

Leeuwarden klimaatbestendig

13 januari 2017

Leeuwarden klimaatbestendig

Een integrale benadering van stedelijke klimaatadaptatie



Verantwoording

Titel	Leeuwarden klimaatbestendig
Opdrachtgever	Floris Boogaard (Tauw)
Projectleider	Cor Lont
Auteur(s)	Arniek Doornbos
Begeleiders	Leo Bentvelzen (HVHL) en Astrid Valent (HVHL) Floris Boogaard (Tauw) en Cor Lont (Tauw)
Projectnummer	1243386
Aantal pagina's	83 (exclusief bijlagen)
Datum	13 januari 2017
Handtekening	Ontbreekt in verband met digitale verwerking. Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven.

Colofon

Tauw bv
BU Water & Ruimtelijke Kwaliteit
W.A. Scholtenstraat 3a
Postbus 722
9400 AS Assen
Telefoon +31 59 23 91 30 0

Dit document is eigendom van de opdrachtgever en mag door hem worden gebruikt voor het doel waarvoor het is vervaardigd met inachtneming van de rechten die voortvloeien uit de wetgeving op het gebied van het intellectuele eigendom. De auteursrechten van dit document blijven berusten bij Tauw. Kwaliteit en verbetering van product en proces hebben bij Tauw hoge prioriteit. Tauw hanteert daartoe een managementsysteem dat is gecertificeerd dan wel geaccrediteerd volgens:

- NEN-EN-ISO 9001

Kenmerk R002-1243386XDA-V01

Voorwoord

Cultureel Antropoloog Kurt Lewin (1948) schrijft in zijn papers over *the fog of uncertainty*, de mist waarin mensen zich bevinden die problemen willen oplossen, maar niet weten hoe.

Tijdens het schrijven van mijn scriptie heb ik grotendeels in deze mist doorgebracht, net zoals zoveel partijen die bezig zijn met klimaatadaptatie.

Af en toe kreeg ik een touw toegeworpen, vanuit de afdeling Klimaatactieve Stad van adviesbureau Tauw. Of kreeg ik een hoosbui van ideeën vanuit de afdeling het Watersysteem van de Toekomst. Soms kreeg ik een gouden tip aan het einde van de regenboog in de gesprekken die ik met experts heb gevoerd. Op andere momenten ontstond er een ware herfststorm (in mijn hoofd of in het rapport) na een gesprek bij Van Hall Larenstein of brak het zonnetje door (met bijbehorende hittestress) na een brainstormsessie met familie. Maar grotendeels was het mist.

Wanneer iemand dan ook tegen mij zegt: “Klimaatadaptatie, makkelijker gezegd dan gedaan” ben ik het grondig met diegene eens. Als het makkelijk was, dan waren alle steden nu al klimaatbestendig. Maar dat is niet zo en ik verwacht niet dat klimaatadaptatie ooit makkelijk zal worden. Dit komt door de grote verschillen per stad en de vele thema’s en organisaties die bij het onderwerp betrokken zijn. Maar dit brengt een positieve kant met zich mee. Mensen die in het werkveld met klimaatadaptatie bezig zijn, zijn niet bang voor een uitdaging, ze beschikken over creativiteit, optimisme en een grote hoeveelheid kennis.

Wat een mooi onderwerp om op af te studeren, want ik kreeg toegang tot al deze expertise. Wat ik nog het meest verassend vond, is dat alle gesprekken die ik heb gevoerd uiteindelijk een plekje kregen in mijn onderzoek. Ten tijde van de gesprekken was het interessant maar niet altijd wat ik zocht. Toch zorgden deze stukjes informatie, het nieuwsgierig rondstruinen door de mist, voor nieuwe associaties en ideeën, en uiteindelijk een visie.

Ik wil graag Astrid Valent en Leo Bentvelzen van de opleiding Milieukunde aan Hogeschool Van Hall Larenstein bedanken voor hun inzichten, zij hebben mij geholpen bij het overbrengen van mijn ideeën. Ook wil ik Cor Lont en Floris Boogaard van adviesbureau Tauw bedanken voor het meelesen en meedenken. Samen met hen en de andere collega’s bij Tauw locatie Assen en Leeuwarden heb ik een leuke tijd gehad. Karel Veeneman en Jeannet Bijleveld van Wetterskip Fryslân zijn een belangrijke voorwaarde geweest voor de inhoud van het onderzoek, bedankt voor de besprekingen in de mooie waterschapskantine. Ten slotte wil ik Liesbeth, Marc en Jurrian, mijn familie, bedanken voor het brainstormen en meelesen.

Samenvatting

In Nederland zijn veel ambities omtrent klimaatadaptatie, maar bij veel gemeenten ontbreekt het aan praktische stappen om deze ambities te bereiken in de vorm van beleid. Lokale overheden hebben belang bij een handreiking om tot klimaatadaptatiebeleid te komen. Hiervoor is de volgende onderzoeksvraag geformuleerd: *Welke stappen kunnen lokale overheden zetten om klimaatadaptatiebeleid op te stellen?* Voor de beantwoording van deze hoofdvraag is een methodiek ontwikkeld die is toegepast op de stad Leeuwarden.

Voor het beantwoorden van de hoofdvraag is onderzocht welke effecten stedelijke klimaatverandering veroorzaakt en welke oplossingen hiervoor bekend zijn. Vervolgens is bekeken welke risico's klimaatverandering heeft veroorzaakt in Leeuwarden en welke deze in de toekomst kan veroorzaken. Het onderzoek is hierbij beperkt tot hittestress en regenwateroverlast. Vervolgens is onderzocht wat de actuele situatie is in Leeuwarden en welke kennis nodig is om deze gebiedsbeschrijving te maken. Ook het huidige beleid van de lokale overheden is hierin opgenomen.

Tijdens dit onderzoek is een methode ontworpen waarmee een gebiedsbeschrijving is gemaakt van de stad Leeuwarden. Hiervoor zijn de voor klimaatadaptatie belangrijke onderwerpen benoemd, welke onderverdeeld zijn in de lagenbenadering. Deze fundering van onderwerpen is door middel van actieonderzoek ingevuld. Hierbij hoort methodetriangulatie door middel van het afnemen van interviews, het bijwonen van bijeenkomsten, dataverzameling en literatuuronderzoek.

De belangrijkste vondsten zijn dat er in Leeuwarden in de huidige situatie weinig problemen worden veroorzaakt op het gebied van hittestress en regenwateroverlast. Om de stad voor te bereiden op de toekomst is een knelpuntgerichte aanpak daarom niet toereikend. Om deze reden is een visie geformuleerd waarmee gewerkt kan worden aan een veerkrachtige stad waarbij de kwaliteit van de leefomgeving voor de bewoners en gebruikers van de stad geborgd is.

Er is al veel gaande op het gebied van klimaatadaptatie in de stad, alleen wordt dit niet als zodanig gelabeld. Door de verschillende beleidslijnen naast elkaar te leggen kan een gestructureerd klimaatadaptatiebeleid worden gevormd. Daarnaast wordt geadviseerd een groenblauw netwerk te ontwerpen welke door de stad loopt, met als hoofdader de rivier de Potmarge. Binnen dit netwerk kunnen door de overheden, bewoners en organisaties initiatieven worden ontwikkeld voor klimaatadaptatiemaatregelen met groen en water, die ook andere functies en voordelen opleveren voor de leefomgeving. Voorts is het belangrijk ventilatie van de stad te onderzoeken en vast te leggen, waarmee gebruik wordt gemaakt van de gunstige ligging van de stad bij het voorkomen van hittestress.

Inhoud

Verantwoording en colofon	5
1 Inleiding.....	11
1.1. Aanleiding.....	11
1.2. Doelstelling en onderzoeksvragen	12
1.3. Leeswijzer	12
2 Methode.....	13
3 Theoretisch kader	16
3.1 Effecten klimaatverandering stedelijk gebied	16
3.1.1 Hittestress	16
3.1.2 Regenwateroverlast	18
3.2 Oplossingen stedelijke klimaatverandering	19
3.2.1 Hittestress	19
3.2.2 Regenwateroverlast en droogte	19
3.2.3 Groenblauwe netwerken	20
4 Risicoinventarisatie van klimaatverandering toegepast op Leeuwarden	22
4.1 Hittestress	22
4.2 Regenwateroverlast	24
4.2.1 Hevige neerslaggebeurtenissen	24
4.2.2 Water-op-sstraat	26
5 Kennisfundering klimaatadaptatie.....	27
6 Invulling kennisfundering klimaatadaptatie.....	29
6.1 Lokaal beleid klimaatadaptatie	29
6.1.1 Gemeente Leeuwarden	29
6.1.2 Wetterskip Fryslân.....	32
6.1.3 Toevoeging over onzekerheid en visievorming	33
6.2 Fysieke opbouw van de ondergrond	36
6.2.1 Oppervlaktewater	36
6.2.2 Grondwater.....	38
6.2.3 Bodem	38
6.3 De netwerklaag	39
6.3.1 Wegen en bijbehorende bebakening.....	39

6.3.2	Riolering en afvalwaterzuivering	40
6.3.3	Kabels en leidingen	40
6.4	De occupatielaag	41
6.4.1	Bebouwing	41
6.4.2	Functies	44
6.4.3	Groenvoorziening en stedelijk meubilair	44
6.4.4	Reeds genomen klimaatadaptatiemaatregelen	44
7	Conclusies	46
	Visie Leeuwarden 2050	48
8	Aanbevelingen	50
8.1	Lokale overheden in Leeuwarden	50
8.2	Lokale overheden in de stad	50
8.3	Aanbevelingen voor vervolgonderzoek	52
9	Discussie.....	53
10	Bibliografie.....	54
	Bijlagen	59

1 Inleiding

Allereerst is de aanleiding voor dit onderzoek naar de mogelijkheden tot klimaatadaptatie in de gemeente Leeuwarden beschreven. De doelstelling en onderzoeksvragen zijn verwoord in de tweede paragraaf. Daarna is in de leeswijzer opgenomen hoe het rapport opgebouwd is.

1.1. Aanleiding

In de afgelopen jaren is de aandacht voor klimaatadaptatie en mitigatie in steden toegenomen. Water en groen, in de vorm van groenblauwe netwerken of anderszins worden door waterschappen (Doornbos, 2016) en (Mesters & Pötz, 2014), gemeenten (Gemeente Enschede, 2011), provincies en in de literatuur (Pötz & Bleuzé, 2012) en (Lenzholzer, 2013) regelmatig genoemd als dragers van kansen. Omdat de toepassing van deze maatregelen ter voorkoming van overlast relatief nieuw is hebben overheden op verschillende vlakken moeite met het realiseren van klimaatbestendigheid. In sommige gevallen voelt het bestuur onvoldoende urgentie in andere gevallen is er een groot verschil tussen de afdelingen, waardoor er bij het herinrichten onvoldoende rekening wordt gehouden met klimaatverandering (Doornbos, 2016). Veel overheden hebben ambities omtrent klimaatverandering, maar welke normen daarbij horen is nog niet bepaald (Palsma, 2016).

De gemeenten van Friesland, Wetterskip Fryslân en Provincie Fryslân (samen het Fries Bestuursakkoord Waterketen) hebben aangegeven interesse te hebben in informatie over klimaatverandering en een handreiking bij de vorming van beleid. Gedurende de looptijd van dit onderzoek is positief beslist over het uitvoeren van de Innovatieve Klimaatstresstest Fryslân met startdatum 1 januari 2017 door Stichting Van Hall Larenstein, in samenwerking met Kenniscentrum Noordruimte (Hanzehogeschool Groningen), Rijksuniversiteit Groningen en Stichting Climate Adaptation Services en adviesbureau Tauw in opdracht van de partners van het Fries Bestuursakkoord Waterketen (FBWK).

Het onderzoek is uitgevoerd bij de opdrachtnemer adviesbureau Tauw, bij de afdelingen Klimaatactieve Stad (KAS) en Watersysteem van de Toekomst. De motivatie voor dit onderzoek naar de risico's van klimaatverandering en de mogelijke oplossingen hiervoor passen in de werkzaamheden die Tauw uitvoert omdat zij de gevolgen van klimaatverandering bij opdrachtgevers onder de aandacht brengt en hierover adviseert (E. van der Strate, Manager Klimaatadaptatie Tauw bv, persoonlijke communicatie, 21 december 2016). Dit onderzoek is uitgevoerd als afstudeeronderzoek voor de studie Milieukunde aan Hogeschool Van Hall Larenstein.

De resultaten uit dit onderzoek vormen een startpunt voor de dialoog tussen de verschillende partijen en voor specifiek vervolgonderzoek, daarnaast kan het als voorbeeld dienen voor de rest van de provincie en Nederland. Tevens kunnen de uitkomsten van dit onderzoek, in combinatie met de stresstesten input bieden voor de presentatie van de stad Leeuwarden als de culturele hoofdstad in 2018.

1.2. Doelstelling en onderzoeksvragen

Het doel van dit onderzoek is het in kaart brengen van de potentiële risico's die Leeuwarden loopt door klimaatverandering en een aanzet geven voor het beleid omtrent klimaatadaptatie.

De hoofdvraag voor dit onderzoek:

Welke stappen kunnen lokale overheden zetten om klimaatadaptatiebeleid op te stellen?

Deze hoofdvraag wordt toegepast op de stad Leeuwarden. Hierbij zijn de volgende deelvragen opgesteld:

1. Welke effecten veroorzaakt klimaatverandering in stedelijk gebied en welke oplossingen zijn hiervoor bekend?
2. Wat zijn de risico's die klimaatverandering veroorzaakt in de stad Leeuwarden?
3. Over welke onderwerpen is kennis nodig voor stedelijke klimaatadaptatie?
4. Welke gegevens zijn hiervan te vinden voor de stad Leeuwarden?
5. Wat is het huidige beleid van lokale overheden van Leeuwarden omtrent klimaatverandering?
6. Wat is een mogelijke integrale klimaatadaptatievisie voor de stad Leeuwarden welke een denkrichting geeft aan het op te stellen klimaatadaptatiebeleid van de gemeente Leeuwarden en Wetterskip Fryslân?

1.3. Leeswijzer

Dit rapport bestaat uit negen hoofdstukken, welke samen drie onderdelen behandelen. In hoofdstuk 2 wordt de methode van dit onderzoek beschreven en onderbouwd. In het hoofdstuk daarna wordt het theoretisch kader gegeven voor stedelijke klimaatverandering. In hoofdstuk 4 worden de risico's van klimaatverandering voor de stad Leeuwarden behandeld, dit hoofdstuk is onderverdeeld in de typen overlast die binnen de stad worden veroorzaakt door klimaatverandering, namelijk hittestress en regenwateroverlast. In hoofdstuk 5 is de methodiek voor het bouwen van een kennisfundering voor klimaatadaptatieprojecten uitgelegd. In het hoofdstuk daarna wordt deze kennisfundering gevuld met gegevens over de stad Leeuwarden. Dit hoofdstuk is verdeeld in vier onderdelen: het lokaal beleid, de fysieke opbouw van de ondergrond, de netwerklaag en de occupatielaag. Samen vormen de twaalf paragrafen een beschrijving van de stedelijke omgeving op basis van literatuur, interviews en data van onder andere de gemeente Leeuwarden en Wetterskip Fryslân. In hoofdstuk 7 zijn de conclusies beschreven en wordt een visie gegeven waarin Leeuwarden een klimaatbestendige stad is. In hoofdstuk 8 worden aanbevelingen gedaan voor de lokale overheden in Leeuwarden, voor lokale overheden in steden en voor vervolgonderzoek. In het laatste hoofdstuk bevindt zich de discussie van het onderzoek.

2 Methode

Als basis voor de onderzoeksvraag en deelvragen is gebruik gemaakt van actieonderzoek. Actieonderzoek is onderzoek waarbij (sociale) systemen worden onderzocht en getracht wordt tijdens het onderzoek oplossingen te vinden voor conflicten. Deze methode komt uit de culturele antropologie. Deze methode past bij klimaatadaptatie omdat het conflict de problematiek in de stad is. Hier moeten de partijen in de stad samen een oplossing voor vinden. De situatie die Lewin schetst, welke hij tegenkwam in zijn onderzoeken, is dezelfde als bij klimaatadaptatie. Hij schrijft namelijk het volgende:

“there exists a great amount of good-will, of readiness to face the problem squarely and really to do something about it. If this amount of serious good-will could be transformed into organized, efficient action, there would be no danger for inter-group relations in the United States. But exactly here lies the difficulty. These eager people feel themselves to be in the fog. They feel in the fog on three counts: 1. What is the present situation? 2. What are the dangers? 3. And most important of all, what shall we do? (Lewin, 1948)”

Deze drie vragen staan aan de basis van de onderzoeksvragen van dit onderzoek.

Er is gekozen voor een kwalitatieve manier van onderzoek doen. Door het kleine aantal onderzoekseenheden is het niet mogelijk kwantitatieve analyse toe te passen. Er wordt gebruik gemaakt van vrije interviews, (participerende) observatie en inhoudsanalyse van tekstueel en audiovisueel materiaal. Het werken met deze methoden wordt methodetriangulatie genoemd. Dit helpt een integraal beeld te krijgen van het onderzoeksobject (Verschuren & Doorewaard, 2007). Vervolgens is literatuuronderzoek naar stedelijke klimaatverandering gedaan. Hiervoor is de Summary for Policymakers (2013) van het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) geraadpleegd omdat hierin een richting wordt gegeven waarin het klimaat zich lijkt te bewegen. Vervolgens is er gericht op een kleiner schaalniveau, namelijk de stad. Hiervoor zijn de bronnen die van toepassing zijn op Nederland, voornamelijk het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut geraadpleegd (Uitleg Droogte en Uitleg Stadsklimaat). Ook is het boek *Het weer in de stad* van Sanda Lenzholzer geraadpleegd om basiskennis rond het thema te vergaren. De *Routeplanner Klimaatverandering in Stedelijk gebied* van onder andere Klimaat voor de Ruimte is gebruikt om te weten te komen welke onderzoeken en projecten lopen of zijn uitgevoerd rondom het thema. De bronnen van dit document zijn gebruikt voor verdieping. Hiermee is gevonden welke problemen rondom klimaatverandering in Nederlandse steden, maar ook andere steden in Europa, voorkomen. Verder zijn beleidsdocumenten geraadpleegd over het deltaprogramma en beleidsdocumenten over klimaatadaptatie van ministeries in Nederland, België en Duitsland.

In het literatuuronderzoek is gevonden dat de twee belangrijkste effecten van stedelijke klimaatverandering hittestress en regenwateroverlast zijn. De focus is gelegd op de stad Leeuwarden en niet op de gehele gemeente Leeuwarden (waaronder ook een aantal dorpen vallen), de dorpen die vallen onder de wijken die aan de stad verbonden zijn, zijn wel meegenomen (zoals Goutum, Snakkerburen, Hempens en Teerns). De begrenzing is te zien in paragraaf 5.3.2. Bebouwing.

De thema's wateroverlast en hittestress zijn gebruikt voor de eerste fase van het actieonderzoek waarin de lokale overheden zijn benaderd over de problemen omtrent deze thema's in Leeuwarden. Dit is gedaan door via 112 meldingen, Twitter en YouTube naar problematiek omtrent wateroverlast in Leeuwarden te inventariseren. Vervolgens zijn twee mensen van de gemeente Leeuwarden benaderd, een beleidsadviseur riool en water, welke zich bezighoudt met klimaatadaptatie en een beheerder stedelijk water welke kennis heeft over het rioleringsstelsel. Het doel van deze afspraken was het controleren van de inventarisatie en ophalen van knelpunten die niet in de sociale media zijn gevonden.

Bij Wetterskip Fryslân is gesproken met de relatiebeheerder van Leeuwarden welke zich bezighoudt met onder andere klimaatadaptatie. Hier is gevraagd of er bij het waterschap knelpunten bekend waren in Leeuwarden.

Verder zijn er bij Wetterskip Fryslân reeds genomen klimaatadaptatiemaatregelen opgehaald gedurende een aantal interviews. Deze waren georganiseerd door de eerder genoemde relatiebeheerder. Ook het KNMI is benaderd in de vorm van een belinterview over klimaatproblematiek in Leeuwarden.

Experts op het gebied van klimaatverandering zijn benaderd over de plaats van het onderzoek binnen ontwikkelingen in het werkveld en lopende onderzoeken. Dit waren lectoren van Hanzehogeschool Groningen, hogeschool Van Hall Larenstein en hogeschool van Amsterdam en experts binnen adviesbureau Tauw. De lopende onderzoeken bleken niet direct bruikbaar voor dit onderzoek omdat deze zich nog in de opstartfase bevonden.

Vervolgens begon de tweede fase van het onderzoek. Uit het literatuuronderzoek en de interviews bleek dat er in Leeuwarden weinig knelpunten zijn opgetreden met betrekking tot klimaatverandering. In de ogen van de onderzoeker bleef klimaatadaptatie belangrijk omdat hiermee toekomstige knelpunten voorkomen kunnen worden. Uit verder literatuuronderzoek en contact met de lectoren en binnen een vergelijkbaar project in Enschede bleek het enkel willen reageren op knelpunten een vaker voorkomend verschijnsel bij lokale overheden.

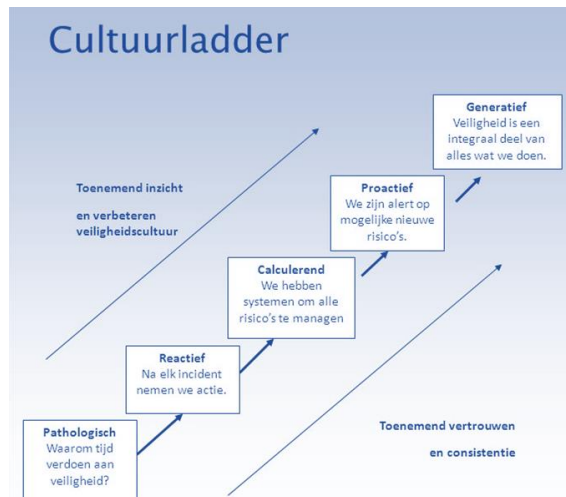
Er is meestal pas genoeg draagvlak om aan klimaatadaptatie te werken wanneer er daadwerkelijk problemen zijn opgetreden in een gebied. Maar deze aanpak is duurder, omdat hierdoor de uitvoering niet kan worden gespreid over een langere periode waardoor het gecombineerd kan worden met andere werkzaamheden (doelmatigheid). Ook kan het zijn dat het

knelpunt (maatschappelijke) schade oplevert. In de gezondheidszorg is veiligheid een thema dat geregeld onder de aandacht komt. In figuur 1 zijn de verschillende niveaus van de veiligheidscultuur weergegeven. Het doel van dit onderzoek is onderzoeken hoe klimaatadaptatie proactief of zelfs generatief kan worden toegepast in plaats van reactief op knelpunten te focussen. Hierom is gekozen het onderzoek te richten op een aanzet voor deze overheden voor het proactief aanpakken van klimaatadaptatie. Hiervoor is een methodiek ontwikkeld waarmee de informatie kan worden verzameld die nodig is voor het bepalen van klimaatadaptatiestrategieën en –maatregelen.

De derde fase bestond uit het invullen van deze methodiek, het verzamelen van informatie. Hiervoor zijn opnieuw interviews gehouden met medewerkers van de gemeente Leeuwarden en Wetterskip Fryslân op basis van expertise over het thema. Hierbij lag de focus op dataverzameling. Ook is er een bijeenkomst bijgewoond over de ontwikkeling van de rivier de Potmarge. Via deze bijeenkomst is een vervolgspraak gemaakt met een deelnemer welke werkzaam is bij Wetterskip Fryslân. Deze is een sleutelinformant geworden in het onderzoek omdat deze werkt aan het klimaatadaptatiebeleid van Wetterskip Fryslân. De uitspraken van de geïnterviewden zijn onderbouwd met bronnen. Missende informatie is gevonden via data van het KNMI en beleidsdocumenten welke zijn opgevraagd via de gemeente en het waterschap of welke online te vinden zijn. Er is informatie verzameld tot saturatie was bereikt.

In de vierde fase, de analyse, zijn de gegevens in een overzicht geplaatst met Microsoft Excel 2013 en ArcMap 10.4. In Excel zijn per wijk gegevens genoteerd, namelijk het inwoneraantal, het overheersende bouwjaar, het type milieu, de klimaatop, de gevoeligheid voor klimaatverandering, de verschillende functies inclusief het bijbehorende oppervlak in vierkante kilometer, de vitale functies, de genomen maatregelen omtrent klimaatadaptatie, de belangrijke autowegen en spoorwegen, de rioleringsproblemen bij bui10, de landschapstypen en de groenvoorzieningskansen (zie bijlage XXII).

In ArcMap zijn de tijdens het onderzoek gevonden kaarten gecombineerd met achtergronddata van EzriNL en Publieke Dienstverlening Op de Kaart (PDOK). Hierbij gaat het om de arcgis services: politiebureau's, ambulanceposten, brandweerkazernes, ziekenhuizen, kwetsbare objecten; de CBS wijkkaart 2016; bodemgebruik (2000); de landschapstypenkaart van Provincie Fryslân; Nationaal Wegen Bestand Wegen, -Vaarwegen en -Spoorwegen, AHN3 50cm maaiveld en als achtergrond de Topo (in RD). Op basis van deze data is een visie geschreven over een mogelijke toekomst voor Leeuwarden.



Figuur 1 Cultuurladder (NVZA, 2010)

3 Theoretisch kader

In dit hoofdstuk wordt het theoretisch kader gegeven van de effecten van klimaatverandering op stedelijk gebied en worden mogelijke oplossingsrichtingen gegeven.

3.1 Effecten klimaatverandering stedelijk gebied

Het nieuwste rapport van de Intergovernmental Panel on Climate Change (Summary for Policymakers. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis., 2013) stelt:

“It is very likely that the number of cold days and nights has decreased and the number of warm days and nights has increased on the global scale. It is likely that the frequency of heat waves has increased in large parts of Europe, Asia and Australia. There are likely more land regions where the number of heavy precipitation events has increased than where it has decreased. The frequency or intensity of heavy precipitation events has likely increased in North America and Europe. (IPCC, 2013, p. 5)”

Het klimaat is aan het veranderen. Een aantal effecten die verbonden zijn aan klimaatverandering: droogte en bodemdaling, zeespiegelstijging, extreme neerslag en hoge temperaturen. Zoals hierboven gesteld verandert het klimaat niet overal op dezelfde manier. Dit wisselt per continent, maar ook op kleinere schaal zijn verschillen waarneembaar. Dit komt niet door klimaatverandering zelf, maar door de inrichting van het gebied. Met name tussen de stad en het buitengebied zijn grote verschillen. Waar het landelijk gebied veranderingen kan opvangen -er is meer groen en meer ruimte voor water, het is veerkrachtiger- komt het stedelijk gebied in de problemen. Bij het realiseren van een klimaatbestendige stad kan geleerd worden van deze verschillen en hoe deze worden veroorzaakt. Er kan gesteld worden dat niet klimaatverandering, maar de inrichting van steden het probleem is. De twee problemen die direct worden veroorzaakt door de inrichting van de stad zijn hittestress en regenwateroverlast.

3.1.1 Hittestress

Door de fysieke opbouw van de stad kan volgens het KNMI het binnenstedelijk klimaat van een plaats met 10.000 inwoners vier graden warmer worden dan het buitengebied. Bij 200.000 inwoners kan dit oplopen tot zeven graden Celsius (Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI), z.d.).

Het verschil in temperatuur tussen de stad en het buitengebied wordt het Urban Heat Island Effect genoemd. Dit effect wordt veroorzaakt doordat in de stad meer langgolelige warmtestraling wordt vastgehouden, er wordt meer warmte gecreëerd door menselijke activiteiten en er is 10-20 % minder verdamping, concludeerden Graves et al. (geciteerd in van Drunen & Lasage, 2007). Uit de bevindingen van dit onderzoek is vooral in de nacht het verschil tussen de stad en het omliggende landelijke gebied groot.

Dit wordt veroorzaakt doordat de gebouwen langgolvlige warmte blijft uitstralen waardoor de lucht niet of nauwelijks kan afkoelen, terwijl dat in het buitengebied wel gebeurt (Lenzholzer, 2013). Het UHI effect is niet gelijkmatig verdeeld over de stad, sommige gebieden worden warmer dan de omgeving door de activiteiten die er plaatsvinden of door de stedelijke inrichting stellen Graves et al. in van Drunen en Lasage (2007).

Het UHI effect zal bij warme temperaturen zorgen voor het optreden van hittestress binnen stedelijk gebied.

