebruiken
    select_features=gemeente, # De laag waarin we de selectie baseren (gemeente)
    selection_type="NEW_SELECTION" # Type selectie (Nieuw selecteren)
)

# Sla de geselecteerde Postcode6-gebieden op
arcpy.CopyFeatures_management(
    in_features="postcode6_layer", # De laag met de geselecteerde Postcode6-gebieden
    out_feature_class=postcode6 # Outputlaag voor de geselecteerde gebieden
)

print(f"Postcode6-gebieden binnen Kaag en Braassem opgeslagen: {postcode6}")
```

Postcode6-gebieden binnen Kaag en Braassem opgeslagen: Droogte.gdb\postcode6

4. Panden

4.1 Panden - Select Layer By Location

```
In [21]: # Definier output-bestand
panden = r"Droogte.gdb\panden"

# Maak een tijdelijke feature layer van panden
arcpy.management.MakeFeatureLayer(
    in_features=panden0, # De laag met panden
    out_layer="panden_layer" # De naam van de tijdelijke feature layer
)

# Selecteer panden die (deels) binnen de gemeente liggen
arcpy.management.SelectLayerByLocation(
    in_layer="panden_layer", # De feature layer van panden
    overlap_type="INTERSECT", # Ruimtelijke selectie van panden die de gemeente overlappen
    select_features=gemeente, # De gemeentegrenzen
    selection_type="NEW_SELECTION" # Nieuwe selectie maken
)

# Sla de geselecteerde panden op
arcpy.management.CopyFeatures(
    in_features="panden_layer", # De geselecteerde panden
```

```

    out_feature_class=panden # Outputlaag voor de geselecteerde panden
)

print(f"Panden binnen Kaag en Braassem opgeslagen als: {panden}")

```

Panden binnen Kaag en Braassem opgeslagen als: Droogte.gdb\panden

5. GLG

5.1 GLG - Huidig - Extract By Mask

```

In [22]: # Clip de GLG-rasterlaag op de buffer van de gemeentegrens
GLG_clipped = arcpy.sa.ExtractByMask(
    in_raster=GLG0, # Het raster dat we willen knippen
    in_mask_data=gemeente_buffer # De laag die wordt gebruikt als mask
)

GLG_clipped.save("in_memory\GLG_clipped")

print(f"GLG-raster geknipt")

```

GLG-raster geknipt

5.2 Grondwater - GLG - Huidig - SetNull

```

In [23]: # Definieer output-bestand
GLG = r"Droogte.gdb\GLG"

# Stel de voorwaarde in: alles <= 0 heeft geen grondwaterdiepte (vaak oppervlaktewater)
whereClause = "VALUE <= 0"

# Voer SetNull uit: zet die waarden op NoData
outSetNull = SetNull(GLG_clipped, GLG_clipped, whereClause)

# Opslaan in GLG
outSetNull.save(GLG)

print("Waarden zijn nu NoData gezet en opgeslagen als 'GLG'")

```

Waarden zijn nu NoData gezet en opgeslagen als 'GLG'

6. Risico Paalrot

6.1 Risico Paalrot - Huidig - Select Layer By Attribute

```

In [24]: # Definieer output-bestand
risico_paalrot = r"Droogte.gdb\risico_paalrot" # Output voor geselecteerde buurten

# Maak een tijdelijke feature layer van het bronbestand
arcpy.management.MakeFeatureLayer(
    in_features=risico_paalrot0, # Bronbestand met alle buurten
    out_layer="risico_paalrot_layer" # Tijdelijke laag voor selectie
)

# Selecteer alleen de buurten met gemeente 'Kaag en Braassem'
arcpy.management.SelectLayerByAttribute(
    in_layer_or_view="risico_paalrot_layer",
    selection_type="NEW_SELECTION",
    where_clause="gemeentena = 'Kaag en Braassem'" # Attribuufilter
)

# Exporteer de selectie naar een nieuwe featureclass
arcpy.management.CopyFeatures(
    in_features="risico_paalrot_layer",
    out_feature_class=risico_paalrot
)

# Print bevestiging
print(f"Risico paalrot binnen Kaag en Braassem opgeslagen als: {risico_paalrot}")

```

Risico paalrot binnen Kaag en Braassem opgeslagen als: Droogte.gdb\risico_paalrot

Droogte - GLG Huidig

I. Algemeen

A. Importeren Functies

```
In [25]: # Importeren van ArcPy en Spatial Analyst-extensie
import arcpy
from arcpy.sa import *

# Instellen van de workspace
arcpy.env.workspace = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Droogte"

# Geen automatische toevoeging aan de kaart aan map
arcpy.env.addOutputsToMap = False
```

B. Importeren Data

```
In [26]: # Importeren voorbereide data
gemeente = r"Droogte.gdb\gemeente"
gemeente_buffer = r"Droogte.gdb\gemeente_buffer"
kernen = r"Droogte.gdb\kernen"
postcode6 = r"Droogte.gdb\postcode6"
GLG = r"Droogte.gdb\GLG"
```

II. Data Analyse

1. Postcode6

1.1 Postcode6 - Export Features

```
In [27]: # Definieer de output-featureclass voor deze indicator
GLG_pc6 = r"GLG.gdb\GLG_pc6"

# Bouw field mapping: alleen het veld 'postcode6' behouden
field_mappings = arcpy.FieldMappings() # Start met een lege field mapping
field_map = arcpy.FieldMap() # Maak een individuele field map aan
field_map.addInputField(postcode6, "postcode6") # Voeg het veld 'postcode6' toe
field_mappings.addFieldMap(field_map) # Voeg deze toe aan de volledige mapping

# Exporteer postcode6-vlakken naar een nieuwe featureclass met alleen geometrie en 'postcode6'
arcpy.conversion.ExportFeatures(
    in_features=postcode6, # Invoergeometrie (alle postcodevlakken in Kaag en Braassem)
    out_features=GLG_pc6, # Doel-featureclass in de geodatabase
    where_clause="", # Geen selectie; alles meenemen
    use_field_alias_as_name=None, # Gebruik standaard aliasnamen
    field_mapping=field_mappings, # Alleen het veld 'postcode6' meenemen
    sort_field=None # Geen sorteerveld opgegeven
)

print(f"Nieuwe featureclass aangemaakt: {GLG_pc6}")
```

Nieuwe featureclass aangemaakt: GLG.gdb\GLG_pc6

1.2 Postcode6 - Resample GLG-raster

```
In [28]: # Definieer output
GLG_resampled_25m = r"GLG.gdb\GLG_resampled_25m" # Nieuw rasterpad voor 25m-resolutie

# Resample het raster: elke grove cel wordt opgesplitst in kleinere cellen met dezelfde waarde (postcodevlakken k
# Gebruik NEAREST om de oorspronkelijke waarden exact te behouden (geen interpolatie)
arcpy.management.Resample(
    in_raster=GLG, # Invoerraster (grof)
    out_raster=GLG_resampled_25m, # Uitvoerraster (fijn)
```

```

    cell_size="25",          # Doelresolutie: 25 meter per pixel
    resampling_type="NEAREST" # Waarde-overname zonder afronding/interpolatie
)

print(f"GLG-raster herverdeeld naar fijnmazige resolutie (25m): {GLG_resampled_25m}")

```

GLG-raster herverdeeld naar fijnmazige resolutie (25m): GLG.gdb\GLG_resampled_25m

1.3 Postcode6 - Zonal Statistics

```

In [29]: # Definieer de output-tabel voor Zonal Statistics
stats_GLG_pc6 = r"GLG.gdb\stats_GLG_pc6"

# Voer ZonalStatistics uit en sla de tabel fysiek op
arcpy.sa.ZonalStatisticsAsTable(
    in_zone_data=GLG_pc6, # Postcode 6-gebieden als zones
    zone_field="postcode6", # Het veld waarmee we per vlak willen groeperen (postcode6)
    in_value_raster=GLG_resampled_25m, # Raster met GLG (resampled)
    out_table=stats_GLG_pc6, # Uitvoerlocatie voor de tabel met statistieken
    statistics_type="ALL" # Bereken alle standaardstatistieken (MIN, MAX, MEAN, enz.)
)

print(f"Zonal Statistics uitgevoerd en opgeslagen als tabel: {stats_GLG_pc6}")

```

Zonal Statistics uitgevoerd en opgeslagen als tabel: GLG.gdb\stats_GLG_pc6

1.4 Postcode6 - Join Field

```

In [30]: # Voeg de Zonal Statistics toe aan de attribuentabel van GLG_pc6
arcpy.management.JoinField(
    in_data=GLG_pc6, # De laag waaraan we de statistieken willen toevoegen
    in_field="postcode6", # Het veld waarmee we gaan joinen (postcode6)
    join_table=stats_GLG_pc6, # De tabel met de berekende statistieken
    join_field="postcode6", # Het veld waarmee we gaan joinen in de statistieken tabel
    fields=["MIN", "MAX", "MEAN"] # De velden die we willen toevoegen aan de attribuentabel
)

print(f"Zonal Statistics toegevoegd aan 'GLG_pc6'")

```

Zonal Statistics toegevoegd aan 'GLG_pc6'

1.5 Postcode6 - Alter Field

```

In [31]: # Pas de veldnamen aan voor MIN
arcpy.management.AlterField(
    in_table=GLG_pc6, # De laag waarvoor we de veldnamen aanpassen
    field="MIN", # Huidige veldnaam die we willen aanpassen
    new_field_name="Min_GLG", # Nieuwe naam voor het veld
    new_field_alias="Minimale GLG" # Alias voor het veld
)

# Pas de veldnamen aan voor MAX
arcpy.management.AlterField(
    in_table=GLG_pc6, # De laag waarvoor we de veldnamen aanpassen
    field="MAX", # Huidige veldnaam die we willen aanpassen
    new_field_name="Max_GLG", # Nieuwe naam voor het veld
    new_field_alias="Maximale GLG" # Alias voor het veld
)

# Pas de veldnamen aan voor MEAN
arcpy.management.AlterField(
    in_table=GLG_pc6, # De laag waarvoor we de veldnamen aanpassen
    field="MEAN", # Huidige veldnaam die we willen aanpassen
    new_field_name="Gem_GLG", # Nieuwe naam voor het veld
    new_field_alias="Gemiddelde GLG" # Alias voor het veld
)

print(f"Veldnamen aangepast in 'GLG_pc6'")

```

Veldnamen aangepast in 'GLG_pc6'

2. GLG

2.1 GLG – Raster naar polygonen


```
In [32]: # Zet het originele raster om naar een Raster-object
GLG_raster = Raster(GLG)

# Reclassificeer de rasterwaarden in 8 klassen
GLG_class = Reclassify(
    in_raster=GLG_raster, # Invoer: continue raster met bodemdaling in meters
    reclass_field="Value", # Gebruik numerieke rasterwaarden voor classificatie
    remap=RemapRange([ # Definitie van 8 vaste klassen
        [0, 0.2, 1],
        [0.2, 0.4, 2],
        [0.4, 0.6, 3],
        [0.6, 0.8, 4],
        [0.8, 1, 5],
        [1, 1.5, 6],
        [1.5, 2, 7],
        [2, 10, 8]
    ]),
    missing_values="NODATA" # Waarden buiten deze ranges worden NoData
)

# Sla het gereclassificeerde raster op in geheugen
GLG_class.save("in_memory\\GLG_class")

print("GLG gereclassificeerd naar 8 klassen (1-8).")
```

GLG gereclassificeerd naar 8 klassen (1-8).

2.2 GLG – Raster naar polygonen (klassen)

```
In [33]: # Definieer de outputnaam voor de polygonlaag
GLG_polygon = "GLG.gdb/GLG"

# Zet het gereclassificeerde raster om naar polygonen
arcpy.conversion.RasterToPolygon(
    in_raster="in_memory/GLG_class", # Raster met klassen in geheugen
    out_polygon_features=GLG_polygon, # Output polygonlaag
    simplify="NO_SIMPLIFY", # Geen vereenvoudiging van randen
    raster_field="Value" # Gebruik klassewaarde als attribuut
)

print(f"Raster succesvol omgezet naar polygonlaag '{GLG_polygon}' (klassen 1-8).")
```

Raster succesvol omgezet naar polygonlaag 'GLG.gdb/GLG' (klassen 1-8).

2.3 GLG – Veld voor GLG klassen toevoegen

```
In [34]: # Voeg veld toe
arcpy.management.AddField(
    in_table=GLG_polygon,
    field_name="GLG_Klasse",
    field_type="TEXT",
    field_length=50
)

print("Veld 'GLG_Klasse' gemaakt")
```

Veld 'GLG_Klasse' gemaakt

2.4 GLG – Veld voor GLG klassen invullen

```
In [35]: # Mapping van klassewaarden naar labels
classificaties = {
    1: "< 0.2 m",
    2: "0.2 - 0.4 m",
    3: "0.4 - 0.6 m",
    4: "0.6 - 0.8 m",
    5: "0.8 - 1 m",
    6: "1 - 1.5 m",
    7: "1.5 - 2 m",
    8: "> 2 m"
}

# Voeg tekstlabels toe aan veld 'GLG_Klasse'
with arcpy.da.UpdateCursor(GLG_polygon, ["gridcode", "GLG_Klasse"]) as cursor:
    for row in cursor:
```

```
row[1] = classificaties[row[0]]
cursor.updateRow(row)

print("Veld 'GLG_Klasse' gevuld met beschrijvende labels.")
```

Veld 'GLG_Klasse' gevuld met beschrijvende labels.

2.5 GLG – Verwijder oud veld met klassen

```
In [36]: # Verwijder het veld 'gridcode'
arcpy.management.DeleteField(
    in_table=GLG_polygon, # feature class
    drop_field="gridcode" # Veld
)

print("Veld 'gridcode' verwijderd.")
```

Veld 'gridcode' verwijderd.

2.6 GLG – Veld 'GLG_klasse' alias hernoemen

```
In [37]: # Hernoem het veld 'gridcode' naar 'GLG'
arcpy.management.AlterField(
    in_table=GLG_polygon, # Polygonlaag uit vorige stap
    field="GLG_Klasse", # Standaardveld dat RasterToPolygon aanmaakt
    new_field_name="GLG", # Nieuwe veldnaam (ongewijzigd)
    new_field_alias="GLG" # Alias voor weergave
)

print("Alias 'GLG_Klasse' hernoemd naar 'GLG'.")
```

Alias 'GLG_Klasse' hernoemd naar 'GLG'.

Droogte - Risico Paalrot

I. Algemeen

A. Importeren Functies en Instellen Workspace

```
In [38]: # Importeren van ArcPy en Spatial Analyst-extensie
import arcpy
from arcpy.sa import *

# Instellen van de workspace
arcpy.env.workspace = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Droogte"

# Geen automatische toevoeging aan de kaart aan map
arcpy.env.addOutputsToMap = False
```

B. Importeren Voorbewerkte Data

```
In [39]: # Importeren voorbewerkte data
gemeente = r"Droogte.gdb\gemeente"
kernen = r"Droogte.gdb\kernen"
postcode6 = r"Droogte.gdb\postcode6"
panden = r"Droogte.gdb\panden"
risico_paalrot = r"Droogte.gdb\risico_paalrot"
```

II. Data Analyse

1. Postcode6

1.1 Postcode6 - Export Features

```
In [40]: # Definieer de output-featureclass voor deze indicator
risico_paalrot_pc6 = r"Risico Paalrot.gdb\risico_paalrot_pc6"

# Bouw field mapping: alleen het veld 'postcode6' behouden
field_mappings = arcpy.FieldMappings() # Start met een lege field mapping
field_map = arcpy.FieldMap() # Maak een individuele field map aan
field_map.addInputField(postcode6, "postcode6") # Voeg het veld 'postcode6' toe
field_mappings.addFieldMap(field_map) # Voeg deze toe aan de volledige mapping

# Exporteer postcode6-vlakken naar een nieuwe featureclass met alleen geometrie en 'postcode6'
arcpy.conversion.ExportFeatures(
    in_features=postcode6, # Invoergeometrie (alle postcodevlakken in Kaag en Braassem)
    out_features=risico_paalrot_pc6, # Doel-featureclass in de geodatabase
    where_clause="", # Geen selectie; alles meenemen
    use_field_alias_as_name=None, # Gebruik standaard aliasnamen
    field_mapping=field_mappings, # Alleen het veld 'postcode6' meenemen
    sort_field=None # Geen sorteerveld opgegeven
)

print(f"Nieuwe featureclass aangemaakt: {risico_paalrot_pc6}")
```

Nieuwe featureclass aangemaakt: Risico Paalrot.gdb\risico_paalrot_pc6

1.2 Postcode6 - Spatial Join

```
In [41]: # Maak een FieldMappings object aan
field_mappings = arcpy.FieldMappings()

# Voeg 'wijkcode' toe uit de risico_paalrot-laat
fm_wijk = arcpy.FieldMap()
fm_wijk.addInputField(risico_paalrot, "wijkcode")
field_mappings.addFieldMap(fm_wijk)
```

```
# Voeg 'no_cc_risi' toe (risico zonder klimaatverandering)
fm_risico = arcpy.FieldMap()
fm_risico.addInputField(risico_paalrot, "no_cc_risi")
field_mappings.addFieldMap(fm_risico)

# Spatial Join: voeg deze velden toe aan de postcode6-Laag
arcpy.management.AddSpatialJoin(
    target_features=risico_paalrot_pc6,      # Postcode6-vlakken (doelLaag)
    join_features=risico_paalrot,           # Wijkrisico's met relevante velden
    join_type="KEEP_ALL",                   # Alles behouden
    field_mapping=field_mappings,           # Alleen geselecteerde velden meenemen
    match_option="INTERSECT",               # Gebruik intersectie
    permanent_join="PERMANENT_FIELDS"       # Velden echt toevoegen aan featureclass
)

print(f"Wijkcode en risicoscore toegevoegd aan {risico_paalrot_pc6}.")
```

Wijkcode en risicoscore toegevoegd aan Risico Paalrot.gdb\risico_paalrot_pc6.

1.3 Postcode6 - Alter Field

```
In [42]: # Pas de veldnamen aan voor no_cc_risi
arcpy.management.AlterField(
    in_table=risico_paalrot_pc6, # De Laag waarvoor we de veldnamen aanpassen
    field="no_cc_risi",          # Huidige veldnaam die we willen aanpassen
    new_field_name="risico_paalrot", # Nieuwe naam voor het veld
    new_field_alias="Risico Paalrot" # Alias voor het veld
)
print(f"Naam veld 'no_cc_risi' aangepast naar Risico Paalrot.")
```

Naam veld 'no_cc_risi' aangepast naar Risico Paalrot.

2. Risico Paalrot

2.1 Risico Paalrot - Copy Features

```
In [43]: # Definieer de output-featureclass
risico_paalrot_clean = r"Risico Paalrot.gdb\risico_paalrot"

# Bouw field mapping: behoud alleen de gewenste velden
gewenste_velden = [
    "buurtcode", "buurtnaam", "wijkcode", "wijknaam",
    "gemeentena", "geom_Lengt", "geom_Length", "geom_Area",
    "no_cc_risi" # Risicoscore die je wilt behouden
]

# Start met een lege field mapping
field_mappings = arcpy.FieldMappings()

# Voeg elke gewenste veldnaam individueel toe
for veld in gewenste_velden:
    veld_map = arcpy.FieldMap() # Maak een veldmapping
    veld_map.addInputField(risico_paalrot, veld) # Voeg veld toe vanuit oorspronkelijke laag
    field_mappings.addFieldMap(veld_map) # Voeg mapping toe aan geheel

# Exporteer naar nieuwe featureclass met alleen gewenste velden
arcpy.conversion.ExportFeatures(
    in_features=risico_paalrot, # Invoerlaag met alle velden
    out_features=risico_paalrot_clean, # Outputbestand in geodatabase
    where_clause="", # Geen filter
    use_field_alias_as_name=None, # Standaard aliassen
    field_mapping=field_mappings, # Alleen gewenste velden
    sort_field=None # Geen sorteerveld
)

print(f"Opgeschoonde versie opgeslagen als: {risico_paalrot}")
```

Opgeschoonde versie opgeslagen als: Droogte.gdb\risico_paalrot

2.2 Risico Paalrot - Alter Field

```
In [44]: # Pas de veldnamen aan voor no_cc_risi
arcpy.management.AlterField(
    in_table=risico_paalrot_clean, # De laag waarvoor we de veldnamen aanpassen
    field="no_cc_risi",          # Huidige veldnaam die we willen aanpassen
    new_field_name="risico_paalrot", # Nieuwe naam voor het veld
)
```

```
    new_field_alias="Risico Paalrot" # Alias voor het veld
)
print(f"Naam veld 'no_cc_risi' aangepast naar Risico Paalrot.")
```

Naam veld 'no_cc_risi' aangepast naar Risico Paalrot.

Droogte - Map

A. Importeren Functies

```
In [45]: # Importeren van ArcPy en Spatial Analyst-extensie
import arcpy
from arcpy.sa import *

# Instellen van de workspace
arcpy.env.workspace = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Droogte"

# Geen automatische toevoeging aan de kaart aan map
arcpy.env.addOutputsToMap = False
```

II. Kaart Opmaken

1.1 Algemeen - Create Group Layers

```
In [46]: # Open actieve project en kaart
p = arcpy.mp.ArcGISProject("CURRENT")
m = p.listMaps("Droogte")[0]

# Maak drie lege group layers
gl_risicopaalrot = m.createGroupLayer("Risico Paalrot")
gl_glg = m.createGroupLayer("Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG)")

print("Twee lege group layers aangemaakt en toegevoegd.")
```

Twee lege group layers aangemaakt en toegevoegd.

1.2 Algemeen - Add data from path

```
In [47]: # Base-Path
base = arcpy.env.workspace

# GLG
layer = m.addDataFromPath(f"{base}\\GLG.gdb\\GLG")
m.addLayerToGroup(gl_glg, layer, "BOTTOM")
m.removeLayer(layer)

layer = m.addDataFromPath(f"{base}\\GLG.gdb\\GLG_pc6")
m.addLayerToGroup(gl_glg, layer, "BOTTOM")
m.removeLayer(layer)

# Risico Paalrot
layer = m.addDataFromPath(f"{base}\\Risico Paalrot.gdb\\risico_paalrot")
m.addLayerToGroup(gl_risicopaalrot, layer, "BOTTOM")
m.removeLayer(layer)

layer = m.addDataFromPath(f"{base}\\Risico Paalrot.gdb\\risico_paalrot_pc6")
m.addLayerToGroup(gl_risicopaalrot, layer, "BOTTOM")
m.removeLayer(layer)
```

2. GLG

2.1 GLG - Aanpassen Symbology

```
In [48]: # Symbology van laag ophalen
p = arcpy.mp.ArcGISProject("CURRENT") # Project
m = p.listMaps("Droogte")[0] # Map
group = m.listLayers("Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG)")[0] # Group
lyr = group.listLayers("GLG")[0] # Laag
sym = lyr.symbology # Symbology

# Wijzig symbologie
sym.updateRenderer("UniqueValueRenderer")
```

```

sym.renderer.fields = ["GLG"]
sym.renderer.colorRamp = p.listColorRamps("Precipitation")[0]

for group in sym.renderer.groups:
    for item in group.items:
        item.symbol.outlineWidth = 0 # Geen rand

# Pas symbolologie toe op de laag
lyr.symbolology = sym

# Sla project op
p.save()

print("Symbolologie toegepast met kleurenschaal en klassen.")
print("LET OP: Reverse symbol order toepassen in Symbolology van GLG.")

```

Symbolologie toegepast met kleurenschaal en klassen.
LET OP: Reverse symbol order toepassen in Symbolology van GLG.

2.2 GLG - Postcode 6 - Aanpassen Symbolology

```

In [49]: # Symbolology van laag ophalen
p = arcpy.mp.ArcGISProject("CURRENT") # Project
m = p.listMaps("Droogte")[0] # Map
group = m.listLayers("Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG)")[0] # Group
lyr = group.listLayers("GLG_pc6")[0] # Laag
sym = lyr.symbolology # Symbolology

# Wijzig symbolologie naar "GraduatedColorsRenderer"
sym.updateRenderer("GraduatedColorsRenderer")
sym.renderer.colorRamp = p.listColorRamps("Condition Number")[0] # Kleurenschema "Condition Number"

# Specificeer de klassen en labels
classBreakValues = [0.5, 1, 1.5, 2, 5] # Klassen
classBreakLabels = [ # Labels
    "A: < 0.5 m",
    "B: 0.5 - 1 m",
    "C: 1 - 1.5 m",
    "D: 1.5 - 2 m",
    "E: > 2 m"
]

# Stel classificatieveld en aantal klassen in
sym.renderer.classificationField = "Gem_GLG"
sym.renderer.breakCount = len(classBreakValues)

# Voeg class breaks en labels toe
for brk, value, label in zip(sym.renderer.classBreaks, classBreakValues, classBreakLabels):
    brk.upperBound = value
    brk.label = label

# Pas de nieuwe symbolologie toe
lyr.symbolology = sym

# Toon waarden buiten bereik / zonder data
cim = lyr.getDefinition("V3")
cim.renderer.useDefaultSymbol = True
cim.renderer.defaultLabel = "Geen Data" # Label voor out-of-range
lyr.setDefinition(cim)

# Sla de wijzigingen op
p.save()

print("Symbolologie correct ingesteld met handmatige klassen en labels.")

```

Symbolologie correct ingesteld met handmatige klassen en labels.

3. Risico Paalrot

3.1 Risico Paalrot - Aanpassen Symbolology

```

In [50]: # Symbolology van laag ophalen
p = arcpy.mp.ArcGISProject("CURRENT") # Project
m = p.listMaps("Droogte")[0] # Map
group = m.listLayers("Risico Paalrot")[0] # Group

```

```

lyr = group.listLayers("risico_paalrot")[0] # Laag
sym = lyr.symbology # Symbology

# Wijzig symbologie
sym.updateRenderer("GraduatedColorsRenderer")
sym.renderer.colorRamp = p.listColorRamps("Yellow-Orange-Brown (Continuous)")[0]

# Specificeer de klassen en labels
classBreakValues = [1, 3, 6, 15, 41] # Klassen
classBreakLabels = [ # Labels
    "Zeer laag",
    "Laag",
    "Matig",
    "Hoog",
    "Zeer hoog"
]

# Stel classificatieveld en aantal klassen in
sym.renderer.classificationField = "risico_paalrot"
sym.renderer.breakCount = len(classBreakValues)

# Voeg class breaks en labels toe
for brk, value, label in zip(sym.renderer.classBreaks, classBreakValues, classBreakLabels):
    brk.upperBound = value
    brk.label = label

# Pas symbologie toe op de laag
lyr.symbology = sym

# Toon waarden buiten bereik / zonder data
# cim = Lyr.getDefinition("V3")
# cim.renderer.useDefaultSymbol = True
# cim.renderer.defaultLabel = "Geen Data" # Label voor out-of-range
# Lyr.setDefinition(cim)

# Sla project op
p.save()

print("Symbologie toegepast met kleurenschaal, klassen en labels.")

```

Symbologie toegepast met kleurenschaal, klassen en labels.

3.2 Risico Paalrot - Postcode6 - Aanpassen Symbology

```

In [51]: # Symbology van Laag ophalen
p = arcpy.mp.ArcGISProject("CURRENT") # Project
m = p.listMaps("Droogte")[0] # Map
group = m.listLayers("Risico Paalrot")[0] # Group
lyr = group.listLayers("risico_paalrot_pc6")[0] # Laag
sym = lyr.symbology # Symbology

# Wijzig symbologie naar "GraduatedColorsRenderer"
sym.updateRenderer("GraduatedColorsRenderer")
sym.renderer.colorRamp = p.listColorRamps("Condition Number")[0] # Kleurenschema "Condition Number"

# Specificeer de klassen en labels
classBreakValues = [1, 3, 6, 15, 41] # Klassen
classBreakLabels = [ # Labels
    "A: Zeer laag",
    "B: Laag",
    "C: Matig",
    "D: Hoog",
    "E: Zeer hoog"
]

# Stel classificatieveld en aantal klassen in
sym.renderer.classificationField = "risico_paalrot"
sym.renderer.breakCount = len(classBreakValues)

# Voeg class breaks en labels toe
for brk, value, label in zip(sym.renderer.classBreaks, classBreakValues, classBreakLabels):
    brk.upperBound = value
    brk.label = label

