

UP Bodem DNA van de Stad en omgeving

Pilot Leiden



UP Bodem DNA van de Stad en omgeving
Pilot Leiden

Auteur(s)

Reinder Brolsma

Otto Levelt

Mark Niesten

UP Bodem DNA van de Stad en omgeving

Pilot Leiden

Opdrachtgever	Gemeente Leiden
Contactpersoon	de heer J. van Wersch
Referenties	-
Trefwoorden	-

Documentgegevens

Versie	0.1
Datum	09-11-2020
Projectnummer	11203227-003
Document ID	11203227-003-BGS-0001
Pagina's	42
Classificatie	
Status	definitief

Auteur(s)

	Reinder Brolsma	
	Otto Levelt	
	Mark Niesten	

Doc. Versie	Auteur	Controle	Akkoord	Publicatie
0.1	 Reinder Brolsma	 Marco Hoogvliet	 Henriette Otter	
	Otto Levelt			
	Mark Niesten			

Inhoud

1	Het UP project ‘DNA van de stad en omgeving’ en pilot Leiden	5
1.1	De context: UP Project ‘DNA van de stad en omgeving’	5
1.2	Pilot Leiden	5
1.2.1	Aanleiding pilot Leiden	5
1.2.2	Doel pilot Leiden	5
1.2.3	Werkwijze pilot Leiden	6
2	Ondergrondinformatie in Leiden	7
2.1	Informatiebehoefte	7
2.2	Informatieaanbod	7
2.2.1	Overzicht data	7
2.2.2	Data voor uitvoering van herinrichtingsproject	9
3	Methodiek	11
4	Toepassing focusgebied Leiden Zuid-West	13
4.1	Introductie	13
4.2	Potentiekaart klimaatadaptatie	13
4.2.1	Infiltratie capaciteit (grondsoort)	14
4.2.2	Bergingscapaciteit (grondwaterdiepte)	17
4.2.3	Helling maaiveld	20
4.2.4	Potentiekaart - Resultaat	21
4.3	Aandachtspunten kaart ondergrond	22
4.3.1	Bodemverontreiniging	23
4.3.2	Explosieven	23
4.3.3	Ondergrondse objecten – Bomenwortel stelsel	24
4.3.4	Ondergrondse objecten – Kabels en leidingen	26
4.3.5	Ondergrondse objecten – Overige objecten	28
4.3.6	Cultuurhistorie	29
4.3.7	Gevoeligheid van de bebouwing voor gevolgen van zetting	30
4.3.8	Aandachtspunten kaart - Resultaat	33
4.4	Infiltratiekansenkaart	33
4.5	Projecten en plannen	35
5	Klimaatmitigatie	36
5.1	Potentiekaart klimaatmitigatie	36
5.2	Geothermie	36
5.3	WKO	37
5.4	Aquathermie	38
	Bijlage 1 Classificering BGT	40

1 Het UP project 'DNA van de stad en omgeving' en pilot Leiden

1.1 De context: UP Project 'DNA van de stad en omgeving'

In het UP project 'DNA van de stad en omgeving' werkt een consortium aan betere inzet van kennis van de bodem en ondergrond ten behoeve van klimaatadaptatie en -mitigatie. In het project wordt aan de hand van zes pilots, waaronder Leiden, inzicht geven in benodigde data, hoe deze te ontsluiten en hoe te vertalen en toe te passen in de praktijk.

Met een assessment van de bestaande werkwijzen (Methodiek Bodem & Ondergrond 1.0) wordt via een update toegewerkt naar verbeterde nieuwe werkwijzen (Methodiek Bodem & Ondergrond 2.0). Daarbij wordt gezocht naar slimme combinaties van gegevensbronnen en is de ambitie om verbindingen te versterken tussen kennis en praktijk, tussen bronhouders, onderzoekers, ervaringsdeskundigen, ontwerpers en adviseurs, en inzicht te geven in de relaties tussen de verschillende thema's en maatschappelijke opgaven.