Hittestress treedt op wanneer de temperatuur in werk- en leefruimten boven de 28 graden Celsius komt, in slaapvertrekken komt hittestress al voor boven de 26 graden Celsius (van Drunen & Lasage, 2007). Het comfort is hoger als de temperatuur twee graden onder deze grenzen ligt vonden Hacker & Holmes (geciteerd in van Drunen & Lasage, 2007). In België zijn normen opgesteld door de Federale Overheidsdienst Werkgelegenheid, Arbeid en Sociaal overleg (2011) voor de temperatuur bij werkintensiteiten tussen licht en zwaar. Zij stellen dat een approximate wet-bulb globe temperature - welke het dichtst staat bij de menselijke gevoelstemperatuur - van onder de 27.7°C een situatie weergeeft waaronder geen hittestress is.

Hittestress raakt de gevoelige doelgroepen het hardst, dit is bijvoorbeeld terug te zien in de hittegolf van 2003. De extra mortaliteit door deze hittegolf in Europa wordt geschat op 35.000 (IPCC, 2007). In Frankrijk was 60 % van de overledenen 75 jaar of ouder (IPCC, 2007). Hoge temperaturen kunnen naast hittestress ook bijdragen aan een verslechterde waterkwaliteit door bijvoorbeeld blauwalgengroei (Lenzholzer, 2013), een verslechterde luchtkwaliteit, allergieën en de ziekte van Lyme (IPCC, 2007).

Er wordt verwacht dat het UHI effect door klimaatverandering alleen maar zal toenemen:

“Though the rising greenhouse gas concentrations cause an elevation in temperature at both urban and less urbanised areas, the urban heat island intensity tends to increase. This indicated that the presence of urban structures can magnify the effect of global warming at the local scale and hence intensify the urban heat island effect in cities”. (Sachindra, Ng, Muthukumaran, & Perera, 2016, pp. 185-186)

3.1.2 Regenwateroverlast

Het KNMI hanteert de norm voor de benaming 'natte dag' van tien millimeter neerslag gedurende een dag. Dit komt in Nederland gemiddeld 22 dagen per jaar voor. Er wordt gesproken van een dag met zware neerslag als er vijftig millimeter of meer is gevallen. Deze hoeveelheid neerslag kan ook binnen enkele uren vallen of zelfs binnen een uur vallen. Uit waarnemingen van het KNMI blijkt dat bij de meest extreme buien de hoeveelheid neerslag per uur toeneemt met ongeveer 12 procent per graad opwarming (Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI), z.d.). Stichting Rioned adviseert beheerders van de riolering zelfs om rekening te houden met een neerslagtoename van 20-30 % bij extreme buien (Stichting Rioned, z.d.).

Het rioolstelsel is er op berekend om maximaal, in de orde van twintig millimeter per uur, aan regenwater te verwerken. Bij heftige buien kan de hoeveelheid neerslag oplopen tot 60 millimeter per uur. Dit veroorzaakt een afstromende hoeveelheid water van boven de 20 millimeter per uur naar het riool (Goedbloed, 2016). Wanneer de riolering de aanvoer van regenwater niet kan verwerken komt er water-op-straat te staan, dit kan hinder geven, maar hoeft niet tot schade te leiden. Schade kan bijvoorbeeld worden voorkomen door ervoor te zorgen dat het vloerpeil van gebouwen hoog genoeg boven de weg ligt (K. F. Veeneman, Programmamanager Wetterskip Fryslân, persoonlijke communicatie, 17 november 2016).

Volgens het ministerie van I&M (2014) ondervinden de onderdelen/functies in tabel 1 de meest ernstige effecten bij overstroming en wateroverlast. Op lokaal niveau gaat het ministerie van I&M (2014) nog een stap verder. Met behulp van de Handreiking voor de uitvoering van een Stresstest Klimaatbestendigheid kan worden onderzocht wat de risico's zijn van klimaatverandering. De lijst van functies waarbij de effecten worden onderzocht is te vinden in bijlage I. Binnen deze lijst zijn de volgende categorieën gehandhaafd: mobiliteit, nutsvoorzieningen, objecten en kwetsbare groepen. Daar waar mogelijk zijn deze categorieën meegenomen in het onderzoek naar de risico's in Leeuwarden.

Tabel 1 Vitale en kwetsbare functies (Ministerie van I&M, 2014)

Vitale en kwetsbare functies	Verantwoordelijk ministerie
Energie: (a) elektriciteit; (b) aardgas, (c) olie	Ministerie van Economische Zaken (EZ)
Telecom/ICT: (a) basisvoorzieningen voor communicatie tbv respons bij een overstroming (b) publiek netwerk	(a) Ministerie van Veiligheid en Justitie (VenJ) en (b) EZ
Waterketen: (a) drinkwater; (b) afvalwater	(a) en (b) Ministerie van Infrastructuur en Milieu (IenM)
Gezondheid	Ministerie van Volksgezondheid, Welzijn en Sport (VWS)
Keren en beheren oppervlaktewater	IenM
Transport – hoofdwegennet	IenM
Chemisch en Nucleair: (a) chemie; (b) nucleair; (c) infectieuze stoffen incl. genetisch gemodificeerde organismen (ggo's)	(a) IenM (b) EZ, (c) VWS en IenM

3.2 Oplossingen stedelijke klimaatverandering

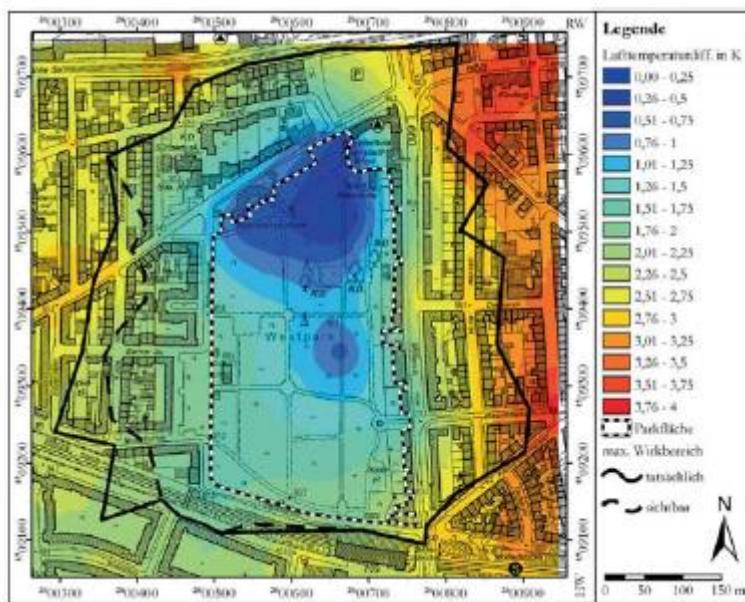
3.2.1 Hittestress

Lenzholzer (2013) stelt dat parken een goede manier zijn om verkoeling te realiseren in de stad. Doordat er veel ruimte is, door het ontbreken van hoge bebouwing, kan de warmte uitstralen. Ook is er in parken meer verdamping, wat ook zorgt voor verkoeling. Parken zorgen voor ventilatie van de stad en kunnen de omgeving verkoelen. Van Drunen en Lasage (2007) stellen dat de hoogte van en de vorm van de gebouwen (door schaduwvorming) het hitteprofiel van een wijk bepalen. Dit kan bij een herinrichting beperkt veranderd worden, wel kan er gebruik gemaakt worden van lichte- of doorlatende materialen voor wegdekken en parkeerplaatsen en er

kan meer groen worden gerealiseerd. Volgens Rosenzweig et al. (2006) is de aanplant van bomen een van de meest effectieve manieren om het UHI effect te verminderen. “The most effective way to reduce urban air temperature is to maximize the amount of vegetation in the city with a combination of tree planting and green roofs” (Rosenzweig, Solecki, & Slosberg, 2006). Het verkoelende effect van groen straalt ongeveer uit tot de afstand gelijk aan de halve diameter van dat groen, zie figuur 2. Er moet wel gelet worden op het type beplanting, sommige bomen zorgen voor allergieën of zijn slecht bestand tegen droogte en daarom minder geschikt. Ook mag de beplanting langs wegen niet te dicht zijn, dit zorgt voor lagere windsnelheden waardoor er hogere concentraties uitlaatstoffen in de lucht blijven, dit heeft negatieve effecten op de gezondheid (Wesseling, van der Zee, & van Overveld, 2012). In het handboek stadsklimaat (Ministerium für Klimaschutz NRW, 2011) wordt als maatregel het behoud en de creatie van frisse luchtgebieden als maatregel ter voorkoming van hittestress genoemd. Daarnaast adviseren zij corridors in bebouwing te creëren, waardoor koele lucht vanaf het buitengebied door de stad kan stromen.

3.2.2 Regenwateroverlast en droogte

Wateroverlast kan worden voorkomen door maatregelen toe te passen die het water vasthouden en vervolgens langzaam kunnen afgeven aan het oppervlaktewater, of maatregelen die ervoor zorgen dat water kan infiltreren in de bodem (Goedbloed, 2016).



Figuur 2 Uitstralend effect groenvoorziening in luchttemperatuur (Ministerium für Klimaschutz NRW, 2011)

Een andere manier van klimaatadaptatie is het gebruikmaken van de bergingscapaciteit op de straat (Kluck, et al., 2016). De straat vormt dan als het ware een tijdelijke opslag voordat het in de bodem infiltreert of wordt afgevoerd naar het oppervlaktewater of riool. Het belangrijkste risico van water-op-sstraat ligt bij winkels, deze hebben lage drempels voor een betere toegang van rolstoelen en zullen bij water-op-sstraat overlast ondervinden binnen het gebouw. Dit kan worden voorkomen door hogere stoepen aan te leggen zodat het water niet tot aan de drempels kan komen. Regenwater dat over de straat is gegaan moet wel gezuiverd worden voordat het op het oppervlaktewater geloosd kan worden.

Droogte komt volgens het KNMI (z.d.) in Nederland vrij weinig voor. Toch moet er in stedelijk gebied rekening worden gehouden met verdroging. Verdroging komt voor wanneer het grondwaterpeil onvoldoende hoog is om de ecologie te voorzien (Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, 1997). In de 4e Nota Waterhuishouding (Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, 1997) wordt dit als probleem aangewezen in gebieden met een natuurfunctie. Gesteld kan worden dat dit niet alleen voor natuurgebieden belangrijk is, maar ook in steden. Groen in steden vervult namelijk een belangrijke rol voor de verkoeling van de leefomgeving (Kuypers & Vries, 2008) en moet daarom zo goed mogelijk functioneren.

Gegevens over droogte zeggen niet per definitie iets over verdroging. Verdroging kan ook voorkomen buiten perioden van extreme droogte doordat regenwater onvoldoende wordt vastgehouden in het gebied. Dit water wordt dan via het rioolstelsel afgevoerd. Hierdoor verdroogt het groen in de stad of moet er gebiedsvreemd water worden aangevoerd. Het is moeilijk om te achterhalen wanneer het grondwater te laag staat in stedelijk gebied. De beste manier om verdroging tegen te gaan is daarom het zo veel mogelijk vasthouden van regenwater (Pötz & Bleuzé, 2012).

3.2.3 Groenblauwe netwerken

Zoals gesteld in dit hoofdstuk vormt groen samen met water een belangrijke oplossing om de negatieve effecten van klimaatverandering op de leefomgeving tegen te gaan. Het is daarom belangrijk om deze twee thema's terug te laten komen in de stedelijke inrichting.

De groeicondities van de beplanting moeten zo ideaal mogelijk zijn om de positieve effecten zo groot mogelijk te maken. Dit houdt in dat rekening moet worden gehouden met de standplaatsfactoren en waterbehoefte van een plantensoort.

Daarnaast gaat de grond rondom kabels en leidingen in de loop der jaren meerdere keren op de schop, dit is niet goed voor de kwaliteit van de beplanting. Daarom moet de beplanting, voornamelijk bomen, zo veel mogelijk worden gescheiden van deze tracés (Gemeente Rotterdam, 2009). Er is onderzoek gedaan naar de eigenschappen van straatbomen door de WUR, dit heeft een tabel opgeleverd die een overzicht geeft van de belangrijkste eigenschappen van 75 bomensoorten (Wageningen University en Research, 2011).

Oplossingen in deze richting worden vaak genoemd onder de titel Groenblauwe netwerken of – anders. Deze oplossing wordt op genoemd op de poster ‘*Op naar een Klimaatactieve stad*’ van de Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (STOWA, 2016) (zie bijlage II). Pötz en Bleuzé (2012) noemen groenblauwe netwerken, netwerken die stedelijke problemen kunnen oplossen door te bouwen met natuur (building with nature). Om er een meer praktische definitie aan te geven wordt hieronder een combinatie gemaakt van drie bronnen¹⁻³.

*Het aan elkaar verbinden van groene gebieden en –objecten¹, water² en klimaatadaptatiemaatregelen³ vormt een **groenblauw netwerk**. Deze netwerken worden zo ontworpen en onderhouden dat de onderdelen synergetisch werken en daarmee een scala aan voordelen opleveren voor de leefomgeving^{1,3}.*

De voordelen zijn:

- Recreatie en voorzieningen¹;
- Gezond leven¹: het verbeteren van de luchtkwaliteit³, het aanmoedigen van lopen en fietsen¹;
- Klimaatadaptatie³: overstromingen verminderen¹, het stedelijk gebied verkoelen¹/ verzachten hittestress³;
- Het verbeteren biodiversiteit³: de creatie van habitats², het mogelijk maken van de verspreiding van flora en fauna², waardoor ecologische veerkracht¹ wordt gerealiseerd;
- Voedselproductie en duurzame energieproductie³

Advies over specifieke maatregelen wordt in dit rapport niet gegeven omdat hier al veel uitgebreidere literatuur over te vinden is. Een voorbeeld hiervan is het boek, of de website, *Groenblauwe Netwerken voor duurzame en klimaatbestendige steden* (Pötz & Bleuzé, 2012). Achterin dit boek staan tabellen die gebruikt kunnen worden voor de keuze van maatregelen. Op de website is hier een interactieve tool van te vinden.

¹ (Mayor of London, z.d.)

² (ECORYS Nederland BV, 2007)

³ (Pötz & Bleuzé, 2012)

4 Risicoinventarisatie van klimaatverandering toegepast op Leeuwarden

In dit hoofdstuk zijn de risico's op hittestress en regenwateroverlast voor de stad Leeuwarden beschreven.

4.1 Hittestress

Volgens het KNMI (z.d.) treedt een toename van temperatuur op in steden door het Urban Heat Island (UHI) effect. Bij een inwoneraantal van 10.000 is dit 4 graden Celsius en bij een inwoneraantal van 200.000 is dit een verhoging van 7 graden Celsius (Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI), z.d.).

In Leeuwarden (inclusief het door bebouwing verbonden buitengebied), met haar 94.359 inwoners (Gemeente Leeuwarden, 2016), zal, als enkel rekening wordt gehouden met inwoneraantal, het UHI effect tussen deze waarden in liggen.

Dit betekent dat er bij dagtemperaturen tussen de eenentwintig en vierentwintig graden Celsius en nachttemperaturen tussen de negentien en tweeëntwintig graden Celsius al hittestress zou kunnen optreden.

Tabel 2 Hittestress normen en bijbehorende maximum temperaturen

	Hittestress	UHI minimum (+4)	UHI maximum (+7)
Dagtemperatuur	28°C	24°C	21°C
Nachttemperatuur	26°C	22°C	19°C

Steenefeld et al. (2011) stellen dat de ligging van een plaats een groter effect heeft dan de hoeveelheid inwoners. In hun onderzoek zijn kleine UHI effecten gevonden in Groningen, Assen, Damwoude, en Leeuwarden, in vergelijking tot andere plaatsen. De hogere windsnelheid is volgens de onderzoekers waarschijnlijk de oorzaak voor een lagere UHI. "These cities are all located in the north of the country and relatively close to the coast, and they report on average a higher wind speed compared to the rest of the country" (Steenefeld, Koopmans, Heusinkveld, van Hove, & Holtslag, 2011). De onderzoekers meten het effect van hittestress op twee manieren, naast het UHI effect wordt ook de Approximate wet-bulb globe temperature (AWBGT) gemeten. Deze manier van temperatuur meten komt het dichtst bij de gevoelstemperatuur. Volgens de onderzoekers wordt de AWBGT grenswaarde van 27.7°C niet bereikt in Leeuwarden, zie tabel 3. De gehele grafiek is te raadplegen in bijlage III.

Tabel 3 Geobserveerde mediaan en percentiel waarden van de AWBGT in Leeuwarden (Steenefeld, Koopmans, Heusinkveld, van Hove, & Holtslag, 2011)

	Mediaan	95 percentiel	98 percentiel
AWBGT	16	24	26

Geconcludeerd kan worden dat het UHI effect in Leeuwarden niet hoog lijkt te zijn. Via de Klimateffectatlas is te zien dat bij de klimaatscenario's van het KNMI de hoeveelheid nachten boven de 20 graden zal toenemen. Momenteel bedraagt dit in Leeuwarden ongeveer een week, in 2050 zal dit volgens de scenario's kunnen toenemen naar drie weken (Stichting CAS, z.d.). De atlaskaarten zijn opgenomen in bijlage IV. Deze beelden laten zien dat de temperatuur in de toekomst vaker voor overlast kan zorgen.

Nu is het zaak de hoge temperaturen die optreden in de stad te verbinden aan de typen bebouwing, hierdoor kan een prioritering gemaakt worden van de gebieden die het meest last ondervinden.

Lenzholzer (2013) beschrijft in haar boek een aantal verschillende klimatopen. Namelijk de waterklimatop, de 'open landschap' klimatop, de bosklimatop, de parkklimatop, de tuinstadklimatop, de stadsrandklimatop, de stadklimatop, de binnenstadklimatop, de bedrijventerreinklimatop, de industriegebiedklimatop en ten slotte de treinemplacementklimatop.

Toegepast op Leeuwarden zijn er vijf van deze klimatopen onderscheiden. Deze zijn bepaald door de klimatopenkenmerken beschreven door Lenzholzer te vergelijken met de woonmilieukenmerken beschreven door Dubbeling et al. (2004).

De verbinding is te zien in tabel 4.

Tabel 4 Verbinding woonmilieu en klimatop, met kenmerken

Woonmilieu	Klimatop	Warmte effecten per klimatop
Centrum-stedelijk	Binnenstadklimatop	Overdag sterke opwarming en 's nachts weinig afkoeling.
Buitencentrum vooroorlogs	Stadklimatop	Sterke opwarming overdag en weinig afkoeling 's nachts, waardoor hitte-eiland effect 's nachts het duidelijkst is.
Buitencentrum vroeg-naoorlogs	Stadsrandklimatop	Afkoeling 's nachts beperkt en ventilatie is verstoord door bebouwing en beplanting.

Groen-stedelijk	Tuinstad- of dorpsklimatoot	Lage temperatuurschommeling en duidelijke afkoeling 's nachts.
Landelijk-dorps	Tuinstad- of dorpsklimatoot	Lage temperatuurschommeling en duidelijke afkoeling 's nachts.
Bedrijventerrein	Bedrijventerreinklimatoot	Overdag opwarming en 's nachts afkoeling. De gebouwen koelen af door het gebruik van metalen daken, maar de straten en parkeerterreinen blijven warmer.

De woonmilieus komen terug in de paragraaf Bebouwing in hoofdstuk 6.

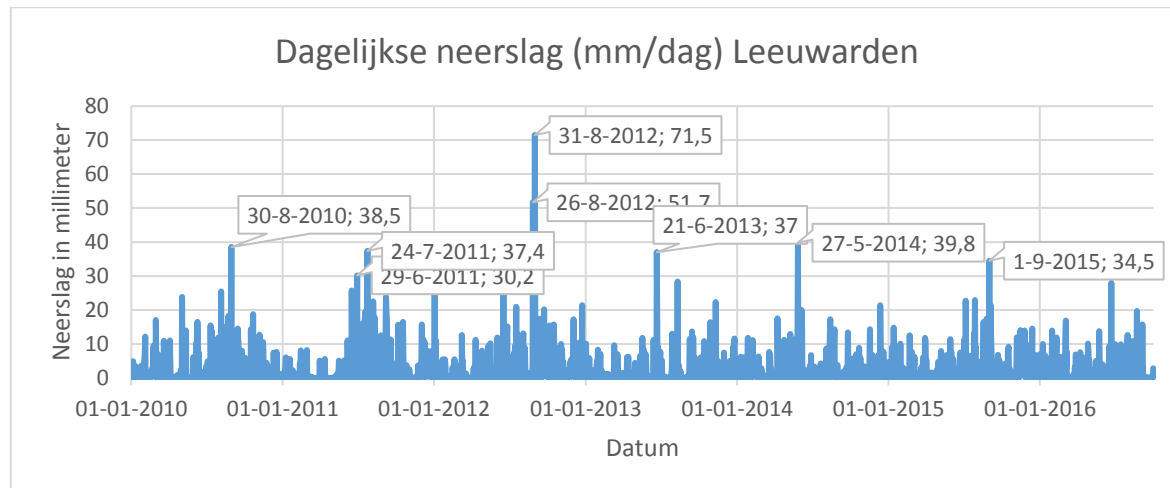
In de woonmilieus centrum-stedelijk, buitencentrum vooroorlogs en buitencentrum naoorlogs ontstaat de grootste opwarming en de bebouwing zorgt ervoor dat deze warmte wordt vastgehouden, hierdoor is er weinig afkoeling in deze milieus. Hierdoor lopen bewoners en gebruikers in deze gebieden het meest risico op hittestress. Bij het werken aan hittebeperking moet er daarom op deze gebieden worden gefocust.

4.2 Regenwateroverlast

Het risico op regenwateroverlast is in twee delen gesplitst: 1) Hevige neerslaggebeurtenissen en 2) Water-op-sstraat.

4.2.1 Hevige neerslaggebeurtenissen

De hoeveelheid regenwater kwam in Leeuwarden sinds 1 januari 2010 vijftientwintig keer boven de twintig millimeter op een dag (Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI), 2016). Zes van deze dagen vielen in augustus, vijf in juni, vier in juli en vier in september. De overige vijf keren kwamen voor in de maanden buiten de zomer: tweemaal in mei en eenmaal in januari, november en december. Het overzicht van deze neerslag per dag is te zien op figuur 3, hierop zijn de acht hoogste neerslaghoeveelheden uitgelicht.



Figuur 3 Dagelijkse neerslag in Leeuwarden sinds 2010 (Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI), 2016)

Een neerslaghoeveelheid van twintig millimeter op een dag hoeft geen probleem te zijn voor de riolering, wel geeft deze grafiek weer dat extreem weer de afgelopen jaren weinig is voorgekomen. Om een beter beeld te creëren moet daarom gekeken worden naar neerslagintensiteiten per uur.

Uit de neerslaggegevens per uur van het KNMI (2016) is op te merken dat er in Leeuwarden sinds 2001 weinig extreme neerslaggebeurtenissen zijn voorgekomen. In de laatste 15 jaar is geen extreme bui in de orde van 40 tot 60 millimeter per uur gevallen. Terwijl dit in de rest van het land wel is voorgekomen (Kluck, 2015). De grootste neerslaghoeveelheid in een uur was 31,2 millimeter, op 31 augustus 2015 (Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI), 2016). Dit was ook de dag met de meeste neerslag, die te zien is op figuur 3. Er is op die dag een totaal van 71,5 millimeter regen gevallen. A. Groen, beheerder stedelijk water bij de gemeente (persoonlijke communicatie, 14 november 2016), gaf aan deze dag te herkennen, bij de data van de gemeente stond bij deze datum een totale neerslag van ongeveer 50 millimeter over de gehele dag.

4.2.2 Water-op-sstraat

Er is door de gemeente Leeuwarden een model gemaakt van de 'water-op-sstraat situaties' bij een bui10. Bui10 is een neerslaghoeveelheid van 35,7 millimeter per uur. Van deze bui wordt verwacht dat deze eenmaal in de tien jaar voorkomt. Bij een bui10 is de piekneerslag voorin de bui, dit betekent dat in de eerste 20 minuten de meeste neerslag valt. Een gemiddelde bui10 duurt 45 minuten. In bijlage V zijn de gegevens opgenomen van bui 10.

De hydraulische resultaten van de bui10 modellering zijn weergegeven met rode punten.

Hoe meer punten in een gebied hoe groter de kans op wateroverlast. A. Groen, beleidsadviseur

stedelijk water bij de gemeente Leeuwarden (persoonlijke communicatie, 14 november 2016), benadrukt wel dat dit een model is en het in de realiteit vaak anders, minder heftig, uitpakt.

Water-op-sstraat (dat wat niet meer in de riolering past) zal zijn weg zoeken via de weg en het maaiveld naar de laagst gelegen gebieden en zich verzamelen in depressies in de omgeving, dit kan leiden tot wateroverlast.

Te zien is op deze kaart (figuur 4 en bijlage VI) dat er in Huizem-West kans op wateroverlast is, in Tjerk Hiddes & Cambuursterhoek, in 't Vliet en in Transwijk & Rengerspark. In de Zwette, Achter de hoven en Camminghaburen is ook kans op overlast.

Het nadeel van het gebruik van de bui 10 als norm is dat het hierbij, inmiddels, niet meer gaat om een extreme bui. Heftigere buien dan deze komen regelmatig voor in Nederland (van Luijtelar, 2014). Het zou daarom goed zijn om berekeningen uit te voeren met hevigere neerslaggebeurtenissen.



Figuur 4 Knelpunten in het rioolstelsel bij bui 10

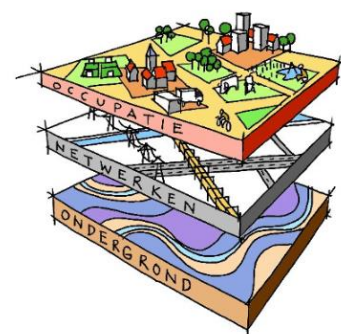
Er is een stresstest gedaan om te onderzoeken waar het regenwater terecht zou komen binnen het centrumgebied van Leeuwarden (zie bijlage VII). Hierop zijn geen grote overlastlocaties te vinden. Daarom is onderzoek gedaan naar wateroverlast bij burgers via sociale media, nieuwsberichten en 112 meldingen. Dit leverde tien locaties op die zijn weergegeven in bijlage VIII. Deze locaties zijn geverifieerd bij de gemeente Leeuwarden. Geen van de locaties bleek nu nog problemen te geven omdat de knelpunten reeds verholpen zijn (A. Groen, persoonlijke communicatie, 14 november 2016).

5 Kennisfundering klimaatadaptatie

De gebiedsbeschrijving van de huidige situatie van Leeuwarden is gedaan aan de hand van thema's. Deze thema's kunnen beschouwd worden als bouwblokken om een kennisfundering te leggen voor klimaatadaptatie. Deze onderwerpen werden ook aangehouden in de interviews.