# Pas de nieuwe symbologie toe

```



```
lyr.symbology = sym

# # Toon waarden buiten bereik / zonder data
# cim = Lyr.getDefinition("V3")
# cim.renderer.useDefaultSymbol = True
# cim.renderer.defaultLabel = "Geen Data" # Label voor out-of-range
# Lyr.setDefinition(cim)

# Sla de wijzigingen op
p.save()

print("Symbologie correct ingesteld met handmatige klassen en labels.")
```

Symbologie correct ingesteld met handmatige klassen en labels.

! LET OP: Reverse symbol order toepassen in Symbology van GLG !

In []:

C.4 Scripts Overstromingen

Overstromingen - Voorbewerking

I. Algemeen

A. Importeren Functies

```
In [76]: # Importeren van ArcPy en Spatial Analyst-extensie
import arcpy
from arcpy.sa import *

# Instellen van workspace
arcpy.env.workspace = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Overstromingen"

# Geen automatische toevoeging aan de kaart aan map
arcpy.env.addOutputsToMap = False
```

B. Importeren Data

```
In [77]: # Importeren bestanden
gemeenten0 = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Data\WijkBuurtKaart\WijkBu
kernen0 = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Data\Kaag en Braassem\Kernen.
postcode60 = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Data\Postcode6\cbs_pc6_202
panden0 = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Data\BAG\bag-light.gpkg\main.
overstromingsdiepte_mgk0 = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Data\Klimaat
overstromingskans_h50cm0 = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Data\Klimaat
```

II. Voorbewerking Data

1. Gemeente

1.1 Gemeente - Select Analysis

```
In [78]: # Definier output-bestand
gemeente = r"Overstromingen.gdb\gemeente"

# Maak een query om Kaag en Braassem te selecteren
gemeente_query = "gm_naam = 'Kaag en Braassem'" # Filter op 'Kaag en Braassem' in het veld 'gm_naam'

# Selecteer de gemeentegrens en sla deze op
arcpy.Select_analysis(
    in_features=gemeenten0, # Inputlaag met gemeentengeografie
    out_feature_class=gemeente, # Outputlaag voor de geselecteerde gemeentegrens
    where_clause=gemeente_query # Filter op de geselecteerde gemeente
)

print(f"Gemeentegrens opgeslagen: {gemeente}")
```

Gemeentegrens opgeslagen: Overstromingen.gdb\gemeente

1.2 Gemeente - Buffer

```
In [79]: # Definier output-bestand
gemeente_buffer = r"Overstromingen.gdb\gemeente_buffer"

# Maak een buffer van 50 meter rond de gemeentegrens
arcpy.Buffer_analysis(
    in_features=gemeente, # Inputlaag voor de gemeentegrens
    out_feature_class=gemeente_buffer, # Outputlaag voor de buffer
    buffer_distance_or_field="50 Meters", # Bufferafstand van 50 meter
    dissolve_option="ALL" # Combineer aangrenzende buffergebieden
)

print(f"Buffer opgeslagen: {gemeente_buffer}")
```

Buffer opgeslagen: Overstromingen.gdb\gemeente_buffer

2. Kern

2.1 Kern - Copy Features

```
In [80]: # Definier output-bestand
kernen = r"Overstromingen.gdb\kernen"

# Kopieer de kern-grenzen naar de Kaag en Braassem laag
arcpy.CopyFeatures_management(
    in_features=kernen0, # Inputlaag voor de kern-grenzen
    out_feature_class=kernen # Outputlaag voor de gekopieerde kern-grenzen
)

print(f"Kern-grenzen opgeslagen: {kernen}")
```

Kern-grenzen opgeslagen: Overstromingen.gdb\kernen

3. Postcode6

3.1 Postcode6 - Select By Location

```
In [81]: # Definier output-bestand
postcode6 = r"Overstromingen.gdb\postcode6"

# Maak een feature layer van de Postcode6-gebieden
arcpy.MakeFeatureLayer_management(
    in_features=postcode60, # Inputlaag met Postcode6-gebieden
    out_layer="postcode6_layer" # Outputlaag met de feature layer
)

# Selecteer de Postcode6-gebieden waarvan het centroid binnen de gemeentegrens ligt
arcpy.SelectLayerByLocation_management(
    in_layer="postcode6_layer", # De laag waarin we de selectie uitvoeren
    overlap_type="HAVE_THEIR_CENTER_IN", # De ruimtelijke relatie die we gebruiken
    select_features=gemeente, # De laag waarin we de selectie baseren (gemeente)
    selection_type="NEW_SELECTION" # Type selectie (Nieuw selecteren)
)

# Sla de geselecteerde Postcode6-gebieden op
arcpy.CopyFeatures_management(
    in_features="postcode6_layer", # De laag met de geselecteerde Postcode6-gebieden
    out_feature_class=postcode6 # Outputlaag voor de geselecteerde gebieden
)

print(f"Postcode6-gebieden binnen Kaag en Braassem opgeslagen: {postcode6}")
```

Postcode6-gebieden binnen Kaag en Braassem opgeslagen: Overstromingen.gdb\postcode6

4. Panden

```
In [82]: # Definier output-bestand
panden = r"Overstromingen.gdb\panden"

# Maak een tijdelijke feature layer van panden
arcpy.management.MakeFeatureLayer(
    in_features=panden0, # De laag met panden
    out_layer="panden_layer" # De naam van de tijdelijke feature layer
)

# Selecteer panden die (deels) binnen de gemeente liggen
arcpy.management.SelectLayerByLocation(
    in_layer="panden_layer", # De feature layer van panden
    overlap_type="INTERSECT", # Ruimtelijke selectie van panden die de gemeente overlappen
    select_features=gemeente, # De gemeentegrenzen
    selection_type="NEW_SELECTION" # Nieuwe selectie maken
)

# Sla de geselecteerde panden op
arcpy.management.CopyFeatures(
    in_features="panden_layer", # De geselecteerde panden
    out_feature_class=panden # Outputlaag voor de geselecteerde panden
)
```

```
print(f"Panden binnen Kaag en Braassem opgeslagen als: {panden}")
```

Panden binnen Kaag en Braassem opgeslagen als: Overstromingen.gdb\panden

5. Overstromingsdiepte

5.1 Overstromingsdiepte - Middelgrote kans - Extract By Mask

```
In [83]: # Definieer output-bestand
overstromingsdiepte_mgk = r"Overstromingen.gdb\overstromingsdiepte_mgk"

# Clip de overstromingsdiepte-rasterlaag op de buffer van de gemeentegrens
overstromingsdiepte_mgk_clipped = arcpy.sa.ExtractByMask(
    in_raster=overstromingsdiepte_mgk0, # Het raster dat we willen knippen
    in_mask_data=gemeente_buffer # Masker: gemeentegrens
)

# Sla het resultaat direct op
overstromingsdiepte_mgk_clipped.save(overstromingsdiepte_mgk)

print(f"Overstromingsdiepte-raster geknipt en opgeslagen: {overstromingsdiepte_mgk}")
```

Overstromingsdiepte-raster geknipt en opgeslagen als: Overstromingen.gdb\overstromingsdiepte_mgk

5.2 Overstromingsdiepte - Middelgrote kans - SetNull

```
In [84]: # Stel de voorwaarde in: waarde -9999 wordt NoData, de rest blijft behouden
where_clause = "VALUE = -9999"

# Voer SetNull uit op de overstromingsdiepte-laag
overstromingsdiepte_mgk_clean = SetNull(
    overstromingsdiepte_mgk, # Input raster
    overstromingsdiepte_mgk, # Waarde behouden als niet -9999
    where_clause # Voorwaarde waarbij -9999 wordt omgezet naar NoData
)

# Sla het resultaat op als nieuw raster
overstromingsdiepte_mgk_clean.save(overstromingsdiepte_mgk)

print(f"-9999 is vervangen door NoData en opgeslagen als: {overstromingsdiepte_mgk}")
```

-9999 is vervangen door NoData en opgeslagen als: Overstromingen.gdb\overstromingsdiepte_mgk

6. Overstromingskans

6.1 Overstromingskans - Huidig 50 cm - Extract By Mask

```
In [85]: # Definieer output-bestand
overstromingskans_h50cm = r"Overstromingen.gdb\overstromingskans_h50cm"

# Clip de overstromingskans-rasterlaag op de buffer van de gemeentegrens
overstromingskans_h50cm_clipped = arcpy.sa.ExtractByMask(
    in_raster=overstromingskans_h50cm0, # Het raster dat we willen knippen
    in_mask_data=gemeente_buffer # Masker: gemeentegrens
)

# Sla het resultaat direct op
overstromingskans_h50cm_clipped.save(overstromingskans_h50cm)

print(f"Raster geknipt en opgeslagen: {overstromingskans_h50cm}")
```

Raster geknipt en opgeslagen als: Overstromingen.gdb\overstromingskans_h50cm

6.2 Overstromingskans - Huidig 50 cm - SetNull

```
In [87]: # Stel de voorwaarde in: waarde 0 wordt NoData, de rest blijft behouden
where_clause = "VALUE = 0"

# Voer SetNull uit op de overstromingskans-laag
overstromingskans_h50cm_clean = SetNull(
    overstromingskans_h50cm, # Input raster
    overstromingskans_h50cm, # Waarde behouden als niet -9999
    where_clause # Voorwaarde waarbij -9999 wordt omgezet naar NoData
)
```

```
# Overschrijven in de Geodatabase
```

```
overstromingskans_h50cm_clean.save(overstromingskans_h50cm)
```

```
print(f"0 is vervangen door NoData en opgeslagen als: {overstromingskans_h50cm}")
```

```
0 is vervangen door NoData en opgeslagen als: Overstromingen.gdb\overstromingskans_h50cm
```

```
In [ ]:
```

Overstromingen - Overstromingsdiepte

I. Algemeen

A. Importeren Functies

```
In [88]: # Importeren van ArcPy en Spatial Analyst-extensie
import arcpy
from arcpy.sa import *

# Instellen van workspace
arcpy.env.workspace = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Overstromingen"

# Geen automatische toevoeging aan de kaart aan map
arcpy.env.addOutputsToMap = False
```

B. Importeren Data

```
In [89]: # Importeren voorbereide data
gemeente = r"Overstromingen.gdb\gemeente"
kernen = r"Overstromingen.gdb\kernen"
postcode6 = r"Overstromingen.gdb\postcode6"
panden = r"Overstromingen.gdb\panden"
overstromingsdiepte_mgk = r"Overstromingen.gdb\overstromingsdiepte_mgk"
```

II. Data Analyse

1. Postcode6

1.1 Postcode6 - Export Features

```
In [90]: # Definieer de output-featureclass voor deze indicator
overstromingsdiepte_mgk_pc6 = r"Overstromingsdiepte.gdb\overstromingsdiepte_mgk_pc6"

# Bouw field mapping: alleen het veld 'postcode6' behouden
field_mappings = arcpy.FieldMappings() # Start met een lege field mapping
field_map = arcpy.FieldMap() # Maak een individuele field map aan
field_map.addInputField(postcode6, "postcode6") # Voeg het veld 'postcode6' toe
field_mappings.addFieldMap(field_map) # Voeg deze toe aan de volledige mapping

# Exporteer postcode6-vlakken naar een nieuwe featureclass met alleen geometrie en 'postcode6'
arcpy.conversion.ExportFeatures(
    in_features=postcode6, # Invoergeometrie (alle postcodevlakken in Kaag en Braassem)
    out_features=overstromingsdiepte_mgk_pc6, # Doel-featureclass in de geodatabase
    where_clause="", # Geen selectie; alles meenemen
    use_field_alias_as_name=None, # Gebruik standaard aliasnamen
    field_mapping=field_mappings, # Alleen het veld 'postcode6' meenemen
    sort_field=None # Geen sorteerveld opgegeven
)

print(f"Nieuwe featureclass aangemaakt: {overstromingsdiepte_mgk_pc6}")
```

Nieuwe featureclass aangemaakt: Overstromingsdiepte.gdb\overstromingsdiepte_mgk_pc6

1.2 Postcode6 - Zonal Statistics

```
In [91]: # Definieer de output-tabel voor Zonal Statistics
stats_overstromingsdiepte_mgk_pc6 = r"Overstromingsdiepte.gdb\stats_overstromingsdiepte_mgk_pc6"

# Voer ZonalStatistics uit en sla de tabel fysiek op
arcpy.sa.ZonalStatisticsAsTable(
```

```

in_zone_data=overstromingsdiepte_mgk_pc6, # Postcode 6-gebieden als zones
zone_field="postcode6", # Het veld waarmee we per vlak willen groeperen (postcode6)
in_value_raster=overstromingsdiepte_mgk, # Raster met overstromingsdiepte
out_table=stats_overstromingsdiepte_mgk_pc6, # Uitvoerlocatie voor de tabel met statistieken
statistics_type="ALL" # Bereken alle standaardstatistieken (MIN, MAX, MEAN, enz.)
)

print(f"Zonal Statistics uitgevoerd en opgeslagen als tabel: {stats_overstromingsdiepte_mgk_pc6}")

```

Zonal Statistics uitgevoerd en opgeslagen als tabel: Overstromingsdiepte.gdb\stats_overstromingsdiepte_mgk_pc6

1.3 Postcode6 - Join Field

```

In [92]: # Voeg de Zonal Statistics toe aan de attributentabel van overstromingsdiepte_mgk_pc6
arcpy.management.JoinField(
    in_data=overstromingsdiepte_mgk_pc6, # De laag waaraan we de statistieken willen toevoegen
    in_field="postcode6", # Het veld waarmee we gaan joinen (postcode6)
    join_table=stats_overstromingsdiepte_mgk_pc6, # De tabel met de berekende statistieken
    join_field="postcode6", # Het veld waarmee we gaan joinen in de statistieken tabel
    fields=["MIN", "MAX", "MEAN"] # De velden die we willen toevoegen aan de attributentabel
)

print(f"Zonal Statistics toegevoegd aan 'overstromingsdiepte_mgk_pc6'")

```

Zonal Statistics toegevoegd aan 'overstromingsdiepte_mgk_pc6'

1.4 Postcode6 - Alter Field

```

In [93]: # Pas de veldnamen aan voor MIN
arcpy.management.AlterField(
    in_table=overstromingsdiepte_mgk_pc6, # De laag waarvoor we de veldnamen aanpassen
    field="MIN", # Huidige veldnaam die we willen aanpassen
    new_field_name="Min_Overstromingsdiepte_mgk", # Nieuwe naam voor het veld
    new_field_alias="Minimale Overstromingsdiepte" # Alias voor het veld
)

# Pas de veldnamen aan voor MAX
arcpy.management.AlterField(
    in_table=overstromingsdiepte_mgk_pc6, # De laag waarvoor we de veldnamen aanpassen
    field="MAX", # Huidige veldnaam die we willen aanpassen
    new_field_name="Max_Overstromingsdiepte_mgk", # Nieuwe naam voor het veld
    new_field_alias="Maximale Overstromingsdiepte" # Alias voor het veld
)

# Pas de veldnamen aan voor MEAN
arcpy.management.AlterField(
    in_table=overstromingsdiepte_mgk_pc6, # De laag waarvoor we de veldnamen aanpassen
    field="MEAN", # Huidige veldnaam die we willen aanpassen
    new_field_name="Gem_Overstromingsdiepte_mgk", # Nieuwe naam voor het veld
    new_field_alias="Gemiddelde Overstromingsdiepte" # Alias voor het veld
)

print(f"Veldnamen aangepast in 'overstromingsdiepte_mgk_pc6'")

```

Veldnamen aangepast in 'overstromingsdiepte_mgk_pc6'

1.5 Postcode6 - Replace NaN with 0

```

In [94]: # Vervang <Null> door 0 in Min_Overstromingsdiepte_mgk
arcpy.management.CalculateField(
    in_table=overstromingsdiepte_mgk_pc6,
    field="Min_Overstromingsdiepte_mgk",
    expression="0 if !Min_Overstromingsdiepte_mgk! == None else !Min_Overstromingsdiepte_mgk!",
    expression_type="PYTHON3"
)

# Max
arcpy.management.CalculateField(
    in_table=overstromingsdiepte_mgk_pc6,
    field="Max_Overstromingsdiepte_mgk",
    expression="0 if !Max_Overstromingsdiepte_mgk! == None else !Max_Overstromingsdiepte_mgk!",
    expression_type="PYTHON3"
)

# Gem
arcpy.management.CalculateField(
    in_table=overstromingsdiepte_mgk_pc6,

```



```

    field="Gem_Overstromingsdiepte_mgk",
    expression="0 if !Gem_Overstromingsdiepte_mgk! == None else !Gem_Overstromingsdiepte_mgk!",
    expression_type="PYTHON3"
)

print(f"<Null> vervangen door 0")

```

<Null> vervangen door 0

2. Overstromingsdiepte

2.1 Overstromingsdiepte – Reclassificatie naar zes klassen

```

In [95]: # Zet het originele raster om naar een Raster-object
overstromingsdiepte_mgk_raster = Raster(overstromingsdiepte_mgk)

# Reclassificeer de rasterwaarden in zes klassen
overstromingsdiepte_mgk_class = Reclassify(
    in_raster=overstromingsdiepte_mgk_raster, # Invoer: continue raster
    reclass_field="Value", # Gebruik numerieke rasterwaarden voor classificatie
    remap=RemapRange([ # Definitie van zes vaste klassen
        [0.0, 0.5, 1],
        [0.5, 1.0, 2],
        [1.0, 1.5, 3],
        [1.5, 2.0, 4],
        [2.0, 5.0, 5],
        [5.0, 6.0, 6],
    ]),
    missing_values="NODATA" # Waarden buiten deze ranges worden NoData
)

# Sla het gereclassificeerde raster op in geheugen
overstromingsdiepte_mgk_class.save("in_memory/overstromingsdiepte_mgk_class")

print("Overstromingsdiepte_mgk gereclassificeerd naar zes klassen (0-6).")

```

Overstromingsdiepte_mgk gereclassificeerd naar zes klassen (0-6).

2.2 Overstromingsdiepte – Raster naar polygonen

```

In [96]: # Definieer de outputnaam voor de polygonlaag
overstromingsdiepte_mgk_polygon = "Overstromingsdiepte.gdb/overstromingsdiepte_mgk"

# Zet het gereclassificeerde raster om naar polygonen
arcpy.conversion.RasterToPolygon(
    in_raster="in_memory/overstromingsdiepte_mgk_class", # Raster met klassen in geheugen
    out_polygon_features=overstromingsdiepte_mgk_polygon, # Output polygonlaag
    simplify="NO_SIMPLIFY", # Geen vereenvoudiging van randen
    raster_field="Value" # Gebruik klassewaarde als attribuut
)

print(f"Raster succesvol omgezet naar polygonlaag '{overstromingsdiepte_mgk_polygon}'.")

```

Raster succesvol omgezet naar polygonlaag 'Overstromingsdiepte.gdb/overstromingsdiepte_mgk'.

2.3 Waterdiepte – Veld 'gridcode' vertalen naar Overstromingsdiepte-klasse

```

In [97]: # Stap 1: Voeg veld 'Overstromingsdiepte' toe als tekstveld
arcpy.management.AddField(overstromingsdiepte_mgk_polygon, "Overstromingsdiepte", "TEXT", field_length=50)

# Stap 2: Mapping van gridcode naar tekstlabels
label_dict = {
    1: "0 - 0.5 meter",
    2: "0.5 - 1.0 meter",
    3: "1.0 - 1.5 meter",
    4: "1.5 - 2.0 meter",
    5: "2.0 - 5.0 meter",
    6: "> 5.0 meter"
}

# Stap 3: Vul het veld 'Overstromingsdiepte' op basis van 'gridcode'
with arcpy.da.UpdateCursor(overstromingsdiepte_mgk_polygon, ["gridcode", "Overstromingsdiepte"]) as cursor:
    for row in cursor:
        row[1] = label_dict.get(row[0], None)
        cursor.updateRow(row)

```

```
print("Veld 'Overstromingsdiepte' gevuld met tekstlabels.")

# Stap 4: Verwijder het oorspronkelijke veld 'gridcode'
arcpy.management.DeleteField(overstromingsdiepte_mgk_polygon, ["gridcode"])

print("Veld 'gridcode' verwijderd.")
```

Veld 'Overstromingsdiepte' gevuld met tekstlabels.

Veld 'gridcode' verwijderd.

In []:

Overstromingen - Overstromingskans

I. Algemeen

A. Importeren Functies

```
In [113... # Importeren van ArcPy en Spatial Analyst-extensie
import arcpy
from arcpy.sa import *

# Instellen van workspace
arcpy.env.workspace = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Overstromingen"

# Geen automatische toevoeging aan de kaart aan map
arcpy.env.addOutputsToMap = False
```

B. Importeren Data

```
In [114... # Importeren voorbereide data
gemeente = r"Overstromingen.gdb\gemeente"
kernen = r"Overstromingen.gdb\kernen"
postcode6 = r"Overstromingen.gdb\postcode6"
panden = r"Overstromingen.gdb\panden"
overstromingskans_h50cm = r"Overstromingen.gdb\overstromingskans_h50cm"
```

II. Data Analyse

1. Postcode6

1.1 Postcode6 - Export Features

```
In [115... # Definieer de output-featureclass voor deze indicator
overstromingskans_h50cm_pc6 = r"Overstromingskans.gdb\overstromingskans_h50cm_pc6"

# Bouw field mapping: alleen het veld 'postcode6' behouden
field_mappings = arcpy.FieldMappings() # Start met een lege field mapping
field_map = arcpy.FieldMap() # Maak een individuele field map aan
field_map.addInputField(postcode6, "postcode6") # Voeg het veld 'postcode6' toe
field_mappings.addFieldMap(field_map) # Voeg deze toe aan de volledige mapping

# Exporteer postcode6-vlakken naar een nieuwe featureclass met alleen geometrie en 'postcode6'
arcpy.conversion.ExportFeatures(
    in_features=postcode6, # Invoergeometrie (alle postcodevlakken in Kaag en Braassem)
    out_features=overstromingskans_h50cm_pc6, # Doel-featureclass in de geodatabase
    where_clause="", # Geen selectie; alles meenemen
    use_field_alias_as_name=None, # Gebruik standaard aliasnamen
    field_mapping=field_mappings, # Alleen het veld 'postcode6' meenemen
    sort_field=None # Geen sorteerveld opgegeven
)

print(f"Nieuwe featureclass aangemaakt: {overstromingskans_h50cm_pc6}")
```

Nieuwe featureclass aangemaakt: Overstromingskans.gdb\overstromingskans_h50cm_pc6

1.2 Postcode6 - Zonal Statistics

```
In [116... # Definieer de output-tabel voor Zonal Statistics
stats_overstromingskans_h50cm_pc6 = r"Overstromingskans.gdb\stats_overstromingskans_h50cm_pc6"

# Voer ZonalStatistics uit en sla de tabel fysiek op
arcpy.sa.ZonalStatisticsAsTable(
    in_zone_data=overstromingskans_h50cm_pc6, # Postcode 6-gebieden als zones
    zone_field="postcode6", # Het veld waarmee we per vlak willen groeperen (postcode6)
    in_value_raster=overstromingskans_h50cm, # Raster met overstromingskans
    out_table=stats_overstromingskans_h50cm_pc6, # Uitvoerlocatie voor de tabel met statistieken
```

```

    statistics_type="ALL" # Bereken alle standaardstatistieken (MIN, MAX, MEAN, enz.)
)

print(f"Zonal Statistics uitgevoerd en opgeslagen als tabel: {stats_overstromingskans_h50cm_pc6}")

```

Zonal Statistics uitgevoerd en opgeslagen als tabel: Overstromingskans.gdb\stats_overstromingskans_h50cm_pc6

1.3 Postcode6 - Join Field

```

In [117... # Voeg de Zonal Statistics toe aan de attributentabel van stats_overstromingskans_h50cm_pc6
arcpy.management.JoinField(
    in_data=overstromingskans_h50cm_pc6, # De laag waaraan we de statistieken willen toevoegen
    in_field="postcode6", # Het veld waarmee we gaan joinen (postcode6)
    join_table=stats_overstromingskans_h50cm_pc6, # De tabel met de berekende statistieken
    join_field="postcode6", # Het veld waarmee we gaan joinen in de statistieken tabel
    fields=["MIN", "MAX", "MEAN"] # De velden die we willen toevoegen aan de attributentabel
)

print(f"Zonal Statistics toegevoegd aan 'stats_overstromingskans_h50cm_pc6'")

```

Zonal Statistics toegevoegd aan 'stats_overstromingskans_h50cm_pc6'

1.4 Postcode6 - Alter Field

```

In [118... # Pas de veldnamen aan voor MIN
arcpy.management.AlterField(
    in_table=overstromingskans_h50cm_pc6, # De laag waarvoor we de veldnamen aanpassen
    field="MIN", # Huidige veldnaam die we willen aanpassen
    new_field_name="Min_Overstromingskans", # Nieuwe naam voor het veld
    new_field_alias="Minimale Overstromingskans" # Alias voor het veld
)

# Pas de veldnamen aan voor MAX
arcpy.management.AlterField(
    in_table=overstromingskans_h50cm_pc6, # De laag waarvoor we de veldnamen aanpassen
    field="MAX", # Huidige veldnaam die we willen aanpassen
    new_field_name="Max_Overstromingskans", # Nieuwe naam voor het veld
    new_field_alias="Maximale Overstromingskans" # Alias voor het veld
)

# Pas de veldnamen aan voor MEAN
arcpy.management.AlterField(
    in_table=overstromingskans_h50cm_pc6, # De laag waarvoor we de veldnamen aanpassen
    field="MEAN", # Huidige veldnaam die we willen aanpassen
    new_field_name="Gem_Overstromingskans", # Nieuwe naam voor het veld
    new_field_alias="Gemiddelde Overstromingskans" # Alias voor het veld
)

print(f"Veldnamen aangepast in 'overstromingskans_h50cm_pc6'")

```

Veldnamen aangepast in 'overstromingskans_h50cm_pc6'

2. Overstromingskans

2.1 Overstromingskans – Raster naar polygonen

```

In [119... # Definieer de outputnaam voor de polygonlaag
overstromingskans_h50cm_polygon = "Overstromingskans.gdb/overstromingskans_h50cm"

# Zet het gereclassificeerde raster om naar polygonen
arcpy.conversion.RasterToPolygon(
    in_raster=Int(overstromingskans_h50cm), # Raster
    out_polygon_features=overstromingskans_h50cm_polygon, # Output polygonlaag
    simplify="NO_SIMPLIFY", # Geen vereenvoudiging van randen
    raster_field="Value" # Gebruik klassewaarde als attribuut
)

print(f"Raster succesvol omgezet naar polygonlaag '{overstromingskans_h50cm_polygon}'.")

```

Raster succesvol omgezet naar polygonlaag 'Overstromingskans.gdb/overstromingskans_h50cm'.

2.3 Overstromingskans – Veld 'gridcode' vertalen naar Overstromingskans-klasse

```

In [120... # Stap 1: Voeg veld 'Overstromingskans' toe als tekstveld
arcpy.management.AddField(overstromingskans_h50cm_polygon, "Overstromingskans", "TEXT", field_length=100)

```

```

# Stap 2: Mapping van gridcode naar tekstlabels
label_dict = {
    1: "Extreem kleine kans: <1/30.000 per jaar",
    2: "Zeer kleine kans: 1/3.000 tot 1/30.000 per jaar",
    3: "Kleine kans: 1/300 tot 1/3.000 per jaar",
    4: "Middelgrote kans: 1/30 tot 1/300 per jaar",
    5: "Grote kans: >1/30 per jaar"
}

# Stap 3: Vul het veld 'Overstromingskans' op basis van 'gridcode'
with arcpy.da.UpdateCursor(overstromingskans_h50cm_polygon, ["gridcode", "Overstromingskans"]) as cursor:
    for row in cursor:
        row[1] = label_dict.get(row[0], None)
        cursor.updateRow(row)

print("Veld 'Overstromingskans' gevuld met tekstlabels.")