Vragen die aanleiding zijn voor het UP project 'DNA van de stad en omgeving' zijn:

- Hoe beïnvloedt de bodemopbouw de geschiktheid voor en het ontwerp van klimaatadaptatiemaatregelen?
- Hoe wordt daarbij omgegaan met ruimteclaims van andere ondergrond gerelateerde gebruiksvormen en opgaven?
- Welke waarde kan de ondergrond op een bepaalde locatie maximaal toevoegen aan klimaatadaptatie?

1.2 Pilot Leiden

1.2.1 Aanleiding pilot Leiden

Leiden werkt in verschillende wijken aan klimaatadaptatie en -mitigatie projecten. De gemeente merkt dat de ondergrond hier een belangrijke rol in heeft. Het gaat hierbij enerzijds om de natuurlijke potentie van de ondergrond, maar anderzijds ook om beperkingen door wat er fysiek in de ondergrond aanwezig is ('drukke in de ondergrond'). Tegelijkertijd merkt de gemeente dat er meer data beschikbaar is binnen de gemeente dan er in praktijk wordt gebruikt.

Er is daarom allereerst behoefte aan een overzicht van beschikbare bodem- en ondergrond gegevens. Daarnaast is er de behoefte deze gegevens te vertalen naar direct toepasbare en toegankelijke informatie ten behoeve van klimaatadaptatie en het werken aan andere opgaven. In de pilot wordt voortgebouwd op de stappen die de Provincie Zuid-Holland (Team Klimaatadaptatie) in samenwerking met o.a. waterschappen, omgevingsdiensten, en gemeenten recent heeft gezet om klimaatadaptatie en het tegengaan van bodemdaling te vertalen naar beleidsontwikkeling, ruimtelijke planvorming en gebiedsontwikkeling.

1.2.2 Doel pilot Leiden

Doel van de pilot is om beter zicht te krijgen op welke bodem- en ondergrondgegevens bodem- en ondergrondgegevens beschikbaar is, deze inzichtelijk te maken en vervolgens te bepalen hoe dit kan worden gebruikt bij lokale gebiedsontwikkeling en het Omgevingsbeleid gericht op klimaatadaptatie en -mitigatie.

Meer specifiek zullen in deze pilot zullen de beschikbare bodem- en ondergrondgegevens worden ontsloten voor beheerders en projectontwikkelaars die betrokken zijn bij herstructureringsprojecten, met name rioolvervanging projecten. De verwerking van deze

gegevens zal leiden tot bruikbare informatie voor voorbereiding, planning en realisatie van de werkzaamheden (integrale kijk op rioolvervanging). Dit vergroot in het algemeen voor Leiden het inzicht in de bruikbare bodeminformatie (en leemtes) en daarmee het inzicht in het 'DNA' van het gebied.

1.2.3 Werkwijze pilot Leiden

De pilot is enerzijds ingestoken vanuit de beschikbaarheid van bodem- en ondergronddata en anderzijds vanuit de behoefte aan informatie om effectieve klimaatadaptatie- en mitigatiemaatregelen te selecteren en ontwerpen.

De pilot heeft plaatsgevonden in een aantal stappen;

- Stap 1: Inventarisatie beschikbare data
- Stap 2: Behoeftte aan ondergrond informatie
- Stap 3: Methode voor vertaalslag ondergronddata naar relevante informatie voor klimaatadaptatie
- Stap 4: Illustratie aanpak voor focusgebied Leiden Zuid-West
- Stap 5: Bodeminformatie ontsluiten

Het rapport volgt deze stappen niet letterlijk, maar de uitkomsten van de stappen komen op verschillende plekken terug in het rapport.

Stap 1: Inventarisatie beschikbare data (Hoofdstuk 2.2)

De pilot is gestart met een inventarisatieronde in de vorm van interviews met bodem- en dataexperts binnen de gemeente, Erfgoed Leiden en de Omgevingsdienst West-Holland. Met hen is gekeken welke data er nu al beschikbaar is en op welke manier deze ontsloten kunnen worden voor klimaatadaptatieplanning.

