


## NOTITIE

---

Onderwerp	Eindnotitie	
Project	Digitalisering Stadsatlas Culemborg (i.s.m. UP project Samen de diepte in)	
Opdrachtgever	Gemeente Culemborg - Rijkswaterstaat	
Projectcode	120134	
Status	Definitief 02	
Datum	28 december 2021	
Referentie	120134/21-019.972	
Auteur(s)	mw. C. Koot MSc	
Gecontroleerd door	ir. W. Hendriks	
Goedgekeurd door	mw. C. Koot MSc	
Paraaf		
Bijlage(n)	I          Uitgevoerde enquête II         Omschrijving studentenopdrachten III        Resultaten enquête IV        Rapport uitwerking praktijkcasussen	
Aan	Gemeente Culemborg	M. de Lange, J. de Rooij, S. Booms
Kopie	Rijkswaterstaat	E. Verhallen

---

## 1 INLEIDING

De gemeente Culemborg is volop bezig met de voorbereiding van de Omgevingswet. Daarvoor heeft de gemeente een programma opgesteld, welke is uitgewerkt in de nota 'Aan de slag met de Omgevingswet - spelen met ruimte vanuit het DNA van Culemborg' (2019). Bij de beoogde implementatie staat de zogenaamde alliantie-benadering centraal. Vanuit de drie allianties (1. Natuurlijke Alliantie, 2. Bebouwing en Infra en 3. Mens & Maatschappij) worden maatschappelijke vragen benaderd en wordt gezocht naar integrale oplossingen die duurzaam zijn binnen de (fysieke) leefomgeving van de inwoner(s).

Cruciaal bij deze benadering is dat er (basis)informatie op al deze drie terreinen beschikbaar is. Wat is de ecologische situatie, hoe zit het met de hydrologie en de bodemopbouw, wat is er allemaal gebouwd en aangelegd, maar ook aspecten als hoe is de bevolkingsopbouw en waar zijn sociale-/welzijns-/onderwijsvoorzieningen? In de afgelopen jaren heeft de gemeente deze informatie verzameld en vastgelegd in de zogenaamde **Stadsatlas van Culemborg** die in november 2018 is goedgekeurd door de raad. De atlas bestaat uit zo'n 170 thematische kaarten. De Atlas biedt een goede basis voor de implementatie van de Omgevingswet.

De huidige Stadsatlas is echter een analogo rapport (pdf). Hierdoor zijn de kaarten niet makkelijk te actualiseren en te gebruiken, waardoor de Stadsatlas in de praktijk weinig wordt gebruikt.

Er is behoefte om stapsgewijs te komen tot een meer dynamische, interactieve versie en er is behoefte om hier mee te 'oefenen'.

In het project 'digitalisering Stadsatlas Culemborg' is hier mee geëxperimenteerd. Er is een selectie aan kaarten gedigitaliseerd, en deze kaarten zijn toegepast in een tweetal praktijkcasussen. In voorliggende notitie zijn de resultaten van dit project gerapporteerd. Het project is uitgevoerd als 'spin-off project' van het project "Samen de diepte in" wat in het kader van het kennisprogramma van het uitvoeringsprogramma Bodem & Ondergrond (kortweg UP) is uitgevoerd; in navolgend kader is een korte toelichting gegeven.

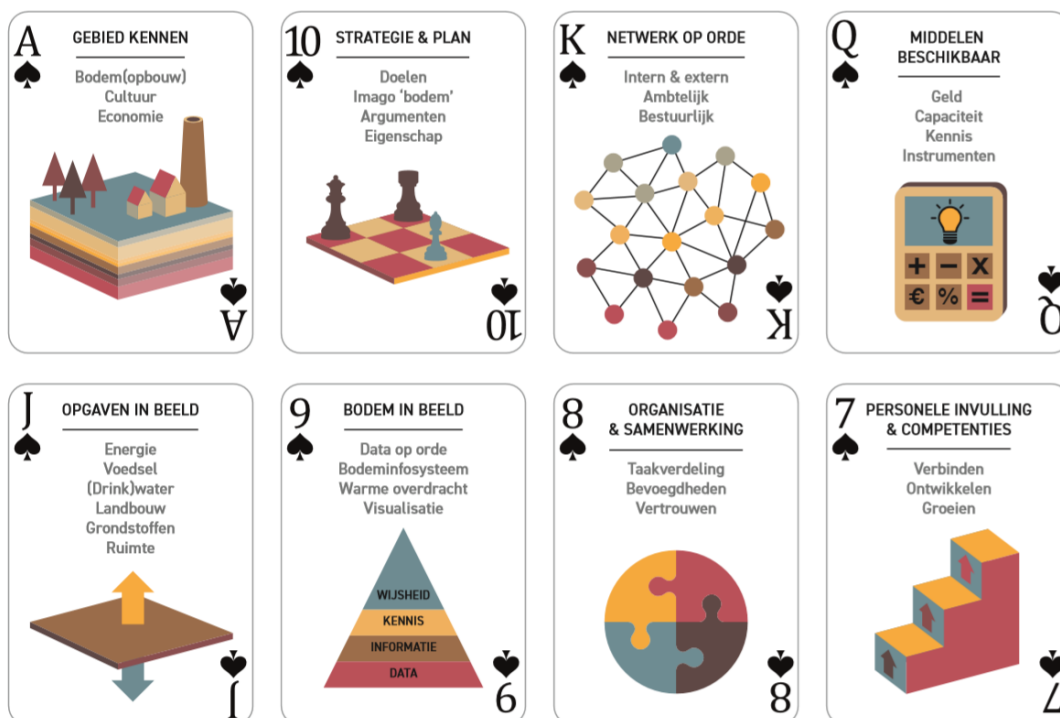
In hoofdstuk twee lichten we de uitgevoerde werkzaamheden toe, in hoofdstuk 3 beschrijven we de resultaten en in hoofdstuk 4 evalueren we het doorlopen traject en blikken we vooruit met aanbevelingen voor vervolg.

---

### Samen de diepte in en Huiswerk klaar

Het project 'Digitalisering Stadsatlas Culemborg' is een 'spin-off project' van het project 'Samen de diepte in' (Sddi). In het project Sddi zijn diverse regionale overheden zich aan het voorbereiden op de komst van de Omgevingswet: hoe om te gaan met het domein Bodem & Ondergrond. Het Sddi project wordt begeleid door een consortium bestaande uit RHDHV, Tauw en Witteveen+Bos. Voor achtergronden en voortgang van het Sddi project wordt verwezen naar de website: [www.samendedieptein.nl](http://www.samendedieptein.nl).

Een belangrijkste resultaat/inzicht/eindproduct van het Sddi project is het spel 'huiswerk klaar' (zie afbeelding hieronder). Om 'klaar' te staan voor de ondergrond in de Omgevingswet-instrumenten moeten decentrale overheden een aantal zaken op orde hebben c.q. zich ervan bewust zijn dat er hieraan gewerkt moet worden. Vanuit Sddi is dit tastbaar gemaakt door middel van een - op klaverjassen - geënt kaartspel



Kaart '9' heeft betrekking op het op orde hebben van data en informatie. Want dat is de basis van lokale kennis van de bodem en ondergrond (leefst vormgegeven in een aantrekkelijke visualisatie) en de wijsheid die lokaal nodig is om verstandige keuzes te maken over het lokale bodembeleid in Omgevingsvisie/-plan. Het onderhavige project heeft betrekking op deze kaart en op dit thema.

---

## 2 UITGEVOERDE WERKZAAMHEDEN

Voor het project Digitalisering Stadsatlas Culemborg zijn de volgende werkzaamheden uitgevoerd<sup>1</sup>:

- 1 enquête;
- 2 opzetten tijdelijke geoviewer;
- 3 omschrijving praktijkcasussen;
- 4 uitvoering praktijkcasussen en vullen geoviewer;
- 5 evaluatie en vervolg.

Deze werkzaamheden zijn navolgend nader toegelicht.

### Ad 1. Enquête

Om de behoefte en wensen van de gemeente rondom de digitalisering van de Stadsatlas in beeld te brengen, is een enquête opgesteld. De enquête was er met name op gericht om te achterhalen welke informatie en functionaliteiten de gemeente graag terug zou zien in de (tijdelijke) geoviewer. Deze enquête is verspreid onder alle afdelingen van de gemeente Culemborg. De vragenlijst is opgesteld in overleg met de gemeente Culemborg. De uitgezette enquête is opgenomen als bijlage I.

### Ad 2. Opzetten tijdelijke geoviewer

De gemeente Culemborg is (samen met buurgemeenten Tiel en West Betuwe) bezig met het opzetten van een nieuw GIS systeem. Het is de bedoeling dat het kaartmateriaal dat is verzameld en/of ontwikkeld voor voorliggend project uiteindelijk in het nieuwe GIS systeem van de gemeente terecht komt. Echter, omdat het GIS systeem nog niet werkzaam was ten tijde van de uitvoering van het project, is besloten om een tijdelijke geoviewer te ontwikkelen, zodat het kaartmateriaal wel kan worden bekeken en met de functionaliteit kan worden geoefend. In de tijdelijke geoviewer is vrij toegankelijk basiskaartmateriaal ontsloten (zoals een hoogtekkaart, topografische kaart, satelliet kaarten, BAG informatie, etc.) en zijn de verzamelde en/of ontwikkelde kaarten opgenomen. De focus bij deze digitalisering ligt op kaartmateriaal dat gerelateerd is aan het bodem- en watersysteem. Dit is enerzijds ingegeven vanuit het gedachtegoed dat het natuurlijke systeem de basis is voor alle mogelijkheden/ontwikkelingen, en anderzijds is dit ingegeven doordat het project vanuit het Uitvoeringsprogramma Bodem en Ondergrond wordt gefinancierd.

De tijdelijke geoviewer is alleen online geweest gedurende de doorlooptijd van het project. Daarna is de verzamelde informatie overgedragen aan de gemeente om in het nieuwe GIS systeem op te nemen.

### Ad 3. Omschrijving praktijkcasussen

Een belangrijk onderdeel van het project is het oefenen met praktijkcasussen. In de praktijkcasussen is kaartmateriaal ontwikkeld én toegepast in maatschappelijke vraagstukken die werkelijk leven binnen de gemeente. In overleg met de gemeente Culemborg zijn de volgende casussen gekozen om mee aan de slag te gaan:

- Energietransitie in de wijk Voorkoop;
- Klimaatadaptatie in de wijk Terweijde.

De praktijkcasussen zijn uitgevoerd door studenten van het Van Hall Larenstein. Om studenten te werven om aan de slag te gaan met deze casussen, is in samenwerking met de gemeente Culemborg en docenten van het Van Hall Larenstein voor beide casussen een opdrachtoomschrijving opgesteld. Deze opdrachtoomschrijvingen zijn opgenomen in bijlage II.

---

<sup>1</sup> De werkzaamheden wijken enigszins af van de geplande werkzaamheden zoals beschreven in het onderzoeksvoorstel van dit project. Dit heeft te maken met de situatie rondom corona. Het project is in zijn geheel uitgevoerd tijdens de (al dan niet gedeeltelijke) lockdown in 2020-2021. Hierdoor waren er ten tijde van het project geen fysieke bijeenkomsten mogelijk. Daarom is de (digitale) enquête geïntroduceerd (in plaats van een fysieke werksessie), en heeft al het overleg digitaal plaatsgevonden.

#### Ad 4. Uitvoering praktijkcasussen en vullen geoviewer

Op basis van deze omschrijving heeft een drietal studenten van de minor 'Ruimtelijke Informatie Technologie' interesse getoond om met deze opdrachten aan de slag te gaan. Deze studenten hebben in de periode november 2020 t/m januari 2021 aan deze opdrachten gewerkt.

Zij zijn daarbij begeleid door een docent GIS van de opleiding land- en watermanagement en door experts uit het consortium Samen de diepte in (RHDHV, Witteveen+Bos en Tauw). De studenten hebben, naast de uitvoering van de praktijkcasussen, ook kaartmateriaal verzameld en ontsluiten in de (tijdelijk) geoviewer. De focus lag hierbij op kaartmateriaal dat was benodigd voor de uitvoering van de praktijkcasussen.

#### Ad 5. Evaluatie en vervolg

De uitgevoerde opdracht door de studenten (zie ad 4.) is binnen de gemeente geëvalueerd. Tijdens een interne sessie d.d. 16 februari is besproken: hoe kijken we terug op dit traject, wat heeft het opgeleverd, welke mogelijkheden zien we voor vervolg en wat is daar voor nodig.

## 3 RESULTATEN

### 3.1 Enquête

In totaal hebben 27 respondenten gereageerd op de enquête. De resultaten van de enquête zijn, geanonimiseerd, opgenomen in bijlage III.

De respondenten hebben een zeer uiteenlopende functie/achtergrond, van een beleidsadviseur in het team Ontwikkeling tot een MT lid, en van een budgetcoach in het team Financiële Ondersteuning Inwoners tot evenementen coördinator in het team Veiligheid. Enerzijds is een dergelijke brede vertegenwoordiging van functies natuurlijk heel waardevol en biedt dit een breed inzicht. Anderzijds resulteert het ook in zeer uiteenlopende reacties op basis waarvan moeilijk eenduidige conclusies zijn te trekken. Desalniettemin kan op basis van de enquête geconcludeerd worden dat de alliantiebenadering, waarin informatie van 3 lagen/terreinen wordt verzameld, zeer wenselijk is. Er is behoefte om informatie uit de fysieke leefomgeving te kunnen combineren met informatie over het sociale/economische domein. Hierdoor kunnen er beter integrale afwegingen worden gemaakt.

### 3.2 Geoviewer

In de tijdelijke geoviewer zijn diverse kaartlagen opgenomen. Enerzijds zijn dit kaartlagen die vrij toegankelijk zijn (zoals de hoogtekaart, een topografische kaart, BAG informatie, etc.). Daarnaast zijn de voor dit project (de casussen) verzamelde en ontwikkelde kaartlagen opgenomen. Een overzicht van de kaartlagen die zijn opgenomen in de tijdelijke geoviewer is in afbeelding 3.1 weergegeven. Diverse printscreens van deze kaarten zijn opgenomen in het rapport over de praktijkcasussen dat is opgenomen in bijlage IV (betreffende bijlagen 2 t/m 25 in het bijgevoegde rapport). De data is, nadat het nieuwe GIS systeem van de gemeente Culemborg werkzaam was, omgezet naar het te gebruiken format en opgeleverd aan de gemeente.

Afbeelding 3.1 Overzicht van kaartlagen in tijdelijke geoviewer

Omschrijving	Foldernaam
Potentiekaart voor aquathermie uit oppervlaktewater	Aquathermie_Open_Water
Overzicht van panden	BAG_pand
Overzicht van het begroeide terreindeel	BGT_BegroeidTerreindeel
Overzicht van de oppervlaktewateren	BGT_Waterdeel
Overzicht van zandbanen en geologische zandlagen	Bodem_Zandbanenkaart_2010
Bodemkaart	Bodemkaart
Overzicht van cultuurhistorische elementen	Cult_hist_geografie
De geologische formaties in dikte en de hoogte van de basis	DGM_v2.2
De energielabels van alle BAG panden	Energietabel
Gemeentegrens	Gemeentegrens
Een overzicht van alle bomen, culturele beplanting, grasvelden, hagen en natuurlijke beplanting	Groenvoorzieningen_Culemborg_20210104
Een vereenvoudigde bodemkaart	Grondsoort
Een gedigitaliseerde versie van de hoofdgroenstructuur	Hoofdgroenstructuur
De Algemene Hoogtekaart Nederland van de gemeentegronden	Hoogtekaart
Een grondwaterhoogtelijnenkaart	Isohypsens 2020
Overzicht van ondergrondse containers in de wijken Voorkoop en Terweijde	Ondergrondse_containers_Avri
Een vlakdekkende kaart van particuliere terreinen	Particulierterrein
Een overzicht van de riolering	Riolering_Culemborg
Wijkgrenzen van de twee casuwijken	Wijkgrenzen
De diktes van goede en slechte waterdoorlatende lagen	REGIS_II_v2.2

### 3.3 Uitgevoerde praktijkcasussen

De resultaten van de uitgevoerde praktijkcasussen zijn omschreven in het rapport dat is bijgevoegd als bijlage IV. De resultaten zijn, ten behoeve van de presentatie van de resultaten aan de gemeente, ook opgenomen in een Storymap: <https://arcg.is/0L5DT0>.

Navolgend is een korte samenvatting en analyse gegeven van beide casussen.

#### Energietransitie Voorkoop

De wijk Voorkoop in Culemborg was opgegeven als landelijke pilotwijk om van het gas af te stappen. Ten behoeve van het voorstel - voor een landelijke pilotwijk om van het gas af te gaan - is een vooronderzoek uitgevoerd, waaruit is gebleken dat een warmtenet een reële oplossing kan bieden ter vervanging van het gasnet. Echter, de wijk is niet aangewezen als proeftuin van Nederland en derhalve is er geen subsidie toegekend. Desalniettemin vindt de gemeente Culemborg dit een interessante casus om mee aan de slag te gaan. De overstap naar een duurzame energiebron zal hoe dan ook op termijn op het programma komen te staan. In voorliggend project, is nader onderzocht *wat de kansen en belemmeringen van de ondergrond zijn in relatie tot de energietransitie in de wijk Voorkoop*.

Om deze kansen en belemmeringen in beeld te brengen is de volgende informatie verzameld en geanalyseerd:

- Welke potentiële warmtebronnen kunnen in de wijk Voorkoop gebruikt worden?
- Wat is de potentie van de ondergrond, en welke warmtebron past daar het beste bij?
- Welke ruimte is er beschikbaar in de ondergrond?

Op basis van het uitgevoerde onderzoek wordt geconcludeerd dat er in de wijk Voorkoop kansen liggen voor warmte uit oppervlaktewater (aquathermie) in combinatie met en warmte uit de bodem (met WKO systemen). Opvallende belemmering vormt de boringsvrije zone die aanwezig is in een groot deel van de wijk, en ook ter plaatse van het beschikbare oppervlaktewater in het westen van de wijk. Ter plaatse van de boringsvrije zone is WKO niet zonder meer mogelijk. Daarnaast is ook de drukte in de ondergrond een aandachtspunt. Er is relatief weinig ruimte beschikbaar in de openbare ondergrondse ruimte (ter plaatse van wegen en groenstroken), omdat hier al diverse kabels en leidingen liggen. Het inpassen van een warmtenet t.b.v. de distributie van de warmte kan daardoor een uitdaging zijn.

Op basis van de isolatiewaarde van de huizen in de wijk Voorkoop wordt geadviseerd om te onderzoeken of het verhogen van het isolatieniveau van de huizen mogelijk is. Hierdoor wordt natuurlijk energie bespaard (stap 1 in verduurzaming), maar dit kan er mogelijk ook in resulteren dat er een lagere temperatuur warmte nodig is, wat de haalbaarheid kan vergroten.

### Klimaatadaptatie Terweijde

Op basis van klimaatstresstesten, die zijn uitgevoerd in het kader van het Deltaprogramma Ruimtelijke Adaptatie (DPRA), blijkt dat in de toekomst een deel van de wijk Terweijde te maken krijgt met wateroverlast. Bij een bui van 90 mm in 1 uur - welke een herhalingsperiode van 250 jaar heeft - zullen wegen en pleinen in Terweijde deels onder water komen te staan en is er risico op storingen van elektriciteitsvoorzieningen. Het Chopinplein in de wijk Terweijde is één van de pleinen die mogelijk onder water loopt in dergelijke situaties. Voor deze locatie is nader onderzocht *wat de relatie is tussen de wateroverlast, de bodem en de grondstructuur*. De casus van het Chopinplein is illustratief voor de opgaven die de gemeente Culemborg heeft ten aanzien van het thema wateroverlast en in bredere zin de (gekoppelde-) opgaven vanuit het DPRA.

Om de relatie tussen de wateroverlast, de bodem en de groenstructuur te bepalen en om te beoordelen wat mogelijke oplossingen zijn voor de wateroverlast in Terweijde, zijn de volgende vragen beantwoord:

- Is er een relatie tussen de bodem en het type beplanting?
- Is er een relatie tussen de wateroverlastlocaties en de groenstructuur?
- Welke oplossingen zijn er om in Terweijde water te kunnen bergen?

Uit het uitgevoerde onderzoek blijkt dat de bodemopbouw ter plaatse van bebouwd gebied onvoldoende in beeld is. Op de bodemkaart is het hele gebied als 'bebouwing' weergegeven. Op basis van boringen (Dinoloket) kan wel inzicht in de bodemopbouw worden verkregen, maar dit is op boorpuntniveau en niet vlakdekkend. Op basis van boorpuntinformatie blijkt dat de bodemopbouw op korte afstand kan verschillen. In het noorden van de wijk Terweijde bestaat de bodem voornamelijk uit klei. In het zuiden van de wijk blijkt uit een grondboring dat hier een zandlaag vlak zich direct onder het maaiveld bevindt. Door de complexe bodemstructuur en de grootte hoeveelheid klei is de mogelijkheid tot infiltreren van hemelwater beperkt.

De wateroverlast kan deels aangepakt worden wanneer de groenstructuur wordt ingezet als waterberging. Er is echter gebrek aan grote groenstructuren in de wijk. Ook is de openbare ruimte in de wijk beperkt, dus de mogelijkheden om de groenstructuren aanzienlijk te vergroten zijn ook beperkt. Daarom zal er ook moeten worden gekeken naar civieltechnische oplossingen. Denk bijvoorbeeld aan andere goten of een ander wegprofiel.

Met een aangepaste inrichting van de openbare ruimte zou de wateroverlast bij een 90mm bui beperkt kunnen worden. Een mogelijke oplossingsrichting is het realiseren, of beter benutten, van waterberging. Voor waterberging kunnen de in de wijk gelegen sportvelden dienen. De Ter Weijdelaan zou als afvoer/transport route gebruikt kunnen worden. Het water kan geleid worden naar de waterpartij in het oosten en/of in de richting van de sportvelden.

Vanwege de beperkte openbare ruimte, wordt geadviseerd om nader onderzoek te doen naar het inzetten van particuliere terreinen om water beter vast te kunnen houden en/of de afstroming te beperken.

## 4 EVALUATIE EN VERVOLG

Het uitgevoerde project is tijdens een teamoverleg geëvalueerd. Hieronder zijn de belangrijkste bevindingen uit dat overleg weergegeven.

### Nut en noodzaak/meerwaarde van digitaliseren

Op basis van de uitgevoerde praktijkcasussen is de meerwaarde van het digitaliseren van informatie duidelijk naar voren gekomen. De belangrijkste zaken die zijn genoemd in de evaluatie:

- het kunnen 'spelen' met kaartlagen en deze over elkaar heen kunnen leggen wordt als belangrijkste meerwaarde genoemd;
- alle kaartlagen leveren kennis en feiten op. Door de kaartlagen met elkaar te kunnen combineren ontstaat begrip waarom bepaalde zaken zijn zoals ze zijn, en op basis daarvan kun je betere keuzes maken. Dit leidt uiteindelijk ook tot betere maatregelen, en daarmee kan geld worden bespaard en kwaliteit worden toegevoegd aan besluiten. Investeren in een goed systeem loont dus. Om dit te realiseren is bestuurlijk commitment nodig;
- een digitale atlas biedt een goed overzicht aan informatie, en dat vormt een goede basis voor afwegingen en ontwikkelingen. Als de informatie actueel en goed toegankelijk is, dan heb je minder discussie over de feiten, en kun je je sneller richten op het zoeken van oplossingen;
- een digitale atlas kan helpen om informatie niet te vergeten. Als alle informatie bij elkaar is, kun je makkelijk het lijstje met kaartlagen langslopen en beoordelen of die voor het huidige vraagstuk wel/niet relevant zijn;
- samenvoegen van informatie voegt informatie toe. Meerdere thema's in een digitale atlas biedt een integraal beeld van het gebied. Dit is echt van toegevoegde waarde;
- de casussen laten zien dat de verbinding van bovengrondse en ondergrondse informatie heel belangrijk is. Ook de verbinding met het sociale domein moet worden meegenomen.

### Aandachtspunten voor vervolg

- Welk detailniveau wil en kun je hanteren? Er is zowel behoefte aan globale informatie (voor het creëren van overzicht en afwegingen te kunnen maken) als meer gedetailleerde informatie (voor nadere uitwerking, beoordeling, ontwerp). Beide detailniveaus hebben vaak andere gebruikers. Vraag is of beide detailniveaus in één systeem moeten en kunnen komen.
- Wie wordt de doelgroep? Alleen intern (gemeente), of ook burgers en bedrijven? Het project is vooral ontstaan vanuit een interne behoefte, maar mogelijk kan een deel van de informatie ook ontsloten worden voor burgers en bedrijven. Niet alle informatie is geschikt om openbaar beschikbaar te stellen. Deze informatie afschermen voor alleen intern gebruik?
- Hoe hou je de informatie actueel? Maak zoveel mogelijk gebruik van opensource data welke regelmatig wordt geactualiseerd. Daarnaast zal actualisatie en onderhoud echt nodig zijn.

### Suggesties voor vervolg

Voor het vervolgtraject worden de volgende suggesties genoemd:

- Er zijn goede voorbeelden van andere gemeenten (wat wel/niet kan, wat de kosten zijn, etc.). Deze informatie kan gebruikt worden om de (on)mogelijkheden voor het eigen systeem nader in beeld te brengen.
- Meer aansluiting zoeken met de GIS specialisten/het GIS team:
  - met betrekking tot het nieuwe GIS systeem: wat wordt al opgepakt, wat is in ontwikkeling?
  - met betrekking tot technische eisen: in welk format moet kaartmateriaal aangeleverd worden.
- Ga na wat een duurzame manier van beheer is (wie gaat dat doen, hoe houden we het actueel, etc.). Maak ruimte vrij (tijd, budget) voor beheer en onderhoud (inhuur/vrijmaken specialist).
- Er is héél veel digitale informatie beschikbaar of te maken. Het is te duur en te omvangrijk om in één keer alles te digitaliseren. De suggestie wordt geuit om gefaseerd de digitale atlas te vullen. Bijvoorbeeld:
  - prioriteitenlijstje maken: welke kaartlagen hebben we snel en zeker nodig?
  - als je een project doet waar digitale informatie nodig is, dan ontwikkel/verzamel je deze en ontsluit je het via de digitale atlas;

- er zijn ook wijken waar niets gebeurt, hier heb je minder/geen digitale informatie voor nodig. Richt je vooral op de wijken waar ontwikkelingen (gaan) gebeuren.
- Betrek werkvoorbereiders en toezichthouders ook goed bij het vervolgtraject.





## BIJLAGE: UITGEVOERDE ENQUÊTE

# Enquête - Digitalisering Stadsatlas Culemborg

Versie 20-5-2020

## Toelichting

De gemeente Culemborg heeft voor de periode 2019-2021 een programma opgesteld om te komen tot **invoering van de Omgevingswet**. Dit is vastgelegd in de nota 'aan de slag met de Omgevingswet - spelen met ruimte'. Bij de beoogde implementatie staat de zogenaamde alliantie-benadering centraal. Vanuit de drie allianties (1. Natuurlijke Alliantie, 2. Bebouwing en Infra en 3. Mens & Maatschappij) worden maatschappelijke vragen benaderd en gezocht naar integrale oplossingen die duurzaam zijn binnen de (fysieke) leefomgeving van de inwoner(s).

Cruciaal bij deze benadering is dat er (basis)informatie op al deze drie terreinen beschikbaar is. Zoals, wat is de ecologische situatie, hoe zit het met de hydrologie, de bodemopbouw, wat er allemaal gebouwd en aangelegd is, maar ook aspecten als hoe is de bevolkingsopbouw en waar zijn sociale -/welzijns-/onderwijs-voorzieningen? In de afgelopen jaren heeft de gemeente deze informatie verzameld en vastgelegd in de zogenaamde **Stadsatlas van Culemborg** die in november 2018 is goedgekeurd door de raad. De atlas bestaat uit zo'n 170 thematische kaarten. De Atlas biedt een goede basis voor de implementatie van de Omgevingswet. Evenwel, deze atlas bestaat momenteel vooral uit statisch, analogo kaartmateriaal. Er is behoefte om stapsgewijs te komen tot een meer dynamische, interactieve versie en er is behoefte om hier mee te 'oefenen'.

Dit oefenen is ook belangrijk in relatie tot de Omgevingswet, die vraagt om een integrale benadering en afweging tussen belangen die spelen. Om te kunnen komen tot een duurzame oplossing binnen de (fysieke) leefomgeving.

Daarom voert de gemeente Culemborg een pilot uit voor de (gedeeltelijke) **digitalisering van de Stadsatlas** Culemborg. Deze pilot bestaat uit het inrichten van een geoviewer en het digitaliseren van een selectie van kaarten. Daarnaast gaan we met een aantal praktijkcasussen aan de slag, waarbij de bodem en ondergrond een rol speelt. Ten behoeve van het vullen van deze geoviewer, zijn we benieuwd wat de wensen en behoeften van de potentiële gebruikers zijn. Daarom wordt u verzocht om onderstaande vragen te beantwoorden.

## Algemene gegevens

Uw naam:  Klik of tik om tekst in te voeren.  
Email adres:  Klik of tik om tekst in te voeren.  
Telefoonnummer:  Klik of tik om tekst in te voeren.  
Functie:  Klik of tik om tekst in te voeren.  
Team:  Klik of tik om tekst in te voeren.

## Vragen

1. Kent u de analoge stadsatlas?  
 Klik of tik om tekst in te voeren.
2. Wat is uw beeld van een digitale stadsatlas?  
 Klik of tik om tekst in te voeren.
3. Voor welke projecten zou u een digitale stadsatlas graag willen gebruiken?  
 Klik of tik om tekst in te voeren.
4. Aan welke gegevens/kaartlagen/informatie heeft u behoefte?  
 Klik of tik om tekst in te voeren.

5. Wat wilt u graag met de stadsatlas kunnen doen? Oftewel: welke functionaliteiten wenst u?

- Vinden van informatie:

- aan/uitzetten van verschillende kaartlagen
- zoekfunctie
- overig, namelijk: Klik of tik om tekst in te voeren.

- Spelen met informatie:

- doorzichtig maken van kaartlagen (over elkaar heen leggen van kaartlagen)
- kaarten naar voor/achtergrond kunnen plaatsen
- rekentools (zoals oppervlakte en afstanden meten)
- maken van uitsneden
- overig, namelijk: Klik of tik om tekst in te voeren.

- Exporteren van informatie:

- kaartweergave exporteren naar pdf
- kaartweergave exporteren naar jpeg
- overig, namelijk: Klik of tik om tekst in te voeren.

6. Heeft u aanvullende suggesties of opmerkingen betreffende het digitaliseren van de Stadsatlas Culemborg?

Klik of tik om tekst in te voeren.

### Contact

Wij verzoeken u om deze enquête in te vullen en te retourneren aan [a.hattink@culemborg.nl](mailto:a.hattink@culemborg.nl)

Voor vragen over deze enquête kun u contact opnemen met Anja Hattink (06-46362723) of Corinne Koot van Witteveen+Bos (06-22553696, [corinne.koot@witteveenbos.com](mailto:corinne.koot@witteveenbos.com))

### Vervolg

Op basis van de resultaten van deze enquête, beschikbare informatie en het beschikbare budget wordt de geoviewer ontwikkeld en gevuld met een aantal kaartlagen. Vervolgens wordt er in een aantal praktijkcasussen geoefend met de geoviewer. Ook zullen er studenten ingezet worden om een aantal van de kaartlagen te digitaliseren.

Als u suggesties heeft voor een (lopend) traject waarin geoefend kan worden met het gebruik van de digitale Stadsatlas, dan kunt u deze opnemen onder vraag 6.

### Samenwerking

Het project Digitalisering Stadsatlas Culemborg is onderdeel van het project 'Samen de diepte in'. Samen de diepte in is een project over bodem en ondergrond onder de Omgevingswet en dit project wordt uitgevoerd door het consortium van Witteveen+Bos, Tauw en RHDHV. Zowel het project Samen de diepte in als het deelproject Digitaliseren Stadsatlas Culemborg wordt gefinancierd door het Uitvoeringprogramma Bodem en Ondergrond. Op de website [www.samendedieptein.nl](http://www.samendedieptein.nl) vindt u meer informatie over het project. Op deze website is tevens praktische en actuele informatie opgenomen over thema's die spelen op het gebied van bodem en ondergrond onder de Omgevingswet.