# Stap 4: Verwijder het oorspronkelijke veld 'gridcode'
arcpy.management.DeleteField(overstromingskans_h50cm_polygon, ["gridcode"])

print("Veld 'gridcode' verwijderd.")

```

Veld 'Overstromingskans' gevuld met tekstlabels.

Veld 'gridcode' verwijderd.

Overstromingen - Map

I. Algemeen

A. Importeren Functies

```
In [135... # Importeren van ArcPy en Spatial Analyst-extensie
import arcpy
from arcpy.sa import *

# Instellen van de workspace
arcpy.env.workspace = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Overstromingen"

# Geen automatische toevoeging aan de kaart aan map
arcpy.env.addOutputsToMap = False
```

II. Kaart Opmaken

1.1 Algemeen - Create Group Layers

```
In [136... # Open actieve project en kaart
p = arcpy.mp.ArcGISProject("CURRENT")
m = p.listMaps("Overstromingen")[0]

# Maak twee Lege group layers
gl_overstromingskans = m.createGroupLayer("Overstromingskans")
gl_overstromingsdiepte = m.createGroupLayer("Overstromingsdiepte")

print("Twee lege group layers aangemaakt en toegevoegd.")
```

Twee lege group layers aangemaakt en toegevoegd.

1.2 Algemeen - Add data from path

```
In [137... # Base-Path
base = arcpy.env.workspace

# Overstromingsdiepte
layer = m.addDataFromPath(f"{base}\\Overstromingsdiepte.gdb\\overstromingsdiepte_mgk")
m.addLayerToGroup(gl_overstromingsdiepte, layer, "BOTTOM")
m.removeLayer(layer)

layer = m.addDataFromPath(f"{base}\\Overstromingsdiepte.gdb\\overstromingsdiepte_mgk_pc6")
m.addLayerToGroup(gl_overstromingsdiepte, layer, "BOTTOM")
m.removeLayer(layer)

# Overstromingskans
layer = m.addDataFromPath(f"{base}\\Overstromingskans.gdb\\overstromingskans_h50cm")
m.addLayerToGroup(gl_overstromingskans, layer, "BOTTOM")
m.removeLayer(layer)

layer = m.addDataFromPath(f"{base}\\Overstromingskans.gdb\\overstromingskans_h50cm_pc6")
m.addLayerToGroup(gl_overstromingskans, layer, "BOTTOM")
m.removeLayer(layer)

print("Lagen toegevoegd per groep.")
```

Lagen toegevoegd per groep.

2. Overstromingsdiepte

2.1 Overstromingsdiepte - Aanpassen Symbology

In [138...

```
# Open ArcGIS Pro project en kaart
p = arcpy.mp.ArcGISProject("CURRENT")
m = p.listMaps("Overstromingen")[0]
group = m.listLayers("Overstromingsdiepte")[0] # GroepsLaag
lyr = group.listLayers("overstromingsdiepte_mgk")[0] # PolygonLaag
sym = lyr.symbology # Haal symbologie op

# Renderer instellen
sym.updateRenderer("UniqueValueRenderer")
sym.renderer.fields = ["Overstromingsdiepte"]
sym.renderer.colorRamp = p.listColorRamps("Cyan-Light to Blue-Dark")[0]

# Labels aanpassen
label_dict = {
    "0 - 0.5 meter": "0 - 0.5 meter",
    "0.5 - 1.0 meter": "0.5 - 1.0 meter",
    "1.0 - 1.5 meter": "1.0 - 1.5 meter",
    "1.5 - 2.0 meter": "1.5 - 2.0 meter",
    "2.0 - 5.0 meter": "2.0 - 5.0 meter",
    "> 5 meter": "> 5 meter"
}

# Voeg class breaks en labels toe
for group in sym.renderer.groups:
    for item in group.items:
        val = item.values[0][0]
        if val in label_dict:
            item.label = label_dict[val]
            item.symbol.outlineWidth = 0

# Symbologie eerst toepassen (anders werkt removeValues niet)
lyr.symbology = sym

# Opslaan
p.save()

print("Symbologie toegepast met kleurenschaal, klassen en labels.")
```

Symbologie toegepast met kleurenschaal, klassen en labels.

2.2 Overstromingsdiepte PC6 - Aanpassen Symbology

In [139...

```
# Open ArcGIS Pro project en kaart
p = arcpy.mp.ArcGISProject("CURRENT")
m = p.listMaps("Overstromingen")[0]
group = m.listLayers("Overstromingsdiepte")[0] # GroepsLaag
lyr = group.listLayers("overstromingsdiepte_mgk_pc6")[0] # PolygonLaag
sym = lyr.symbology # Haal symbologie op

# Wijzig symbologie
sym.updateRenderer("GraduatedColorsRenderer")
sym.renderer.colorRamp = p.listColorRamps("Condition Number")[0]

# Specificeer de klassen en labels
classBreakValues = [0.2, 0.5, 1.0, 1.5, 5.0]
classBreakLabels = [
    "A: < 0.2 meter",
    "B: 0.2 - 0.5 meter",
    "C: 0.5 - 1.0 meter",
    "D: 1.0 - 2.0 meter",
    "E: > 2.0 meter"
]

# Stel classificatieveld en aantal klassen in
sym.renderer.classificationField = "Gem_overstromingsdiepte_mgk"
sym.renderer.breakCount = len(classBreakValues)

# Voeg class breaks en labels toe
for brk, value, label in zip(sym.renderer.classBreaks, classBreakValues, classBreakLabels):
    brk.upperBound = value
    brk.label = label

# Pas symbologie toe op de laag
lyr.symbology = sym

# Sla project op
```

```
p.save()

print("Symbologie toegepast met kleurenschaal, klassen en labels.")
```

Symbologie toegepast met kleurenschaal, klassen en labels.

3. Overstromingskans

3.2 Overstromingskans - Aanpassen Symbology

In [140...

```
# Open ArcGIS Pro project en kaart
p = arcpy.mp.ArcGISProject("CURRENT")
m = p.listMaps("Overstromingen")[0]
group = m.listLayers("Overstromingskans")[0] # GroepsLaag
lyr = group.listLayers("overstromingskans_h50cm")[0] # PolygonLaag
sym = lyr.symbology # Haal symbologie op

# Renderer instellen op UniqueValueRenderer
sym.updateRenderer("UniqueValueRenderer")
sym.renderer.fields = ["Overstromingskans"]
sym.renderer.colorRamp = p.listColorRamps("Condition Number")[0]

# Mapping van waarden naar labels (zoals zichtbaar in de legenda)
label_dict = {
    "Extreem kleine kans: <1/30.000 per jaar": "Extreem kleine kans: <1/30.000 per jaar",
    "Zeer kleine kans: 1/3.000 tot 1/30.000 per jaar": "Zeer kleine kans: 1/3.000 tot 1/30.000 per jaar",
    "Kleine kans: 1/300 tot 1/3.000 per jaar": "Kleine kans: 1/300 tot 1/3.000 per jaar",
    "Middelgrote kans: 1/30 tot 1/300 per jaar": "Middelgrote kans: 1/30 tot 1/300 per jaar",
    "Grote kans: >1/30 per jaar": "Grote kans: >1/30 per jaar"
}

# Voeg class breaks en labels toe
for group in sym.renderer.groups:
    for item in group.items:
        val = item.values[0][0]
        if val in label_dict:
            item.label = label_dict[val]
            item.symbol.outlineWidth = 0

# Symbologie eerst toepassen (anders werkt removeValues niet)
lyr.symbology = sym

# Opslaan
p.save()

print("Symbologie toegepast met kleurenschaal, klassen en labels.")
print("LET OP: Volgorde aanpassen in Symbology van overstromingskans_h50cm.")
```

Symbologie toegepast met kleurenschaal, klassen en labels.

LET OP: Volgorde aanpassen in Symbology van overstromingskans_h50cm.

3.2 Overstromingskans PC6 - Aanpassen Symbology

In [141...

```
# Open ArcGIS Pro project en kaart
p = arcpy.mp.ArcGISProject("CURRENT")
m = p.listMaps("Overstromingen")[0]
group = m.listLayers("Overstromingskans")[0] # GroepsLaag
lyr = group.listLayers("overstromingskans_h50cm_pc6")[0] # PolygonLaag
sym = lyr.symbology # Haal symbologie op

# Wijzig renderer naar Graduated Colors
sym.updateRenderer("GraduatedColorsRenderer")
sym.renderer.colorRamp = p.listColorRamps("Condition Number")[0]

# Specificeer klassen en labels
classBreakValues = [1, 2, 3, 4, 5]
classBreakLabels = [
    "A: Extreem kleine kans",
    "B: Zeer kleine kans",
    "C: Kleine kans",
    "D: Middelgrote kans",
    "E: Grote kans"
]

# Stel veld en aantal klassen in
```



```

sym.renderer.classificationField = "Gem_Overstromingskans"
sym.renderer.breakCount = len(classBreakValues)

# Pas klassen, labels en symboolinstellingen toe
for brk, value, label in zip(sym.renderer.classBreaks, classBreakValues, classBreakLabels):
    brk.upperBound = value
    brk.label = label

# Pas symbologie toe
lyr.symbology = sym

# Toon waarden buiten bereik / zonder data
cim = lyr.getDefinition("V3")
cim.renderer.useDefaultSymbol = True
cim.renderer.defaultLabel = "Geen Data"
lyr.setDefinition(cim)

# Opslaan
p.save()

print("Symbologie toegepast met kleurenschaal, klassen en labels.")

```

Symbologie toegepast met kleurenschaal, klassen en labels.

! LET OP: Volgorde aanpassen in Symbology van overstromingskans_h50cm !

In []:

C.5 Scripts Bodemdaling

Bodemdaling - Voorbewerking

I. Algemeen

A. Importeren Functies

```
In [143... # Importeren van ArcPy en Spatial Analyst-extensie
import arcpy
from arcpy.sa import *

# Instellen van workspace
arcpy.env.workspace = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Bodemdaling"

# Geen automatische toevoeging aan de kaart aan map
arcpy.env.addOutputsToMap = False
```

B. Importeren Data

```
In [144... # Importeren bestanden
gemeenten0 = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Data\WijkBuurtKaart\WijkBu
kernen0 = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Data\Kaag en Braassem\Kernen.
postcode60 = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Data\Postcode6\cbs_pc6_202
wegdeel0 = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Data\BGT\Wegdeel.shp"
panden0 = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Data\BAG\bag-light.gpkg\main.
bodemdaling_laag0 = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Data\Klimaateffecta
bodemdaling_hoog0 = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Data\Klimaateffecta
```

II. Voorbewerking Data

1. Gemeente

1.1 Gemeente - Select Analysis

```
In [145... # Definier output-bestand
gemeente = r"Bodemdaling.gdb\gemeente"

# Maak een query om Kaag en Braassem te selecteren
gemeente_query = "gm_naam = 'Kaag en Braassem'" # Filter op 'Kaag en Braassem' in het veld 'gm_naam'

# Selecteer de gemeentegrens en sla deze op
arcpy.Select_analysis(
    in_features=gemeenten0, # Inputlaag met gemeentengeografie
    out_feature_class=gemeente, # Outputlaag voor de geselecteerde gemeentegrens
    where_clause=gemeente_query # Filter op de geselecteerde gemeente
)

print(f"Gemeentegrens opgeslagen: {gemeente}")
```

Gemeentegrens opgeslagen: Bodemdaling.gdb\gemeente

1.2 Gemeente - Buffer

```
In [146... # Definier output-bestand
gemeente_buffer = r"Bodemdaling.gdb\gemeente_buffer"

# Maak een buffer van 50 meter rond de gemeentegrens
arcpy.Buffer_analysis(
    in_features=gemeente, # Inputlaag voor de gemeentegrens
    out_feature_class=gemeente_buffer, # Outputlaag voor de buffer
    buffer_distance_or_field="50 Meters", # Bufferafstand van 50 meter
    dissolve_option="ALL" # Combineer aangrenzende buffergebieden
)

print(f"Buffer opgeslagen: {gemeente_buffer}")
```

Buffer opgeslagen: Bodemdaling.gdb\gemeente_buffer

2. Kern

2.1 Kern - Copy Features

```
In [147... # Definier output-bestand
kernen = r"Bodemdaling.gdb\kernen"

# Kopieer de kern-grenzen naar de Kaag en Braassem laag
arcpy.CopyFeatures_management(
    in_features=kernen0, # Inputlaag voor de kern-grenzen
    out_feature_class=kernen # Outputlaag voor de gekopieerde kern-grenzen
)

print(f"Kern-grenzen opgeslagen: {kernen}")
```

Kern-grenzen opgeslagen: Bodemdaling.gdb\kernen

3. Postcode6

3.1 Postcode6 - Select By Location

```
In [148... # Definier output-bestand
postcode6 = r"Bodemdaling.gdb\postcode6"

# Maak een feature layer van de Postcode6-gebieden
arcpy.MakeFeatureLayer_management(
    in_features=postcode60, # Inputlaag met Postcode6-gebieden
    out_layer="postcode6_layer" # Outputlaag met de feature layer
)

# Selecteer de Postcode6-gebieden waarvan het centroid binnen de gemeentegrens ligt
arcpy.SelectLayerByLocation_management(
    in_layer="postcode6_layer", # De laag waarin we de selectie uitvoeren
    overlap_type="HAVE_THEIR_CENTER_IN", # De ruimtelijke relatie die we gebruiken
    select_features=gemeente, # De laag waarin we de selectie baseren (gemeente)
    selection_type="NEW_SELECTION" # Type selectie (Nieuw selecteren)
)

# Sla de geselecteerde Postcode6-gebieden op
arcpy.CopyFeatures_management(
    in_features="postcode6_layer", # De laag met de geselecteerde Postcode6-gebieden
    out_feature_class=postcode6 # Outputlaag voor de geselecteerde gebieden
)

print(f"Postcode6-gebieden binnen Kaag en Braassem opgeslagen: {postcode6}")
```

Postcode6-gebieden binnen Kaag en Braassem opgeslagen: Bodemdaling.gdb\postcode6

5. Bodemdaling Laag

5.1 Bodemdaling - Laag - Extract By Mask

```
In [149... # Clip de bodemdaling_laag-rasterlaag op de buffer van de gemeentegrens
bodemdaling_laag_clipped = arcpy.sa.ExtractByMask(
    in_raster=bodemdaling_laag0, # Het raster dat we willen knippen
    in_mask_data=gemeente_buffer # De laag die wordt gebruikt als mask
)

bodemdaling_laag_clipped.save("in_memory\bodemdaling_laag_clipped")

print(f"bodemdaling_laag-raster geknipt")
```

bodemdaling_laag-raster geknipt

5.2 Bodemdaling - Laag - SetNull

```
In [150... # Definieer output-bestand
bodemdaling_laag = r"Bodemdaling.gdb\bodemdaling_laag"

# Stel de voorwaarde in: alles boven 10 meter bodemdaling is onmogelijk
whereClause = "VALUE > 10"
```

```
# Voer SetNull uit: zet die onrealistische waarden op NoData
outSetNull = SetNull(bodemdaling_laag_clipped, bodemdaling_laag_clipped, whereClause)

# Opslaan in bodemdaling_laag
outSetNull.save(bodemdaling_laag)

print("Extreem hoge waarden zijn nu NoData gezet en opgeslagen als 'bodemdaling_laag'")
```

Extreem hoge waarden zijn nu NoData gezet en opgeslagen als 'bodemdaling_laag'

5. Bodemdaling Hoog

5.1 Bodemdaling - Hoog - Extract By Mask

```
In [151... # Clip de bodemdaling_hoog-rasterLaag op de buffer van de gemeentegrens
bodemdaling_hoog_clipped = arcpy.sa.ExtractByMask(
    in_raster=bodemdaling_hoog0,      # Het raster dat we willen knippen
    in_mask_data=gemeente_buffer      # De laag die wordt gebruikt als mask
)

bodemdaling_hoog_clipped.save("in_memory\\bodemdaling_hoog_clipped")

print(f"bodemdaling_hoog-raster geknipt")
```

bodemdaling_hoog-raster geknipt

5.2 Bodemdaling - Laag - SetNull

```
In [152... # Definieer output-bestand
bodemdaling_hoog = r"Bodemdaling.gdb\bodemdaling_hoog"

# Stel de voorwaarde in: alles boven 10 meter bodemdaling is onmogelijk
whereClause = "VALUE > 10"

# Voer SetNull uit: zet die onrealistische waarden op NoData
outSetNull = SetNull(bodemdaling_hoog_clipped, bodemdaling_hoog_clipped, whereClause)

# Opslaan in bodemdaling_hoog
outSetNull.save(bodemdaling_hoog)

print("Extreem hoge waarden zijn nu NoData gezet en opgeslagen als 'bodemdaling_hoog'")
```

Extreem hoge waarden zijn nu NoData gezet en opgeslagen als 'bodemdaling_hoog'

Bodemdaling - 2020-2050 Laag

I. Algemeen

A. Importeren Functies

```
In [153... # Importeren van ArcPy en Spatial Analyst-extensie
import arcpy
from arcpy.sa import *

# Instellen van workspace
arcpy.env.workspace = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Bodemdaling"

# Geen automatische toevoeging aan de kaart aan map
arcpy.env.addOutputsToMap = False
```

B. Importeren Voorbewerkte Data

```
In [154... # Importeren voorbewerkte data
gemeente = r"Bodemdaling.gdb\gemeente"
kernen = r"Bodemdaling.gdb\kernen"
postcode6 = r"Bodemdaling.gdb\postcode6"
bodemdaling_laag = r"Bodemdaling.gdb\bodemdaling_laag"
```

II. Data Analyse

1. Postcode6

1.1 Postcode6 - Export Features

```
In [155... # Definieer de output-featureclass voor deze indicator
bodemdaling_laag_pc6 = r"Bodemdaling Laag.gdb\bodemdaling_laag_pc6"

# Bouw field mapping: alleen het veld 'postcode6' behouden
field_mappings = arcpy.FieldMappings() # Start met een lege field mapping
field_map = arcpy.FieldMap() # Maak een individuele field map aan
field_map.addInputField(postcode6, "postcode6") # Voeg het veld 'postcode6' toe
field_mappings.addFieldMap(field_map) # Voeg deze toe aan de volledige mapping

# Exporteer postcode6-vlakken naar een nieuwe featureclass met alleen geometrie en 'postcode6'
arcpy.conversion.ExportFeatures(
    in_features=postcode6, # Invoergeometrie (alle postcodevlakken in Kaag en Braassem)
    out_features=bodemdaling_laag_pc6, # Doel-featureclass in de geodatabase
    where_clause="", # Geen selectie; alles meenemen
    use_field_alias_as_name=None, # Gebruik standaard aliasnamen
    field_mapping=field_mappings, # Alleen het veld 'postcode6' meenemen
    sort_field=None # Geen sorteerveld opgegeven
)

print(f"Nieuwe featureclass aangemaakt: {bodemdaling_laag_pc6}")
```

Nieuwe featureclass aangemaakt: Bodemdaling Laag.gdb\bodemdaling_laag_pc6

1.2 Postcode6 - Resample bodemdaling-raster

```
In [156... # Definieer output
bodemdaling_laag_resampled_25m = r"Bodemdaling Laag.gdb\bodemdaling_laag_resampled_25m" # Nieuw rasterpad voor 2

# Resample het raster: elke grove cel wordt opgesplitst in kleinere cellen met dezelfde waarde (postcodevlakken k
# Gebruik NEAREST om de oorspronkelijke waarden exact te behouden (geen interpolatie)
arcpy.management.Resample(
    in_raster=bodemdaling_laag, # Invoerraster (grof)
    out_raster=bodemdaling_laag_resampled_25m, # Uitvoerraster (fijn)
    cell_size="25", # Doelresolutie: 25 meter per pixel
```

```

        resampling_type="NEAREST"                # Waarde-overname zonder afronding/interpolatie
    )

    print(f"Bodemdaling_laag-raster herverdeeld naar fijnmazige resolutie (25m): {bodemdaling_laag_resampled_25m}")

```

Bodemdaling_laag-raster herverdeeld naar fijnmazige resolutie (25m): Bodemdaling Laag.gdb\bodemdaling_laag_resampled_25m

1.3 Postcode6 - Zonal Statistics

In [157...

```

# Definieer de output-tabel voor Zonal Statistics
zonalstats_bodemdaling_laag_pc6 = r"Bodemdaling Laag.gdb\zonalstats_bodemdaling_laag_pc6"

# Voer ZonalStatistics uit en sla de tabel fysiek op
arcpy.sa.ZonalStatisticsAsTable(
    in_zone_data=bodemdaling_laag_pc6, # Gemeentegrens als zone
    zone_field="postcode6", # Het veld waarmee we gaan groeperen (postcode6)
    in_value_raster=bodemdaling_laag_resampled_25m, # Raster met bodemdaling (resampled)
    out_table=zonalstats_bodemdaling_laag_pc6, # Opslaan als fysieke tabel
    statistics_type="ALL" # Het type statistieken, ALL betekent dat we de statistieken willen berekenen
)

print(f"Zonal Statistics uitgevoerd en opgeslagen als tabel: {zonalstats_bodemdaling_laag_pc6}")

```

Zonal Statistics uitgevoerd en opgeslagen als tabel: Bodemdaling Laag.gdb\zonalstats_bodemdaling_laag_pc6

1.4 Postcode6 - Join Field

In [158...

```

# Voeg de Zonal Statistics toe aan de attributentabel van bodemdaling_laag_pc6
arcpy.management.JoinField(
    in_data=bodemdaling_laag_pc6, # De Laag waaraan we de statistieken willen toevoegen
    in_field="postcode6", # Het veld waarmee we gaan joinen (postcode6)
    join_table=zonalstats_bodemdaling_laag_pc6, # De tabel met de berekende statistieken
    join_field="postcode6", # Het veld waarmee we gaan joinen in de statistieken tabel
    fields=["MIN", "MAX", "MEAN"] # De velden die we willen toevoegen aan de attributentabel
)

print(f"Zonal Statistics toegevoegd aan 'bodemdaling_laag_pc6'")

```

Zonal Statistics toegevoegd aan 'bodemdaling_laag_pc6'

1.5 Postcode6 - Alter Field

In [159...

```

# Pas de veldnamen aan voor MIN
arcpy.management.AlterField(
    in_table=bodemdaling_laag_pc6, # De Laag waarvoor we de veldnamen aanpassen
    field="MIN", # Huidige veldnaam die we willen aanpassen
    new_field_name="Min_Bodemdaling", # Nieuwe naam voor het veld
    new_field_alias="Minimale Bodemdaling" # Alias voor het veld
)

# Pas de veldnamen aan voor MAX
arcpy.management.AlterField(
    in_table=bodemdaling_laag_pc6, # De Laag waarvoor we de veldnamen aanpassen
    field="MAX", # Huidige veldnaam die we willen aanpassen
    new_field_name="Max_Bodemdaling", # Nieuwe naam voor het veld
    new_field_alias="Maximale Bodemdaling" # Alias voor het veld
)

# Pas de veldnamen aan voor MEAN
arcpy.management.AlterField(
    in_table=bodemdaling_laag_pc6, # De Laag waarvoor we de veldnamen aanpassen
    field="MEAN", # Huidige veldnaam die we willen aanpassen
    new_field_name="Gem_Bodemdaling", # Nieuwe naam voor het veld
    new_field_alias="Gemiddelde Bodemdaling" # Alias voor het veld
)

print(f"Veldnamen aangepast in 'bodemdaling_laag_pc6'")

```

Veldnamen aangepast in 'bodemdaling_laag_pc6'

2. Bodemdaling

2.1 Bodemdaling – Raster naar polygonen

```
In [160... # Zet het originele raster om naar een Raster-object
bodemdaling_laag_raster = Raster(bodemdaling_laag)

# Reclassificeer de rasterwaarden in vijf klassen
bodemdaling_laag_class = Reclassify(
    in_raster=bodemdaling_laag_raster, # Invoer: continue raster met bodemdaling in meters
    reclass_field="Value", # Gebruik numerieke rasterwaarden voor classificatie
    remap=RemapRange([ # Definitie van zes vaste klassen
        [0, 0.03, 1],
        [0.03, 0.10, 2],
        [0.10, 0.20, 3],
        [0.20, 0.40, 4],
        [0.40, 0.60, 5],
        [0.60, 10.0, 6]
    ]),
    missing_values="NODATA" # Waarden buiten deze ranges worden NoData
)

# Sla het gereclassificeerde raster op in geheugen
bodemdaling_laag_class.save("in_memory\\bodemdaling_laag_class")

print("Bodemdaling gereclassificeerd naar zes klassen (1-6).")
```

Bodemdaling gereclassificeerd naar zes klassen (1-6).

2.2 Bodemdaling – Raster naar polygonen (klassen)

```
In [161... # Definieer de outputnaam voor de polygonlaag
bodemdaling_laag_polygon = "Bodemdaling Laag.gdb/bodemdaling_laag"

# Zet het gereclassificeerde raster om naar polygonen
arcpy.conversion.RasterToPolygon(
    in_raster="in_memory/bodemdaling_laag_class", # Raster met klassen in geheugen
    out_polygon_features=bodemdaling_laag_polygon, # Output polygonlaag
    simplify="NO_SIMPLIFY", # Geen vereenvoudiging van randen
    raster_field="Value" # Gebruik klassewaarde als attribuut
)

print(f"Raster succesvol omgezet naar polygonlaag '{bodemdaling_laag_polygon}' (klassen 1-6).")
```

Raster succesvol omgezet naar polygonlaag 'Bodemdaling Laag.gdb/bodemdaling_laag' (klassen 1-6).

2.3 Bodemdaling – Veld voor bodemdaling klassen toevoegen

```
In [162... # Voeg veld toe
arcpy.management.AddField(
    in_table=bodemdaling_laag_polygon,
    field_name="Bodemdaling_Klasse",
    field_type="TEXT",
    field_length=50
)

print("Veld 'Bodemdaling_Klasse' gemaakt")
```

Veld 'Bodemdaling_Klasse' gemaakt

2.4 Bodemdaling – Veld voor bodemdaling klassen invullen

```
In [163... # Mapping van klassewaarden naar labels
classificaties = {
    1: "Verwaarloosbaar (<3cm)",
    2: "Beperkt (3-10cm)",
    3: "Matig (10-20cm)",
    4: "Vrij sterk (20-40cm)",
    5: "Sterk (40-60cm)",
    6: "Zeer sterk (>60cm)"
}

# Voeg tekstlabels toe aan veld 'Bodemdaling_Klasse'
with arcpy.da.UpdateCursor(bodemdaling_laag_polygon, ["gridcode", "Bodemdaling_Klasse"]) as cursor:
    for row in cursor:
        row[1] = classificaties[row[0]]
        cursor.updateRow(row)

print("Veld 'Bodemdaling_Klasse' gevuld met beschrijvende labels.")
```


Veld 'Bodemdaling_Klasse' gevuld met beschrijvende labels.

2.5 Bodemdaling – Verwijder oud veld met klassen

```
In [164... # Verwijder het veld 'gridcode'
arcpy.management.DeleteField(
    in_table=bodemdaling_laag_polygon, # feature class
    drop_field="gridcode" # Veld
)

print("Veld 'gridcode' verwijderd.")
```

Veld 'gridcode' verwijderd.

2.6 Bodemdaling – Veld 'bodemdaling_klasse' alias hernoemen

```
In [165... # Hernoem het veld 'gridcode' naar 'Bodemdaling'
arcpy.management.AlterField(
    in_table=bodemdaling_laag_polygon, # Polygonlaag uit vorige stap
    field="Bodemdaling_Klasse", # Standaardveld dat RasterToPolygon aanmaakt
    new_field_name="Bodemdaling_Klasse", # Nieuwe veldnaam (ongewijzigd)
    new_field_alias="Bodemdaling" # Alias voor weergave
)

print("Alias 'Bodemdaling_Klasse' hernoemd naar 'Bodemdaling'.")
```

Alias 'Bodemdaling_Klasse' hernoemd naar 'Bodemdaling'.

Bodemdaling - 2020-2050 Hoog

I. Algemeen

A. Importeren Functies

```
In [166... # Importeren van ArcPy en Spatial Analyst-extensie
import arcpy
from arcpy.sa import *

# Instellen van workspace
arcpy.env.workspace = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Bodemdaling"

# Geen automatische toevoeging aan de kaart aan map
arcpy.env.addOutputsToMap = False
```

B. Importeren Voorbewerkte Data

```
In [167... # Importeren voorbewerkte data
gemeente = r"Bodemdaling.gdb\gemeente"
kernen = r"Bodemdaling.gdb\kernen"
postcode6 = r"Bodemdaling.gdb\postcode6"
bodemdaling_hoog = r"Bodemdaling.gdb\bodemdaling_hoog"
```

II. Data Analyse

1. Postcode6

1.1 Postcode6 - Export Features

```
In [168... # Definieer de output-featureclass voor deze indicator
bodemdaling_hoog_pc6 = r"Bodemdaling Hoog.gdb\bodemdaling_hoog_pc6"

# Bouw field mapping: alleen het veld 'postcode6' behouden
field_mappings = arcpy.FieldMappings() # Start met een lege field mapping
field_map = arcpy.FieldMap() # Maak een individuele field map aan
field_map.addInputField(postcode6, "postcode6") # Voeg het veld 'postcode6' toe
field_mappings.addFieldMap(field_map) # Voeg deze toe aan de volledige mapping

# Exporteer postcode6-vlakken naar een nieuwe featureclass met alleen geometrie en 'postcode6'
arcpy.conversion.ExportFeatures(
    in_features=postcode6, # Invoergeometrie (alle postcodevlakken in Kaag en Braassem)
    out_features=bodemdaling_hoog_pc6, # Doel-featureclass in de geodatabase
    where_clause="", # Geen selectie; alles meenemen
    use_field_alias_as_name=None, # Gebruik standaard aliasnamen
    field_mapping=field_mappings, # Alleen het veld 'postcode6' meenemen
    sort_field=None # Geen sorteerveld opgegeven
)

print(f"Nieuwe featureclass aangemaakt: {bodemdaling_hoog_pc6}")
```

Nieuwe featureclass aangemaakt: Bodemdaling Hoog.gdb\bodemdaling_hoog_pc6

1.2 Postcode6 - Resample bodemdaling-raster

```
In [169... # Definieer output
bodemdaling_hoog_resampled_25m = r"Bodemdaling Hoog.gdb\bodemdaling_hoog_resampled_25m" # Nieuw rasterpad voor 25m

# Resample het raster: elke grove cel wordt opgesplitst in kleinere cellen met dezelfde waarde (postcodevlakken k
# Gebruik NEAREST om de oorspronkelijke waarden exact te behouden (geen interpolatie)
arcpy.management.Resample(
    in_raster=bodemdaling_hoog, # Invoerraster (grof)
    out_raster=bodemdaling_hoog_resampled_25m, # Uitvoerraster (fijn)
    cell_size="25", # Doelresolutie: 25 meter per pixel
```

```

        resampling_type="NEAREST"                # Waarde-overname zonder afronding/interpolatie
    )

    print(f"Bodemdaling_hoog-raster herverdeeld naar fijnmazige resolutie (25m): {bodemdaling_hoog_resampled_25m}")

```

Bodemdaling_hoog-raster herverdeeld naar fijnmazige resolutie (25m): Bodemdaling Hoog.gdb\bodemdaling_hoog_resampled_25m

1.3 Postcode6 - Zonal Statistics

In [170...