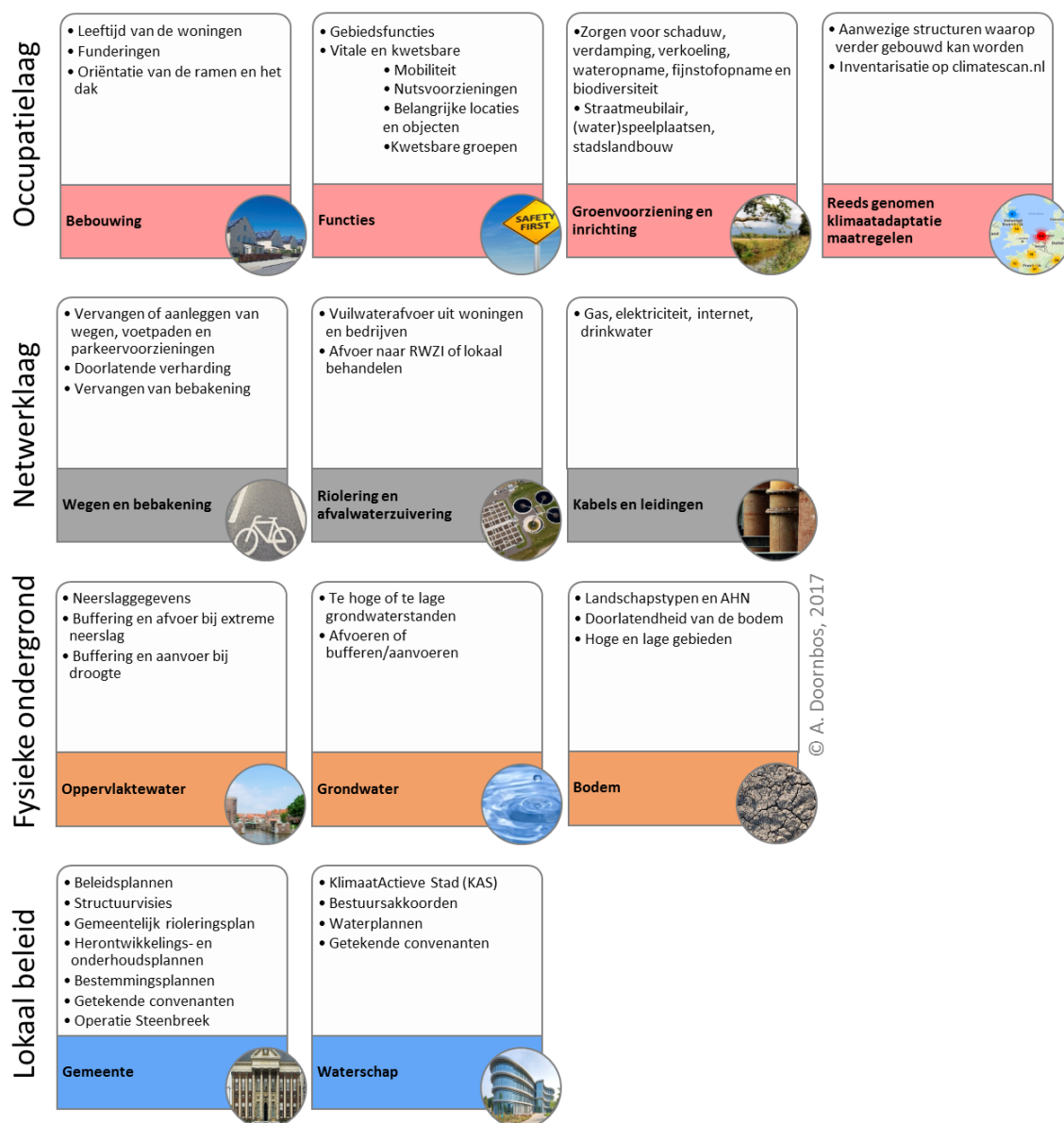
De bouwblokken zijn gebaseerd op de lagenbenadering (figuur 5). Deze benadering verdeelt de ruimte in drie lagen: 1) de fysieke ondergrond, het watersysteem en het biotisch systeem, 2) de netwerken van infrastructuur en 3) de occupatielaag met de menselijke activiteiten zoals wonen, werken en recreëren (Ruimte met toekomst, 2014). De motivatie achter deze keuze heeft twee redenen: 1) het feit dat klimaatadaptatie en groenblauwe inrichting effect heeft op al deze lagen en 2) dat er zo veel mogelijk moet worden aangesloten bij andere werkzaamheden in verband met de wens voor doelmatigheid en efficiëntie bij de overheden. Daarom moet er informatie beschikbaar zijn over al deze thema's.

Bijvoorbeeld wateroverlast in huizen (occupatielaag) wordt (deels) veroorzaakt door de fysieke ondergrond (hoogte en doorlatendheid van de bodem) en kan worden opgelost met drainage wanneer de straat open gaat voor het vervangen van het riool (lokaal beleid).



Figuur 5 Lagenbenadering door Peter Dauvellier

De kennisfundering is opgebouwd uit vier lagen: het lokaal beleid, de fysieke ondergrond, de netwerklaag en de occupatielaag (zie ook figuur 6 hieronder). Deze lagen bestaan uit een aantal bouwblokken. De laag over het lokaal beleid bestaat uit de bouwblokken gemeente en waterschap. De fysieke ondergrond bestaat uit de bouwblokken grondwater, oppervlaktewater en bodem. De netwerklaag bestaat uit de bouwblokken: wegen en bebakening, riolering en afvalwaterzuivering en kabels en leidingen. De occupatielaag bevat de volgende bouwblokken: groenvoorziening en inrichting, bebouwing, vitale en kwetsbare functies en de reeds genomen klimaatadaptatiemaatregelen in het gebied.



Figuur 6 Kennisfundering klimaatadaptatie

Deze methode is een concretisering van de lagenbenadering, met achtergrondinformatie uit het boek *Groenblauwe netwerken voor duurzame en dynamische steden* (Pötz & Bleuzé, 2012). De methode is gespiegeld met medewerkers van adviesbureau Tauw (R. Wentink, Senior adviseur Watermanagement Tauw bv, persoonlijke communicatie, d.d. 5 december 2016).

6 Invulling kennisfundering klimaatadaptatie

De invulling van de kennisfundering wordt –geheel in de stijl van een fundering- van onderaf opgebouwd. Er wordt gestart met het beleid van de lokale overheden van het gebied met betrekking tot de thema's rondom klimaatadaptatie. Vervolgens wordt de fysieke opbouw van de ondergrond bekeken. Daarna volgt de netwerklaag en daar bovenop staat de occupatielaag.

6.1 Lokaal beleid klimaatadaptatie



Figuur 7 Kennisfundering klimaatadaptatie - Lokaal Beleid

In dit hoofdstuk wordt behandeld wat het huidige overheidsbeleid omtrent de thema's van klimaatverandering is, zie figuur 7.

Het startpunt voor lokaal beleid is het nationaal beleid. Het thema klimaatverandering komt het meest duidelijk terug in het Deltaprogramma. In het Deltaprogramma 2017 'Deltaplan ruimtelijke adaptatie' wordt gesteld dat het belangrijk is water en ruimte te verbinden. Verder worden de resultaten van het onderzoek naar klimaatadaptatiebeleid gedeeld. "De gemeenten, waterschappen en provincies, die de monitor hebben ingevuld zijn naar eigen inschatting relatief ver met de thema's overstromingsrisico's en wateroverlast, iets minder ver met droogte en het minst ver met de thema's hittestress en vitale en kwetsbare functies" (Ministerie van I&M en het Ministerie van EZ, 2016). In dit hoofdstuk wordt bekeken hoe de lokale overheden in Leeuwarden de thema's rond klimaatadaptatie aanpakken. Eerst wordt het beleid van de gemeente Leeuwarden beschreven, vervolgens wordt aandacht besteed aan het beleid van Wetterskip Fryslân.

6.1.1 Gemeente Leeuwarden

Gemeenten hebben een zorgplicht voor de inzameling en het transport van stedelijk afvalwater (Wet Milieubeheer), de zorgplicht voor afvloeiend hemelwater en de zorgplicht voor grondwatermaatregelen (Waterwet).

Hittestress en langdurige droogte leiden tot het zakken van het grondwaterpeil, dit veroorzaakt paalrot en daarmee verzakking van gebouwen.

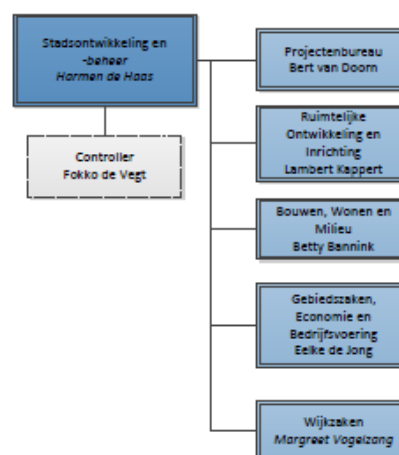
Verder kan een droge grond heftige regenval moeilijk verwerken wat wateroverlast doet toenemen. Deze problemen horen tot de verantwoordelijkheden van de gemeente en de grondeigenaren (VNG & UvW, 2014).

Belangen van de gemeente

- Zorg dragen voor volksgezondheid en veiligheid en overlast voorkomen binnen maatschappelijk aanvaardbare normen (Gemeente Leeuwarden, 2014).
- Kosten: het anticiperen op wateroverlast kan voor relatief lage kosten worden gedaan (VNG & UvW, 2014).
- Wanneer dit niet gebeurt en er toch wateroverlast ontstaat, kunnen de kosten oplopen onder hoge politieke druk (VNG & UvW, 2014).
- Bij het realiseren van een robuuster regenwaterafvoersysteem en proactieve klimaatadaptatie kan de leefomgeving worden verbeterd (VNG & UvW, 2014).

Betrokkenen binnen de gemeente bij klimaatadaptatie

De afdeling Stadsontwikkeling en –beheer heeft het meest van doen met klimaatverandering omdat deze afdeling gaat over de fysieke inrichting van de stad. Het organigram van deze afdeling is opgenomen in figuur 8. Het gehele organigram is door de gemeente Leeuwarden gedeeld in persoonlijke communicatie, deze is te vinden in bijlage IX.



Figuur 8 Organigram Gemeente Leeuwarden
Afdeling Stadsontwikkeling en –beheer

Gemeentelijk Rioleringsplan (GRP) planperiode 2015-2018

In het GRP schrijft de gemeente dat het rioleringsbeheer van de gemeente goed op orde is. Aandachtspunten zijn onder andere het inspelen op klimaatverandering en het verder versterken van de relatie met de burger. Daarnaast wordt gesteld dat het belangrijk is om in te spelen op de ambities van de gemeente, bijvoorbeeld om van Leeuwarden waterhoofdstad van Nederland en Europa te maken. Naast de eerder genoemde verplichtingen van de gemeente, welke in het GRP naar voren komen als plichten die zij doelmatig willen uitvoeren, zijn er twee doelen toegevoegd vanuit landelijk en regionaal gebied. Namelijk het streven naar een duurzame inrichting van de waterketen en het verhogen van het waterbewustzijn bij de burger. Er is door de gemeente Leeuwarden (2014) met deze doelen de volgende visie geformuleerd:

“De zorgplichten in acht nemend ontwikkelt zich in Leeuwarden op termijn een biologisch gezond en veerkrachtig stedelijk watersysteem. Innovatie en de terugwinning van grondstoffen/energie gaan hand in hand waardoor afvalwater als inkomstenbron binnen

bereik komt. Het stedelijk watersysteem is robuust en kan tegen een stootje. Leeuwarden staat positief op de kaart als het gaat om waterkennis en het rioleringsbeheer is goed georganiseerd. De burger is zich ervan bewust dat voor een betaalbare rioleringszorg af en toe water-op-straat kan optreden en dat dit tot hinder kan leiden” (Gemeente Leeuwarden, 2014).

Verder is er jaarlijks een budget nodig van EUR 250.000,00 wat beschikbaar staat voor hemelwaterriolen, deze moeten wateroverlast voorkomen of beperken (Gemeente Leeuwarden, 2014).

Beleidsplan Groen 2016

De gemeente wil alleen uitspraken doen in haar groenbeleid over de gronden die in eigendom of eigen beheer zijn. Verder wordt gesteld dat er geen plannen voor functieveranderingen van groengebieden in juridische zin zijn. Als bewoners of gebruikers veranderingen voorstellen, is een functiewijziging eenvoudig toe te staan, mits passend in het bestemmingsplan (binnenkort omgevingsplan). Een voorbeeld hiervan is een plantsoen veranderen in een openbare moestuin. Het doel van het beleidsplan Groen is dat het de gemeente richting geeft om te werken aan een sterke groenstructuur en om eenvoudig beslissingen te kunnen nemen op het gebied van beheer en bewonersinitiatieven. Er is door de gemeente daarom een structuurkaart gemaakt (opgenomen in bijlage X) en een kansenkaart (bijlage XI). Hierop staat de huidige groenstructuur weergegeven en op de kansenkaart staan projecten weergegeven die plaatsvinden in de stad. Bij deze projecten hoopt de gemeente aan te sluiten om de groenstructuur in de stad te verbeteren. Het plan is om het onderhoud van de niet-primaire groenstructuur meer over te laten aan de burger. Dit wordt gedaan met behulp van de ‘mienskip’. Mienskip is Fries voor gemeenschap en is ook een term die benadrukt wordt in het kader van de processen rondom de Culturele Hoofdstad 2018. Hiermee worden twee doelen gecombineerd. Verder geeft de gemeente aan dat zij bij herinrichtingen en veranderingen in beheer streven “na te denken over de functie die het groen kan vervullen bij klimaatadaptatie (o.a. waterberging, tegengaan van hittestress)” (Gemeente Leeuwarden, 2016).

Operatie Steenbreek

Naast het beleidsplan Groen is binnen de gemeente aandacht voor groen door Operatie Steenbreek. Bij dit project wordt onderzoek gedaan naar verstening op particulier terrein en vergroening wordt bevorderd. Dit is een landelijke stichting welke, onder andere, voeten aan de grond heeft gekregen in Leeuwarden. In het programmaplan Operatie Steenbreek Leeuwarden 2016-2018, (gedeeld door C. van der Weyde, persoonlijke communicatie, 11 januari 2017) staat beschreven dat het doel van het project het uitbreiden van niet verhard of semi-verhard oppervlak in Leeuwarden is. Hierbij worden de vele voordelen van groen genoemd die ook in dit rapport aan de orde zijn gekomen. In het programmaplan wordt geschat dat 51 vierkante kilometer in de stad particulier tuinoppervlak is, dit vormt een aanzienlijk deel potentieel groen van bijna een derde van de stad (Platel, de Vries, & van der Weyde, 2016).

Eetbare stad

Een ander doel van de gemeente Leeuwarden is in “2020 20% van de benodigde hoeveelheid groente, fruit, noten, vlees en vis op lokaal niveau op een duurzame manier te produceren. Daarvoor is het concept van de eetbare stad gestart.” (Gemeente Leeuwarden, 2016). Er wordt hiervoor lokale voedselproductie en -verkoop gerealiseerd in stadsboerderijen, volkstuinen en ongebruikte kantorenpanden. Hiermee hoopt de gemeente ook extra banen te creëren. Een belangrijke eis van de gemeente is wel dat de invulling door de bewoners en gebruikers van Leeuwarden wordt gedaan en niet wordt opgelegd (Gemeente Leeuwarden, 2016).

Groene daken

De gemeente Leeuwarden probeert door middel van een stimuleringsplan van €50.000, - meer groene daken in de stad te brengen, van deze regeling is nog relatief weinig gebruik gemaakt (Gemeente Leeuwarden, 2014). Dit kan komen door de specifieke eisen die bij deze regeling horen, bijvoorbeeld doordat subsidie niet wordt toegekend voor gebouwen die aan water liggen (Gemeente Leeuwarden, z.d.).

6.1.2 Wetterskip Fryslân

Een waterschap heeft een zorgplicht voor de zuivering van stedelijk afvalwater en is bevoegd gezag als het gaat om lozingen op oppervlaktewater en rioolwaterzuiveringen. Ook grondwateronttrekking en –infiltratie en waterkwantiteit door middel van peilbeheer vallen onder de verantwoordelijkheden van de waterschappen. De taken van de waterschappen worden vaak samengevat in drie kerndoelen: waterveiligheid, waterkwantiteit en waterkwaliteit (VNG & UvW, 2014). Waterkwaliteit raakt aan de stedelijke klimaatproblematiek omtrent hittestress en wateroverlast omdat hitte, riooloverstorten en regenwaterafspoeling kunnen zorgen voor een verminderde waterkwaliteit (Lenzholzer, 2013).

Belangen van het waterschap

- Niet negatief aangesproken worden op wateroverlast
- Waterkwaliteit verbeteren of behouden
- Grotere maatschappelijke betrokkenheid
- Waterbewustzijn bij bewoners

(VNG & UvW, 2014)

Klimaatbeleid

Er is momenteel nog geen klimaatbeleid voor de stad bij Wetterskip Fryslân. Er wordt gewerkt aan een actieplan klimaatverandering, de hoop is deze in 2017 af te ronden. K. F. Veeneman, programmamanager bij Wetterskip Fryslân (persoonlijke communicatie, 17 november 2016) vertelt dat klimaatadaptatie en –mitigatie in het vizier zijn van het bestuur. Het wordt gezien als een breed thema waarin onder andere energie, veiligheid en KAS kernonderdelen zijn.

Fries bestuursakkoord waterketen 2016-2020

De Friese waterketenpartijen hebben samen een bestuursakkoord opgesteld voor de periode 2016 tot 2020. Tot deze partijen horen alle Friese gemeenten, Wetterskip Fryslân, provincie Fryslân en Vitens. In het bestuursakkoord waterketen is als tweede thema Ruimtelijke adaptatie meegenomen. Hierin beschrijven de betrokken partijen hoe zij zich aansluiten bij de deltabeslissing 'ruimtelijke adaptatie' uit het Deltaprogramma. De ambities uit de Intentieverklaring worden meegenomen, er wordt gewerkt aan het vergroten van het waterbewustzijn bij burgers en water wordt zoveel mogelijk vastgehouden. De maatregelen die worden genomen om deze doelen te bereiken zijn:

1) het werken met de drie stappen uit de Handleiding Ruimtelijke adaptatie (weten, willen werken):

- Weten: We brengen risico's van overstroming, hevige neerslag, droogte of hitte in beeld door middel van stresstests. En we brengen de kansen in beeld van water- en klimaatrobuust inrichten.
- Willen: we ontwikkelen een gezamenlijk toekomstbeeld waar we naar toe willen. En ontwikkelen een strategie hoe dat het beste bereikt kan worden.
- Werken: We borgen dit in ons beleid en werkprocessen.

2) Dat de gemeenten en het waterschap een klimaatrobuuste checklist 'water' opstellen en deze bij herontwikkeling wordt toegepast. De checklist kan ook gebruikt worden in de vorm van een "klimaatscan" voor bestaande projecten. 3) De waterketenpartijen ontwikkelen werkwijzen die innovatieve klimaatadaptatieprojecten mogelijk maken en passen deze toe. 4) De rioleringsnota wordt door de lokale partijen klimaatrobuust gemaakt. 5) Leeuwarden laat de pilotprojecten in de provincie op het gebied van ruimtelijke adaptatie zien tijdens het jaar van de Culturele hoofdstad. En 6) de gemeenten gaan in gesprek over waterhinder als gevolg van klimaatverandering (water op straat) met burgers om te zorgen voor begrip hiervoor (Wetterskip Fryslân, de Friese gemeenten, Vitens en Provincie Fryslân, 2016).

Leidraad watertoets

Het doel van de Leidraad Watertoets is dat in herontwikkeling water wordt meegenomen, hiermee wordt meer gelet op de beleidsdoelstellingen van de het waterschap waardoor de thema's veilig, voldoende en schoon vervuld kunnen worden. Daarnaast zorgt de Leidraad Watertoets voor draagvlak van het wateradvies van Wetterskip Fryslân bij de gemeenten en voor een betere samenwerking tussen deze partijen (Wetterskip Fryslân, 2013).

6.1.3 Toevoeging over onzekerheid en visievorming

Het startpunt van dit onderzoek was de omgang van lokale overheden met klimaatverandering. Uit de inventarisatie van projecten van de waterschappen omtrent het thema Klimaatactieve Stad (Doornbos, 2016) bleek dat het voor lokale overheden nog zoeken is naar een aanpak waarmee gestructureerd aan klimaatadaptatie gewerkt kan worden. Aan de ene kant mist een structuur, maar aan de andere kant is de aanpak per locatie anders en dit kan een blauwdruk (standaard aanpak) onmogelijk maken.

Bestuurlijk is er niet altijd draagvlak door de onzekere aard van klimaatverandering. Men vraagt zich af waarom geïnvesteerd moet worden als het onduidelijk is of er wel problemen zullen ontstaan. Kortom, er is nog veel onzekerheid.

Volgens Dessai en van der Sluijs (2007) zijn er twee benaderingen bij het omgaan met onzekerheden bij klimaatadaptatiebeslissingen:

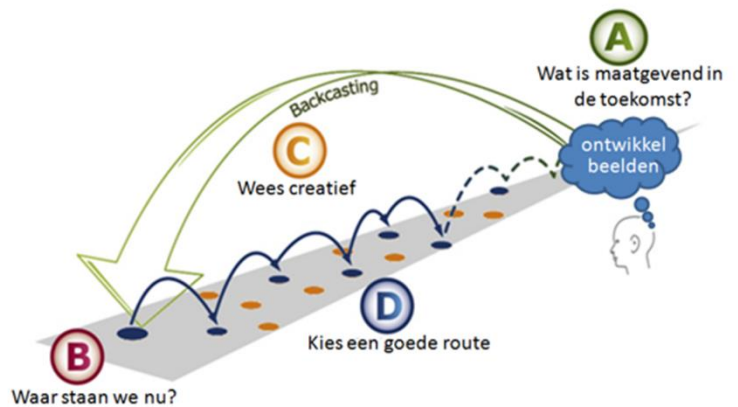
- 1) De top-down-georiënteerde voorspellingsbenadering en
- 2) De bottom-up-georiënteerde veerkrachtbenadering. Het verschil tussen deze twee benaderingen is dat bij de eerste de onzekerheden stap voor stap worden uitgewerkt met de kennis die er is. Bij de tweede benadering wordt er vanuit het systeem, welke wordt benadeeld door klimaatverandering, gekeken. Voor dit systeem worden de kwetsbaarheden verminderd en de veerkracht verhoogd. Deze twee methoden kunnen ook gecombineerd worden. In het rapport wordt geconcludeerd dat er geen 'one size fits all' methode is om met onzekerheid om te gaan. Klimaatadaptatie is sterk afhankelijk van de context. Dessai en van der Sluijs (2007): "Given the deep uncertainties associated with long term climate change impacts and other drivers of adaptation to climate change, robust decision making methods are worth exploring, especially where there is a large portfolio of adaptation options available".

Om deze reden is er binnen dit onderzoek te zoeken naar een methode voor beleidsvorming waarin wordt gewerkt met beide benaderingen. Er is namelijk onderzoek gedaan naar de specifieke kenmerken van de stad door middel van een kennisfundering (voorspellingsbenadering) en de effecten van klimaatverandering op het gehele systeem (veerkrachtbenadering). Binnen de casestudy van de stad Leeuwarden (het systeem) is per thema onderzocht waar kansen en knelpunten liggen. Vervolgens is er in de visie weergegeven hoe de veerkracht van Leeuwarden kan worden verhoogd. Deze visie kan een startpunt geven bij herontwikkeling en de keuze van adaptatiemaatregelen. Marten Scheffer (WUR) heeft het in een interview van het NRC Handelsblad over deze veerkracht:

"De systemen die ik bestudeer verkeren in een bepaalde evenwichtstoestand. . . . Maar er worden altijd duwtjes gegeven. . . . Het systeem fluctueert daardoor, maar heeft wel de neiging terug te keren naar het evenwichtspunt. Als dat snel gaat, is de veerkracht groot. Als het herstel traag wordt, is dat een veeg teken. Het systeem gaat meer zwalken. Dat kan betekenen dat je in de buurt komt van een kantelpunt, weten we inmiddels. En dan kan het, floep, omslaan in een andere toestand. Waar het maar moeilijk weer uitkomt. . . . Als je de goede indicatoren hebt, kun je de veerkracht proberen te vergroten of verkleinen. En zo de kans op een omslag beïnvloeden (aan de Brugh, 2016)".

Het doel van de visie is te laten zien hoe Leeuwarden een veerkrachtig systeem kan worden.

Door middel van een visie kan worden bepaald waar de betrokkenen naartoe willen werken. Door deze situatie te vergelijken met de huidige situatie kan een route bepaald worden voor de komende tijd. Deze route vormt een basis van het beleid (zie figuur 9).



Figuur 9 Gebruik visie in beleidsvorming (M. van Kalmthout, Beleidsmedewerker Waterbeheer bij Waterschap Scheldestromen, persoonlijke communicatie, 19 december 2016)

6.2 Fysieke opbouw van de ondergrond



Figuur 10 Kennisfundering klimaatadaptatie - Fysieke opbouw van de ondergrond

De fysieke opbouw van de ondergrond (figuur 10) bestaat uit de bodemgegevens, het reliëf –te zien op de hoogtekartaat– en het oppervlaktewater. De bodemgegevens zijn in dit onderzoek ontleend aan de landschapstypenkaart van de provincie Fryslân. Ook het grondwater hoort bij deze laag, maar wordt niet meegenomen in dit onderzoek omdat er te weinig gegevens bekend zijn over stedelijk grondwater bij de lokale overheden om het mee te kunnen wegen in de maatregelenkeuze.

6.2.1 Oppervlaktewater

Het watersysteem van Friesland bestaat uit een boezem (de meren, kanalen en grotere vaarten), polders (bemalen gebieden) en vrij afstromende gebieden. De stad Leeuwarden is relatief hoog gelegen en ligt grotendeels in het waterpeilgebied van de boezem. De boezem ontvangt overtollig water van de polders en vrij afstromende gebieden. Andersom wordt water ingelaten naar polders en opgemaakt naar sommige vrij afstromende gebieden, wanneer deze gebieden water nodig hebben. Het boezemsysteem houdt water vast en voert overtollig water af naar de Waddenzee en het IJsselmeer. Het peil in Leeuwarden staat dan ook redelijk stabiel op -0.52 meter onder N.A.P. Bij lokale (lokaal is hierbij een betrekkelijk klein neerslaggebied) hevige neerslaggebeurtenissen ontstaan er geen problemen in de boezem omdat dit water wordt verdeeld over het gehele gebied (ca. 15.000 hectare). Bij langdurige neerslagperioden kunnen wel problemen optreden, maar doordat deze perioden beter voorspelbaar zijn wordt hier rekening mee gehouden door op tijd extra te bemalen. Bovendien wordt door Wetterskip Fryslân extra waterberging gerealiseerd om de gevolgen van de klimaatontwikkeling (voornamelijk de toename in neerslag gedurende de wintermaanden) te compenseren (B. Piekstra, beleidsadviseur bij Wetterskip Fryslân, persoonlijke communicatie, 19 december 2016).

Waterkwaliteit

In het beheergebied van Wetterskip Fryslân zijn vierentwintig oppervlaktewaterlichamen onderscheiden waarvan in 2006-2010 werd geconcludeerd dat geen van deze zich in een goede

ecologische toestand bevond. De lage score werd voornamelijk veroorzaakt door een tekort aan waterplanten.

Tien van de vierentwintig waterlichamen voldeden daarnaast niet aan het gewenste stikstof- en fosfaatgehalte. Het Wetterskip is daarom bezig de oppervlaktewaterkwaliteit te verbeteren door de aanleg van natuurvriendelijke oevers. Er wordt verwacht dat de uitvoering van de KRW-maatregelen tot en met 2027 zal duren (Gedeputeerde Staten van Fryslân en Dagelijks Bestuur Wetterskip Fryslân, 2013).

Hoge temperaturen en overstorten door hevige neerslag kunnen negatief effect hebben op de waterkwaliteit. K.F. Veeneman (persoonlijke communicatie, 19 december 2016) vertelt dat de waterkwaliteit in Leeuwarden sterk is verbeterd door rioleringsmaatregelen in het verleden. Er is nog wel een grote overstort die loost op de rivier de Potmarge die incidenteel tot verslechtering van de waterkwaliteit kan leiden. Daarom is het belangrijk dat regenwater wordt vastgehouden en naar plekken wordt gebracht waar het geen schade oplevert.

Historische veranderingen in het oppervlaktewater

Bij herontwikkeling is het goed om te kijken wat er geleerd kan worden van het verleden. Vooral op het gebied van water zijn hier interessante dingen te vinden. Water is er meestal met een reden, daar waar vroeger water liep kan veroorzaakt zijn door verschillen in hoogte, of door het grondwater. Deze zaken kunnen nu nog steeds spelen. Daarom kan een oplossingsrichting het terugbrengen van historisch oppervlaktewater zijn. Leeuwarden lag vroeger aan zee. De Middellzee is vanaf de 12^e eeuw dichtgeslibd, waardoor de haven van Leeuwarden onbereikbaar werd. In 1917 waren er plannen voor de aanleg van een kanaal aan de noordzijde van de stad, deze werd het ringkanaal genoemd. Uiteindelijk is dit kanaal ten zuiden van de stad gekomen in 1950, dit is het Van Harinxmakanaal (Schroor, 2015).