## BIJLAGE: OMSCHRIJVING STUDENTENOPDRACHTEN

## NOTITIE

---

Onderwerp	Omschrijving studentenopdrachten Culemborg
Projectcode	Digitale stadsatlas Culemborg
Datum	18 juni 2020
Auteur(s)	Corinne Koot
Aan	Haydar Hussin (van Hall Larenstein)

---

### **Aardgasvrij wonen**

Op basis van het Klimaatakkoord en het akkoord van Parijs heeft Nederland zich verplicht om de uitstoot van CO<sub>2</sub> richting 2050 te minimaliseren (>95% reductie). Onderdeel daarvan is de uitfasering van alle fossiele brandstoffen waaronder aardgas (bij de verbranding van aardgas komt CO<sub>2</sub> vrij). Dit is een ongelofelijk grote transitie, want bijna de volledige gebouwde omgeving (woningen en utiliteitsbouw) wordt verwarmd met aardgas, gebruikt aardgas voor warm tapwater en om op te koken. In Culemborg betekent het dat ca. 12.000 woningen en 1.000 bedrijven 'van het aardgas af moeten'. In twee wijken hebben we de afgelopen periode de discussie over de toekomst zonder aardgas op gang gebracht. Welke technische scenario's zijn mogelijk, wat gaat dat kosten, wie betaalt het en wat moet er allemaal gebeuren om het te realiseren. Hartstikke interessante discussies. Voorkoop is één van de wijken waar we dit gesprek voeren. Als één van de meest logische alternatieve technieken komt in Voorkoop een warmtenet uit de bus. Een warmtenet is een installatie waar centraal warmte wordt opgewekt dat via een distributiestelsel (leidingen) naar de woningen wordt gebracht. In plaats van aardgas wordt er warm water bij de woningen afgeleverd. Hiervoor wordt dus gebruik gemaakt van de ondergrond. Naast ondergrondse leidingen wordt warmte ook tijdelijk (over de seizoenen heen) opgeslagen in de ondergrond in een zogenaamde WarmteKoudeOpslag (WKO).

Voor de warmtetransitie (zo wordt de toekomst zonder aardgas ook wel genoemd) speelt de ondergrond naar verwachting een belangrijke rol. De gemeente Culemborg zoekt een student die met dit onderwerp aan de slag willen gaan. Hoofdvraag daarbij is: wat zijn de kansen en de belemmeringen van de ondergrond in relatie tot de energietransitie? Deel vragen kunnen zijn: welke ruimte is er in de ondergrond, waar liggen huidige kabels en leidingen, wat is de bodemopbouw, wat is de grondwaterstand, is de ondergrond geschikt voor de aanleg van WKO's etc. Onderdeel van de opdracht is het digitaliseren van bestaande kaarten van de ondergrond en/of het ontwikkelen van nieuwe ondergrondkaarten. Kennis van GIS is dus een vereiste. De student start bij voorkeur in september.

### **Klimaatbestendig Culemborg**

We merken dat het klimaat aan het veranderen is. Steeds vaker hebben we te maken met extreme warmte, droogte en/of heftige buien. Nederland aanpassen aan dit veranderend klimaat, het is één van de grootste maatschappelijke opgaven die er momenteel speelt. Er is een nationaal programma opgesteld (Deltaprogramma ruimtelijke adaptatie) om gemeenten en regio's te stimuleren om hun gemeente/regio 'klimaatproof' te maken. In de gemeente Culemborg lopen er dan ook verschillende initiatieven die met dit onderwerp hebben te maken:

- De gemeente Culemborg voert de taken vanuit het Deltaprogramma ruimtelijke adaptatie uit, zo wordt er momenteel aan klimaatstresstesten en risicodialogen gewerkt;

- De gemeente Culemborg heeft recent een nieuw Groenbeheerplan en een Biodiversiteitsplan opgesteld. Hierin wordt de visie en de ambities van de gemeente over deze onderwerpen uitgewerkt.
- De gemeente Culemborg is bezig om een digitale stadsatlas te ontwikkelen. Dit is een soort 'gisviewer' waarin allerlei kaarten van de leefomgeving worden opgenomen, zodat deze informatie gebruikt kan worden in allerlei projecten. In een pilotproject worden met name aan de ondergrond gerelateerde kaarten gedigitaliseerd en ontsloten via deze gisviewer. De ondergrond speelt immers een belangrijke rol in mogelijke maatregelen tegen een veranderend klimaat en bij de mogelijkheden voor groen. Denk aan infiltratievermogen van de bodem bij piekneerslag, het vasthouden van water voor periodes van droogte, de ondergrond als basis voor groen voor het tegengaan van hitte in bebouwde omgeving, etc.

De gemeente Culemborg wil deze trajecten graag aan elkaar koppelen. Hoe zou de groenstructuur nog beter ingericht en benut kunnen worden in relatie tot klimaatadaptatie? En welke rol speelt de bodem daar bij? En hoe kunnen maatregelen t.b.v. klimaatadaptatie bijdragen aan verbetering van de biodiversiteit? De gemeente Culemborg zoekt een student die met deze opdracht aan de slag willen gaan. De wijk Terwijde geldt daarbij als pilotwijk. Uit de klimaatstresstest blijkt dat in deze wijk in 2050 geregeld sprake zal zijn van wateroverlast. Kan de wateroverlast (deels) opgelost worden door de groenstructuur te optimaliseren? Welke kansen liggen er in deze wijk om de biodiversiteit te verbeteren? Onderdeel van de opdracht is het digitaliseren van een aantal kaarten (in GIS), zodat deze opgenomen kunnen worden in de digitale stadsatlas.

De student start bij voorkeur in september 2020.



## BIJLAGE: RESULTATEN ENQUÊTE

		Nummer respondent	1	2	3
		Functie:	beleidsadviseur	beleidsadviseur groen en landschap	Bedrijfscontactfunctionaris/Beleidsmedewerker EZ
		Team:	Ontwikkeling	Ontwikkeling	Ontwikkeling
Nr.	Vraag	Deelvraag			
1	Kent u de analoge stadsatlas?		Ja	Ja	Via Jan de Rooij wel eens iets over gehoord, maar is al weer een tijd geleden
2	Wat is uw beeld van een digitale stadsatlas?		Een dynamisch en interactieve mogelijkheid om verschillende ruimtelijke thema's aan elkaar te koppelen	makkelijk bruikbare informatie bij elkaar zodat je info kunt combineren	Een soort GISSysteem waarmee je allerlei (mn) ruimtelijke informatie over elkaar heen kunt leggen
3	Voor welke projecten zou u een digitale stadsatlas graag willen gebruiken?		Beleidsontwikkeling op het gebied van duurzaamheid	voor beleid maken, ontwikkeling van laatste deel van de wijk Parijsch, (her)ontwikkelingen in de stad en in het buitengebied, projecten in het gebied van klimaatadaptatie	Nvt op dit moment
4	Aan welke gegevens/kaartlagen/informatie heeft u behoefte?		Dat kan ik zo niet beantwoorden	bodem, geomorfologie, hoogtekaart, water (netwerk en waterpeilen), riolering en bomen uit ons GBI, groenstructuren, voorzieningen (scholen, wijkgebouwen, ouderenvoorzieningen, sportvoorzieningen, speelplekken etc), archeologische waarden- en verwachtingenkaart, gegevens biodiversiteit, Nieuwe Hollandse Waterlinie (contouren en elementen), aantallen inwoners per wijk en postcodegebied met leeftijden, als het kan ook oppervlakte openbaar gebied tov privaat gebied per wijk, verkeersnetwerk, locaties laadpalen en deelauto's.	Kadastrale gegevens incl. verkoopprijzen
5	Wat wilt u graag met de stadsatlas kunnen doen? Ofwel: welke functionaliteiten wenst u?	vindbaarheid: aan/uitzetten kaartlagen	ja	ja	ja
5	Wat wilt u graag met de stadsatlas kunnen doen? Ofwel: welke functionaliteiten wenst u?	vindbaarheid: zoekfunctie	ja	ja	ja
5	Wat wilt u graag met de stadsatlas kunnen doen? Ofwel: welke functionaliteiten wenst u?	vindbaarheid: overig			kadastrale gegevens
5	Wat wilt u graag met de stadsatlas kunnen doen? Ofwel: welke functionaliteiten wenst u?	spelen: doorzichtig maken lagen	ja	ja	ja
5	Wat wilt u graag met de stadsatlas kunnen doen? Ofwel: welke functionaliteiten wenst u?	spelen: kaarten naar voor/achtergrond plaatsen	ja	ja	ja
5	Wat wilt u graag met de stadsatlas kunnen doen? Ofwel: welke functionaliteiten wenst u?	spelen: rekentools	ja	ja	ja
5	Wat wilt u graag met de stadsatlas kunnen doen? Ofwel: welke functionaliteiten wenst u?	spelen: maken van uitsneden	ja	ja	ja
5	Wat wilt u graag met de stadsatlas kunnen doen? Ofwel: welke functionaliteiten wenst u?	spelen: overig			
5	Wat wilt u graag met de stadsatlas kunnen doen? Ofwel: welke functionaliteiten wenst u?	exporteren: naar pdf	ja	ja	ja
5	Wat wilt u graag met de stadsatlas kunnen doen? Ofwel: welke functionaliteiten wenst u?	exporteren: naar jpeg	ja	ja	ja
5	Wat wilt u graag met de stadsatlas kunnen doen? Ofwel: welke functionaliteiten wenst u?	exporteren overig			
6	Heeft u aanvullende suggesties of opmerkingen betreffende het digitaliseren van de Stadsatlas Culemborg?		Klein beginnen		Open deur, maar het resultaat moet vooral gebruiksvriendelijk zijn en als het kan intuïtief



4	5	6	7	8	9	10
programmaregisseur maatschappelijk domein	Adviseur Stadsontwikkeling	adviseur/specialist burgerzaken	administratie	Budgetcoach	Medewerker spelen & groen	consulent schuldhulpverlening
Programma's	Projecten en Regie ruimte	burgerzaken	FOI	Financiële Ondersteuning Inwoners	Ontwerp & Realisatie	Fin. ondersteuning Inwoners
Ja, ik weet van het bestaan	Van naam	Nee	nee	Nee	Nee	Nee
Idem, maar dan digitaal	Interactieve kaart met verschillende lagen	informatiebank over adressen	geen idee	Digitaal lijkt me in deze tijd handiger dan analoog.	Een handige bundeling van gegevens, waardoor je gemakkelijk verbanden kunt leggen, gemakkelijk gebundelde kaarten kunt samenstellen en exporteren. Deze kunnen als onderlegger dienen voor inventarisaties. (Nu moet ik dat zelf samenvoegen.) En ook voor rapporten	?
wijkanalyse	Beoordelen principeverzoeken / bestemmingsplan voor informatie over een locatie. Daarnaast wellicht als input voor het omgevingsplan	Geen projecten wel voor adresonderzoeken	geen idee	Ik vraag me af of dit voor ons werk van toepassing is? Kan je er bijv. ook data uithalen over het inkomen van mensen op wijkniveau?	Uitwerken speelruimtevisie (waarbij de relatie wordt gelegd tussen spelen/vermaken, behoefte (aantal kinderen/jongeren), aanwezig of te realiseren groen, routing, woonomgeving en gezondheid	?
Bewonersinformatie: koop, huur, leefrijd, huishoudsamenstelling, gezondheids- en welzijnsinformatie	Waardevolle bomen; (archeologische) monumenten en waardevolle bebouwing; milieuzones; milieuzonering rondom Pavijen waarbij een nieuwe kaartlaag gegenereerd wordt als een pand wel/niet meedoet; zones externe veiligheid aandachtsgebieden; locatie kabels en leidingen; grondscoort/bodemgesteldheid etc	Met name eigenaren en gebruikers	geen idee	Zie 3.	Bevolkingsopbouw (0-4, 6-12, 12-18), speelplekken, jongerenplekken, voorzieningen (scholen, sport, winkelcentra), groen (onderverdeelt in verschillende typen), langzaam verkeerroutes, brede trottoirs, water, zitvoorzieningen, hondenroutes/hondenveldjes	?
ja	ja	ja			ja	
	ja				ja	
			geen idee		goede, gebruiksvriendelijke legenda/handleiding	geen idee
ja	ja				ja	
	ja				ja	
	ja				ja	
					ja	
					ook inzicht in bevolkingsopbouw, opleidingsniveau en evt welbevinden	geen idee
ja	ja	ja			ja	
					ja	
	exporteren naar het omgevingsplan als werkingsgebied en andersom				exporteren als microstation-file en voor illustrator (waarbij in de programma's de kaartlagen in tact blijven)	geen idee
	Denk na over de relatie met het omgevingsplan en de bestaande GisViewer. Een 3 <sup>e</sup> tool erbij is niet handig, maar integreer het. Anders ook dubbellingen in informatie. Denk ook aan een handleiding voor de viewer en iemand die eigenaar hiervan is en zorg draagt voor actualisatie informatie.		nee	Bovenstaande bij 5. is voor mijn functie n.v.t.	Maak het vooral gebruiksvriendelijk	Geen idee, het zegt me allemaal nog niets.

11	12	13	14	15	16	17
evenementencoördinator	projectleider Stedelijke Vernieuwing	Beleidsadviseur Wonen	Coord- vastgoed	Wmo consulent	leidinggevende	communicatie medewerker
Veiligheid	Projecten Regie en Ruimte	Ontwikkeling	Vastgoed	Wmo	MT	Advies
Nee	Ja	Ja	Nee	Van naam	nee	nee
Net zoiets al Gisviewer	Dat is op een stukje kaart klik en dan er dan een voor dat gebied een specifieke atlas wordt gemaakt die ik aan medewerkers van het betreffende project kn geven. Zowel intern als extern.	Mooie vulling van de kast, maar weinig praktisch	Nog een Beeld	Dat je alle informatie over de stad en inwoners die nu in allerlei andere systemen zit via 1 ingang kunt terugvinden.	geen idee....	Heb ik niet
vergunningverlening	Al mijn projecten	Alle	Kan ik nog niet over oordelen	Omgevingsinformatie tbv onze cliënten, bv. ivm gehandicaptenparkeerplaats, toegankelijkheid vanwege scootmobiel of rolstoel e.d.	geen idee....	Achtergrond info bij verhalen uit de stad en als beeldmateriaal bij artikelen
Eigenaar, ligging.	In eerste instantie aan alles wat beschikbaar is dan kan in een later stadium worden besloten wat relevant is.	Sowieso alle die momenteel ook in de analoge versie zitten	Geen! In zover wij gebruiken nu GISkit	Hoe ziet buitenruimte rondom woningen er uit	sorry, geen idee.... ik heb te weinig inzicht in de omgevingswet om te weten wat het voor mij en mijn team betekent	Weet ik niet
ja	ja	ja	ja	ja	1	0
ja	ja	ja	ja	ja	1	1
	printen specifieke lagen	Vergelijken met andere jaren/data			0	0
	ja	ja	ja		1	0
	ja	ja	ja		1	1
ja		ja	ja		0	0
	ja	ja	ja	ja	0	1
					0	0
	ja	ja	ja	ja	1	1
	ja	ja	ja		1	1
	microstation / autocad op coördinaten				0	0
Gisviewer werkt voor mij prima. Heeft alles (en meer) wat ik nodig heb. Dus wat mij betreft hebben we dit al. Meer info bij Gerrit Godschalk bvowb	nee	Des te gebruiksvriendelijker en actueler de atlas is des te meer hij gebruikt zal worden.	nog niet	Nee, in mijn huidige functie veel minder dan in mijn vorige functie	nee	geen

18	19	20	21	22	23	24
Consulent Schuldhulpverlening	beleidsadviseur		Beleidsadviseur	Teamleider	Beleidsadviseur Maatschappelijke Opgaven	Adviseur Ruimtelijke Ontwikkeling
FOI	maatschappelijke opgaven		Maatschappelijke Opgaven	Burgerzaken, Klantcontact en Ondersteuning	Maatschappelijke Opgaven	Projecten en regie ruimte
nee	nee	Nee, niet bekend.	Ja	Nee	Nee	Ik heb er uiteraard wel van gehoord maar ken de analoge stadatlas en de precieze inhoud daarvan niet
Heel breed allerlei gegevens bijvoorbeeld over samenstelling van de bodem, natuurgebieden, misschien ook wel leeftijdsopbouw bevolking in een bepaalde wijk, of inkomens bevolking bepaalde wijk	Manier om alle informatie te ontsluiten waar we in Culemborg mee bezig zijn, er zijn allerlei monitors. Het zou mooi zijn als we die op 1 plek kunnen verzamelen.	Omdat ik er nog nooit mee gewerkt heb, heb ik niet zo'n beeld van. Behalve dat je op een systematische logische manier iets kunt opzoeken wat je nodig hebt	Een soort site met allerlei logische onderverdelingen. Enerzijds ruimtelijk/fysiek: over bodemsamenstelling, water (boven- en ondergronds), over huidige gebruik van de ruimte, over wat er bestemmingsplantechnisch kan/mag. Anderzijds sociaal: gegevens over je bevolking (opleiding, inkomen, armoede, bijstand, zorg, leeftijdsopbouw, etc.), voorzieningen, etc.	Digitaal ruimtelijk inzicht in de stad, de wijken, de straten en de openbare ruimte in Culemborg	-	Mijn beeld van een digitale atlas is dat je door middel van een eenvoudige klik op een digitale stadatlas van Culemborg alle relevante informatie te weten komt over een object of een specifieke locatie binnen de gemeente Culemborg.
Nog geen idee. Misschien vindplaats gericht werken in de toekomst op basis van data? Maar kan mij voorstellen dat dat privacy technisch nog een dingetje zou zijn	Naslagwerk en integrale informatie	Heb ik geen beeld van.	Voor beleid in het sociaal domein, onderwijs. Bij de planning van nieuwe voorzieningen	Onduidelijk voor mij.	Inzichtelijk maken sociale kaart	Voor alle RO-gerelateerde zaken.
Dat weet ik niet, weet niet wat er in staat. En zie hier boven	Samenstelling bevolking/actuele uitvoering projecten	Kan ik niet zeggen omdat ik het niet ken.	Zeer geïnteresseerd in bevolkingsgegevens zoals eerder beschreven	Een overzicht van de stemlocaties in Culemborg	Inzichtelijk maken welzijnslocaties, maatschappelijke partners, scholen, leerpunten, jeugdhulp/wmo locaties, speeltuinen, vrijwilligerspunten/organisaties, sociaal wijkteam, sportlocaties	Alle relevante informatie die een up to date beeld geeft van de actuele status van een object of locatie binnen de gemeente Culemborg.
0	1	1	0	0	1	1
0	1	1	1	1	1	1
Moelijk te bedenken als ik er nog niet zo'n zicht op heb	sociaal economische gegevens oproepen	0	0	0	0	relevante bestemmingsplaninformatie
0	0	0	1	0	0	1
0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	1	0	0	1
?	ruimtelijke en sociaal-economische gegevens verbinden	0	0	0	0	relevante bestemmingsplaninformatie
0	0	1	1	0	1	1
0	0	0	0	0	1	1
?	0	0	0	0	0	relevante bestemmingsplaninformatie
nee	Met de nieuwe methode van beleids maken "Sturen op effecten" beschrijven we steeds meer effectend ie we willen bereiken. Het zou mooi zijn als die een plekje in de atlas kunnen krijgen, een kaart van de toekomst? Misschien kunnen we de stadsvisie daar ook wel in verwerken.		De kunst is de atlas actueel te houden en er actieve sessies over te houden		Ik merk dat bij onze maatschappelijke partners een behoefte ligt rondom om een 'sociale kaart'. Daarnaast zou kaart met fysieke voorzieningen zoals hierboven genoemd handig zijn voor inwoners met hulpvragen. Bijvoorbeeld voor statushouders (die vaak onbekend zijn in ons stad en de taal niet spreken) en laaggeletterden	Het moet een digitale stadatlas zijn of worden die makkelijk toe te passen en te gebruiken is, alle relevante informatie over een specifieke locatie in een duidelijk overzicht laat zien en die multifunctioneel toepasbaar is in het dagelijks werk op het gebied van RO en projecten.

25	26	27
projectleider Stedelijke ontwikkeling	Programmaregisseur	Administratieve ondersteuning SHV
Projecten en Ruimte	Directie	Schuldhulpverlening
Ja	ja	nee
Informatie dat steeds te actualiseren en aan te passen is. Goed en direct bruikbaar	Een digitale set kaarten (die op elkaar te leggen zijn) en waarin (bij voorkeur zo veel mogelijk) data terug te vinden is die gekoppeld is aan de plek / locatie. Ik denk daarbij natuurlijk aan bodem, groenstructuur archeologie, historische ontwikkeling, huidige bebouwing, maar ook luchtkwaliteit, projecten in onderzoek en uitvoering. Daarnaast zou het nog veel waardevoller zijn als er ook informatie over bevolkingssamenstelling, leeftijdsopbouw, sociale samenhang, economische situatie, veiligheidscijfers, onderwijs, etc. per wijk / buurt inzichtelijk zou kunnen zijn. Uiteindelijk zou ik op dezelfde kaart misschien ook nog wel riolering en kabels en leidingen en zo willen kunnen zien, maar dat is weer een stap verder. Wat mij betreft is de atlas bedoeld om te raadplegen, en informatie bij elkaar te brengen, die uit verschillende systemen en informatiebronnen gedestilleerd kan worden. Dat zou voor ons als gebruikers, maar ook voor mensen die ergens iets willen realiseren, heel waardevol zijn. Daarbij is het wel de vraag of alle informatie voor iedereen inzichtelijk moet zijn (bij voorkeur zoveel mogelijk wel), maar dat is uitwerking	geen idee
Bij alle stedelijke ontwikkelingen	Voortraject van stedelijke ontwikkelingsprojecten, met name in de projectdefinitie, maar ik kan me voorstellen dat het ook nog bij de uitwerking interessant kan zijn. Dat zelfde geldt voor de ontwikkeling van energie-projecten, herstructurering, maar ook voor kleinere initiatieven in een buurt of wijk. Ook voor onze eigen organisatie zou het interessant kunnen zijn, door inzichtelijk te maken wat we allemaal doen / gedaan hebben in een bepaalde periode.	geen idee
Aan alle gegevens die de kaders kunnen schetsen, waarbinnen ontwikkelingen kunnen plaatsvinden	Zie boven (vraag 2). Ik heb zelf vooral behoefte aan de integrale informatie – dus juist de combinatie van informatiebronnen – fysiek en sociaal – het totaalbeeld van een wijk of buurt, en de verschillen tussen buurten en wijken.	geen idee
1	1	0
1	1	0
0	0	geen idee
1	1	0
0	0	0
1	1	0
1	1	0
0	0	geen idee
1	1	0
1	1	0
als ondergrond gebruiken, bijvoorbeeld een stedenbouwkundig plan of verbeelding van een bestemmingsplan erop kunnen plaatsen	0	geen idee
Aandacht voor het beheer en het actueel houden van de stadsatlas		nee

# IV

## BIJLAGE: RAPPORT UITWERKING PRAKTIJKCASUSSEN



# DIGITALE STADSATLAS CULEMBORG

Een digitaliseringslag om ondersteuning te bieden  
bij ruimtelijke vraagstukken

Hugo Ekkel, Jelle van Goinga, Luc Hanssen

# DIGITALE STADSATLAS CULEMBORG

Een digitaliseringslag om ondersteuning te bieden bij  
ruimtelijke vraagstukken

<b>Auteurs:</b>	Hugo Ekkel Jelle van Goinga Luc Hanssen
<b>Opleiding:</b>	Land- en Watermanagement
<b>Minor:</b>	Ruimtelijke Informatie Techniek
<b>Opdrachtgever:</b>	Gemeente Culemborg
<b>Projectbegeleiders:</b>	Corinne Koot en Daniel Rits, Witteveen+Bos Martin Colee, Royal HaskoningDHV Haydar Hussin, Hogeschool Van Hall Larenstein
<b>Datum:</b>	27-01-2021
<b>Versie:</b>	1

## Inhoudsopgave

<b>Voorwoord</b> .....	<b>5</b>
<b>1. Inleiding</b> .....	<b>6</b>
<b>2. Onderzoeksmethodiek en -gebied</b> .....	<b>8</b>
2.1 <i>Onderzoeksmethode</i> .....	8
2.2 <i>Gebiedsbeschrijving</i> .....	9
2.2.1 <i>Wijkomschrijving</i> .....	9
2.2.2 <i>Bodem</i> .....	11
2.2.3 <i>Zandbanen</i> .....	12
2.2.4 <i>Bodemverontreinigingen</i> .....	13
<b>Deel A: Energietransitie voorkoop</b> .....	<b>14</b>
3. <i>Warmtebronnen</i> .....	14
3.1 <i>Biomassa</i> .....	15
3.1.1 <i>Voor- en nadelen</i> .....	15
3.2 <i>Aquathermie</i> .....	16
3.2.1 <i>Thermische Energie uit Oppervlaktewater (TEO)</i> .....	16
3.2.2 <i>Thermische Energie uit Afvalwater (TEA)</i> .....	17
3.2.3 <i>Thermische Energie uit Drinkwater (TED)</i> .....	17
3.2.4 <i>Voor- en nadelen</i> .....	17
3.3 <i>Geothermie</i> .....	18
3.3.1 <i>Aardwarmte</i> .....	18
3.3.2 <i>Toepassing</i> .....	18
3.3.3 <i>Voor- en nadelen</i> .....	18
3.4 <i>Bodemenergie</i> .....	19
3.4.1 <i>Open systeem</i> .....	19
3.4.2 <i>Gesloten systeem</i> .....	19
3.4.3 <i>Toepassing</i> .....	21
3.4.4 <i>Voor- en nadelen</i> .....	21
4. <i>Potentie voor duurzame warmtebronnen in Voorkoop</i> .....	22
4.1 <i>Geologische opbouw</i> .....	22
4.2 <i>Grondwater</i> .....	25
4.3 <i>Oppervlaktewater</i> .....	26
4.4 <i>Energie label</i> .....	27
5. <i>Ondergronds ruimtebeslag Voorkoop</i> .....	28
5.1 <i>Huidige ondergrondse infrastructuur</i> .....	28
5.1.1 <i>Kabels en leidingen</i> .....	28
5.1.2 <i>Riolering</i> .....	30
5.2 <i>Overige ondergrondse ruimtebeslagen</i> .....	31
5.3 <i>Overzicht ondergrondse belemmeringen</i> .....	32
5.4 <i>Waterwingebied</i> .....	33
6. <i>Conclusie en aanbeveling deel A</i> .....	34
<b>Deel B: Klimaatadaptatie Terweijde</b> .....	<b>35</b>
7. <i>Relatie bodem en beplanting</i> .....	37
8. <i>Relatie groenstructuur en wateroverlast</i> .....	38



9. Relatie waterberging Terweijde Zuid en de bodem .....	40
10. Suggesties voor vermindering wateroverlast in Terweijde .....	42
11. Conclusie en aanbeveling deel B .....	45
<b>Bibliografie .....</b>	<b>46</b>
<b>Bijlage 1 Boorprofielen .....</b>	<b>49</b>
<b>Bijlage 2 T=90 wateroverlast .....</b>	<b>53</b>
<b>Bijlage 3 Grondwater Isohypsenkaart .....</b>	<b>54</b>
<b>Bijlage 4 Potentiekaart Aquathermie oppervlaktewater .....</b>	<b>55</b>
<b>Bijlage 5 oppervlaktewater Voorkoop .....</b>	<b>56</b>
<b>Bijlage 6 Energielabel woningen voorkoop .....</b>	<b>57</b>
<b>Bijlage 7 Overzicht KLIC-melding en riool .....</b>	<b>58</b>
<b>Bijlage 8 Kabels en leidingen 50 cm buffer .....</b>	<b>59</b>
<b>Bijlage 9 Rioleringsstelsel wijk Voorkoop .....</b>	<b>60</b>
<b>Bijlage 10 Overzicht ondergrondse containers Voorkoop .....</b>	<b>61</b>
<b>Bijlage 11 Waterwingebied Vitens .....</b>	<b>62</b>
<b>Bijlage 12 Chopinplein .....</b>	<b>63</b>
<b>Bijlage 13 Groenvoorziening Terweide .....</b>	<b>64</b>
<b>Bijlage 14 Wateroverlast in Terweijde in relatie tot groen .....</b>	<b>65</b>
<b>Bijlage 15 Situatie Chopinplein wateroverlast .....</b>	<b>66</b>
<b>Bijlage 16 Particulieren verhardingsgraad rondom het Chopinplein .....</b>	<b>67</b>
<b>Bijlage 17 Maaiveldhoogtes waterberging Terweijde Zuid .....</b>	<b>68</b>
<b>Bijlage 18 Overzicht locaties .....</b>	<b>69</b>
<b>Bijlage 19 overzicht Terweijde en Voorkoop .....</b>	<b>70</b>
<b>Bijlage 20 Grondsoortkaart .....</b>	<b>71</b>
<b>Bijlage 21 Zandbanen kaart .....</b>	<b>72</b>
<b>Bijlage 22 Dikte formatie kreftenheye, tweede zandige eenheid .....</b>	<b>73</b>
<b>Bijlage 23 Dikte formatie kreftenheye, derde zandige eenheid .....</b>	<b>74</b>
<b>Bijlage 24 Dikte formatie Sterksel, eerste zandige eenheid .....</b>	<b>75</b>

**Bijlage 25 Dikte formatie Peize en van Waalre, tweede zandige eenheid ..... 76**

**Bijlage 26 Overzicht data Digitale Stadsatlas..... 77**

## Voorwoord

Voor u ligt het onderzoeksrapport “Digitale stadsatlas Culemborg, Een digitaliseringslag om ondersteuning te bieden bij ruimtelijke vraagstukken.” Dit rapport is opgebouwd uit twee delen. In deel A wordt er naar ruimtelijke mogelijkheden gekeken voor een warmtenet, in de wijk Voorkoop. Deel B betreft de wateroverlast in de wijk Terweijde, gericht rondom het Chopinplein. Dit rapport is geschreven in opdracht van de gemeente Culemborg in samenwerking met Witteveen+Bos en Royal HaskoningDHV. Dit rapport is opgesteld door drie studenten van de Hogeschool Van Hall Larenstein in het kader van de minor Ruimtelijke Informatie Technologie.

Wij hopen met dit onderzoeksrapport inzicht te verlenen voor de meerwaarde van een digitale stadsatlas.

Nb.

Middels de volgende link kan de storymap presentatie bekeken worden welke een digitale samenvatting geeft van onderstaand rapport.

<https://arcg.is/OL5DT0>

## 1. Inleiding

De gemeente Culemborg heeft een programma opgesteld om te komen tot de invoering van de Omgevingswet. Deze is vastgelegd in de nota 'aan de slag met de Omgevingswet - spelen met ruimte'. Voor de uitvoering van het programma, wat onder andere moet leiden tot een Omgevingsvisie, is het essentieel dat beschikbare informatie over Culemborg optimaal wordt ingezet. Daarvoor is deze informatie verzameld en zoveel mogelijk in kaart gebracht in de Stadsatlas Culemborg. De Stadsatlas is een verzameling kaarten en afbeeldingen van uiteengaande onderwerpen, welke zijn opgedeeld in 3 allianties: de natuurlijke alliantie (met kaarten over o.a. bodemopbouw, grondwater, natuur en groen), de alliantie mens en maatschappij (met kaarten over o.a. leeftijdsopbouw, etniciteit en gezondheid) en de alliantie bebouwing en netwerken (met kaarten over o.a. woningen, voorzieningen, milieu en energie). Doordat de atlas nog analoog is, is deze niet direct toepasbaar in de praktijk. In huidige projecten wordt veel gebruikt gemaakt van kaarten om ideeën en ontwerpen duidelijk te visualiseren. Er is daarom behoefte om de atlas te digitaliseren.

Het doel van dit project is tweedelig. Het eerste is het (deels) digitaliseren van de Stadsatlas. Dit wordt gedaan om in de toekomst ondersteuning te kunnen bieden aan de gemeente. De geleverde kaarten/lagen kunnen helpen met het beantwoorden van ruimtelijke vraagstukken. De focus bij deze digitalisering ligt op kaartmateriaal dat gerelateerd is aan het bodem- en watersysteem. Dit is enerzijds ingegeven vanuit het gedachtegoed dat het natuurlijke systeem de basis is voor alle mogelijkheden/ontwikkelingen, en anderzijds is dit ingegeven doordat het project vanuit het Uitvoeringsprogramma Bodem en Ondergrond wordt gefinancierd.

