

# NKWK-KBS Monitoring Lokale Klimaatbestendigheid, Fase 2

Pilot indicatoren voor lokale klimaatbestendigheid op basis van bestaande datasets



## **NKWK-KBS Monitoring Lokale Klimaatbestendigheid, Fase 2**

Pilot indicatoren voor lokale klimaatbestendigheid op basis van bestaande datasets

### **Auteur(s)**

Corine ten Velden (Deltares)

Martijn Visser (Deltares)

Edwin van der Strate (Tauw)

Ruben Keizer (Tauw)

Aline te Linde (Sweco)

Jeroen van Eekelen (Sweco)

Arjen Koekoek (Stichting CAS)

Romee Prijden (Stichting CAS)

### **Partners**

Tauw BV, CAPELLE AAN DEN IJSSEL

Sweco, TERNEUZEN

Climate Adaptation Services, BUSSUM

## **NKWK-KBS Monitoring Lokale Klimaatbestendigheid, Fase 2**

Pilot indicatoren voor lokale klimaatbestendigheid op basis van bestaande datasets

Dit rapport is verschenen onder de onderzoekslijn Klimaatbestendige Stad binnen het onderzoeksprogramma Nationaal Kennis- en Innovatieprogramma Water en Klimaat (NKWK KBS).

# Inhoud

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>6</b>
1.1	Achtergrond	6
1.2	Resultaat fase 1	6
1.3	Fase 2	7
<b>2</b>	<b>Werkwijze</b>	<b>9</b>
2.1	Doelgroep	9
2.2	Twee casestudies: gemeente Apeldoorn en gemeente Delft	9
2.3	Aanpak	9
2.4	Klankbordgroep	10
<b>3</b>	<b>Casestudies</b>	<b>11</b>
3.1	Gemeente Apeldoorn	11
3.1.1	Klimaatadaptatie in de gemeente Apeldoorn	11
3.1.2	Behoeftte aan monitoring	12
3.1.3	Indicatoren voor monitoring	13
3.2	Gemeente Delft	16
3.2.1	Klimaatadaptatie in de gemeente Delft	16
3.2.2	Behoeftte aan monitoring	17
3.2.3	Indicatoren voor monitoring	17
<b>4</b>	<b>Indicatoren en data</b>	<b>22</b>
4.1	Indicatoren en databronnen: selectie voor pilot	22
<b>5</b>	<b>Pilot monitoringstool</b>	<b>26</b>
5.1	Beschrijving online tool	26
5.1.1	Werkproces	26
5.1.2	Technische uitwerking	26
<b>6</b>	<b>Evaluatie en conclusies</b>	<b>29</b>
6.1	Evaluatie met de gemeentes	29
6.2	Conclusies	31
6.3	Aanbevelingen en vervolg	32
6.3.1	Extra pilots (één per werkregio)	33
6.3.2	Doorontwikkeling van de tool die er nu ligt	33
6.3.3	Ontwikkeling van een routekaart en inzicht in monitoring en evaluatie	36
6.3.4	Landelijke opschaling	37
<b>Bijlagen</b>	<b>40</b>	
	Bijlage 1 Procesbeschrijving casestudies	41
	Bijlage 2 Klankbordbijeenkomst 1, 9 juni 2020: presentaties	43

Bijlage 3 Klankbordbijeenkomst 1, 9 juni 2020: deelnemende organisaties	44
Bijlage 4 Klankbordbijeenkomst 2, 22 september 2020: presentatie	45
Bijlage 5 Klankbordbijeenkomst 2, 22 september 2020: deelnemende organisaties	46

# 1 Inleiding

## 1.1 Achtergrond

Bij klimaatbeleid zijn een langetermijnvisie en blik op de toekomst van groot belang, maar om concrete stappen te zetten is het belangrijk om te weten waar een stad nu staat: Hoe klimaatbestendig zijn we nu? Welke indicatoren zijn zinvol en gewenst om te monitoren? Actuele vragen die bij veel overheden op verschillende schaalniveaus (rijk, waterschap en gemeenten) spelen.

Het Nationaal Kennis- en Innovatieprogramma Water en Klimaat – Klimaat Bestendige Stad (NKWK-KBS) heeft op basis van een projectentournee een kennisagenda opgesteld. Een van de thema's uit de kennisagenda is 'Data, ICT en monitoring'. Het thema bevat een aantal kennisvragen, waaronder: Hoe destilleer je uit de enorme hoeveelheid beschikbare data zinvolle informatie en systeemkennis? Kunnen we een goed monitoringnetwerk ontwerpen?

In opdracht van NKWK-KBS hebben Deltares, Tauw en Sweco het project monitoring lokale klimaatbestendigheid uitgevoerd met als onderzoeksvraag:

*Welke (combinatie van) data vormen een bruikbare indicator voor de lokale en regionale klimaatbestendigheid in de huidige situatie, t.a.v. regen- en grondwateroverlast, droogte en hitte en tweedelaagsveiligheid (en zullen dus wijzigen na uitvoering van adaptatiemaatregelen of andere veranderingen in de omgeving).*

Het project bestaat uit twee fasen. In fase 1 in 2019 is geïnventariseerd waar gemeenten en waterschappen behoefte aan hebben als het gaat om het monitoren van lokale klimaatbestendigheid. Fase 2 is de pilotfase die is opgestart in 2020, en waarvan dit de verslaglegging is. De nadruk ligt in deze fase op het meten van de huidige mate van klimaatbestendigheid, het inzetten van bestaande datasets en het aansluiten bij bestaande initiatieven.

## 1.2 Resultaat fase 1

Uit de workshops in fase 1 blijkt dat partijen diverse redenen hebben om de lokale klimaatbestendigheid te willen monitoren. Deze redenen kunnen samengevat worden in de volgende punten:

1. Weten hoe het er voor staat  
*Een eerste doel van monitoring is aantonen hoe klimaatbestendig een bepaald gebied of stad op dit moment is. Hoe staan we ervoor, en liggen we op koers? Veranderingen kunnen worden gesignaleerd door meermalige/continue monitoring.*
2. Bestuurlijke verantwoording  
*Gemeenten en waterschappen geven aan dat monitoring kan bijdragen aan de onderbouwing van plannen en het afleggen van verantwoording van tijd en financiën richting bestuur. Liggen we op schema? Door monitoring kan getoond worden waar financiële inzet het meeste effect heeft. Hierdoor kunnen zowel gedane investeringen, als aanvragen voor financiering beter verantwoord worden.*

3. Draagvlak voor maatregelen en financiën bij burgers  
*Naast verantwoording afleggen aan het bestuur geven gemeenten en waterschappen aan dat verantwoording van maatregelen en financiën aan burgers minstens even belangrijk is.*
4. Overtuigen van burgers en partijen om ook zelf actie te ondernemen  
*Doordat monitoring bijdraagt aan het inzichtelijk maken van het effect van de genomen maatregelen, biedt monitoring kansen om als gemeente het juiste voorbeeld te geven. Informeren en het aantonen van de noodzaak van maatregelen zou inwoners moeten overtuigen tot het nemen van actie.*

Daarnaast wordt ook de effectiviteit van maatregelen aangemerkt als een belangrijk punt waar behoefte aan is. Dat is een heel belangrijk onderwerp van onderzoek, maar valt buiten de scope van dit project, omdat onderzoek naar de effectiviteit van maatregelen typisch gedaan wordt met modelstudies, proefopstellingen, etc., terwijl het doel van dit project juist is om de analyse direct te baseren op reeds bestaande datasets.

Naast de doelen zijn de volgende resultaten zijn uit Fase 1 (2019) naar voren gekomen:

- Overzicht van de randvoorwaarden en wensen van de toekomstige gebruikers voor de indicatoren, de te gebruiken data en de analyse- en visualisatie-tools;
- Overzicht van mogelijke indicatoren (per regio) voor de klimaatbestendigheid van de fysieke omgeving;
- Overzicht van mogelijk beschikbare en bruikbare data voor het meten van de indicatoren.

De rapportage van fase 1 is te vinden op de website van NKWK-KBS.<sup>1</sup>

### **Vervolg op fase 1**

In fase 1 is voornamelijk informatie opgehaald. De verkregen inzichten en het overzicht van de bestaande initiatieven zijn als basis voor fase 2 van het project gebruikt.

## **1.3 Fase 2**

### **Doel fase 2**

Het doel van fase 2 is te komen tot de volgende resultaten:

- Uitgewerkte set van indicatoren;
- Tools voor de analyse van de data en visualisatie van de indicatoren;
- Set van indicatoren toegepast op twee casestudies.

### **Afbakening en randvoorwaarden**

Vanuit het projectteam NKWK-KBS is het onderzoek afgebakend en zijn een aantal randvoorwaarden opgenomen:

- Het is een onderzoeksproject;
- Het gaat om een eerste verkenning;
- Het gaat om indicatoren voor de monitoring van klimaatadaptatie in de fysieke omgeving;
- Het gewenste schaalniveau is lokaal/regionaal;
- Er wordt gebruik gemaakt van bestaande data;

---

<sup>1</sup> Website NKWK-KBS: <https://waterenklimaat.nl/nl/onderzoeklijnen/klimaatbestendige-stad/>

Directe link naar rapport Monitoring Lokale Klimaatbestendigheid, fase 1: [https://waterenklimaat.nl/wp-content/uploads/sites/35/2020/04/11204219-010-BGS-0001\\_v0.1-Rapportage-NKWK-KBS-Inventarisatie-monitoring-lokale-klimaatbestendigheid-Fase-1.pdf](https://waterenklimaat.nl/wp-content/uploads/sites/35/2020/04/11204219-010-BGS-0001_v0.1-Rapportage-NKWK-KBS-Inventarisatie-monitoring-lokale-klimaatbestendigheid-Fase-1.pdf)

- Er wordt gebruik gemaakt van “gebruikelijke” en “minder gebruikelijke” databronnen;
- Er wordt aangesloten bij bestaande initiatieven en samengewerkt met “relevante” onderzoekerspartners;
- De professionele gebruikers worden actief bij fase 2 betrokken, zowel bij keuzes als reflectie op concept (eind)resultaat.



## 2 Werkwijze

### 2.1 Doelgroep

Uit fase 1 is gebleken dat de doelgroep (gebruikers) van de set van indicatoren gemeenten, werkregio's, waterschappen en/of provincies (lokaal/regionaal) moeten zijn. Vooral vanuit gemeentes bestaat de wens om inzichtelijk te maken of zij op koers en op schema liggen ten behoeve van: urgentie, verantwoording, voortgang en participatie. Nadere toelichting is te vinden in de rapportage van fase 1.

### 2.2 Twee casestudies: gemeente Apeldoorn en gemeente Delft

In dit project zijn twee casestudies uitgevoerd: gemeente Delft en gemeente Apeldoorn. De betrokken partijen en belangrijkste betrokken personen van fase 2 worden hieronder genoemd.

#### **Gemeente Apeldoorn**

Bernie ter Steege, Stefan van der Hoorn

#### **Gemeente Delft**

Therre van Blerk, Herman Tjesse de Haan, Diny Tubbing, Piet de Dood, Sjaak Clarisse

#### **Deltares**

Didrik Meijer, Martijn Visser, Corine ten Velden

#### **Sweco**

Aline te Linde, Jeroen van Eekelen, Lucas Nieuweboer

#### **Tauw**

Edwin van der Strate, Ruben Keizer

#### **CAS**

Arjen Koekoek, Romee Prijden

#### **Bredere klankbordgroep**

Gedurende het project is de voortgang twee keer besproken met mogelijke eindgebruikers en vertegenwoordigers van andere geïnteresseerde partijen (zie 2.4). Voor een lijst van deelnemers aan de twee klankbordsessies, zie Bijlage 3 Klankbordbijeenkomst 1, 9 juni 2020: deelnemende organisaties en Bijlage 5 Klankbordbijeenkomst 2, 22 september 2020: deelnemende organisaties.

### 2.3 Aanpak

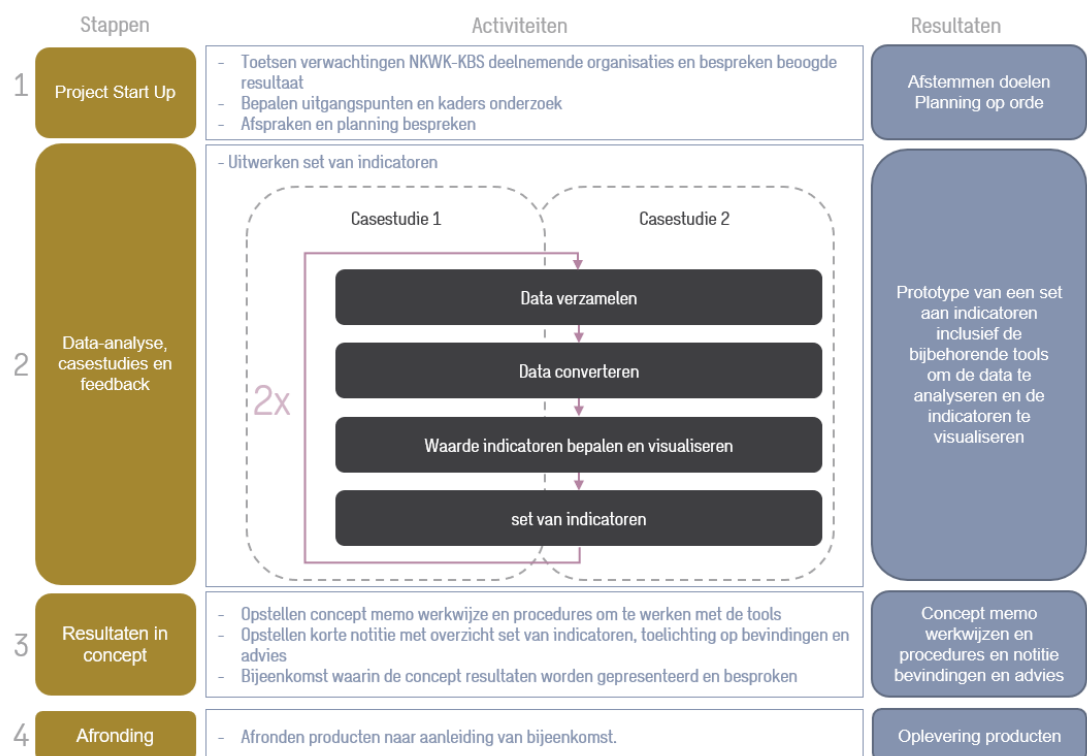
In fase 2 hebben wij samen met de gemeenten een selectie van indicatoren gemaakt voor hun gebied, uit de brede inventarisatie van indicatoren uit fase 1. Hierbij staat de directe betrokkenheid van, en het nut voor eindgebruikers voorop. Samen met de gemeenten hebben we deze indicatoren uitgewerkt. Het resultaat is een voorbeeld van een indicatorenset voor lokale klimaatbestendigheid inclusief een prototype van een online tool om de data te analyseren en de indicatoren te visualiseren.

Nadat de twee pilotgemeentes waren uitgekozen, is samen met de gemeentes het doel van de monitoring bepaald en is een selectie gemaakt van de mogelijke indicatoren inclusief de bijbehorende databronnen.

Hierbij waren zowel vertegenwoordigers van de gemeente betrokken op het gebied van klimaatbeleid, als dataspecialisten. Het gevolgde proces is weergegeven in Figuur 2.1. Binnen het projectteam is de volgende rolverdeling gehanteerd:

- Deltares: coördinatie van het project en overleggen, leidende rol data-analyse, maken van de monitoringstool, verslaglegging, project management;
- Tauw: coördinatie casestudy gemeente Apeldoorn: afstemming, dataverzameling, evaluatie, verslaglegging;
- Sweco: coördinatie casestudy gemeente Delft: afstemming, dataverzameling, evaluatie, verslaglegging;
- CAS: ondersteuning dataverzameling, verslaglegging.

Een gedetailleerde procesbeschrijving per casestudy is opgenomen in Bijlage 1 Procesbeschrijving casestudies.



Figuur 2.1 Schematisch overzicht van het werkproces voor fase 2

## 2.4 Klankbordgroep

Tijdens het project zijn twee klankbordbijeenkomsten georganiseerd, met een brede en gevarieerde groep van mogelijke eindgebruikers (gemeentes, waterschappen) en vertegenwoordigers van verschillende andere geïnteresseerde partijen (WVL, Waternet, Rioned, provincies, bureaus).

Zie Bijlage 3 voor een lijst van de deelnemende organisaties aan de eerste klankbordbijeenkomst, op 9 juni 2020 (online meeting).

Zie Bijlage 5 voor een lijst van de deelnemende organisaties aan de tweede klankbordbijeenkomst, op 22 september 2020 (online meeting).

## 3 Casestudies

### 3.1 Gemeente Apeldoorn

#### 3.1.1 **Klimaatadaptatie in de gemeente Apeldoorn**

Klimaatadaptatie is in de ogen van de gemeente Apeldoorn een heel breed begrip, maar aanpassen aan het veranderende klimaat is noodzakelijk. De gemeente Apeldoorn omschrijft zich als een zeer groene gemeente, waar in de omgevingsvisie en de binnenstadvisie stevig wordt ingezet op het thema klimaatadaptatie. Daarbij is ook aandacht voor de verwachte groei van de gemeente en de stad Apeldoorn, de bevolkingsdichtheden in de stad worden hoger en er ligt een grote woningbouwopgave. Dit heeft impact op het fysieke domein en de inrichting van de openbare ruimte en dus ook op de klimaatadaptatiestrategie. Echter, deze ontwikkelingen bieden ook meekoppelkansen. Speerpunt van de gemeente: de (uitbreidende) stad leefbaar houden bij een veranderend klimaat!

Daarom is het belangrijk om te weten wat de impact van het veranderende klimaat op de stad Apeldoorn is, en nog belangrijker: welk handelingsperspectief heeft Apeldoorn om hittestress te beperken en de wateroverlast bij piekbuien te beperken? Om de impact en het handelingsperspectief in kaart te brengen en klimaatadaptatie te borgen in beleid heeft de gemeente Apeldoorn de volgende onderzoeken uitgevoerd:

#### *Stresstesten*

- Hittestress is in kaart gebracht
- Gedetailleerde loopafstand-tot-koelte-analyses zijn uitgevoerd
- Wateroverlastgebieden zijn in kaart gebracht
- Klimaatatlas Apeldoorn is online en wordt regelmatig geüpdatet met de laatste inzichten

#### *Beleid*

- Klimaat- en natuurinclusief bouwen: de gemeente is bezig om dit vorm te geven en deze ontwikkeling te toetsen (ook in relatie tot biodiversiteit).
- Oude wijken in de stad revitaliseren: deze wijken krijgen al een plek in het proces omtrent klimaatadaptatie. Revitaliseringsprojecten zijn interessant in de context van klimaatadaptatie.