Tussen 1850 en 1941 gedempte wateren in Leeuwarden

- 6086 Achter de Hoven en Tulpenburg, sloten langs, 1883-1891.
- 6087 Barend Fokkestraat, 1929-1930.
- 6088 Cambuur, stuk sloot ten westen van de Weg naar, 1937-1938.
- 6089 Cavalleriestal, gracht voor de, en de verwijdering van de Verwersbrug, 1862-1863.
- 6090 Dekemastraat, stuk sloot aan de, 1937.
- 6091 Dokkumer Ee, sloot ten noorden van de, 1926.
- 6092 Eewal en het Heerenwiltje, 1871-1885.
- 6093 Grachtswal, stuk sloot langs de, 1877-1878.
- 6094 Harlingerstraatweg, een stuk sloot aan de, 1926-1927.
- 6095 Harlingertrekweg sloot voor de molen aan de, 1871-1877.
- 6096 Lijkvaart langs de Spanjaarslaan, 1898-1931.
- 6097 Molensloot, 1850-1874, (1881, 1884).
- 6098 Nieuweburen tot aan de Oldehoof, en de zijtak van de Lange pijp tot voorbij het Gasthuispijpje, kanaal langs de, 1859-1867.
- 6099 Olde Galileen, sloten op de, 1872-1886.
- 6100 Sneekertekweg, sloot langs de, 1931-1941.
- 6101 Stiensersweg, sloot aan de, 1904-1905.
- 6102 Tweebaksmarkt en het Zwitserswiltje, gracht langs, 1883-1895.
- 6103 Weerklank, sloot in de, 1857-1880.

Leeuwarden bestond vroeger uit drie terpen: de Oldehove, de Nijehove en de Eewal. In het verleden liep er meer water door de stad, veel van deze zijn gedempt om stankoverlast te verminderen of om ruimte te maken voor wegen. In het Historisch Centrum Leeuwarden is een inventaris opgeslagen van het gemeentebestuur Leeuwarden met stukken betreffende het dempen van afzonderlijke waterwegen tussen 1850-1941 (Historisch Centrum Leeuwarden, 2016). Deze waterwegen zijn na 1850 gedempt, dat betekent dat de kaart van 1845 de oude situatie weergeeft (zie figuur 11 en bijlage XII). De gedempte wateren zijn opgenomen in het kader hiernaast, de getallen aan het begin van de zinnen verwijzen naar het documentnummer in het archief.



Figuur 11 Historische plattegrond van de stad Leeuwarden (Eekhoff, Mieling, & Sickler, 1845)

6.2.2 Grondwater

Er zijn weinig gegevens over het grondwater in de stad Leeuwarden, er is namelijk geen uitgebreid meetnetwerk. Binnen Leeuwarden is de grondwaterstand in mindere mate belangrijk omdat het geen acute problemen oplevert waarvan de aanpak kan bijdrage aan klimaatadaptatie. Wel moet er bij de soortenkeuze van openbaar groen rekening worden gehouden met de beschikbaarheid van grondwater.

6.2.3 Bodem

De bodem kan worden opgedeeld in twee onderdelen: de bodemtypen en het reliëf. Beide zijn voor Friesland te vinden op kaartmateriaal. Het reliëf is te zien op de kaarten van het Algemeen Hoogtebestand Nederland. Er is door de provincie Fryslân een landschapstypenkaart gemaakt van de verschillende bodemtypen van de provincie, waarbij ook wordt uitgelegd hoe deze hier zijn terechtgekomen of ontstaan. Voor de bodem onder de stad Leeuwarden is op basis van deze kaart een beschrijving gemaakt.

Landschapstypen

Leeuwarden strekt zich uit over vier verschillende landschapstypen. Van West naar Oost begint het landschap met de Oude zeepolder. Deze is historisch ook terug te leiden tot de Middelsee waar Leeuwarden vroeger aan lag. Verder naar het oosten ligt het landschapsgebied Kwelderwal. Door overstromingen werd hier grover materiaal neergelegd waardoor dit gebied hoger is komen te liggen. Op deze kwelders ontstonden dorpen, welke in dit geval is uitgegroeid tot de stad Leeuwarden. Verder naar het oosten ligt het Klei op veengebied, dit gebied loopt diagonaal over de gehele provincie. Dit gebied ligt in verhouding lager, en bestaat uit een dunne laag klei bovenop veen. Het laatste landschapstype van Leeuwarden ligt rondom de Grote- en Kleine Wielen. Het gaat hier om laaggelegen Veenweidegebied. Dit gebied is grotendeels onbebouwd gebleven (Provincie Friesland, 2016).

De landschapskaart van Leeuwarden is in bijlage XIII te vinden. De bodem van Leeuwarden van west naar oost bestaat kort gezegd uit zeelei en zeezand, zeelei op veen en veen.

Hoogtekaart

Op de kaarten van het Algemeen Hoogtebestand Nederland (versie 3) is te zien dat Leeuwarden hoger ligt dan de omgeving. Ten oosten van de stad is te zien dat er een lager gelegen gebied ligt. Dit komt overeen met de informatie vanuit de landschapstypen, waarop aangegeven werd dat hier veenweidegebied ligt. Enkele lage punten in de stad zijn de wateren, zoals de rivier De Potmarge, het westen van en Nylân en in het oosten de wijken Oldegaleleën & Bloemenbuurt, Tjerk Hiddes & Cambuursterhoek, Oranjewijk & Tulpenburg, Heechterp, Schieringen & De Centrale en Camminghaburen (zie bijlage XIV).

6.3 De netwerklaag

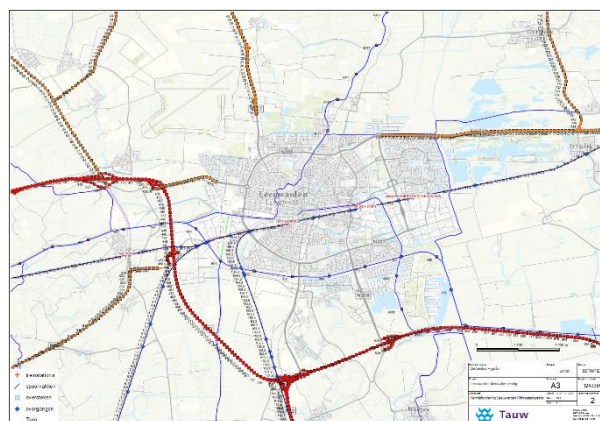


Figuur 12 Kennisfundering klimaatadaptatie - De netwerklaag

In de netwerklaag (figuur 12) wordt de infrastructuur van Leeuwarden behandeld. Hiertoe horen de wegen en bebakening, riolering en afvalwaterzuivering en kabels en leidingen.

6.3.1 Wegen en bijbehorende bebakening

Zoals te zien is op figuur 13 (en bijlage XV) zijn er een aantal punten waar grote wegen aangesloten zijn op de stad. Het gaat hierbij om de N359, N383, N357, N355 (oranje) en N31/A32 (rood). Deze wegen zorgen voor de ontsluiting van de stad. Het is belangrijk voor de bereikbaarheid dat deze wegen begaanbaar blijven.



Figuur 13 Wegenkaart Leeuwarden

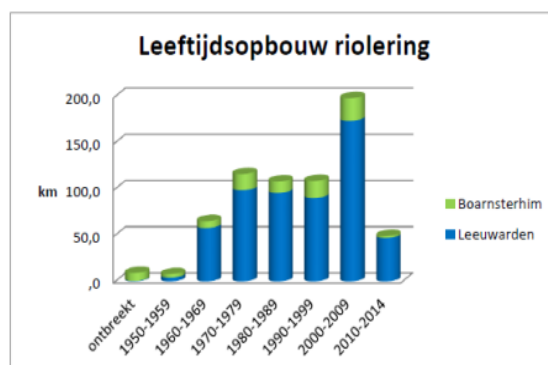
6.3.2 Riolering en afvalwaterzuivering

Het rioleringssysteem van Leeuwarden tijdens een bui 10 is behandeld in paragraaf 4.2.2. De huidige rioolstelsels van Leeuwarden zijn berekend op een bui08, welke ongeveer 20 millimeter binnen een uur inhoudt. Eerst werd een herhalingstijd van twee jaar aangehouden voor deze bui. Inmiddels stelt Stichting Rioned dat de herhalingstijd van bui08 ieder jaar is (Stichting Rioned, z.d.). In deze paragraaf worden nog enkele eigenschappen van het rioleringsstelsel verder uitgewerkt. Op figuur 14 is de leeftijd van de riolering van Leeuwarden te zien. Daarop is te zien dat een groot deel van het rioleringsstelsel tussen 2000 en 2009 is aangelegd. Dit is in de nieuwe wijken, Blitsaerd en de Zuidlanden.

6.3.3 Kabels en leidingen

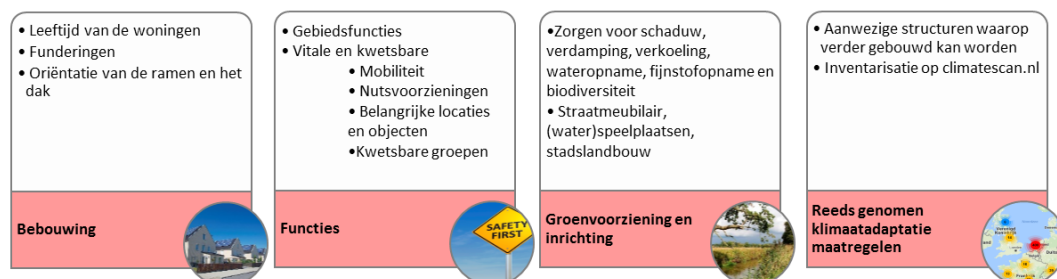
De ligging van kabels en leidingen is informatie die verdeeld is over de netbeheerders. Dit is geen gemeentelijke data. Door middel van oriënterende verzoeken of graafmeldingen wordt bij het Kadaster deze informatie opgevraagd. Hierbij gaat het om gebieden van maximaal 500 bij 500 meter. Deze informatie wordt vervolgens opgevraagd bij de netbeheerders die kabels of leidingen in het gebied hebben lopen. Deze informatievoorziening is geregeld via de Wet informatie-uitwisseling ondergrondse netten (WION).

Om deze reden is er geen complete kaart van de gemeente Leeuwarden.



Figuur 14 Leeftijdopbouw riolering (Gemeente Leeuwarden, 2014)

6.4 De occupatielaag



Figuur 15 Kennisfundering klimaatadaptatie - De occupatielaag

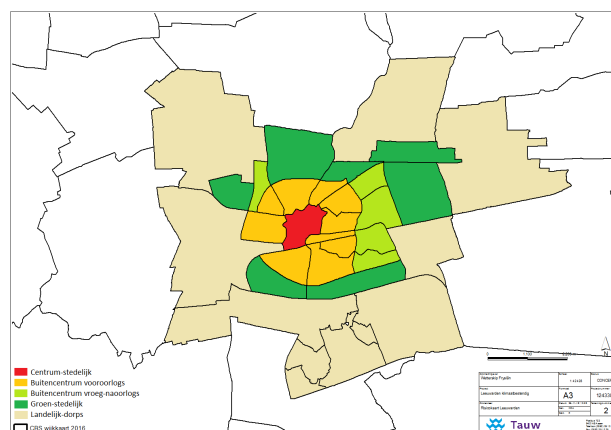
De occupatielaag (figuur 15) is de laag waarin de voorzieningen zijn die in direct contact met de gebruikers komen. Hiertoe horen de bebouwing, de functies en de groenvoorziening en het stedelijk meubilair. Ook de reeds genomen klimaatmaatregelen horen bij deze laag.

6.4.1 Bebouwing

Leeuwarden wordt voor de visie opgedeeld in verschillende woonmilieus. Hiervoor wordt de typering uit het waarderingsinstrument voor ruimtelijke kwaliteit van het toenmalige Ministerie van Volksgezondheid en Milieu door Dubbeling et al. (2004) gebruikt. Voor de wijkindeling is gebruik gemaakt van de gegevens van het CBS (2016). De indeling is weergegeven op figuur 16 en in bijlage XVI.

Centrum-stedelijk

Het woonmilieu centrum-stedelijk bestaat normaal gesproken uit een centraal station en een historische binnenstad. In de historische binnenstad is meestal een beperkte bereikbaarheid, door auto- en/of fietsverboden. Rondom het station is de bereikbaarheid groot, om de historische binnenstad te ontsluiten. Er zijn relatief gezien veel monumentale gebouwen aanwezig. De aanwezigheid van groen en water is ondergeschikt aan bebouwing en infrastructuur (Dubbeling M. P., Franken, Versteegen, & van der Zee, 2004). In Leeuwarden gaat het hierbij over wijk 10 Binnenstad (CBS-wijkcode:008010).



Figuur 16 Indeling wijken Leeuwarden in Woonmilieus

J. Bijleveld, relatiemanager Wetterskip Fryslân stelt (persoonlijke communicatie, 19 december 2016) vanuit haar rol als watercoördinator van De Blauwe Diamant, het waterplan van Leeuwarden, dat het regenwater in dit gebied bewust niet naar de grachten wordt geleid. Het is

één van de onderdelen van het waterplan geweest om de straten af te koppelen en randen langs de grachten aan te brengen met kolken, om het straatwater op de riolering te brengen. Dit water kan namelijk veel zwerfvuil met zich mee zou brengen. Dit kon ook omdat tegelijk ook grote bergbezinkbassins gebouwd zijn. Er is wel een groot aantal daken afgekoppeld op de singels.

Buitencentrum vooroorlogs

Een vooroorlogs buitencentrum bestaat voornamelijk uit rijtjeshuizen die elk een eigen voor- en achtertuin hebben. Deze zijn gebouwd tussen 1920 en 1945. De voorzieningen bevinden zich meestal op straathoeken. Er is maar beperkt groen aanwezig, meestal alleen in de achtertuinen en door laanbeplanting (Dubbeling M. P., Franken, Verstegen, & van der Zee, 2004).

In Leeuwarden bevindt dit woonmilieu zich binnen de oude stadsring.

In Leeuwarden gaat het binnen dit woonmilieutype om de volgende wijken:

- Wijk 20 Transvaalwijk & Rengerspark (CBS-wijkcode:008020)
- Wijk 30 Oldegalileën & Bloemenbuurt (CBS-wijkcode:008030)
- Wijk 31 Tjerk Hiddes & Cambuursterhoek (CBS-wijkcode:008031)
- Wijk 32 't Vliet (CBS-wijkcode:008032)
- Wijk 33 Oranjewijk & Tulpenburg (CBS-wijkcode:008033)
- Wijk 40 Achter de Hoven (CBS-wijkcode:008040)
- Wijk 43 Huizem-Oost (CBS-wijkcode:008043)
- Wijk 44 Huizem-West (CBS-wijkcode:008044)
- Wijk 61 Vossepark & Helicon (CBS-wijkcode:008061)
- Wijk 62 Vogelwijk & Muziekwijk (CBS-wijkcode:008062)

J. Bijleveld, relatiemanager Wetterskip Fryslân (persoonlijke communicatie, 19 december 2016) stelt dat het probleem in dit gebied is dat er geen extra waterberging wordt gerealiseerd bij herinrichting. Dit komt omdat het gebied volgens de watertoets al dichtbebouwd is waardoor bij herinrichting geen extra berging wordt opgelegd, de dichtheid van de bebouwing verandert immers niet.

Buitencentrum vroeg-naoorlogs

Een vroeg naoorlogs buitencentrum bestaat uit verschillende soorten bebouwing. Dit kan variëren van grondgebonden laagbouw tot grootschalige hoogbouw met stempelbouw en portiekwoningen. Deze bebouwing is gerealiseerd in de jaren '50 en '60. De buurtvoorzieningen zijn centraal gelegen en er zijn grootschalige openbare ruimten (Dubbeling M. P., Franken, Verstegen, & van der Zee, 2004). In Leeuwarden is dit de bebouwing buiten de oude stadsring.

De wijken in Leeuwarden met dit type woonmilieu zijn:

- Wijk 34 Heechterp (CBS-wijkcode:008034)
- Wijk 35 Schieringen & De Centrale (CBS-wijkcode:008035)
- Wijk 41 Schepenbuurt (CBS-wijkcode:008041)
- Wijk 42 Wielenpôle (CBS-wijkcode:008042)

- Wijk 63 Valeriuskwartier & Magere Weide (CBS-wijkcode:008063)

Groen-stedelijk

Een groen-stedelijk gebied betreft de jonge stadsuitbreidingen, gebouwd vanaf de jaren '70. Dit woonmilieu bestaat uit laagbouw in de vorm van bloemkoolwijken en Vinex-wijken en is ruim opgezet waardoor er veel ruimte is voor groen en water. Voorzieningen zijn op een centrale plaats gelegen of zijn niet aanwezig (Dubbeling M. P., Franken, Verstegen, & van der Zee, 2004). De groen-stedelijke wijken van Leeuwarden zijn:

- Wijk 21 Bilgaard & Havankpark en omgeving (CBS-wijkcode:008021)
- Wijk 22 Vrijheidswijk (CBS-wijkcode:008022)
- Wijk 24 Blitsaerd (CBS-wijkcode:008024)
- Wijk 36 Camminghaburen (CBS-wijkcode:008036)
- Wijk 45 Aldlân (CBS-wijkcode:008045)
- Wijk 46 Nijlân (CBS-wijkcode:008046)
- Wijk 64 Westeinde (CBS-wijkcode:008064)

Landelijk-dorps

Binnen het landelijk-dorps woonmilieu is veel groen. De huizen zijn hebben vaak grote tuinen en grenzen aan landbouwgrond of natuurgebied. In het historische dorpscentrum is de groenvoorzienig beperkt tot enkele bomen (Dubbeling M. P., Franken, Verstegen, & van der Zee, 2004). Bij dit woonmilieu horen de dorpen rondom de stad Leeuwarden die onderdeel zijn van de gemeente. Verder zijn er in Leeuwarden twee grote bedrijventerreinen die worden gezien als aparte wijk. Deze horen volgens de indeling van het Dubbeling et al. (2004) onder de categorie Werkmilieu. Maar deze worden in dit onderzoek opgenomen in het onderdeel landelijk-dorps omdat deze zich in de buitenste schil van de stad bevinden:

- Wijk 37 Grote Wielen & Kleine Wielen (CBS-wijkcode:008037)
- Wijk 38 Bedrijventerrein-Oost (CBS-wijkcode:008038)
- Wijk 50 Hempens, Teerns en omgeving en Zuiderburen (CBS-wijkcode:008050)
- Wijk 53 Goutum en omgeving (CBS-wijkcode:008053)
- Wijk 60 De Zwette (CBS-wijkcode:008060)
- Wijk 65 Buitengebied Noordwest (CBS-wijkcode:008065)
- Wijk 69 De Zuidlanden en omgeving (CBS-wijkcode:008069)

De gebiedsfuncties binnen de stad zijn weergegeven op figuur 17 en in bijlage XVII. Per wijk zijn deze relatief divers, met als grootste functie natuurlijk het woongebied. In grijs zijn de bedrijfsterreinen weergegeven. Donkeroranje vormt het gebied met de sociaal-culturele voorzieningen en zwart staat voor sportterrein. Roze zijn de detailhandel en horeca. En groen staat voor park en plantsoen en bos. Deze functies zijn gevonden via het Bestand bodemgebruik 2000 van het CBS, de oppervlakte van de verschillende functies is berekend met behulp van ArcMap 10.4 en weergegeven in bijlage XVIII.



De inventarisatie van gevoelige functies in de stad is beperkt tot de Eerste Hulp en ziekenhuizen, tehuizen en woonverblijven, publieksgebouwen, kantoren en onderwijsinstellingen. De locaties van deze functies zijn bekeken in ArcMap 10.4 met behulp van de risicokaart (Interprovinciaal Overleg, 2014) en de basiskaarten van Ezri Nederland voor de locaties van de politiebureaus, ambulanceposten, brandweerkazernes en ziekenhuizen. Deze kaart is opgenomen in bijlage XIX. Voor de functies omtrent hittegevoeligheid van productiviteit zijn de functies van het gebied gebruikt die hierboven zijn weergegeven, deze zijn aangevuld met de publieksgebouwen en kantoor/bedrijf categorie van de risicokaart.

In bijlage XVIII zijn de oppervlakten opgenomen van de verschillende functies in de stad. Hieruit blijkt dat ongeveer 3,1 vierkante kilometer van de stad groen gebied is (park en plantsoen, bos en begraafplaats, natuurgebied). Hier kan nog 2,7 vierkante kilometer bij opgeteld worden van de functies dagrecreatief terrein, verblijfsrecreatie en volkstuin welke ook grotendeels groenvoorziening zijn. Wanneer wordt gekeken naar de functiekaart van Leeuwarden (figuur 17) valt op dat deze stukken groen niet met elkaar zijn verbonden. Wat mist in deze analyse is het groen langs wegen, doordat de wegen een netwerk vormen geldt dit ook voor het groen langs deze wegen. De kwaliteit van dit groen valt te betwijfelen wanneer de kanttekeningen uit paragraaf 3.2.3 worden meegenomen.

Reeds uitgevoerde projecten met betrekking tot klimaatverandering in de stad Leeuwarden zijn, voor zover nu bekend, 28 projecten. De kaart van de locaties is te zien op figuur 18 en is

opgenomen in bijlage XX.

Vijf groene daken

Twee helofytenvelden

Twee bekende bergbezinkbassins, hiervan zijn er nog veel meer in de stad, maar dit zijn de twee grootste die eventueel bezocht kunnen worden.

Drie plaatsen met doorlatende verharding

Drie wadi's

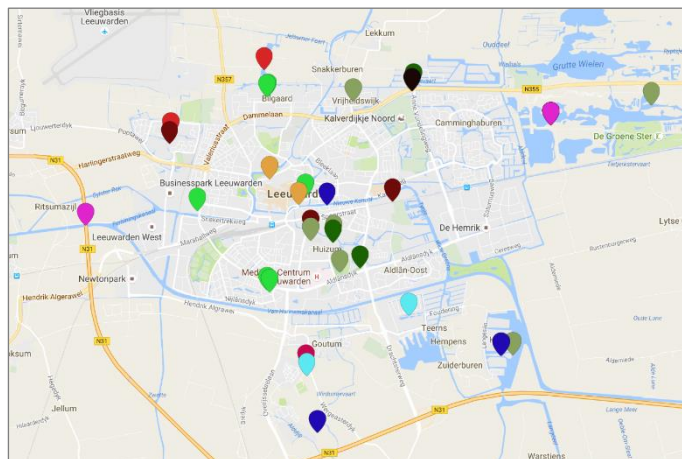
Een DIY project

Drie locaties met drijvende woningen

Twee kolkloze wijken

Een locatie met regenwaterzuivering

Zes diversen (waterspeelplaats, watercampus, Potmarge project, waterkwaliteitsmaatregelen, meer ruimte voor water)



Figuur 18 Klimaatadaptatiemaatregelen in Leeuwarden (Tipping, et al., 2016)

Deze inventarisatie komt van de website Climatescan.nl. Deze wordt ingevuld door onder andere Floris Boogaard en is voor de provincie Fryslân verder aangevuld door de auteur tijdens dit onderzoek door gesprekken te voeren met medewerkers van Wetterskip Fryslân.

7 Conclusies

De hoofdvraag van het onderzoek was: *“Welke stappen kunnen lokale overheden zetten om klimaatadaptatiebeleid op te stellen?”*. Voor het beantwoorden van deze vraag wordt gereflecteerd op de vier genomen stappen.

Het opstellen van een theoretisch kader was een noodzakelijke stap om duidelijk te krijgen met welke klimaatveranderingseffecten een stad te maken heeft.

Een risico-inventarisatie bij de overheden en via sociale media en 112 meldingen was een logisch beginpunt, maar leverde in Leeuwarden weinig op. Voor een reactief beleid is het essentieel deze knelpunten te kennen, maar voor proactief beleid niet zozeer. Hierbij kan het hoogstens een prioritering opleveren voor de aan te pakken gebieden.

Het gebruik van de kennisfundering bleek een gestructureerde methode om informatie te verzamelen over de benodigde thema's, doordat deze termen goed terug te leiden waren naar afdelingen binnen de lokale overheden en de literatuur. Daarnaast is het nuttig gebleken gesprekken te voeren met de personen die kennis hebben over deze onderwerpen. Dit is een noodzakelijke toevoeging aan de literatuurstudies. Deze personen hebben kennis over lokale problemen en kenmerken van de stad en omdat zij participeren in de vorming en uitvoering van het beleid. Het bijwonen van bijeenkomsten over leefomgeving-gerelateerde initiatieven is essentieel gebleken omdat hier de voorlopers samenkomen waarmee mogelijk nog niet gesproken is. Daarnaast kunnen deze initiatieven een startpunt vormen voor klimaatadaptatie in de stad. Dit onderzoek heeft door de invulling van de kennisfundering voldoende informatie geleverd om in vervolgonderzoek te werken aan het kiezen van maatregelen doordat de eigenschappen van het gebied op wijkniveau staan beschreven. Voor het creëren van groenblauwe netwerken is een andere stap nodig dan kennisverzameling. Er moeten beslissingen worden genomen over welke voordelen dit netwerk moet opleveren. Door overleg tussen alle partijen kan een Programma van Eisen worden opgesteld aan deze groenblauwe netwerken. De vorming van een visie is een wijze waarop de grote hoeveelheid aan informatie in een prettig leesbaar format kan worden beschreven. Deze visie zorgt ervoor dat ideeën gedeeld kunnen worden en een gesprek ontstaat over de wensen van de betrokkenen, dit vormt een startpunt voor het Programma van Eisen.

Voor het beantwoorden van de hoofdvraag is het hele proces uitgevoerd voor de stad Leeuwarden. Het doel van de casus was daarom het vinden en toepassen van de stappen die lokale overheden kunnen zetten om klimaatadaptatiebeleid op te stellen.

Via vier stenen kan er worden gesprongen worden over de rivier van onzekerheid naar een visie voor Leeuwarden.

De eerste steen is het begrijpen van stedelijke klimaatverandering.

Hittestress en regenwateroverlast worden veroorzaakt door de stedelijke inrichting van de stad, waarin te weinig ruimte is besteed aan groen en water.

De oplossingsrichting die hiervoor wordt genoemd zijn groenblauwe netwerken. Dit is een fijnmazige structuur van landschapselementen en klimaatadaptatiemaatregelen die door de stad loopt.

De tweede steen is het onderzoeken van de problemen in Leeuwarden.

In de laatste 15 jaar is in Leeuwarden geen extreme bui in de orde van 40 millimeter per uur gevallen. Terwijl dit in de rest van het land wel is voorgekomen. Dit kan een verklaring vormen voor het ontbreken van data over regenwateroverlast. Wanneer naar de gevoelige functies in het gebied wordt gekeken kan gesteld worden dat schade kan optreden bij detailhandel en horeca door lage drempels. Daarnaast is er een overstort op de Potmarge vanuit het gebied rondom het MCL, welke negatieve invloed kan uitoefenen op de waterkwaliteit.

Door de gunstige ligging lijken er weinig problemen te zijn in de stad op het gebied van hittestress, omdat wind van zee zorgt voor verkoeling. Uit het onderzoek blijkt wel dat hittestress mogelijk een probleem vormt binnen woningen en dit in de toekomst zal toenemen. Het effect van hitte op de waterkwaliteit van vijvers is ook een punt van aandacht. De klimaatstresstesten kunnen in meer detail uitsluitsel geven over de locaties waar wateroverlast en hittestress kunnen optreden.

De derde steen is het analyseren van het beleid.

Het beleid van de gemeente Leeuwarden en Wetterskip Fryslân over klimaatadaptatie is geformuleerd in termen van ambities. Bij de geïnterviewden is voldoende bewustzijn over klimaatadaptatie en een onderwerp waar zij mee bezig zijn in hun dagelijks werk. Echter ontbreekt het nog aan praktische plannen en normen om invulling te geven aan de ambities, dit beleid is momenteel in ontwikkeling. Wel is er veel gaande rondom de thema's van klimaatadaptatie zoals onderzoek naar de effecten van klimaatverandering voor de riolering en beleidsplannen over vergroening.

De vierde, en laatste steen is het bouwen van een kennisfundering. Voor deze kennisfundering voor projecten en beleidsvorming over stedelijke klimaatadaptatie is binnen dit onderzoek een methode ontwikkeld. De kennisfundering klimaatadaptatie bestaat uit een aantal onderwerpen welke zijn onderverdeeld in vier niveaus: de occupatielaag, de netwerklaag, de fysieke ondergrond en het lokaal beleid.

Met behulp van deze onderwerpen is informatie verzameld over de stad Leeuwarden. Een groot deel van dit rapport is een gebiedsbeschrijving van de stad. De beschrijvingen zijn samengevat in een verzameltabel welke is opgenomen in bijlage XXII.

Met een grote laatste sprong wordt de overkant bereikt. Hier wordt de laatste deelvraag beantwoord: *“Wat is een mogelijke integrale klimaatadaptatievisie voor de stad Leeuwarden, welke een denkrichting geeft aan het op te stellen klimaatadaptatiebeleid van de gemeente Leeuwarden en Wetterskip Fryslân?”*

Het antwoord hierop volgt in de volgende paragraaf.