Het tweede doel is om de ontwikkelde kaarten toe te passen in een tweetal casussen, om te toetsen of en hoe deze in de praktijk gebruikt kunnen worden bij ruimtelijke ontwikkelingen/vraagstukken. De casussen betreffen de energietransitie in de wijk Voorkoop en klimaatadaptatie in de wijk Terweijde. De wijk Voorkoop was opgegeven als pilotwijk om van het gas af te stappen. Echter is de wijk niet aangewezen als proeftuin van Nederland. Desalniettemin vindt de gemeente Culemborg dit een interessante casus om mee aan de slag te gaan. De overstap naar een duurzame energiebron zal op ten duur op het programma komen. Daarom is het goed vroegtijdig een casus wijk aan te wijzen om ervaring op te doen. Hierin zullen zich problemen opdoen. De oplossingen zullen in de toekomst helpen met een soepelere overgang naar een duurzame energiebron.

De andere casus in dit project is een stap naar een klimaatbestendig Terweijde. In kader van het Deltaprogramma Ruimtelijke Adaptatie (DPRA) heeft de gemeente Culemborg stresstesten laten uitvoeren door Royal HaskoningDHV. DPRA is een landelijk programma dat de aanpak van wateroverlast, hittestress, droogte en de gevolgen van overstromingen versnelt en intensiveert. De rivier de Lek heeft een grote invloed gehad op de bodemopbouw. Deze complexe bodem zorgt voor uitdagingen omtrent de aanpak van wateroverlast. Dit is tevens een ruimtelijk vraagstuk waarbij een digitale Stadsatlas ondersteuning kan bieden.

Het rapport is opgebouwd uit twee delen met een gezamenlijke beschrijving van de onderzoeksmethodiek (zie hoofdstuk 2). Deel A gaat over de energietransitie in de wijk Voorkoop en deel B over klimaatadaptatie in de wijk Terweijde.

Dit onderzoek is opgebouwd uit twee delen vanwege de twee hoofdvragen. Hieronder zijn de hoofdvragen weergegeven met de bijbehorende deelvragen:

- De hoofdvraag voor het onderwerp energietransitie (deel A) is “wat zijn de kansen en de belemmeringen van de ondergrond in relatie tot de energietransitie in de wijk Voorkoop? “
  - *Deelvraag 1: Welke potentiële warmtebronnen zou de wijk Voorkoop kunnen gebruiken? (zie hoofdstuk 3)*
  - *Deelvraag 2: Wat is de potentie van de ondergrond, en welke warmtebron past daar het beste bij? (zie hoofdstuk 4)*
  - *Deelvraag 3: Welke ruimte is beschikbaar in de ondergrond? (zie hoofdstuk 5)*
  
- De hoofdvraag voor het onderwerp klimaat (deel B) is “In hoeverre kan de wateroverlast beperkt worden in de wijk Terweijde door aanpassingen aan de groenstructuur? ”
  - *Deelvraag 1: is er een relatie tussen de bodem en het type beplanting? (zie hoofdstuk 7)*
  - *Deelvraag 2: Is er een relatie tussen de wateroverlastlocaties en de groenstructuur? (zie hoofdstuk 8)*
  - *Deelvraag 3: Welke oplossingen zijn er om in Terweijde water te kunnen bergen? (zie hoofdstuk 10)*

## 2. Onderzoeksmethodiek en -gebied

Dit hoofdstuk is geschreven als toelichting op het onderzoek en voor de beschrijving van de onderzoeksgebieden. In de onderzoeksmethode wordt benoemd hoe de hoofd- en deelvragen beantwoord zijn. Daarnaast worden de beide onderzoeksgebieden kort beschreven.

### 2.1 Onderzoeksmethode

De methode is beschreven aan de hand van drie onderdelen: de digitalisering van de Stadsatlas, de energietransitie van Voorkoop en de klimaatadaptatie in Terweijde.

#### **Digitalisering kaarten Bodem & Ondergrond**

De Stadsatlas dient als basis voor de te digitaliseren kaarten. Hieruit zijn alle kaarten die betrekking hebben tot de bodem en ondergrond als GIS-data beschikbaar gesteld. Deze kaartlagen zijn gemaakt met de gemeentegrens als kader. In bijlage 26 is een tabel opgenomen met de ontwikkelde kaartlagen.

#### **Energietransitie**

Ten aanzien van het energievraagstuk is - op basis van een literatuurstudie - als eerste een uiteenzetting gemaakt van mogelijk warmtebronnen die in de wijk Voorkoop zouden kunnen worden toegepast. Hierbij is een beknopte beschrijving van de achterliggende techniek gegeven, alsmede een overzicht met de voor- en nadelen, per techniek. Op basis van deze achterliggende informatie is bepaald welke ondergrondinformatie relevant is om digitaal in kaart te brengen.

De hoofdvraag is beantwoord aan de hand van een of meerdere potentiekaarten waarin de belemmerende locaties voor een warmtenet zijn opgenomen. Om de potentie van de ondergrond in kaart te brengen zijn de volgende kaartlagen verwerkt: bodemverontreiniging, grondsoort, grondwaterstromingen en geologische opbouw. De belemmeringen die in dit onderzoek worden uitgezocht zijn: huidige ondergrondse infrastructuur, bomen en groenstructuur, overige ondergronds ruimtebeslag en particuliere percelen.

De eisen rondom de aanleg van nieuwe leidingen zijn onderzocht aan de hand van bureaustudie. Hieruit zijn afstanden opgesomd die aangeven hoe ver de nieuwe leidingen van de huidige moeten komen te liggen.

#### **Klimaatadaptatie**

Voor de casus klimaatadaptatie zijn kaarten opgevraagd bij de gemeente en Royal HaskoningDHV. Deze kaarten hebben betrekking tot wateroverlast, grondwater, bodem en beplanting (groenstructuur).

Vanuit de verzamelde geo-data zijn er analyses uitgevoerd. De analyses zijn:

- Relaties tussen maaiveldhoogtes, wateroverlast en de groenstructuur achterhalen.
- Het vaststellen van potentiële waterberging locaties.

Uit deze analyses zijn verschillende oplossingen aangedragen om water te kunnen bergen in de wijk Terweijde. Deze oplossingen worden niet als technische uitwerking aangeboden.

## 2.2 Gebiedsbeschrijving

Deze paragraaf is geschreven om een globale indruk te creëren van de twee casus wijken. Eerst worden de twee wijken beschreven op basis van kerngetallen. Daarna wordt er in hoofdlijnen de bodemsituatie beschreven. De bodemsituatie wordt hier globaal beschreven omdat de wijken naast elkaar liggen en daardoor zal de ondergrond in de twee wijken grotendeels overeenkomen. Er is gekozen om de bodemkaart, zandbanen en bodemverontreiniging te beschrijven omdat zowel deel A als B naar de ondergrond wordt gekeken. De andere gebruikte data is casus gericht.

### 2.2.1 Wijkomschrijving

De reden waarom de gemeente Culemborg gekozen heeft voor de wijken Terweijde en Voorkoop hebben verschillende onderbouwingen. Terweijde is gekozen omdat uit klimaatstresstesten is gebleken dat er in 2050 kans is dat er wateroverlast zal plaatsvinden rondom het Chopinplein, in de wijk Terweijde. De gemeente zou graag oplossingen aangedragen krijgen voor dit probleem. Gewenst zijn oplossingen die voortkomen uit een geoptimaliseerde groenstructuur.

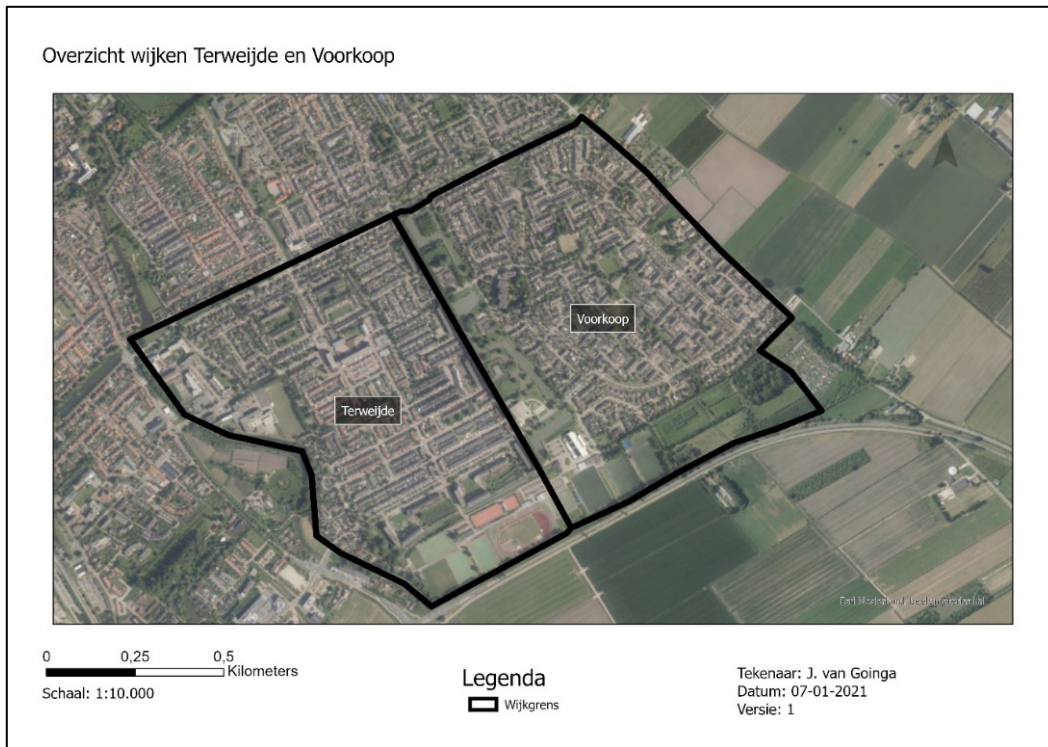
Vanuit de gedachte van het klimaatakkoord en het akkoord van Parijs is Nederland verplicht om in 2050 een reductie van 95% van de uitstoot van CO<sup>2</sup>. Dit kan onder andere door minder fossiele brandstoffen te gebruiken. De gemeente heeft in het jaar 2020 de wijk Voorkoop aangedragen als proeftuin van Nederland, om te experimenteren met het aardgasvrij maken van woonwijken. Bij goedkeuring zou er subsidie vrijkomen vanuit het rijk om dit te realiseren. Echter is Voorkoop uiteindelijk niet geselecteerd als proeftuin. De gemeente Culemborg heeft ervoor gekozen om toch door te gaan met de pilotwijk.

In tabel 1 zijn de eigenschappen van de wijken weergegeven. In figuur 1 zijn de locaties van wijken weergegeven.

#### Eigenschappen wijken

	Terweijde	Voorkoop
<b>Onderwerp</b>	Klimaatadaptatie	Energietransitie
<b>Oppervlakte</b>	67 ha	74 ha
<b>Aantal woningen</b>	1947	1468
<b>Kenmerken</b>	Voornamelijk woonhuizen Weinig groenvoorziening	Voornamelijk woonhuizen Relatief veel groenvoorziening
<b>Bouwjaar</b>	Voornamelijk 1970 - 1980	Voornamelijk 1980 - 1990

Tabel 1



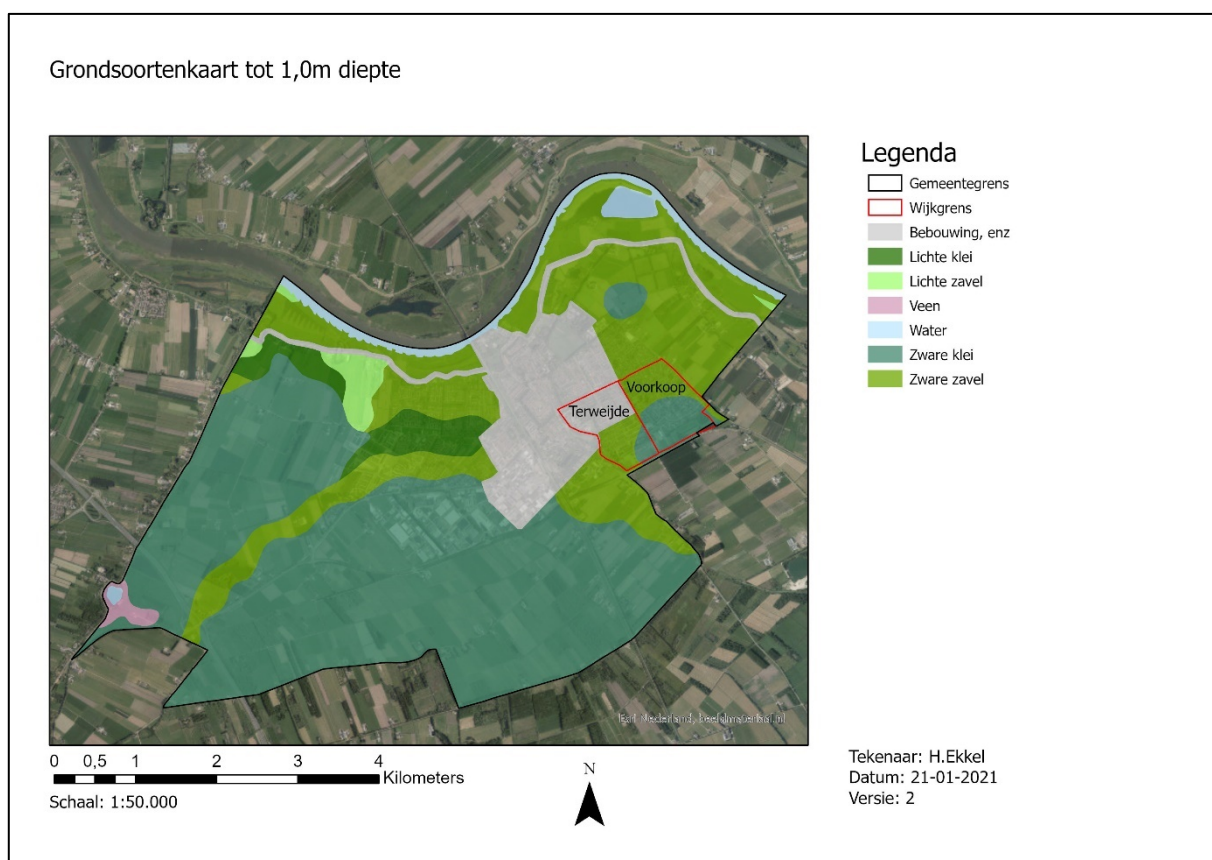
Figuur 1 Overzicht ligging wijken Terweijde en Voorkoop (bijlagen 19)



### 2.2.2 Bodem

Voordat de Nederlandse rivieren waren ingedijkt had een rivier de vrije loop. Over de eeuwen heen zijn er nieuwe rivierlopen ontstaan en oude dicht geslipt. Rivieren vervoeren sediment. Dit sediment is afkomstig van bovenstroomse rivierlopen. Verschillende typen sediment worden op verschillende plekken langs een rivier afgezet. Zand en grind wordt bijvoorbeeld afgezet in binnenbochten van een rivierloop. Wanneer een rivier buiten zijn oevers treedt verliest het water zijn stroomsnelheid. Waar water, buiten de oevers, langzaam stroomt of stilstaat wordt er klei afgezet. Opgeloste klei heeft een lichter gewicht dan opgelost zand. Dit is de reden dat de stroomsnelheid uit het water gehaald moet worden om de klei te laten neerslaan.

De bodemopbouw is rondom Culemborg sterk beïnvloed door de rivier de Lek. Er is veelal zware klei en zware zavel afgezet, zoals te zien is in figuur 2/ bijlage 20. Klei is over het algemeen rijk aan organische stof. Ook heeft klei over het algemeen een slechte doorlatendheid.

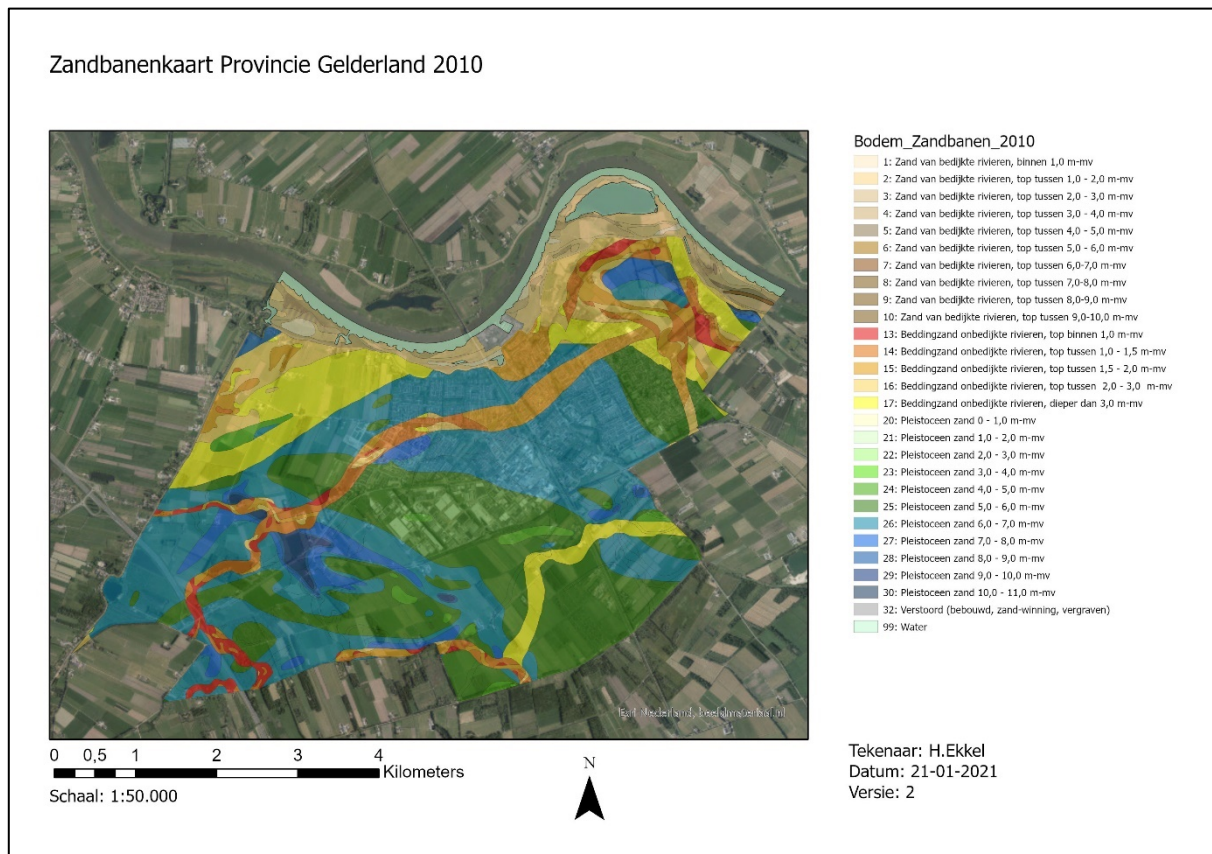


Figuur 2 grondsoortenkaart tot 1,0 m diepte Culemborg

### 2.2.3 Zandbanen

De Lek heeft veel invloed gehad op de ondergrond rondom Culemborg. In figuur 3/bijlage 21 zijn de zandbanen weergegeven, binnen de gemeentegrenzen.

In de wijk Terweijde ligt er een pleistocene zandlaag op ongeveer 6,0m -maaiveld. In Voorkoop is de ondergrond complexer. Hier ligt namelijk een zandbaan dicht aan het oppervlak. De zandbaan ligt op een diepte van ongeveer 1,5 – 2,0m -maaiveld. Dieper in de ondergrond bevindt zich een pleistocene zandlaag op ongeveer 5,0m diepte.



Figuur 3 zandbanenkaart Culemborg

## 2.2.4 Bodemverontreinigingen

In het verleden zijn er diverse (grond)water/ bodemonderzoeken gedaan in de wijken Terweijde en Voorkoop. Uit deze bodemonderzoeken zijn diverse verontreinigingen geconstateerd. Waar nodig zijn deze locaties gesaneerd.

Op het moment van schrijven zijn er geen verontreinigingen boven de Interventiewaarde bekend. In figuur 4 is een weergave van GeoWeb getoond met de huidige saneringslocaties.



Figuur 4 bodemverontreinigingen in de wijken Terweijde en Voorkoop (Geoweb Gelderland, 2020)

## Deel A: Energietransitie voorkoop

De wijk Voorkoop is gekozen door de gemeente Culemborg als pilotwijk om van het gas af te stappen. Uit vooronderzoek (E. technische oplossingen, J. de Rooij) is gebleken dat een warmtenet een reële optie is.

Om de geschiktheid beter in beeld te brengen voor een warmtenet wordt in deel A de volgende hoofdvraag beantwoord: *“Wat zijn de kansen en de belemmeringen van de ondergrond in relatie tot de energietransitie in de wijk voorkoop”*. Deze vraag wordt beantwoord aan de hand van de volgende deelvragen te beantwoorden:

- *Welke potentiële warmtebronnen zou de wijk Voorkoop kunnen gebruiken?* (zie hoofdstuk 3)
- *Wat is de potentie van de ondergrond, en welke warmtebron past daar het beste bij?* (zie hoofdstuk 4)
- *Welke ruimte is beschikbaar in de ondergrond?* (zie hoofdstuk 5)

In hoofdstuk 6 worden de conclusies en aanbevelingen op deel A gegeven en wordt de hoofdvraag voor het energietransitie vraagstuk in Voorkoop beantwoord.

### 3. Warmtebronnen

In dit hoofdstuk worden verschillende kansrijke warmtebronnen beschreven (tabel 2). Om inzicht te krijgen in de potentie van de ondergrond worden naast de werking ook de voor- en nadelen benoemd, per warmtebron. In tabel 3 zijn de voor- en nadelen samengevat.

Warmtebron	Opwekkingsmethode	Globale omschrijving
<b>Biomassa</b>	Verbranding van biomassa	Organisch materiaal (plantresten) wordt verbrand of vergist. De warmte die vrijkomt wordt afgevangen en toegepast als verwarming.
<b>Aquathermie</b>	Thermische energie uit oppervlaktewater (TEO)	Hierbij wordt het warmteverschil gebruikt in oppervlaktewater.
<b>Aquathermie</b>	Thermische energie uit afvalwater (TEA)	Met TEA wordt er met behulp van een warmtewisselaar warmte onttrokken uit afvalwater.
<b>Aquathermie</b>	Thermische energie uit drinkwater (TED)	TED werkt hetzelfde als TEA echter wordt hiervoor drinkwater gebruikt.
<b>Geothermie</b>	Aardwarmte	Bij aardwarmte wordt heet water opgepompt vanuit diepere aardlagen.
<b>Bodemenergie</b>	WKO en bodemwarmtewisselaars	Deze techniek maakt gebruik van de bodem om warmte en koude op te slaan en te onttrekken.

Tabel 2 samenvatting warmtebronnen

Warmtebron	Voordelen	Nadelen
<b>Biomassacentrale</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grote schaal toepasbaar;</li> <li>- Goed geschikt als tussenoplossing.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Vrijkomen fijnstof;</li> <li>- Netto hogere CO<sub>2</sub> uitstoot als andere warmtebronnen;</li> <li>- Biomassa moet geïmporteerd worden om grote centrales te laten draaien.</li> <li>- Productie biomassa neemt veel ruimte in beslag die niet voor andere doeleinden kan worden benut.</li> </ul>
<b>Aquathermie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lagere stroomnetbelasting dan individuele oplossingen;</li> <li>- Stabiele bron door stabiele bronhouders (overheden);</li> <li>- Zowel mogelijkheid tot koelen als verwarmen;</li> <li>- Aquathermie maakt gebruik van permanente bronnen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Voor optimale werking is goede woningisolatie nodig;</li> <li>- Drinkwatergebieden zijn uitgesloten;</li> <li>- Aquathermie heeft hogere kosten dan geothermie;</li> <li>- Riothermie een nieuwe, weinig toegepaste techniek.</li> </ul>
<b>Aardwarmte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Permanente warmtebron.</li> <li>- Rendabel in grote schaal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hoge realisatie kosten;</li> <li>- Niet eenvoudig toepasbaar op kleine schaal.</li> </ul>
<b>Bodemenergie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lager in kosten als aardwarmte.</li> <li>- Toepasbaar op kleinere schaal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Warmte en/of koude voorraad afhankelijk van bovengrondse energievraag.</li> <li>- Ondergronds ruimtebeslag</li> </ul>

Tabel 3 voor- en nadelen per warmtebron

### 3.1 Biomassa

Biomassa is de verzamelnaam voor planten(resten). Wanneer dit verbrand of vergist (biogas) wordt komt er warmte vrij. Dit kan gebruikt worden om gebouwen mee te verwarmen.

Biomassacentrales kennen de laatste tijd veel opspraak. Een van de meest besproken onderwerpen is de CO<sub>2</sub> uitstoot die vrijkomt bij de verbranding. Het weerwoord hierop is dat de vrijgekomen CO<sub>2</sub> weer opgenomen wordt door de (nieuw) geplante bomen. Dit is niet mogelijk bij de verbranding van fossiele brandstof wat biomassacentrales duurzamer maken. Voor biomassa als warmtebron zijn relatief grote oppervlakte land nodig om te beplanten, waardoor dit niet meer voor andere functies, zoals voedselproductie, kan worden gebruikt. Hierdoor worden biomassacentrales voornamelijk gezien als een tussenoplossing. Het netwerk wat aangelegd wordt om de warmte te distribueren kan bij nieuw ontwikkelde technieken opnieuw gebruikt worden. Hierbij dient vooraf wel rekening te worden gehouden met de warmtebron die nadien wordt gebruikt.

#### 3.1.1 Voor- en nadelen

Het voordeel van biomassacentrales is dat het al in grote schaal uitgevoerd kan worden. Binnen Nederland zijn er al diverse grote projecten uitgevoerd. Een ander voordeel is dat het als een tussenoplossing kan fungeren en daarmee ruimte biedt om andere duurzamere oplossingen nader uit te werken. De aangelegde aanvoer- en retourleidingen richting gebouwen kan bij andere warmtebronnen ook gebruikt worden.

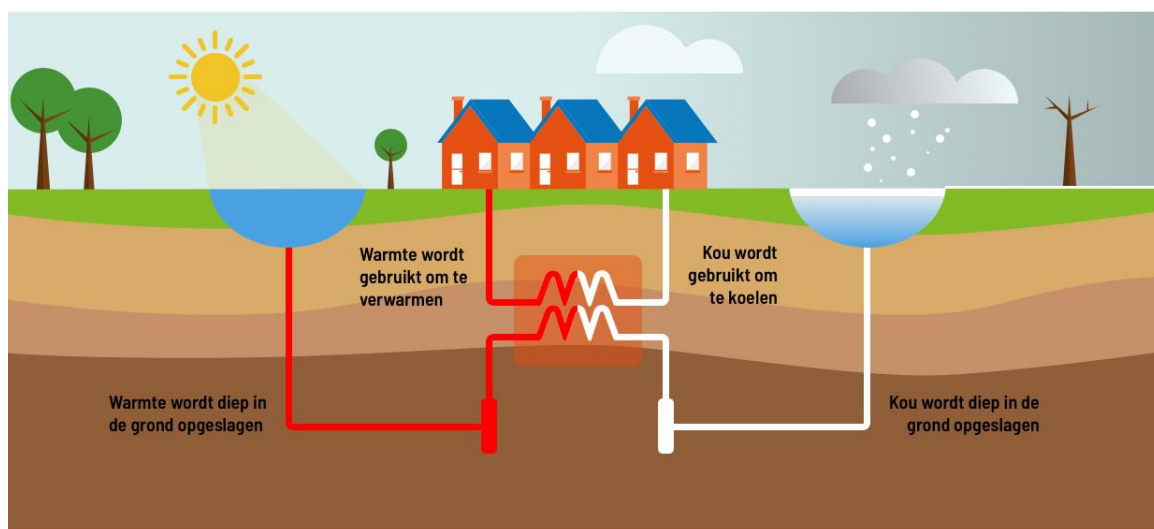
De nadelen van Biomassa hebben betrekking op de vraag in hoeverre het gebruik ook echt milieuvriendelijk is. Uit onderzoek van European Academies Science Advisory Council blijkt dat er netto meer CO<sub>2</sub> vrijkomt bij het verbranden van biomassa dan bij de verbranding van kolen of gas. Dit komt door de mindere maten van efficiëntie van biomassa. (Dongen & van Mersbergen, 2019). Grote centrales vragen een grote hoeveelheid biomassa. Om deze centrales te voeden is biomassa uit groenonderhoud niet genoeg. Het kappen van bossen en import van hout is noodzakelijk (Staver, 2018).

### 3.2 Aquathermie

Aquathermie werkt als een warmtewisselaar, maar dan met oppervlaktewater, afvalwater of drinkwater als medium. In onderstaande paragrafen is per techniek de werking beknopt uitgelegd. In water zit koude en warmte.

#### 3.2.1 Thermische Energie uit Oppervlaktewater (TEO)

Met deze techniek wordt er warmte of koude onttrokken uit oppervlaktewater (zie figuur 5). De temperatuur van water kan erg variëren als gevolg van seizoenfluctuaties. In de winter is oppervlaktewater ongeveer 7 graden, maar in de zomer kan het door de zon opwarmen tot 25 graden. Restwarmte die vanuit de industrie in een rivier terechtkomt heeft ook invloed op de watertemperatuur. Van dit verschil in temperatuur wordt gebruikgemaakt bij de verwarming of verkoeling van gebouwen. Bij deze vorm van aquathermie is een warmte-koude opslag (WKO) vaak noodzakelijk. In paragraaf 3.4 is de werking van een WKO uitgelegd.



Figuur 5 werking TEO (Het Zeeuws Energieakkoord, 2021)

#### Warmte- en koudeopslag

Een warmte- en koudeopslag (WKO) is een open bodemenergiesysteem. Een WKO slaat warmte of koude op in de bodem. Dit gebeurt bij open bodemenergiesystemen in een ondergrondse watervoerende laag (aquifer). Voor dit systeem zijn er twee bronnen nodig: een warme en koude bron.

In de winter wordt grondwater uit de warme bron gepompt ter verwarming. Doormiddel van een warmtepomp wordt de onttrokken warmte opgewaardeerd tot de gewenste temperatuur voor verwarming of tapwater. Het afgekoelde water wordt daarna geretourneerd in de koude bron. Zomers wordt het water uit de koude bron opgepompt en gebruikt als koeling. Het opgewarmde water wordt geretourneerd in de warme bron en hiermee is de cyclus gesloten (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2020).

### *3.2.2 Thermische Energie uit Afvalwater (TEA)*

Bij thermische energie uit afvalwater kan op huishoudelijk niveau warmte worden teruggewonnen met behulp van een warmtewisselaar. Denk hierbij bijvoorbeeld een douchewarmtewisselaar om de warmte terug te winnen. Een tak van TEA is Riothermie, waarbij uit rioolwater warmte wordt onttrokken. De warmte die wordt toegevoegd aan het water kan gedeeltelijk worden teruggewonnen door middel van een warmtewisselaar. Omdat de hoeveelheid warmte relatief laag is moet dit nog wel verhoogd worden middels een warmtepomp. Riothermie kan goed toegepast worden bij recent gebouwde huizen met een hoog isolatieniveau. Daarnaast moet de afstand tussen vraag en aanbod van energie niet te ver uit elkaar liggen om energieverlies te voorkomen.

### *3.2.3 Thermische Energie uit Drinkwater (TED)*

Het TED-systeem onttrekt de netto warmte uit het drinkwater of geeft de warmte eraan af. Dit gebeurt in de publieke infrastructuur voor drinkwaterleidingen. Het gekoelde of verwarmde drinkwater wordt vervolgens aan het net geleverd. Door een warmtewisselaar kan daarna de warmte of kou weer onttrokken worden. TED echter alleen rendabel voor grote afnemers.

### *3.2.4 Voor- en nadelen*

Aquathermie is een goed alternatief voor aardgas. Dit komt omdat systemen zoals aquathermie kunnen worden toegepast voor grotere schaal. Dit belast het stroomnet minder dan individuele oplossingen. Ook is water een betrouwbare warmtebron omdat de bronhouders hoofdzakelijk overheden zijn. Een ander voordeel is dat water een permanente bron is en de mogelijkheid biedt voor zowel verwarmen als koelen.