Stap 2: Behoeftte aan ondergrond informatie (Hoofdstuk 2.1)

Er is een workshop georganiseerd met stakeholders die betrokken zijn bij klimaatadaptatie (en -mitigatie) en inrichting van de openbare ruimte in Leiden. Van hun kennis en ervaring met het gebruik van bodem- en ondergronddata voor Leiden opgaven is gebruik gemaakt om de behoefte aan informatie inzichtelijk te krijgen.

Stap 3: Methode voor vertaalslag ondergronddata naar relevante informatie voor klimaatadaptatie (Hoofdstuk 3)

Nadat de beschikbaarheid en de behoefte aan ondergrondinformatie verhelderd was, is een methode ontwikkeld om op een goed toegankelijke manier tot ondergrondinformatie te komen die bruikbaar is bij klimaatadaptatie (en -mitigatie).

Stap 4: Illustratie aanpak voor focusgebied Leiden Zuid-West (Hoofdstuk 4)

Om de methode te toetsen en te verfijnen, is deze toegepast op een focusgebied in Overschie. Hiervoor zijn potentiekaarten en signaleringskaarten gemaakt, die verschillende datasets combineren tot makkelijk leesbare en aantrekkelijke kaarten.

Stap 5: Bodeminformatie ontsluiten

De verzamelde en gecombineerde datasets zijn publiek toegankelijk gemaakt via *web-based* Story Maps. Hiermee worden stakeholders uit het focusgebied geënthousiasmeerd en verleid om het DNA van de stad (in de bodem en ondergrond) te betrekken bij hun planvorming

2 Ondergrondinformatie in Leiden

2.1 Informatiebehoefte

Om de juiste bodem- en ondergrondinformatie te ontsluiten en ook daadwerkelijk te gebruiken, is het van belang om een goed inzicht te hebben in de specifieke informatiebehoefte van de uiteindelijke gebruikers. En allereerst, wie die gebruikers zijn.

Om de antwoorden op deze vragen inzichtelijk te krijgen is een workshop georganiseerd voor stakeholders die betrokken zijn bij klimaatadaptatie en inrichting van de openbare ruimte van Leiden. Samen met de deelnemers (Gemeente Leiden, Omgevingsdienst West-Holland, UP DNA Consortium) zijn de gebruikersgroepen van de ondergrondinformatie voorgesteld, aan welke van hun opgaven de ondergrondinformatie bij moet dragen, en op welke schaalniveau deze groepen de informatie nodig hebben.

2.2 Informatieaanbod

Voor een efficiënt en effectief gebruik van de ondergrondinformatie is, naast de behoefte, ook het aanbod aan data van belang. Er is dan ook een overzicht samengesteld van de beschikbare data met betrekking tot de bodem- en ondergrond, die van belang is voor klimaatadaptatie (en -mitigatie) in Leiden.

Om de inventarisatie uit te voeren is deskresearch uitgevoerd en zijn inventarisatiegesprekken gevoerd met experts van de Gemeente Leiden.

Uit de inventarisatie is gebleken dat:

- er een grote hoeveelheid data beschikbaar is over de ondergrond in Leiden;
- de data op verspreid is over veel data eigenaren/beheerder;
- veel data wordt ingewonnen op project basis en niet via een centrale locatie toegankelijk is;
- er veel data als PDF of analoog beschikbaar is;
- het koppelen van de data (bijvoorbeeld van verschillende afdelingen) van belang is om de veelheid aan data toepasbaar te maken;
- interpretatiekaarten met meerdere soorten data schaars zijn;
- de koppeling van beschikbare data met klimaatadaptatieplannen technische kennis vereist.

2.2.1 Overzicht data

Op basis van interviews met experts en beheerders van de gemeente Leiden zijn in juli-aug 2019 ondergronddata geïnventariseerd bij de gemeente Leiden, Erfgoed Leiden en de Omgevingsdienst West Holland. Onderstaande tabel geeft een overzicht van de op dit moment beschikbare data.