Visie Leeuwarden 2050

Het is 2050, Leeuwarden is een stad waarvan het leefklimaat positief bekend staat in het hele land, ondanks de effecten van klimaatverandering⁴.

Je loopt door de stad op een zomerse dag. Buiten zitten mensen in hun tuinen of in een van de vele parken die de stad kent. Op een groot aantal daken in het centrum zijn terrassen gerealiseerd met een beplante ondergrond. De groene ruimten zijn met elkaar verbonden via groenblauwe netwerken⁵ van droogtebestendige⁶ bomen, struiken, wadi's, groene gevels en herestelde historische waterlopen⁷. Soms op een simpele manier door een lage groenstrook. Op andere plaatsen op futuristische wijze, zoals metalen bomen gevuld met planten en werkend op zonne-energie. Veel van deze verbindingen zijn gerealiseerd door de bewoners, door de vergroening van tuinen⁸ en met behulp van een fonds dat is opgezet door de lokale overheden. Vanaf het station loop je langs de Potmarge, welke als hoofdader door de stad stroomt. Op de Potmarge varen toeristen met kano's, waterfietsen en elektrische bootjes. Er zijn groepjes bezig met hardlopen en andere sportactiviteiten⁹. Vanaf hier zijn alle delen van de stad te bereiken zonder buiten het groen te hoeven komen. De stad maakt gebruik van de schone lucht in het Noorden¹⁰ waardoor deze sporters goed bezig zijn voor hun gezondheid.

Het is een warme dag, maar er is geen hittestress door de verkoelende werking van groen¹¹ en de wind vanaf zee die vrij door de stad kan waaien¹². Er is al sinds jaren geen overleiden te wijten aan de hitte.

Dan betreft de lucht, er komt een heftige zomerse regenbui aan, de regen valt met bakken uit de lucht. Binnen mum van tijd staan de straten blank. Dit is geen probleem, want door de hoge stoepen en drempels komt het water niet in de gebouwen¹³. Hierdoor leidt water niet tot overlast of schade, maar tot avontuur voor de kinderen. Het water blijft niet lang op straat staan, de groene aders door de stad blijken namelijk zo gebouwd te zijn dat het water wordt opgenomen en gebufferd⁵. Hierdoor komt dit water niet in het riool terecht. Een groot deel kan rustig in de bodem infiltreren. Een ander deel wordt gezuiverd van zware metalen en andere verontreinigingen door helofytenfilters¹⁴, voordat het naar het oppervlaktewater wordt gebracht. De hogescholen in de stad leveren een bijdrage aan het ontwerp van deze filters en doen hier onderzoek met water-technologische ontwikkelingen.

⁴ Theoretisch kader, pag. 16

⁵ Groenblauwe netwerken, pag. 20

⁶ Regenwateroverlast en droogte, pag. 19

⁷ Oppervlaktewater, pag. 35 (kader)

⁸ Operatie Steenbreek pag. 31

⁹ Bijlage XXI Aantekeningen bijeenkomst Potmarge, pag. 77

¹⁰ (Rijksinstituut voor Volksgezondheid, 2017)

¹¹ Hittestress, pag. 19

¹² Hittestress, pag. 19

¹³ Regenwateroverlast, pag. 18

¹⁴ Reeds genomen klimaatadaptatiemaatregelen, pag. 44

Ook andere opleidingen zijn bezig met onderzoeken in de stad, omtrent de luchtkwaliteit en waterkwaliteit, maar ook de effecten van groen op (geestelijke) gezondheid. Rondom het ziekenhuis en de tehuizen in de stad is extra aandacht besteed aan groen met water-bufferende werking waar ook goed gewandeld kan worden, hierdoor worden met medicijnen vervuilde overstorten op het oppervlaktewater voorkomen en krijgen de patiënten en bewoners de voordelen van een groene omgeving.

Je herinnert je de stad hoe die vroeger was, veel steen en weinig ruimte voor water en groen¹⁵. Gelukkig waren er weinig problemen toen¹⁶, die zijn er ook nooit gekomen door de werkzaamheden van de lokale overheden. Zij zijn samen met de bewoners, onderwijsinstellingen en bedrijven in het gebied gestart met Leeuwarden als Klimaatbestendige Stad.

Het begon bij de Potmarge in 2016⁸, hier was een initiatief aan de gang om het gebied rondom deze rivier te verbeteren. De ideeën die hier zijn ontstaan zijn na de ontwikkeling van de Potmarge uitgetakt over de hele stad. De plannen en ambities die er al waren rondom Operatie Steenbreek, de groene kansenkaart van de gemeente Leeuwarden¹⁷, het KAS initiatief van Wetterskip Fryslân¹⁸ en de Culturele Hoofdstad¹⁹ zijn met elkaar verbonden. De betrokkenen hebben in de vorm van een alliantie regelmatig (eens in de zes tot acht weken) met elkaar om de tafel gezeten om plannen te maken, hierbij werden de wijkpanels van het te bespreken gebied uitgenodigd.

Inmiddels hebben veel van deze panels het onderhoud in de wijk overgenomen, waar nodig onder begeleiding van experts. Hierdoor wordt een deel van het groenbudget toegevoegd aan het fonds voor de groenblauwe netwerken en innovaties rondom klimaatadaptatie en –mitigatie. Burgerschap en klimaatadaptatie gaan goed samen in deze ontwikkelingen, de toekomstige leefbaarheid van Leeuwarden is verzekerd.

¹⁵ Bebouwing, pag. 41 en Functies, pag. 43

¹⁶ Risicoinventarisatie van klimaatverandering toegepast op Leeuwarden, pag. 22

¹⁷ Gemeente Leeuwarden, pag. 29

¹⁸ Wetterskip Fryslân, pag. 32

¹⁹ Aanleiding, pag. 11

8 Aanbevelingen

Dit hoofdstuk is opgedeeld in twee onderdelen. In de eerste paragraaf zijn de aanbevelingen opgenomen die specifiek gelden voor de stad Leeuwarden. Hierin zijn de kansen meegenomen die zijn gevonden bij de invulling van de kennisfundering. In de tweede paragraaf zijn aanbevelingen gegeven voor steden in het algemeen, deze zijn gericht aan lokale overheden die bezig zijn met de vorming van klimaatadaptatiebeleid in stedelijk gebied.

8.1 Lokale overheden in Leeuwarden

De visie vormt een 'stip op de horizon' voor het beleid van de gemeente Leeuwarden en Wetterskip Fryslân. Kenmerkend aan een visie is dat deze niet concreet is, daarom wordt in deze paragraaf een aanzet gegeven voor een aanpak. De belangrijkste boodschap uit het onderzoek is nu proactief te beginnen met klimaatadaptatie. Uit het onderzoek is gebleken dat risico gestuurde klimaatadaptatie niet aansluit bij de wensen van de gemeente Leeuwarden en Wetterskip Fryslân, omdat dit onvoldoende motivatie geeft. Daarom wordt de focus gelegd op het voorkomen van de vermindering van de leefbaarheid door klimaatverandering. De doelstelling voor het klimaatadaptatiebeleid is daarom: "De leefomgeving van Leeuwarden is klimaatbestendig voor bewoners en gebruikers." Hiermee wordt betrouwbaarheid gecreëerd doordat het duidelijk is voor organisaties, bewoners en de overkoepelende politiek waar de overheden naartoe werken. De stad Leeuwarden kent door haar gunstige ligging weinig risico's met betrekking tot klimaatverandering. Er is voldoende schone lucht en voldoende afkoeling door wind vanaf zee. Er zijn weinig lage gebieden in de stad behalve als het gaat om oppervlaktewater. Ook zijn er verschillende initiatieven gaande, die meehelpen aan klimaatadaptatie, zoals het Potmarge initiatief (zie bijlage XXI). Er is gemeentelijk beleid wat meewerkt aan klimaatbestendigheid, die nog niet gelabeld zijn als zodanig. Het is wenselijk om gezamenlijk beleid te maken, door de verschillende afdelingen bijeen te brengen. Lopende initiatieven kunnen dan omgezet worden tot eenduidig en gestructureerd beleid met betrekking tot klimaatadaptatie. Verschillende kennisinstellingen en -organisaties in de stad hebben belang bij klimaatadaptatiebeleid, zij kunnen een bijdrage leveren en ingezet worden. De activiteiten rondom Leeuwarden Culturele Hoofdstad, bieden de mogelijkheid tot klimaatadaptatie. Over het algemeen geldt, dat bij weinig acute risico's omtrent klimaatverandering, de motivatie bij de lokale overheden laag is. Een omschakeling in focus: van reactief naar proactief beleid kan in het belang van klimaatadaptatie helpen.

8.2 Lokale overheden in de stad

1. Zorg voor voldoende betrokkenheid van alle partijen. Begin met het samenbrengen van lokale overheden en neem per gebied de wijkpanels, bedrijven, netbeheerders en organisaties mee. Er zijn al veel plannen en ambities die naast hun hoofddoel bijdragen aan

klimaatadaptatie. Gebruik deze kansen door de plannen naast elkaar te leggen en te zien waar zij gecombineerd kunnen worden. Stel allianties samen en zorg dat de betrokkenen per gebied iedere 6-8 weken bij elkaar komen.

2. Stel een aantal streefdoelen vast waar in de komende jaren naartoe wordt gewerkt.
 - a. Kies kenmerken van de stad welke als herkenbare identiteit meegenomen worden bij het ontwerpen van maatregelen, iets waar de stad zich mee profileert.
 - b. Het percentage groen, in de binnenstad en buiten-centrum is relatief laag. Bepaal een streefdoel per gebied voor het benodigde percentage groen.
 - c. Formuleer streefdoelen voor het aantal dagen waarin hittestress mag optreden (boven de 27,7 graden) en hoe vaak, hoe lang en waar regenwater op straat mag komen te staan.
3. Ontwerp een groenblauw netwerk door de stad.
 - a. Begin bij de een initiatief rondom herontwikkeling als hoofdader. Bijvoorbeeld herontwikkeling van stedelijk groen, het terughalen van een historische waterloop.
 - b. Verbindt het groen wat al aanwezig is in de stad, hierbij kan ook particulier terrein toegepast worden (bekend onder de naam Operatie Steenbreek).
 - c. Laat het netwerk langs de gevoelige doelgroepen in de stad lopen (ziekenhuizen, onderwijsinstellingen en tehuizen).
 - d. Laat dit netwerk ervoor zorgen dat de belangrijke uitvalswegen van de stad begaanbaar blijven bij hoge temperaturen en hevige neerslag.
 - e. In dit netwerk straten autovrij maken en herinrichten voor groen, blauw, fietsers en zit- en speelruimte.
 - f. Binnen dit netwerk windcorridors realiseren.
 - g. In dit netwerk historische watergangen terugbrengen op plaatsen waar wateroverlast voorkomt.
 - h. Binnen dit netwerk stadslandbouw faciliteren voor bewoners en gebruikers van de stad.
 - i. In dit netwerk verticaal groen realiseren op openbare gebouwen.
 - j. In dit netwerk centra met een lage ruimtelijke kwaliteit herontwikkelen met groen en blauw.
 - k. In dit netwerk onderzoekspilots starten met hogescholen voor onderzoek en ontwerp (naar waterzuivering, effecten van groen op gezondheid, innovatieve groeninrichting, etc.).
 - l. Ontwerpwedstrijden organiseren voor studenten en bewoners voor de invulling van de takken van het netwerk met als basis de kernkenmerken van de stad.
4. Gedurende het proces is het belangrijk te blijven evalueren. Zo wordt er bijhouden wat er is gebeurd waardoor doelen waar nodig bijgesteld kunnen worden en successen worden gevierd.

8.3 Aanbevelingen voor vervolgonderzoek

Met de lopende stresstest Friesland zijn mogelijkheden om de benodigde informatie aan te vullen. Hiervoor worden in deze paragraaf enkele aanbevelingen gedaan.

Onderzoek met betrekking tot het creëren van groenblauwe netwerken en het verder vullen van de kennisfundering:

- Geschikte beplanting voor het bodemtype in de verschillende wijken en een wisselende grondwaterstand vinden.
- Onderzoek doen naar open gebieden waar de wind door de stad waait, en zorgt voor verkoeling. Daarnaast onderzoeken waar dit uitgebreid kan worden en welke 'open-lucht-locaties' vastgelegd moeten worden om ventilatie in de toekomst te verzekeren.
- Onderzoek doen naar de ligging van de gedempte waterlopen die gevonden zijn in dit onderzoek.
- Onderzoek doen naar grondwater in de stad: problematiek en huidige situatie.
- Onderzoek doen naar de mogelijkheden om een fonds op te zetten waarin subsidies en onderhoudsbudget van overheden beschikbaar is gesteld voor bewonersinitiatieven.

Onderzoeksvragen uit de interviews:

- Vanuit Wetterskip Fryslân is gevraagd naar onderzoek naar de al aanwezige doorlatende verharding in Leeuwarden. Deze is geplaatst om ervaring op te doen met doorlatende verharding maar dit is nooit geëvalueerd waardoor het niet vaker wordt toegepast.
- Vanuit Wetterskip Fryslân is belang bij onderzoek naar waterkwaliteit in de ondiepe vijvers bij hittestress.

9 Discussie

Dit onderzoek heeft als sterke kant, dat bij het beschrijven en inventariseren van de stad Leeuwarden gebruik is gemaakt van vele bronnen en documenten. Het is een tijdrovende klus geweest, allerlei thema's zijn onderzocht. Doordat er met verschillende mensen gesproken is, was het daarnaast mogelijk om aanvullende data te vinden en voor dit onderzoek te gebruiken. Dit maakt dit rapport voor het grootste deel een gebiedsbeschrijving. Door een methode te ontwikkelen, is het mogelijk om het onderzoek te herhalen in andere steden en de informatie overzichtelijk weer te geven en te gebruiken.

Het is lastig gebleken om op basis van al deze informatie een gestructureerde analyse uit te voeren. Door naar de data te kijken en deze over elkaar heen te leggen zijn overeenkomsten, kansen en bedreigingen gevonden. Deze zijn uitgebreid voorgelegd aan betrokkenen bij dit onderzoek. Uiteraard kan een andere onderzoeker met dezelfde data tot andere conclusies en aanbevelingen kunnen komen.

De wens van de lokale overheden was een denkrichting voor klimaatadaptatiebeleid. Vele praktische oplossingen zijn daarom niet uitgewerkt in dit onderzoek. Wel is de situatie van deze stad en waar rekening mee moet worden gehouden bij de beleidsvorming beschreven. Niet alleen voor de stad Leeuwarden, maar ook voor andere steden is het interessant om een klimaatadaptatie aanpak te hebben wanneer er weinig problemen zijn in een gebied. Het voordeel hiervan is dat er geen overhaaste beslissingen genomen hoeven worden. De uitdaging is het formuleren van een 'stip op de horizon'.

De methode van actieonderzoek in dit onderzoek, gaf de mogelijkheid om experts te raadplegen in de verschillende fasen van het onderzoek. Dit heeft sturing gegeven aan het uiteindelijke product. Hierdoor is het een toegepast wetenschappelijk onderzoek geworden, waarbij de verbinding tussen theorie en praktijk stevig is.

De dataverzameling tijdens dit onderzoek was gedeeltelijk data-analyse en interviews. Er is met een beperkt aantal mensen gesproken, hierdoor kan niet met zekerheid worden gesteld of datasaturatie is bereikt. De interviews bleken tijdens de analysefase weinig concrete data op te leveren, relevant voor de kennisfundering. Daardoor moest er aanvullende dataverzameling plaatsvinden. De interviews hebben wel een grote bijdrage geleverd aan de visievorming, de invulling van het beleidskader en de borging in de praktijk.

10 Bibliografie

- 112Fryslân. (2008, juli 27). *Brand, overlast en schade door noodweer*. Opgehaald van 112Fryslân: <https://www.112fryslan.nl/19147/brand-overlast-en-schade-door-noodweer/>
- 112Fryslân. (2010, juli 12). *Veel regen zorgt voor overlast*. Opgehaald van 112Fryslân: <https://www.112fryslan.nl/35449/veel-regen-zorgt-voor-overlast/>
- aan de Brugh, M. (2016, oktober 28). *De voortekenen van een omslag*. Opgehaald van NRC Handelsblad: <https://www.nrc.nl/nieuws/2016/10/28/de-voortekenen-van-een-omslag-4588339-a1529048>
- Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS). (2016). *Wijk- en buurtkaart 2016*. Opgehaald van CBS: <https://www.cbs.nl/nl-nl/dossier/nederland-regionaal/geografische%20data/wijk-en-buurtkaart-2016>
- Dessai, S., & van der Sluijs, J. P. (2007). *Uncertainty and Climate Change Adaptation – a Scoping Study, rapport NWS-E-2007-198*. Utrecht: Department of Science Technology and Society, Copernicus Instituut, Universiteit Utrecht.
- Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat. (1997). *Vierde Nota waterhuishouding Regeringsvoornemen*. Den Haag.
- Doornbos, A. (2016). *Klimaatactieve stad - Slim samenwerken*. Amersfoort: STOWA. Opgeroepen op december 12, 2016, van http://www.stowa.nl/publicaties/publicaties/klimaatactieve_stad__slim_samenwerken
- Dubbeling, M. P., Franken, B., Verstegen, W., & van der Zee, L. (2004). *De wijk ontrafeld*. Den Haag: Ministerie van VROM.
- ECORYS Nederland BV. (2007, april 23). *Green- blue veining: agro- biodiversity as innovation for sustainable agriculture*. Opgehaald van WUR: <http://www.wur.nl/nl/Expertises-Dienstverlening/Onderzoeksinstituten/Environmental-Research/Projecten/Ontwerpen-met-natuur/Voorbeelden/Groenblauwe-dooradering.htm>
- Eekhoff, W., Mieling, C., & Sickler, J. (1845). *Leeuwarden, de Hoofdstad der provincie Friesland, Naar het Kadaster in Kaart gebracht*. Opgeroepen op december 13, 2016, van Historisch Centrum Leeuwarden: https://historischcentrumleeuwarden.nl/onderzoek/beeldmateriaal/beeldbank/indeling/detail?q_searchfield=plattegronden&f_strings_plaatsnaam%5B0%5D=Leeuwarden&f_strings_vervaardiger%5B0%5D=Eekhoff%2C+W.#comment
- FOD Werkgelegenheid, Arbeid en Sociaal Overleg. (2011). *Thermische omgevingsfactoren*. Opgehaald van werk België: <http://www.werk.belgie.be/publicationDefault.aspx?id=39831>.
- Gedeputeerde Staten van Fryslân en Dagelijks Bestuur Wetterskip Fryslân. (2013, november). *Tussenbalans Friese Waterplannen 2010-2015*. Opgehaald van Wetterskip Fryslân:

- <https://www.wetterskipfryslan.nl/documenten/bestuur/waterbeheerplan-2016-2021/TussenbalansFrieseWaterplannen20102015.pdf/view>
- Gemeente Enschede. (2011). *Structuurvisie Enschede*. Opgehaald van Enschede: https://www.ruimtelijkeplannen.enschede.nl/NL.IMRO.0153.SV00001-0003/b_NL.IMRO.0153.SV00001-0003_3.3.2.html
- Gemeente Leeuwarden. (2014). *Gemeentelijk Rioleringsplan Leeuwarden (GRP) Planperiode 2015-2018*. Leeuwarden: Gemeente Leeuwarden.
- Gemeente Leeuwarden. (2016). *Beleidsplan Groen*. Leeuwarden: Gemeente Leeuwarden.
- Gemeente Leeuwarden. (2016). *Bevolking totaal*. Opgehaald van Buurtmonitor: <https://leeuwarden.buurtmonitor.nl/>
- Gemeente Leeuwarden. (2016). *Eetbare en groene initiatieven in gemeente Leeuwarden*. Leeuwarden: Gemeente Leeuwarden.
- Gemeente Leeuwarden. (z.d.). *Subsidies voor afvoer regenwater en vuilwater*. Opgeroepen op december 21, 2016, van leeuwarden: <https://www.leeuwarden.nl/nl/subsidies-voor-afvoer-regenwater-en-vuilwater>
- Gemeente Rotterdam. (2009). *Rotterdamse Stijl Bomenstructuurvisie*. Rotterdam: Gemeente Rotterdam.
- Goedbloed, D. (2016, juni 4). Wat mag wateroverlast kosten? Nieuwsuur. Opgehaald van <https://www.youtube.com/watch?v=IM0beGvQAsA>
- Hart van Nederland. (2014, november 24). *Veel overlast door zware regenbuien*. Opgehaald van Hart van Nederland: <http://www.hartvannederland.nl/nederland/friesland/2012/veel-overlast-door-zware-regenbuien/>
- Historisch Centrum Leeuwarden. (2016). *Stukken betreffende de uitvoering van de taken, 15. Openbare werken, 15.5. Zorg voor waterwegen, bruggen en polders, 1002 Gemeentebestuur van Leeuwarden, 6086-6103 Stukken betreffende het dempen van afzonderlijke waterwegen*. Opgeroepen op december 13, 2016, van Historisch Centrum Leeuwarden: https://historischcentrumleeuwarden.nl/onderzoek/archievenoverzicht?option=com_maisiinternet&mivast=76&mizig=210&miadt=76&micode=1002&milang=nl&mizk_alle=1002&mi view=inv2#inv3t1
- Interprovinciaal Overleg. (2014, november 27). *Risicokaart*. Opgehaald van Nederland risicokaart: <http://www.nationaalgeoregister.nl/geonetwork/srv/dut/search#|6d8b8098-38b7-47ff-85fb-4a06c45d885d>
- IPCC. (2007). *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- IPCC. (2013). *Summary for Policymakers. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis*. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.: Cambridge University Press.
- Kluck, J. (2015, mei 19). Anticiperen op extreme neerslag “met welke bui moet ik rekenen”. Bussum, Nederland.

- Kluck, J., Bakker, W., Kleerekoper, L., Rouvoet, M., Wentink, R., Klok, L., & Loeve, R. (2016). *Voor hetzelfde geld klimaatbestendig, voorbeelden klimaatbestendige inrichting voor veelvoorkomende karakteristieke straten*. Amsterdam: Hogeschool van Amsterdam.
- Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI). (2016, november 22). *Daggegevens van het weer in Nederland, 270 Leeuwarden*. Opgehaald van KNMI: <https://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/daggegevens>
- Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI). (2016, november 23). *Uurgegevens van het weer in Nederland, 270 - Leeuwarden reeksen 2001 - 2010 en 2011 - 2020*. Opgehaald van KNMI: <https://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/uurgegevens>
- Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI). (z.d.). *Geografische overzichten van het weer in Nederland*. Opgehaald van KNMI: <http://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/geografische-overzichten>
- Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI). (z.d.). *Uitleg over Droogte*. Opgehaald van KNMI: <https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/uitleg/droogte>
- Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI). (z.d.). *Uitleg over Regenintensiteit*. Opgeroepen op januari 8, 2017, van KNMI: <http://www.knmi.com/kennis-en-datacentrum/uitleg/regenintensiteit>
- Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI). (z.d.). *Uitleg over Stadsklimaat*. Opgeroepen op december 6, 2016, van KNMI Kennis- & datacentrum: <https://www.knmi.nl/kennis-en-datacentrum/uitleg/stadsklimaat>
- Kuypers, V., & Vries, E. d. (2008). *Groen voor klimaat*. Opgehaald van WUR: <http://www.wur.nl/en/Publication-details.htm?publicationId=publication-way-333638333336>
- Lenzholzer, S. (2013). *Het weer in de stad*. Rotterdam: nai010 uitgevers.
- Lewin, K. (1948). *Resolving social conflicts - Action research and minority problems*. (G. W. Lewin, Red.) New York: Harper.
- Mayor of London. (z.d.). *All London Green Grid*. Opgeroepen op januari 6, 2017, van Mayor of London: <https://www.london.gov.uk/WHAT-WE-DO/environment/parks-green-spaces-and-biodiversity/all-london-green-grid>
- MelvinBee. (2010, juli 12). *Wateroverlast 12 juli 2010 Edisonstraat te Leeuwarden PART II*. Opgehaald van Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=wbjWDGUzLdY>
- Mesters, C., & Pötz, H. (2014, oktober 9). *De Klimaatactieve Stad*. Opgehaald van STOWA: http://www.stowa.nl/publicaties/publicaties/de_klimaatactieve_stad
- Ministerie van I&M. (2014). *Handreiking voor de uitvoering van een Stresstest Klimaatbestendigheid*.
- Ministerie van I&M. (2014, September). *Ruimtelijke adaptatie Vitale en kwetsbare functies*. Ministerie van Infrastructuur en Milieu.
- Ministerie van I&M en het Ministerie van EZ. (2016). *Het Deltaprogramma 2017*. Rijksoverheid.
- Ministerie van VROM. (2004). *De wijk ontrafeld*. Den Haag: Ministerie van VROM.

- Ministerium für Klimaschutz NRW. (2011). *Handbuch Stadtklima, Maßnahmen und Handlungskonzepte für Städte und Ballungsräume zur Anpassung an den Klimawandel*. Düsseldorf: Ministerium für Klimaschutz NRW.
- NVZA. (2010, februari 9). CMR Centrale Medicatiefouten Registratie GGZ Centrale Medicatie incidenten Registratie voor de Geestelijke Gezondheidszorg. Soesterberg, Nederland.
- Palsma, B. (2016, mei 10). 'Steden klimaatbestendig maken is complex én dynamisch'. *STOWA Ter Info* 63, pp. 8-9.
- Platel, J., de Vries, A., & van der Weyde, C. (2016). *Programmaplan Operatie Steenbreek 2016-2018*. Leeuwarden: Kenniscentrum Burgers en Biodiversiteit (KBB).
- Pötz, H., & Bleuzé, P. (2012). *Groenblauwe netwerken voor duurzame en dynamische steden*. Delft: Coop for life.
- Provincie Friesland. (2016, november 9). *Landschapstypenkaart*. Opgehaald van Friesland: <http://www.friesland.nl/9382/landschapstypenkaart/>
- Rijksinstituut voor Volksgezondheid. (2017, januari 8). *Luchtmeetnet*. Opgehaald van Luchtmeetnet: <https://www.luchtmeetnet.nl/>
- Rosenzweig, C., Solecki, W., & Slosberg, R. (2006). *Mitigating New York City's heat island with urban forestry, living roofs, and light surfaces. New York City Regional Heat Island Initiative, Final Report 06-06*. Albany, NY: New York State Energy Research and Development Authority.
- Ruimte met toekomst. (2014, augustus 11). *Lagenbenadering*. Opgehaald van Ruimtemettoekomst: <http://www.ruimtexmilieu.nl/wiki/ontwikkelconcepten/lagenbenadering>
- Sachindra, D., Ng, A., Muthukumar, S., & Perera, B. (2016). Impact of climate change on urban heat island effect and extreme temperatures: a case-study. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 172–186.
- Schroor, M. (2015). *Historische atlas van Leeuwarden, van terpdorp tot culturele hoofdstad*. Nijmegen: Uitgeverij Vantilt.
- Steenekveld, G., Koopmans, S., Heusinkveld, B., van Hove, L., & Holtslag, A. (2011). Quantifying urban heat island effects and human comfort for cities of variable size and urban morphology in the Netherlands. *Journal of Geophysical Research Atmospheres* 116(D20).
- Stichting CAS. (z.d.). *Klimaat-effectatlas*. Opgehaald van Kennisportaal Ruimtelijke Adaptatie: <http://www.ruimtelijkeadaptatie.nl/nl/klimaat-effectatlas>
- Stichting Rioned. (z.d.). *Extreme neerslag wordt inderdaad extremer*. Opgeroepen op januari 8, 2017, van Riool: <https://www.riool.net/-/extreme-neerslag-wordt-inderdaad-extremer>
- Stichting Rioned. (z.d.). *Klimaatontwikkeling en het effect op neerslag*. Opgehaald van Riool: <https://www.riool.net/-/klimaatontwikkeling-en-het-effect-op-neerslag>
- STOWA. (2016). *Op naar een Klimaat-actieve Stad*. Opgehaald van Stedelijk Water STOWA: http://stedelijkwaterbeheer.stowa.nl/Publicaties/Op_naar_een_klimaat-actieve_stad?eld=5692

- Straatinfo. (2016, april 26). *P 2 Wateroverlast Willem-Alexanderplein 41*. Opgehaald van Straatinfo: http://goor.straatinfo.nl/alarmeringen/p-2-wateroverlast-willem-alexanderplein-41-leeuwar_3840623
- Tipping, J., Boogaard, F., Jaeger, R., Duffy, A., Klomp, T., & Manenschijn, M. (2016, december). *Climatescan*. (F. Boogaard, Redacteur) Opgehaald van climatescan.nl
- van Drunen, M., & Lasage, R. (2007). *Klimaatverandering in stedelijke gebieden*. Nationaal Onderzoeksprogramma Klimaat voor Ruimte (KvR), Leven met Water (LmW), Habiforum en CURNET.
- van Luijtelaar, H. (2014). *Ervaringen met de aanpak van regenwateroverlast, Voorbeelden en ontwikkelingen anno 2014*. Ede: Stichting RIONED.
- Verschuren, P., & Doorewaard, H. (2007). *Het ontwerpen van een onderzoek*. Den Haag: Uitgeverij LEMMA.
- VNG & UvW. (2014). *Zelf doelen centraal stellen in het stedelijk waterbeheer*.
- Wageningen University en Research. (2011). *Bomentabel*. Opgehaald van WUR: <http://www.wur.nl/nl/Onderzoek-Resultaten/Projecten/straatbomen.htm>
- Wesseling, J., van der Zee, S., & van Overveld, A. (2012, juli 7). *Het effect van vegetatie op de luchtkwaliteit*. Opgehaald van RIVM: http://www.rivm.nl/Documenten_en_publicaties/Wetenschappelijk/Rapporten/2011/september/Het_effect_van_vegetatie_op_de_luchtkwaliteit_Update_2011
- Wetterskip Fryslân. (2013). *Leidraad Watertoets*. Leeuwarden: Wetterskip Fryslân.
- Wetterskip Fryslân, de Friese gemeenten, Vitens en Provincie Fryslân. (2016). *Fries bestuursakkoord waterketen 2016-2020*.