Een nadeel van Aquathermie is dat woningen voldoende geïsoleerd moeten zijn om het systeem optimaal te laten werken. Ook zijn drinkwaterwingebieden uitgesloten als locaties voor de toepassing van Aquathermie.

### 3.3 Geothermie

Geothermie is de wetenschappelijke naam voor aardwarmte. Aardwarmte wordt gewonnen op een diepte van 500 - 4.000m. Een andere methode om energie te winnen uit de aarde is bodemwarmte. Dit wordt gewonnen tot 500m diepte (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2020). Bij het Nationaal Geo Register zijn er potentiekaarten opgevraagd. Echter is op het moment van schrijven nog geen reactie ontvangen. Deze kaarten zijn derhalve niet toegevoegd in dit rapport. Uit de analyse voor potentiekaarten blijkt dat geothermie geen kansrijke optie voor de wijk Voorkoop in Culemborg.

#### 3.3.1 Aardwarmte

Bij aardwarmte wordt de warmte-uitstraling gebruikt afkomstig van de aardkern. Dit in tegenstelling tot bodemenergie waarbij de warmte vanuit gebouwen wordt opgeslagen in de bodem. In Nederland is de gemiddeld temperatuur net onder het maaiveld circa 10 °C en de stijging is gemiddeld 31°C/km diepte. Dit verschilt echter wel per locatie en is afhankelijk van de geologische opbouw ter plaatse.

Om de warmte uit de bodem te halen wordt het daar aanwezige warme zoute water opgepompt. Nadat de warmte onttrokken is wordt het afgekoelde water weer geretourneerd. Dit water wordt weer opgewarmd door de constante hitte uit de aardkern. Net als een WKO is dit een open systeem met minimaal twee putten, aanvoer en afvoer. (Stichting Platform Geothermie, 2020).

In Nederland ligt de gemiddelde jaarproductie per bron op circa 180.000 GJ (de warmtebehoefte van zo'n 5.000 (nieuwere) woningen). (Stichting Platform Geothermie, 2020). Het verschil is dat er geen koude uit de diepe ondergrond wordt onttrokken.

#### 3.3.2 Toepassing

In tabel 4 zijn de toepassingsaspecten van aardwarmte weergegeven.

Aardwarmte	
<b>Toepassingsvorm</b>	Alleen verwarmen
<b>Marksectoren</b>	Woningbouw, glastuinbouw, industrie
<b>Minimale schaalgrootte</b>	5.000 woningen

Tabel 4 (BodemenergieNL, 2020)

#### 3.3.3 Voor- en nadelen

Een groot voordeel van aardwarmte is de hoge gewonnen temperatuur. Door het hete water wat wordt opgepompt kan dit systeem gebruikt worden bij gebouwen met een mindere isolatie. Doordat er veel warmte wordt gewonnen kan aardwarmte worden toegepast op grote schaal. Een ander voordeel van aardwarmte is dat de warmte een permanente bron is. Bodemenergie is afhankelijk van de aan- en afvoer van warmte, naar de bodem. Nadelen van aardwarmte zijn de kosten en het feit dat het niet op kleine schaal toepasbaar is (niet rendabel).



### 3.4 Bodemenergie

Bodemenergie is een hernieuwbare energiebron die uit de bodem wordt gewonnen. Bodemenergie wordt op twee manieren gewonnen, met een open of gesloten systeem. In de volgende paragrafen worden de verschillen beschreven.

#### 3.4.1 Open systeem

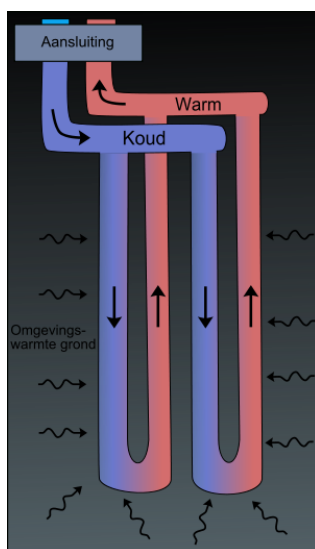
Met een open systeem wordt er warmte onttrokken uit grondwater. In de winter wordt bijvoorbeeld een gebouw verwarmd met warmte onttrokken uit het grondwater. Dit water wordt daarna teruggepompt. In de zomer wordt dit afgekoelde water gebruikt voor koeling. Deze techniek heet een Warmte- koudeopslag (WKO).

#### 3.4.2 Gesloten systeem

Het gesloten systeem is in feite een grote warmtewisselaar. Hierbij wordt er warmte onttrokken uit warmere grondlagen. Door deze buizen stroomt vloeistof die warmte opneemt van de bodem en bovengronds de warmte afgeeft aan een warmtepomp. Een bodemwarmtewisselaar (bww) is dus een manier van energieoverdracht van de warmte in de bodem naar de vloeistof in de buis. Na de afgifte van warmte zal het koelere water weer terug het systeem in stromen om weer warmte op te nemen. (Vree, 2020)

Een bww-systeem, kan zowel verticaal als horizontaal worden aangelegd. Verticale bww (sonde, figuur 6) beslaan een beperkt horizontaal oppervlak. Deze worden geboord tot een diepte van 20-50m of dieper. (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, 2017).

Horizontale systemen zijn eenvoudiger aan te leggen omdat de buizen op ongeveer 1,5m diepte komen te liggen. Echter is hier veel oppervlak voor nodig. (BodemenergieNL, 2020).



Figuur 6: Werking verticaal bww-systeem, bron: (Well Control BV, 2020)

**Warmte onttrekkingsvermogen per grondlaag**

Niet iedere ondergrond is even geschikt om warmte uit te onttrekken. In tabel 5 wordt zowel voor verticale als horizontale bww-systemen de richtlijnen weergegeven met betrekking tot het warmte onttrekkingsvermogen.

Ondergrond	Specifiek Warmte onttrekkingsvermogen* (Conform VDI 4640 blad 2)
<b>Algemene richtwaarden</b>	
Slechte ondergrond (droog sediment) (<1,5W/(m.K))	20 W/m
Normale ondergrond vast gesteente en met water verzadigd Sediment (1,5 < sed < 3,0 W/(m.K))	50 W/m
Vast gesteente met hoog warmtegeleidingsvermogen (>3,0 W/(m.K))	70 W/m
<b>Type gesteente</b>	
Kiezel, zand, droog	<20 W/m
Kiezel, zand, watervoerend	55-65 W/m
Klei, leem, vochtig	30-40 W/m
Kalksteen (massief)	45-60 W/m
Zandsteen	55-65 W/m
Zure stollingsgesteenten (bv. graniet)	55-70 W/m
Basische stollingsgesteenten (bv. basalt)	35-55 W/m
Gneis	60-70 W/m
<b>*(dubbele-U-buissonden; ca. 2.000 draaiuren)</b>	

Tabel 5: Richtwaarden onttrekkingsvermogens voor bodemwarmtesonden (BodemenergieNL, 2020)

Bij de woningbouw kunnen gesloten bronnen worden gebruikt. De methodiek voor het berekenen en dimensioneren van bronnen is beschreven in ISSO-publicatie 73. In tabel 6 zijn de richtwaarden weergegeven van het onttrekkingsvermogens voor horizontale bodemwarmtewisselaars.

Bodem	Onttrekkingsvermogen (Richtwaarden)
Droge zandgrond	10-15 W/m <sup>2</sup>
Natte zandgrond	15-20 W/m <sup>2</sup>
Droge leemgrond	20-25 W/m <sup>2</sup>
Natte leemgrond	25-30 W/m <sup>2</sup>
Grondwatervoerende grond	30-35 W/m <sup>2</sup>

Tabel 6: Richtwaarden onttrekkingsvermogen horizontale bodemwarmtewisselaars (BodemenergieNL, 2020)

### 3.4.3 Toepassing

Niet elk systeem is geschikt voor elke toepassing. In tabel 7 zijn de toepassingsaspecten per systeem weergegeven.

	Open systemen	Gesloten systemen
<b>Toepassingsvorm</b>	Koelen en/of verwarmen vaak met warmtepomp	Verwarmen en koelen met warmtepomp
<b>Marksectoren</b>	Utiliteitsbouw, glastuinbouw, woningbouw	Woningbouw, kleine utiliteitsbouw
<b>Minimale schaalgrootte</b>	Gebouw > 2.000 m <sup>2</sup> , 50 woningen, koelvermogen >100 kW	1 woning

Tabel 7 bron: toepassingsaspecten per systeem (BodemenergieNL, 2020)

### 3.4.4 Voor- en nadelen

Gesloten systemen zijn goed toepasbaar op individuele schaal, per woning. Open systemen kunnen beter op grotere schaal en bij hoogbouw worden aangesloten. Een aandachtspunt bij bodemenergie is dat het een relatief groot ondergronds ruimtebeslag inneemt en dat er zorgvuldig moet worden gekeken naar interferentie (negatieve beïnvloeding van systemen onderling).

#### 4. Potentie voor duurzame warmtebronnen in Voorkoop

In dit hoofdstuk wordt er een koppeling gemaakt tussen de ondergrond en de toepasbare warmtebronnen. Zoals in hoofdstuk 3 is benoemd wordt er voor TEO en een open bodemenergiesysteem gebruikt gemaakt van een WKO. Belangrijk voor een WKO is de geschiktheid van de ondergrond, met name de opslagcapaciteit van de watervoerende pakketten. Hoe groter het watervoerend pakket, hoe meer water er onttrokken en geretourneerd kan worden en hoe groter de opslag van koude en warmte kan zijn. Naast de opslagcapaciteit is ook de doorlatendheid van belang. Bij een kleine doorlatendheid zijn er meer bronnen nodig om water te onttrekken/retourneren. (Provincie Drenthe, 2013).

##### 4.1 Geologische opbouw

De effectiviteit van WKO-systemen is ook afhankelijk van de bodemgesteldheid. De bodemgesteldheid van de gemeente Culemborg is bepaald aan de hand van het Digitaal Geologisch Model (DGM), beschikbaar gesteld door TNO Geologische Dienst Nederland, aan de hand van DINOloket. Het DGM is een regionaal lagenmodel van de Nederlandse ondergrond tot een diepte van ongeveer 500 meter. De lagen worden op basis van verschillen in lithologie<sup>1</sup> en andere eigenschappen ingedeeld in lithostratigrafische eenheden<sup>2</sup>. Het DGM is een model van de opbouw en de samenhang (geometrie) van deze lithostratigrafische eenheden. (TNO Geologische Dienst Nederland, 2020).

Ook is het BRO REGIS II model gebruikt. In dit model zijn alle goed en slecht doorlatende lagen in kaart gebracht.

In tabel 8 zijn de voorkomende formaties benoemd en waaruit deze hoofdzakelijk zijn opgebouwd.

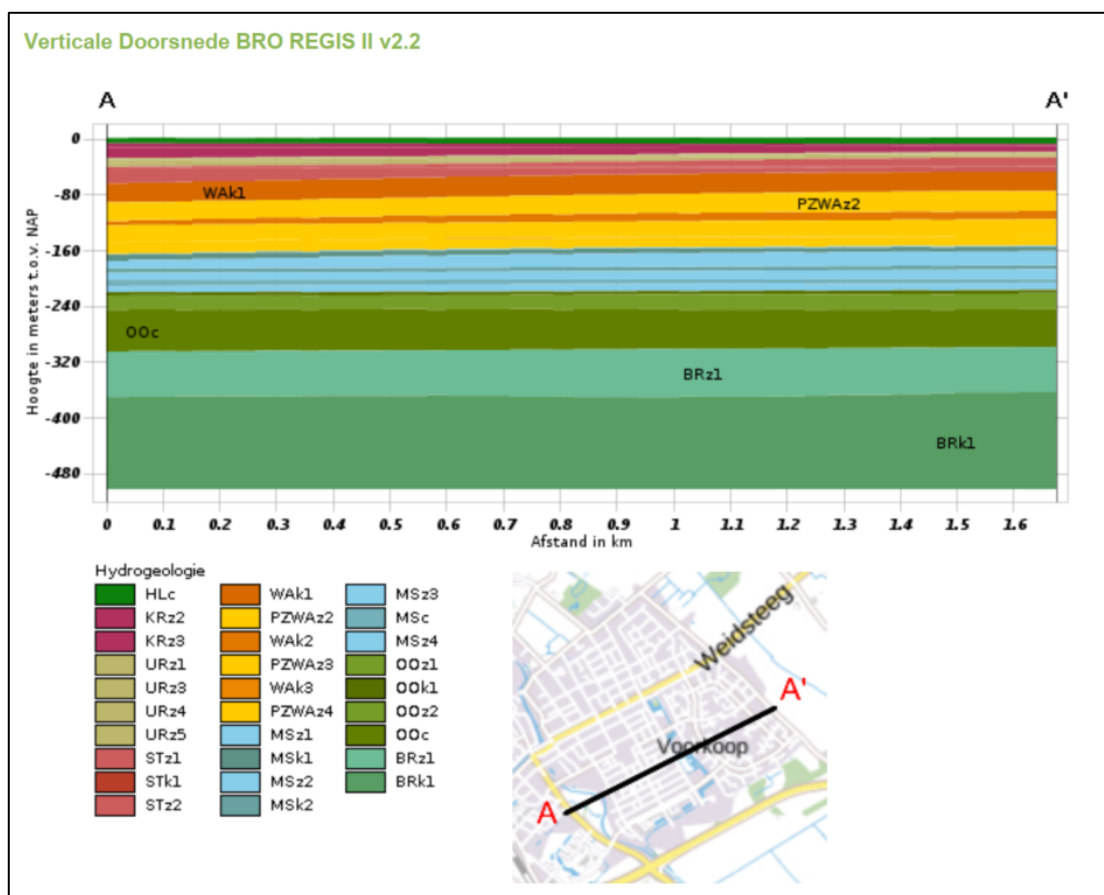
Formatie	Afkorting	Dominante lithologie
<b>Holocene afzetting</b>	HL	Zand, klei en veen.
<b>Formatie van Kreftenheye</b>	KR	Zand, grindhoudend en sporadisch klei/veen laagjes.
<b>Formatie van Urk</b>	UR	Zand, grindhoudend, kalkhoudend en plantenresten.
<b>Formatie van Sterksel</b>	ST	Zand, grindig en plaatselijke kleilagen.
<b>Formatie van Peize en van Waalre</b>	PZWA	Zand, grindig en plaatselijke kleilagen.
<b>Formatie van Maassluis</b>	MS	Zand, schelphoudend met kleilaagjes.
<b>Formatie van Oosterhout</b>	OO	Zand, lokaal kleiig en schelphoudend.
<b>Formatie van Breda</b>	BR	Matig fijn zand, siltig en klei.

Tabel 8 beschrijving formaties

<sup>1</sup> Kenmerken van het gesteente zoals korrelgrootte, (Naturalis, 2020).

<sup>2</sup> De beschrijving, correlatie en benoeming van gelaagde gesteenten op grond van de lithologie, (Naturalis, 2020).

In figuur 7 is de geologische opbouw schematisch weergegeven van de gemeente Culemborg.



Figuur 7 geologische opbouw (TNO Geologische Dienst Nederland, 2020)

In tabel 9 zijn de toevoegingen weergegeven die aangeven of een laag goed of slecht doorlatend is. Zandige eenheden zijn goed waterdoorlatend, kleiige eenheden niet. In figuur 7 zijn de donkere kleuren klei lagen en de lichte zijn zand.

Toevoeging	Betekenis
<b>c</b>	Complexe eenheid
<b>z1</b>	Eerste zandige eenheid
<b>z2</b>	Tweede zandige eenheid
<b>z3</b>	Derde zandige eenheid
<b>z4</b>	Vierde zandige eenheid
<b>z5</b>	Vijfde zandige eenheid
<b>k1</b>	Eerste kleiige eenheid
<b>k2</b>	Tweede kleiige eenheid

Tabel 9 betekenis afkortingen

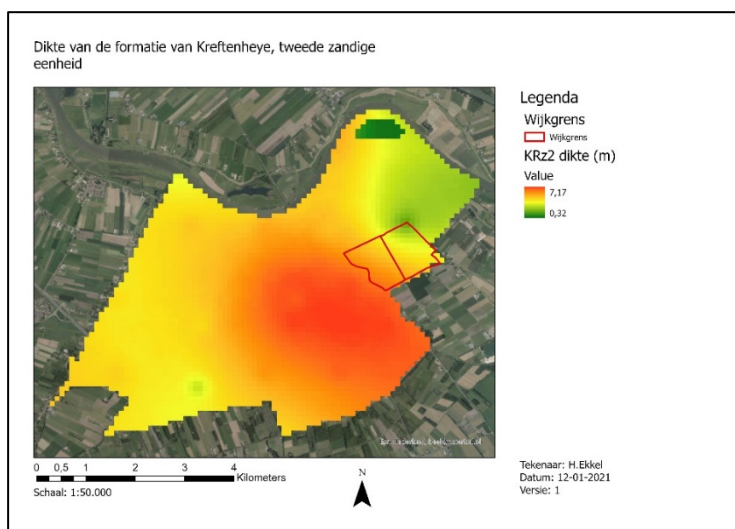
De toplaag in Culemborg bestaat uit klei en silt. Dieper in de ondergrond bestaat de bodem hoofdzakelijk uit zandlagen, afgescheiden door kleilagen. Zoals eerder in dit hoofdstuk is benoemd zijn grote watervoerende pakketten van belang om een WKO-systeem optimaal te laten werken.

Uit de gegevens komen vier potentiële pakketten voor een WKO naar voren (tabel 10):

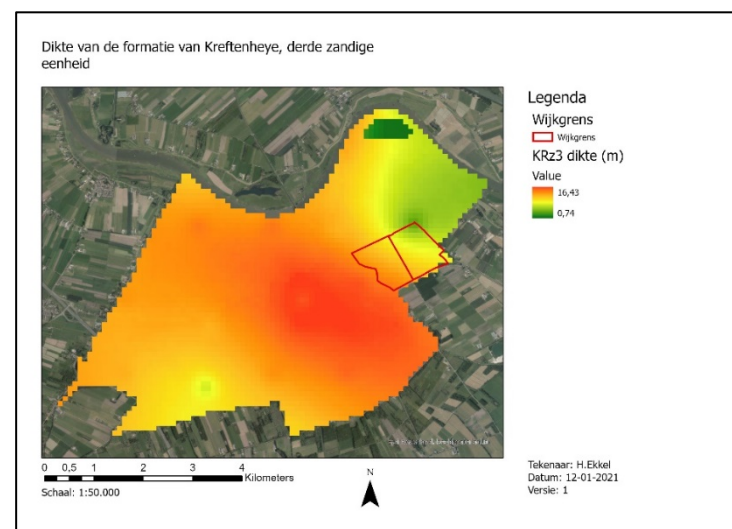
Laagnaam	Diepte laag (m minus NAP)
KRz2	~ 7
KRz3	~ 12
STz1	~ 35
PZWAz2	~ 90

Tabel 10 potentiële pakketten voor een WKO

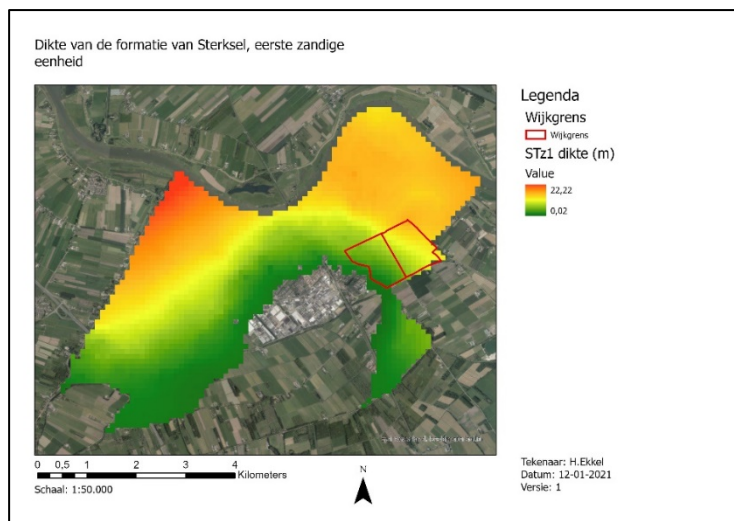
In figuur 8 t/m 11 zijn de diktes weergegeven per laag weergegeven.



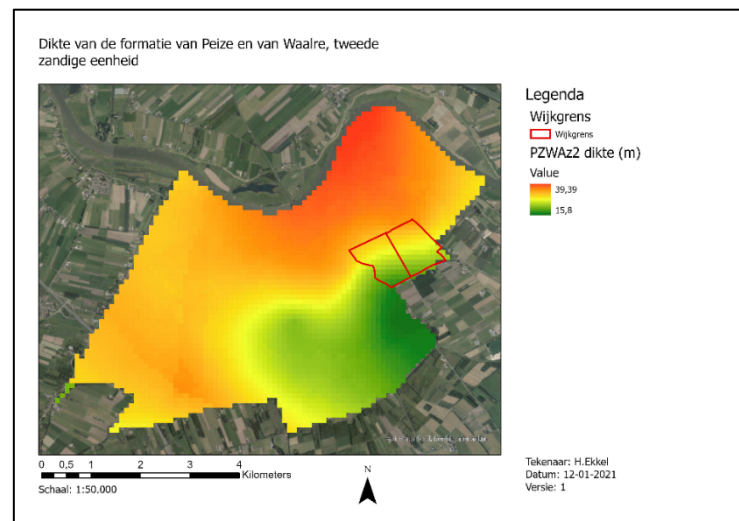
Figuur 8 dikte laag Krz2/ bijlage 22



Figuur 9 dikte laag Krz3/ bijlage 23



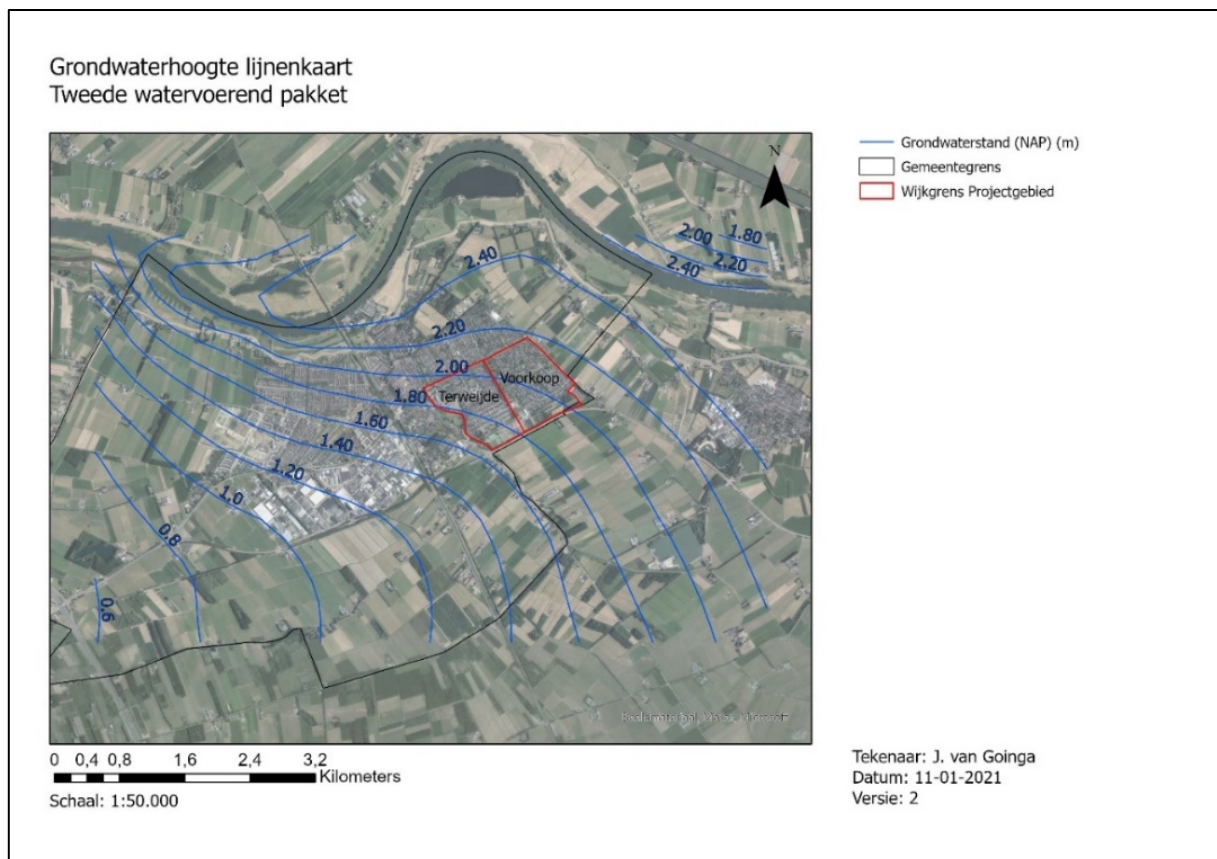
Figuur 10 dikte laag ST1/ Bijlage 24



Figuur 11 dikte laag PZWAz2/ bijlage 25

## 4.2 Grondwater

De grondwaterdynamiek is van belang voor het bepalen van de haalbaarheid van een open WKO-systeem. In figuur 12/ bijlage 3 is een isohypsenkaart weergegeven van de gemeente Culemborg. De grondwaterhoogtes komen uit 2010. Voor dit jaar zijn de gegevens beschikbaar. De huidige grondwaterstanden zullen enigszins afwijken. Uit deze gegevens blijkt dat er bij de rivier de Lek een waterscheiding is. Dit betekent dat langs de Lek de grondwaterstand het hoogste is. De stroomrichting van het grondwater is in zuidwestelijke richting. Deze is van belang bij de aanleg van WKO of een bodemwarmtewisselaar. Een WKO dient geplaatst te worden in een ondergrond waarbij het grondwater weinig tot niet stroomt. Hiermee wordt voorkomen dat de warme en of koude bronnen verplaatsen. Bij een bodemwarmtewisselaar is grondwaterstroming wel gewenst. Dit om te voorkomen dat de bodem rondom de leidingen te ver afkoelt.

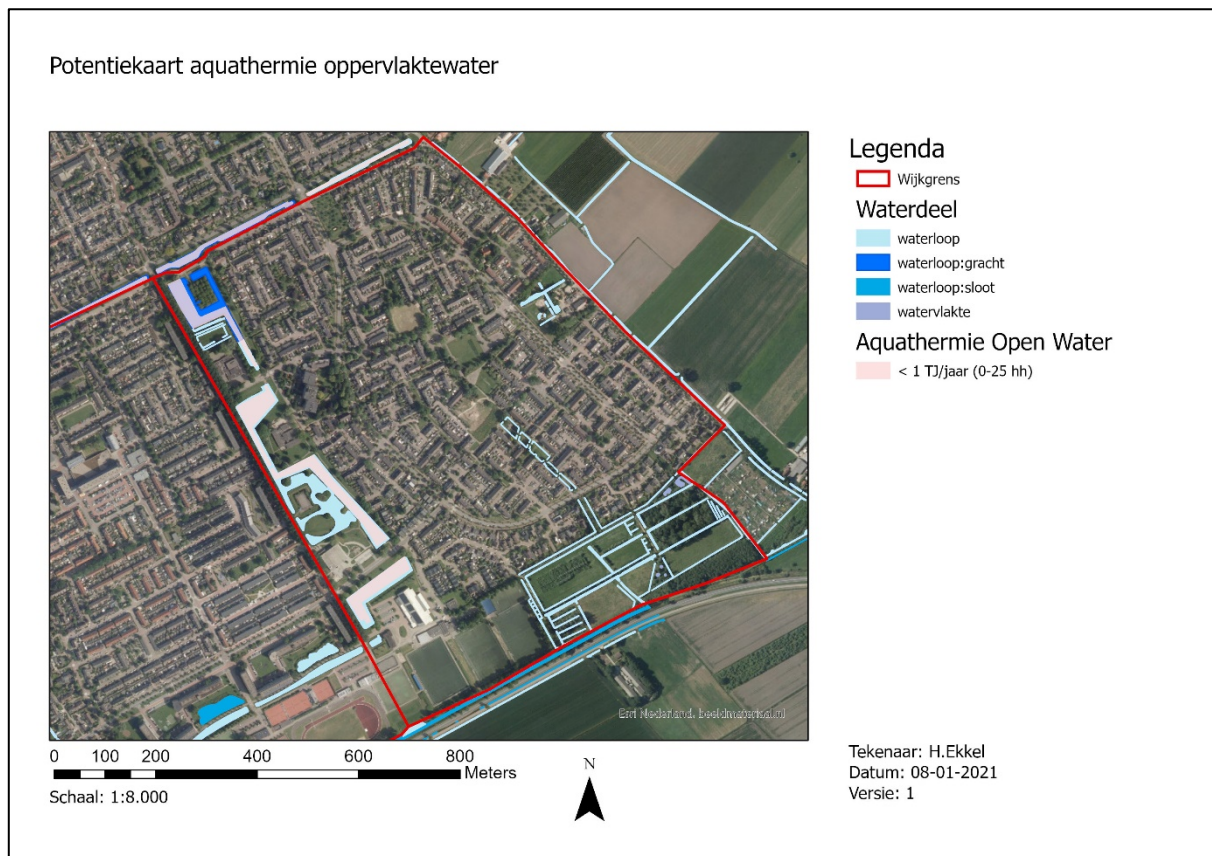


Figuur 12 isohypsenkaart (isohypsen, 2020)

### 4.3 Oppervlaktewater

Voor thermische energie uit oppervlaktewater moet er uiteraard voldoende oppervlaktewater beschikbaar zijn. Op basis van de Warmteatlas (Rijksdienst voor ondernemend Nederland, 2021) is een TEO potentiekaart gemaakt voor Voorkoop (figuur 13/ bijlage 4). Hierin zijn de waterlichamen te zien, binnen de wijk alsmede het energiepotentieel.

De grotere oppervlaktewateren ten westen van de wijk hebben potentie voor TEO. Op basis van de verkregen informatie is te zien dat deze wateren een energiepotentie hebben van < 1 TJ/ jaar. Hiermee kunnen maximaal 25 huishoudens van warmte worden voorzien.



Figuur 13 potentiekaart aquathermie/ bijlage 4

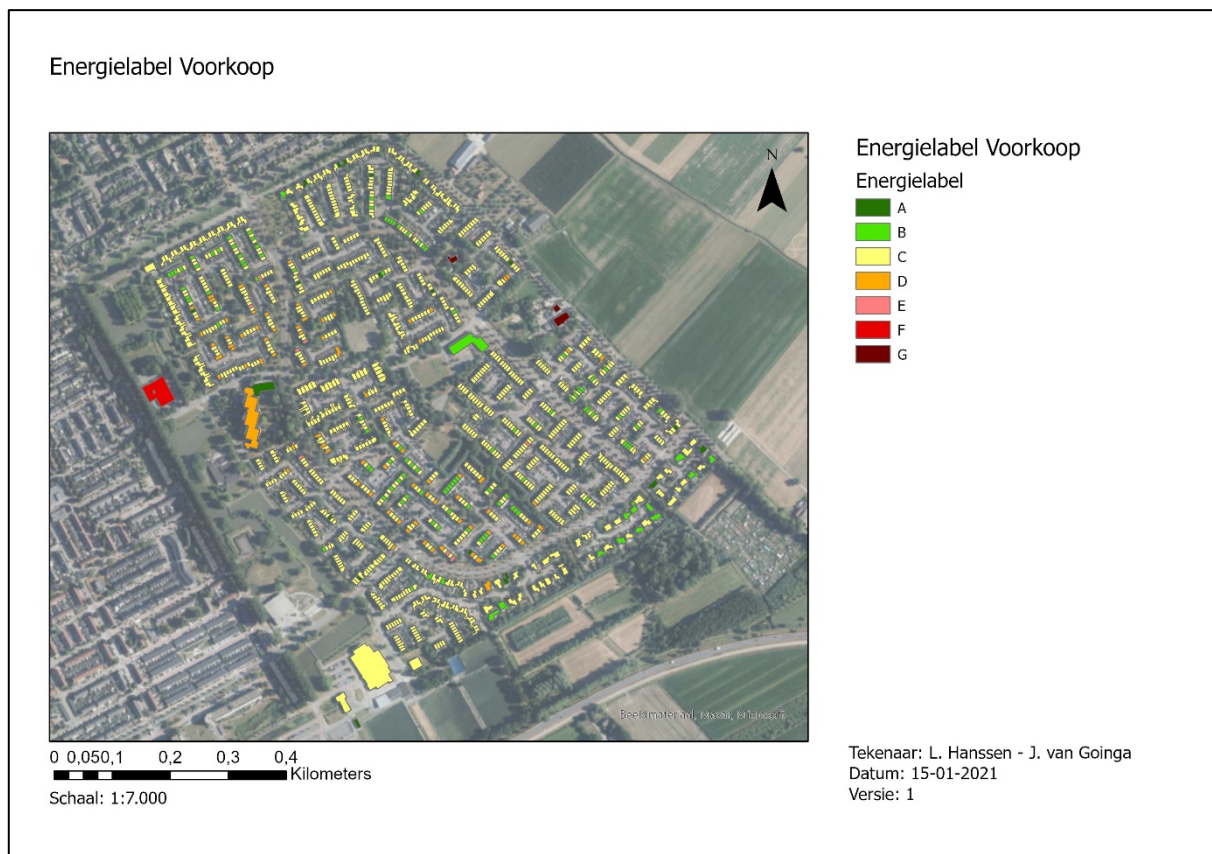


#### 4.4 Energielabel

De inrichting van het WKO-systeem is afhankelijk van de bovengrondse energievraag. Hoe beter het isolatieniveau van een woning, hoe minder energie nodig is. Huizen met een laag energielabel zijn minder rendabel om aan te sluiten op een WKO. Hoe hoger het energielabel hoe minder opwaardering met een warmtepomp noodzakelijk is. In bijlage 6/ figuur 14 is een kaart weergegeven met de huidige energie labels van de woningen in Voorkoop. In tabel 11 is te zien de meeste huizen energielabel C hebben.