Tabel 2.2: Beschikbare data van bodem en ondergrond voor Pilot Leiden

Data	Beschikbaar via	Beschikbaarheid
Aantal geologische en geomorfologische kaarten	Analoog via Erfgoed Leiden en online via www.erfgoedleiden.nl	Erfgoed Leiden
Archeologische waarden- en verwachtingenkaart	www.erfgoedleiden.nl	Openbaar
Basiskaart	https://bgtviewer.nl/	
Bemalingsgebieden	Mogelijk via hoogheemraadschap Van Rijnland	??
Bodemfunctieklassen kaarten	https://www.odwh.nl/inwoners/Thema_s/Bodem/Hergebruik_grond_en_bouwstoffen/Bodemfunctieklassenkaarten	ODWH
Bodemkwaliteitskaarten	Shapefiles mogelijk via Grontmij/Sweco	Grontmij/Sweco
Bodemrapporten (chemische analyses en mogelijk boringen)	SQUIT	Binnen ODWH
Bodemverontreinigingen	Omgevingsdienst West-Holland	Binnen gemeente
Bomenkaart (Groene Kaart)	Opvraagbaar gemeente Leiden (shape file), solitaire bomen Leiden opgeslagen in Excel, bomenkaart zelf via (https://leiden.notubiz.nl/document/2563927/1/document)	Binnen gemeente
Boorstaten m.b.t. archeologisch bodemonderzoek	Navragen bij RAAP (of evt. IDDS) naar mogelijke database	RAAP (IDDS)
Boringen/sonderingen	Analoog via gemeente Leiden/mogelijk via grondmechanica Delft -> Deltares	Binnen gemeente
Bouwrijp methoden	Analoog via gemeente Leiden	Binnen gemeente
Cultuurhistorische atlas	www.erfgoedleiden.nl	Openbaar
Doorsnede Leiden (links)	https://leiden.notubiz.nl/document/3961694/1/Bijlage_1a_kaart_ondergrond_Leiden_links	Openbaar
Doorsnede Leiden (rechts)	https://leiden.notubiz.nl/document/3961695/1/Bijlage_1b_kaart_ondergrond_Leiden_rechts	Openbaar
Explosieven (risicokaart)	Opvraagbaar gemeente Leiden (shapefile)	Binnen gemeente
Explosieven (risicokaart), mogelijk zelfde als hierboven beschreven?	https://leiden.notubiz.nl/document/3961696/1/Bijlage_2_Conventionele_Explosieven_bodem_belastingkaart_Leiden	Openbaar

Fundering	Onvolledig en analoog (niet voor 1930 -> stadhuisbrand)	Archief
Funderingskaart (bouwjaar en aannames)	Opvraagbaar gemeente Leiden	Binnen gemeente
Groene kaart	https://groenekaart.leiden.nl/#!/	Openbaar
Grondboringen	https://www.dinoloket.nl/ondergrondgegevens	Openbaar
Grondwatermeetnet werk (peilbuizen)	Via ontzorgers: Acacia, I-real, Wareco	Acasia, Wareco en I-real
Grondwatermodel Leiden	Opvraagbaar gemeente Leiden (shapefile)	Binnen gemeente
Kabels en leidingen	Mogelijk via klic-melding	Openbaar
Landschapskaart	www.erfgoedleiden.nl	Openbaar
Luchtfoto met feitenkaart (oorlog)	https://leiden.notubiz.nl/document/3961699/1/Bijlage_3_verzamelde_feitenkaart_Leiden	Openbaar
Luchtfoto's (oud)	Opvraagbaar via gemeente Leiden	Binnen gemeente
Mechanische leidingen	GBI	Binnen gemeente
Ondergrondse bouwwerken (parkeergarages, kelders, tunnels)	Opvraagbaar gemeente Leiden (shapefile)	Binnen gemeente
Ondergrondse objecten (o.a. kademuren, walmuren onder bruggen)	Stadsingenieurs/tekeningen-archief Leiden	Archief
Rapporten archeologisch bodemonderzoek	Analoog via Erfgoed Leiden	Erfgoed Leiden
Riolering	GBI	Binnen gemeente
Spoedlocaties de mobiele pluim-verontreinigingen	SQUIT	Binnen ODWH
Verharding (open en gesloten verharding) en bebouwing	Opvraagbaar gemeente Leiden (shapefile)	Binnen gemeente

Daarnaast zijn landelijk datasets beschikbaar via Publieke diensten op de kaart (PDOK.nl) en dinoloket.nl.