Bijlage I Checklist vitale en kwetsbare functies

Objecten, groepen, netwerken	Water- veiligheid	Water- overlast	Droogte	Bodem- daling	Hitte-stress
Mobiliteit					
Hoofdwegen					
Wijk(ontsluitings)wegen					
Tunnels en onderdoorgangen					
Vaarwegen					
Metro					
Spoorwegen					
Stations					
Trein-emplacement/-overslagstations					
Nutsvoorzieningen					
Drinkwaterwinpunten					
Drinkwaterreservoirs					
Drinkwaterdistributienet					
Elektriciteitscentrales					
Transformator- / onderstations					
Wijk-distributiestations					
Gas-distributie- en meetstations					
Gas-distributienetwerk					
Telefoon – zendmasten (+ voeding)					
Telefoon/internet- centrales en verdeelkasten					
Telefoon/internet-kabels					
Noodnetcentrales en -netwerk					
CAI & Glasvezel-centrales en verdeelkasten					
CAI & Glasvezelkabels / internet					
Stadsverwarmingscentrale					
Distributiestations stadsverwarming					
Vuilstortkokers					
Objecten					
Politiebureaus					
Brandweerkazernes					
Ziekenhuizen / klinieken					
Productiecentra en opslag serums en geneesmiddelen					
Gemeentehuizen					
Waterschapshuizen (crisiscentra)					
Radio(rampen)zenders					

Kazernes en andere militaire objecten					
Crisiscentra / alarm- en coördinatiepunten					
Opslag van voedsel- en noodvoorzieningen					
Parkeerkelders/-garages					
ICT centra (server-hubs)					
Navigatieposten scheepvaart					
Centra elektronisch betalingsverkeer					
Gemalen, pompen					
Rioolwaterzuiveringsinrichtingen en rioolgemalen					
Musea en monumenten					
Fabrieken en opslag gevaarlijke stoffen					
- nucleaire stoffen (ook radiotherapie)					
- op- en overslag explosieve stoffen, LPG, brandstof					
- Afvalverwerkende bedrijven					
- BRZO bedrijven (zie www.risicokaart.nl)					
Kwetsbare groepen					
Lichamelijk en geestelijk gehandicapten					
Bejaarden					
Zieken, verpleeg en verzorgingstehuizen					
Gevangenen					
Kinderen, zwangeren					
PM Dierentuin					
PM Huisdieren (opvang honden en katten)					

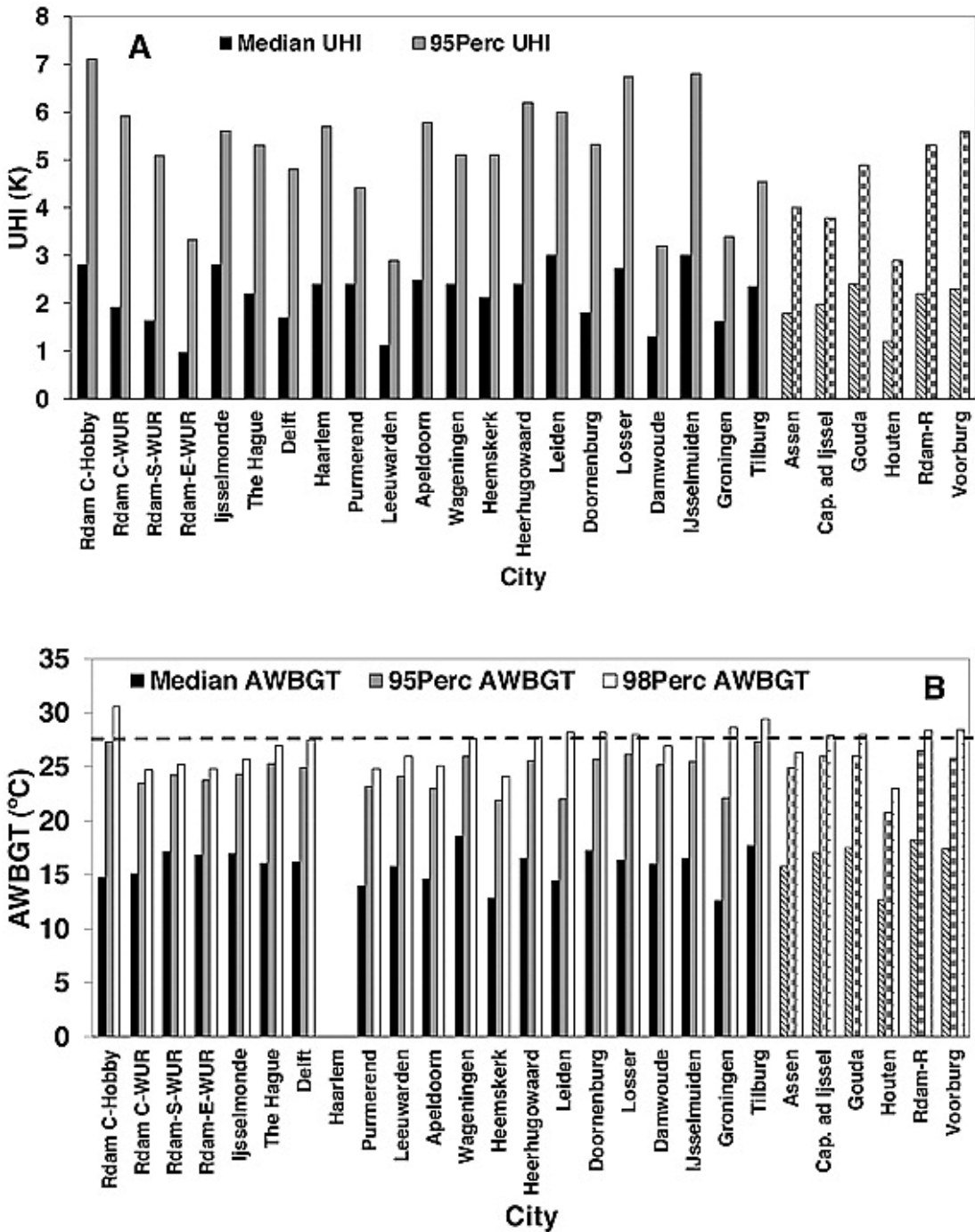
(Ministerie van I&M, 2014)

Bijlage II Poster “Op naar een Klimaatactieve Stad”



(STOWA, 2016)

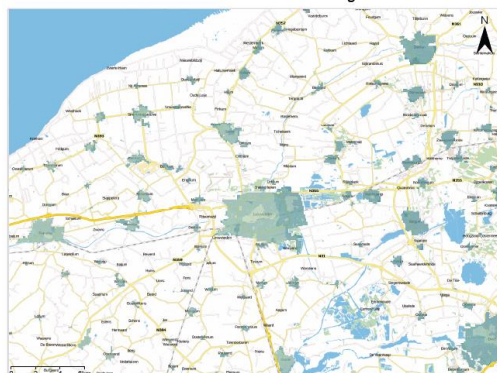
Bijlage III UHI en AWBGT in enkele Nederlandse steden



(Steenefeld, Koopmans, Heusinkveld, van Hove, & Holtslag, 2011)

Bijlage IV Nachten boven 20 graden Celsius, huidige situatie en W+2050

KlimaatEffectAtlas - Effect: Hitte - Scenario: Huidig



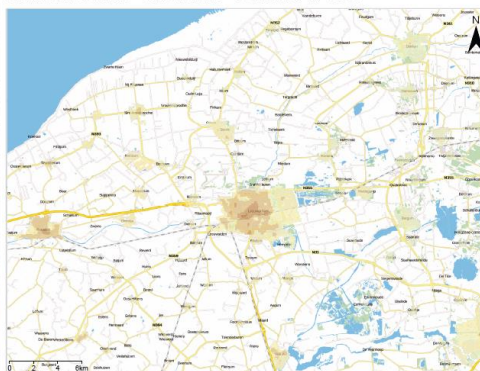
Een warmer klimaat heeft gevolgen voor de leefbaarheid in de stad en de vraag naar verkoeling en buitenrecreatie zal toenemen. Het hitte-in-de-stad of urban heat island effect (UHI) is het fenomeen dat de temperatuur in een stedelijk gebied gemiddeld hoger is dan in omliggende landelijk gebied. Door het UHI worden problemen tijdens hittegolven, zoals hittestress, verergerd. Het effect treedt met name 's nachts op als de warmte in de stad wordt vastgehouden en de stad onvoldoende kan afkoelen.

Effect
Aantal nachten boven 20 graden

0
1
2
2+ graden

<http://www.ruimteelkeadptatie.nl> printdatum: 10 December 2016

KlimaatEffectAtlas - Effect: Hitte - Scenario: W+2050



Een warmer klimaat heeft gevolgen voor de leefbaarheid in de stad en de vraag naar verkoeling en buitenrecreatie zal toenemen. Het hitte-in-de-stad of urban heat island effect (UHI) is het fenomeen dat de temperatuur in een stedelijk gebied gemiddeld hoger is dan in omliggende landelijk gebied. Door het UHI worden problemen tijdens hittegolven, zoals hittestress, verergerd. Het effect treedt met name 's nachts op als de warmte in de stad wordt vastgehouden en de stad onvoldoende kan afkoelen.

Effect
Aantal nachten boven 20 graden

0
1
2
2+ graden

<http://www.ruimteelkeadptatie.nl> printdatum: 10 December 2016

(Stichting CAS, z.d.)

Bijlage V Gegevens bui10

Neerslaghoeveelheid (mm)										
Tijdvak (min)	Herhalings tijd (jaar) en buinummer									
	v 0.25 a		v 0.5 a		v 1.0 a		v 2.0 a		5.0	10.0
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
0-5	.30	.15	.30	.15	.30	.15	.60	.30	1.50	1.80
5-10	.60	.15	.60	.30	.60	.30	1.20	.60	2.70	3.60
10-15	.90	.15	.90	.45	1.50	.45	2.10	.90	4.80	6.30
15-20	1.20	.30	1.50	.60	2.70	.60	3.30	1.20	4.80	6.30
20-25	1.50	.45	2.10	.75	2.70	.75	3.30	1.50	4.20	5.70
25-30	1.50	.60	2.10	.90	2.10	.90	2.70	2.10	3.30	4.80
30-35	1.05	.75	1.50	1.05	1.50	1.05	2.10	2.70	2.70	3.60
35-40	.90	.90	1.20	1.20	1.20	1.20	1.50	3.30	2.10	2.40
40-45	.75	1.05	1.05	1.50	1.05R	1.50	1.20	3.30	1.50	1.20
45-50	.60	1.50	.90	2.10	.90	2.10	.90	2.10	.90	
50-55	.45	1.50	.75	2.10	.75	2.70	.60	1.20	.60	
55-60	.30	1.20	.60	1.50	.60	2.70	.30	.60	.30	
60-65	.15	.90	.45	.90	.45	1.50				
65-70	.15	.60	.30	.60	.30	.60				
70-75	.15	.30	.15	.30	.15	.30				
totaal	10.50		14.40		16.80		19.80		29.40	35.70

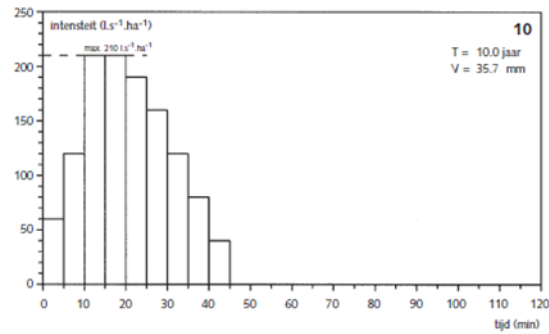
Neerslagintensiteit (l.s ⁻¹ .ha ⁻¹)										
Tijdvak (min)	Herhalings tijd (jaar) en buinummer									
	v 0.25 a		v 0.5 a		v 1.0 a		v 2.0 a		5.0	10.0
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
0-5	10	5	10	5	10	5	20	10	90	60
5-10	20	5	20	10	20	10	40	20	90	120
10-15	30	5	30	15	50	15	70	30	160	210
15-20	40	10	50	20	90	20	110	40	160	210
20-25	50	15	70	25	90	25	110	50	140	190
25-30	50	20	70	30	70	30	90	70	110	160
30-35	35	25	50	35	50	35	70	90	90	120
35-40	30	30	40	40	40	40	50	110	70	80
40-45	25	35	35	50	35	50	40	110	50	40
45-50	20	50	30	70	30	70	30	70	30	
50-55	15	50	25	70	25	90	20	40	20	
55-60	10	40	20	50	20	90	10	20	10	
60-65	5	30	15	30	15	50				
65-70	5	20	10	20	10	20				
70-75	5	10	5	10	5	10				

Figuur 19 Standaardneerslaggebeurtenissen (verloop in mm/5 minuten), plek voor- (v) of achterin (a) de gebeurtenis

Code	Herhalings tijd (jaar)	plek voorin (v) of achterin (a)
01	0.25	v
02	0.25	a
03	0.50	v
04	0.50	a
05	1.00	v
06	1.00	a
07	2.00	v
08	2.00	a
09	5.00	v
10	10.00	v

Figuur 20 Codering standaardneerslaggebeurtenissen

3.7 Herhalings tijd 10.0 jaar

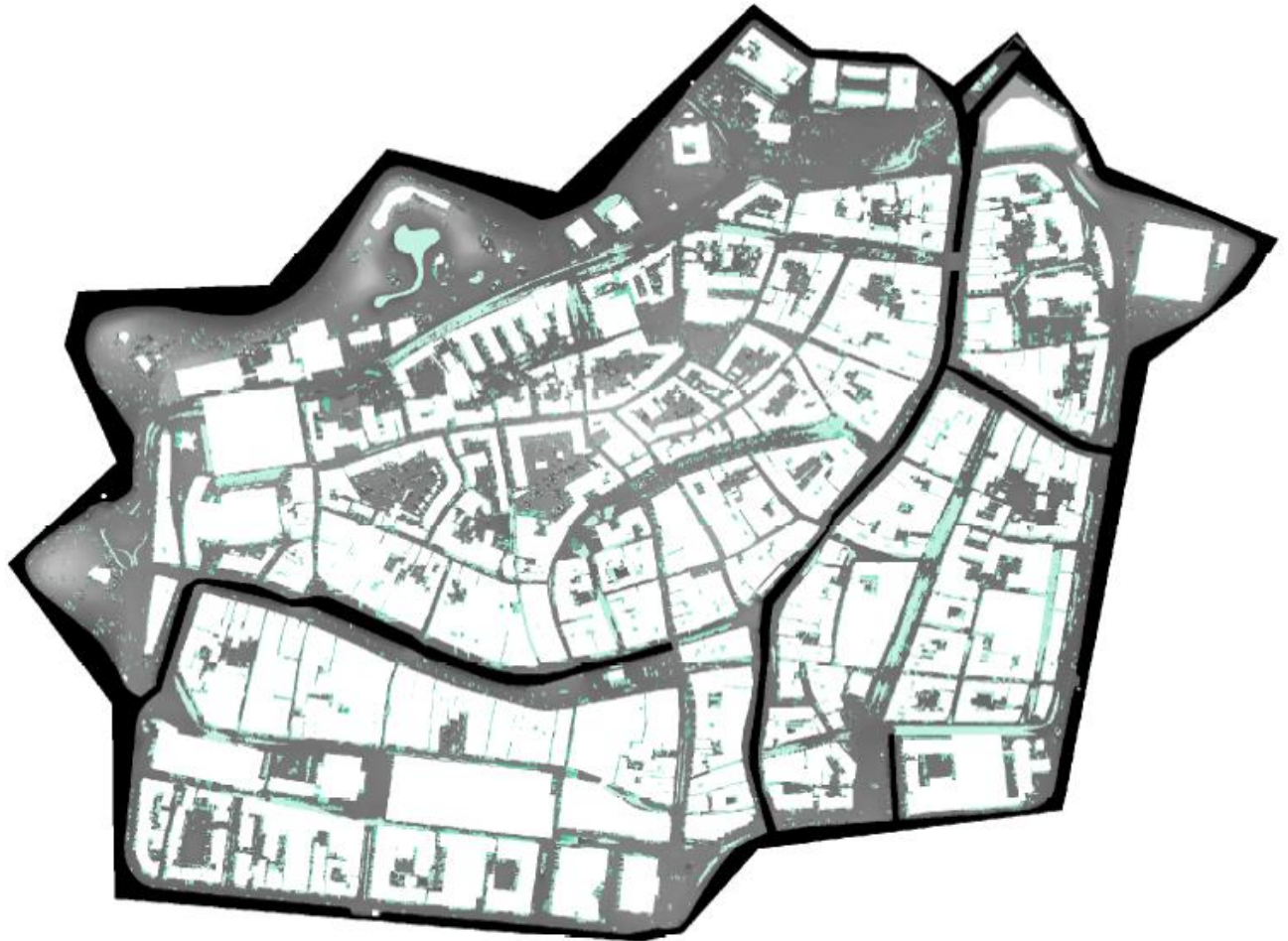


Figuur 21 Neerslaggebeurtenis 10

Bijlage VI Hydraulische resultaten bui 10 Leeuwarden



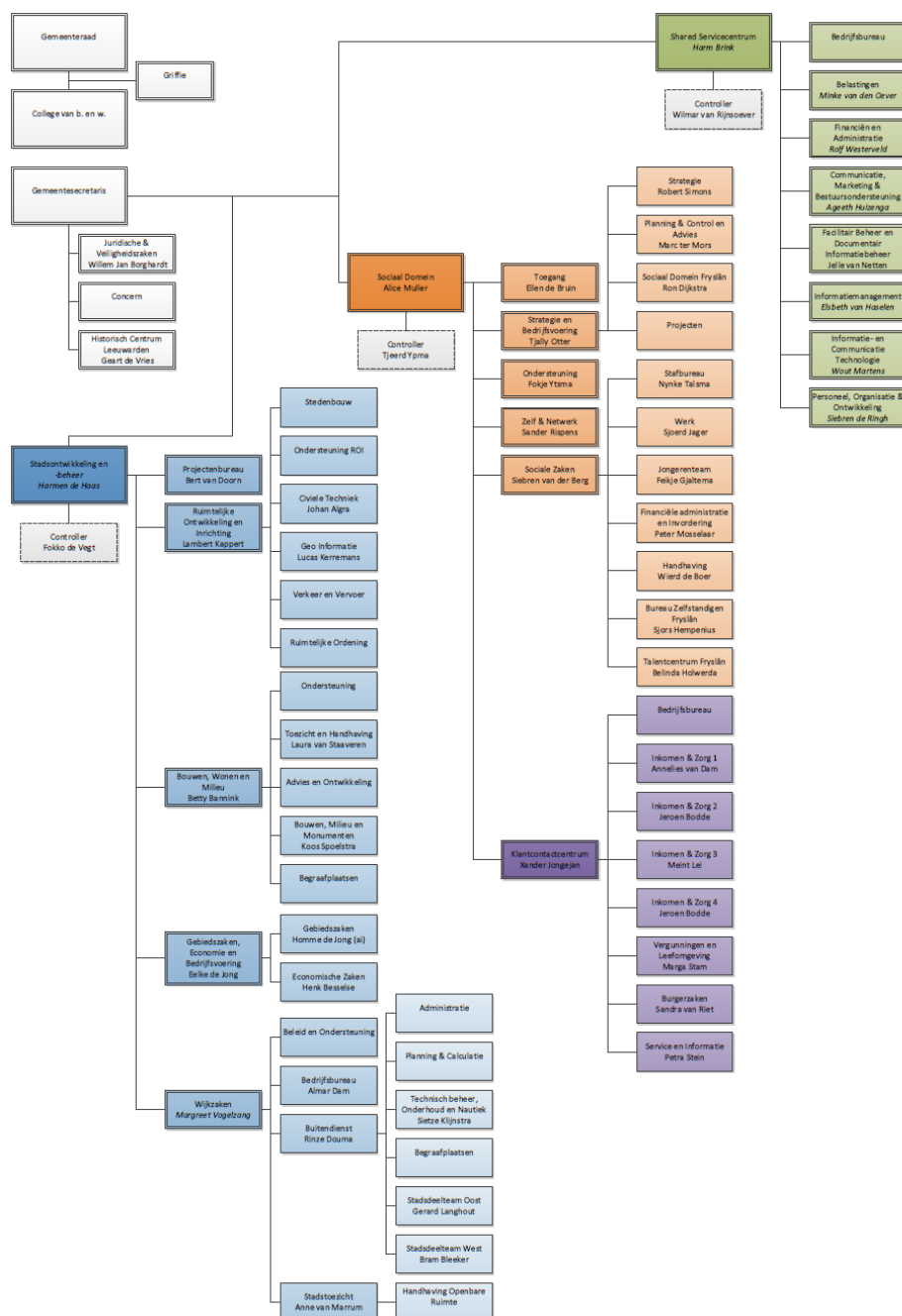
Bijlage VII Stresstest wateroverlast binnenstad Leeuwarden



Bijlage VIII Regenwateroverlastmeldingen in Leeuwarden

Data	Locatie	Dagneerslag (Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI), z.d.)	Media
26-07-2008	Leeuwarden o.a. Fahrenheitweg losse putdeksel	37mm (dag ervoor 21)	(112Fryslân, 2008)
12-07-2010	Edisonstraat	14mm	(MelvinBee, 2010)
12-07-2010	Douwe Kalmaleane	14mm	(112Fryslân, 2010)
12-07-2010	Tweebaksmarkt	14mm	(112Fryslân, 2010)
12-07-2010	Huizem	14mm	(112Fryslân, 2010)
12-07-2010	Hollanderwijk	14mm	(112Fryslân, 2010)
31-08-2012	Leeuwarden, geen specifieke locaties genoemd	72 mm	(Hart van Nederland, 2014)
26-04-2016	Willem-Alexander plein 41	7mm	(Straatinfo, 2016)

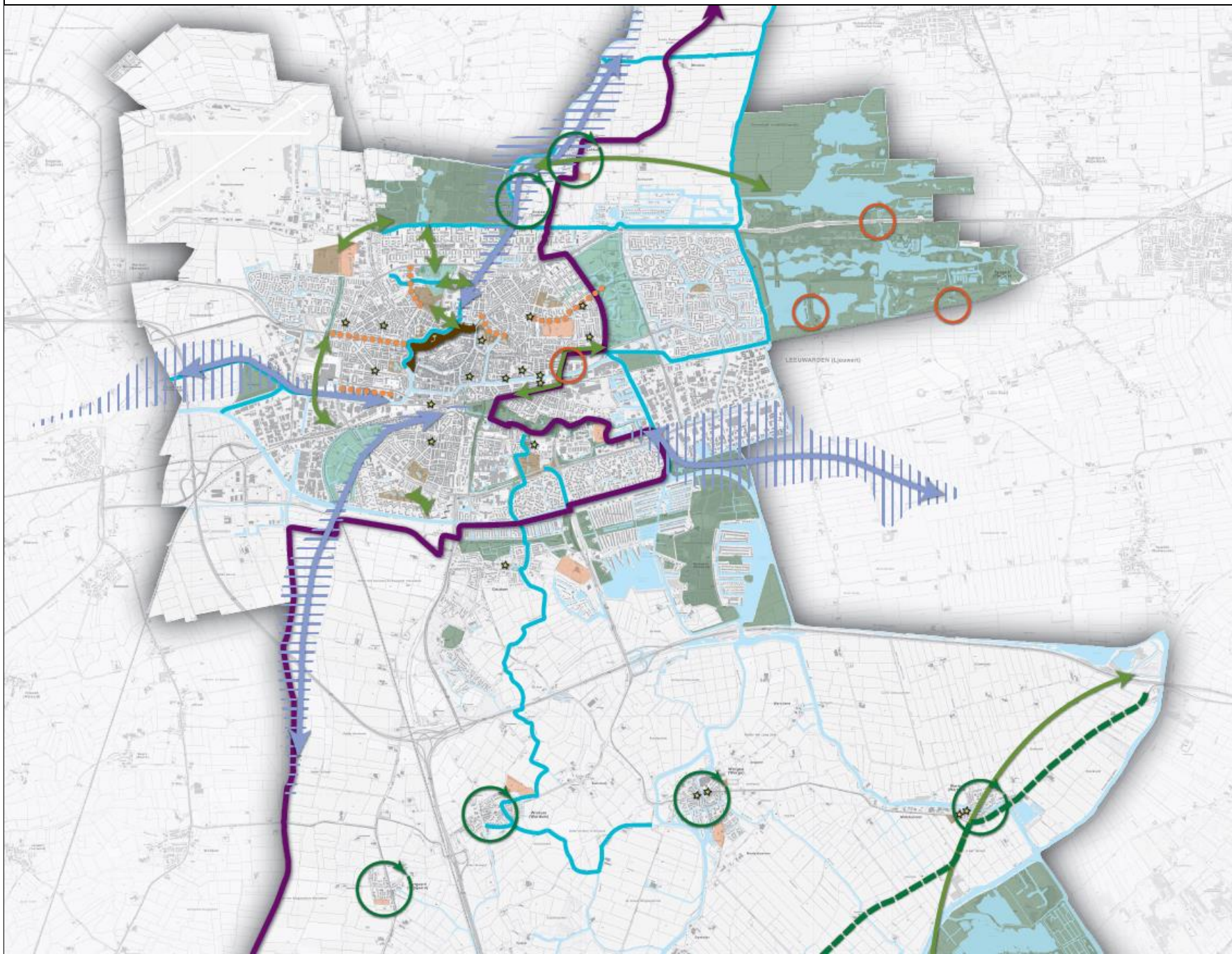
Bijlage IX Organigram Gemeente Leeuwarden



(K. Rodenburg, Senior adviseur Concernstaf gemeente Leeuwarden, persoonlijke communicatie, 8 december 2016)

Bijlage XI Kansenkaart beleidsplan GROEN gemeente Leeuwarden

Kansenkaart beleidsplan GROEN gemeente Leeuwarden



Legenda

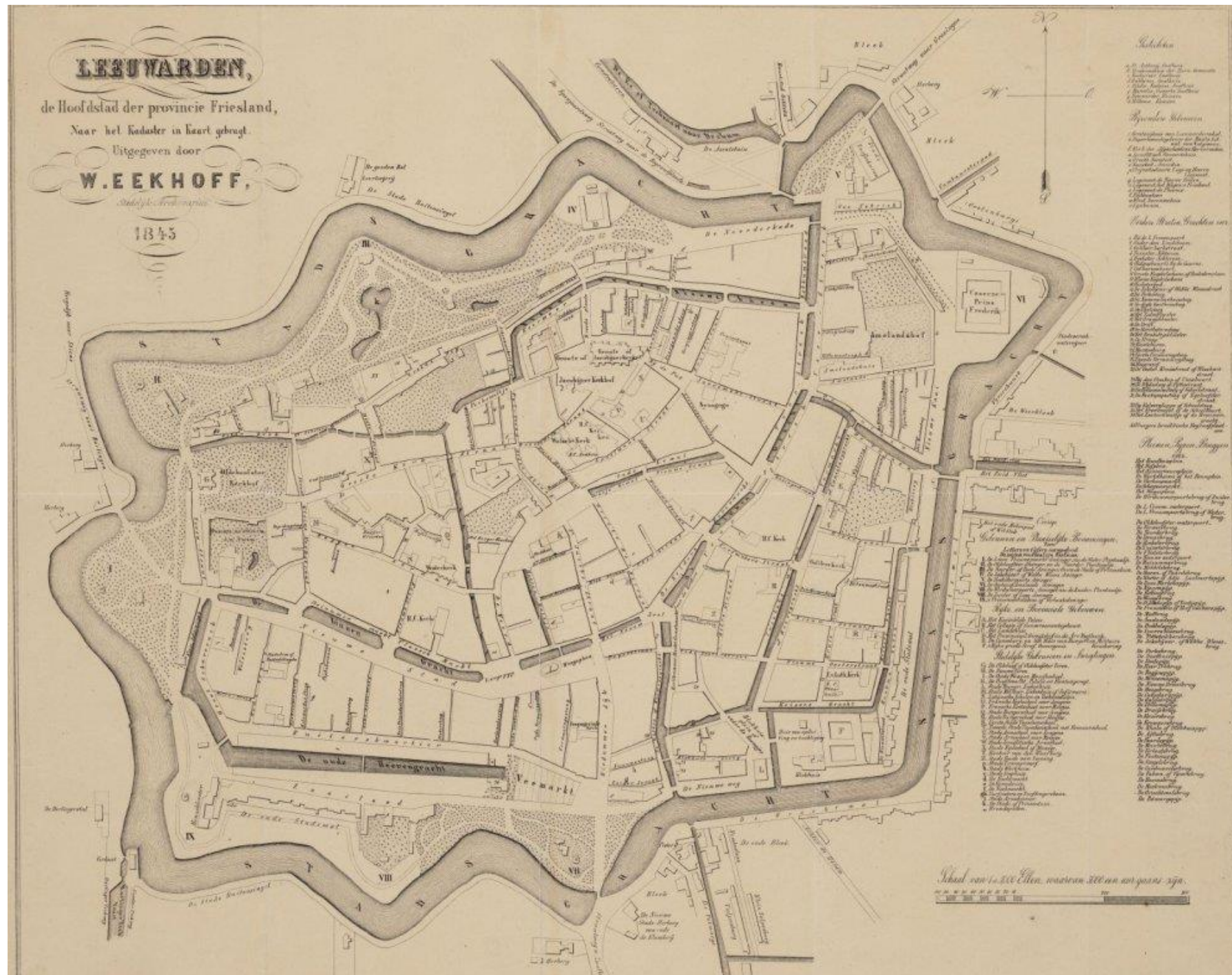
GROENE KANSEN

- Uitbreiding ecologisch beheer**
Locatie met mogelijkheden voor omvorming naar meer op de natuur afgestemd groenbeheer.
- Ontwikkeling**
- Ontsnippering, opheffen ecobarrières**
Doorsnijdingen van de ecologische structuur, op te lossen door technische maatregelen (ecoduct, fly-over, tunneltje, loopplank, etc.)
- Versterken cultuurhistorische waarden**
- Nieuwe ecoverbindigen**
Locaties met mogelijkheden voor completering van de ecologische structuur
- Dorpen in het groen en ommetjes**
a. Een aantal dorpen is de laatste decennia erg versteend. Ons doel is om met compensatie van bomen de dorpen op strategische plekken de groene uitstraling van de dorpen te versterken.
b. Om de dorpen recreatief beter te verankeren in het landschap zet zowel de gemeente als veel dorpen in op het maken van dorpsommetjes.
- Verbeteren groenstructuur**
- Groene parel**
Het verbeteren en/of aanleggen van groene prunkstukken op strategische plekken.
- Completering Bijenlint**
Ontbrekende schakels, door omvorming en aangepast beheer te realiseren
- Natuurvriendelijke oevers**
Gemeentelijke watergangen met mogelijkheden voor ontwikkeling / aanleg natuurvriendelijke oevers.