	Aantal woningen	Percentage van de wijk Voorkoop
Energielabel A	19	1,4%
Energielabel B	117	8,9%
Energielabel C	1086	82,3%
Energielabel D	85	6,4%
Energielabel E	8	0,6%
Energielabel F	1	0,1%
Energielabel G	3	0,2%
<b>Totaal</b>	<b>1319</b>	<b>100,0%</b>

Tabel 11 energie labels wijk voorkoop



Figuur 14 Energielabel woningen Voorkoop

## 5. Ondergronds ruimtebeslag Voorkoop

De beschikbare ruimte in de bodem voor het aanleggen van nieuwe leidingen wordt sterk beïnvloed door de huidige ondergrondse infrastructuur. In dit hoofdstuk wordt ingezoomd op het ondergronds ruimtebeslag van de wijk Voorkoop. Hierin worden de onderwerpen kabels en leidingen, riolering en overige ondergrondse voorzieningen behandeld.

### 5.1 Huidige ondergrondse infrastructuur

Om een overzicht te creëren van de huidige ondergrondse infrastructuur worden in paragraaf 5.1.1 en 5.1.2 de voorzieningen weergegeven. Tevens worden de richtlijnen voor de ondergrondse infrastructuur beschreven. Dit betreft ook hoe werkzaamheden nabij huidige kabels en leidingen en andere infra moet worden uitgevoerd (bijvoorbeeld te hanteren afstand).

#### 5.1.1 Kabels en leidingen

Culemborg ligt in het werkgebied van netbeheerder Liander. Voor werkzaamheden rondom kabels en leidingen heeft Liander richtlijnen opgesteld. (Liander, 2020).

#### **Leggen van nieuwe kabels en leidingen**

De volgende afstanden moeten in acht genomen worden vanaf de werkelijke ligging van kabels en/of leidingen van Liander:

##### **Reguliere kabels en leidingen**

Bij het kruisen van kabels en/of leidingen

- minimaal 0,5 meter

Bij het parallel leggen van kabels en of leidingen

- minimaal 0,5 meter

##### **Warmteleidingen**

Bij het parallel leggen van kabels

- minimaal 2 meter

Bij het parallel leggen van gasleidingen

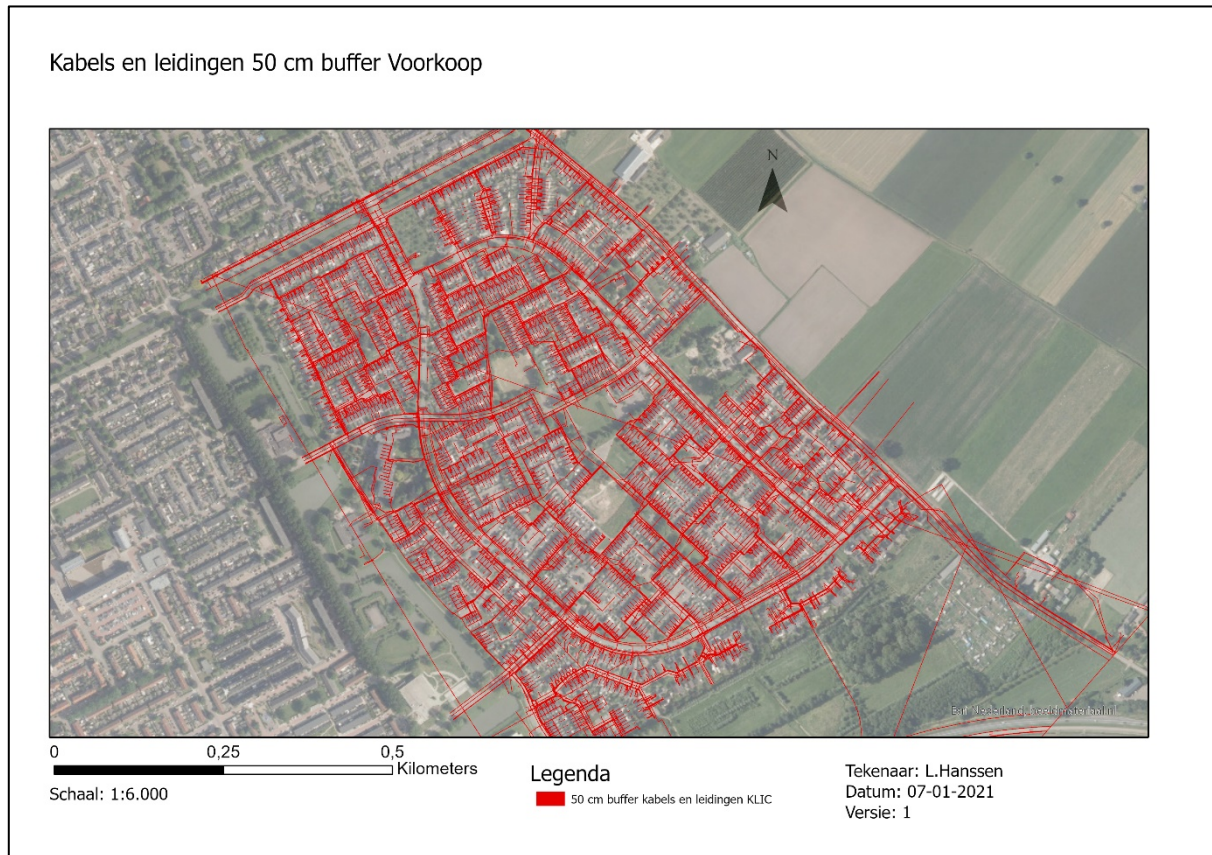
- minimaal 1 meter

Bij het kruisen van kabels en/of leidingen

- minimaal 0,5 meter

Naar aanleiding van bovenstaande richtlijnen is er contact opgenomen met Liander. Uit dit gesprek is het volgende naar voren gekomen. "In het veld is het behalen van de minimale afstandseisen niet altijd haalbaar." In dit geval gaat de Buitendienst Schadepreventie in gesprek met de grondroerder om een veilige oplossing te vinden.

In figuur 15 zijn de kabels en leidingen in Voorkoop weergegeven met een buffer van 50cm. Deze kaart is ook weergegeven in bijlage 8.



*Figuur 15 kabels en leidingen Voorkoop*

### Afstand tot beplanting

Bij werken rondom beplanting volgt Liander de CROW-richtlijn 'Combineren van onder- en bovengrondse infrastructuur met bomen'. Helaas is deze richtlijn niet vrij beschikbaar.

Netbeheerder Stedin heeft criteria gepubliceerd voor de aanleg en beheer van kabels en leidingen, (Stedin, 2020). Deze criteria komen voort uit verschillende NEN-publicaties.

#### **Beplanting**

Afstand van struikgewas tot rand leidingentracé

- minimaal 1 meter

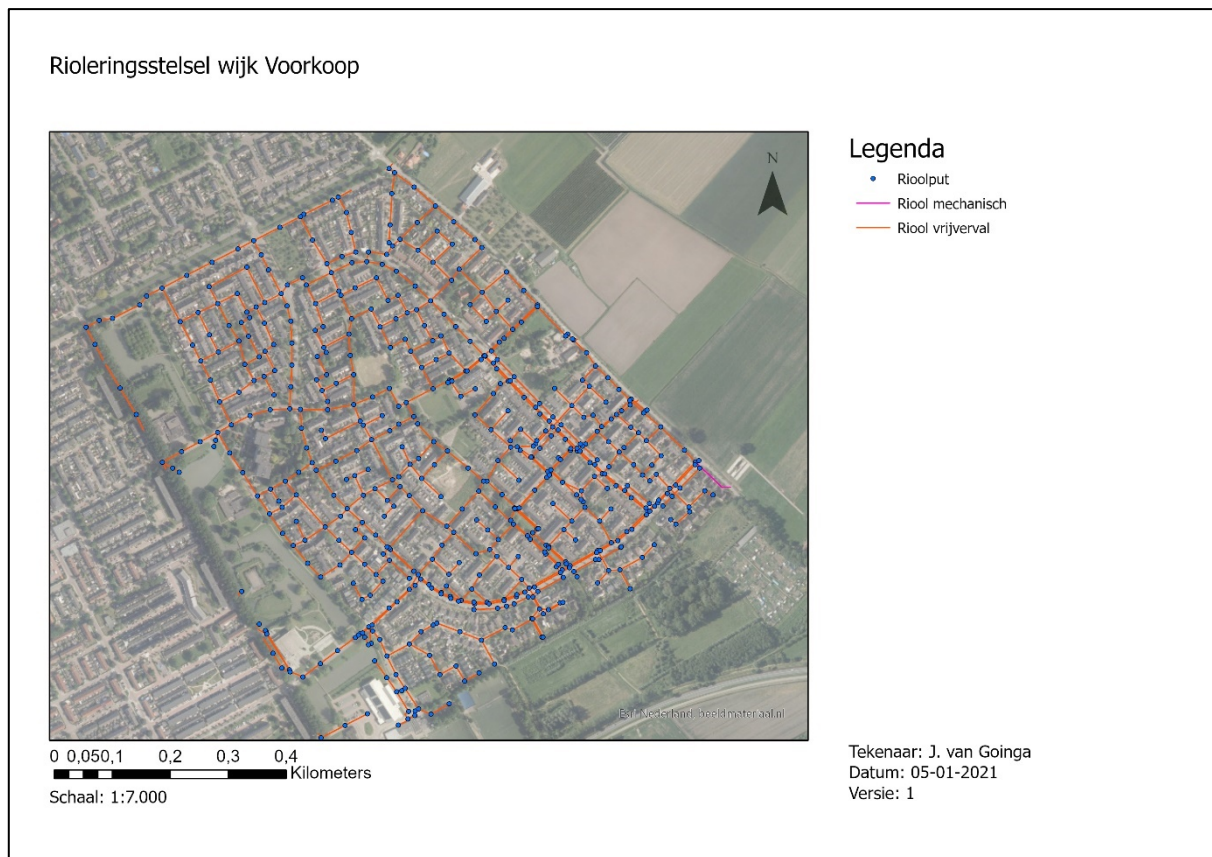
Afstand van hart van de boom tot rand leidingentracé

- minimaal 2,5 meter

Dit zijn algemene richtlijnen. Wortelgroei kan behoorlijk tussen boomsoorten verschillen.

### 5.1.2 Riolering

Het rioleringsstelsel in de wijk voorkoop is weergegeven in figuur 16/ bijlage 9. Het rioleringsstelsel bestaat voornamelijk uit vrij verval riool.

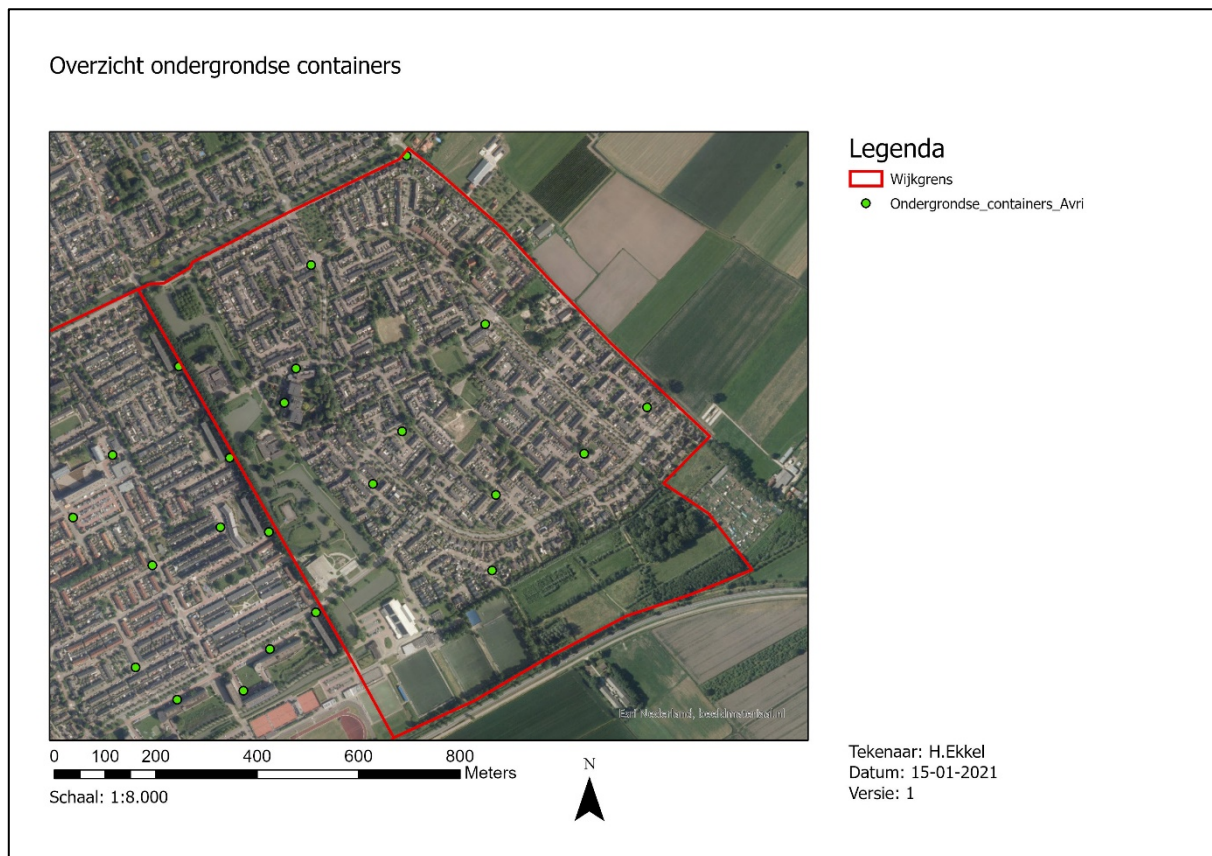


Figuur 16 rioleringsstelsel Voorkoop

### 5.2 Overige ondergrondse ruimtebeslagen

In de gemeente Culemborg wordt het huishoudelijke afval en grondstoffen ingezameld en verwerkt door AVRI. AVRI is een afvalverwerkingsbedrijf werkzaam in het rivierengebied. Naast afvalverwerking beheert AVRI ook de openbare ruimte in verschillende gemeenten. (AVRI, 2020).

Voor de inzameling van huishoudelijke afval heeft AVRI in de gemeente verschillende ondergrondse containers geplaatst. Deze containers kunnen een obstakel vormen bij de realisatie van het warmtenet in de wijk Voorkoop. In 2020 zijn er in totaal 11 ondergrondse containers, zie figuur 17/ bijlage 10.



Figuur 17 Bron figuur: (AVRI, 2020)

### Parkeergarages

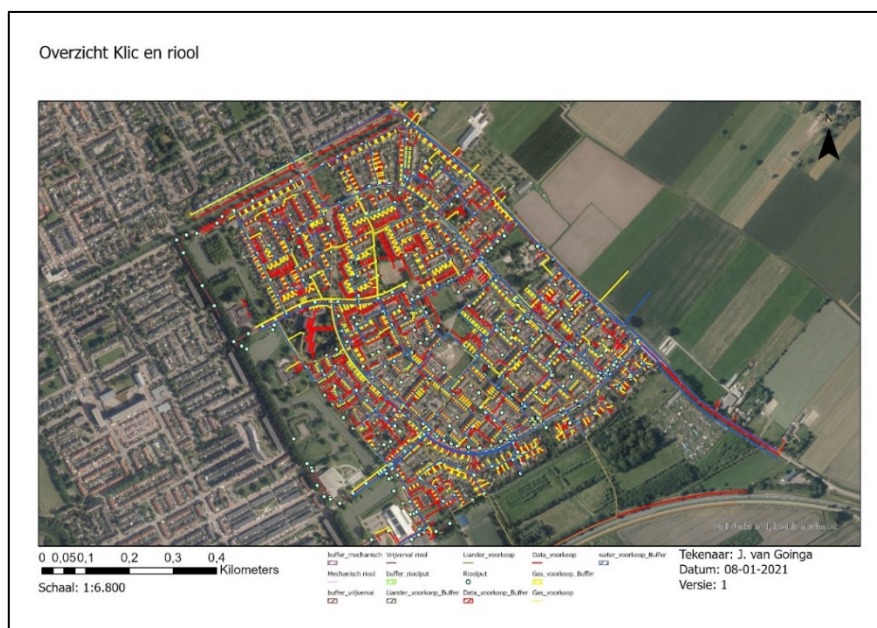
In de wijk Voorkoop bevinden zich geen parkeergarages. (Prettig Parkeren BV, 2020)

### 5.3 Overzicht ondergrondse belemmeringen

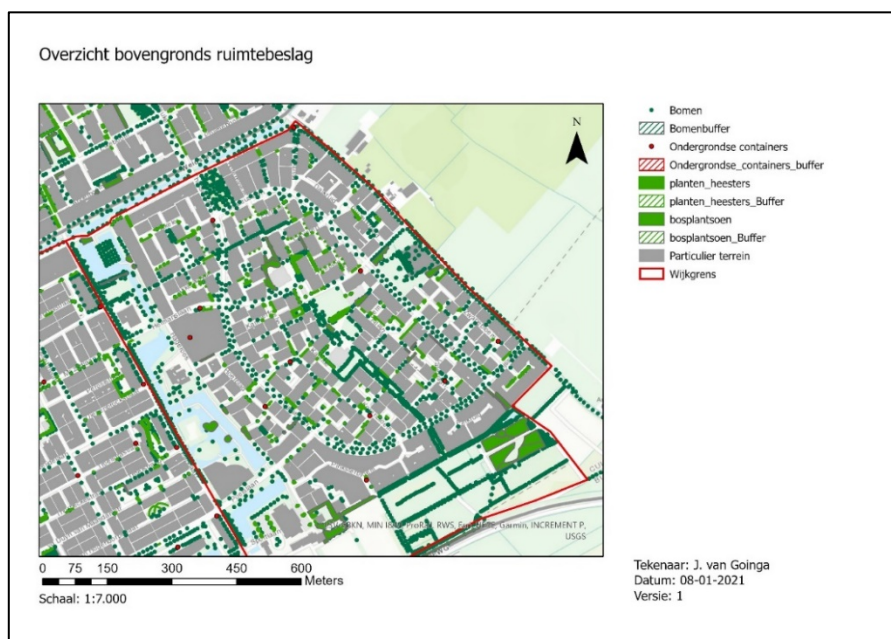
Uit de voorgaande paragrafen komt naar voren dat er in Voorkoop een uitgebreide ondergrondse infrastructuur aanwezig is. Vanuit de verkregen onlinedata is figuur 18/ bijlage 6 is een overzicht weergegeven van de kabels en leidingen, samen met de riolering. Naast de kabels en leidingen zijn in figuur 19 de ruimtelijke belemmeringen weergegeven, veroorzaakt door wortelgroei. Ook zijn de ondergrondse containers hierin weergegeven.

Op het eerste gezicht lijkt de aanleg van warmteleidingen een onmogelijke opgave. Echter kunnen de leidingen gekruist worden met de huidige kabels en leidingen.

De kabels en leidingen zijn aangevraagd via Kabels en Leidingen Informatie Centrum (KLIC). Dit is een tijdsopname en wordt daarom niet opgenomen in de Stadsatlas.



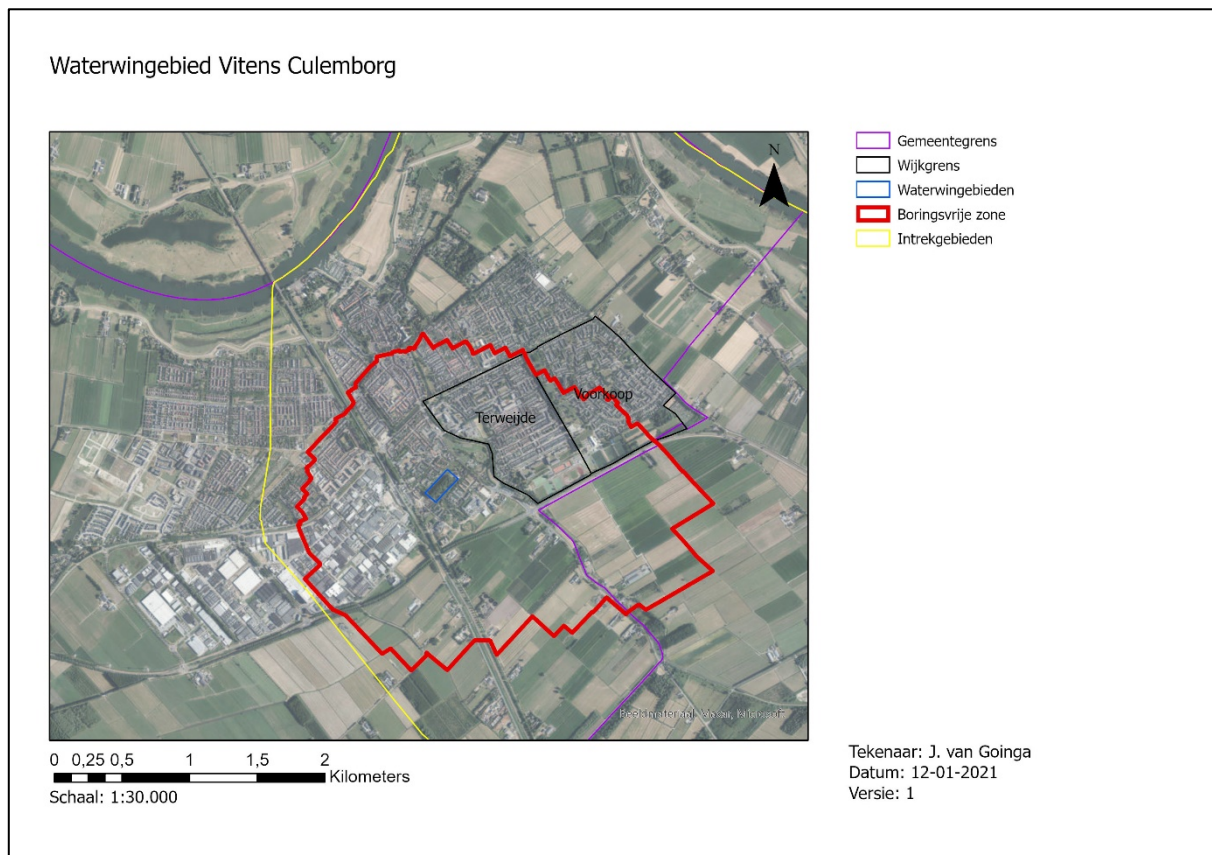
Figuur 18 Overzicht KLIC en riool in Voorkoop



Figuur 19 Ruimtelijke belemmeringen Voorkoop

### 5.4 Waterwingebied

In Culemborg bevindt zich een waterwingebied. Deze locatie wordt beheerd door Vitens, welke verantwoordelijk is voor de drinkwatervoorziening in de provincie Gelderland. In figuur 20/ bijlage 11 is een kaart weergegeven dat aangeeft waar beperkingen zijn met betrekking tot boringen.



Figuur 20 Grondwaterwingebied Vitens

Uit deze kaart blijkt dat een gedeelte van Voorkoop in een boringsvrije zone ligt. Dit houdt in dat er binnen deze grens geen boringen gedaan mogen worden. Dit geldt voor alle dieptes. Daarnaast is het ook verboden om de bodem te gebruiken als opslag voor koud of warm water (Provincie Gelderland, 2014).

## 6. Conclusie en aanbeveling deel A

Er zijn verschillende mogelijkheden voor duurzame warmtebronnen. Thermische energie uit Oppervlaktewater (TEO), in combinatie met een WKO kan een goede oplossing zijn. Om Aquathermie toe te passen is het advies om de huizen op isolatie te toetsen en het aan te brengen systeem hierop af te stemmen. Aangezien de woningen niet optimaal geïsoleerd zijn is een isolatieplan ten behoeve van een verduurzamingsstap aan te raden en kan meerwaarde zijn. Aardwarmte wordt op basis van digitale bronnen afgeraden omdat aardwarmte op een te grote schaal toegepast moet worden. Met aardwarmte kunnen ongeveer 5000 woningen verwarmd worden. Voorkoop telde in het najaar 2017, 1468 woningen. Het antwoord op de eerste deelvraag: *“Welke potentiële warmtebronnen zou de wijk Voorkoop kunnen gebruiken?”* is als volgt: de ondergrond van Culemborg heeft potentieel voor Thermische energie uit Oppervlaktewater (TEO), in combinatie met een WKO. Biomassa en geothermie worden als minder gunstig beschouwd.

De top laag in Voorkoop bestaat hoofdzakelijk uit klei. Dieper in de ondergrond bevinden zich zandlagen, afgescheiden door kleilagen. De zandlagen en de relatief langzame grondwaterstromingen verhogen de potentie voor een WKO-systeem. Echter moet hierbij rekening gehouden worden dat de WKO buiten de boring vrije zone aangelegd dient te worden. Hiermee is deelvraag 2: *“Wat is de potentie van de ondergrond, en welke warmtebron past hier het best bij?”* beantwoord.

Om de vraag: *“Welke ruimte is beschikbaar in de ondergrond?”* te beantwoorden zijn de ondergrondse belemmeringen in kaart gebracht. Zoals benoemd in hoofdstuk 5.3 is er de mogelijkheid de huidige kabels en leidingen te kruisen voor de aanleg van een warmtenet. Dit kan met een minimale afstand van 0,5m. De afstand tussen nieuwe kabels en leidingen tot boomwortels is groot (2,5m). Bij wegen waar aan weerszijden bomen zijn geplant zal deze beschermingszone weinig ruimte overlaten.

Door het waterwingebied is een deel van de wijk uitgesloten voor warmte en koude bronnen. Er zal nader onderzoek uitgevoerd moeten om te zien of er bronnen buiten de beschermingszone gerealiseerd kunnen worden. Het advies is daarom om op kleine schaal de situatie te bekijken en hiervoor een passende oplossing uit te werken.

De hoofdvraag voor deel A luidt: *“Wat zijn de kansen en de belemmeringen van de ondergrond in relatie tot de energietransitie in de wijk Voorkoop?”*. Op basis van dit onderzoek is te concluderen dat er kansen liggen voor warmte uit oppervlaktewater en uit de bodem, met WKO-systemen. De belangrijkste belemmeringen zijn de huidige ondergrondse infrastructuur en de boringsvrije zone. Een andere belemmering is dat de oppervlaktewateren zich in het westen bevinden, in de boringsvrije zone. Een WKO op deze locatie is hierdoor uitgesloten. Dit brengt uitdagingen met zich mee voor de te realiseren verduurzaming en met name de distributie van duurzame warmte.

Op basis van deel A wordt geadviseerd om naast de realisatie van een warmtenet ook onderzoek te doen naar een eventuele verhoging van het isolatieniveau van de woningen in de wijk Voorkoop. Door betere isolatie verliezen huizen over het algemeen minder warmte en kan de aan te leveren warmte dus lager zijn. Hiermee zou het energieverbruik verminderd kunnen worden bij de warmtewinning.



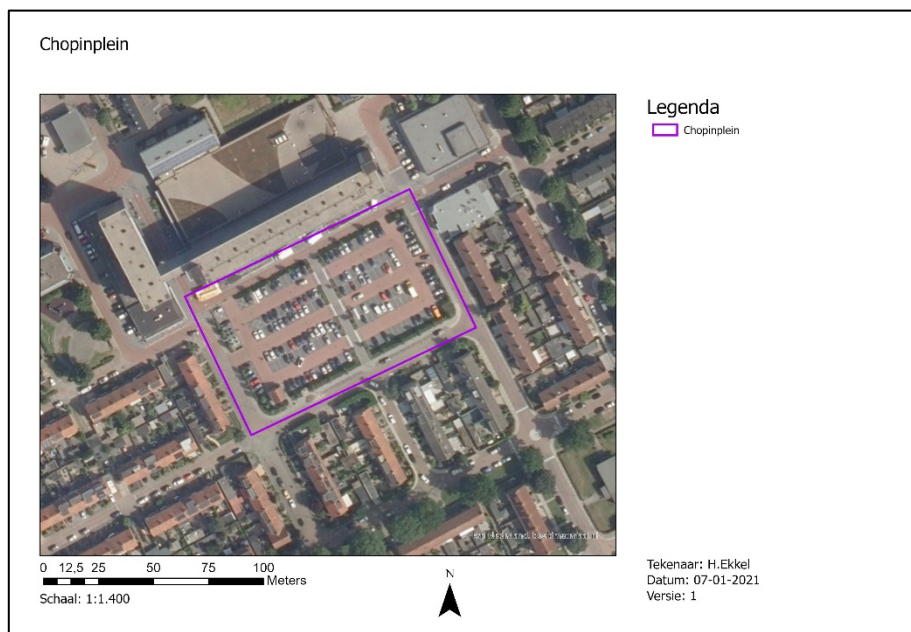
## Deel B: Klimaatadaptatie Terweijde

De 2<sup>de</sup> casus in dit project is een stap naar een klimaatbestendig Terweijde. In kader van het Deltaprogramma Ruimtelijke Adaptatie (DPRA) heeft de gemeente Culemborg stresstesten laten uitvoeren door Royal HaskoningDHV. DPRA is een landelijk programma dat de aanpak van wateroverlast, hittestress, droogte en de gevolgen van overstromingen versnelt en intensiveert.

Hevige neerslag zal door klimaatverandering vaker, en in extremere mate voorkomen. Dat kan leiden tot hinder (natte voeten) op wegen, pleinen en tuinen, en tot schade als het regenwater panden in stroomt of leidt tot storingen in de elektriciteitsvoorziening of de communicatie-infrastructuur. Wateroverlast kan gevaarlijke situaties opleveren als brandweer, ziekenauto's en politie niet meer overal kunnen komen.

Ten aanzien van het thema ondergrond heeft Culemborg een complexe situatie. De rivier de Lek heeft een grote invloed gehad op de bodemopbouw. Hierdoor is de ruimtelijke variatie in de bodemopbouw groot. Bij het realiseren van een maatregelen die wateroverlast beperken, speelt de ondergrond een grote rol. Dit is tevens een ruimtelijk vraagstuk waarbij een digitale Stadsatlas ondersteuning kan bieden.

In het kader van de Stadsatlas van Culemborg zijn er diverse kaartlagen gedigitaliseerd. Deze zijn weergegeven in bijlage 26. De data uit de toekomstige digitale Stadsatlas kunnen gebruikt worden voor diverse casussen. Voor dit rapport is de casus Klimaatadaptatie Terweijde gebruikt waarbij met name is gekeken naar de situatie rond het Chopinplein, zie figuur 21/ bijlage 12. Uit de klimaatstresstesten is gebleken dat bij een bui van 90 mm in 1 uur, welke een herhalingsstijd heeft van 250 jaar, een deel van de wijk Terweijde wateroverlast zal ondervinden. Deze wateroverlast varieert van kans op langdurige natte voeten op wegen en pleinen tot de kans op storingen van elektriciteitsvoorzieningen en of communicatie-infrastructuur. (Deltaplan Rijksoverheid, 2018). De casus van het Chopinplein is illustratief voor de opgaven die de gemeente Culemborg heeft ten aanzien van het thema wateroverlast en in bredere zin de (gekoppelde-) opgaven vanuit het DPRA.