#### *Monitoring & evaluatie*

- Opzetten van een klimaatstraat: in enkele straten zijn meetkasten geplaatst (onder de boom, in de zon, duo-opstellingen). Deze meetkasten monitoren *effecten* van klimaatverandering in deze straten (o.a. fijnstof, luchtvochtigheid, temperatuur, wind, etc.) en worden mogelijk ook gekoppeld aan belevings- en economische aspecten.

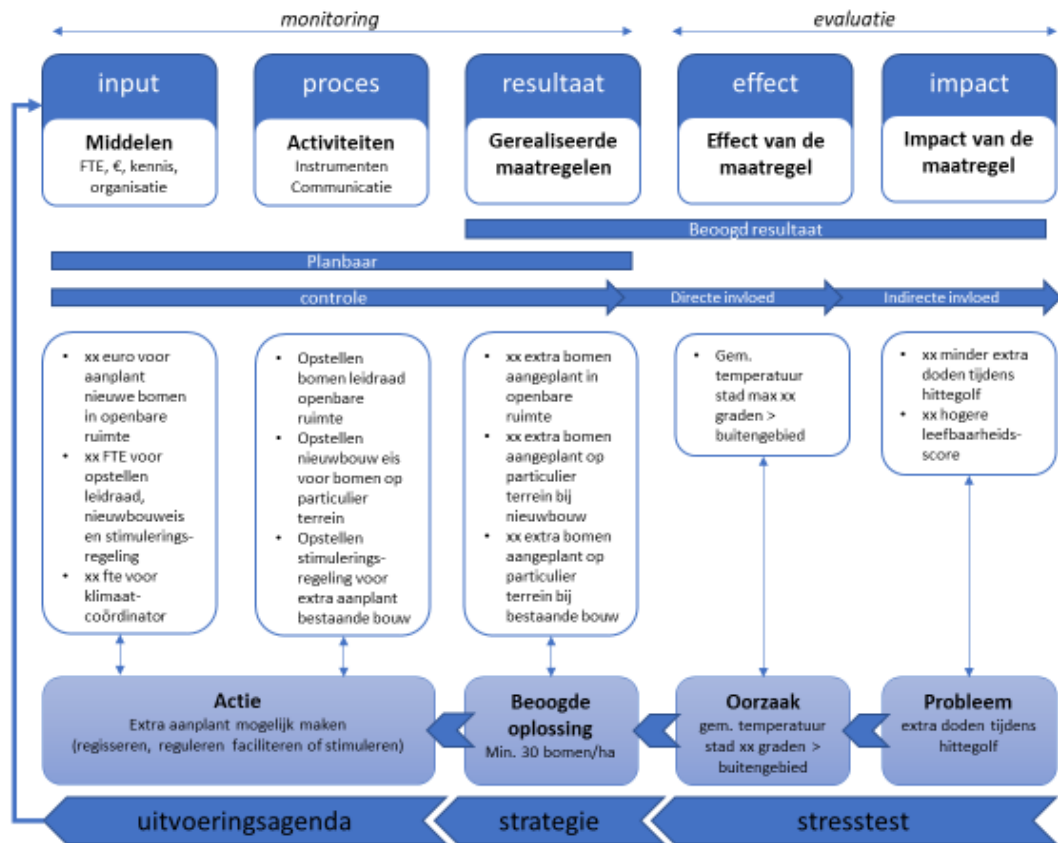
#### *Klimaatadaptatieve ambities*

- De gemeente Apeldoorn wil in staat zijn om extremere buien op te vangen. Daarvoor is de hoeveelheid af te koppelen hectare bepaald en zijn de kosten begroot.
- De gemeente Apeldoorn zet de komende vier jaar in op vergroenen waar dat mogelijk is. Zowel in eigen projecten (meekoppelen) als in andere projecten.
- De gemeente Apeldoorn heeft nog geen concrete doelen/ambities gesteld op het gebied van klimaatadaptatie; dit traject loopt nog.

### 3.1.2 Behoefte aan monitoring

Het doel van de gemeente Apeldoorn is om in 2050 klimaatrobust te zijn – dat is het ambitieniveau. Vandaaruit geeft de gemeente aan dat het doel voor monitoring is om vanuit het beleidsperspectief te kijken naar de fysieke leefomgeving en die te koppelen aan het sociale aspect (leefbaarheid). Hoe houd je als gemeente de stad leefbaar richting 2050 in een veranderend klimaat (op de thema's hitte, wateroverlast en droogte)?

Vervolgens wil de gemeente voor die lange periode tot 2050 tussentijdse mijlpalen hebben om te evalueren of ze op de goede weg zitten. Er is dus een wens om de voortgang van het klimaatadaptatiebeleid te monitoren. In Figuur 3.1 is dat weergegeven voor een maatregel die genomen wordt om hitte-effecten in de stad tegen te gaan. Het probleem is een toename van het aantal sterfgevallen tijdens hete periodes. De oorzaak zijn hittegolven en een toename van het stedelijk hitte-eilandeffect. De strategie om dat tegen te gaan is het planten van meer bomen die zorgen voor schaduw en die de temperatuur verlagen. Dat uit zich in activiteiten zoals bijvoorbeeld een stimuleringsregeling voor bedrijven en inwoners om meer bomen te planten en aanpassing van de leidraad inrichting openbare ruimte en nieuwbouweis, maar ook in het vrijmaken van benodigde middelen zoals het aanstellen van een coördinator groen en klimaat en het vrijmaken van investeringsbudget om de aanplant van bomen te financieren. In de figuur is op de bovenste 'balk' te zien op welke wijze de hierboven beschreven acties gemonitord en geëvalueerd kunnen worden. Daarnaast ziet de gemeente monitoring ook als een instrument om klimaatbeleid vorm te geven in de organisatie en intern en extern uit te dragen.



Figuur 3.1 Voorbeeld monitoring tegengaan hitte in de gemeente

Daarnaast heeft de gemeente Apeldoorn de behoefte om te onderzoeken hoe een grote hoeveelheid data (zowel landelijke als gemeente-specifieke data) vertaald kan worden naar een set van indicatoren die gericht zijn op de leefbaarheid. Er is veel 'zachte data' beschikbaar, maar het is nog onduidelijk hoe die ingezet kan worden als indicator.

#### **Doelgroep:**

1. De bewoners van Apeldoorn;
2. Het bestuur en collega's (gehele organisatie).

Integraal, vakoverstijgend samenwerken is het doel in het kader van klimaatadaptatie, maar dat is in de praktijk lastig. De intentie is aanwezig, maar vaak wordt niet doorgezet. De monitoringstool moet collega's dezelfde inzichten meegeven. Daarnaast is het voor het bestuur een manier om de vinger aan de pols te houden; wordt het geld goed besteed en halen we de leefbaarheidsdoelen die we onszelf gesteld hebben? Uiteindelijk kan dit naar de burger gecommuniceerd worden.

**Ruimtelijke resolutie:** De gemeente wil kunnen monitoren op buurt- of wijkniveau. Dat is een vrij gangbaar detailniveau, en het sluit daarnaast aan bij andere monitoringsinitiatieven. Ook is data vaak geaggregeerd naar buurt- en/of wijkniveau.

**Temporele resolutie:** De gemeente wil jaarlijks kunnen monitoren mits de ontsloten data binnen dit traject jaarlijks geactualiseerd kan worden.

**Eindproduct:** De gemeente kan niet goed inschatten hoe het eindproduct, de monitoringstool, er uit moet komen te zien. Het proces richting een dergelijke tool is daarom ook een eindproduct.

### **3.1.3 Indicatoren voor monitoring**

Samen met de gemeente is een lijst met indicatoren opgesteld die gebruikt kan worden voor het monitoren van de uitvoering van adaptatiemaatregelen om de stad de leefbaar te houden in een veranderend klimaat. Deze indicatoren zijn geselecteerd op basis van het overzicht van mogelijke indicatoren uit fase 1 van dit project. Onderstaande tabellen geven per klimaatthema de eerste selectie weer. Daarnaast is beschreven waarom bepaalde indicatoren uiteindelijk wel/niet zijn meegenomen in de tool.

#### **Hitte**

Voor het thema hitte is de keuze van indicatoren onder andere gebaseerd op de richtlijnen die volgen uit de publicatie 'De Hittebestendige Stad'. Deze publicatie is het resultaat van een onderzoek van onder andere de Hogeschool van Amsterdam en Tauw naar richtlijnen die de leefbaarheid in de stad moeten vergroten tijdens een hete dag/periode. Door indicatoren te kiezen die aansluiten bij deze ontwerprichtlijnen geeft het de gemeente inzicht in de leefbaarheid van de stad ten tijde van hitte. Immers, de stad kan onder andere 'leefbaar' worden gehouden door voldoende koele plekken te creëren. Dat staat in nauw verband met het groenvolume, de schaduwwerking door gebouwen en voornamelijk bomen, en de bereikbaarheid van deze plekken. De indicatoren geven daarmee ook een handelingsperspectief op het moment dat de stad nog niet voldoende leefbaar is tijdens zo'n hitte-event. Dus niet alleen kijkend naar waar het heet is in de stad en hoe die temperatuur over de jaren verandert (gevoelstemperatuur en nachthitte), maar juist ook kijkend naar de inrichting van de openbare ruimte op een hittebestendige manier.

Dit komt terug in de indicatoren in onderstaande tabel.

Tabel 3.1 Gewenste hitte-indicatoren gemeente Apeldoorn

Thema	Type indicator	Indicator	Verwerkt in tool?	Toelichting/Discussie
Hitte	Gevolg	Gevoelstemperatuur op een hete zomerdag [°C]	Ja	Deze kaart uit de Klimaateffectatlas (KEA) geeft inzicht in lokale verschillen in gevoelstemperatuur op een hete dag. (NB. De gemeente Apeldoorn heeft door Tauw ook een lokale hittestresstest uit laten voeren, maar i.v.m. reproduceerbaarheid en beperkte tijd en budget is de kaart uit de KEA opgenomen.)
		Aantal hete nachten per jaar (T > 20 °C) [#]	Ja	Opgenomen in de tool als 'hittestress door warme nachten'. Deze kaart uit de Klimaateffectatlas is verwerkt en geeft inzicht in het stedelijk hitte-eilandeffect in de gemeente.
		Hitte-gerelateerde klachten/meldingen per wijk/buurt [#]	Nee	Meldingen uit het meldingenbestand van de gemeente Apeldoorn konden niet worden gebruikt om iets te zeggen over hittestress, omdat dit niet als categorie wordt opgenomen in de meldingen.
	Handeling	Loopafstand tot koelte [min]	Ja	De gemeente Apeldoorn heeft door Tauw een gedetailleerde analyse uit laten voeren. Deze is opgenomen in de tool.
		Fractie groen in buurt [%]	Ja	Deze kaart uit de Klimaateffectatlas (KEA) geeft inzicht in de fractie groen per buurt. (NB. De gemeente Apeldoorn heeft door Cobra ook een analyse uit laten voeren om het % groen per buurt te meten, maar i.v.m. reproduceerbaarheid en beperkte tijd en budget is de kaart uit de KEA opgenomen.)
		Fractie schaduw bij hoogste zonnestand	Ja	Op basis van de AHN en schaduwberekeningen hebben we deze indicator toegevoegd. De indicator is gebaseerd op schaduwberekeningen op het moment van de hoogste zonnestand van het jaar.

#### *Toekomstig interessante indicatoren*

De koppeling tussen de buitentemperatuur en de binnentemperatuur is zeer interessant. De overheid houdt niet op bij de voordeur, ook in bouwbesluiten is al het één en ander opgenomen omtrent klimaatregeling binnenskamers. Dit zou in de toekomst een welkome toevoeging zijn in de monitoringstool. Van daaruit zou aan woningeigenaren en woningbouwcorporaties op basis van data omtrent bouwjaar, huiskarakteristieken (aantal ramen, isolatie, oriëntatie) en zonwering een indicatie gegeven kunnen worden waar de binnentemperatuur op peil gebracht moet worden.

#### **Wateroverlast**

Voor wateroverlast is de keuze voor indicatoren gebaseerd op het Gemeentelijk Rioleringsplan (GRP) 2016-2020 van de gemeente Apeldoorn.

Dit komt terug in de indicatoren in onderstaande tabel.

Tabel 3.2 Gewenste wateroverlastindicatoren gemeente Apeldoorn

Thema	Type indicator	Indicator	Verwerkt in tool?	Toelichting/Discussie
Water-overlast	Gevolg	Verschil Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG) en maaiveld [m]	Ja	Deze kaart uit het Landelijk Hydrologisch Model (LHM) geeft een indicatie van mogelijke wateroverlast door hoge grondwaterstanden. (NB. Deze indicator is eventueel ook te berekenen op basis van gemeentelijke peilbuisdata, maar i.v.m. reproduceerbaarheid en beperkte tijd en budget is de kaart uit het LHM opgenomen.)
		Wateroverlast-gerelateerde klachten/meldingen [#]	Ja	Meldingen uit het meldingen bestand van de gemeente Apeldoorn zijn gefilterd op wateroverlast-gerelateerde meldingen/klachten.
		Boomkronen boven verhard oppervlak [#/%]	Nee	Uit modelstudies van de gemeente Apeldoorn blijkt het effect van interceptie verwaarloosbaar bij extreme neerslaggebeurtenissen
	Handeling	Fractie oppervlak verhard/onverhard [%]	Nee	Door inzicht te geven in de fractie verhard/onverhard oppervlak krijgt de gemeente inzicht in waar water kan infiltreren tijdens en na hevige regenbuien. Echter voor de gemeente Apeldoorn is gekozen om te kijken naar afgekoppelde oppervlakken en infiltratievoorzieningen.
		Fractie afgekoppeld oppervlak [%]	Ja	De gemeente Apeldoorn heeft als doel om elk jaar een bepaald aantal ha af te koppelen. Deze maatregel is begroot en is tevens goed in kaart gebracht.
		Infiltratieriool [m/ha]	Ja	De gemeente Apeldoorn legt in diverse gebieden IT-riolen aan om wateroverlast te verminderen. Tevens wordt het water op deze wijze langer vastgehouden.

### Droogte

Het thema droogte komt terug in de indicatoren in onderstaande tabel.

Tabel 3.3 Gewenste droogte-indicatoren gemeente Apeldoorn

Thema	Type indicator	Indicator	Verwerkt in tool?	Toelichting/Discussie
Droogte	Gevolg	Verskil Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) en maaiveld [m]	Ja	Deze kaart uit het Landelijk Hydrologisch Model (LHM) geeft een indicatie van mogelijke uitdroging van de bodem door het diep wegzakken van het grondwater. (NB. Deze indicator is eventueel ook te berekenen op basis van gemeentelijke peilbuisdata, maar i.v.m. reproduceerbaarheid en beperkte tijd en budget is de kaart uit het LHM opgenomen.)
		Kleur van bladeren. NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) [index]	Ja	Het verschil in groenheid tussen droge en natte jaren geeft een indicatie van hoe gevoelig vegetatie is voor droogte.
		Aantal dode bomen [#]	Nee	Uit het gemeentelijke bomenbestand is niet te destilleren of bomen sterven door klimaatgerelateerde problemen.
		Bronnen van natuur- en bermbranden [#]	Nee	Uit beschikbare informatie is niet te destilleren waar bronnen van natuur- en/of bermbranden zich bevonden.
		Klachten droogval solitaire vijvers	Nee	Meldingen uit het meldingenbestand van de gemeente Apeldoorn konden niet worden gebruikt om iets te zeggen over droogte, omdat dit niet als categorie wordt opgenomen in de meldingen.
	Handeling	Infiltratieriool [m/ha]	Ja	De gemeente Apeldoorn legt in diverse gebieden IT-riolen aan om het water op deze wijze langer vast te houden. Tevens kan dit wateroverlast verminderen.

## 3.2 Gemeente Delft

### 3.2.1 Klimaatadaptatie in de gemeente Delft

De gemeente Delft heeft in 2019 een klimaatadaptatiestrategie vastgesteld. Het doel van deze strategie is om een klimaatadaptieve inrichting van de gemeente Delft te realiseren en meerwaarde te creëren voor bewoners en bezoekers op het gebied van een leefbare en aantrekkelijke stad. Uit de dialogen rondom de stresstesten, ambitie en strategie is de agenda klimaatadaptatie tot stand gekomen. De doelstellingen hierin zijn:

- 1. Een veerkrachtig systeem met maximale sponswerking.** Regenwater moet zoveel mogelijk vastgehouden worden op de plek waar het valt. In het ideale geval houdt Delft tijdens de natte wintermaanden en hevige zomerbuien genoeg water vast om te compenseren voor het tekort in de zomer.
- 2. Geen toename van hittestress.** Het stedelijk hitte-eilandeffect mag niet verder toenemen in de gemeente Delft zodat de stad ook bij stijgende toekomstige temperaturen een aantrekkelijke plek blijft.
- 3. Gezamenlijke aanpak (participatie).** Meer dan 50% van het oppervlak van de gemeente Delft is in privaat bezit. Delft wil bewoners en bedrijven betrekken bij het klimaatadaptief maken van de stad.

Op basis van de bovenstaande doelstellingen is de gemeente Delft aan de slag gegaan met acties op het gebied van klimaatadaptatie. Klimaatadaptieve maatregelen worden zoveel mogelijk meegenomen bij onderhoud en herontwikkeling.



Waar op korte termijn onaanvaardbare situaties opgelost moeten worden en niet meegekoppeld kunnen worden, worden aparte klimaatadaptatiemaatregelen genomen.

### 3.2.2 **Behoefte aan monitoring**

De gemeente geeft aan graag meer te willen meten op de drie doelstellingen zodat ze beter kunnen sturen op klimaatadaptatieve investeringen. Er is in eerste instantie behoefte aan inzicht in de huidige stand van zaken op het gebied van de drie doelstellingen. Daarnaast wil de gemeente graag weten hoe de situatie verandert over de jaren terwijl klimaatadaptatiemaatregelen worden uitgevoerd. Op deze manier moet het effect van maatregelen duidelijk worden en kan de gemeente de voortgang op de klimaatadaptatiedoelstellingen monitoren.