```

# Definieer de output-tabel voor Zonal Statistics
zonalstats_bodemdaling_hoog_pc6 = r"Bodemdaling Hoog.gdb\zonalstats_bodemdaling_hoog_pc6"

# Voer ZonalStatistics uit en sla de tabel fysiek op
arcpy.sa.ZonalStatisticsAsTable(
    in_zone_data=bodemdaling_hoog_pc6, # Gemeentegrens als zone
    zone_field="postcode6", # Het veld waarmee we gaan groeperen (postcode6)
    in_value_raster=bodemdaling_hoog_resampled_25m, # Raster met bodemdaling
    out_table=zonalstats_bodemdaling_hoog_pc6, # Opslaan als fysieke tabel
    statistics_type="ALL" # Het type statistieken, ALL betekent dat we de statistieken willen berekenen
)

print(f"Zonal Statistics uitgevoerd en opgeslagen als tabel: {zonalstats_bodemdaling_hoog_pc6}")

```

Zonal Statistics uitgevoerd en opgeslagen als tabel: Bodemdaling Hoog.gdb\zonalstats_bodemdaling_hoog_pc6

1.4 Postcode6 - Join Field

In [171...

```

# Voeg de Zonal Statistics toe aan de attributentabel van bodemdaling_hoog_pc6
arcpy.management.JoinField(
    in_data=bodemdaling_hoog_pc6, # De Laag waaraan we de statistieken willen toevoegen
    in_field="postcode6", # Het veld waarmee we gaan joinen (postcode6)
    join_table=zonalstats_bodemdaling_hoog_pc6, # De tabel met de berekende statistieken
    join_field="postcode6", # Het veld waarmee we gaan joinen in de statistieken tabel
    fields=["MIN", "MAX", "MEAN"] # De velden die we willen toevoegen aan de attributentabel
)

print(f"Zonal Statistics toegevoegd aan 'bodemdaling_hoog_pc6'")

```

Zonal Statistics toegevoegd aan 'bodemdaling_hoog_pc6'

1.5 Postcode6 - Alter Field

In [172...

```

# Pas de veldnamen aan voor MIN
arcpy.management.AlterField(
    in_table=bodemdaling_hoog_pc6, # De Laag waarvoor we de veldnamen aanpassen
    field="MIN", # Huidige veldnaam die we willen aanpassen
    new_field_name="Min_Bodemdaling", # Nieuwe naam voor het veld
    new_field_alias="Minimale Bodemdaling" # Alias voor het veld
)

# Pas de veldnamen aan voor MAX
arcpy.management.AlterField(
    in_table=bodemdaling_hoog_pc6, # De Laag waarvoor we de veldnamen aanpassen
    field="MAX", # Huidige veldnaam die we willen aanpassen
    new_field_name="Max_Bodemdaling", # Nieuwe naam voor het veld
    new_field_alias="Maximale Bodemdaling" # Alias voor het veld
)

# Pas de veldnamen aan voor MEAN
arcpy.management.AlterField(
    in_table=bodemdaling_hoog_pc6, # De Laag waarvoor we de veldnamen aanpassen
    field="MEAN", # Huidige veldnaam die we willen aanpassen
    new_field_name="Gem_Bodemdaling", # Nieuwe naam voor het veld
    new_field_alias="Gemiddelde Bodemdaling" # Alias voor het veld
)

print(f"Veldnamen aangepast in 'bodemdaling_hoog_pc6'")

```

Veldnamen aangepast in 'bodemdaling_hoog_pc6'

2. Bodemdaling

2.1 Bodemdaling – Raster naar polygonen

```
In [173... # Zet het originele raster om naar een Raster-object
bodemdaling_hoog_raster = Raster(bodemdaling_hoog)

# Reclassificeer de rasterwaarden in vijf klassen
bodemdaling_hoog_class = Reclassify(
    in_raster=bodemdaling_hoog_raster, # Invoer: continue raster met bodemdaling in meters
    reclass_field="Value", # Gebruik numerieke rasterwaarden voor classificatie
    remap=RemapRange([ # Definitie van zes vaste klassen
        [0, 0.03, 1],
        [0.03, 0.10, 2],
        [0.10, 0.20, 3],
        [0.20, 0.40, 4],
        [0.40, 0.60, 5],
        [0.60, 10.0, 6]
    ]),
    missing_values="NODATA" # Waarden buiten deze ranges worden NoData
)

# Sla het gereclassificeerde raster op in geheugen
bodemdaling_hoog_class.save("in_memory\\bodemdaling_hoog_class")

print("Bodemdaling gereclassificeerd naar zes klassen (1-6).")
```

Bodemdaling gereclassificeerd naar zes klassen (1-6).

2.2 Bodemdaling – Raster naar polygonen (klassen)

```
In [174... # Definieer de outputnaam voor de polygonlaag
bodemdaling_hoog_polygon = "Bodemdaling Hoog.gdb/bodemdaling_hoog"

# Zet het gereclassificeerde raster om naar polygonen
arcpy.conversion.RasterToPolygon(
    in_raster="in_memory/bodemdaling_hoog_class", # Raster met klassen in geheugen
    out_polygon_features=bodemdaling_hoog_polygon, # Output polygonlaag
    simplify="NO_SIMPLIFY", # Geen vereenvoudiging van randen
    raster_field="Value" # Gebruik klassewaarde als attribuut
)

print(f"Raster succesvol omgezet naar polygonlaag '{bodemdaling_hoog_polygon}' (klassen 1-6).")
```

Raster succesvol omgezet naar polygonlaag 'Bodemdaling Hoog.gdb/bodemdaling_hoog' (klassen 1-6).

2.3 Bodemdaling – Veld voor bodemdaling klassen toevoegen

```
In [175... arcpy.management.AddField(
    in_table=bodemdaling_hoog_polygon,
    field_name="Bodemdaling_klasse",
    field_type="TEXT",
    field_length=50
)

print("Veld 'Bodemdaling_klasse' gemaakt")
```

Veld 'Bodemdaling_klasse' gemaakt

2.4 Bodemdaling – Veld voor bodemdaling klassen invullen

```
In [176... # Mapping van klassewaarden naar labels
classificaties = {
    1: "Verwaarloosbaar (<3cm)",
    2: "Beperkt (3-10cm)",
    3: "Matig (10-20cm)",
    4: "Vrij sterk (20-40cm)",
    5: "Sterk (40-60cm)",
    6: "Zeer sterk (>60cm)"
}

# Voeg tekstlabels toe aan veld 'Bodemdaling_klasse'
with arcpy.da.UpdateCursor(bodemdaling_hoog_polygon, ["gridcode", "Bodemdaling_klasse"]) as cursor:
    for row in cursor:
        row[1] = classificaties[row[0]]
        cursor.updateRow(row)

print("Veld 'Bodemdaling_klasse' gevuld met beschrijvende labels.")
```

Veld 'Bodemdaling_klasse' gevuld met beschrijvende labels.

2.5 Bodemdaling – Verwijder oud veld met klassen

```
In [177... # Verwijder het veld 'gridcode'
arcpy.management.DeleteField(
    in_table=bodemdaling_hoog_polygon, # feature class
    drop_field="gridcode" # Veld
)
print("Veld 'gridcode' verwijderd.")
```

Veld 'gridcode' verwijderd.

2.6 Bodemdaling – Veld 'bodemdaling_klasse' alias hernoemen

```
In [178... # Hernoem het veld 'gridcode' naar 'Bodemdaling'
arcpy.management.AlterField(
    in_table=bodemdaling_hoog_polygon, # Polygonlaag uit vorige stap
    field="Bodemdaling_Klasse", # Standaardveld dat RasterToPolygon aanmaakt
    new_field_name="Bodemdaling_Klasse", # Nieuwe veldnaam (ongewijzigd)
    new_field_alias="Bodemdaling" # Alias voor weergave
)

print("Alias 'Bodemdaling_Klasse' hernoemd naar 'Bodemdaling'.")
```

Alias 'Bodemdaling_Klasse' hernoemd naar 'Bodemdaling'.

Bodemdeling - Map

I. Algemeen

A. Importeren Functies

```
In [193... # Importeren van ArcPy en Spatial Analyst-extensie
import arcpy
from arcpy.sa import *

# Instellen van de workspace
arcpy.env.workspace = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Bodemdeling"

# Geen automatische toevoeging aan de kaart aan map
arcpy.env.addOutputsToMap = False
```

II. Kaart Opmaken

1.1 Algemeen - Create Group Layers

```
In [194... # Open actieve project en kaart
p = arcpy.mp.ArcGISProject("CURRENT")
m = p.listMaps("Bodemdeling")[0]

# Maak drie lege group layers
gl_bodemdeling_hoog = m.createGroupLayer("Bodemdeling Hoog")
gl_bodemdeling_laag = m.createGroupLayer("Bodemdeling Laag")

print("Twee lege group layers aangemaakt en toegevoegd.")
```

Twee lege group layers aangemaakt en toegevoegd.

```
In [195... # Base-Path
base = arcpy.env.workspace

# Bodemdeling Laag
layer = m.addDataFromPath(f"{base}\\Bodemdeling Laag.gdb\\bodemdeling_laag")
m.addLayerToGroup(gl_bodemdeling_laag, layer, "BOTTOM")
m.removeLayer(layer)

layer = m.addDataFromPath(f"{base}\\Bodemdeling Laag.gdb\\bodemdeling_laag_pc6")
m.addLayerToGroup(gl_bodemdeling_laag, layer, "BOTTOM")
m.removeLayer(layer)

# Bodemdeling Laag
layer = m.addDataFromPath(f"{base}\\Bodemdeling Hoog.gdb\\bodemdeling_hoog")
m.addLayerToGroup(gl_bodemdeling_hoog, layer, "BOTTOM")
m.removeLayer(layer)

layer = m.addDataFromPath(f"{base}\\Bodemdeling Hoog.gdb\\bodemdeling_hoog_pc6")
m.addLayerToGroup(gl_bodemdeling_hoog, layer, "BOTTOM")
m.removeLayer(layer)

print("Lagen toegevoegd per groep.")
```

Lagen toegevoegd per groep.

2. Bodemdeling Laag

2.1 Bodemdeling Laag - Aanpassen Symbology

```
In [196... # Symbology van laag ophalen
p = arcpy.mp.ArcGISProject("CURRENT") # Project
m = p.listMaps("Bodemdeling")[0] # Map
group = m.listLayers("Bodemdeling Laag")[0] # Group
```

```

lyr = group.listLayers("bodemdaling_laag")[0] # Laag
sym = lyr.symbology # Symbology

# Wijzig symbologie
sym.updateRenderer("UniqueValueRenderer")
sym.renderer.fields = ["Bodemdaling_Klasse"]
sym.renderer.colorRamp = p.listColorRamps("Yellow-Orange-Red (Continuous)")[0]

for group in sym.renderer.groups:
    for item in group.items:
        item.symbol.outlineWidth = 0 # Geen rand

# Pas symbologie toe op de laag
lyr.symbology = sym

# Sla project op
p.save()

print("Symbologie toegepast met kleurenschaal en klassen.")
print("LET OP: Volgorde van legenda nog aanpassen in Symbology van bodemdaling_laag.")

```

Symbologie toegepast met kleurenschaal en klassen.

LET OP: Volgorde van legenda nog aanpassen in Symbology van bodemdaling_laag.

2.2 Bodemdaling Laag - Postcode 6 - Aanpassen Symbology

In [200...

```

# Symbology van laag ophalen
p = arcpy.mp.ArcGISProject("CURRENT") # Project
m = p.listMaps("Bodemdaling")[0] # Map
group = m.listLayers("Bodemdaling Laag")[0] # Group
lyr = group.listLayers("bodemdaling_laag_pc6")[0] # Laag
sym = lyr.symbology # Symbology

# Wijzig symbologie naar GraduatedColorsRenderer
sym.updateRenderer("GraduatedColorsRenderer")
sym.renderer.colorRamp = p.listColorRamps("Condition Number")[0]

# Klassen en aangepaste labels (van weinig naar veel schaduw)
classBreakValues = [0.03, 0.09, 0.18, 0.30, 0.70]
classBreakLabels = [
    "A: < 3 cm (1 mm/jaar)",
    "B: 3 - 9 cm (1-3 mm/jaar)",
    "C: 9 - 18 cm (3-6 mm/jaar)",
    "D: 18 - 30 cm (6-10 mm/jaar)",
    "E: > 30 cm (> 10 mm/jaar)"
]

# Stel classificatieveld en aantal klassen in
sym.renderer.classificationField = "Gem_Bodemdaling"
sym.renderer.breakCount = len(classBreakValues)

# Voeg class breaks en labels toe
for brk, value, label in zip(sym.renderer.classBreaks, classBreakValues, classBreakLabels):
    brk.upperBound = value
    brk.label = label

# Pas symbologie toe op de laag
lyr.symbology = sym

# Toon waarden buiten bereik / zonder data
cim = lyr.getDefinition("V3")
cim.renderer.useDefaultSymbol = True
cim.renderer.defaultLabel = "Geen Data"
lyr.setDefinition(cim)

# Sla project op
p.save()

print("Symbologie toegepast met kleurenschaal, klassen en labels.")

```

Symbologie toegepast met kleurenschaal, klassen en labels.

3. Bodemdaling Hoog

3.1 Bodemdaling Hoog - Aanpassen Symbology

In [198...

```
# Symbology van laag ophalen
p = arcpy.mp.ArcGISProject("CURRENT") # Project
m = p.listMaps("Bodemdaling")[0] # Map
group = m.listLayers("Bodemdaling Hoog")[0] # Group
lyr = group.listLayers("bodemdaling_hoog")[0] # Laag
sym = lyr.symbology # Symbology

# Wijzig symbologie
sym.updateRenderer("UniqueValueRenderer")
sym.renderer.fields = ["Bodemdaling_klasse"]
sym.renderer.colorRamp = p.listColorRamps("Yellow-Orange-Red (Continuous)")[0]

for group in sym.renderer.groups:
    for item in group.items:
        item.symbol.outlineWidth = 0 # Geen rand

# Pas symbologie toe op de laag
lyr.symbology = sym

# Sla project op
p.save()

print("Symbologie toegepast met kleurenschaal en klassen.")
```

Symbologie toegepast met kleurenschaal en klassen.

3.2 Bodemdaling Laag - Postcode 6 - Aanpassen Symbology

In [201...

```
# Symbology van laag ophalen
p = arcpy.mp.ArcGISProject("CURRENT") # Project
m = p.listMaps("Bodemdaling")[0] # Map
group = m.listLayers("Bodemdaling Hoog")[0] # Group
lyr = group.listLayers("bodemdaling_hoog_pc6")[0] # Laag
sym = lyr.symbology # Symbology

# Wijzig symbologie naar GraduatedColorsRenderer
sym.updateRenderer("GraduatedColorsRenderer")
sym.renderer.colorRamp = p.listColorRamps("Condition Number")[0]

# Klassen en aangepaste Labels (van weinig naar veel schaduw)
classBreakValues = [0.03, 0.09, 0.18, 0.30, 0.70]
classBreakLabels = [
    "A: < 3 cm (1 mm/jaar)",
    "B: 3 - 9 cm (1-3 mm/jaar)",
    "C: 9 - 18 cm (3-6 mm/jaar)",
    "D: 18 - 30 cm (6-10 mm/jaar)",
    "E: > 30 cm (> 10 mm/jaar)"
]

# Stel classificatieveld en aantal klassen in
sym.renderer.classificationField = "Gem_Bodemdaling"
sym.renderer.breakCount = len(classBreakValues)

# Voeg class breaks en labels toe
for brk, value, label in zip(sym.renderer.classBreaks, classBreakValues, classBreakLabels):
    brk.upperBound = value
    brk.label = label

# Pas symbologie toe op de laag
lyr.symbology = sym

# Toon waarden buiten bereik / zonder data
cim = lyr.getDefinition("V3")
cim.renderer.useDefaultSymbol = True
cim.renderer.defaultLabel = "Geen Data"
lyr.setDefinition(cim)

# Sla project op
p.save()

print("Symbologie toegepast met kleurenschaal, klassen en labels.")
```

Symbologie toegepast met kleurenschaal, klassen en labels.

! LET OP: Volgorde van legenda nog aanpassen in Symbology van bodemdaling_laag en bodemdaling_hoog !

C.6 Scripts Grondwater

Grondwater - Voorbewerking

I. Algemeen

A. Importeren Functies

```
In [279... # Importeren van ArcPy en Spatial Analyst-extensie
import arcpy
from arcpy.sa import *

# Instellen van workspace
arcpy.env.workspace = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Grondwater"

# Geen automatische toevoeging aan de kaart aan map
arcpy.env.addOutputsToMap = False
```

B. Importeren Data

```
In [280... # Importeren bestanden
gemeenten0 = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Data\WijkBuurtKaart\WijkBu
kernen0 = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Data\Kaag en Braassem\Kernen.
postcode60 = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Data\Postcode6\cbs_pc6_202
wegdeel0 = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Data\BGT\Wegdeel.shp"
panden0 = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Data\BAG\bag-light.gpkg\main.
GHG0 = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Data\KlimaatEffectAtlas\Waterove
GLG = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Droogte\Droogte.gdb\GLG"
```

II. Voorbewerking Data

1. Gemeente

1.1 Gemeente - Select Analysis

```
In [281... # Definier output-bestand
gemeente = r"Grondwater.gdb\gemeente"

# Maak een query om Kaag en Braassem te selecteren
gemeente_query = "gm_naam = 'Kaag en Braassem'" # Filter op 'Kaag en Braassem' in het veld 'gm_naam'

# Selecteer de gemeentegrens en sla deze op
arcpy.Select_analysis(
    in_features=gemeenten0, # Inputlaag met gemeentengeografie
    out_feature_class=gemeente, # Outputlaag voor de geselecteerde gemeentegrens
    where_clause=gemeente_query # Filter op de geselecteerde gemeente
)

print(f"Gemeentegrens opgeslagen: {gemeente}")
```

Gemeentegrens opgeslagen: Grondwater.gdb\gemeente

1.2 Gemeente - Buffer

```
In [282... # Definier output-bestand
gemeente_buffer = r"Grondwater.gdb\gemeente_buffer"

# Maak een buffer van 50 meter rond de gemeentegrens
arcpy.Buffer_analysis(
    in_features=gemeente, # Inputlaag voor de gemeentegrens
    out_feature_class=gemeente_buffer, # Outputlaag voor de buffer
    buffer_distance_or_field="100 Meters", # Bufferafstand van 50 meter
    dissolve_option="ALL" # Combineer aangrenzende buffergebieden
)

print(f"Buffer opgeslagen: {gemeente_buffer}")
```

Buffer opgeslagen: Grondwater.gdb\gemeente_buffer

2. Kern

2.1 Kern - Copy Features

```
In [283... # Definier output-bestand
kernen = r"Grondwater.gdb\kernen"

# Kopieer de kern-grenzen naar de Kaag en Braassem laag
arcpy.CopyFeatures_management(
    in_features=kernen0, # Inputlaag voor de kern-grenzen
    out_feature_class=kernen # Outputlaag voor de gekopieerde kern-grenzen
)

print(f"Kern-grenzen opgeslagen: {kernen}")
```

Kern-grenzen opgeslagen: Grondwater.gdb\kernen

3. Postcode6

3.1 Postcode6 - Select By Location

```
In [284... # Definier output-bestand
postcode6 = r"Grondwater.gdb\postcode6"

# Maak een feature layer van de Postcode6-gebieden
arcpy.MakeFeatureLayer_management(
    in_features=postcode60, # Inputlaag met Postcode6-gebieden
    out_layer="postcode6_layer" # Outputlaag met de feature layer
)

# Selecteer de Postcode6-gebieden waarvan het centroid binnen de gemeentegrens ligt
arcpy.SelectLayerByLocation_management(
    in_layer="postcode6_layer", # De laag waarin we de selectie uitvoeren
    overlap_type="HAVE_THEIR_CENTER_IN", # De ruimtelijke relatie die we gebruiken
    select_features=gemeente, # De laag waarin we de selectie baseren (gemeente)
    selection_type="NEW_SELECTION" # Type selectie (Nieuw selecteren)
)

# Sla de geselecteerde Postcode6-gebieden op
arcpy.CopyFeatures_management(
    in_features="postcode6_layer", # De laag met de geselecteerde Postcode6-gebieden
    out_feature_class=postcode6 # Outputlaag voor de geselecteerde gebieden
)

print(f"Postcode6-gebieden binnen Kaag en Braassem opgeslagen: {postcode6}")
```

Postcode6-gebieden binnen Kaag en Braassem opgeslagen: Grondwater.gdb\postcode6

5. Grondwater

5.1 Grondwater - GHG - Huidig - Extract By Mask

```
In [285... # Clip de GLG-rasterlaag op de buffer van de gemeentegrens
GHG_clipped = arcpy.sa.ExtractByMask(
    in_raster=GHG0, # Het raster dat we willen knippen
    in_mask_data=gemeente_buffer # De laag die wordt gebruikt als mask
)

GHG_clipped.save("in_memory\\GHG_clipped")

print(f"GHG-raster geknipt")
```

GHG-raster geknipt

5.2 Grondwater - GHG - Huidig - SetNull

```
In [286... # Definieer output-bestand
GHG = r"Grondwater.gdb\GHG"

# Zet GHG op NoData waar GLG al NoData is (daar zit oppervlaktewater)
condition = IsNull(GLG)
outSetNull = SetNull(condition, GHG_clipped)
```

```
# Opslaan
outSetNull.save(GHG)

print("GHG is opgeschoond met NoData-gebieden van GLG en opgeslagen als 'GHG'")
```

GHG is opgeschoond met NoData-gebieden van GLG en opgeslagen als 'GHG'

Grondwater - GHG Huidig

I. Algemeen

A. Importeren Functies

```
In [287... # Importeren van ArcPy en Spatial Analyst-extensie
import arcpy
from arcpy.sa import *

# Instellen van workspace
arcpy.env.workspace = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Grondwater"

# Geen automatische toevoeging aan de kaart aan map
arcpy.env.addOutputsToMap = False
```

B. Importeren Data

```
In [288... # Importeren voorbereide data
gemeente = r"Grondwater.gdb\gemeente"
gemeente_buffer = r"Grondwater.gdb\gemeente_buffer"
kernen = r"Grondwater.gdb\kernen"
postcode6 = r"Grondwater.gdb\postcode6"
GHG = r"Grondwater.gdb\GHG"
```

II. Data Analyse

1. Postcode6

1.1 Postcode6 - Export Features

```
In [289... # Definieer de output-featureclass voor deze indicator
GHG_pc6 = r"GHG.gdb\GHG_pc6"

# Bouw field mapping: alleen het veld 'postcode6' behouden
field_mappings = arcpy.FieldMappings() # Start met een lege field mapping
field_map = arcpy.FieldMap() # Maak een individuele field map aan
field_map.addInputField(postcode6, "postcode6") # Voeg het veld 'postcode6' toe
field_mappings.addFieldMap(field_map) # Voeg deze toe aan de volledige mapping

# Exporteer postcode6-vlakken naar een nieuwe featureclass met alleen geometrie en 'postcode6'
arcpy.conversion.ExportFeatures(
    in_features=postcode6, # Invoergeometrie (alle postcodevlakken in Kaag en Braassem)
    out_features=GHG_pc6, # Doel-featureclass in de geodatabase
    where_clause="", # Geen selectie; alles meenemen
    use_field_alias_as_name=None, # Gebruik standaard aliasnamen
    field_mapping=field_mappings, # Alleen het veld 'postcode6' meenemen
    sort_field=None # Geen sorteerveld opgeven
)

print(f"Nieuwe featureclass aangemaakt: {GHG_pc6}")
```

Nieuwe featureclass aangemaakt: GHG.gdb\GHG_pc6

1.2 Postcode6 - Resample GHG-raster

```
In [290... # Definieer output
GHG_resampled_25m = r"GHG.gdb\GHG_resampled_25m" # Nieuw rasterpad voor 25m-resolutie

# Resample het raster: elke grove cel wordt opgesplitst in kleinere cellen met dezelfde waarde (postcodevlakken k
# Gebruik NEAREST om de oorspronkelijke waarden exact te behouden (geen interpolatie)
arcpy.management.Resample(
    in_raster=GHG, # Invoerraster (grof)
    out_raster=GHG_resampled_25m, # Uitvoerraster (fijn)
```

```

    cell_size="25",          # Doelresolutie: 25 meter per pixel
    resampling_type="NEAREST" # Waarde-overname zonder afronding/interpolatie
)

print(f"GHG-raster herverdeeld naar fijnmazige resolutie (25m): {GHG_resampled_25m}")

```

GHG-raster herverdeeld naar fijnmazige resolutie (25m): GHG.gdb\GHG_resampled_25m

1.3 Postcode6 - Zonal Statistics

In [291...

```

# Definieer de output-tabel voor Zonal Statistics
stats_GHG_pc6 = r"GHG.gdb\stats_GHG_pc6"

# Voer ZonalStatistics uit en sla de tabel fysiek op
arcpy.sa.ZonalStatisticsAsTable(
    in_zone_data=GHG_pc6, # Postcode 6-gebieden als zones
    zone_field="postcode6", # Het veld waarmee we per vlak willen groeperen (postcode6)
    in_value_raster=GHG_resampled_25m, # Raster met GHG (resampled)
    out_table=stats_GHG_pc6, # Uitvoerlocatie voor de tabel met statistieken
    statistics_type="ALL" # Bereken alle standaardstatistieken (MIN, MAX, MEAN, enz.)
)

print(f"Zonal Statistics uitgevoerd en opgeslagen als tabel: {stats_GHG_pc6}")

```

Zonal Statistics uitgevoerd en opgeslagen als tabel: GHG.gdb\stats_GHG_pc6

1.4 Postcode6 - Join Field

In [292...