Figuur 21 locatie Chopinplein

In deel B worden relaties gezocht naar de optredende wateroverlast en de bodem. Ook wordt de wateroverlast bekeken in combinatie met de beplanting. Dit wordt gedaan om de volgende hoofdvraag te beantwoorden: *“In hoeverre kan de wateroverlast beperkt worden in de wijk Terweijde door aanpassingen aan de groenstructuur”*. Deze vraag kan beantwoord worden door de volgende deelvragen te beantwoorden:

- *is er een relatie tussen de bodem en het type beplanting?*
- *Is er een relatie tussen de wateroverlastlocaties en de groenstructuur?*
- *Welke oplossingen zijn er om in Terweijde water te kunnen bergen?*

Elk van deze deelvragen is een hoofdstuk binnen deel B.

De deelvragen kunnen beantwoord worden door het gebruiken van de gedigitaliseerde en ingewonnen geodata.

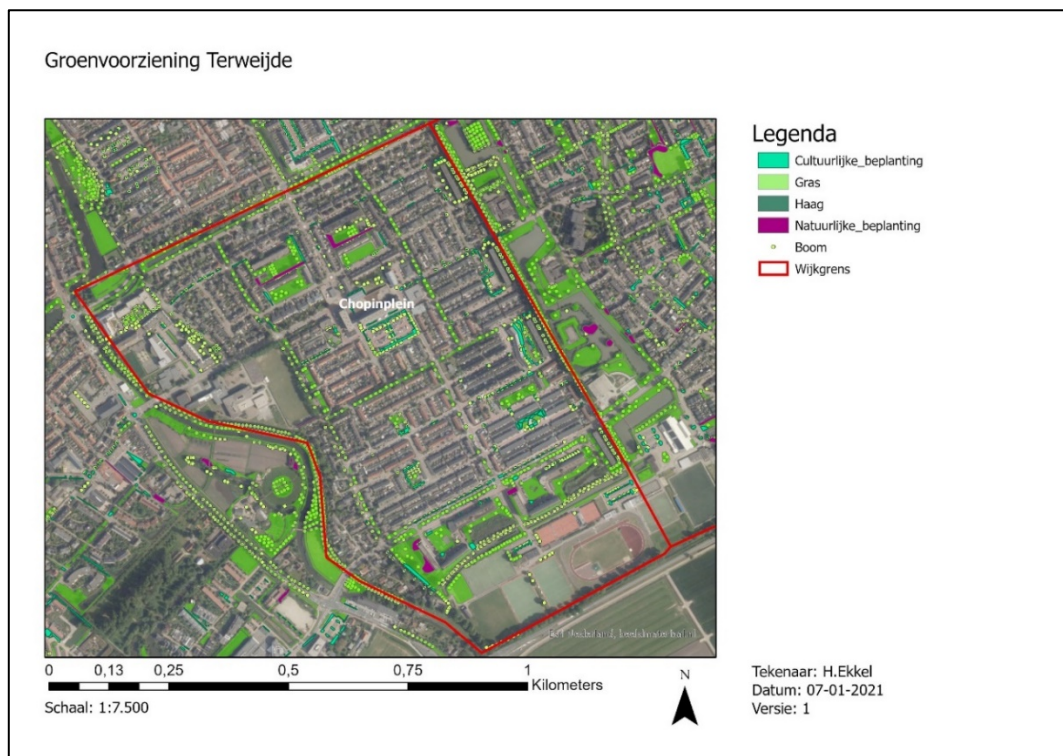
## 7. Relatie bodem en beplanting

Uit hoofdstuk 2 komt naar voren dat de bodem binnen de gemeente Culemborg complex is. Een groot deel van ondergrond heeft als toplaag rivierklei. Beplanting in klei moet bestand zijn tegen zowel natte als droge omstandigheden. Door de trage infiltratiecapaciteit zal klei in de winter langdurig water vasthouden. In droge zomerse perioden droogt de klei uit en neemt deze zeer moeilijk water op. Bij voorkeur is daarom de beplanting bestand tegen beide opstandigheden (groenvandaag, 2020).

Goede beplanting kan ook zorgen voor een beter leefklimaat, verminderde hittestress en kan de bodemkwaliteit en infiltratiecapaciteit verbeteren. Tijdens een piekbui is er een grotere afstroming van water op een uitgedroogd kaal oppervlak dan van een beplant oppervlak. Een bodem zonder vegetatie droogt ook sneller uit en verliest, door de hardere korst, het vermogen om water op te nemen. Bij een beplante bodem zorgen de wortels er ook voor dat de bodem meer water kan opnemen, vasthouden en laten infiltreren. (Amsterdam Rainproof, 2021).

Groene oppervlakten warmen ook minder op dan verharde oppervlakten zoals bestrating en asfalt. Uit onderzoek blijkt dat een bitumen dak op hete zomerse dagen een temperatuur van meer dan 70° Celsius wordt bereikt, terwijl een groen dak niet warmer wordt dan 40° Celsius. Naast horizontale vlakken kan er ook gekeken worden naar verticalen (woning)delen. Groene gevels kunnen ervoor zorgen dat ruimtes achter de gevel minder opwarmen. Naast de vlakke delen hebben bomen ook effect op de omgeving. Naast het creëren van schaduw verdampen bomen water waardoor het als een koelmachine werkt. (GroenBlauw netwerk, 2020)

In figuur 22/ bijlage 13 zijn de huidige beplantingstypen weergegeven in Terweijde. Hierin is te zien dat er weinig grote groenstructuren aanwezig zijn. De aanwezige groenstructuur bestaat uit grasstroken met daarin bomenrijen.



Figuur 22 Groenvoorziening Terweijde

## 8. Relatie groenstructuur en wateroverlast

Groen heeft een belangrijke rol in de afvoer van hemelwater. Bepaling vertraagd namelijk de afvoer van water. Dit in tegenstelling tot verhardingen waar water snel overheen kan stromen. Ook biedt een grote hoeveelheid groen plekken om water te bergen. In de wijk Terweijde is er een geringe groenstructuur. Dit maakt dat er weinige potentiële locaties zijn voor waterbergingen.

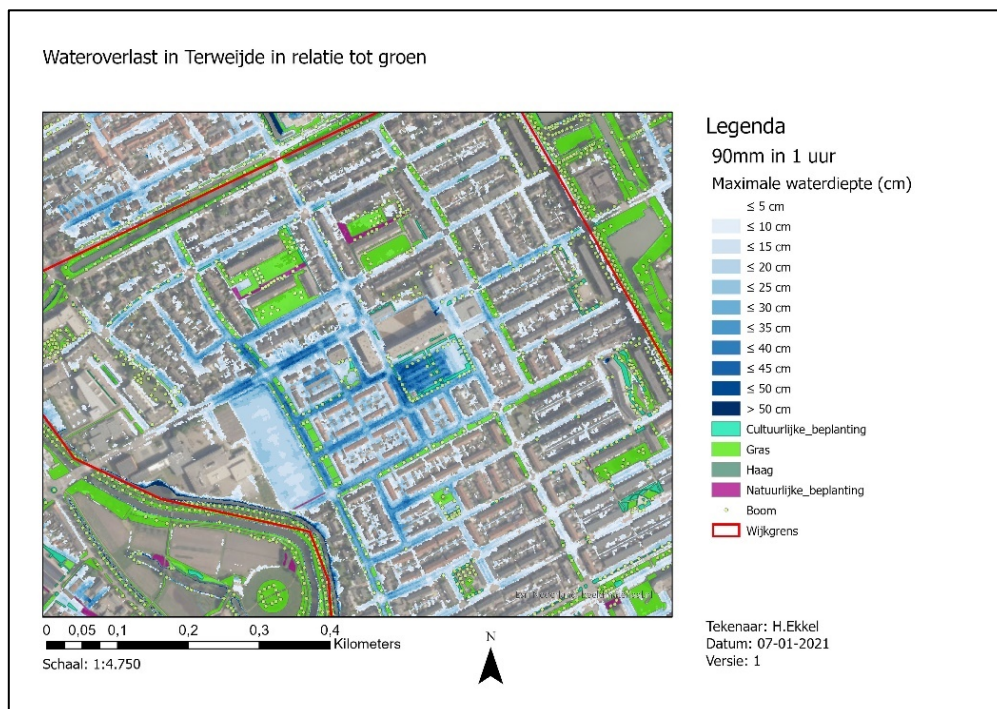
De analyse naar de relatie tussen wateroverlast en de groenstructuur is gedaan aan de hand van kaartmateriaal. De gebruikte kaarten zijn de 90 mm neerslagkaart zie bijlage 2 en figuur 23/ bijlage 14.

Als hypothese kan worden gesteld dat wanneer er meer groen aanwezig is, de kans op wateroverlast kleiner is. Dit omdat er meer ruimte is om water te bergen en omdat er minder water versneld tot afstroming komt

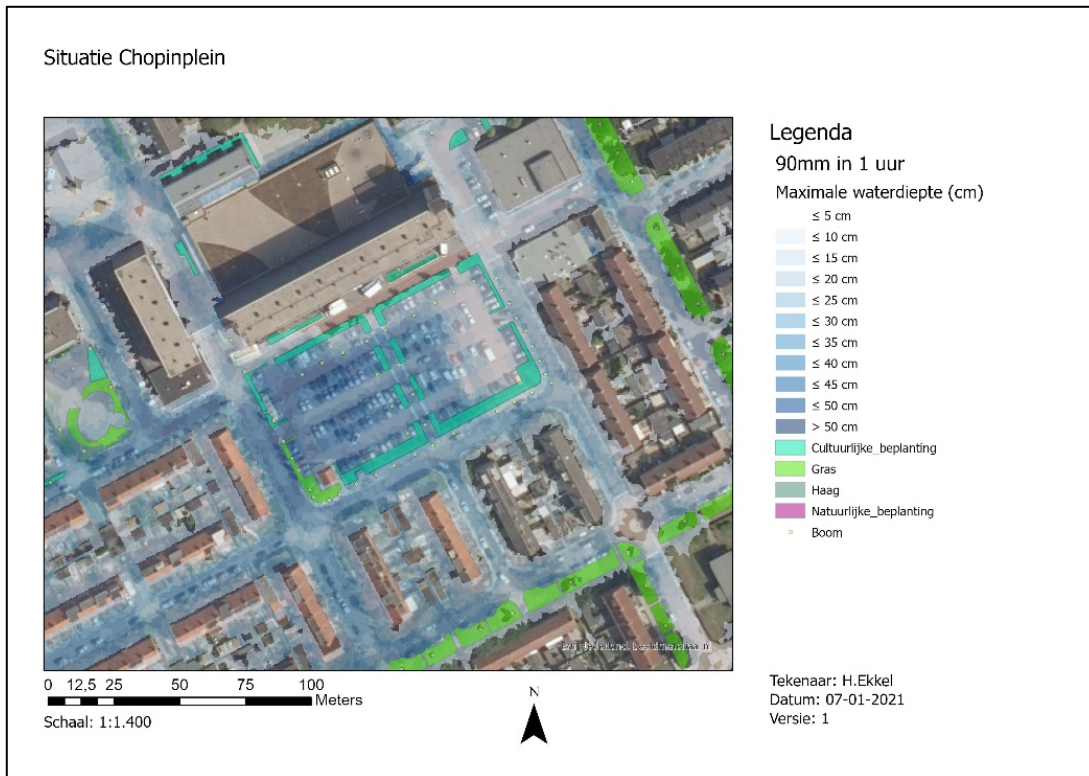
Wanneer de twee datasets van groenvoorziening en wateroverlast over elkaar heen gelegd worden is te zien dat de grootste wateroverlast plaats vindt rondom de parkeerplaats van het Chopinplein. Een mogelijke oorzaak hiervan is dat er nauwelijks groenstructuur ter plaatste is. Ook kan aan de hand van figuur 24/ bijlage 15 geconcludeerd worden dat de parkeerplaats in hoogte afloopt. Het probleemgebied ligt als het ware in een "kuil".

In figuur 25 is de particuliere verhardingsgraad weergegeven van het gebied rondom het probleemgebied, in combinatie met de waterdiepte. Particuliere verharding is een factor die meegenomen dient te worden, omdat er op openbaar terrein te weinig ruimte is om wateroverlast te beperken. Tevens is het een voorkomen van wateroverlast vanuit de DPRA een gezamenlijke opgave.

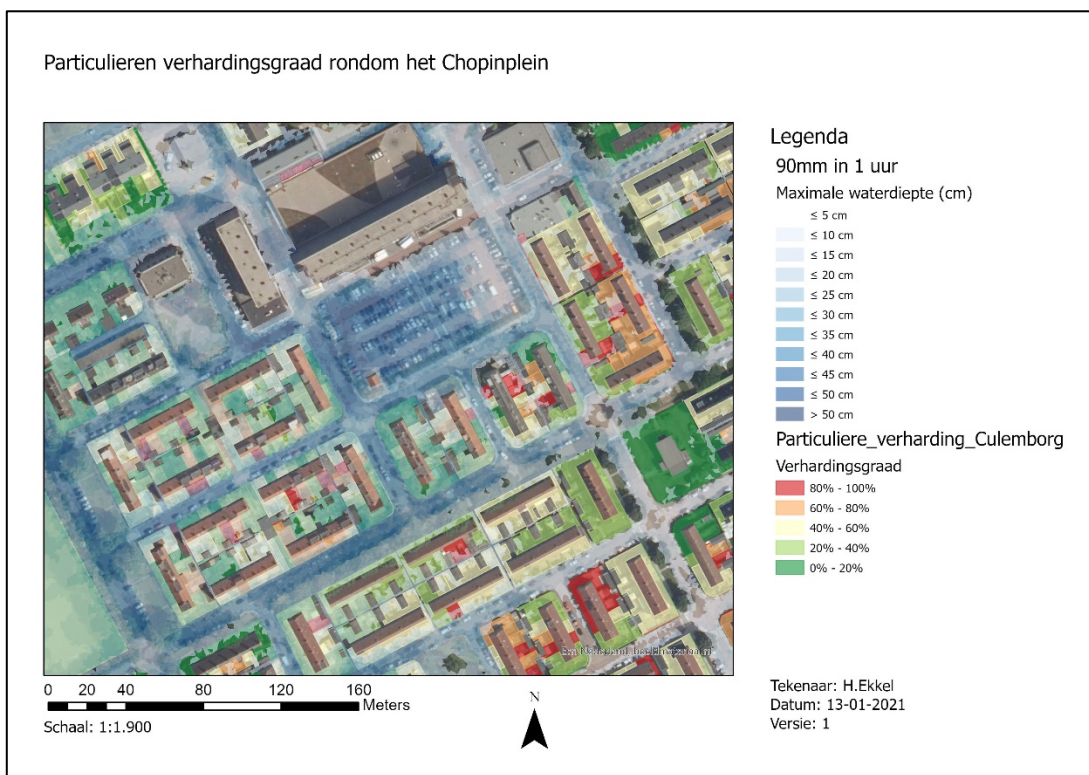
Groene tuinen hebben op kleine schaal een waterbergend vermogen. Door te ontsteden zal er tevens minder water afvoeren richting openbaar terrein. Een enkele tuin zal geringe invloed hebben, om impact te maken is het vergroenen van een straat of wijkdeel noodzakelijk



Figuur 23 wateroverlast Terweijde in relatie tot het groen



Figuur 24 situatie Chopinplein

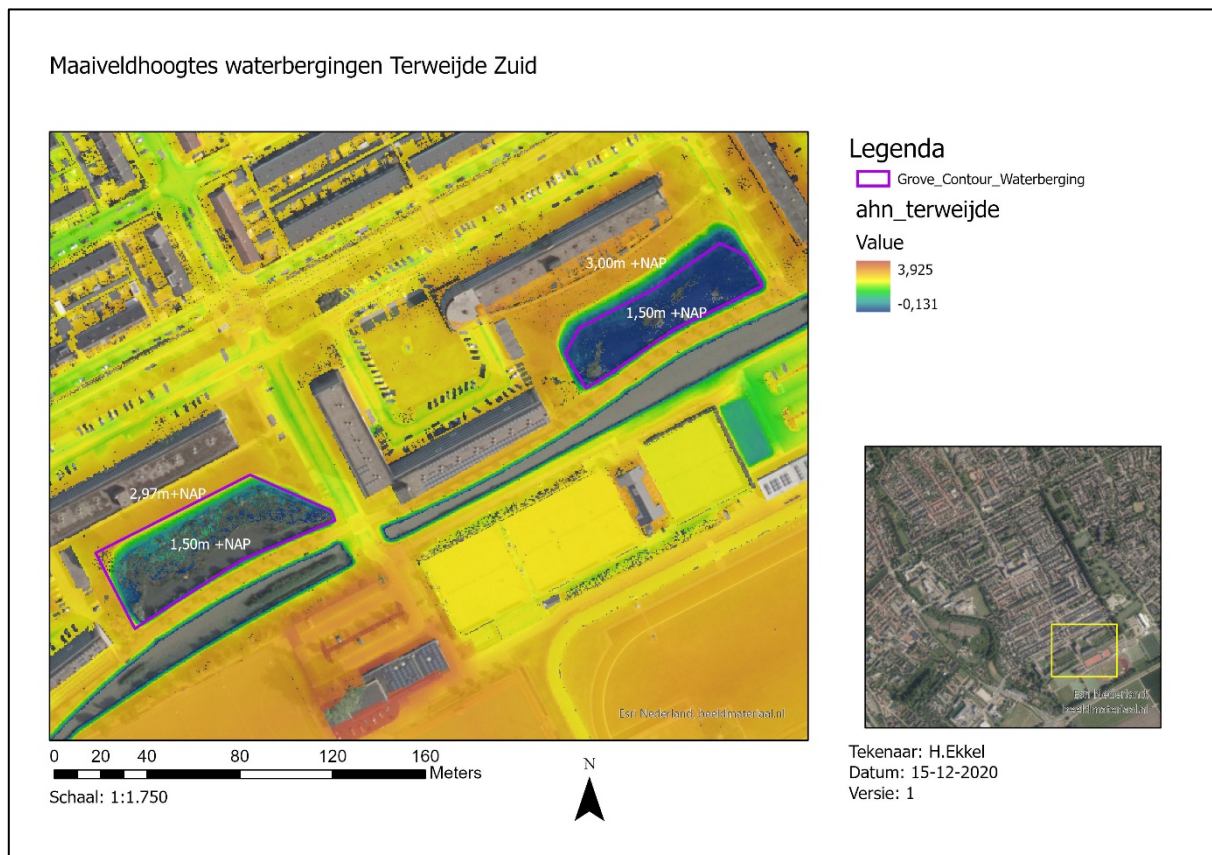


Figuur 25 particulieren verhardingsgraad rondom het Chopinplein

## 9. Relatie waterberging Terweijde Zuid en de bodem

In Terweijde Zuid, ten noorden van de sportvelden, zijn twee waterbergingen gerealiseerd. Zie figuur 26/ bijlage 17. In een overleg met Sander Booms (Beleidsadviseur Stadsontwikkeling, Gemeente Culemborg) en Joost van Loon (adviseur riolering, Gemeente Culemborg) kwam naar voren dat deze waterbergingen een positief effect hebben op de omgeving. Wateroverlast in de omgeving is verminderd na realisatie.

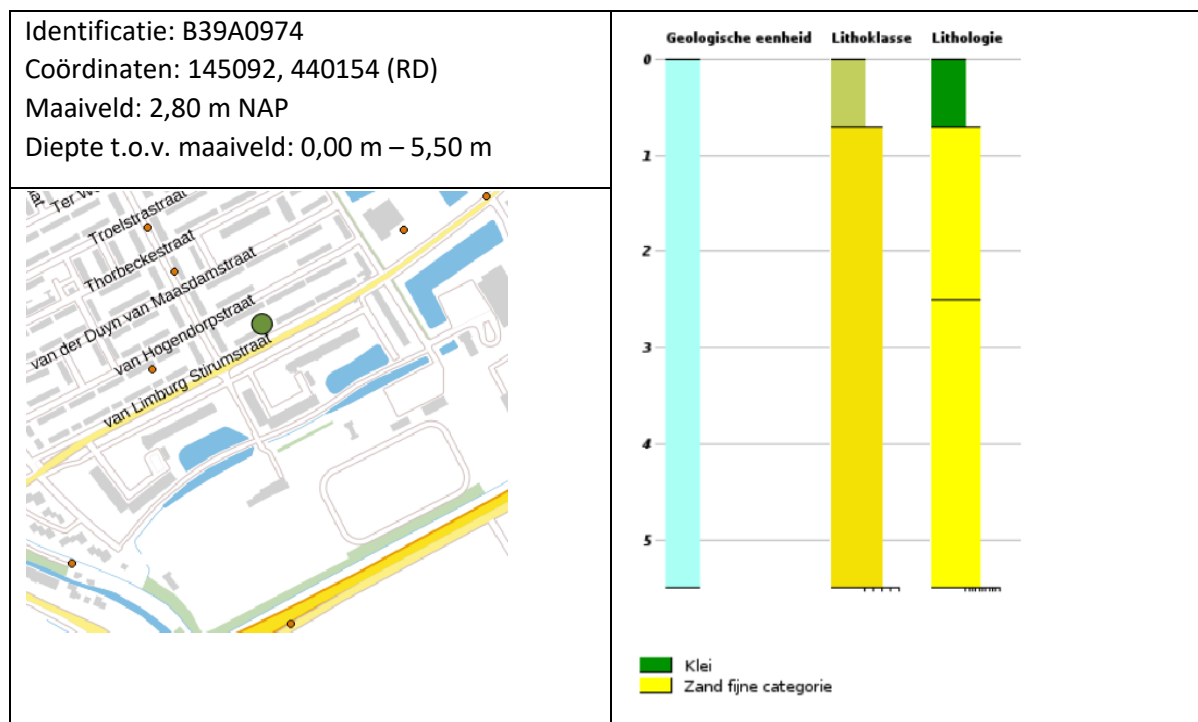
In deze paragraaf wordt onderzoek gedaan naar de relatie tussen de ondergrond en de twee waterbergingen. Daarna wordt de ondergrond in Terweijde Zuid vergeleken met de ondergrond rondom het Chopinplein, dat meer centraal in Terweijde is gelegen.



Figuur 26 maaiveldhoogtes waterberging Terweijde-zuid

Om onderzoek te doen naar de relatie met de bodem is er naar twee grondboringen gekeken. De eerste boring die is bekeken is uitgevoerd in het zuiden van de wijk. De tweede boring is centraal gelegen, in de wijk.

De boring (B39A0974) bevindt zich het dichtst bij de waterbergingen. Zie figuur 27. Voor dit onderzoek wordt er aangenomen dat de bodemopbouw van de boring overeenkomt met de waterbergingen.



Figuur 27 Bron: (TNO Geologische Dienst Nederland, 2020)

In tabel 12 is de boring schematisch in tekst weergegeven. De zandlagen uit deze boringen zijn niet gedifferentieerd.

Bodemopbouw	Meter t.o.v. maaiveld
Klei, sterk zandig	0,00 – 0,70
Zand	0,70 – 2,50
Zand	2,50 – 5,50

Tabel 12

De bodemhoogte van de waterbergingen ligt op 1,50m NAP. Dit komt overeen met de eerste zandlaag. Dit is als volgt bepaald:

Het maaiveld, op locatie van boren, bevindt zich op 2,80m NAP. Het verschil in hoogte tussen maaiveld en bodems van de waterbergingen is 1,30m. De bodemlaag waar de waterberging bodem zich in bevinden is dus 1,30m – maaiveld, dus zand (0,70 – 2,50 – mv.).

### Bodemopbouw Chopinplein

In bijlage 1 (boorprofiel 1) is een boormonster weergegeven aan de Verdistraat, ten zuiden van het Chopinplein. De topklaar wordt hieronder in tabel 13 Weergegeven.

Bodemopbouw	Meter t.o.v. maaiveld
Klei, zwak siltig	0,00 – 0,30
Klei, zwak zandig, matig siltig	0,30 – 0,90
Klei, zwak siltig	0,90 – 1,30
Klei, matig siltig	1,30 – 1,50
Klei, matig siltig	1,50 – 2,10
Veen	2,10 – 3,10
Klei, matig siltig	3,10 – 3,30
Klei, zwak zandig, sterk siltig	3,30 – 3,90
Veen	3,90 – 4,90

Tabel 13 bodemopbouw Verdistraat, Culemborg

Wat opvalt vergeleken met de boring in Zuid-Terweijde (tabel 12) is de hoeveelheid gedetermineerde lagen. Daarnaast bevindt zich hier weinig tot geen zand of grind in de ondergrond.

## 10. Suggesties voor vermindering wateroverlast in Terweijde

In dit hoofdstuk worden twee locaties voorgesteld die geschikt zouden kunnen zijn om ingezet te worden als waterberging. Ook wordt een herinrichting van het stratenprofiel rondom het Chopinplein voorgesteld. Per locatie worden de kansen beschreven. Zie figuur 28/ bijlage 18 voor een overzicht.

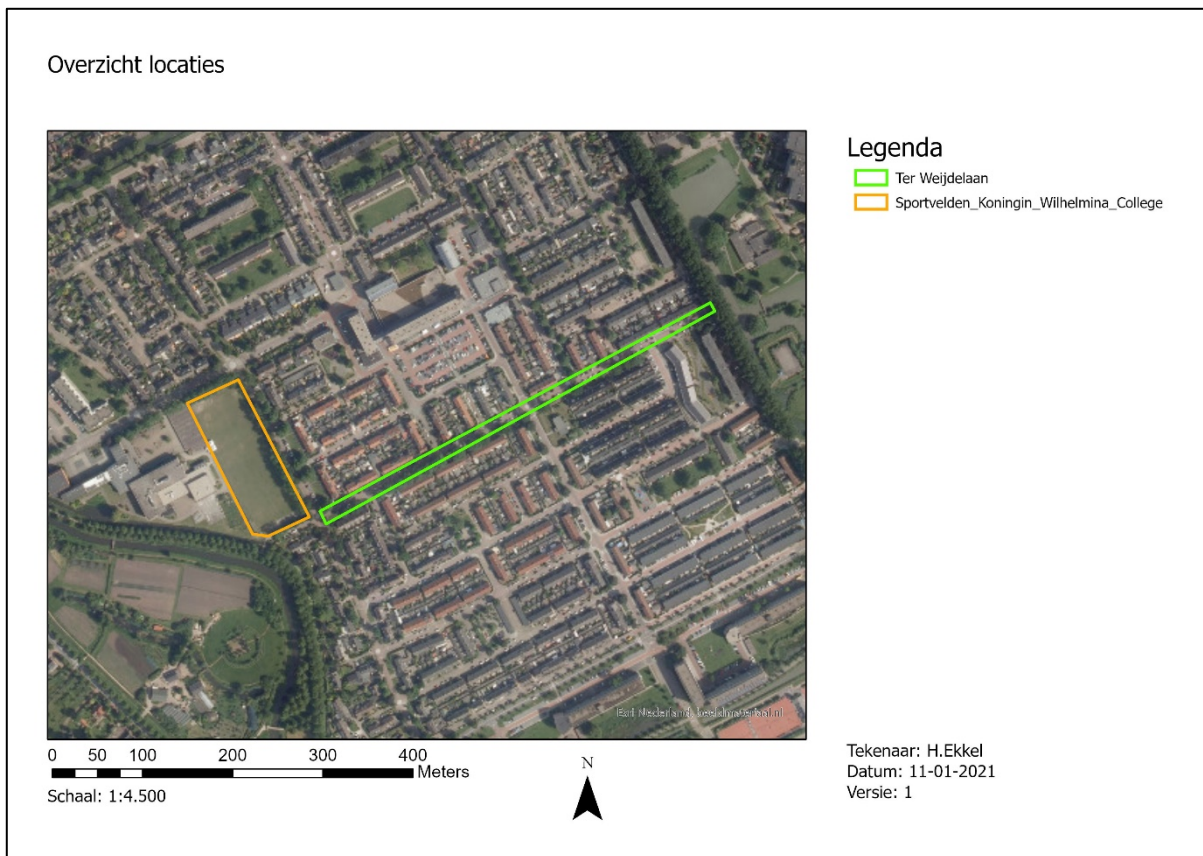
### Sportvelden

De sportvelden ten noordoosten van het Koningin Wilhelmina College (KWC) zou kunnen gebruikt worden als bergingslocatie tijdens klimaatbuien. Kanttekening hierbij is dat de sportvelden hoger liggen dan de naastgelegen wijk. Om de sportvelden te kunnen gebruiken als waterberging zal deze verlaagd moeten worden. In samenspraak met het Koningin Wilhelmina college zal besproken moeten worden dat het sportveld eens in de zoveel tijd niet begaanbaar zal zijn.

### Groenstrook Ter Weijdelaan.

Langs de Ter Weijdelaan is een groenstrook aanwezig met gras en bomen. Voor deze locatie zijn er twee oplossingen mogelijk. De groenstrook zou opnieuw ingericht kunnen worden in de vorm van een wadi. Deze wadi kan als waterberging fungeren. Anderzijds zouden de weg en groenvoorziening samen als waterberging kunnen dienen. Hiervoor zullen de trottoirbanden verlaagd moeten worden. De gedachten hierachter is dat de neerslag tijdelijk op straat wordt geborgen en daarmee wateroverlast bij woningen te beperken.





Figuur 28 mogelijke locaties

### Herinrichting straten

Een andere oplossing is het aanpassen van het straatprofiel. Het straatprofiel van onder andere de Ter Weijdelaan wordt onder een afschot naar een waterbergingslocatie toe gelegd. De bergingslocaties kunnen naar de sportenvelden zijn van het Koningin Wilhelmina College of naar de waterpartij in het oosten van Terweijde (nabij basisschool de Palster).

In figuur 29 is een straat uit Borne weergegeven als voorbeeldproject. Hierbij zijn de parkeervakken verhoogd en het straatprofiel als een “V” aangelegd. Hemelwater uit stedelijk gebied wordt oppervlakkig over de weg afgevoerd naar de rand van de wijk.



Figuur 29 voorbeeld straat Borne (Cyclomedia streetsmart, 2021)

## 11. Conclusie en aanbeveling deel B

Op de huidige bodemkaarten staat de bebouwde kom aangegeven als “bebouwing”. Wanneer de bodemgesteldheid binnen de bebouwde kom als kaart beschikbaar zou zijn, kan tijdens de uitvoering gerichtere keuzes gemaakt worden naar het type beplanting. Met een beplantingsplan op maat zal de groenstructuur aansluiten op de lokale opstandigheden. Dit zal het waterafvoersysteem robuuster maken. Naast een robuuster systeem helpt groen bij een beter leefklimaat. Vegetatie heeft een positief effect op hittestress. Daarnaast vertraagd deze de afstroming van hemelwater. Dit zorgt voor minder wateroverlast.

Door wateroverlastbeelden te combineren met de huidige groenstructuur, is de conclusie te trekken dat het huidige groenstructuur slechts een beperkte invloed heeft op de optredende wateroverlast in Terweijde. Op grotere schaal is de groenstructuur in de wijk evenredig verdeeld. Het gebied rondom het Chopin is gekenmerkt door mogelijk veel wateroverlast. Dit komt omdat het Chopinplein in een kuil ligt in het maaiveld, er relatief veel verharding aanwezig is en omdat er weinig tot geen openbaar groen aanwezig is. De groenstructuur van de wijk is vooral aanwezig aan de randen van de wijk.

Uit de analyse van hoofdstuk 9 komt naar voren dat op korte afstand de bodemopbouw kan verschillen. In het noorden van de wijk bestaat de bodem voornamelijk uit klei. In het zuiden van de wijk blijkt uit een grondboring dat hier een zandlaag vlak zich direct onder het maaiveld bevindt.

Door de complexe bodemstructuur en de grootte hoeveelheid klei is de mogelijkheid tot infiltreren van hemelwater beperkt. Met een aangepaste inrichting van de openbare ruimte zou de wateroverlast bij een 90mm bui beperkt kunnen worden. Een mogelijke oplossingsrichting is het realiseren, of beter benutten, van waterberging. Voor waterberging kunnen de sportvelden van het KWC dienen. De Ter Weijdelaan zou als afvoer/transport route gebruikt kunnen worden. Het water kan geleid worden naar de waterpartij in het oosten en/of in de richting van de sportvelden.