De gemeente Delft heeft dus behoefte aan een tool die gebruikt kan worden voor **monitoring** van de bovenstaande drie doelstellingen. Uit gesprekken met de gemeente hebben we de volgende informatie opgehaald over de uitgangspunten en wensen waar deze tool aan zou moeten voldoen:

**Gebruikers:** De monitoringstool moet worden ontwikkeld voor beleidsambtenaren van de gemeente die op basis hiervan de juiste informatie kunnen verzamelen voor communicatie richting bewoners/ondernemers en de gemeenteraad.

**Thema's:** De klimaatthema's die terugkomen in de drie doelstellingen waarop de gemeente Delft wil monitoren zijn wateroverlast, droogte en hittestress. Voor al deze thema's moet worden gekeken naar de stand van zaken op zowel publiek als privaat terrein.

**Ruimtelijke resolutie:** De gemeente wil graag kunnen monitoren op buurt- of wijkniveau.

**Temporele resolutie:** De gemeente wil graag jaarlijks kunnen monitoren.

**Hoe moet de tool eruit zien?** De gemeente wil graag kaarten zien, deze kunnen ook gebruikt worden voor communicatie naar bewoners. Tabellen en grafieken zijn wat minder bruikbaar voor breder gebruik dan alleen binnen de ambtelijke organisatie. Daarnaast geeft de gemeente aan dat de uitbreidbaarheid van de tool belangrijk is. Nieuwe parameters moeten kunnen worden toegevoegd

### 3.2.3 **Indicatoren voor monitoring**

In nauwe samenwerking met de gemeente is een lijst met indicatoren opgesteld die gebruikt kan worden om monitoring van klimaatadaptatiedoelstellingen mogelijk te maken. Deze indicatoren zijn geselecteerd op basis van het overzicht van mogelijke indicatoren uit fase 1 van dit project. We onderscheiden hierbij indicatoren die het gevolg van klimaatverandering meten ('gevolg-indicatoren') en indicatoren die de implementatie van maatregelen meten ('handeling-indicatoren'). Onderstaande tabel geeft de eerste selectie aan indicatoren waar de samen met de gemeente Delft gemaakt is en beschrijft waarom bepaalde indicatoren uiteindelijk wel/niet zijn meegenomen in de tool.

In onderstaande tabellen worden de indicatoren per doelstelling toegelicht.

## Doelstelling: Stad als spons

Tabel 3.4 Gewenste wateroverlastindicatoren gemeente Delft

Thema	Type indicator	Indicator	Verwerkt in tool?	Toelichting/Discussie
Water-overlast	Gevolg	Vershil Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG) en maaiveld [m]	Ja	Deze kaart uit het Landelijk Hydrologisch Model (LHM) geeft een indicatie van mogelijke wateroverlast door hoge grondwaterstanden. (NB. Deze indicator is eventueel ook te berekenen op basis van gemeentelijke peilbuisdata, maar i.v.m. reproduceerbaarheid en beperkte tijd en budget is de kaart uit het LHM opgenomen.)
		Wateroverlast-gerelateerde klachten/meldingen [#]	Ja	Bij de gemeente is een bestand met meldingen gerelateerd aan klachten/meldingen die we verwerkt hebben in de tool. Het blijft echter wel onduidelijk of wateroverlast niet is ontstaan door bijvoorbeeld een verstopte kolk, gesprongen leiding, etc. Het opnemen van een eventuele extra aanduiding/verfijning hiervan in de meldingen is te overwegen.
		Wateroverlast: stresstest	Ja	De resultaten van de klimaatstresstest van de gemeente Delft zijn in de tool opgenomen.
	-	Neerslagdata (om naast meldingen te leggen) [mm]	Nee	Radardata met piekintensiteiten was niet eenvoudig beschikbaar, en i.v.m. beperkte tijd en budget is gefocust op gevolg- en handeling-indicatoren.
	Handeling	Fractie oppervlak verhard/onverhard [%]	Ja	Door inzicht te geven in de fractie verhard/onverhard oppervlak krijgt de gemeente inzicht in waar water kan infiltreren tijdens en na hevige regenbuien.
		Sponsindex [mm] of [m <sup>3</sup> ]	Nee	De sponsindex moet een indicatie geven van de hoeveelheid water die wordt vastgehouden in de stad. Binnen deze opdracht zijn we tot de conclusie gekomen dat hiervoor een soort waterbalans moet worden opgesteld om allerlei bestaande informatie te combineren. Dit valt niet binnen dit onderzoek.
		Capaciteit waterberging [m <sup>3</sup> ] -volume wadi -volume oppervlaktewater -volume riool -volume wateropvangkratten	Nee	Er is te weinig data beschikbaar om deze indicator goed te kunnen meenemen.

Tabel 3.5 Gewenste droogte-indicatoren gemeente Delft

Thema	Type indicator	Indicator	Verwerkt in tool?	Toelichting/Discussie
Droogte	Gevolg	Verschil Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) en maaiveld [m]	Ja	Deze kaart uit het Landelijk Hydrologisch Model (LHM) geeft een indicatie van mogelijke uitdroging van de bodem door het diep wegzakken van het grondwater. (NB. Deze indicator is eventueel ook te berekenen op basis van gemeentelijke peilbuisdata, maar i.v.m. reproduceerbaarheid en beperkte tijd en budget is de kaart uit het LHM opgenomen.)
		Kleur van bladeren. NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) [index]	Ja	Het verschil in groenheid tussen droge en natte jaren geeft een indicatie van hoe gevoelig vegetatie is voor droogte.
		Aantal dode bomen [#]	Nee	Uit het gemeentelijke bomenbestand is niet te destilleren of bomen sterven door klimaatgerelateerde problemen.
		Waterbergend vermogen bodem [m <sup>3</sup> ]	Nee	De Atlas Natuurlijk Kapitaal heeft een kaart die het waterbergend vermogen van de bodem weergeeft. Uiteindelijk hebben we deze indicator niet meegenomen omdat de kaart niet veel toegevoegde waarde levert ten opzichte van de grondwaterindicatoren.
	Handeling	Fractie van de buurt waar water stroomt naar infiltratieplek [%]	Nee	Om deze indicatoren te visualiseren zijn erg gedetailleerde stroombaankaarten nodig in combinatie met informatie die de locatie van de infiltratieplekken weergeeft. Dit is niet beschikbaar waardoor we deze indicator niet hebben meegenomen.

## Doelstelling: Hittestress mag niet toenemen

Tabel 3.6 Gewenste hitte-indicatoren gemeente Delft

Thema	Type indicator	Indicator	Verwerkt in tool?	Toelichting/Discussie
Hitte	Gevolg	Gevoelstemperatuur op hete zomerdag [°C]	Ja	De gevoelstemperatuurkaart uit de Klimateffectatlas is verwerkt in de tool en geeft inzicht in lokale verschillen in gevoelstemperatuur op een warme dag.
		Aantal hete nachten per jaar (T > 20 °C) [#]	Ja	Deze kaart uit de Klimateffectatlas is verwerkt en geeft inzicht in het stedelijk hitte-eilandeffect in de gemeente.
		Aantal sterfgevallen op hete zomerdag [#]	Nee	CBS heeft sterftecijfers beschikbaar per gemeente. Op gemeentelijke niveau wordt de data niet verder onderverdeeld waardoor de stap naar buurniveau en de vertaling naar buurtkenmerken niet goed te maken is. We kunnen op basis van de beschikbare data het effect van klimaatadaptatie op het aantal sterfgevallen bij hitte dus niet goed laten zien.
		Ziekenhuisopnamen op hete zomerdag [#]	Nee	Het achterhalen van deze data is lastig. De gemeente heeft geen toegang tot deze data en door verwachte problemen op het gebied van privacy zijn we niet verder achter deze data aangegaan.
	Handeling	Loopafstand tot koelte [m]	Nee	De gemeente Delft heeft data beschikbaar uit de klimaatstresstest die de afstand tot koelte laat zien. Deze data heeft echter een ander formaat en andere eenheden dan de data die al is gebruikt voor de indicator voor Apeldoorn (niet vergelijkbaar), en i.v.m. beperkte tijd en budget is gekozen om op dit moment één van de twee typen data te verwerken in de tool.
		Fractie buurt met albedo > .... [%]	Nee	Delft vindt dit een interessante indicator die wat zegt over klimaatadaptiviteit, en die kan in een vervolgfase worden meegenomen (in de huidige fase konden we een beperkte selectie meenemen).
		Fractie groen in buurt [%] Geclassificeerd naar type en kwaliteit groen	Ja	De Klimateffectatlas heeft een kaart beschikbaar met het % groen per buurt. Deze hebben we verwerkt in de tool. Voor de gemeente is het van belang inzichtelijk te hebben wat voor type groen dan waar staat (dus bomen, gras, stuiken) maar dit valt buiten de scope van dit project.
		Fractie schaduw bij hoogste zonnestand	Nee	In plaats van deze indicator is de hoeveelheid zoninstraling meegenomen (zie onder).
		Zoninstraling op de warmste dag op fiets- en voetpaden	Ja	Zoninstraling op de warmste dag op fiets- en voetpaden, over een periode van 8 uur.

### Doelstelling: Participatie

In het kader van participatie van bewoners en bedrijven in het klimaatadaptief maken van de stad, wil de gemeente graag specifiek monitoren hoe het gaat met bepaalde klimaatadaptatie-indicatoren *op privaat gebied*.

Dit geeft de voortgang aan die wordt geboekt door bewoners en bedrijven op hun eigen terrein, en wordt daarom door de gemeente gezien als indicator voor participatie.

Tabel 3.7 Gewenste participatie-indicatoren gemeente Delft

Thema	Type indicator	Indicator	Verwerkt in tool?	Toelichting/Discussie
Participatie	Handeling	Fractie oppervlak verhard/onverhard <b>op privaat gebied</b> [%]	Nee	
		Waterbergend vermogen bodem <b>op privaat gebied</b> [m <sup>3</sup> ]	Nee	
		Fractie van <b>privaat gebied</b> wat in de schaduw ligt [%]	Nee	
		Fractie groen <b>op privaat gebied</b> [%] → NDVI	Ja	De gemeente Delft geeft aan deze indicator interessant te vinden. De kaart % groen per buurt uit de Klimateffectatlas is niet geschikt om de vertaling naar privaat gebied te maken. In plaats daarvan is de NDVI als basis genomen om wat te kunnen zeggen over het percentage groen op privaat gebied.

## 4 Indicatoren en data

### 4.1 Indicatoren en databronnen: selectie voor pilot

Op basis van de behoeften van de twee pilotgemeentes, beschikbare data, technische mogelijkheden, beschikbaar budget en feedback uit de klankbordgroep is gekozen voor een selectie van indicatoren, weergegeven in onderstaande tabel. Deze indicatoren zijn verwerkt in de online monitoringstool. Deze selectie is een eerste aanzet; de tool met de selectie van indicatoren dient als testset voor het uitproberen van deze vorm van monitoring en als input voor discussie. Per indicator wordt ook het klimaatthema, type indicator (gevolg/handeling), naam in de online tool, de databronnen die zijn gebruikt en databewerkingen weergegeven. Om de tool te kunnen reproduceren is het noodzakelijk om te weten wat de versie is en wanneer de databron geraadpleegd is. Dit staat tussen haakjes achter de gebruikte databron.

Tabel 4.1 Overzicht opgenomen indicatoren in de monitoringstool

Thema	Type indicator	Indicator	Naam in de tool	Apeldoorn	Delft	Data	Wat zien we in de tool? / berekeningen
Water-overlast	Gevolg	Verschil Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand (GHG) en maaiveld [m]	Gemiddelde hoogste grondwaterstand [m -mv]	X	X	Landelijk Hydrologisch Model (LHM) 3.4 historische + forecast run voor 2020 gedaan op 2020-06-30	Een GHG raster op 250 meter resolutie, gemiddeld per buurt.
		Meldingen: # wateroverlast-gerelateerde klachten/meldingen	Aantal meldingen wateroverlast	X	X	Gemeentebestanden met wateroverlastmeldingen (2020)	Het aantal meldingen van wateroverlast over de gehele beschikbare periode, voor Delft van 2019-06-19 t/m 2020-07-04, voor Apeldoorn van 2018-03-06 t/m 2020-09-02 (NB. in een verdere uitwerking van de tool kan dit worden gedesaggregeerd naar de monitoringperiode, bijv. per kalenderjaar). Voor Apeldoorn is met een <i>geocoder</i> een XY locatie opgezocht bij de straatnaam en plaats, om vervolgens per buurt het aantal meldingen op te tellen.
		Stresstest wateroverlast	Fractie 10cm+ water op straat 60mm bui		X	Resultaten klimaatstresstest gemeente Delft (2019)	Het raster van waterdiepte op straat na een bui van 60 mm/u (uitkomst stresstest – modelberekening) is als invoer genomen. Hieruit is een <i>boolean grid</i> (True/False) gemaakt met alleen alle cellen waar 10 centimeter of meer water op straat stond. Het aantal cellen hiervan per buurt is gedeeld door het totale aantal cellen per buurt om een fractiekaart te maken die onafhankelijk is van de grootte van de buurt.

	<b>Handeling</b>	Fractie verhard oppervlak	Fractie verhard oppervlak		X	Luchtfoto's/BGT (2020)	Met de BGT is de openbare verharding bepaald (panden, wegen en overige verharde oppervlakten). Particuliere verharding is met gebruik van de infraroodluchtfoto bepaald. Op basis van de laag 'erf' uit de BAG zijn de tuinen geselecteerd. Vervolgens is gekeken werk deel groen is (NDVI>0.16); het overige deel bestaat dus uit verharding. Vervolgens is de fractie verhard oppervlak berekend.
		Fractie afgekoppeld oppervlak	Fractie afgekoppeld oppervlak	X		Gemeentebestand met afgekoppeld oppervlak per postcodegebied (GBI, gemeente Apeldoorn, juni 2020)	Uit het polygonenbestand van de gemeente is het totale areaal afgekoppeld oppervlak per buurt berekend. Dit is gedeeld door het totale oppervlak per buurt.
<b>Droogte</b>	<b>Gevolg</b>	Verskil Gemiddelde Laagste Grondwaterstand (GLG) en maaiveld [m]	Gemiddelde laagste grondwaterstand [m -mv]	X	X	Landelijk Hydrologisch Model (LHM) 3.4 historische + forecast run voor 2020 gedaan op 2020-06-30	Een GLG raster op 250 meter resolutie, gemiddeld per buurt.
	<b>Handeling</b>	Infiltratievoorzieningen	Infiltratieriool [m/ha]	X		Gemeentebestand met infiltratieriool (GBI, gemeente Apeldoorn, juni 2020)	Het lijnenbestand van de gemeente is opgesneden tot buurniveau. Daarna is de totale lengte infiltratieriool per buurt opgeteld. Dit is vervolgens gedeeld door het totale oppervlak van de buurt in hectare.
<b>Hitte</b>	<b>Gevolg</b>	Gevoelstemperatuur [°C]	Gevoelstemperatuur [°C]	X	X	Hittekaart gevoelstemperatuur, Klimateffectatlas (2020)	Resultaten gevoelstemperatuurkaart direct verwerkt.
		Hittestress door warme nachten	Hittestress door warme nachten	X	X	Kaart hittestress door warme nachten, Klimateffectatlas (2020)	Resultaten kaart hittestress direct verwerkt.
	<b>Handeling</b>	Loopafstand tot koelte [min]	Loopafstand tot koelte [min]	X		Loopafstand-tot-koelte-analyse, Tauw (februari 2020)	Resultaten loopafstand-tot-koelte-kaart direct verwerkt.



		Fractie groen	Fractie groen	X	X	Percentage groen per buurt, Klimaat-effectatlas (2020)	Resultaten kaart Klimaat-effectatlas direct verwerkt.
		NDVI	NDVI	X	X	Luchtfoto: 2019_orto25IR <a href="https://www.pdok.nl/introductie/-/article/luchtfoto-pdok">https://www.pdok.nl/introductie/-/article/luchtfoto-pdok</a> (juni 2020)	Van de luchtfoto zijn de banden 0 (infrarood) en 1 (rood) gebruikt. NDVI is vervolgens als volgt berekend: <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px; margin-top: 5px;"></div>
		Fractie schaduw bij hoogste zonnestand	Schaduw fractie	X		Gemeentelijke data: schaduwanalyse (Tauw, oktober 2019)	De invoer is een <i>boolean grid</i> (True/False) met alle cellen die op het piekmoment onder schaduw vallen. Het aantal schaduw cellen per buurt is gedeeld door het totaal aantal cellen per buurt.
		Zoninstraling op de warmste dag op fiets- en voetpaden	Zon-instraling [Wu/m2]	X	X		Zoninstraling op de warmste dag op fiets- en voetpaden, over een periode van 8 uur.
<b>Participatie</b>	<b>Handeling</b>	<b>Fractie groen op privaat gebied</b>	NDVI privaat open terrein		X	NDVI: Luchtfoto: 2019_orto25IR <a href="https://www.pdok.nl/introductie/-/article/luchtfoto-pdok">https://www.pdok.nl/introductie/-/article/luchtfoto-pdok</a> (juni 2020) Privaat gebied: shapefiles gemeente: beheergebied, daken, water	Privaat gebied is berekend als: [totaal areaal gemeente] – [beheergebied gemeente] – [daken & water uit gemeentebestand]. De NDVI is als basis genomen om wat te kunnen zeggen over het percentage groen op privaat gebied.
<b>Algemeen</b>		Bevolkingsdichtheid	Bevolkingsdichtheid	X	X	CBS wijken buurten 2019	Resultaten direct verwerkt.

## 5 Pilot monitoringstool

### 5.1 Beschrijving online tool

#### 5.1.1 Werkproces

Als onderdeel van dit project is een demo gemaakt van een tool, waarin de verzamelde data gevisualiseerd wordt. Vooraf stond nog niet vast hoe deze tool precies eruit zou moeten zien. In overleg met de gemeentes is gekeken naar hoe ze zo'n tool graag zouden willen gebruiken, en op basis hiervan is iteratief naar een demo versie van de tool gewerkt, die online gezet is op <https://mlk-demo.herokuapp.com/> en waar deelnemers interactief gebruik van kunnen maken.