HUIDIGE GROTE GROENGEBIEDEN

- Bos-, natuur- en recreatiegebieden**
In deze gebieden wordt gestreefd naar een verhoging van de kwaliteiten van het leefgebied voor flora en fauna in combinatie met een prettige omgeving om te recreëren. Winst voor de mens en winst voor de natuur.
- Stedelijke parkgebieden**
De verschillende plekken, sferen en functies van de stedelijke parkgebieden moeten in een duidelijke samenhang ontworpen worden. Hiervoor ontwikkelen wij integrale visies op het gebied van inrichting en beheer.
- Parken en begraafplaatsen**
De parken zijn medebepalend voor de identiteit van de gemeente, verbonden met de stad door de cultuurhistorie en belangrijk als herkenningspunten, oriëntatiepunten en ontmoetingsruimte. De parken en begraafplaatsen zijn allen met een duidelijke visie ontworpen en worden daar naar beheerd.
- Sportparken**
De sportparken.

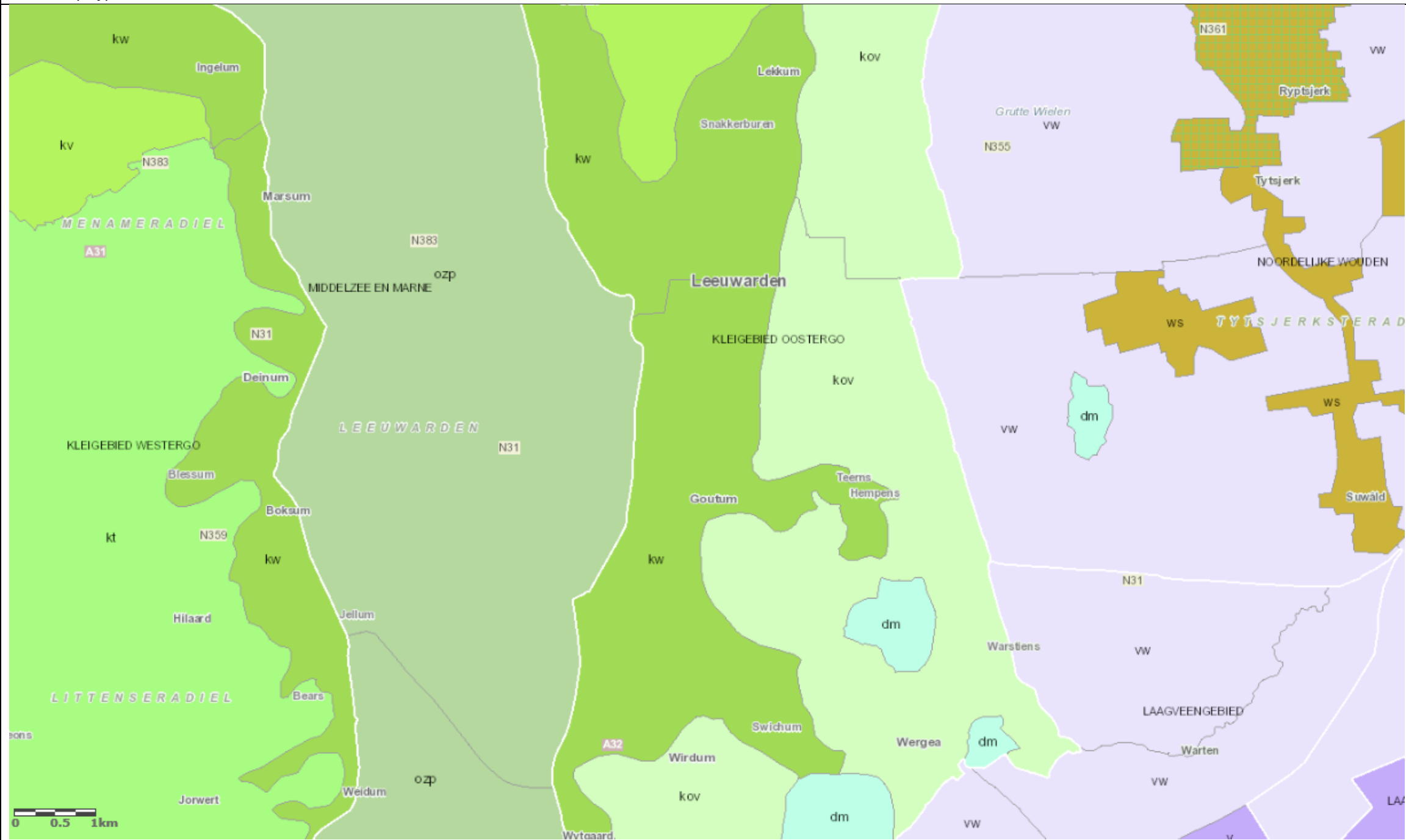
Bijlage XII Historische plattegrond van de stad Leeuwarden



(Eekhoff, Mieling, & Sickler, 1845)

Bijlage XIII Landschapstypenkaart omgeving Leeuwarden

Landschapstypenkaart

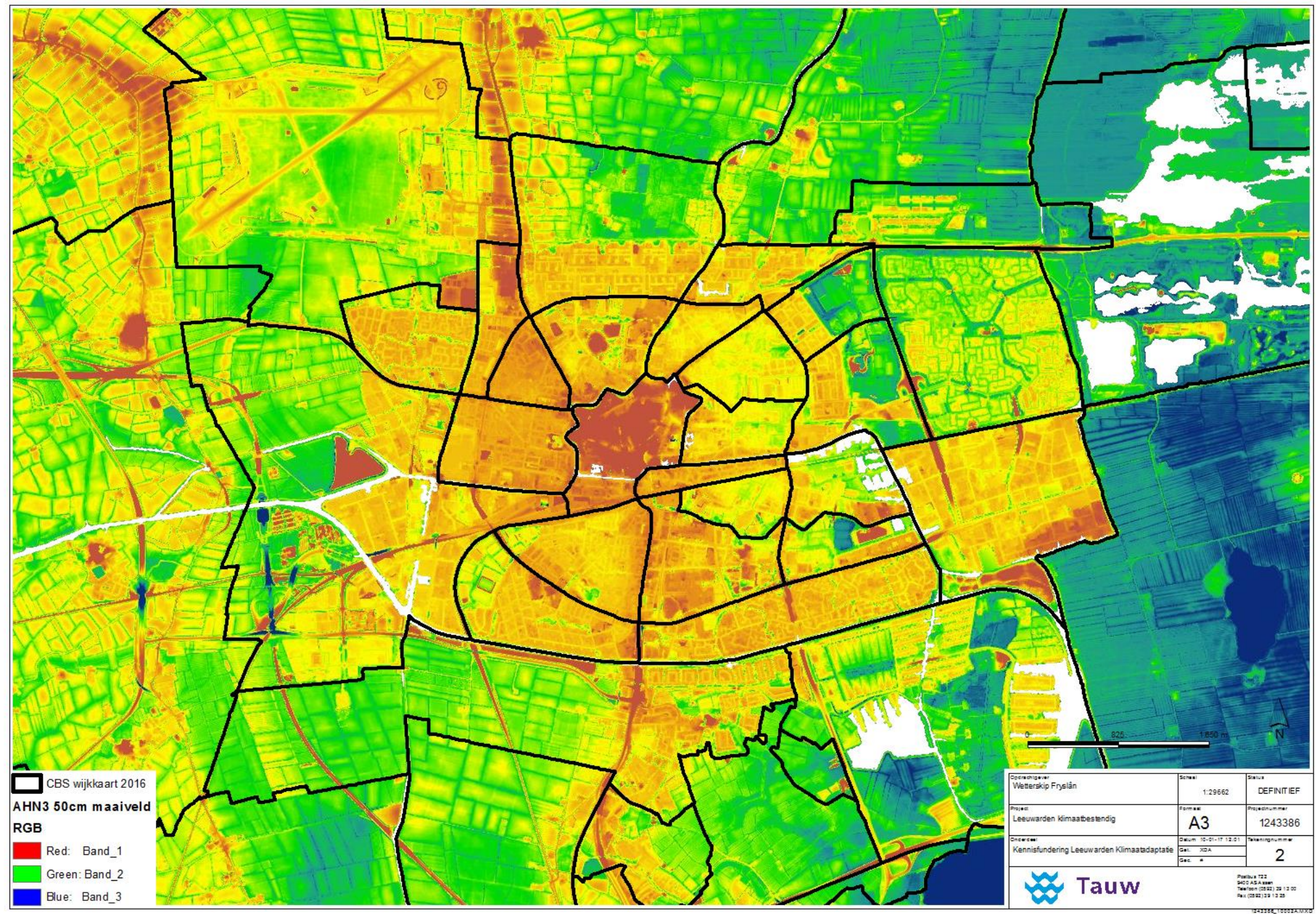


Legenda

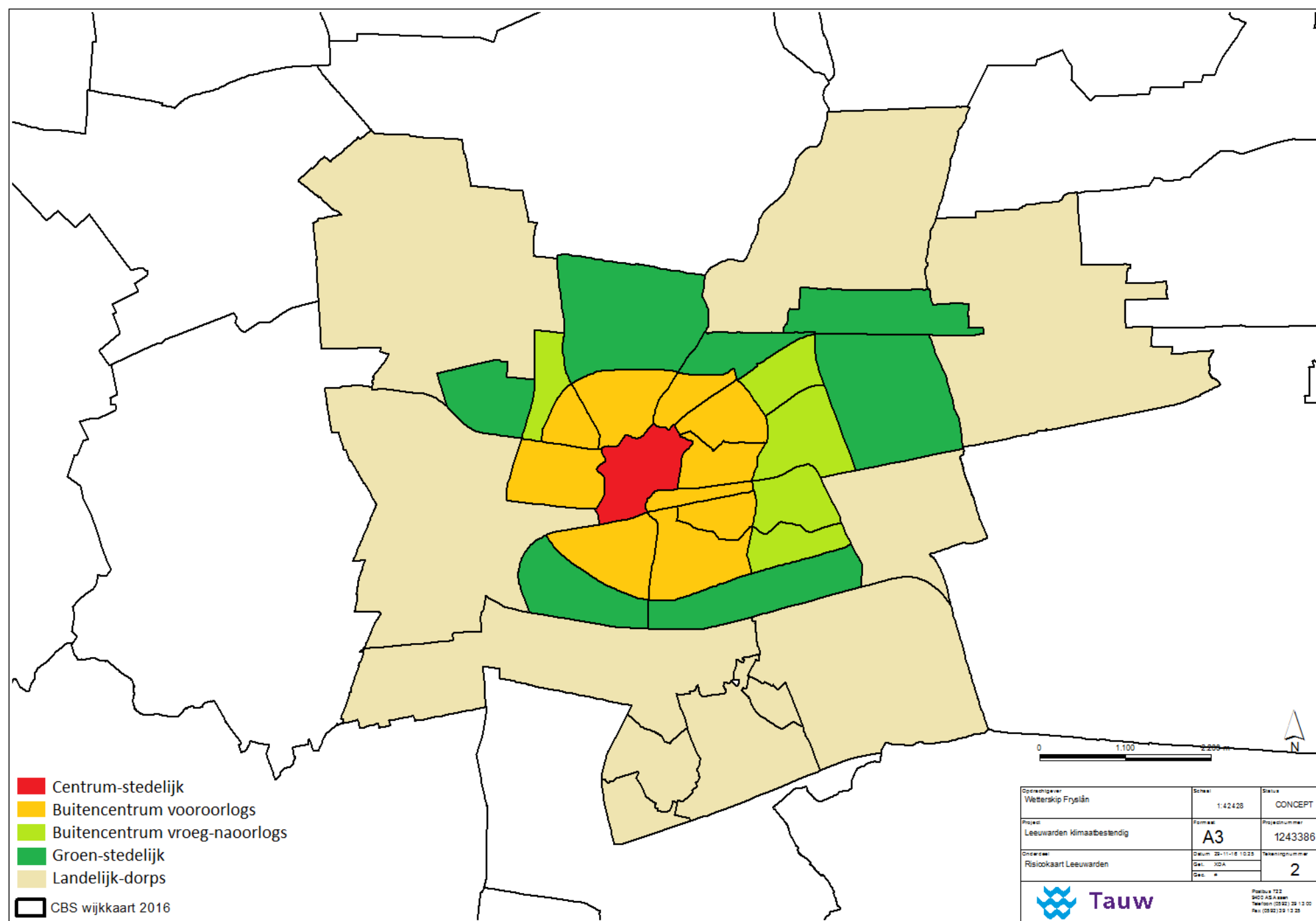
- Landschapstypenkaart**
- Codes hoofdlandschap
- Landschapstypen (deelgebieden)
- Landschapstypen (bijzonderheid)
- Heideontginning rationeel
 - Heideontginningsdorp
 - Heide-en heidebebossing
 - Hoogveenontginning rationeel
 - Landgoederenzone
 - Veenpolder
 - Landgoederenzone in veenpolder
- Landschapstypen (hoofdlandschap)
- Strand en zandplaten
 - Fries essenlandschap
 - Stuwwallandschap
 - Duinen
 - Binnenduinrand
 - Woudontginning
 - Beekdallandschap
 - Droogmakerijen
 - Buitendijksland/Zomerpolders
 - Buitendijksland/Kwelders
 - Oude zeepolders
 - Jonge zeepolders
 - Jonge zeepolders/platen en slikken
 - Platen en slikken
 - Klei op veengebied
 - Kleiterpenlandschap
 - Kweldervlakte
 - Kwelderwal
 - Veenweidegebieden
 - Veenderijen
 - Hoogveenontginning
 - Hoogveen
 - Heideontginning

Gemaakt door A. Doornbos
op 28-11-2016 via <http://www.fryslan.nl/9382/landschapstypenkaart/>

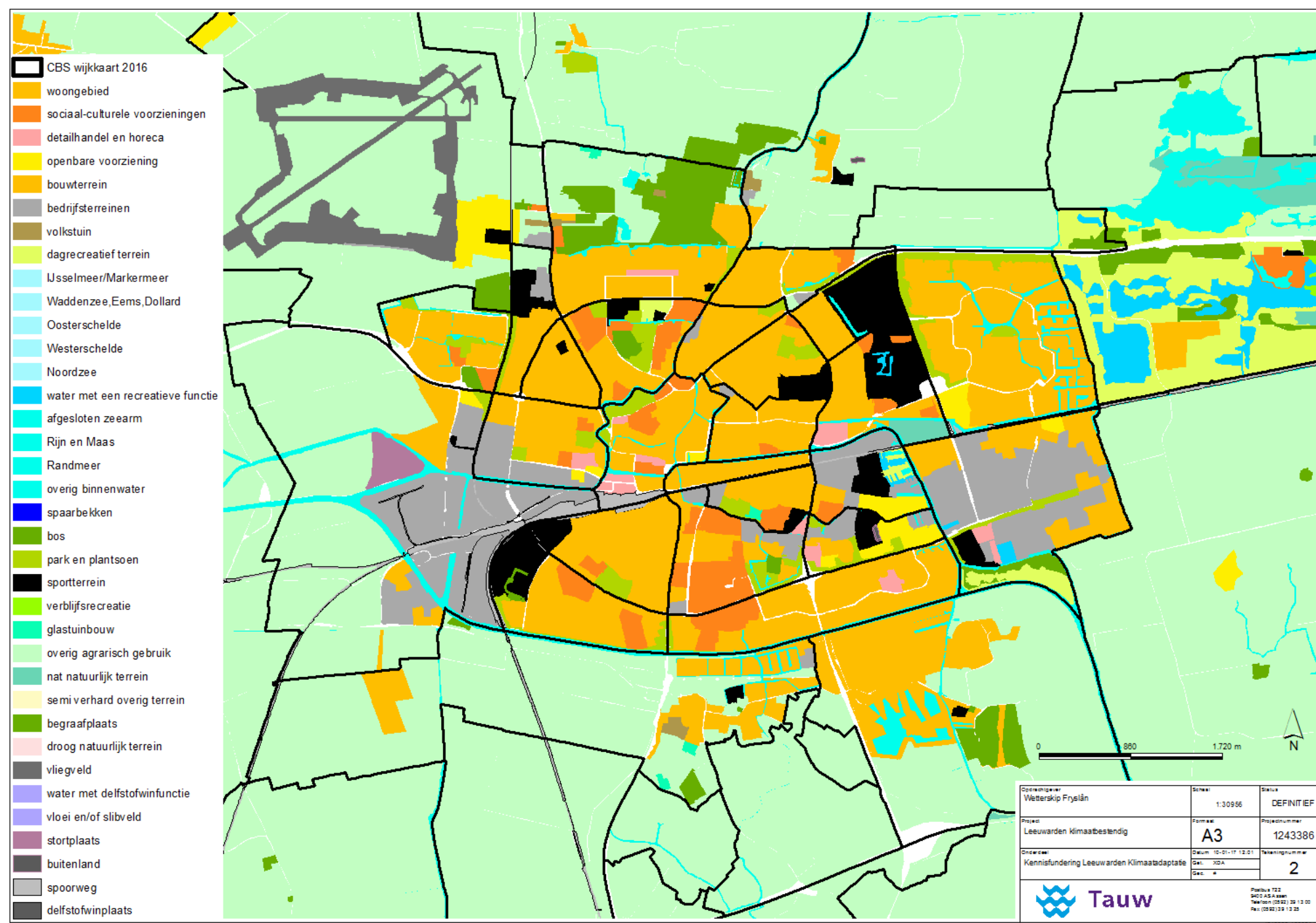
Bijlage XIV Hoogtekaart Leeuwarden (AHN3)



Bijlage XVI Woonmilieus Leeuwarden



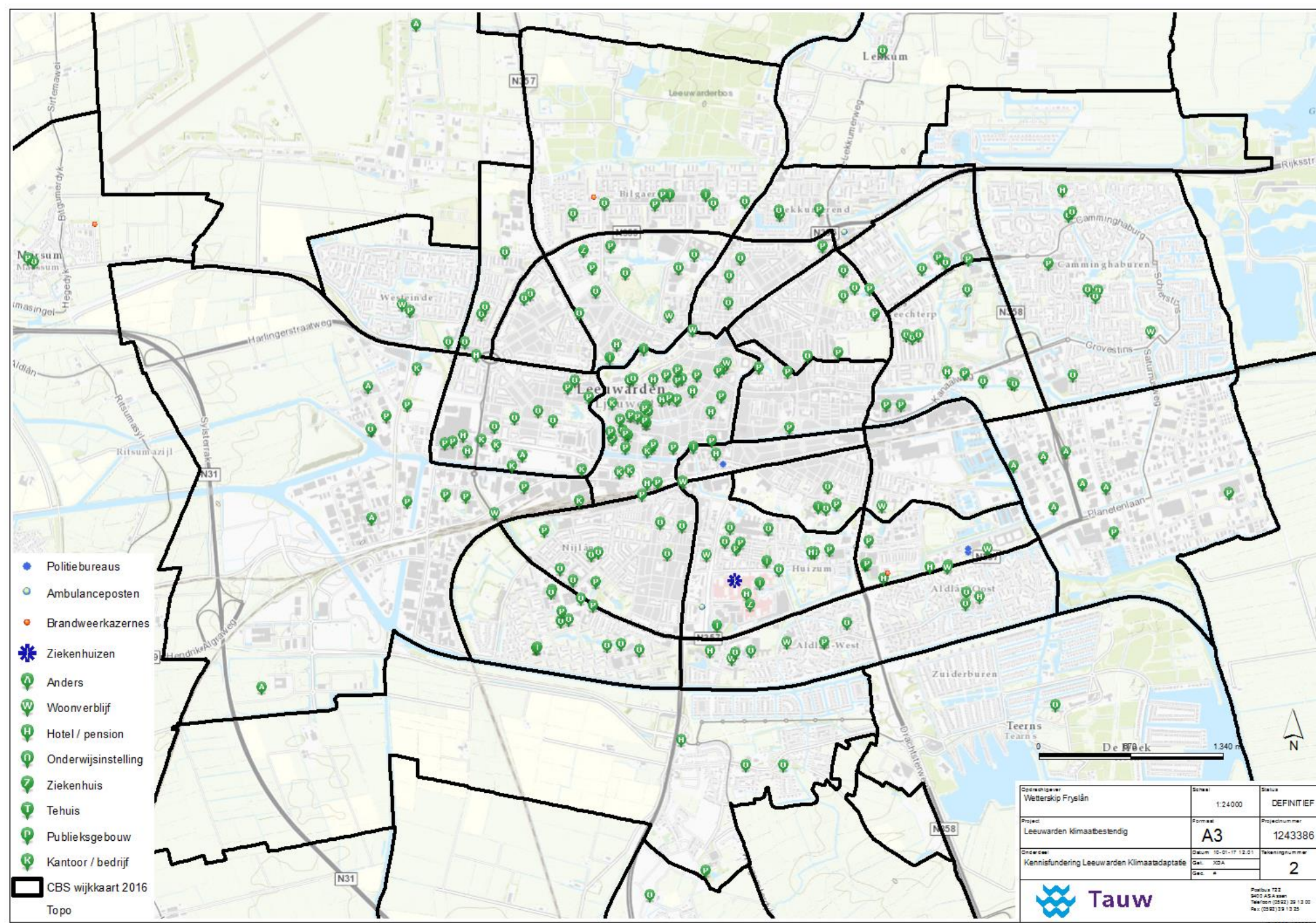
Bijlage XVII Bodemgebruik functies Leeuwarden op kaart