```

# Voeg de Zonal Statistics toe aan de attributentabel van GHG_pc6
arcpy.management.JoinField(
    in_data=GHG_pc6, # De laag waaraan we de statistieken willen toevoegen
    in_field="postcode6", # Het veld waarmee we gaan joinen (postcode6)
    join_table=stats_GHG_pc6, # De tabel met de berekende statistieken
    join_field="postcode6", # Het veld waarmee we gaan joinen in de statistieken tabel
    fields=["MIN", "MAX", "MEAN"] # De velden die we willen toevoegen aan de attributentabel
)

print(f"Zonal Statistics toegevoegd aan 'GHG_pc6'")

```

Zonal Statistics toegevoegd aan 'GHG_pc6'

1.5 Postcode6 - Alter Field

In [293...

```

# Pas de veldnamen aan voor MIN
arcpy.management.AlterField(
    in_table=GHG_pc6, # De laag waarvoor we de veldnamen aanpassen
    field="MIN", # Huidige veldnaam die we willen aanpassen
    new_field_name="Min_GHG", # Nieuwe naam voor het veld
    new_field_alias="Min GHG" # Alias voor het veld
)

# Pas de veldnamen aan voor MAX
arcpy.management.AlterField(
    in_table=GHG_pc6, # De laag waarvoor we de veldnamen aanpassen
    field="MAX", # Huidige veldnaam die we willen aanpassen
    new_field_name="Max_GHG", # Nieuwe naam voor het veld
    new_field_alias="Max GHG" # Alias voor het veld
)

# Pas de veldnamen aan voor MEAN
arcpy.management.AlterField(
    in_table=GHG_pc6, # De laag waarvoor we de veldnamen aanpassen
    field="MEAN", # Huidige veldnaam die we willen aanpassen
    new_field_name="Gem_GHG", # Nieuwe naam voor het veld
    new_field_alias="Gem GHG" # Alias voor het veld
)

print(f"Veldnamen aangepast in 'GHG_pc6'")

```

Veldnamen aangepast in 'GHG_pc6'

2. GHG

2.1 GHG – Raster naar polygonen

```
In [294... # Zet het originele raster om naar een Raster-object
GHG_raster = Raster(GHG)

# Reclassificeer de rasterwaarden in 8 klassen
GHG_class = Reclassify(
    in_raster=GHG_raster, # Invoer: continue raster met bodemdaling in meters
    reclass_field="Value", # Gebruik numerieke rasterwaarden voor classificatie
    remap=RemapRange([ # Definitie van 8 vaste klassen
        [0, 0.2, 1],
        [0.2, 0.4, 2],
        [0.4, 0.6, 3],
        [0.6, 0.8, 4],
        [0.8, 1, 5],
        [1, 1.5, 6],
        [1.5, 2, 7],
        [2, 10, 8]
    ]),
    missing_values="NODATA" # Waarden buiten deze ranges worden NoData
)

# Sla het gereclassificeerde raster op in geheugen
GHG_class.save("in_memory\\GHG_class")

print("GHG gereclassificeerd naar 8 klassen (1-8).")
```

GHG gereclassificeerd naar 8 klassen (1-8).

2.2 GHG – Raster naar polygonen (klassen)

```
In [295... # Definieer de outputnaam voor de polygonlaag
GHG_polygon = "GHG.gdb/GHG"

# Zet het gereclassificeerde raster om naar polygonen
arcpy.conversion.RasterToPolygon(
    in_raster="in_memory/GHG_class", # Raster met klassen in geheugen
    out_polygon_features=GHG_polygon, # Output polygonlaag
    simplify="NO_SIMPLIFY", # Geen vereenvoudiging van randen
    raster_field="Value" # Gebruik klassewaarde als attribuut
)

print(f"Raster succesvol omgezet naar polygonlaag '{GHG_polygon}' (klassen 1-8).")
```

Raster succesvol omgezet naar polygonlaag 'GHG.gdb/GHG' (klassen 1-8).

2.3 GHG – Veld voor GHG klassen toevoegen

```
In [296... # Voeg veld toe
arcpy.management.AddField(
    in_table=GHG_polygon,
    field_name="GHG_Klasse",
    field_type="TEXT",
    field_length=50
)

print("Veld 'GHG_Klasse' gemaakt")
```

Veld 'GHG_Klasse' gemaakt

2.4 GHG – Veld voor GHG klassen invullen

```
In [297... # Mapping van klassewaarden naar labels
classificaties = {
    1: "< 0.2 m",
    2: "0.2 - 0.4 m",
    3: "0.4 - 0.6 m",
    4: "0.6 - 0.8 m",
    5: "0.8 - 1 m",
    6: "1 - 1.5 m",
    7: "1.5 - 2 m",
    8: "> 2 m"
}

# Voeg tekstlabels toe aan veld 'GHG_Klasse'
with arcpy.da.UpdateCursor(GHG_polygon, ["gridcode", "GHG_Klasse"]) as cursor:
    for row in cursor:
```



```
row[1] = classificaties[row[0]]
cursor.updateRow(row)

print("Veld 'GHG_Klasse' gevuld met beschrijvende labels.")
```

Veld 'GHG_Klasse' gevuld met beschrijvende labels.

2.5 GHG – Verwijder oud veld met klassen

```
In [298... # Verwijder het veld 'gridcode'
arcpy.management.DeleteField(
    in_table=GHG_polygon, # feature class
    drop_field="gridcode" # Veld
)

print("Veld 'gridcode' verwijderd.")
```

Veld 'gridcode' verwijderd.

2.6 GHG – Veld 'GHG_klasse' alias hernoemen

```
In [299... # Hernoem het veld 'gridcode' naar 'GHG'
arcpy.management.AlterField(
    in_table=GHG_polygon, # Polygonlaag uit vorige stap
    field="GHG_Klasse", # Standaardveld dat RasterToPolygon aanmaakt
    new_field_name="GHG_Klasse", # Nieuwe veldnaam (ongewijzigd)
    new_field_alias="GHG" # Alias voor weergave
)

print("Alias 'GHG_Klasse' hernoemd naar 'GHG'.")
```

Alias 'GHG_Klasse' hernoemd naar 'GHG'.

Grondwater - Map

I. Algemeen

A. Importeren Functies

```
In [300... # Importeren van ArcPy en Spatial Analyst-extensie
import arcpy
from arcpy.sa import *

# Instellen van de workspace
arcpy.env.workspace = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Grondwater"

# Geen automatische toevoeging aan de kaart aan map
arcpy.env.addOutputsToMap = False
```

II. Kaart Opmaken

1.1 Algemeen - Create Group Layers

```
In [301... # Open actieve project en kaart
p = arcpy.mp.ArcGISProject("CURRENT")
m = p.listMaps("Grondwater")[0]

# Maak één Lege group layer
gl_ghg = m.createGroupLayer("Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG)")

print("Één lege group layer aangemaakt en toegevoegd.")
```

Één lege group layer aangemaakt en toegevoegd.

1.2 Algemeen - Add data from path

```
In [302... # Base-Path
base = arcpy.env.workspace

# GHG
layer = m.addDataFromPath(f"{base}\\GHG.gdb\\GHG")
m.addLayerToGroup(gl_ghg, layer, "BOTTOM")
m.removeLayer(layer)

layer = m.addDataFromPath(f"{base}\\GHG.gdb\\GHG_pc6")
m.addLayerToGroup(gl_ghg, layer, "BOTTOM")
m.removeLayer(layer)
```

2. GHG

2.1 GHG - Aanpassen Symbology

```
In [303... # Symbology van Laag ophalen
p = arcpy.mp.ArcGISProject("CURRENT") # Project
m = p.listMaps("Grondwater")[0] # Map
group = m.listLayers("Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG)")[0] # Group
lyr = group.listLayers("GHG")[0] # Laag
sym = lyr.symbology # Symbology

# Wijzig symbologie
sym.updateRenderer("UniqueValueRenderer")
sym.renderer.fields = ["GHG_Klasse"]
sym.renderer.colorRamp = p.listColorRamps("Precipitation")[0]

for group in sym.renderer.groups:
    for item in group.items:
        item.symbol.outlineWidth = 0 # Geen rand
```

```
# Pas symbologie toe op de laag
lyr.symbology = sym

# Sla project op
p.save()

print("Symbologie toegepast met kleurenschaal en klassen.")
print("LET OP: Volgorde van symbols (kleuren) nog aanpassen in Symbology van GHG.")
```

Symbologie toegepast met kleurenschaal en klassen.

LET OP: Volgorde van symbols (kleuren) nog aanpassen in Symbology van GHG.

2.2 GHG - Postcode 6 - Aanpassen Symbology

In [304...

```
# Symbology van laag ophalen
p = arcpy.mp.ArcGISProject("CURRENT") # Project
m = p.listMaps("Grondwater")[0] # Map
group = m.listLayers("Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG)")[0] # Group
lyr = group.listLayers("GHG_pc6")[0] # Laag
sym = lyr.symbology # Symbology

# Wijzig symbologie naar "GraduatedColorsRenderer"
sym.updateRenderer("GraduatedColorsRenderer")
sym.renderer.colorRamp = p.listColorRamps("Condition Number")[0] # Kleurenschema "Condition Number"

# Specificeer de klassen en labels
classBreakValues = [0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 5.0]
classBreakLabels = [
    "E: < 0.2 m", # Structurele wateroverlast (natte polder)
    "D: 0.2 - 0.4 m", # Hoog risico
    "C: 0.4 - 0.6 m", # Matig risico
    "B: 0.6 - 0.8 m", # Afdoende
    "A: > 0.8 m" # Klimaatadaptief
]

# Stel classificatieveld en aantal klassen in
sym.renderer.classificationField = "Gem_GHG"
sym.renderer.breakCount = len(classBreakValues)

# Voeg class breaks en labels toe
for brk, value, label in zip(sym.renderer.classBreaks, classBreakValues, classBreakLabels):
    brk.upperBound = value
    brk.label = label

# Pas de nieuwe symbologie toe
lyr.symbology = sym

# Toon waarden buiten bereik / zonder data
cim = lyr.getDefinition("V3")
cim.renderer.useDefaultSymbol = True
cim.renderer.defaultLabel = "Geen Data" # Label voor out-of-range
lyr.setDefinition(cim)

# Sla de wijzigingen op
p.save()

print("Symbologie correct ingesteld met handmatige klassen en labels.")
print("LET OP: Reverse values nog toepassen in Symbology van GHG_pc6.")
```

Symbologie correct ingesteld met handmatige klassen en labels.

LET OP: Reverse values nog toepassen in Symbology van GHG_pc6.

! LET OP: Volgorde van symbols (kleuren) nog aanpassen in Symbology van GHG !

! LET OP: Reverse values nog toepassen in Symbology van GHG_pc6 !

In []:

C.7 Scripts Biodiversiteit

Biodiversiteit - Voorbewerking

I. Algemeen

A. Importeren Functies

```
In [78]: # Importeren van ArcPy en Spatial Analyst-extensie
import arcpy
from arcpy.sa import *

# Instellen van workspace
arcpy.env.workspace = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Biodiversiteit"

# Geen automatische toevoeging aan de kaart aan map
arcpy.env.addOutputsToMap = False
```

B. Importeren Data

```
In [79]: # Importeren bestanden
gemeenten0 = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Data\WijkBuurtKaart\WijkBu
kernen0 = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Data\Kaag en Braassem\Kernen.
postcode60 = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Data\Postcode6\cbs_pc6_202
cobra_panden0 = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Data\Cobra\3_30_300_Kaa
cobra_straten0 = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Data\Cobra\straten_Kaa
cobra_tuinen0 = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Data\Cobra\tuinen_Kaag_
```

II. Voorbewerking Data

1. Gemeente

1.1 Gemeente - Select Analysis

```
In [80]: # Definier output-bestand
gemeente = r"Biodiversiteit.gdb\gemeente"

# Maak een query om Kaag en Braassem te selecteren
gemeente_query = "gm_naam = 'Kaag en Braassem'" # Filter op 'Kaag en Braassem' in het veld 'gm_naam'

# Selecteer de gemeentegrens en sla deze op
arcpy.Select_analysis(
    in_features=gemeenten0, # Inputlaag met gemeentengeografie
    out_feature_class=gemeente, # Outputlaag voor de geselecteerde gemeentegrens
    where_clause=gemeente_query # Filter op de geselecteerde gemeente
)

print(f"Gemeentegrens opgeslagen: {gemeente}")
```

Gemeentegrens opgeslagen: Biodiversiteit.gdb\gemeente

1.2 Gemeente - Buffer

```
In [81]: # Definier output-bestand
gemeente_buffer = r"Biodiversiteit.gdb\gemeente_buffer"

# Maak een buffer van 50 meter rond de gemeentegrens
arcpy.Buffer_analysis(
    in_features=gemeente, # Inputlaag voor de gemeentegrens
    out_feature_class=gemeente_buffer, # Outputlaag voor de buffer
    buffer_distance_or_field="50 Meters", # Bufferafstand van 50 meter
    dissolve_option="ALL" # Combineer aangrenzende buffergebieden
)

print(f"Buffer opgeslagen: {gemeente_buffer}")
```

Buffer opgeslagen: Biodiversiteit.gdb\gemeente_buffer

2. Kern

2.1 Kern - Copy Features

```
In [82]: # Definier output-bestand
kernen = r"Biodiversiteit.gdb\kernen"

# Kopieer de kern-grenzen naar de Kaag en Braassem laag
arcpy.CopyFeatures_management(
    in_features=kernen0, # Inputlaag voor de kern-grenzen
    out_feature_class=kernen # Outputlaag voor de gekopieerde kern-grenzen
)

print(f"Kern-grenzen opgeslagen: {kernen}")
```

Kern-grenzen opgeslagen: Biodiversiteit.gdb\kernen

3. Postcode6

3.1 Postcode6 - Select By Location

```
In [83]: # Definier output-bestand
postcode6 = r"Biodiversiteit.gdb\postcode6"

# Maak een feature layer van de Postcode6-gebieden
arcpy.MakeFeatureLayer_management(
    in_features=postcode60, # Inputlaag met Postcode6-gebieden
    out_layer="postcode6_layer" # Outputlaag met de feature layer
)

# Selecteer de Postcode6-gebieden waarvan het centroid binnen de gemeentegrens ligt
arcpy.SelectLayerByLocation_management(
    in_layer="postcode6_layer", # De laag waarin we de selectie uitvoeren
    overlap_type="HAVE_THEIR_CENTER_IN", # De ruimtelijke relatie die we gebruiken
    select_features=gemeente, # De laag waarin we de selectie baseren (gemeente)
    selection_type="NEW_SELECTION" # Type selectie (Nieuw selecteren)
)

# Sla de geselecteerde Postcode6-gebieden op
arcpy.CopyFeatures_management(
    in_features="postcode6_layer", # De laag met de geselecteerde Postcode6-gebieden
    out_feature_class=postcode6 # Outputlaag voor de geselecteerde gebieden
)

print(f"Postcode6-gebieden binnen Kaag en Braassem opgeslagen: {postcode6}")
```

Postcode6-gebieden binnen Kaag en Braassem opgeslagen: Biodiversiteit.gdb\postcode6

4. Cobra Panden (3-30-300)

4.1 Cobra Panden - Export Features

```
In [84]: # Definieer output-bestand
cobra_panden = r"Biodiversiteit.gdb\cobra_panden"

# Exporteer alle velden en geometrie
arcpy.CopyFeatures_management(
    in_features=cobra_panden0,
    out_feature_class=cobra_panden
)

print(f"Laag met alle velden opgeslagen: {cobra_panden}")
```

Laag met alle velden opgeslagen: Biodiversiteit.gdb\cobra_panden

5. Cobra Straten

5.1 Cobra straten - Export Features

```
In [85]: # Definieer output-bestand
cobra_straten = r"Biodiversiteit.gdb\cobra_straten"
```

```
# Exporteer alle velden en geometrie
arcpy.CopyFeatures_management(
    in_features=cobra_straten0,
    out_feature_class=cobra_straten
)
```

```
print(f"Laag met alle velden opgeslagen: {cobra_straten}")
```

Laag met alle velden opgeslagen: Biodiversiteit.gdb\cobra_straten

6. Cobra Tuinen

6.1 Cobra tuinen - Export Features

```
In [86]: # Definieer output-bestand
cobra_tuinen = r"Biodiversiteit.gdb\cobra_tuinen"
```

```
# Exporteer alle velden en geometrie
arcpy.CopyFeatures_management(
    in_features=cobra_tuinen0,
    out_feature_class=cobra_tuinen
)
```

```
print(f"Laag met alle velden opgeslagen: {cobra_tuinen}")
```

Laag met alle velden opgeslagen: Biodiversiteit.gdb\cobra_tuinen

```
In [ ]:
```

Biodiversiteit - 3-30-300 regel

I. Algemeen

A. Importeren Functies

```
In [234... # Importeren van ArcPy en Spatial Analyst-extensie
import arcpy
from arcpy.sa import *

# Instellen van de workspace
arcpy.env.workspace = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Biodiversiteit"

# Geen automatische toevoeging aan de kaart aan map
arcpy.env.addOutputsToMap = False
```

B. Importeren Voorbewerkte Data

```
In [235... # Importeren voorbewerkte data
gemeente = r"Biodiversiteit.gdb\gemeente"
kernen = r"Biodiversiteit.gdb\kernen"
postcode6 = r"Biodiversiteit.gdb\postcode6"
cobra_panden = r"Biodiversiteit.gdb\cobra_panden"
```

II. Data Analyse

1. Cobra Panden

1.1 Cobra Panden - Spatial Join - Postcode6

```
In [236... # Output-featureclass met toegevoegde postcode6
cobra_panden_pc6 = r"3-30-300 regel.gdb\cobra_panden"

# FieldMappings: begin met alle velden uit cobra_panden
field_mappings = arcpy.FieldMappings()
field_mappings.addTable(cobra_panden)

# Voeg handmatig postcode6 toe uit postcode6-laag
field_map = arcpy.FieldMap()
field_map.addInputField(postcode6, "postcode6")
field_mappings.addFieldMap(field_map)

# Spatial Join uitvoeren met aangepaste veldselectie
arcpy.analysis.SpatialJoin(
    target_features=cobra_panden,          # Alle originele pandvelden
    join_features=postcode6,              # Alleen 'postcode6' veld hiervan
    out_feature_class=cobra_panden_pc6,   # Nieuwe featureclass
    join_type="KEEP_COMMON",               # Alleen overlappende features
    match_option="LARGEST_OVERLAP",        # Meest overlappende polygoon
    field_mapping=field_mappings           # Alleen postcode6 toevoegen
)

print(f"Spatial join voltooid → {cobra_panden_pc6}")
```

Spatial join voltooid → 3-30-300 regel.gdb\cobra_panden

1.2 Cobra Panden - Regel 3 - Export Features

```
In [237... # Output-featureclass
regel_3 = r"3-30-300 regel.gdb\regel_3"

# Field mappings aanmaken
field_mappings = arcpy.FieldMappings()
```



```

# Voeg 'regel_3' toe
field_map_regel = arcpy.FieldMap()
field_map_regel.addInputField(cobra_panden_pc6, "regel_3")
field_mappings.addFieldMap(field_map_regel)

# Voeg 'score_3' toe
field_map_score = arcpy.FieldMap()
field_map_score.addInputField(cobra_panden_pc6, "score_3")
field_mappings.addFieldMap(field_map_score)

# Voeg 'postcode6' toe
field_map_postcode = arcpy.FieldMap()
field_map_postcode.addInputField(cobra_panden_pc6, "postcode6")
field_mappings.addFieldMap(field_map_postcode)

# Exporteer alleen deze velden
arcpy.conversion.ExportFeatures(
    in_features=cobra_panden_pc6,
    out_features=regel_3,
    field_mapping=field_mappings
)

print(f"Nieuwe featureclass aangemaakt met regel_3, score_3 en postcode6: {regel_3}")

```

Nieuwe featureclass aangemaakt met regel_3, score_3 en postcode6: 3-30-300 regel.gdb\regel_3

1.3 Cobra Panden - Regel 30 - Export Features

In [238...

```

# Output-featureclass
regel_30 = r"3-30-300 regel.gdb\regel_30"

# Field mappings aanmaken
field_mappings = arcpy.FieldMappings()

# Voeg 'regel_30' toe
field_map_regel = arcpy.FieldMap()
field_map_regel.addInputField(cobra_panden_pc6, "regel_30")
field_mappings.addFieldMap(field_map_regel)

# Voeg 'score_30' toe
field_map_score = arcpy.FieldMap()
field_map_score.addInputField(cobra_panden_pc6, "score_30")
field_mappings.addFieldMap(field_map_score)

# Voeg 'postcode6' toe
field_map_postcode = arcpy.FieldMap()
field_map_postcode.addInputField(cobra_panden_pc6, "postcode6")
field_mappings.addFieldMap(field_map_postcode)

# Exporteer alleen deze velden
arcpy.conversion.ExportFeatures(
    in_features=cobra_panden_pc6,
    out_features=regel_30,
    field_mapping=field_mappings
)

print(f"Nieuwe featureclass aangemaakt met regel_30, score_30 en postcode6: {regel_30}")

```

Nieuwe featureclass aangemaakt met regel_30, score_30 en postcode6: 3-30-300 regel.gdb\regel_30

1.4 Cobra Panden - Regel 300 - Export Features

In [239...

```

# Output-featureclass
regel_300 = r"3-30-300 regel.gdb\regel_300"

# Field mappings aanmaken
field_mappings = arcpy.FieldMappings()

# Voeg 'regel_300' toe
field_map_regel = arcpy.FieldMap()
field_map_regel.addInputField(cobra_panden_pc6, "regel_300")
field_mappings.addFieldMap(field_map_regel)

# Voeg 'score_300' toe
field_map_score = arcpy.FieldMap()
field_map_score.addInputField(cobra_panden_pc6, "score_300")

```

```

field_mappings.addFieldMap(field_map_score)

# Voeg 'postcode6' toe
field_map_postcode = arcpy.FieldMap()
field_map_postcode.addInputField(cobra_panden_pc6, "postcode6")
field_mappings.addFieldMap(field_map_postcode)

# Exporteer alleen deze velden
arcpy.conversion.ExportFeatures(
    in_features=cobra_panden_pc6,
    out_features=regel_300,
    field_mapping=field_mappings
)

print(f"Nieuwe featureclass aangemaakt met regel_300, score_300 en postcode6: {regel_300}")

```

Nieuwe featureclass aangemaakt met regel_300, score_300 en postcode6: 3-30-300 regel.gdb\regel_300

1.5 Cobra Panden - Totaal Score - Export Features

In [240...

```

# Output-featureclass
totaalscore = r"3-30-300 regel.gdb\totaalscore"

# Field mappings aanmaken
field_mappings = arcpy.FieldMappings()

# Voeg 'totaal_score' toe
field_map_score = arcpy.FieldMap()
field_map_score.addInputField(cobra_panden_pc6, "totaal_score")
field_mappings.addFieldMap(field_map_score)

# Voeg 'postcode6' toe
field_map_postcode = arcpy.FieldMap()
field_map_postcode.addInputField(cobra_panden_pc6, "postcode6")
field_mappings.addFieldMap(field_map_postcode)

# Exporteer met alleen deze velden
arcpy.conversion.ExportFeatures(
    in_features=cobra_panden_pc6,
    out_features=totaalscore,
    field_mapping=field_mappings
)

print(f"Nieuwe featureclass aangemaakt met totaalscore en postcode6: {totaalscore}")

```

Nieuwe featureclass aangemaakt met totaalscore en postcode6: 3-30-300 regel.gdb\totaalscore

2. Postcode6

2.1 Postcode6 - Regel 3 - Export Features

In [241...

```

# Definieer de output-featureclass voor deze indicator
regel_3_pc6 = r"3-30-300 regel.gdb\regel_3_pc6"

# Bouw field mapping: alleen het veld 'postcode6' behouden
field_mappings = arcpy.FieldMappings() # Start met een lege field mapping
field_map = arcpy.FieldMap() # Maak een individuele field map aan
field_map.addInputField(postcode6, "postcode6") # Voeg het veld 'postcode6' toe
field_mappings.addFieldMap(field_map) # Voeg deze toe aan de volledige mapping

# Exporteer alleen geometrie + 'postcode6'
arcpy.conversion.ExportFeatures(
    in_features=postcode6, # Invoer geometrie GA
    out_features=regel_3_pc6, # Doel-featureclass in de geodatabase
    where_clause="", # Geen selectie; alles meenemen
    use_field_alias_as_name=None, # Gebruik standaard aliasnamen
    field_mapping=field_mappings, # Alleen het veld 'postcode6' meenemen
    sort_field=None # Geen sorteerveld opgegeven
)

print(f"Nieuwe featureclass aangemaakt: {regel_3_pc6}")

```

Nieuwe featureclass aangemaakt: 3-30-300 regel.gdb\regel_3_pc6

2.2 Postcode6 - Regel 30 - Export Features

```
In [242... # Definieer de output-featureclass voor deze indicator
regel_30_pc6 = r"3-30-300 regel.gdb\regel_30_pc6"

# Bouw field mapping: alleen het veld 'postcode6' behouden
field_mappings = arcpy.FieldMappings() # Start met een lege field mapping
field_map = arcpy.FieldMap() # Maak een individuele field map aan
field_map.addInputField(postcode6, "postcode6") # Voeg het veld 'postcode6' toe
field_mappings.addFieldMap(field_map) # Voeg deze toe aan de volledige mapping

# Exporteer alleen geometrie + 'postcode6'
arcpy.conversion.ExportFeatures(
    in_features=postcode6, # Invoergeometrie GA
    out_features=regel_30_pc6, # Doel-featureclass in de geodatabase
    where_clause="", # Geen selectie; alles meenemen
    use_field_alias_as_name=None, # Gebruik standaard aliasnamen
    field_mapping=field_mappings, # Alleen het veld 'postcode6' meenemen
    sort_field=None # Geen sorteerveld opgegeven
)

print(f"Nieuwe featureclass aangemaakt: {regel_30_pc6}")
```

Nieuwe featureclass aangemaakt: 3-30-300 regel.gdb\regel_30_pc6

2.3 Postcode6 - Regel 300 - Export Features

```
In [243... # Definieer de output-featureclass voor deze indicator
regel_300_pc6 = r"3-30-300 regel.gdb\regel_300_pc6"

# Bouw field mapping: alleen het veld 'postcode6' behouden
field_mappings = arcpy.FieldMappings() # Start met een lege field mapping
field_map = arcpy.FieldMap() # Maak een individuele field map aan
field_map.addInputField(postcode6, "postcode6") # Voeg het veld 'postcode6' toe
field_mappings.addFieldMap(field_map) # Voeg deze toe aan de volledige mapping

# Exporteer alleen geometrie + 'postcode6'
arcpy.conversion.ExportFeatures(
    in_features=postcode6, # Invoergeometrie GA
    out_features=regel_300_pc6, # Doel-featureclass in de geodatabase
    where_clause="", # Geen selectie; alles meenemen
    use_field_alias_as_name=None, # Gebruik standaard aliasnamen
    field_mapping=field_mappings, # Alleen het veld 'postcode6' meenemen
    sort_field=None # Geen sorteerveld opgegeven
)

print(f"Nieuwe featureclass aangemaakt: {regel_300_pc6}")
```

Nieuwe featureclass aangemaakt: 3-30-300 regel.gdb\regel_300_pc6

2.4 Postcode6 - Totaalscore - Export Features

```
In [244... # Definieer de output-featureclass voor deze indicator
totaalscore_pc6 = r"3-30-300 regel.gdb\totaalscore_pc6"

# Bouw field mapping: alleen het veld 'postcode6' behouden
field_mappings = arcpy.FieldMappings() # Start met een lege field mapping
field_map = arcpy.FieldMap() # Maak een individuele field map aan
field_map.addInputField(postcode6, "postcode6") # Voeg het veld 'postcode6' toe
field_mappings.addFieldMap(field_map) # Voeg deze toe aan de volledige mapping

# Exporteer alleen geometrie + 'postcode6'
arcpy.conversion.ExportFeatures(
    in_features=postcode6, # Invoergeometrie GA
    out_features=totaalscore_pc6, # Doel-featureclass in de geodatabase
    where_clause="", # Geen selectie; alles meenemen
    use_field_alias_as_name=None, # Gebruik standaard aliasnamen
    field_mapping=field_mappings, # Alleen het veld 'postcode6' meenemen
    sort_field=None # Geen sorteerveld opgegeven
)

print(f"Nieuwe featureclass aangemaakt: {totaalscore_pc6}")
```

Nieuwe featureclass aangemaakt: 3-30-300 regel.gdb\totaalscore_pc6

3. Regel 3

3.1 Regel 3 - Statistics

In [245...