De brondata van de tool is divers, en bestaat uit rasters van verschillende resoluties, lijnelementen, punten en polygonen. Aangezien het belangrijk is om de verschillende indicatoren met elkaar te kunnen vergelijken, moest alle data naar een gemeenschappelijke vorm worden omgezet. In overleg met de gemeentes werd duidelijk dat er data op buurtniveau op de kaart moet kunnen worden getoond. Dit betekent dat alle data per buurt moest worden geaggregeerd. Soms is dat simpelweg het middelen van een raster. In andere gevallen, bijvoorbeeld bij het optellen van polygoon areaal per buurt, krijg je data waarin grotere buurten vanzelf grotere waardes krijgen. We willen de data op een choropletenkaart laten zien, dat wil zeggen dat de buurten via een kleurenschaal zijn ingekleurd, zodat de buurten op de kaart met elkaar kunnen worden vergeleken. Daarom is het belangrijk dat de schaal afhankelijkheid eruit wordt gehaald, door te delen door het areaal van de buurt.

Voor het bijhouden van verandering in de tijd werd het jaar als algemene tijdstap gekozen. Aangezien we dit jaar nog slechts data voor één jaar beschikbaar hebben, werd dit verder nog niet ingebouwd in de tool. Als deze later nog wordt toegevoegd, dan kan er naast de kaart ook nog een histogram in de tijd worden gepresenteerd, om beter inzicht te krijgen in de veranderingen per jaar per buurt.

#### 5.1.2 Technische uitwerking

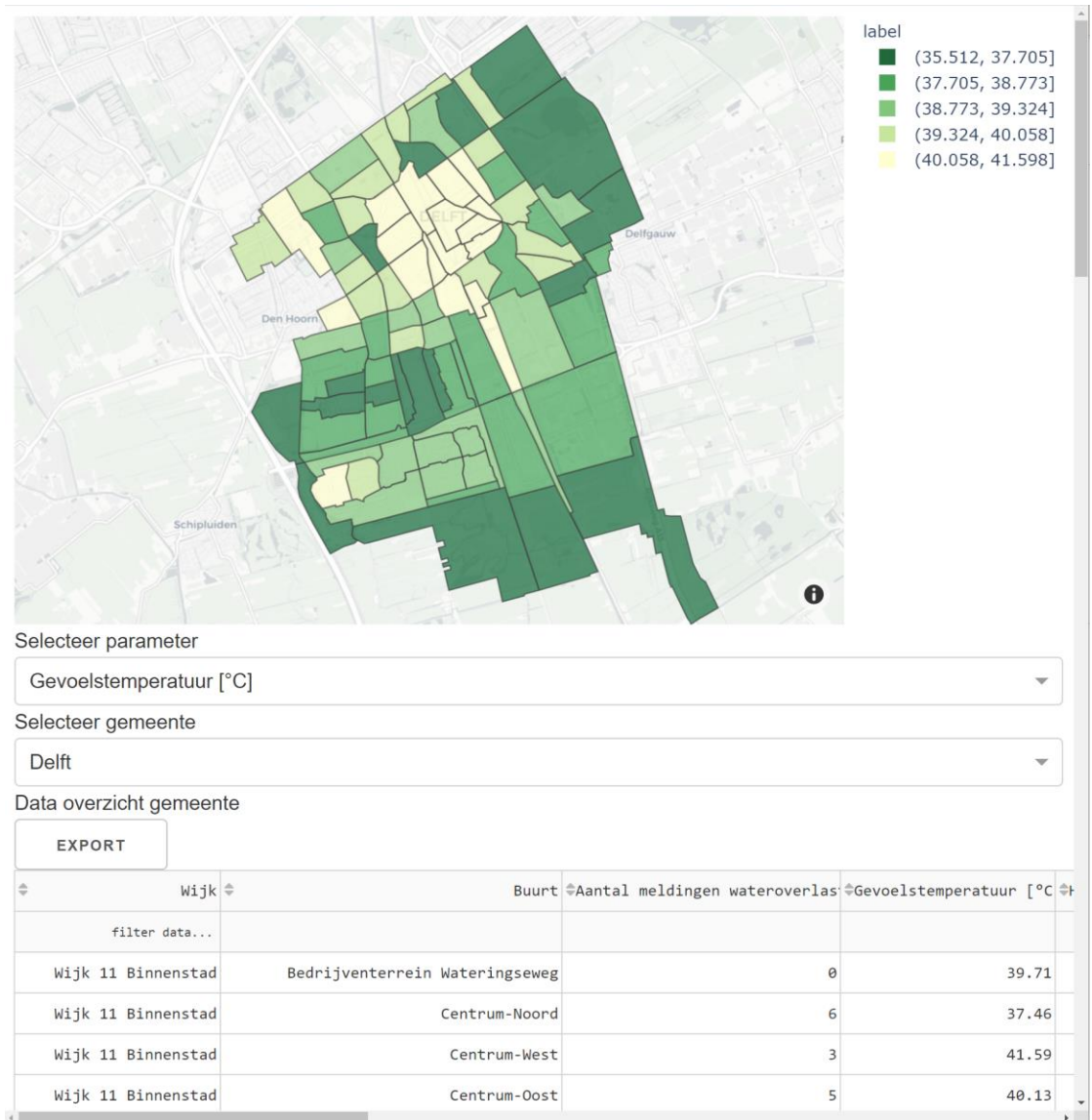
De tool is gemaakt in het open source framework Dash, <https://plotly.com/dash/>. Het is in Python geschreven, en publiek toegankelijk op <https://gitlab.com/deltares/nkww-monitoring>. Aangezien het ging om een pilot, was het belangrijk om relatief snel te kunnen ontwikkelen. Met Dash kan een web app in elkaar worden gezet die bestaat uit verschillende delen die met elkaar communiceren, om grafieken en tabellen te kunnen updaten wanneer een gebruiker iets selecteert of filtert.

Om de buurten op de kaart te tonen is gebruik gemaakt van de CBS buurten 2019 dataset. Deze gaat als GeoJSON met de buurtcode als enige attribuut de app in. Alle data die getoond wordt op de kaart, is vooraf per buurt geaggregeerd, en samen in één CSV-bestand gecombineerd. Hierdoor is de hoeveelheid data beperkt gebleven tot ~300kB, zodat het snel genoeg kan laden.

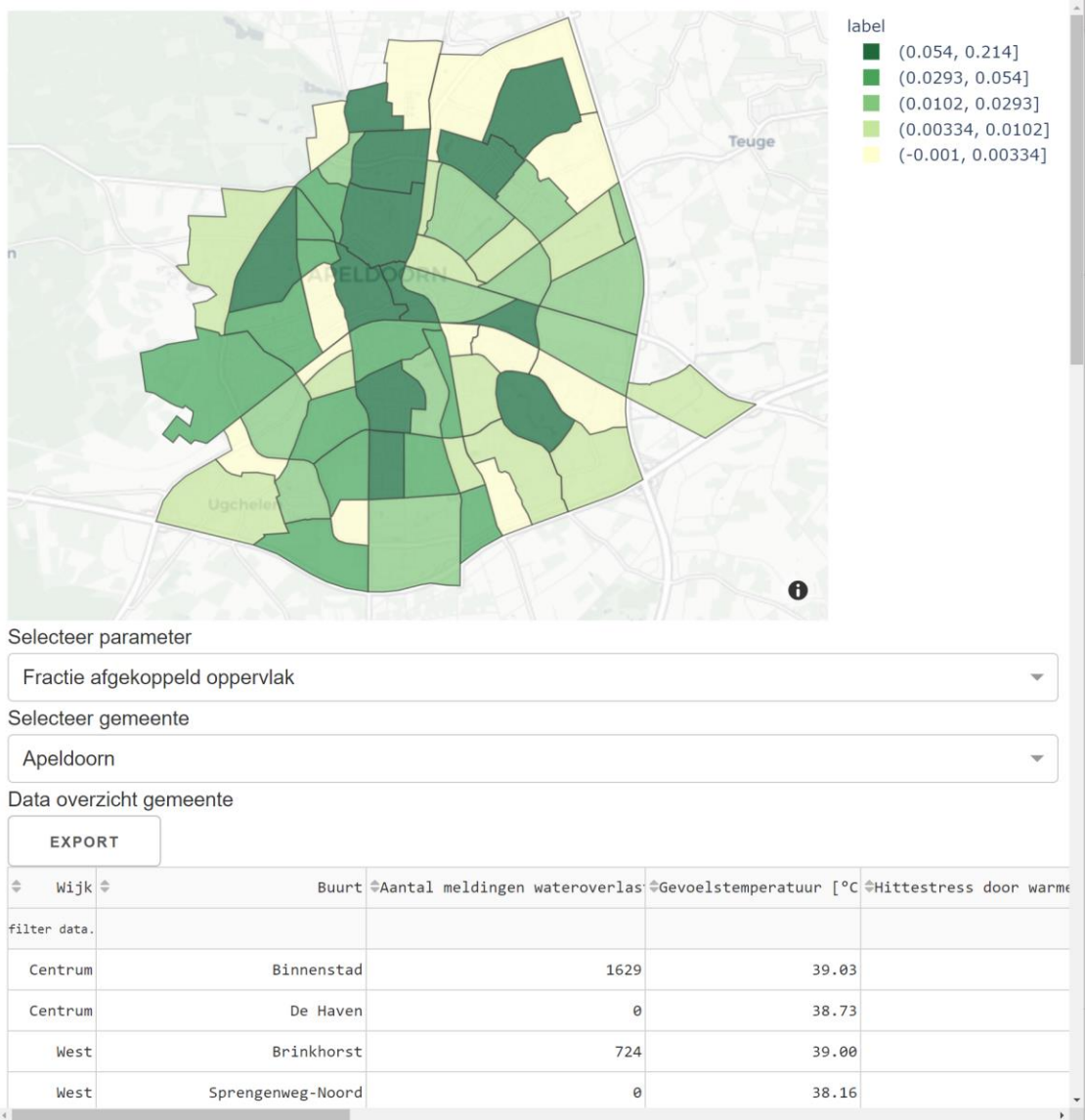
Het was belangrijk om buurten onderling goed te kunnen vergelijken. Een belangrijk aspect hiervoor zijn een kleurenschaal en een legenda. Voor de meeste indicatoren gold dat er geen vooraf gestelde klassen waren die hiervoor konden worden gebruikt. Wel kon er van alle indicatoren worden gezegd of een hogere waarde 'beter' of 'slechter' is. Om een makkelijk te interpreteren kaart te maken, is er daarom voor gekozen om voor iedere indicator precies dezelfde kleurenschaal en legenda te gebruiken.

Voor een gekozen combinatie van parameter en gemeente, worden de buurten gerangschikt en in vijf gelijke delen verdeeld, zogenoemde kwintielen. De vijf kwintielen krijgen op de kaart verschillende tinten groen, van lichtgroen voor het 'slechtste' kwintiel, en donkergroen voor het 'beste' kwintiel. De grenswaardes van de klassen zijn in de legenda weergegeven. Door over de kaart de bewegen, kan men eenvoudig de absolute waarde van de parameter inzien.

Naast de kwintielen was het voor de gebruikers bij de gemeentes ook belangrijk om snel te kunnen checken welke buurten niet voldoen aan een door de gebruiker opgegeven criterium. Dit wordt gefaciliteerd door in de tabel onder de kaart zelf te filteren. Als een gebruiker bovenaan de tabel onder "Gevoelstemperatuur" "> 40" typt, dan zijn alleen de buurten met een gevoelstemperatuur boven de 40 graden Celsius nog te zien op de kaart en in de tabel.



Figuur 5.1 Voorbeeld van de monitoringstool voor de gemeente Delft



Figuur 5.2 Voorbeeld van de monitoringstool voor de gemeente Apeldoorn

## 6 Evaluatie en conclusies

Dit project is opgezet als pilotproject. Gedurende de looptijd is er veel tussentijds overleg en discussie geweest tussen de betrokken partijen, en is regelmatig geëvalueerd. Hier worden de belangrijkste punten van evaluatie beschreven, zowel van het project als geheel, als evaluatie van het eindresultaat, inclusief conclusies en aanbevelingen voor doorontwikkeling van de monitoringstool.

### 6.1 Evaluatie met de gemeentes

Met beide gemeentes hebben we het doorlopen proces en de eindversie van de tool besproken.

#### **Resultaat & proces**

##### *Gemeente Delft*

De gemeente Delft geeft aan tevreden te zijn met het resultaat van dit project. Enkele gewenste indicatoren ontbreken in de tool (zie voor een overzicht van wel en niet opgenomen indicatoren de tabellen in 3.2.3), maar de huidige set indicatoren vormt alsnog een goede en juiste basis om monitoring op het gebied van klimaatadaptatie mogelijk te maken. De gemeente Delft vond deze opdracht een intensief proces waarvoor meer tijd nodig was dan vooraf ingeschat. Daarnaast vond de gemeente het proces vrij moeizaam gaan, vooral op het gebied van het verzamelen van data binnen de gemeente. Het bleek dat veel gemeentelijke data niet bruikbaar en/of niet toegankelijk was.

Een punt van aandacht is dat de meeste data waarmee de indicatoren zijn gevisualiseerd uiteindelijk open data betreft. Het nadeel van open data is dat we afhankelijk zijn van andere partijen en zelf geen grip hebben op bijvoorbeeld de updatefrequentie van de data.

##### *Gemeente Apeldoorn*

De gemeente Apeldoorn kijkt tevreden terug op dit project en ziet het echt als een warmloophase in de wereld van monitoring en evaluatie. Aan het proces richting de tool, bepalen van de scope, selecteren van indicatoren, dataverzameling en -bewerking, wordt veel waarde gehecht. Voornamelijk voor het krijgen van vertrouwen in zowel landelijke data als gemeente-specifieke data, en de mogelijkheden om iets met deze data te doen, is een basis gelegd. Daar heeft het aanschuiven van een dataspecialist van de gemeente in het projectteam aan bijgedragen.

Een belangrijke kanttekening van de gemeente is dat ze heeft gemerkt dat het missen van concreet uitgewerkte klimaatadaptatiedoelen ertoe heeft geleid dat het bepalen van gerichte indicatoren en bijbehorende datasets lastig was. Advies van de gemeente is daarom: zorg dat in de adaptatiestrategie concrete doelen zijn geformuleerd zodat daarop ook goede indicatoren voor monitoring kunnen worden gebaseerd.

De uiteindelijke tool is een prima eerste aanzet richting een monitoringstool maar vergt nog veel aandacht. Zo hebben beide gemeenten hieronder gezamenlijke en gemeente-specifieke wensen en toekomstige aandachtspunten benoemd. Uiteindelijk is het niet de bedoeling om deze tool richting de politiek te gebruiken, maar is deze in eerste instantie bedoeld om te delen met collega's. Op deze wijze hoopt de gemeente dat klimaatadaptatie meer gaat leven bij de andere sectoren die hiermee bezig zijn of gaan, en dat het hen aanzet tot actie.

## Uitbreiding tool

De gemeente Delft, de gemeente Apeldoorn, Sweco en Tauw hebben de volgende wensen opgehaald op het gebied van de uitbreiding van de huidige tool:

- De gemeenten vinden de huidige versie van de tool lastig te doorgronden en zouden de tool graag uitbreiden naar een communicatiever format. Een duidelijke legenda en tabel met wat meer begeleidende teksten die toelichten wat een indicator precies laat zien is hiervoor noodzakelijk. Tevens is ook een goede literatuurverwijzing hiervoor nodig. Wat is de bron van het bestand, de datum van raadpleging, de bronhouder en welke bewerkingsslag is er uitgevoerd.
- De gemeenten zijn bang dat de schaalverdeling, de legenda/grenswaarden die bij de kwintielen horen, niet fijnmazig genoeg is. De situatie kan wel degelijk beter zijn in een klein deel van de buurt maar als een buurt groot is, wordt dit mogelijk niet zichtbaar in een verhoging van een kwintiel. Dit kan bijvoorbeeld als volgt worden opgelost:
  - De buurten opknippen in kleinere stukken
  - Originele, onderliggende kaarten toevoegen (bijv. verhardingskaarten, NDVI-kaarten) zodat men een beter visueel beeld krijgt van de ruimtelijke verdeling binnen een wijk
- Voor een bruikbare monitoringstool is het noodzakelijk om datareeksen te kunnen selecteren van verschillende jaren (zie aanbevelingen in 6.3.2). Het is hiervoor wel noodzakelijk dat het **verschil** met de referentiesituatie zichtbaar wordt gemaakt. Dit kan met een **grafiek** of met een **kaart**.
- Updatefrequentie: het lijkt de gemeenten nuttig om **ieder jaar** de data in de tool te actualiseren zodat jaarlijks de voortgang van de uitvoering van maatregelen bekend is (input, proces en resultaat → *monitoring* in Figuur 3.1 (zie extract figuur hieronder)). Echter, doordat veel databronnen een updatefrequentie hebben die lager is dan eens per jaar is dit nu nog niet mogelijk. Daarnaast kan **eens per 4 jaar** (bestuursperiode) het beleid worden gemonitord (effect en impact → *evaluatie* in Figuur 3.1 (zie extract figuur hieronder)). De rest van de jaren kan klimaatadaptatiebeleid kwalitatief worden gemonitord.



- Vervolgens willen de gemeenten de tool graag kunnen gebruiken om gestelde ambities te monitoren. Hiervoor is het handig om vastgestelde drempelwaardes en ambities te kunnen toevoegen. Indien deze drempelwaardes/ambities nog niet gemeentelijk zijn vastgesteld zouden landelijke streefwaardes (basisinspanning) toegevoegd kunnen worden.

### Delft

- De gemeente Delft denkt graag mee over de **legendawaarden** om deze waar nodig aan te passen aan een door hen gewenste opzet en zo de tool verder te specificeren op de situatie in de gemeente.
- **Gewenste indicatoren die ontbreken:** Zie tabel in sectie 3.2.3. Indicatoren die nog een waardevolle aanvulling zouden zijn geweest zijn bijv. sponsindex, capaciteit waterberging bodem, aantal dode bomen, fractie van de buurt waar water stroomt naar infiltratieplek, aantal sterfgevallen op hete dag. Deze zijn vaak niet verwerkt doordat hiervoor een te uitgebreide analyse noodzakelijk was die niet binnen deze opdracht past.