Bijlage XVIII Bodemgebruik functies Leeuwarden oppervlaktetabel

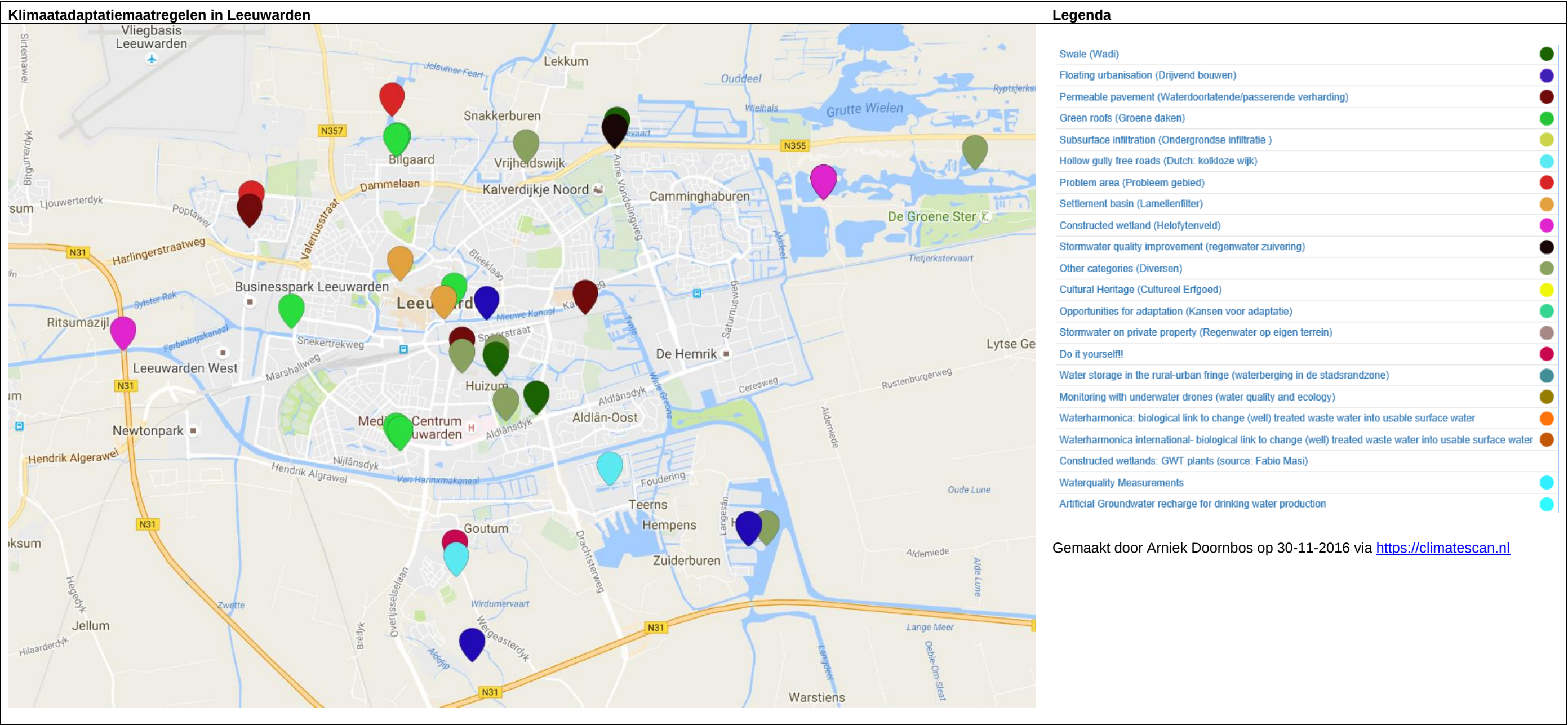
Wijk	Oppervlakte woongebied (en bouw)	% Sociaal- culturele voorziening	% Park en plantsoen, bos en begraafplaats, natuurgebied	% Detailhandel en horeca	% Openbare voorziening	% Dagrecreatief terrein, verblijfsrecreatie en volkstuin	% Sportterrein	% Bedrijventerrein en vliegveld	% Weg, water en landbouw	% Totaal
Binnenstad	0,482563	50,3 0,12168	12,7 0,064343	6,7 0,076317	7,9 0,015268	1,6 0,0	0,0 0,0	0,0 0,0	0,0 0,20	20,8 0,96
Transvaalwijk & Rengerspark	0,259462	30,5 0,243102	28,6 0,157316	18,5 0	0,0 0	0,0 0,0	2,1 0,1	6,3 0,0	0,0 0,12	14,0 0,85
Oldegalileën & Bloemenbuurt	0,326105	83,6 0	0,0 0,021045	5,4 0	0,0 0	0,0 0,0	0,0 0,0	0,0 0,0	4,0 0,03	7,0 0,39
Tjerk Hiddes & Cambuursterhoek	0,424992	67,5 0,011676	1,9 0,051976	8,3 0	0,0 0	0,0 0,0	0,0 0,1	18,5 0,0	0,0 0,02	3,9 0,63
t Vliet	0,200488	37,1 0,015925	2,9 0	0,0 0	0,0 0	0,0 0,0	0,0 0,0	0,0 0,0	2,2 0,31	57,7 0,54
Oranjewijk & Tulpenburg	0,20105	80,4 0	0,0 0	0,0 0	0,0 0	0,0 0,0	0,0 0,0	0,0 0,0	0,0 0,05	19,6 0,25
Achter de Hoven	0,25191	58,6 0,053561	12,5 0,041209	9,6 0	0,0 0	0,0 0,0	0,0 0,0	5,9 0,0	6,9 0,03	6,6 0,43
Huizem-Oost	0,288401	28,3 0,39349	38,6 0,095495	9,4 0,015573	1,5 0	0,0 0,0	0,0 0,0	0,0 0,1	10,3 0,12	11,9 1,02
Huizem-West	0,734242	77,3 0,027313	2,9 0,059541	6,3 0	0,0 0	0,0 0,0	0,0 0,1	8,0 0,0	0,00% 0,05	5,6 0,95
Vossepark & Helicon	0,427165	46,4 0,034049	3,7 0,043707	4,8 0,031785	3,5 0,023652	2,6 0,0	0,0 0,0	0,0 0,3	30,3 0,08	8,8 0,92
Vogelwijk & Muziekwijk	0,357243	94,0 0	0,0 0	0,0 0	0,0 0	0,0 0,0	0,0 0,0	2,2 0,0	0,0 0,01	3,8 0,38
Heechterp	0,186738	31,7 0	0,0 0,012815	2,2 0	0,0 0	0,0 0,0	0,0 0,3	58,5 0,0	0,0 0,05	7,7 0,59
Schieringen & De Centrale	0,321386	32,1 0,071051	7,1 0,094017	9,4 0,059037	5,9 0	0,0 0,0	0,0 0,3	32,3 0,0	0,0 0,13	13,1 1
Schepenbuurt	0,051581	7,5 0,035239	5,1 0	0,0 0	0,0 0,101145	14,7 0,0	5,7 0,1	14,6 0,2	34,4 0,13	18,1 0,69
Wielenpölle	0,064064	12,1 0	0,0 0,057425	10,8 0,046423	8,8 0,15551	29,3 0,0	0,0 0,1	12,5 0,1	19,8 0,04	6,7 0,53
Valeriuskwartier & Magere Weide	0,198436	42,2 0	0,0 0,028039	6,0 0	0,0 0	0,0 0,0	0,0 0,1	21,7 0,0	10,3 0,09	19,8 0,47
Bilgaard & Havankpark en omgeving	0,847897	34,3 0,020823	0,8 0,765715	31,0 0,027923	1,1 0	0,0 0,0	0,5 0,0	0,2	0,0 0,79	31,9 2,47
Vrijheidswijk	0,423065	71,7 0,030926	5,2 0,01928	3,3 0	0,0 0	0,0 0,0	0,0 0,0	0,0 0,0	0,0 0,12	19,8 0,59
Blitsaerd										
Camminghaburen	1,8433	74,0 0	0,0 0,211334	8,5 0	0,0 0,079427	3,2 0,0	0,0 0,0	0,0 0,0	0,0 0,36	14,3 2,49
Aldlân	1,020939	72,9 0,158918	11,4 0,012544	0,9 0,03394	2,4 0	0,0 0,0	0,0 0,0	0,0 0,0	0,0 0,17	12,4 1,4
Nijlân	0,559197	52,3 0,140037	13,1 0,054943	5,1 0	0,0 0	0,0 0,0	0,0 0,2	20,2	0,0 0,10	9,4 1,07
Westeinde	0,485409	55,2 0,384768	43,7 0,090021	10,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0 -0,08	-9,1 0,88
Grote Wielen & Kleine Wielen (bewonersaantal: Grote Wielen, De Groene Ster, Hemrik, Harlingervaart, Zwette-Schenkenschans, Businesspark Leeuwarden, Newton, Buitengebied Noordwest)	0,17425	2,4 0,120203	1,6 0,656042	9,0	0,0	0,0 2,5	34,4 0,3	4,4	0,0 3,51	48,1 7,29
Bedrijventerrein-Oost	0,684338	28,5 0	0,0 0,145734	6,1 0,039336	1,6 0,022006	0,9 0,1	5,0 0,1	3,0 1,2	48,3 0,16	6,5 2,4
Hempens, Teerns en omgeving en Zuiderburen	1,530933	30,3 0	0,0 0,241551	4,8 0	0,0 0	0,0 0,0	0,0 0,0	0,3	0,0 3,26	64,6 5,05
Goutum en omgeving	0,770505	15,3 0	0,0 0,055507	1,1 0	0,0 0	0,0 0,0	0,0 0,0	0,5 0,1	1,4 4,12	81,7 5,04
De Zuidlanden (Techum, Wiarda, De Werp en 'de Zuidlanden')										
De Zwette	0,319064	5,0 0	0,0 0,020613	0,3 0	0,0 0,022496	0,4 0,0	0,0 0,0	0,1 1,6	24,5 4,46	69,7 6,4
Buitengebied Noordwest	0	0,0 0	0,0 0,118442	1,5 0	0,0 0,099071	1,2 0,0	0,0 0,0	0,4 1,3	16,6 6,40	80,4 7,97
	13,434723	1,862761	3,118654	0,330334	0,518575	2,699478	1,907233	4,951399	24,826843	53,65

Bijlage XIX Gevoelige functies in Leeuwarden



Bijlage XX Aanwezige klimaatadaptatiemaatregelen

(Tipping, et al., 2016)





Kenmerk R002-1243386XDA-V01

Bijlage XXI Aantekeningen bijeenkomst Potmarge

Aanwezig Op te vragen bij de auteur, organisaties die aanwezig waren Water Alliance Nordwin, VHL, Wetterskip Fryslân, Provincie Fryslân, Gemeente Leeuwarden, e.a.

Opgesteld door
Arniek Doornbos
Doorkiesnummer
E-mail

Afwezig

Onderwerp Bijeenkomst Potmarge

Datum bespreking 10 november 2016

Plaats Stadsstrand terrein Leeuwarder Courant

Kopie aan

Datum 14 november 2016

Ons kenmerk R002-1243386XDA-V01

Doel van de bijeenkomst: verbinden van initiatieven en ideeën rondom de Potmarge.
Organisatoren van deze bijeenkomst: Water Alliance en Nordwin.

Stukje geschiedenis van het project:

Vroeger waren er in het gebied rondom de Potmarge hoftuinen, later werd dit glastuinbouw.

Door het Wetterskip is een project uitgevoerd met betrekking tot de verbetering van waterkwaliteit, genaamde de Blauwe Diamant.

Door studenten VHL is een onderzoek gedaan naar de wensen van de stake- en shareholders langs de Potmarge.

Nordwin heeft 7 maanden geleden de organisaties die zijn gevestigd in het gebied uitgenodigd en met hen is een convenant getekend.

Betrokken organisaties:

Leeuwarder Courant

Watercampus

Comenius College (sportvelden)

Woonwagenkamp

Parkhoven Palet

Zienn

Jeugdhulp Friesland
Eatcorner Potmarge
Friese Milieu Federatie
Hogeschool VHL
Nordwin
Intratuin
Buurt Huizumerlaan
Wetterskip
Lont Bouw

Met hen zijn de volgende plannen al vastgesteld:

Er zullen blijvende elementen komen: kunst, straatmeubels, stadlandbouw en ruimte voor natuur.

Ook komen er nieuwe voetpaden die de noordoever van de Potmarge zullen ontsluiten.

Het doel van deze samenwerking is ervoor zorgen dat er gebruik gemaakt wordt van de terreinen die in bezit zijn van deze organisaties en dat er een plan ligt voordat de nieuwbouw van start gaat.

De komende 5 jaar zal het project nog lopen.

Tijdens de bijeenkomst werd een overkoepelend thema gezocht voor het project, een soort paraplu.

Er was veel animo rond het thema circulaire economie: drijvende zuiveringen, biogas vanaf de RWZI toepassen. Water is en blijft het centrale thema in Leeuwarden.

Healthy Ageing kan hier ook bijgehaald worden ivf subsidies. Er wordt in Groningen al veel mee gedaan, er moet contact worden gezocht met het Healthy Ageing Network (HANNN).

Noord Nederland onderscheidt zich hier al in. Net zoals de bekende Blue Zones, in de wereld waar mensen ouder worden.

Ook is er subsidie voor het opzetten van proeftuinen: <http://www.snn.eu/proeftuinen2016/>

De kracht van de overheid in dit project is dat zij de initiatieven kunnen linken aan subsidies en Europese programma's, zij vormen de schakel waardoor de burgers daar niet door tegengehouden worden in hun creativiteit.

Interessant voor het gebied om onderzoek/onderwijs toe te passen, vooral op het gebied van waterkwaliteit. Er is een overstort in de Potmarge die goed gebruikt kan worden voor onderzoek naar de effecten op de waterkwaliteit.

Verdere ideeën: Kunst en toerisme: Changing Pavements en bootjes huren en varen over de Potmarge.

De Potmarge heeft een Rijksmonumentale status en het verbindt de stad met het buitengebied.

Vanaf Blokhuispoort tot de Leeuwarder courant is de omgeving nog niet mooi, vanaf de Leeuwarder courant verder naar het oosten gaat het al de goede kant op met de plannen.

Het idee is om nu per kleiner gebied op te splitsen en een gedetailleerde invulling te geven aan het plan wat er nu ligt. Hierbij toekomstgericht inrichten. Bijvoorbeeld de parkeerplaatsen die andere functies hebben, etc. Een plan was om hier ontwerpwedstrijden voor te organiseren op basis van de eisen van de betrokkenen. Zo kan het creatief potentieel van studenten worden benut, in het voortraject is dit al gebeurd, maar dit ontbreekt nog binnen het community project.

Kenmerk R002-1243386XDA-V01

Bijlage XXII Verzameltabel kennisfundering per woonmilieu

Algemene gegevens	Algemene gegevens	Bebouwing	Bebouwing	Bebouwing	Bebouwing	Functies	Functies	Occupatielaag	Wegen en bebakening	Riolering en afvalwaterzuivering	Bodem	Gemeentebeleid
Wijk	Inwoneraantal	Bouwjaar	Type milieu	Klimaatop	Gevoeligheid klimaatverandering	Gebiedsfuncties	Vitale en kwetsbare functies	Reeds genomen klimaatadaptatie maatregelen	Hoofdwegen	Rioleringsproblemen bij bui10	Landschapstypen	Groenvoorzieningskansen
Binnenstad	5148	Binnenstad	Centrum-Stedelijk	Binnenstadklimaatop	Regenwateroverlast detailhandel en horeca, woongebied 's nachts te warm, werkgebied overdag te warm	Woongebied, park en plantsoen, sociaal-culturele voorzieningen, detailhandel en horeca, openbare voorzieningen	Vierentwintig publieksgebouwen, vier kantoren, drie onderwijsinstellingen, vijf hotels, een woonverblijf	Twee grote bergbezoekbassins, een groen dak		Groeneweg, Sint Anthonystraat, Willemskade, Voorstreek en Tuinen	Noord-oost - Kleigebied Oostergo, Zuidwest - Middelzeepolder en Mame	Versterken (historische) waarden Bolwerk
Transvaaijk & Rengerspark	6389	1870	Buitencentrum Vooroorlogs	Stadsklimaatop	Woongebied 's nachts te warm	Woongebied, sociaal-culturele voorzieningen, park en plantsoen, begraafplaats, sportterrein, dagrecreatief terrein	Vijf onderwijsinstellingen, twee publieksgebouwen, een ziekenhuis, een tehuis, een woonverblijf en een hotel			Valkstraat, Jelsumestraat, mr. P. J. Troelstraweg, Leeuwkerkstraat en tussenstraten, transvaaijkstraat	Kwelderswal Leeuwarden-Dokkum	1) Versterken van de boomstructuur Jelsumestraat en 2) ontsnippering, oeffenen barrières, voor ecologische verbanden Prinsentun (Bolwerk) - Leeuwarderbos: verbinding via Rengerspark.
Oldgalieën & Bloemenbuurt	3194	1862	Buitencentrum Vooroorlogs	Stadsklimaatop	Woongebied 's nachts te warm	Woongebied, park en plantsoen, bedrijfsterrinen	Drie onderwijsinstellingen en een publieksgebouw			Geraniumstraat, meidoornstraat, anemoonstraat	Kwelderswal Leeuwarden-Dokkum	
Tjerk Hiddes & Cambuusterhoek	4318	1920	Buitencentrum Vooroorlogs	Stadsklimaatop	Woongebied 's nachts te warm	Woongebied, sportterrein, park en plantsoen, sociaal-culturele voorzieningen	Vier onderwijsinstellingen en twee publieksgebouwen			De Ruyterweg, Pasteurweg, Coopmansstraat, Ramstraat, Schapestraat, Johan de Walestraat, Hendrik van Duynestraat	Kwelderswal Leeuwarden-Dokkum	Recreatieve route binnenstad – Groene Ster
t Vliet	5032	1920	Buitencentrum Vooroorlogs	Stadsklimaatop	Woongebied 's nachts te warm	Woongebied, sociaal-culturele voorzieningen, bedrijfsterrinen	Drie publieksgebouwen	Drijvende woningen		Noordvliet/zuidvliet, molenpad, Wijbrand de Geeststraat, Accamastraat, Bisschopstraat	Kwelderswal Leeuwarden-Dokkum en Insum-Leeuwarden	
Oranjewijk & Tulpenburg	1698	1895	Buitencentrum Vooroorlogs	Stadsklimaatop	Woongebied 's nachts te warm	Woongebied, spoorweg	Politiebureau, een tehuis en een hotel		Spoor	Geen punten	Kwelderswal Insum-Leeuwarden	
Achter de Hoven	2478	1800	Buitencentrum Vooroorlogs	Stadsklimaatop	Woongebied 's nachts te warm	Woongebied, bedrijfsterrinen, park en plantsoen, sociaal-culturele voorzieningen, sportterrein en glastuinbouw, spoorweg	Twee onderwijsinstellingen, een publieksgebouw en een tehuis		Spoor	Verstokstraat, J. H. Knoopstraat, Van Sytznistraat, de tuinderij	Kwelderswal Insum-Leeuwarden	
Huizen-Oost	2605	1910	Buitencentrum Vooroorlogs	Stadsklimaatop	Regenwateroverlast detailhandel en horeca, woongebied 's nachts te warm	Woongebied, sociaal-culturele voorzieningen, bedrijfsterrinen, park en plantsoen, detailhandel en horeca, begraafplaats, spoorweg	Vier onderwijsinstellingen, drie publieksgebouwen, drie huizen, een ziekenhuis, twee hotels, een woonverblijf	Doorlatende verharding, Potmarge project, Watercampus, waterspeelplaats en twee wadi's	Spoor	Huizenverlaan, Borniastraat, Henri Dunantweg, Oostergoweg	Kwelderswal Insum-Leeuwarden	
Huizen-West	6755	1910	Buitencentrum Vooroorlogs	Stadsklimaatop	Woongebied 's nachts te warm	Woongebied, sportterrein, park en plantsoen, sociaal-culturele voorzieningen, spoorweg	Zeven onderwijsinstellingen en twee publieksgebouwen		Spoor	Zeer veel punten over de gehele wijk, alleen in de buitenste ring niet	Middelzeepolder en Mame	
Vossepark & Helicon	4195	1870	Buitencentrum Vooroorlogs	Stadsklimaatop	Regenwateroverlast detailhandel en horeca, woongebied 's nachts te warm	Woongebied, bedrijfsterrinen, park en plantsoen, sociaal-culturele voorzieningen, detailhandel en horeca, openbare voorziening	Vijf onderwijsinstellingen, vier publieksgebouwen, drie hotels, vier kantoren	Groen dak		Bildsestraat, Harlingenstraatweg, Peter Langerdijkstraat, Nicolaas Beetsstraat	Middelzeepolder en Mame	1) Groene zone Tesselschadagebied, 2) versterken boomstructuur van de inwalweg Harlingenstraatweg en 3) ontsnippering, oeffenen barrières, voor ecologische verbanden Magere Weide - Leeuwarderbos
Vogelwijk & Muziekwijk	opgeteld bij transvaaijk&engerspark	1930	Buitencentrum Naoorlogs	Stadsrandklimaatop	Woongebied 's nachts te warm	Woongebied, sportterrein	Twee onderwijsinstellingen			Maritumstraat, Nachtegaalstraat, Kwartelstraat	Middelzeepolder en Mame	
Heechterp	3602	1950	Buitencentrum Naoorlogs	Stadsrandklimaatop	Woongebied 's nachts te warm	Sportterrein, woongebied, park en plantsoen	Twee onderwijsinstellingen en een publieksgebouw	Lamellerfilter		Populierstraat, Hazelaarstraat, Eikenstraat, Ahornstraat	West - Kwelderswal Leeuwarden-Dokkum, Oost - Kleigebied Oostergo	Recreatieve route binnenstad – Groene Ster
Schieringen & De Centrale	opgeteld bij heechterp	1950	Buitencentrum Naoorlogs	Stadsrandklimaatop	Regenwateroverlast detailhandel en horeca, woongebied 's nachts te warm	Woongebied, sportterrein, detailhandel en horeca, nat natuurlijk terrein, sociaal-culturele voorzieningen	Zeven onderwijsinstellingen, vier publieksgebouwen en een hotel			Ten zuiden van de Plataanstraat tot en met de Vuurdooimstraat	West - Kwelderswal Insum-Leeuwarden en Leeuwarden-Dokkum, Oost - Kleigebied Oostergo en klei op veengebied Goutum	Recreatieve route binnenstad – Groene Ster
Scheperbuurt	942	1920	Buitencentrum Naoorlogs	Stadsrandklimaatop	Woongebied 's nachts te warm	Bedrijfsterrinen, openbare voorziening, sportterrein, woongebied, sociaal-culturele voorzieningen, dagrecreatief terrein, spoorweg	Een woonverblijf	Doorlatende verharding		Tjalkstraat, de Merodestraat oost, Nieuwe jachthavenlaan	West - Kwelderswal Insum-Leeuwarden Oost - Klei op veengebied Goutum	Bijenlint
Wielerpöle	797	1920	Buitencentrum Naoorlogs	Stadsrandklimaatop	Regenwateroverlast detailhandel en horeca, woongebied 's nachts te warm	Openbare voorziening, sportterrein, bedrijfsterrinen, woongebied, detailhandel en horeca, park en plantsoen	Brandweerkazerne, politiebureau, penitentiaire inrichting, twee publieksgebouwen, een woonverblijf en twee hotels			Tijpdyk, Langdeelsstraat	West - Kwelderswal Insum-Leeuwarden Oost - Klei op veengebied Goutum	
Valeriuskwartier & Magere Weide	1378	1946	Buitencentrum Naoorlogs	Stadsrandklimaatop	Woongebied 's nachts te warm	Woongebied, sportterrein, overig agrarisch gebruik, bedrijfsterrinen, park en plantsoen	Vier onderwijsinstellingen		Spoor	Huizenblokken Vivaldstraat, Rossinstraat	Middelzeepolder en Mame	Ontsnippering, oeffenen barrières, voor ecologische verbanden Dokkumer Lokaltje: ecologische verbinding over het tracé van de oude spoorlijn
Bilgaard & Havenpark en omgeving	6740	1970	Groen-stedelijk	Tuindorp	Regenwateroverlast detailhandel en horeca	Woongebied, bos, overig agrarisch gebruik, detailhandel en horeca, sociaal-culturele voorzieningen, park en plantsoen, volkstuin	Brandweerkazerne, twee huizen, vier onderwijsinstellingen, twee publieksgebouwen	Twee groene daken	Start N357	Huizenblokken Oost, Mr. P. J. Troelstraweg	Kwelderswal Leeuwarden-Dokkum, Oost van midden - Kweldervlakte Stiens-Hallum	1) Dokkumer Ee, 2) ontsnippering voor ecologische verbanden Leeuwarderbos - Grutte Wielen, 3) ontsnippering Dokkumer Lokaltje: ecologische verbinding over het tracé van de oude spoorlijn en 4) ontsnippering Prinsentun (Bolwerk)- Leeuwarderbos: verbinding via Rengerspark.
Vrijheidsdijk	3493	1960	Groen-stedelijk	Tuindorp		Woongebied, sociaal-culturele voorzieningen, overig agrarisch gebruik, bedrijfsterrinen, park en plantsoen	Ambulancepost, twee onderwijsinstellingen en een publieksgebouw	Meer ruimte voor water		Bijenhofstraat, Anemoonstraat, Resedastraat, Geraniumstraat, Willem Sprengerstraat	Kwelderswal Leeuwarden-Dokkum	
Blitsaard	388	2006	Groen-stedelijk	Tuindorp		Nog niet op kaart (2006)		Wadi		Geen punten	West - Kwelderswal Leeuwarden-Dokkum, Midden - Kleigebied Oostergo, Oost - Noordelijke Wouden	
Camminghaburen	10743	1977	Groen-stedelijk	Tuindorp		Woongebied, park en plantsoen, openbare voorziening	Zes onderwijsinstellingen, een publieksgebouw, een woonverblijf en een hotel		Start N355	Rollerastate, Albadastrins, Roptastate, Humaldastate, Eysmastate, Fogelsanghstate, Kingmastate, Tjardastate, Doringastate, Sessingastats, Swingmastate	Kleigebied Oostergo	
Aldân	6628	1972	Groen-stedelijk	Tuindorp	Regenwateroverlast detailhandel en horeca	Woongebied, sociaal-culturele voorzieningen, detailhandel en horeca, park en plantsoen	Vijf onderwijsinstellingen, een publieksgebouw, twee woonverblijven en twee hotels		Spoor	Kaizerskroon, Kalmoes, Kamgras, Raagras, Timothee, Mauritsstraat	West - Kwelderswal Insum-Leeuwarden, Oost - Klei op veengebied Oostergo,	
Nijlân	3614	1960	Groen-stedelijk	Tuindorp	Teveel aan regenwater in dit gebied zorgt voor overstorten in de Potmarge met daarin afvalwater van het ziekenhuis	Ziekenhuis MCL, ambulancepost, zes onderwijsinstellingen, een publieksgebouw en een tehuis	Twee groene daken		Spoor	Beatrixstraat, Caracastraat, Nijlmsdyk, Bordneweg, Marowijstraat	Middelzeepolder en Mame	Ontsnippering, oeffenen barrières, voor ecologische verbanden Vijvegebied Nijlân - Van Harinxmakanaal
Westende	3892	1970	Groen-stedelijk	Tuindorp		Woongebied, overig agrarisch gebruik, sociaal-culturele voorzieningen, park en plantsoen, bos	Een onderwijsinstelling, een publieksgebouw en een woonverblijf	Doorlatende verharding	Start N363	Sinke Kloostermanwe, zijstraten Jan Jelles Hofleane	Middelzeepolder en Mame	
Grote Wielen & Kleine Wielen (bewonersaantal: Grote Wielen, De Groene Ster, Hemrik, Harlingenvaart, Zivette-Schenkerschans, Businesspark Leeuwarden, Newton, Buitengebied Noordwest)	319		Landelijk-dorps	Bedrijfsterrinklimaatop en 'open landschap' klimaatop		Dagrecreatief terrein, overig agrarisch gebruik, bos, nat natuurlijk terrein, sportterrein, woongebied, sociaal-culturele voorzieningen		Helolytewelden	Doorloop N355	Geen punten	Noordelijke Wouden	1) Dokkumer Ee, 2) ontsnippering, oeffenen barrières, voor ecologische verbanden Leeuwarderbos - Grutte Wielen
Bedrijfsterrrein-Oost	Bij de Grote Wielen	Bedrijfsterrrein	Landelijk-dorps/bedrijfsterrrein	Bedrijfsterrinklimaatop	Regenwateroverlast detailhandel en horeca	Bedrijfsterrinen, woongebied, dagrecreatief terrein, sportterrein, bos, park en plantsoen, detailhandel en horeca, openbare voorziening	Twee publieksgebouwen		Spoor	Plutoweg, Uranusweg, Neptunusweg, Siriusweg, Polluxweg, Orionweg	West - Klei op veengebied Goutum - Noordelijke Wouden	Potmarge – Froskepöle-Lytse Geast
Hempens, Teerns en omgeving en Zuiderburen	6029	Dorpen	Landelijk-dorps	Tuindorp		Overig agrarisch gebruik, woongebied, bos, sportterrein	Een onderwijsinstelling	Alternatieve sanitatie, drijvende woningen en ruimte voor water	Start N31	Geen punten	West/Midden - Kwelderswal Insum-Leeuwarden, Klei op veengebied Goutum	Potmarge – Froskepöle-Lytse Geast
Goutum en omgeving	2825	Dorpen	Landelijk-dorps	Tuindorp		Overig agrarisch gebruik, woongebied, bos, volkstuin, sportterrein, bedrijfsterrinen	Twee onderwijsinstellingen, een publieksgebouw en een hotel	Kolkroze wijk en alternatieve sanitatie	Doorloop N31	Goutumdyk, De Tije, Oer de laart,	West - Kwelderswal Insum-Leeuwarden, Oost - Klei op veengebied Goutum	
De Zuidlanden (Techum, Wiarda, De Werp en 'de Zuidlanden)	1157	2006	Landelijk-dorps	Tuindorp		Nog niet op kaart (2006)	Een onderwijsinstelling	Drijvende woningen		Geen punten	West - Kwelderswal Insum-Leeuwarden, Oost - Klei op veengebied Goutum	
De Zivette	Bij de Grote Wielen	Bedrijfsterrrein	Landelijk-dorps/bedrijfsterrrein	Bedrijfsterrinklimaatop		Overig agrarisch gebruik, bedrijfsterrinen, woongebied, stortplaats, spoorweg	Een onderwijsinstelling, zes publieksgebouwen, twee kantoren en een woonverblijf		Start N359	Einsteinweg, Archimedesweg, Celsiusweg, Kelvinstraat, Edisonstraat, Marconistraat, Galenstraat, Marshallweg, Amperestraat, Toubenburgerstraat	Middelzeepolder en Mame	Ontwikkeling Nieuw Stroomland
Buitengebied Noordwest	Bij de Grote Wielen	Bedrijfsterrrein	Landelijk-dorps/bedrijfsterrrein	Bedrijfsterrinklimaatop		Overig agrarisch gebruik, vlegveld, openbare voorziening, bos, sportterrein		Helolyteweld	N383 en vlegveld	Geen punten	Middelzeepolder en Mame	Ontsnippering, oeffenen barrières, voor ecologische verbanden 1) Dokkumer Lokaltje: ecologische verbinding over het tracé van de oude spoorlijn, 2) Magere Weide - Leeuwarderbos