```
# Outputtabel: gemiddelde score per postcodegebied
stats_regel_3_pc6 = r"3-30-300 regel.gdb\stats_regel_3_pc6"

# Bereken per postcodegebied het gemiddelde van de regelscore en totaalscore
arcpy.analysis.Statistics(
    in_table=regel_3, # Invoertabel met individuele panden
    out_table=stats_regel_3_pc6, # Outputtabel met postcodegemiddelden
    statistics_fields=[
        ["regel_3", "MEAN"], # Gemiddelde
        ["score_3", "MEAN"] # Gemiddelde
    ],
    case_field="postcode6" # Groeperen op postcode6-niveau
)
print(f"Gemiddelde regel_3 en score_3 berekend per postcodegebied: {stats_regel_3_pc6}")
```

Gemiddelde regel_3 en score_3 berekend per postcodegebied: 3-30-300 regel.gdb\stats_regel_3_pc6

3.2 Regel 3 - Join Field

In [246...

```
# Voeg de berekende regel 3 gegevens toe aan de geometrische postcode6-Laag
arcpy.management.JoinField(
    in_data=regel_3_pc6, # Featureclass met geometrie en 'postcode6'
    in_field="postcode6", # Sleutelveld in geometrische laag
    join_table=stats_regel_3_pc6, # Tabel met berekende score
    join_field="postcode6", # Sleutelveld in de statistiektabel
    fields=["MEAN_regel_3", "MEAN_score_3"] # Alleen de berekende velden toevoegen
)

print(f"Kwetsbaarheid toegevoegd aan 'regel_3_pc6'")
```

Kwetsbaarheid toegevoegd aan 'regel_3_pc6'

3.3 Regel 3 - Alter Field

In [247...

```
# Pas de veldnamen aan voor regel_3
arcpy.management.AlterField(
    in_table=regel_3, # De laag waarvoor we de veldnamen aanpassen
    field="regel_3", # Huidige veldnaam die we willen aanpassen
    new_field_name="regel_3", # Nieuwe naam voor het veld
    new_field_alias="Regel 3" # Alias voor het veld
)

# Pas de veldnamen aan voor MEAN_regel_3
arcpy.management.AlterField(
    in_table=regel_3_pc6, # De laag waarvoor we de veldnamen aanpassen
    field="MEAN_regel_3", # Huidige veldnaam die we willen aanpassen
    new_field_name="Gem_regel_3", # Nieuwe naam voor het veld
    new_field_alias="Gemiddelde Regel 3" # Alias voor het veld
)

# Pas de veldnamen aan voor MEAN_score_3
arcpy.management.AlterField(
    in_table=regel_3_pc6, # De laag waarvoor we de veldnamen aanpassen
    field="MEAN_score_3", # Huidige veldnaam die we willen aanpassen
    new_field_name="Gem_score_3", # Nieuwe naam voor het veld
    new_field_alias="Gemiddelde Score 3" # Alias voor het veld
)

print(f"Veldnamen aangepast in 'regel_3_pc6'")
```

Veldnamen aangepast in 'regel_3_pc6'

4. Regel 30

4.1 Regel 30 - Statistics

In [248...

```
# Outputtabel: gemiddelde score per postcodegebied
stats_regel_30_pc6 = r"3-30-300 regel.gdb\stats_regel_30_pc6"

# Bereken per postcodegebied het gemiddelde van de regelscore en totaalscore
arcpy.analysis.Statistics(
    in_table=regel_30, # Invoertabel met individuele panden
    out_table=stats_regel_30_pc6, # Outputtabel met postcodegemiddelden
)
```

```

statistics_fields=[
    ["regel_30", "MEAN"], # Gemiddelde
    ["score_30", "MEAN"] # Gemiddelde
],
case_field="postcode6" # Groeperen op postcode6-niveau
)
print(f"Gemiddelde regel_30 en score_30 berekend per postcodegebied: {stats_regel_30_pc6}")

```

Gemiddelde regel_30 en score_30 berekend per postcodegebied: 3-30-300 regel.gdb\stats_regel_30_pc6

4.2 Regel 30 - Join Field

In [249...

```

# Voeg de berekende regel 30 gegevens toe aan de geometrische postcode6-laag
arcpy.management.JoinField(
    in_data=regel_30_pc6, # Featureclass met geometrie en 'postcode6'
    in_field="postcode6", # Sleutelveld in geometrische laag
    join_table=stats_regel_30_pc6, # Tabel met berekende score
    join_field="postcode6", # Sleutelveld in de statistiektabel
    fields=["MEAN_regel_30", "MEAN_score_30"] # Alleen de berekende velden toevoegen
)
print(f"Gemiddelde regel_30 en score_30 toegevoegd aan 'regel_30_pc6'")

```

Gemiddelde regel_30 en score_30 toegevoegd aan 'regel_30_pc6'

4.3 Regel 30 - Alter Field

In [250...

```

# Pas de veldnamen aan voor regel_30
arcpy.management.AlterField(
    in_table=regel_30, # De laag waarvoor we de veldnamen aanpassen
    field="regel_30", # Huidige veldnaam die we willen aanpassen
    new_field_name="regel_30", # Nieuwe naam voor het veld
    new_field_alias="Regel 30" # Alias voor het veld
)

arcpy.management.AlterField(
    in_table=regel_30_pc6, # Featureclass waarin velden worden aangepast
    field="MEAN_regel_30", # Bestaande veldnaam
    new_field_name="Gem_regel_30", # Nieuwe technische veldnaam
    new_field_alias="Gemiddelde Regel 30" # Alias zichtbaar in attributentabel
)

arcpy.management.AlterField(
    in_table=regel_30_pc6,
    field="MEAN_score_30",
    new_field_name="Gem_score_30",
    new_field_alias="Gemiddelde Score 30"
)
print(f"Veldnamen aangepast in 'regel_30_pc6'")

```

Veldnamen aangepast in 'regel_30_pc6'

5. Regel 300

5.1 Regel 300 - Statistics

In [251...

```

# Outputtabel: gemiddelde score per postcodegebied
stats_regel_300_pc6 = r"3-30-300 regel.gdb\stats_regel_300_pc6"

# Bereken per postcodegebied het gemiddelde van de regelscore en totaalscore
arcpy.analysis.Statistics(
    in_table=regel_300, # Invoertabel met individuele panden
    out_table=stats_regel_300_pc6, # Outputtabel met postcodegemiddelden
    statistics_fields=[
        ["regel_300", "MEAN"], # Gemiddelde
        ["score_300", "MEAN"] # Gemiddelde
    ],
    case_field="postcode6" # Groeperen op postcode6-niveau
)
print(f"Gemiddelde regel_300 en score_300 berekend per postcodegebied: {stats_regel_300_pc6}")

```

Gemiddelde regel_300 en score_300 berekend per postcodegebied: 3-30-300 regel.gdb\stats_regel_300_pc6

5.2 Regel 300 - Join Field

In [252...

```

# Voeg de berekende regel 300 gegevens toe aan de geometrische postcode6-laag
arcpy.management.JoinField(
    in_data=regel_300_pc6, # Featureclass met geometrie en 'postcode6'

```

```

in_field="postcode6", # Sleutelveld in geometrische laag
join_table=stats_regel_300_pc6, # Tabel met berekende score
join_field="postcode6", # Sleutelveld in de statistiektabel
fields=["MEAN_regel_300", "MEAN_score_300"] # Alleen de berekende velden toevoegen
)
print(f"Gemiddelde regel_300 en score_300 toegevoegd aan 'regel_300_pc6'")

```

Gemiddelde regel_300 en score_300 toegevoegd aan 'regel_300_pc6'

5.3 Regel 300 - Alter Field

```

In [253... # Pas de veldnamen aan voor regel_300
arcpy.management.AlterField(
    in_table=regel_300, # De laag waarvoor we de veldnamen aanpassen
    field="regel_300", # Huidige veldnaam die we willen aanpassen
    new_field_name="regel_300", # Nieuwe naam voor het veld
    new_field_alias="Regel 300" # Alias voor het veld
)

arcpy.management.AlterField(
    in_table=regel_300_pc6, # Featureclass waarin velden worden aangepast
    field="MEAN_regel_300", # Bestaande veldnaam
    new_field_name="Gem_regel_300", # Nieuwe technische veldnaam
    new_field_alias="Gemiddelde Regel 300" # Alias zichtbaar in attributentabel
)

arcpy.management.AlterField(
    in_table=regel_300_pc6,
    field="MEAN_score_300",
    new_field_name="Gem_score_300",
    new_field_alias="Gemiddelde Score 300"
)
print(f"Veldnamen aangepast in 'regel_300_pc6'")

```

Veldnamen aangepast in 'regel_300_pc6'

6. Totaalscore

6.1 Totaalscore - Statistics

```

In [254... # Outputtabel: gemiddelde totaalscore per postcodegebied
stats_totaalscore_pc6 = r"3-30-300 regel.gdb\stats_totaalscore_pc6"

# Bereken gemiddelde totaalscore per postcodegebied
arcpy.analysis.Statistics(
    in_table=totaalscore, # Invoertabel met totaalscore per pand
    out_table=stats_totaalscore_pc6, # Output met postcodegemiddelden
    statistics_fields=[
        ["totaal_score", "MEAN"] # Gemiddelde
    ],
    case_field="postcode6"
)
print(f"Gemiddelde totaalscore berekend per postcodegebied: {stats_totaalscore_pc6}")

```

Gemiddelde totaalscore berekend per postcodegebied: 3-30-300 regel.gdb\stats_totaalscore_pc6

6.2 Totaalscore - Join Field

```

In [255... # Voeg de berekende totaalscore toe aan de geometrische postcode6-laag
arcpy.management.JoinField(
    in_data=totaalscore_pc6,
    in_field="postcode6",
    join_table=stats_totaalscore_pc6,
    join_field="postcode6",
    fields=["MEAN_totaal_score"]
)
print(f"Gemiddelde totaalscore toegevoegd aan 'totaalscore_pc6'")

```

Gemiddelde totaalscore toegevoegd aan 'totaalscore_pc6'

6.3 Totaalscore - Alter Field

```

In [256... # Pas de veldnamen aan voor totaalscore
arcpy.management.AlterField(
    in_table=totaalscore, # De laag waarvoor we de veldnamen aanpassen
    field="totaal_score", # Huidige veldnaam die we willen aanpassen
    new_field_name="totaal_score", # Nieuwe naam voor het veld

```

```
        new_field_alias="Totaalscore" # Alias voor het veld
    )

arcpy.management.AlterField(
    in_table=totaalscore_pc6,
    field="MEAN_totaal_score",
    new_field_name="Gem_totaalscore",
    new_field_alias="Gemiddelde Totaalscore"
)
print(f"Veldnaam aangepast in 'totaalscore_pc6'")
```

Veldnaam aangepast in 'totaalscore_pc6'

In []:

Biodiversiteit - Verstening Straten

I. Algemeen

A. Importeren Functies

```
In [354... # Importeren van ArcPy en Spatial Analyst-extensie
import arcpy
from arcpy.sa import *

# Instellen van de workspace
arcpy.env.workspace = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Biodiversiteit"

# Geen automatische toevoeging aan de kaart aan map
arcpy.env.addOutputsToMap = False
```

B. Importeren Voorbewerkte Data

```
In [355... # Importeren voorbewerkte data
gemeente = r"Biodiversiteit.gdb\gemeente"
kernen = r"Biodiversiteit.gdb\kernen"
postcode6 = r"Biodiversiteit.gdb\postcode6"
cobra_straten = r"Biodiversiteit.gdb\cobra_straten"
```

II. Data Analyse

1. Cobra Straten

1.1 Cobra Straten - Identify - Postcode6

```
In [356... # Output: gesplitste wegen met bijbehorende postcode6
cobra_straten_split = r"Verstening Straten.gdb\cobra_straten_split"

arcpy.analysis.Identity(
    in_features=cobra_straten,      # Input: wegen
    identity_features=postcode6,    # Input: postcodevlakken
    out_feature_class=cobra_straten_split, # Output: wegen gesplitst per postcode
    join_attributes="ALL"           # Voeg alle attributen toe (alleen postcode6)
)

print(f"Wegen gesplitst per postcode6 → {cobra_straten_split}")
```

Wegen gesplitst per postcode6 → Verstening Straten.gdb\cobra_straten_split

1.2 Cobra Straten - Delete Fields

```
In [357... # Velden die je wilt behouden
keep_fields = [
    "OBJECTID",
    "geom",
    "stt_naam",
    "totale_oppeervlakte_straat_zonder_water",
    "totale_oppeervlakte_versteend",
    "percentage_versteend",
    "postcode6",
    "geom_Length"
]

# Bepaal alle velden in de laag
all_fields = [f.name for f in arcpy.ListFields(cobra_straten_split)]

# Stel vast welke velden je wilt verwijderen
delete_fields = [f for f in all_fields if f not in keep_fields]
```



```
# Verwijder overbodige velden
arcpy.management.DeleteField(
    in_table=cobra_straten_split,
    drop_field=delete_fields
)

print(f"Overbodige velden verwijderd uit: {cobra_straten_split}")
```

Overbodige velden verwijderd uit: Verstening Straten.gdb\cobra_straten_split

1.3 Cobra Straten - Percentage verstening omzetten van text naar float

In [358...

```
# Nieuw veld toevoegen van type DOUBLE
arcpy.management.AddField(
    in_table=cobra_straten_split,
    field_name="pct_versteend",
    field_type="DOUBLE"
)

# Vul dat veld met de geconverteerde numerieke waarde uit de tekstkolom
arcpy.management.CalculateField(
    in_table=cobra_straten_split,
    field="pct_versteend",
    expression="float(!percentage_versteend!)",
    expression_type="PYTHON3"
)

# Verwijderd oude veld
arcpy.management.DeleteField(
    in_table=cobra_straten_split,
    drop_field="percentage_versteend"
)

print("Veld 'versteend_pct' succesvol aangemaakt en gevuld met numerieke waarden en oude verwijderd.")
```

Veld 'versteend_pct' succesvol aangemaakt en gevuld met numerieke waarden en oude verwijderd.

1.4 Cobra Straten - pct_versteend - Export Features

In [359...

```
# Output-featureclass
pct_versteend = r"Verstening Straten.gdb\pct_versteend"

# Field mappings aanmaken
field_mappings = arcpy.FieldMappings()

# Voeg 'stt_naam' toe
field_map_regel = arcpy.FieldMap()
field_map_regel.addInputField(cobra_straten_split, "stt_naam")
field_mappings.addFieldMap(field_map_regel)

# Voeg 'pct_versteend' toe
field_map_score = arcpy.FieldMap()
field_map_score.addInputField(cobra_straten_split, "pct_versteend")
field_mappings.addFieldMap(field_map_score)

# Voeg 'postcode6' toe
field_map_postcode = arcpy.FieldMap()
field_map_postcode.addInputField(cobra_straten_split, "postcode6")
field_mappings.addFieldMap(field_map_postcode)

# Exporteer alleen deze velden
arcpy.conversion.ExportFeatures(
    in_features=cobra_straten_split,
    out_features=pct_versteend,
    field_mapping=field_mappings
)

print(f"Nieuwe featureclass aangemaakt met stt_naam, pct_versteend en postcode6: {pct_versteend}")
```

Nieuwe featureclass aangemaakt met stt_naam, pct_versteend en postcode6: Verstening Straten.gdb\pct_versteend

1.5 Cobra Straten - pct_versteend - Alter Field

In [360...

```
# Pas de veldnamen aan voor pct_versteend
arcpy.management.AlterField(
    in_table=pct_versteend, # De laag waarvoor we de veldnamen aanpassen
    field="pct_versteend", # Huidige veldnaam die we willen aanpassen
```

```

    new_field_name="pct_versteend", # Nieuwe naam voor het veld
    new_field_alias="Percentage Versteend" # Alias voor het veld
)

print(f"Veldnamen aangepast in 'pct_versteend'")

```

Veldnamen aangepast in 'pct_versteend'

2. Postcode6

2.1 Postcode6 - pct_versteend - Export Features

```

In [361... # Definieer de output-featureclass voor deze indicator
pct_versteend_pc6 = r"Verstening Straten.gdb\pct_versteend_pc6"

# Bouw field mapping: alleen het veld 'postcode6' behouden
field_mappings = arcpy.FieldMappings() # Start met een lege field mapping
field_map = arcpy.FieldMap() # Maak een individuele field map aan
field_map.addInputField(postcode6, "postcode6") # Voeg het veld 'postcode6' toe
field_mappings.addFieldMap(field_map) # Voeg deze toe aan de volledige mapping

# Exporteer alleen geometrie + 'postcode6'
arcpy.conversion.ExportFeatures(
    in_features=postcode6, # Invoergeometrie GA
    out_features=pct_versteend_pc6, # Doel-featureclass in de geodatabase
    where_clause="", # Geen selectie; alles meenemen
    use_field_alias_as_name=None, # Gebruik standaard aliasnamen
    field_mapping=field_mappings, # Alleen het veld 'postcode6' meenemen
    sort_field=None # Geen sorteerveld opgegeven
)

print(f"Nieuwe featureclass aangemaakt: {pct_versteend_pc6}")

```

Nieuwe featureclass aangemaakt: Verstening Straten.gdb\pct_versteend_pc6

3. Percentage Versteend

3.1 Percentage Versteend - Statistics

```

In [362... # Outputtabel: gemiddelde score per postcodegebied
stats_pct_versteend_pc6 = r"Verstening Straten.gdb\stats_pct_versteend_pc6"

# Bereken per postcodegebied het gemiddelde van de verstening
arcpy.analysis.Statistics(
    in_table=pct_versteend, # Invoertabel met individuele wegen
    out_table=stats_pct_versteend_pc6, # Outputtabel met postcodegemiddelden
    statistics_fields=[
        ["pct_versteend", "MEAN"]], # Gemiddelde aantal groene elementen
    case_field="postcode6" # Groeperen op postcode6-niveau
)

print(f"Gemiddelde pct_versteend berekend per postcodegebied: {stats_pct_versteend_pc6}")

```

Gemiddelde pct_versteend berekend per postcodegebied: Verstening Straten.gdb\stats_pct_versteend_pc6

3.2 Percentage Versteend - Join Field

```

In [363... # Voeg de berekende gegevens toe aan de geometrische postcode6-Laat
arcpy.management.JoinField(
    in_data=pct_versteend_pc6, # Featureclass met geometrie en 'postcode6'
    in_field="postcode6", # Sleutelveld in geometrische Laat
    join_table=stats_pct_versteend_pc6, # Tabel met berekende score
    join_field="postcode6", # Sleutelveld in de statistiektabel
    fields=["MEAN_pct_versteend"] # Alleen de berekende velden toevoegen
)

print(f"Kwetsbaarheid toegevoegd aan 'pct_versteend_pc6'")

```

Kwetsbaarheid toegevoegd aan 'pct_versteend_pc6'

3.3 Regel 3 - Alter Field

```

In [364... # Pas de veldnamen aan voor pct_versteend_pc6
arcpy.management.AlterField(
    in_table=pct_versteend_pc6, # De Laat waarvoor we de veldnamen aanpassen
    field="MEAN_pct_versteend", # Huidige veldnaam die we willen aanpassen
)

```

```
new_field_name="Gem_pct_versteend", # Nieuwe naam voor het veld
new_field_alias="Gemiddelde Verstening" # Alias voor het veld
)

print(f"Veldnamen aangepast in 'pct_versteend_pc6'")
```

Veldnamen aangepast in 'pct_versteend_pc6'

In []:

Biodiversiteit - Verstening Tuinen

I. Algemeen

A. Importeren Functies

```
In [121... # Importeren van ArcPy en Spatial Analyst-extensie
import arcpy
from arcpy.sa import *

# Instellen van de workspace
arcpy.env.workspace = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Biodiversiteit"

# Geen automatische toevoeging aan de kaart aan map
arcpy.env.addOutputsToMap = False
```

B. Importeren Voorbewerkte Data

```
In [122... # Importeren voorbewerkte data
gemeente = r"Biodiversiteit.gdb\gemeente"
kernen = r"Biodiversiteit.gdb\kernen"
postcode6 = r"Biodiversiteit.gdb\postcode6"
cobra_tuinen = r"Biodiversiteit.gdb\cobra_tuinen"
```

II. Data Analyse

1. Cobra Tuinen

1.1 Cobra Tuinen - Spatial Join - Postcode6

```
In [123... # Output-featureclass met toegevoegde postcode6
cobra_tuinen_pc6 = r"Verstening Tuinen.gdb\cobra_tuinen"

# FieldMappings: begin met alle velden uit cobra_tuinen
field_mappings = arcpy.FieldMappings()
field_mappings.addTable(cobra_tuinen)

# Voeg handmatig postcode6 toe uit postcode6-laag
field_map = arcpy.FieldMap()
field_map.addInputField(postcode6, "postcode6")
field_mappings.addFieldMap(field_map)

# Spatial Join uitvoeren met aangepaste veldselectie
arcpy.analysis.SpatialJoin(
    target_features=cobra_tuinen,          # Alle originele tuinenvelden
    join_features=postcode6,              # Alleen 'postcode6' veld hiervan
    out_feature_class=cobra_tuinen_pc6,   # Nieuwe featureclass
    join_type="KEEP_COMMON",              # Alleen overlappende features
    match_option="LARGEST_OVERLAP",       # Meest overlappende polygoon
    field_mapping=field_mappings          # Alleen postcode6 toevoegen
)

print(f"Spatial join voltooid → {cobra_tuinen_pc6}")
```

Spatial join voltooid → Verstening Tuinen.gdb\cobra_tuinen

```
In [124... # Pas de veldnamen aan voor cobra_tuinen_pc6
arcpy.management.AlterField(
    in_table=cobra_tuinen_pc6, # De laag waarvoor we de veldnamen aanpassen
    field="percentage_verstening_pr_tuin", # Huidige veldnaam die we willen aanpassen
    new_field_name="pct_versteend", # Nieuwe naam voor het veld
    new_field_alias="Percentage Versteend" # Alias voor het veld
)
```

```
print(f"Veldnamen aangepast in 'cobra_tuinen_pc6'")
```

Veldnamen aangepast in 'cobra_tuinen_pc6'

2. Postcode6

2.1 Postcode6 - Export Features

```
In [125... # Definieer de output-featureclass voor deze indicator
verstening_tuinen_pc6 = r"Verstening Tuinen.gdb\verstening_tuinen_pc6"

# Bouw field mapping: alleen het veld 'postcode6' behouden
field_mappings = arcpy.FieldMappings() # Start met een lege field mapping
field_map = arcpy.FieldMap() # Maak een individuele field map aan
field_map.addInputField(postcode6, "postcode6") # Voeg het veld 'postcode6' toe
field_mappings.addFieldMap(field_map) # Voeg deze toe aan de volledige mapping

# Exporteer alleen geometrie + 'postcode6'
arcpy.conversion.ExportFeatures(
    in_features=postcode6, # Invoer geometrie GA
    out_features=verstening_tuinen_pc6, # Doel-featureclass in de geodatabase
    where_clause="", # Geen selectie; alles meenemen
    use_field_alias_as_name=None, # Gebruik standaard aliasnamen
    field_mapping=field_mappings, # Alleen het veld 'postcode6' meenemen
    sort_field=None # Geen sorteerveld opgegeven
)

print(f"Nieuwe featureclass aangemaakt: {verstening_tuinen_pc6}")
```

Nieuwe featureclass aangemaakt: Verstening Tuinen.gdb\verstening_tuinen_pc6

2.2 Postcode6 - pct_versteend - Statistics

```
In [126... # Outputtabel: gemiddelde score per postcodegebied
stats_pct_versteend_pc6 = r"Verstening Tuinen.gdb\stats_pct_versteend_pc6"

# Bereken per postcodegebied het gemiddelde van de verstening
arcpy.analysis.Statistics(
    in_table=cobra_tuinen_pc6, # Invoertabel met individuele wegen
    out_table=stats_pct_versteend_pc6, # Outputtabel met postcodegemiddelden
    statistics_fields=[
        ["pct_versteend", "MEAN"]], # Gemiddelde aantal groene elementen
    case_field="postcode6" # Groeperen op postcode6-niveau
)

print(f"Gemiddelde pct_versteend berekend per postcodegebied: {stats_pct_versteend_pc6}")
```

Gemiddelde pct_versteend berekend per postcodegebied: Verstening Tuinen.gdb\stats_pct_versteend_pc6

2.3 Postcode6 - pct_versteend - Join Field

```
In [127... # Voeg de berekende gegevens toe aan de geometrische postcode6-laag
arcpy.management.JoinField(
    in_data=verstening_tuinen_pc6, # Featureclass met geometrie en 'postcode6'
    in_field="postcode6", # Sleutelveld in geometrische laag
    join_table=stats_pct_versteend_pc6, # Tabel met berekende score
    join_field="postcode6", # Sleutelveld in de statistiektabel
    fields=["MEAN_pct_versteend"] # Alleen de berekende velden toevoegen
)

print(f"Verstening toegevoegd aan 'verstening_tuinen_pc6'")
```

Verstening toegevoegd aan 'verstening_tuinen_pc6'

2.4 Postcode6 - pct_versteend - Alter Field

```
In [128... # Pas de veldnamen aan voor pct_versteend_pc6
arcpy.management.AlterField(
    in_table=verstening_tuinen_pc6, # De laag waarvoor we de veldnamen aanpassen
    field="MEAN_pct_versteend", # Huidige veldnaam die we willen aanpassen
    new_field_name="Gem_pct_versteend", # Nieuwe naam voor het veld
    new_field_alias="Gemiddelde Verstening" # Alias voor het veld
)

print(f"Veldnamen aangepast in 'verstening_tuinen_pc6'")
```

Veldnamen aangepast in 'verstening_tuinen_pc6'

In []:

Biodiversiteit - Map

A. Importeren Functies

```
In [381... # Importeren van ArcPy en Spatial Analyst-extensie
import arcpy
from arcpy.sa import *

# Instellen van de workspace
arcpy.env.workspace = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Biodiversiteit"

# Geen automatische toevoeging aan de kaart aan map
arcpy.env.addOutputsToMap = False
```

II. Kaart Opmaken

1.1 Algemeen - Create Group Layers

```
In [382... # Open actieve project en kaart
p = arcpy.mp.ArcGISProject("CURRENT")
m = p.listMaps("Biodiversiteit")[0]

# Maak drie Lege group layers
gl_verstening_tuinen = m.createGroupLayer("Verstening Tuinen")
gl_verstening_straten = m.createGroupLayer("Verstening Straten")
gl_3_30_300 = m.createGroupLayer("3-30-300 Regel")

print("Drie lege group layers aangemaakt en toegevoegd.")
```

Drie lege group layers aangemaakt en toegevoegd.

1.2 Algemeen - Create (sub)Group Layers - 3-30-300

```
In [383... # Open actieve project en kaart
p = arcpy.mp.ArcGISProject("CURRENT")
m = p.listMaps("Biodiversiteit")[0]

# Maak Lege (sub)group layers
gl_totaalscore = m.createGroupLayer("Totaalscore")
gl_300 = m.createGroupLayer("Regel 300")
gl_30 = m.createGroupLayer("Regel 30")
gl_3 = m.createGroupLayer("Regel 3")

print("4 lege (sub)group layers aangemaakt en toegevoegd.")
```

4 lege (sub)group layers aangemaakt en toegevoegd.

1.3 Algemeen - Add data from path

```
In [384... # Base-Path
base = arcpy.env.workspace

# Verstening Tuinen
layer = m.addDataFromPath(f"{base}\\Verstening Tuinen.gdb\\cobra_tuinen")
m.addLayerToGroup(gl_verstening_tuinen, layer, "BOTTOM")
m.removeLayer(layer)

layer = m.addDataFromPath(f"{base}\\Verstening Tuinen.gdb\\verstening_tuinen_pc6")
m.addLayerToGroup(gl_verstening_tuinen, layer, "BOTTOM")
m.removeLayer(layer)

# Verstening Straten
layer = m.addDataFromPath(f"{base}\\Verstening Straten.gdb\\pct_versteend")
m.addLayerToGroup(gl_verstening_straten, layer, "BOTTOM")
m.removeLayer(layer)

layer = m.addDataFromPath(f"{base}\\Verstening Straten.gdb\\pct_versteend_pc6")
```

```

m.addLayerToGroup(gl_verstening_straten, layer, "BOTTOM")
m.removeLayer(layer)

# 3-30-300 Regel
# Regel 3
layer = m.addDataFromPath(f"{base}\\3-30-300 regel.gdb\\regel_3")
m.addLayerToGroup(gl_3, layer, "BOTTOM")
m.removeLayer(layer)

layer = m.addDataFromPath(f"{base}\\3-30-300 regel.gdb\\regel_3_pc6")
m.addLayerToGroup(gl_3, layer, "BOTTOM")
m.removeLayer(layer)

# Regel 30
layer = m.addDataFromPath(f"{base}\\3-30-300 regel.gdb\\regel_30")
m.addLayerToGroup(gl_30, layer, "BOTTOM")
m.removeLayer(layer)

layer = m.addDataFromPath(f"{base}\\3-30-300 regel.gdb\\regel_30_pc6")
m.addLayerToGroup(gl_30, layer, "BOTTOM")
m.removeLayer(layer)

# Regel 300
layer = m.addDataFromPath(f"{base}\\3-30-300 regel.gdb\\regel_300")
m.addLayerToGroup(gl_300, layer, "BOTTOM")
m.removeLayer(layer)

layer = m.addDataFromPath(f"{base}\\3-30-300 regel.gdb\\regel_300_pc6")
m.addLayerToGroup(gl_300, layer, "BOTTOM")
m.removeLayer(layer)

# Totaalscore
layer = m.addDataFromPath(f"{base}\\3-30-300 regel.gdb\\totaalscore")
m.addLayerToGroup(gl_totaalscore, layer, "BOTTOM")
m.removeLayer(layer)

layer = m.addDataFromPath(f"{base}\\3-30-300 regel.gdb\\totaalscore_pc6")
m.addLayerToGroup(gl_totaalscore, layer, "BOTTOM")
m.removeLayer(layer)

```

2. 3-30-300 Regel

2.1 Regel 3 - Aanpassen Symbology

In [385...