- **Intensief proces:** de gemeente Delft had niet verwacht zelf zoveel tijd te moeten besteden aan het nadenken over data en achterhalen of bepaalde data bij de gemeente beschikbaar was. Ze hadden hier vooraf graag beter over ingelicht willen worden. De gemeente Delft was wel erg overtuigd van het doel van al deze tijdsinzet: ze wilden graag tijd vrijmaken om een tool te ontwikkelen die zo goed mogelijk aansluit bij de doelen uit de klimaatadaptatiestrategie.
- **Extra data frequent beschikbaar maken:** De data vanuit de gemeente die geschikt is voor de tool wordt al in grote mate meegenomen en heeft al een hoge updatefrequentie. Het gaat hier meer om een algemeen probleem: bepaalde essentiële data voor een tool als dit zal komen uit openbare databronnen waarop we geen grip hebben wat betreft de updatefrequentie.

#### Apeldoorn

- De gemeente Apeldoorn wil in de toekomst de monitoringstool en indicatoren meer kunnen herleiden naar gerealiseerde maatregelen. Dus gerealiseerde maatregelen (bijv. m<sup>2</sup> groene daken, m<sup>2</sup> wadi's) die op termijn een effect (bijv. temperatuurverlaging, minder water op straat) teweeg brengen.
- De gemeente Apeldoorn wil in de toekomst de monitoringstool koppelen aan meer 'zachte' data. Data uit het sociale domein over bijvoorbeeld leefbaarheid en gezondheid wordt nu niet meegenomen vanwege beperkte beschikbaarheid en/of de complexiteit om dit specifiek te koppelen aan klimaatadaptatie.
- Met het oog op continuïteit in monitoren wil de gemeente Apeldoorn interne borging van het jaarlijks beschikbaar komen van benodigde data organiseren. Oftewel: welke data is er de komende jaren nodig om te kunnen blijven monitoren en welke acties zijn ervoor nodig om dat te borgen? Dit geldt niet alleen voor de huidige indicatoren en achterliggende data maar ook voor de gewenste indicatoren die vanwege databeschikbaarheid en/of complexiteit niet zijn opgenomen (zie voor een overzicht van wel en niet opgenomen indicatoren de tabellen in 3.1.3). Dit vergt soms aanpassingen in het beheer en onderhoudssysteem en/of het starten met verzamelen van 'nieuwe' data. Ook hier wil de gemeente Apeldoorn stappen zetten.
- De gemeente Apeldoorn zou tevens de tool willen inpassen in de gemeentelijke klimaatatlas. Ook zouden de belevingsmonitor/leefbaarheidsmonitor van de gemeente aan de tool gekoppeld kunnen worden. Kortom, de wens is er om de tool breder te combineren met lopende projecten binnen de gemeente.

## 6.2 Conclusies

De hoofdvraag van dit onderzoek is:

*'Welke (combinatie van) data vormen een bruikbare indicator voor de lokale en regionale klimaatbestendigheid in de huidige situatie, t.a.v. regen- en grondwateroverlast, droogte en hitte en tweedelaagsveiligheid (en zullen dus wijzigen na uitvoering van adaptatiemaatregelen of andere veranderingen in de omgeving).'*

Tabel 8 in hoofdstuk 4 laat zien welke indicatoren zowel bruikbaar zijn voor het monitoren van lokale klimaatbestendigheid voor de thema's wateroverlast, droogte en hitte, als verwerkt konden worden in de digitale monitoringstool. Apeldoorn en Delft waren (nog) niet geïnteresseerd in het thema tweedelaagsveiligheid. De ontwikkelde tool geeft de ruimtelijke verschillen weer van deze indicatoren op buurtniveau, en op termijn is de verandering te monitoren over meerdere jaren.

Dit geeft gemeenten inzicht in de voortgang van hun beleid (bijvoorbeeld vergroenen), en in welke mate het beoogde effect (bijvoorbeeld minder hittestress) bereikt wordt. Tijdens een evaluatiemoment kan de gemeente de effecten vergelijken met de kosten van maatregelen, en krijgt men per wijk inzicht in doelbereik en de effectiviteit en efficiëntie van het klimaatadaptatiebeleid. Op basis van deze inzichten kan het beleid (doelen, maatregelen en middelen) bijgesteld worden.

Kansen en belemmeringen:

- Het vergt een behoorlijke inspanning om de tool de eerste keer te vullen, om de volgende redenen:
  - De concreetheid van doelen in de strategie van gemeenten is onvoldoende om een snelle slag naar indicatoren en data te maken. Door dit onderzoek hebben beide gemeenten hier nu wel stappen in gemaakt.
  - Het beschikbaar krijgen van de lokale data bij gemeenten gaat moeizaam.
  - Het verwerken van de diversiteit aan brondata voor visualisatie in de tool vergt tijd.
- De meeste data waarmee indicatoren zijn gevisualiseerd zijn open data. Het voordeel is dat dit nu uit te breiden is naar alle gemeenten. Het nadeel van open data is de afhankelijkheid van andere partijen voor de updatefrequentie van de data en dat deze frequentie (4 jaar) te ruim is voor accurate monitoring.
- Op dit moment is het een bewerkelijk/handmatig proces, dat mogelijk geautomatiseerd kan worden.

De frequentie waarop data wordt geactualiseerd verschilt. Voor monitoring is een zo actueel mogelijk beeld belangrijk, passend bij de snelheid van veranderingen. Een jaarlijkse update heeft daarom onze voorkeur. Een aantal indicatoren wordt echter met een lagere frequentie aangepast.

De keuze voor uit te werken indicatoren is in samenspraak met beide gemeenten gemaakt en daarvoor zijn verschillende stappen doorlopen:

1. Scope bepaling;
2. Selecteren indicatoren;
3. Ontsluiten en bewerken data;
4. Ontwikkelen en vormgeven monitoringstool.

De eerste twee stappen in het proces zijn voor andere gemeenten en waterschappen ook relevant om te doorlopen om zo de scope van monitoring goed af te bakenen en de juiste indicatoren daarin te kiezen. Daarbij is het belangrijk om stil te staan bij vragen als: waarom willen we monitoren (doel) en voor wie (doelgroep), welke ambities en doelen hebben we in de klimaatadaptatiestrategie gesteld, en welke activiteiten en maatregelen hebben we in de uitvoeringsagenda benoemd? De beantwoording van deze vragen geeft richting in het vervolgens selecteren van de juiste indicatoren. Deze stap om te komen van beleid naar indicatoren moet altijd worden doorlopen.

## 6.3 Aanbevelingen en vervolg

### *Mogelijkheden doorontwikkeling*

De ontwikkelde tool geeft een beeld van de ruimtelijke verschillen voor een set indicatoren op buurtniveau. Er liggen kansen om hier op door te ontwikkelen en dit verder uit te bouwen, zowel een doorontwikkeling van de huidige tool als een opschaling van een monitoringstool naar een landelijk niveau. Tevens geeft het doorlopen proces met de gemeenten tot aan de totstandkoming van de ontwikkelde tool inzicht om te komen tot een generieke aanpak.



Op basis van dit onderzoek stelt het projectteam de volgende vier sporen voor:

1. Extra pilots (één per werkregio) (2021);
2. Doorontwikkeling van de tool die er nu ligt (2021);
3. Ontwikkeling van een routekaart en inzicht in monitoring en evaluatie (2021);
4. Landelijke opschaling (2022).

### 6.3.1 Extra pilots (één per werkregio)

In de huidige pilot zijn waardevolle inzichten opgedaan over de behoeften van eindgebruikers met betrekking tot een monitoringstool, en is nogmaals duidelijk geworden dat er interesse is in een dergelijke tool. Om de tool verder te kunnen ontwikkelen en daarbij te zorgen dat hij goed aansluit bij de verschillende behoeften, is het belangrijk om te testen in samenwerking met meerdere gemeenten in verschillende gebieden en met verschillende thematiek en behoeften. Om dat te bereiken raden we aan om per werkregio een pilot op te zetten. Per pilot moeten onder andere de volgende vragen beantwoord worden: Wat is het doel van monitoring? Wie vormen de doelgroep(en)? Daarnaast is het doel om tijdens deze pilots het proces van het inrichten van de tool per gemeente, en het toevoegen van data en indicatoren, aan te scherpen. Met het breder trekken van de pilots kan de tool generieker worden gemaakt, waardoor die uiteindelijk zo breed mogelijk is in te zetten, en daarnaast nieuwe indicatoren makkelijk kunnen worden toegevoegd.

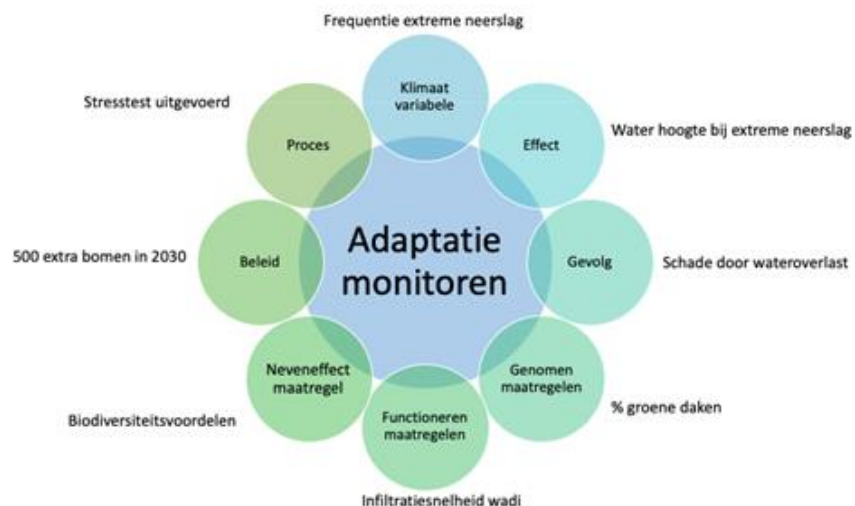
### 6.3.2 Doorontwikkeling van de tool die er nu ligt

#### *Monitoren in de tijd*

Het is momenteel nog niet mogelijk om datareeksen te selecteren van verschillende jaren. Dit heeft vooral te maken met het feit dat er nog geen geschikte data is gevonden waar twee of meer momenten beschikbaar zijn. Juist deze mogelijkheid is waardevol omdat het inzicht biedt in de trend (toename/afname) en mogelijk ook het halen van beleidsdoelstellingen. Om dit mogelijk te maken moet er voldoende data van meerdere (opeenvolgende) jaren beschikbaar zijn voor indicatoren. Vervolgens moet de data ook met dezelfde aannames en resolutie beschikbaar zijn als eerdere jaren. Er is behoefte om deze data over meerdere jaren dan ook te visualiseren in grafiekvorm, of als verschilkaarten (verschil tussen twee gekozen jaren).

#### *Verbreding type indicatoren*

Er zijn veel vormen van adaptatiemonitoring te onderscheiden. De figuur hiernaast geeft een overzicht. In dit project ligt de nadruk op de indicatoren aan de rechterzijde. Op dit moment vindt er veel ontwikkeling plaats rond enkele typen monitoring. Zo komt er een landelijke stresstestmonitor, zijn er DPRA-pilots rond monitoring waarbij de effectiviteit van maatregelen centraal staat, en wordt er gedacht over landelijke schademonitoring. Het verdient aanbeveling om aansluiting te zoeken bij dergelijke initiatieven om te kijken naar een verbreding van het type indicatoren.



### *Aanvullen gemeentelijke data voor gewenste 'alternatieve' indicatoren*

Er is een aantal indicatoren herkend dat interessant is voor de monitoring van klimaatbestendigheid, maar waarbij de gewenste informatie nu nog niet wordt bijgehouden. Daarom konden deze indicatoren niet verwerkt worden in de tool. Het gaat bijvoorbeeld om klachten of meldingen, die juist interessant zijn om gemodelleerde gegevens te kalibreren met ervaringen. Wordt de hittestress die wij berekenen wel ervaren als hittestress? Is er wel water op straat op de locaties die uit de modellen komen? Het gaat om de volgende indicatoren, waarbij wij gemeenten adviseren om het systeem van meldingen uit te breiden, zodat inzicht wordt verkregen in deze indicatoren:

- Hitte:
  - Hitte-gerelateerde klachten of meldingen worden niet als categorie meegenomen in het meldingssysteem van gemeenten.
  - Het aantal sterfgevallen ('oversterfte') op zomerdagen wordt wel geregistreerd op gemeenteniveau door het CBS, maar niet op wijkniveau.
  - Het aantal ziekenhuisopnamen op hete zomerdagen wordt niet geregistreerd en/of is niet beschikbaar voor gemeenten.
- Droogte:
  - Het aantal dode bomen, en het moment van afsterven, wordt niet bijgehouden in het gemeentelijk bomenbestand.
  - De locatie van natuur- en bermbranden wordt niet bijgehouden.
  - Droogval van vijvers wordt niet bijgehouden.
- Wateroverlast:
  - De meldingen-database van wateroverlast in Delft en Apeldoorn maakt geen onderscheid tussen wateroverlast door extreme neerslag of door bijv. een gesprongen waterleiding. Dat verschil is essentieel.
  - Sponswerking is voor Delft een van de drie doelstellingen voor klimaatadaptatie. Deze indicator bestaat nog niet; hieronder worden enkele ideeën gegeven over de mogelijke invulling van een dergelijke indicator.
- Tweedelaagsveiligheid:
  - Indicatoren op het gebied van tweedelaagsveiligheid zijn in deze pilot niet opgenomen, omdat daar bij de pilotgemeentes (nog) geen behoefte aan was. Uiteraard verdient het aanbeveling dit thema ook mee te nemen in de doorontwikkeling, op basis van de uitgebreide inventarisatie van indicatoren uit fase 1, en in pilots in gemeentes/waterschappen waar dit thema meer aan de orde is.

Het opstellen van een sponsindex (in mm of m<sup>3</sup>) op basis van een waterbalans valt buiten de scope van dit onderzoek. Toch is dit een interessante gebruikersvraag die waarschijnlijk ook buiten Delft leeft. Enkele ideeën over hoe een dergelijke index eventueel in de toekomst samengesteld zou kunnen worden:

Een optie is om de sponsindex te baseren op de verdeling van waar het (verhard) oppervlak van een buurt op afwatert. In principe zijn er vier opties:

1. Oppervlak voert af via de riolering naar de zuivering of wordt geloosd via overstorten of oppervlaktewater dat in verbinding staat met regionaal oppervlaktewater
2. Oppervlak is afgekoppeld op oppervlaktewater dat in verbinding staat met regionaal oppervlaktewater
3. Oppervlak is afgekoppeld op infiltratievoorzieningen of oppervlaktewater dat niet in verbinding staat met regionaal oppervlaktewater
4. Oppervlak is niet verhard

De sponsindex kan worden uitgedrukt als het percentage oppervlak waarvan het water infiltreert in de bodem of lokaal wordt vastgehouden (optie 3 + 4). Als informatiebron kan gebruik gemaakt worden van de BGT in combinatie met afvoerend-oppervlakkaarten van de gemeentelijke basisrioleringsplannen / systeembeschrijvingen stedelijk watersysteem.

#### *Geschiktheid type dataset voor temporele monitoring*

De bewerkelijkheid van de dataverzameling is voor een groot deel te wijten aan het feit dat er is gestart 'from scratch' en er veel tijd is gaan zitten in het inventariseren welke data er op lokaal niveau beschikbaar is. De insteek bij de selectie van indicatoren is primair geweest of de indicator betekenisvol is voor de gemeente en minder of deze zich ook goed leent voor temporele vergelijkingen, bijvoorbeeld jaar op jaar. We moeten vaststellen dat voor de geselecteerde indicatoren uiteindelijk geen datasets beschikbaar waren die een temporele vergelijking mogelijk maken. In onderstaande tabel is een indeling gemaakt van de belangrijkste type datasets die gebruikt zijn en welke beperkingen er gelden met het oog op temporele registratie. Uit dit overzicht blijkt dat vooral registraties gebaseerd op remote sensing in potentie zeer geschikt zijn voor monitoring. Dit wordt versterkt door de sterke toename in aantal sensoren en de verbetering in de ruimtelijke resolutie en temporele resolutie. Naar verwachting laten deze op korte termijn nauwkeurige temporele vergelijkingen toe, bijvoorbeeld in ontwikkeling van groen/grijs op jaarbasis.

Tabel 6.1 Voor- en nadelen van verschillende type datasets

Type dataset	Voorbeeld	Belangrijkste beperkingen	Frequentie	Vergelijkbaar	Geschikt voor landelijke opschaling
<b>Model-simulatie</b>	Gemiddelde Hoogste grondwaterstand, aantal hete nachten	Geen vaste frequentie, beperkt vergelijkbaar door continue modelontwikkeling, bij grove modellen effect maatregelen niet zichtbaar	-	-	+
<b>Remote sensing registratie</b>	Hoeveelheid groen per buurt (publiek/privaat), radardata piekneerslag	Vaak niet beschikbaar op gemeenteniveau, landelijk geregistreerd, expertise vereist	+	+	+
<b>Melding-registratie</b>	Wateroverlast-gerelateerde meldingen, aantal dode bomen	Lastig aan klimaat te relateren, lokale registraties, privacykwesties	+	-	-

#### *Generieke kenmerken voor lokale datasets*

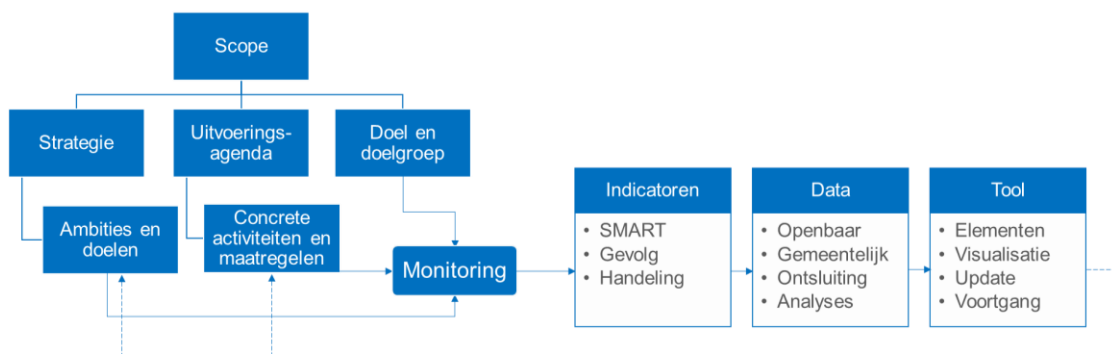
De monitoringstool moet altijd toegespitst zijn op de specifieke behoeftes van een gemeente, en tegelijkertijd is het nuttig als de tool zo generiek en reproduceerbaar mogelijk is. Dat vormt zowel een belemmering alsook een kans: bij doorontwikkeling van de tool zouden beknopte richtlijnen kunnen worden opgesteld m.b.t. lokale datasets, die het opnemen van lokale, gemeente-specifieke data in een nationale, generieke tool vergemakkelijken. Denk daarbij bijvoorbeeld aan het opslaan van ruimtelijke data in bepaalde standaardformaten (Geotiff, shapefile, geojson, csv, etc.<sup>2</sup>), of het opnemen van bepaalde kolommen in datasets in tabelvorm.