De hoofdvraag voor deel B luidt: *“In hoeverre kan de wateroverlast beperkt worden in de wijk Terweijde door aanpassingen aan de groenstructuur?”*. De wateroverlast zal deels aangepakt kunnen worden wanneer de groenstructuur wordt ingezet als waterberging. Echter is er een gebrek aan grote groenstructuren in de wijk. Daarom zal er ook gekeken moeten worden naar civieltechnische oplossingen. Denk bijvoorbeeld aan andere goten of een ander wegprofiel. Ook is de beschikbare openbare ruimte beperkt. Er wordt daarom tevens aangeraden om nader onderzoek te doen naar het inzetten van particulier eigendom om water te kunnen vasthouden en/of de afstroming te beperken.

Op basis van deel B wordt voor de Stadsatlas aangeraden de bodem binnen het bebouwde gebied in kaart te brengen. Veel ruimtelijke vraagstukken hebben een link met de ondergrond. Denk hierbij aan herinrichtings-, wegen- en woningbouwprojecten. Ook groenstructuurplannen hebben baat bij digitale geografische data. Wanneer data over de ondergrond, water en de groenstructuur bekend is zal het begrip van het systeem vergroot worden. Er kan op basis van data bepaald worden waarom iets wel of niet zal werken. En wat er aangepast zal moeten worden om een project te laten slagen.

De volgende datasets zouden een waardevolle aanvulling kunnen zijn:

- Gedetailleerde bodemkaart
- Plantsoortenkaart
- Grondwaterstanden ten opzichte van maaiveld

## Bibliografie

- Amsterdam Rainproof. (2021). Opgehaald van <https://www.rainproof.nl/toolbox/maatregelen/beplanting>
- AVRI. (2020). *Containerlocaties*. Opgehaald van avri.maps: <https://avri.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=91efa2aba09d43aebefd510d8e7f893a>
- AVRI. (2020). *Wat doet AVRI*. Opgehaald van avri: <https://www.avri.nl/over-avri-bestuur/wat-doet-avri/>
- BodemenergieNL. (2020). *Keuze bodemenergiesysteem*. Opgehaald van bodemenergienl: <https://bodemenergienl.nl/bodemenergie/keuze-bodemenergiesysteem/>
- BodemenergieNL. (2020). *Opslag in de grond*. Opgehaald van bodemenergie: <https://bodemenergienl.nl/bodemenergie/opslag-in-de-grond/>
- Contenture. (2020). *Geothermie en aardwarmte: voordelen én nadelen*. Opgehaald van drinkwaterplatform: <https://www.drinkwaterplatform.nl/geothermie-aardwarmte-voordelen-en-nadelen/>
- Cyclomedia streetsmart. (2021). *Cyclomedia Streetsmart*.
- Deltaplan Rijksoverheid. (2018). *klimaatadaptatie nederland*. Opgehaald van Deltaplan RUimtelijke Adaptatie: <https://klimaatadaptatienederland.nl/overheden/deltaplan-ra/>
- Dongen, A. v., & van Mersbergen, C. (2019). 'Biomassa is bom onder het klimaat'. *AD*.
- Geoweb Gelderland. (2020). *vervuilingen Culemborg*. Opgehaald van <https://geoweb.gelderland.nl/WebViewer/Index.html?configBase=http://geoweb.gelderland.nl/Geocortex/Essentials/REST/sites/Bodemverontreinigingen/viewers/test/virtualdirectory/Resources/Config/Default>
- GroenBlauw netwerk. (2020). *Koelen met groen*. Opgehaald van Groen blauw netwerk: <https://nl.urbangreenbluegrids.com/heat/reducing-heat-with-vegetation/>
- groenvandaag. (2020). Opgehaald van <https://groenvandaag.nl/10-planten-goed-doen-kleigrond>
- Het Zeeuws Energieakkoord. (2021). Opgehaald van <https://www.zeeuwsenergieakkoord.nl/bibliotheek/aquathermie>
- isohypsen*. (2020). Opgehaald van Grondwatertool: <https://www.grondwatertools.nl/thema-grondwater-achtergrondinformatie-grondwaterstanden/isohypsen>
- Liander. (2020). *Voorkom storing en schade*. Opgehaald van liander: [https://www.liander.nl/sites/default/files/Aannemers\\_Installateurs-Voorkom\\_Storing\\_en\\_Schade.pdf](https://www.liander.nl/sites/default/files/Aannemers_Installateurs-Voorkom_Storing_en_Schade.pdf)
- Naturalis. (2020). *Woordenlijst*. Opgehaald van geologievannederland: <https://www.geologievannederland.nl/woordenlijst?term=Lithologie>
- Naturalis. (2020). *Woordenlijst*. Opgehaald van geologievannederland: <https://www.geologievannederland.nl/woordenlijst?term=stratigrafie>

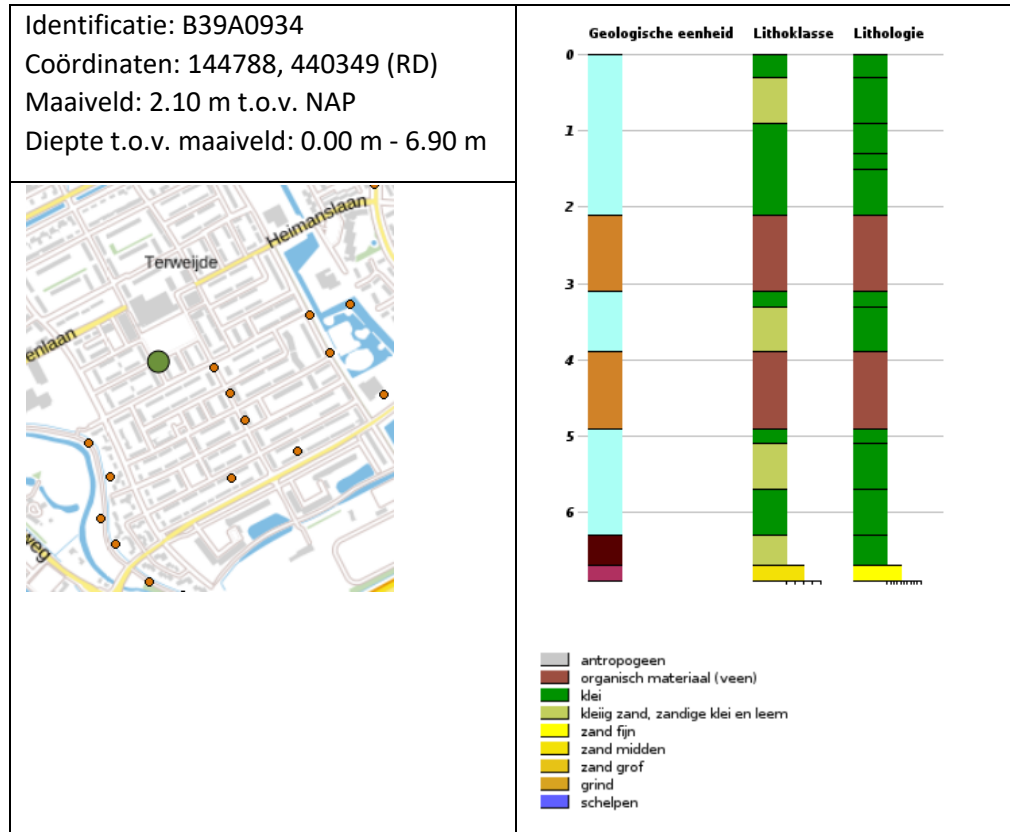
- Prettig Parkeren BV. (2020). *Interactieve Parkeerplattegrond*. Opgehaald van prettigparkeren: <https://www.prettigparkeren.nl/kaart/#!Culemborg//>
- Provincie Drenthe. (2013). *Bodemgeschiedenis open systemen*. Opgehaald van nationaalgeoregister: <https://www.nationaalgeoregister.nl/geonetwork/srv/api/records/ffffff80-c849-5fed-8d4b-f29a3243353e>
- Provincie Drenthe. (2013, 10 7). *Bodemgeschiedenis open systemen*. Opgehaald van nationaalgeoregister: <https://www.nationaalgeoregister.nl/geonetwork/srv/api/records/ffffff80-c849-5fed-8d4b-f29a3243353e>
- Provincie Gelderland. (2014, 10 16). OMGEVINGSVERORDENING GELDERLAND. *PROVINCIAAL BLAD*. Gelderland. Opgehaald van <http://www.nationaalgeoregister.nl/geonetwork/srv/dut/catalog.search#/metadata/4fb7fd09-6915-411c-b02a-f47a68fa5da4?tab=general>
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2017). *Bodemwarmtewisselaars*. Opgehaald van rvo: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/duurzame-energie-opwekken/nationaal-expertisecentrum-warmte/bodemenergie-en-aardwarmte-geothermie/bodemwarmtewisselaars>
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2020). *Bodemenergie en aardwarmte (geothermie)*. Opgehaald van rvo: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/duurzame-energie-opwekken/bodemenergie-en-aardwarmte>
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2020). *Ondiepe bodemenergie - open systemen*. Opgehaald van rvo: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/duurzame-energie-opwekken/nationaal-expertisecentrum-warmte/bodemenergie-en-aardwarmte-geothermie/bodemenergie>
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2020). *Warmte- en koudeopslag - de betrouwbare energiebron*. Opgehaald van rvo: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/gebouwen/warmte-en-koudeopslag>
- Rijksdienst voor Ondernemend Nederland. (2020, 11 4). *Warmte- en koudeopslag - de betrouwbare energiebron*. Opgehaald van rvo: <https://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/gebouwen/warmte-en-koudeopslag>
- Rijksdienst voor ondernemend Nederland. (2021). Opgehaald van <https://rvo.b3p.nl/viewer/app/Warmteatlas/v2>
- Schepers, B. (2021). Opgehaald van <https://www.drinkwaterplatform.nl/aquathermie-warmte-uit-water/>
- Staver, F. (2018). Opgehaald van <https://www.trouw.nl/nieuws/rivm-waarschuwt-voor-biomassa-het-kan-de-gezondheid-schaden~b3dde011/>
- Stedin. (2020). *Criteria kabels en leidingen*. Rotterdam: Stedin.
- Stichting Platform Geothermie. (2020). *Veelgestelde vragen*. Opgehaald van geothermie: <https://geothermie.nl/index.php/nl/geothermie-aardwarmte/veelgestelde-vragen>

- Stichting Platform Geothermie. (2020). *Wat is geothermie?* Opgehaald van geothermie:  
<https://www.geothermie.nl/index.php/nl/geothermie-aardwarmte/wat-is-geothermie/22-geothermie/wat-is-geothermie/18-wat-is-geothermie>
- Stratelligence. (2020). *Een Laagdrempelige Energietransitie*.
- TNO Geologische Dienst Nederland. (2020). *Boormonsterprofiel en interpretatie BRO DGM v2.2*.  
Opgehaald van dinoloket: <https://www.dinoloket.nl/ondergrondmodellen>
- TNO Geologische Dienst Nederland. (2020). *Boormonsterprofiel en interpretatie BRO GeoTOP v1.4*.  
Opgehaald van dinoloket: <https://www.dinoloket.nl/ondergrondmodellen>
- TNO Geologische Dienst Nederland. (2020). *Digitaal Geologisch Model: DGM*. Opgehaald van  
dinoloket: <https://www.dinoloket.nl/digitaal-geologisch-model-dgm>
- Vree, J. d. (2020). Opgeroepen op november 2020, van  
<https://www.joostdevree.nl/shtmls/riothermie.shtml>
- Vree, J. d. (2020). Opgehaald van <https://www.joostdevree.nl/shtmls/bodemwarmtewisselaar.shtml>
- Warmtestad. (2020). *Warmte- en koudeopslag (WKO)*. Opgehaald van warmtestad:  
<https://warmtestad.nl/duurzame-energie/wko/>
- Well Control BV. (2020). *Gesloten systemen*. Opgehaald van wellcontrol:  
<http://www.wellcontrol.nl/gesloten-systemen.html>

## Bijlage 1 Boorprofielen

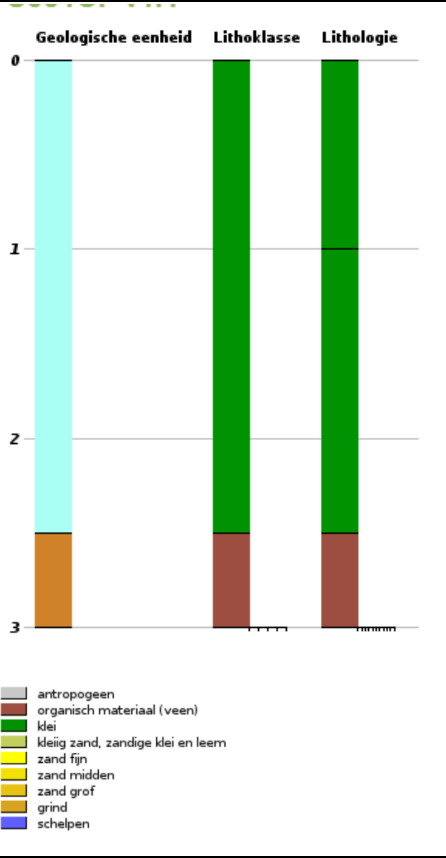
Bijlagen boorpunten Terweijde Bron: (TNO Geologische Dienst Nederland, 2020)

### Boorprofiel 1



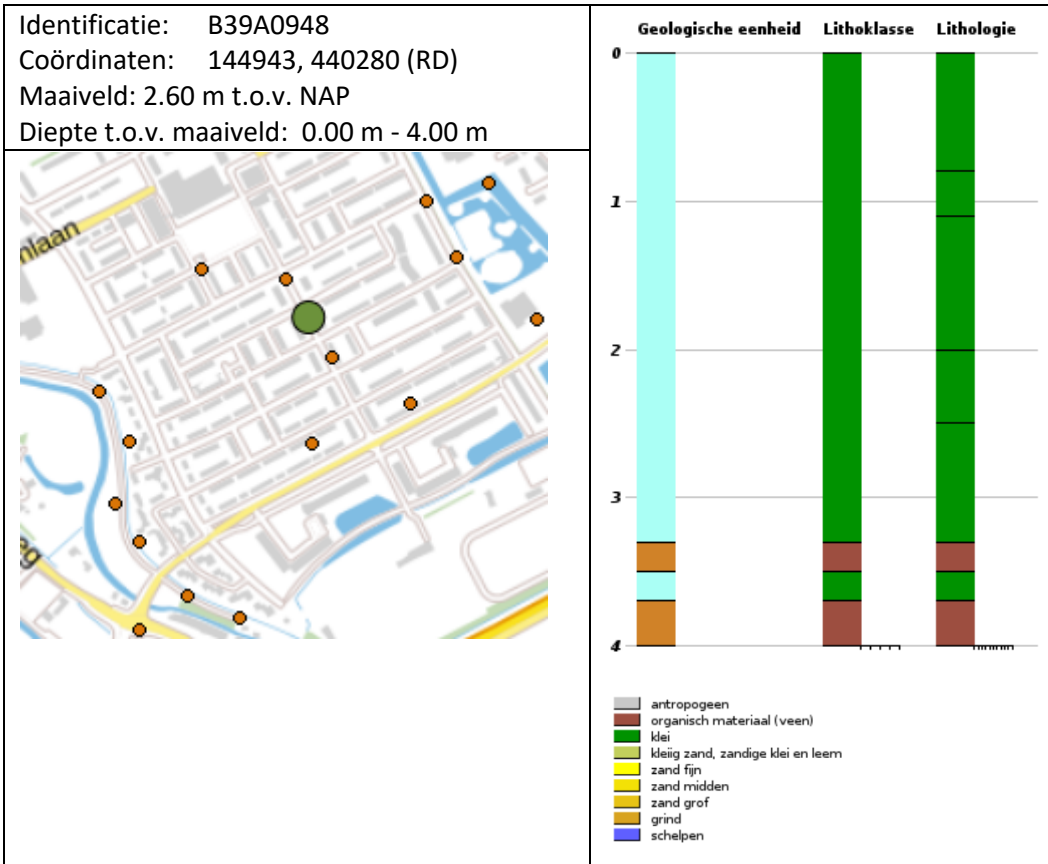
Boorprofiel 2

Identificatie: B39A0947  
 Coördinaten: 144910, 440335 (RD)  
 Maaiveld: 2.55 m t.o.v. NAP  
 Diepte t.o.v. maaiveld: 0.00 m - 3.00 m

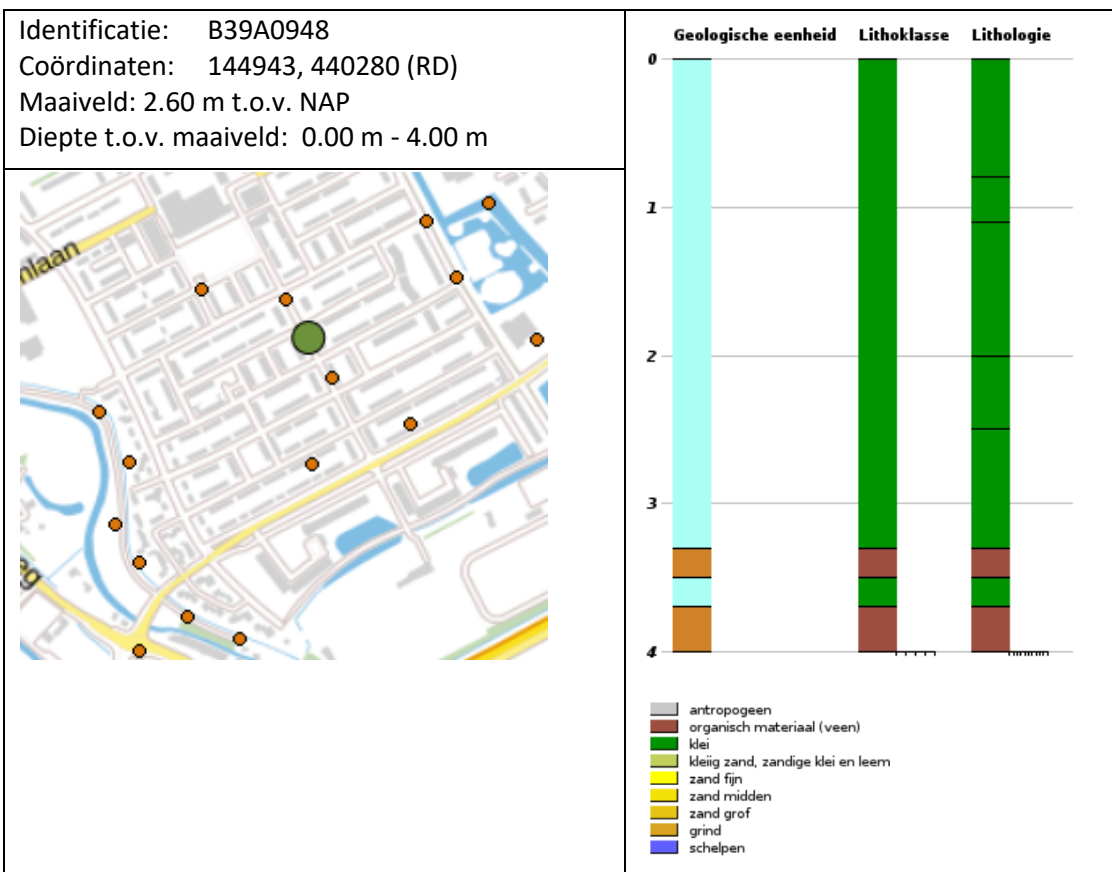


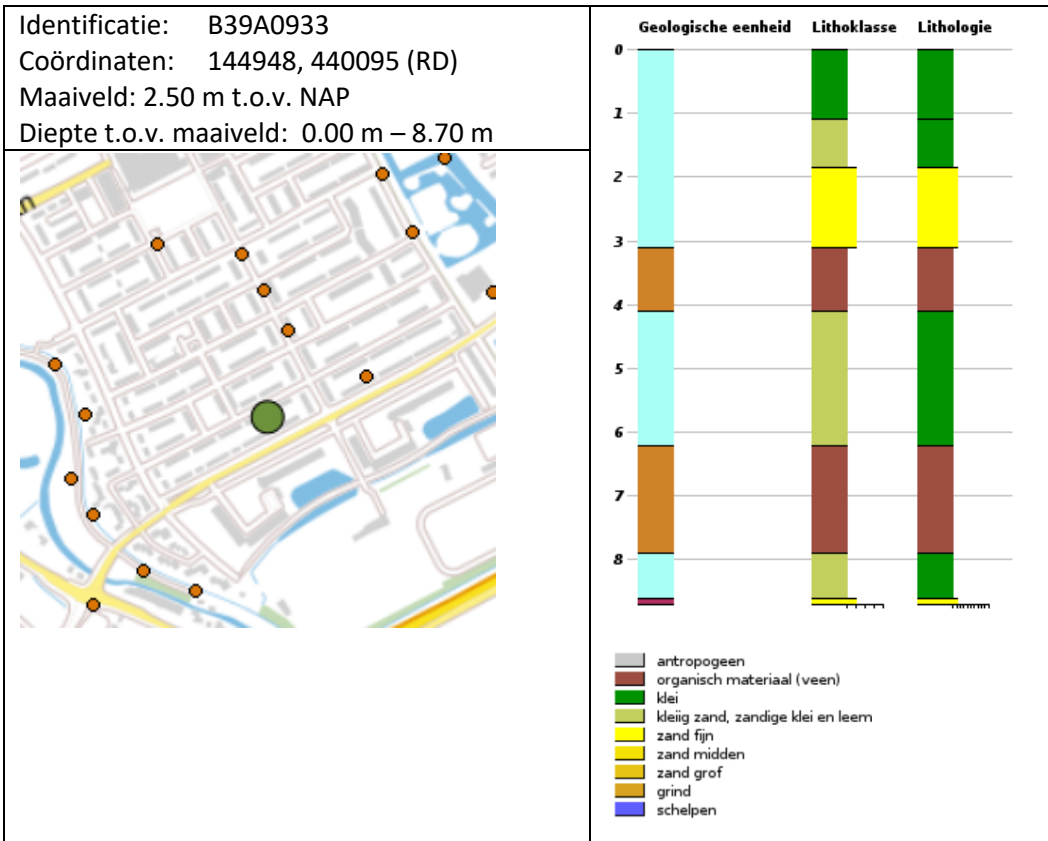


Boorprofiel 3



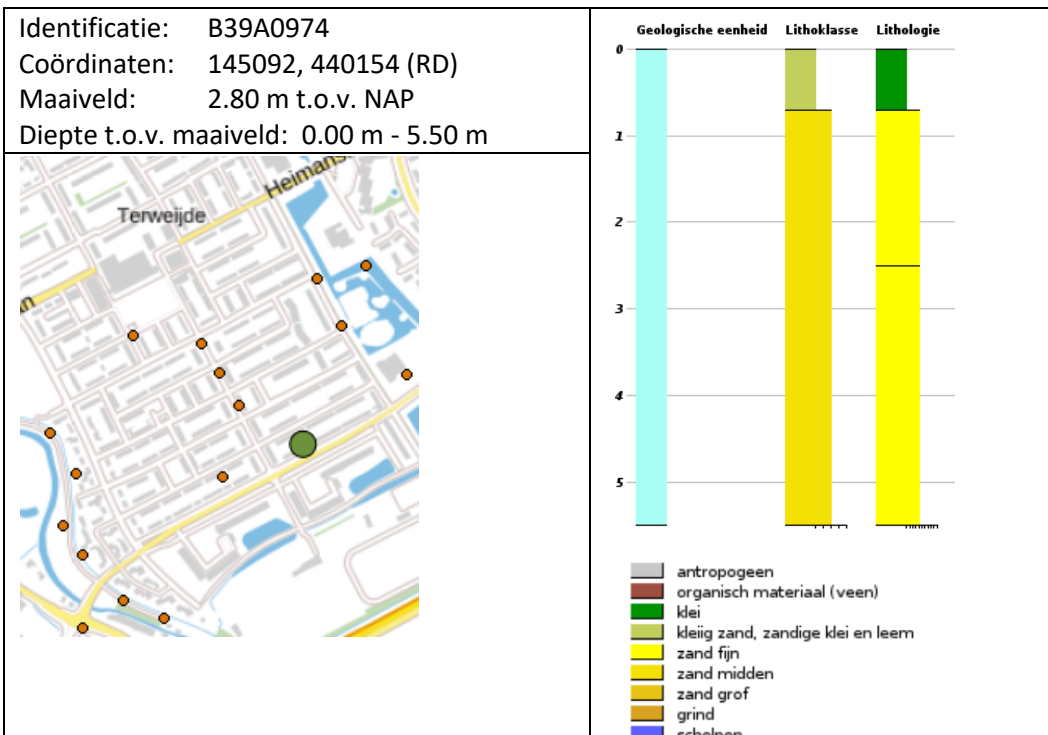
Boorprofiel 4





Boorprofiel 5

Boorprofiel 6

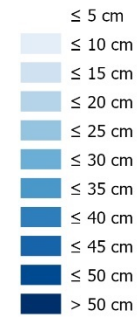


## Bijlage 2 T=90 wateroverlast

Wateroverlast bij T=90 regenbui



90mm in 1 uur  
Maximale waterdiepte (cm)



0 0,04 0,07 0,15 0,22 0,3  
Kilometers

Schaal: 1:4.000



Tekenaar: L. Hanssen  
Datum: 15-12-2020  
Versie: 1

### Bijlage 3 Grondwater Isohypsenaart

Grondwaterhoogte lijnenkaart  
Tweede watervoerend pakket



- Grondwaterstand (NAP) (m)
- ▭ Gemeentegrens
- ▭ Wijkgrens Projectgebied

0 0,4 0,8 1,6 2,4 3,2  
Kilometers

Schaal: 1:50.000

Tekenaar: J. van Goinga  
Datum: 11-01-2021  
Versie: 2

## Bijlage 4 Potentiekaart Aquathermie oppervlaktewater

Potentiekaart aquathermie oppervlaktewater



### Legenda

Wijkgrens

### Waterdeel

- waterloop
- waterloop:gracht
- waterloop:sloot
- watervlakte

### Aquathermie Open Water

< 1 TJ/jaar (0-25 hh)

0 100 200 400 600 800 Meters

Schaal: 1:8.000



Tekenaar: H.Ekkel  
Datum: 08-01-2021  
Versie: 1

## Bijlage 5 oppervlaktewater Voorkoop

### Oppervlaktewater



0 100 200 400 600 800  
Meters  
Schaal: 1:8.000



### Legenda

Wijkgrens

### Waterdeel

#### bgtplustyp

greppel, droge sloot

waterloop

waterloop:beek

waterloop:gracht

waterloop:kanaal

waterloop:sloot

watervlakte

watervlakte:meer, plas, ven, vijver

Tekenaar: H.Ekkel  
Datum: 08-01-2021  
Versie: 1

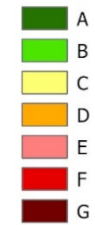
## Bijlage 6 Energielabel woningen voorkoop

### Energielabel Voorkoop



### Energielabel Voorkoop

#### Energielabel

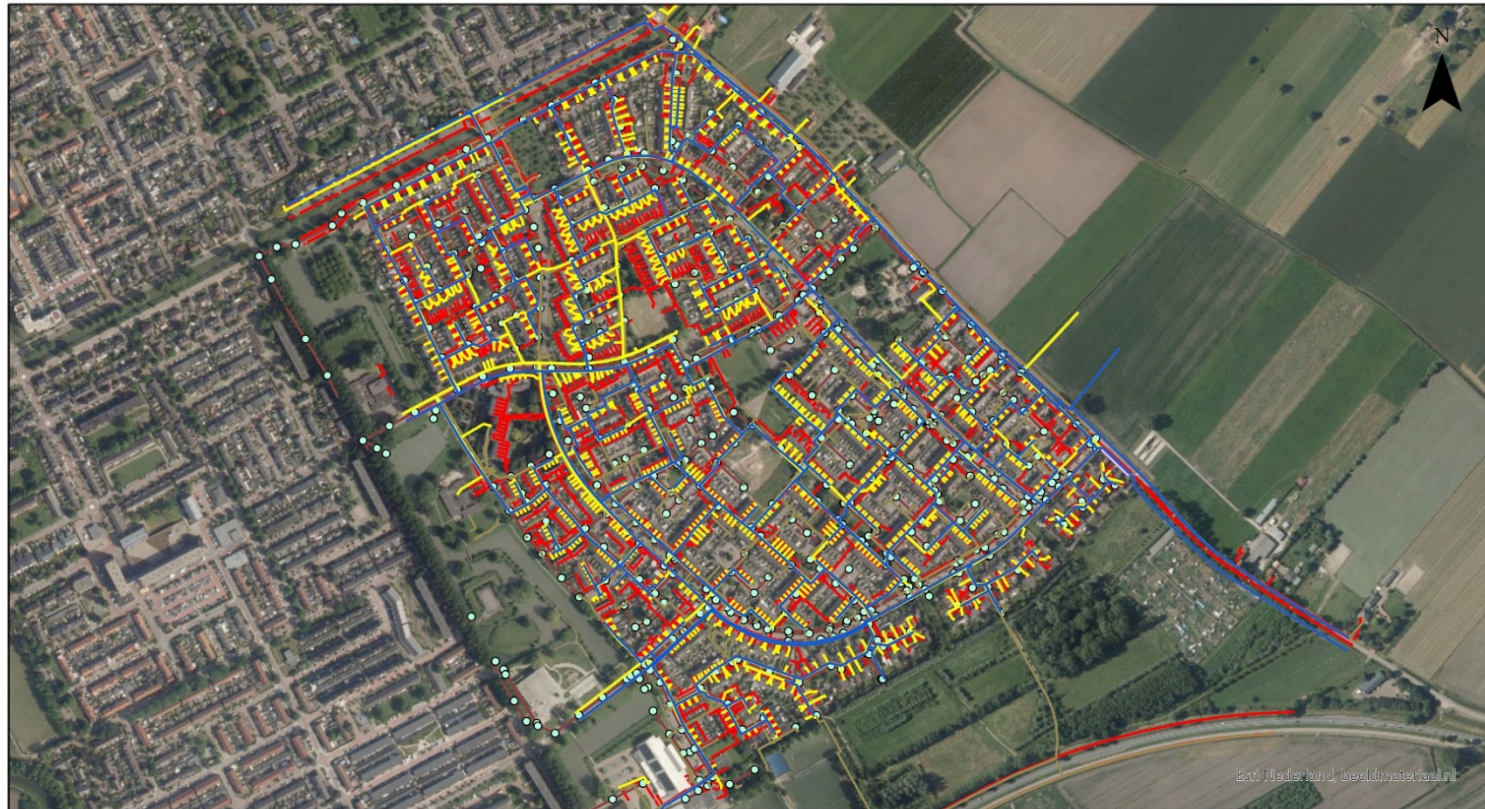


0 0,050,1 0,2 0,3 0,4  
Kilometers  
Schaal: 1:7.000

Tekenaar: L. Hanssen - J. van Goinga  
Datum: 15-01-2021  
Versie: 1

Bijlage 7 Overzicht KLIC-melding en riool

Overzicht Klic en riool



0 0,050,1 0,2 0,3 0,4  
Kilometers

Schaal: 1:6.800

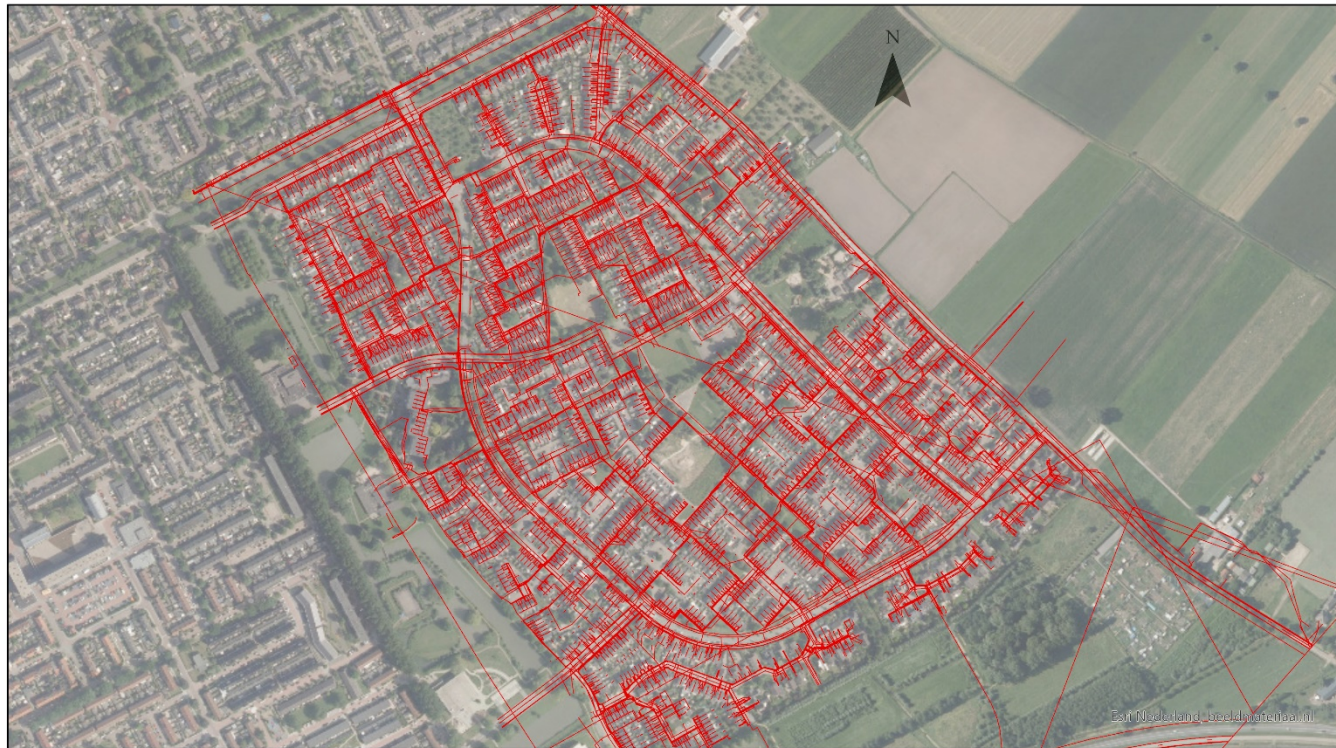
- |                   |                         |                      |                     |                       |
|-------------------|-------------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|
| buffer_mechanisch | Vrijerval riool         | Llander_voorkoop     | Data_voorkoop       | water_voorkoop_Buffer |
| Mechanisch riool  | buffer_rioolput         | Rioolput             | Gas_voorkoop_Buffer |                       |
| buffer_vrijerval  | Llander_voorkoop_Buffer | Data_voorkoop_Buffer | Gas_voorkoop        |                       |