```

# Symbology van laag ophalen
p = arcpy.mp.ArcGISProject("CURRENT") # Project
m = p.listMaps("Biodiversiteit")[0] # Map
group = m.listLayers("Regel 3")[0] # Group
lyr = group.listLayers("regel_3")[0] # Laag
sym = lyr.symbology # Symbology

# Wijzig symbologie naar "GraduatedColorsRenderer"
sym.updateRenderer("GraduatedColorsRenderer")
sym.renderer.colorRamp = p.listColorRamps("Yellow-Green (6 Classes)")[0] # Kleurenschema

# Specificeer de klassen en labels
classBreakValues = [0, 1, 2, 3, 4, 100] # Klassen
classBreakLabels = [ # Labels
    "Geen boom",
    "1 boom",
    "2 bomen",
    "3 bomen",
    "4 bomen",
    "> 4 bomen"
]

# Stel classificatieveld en aantal klassen in
sym.renderer.classificationField = "regel_3"
sym.renderer.breakCount = len(classBreakValues)

# Voeg class breaks en labels toe
for brk, value, label in zip(sym.renderer.classBreaks, classBreakValues, classBreakLabels):
    brk.upperBound = value
    brk.label = label

```



```
# Pas de nieuwe symbologie toe
lyr.symbology = sym

# # Toon waarden buiten bereik / zonder data
# cim = Lyr.getDefinition("V3")
# cim.renderer.useDefaultSymbol = True
# cim.renderer.defaultLabel = "Geen Data" # Label voor out-of-range
# Lyr.setDefinition(cim)

# Sla de wijzigingen op
p.save()

print("Symbologie correct ingesteld met handmatige klassen en labels.")
```

Symbologie correct ingesteld met handmatige klassen en labels.

2.2 Regel 3 - Aanpassen Symbology - PC6

In [386...

```
# Symbology van laag ophalen
p = arcpy.mp.ArcGISProject("CURRENT") # Project
m = p.listMaps("Biodiversiteit")[0] # Map
group = m.listLayers("Regel 3")[0] # Group
lyr = group.listLayers("regel_3_pc6")[0] # Laag
sym = lyr.symbology # Symbology

# Wijzig symbologie naar "GraduatedColorsRenderer"
sym.updateRenderer("GraduatedColorsRenderer")
sym.renderer.colorRamp = p.listColorRamps("Condition Number")[0] # Kleurenschema

# Specificeer de klassen en labels
classBreakValues = [1, 2, 3, 4, 999] # max waarde per klasse
classBreakLabels = [
    "E: 0-1 bomen",
    "D: 1-2 bomen",
    "C: 2-3 bomen",
    "B: 3-4 bomen",
    "A: > 4 bomen"
]

# Stel classificatieveld en aantal klassen in
sym.renderer.classificationField = "gem_regel_3"
sym.renderer.breakCount = len(classBreakValues)

# Voeg class breaks en labels toe
for brk, value, label in zip(sym.renderer.classBreaks, classBreakValues, classBreakLabels):
    brk.upperBound = value
    brk.label = label

# Pas de nieuwe symbologie toe
lyr.symbology = sym

# Toon waarden buiten bereik / zonder data
cim = lyr.getDefinition("V3")
cim.renderer.useDefaultSymbol = True
cim.renderer.defaultLabel = "Geen Data" # Label voor out-of-range
lyr.setDefinition(cim)

# Sla de wijzigingen op
p.save()

print("Symbologie correct ingesteld met handmatige klassen en labels.")
print("LET OP: Reverse values nog toepassen in Symbology van regel_3_pc6")
```

Symbologie correct ingesteld met handmatige klassen en labels.

LET OP: Reverse values nog toepassen in Symbology van regel_3_pc6

2.3 Regel 30 - Aanpassen Symbology

In [387...

```
# Symbology van laag ophalen
p = arcpy.mp.ArcGISProject("CURRENT") # Project
m = p.listMaps("Biodiversiteit")[0] # Map
group = m.listLayers("Regel 30")[0] # Group
lyr = group.listLayers("regel_30")[0] # Laag
sym = lyr.symbology # Symbology

# Wijzig symbologie naar "GraduatedColorsRenderer"
```

```

sym.updateRenderer("GraduatedColorsRenderer")
sym.renderer.colorRamp = p.listColorRamps("Yellow-Green (5 Classes)")[0] # Kleurenschema

# Specificeer de klassen en Labels
classBreakValues = [10, 20, 30, 40, 100] # Klassen
classBreakLabels = [ # Labels
    "< 10%",
    "10 - 20%",
    "20 - 30%",
    "30 - 40%",
    "> 40%"
]

# Stel classificatieveld en aantal klassen in
sym.renderer.classificationField = "regel_30"
sym.renderer.breakCount = len(classBreakValues)

# Voeg class breaks en Labels toe
for brk, value, label in zip(sym.renderer.classBreaks, classBreakValues, classBreakLabels):
    brk.upperBound = value
    brk.label = label

# Pas de nieuwe symbologie toe
lyr.symbology = sym

# # Toon waarden buiten bereik / zonder data
# cim = Lyr.getDefinition("V3")
# cim.renderer.useDefaultSymbol = True
# cim.renderer.defaultLabel = "Geen Data" # Label voor out-of-range
# Lyr.setDefinition(cim)

# Sla de wijzigingen op
p.save()

print("Symbologie correct ingesteld met handmatige klassen en labels.")

```

Symbologie correct ingesteld met handmatige klassen en labels.

2.4 Regel 30 - Aanpassen Symbology - PC6

In [388...

```

# Symbology van laag ophalen
p = arcpy.mp.ArcGISProject("CURRENT") # Project
m = p.listMaps("Biodiversiteit")[0] # Map
group = m.listLayers("Regel 30")[0] # Group
lyr = group.listLayers("regel_30_pc6")[0] # Laag
sym = lyr.symbology # Symbology

# Wijzig symbologie naar "GraduatedColorsRenderer"
sym.updateRenderer("GraduatedColorsRenderer")
sym.renderer.colorRamp = p.listColorRamps("Condition Number")[0] # Kleurenschema

# Specificeer de klassen en Labels
classBreakValues = [10, 20, 30, 40, 999] # max waarde per klasse
classBreakLabels = [
    "E: < 10% Boomkroonbedekking",
    "D: 10 - 20% Boomkroonbedekking",
    "C: 20 - 30% Boomkroonbedekking",
    "B: 30 - 40% Boomkroonbedekking",
    "A: > 40% Boomkroonbedekking"
]

# Stel classificatieveld en aantal klassen in
sym.renderer.classificationField = "gem_regel_30"
sym.renderer.breakCount = len(classBreakValues)

# Voeg class breaks en Labels toe
for brk, value, label in zip(sym.renderer.classBreaks, classBreakValues, classBreakLabels):
    brk.upperBound = value
    brk.label = label

# Pas de nieuwe symbologie toe
lyr.symbology = sym

# Toon waarden buiten bereik / zonder data
cim = lyr.getDefinition("V3")
cim.renderer.useDefaultSymbol = True

```

```

cim.renderer.defaultLabel = "Geen Data" # Label voor out-of-range
lyr.setDefinition(cim)

# Sla de wijzigingen op
p.save()

print("Symbologie correct ingesteld met handmatige klassen en labels.")
print("LET OP: Reverse values nog toepassen in Symbology van regel_30_pc6")

```

Symbologie correct ingesteld met handmatige klassen en labels.
LET OP: Reverse values nog toepassen in Symbology van regel_30_pc6

2.5 Regel 300 - Aanpassen Symbology

In [389...

```

# Symbology van laag ophalen
p = arcpy.mp.ArcGISProject("CURRENT") # Project
m = p.listMaps("Biodiversiteit")[0] # Map
group = m.listLayers("Regel 300")[0] # Group
lyr = group.listLayers("regel_300")[0] # Laag
sym = lyr.symbology # Symbology

# Wijzig symbologie naar "GraduatedColorsRenderer"
sym.updateRenderer("GraduatedColorsRenderer")
sym.renderer.colorRamp = p.listColorRamps("Yellow-Green (6 Classes)")[0] # Kleurenschema

# Specificeer de klassen en Labels
classBreakValues = [100, 200, 300, 400, 500, 99999] # Klassen
classBreakLabels = [ # Labels
    "0 - 100 m",
    "100 - 200 m",
    "200 - 300 m",
    "300 - 400 m",
    "400 - 500 m",
    "> 500 m"
]

# Stel classificatieveld en aantal klassen in
sym.renderer.classificationField = "regel_300"
sym.renderer.breakCount = len(classBreakValues)

# Voeg class breaks en Labels toe
for brk, value, label in zip(sym.renderer.classBreaks, classBreakValues, classBreakLabels):
    brk.upperBound = value
    brk.label = label

# Pas de nieuwe symbologie toe
lyr.symbology = sym

# # Toon waarden buiten bereik / zonder data
# cim = Lyr.getDefinition("V3")
# cim.renderer.useDefaultSymbol = True
# cim.renderer.defaultLabel = "Geen Data" # Label voor out-of-range
# Lyr.setDefinition(cim)

# Sla de wijzigingen op
p.save()

print("Symbologie correct ingesteld met handmatige klassen en labels.")
print("LET OP: Reverse symbol order nog toepassen in Symbology van regel_300")

```

Symbologie correct ingesteld met handmatige klassen en labels.

2.6 Regel 300 - Aanpassen Symbology - PC6

In [390...

```

# Symbology van laag ophalen
p = arcpy.mp.ArcGISProject("CURRENT") # Project
m = p.listMaps("Biodiversiteit")[0] # Map
group = m.listLayers("Regel 300")[0] # Group
lyr = group.listLayers("regel_300_pc6")[0] # Laag
sym = lyr.symbology # Symbology

# Wijzig symbologie naar "GraduatedColorsRenderer"
sym.updateRenderer("GraduatedColorsRenderer")
sym.renderer.colorRamp = p.listColorRamps("Condition Number")[0] # Kleurenschema

# Specificeer de klassen en Labels

```

```

classBreakValues = [200, 300, 400, 500, 9999] # max waarde per klasse
classBreakLabels = [
    "A: < 200 m",
    "B: 200 - 300 m",
    "C: 300 - 400 m",
    "D: 400 - 500 m",
    "E: > 500 m"
]
# Stel classificatieveld en aantal klassen in
sym.renderer.classificationField = "gem_regel_300"
sym.renderer.breakCount = len(classBreakValues)

# Voeg class breaks en labels toe
for brk, value, label in zip(sym.renderer.classBreaks, classBreakValues, classBreakLabels):
    brk.upperBound = value
    brk.label = label

# Pas de nieuwe symbologie toe
lyr.symbology = sym

# Toon waarden buiten bereik / zonder data
cim = lyr.getDefinition("V3")
cim.renderer.useDefaultSymbol = True
cim.renderer.defaultLabel = "Geen Data" # Label voor out-of-range
lyr.setDefinition(cim)

# Sla de wijzigingen op
p.save()

print("Symbologie correct ingesteld met handmatige klassen en labels.")

```

Symbologie correct ingesteld met handmatige klassen en labels.

2.7 Totaalscore - Aanpassen Symbology

In [391...

```

# Symbologie van laag ophalen
p = arcpy.mp.ArcGISProject("CURRENT") # Project
m = p.listMaps("Biodiversiteit")[0] # Map
group = m.listLayers("Totaalscore")[0] # Group
lyr = group.listLayers("totaalscore")[0] # Laag
sym = lyr.symbology # Symbology

# Wijzig symbologie naar "GraduatedColorsRenderer"
sym.updateRenderer("GraduatedColorsRenderer")
sym.renderer.colorRamp = p.listColorRamps("Condition Number")[0] # Kleurenschema

# Specificeer de klassen en labels
classBreakValues = [2, 4, 6, 8, 10] # Klassen
classBreakLabels = [ # Labels
    "Zeer Slecht (0-2)",
    "Slecht (2-4)",
    "Neutraal (4-6)",
    "Goed (6-8)",
    "Zeer Goed (8-10)"
]

# Stel classificatieveld en aantal klassen in
sym.renderer.classificationField = "totaal_score"
sym.renderer.breakCount = len(classBreakValues)

# Voeg class breaks en labels toe
for brk, value, label in zip(sym.renderer.classBreaks, classBreakValues, classBreakLabels):
    brk.upperBound = value
    brk.label = label

# Pas de nieuwe symbologie toe
lyr.symbology = sym

# # Toon waarden buiten bereik / zonder data
# cim = lyr.getDefinition("V3")
# cim.renderer.useDefaultSymbol = True
# cim.renderer.defaultLabel = "Geen Data" # Label voor out-of-range
# lyr.setDefinition(cim)

# Sla de wijzigingen op
p.save()

```

```
print("Symbologie correct ingesteld met handmatige klassen en labels.")
print("LET OP: Reverse values nog toepassen in Symbology van totaalscore")
```

Symbologie correct ingesteld met handmatige klassen en labels.
LET OP: Reverse values nog toepassen in Symbology van totaalscore

2.8 Totaalscore - Aanpassen Symbology - PC6

In [392...

```
# Symbologie van Laag ophalen
p = arcpy.mp.ArcGISProject("CURRENT") # Project
m = p.listMaps("Biodiversiteit")[0] # Map
group = m.listLayers("Totaalscore")[0] # Group
lyr = group.listLayers("totaalscore_pc6")[0] # Laag
sym = lyr.symbology # Symbology

# Wijzig symbologie naar "GraduatedColorsRenderer"
sym.updateRenderer("GraduatedColorsRenderer")
sym.renderer.colorRamp = p.listColorRamps("Condition Number")[0] # Kleurenschema

# Specificeer de klassen en Labels
classBreakValues = [2, 4, 6, 8, 10] # Klassen
classBreakLabels = [ # Labels
    "E: Zeer Slecht (0-2)",
    "D: Slecht (2-4)",
    "C: Neutraal (4-6)",
    "B: Goed (6-8)",
    "A: Zeer Goed (8-10)"
]

# Stel classificatieveld en aantal klassen in
sym.renderer.classificationField = "gem_totaalscore"
sym.renderer.breakCount = len(classBreakValues)

# Voeg class breaks en labels toe
for brk, value, label in zip(sym.renderer.classBreaks, classBreakValues, classBreakLabels):
    brk.upperBound = value
    brk.label = label

# Pas de nieuwe symbologie toe
lyr.symbology = sym

# Toon waarden buiten bereik / zonder data
cim = lyr.getDefinition("V3")
cim.renderer.useDefaultSymbol = True
cim.renderer.defaultLabel = "Geen Data" # Label voor out-of-range
lyr.setDefinition(cim)

# Sla de wijzigingen op
p.save()

print("Symbologie correct ingesteld met handmatige klassen en labels.")
print("LET OP: Reverse values nog toepassen in Symbology van totaalscore_pc6")
```

Symbologie correct ingesteld met handmatige klassen en labels.
LET OP: Reverse values nog toepassen in Symbology van totaalscore_pc6

3. Verstening Straten

3.1 Verstening Straten - Aanpassen Symbology

In [393...

```
# Symbologie van Laag ophalen
p = arcpy.mp.ArcGISProject("CURRENT") # Project
m = p.listMaps("Biodiversiteit")[0] # Map
group = m.listLayers("Verstening Straten")[0] # Group
lyr = group.listLayers("pct_versteend")[0] # Laag
sym = lyr.symbology # Symbology

# Wijzig symbologie naar "GraduatedColorsRenderer"
sym.updateRenderer("GraduatedColorsRenderer")
sym.renderer.colorRamp = p.listColorRamps("Yellow-Green (5 Classes)")[0] # Kleurenschema

# Specificeer de klassen en Labels
classBreakValues = [20, 40, 60, 80, 100] # Klassen
classBreakLabels = [ # Labels
    "< 20%",
```

```

    "20 - 40%",
    "40 - 60%",
    "60 - 80%",
    "> 80%"
]

# Stel classificatieveld en aantal klassen in
sym.renderer.classificationField = "pct_versteend"
sym.renderer.breakCount = len(classBreakValues)

# Voeg class breaks en labels toe
for brk, value, label in zip(sym.renderer.classBreaks, classBreakValues, classBreakLabels):
    brk.upperBound = value
    brk.label = label

# Pas de nieuwe symbologie toe
lyr.symbology = sym

# # Toon waarden buiten bereik / zonder data
# cim = lyr.getDefinition("V3")
# cim.renderer.useDefaultSymbol = True
# cim.renderer.defaultLabel = "Geen Data" # Label voor out-of-range
# lyr.setDefinition(cim)

# Sla de wijzigingen op
p.save()

print("Symbologie correct ingesteld met handmatige klassen en labels.")
print("LET OP: Reverse symbol order nog toepassen in Symbology van pct_versteend (straten)")

```

Symbologie correct ingesteld met handmatige klassen en labels.

3.2 Verstening Straten - Aanpassen Symbology - PC6

In [394...

```

# Symbology van Laag ophalen
p = arcpy.mp.ArcGISProject("CURRENT") # Project
m = p.listMaps("Biodiversiteit")[0] # Map
group = m.listLayers("Verstening Straten")[0] # Group
lyr = group.listLayers("pct_versteend_pc6")[0] # Laag
sym = lyr.symbology # Symbology

# Wijzig symbologie naar "GraduatedColorsRenderer"
sym.updateRenderer("GraduatedColorsRenderer")
sym.renderer.colorRamp = p.listColorRamps("Condition Number")[0] # Kleurenschema

# Specificeer de klassen en labels
classBreakValues = [20, 40, 60, 80, 100] # Klassen
classBreakLabels = [ # Labels
    "A: < 20%",
    "B: 20 - 40%",
    "C: 40 - 60%",
    "D: 60 - 80%",
    "E: > 80%"
]

# Stel classificatieveld en aantal klassen in
sym.renderer.classificationField = "gem_pct_versteend"
sym.renderer.breakCount = len(classBreakValues)

# Voeg class breaks en labels toe
for brk, value, label in zip(sym.renderer.classBreaks, classBreakValues, classBreakLabels):
    brk.upperBound = value
    brk.label = label

# Pas de nieuwe symbologie toe
lyr.symbology = sym

# Toon waarden buiten bereik / zonder data
cim = lyr.getDefinition("V3")
cim.renderer.useDefaultSymbol = True
cim.renderer.defaultLabel = "Geen Data" # Label voor out-of-range
lyr.setDefinition(cim)

# Sla de wijzigingen op
p.save()

```

```
print("Symbologie correct ingesteld met handmatige klassen en labels.")
```

Symbologie correct ingesteld met handmatige klassen en labels.

4. Verstening Tuinen

4.1 Verstening Tuinen - Aanpassen Symbology

In [395...

```
# Symbologie van Laag ophalen
p = arcpy.mp.ArcGISProject("CURRENT") # Project
m = p.listMaps("Biodiversiteit")[0] # Map
group = m.listLayers("Verstening Tuinen")[0] # Group
lyr = group.listLayers("cobra_tuinen")[0] # Laag
sym = lyr.symbology # Symbology

# Wijzig symbologie naar "GraduatedColorsRenderer"
sym.updateRenderer("GraduatedColorsRenderer")
sym.renderer.colorRamp = p.listColorRamps("Yellow-Green (5 Classes)")[0] # Kleurenschema

# Specificeer de klassen en Labels
classBreakValues = [20, 40, 60, 80, 100] # Klassen
classBreakLabels = [ # Labels
    "< 20%",
    "20 - 40%",
    "40 - 60%",
    "60 - 80%",
    "> 80%"
]

# Stel classificatieveld en aantal klassen in
sym.renderer.classificationField = "pct_versteend"
sym.renderer.breakCount = len(classBreakValues)

# Voeg class breaks en labels toe
for brk, value, label in zip(sym.renderer.classBreaks, classBreakValues, classBreakLabels):
    brk.upperBound = value
    brk.label = label

# Pas de nieuwe symbologie toe
lyr.symbology = sym

# # Toon waarden buiten bereik / zonder data
# cim = Lyr.getDefinition("V3")
# cim.renderer.useDefaultSymbol = True
# cim.renderer.defaultLabel = "Geen Data" # Label voor out-of-range
# Lyr.setDefinition(cim)

# Sla de wijzigingen op
p.save()

print("Symbologie correct ingesteld met handmatige klassen en labels.")
print("LET OP: Reverse symbol order nog toepassen in Symbology van pct_versteend (tuinen)")
```

Symbologie correct ingesteld met handmatige klassen en labels.

4.2 Verstening Tuinen - Aanpassen Symbology - PC6

In [396...

```
# Symbologie van Laag ophalen
p = arcpy.mp.ArcGISProject("CURRENT") # Project
m = p.listMaps("Biodiversiteit")[0] # Map
group = m.listLayers("Verstening Tuinen")[0] # Group
lyr = group.listLayers("verstening_tuinen_pc6")[0] # Laag
sym = lyr.symbology # Symbology

# Wijzig symbologie naar "GraduatedColorsRenderer"
sym.updateRenderer("GraduatedColorsRenderer")
sym.renderer.colorRamp = p.listColorRamps("Condition Number")[0] # Kleurenschema

# Specificeer de klassen en Labels
classBreakValues = [20, 40, 60, 80, 100] # Klassen
classBreakLabels = [ # Labels
    "A: < 20%",
    "B: 20 - 40%",
    "C: 40 - 60%",
    "D: 60 - 80%",

```

```

    "E: > 80%"
]

# Stel classificatieveld en aantal klassen in
sym.renderer.classificationField = "gem_pct_versteend"
sym.renderer.breakCount = len(classBreakValues)

# Voeg class breaks en labels toe
for brk, value, label in zip(sym.renderer.classBreaks, classBreakValues, classBreakLabels):
    brk.upperBound = value
    brk.label = label

# Pas de nieuwe symbologie toe
lyr.symbology = sym

# Toon waarden buiten bereik / zonder data
cim = lyr.getDefinition("V3")
cim.renderer.useDefaultSymbol = True
cim.renderer.defaultLabel = "Geen Data" # Label voor out-of-range
lyr.setDefinition(cim)

# Sla de wijzigingen op
p.save()

print("Symbologie correct ingesteld met handmatige klassen en labels.")

```

Symbologie correct ingesteld met handmatige klassen en labels.

! LET OP: Reverse values nog toepassen in Symbology van regel_3_pc6 !

! LET OP: Reverse values nog toepassen in Symbology van regel_30_pc6 !

! LET OP: Reverse symbol order nog toepassen in Symbology van regel_300 !

! LET OP: Reverse values nog toepassen in Symbology van totaalscore !

! LET OP: Reverse values nog toepassen in Symbology van totaalscore_pc6 !

! LET OP: Reverse symbol order nog toepassen in Symbology van pct_versteend (straten) !

! LET OP: Reverse symbol order nog toepassen in Symbology van pct_versteend (tuinen) !

In []:

C.8 Scripts Waterkwaliteit

Waterkwaliteit - Voorbewerking

I. Algemeen

A. Importeren Functies

```
In [1]: # Importeren van ArcPy en Spatial Analyst-extensie
import arcpy
from arcpy.sa import *

# Instellen van de workspace
arcpy.env.workspace = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Waterkwaliteit"

# Geen automatische toevoeging aan de kaart aan map
arcpy.env.addOutputsToMap = False
```

B. Importeren Data

```
In [2]: # Importeren bestanden
gemeenten0 = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Data\WijkBuurtKaart\WijkBu
kernen0 = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Data\Kaag en Braassem\Kernen.
postcode60 = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Data\Postcode6\cbs_pc6_202
risico_opwarming_water0 = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Data\Klimaat
```

II. Voorbewerking Data

1. Gemeente

1.1 Gemeente - Select Analysis

```
In [3]: # Definier output-bestand
gemeente = r"Waterkwaliteit.gdb\gemeente"

# Maak een query om Kaag en Braassem te selecteren
gemeente_query = "gm_naam = 'Kaag en Braassem'" # Filter op 'Kaag en Braassem' in het veld 'gm_naam'

# Selecteer de gemeentegrens en sla deze op
arcpy.Select_analysis(
    in_features=gemeenten0, # Inputlaag met gemeentengeografie
    out_feature_class=gemeente, # Outputlaag voor de geselecteerde gemeentegrens
    where_clause=gemeente_query # Filter op de geselecteerde gemeente
)

print(f"Gemeentegrens opgeslagen: {gemeente}")
```

Gemeentegrens opgeslagen: Waterkwaliteit.gdb\gemeente

1.2 Gemeente - Buffer

```
In [4]: # Definier output-bestand
gemeente_buffer = r"Waterkwaliteit.gdb\gemeente_buffer"

# Maak een buffer van 50 meter rond de gemeentegrens
arcpy.Buffer_analysis(
    in_features=gemeente, # Inputlaag voor de gemeentegrens
    out_feature_class=gemeente_buffer, # Outputlaag voor de buffer
    buffer_distance_or_field="50 Meters", # Bufferafstand van 50 meter
    dissolve_option="ALL" # Combineer aangrenzende buffergebieden
)

print(f"Buffer opgeslagen: {gemeente_buffer}")
```

Buffer opgeslagen: Waterkwaliteit.gdb\gemeente_buffer

2. Kern

2.1 Kern - Copy Features

```
In [5]: # Definier output-bestand
kernen = r"Waterkwaliteit.gdb\kernen"

# Kopieer de kern-grenzen naar de Kaag en Braassem laag
arcpy.CopyFeatures_management(
    in_features=kernen0, # Inputlaag voor de kern-grenzen
    out_feature_class=kernen # Outputlaag voor de gekopieerde kern-grenzen
)

print(f"Kern-grenzen opgeslagen: {kernen}")
```

Kern-grenzen opgeslagen: Waterkwaliteit.gdb\kernen

3. Postcode6

3.1 Postcode6 - Select By Location

```
In [6]: # Definier output-bestand
postcode6 = r"Waterkwaliteit.gdb\postcode6"

# Maak een feature layer van de Postcode6-gebieden
arcpy.MakeFeatureLayer_management(
    in_features=postcode60, # Inputlaag met Postcode6-gebieden
    out_layer="postcode6_layer" # Outputlaag met de feature layer
)