<sup>2</sup> NB. De genoemde dataformaten zijn slechts voorbeelden, ter illustratie.

### 6.3.3 Ontwikkeling van een routekaart en inzicht in monitoring en evaluatie

In Figuur 6.1 is de routekaart weergegeven die doorlopen is op basis van het onderzoek om te komen tot de indicatoren en uiteindelijk een monitoringstool in beide gemeenten. De klimaatadaptiestrategie, de uitvoeringsagenda en het doel en de doelgroep vormen allereerst de scope voor monitoring en geven daarmee richting in het selecteren van de juiste indicatoren. Dit kunnen zowel indicatoren aan de gevolgs kant als aan de handelingskant zijn. Belangrijk is om te komen tot SMART indicatoren; specifiek, meetbaar, acceptabel, realistisch en tijdgebonden. Het ontsluiten en bewerken van openbare en gemeente-specifieke data is vervolgens de volgende stap. Deze pilot heeft zich vooral gericht op het komen tot die juiste data. Daarbij is gebleken dat het gestructureerd doorlopen van de stappen om te komen van beleid naar concrete doelen, mijlpalen, indicatoren en daarbij horende data een lastig proces is. Het blijkt dat de doelen die in de strategie van de gemeenten staan niet zodanig concreet zijn dat ze eenvoudig naar indicatoren te vertalen zijn. Juist de stap van beleid naar indicatoren vraagt nog nader onderzoek om zodoende te komen tot een 'routekaart' die gemeenten kunnen volgen.

Met behulp van nieuwe casussen zouden de processtappen van de routekaart 'geladen' kunnen worden met *tips & tricks*. Een dergelijke routekaart kan gemeenten en waterschappen dan ook meer handvatten bieden om aan de slag te gaan met monitoring en evaluatie en aan de andere kant de vrijheid geven om tot een gemeente-specifieke monitor te komen. Een monitor die de juiste elementen bevat, op basis van het doel en de doelgroep de uitkomsten visualiseert en die gemeenten en waterschappen de mogelijkheid geeft om frequent te updaten en actief de voortgang van hun ambities, doelen, activiteiten en maatregelen te kunnen monitoren.



Figuur 6.1 Het vaststellen van ambities, beleidsdoelen en scope is een voorwaarde om te komen tot een tool

#### Monitoring als onderdeel van DPRA ambities

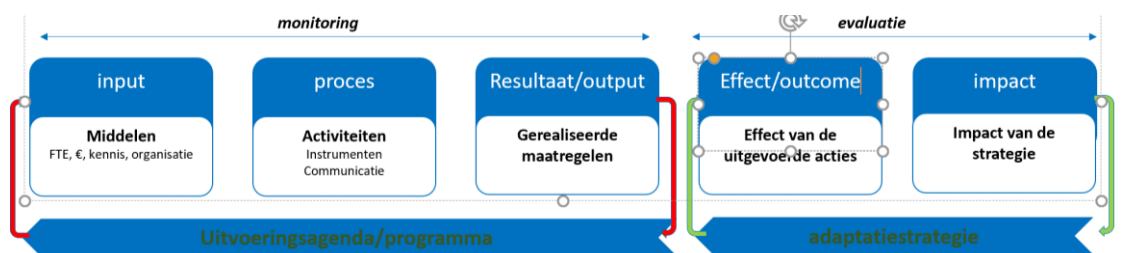
In het deltaprogramma ruimtelijk adaptatie (DPRA) is reguleren en borgen als een ambitie benoemd. Hierin wordt ook aangegeven dat monitoring van de voortgang van klimaatadaptatie onderdeel uitmaakt van borging. Daarbij is de bedoeling dat gemeenten in 2021 een adaptatiestrategie (met concrete ambities) hebben opgesteld, risicodialogen zijn gestart en een uitvoeringsagenda hebben vastgesteld, en daarna ook monitoren of ze de benoemde activiteiten en de strategische doelen realiseren. In de strategie staat de ambitie met strategische doelen, en de risicodialogen en de uitvoeringsagenda geven verder invulling aan de benodigde middelen, acties en maatregelen.

Aan deze ambities van het DPRA kunnen ook monitoring- en evaluatiemomenten gekoppeld worden. Daarbij heeft monitoring betrekking op zowel het 'hogere' doel (klimaatbestendig in 2050) als op de concrete middelen, acties en maatregelen. Uit de pilot blijkt dat het lastig is om beide in één monitoringstool te vatten. In Figuur 6.2 is een eerste aanzet gedaan om inzichtelijk te maken hoe een en ander met elkaar samenhangt.

Met behulp van monitoring kan de voortgang van de acties die in de uitvoeringsagenda zijn benoemd jaarlijks worden vastgesteld (operationele cyclus). Denk bijvoorbeeld aan de toetsing van het aantal FTE of bijvoorbeeld de borging van budget voor een stimuleringsregeling als het gaat om **input**. Het **proces** heeft betrekking op de ontwikkeling van instrumenten zoals bijvoorbeeld jaarlijkse afspraken met woningcorporaties in prestatieafspraken of het opstellen van een subsidieregeling voor groene daken of het aanpassen van de LIOR (Leidraad Inrichting Openbare Ruimte). Het **resultaat** betreft het aantal gerealiseerde maatregelen zoals bijvoorbeeld het aantal aangelegde wadi's in groenvoorzieningen of het aantal geplante bomen per jaar bij activiteiten in de openbare ruimte. Input, proces en resultaat kunnen heel direct beïnvloed en bijgestuurd worden en zijn ook goed meetbaar. Daarom wordt aanbevolen om deze jaarlijks te monitoren. Deze cyclus is weergegeven met de rode pijlen in Figuur 6.2.

Uiteindelijk worden acties uitgevoerd om de ambities en strategische doelen te halen. Hiervoor is het van belang om ook het effect van de acties te bepalen en de uiteindelijk impact van de strategie vast te stellen. Het **effect** van uitgevoerde acties gaat bijvoorbeeld over het bepalen of de gemiddelde temperatuur in de stad ook daadwerkelijk daalt door het gerealiseerde extra groen en bomen, of dat de hoeveelheid water op straat daadwerkelijk is verminderd door de aanleg van wadi's, of dat sponswerking ook daadwerkelijk is toegenomen door de aanleg van infiltratievoorzieningen. De **impact** betreft het uiteindelijk realiseren van een leefbare en klimaatrobuuste stad en is vaak lastig meetbaar omdat de impact vaak van meer dan alleen de gerealiseerde maatregelen afhangt. Denk bijvoorbeeld aan het verminderen van het aantal sterfgevallen tijdens hittegolven, hetgeen ook afhankelijk kan zijn van het binnenklimaat, de leefstijl en het gedrag van ouderen. Daarnaast is het van belang om te benadrukken dat indicatoren niet te ver geaggregeerd moeten worden. Het verwerken en daarmee in zekere mate versimpelen van bepaalde data tot een indicator kan snel inzicht geven in de status van vordering op bepaalde thema's. Echter het samenvoegen van veel indicatoren om bijv. tot één klimaatadaptatie-'label' o.i.d. te komen kan zijn doel voorbij schieten, omdat een dergelijk label minder informatie geeft over de onderliggende thematiek waar daadwerkelijk aan gesleuteld kan worden.

De monitoringstool zoals die in de pilot ontwikkeld is, heeft vooral betrekking op monitoring van **resultaat** en **effect**. Het effect en de impact van maatregelen vraagt vaak om een langere periode van meten en wordt daarom meegenomen in de evaluatie van de klimaatadaptatiestrategie/-beleid en gebeurt daarom met een frequentie van eens in de vier of zes jaar (groene pijlen / strategische cyclus).



Figuur 6.2 Schema monitoring en evaluatie van klimaatadaptatiemaatregelen en -strategie

Aanbevolen wordt om aan de routekaart ook het monitoren van input en proces toe te voegen zodat ook de voortgang van de borging van klimaatadaptatie in de toekomst goed gemonitord kan worden.

### 6.3.4 Landelijke opschaling

De huidige tool is ontworpen vanuit de wensen van twee gemeenten (en feedback van een bredere groep potentiële eindgebruikers).

Daarbij wordt rekening gehouden met wat een gemeente wil bereiken met de tool en welke indicatoren daarvoor gemonitord moeten worden. Maar niet alle gemeenten hebben meerjarige data van de indicatoren die ze willen monitoren. Een landelijke opschaling maakt het voor gemeenten makkelijker om te starten met monitoren omdat er al data beschikbaar is en omdat gemeenten op die manier inspiratie van elkaar kunnen opdoen. Daarnaast zal het helpen om monitoring op de agenda te zetten en het een meer uniforme definitie te geven.

Dat neemt niet weg dat klimaatadaptatie maatwerk is, en erg afhankelijk is van lokale omgevingsfactoren in de gemeente. Het is dan ook niet de bedoeling dat zaken zoals 'welke relevante indicatoren worden er gemonitord', 'wat zijn de drempelwaarden' en 'hoe classificeren en visualiseren we de data' voor alle gemeenten gelijk zijn. Het voorstel is dat gemeenten gebruik kunnen maken van landsdekkende data om zelf een monitoringstool te ontwikkelen en vervolgens zelf kunnen invullen in hoeverre maatwerk nodig is om het efficiënter en informatiever te maken.

#### *Hoe ziet een landelijke monitoringstool eruit?*

Het idee van een landelijke monitoringstool is dat de gebruikers eerst een landsdekkende kaart te zien krijgen en vervolgens kunnen inzoomen. Dit biedt ook de mogelijkheid tot het introduceren van verschillende aggregatieniveaus (gemeente, wijk, buurt) en tot het duiden van het handelingsperspectief voor gemeenten. Gemeenten en waterschappen kunnen de informatie gebruiken als ondersteuning bij het opstellen van hun ambitieniveau. Op basis van een wijktypologie kunnen gemeenten en waterschappen zien hoe makkelijk of moeilijk een bepaald ambitieniveau te halen is. De gedachte achter de wijktypologie is dat in een historische binnenstad andere ambities haalbaar zijn dan in een tuinstad. Bijvoorbeeld loopafstand tot koelte in minuten is in een dichtbebouwd stedelijk centrum anders dan in een ruim opgezette groene buitenwijk. Een analyse van de indicatoren in relatie tot wijktypes kan helpen bij het formuleren van haalbare doelen op de korte, middellange en lange termijn.

#### *Gebruik van landelijke data in een monitoringstool*

Voor gemeenten die zelf nog niet bezig zijn met het monitoren van indicatoren, kan landelijke data gebruikt worden als een eerste stap. In het geval van onvoldoende databeschikbaarheid is het dan toch mogelijk om een aantal indicatoren te monitoren die landelijk gemeten (kunnen) worden. Er zijn al landelijke datasets beschikbaar die zich goed lenen voor een monitoringstool. Daarnaast wordt een aantal relevante indicatoren op landelijk niveau gemeten. Zo is er bijvoorbeeld de mogelijkheid om groenvoorziening of waterkwaliteit jaarlijks te updaten. Mocht de gemeente de landelijke monitor niet voldoende vinden of mochten de beschikbare landelijke indicatoren niet aansluiten bij de ambities van de gemeente, dan kan de gemeente zelf bepalen of zij deze indicatoren ook lokaal wil monitoren. Daar dient het maatwerk zich aan.

#### *Een landelijke opschaling leidt tot een uniforme benadering van monitoren*

Veel gemeenten hebben nog geen concreet beeld bij monitoren binnen het thema klimaatadaptatie. Dit maakt het lastiger om werkelijk aan de slag te gaan met monitoring. Een landelijke monitor draagt hieraan bij omdat voor alle gemeenten dezelfde landelijke indicatoren worden gemonitord en dezelfde kernbegrippen worden gebruikt. Daarnaast helpt de landelijke opschaling om het onderwerp 'monitoring' op de agenda te zetten. Gemeenten kunnen elkaar inspireren en uitdagen om een stap verder te gaan met hun monitoringsambities. In grote lijnen zou het proces voor elke gemeente gelijk moeten zijn, maar kan een gemeente zelf kiezen voor een tool op maat met relevante indicatoren die op landelijk en/of lokaal niveau worden gemonitord.

## Vervolgstappen voor landelijke opschaling

### *Kansrijke datasets*

De hierboven genoemde wensen voor monitoren in de tijd en landelijk inzicht stellen eisen aan data: in dit project is vastgesteld dat dergelijke temporele data nog niet landelijk beschikbaar zijn. Dit wil niet zeggen dat deze data nog niet gemaakt kan worden: er is op het moment nog geen business case om deze landelijk te ontsluiten. Er zijn bijvoorbeeld al diverse partijen die heel precies jaarlijks de hoeveelheid verharding en groen in kaart brengen: dit wordt alleen nog niet landelijk ontsloten in de vorm van een monitor. Op basis van deze data kan landelijk nauwkeurig in beeld worden gebracht wat de jaarlijkse ontwikkelingen zijn in bijvoorbeeld de hoeveelheid groen op publiek en privaat gebied per buurt. Verschillende gemeenten zijn hier al op gemeentelijk niveau mee bezig, maar een landelijke aanpak is efficiënter en betekenisvoller.

### *Relevante ontwikkelingen Klimateffectatlas*

De Klimateffectatlas (KEA) wordt landelijk bijgehouden en vormt daarmee een interessante bron van data. Voor meerdere indicatoren in de huidige monitoringstool is gebruik gemaakt van data uit de KEA. Hoewel er in principe wat voor te zeggen zou zijn om de brondata achter de KEA te achterhalen, was dit in deze pilot niet haalbaar: ten eerste zou het (eenmalig) significant meer werk opleveren om de brondata te achterhalen, updaten, en vergelijkbaar met de KEA te processen. De producten uit de KEA waren klaar voor gebruik, en daarom is ervoor gekozen ze te gebruiken. Ten tweede wordt verreweg de meeste data uit de KEA niet elders aangeboden, en data die wel elders wordt aangeboden wordt vaak niet op een toegangsvriendelijke manier aangeboden voor niet-experts, en vereist eerst nog allerlei bewerkingen<sup>3</sup>. Goed voorbeeld hiervan zijn de kaarten uit het Nationaal Water Model. De KEA vormt dus de centrale plek waar deze data toegankelijk wordt ontsloten, en vormt als het ware een etalage waar de best beschikbare data worden getoond.

De Klimateffectatlas wordt in 2020/2021 uitgebreid qua content en functionaliteit. Hoewel er nu nog geen jaarlijkse monitoringsdata op staan, hebben gebruikers deze behoefte wel aangegeven en wordt dit nu uitgewerkt, in eerste instantie voor een groenmonitor. Qua functionaliteit wordt de ontwikkeling van dashboardfunctionaliteit voorzien, waarmee de monitoringsgegevens kunnen worden ontsloten. Er zou een gezamenlijke pilot kunnen worden opgezet waarin gebruikers worden betrokken bij de ontwikkeling van een dergelijke landelijke monitor.

### *Beheer*

Bij beheer van een uitgebreide versie van de tool moet rekening gehouden worden met een toename van beheertaken waaronder de updatefrequentie en de datastrategie. Deze moeten aansluiten op de toekomstige datastromen van de indicatoren. Er moet daarnaast gelet worden op het feit dat gemeenten mogelijk een deel van hun data niet voor iedereen willen ontsluiten.

---

<sup>3</sup> In de KEA wordt wel expliciet vermeld welke kennisinstellingen achter de kaarten zitten, alleen die kaarten worden meestal niet elders aangeboden dan in de KEA.

# Bijlagen



## Bijlage 1 Procesbeschrijving casestudies

### 1. Gemeente Apeldoorn

Samen met de gemeente Apeldoorn hebben we verschillende processtappen doorlopen om tot een bruikbaar en gedragen resultaat te komen. In iedere stap is een enkele vraag of zijn enkele vragen in overleggen, werksessies en klankbordbijeenkomsten beantwoord. Het proces bestond uit de volgende stappen:

#### 1. Scope bepaling

*De opzet van een monitoringstool hangt af van het doel van monitoren en voor wie men dat gaat doen (de doelgroep). Zo kan monitoring ingezet worden om te leren (intern), beleid bij te sturen (intern), verantwoording af te leggen aan je bestuur of aan de burger, of als communicatiemiddel richting burgers. In de eerste stap van het proces zijn daarom de behoefte, het doel en de doelgroep nader bepaald en is antwoord gegeven op de volgende vragen:*

- Wat is de behoefte op het gebied van monitoring?
- Wat is het doel van monitoring en de uiteindelijke tool?
- Voor wie is monitoren / de tool bedoeld en wat wil de gemeente er mee?

#### 2. Selectie van indicatoren

*Om te kunnen monitoren is een goede set van indicatoren nodig. Een goede indicator dient SMART te zijn: Specifiek, Meetbaar, Acceptabel, Realistisch en Tijdgebonden. De set van indicatoren uit fase 1 is onder de loep genomen en op basis van SMART argumenten is een eerste set van indicatoren gekozen:*

- Welke SMART indicatoren sluiten aan bij de behoefte, het doel en de doelgroep?

#### 3. Validatie projectgroep en klankbordgroep

*Feedback vragen aan een bredere groep betrokkenen en potentiële eindgebruikers is belangrijk. De wensen en behoeften op het gebied van klimaatbestendigheid verschillen natuurlijk per gemeente, en hoewel het in deze pilotfase niet het doel is om tot een alomvattend framework te komen, is het relevant om te inventariseren wat andere mogelijke gebruikers vinden van de opzet, en of ze denken dat dit ook voor hen nuttig zou kunnen zijn:*

- Kan de behoefte, doel, doelgroep en de selectie van indicatoren op basis van input uit de klankbordgroep aangescherpt worden?