Tekenaar: J. van Goinga  
Datum: 08-01-2021  
Versie: 1



## Bijlage 8 Kabels en leidingen 50 cm buffer

Kabels en leidingen 50 cm buffer Voorkoop



0 0,25 0,5  
Kilometers  
Schaal: 1:6.000

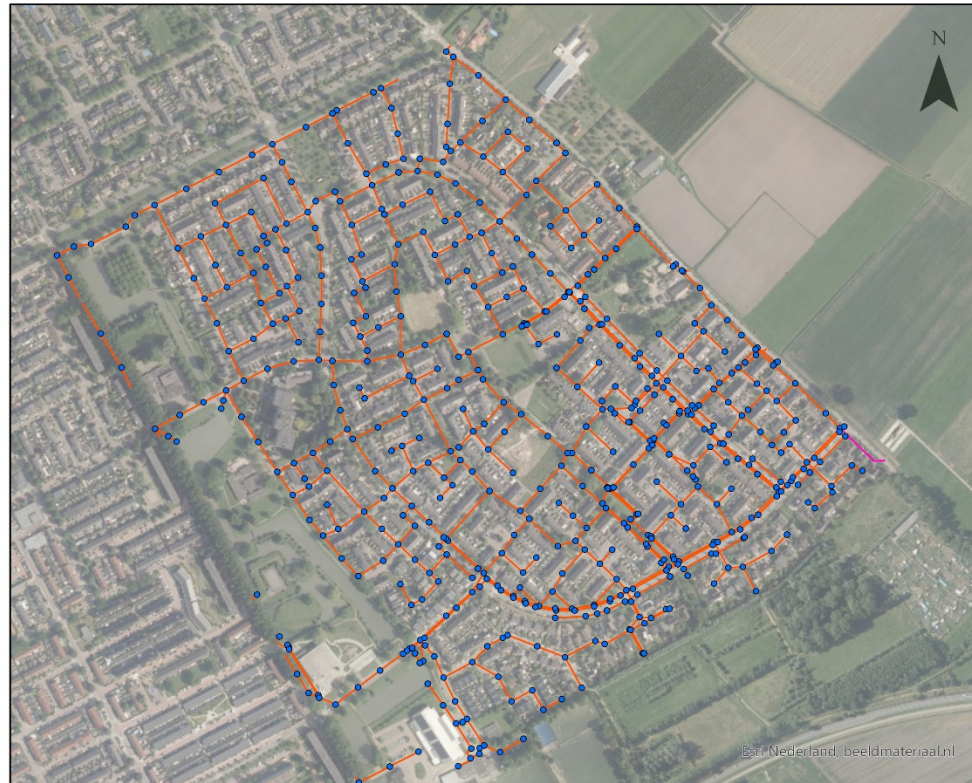
### Legenda

■ 50 cm buffer kabels en leidingen KLIC

Tekenaar: L.Hanssen  
Datum: 07-01-2021  
Versie: 1

## Bijlage 9 Rioleringsstelsel wijk Voorkoop

Rioleringsstelsel wijk Voorkoop



### Legenda

- Rioolput
- Riool mechanisch
- Riool vrijverval

0 0,050,1 0,2 0,3 0,4  
Kilometers

Schaal: 1:7.000

Tekenaar: J. van Goinga  
Datum: 05-01-2021  
Versie: 1

## Bijlage 10 Overzicht ondergrondse containers Voorkoop

Overzicht ondergrondse containers



### Legenda

- Wijkgrens
- Ondergrondse\_containers\_Avri

0 100 200 400 600 800  
Meters  
Schaal: 1:8.000



Tekenaar: H.Ekkel  
Datum: 15-01-2021  
Versie: 1

## Bijlage 11 Waterwingebied Vitens

### Waterwingebied Vitens Culemborg



- Gemeentegrens
- Wijkgrens
- Waterwingebieden
- Boringsvrije zone
- Intrekgebieden

0 0,25 0,5 1 1,5 2  
Kilometers  
Schaal: 1:30.000

Tekenaar: J. van Goinga  
Datum: 12-01-2021  
Versie: 1

## Bijlage 12 Chopinplein


Chopinplein



0 12,5 25 50 75 100  
Meters  
Schaal: 1:1.400



Legenda

 Chopinplein

Tekenaar: H.Ekkel  
Datum: 07-01-2021  
Versie: 1

## Bijlage 13 Groenvoorziening Terweide

### Groenvoorziening Terweide



#### Legenda

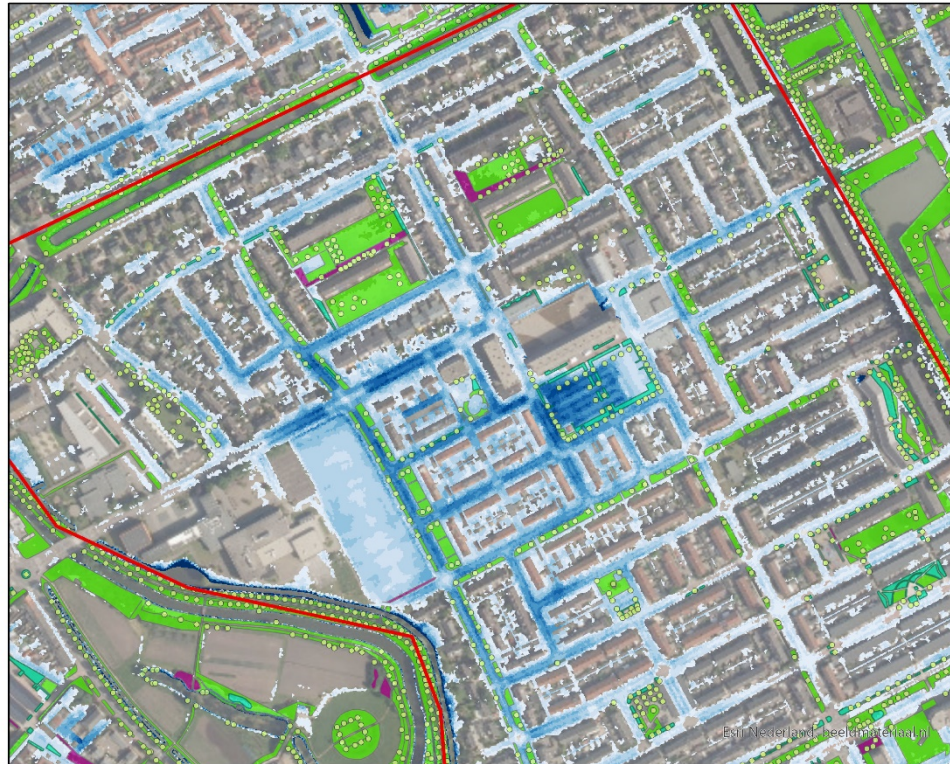
- Cultuurlijke\_beplanting
- Gras
- Haag
- Natuurlijke\_beplanting
- Boom
- Wijkgrens

0 0,13 0,25 0,5 0,75 1 Kilometers  
Schaal: 1:7.500

Tekenaar: H.Ekkel  
Datum: 07-01-2021  
Versie: 1

## Bijlage 14 Wateroverlast in Terweijde in relatie tot groen

Wateroverlast in Terweijde in relatie tot groen



### Legenda

90mm in 1 uur

Maximale waterdiepte (cm)

- ≤ 5 cm
- ≤ 10 cm
- ≤ 15 cm
- ≤ 20 cm
- ≤ 25 cm
- ≤ 30 cm
- ≤ 35 cm
- ≤ 40 cm
- ≤ 45 cm
- ≤ 50 cm
- > 50 cm
- Cultuurlijke\_bepanting
- Gras
- Haag
- Natuurlijke\_bepanting
- Boom
- Wijkgrens

0 0,05 0,1 0,2 0,3 0,4  
Kilometers

Schaal: 1:4.750



Tekenaar: H.Ekkel  
Datum: 07-01-2021  
Versie: 1

## Bijlage 15 Situatie Chopinplein wateroverlast

### Situatie Chopinplein



0 12,5 25 50 75 100 Meters

Schaal: 1:1.400



### Legenda

90mm in 1 uur

Maximale waterdiepte (cm)

- ≤ 5 cm
- ≤ 10 cm
- ≤ 15 cm
- ≤ 20 cm
- ≤ 25 cm
- ≤ 30 cm
- ≤ 35 cm
- ≤ 40 cm
- ≤ 45 cm
- ≤ 50 cm
- > 50 cm
- Cultuurlijke\_bepanting
- Gras
- Haag
- Natuurlijke\_bepanting
- Boom

Tekenaar: H.Ekkel  
Datum: 07-01-2021  
Versie: 1



## Bijlage 16 Particulieren verhardingsgraad rondom het Chopinplein

### Particulieren verhardingsgraad rondom het Chopinplein



#### Legenda

90mm in 1 uur

Maximale waterdiepte (cm)

- ≤ 5 cm
- ≤ 10 cm
- ≤ 15 cm
- ≤ 20 cm
- ≤ 25 cm
- ≤ 30 cm
- ≤ 35 cm
- ≤ 40 cm
- ≤ 45 cm
- ≤ 50 cm
- > 50 cm

Particuliere\_verharding\_Culemborg

Verhardingsgraad

- 80% - 100%
- 60% - 80%
- 40% - 60%
- 20% - 40%
- 0% - 20%

0 20 40 80 120 160 Meters

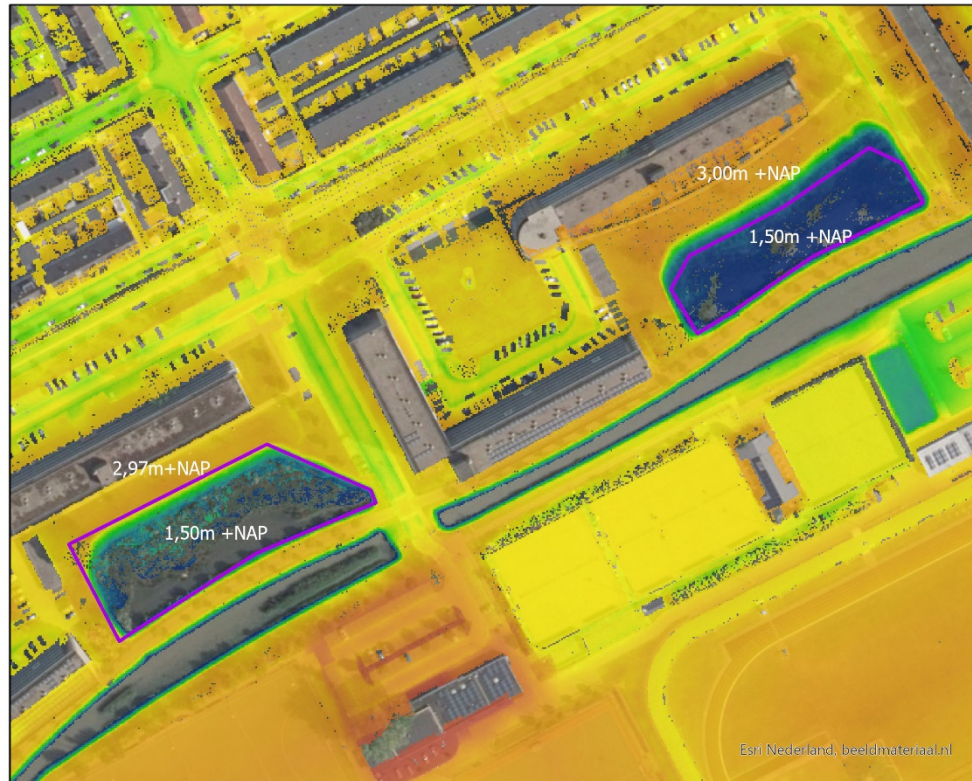
Schaal: 1:1.900



Tekenaar: H.Ekkel  
Datum: 13-01-2021  
Versie: 1

## Bijlage 17 Maaiveldhoogtes waterberging Terweijde Zuid

### Maaiveldhoogtes waterbergingen Terweijde Zuid



#### Legenda

 Grove\_Contour\_Waterberging

ahn\_terweijde

Value

 3,925

 -0,131



0 20 40 80 120 160 Meters

Schaal: 1:1.750



Tekenaar: H.Ekkel  
Datum: 15-12-2020  
Versie: 1

## Bijlage 18 Overzicht locaties

### Overzicht locaties



### Legenda

-  Ter Weijdelaan
-  Sportvelden\_Koningin\_Wilhelmina\_College

0 50 100 200 300 400  
Meters

Schaal: 1:4.500



Tekenaar: H.Ekkel  
Datum: 11-01-2021  
Versie: 1

## Bijlage 19 overzicht Terweijde en Voorkoop

Overzicht wijken Terweijde en Voorkoop



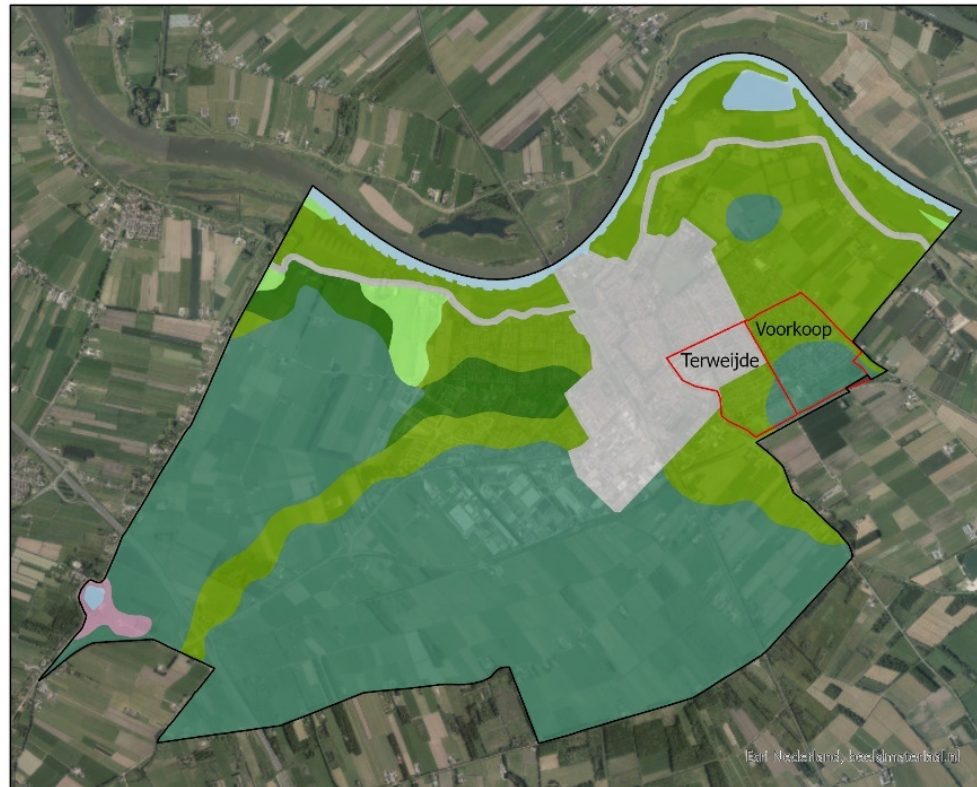
0 0,25 0,5  
Kilometers  
Schaal: 1:10.000

Legenda  
Wijkgrens

Tekenaar: J. van Goinga  
Datum: 07-01-2021  
Versie: 1

## Bijlage 20 Grondsoortkaart

Grondsoortenkaart tot 1,0m diepte



### Legenda

-  Gemeentegrens
-  Wijkgrens
-  Bebouwing, enz
-  Lichte klei
-  Lichte zavel
-  Veen
-  Water
-  Zware klei
-  Zware zavel

0 0,5 1 2 3 4  
Kilometers

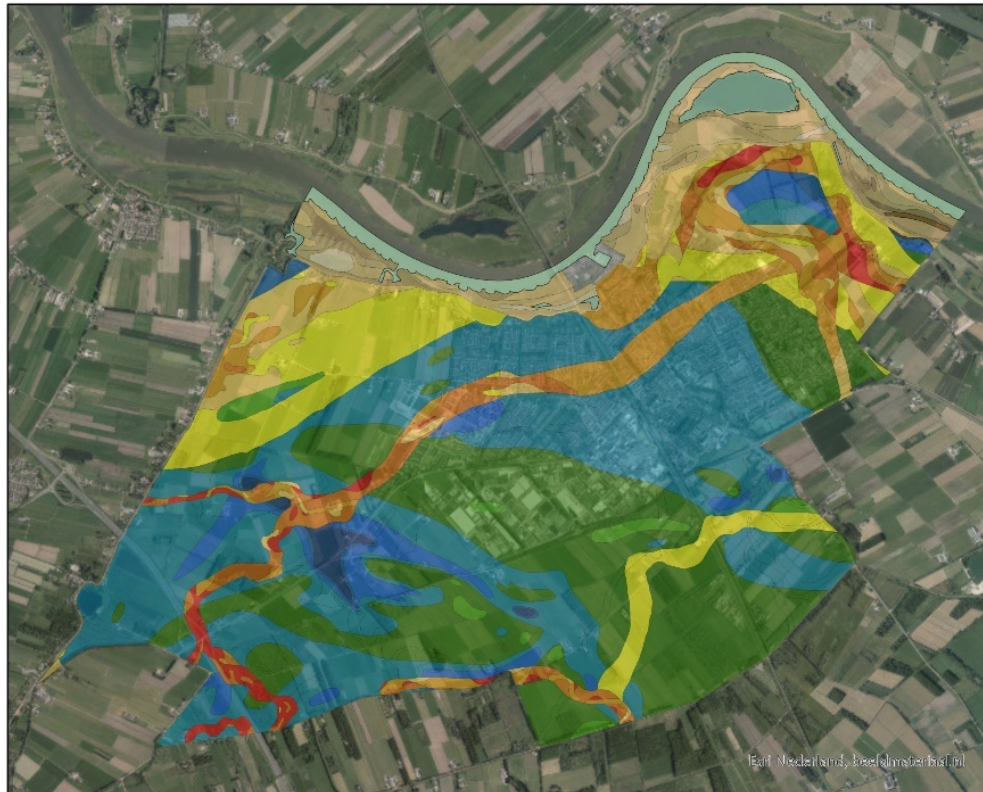
Schaal: 1:50.000



Tekenaar: H.Ekkel  
Datum: 21-01-2021  
Versie: 2

Bijlage 21 Zandbanen kaart

Zandbanenkaart Provincie Gelderland 2010



Bodem\_Zandbanen\_2010

- 1: Zand van bedijkte rivieren, binnen 1,0 m-mv
- 2: Zand van bedijkte rivieren, top tussen 1,0 - 2,0 m-mv
- 3: Zand van bedijkte rivieren, top tussen 2,0 - 3,0 m-mv
- 4: Zand van bedijkte rivieren, top tussen 3,0 - 4,0 m-mv
- 5: Zand van bedijkte rivieren, top tussen 4,0 - 5,0 m-mv
- 6: Zand van bedijkte rivieren, top tussen 5,0 - 6,0 m-mv
- 7: Zand van bedijkte rivieren, top tussen 6,0-7,0 m-mv
- 8: Zand van bedijkte rivieren, top tussen 7,0-8,0 m-mv
- 9: Zand van bedijkte rivieren, top tussen 8,0-9,0 m-mv
- 10: Zand van bedijkte rivieren, top tussen 9,0-10,0 m-mv
- 13: Beddingzand onbedijkte rivieren, top binnen 1,0 m-mv
- 14: Beddingzand onbedijkte rivieren, top tussen 1,0 - 1,5 m-mv
- 15: Beddingzand onbedijkte rivieren, top tussen 1,5 - 2,0 m-mv
- 16: Beddingzand onbedijkte rivieren, top tussen 2,0 - 3,0 m-mv
- 17: Beddingzand onbedijkte rivieren, dieper dan 3,0 m-mv
- 20: Pleistoceen zand 0 - 1,0 m-mv
- 21: Pleistoceen zand 1,0 - 2,0 m-mv
- 22: Pleistoceen zand 2,0 - 3,0 m-mv
- 23: Pleistoceen zand 3,0 - 4,0 m-mv
- 24: Pleistoceen zand 4,0 - 5,0 m-mv
- 25: Pleistoceen zand 5,0 - 6,0 m-mv
- 26: Pleistoceen zand 6,0 - 7,0 m-mv
- 27: Pleistoceen zand 7,0 - 8,0 m-mv
- 28: Pleistoceen zand 8,0 - 9,0 m-mv
- 29: Pleistoceen zand 9,0 - 10,0 m-mv
- 30: Pleistoceen zand 10,0 - 11,0 m-mv
- 32: Verstoord (bebouwd, zand-winning, vergraven)
- 99: Water

0 0,5 1 2 3 4  
Kilometers

Schaal: 1:50.000



Tekenaar: H.Ekkel  
Datum: 21-01-2021  
Versie: 2

Bijlage 22 Dikte formatie kreftenheye, tweede zandige eenheid

Dikte van de formatie van Kreftenheye, tweede zandige eenheid



Legenda

Wijkgrens

Wijkgrens

KRz2 dikte (m)

Value



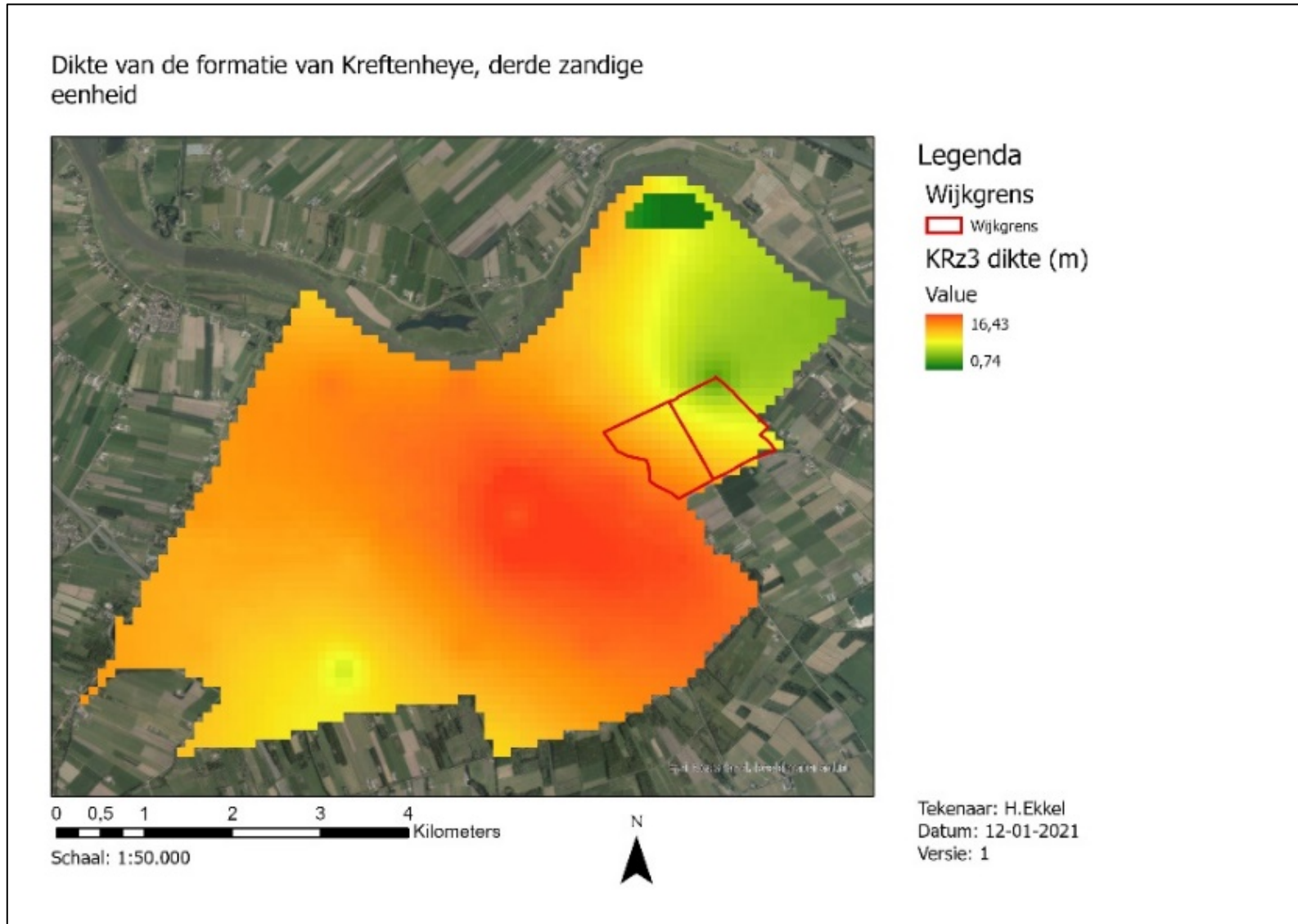
0 0,5 1 2 3 4 Kilometers

Schaal: 1:50.000



Tekenaar: H.Ekkel  
Datum: 12-01-2021  
Versie: 1

Bijlage 23 Dikte formatie kreftenheye, derde zandige eenheid





Bijlage 24 Dikte formatie Sterksel, eerste zandige eenheid

Dikte van de formatie van Sterksel, eerste zandige eenheid



Legenda

Wijkgrens

Wijkgrens

STz1 dikte (m)

Value

22,22

0,02

0 0,5 1 2 3 4 Kilometers

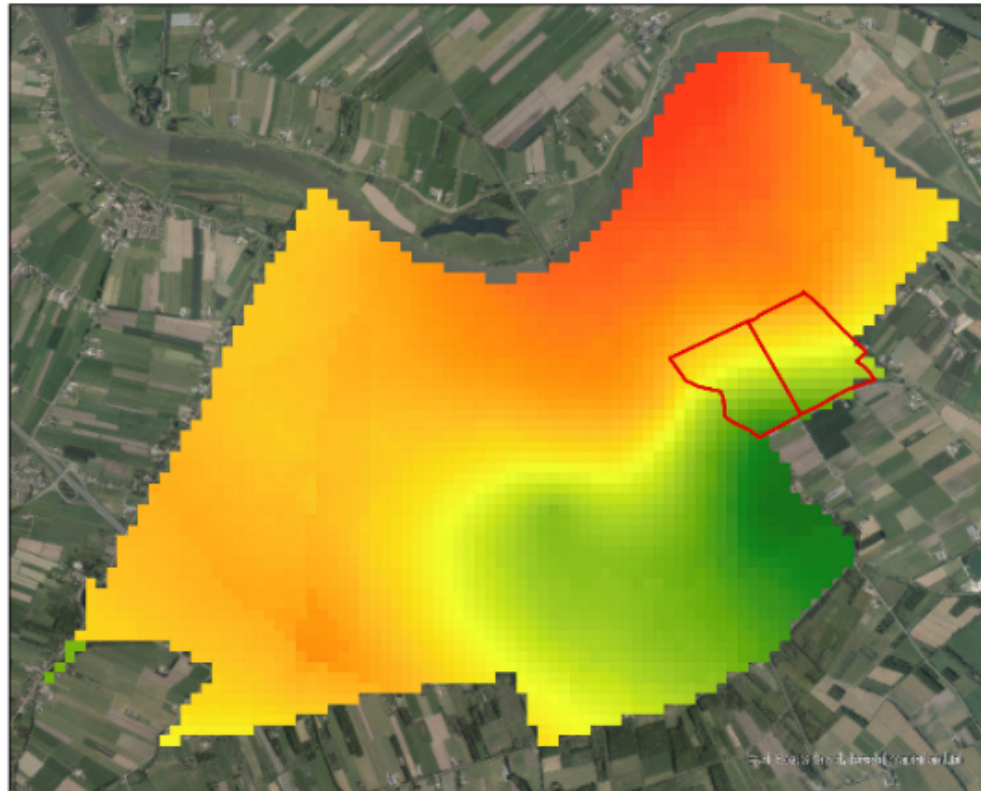
Schaal: 1:50.000



Tekenaar: H.Ekkel  
Datum: 12-01-2021  
Versie: 1

Bijlage 25 Dikte formatie Peize en van Waalre, tweede zandige eenheid

Dikte van de formatie van Peize en van Waalre, tweede zandige eenheid



0 0,5 1 2 3 4 Kilometers

Schaal: 1:50.000



Tekenaar: H.Ekkel  
Datum: 12-01-2021  
Versie: 1

## Bijlage 26 Overzicht data Digitale Stadsatlas

**Overzicht data Digitale Stadsatlas**

Omschrijving	Foldernaam
Potentiekaart voor aquathermie uit oppervlaktewater	Aquathermie_Open_Water
Overzicht van panden	BAG_pand
Overzicht van het begroeide terreindeel	BGT_BegroeidTerreindeel
Overzicht van de oppervlaktewateren	BGT_Waterdeel
Overzicht van zandbanen en geologische zandlagen	Bodem_Zandbanenkaart_2010
Bodemkaart	Bodemkaart
Overzicht van cultuurhistorische elementen	Cult_hist_geografie
De geologische formaties in dikte en de hoogte van de basis	DGM_v2.2
De energielabels van alle BAG panden	Energielabel
Gemeentegrens	Gemeentegrens
Een overzicht van alle bomen, culturele beplanting, grasvelden, hagen en natuurlijke beplanting	Groenvoorzieningen_Culemborg_20210104
Een vereenvoudigde bodemkaart	Grondsoort
Een gedigitaliseerde versie van de hoofdgroenstructuur	Hoofdgroenstructuur
De Algemene Hoogtekaart Nederland van de gemeentegronden	Hoogtekaart
Een grondwaterhoogtelijnenkaart	Isohypsens 2020
Overzicht van ondergrondse containers in de wijken Voorkoop en Terweijde	Ondergrondse_containers_Avri
Een vlakdekkende kaart van particuliere terreinen	Particulierterrein
Een overzicht van de riolering	Riolering_Culemborg
Wijkgrenzen van de twee casuwijken	Wijkgrenzen
De diktes van goede en slechte waterdoorlatende lagen	REGIS_II_v2.2