# Selecteer de Postcode6-gebieden waarvan het centroid binnen de gemeentegrens ligt
arcpy.SelectLayerByLocation_management(
    in_layer="postcode6_layer", # De laag waarin we de selectie uitvoeren
    overlap_type="HAVE_THEIR_CENTER_IN", # De ruimtelijke relatie die we gebruiken
    select_features=gemeente, # De laag waarin we de selectie baseren (gemeente)
    selection_type="NEW_SELECTION" # Type selectie (Nieuw selecteren)
)

# Sla de geselecteerde Postcode6-gebieden op
arcpy.CopyFeatures_management(
    in_features="postcode6_layer", # De laag met de geselecteerde Postcode6-gebieden
    out_feature_class=postcode6 # Outputlaag voor de geselecteerde gebieden
)

print(f"Postcode6-gebieden binnen Kaag en Braassem opgeslagen: {postcode6}")
```

Postcode6-gebieden binnen Kaag en Braassem opgeslagen: Waterkwaliteit.gdb\postcode6

4. Risico Opwarming Oppervlaktewater

4.1 Risico Opwarming Oppervlaktewater - Huidig - Clip

```
In [7]: # Definier output-bestand
risico_opwarming_water = r"Waterkwaliteit.gdb\risico_opwarming_water"

# Maak een tijdelijke feature layer van de risico_opwarming_oppervlaktewater_huidig polygonen
arcpy.management.MakeFeatureLayer(
    in_features=risico_opwarming_water0, # De polygonenlaag die we willen omzetten naar een feature layer
    out_layer="risico_opwarming_oppervlaktewater_huidig_layer" # Naam van de tijdelijke feature layer
)

# Selecteer alleen polygonen waarvan het **middenpunt** binnen de buffer valt
arcpy.management.SelectLayerByLocation(
    in_layer="risico_opwarming_oppervlaktewater_huidig_layer", # De laag waarop de selectie wordt uitgevoerd
    overlap_type="HAVE_THEIR_CENTER_IN", # Alleen polygonen waarvan het **centrum** binnen de buffer ligt
    select_features=gemeente_buffer, # De gemeentegrens als selectiecriteria
    selection_type="NEW_SELECTION" # Maak een nieuwe selectie (geen cumulatieve selectie)
)

# Sla de geselecteerde polygonen op in een nieuwe feature class binnen de GeoDatabase
arcpy.management.CopyFeatures(
    in_features="risico_opwarming_oppervlaktewater_huidig_layer", # De tijdelijke laag met de geselecteerde poly
    out_feature_class=risico_opwarming_water # Bestemming voor de gekopieerde laag
```

```
)  
  
# Print een bevestigingsbericht  
print(f"Polygonenlaag binnen Kaag en Braassem opgeslagen als: {risico_opwarming_water}")
```

Polygonenlaag binnen Kaag en Braassem opgeslagen als: Waterkwaliteit.gdb\risico_opwarming_water

4.2 Risico Opwarming Oppervlaktewater - Huidig - verwijder 0 (niet gemoduleerd)

```
In [8]: # Verwijder alle rijen waar Risicokl_3 gelijk is aan 0  
with arcpy.da.UpdateCursor(risico_opwarming_water, ["Risicokl_3"]) as cursor:  
    for row in cursor:  
        if row[0] == 0:  
            cursor.deleteRow()  
  
print("Alle polygonen met Risicokl_3 = 0 zijn verwijderd.")
```

Alle polygonen met Risicokl_3 = 0 zijn verwijderd.

4.3 Risico Opwarming Oppervlaktewater - Huidig - Dummyvalues

```
In [9]: # Voeg 4 en 5 risicoklasse toe voor volledige legenda  
with arcpy.da.InsertCursor(risico_opwarming_water, ["Risicokl_3"]) as curI:  
    curI.insertRow(["4"])  
    curI.insertRow(["5"])  
  
print("4 en 5 toegevoegd voor legenda.")
```

4 en 5 toegevoegd voor legenda.

In []:

Waterkwaliteit - Risico Opwarming Oppervlaktewater

I. Algemeen

A. Importeren Functies

```
In [10]: # Importeren van ArcPy en Spatial Analyst-extensie
import arcpy
from arcpy.sa import *

# Instellen van de workspace
arcpy.env.workspace = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Waterkwaliteit"

# Geen automatische toevoeging aan de kaart aan map
arcpy.env.addOutputsToMap = False
```

B. Importeren Voorbewerkte Data

```
In [11]: # Importeren voorbewerkte data
gemeente = r"Waterkwaliteit.gdb\gemeente"
kernen = r"Waterkwaliteit.gdb\kernen"
postcode6 = r"Waterkwaliteit.gdb\postcode6"
risico_opwarming_water = r"Waterkwaliteit.gdb\risico_opwarming_water"
```

II. Data Analyse

1. Risico Opwarming Oppervlaktewater

1.1 Risico Opwarming Water - Identify - Postcode6

```
In [12]: # Output: gesplitste wateren met bijbehorende postcode6
risico_opwarming_water_split = r"Risico Opwarming Water.gdb\risico_opwarming_water_split"

arcpy.analysis.Identity(
    in_features=risico_opwarming_water,      # Input: wegen
    identity_features=postcode6,             # Input: postcodevlakken
    out_feature_class=risico_opwarming_water_split, # Output: wateren gesplitst per postcode
    join_attributes="ALL"                     # Voeg alle attributen toe
)

print(f"Wateren gesplitst per postcode6 → {risico_opwarming_water_split}")
```

Wateren gesplitst per postcode6 → Risico Opwarming Water.gdb\risico_opwarming_water_split

1.2 Risico Opwarming Oppervlaktewater - Spatial Join - Postcode6

```
In [13]: # Velden die je wilt behouden
keep_fields = [
    "OBJECTID_1",
    "geom",
    "Risicokl_3",
    "postcode6",
    "geom_Length",
    "geom_Area"
]

# Bepaal alle velden in de laag
all_fields = [f.name for f in arcpy.ListFields(risico_opwarming_water_split)]

# Stel vast welke velden je wilt verwijderen
delete_fields = [f for f in all_fields if f not in keep_fields]
```

```
# Verwijder overbodige velden
arcpy.management.DeleteField(
    in_table=risico_opwarming_water_split,
    drop_field=delete_fields
)

print(f"Overbodige velden verwijderd uit: {risico_opwarming_water_split}")
```

Overbodige velden verwijderd uit: Risico Opwarming Water.gdb\risico_opwarming_water_split

2. Postcode6

2.1 Postcode6 - Export Features

```
In [14]: # Definieer de output-featureclass voor deze indicator
risico_opwarming_water_pc6 = r"Risico Opwarming Water.gdb\risico_opwarming_water_pc6"

# Bouw field mapping: alleen het veld 'postcode6' behouden
field_mappings = arcpy.FieldMappings() # Start met een lege field mapping
field_map = arcpy.FieldMap() # Maak een individuele field map aan
field_map.addInputField(postcode6, "postcode6") # Voeg het veld 'postcode6' toe
field_mappings.addFieldMap(field_map) # Voeg deze toe aan de volledige mapping

# Exporteer alleen geometrie + 'postcode6'
arcpy.conversion.ExportFeatures(
    in_features=postcode6, # Invoer geometrie GA
    out_features=risico_opwarming_water_pc6, # Doel-featureclass in de geodatabase
    where_clause="", # Geen selectie; alles meenemen
    use_field_alias_as_name=None, # Gebruik standaard aliasnamen
    field_mapping=field_mappings, # Alleen het veld 'postcode6' meenemen
    sort_field=None # Geen sorteerveld opgegeven
)

print(f"Nieuwe featureclass aangemaakt: {risico_opwarming_water_pc6}")
```

Nieuwe featureclass aangemaakt: Risico Opwarming Water.gdb\risico_opwarming_water_pc6

2.2 Postcode6 - Statistics

```
In [15]: # Outputtabel: gemiddelde score per postcodegebied
stats_risico_opwarming_water_pc6 = r"Risico Opwarming Water.gdb\stats_risico_opwarming_water_pc6"

# Bereken per postcodegebied het Gemiddelde, Modus en Maximum risicoklasse
arcpy.analysis.Statistics(
    in_table=risico_opwarming_water_split, # Invoertabel met wateren
    out_table=stats_risico_opwarming_water_pc6, # Outputtabel met postcodegemiddelden
    statistics_fields=[
        ["Risicokl_3", "MAX"], # Maximum
        ["Risicokl_3", "MEAN"], # Gemiddelde
        ["Risicokl_3", "MODE"] # Modus
    ],
    case_field="postcode6" # Groeperen op postcode6-niveau
)

print(f"Maximum, Gemiddelde en Modus Risicokl_3 berekend per postcodegebied: {stats_risico_opwarming_water_pc6}")
```

Maximum, Gemiddelde en Modus Risicokl_3 berekend per postcodegebied: Risico Opwarming Water.gdb\stats_risico_opwarming_water_pc6

2.3 Postcode6 - Join Field

```
In [16]: # Voeg de Statistics toe aan de attributentabel van postcode6_kaagenbraassem
arcpy.management.JoinField(
    in_data=risico_opwarming_water_pc6, # De Laag waaraan we de statistieken willen toevoegen
    in_field="postcode6", # Het veld waarmee we gaan joinen (postcode6)
    join_table=stats_risico_opwarming_water_pc6, # De tabel met de berekende statistieken
    join_field="postcode6", # Het veld waarmee we gaan joinen in de statistieken tabel
    fields=["MAX_Risicokl_3", "MEAN_Risicokl_3", "MODE_Risicokl_3"] # De velden die we willen toevoegen aan de data
)

print(f"Zonal Statistics toegevoegd aan 'risico_opwarming_water_pc6'.")
```

Zonal Statistics toegevoegd aan 'risico_opwarming_water_pc6'.

2.4 Postcode6 - Alter Field

```
In [17]: # Pas de veldnamen aan voor MAX
arcpy.management.AlterField(
    in_table=risico_opwarming_water_pc6,
    field="MAX_Risicokl_3",
    new_field_name="Max_Reeks_20C",
    new_field_alias="Maximale langste reeks >20°C"
)

# Pas de veldnamen aan voor MEAN
arcpy.management.AlterField(
    in_table=risico_opwarming_water_pc6,
    field="MEAN_Risicokl_3",
    new_field_name="Gem_Reeks_20C",
    new_field_alias="Gemiddelde langste reeks >20°C"
)

# Pas de veldnamen aan voor MODE
arcpy.management.AlterField(
    in_table=risico_opwarming_water_pc6,
    field="MODE_Risicokl_3",
    new_field_name="Modus_Reeks_20C",
    new_field_alias="Meest voorkomende langste reeks >20°C"
)

print(f"Veldnamen aangepast in 'risico_opwarming_water_pc6'")
```

Veldnamen aangepast in 'risico_opwarming_water_pc6'

2.5 Postcode6 - Dummy values voor volledige legenda

```
In [18]: # Voeg 4 en 5 risicoklasse toe voor volledige legenda
with arcpy.da.InsertCursor(risico_opwarming_water_pc6, ["Gem_Reeks_20C"]) as curI:
    curI.insertRow(["4"])
    curI.insertRow(["5"])

print("4 en 5 toegevoegd voor legenda.")
```

4 en 5 toegevoegd voor legenda.

3. Visueel

3.1 Risicokl_3 - Alter field

```
In [19]: # Pas de veldnamen aan voor Risicokl_3
arcpy.management.AlterField(
    in_table=risico_opwarming_water, # De Laag waarvoor we de veldnamen aanpassen
    field="Risicokl_3", # Huidige veldnaam die we willen aanpassen
    new_field_name="Reeks_20C", # Nieuwe naam voor het veld
    new_field_alias="Langste reeks >20°C" # Alias voor het veld
)
```

Out[19]:

Messages

Start Time: vrijdag 4 juli 2025 17:13:43

Succeeded at vrijdag 4 juli 2025 17:13:44 (Elapsed Time: 0,06 seconds)

In []:

Waterkwaliteit - Map

A. Importeren Functies

```
In [30]: # Importeren van ArcPy en Spatial Analyst-extensie
import arcpy
from arcpy.sa import *

# Instellen van de workspace
arcpy.env.workspace = r"C:\Users\maxvd\OneDrive - Delft University of Technology\Afstuderen\GIS\Waterkwaliteit"

# Geen automatische toevoeging aan de kaart aan map
arcpy.env.addOutputsToMap = False
```

II. Kaart Opmaken

1.1 Algemeen - Create Group Layers

```
In [31]: # Open actieve project en kaart
p = arcpy.mp.ArcGISProject("CURRENT")
m = p.listMaps("Waterkwaliteit")[0]

# Maak Lege group layers
gl_risico_opwarming_water = m.createGroupLayer("Risico Opwarming Water")

print("Lege group layers aangemaakt en toegevoegd.")
```

Lege group layers aangemaakt en toegevoegd.

1.2 Algemeen - Add data from path

```
In [32]: # Base-Path
base = arcpy.env.workspace

# Verstening Straten
layer = m.addDataFromPath(f"{base}\\Waterkwaliteit.gdb\\risico_opwarming_water")
m.addLayerToGroup(gl_risico_opwarming_water, layer, "BOTTOM")
m.removeLayer(layer)

layer = m.addDataFromPath(f"{base}\\Risico Opwarming Water.gdb\\risico_opwarming_water_pc6")
m.addLayerToGroup(gl_risico_opwarming_water, layer, "BOTTOM")
m.removeLayer(layer)
```

2. Risico Opwarming Water

2.1 Risico Opwarming Water - Aanpassen Symbolology

```
In [33]: # Symbolology van Laag ophalen
p = arcpy.mp.ArcGISProject("CURRENT") # Project
m = p.listMaps("Waterkwaliteit")[0] # Map
group = m.listLayers("Risico Opwarming Water")[0] # Group
lyr = group.listLayers("risico_opwarming_water")[0] # Laag
sym = lyr.symbolology # Symbolology

# Wijzig naar GraduatedColorsRenderer
sym.updateRenderer("GraduatedColorsRenderer")
sym.renderer.colorRamp = p.listColorRamps("Purple-Red (Continuous)")[0]

# Instellen classificatieveld
sym.renderer.classificationField = "Reeks_20C"
sym.renderer.breakCount = 5

# Class breaks
classBreakValues = [1, 2, 3, 4, 5]
classBreakLabels = [
    "A < 10 dagen",
```



```

        "B 10 - 20 dagen",
        "C 20 - 30 dagen",
        "D 30 - 40 dagen",
        "E > 40 dagen"
    ]

    # Toevoegen class breaks
    for brk, val, label in zip(sym.renderer.classBreaks, classBreakValues, classBreakLabels):
        brk.upperBound = val
        brk.label = label

    # Toepassen op laag
    lyr.symbology = sym

    # # Toon 'Geen Data' voor ontbrekende waarden
    # cim = lyr.getDefinition("V3")
    # cim.renderer.useDefaultSymbol = True
    # cim.renderer.defaultLabel = "Geen Data"
    # Lyr.setDefinition(cim)

    # Opslaan
    p.save()

    print("Symbologie correct toegepast met klassen en labeltekst.")

```

Symbologie correct toegepast met klassen en labeltekst.

2.2 Regel 3 - Aanpassen Symbology - PC6

```

In [34]: # Symbology van laag ophalen
p = arcpy.mp.ArcGISProject("CURRENT")
m = p.listMaps("Waterkwaliteit")[0]
group = m.listLayers("Risico Opwarming Water")[0]
lyr = group.listLayers("risico_opwarming_water_pc6")[0]
sym = lyr.symbology

# Wijzig naar GraduatedColorsRenderer
sym.updateRenderer("GraduatedColorsRenderer")
sym.renderer.colorRamp = p.listColorRamps("Condition Number")[0]

# Instellen classificatieveld
sym.renderer.classificationField = "Gem_Reeks_20C"
sym.renderer.breakCount = 5

# Class breaks (bovenkant van elke klasse)
classBreakValues = [1.5, 2.5, 3.5, 4.5, 5.5]
classBreakLabels = [
    "A < 10 dagen",
    "B 10 - 20 dagen",
    "C 20 - 30 dagen",
    "D 30 - 40 dagen",
    "E > 40 dagen"
]

# Toevoegen class breaks
for brk, val, label in zip(sym.renderer.classBreaks, classBreakValues, classBreakLabels):
    brk.upperBound = val
    brk.label = label

# Toepassen op laag
lyr.symbology = sym

# Toon 'Geen Data' voor ontbrekende waarden
cim = lyr.getDefinition("V3")
cim.renderer.useDefaultSymbol = True
cim.renderer.defaultLabel = "Geen Data"
lyr.setDefinition(cim)

# Opslaan
p.save()

print("Symbologie correct toegepast met klassen en labeltekst.")

```

Symbologie correct toegepast met klassen en labeltekst.

In []:

Bijlage D Evaluatieformulier

De ontwikkeling van een lokaal klimaatlabelsysteem voor monitoring en evaluatie van klimaatadaptatie

1. Doel en achtergrond van deze workshop

Deze workshop wordt georganiseerd als onderdeel van een masterthesis voor de MSc Watermanagement aan de Technische Universiteit Delft. Het onderzoek richt zich op de ontwikkeling van een lokaal klimaatinformatiesysteem dat de gemeente Kaag en Braassem ondersteunt bij het monitoren en bespreken van haar voortgang op het gebied van klimaatadaptatie.

Het systeem bestaat uit een online dashboard dat per postcodegebied scores toekent (A t/m E) op thema's zoals hitte, wateroverlast en droogte. Daarmee kunnen gebieden eenvoudig worden vergeleken. Het doel is om beleidsmedewerkers beter te ondersteunen bij het herkennen van kwetsbaarheden, kansen en mogelijke maatregelen. De workshop is bedoeld om te onderzoeken in hoeverre het systeem inzicht geeft in de klimaatbestendigheid van postcodegebieden (via de casusopdracht), en in hoeverre u het systeem als bruikbaar beoordeelt (via de individuele evaluatie).

2. Opzet en werkwijze van deze workshop

A. Casus-opdracht in tweetallen

U werkt samen met een collega aan onderstaande stappen. Uw bevindingen noteert u direct op het formulier.

Stap 1 – Kies twee postcodegebieden om te vergelijken

Kies samen twee postcodegebieden in Kaag en Braassem die u interessant vindt om te vergelijken. Dit kunnen bijvoorbeeld een dorpskern en een buitengebied zijn, of juist twee vergelijkbare wijken.

Stap 2 – Analyseer de klimaatlabels per thema

Gebruik het dashboard om te bekijken welke scores (A t/m E) beide gebieden krijgen per indicator binnen elk thema (zoals hitte, wateroverlast, droogte). Noteer per thema:

- Welke scores zien jullie voor de twee gebieden?
- Wat valt op als jullie de scores vergelijken tussen de twee postcodegebieden?
- Wat zegt dit volgens jullie over de klimaatbestendigheid van deze twee gebieden binnen dit thema?

Stap 3 – Vat de belangrijkste inzichten samen

Na de analyse per thema bespreekt u samen het totaalbeeld. Noteer op het notitieblad:

- Wat zijn op hoofdlijnen de verschillen in klimaatbestendigheid tussen de twee postcodegebieden?
- Wat denken jullie dat mogelijke oorzaken zijn voor deze verschillen?
- Wat zouden we als gemeente kunnen of moeten doen met deze inzichten volgens jullie?

Stap 4 – Deel uw inzichten in de groep

Aan het eind van de opdracht wordt elk groepje gevraagd om de gezamenlijke bevindingen kort te delen met de rest van de groep – in de vorm van een korte toelichting van 1 à 2 minuten. Gebruik jullie notities uit stap 3 als basis voor deze korte toelichting. Benoem daarbij in elk geval:

- Welke twee postcodegebieden jullie hebben gekozen, en waarom.
- Wat de belangrijkste verschillen zijn in klimaatbestendigheid tussen deze gebieden.
- Wat volgens jullie mogelijke oorzaken zijn voor deze verschillen.
- Wat de gemeente met deze inzichten zou kunnen of moeten doen.

B. Individuele evaluatie

Na de gezamenlijke terugkoppeling vult u het evaluatieformulier van bijlage B individueel in. U reflecteert daarbij op:

- De mate waarin het systeem u inzicht heeft gegeven (effectiviteit).
- De hoeveelheid moeite die het kostte om dit inzicht te verkrijgen (efficiëntie).
- Uw ervaring met het gebruik van het systeem (tevredenheid).
- De toepasbaarheid van het systeem in uw eigen werkpraktijk (toepasbaarheid).

U kunt afsluiten met eventuele opmerkingen of verbeterpunten. Uw antwoorden worden anoniem verwerkt, tenzij u tijdens het tekenen van de Informed Consent expliciet toestemming hebt gegeven voor vermelding van uw functietitel en/of naam.

Deel A – Casusopdracht in tweetallen

Deelnemer 1: _____ Deelnemer 2: _____

Stap 1 - Kies twee postcodegebieden om te vergelijken

Welke twee postcodegebieden heeft u gekozen om te vergelijken en waarom?

Postcodegebied 1: _____ Postcodegebied 2: _____

Waarom hebben jullie voor deze twee postcodes gekozen?

Stap 2 – Analyseer de klimaatlabels per thema

Gebruik het dashboard om te bekijken welke scores beide gebieden krijgen per indicator binnen elk thema.

Wateroverlast

I. Waterdiepte bij hevige bui

Score postcode 1: _____ Score postcode 2: _____

II. Begaanbaarheid wegen

Score postcode 1: _____ Score postcode 2: _____

III. Kwetsbaarheid panden

Score postcode 1: _____ Score postcode 2: _____

1. Wat valt jullie op bij het vergelijken van de scores tussen de twee postcodegebieden?

2. Wat zegt dit volgens jullie over de klimaatbestendigheid van beide postcodes ten aanzien van wateroverlast?

Hitte

I. Gevoelstemperatuur (PET)

Score postcode 1: _____ Score postcode 2: _____

II. Afstand tot koelte

Score postcode 1: _____ Score postcode 2: _____

III. Schaduw op wandel- en fietspaden

Score postcode 1: _____ Score postcode 2: _____

1. Wat valt jullie op bij het vergelijken van de scores tussen de twee postcodegebieden?

2. Wat zegt dit volgens jullie over de klimaatbestendigheid van beide postcodes ten aanzien van hitte?

Droogte

I. Gemiddelde Laagste Grondwaterstand (GLG)

Score postcode 1: _____ Score postcode 2: _____

II. Risico Paalrot

Score postcode 1: _____ Score postcode 2: _____

1. Wat valt jullie op bij het vergelijken van de scores tussen de twee postcodegebieden?

2. Wat zegt dit volgens jullie over de klimaatbestendigheid van beide postcodes ten aanzien van droogte?

Overstromingen

I. (Maximale) Overstromingsdiepte

Score postcode 1: _____ Score postcode 2: _____

II. (Plaatsgebonden) Overstromingskans

Score postcode 1: _____ Score postcode 2: _____

1. Wat valt jullie op bij het vergelijken van de scores tussen de twee postcodegebieden?

2. Wat zegt dit volgens jullie over de klimaatbestendigheid van beide postcodes ten aanzien van overstromingen?

Bodemdaling

I. Bodemdaling 2020-2050 (Laag)

Score postcode 1: _____ Score postcode 2: _____

II. Bodemdaling 2020-2050 (Hoog)

Score postcode 1: _____ Score postcode 2: _____

1. Wat valt jullie op bij het vergelijken van de scores tussen de twee postcodegebieden?

2. Wat zegt dit volgens jullie over de klimaatbestendigheid van beide postcodes ten aanzien van bodemdaling?

Grondwater

I. Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand (GHG)

Score postcode 1: _____ Score postcode 2: _____

1. Wat valt jullie op bij het vergelijken van de scores tussen de twee postcodegebieden?

2. Wat zegt dit volgens jullie over de klimaatbestendigheid van de postcodes ten aanzien van grondwater?

Biodiversiteit

I. 3-30-300-regel (totaalscore)

Score postcode 1: _____ Score postcode 2: _____

II. Versteende Straten

Score postcode 1: _____ Score postcode 2: _____

III. Versteende Tuinen

Score postcode 1: _____ Score postcode 2: _____

1. Wat valt jullie op bij het vergelijken van de scores tussen de twee postcodegebieden?

2. Wat zegt dit volgens jullie over de klimaatbestendigheid van beide postcodes ten aanzien van biodiversiteit?

I. Risico opwarming oppervlaktewater

Score postcode 1: _____ Score postcode 2: _____

1. Wat valt jullie op bij het vergelijken van de scores tussen de twee postcodegebieden?

2. Wat zegt dit volgens jullie over de klimaatbestendigheid van beide postcodes ten aanzien van waterkwaliteit?

Stap 3 – Vat de belangrijkste inzichten samen

Gebruik onderstaande ruimte om jullie gezamenlijke inzichten samen te vatten. Deze notities helpen om in de groep kort toe te lichten wat jullie opviel, wat daar volgens jullie de oorzaken van zijn en wat de gemeente hiermee zou kunnen of moeten doen.

1. Wat zijn op hoofdlijnen de verschillen in klimaatbestendigheid tussen de twee postcodegebieden?

2. Wat denken jullie dat mogelijke oorzaken zijn voor deze verschillen?

3. Wat zouden we als gemeente kunnen of moeten doen met deze inzichten, volgens jullie?

Stap 4 – Deel uw inzichten in de groep

Zodra alle groepjes klaar zijn, bespreken we de bevindingen gezamenlijk. We lopen hiervoor elk groepje één voor één langs. Gebruik voor jullie toelichting de notities uit stap 3 en houd het kort: ongeveer 1 à 2 minuten.

Benoem daarbij in elk geval:

- Welke twee postcodegebieden jullie hebben gekozen, en waarom.
- Wat de belangrijkste verschillen zijn in klimaatbestendigheid tussen deze gebieden.
- Wat volgens jullie mogelijke oorzaken zijn voor deze verschillen.
- Wat de gemeente met deze inzichten zou kunnen of moeten doen.

Zijn jullie al bij deze stap en is nog niet elk groepje klaar? Ga dan alvast verder met Deel B – Individuele Evaluatie.

Deel B – Individuele Evaluatie

Deelnemer 1: _____

1. Effectiviteit

Wat heeft het systeem u opgeleverd aan inzichten over de klimaatbestendigheid van Kaag en Braassem of van de onderzochte postcodegebieden? In hoeverre heeft het uw inzicht verbeterd?

2. Efficiëntie

Hoe makkelijk of moeilijk was het om dit inzicht te verkrijgen? Welke stappen in dit proces (zoals navigeren, vergelijken, concluderen) kostten volgens u de meeste tijd of moeite?

3. Tevredenheid

Hoe heeft u het werken met het systeem als geheel ervaren? Wat vond u daarbij prettig en wat juist minder prettig? In hoeverre sloot het aan bij uw verwachtingen of wensen? En vond u het gebruik intuïtief?

4. Toepasbaarheid

Ziet u mogelijkheden om het systeem of de informatie eruit te gebruiken in uw eigen werkpraktijk? Waarom wel of niet?

5. Overige opmerkingen

Heeft u nog overige opmerkingen, ideeën of suggesties voor verbetering van het systeem?

Dank u wel voor uw tijd en waardevolle bijdrage aan dit onderzoek!

Deel B – Individuele Evaluatie

Deelnemer 2: _____

1. Effectiviteit

Wat heeft het systeem u opgeleverd aan inzichten over de klimaatbestendigheid van Kaag en Braassem of van de onderzochte postcodegebieden? In hoeverre heeft het uw inzicht verbeterd?

2. Efficiëntie

Hoe makkelijk of moeilijk was het om dit inzicht te verkrijgen? Welke stappen in dit proces (zoals navigeren, vergelijken, concluderen) kostten volgens u de meeste tijd of moeite?

3. Tevredenheid

Hoe heeft u het werken met het systeem als geheel ervaren? Wat vond u daarbij prettig en wat juist minder prettig? In hoeverre sloot het aan bij uw verwachtingen of wensen? En vond u het gebruik intuïtief?

4. Toepasbaarheid

Ziet u mogelijkheden om het systeem of de informatie eruit te gebruiken in uw eigen werkpraktijk? Waarom wel of niet?

5. Overige opmerkingen

Heeft u nog overige opmerkingen, ideeën of suggesties voor verbetering van het systeem?

Dank u wel voor uw tijd en waardevolle bijdrage aan dit onderzoek!