#### 4. Dataverzameling en inventarisatie datasets

*Het kunnen monitoren van bepaalde indicatoren is afhankelijk van de beschikbaarheid van data. Kan deze openbaar ontsloten worden of heeft de gemeente zelf specifieke data op het gebied van klimaatadaptatie:*

- Welke openbare data is beschikbaar en kan worden gebruikt voor de indicatoren?
- Welke gemeente-specifieke data is beschikbaar en kan worden gebruikt voor de indicatoren?

#### 5. Tool ontwikkeling

*De set van indicatoren is uiteindelijk vormgegeven in een monitoringstool voor de gemeente Apeldoorn. Daarbij is het van belang dat eerder benoemde behoeften, doelen en doelgroepen mee worden genomen:*

- Welke elementen in de tool wil men terug zien?

6. Validatie projectgroep en klankbordgroep  
*Feedback vragen aan een bredere groep betrokkenen en potentiële eindgebruikers is belangrijk, daarom is gevraagd wat zij vinden van het concept en de tool. Het is relevant om te inventariseren wat andere mogelijke gebruikers vinden van de tool, en of ze denken dat dit ook voor hen nuttig zou kunnen zijn:*
  - Kan de tool op basis van input uit de klankbordgroep aangescherpt worden?

## 2. Gemeente Delft

Samen met de gemeente Delft hebben we verschillende processtappen doorlopen om tot een bruikbaar en gedragen resultaat te komen. Deze stappen waren als volgt:

1. Scope bepaling  
*In een startbespreking met de gemeente Delft is ingegaan op de volgende zaken:*
  - Definiëren behoefte gemeente Delft op het gebied van monitoring klimaatadaptatie;
  - In kaart brengen wensen, uitgangspunten en verwachtingen van de gemeente Delft (doelgroep, schaalniveau, gebruik)
  - Welke indicatoren moeten we in ieder geval gebruiken in de data/visualisatietool?
2. Inventariseren datasets  
*Samen met de gemeente Delft is Sweco op zoek gegaan naar datasets, zowel openbare als gemeentelijke data die kan worden gebruikt om de geselecteerde indicatoren te verwerken in de tool.*
  - Welke databronnen zijn beschikbaar om de indicatoren te visualiseren?
3. Validatie van ideeën: met projectgroep en klankbordgroep  
*De opgehaalde ideeën worden besproken en aangescherpt op basis van een projectgroep overleg en een overleg met de klankbordgroep (de klankbordgroep bestaat uit een brede groep potentiële eindgebruikers. Denk aan andere gemeenten, waterschappen, adviseurs ed.). We zijn hier vooral ingegaan op de volgende zaken:*
  - Waar is uitwisseling met de gemeente Apeldoorn mogelijk? En waar zit overlap in datasets, indicatoren, ideeën.
  - We scherpen de doelen en uitgangspunten aan op basis van input uit de klankbordgroep en doen een update van de geselecteerde indicatoren.
4. Validatie van het conceptproduct: met projectgroep.  
*In een bijeenkomst met de projectgroep heeft Deltares de eerste versie van de tool laten zien. Samen met de gemeente Delft heeft Sweco een lijst van verbeterpunten en aanvullingen teruggegeven aan Deltares ter verwerking in de tool.*
5. Validatie van de tool met de klankbordgroep.  
*De eindversie van de tool hebben we laten zien in een klankbordbijeenkomst waarin een grote groep potentiële eindgebruikers feedback heeft kunnen geven. We zijn vooral ingegaan op de volgende zaken:*
  - Wat vindt u van de tool en de toegepaste methodiek en zou u hem willen gebruiken?
  - Wat is de grootste meerwaarde van de tool?
  - Tips en aanbevelingen voor een mogelijk vervolg.

## Bijlage 2 Klankbordbijeenkomst 1, 9 juni 2020: presentaties



## Monitoring Lokale Klimaatbestendigheid

Corine ten Velden

Monitoring Lokale Klimaatbestendigheid NKWK-KBS



## Achtergrond

- Nationaal Kennis- en Innovatieprogramma Water en Klimaat – onderzoekslijn KlimaatBestendige Stad (NKWK-KBS)
- Deelproject 'Monitoring van Lokale Klimaatbestendigheid' (MLK)
- Centrale vraag MLK:
 

Welke (combinatie van) data vormen een bruikbare indicator voor de lokale en regionale klimaatbestendigheid in de huidige situatie, t.a.v. regen- en grondwateroverlast, droogte en hitte en tweedelaagsveiligheid (en zullen dus wijzigen na uitvoering van adaptatie-maatregelen of andere veranderingen in de omgeving)?
- Of, korter:
 

**Welke bestaande datasets kunnen gebruikt worden als indicator(en) voor huidige klimaatbestendigheid?**
- *Hoe klimaatbestendig zijn we op dit moment,  
...en waar willen we over 5 of 10 jaar staan?*

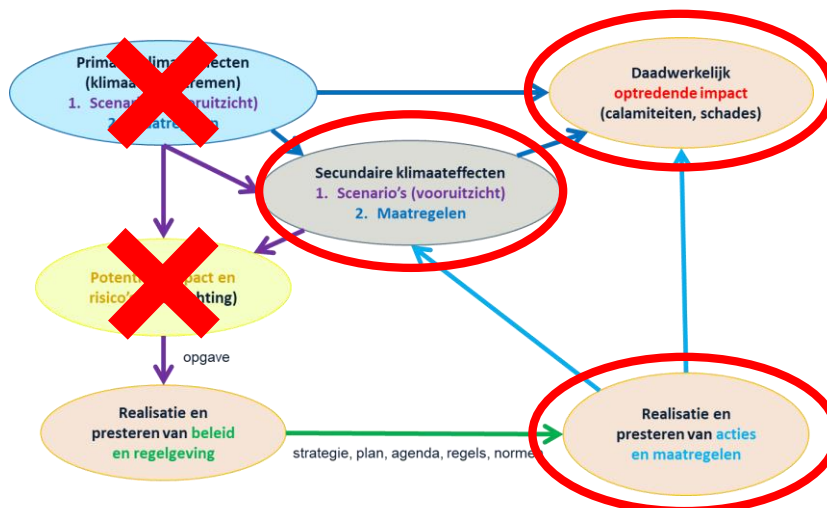
Deltares

## Projectinsteek, randvoorwaarden, doel

- Onderzoeksproject: **verkenning**
  - Indicatoren gebaseerd op **bestaande datasets**
  - Monitoring van **fysieke** omgeving
  - Schaalniveau **lokaal**/regionaal
  - Uitgangspunt is bruikbaarheid voor **eindgebruikers**
- Aansluiting bij bestaande initiatieven

Deltares

## Typen indicatoren



Naar: Deltares (2018), Monitoring Ruimtelijke Adaptatie. Rutger van der Brugge, Marco Hoogvliet.

Deltares



## Fase 1

- Inventarisatie van behoeften, wensen, randvoorwaarden en mogelijke indicatoren en databronnen
- Afgerond december 2019
- 2 workshops, in Eindhoven & Amersfoort
- Klankbordbijeenkomst in Utrecht
- Deelnemers, lokaal & regionaal:
  - Gemeentes
  - Waterschappen
  - Provincies
  - Organisaties (PBL, Rioned)
  - Bureaus (ORG-ID, Arcadis)

Deltares



## Fase 1: Resultaten

### Behoeften van gebruikers:

- Voortgang: Weten hoe het er voor staat
- Bestuurlijke verantwoording
- Draagvlak voor maatregelen en financiën bij burgers
- Participatie: Overtuigen van burgers en partijen om ook zelf actie te ondernemen (urgentie)
- *(Effectiviteit van maatregelen: vnl. in andere onderzoeken – modelstudies, proefopstellingen, etc. – focus in dit onderzoek op bestaande datasets)*

### Randvoorwaarden:

- Communicatie
- Databeschikbaarheid
- Houd het simpel
- Feitelijke data
- Harde en zachte data

### Aandachtspunten:

- Complex samenspel van indicatoren
  - Gebruik set van indicatoren
  - Niet sturen op één indicator
- Indicatoren evt. praktische invulling DPRA

Deltares



## Fase 1: Resultaten

Indicatorenset: uitgebreid overzicht in tabelvorm

- Resultaat is combi van eerder onderzoek, expertkennis, stakeholder workshops, klankbordbijeenkomst
- 4 klimaateffecten:  
Hitte, Droogte, Wateroverlast, Tweedelaagsveiligheid
- Prioritering op basis van haalbaarheid (experts)
- Prioritering op basis van importantie (deelnemers klankbordbijeenkomst)
- Rapport Fase 1:  
<https://waterenklimaat.nl/nl/onderzoeklijnen/klimaatbestendige-stad/> → 'Monitoring Lokale Klimaatbestendigheid'

Deltares

Thema	Klimaateffect	Gevolg	Indicator gevolg	Haalbaarheid	PHO	Data	Betroppelijk	Indicator handeling (maatregelen)	Haalbaarheid	
				Eenvoudig-1 ingewikkeld-2	klankbord bijeenkomst				Protestief	Eenvoudig-1 ingewikkeld-2
1										
2	Gezondheid	Extremen nemen toe	Meer druk op eerste hulpdiensten	Aantal 112 meldingen brandweer en ambulance	1	II	Hulpdiensten	R	Lokaal hitteplan	
3			Gezondheidsproblemen	Aantal sterfgevallen in relatie tot hitte	1	II	CBS, ziekenhuizen	R	Lokaal hitteplan	
4			Afname kwaliteit nachtrust	Aantal meldingen bij medische instanties	2		KlimaateffectAtlas, KNMI	R		
5			Toename last van luchtverontreiniging	Aantal hete dagen gerelateerd aan smog	2		KNMI	R		
6			Warmere zomers en toename meerdaagse warme periodes	Toename blootstelling UV-straling	2		Smeer campagne, KNMI	R		
7	Buitenuimte	Openbare ruimte niet langer aangenaam	Hoge gevoelstemperatuur	PET	1	III	PET-kaarten	R	% Panden te ver van verkoeling	2
8			Toename risico voor grote evenementen	Bezoekersaantallen	1		Organisator	R	% Schaduw op loopgebieden	2
9			Warmere zomers en toename meerdaagse warme periodes	EHBO meldingen	2		Organisator	R	# Evenementen met hitteplan	2
10			Druk op natuur, openbaar groen en stedelijke recreatie ruimte neemt toe	Aantal bezoekers per dag	2			R	Afstand tot koelteplekken	1
11			Toename risico's door meer natuurrecreatie	Toename blootstelling ziekteverwekker door meer waterrecreatie	2		RIVM	R		
12			Toename waag naar water	Gebruik in m3/dag m3/uur	1		Zie waterbedrijven	R	Waterbesparing, voorlichting	2
13	Leefbaarheid	Steden warmen op	Stad oncomfortabel heet	Aantal hete nachten	1	I	KlimaateffectAtlas	R	% Groen, Bomen/na, toename groen	2
14				PET	1		PET-kaarten	R	% Panden te ver van verkoeling	2
15								R	m2 albedo daken	
16								R	# % Groene daken	
17								R	% Verharding	1
18								R	% Schaduw op loopgebieden	2
19								R	Temperatuurdaling binnen (graden/C)	2
20			Gebouwen te heet	Aantal hete nachten	2		KlimaateffectAtlas	R	Aantal gebouwen met airco's	2
21			Opwarming scholen en kinderopvang	PET	1		PET-kaarten	R		
22			Afname inkomsten detailhandel	PET	1		PET-kaarten	R		
23				Aantal bezoekers per dag	2		Detailhandelbranche	R		
24								R		
25	Water	Hogere temperatuur oppervlaktewater	Tekort aan koelwater	Temperatuur koelwater	2			R	Temperatuurdaling koelwater (graden/C)	2
26			Stijging temperatuur koelwater	Aantal warme-minnende aquatische soorten	2			R		
27			Verschuiving naar warme-minnende	Temperatuur water	2			R		
28			Mogelijke toename ziekteverwekkers in water	Aantal meldingen bij medische instanties	2			R		
29				Kleur water	2			R		
30				Aantal bacteriën / ziekteverwekkers	2	III	RIVM	R		
31				Aantal meldingen bij medische instanties	2			R		
32				Kleur water	2			R		
33				Aantal bacteriën / ziekteverwekkers	2		RIVM	R		
34	Netwerken	Extremen nemen toe	Toename risico op uitzetting rails en bruggen en smelten asfalt	Aantal uitgezette bruggen Gesmolten/gebarsten asfalt (km)	2 2		Gemeentes RWS, provincies, gemeentes	R R	Aantal aangepaste wegen/ kunstwerken	2
35				Aantal treinen dat vertragting heeft door uitgezette	2		NS	R		
36				Cijfers energiegebruik gekoppeld aan hete dagen	2		Netbeheerders	R	Piannen hittebestendig bouwen?	2
37								R		

Deltares



## Fase 2

Doelen Fase 2:

- Uitgewerkte testset van indicatoren voor twee pilotgemeentes (selectie)
- Ontsluiten van benodigde databronnen
- Tools voor data-analyse en visualisatie van de indicatoren
- Toetsing aan klankbordgroep van potentiële eindgebruikers en andere direct betrokkenen
  - Twee keer: 9 juni & begin augustus

Organisatie

- *Projectteam:* **Deltares, Tauw, Sweco**
- *Ondersteuning:* **CAS**
- *Pilotgemeentes:*
  - **Apeldoorn (Tauw)**
  - **Delft (Sweco)**

Deltares



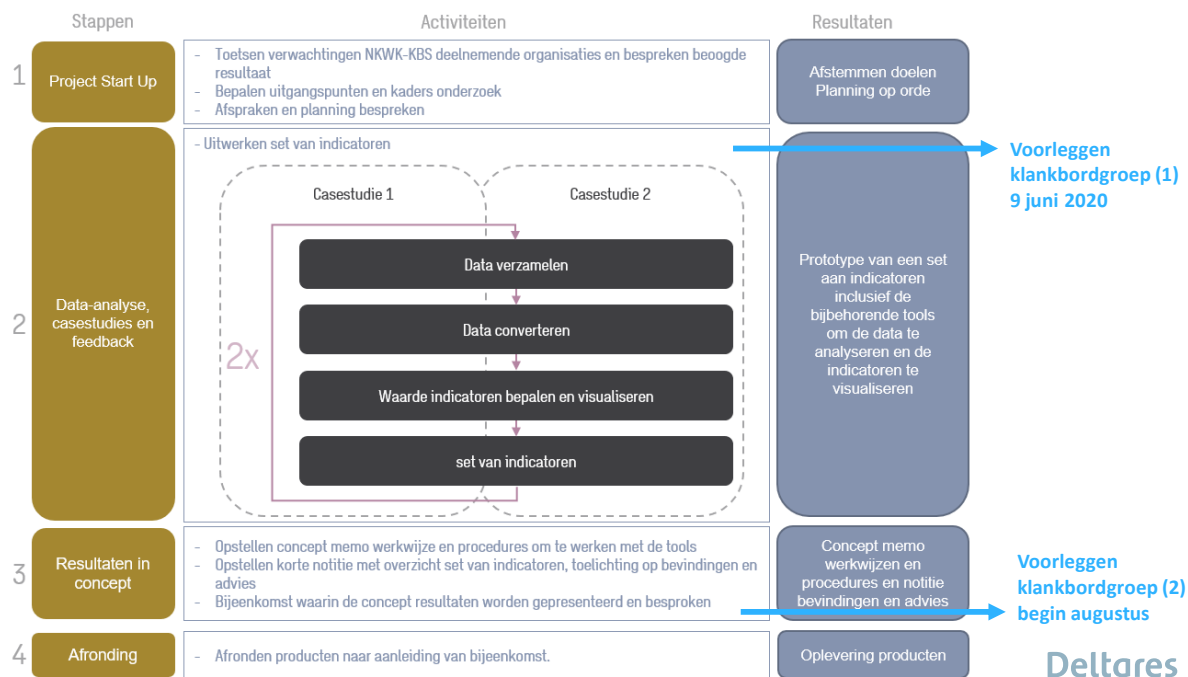
## Fase 2

Aandachtspunten

- Bruikbaarheid voor gebruikers staat centraal
- Complexiteit ↔ bruikbaarheid
- Generiek ↔ maatwerk

Deltares





## Feedback

- Google Spreadsheet: link wordt gedeeld in MS Teams chat ([https://docs.google.com/spreadsheets/d/1QAJaB1mMJyZevakptu\\_I4OWMMYAtcUmjT28\\_wCgcsIq/edit?usp=sharing](https://docs.google.com/spreadsheets/d/1QAJaB1mMJyZevakptu_I4OWMMYAtcUmjT28_wCgcsIq/edit?usp=sharing))
- 6 vragen
- Per vraag:
  - Vul antwoord + toelichting in bij je eigen naam (paar minuten)
  - Korte discussie



## Vragen feedbackronde

1. Zou de voorgestelde aanpak ook waardevol zijn voor uw gemeente/waterschap?
2. Sluit dit aan bij de thematiek/klimaatadaptatie in uw gemeente/waterschap?
3. Herkent u zich in de doelen voor monitoring van de pilotgemeentes?
4. Wat mist u in de aanpak?
5. Vindt u de voorgestelde vorm van presentatie (visualisatie) van de indicatoren handig?
6. Welke tips wilt u meegeven/ Overige opmerkingen

Deltares



# Doel & indicatoren

Monitoring lokale klimaatbestendigheid

---

Gemeente Apeldoorn & Tauw

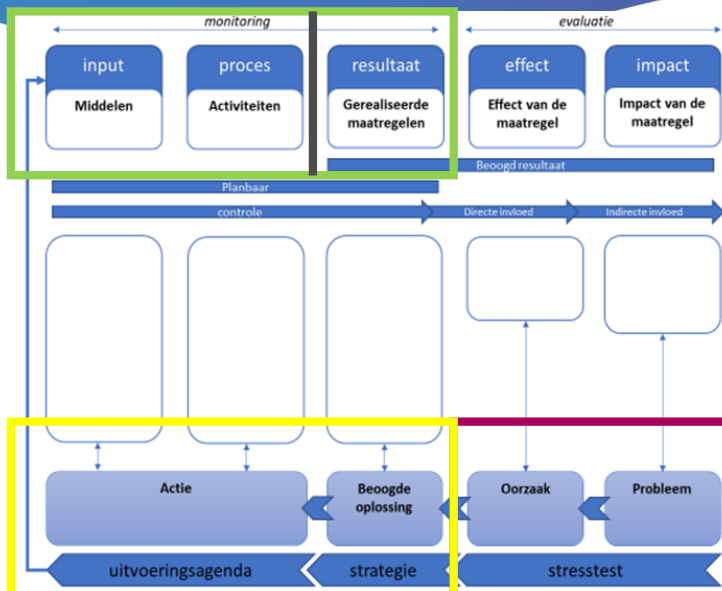
# Doelen

## Leefbaarheid:

- Het geven van een indicatie van de mate van leefbaarheid in de stad Apeldoorn op wijk/buurt niveau bij het voordoen van:
  - Een extreem hete dag (hitte)
  - Een extreme neerslaggebeurtenis (wateroverlast)
  - Een periode van droogte (droogte)
- Het geven van een eerste indicatie van de potentie/opgave in de stad Apeldoorn op wijk/buurt niveau om de buurt leefbaarder te maken bij het voordoen van bovengenoemde situaties.



# Doelen



# Doelen

## Doelgroep en tool

- Bewoners
- Bestuur en collega's
- Kaarten
- Monitoringstool
- Aansluiting bij bestaande initiatieven



# Indicatoren

## Hitte

- Loopafstand tot koelte - %panden te ver van koelte per wijk/buurt
- % groen per wijk/buurt
- % schaduw op fiets- en voetpaden (straatniveau) per wijk/buurt
- % schaduw op fiets- en voetpaden (buurniveau) per wijk/buurt
- # hitte gerelateerde klachten/meldingen per wijk/buurt
  - Geluidsoverlast
  - Gezondheidsklachten



## Indicatoren

### Hitte – extra/toekomstig/optieeel

- Wijktypologie
- Gevoelstemperatuur i.r.t. % groen/verharding
- Grondwatermeetnet
  - Temperatuur
- Koppeling buiten- en binnentemperatuur
  - Overheid houdt niet op bij de voordeur



## Indicatoren

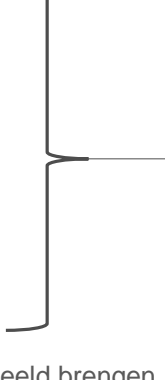
### Extreme neerslag

- % oppervlak verhard/onverhard per wijk/buurt
- Afkoppelen
  - Ha afgekoppeld oppervlak per wijk/buurt
  - # particuliere subsidieregelingen per wijk/buurt (participatie)
- # wateroverlast gerelateerde klachten/meldingen per wijk/buurt → koppelen aan event
- # of % boomkronen boven verhard oppervlak



## Indicatoren

### Droogte

- Kleur van bladeren
  - # dode bomen
  - # bronnen van natuur- en bermbranden
  - # klachten droogval solitaire vijvers
  - # Infiltratievoorzieningen
  - Uitzakken grondwaterpeil/drooglegging in beeld brengen ←
- 



## Indicatoren

### Droogte – extra/toekomstig/optioneel

- Neerslagtekort
- Kansenskaarten infiltratievermogen
  - Informatie over de ondergrond, westkant= reliëf - infiltratie beter, de oostkant= minder doorlatend - waar ligt potentie voor infiltratie?
  - Op stadsniveau beschikbare informatie



# Overig

## Alle thema's

- Verband publieke groen – private ruimte: als de gemeente groen weg haalt dan haalt het publiek de groen ook weg en andersom
  - Achterhalen in publieke ruimte of in private ruimte
  - Correlatie - verband in trend
  - Hoe is die verhouding
  - In bepaalde wijken ben je afhankelijk van het publieke groen



VECO 

NKWK

MONITORING KLIMAATADAPTATIE IN DELFT

24  
2020-09-30



## Klimaatadaptatie doelstellingen

1. Stad als spons: wateroverlast/droogte
  - Wat is huidige status en wat is onze ambitie?
2. Hittestress niet laten toenemen
  - Wat gaan we meten?
  - Link met sociaaleconomische component
3. Participatie
  - Hoe zorgen we dat particulieren en bedrijven bijdragen aan klimaatpatie stad

25  
2020-09-30



## Doel

– Status klimaatbestendigheid in beeld bij gemeente

**Schaalniveau: buurt**

### Doelgroep

- Intern binnen gemeente
- Bestuurders

### Tool

- Dashboard interface/met Kaarten / Storymap?
- Uitbreidbaarheid
- Later in te zetten voor communicatie
- Data intern ontsluiten via Geoweb

26  
2020-09-30



## Stad als spons

### Wateroverlast

Indicator gevolg	Databron	Databron	Update snelheid
Meldingen van water in huis	Meldingen IMBOR-CROW - Meldingen via website - BuitenBeter-app	Gemeente	Jaarlijks
Grondwaterstand - Verschil GHG en maaiveld	- Grondwaterportaal - Peilbuisdata gemeente	Openbaar Gemeente	Jaarlijks

27  
2020-09-30

## Stad als spons

### Wateroverlast

Indicator handeling	Databron	Databron	Update snelheid
Percentage oppervlak verhard & onverhard [%]	- Luchtfoto's - BGT	Opendata/gemeente Open data	Jaarlijks
Spons-index hoeveelheid water dat wordt vastgehouden (Neerslag – afvoer riool – afvoer opp water – ET)/ tijd - Link watersysteem	- Luchtfoto's - Rioldata - Berging bodem - Berging oppervlaktewater - Verdamping	Gemeente/opendata	?
Capaciteit waterberging - Volume waterberging bodem - Volume wadi - Volume opp. Water - Wateropvangkratten - riool - enz,	- Atlas natuurlijk kapitaal: waterbergend vermogen bodem - Luchtfoto's - BGT - Rioldata - Wateropvangkratten - Wadi locaties	Opendata/gemeente	Elke paar jaar Tot Jaarlijks

28  
2020-09-30

## Stad als spons

### Droogte

Indicator <b>gevolg</b>	Databron	Databron	Update snelheid
Kleur bladeren	NDVI uit luchtfoto's	Open	Jaarlijks
Grondwaterstand	- Grondwaterportaal - Peilbuisdata gemeente	Openbaar Gemeente	Jaarlijks
Waterbergend vermogen bodem	Atlas natuurlijk kapitaal: waterbergend vermogen	Open data	Om de paar jaar ?
Boomsterfte	Databestand boomsterfte gemeente	Gemeente	Jaarlijks

29  
2020-09-30

## Stad als spons

### Droogte

Indicator <b>handeling</b>	Databron	Databron	Update snelheid
Deel van de stad met actief grondwaterbeheer	Gegevens gemeente	<b>Geen data beschikbaar</b>	-
% van buurt waar water stroomt naar infiltratieplek	- Gegevens gemeente - AHN - BGT	Gemeente Opendata <b>Lijkt niet mogelijk</b> Opendata	-

30  
2020-09-30

## Hittestress mag niet toenemen

Indicator <b>gevolg</b>	Databron	Databron	Update snelheid
PET- gevoelstemperatuur	Klimaat-effect atlas	Opendata	Niet regelmatig
Aantal hete nachten	Klimaat-effect atlas	Opendata	Niet regelmatig
Aantal sterfgevallen - Hoe achterhalen of hitte oorzaak is?	- Gemeente/GGD - CBS/RIVM	Gemeente Opendata	Jaarlijks
Ziekenhuisopnames	-Gemeente/GGD - CBS/RIVM	Gemeente Opendata	Jaarlijks

31  
2020-09-30

## Hittestress mag niet toenemen

Indicator <b>handeling</b>	Databron	Databron	Update snelheid
Afstand tot koelte van openbaar groen	-Luchtfoto, - Hittekaart stresstest, - BGT groen - BGT wegen	Gemeente/opendata	Jaarlijks/Niet regelmatig
%schaduw op loopgebieden op hoogste zonnestand 21 juni	- Luchtfoto, - AHN dsm, - Zonnestand	Gemeente/opendata	Jaarlijks
% groen in buurt. Geclassificeerd naar type/kwaliteit groen - Hoge bomen - Grasland - Struiken - Groen dak	- Luchtfoto, - AHN, - BGT - Bomenbestand  Óf: Bomen in Nederland. Atlas Natuurlijk kapitaal	Gemeente/opendata	Jaarlijks  Niet regelmatig
Albedo gebouwen, verhard oppervlak en groen	- Satelliet - BGT	Opendata	Jaarlijks

32  
2020-09-30

## Participatie

Indicator <b>handeling</b>	Databron	Databron
Percentage oppervlak verhard & onverhard [%] <b>op privaat gebied</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Luchtfoto's</li> <li>- BGT</li> </ul>	Privaatgebied op basis van de laag Erfgrens vlak. Laag uit de BGT/BAG  Evt aangevuld met kadastrale kaarten gemeente
Capaciteit waterberging op <b>privaat gebied</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Atlas natuurlijk kapitaal: waterbergend vermogen</li> <li>- Luchtfoto's</li> <li>- BGT</li> <li>- Riooldata</li> <li>- Wateropvangkratten</li> <li>- Wadi locaties</li> </ul>	
%schaduw op loopgebieden op hoogste zonnestand 21 juni. <b>Op privaat gebied</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Luchtfoto,</li> <li>- AHN dsm,</li> <li>- Zonnestand</li> </ul>	
% groen in buurt op <b>privaat gebied</b> Geclassificeerd naar type/kwaliteit groen <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hoge bomen</li> <li>- Grasland</li> <li>- Struiken</li> <li>- Groen dak</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Luchtfoto,</li> <li>- AHN,</li> <li>- BGT</li> <li>- Bomenbestand</li> </ul> Óf: Bomen in Nederland. Atlas Natuurlijk kapitaal	
Albedo gebouwen, verhard oppervlak en <b>groen op privaat gebied</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Satelliet</li> <li>- BGT</li> </ul>	

## Bijlage 3 Klankbordbijeenkomst 1, 9 juni 2020: deelnemende organisaties

Eerste klankbordbijeenkomst NKWK-KBS Monitoring Lokale Klimaatbestendigheid

*Datum & tijd:* 9 juni 2020, 11:45-13:15

*Locatie:* Online MS Teams meeting

---

### **Organisatie**

---

Deltares

Tauw

Sweco

Gemeente Delft

Gemeente Apeldoorn

WVL

Stowa

Gemeente Groningen

Gemeente Kampen

Gemeente Leiden

Gemeente Tilburg

Gemeente Utrecht

Hoogheemraadschap van Delfland

Waterschap De Dommel

Provincie Zuid-Holland

## Bijlage 4 Klankbordbijeenkomst 2, 22 september 2020: presentatie



## Monitoring Lokale Klimaatbestendigheid

Corine ten Velden

Monitoring Lokale Klimaatbestendigheid NKWK-KBS



## Achtergrond

- Nationaal Kennis- en Innovatieprogramma Water en Klimaat – onderzoekslijn KlimaatBestendige Stad (NKWK-KBS)
- Deelproject 'Monitoring van Lokale Klimaatbestendigheid' (MLK)
- Centrale vraag MLK:
 

Welke (combinatie van) data vormen een bruikbare indicator voor de lokale en regionale klimaatbestendigheid in de huidige situatie, t.a.v. regen- en grondwateroverlast, droogte en hitte en tweedelaagsveiligheid (en zullen dus wijzigen na uitvoering van adaptatie-maatregelen of andere veranderingen in de omgeving)?
- Of, korter:
 

**Welke bestaande datasets kunnen gebruikt worden als indicator(en) voor huidige klimaatbestendigheid?**
- *Hoe klimaatbestendig zijn we op dit moment,  
...en waar willen we over 5 of 10 jaar staan?*

Deltares



## Projectinsteek, randvoorwaarden, doel

- Onderzoeksproject: **verkenning**
- Indicatoren gebaseerd op **bestaande datasets**
- Monitoring van **fysieke** omgeving
- Schaalniveau **lokaal**/regionaal
- Uitgangspunt is bruikbaarheid voor **eindgebruikers**
  
- Aansluiting bij bestaande initiatieven

Deltares



## Pilot met gemeentes

- Twee pilotgemeentes:
  - Apeldoorn
  - Delft
  
- Doelen, thematiek: overlap & verschillen
  
- Insteek Delft: op basis van klimaatstrategie
  
- Insteek Apeldoorn: leefbaarheid is belangrijk thema

Deltares





## Gemeente Delft

**Uitgangspunt** is de klimaatadaptatiestrategie van de gemeente

**Doel:** status klimaatbestendigheid in beeld bij gemeente (buurniveau), op basis van onderstaande doelstellingen

Klimaatadaptatiedoelstellingen:

- Stad als spons: wateroverlast/droogte
  - Wat is huidige status en wat is onze ambitie?
- Hittestress niet laten toenemen
  - Wat gaan we meten?
  - Link met sociaaleconomische component
- Participatie
  - Hoe zorgen we dat particulieren en bedrijven bijdragen aan klimaatpatieve stad

Deltares

5

Monitoring Lokale Klimaatbestendigheid NKWK-KBS



## Gemeente Apeldoorn

**Uitgangspunt** is de leefbaarheid in de gemeente

**Doelen:**

- Het geven van een indicatie van de mate van leefbaarheid in de stad Apeldoorn op wijk/buurt niveau bij het voordoen van:
  - Een extreem hete dag (hitte)
  - Een extreme neerslaggebeurtenis (wateroverlast)
  - Een periode van droogte (droogte)
- Het geven van een eerste indicatie van de potentie/opgave in de stad Apeldoorn op wijk/buurt niveau om de buurt leefbaarder te maken bij het voordoen van bovengenoemde situaties.

Deltares

6

Monitoring Lokale Klimaatbestendigheid NKWK-KBS

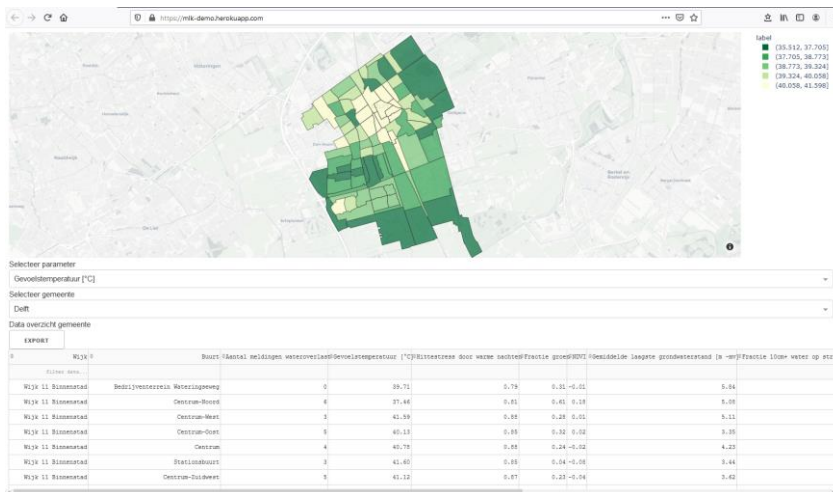
## Datasets & indicatoren

Thema	Type indicator	Indicator	Apeldoorn	Delft	Data
Wateroverlast	Gevolg	Gemiddelde hoogste grondwaterstand [m -mv]	X	X	NHI
		Aantal meldingen wateroverlast	X	X	Meldingendatabase gemeente
		Fractie 10cm+ water op straat 60mm bui		X	Stresstest wateroverlast gemeente
	Handeling	Fractie verhard oppervlak		X	Data gemeente (shapefile)
		Fractie afgekoppeld oppervlak	X		Data gemeente (tabel)
Droogte	Gevolg	Gemiddelde laagste grondwaterstand [m -mv]	X	X	NHI
	Handeling	Infiltratieriool [m/ha]	X		Data gemeente (shapefile)
Hitte	Gevolg	Gevoelstemperatuur [°C]	X	X	Klimaat-effectatlas
		Hittestress door warme nachten	X	X	Klimaat-effectatlas
		Loopafstand tot koelte [min]	X		Data gemeente (eigen analyse)
	Handeling	Fractie groen	X	X	Klimaat-effectatlas
		NDVI	X	X	Satellietdata
		Schaduw fractie	X		Data gemeente (eigen analyse)
Participatie	Handeling	% oppervlak verhard/onverhard <i>op privaat gebied</i>			
		% schaduw op fiets- en voetpaden / op loopgebieden <i>op privaat gebied</i>			
		% groen <i>op privaat gebied</i>			
Algemeen		Bevolkingsdichtheid	X	X	CBS

Deltares

## Demo tool

- <https://mlk-demo.herokuapp.com/>



Deltares



## Feedback (en discussie)

- Google Spreadsheet: link wordt gedeeld in MS Teams chat (<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1QrXsMHoogsEDiuSEvhJnxyQZRuuM9eS8grERf04mYNo/edit?usp=sharing>)
- 6 vragen
- Per vraag:
  - Vul antwoord + toelichting in bij je eigen naam (paar minuten)
  - Korte discussie

Deltares



## Vragen feedbackronde

1. Wat vindt u van de tool? / Wat is uw eerste indruk?
2. Wat vindt u van de toegepaste methodiek (indeling in kwintielen, op kleur geschaald, i.c.m. toepassing van een drempelwaarde)?
3. Zou de tool ook waardevol zijn voor uw gemeente/waterschap? En zo nee, wat mist u/ wat zou u nog aanpassen?
4. Wat zou voor u de grootste meerwaarde zijn van gebruik van deze tool?
5. Zou u mee willen doen aan een vervolgfase van dit project?
6. Welke tips wilt u meegeven voor een vervolgfase/ Overige opmerkingen

Deltares

## Bijlage 5 Klankbordbijeenkomst 2, 22 september 2020: deelnemende organisaties

Tweede klankbordbijeenkomst NKWK-KBS Monitoring Lokale Klimaatbestendigheid

*Datum & tijd:* 22 september 2020, 9:30-11:30

*Locatie:* Online MS Teams meeting

---

### **Organisatie**

---

Deltares  
Tauw  
Sweco  
Stichting CAS  
Gemeente Delft  
Gemeente Amersfoort  
WVL  
Stowa  
Gemeente Deventer  
Gemeente Dordrecht  
Gemeente Kampen  
Gemeente Leiden  
Gemeente Tilburg  
Gemeente Utrecht  
Gemeente Woerden  
Hoogheemraadschap van Delfland  
Waterschap Aa en Maas  
Waterschap De Dommel  
Rioned  
Waternet  
Arcadis

Deltares is een onafhankelijk kennisinstituut voor toegepast onderzoek op het gebied van water en ondergrond. Wereldwijd werken we aan slimme oplossingen voor mens, milieu en maatschappij.

**Deltares**

[www.deltares.nl](http://www.deltares.nl)