2.2.2 Data voor uitvoering van herinrichtingsproject

Voor de uitvoering van de rioolvervanging en herinrichting van Leiden Zuidwest zijn verschillende onderzoeken uitgevoerd voor het verkrijgen van extra informatie over de ondergrond. Deze extra informatie is verzameld vanwege:

- Onbekendheid met het bestaan van eerdere onderzoeken.
- Bestaande informatie vaak wordt gewantrouwd:
 - Deze is verouderd;

- Verzameld voor een ander doel dan het huidige herinrichtings- of rioolvervangingsproject.

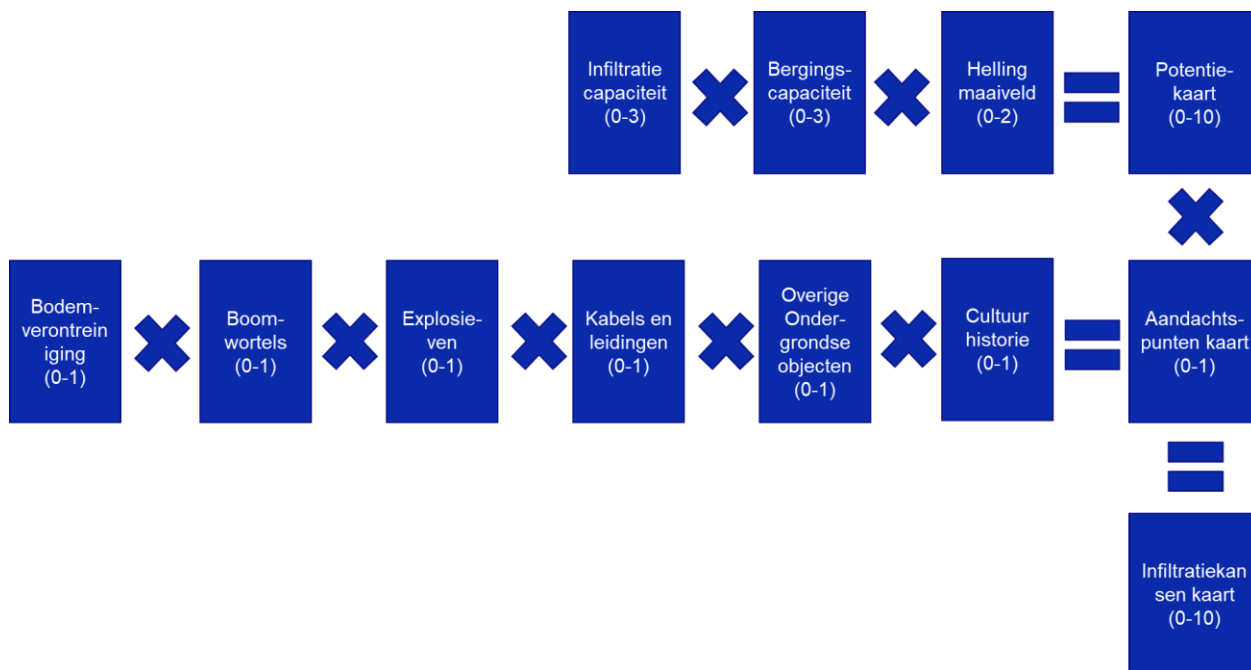
Daarom wordt aan het begin van een project veel extra onderzoek uitgevoerd. De onderzoeken die voor Leiden Zuidwest zijn uitgevoerd, zijn weergegeven in onderstaande tabel:

Data verzameld voor Leiden Zuidwest
Fundering onderzoek – soort
Diepte kelders
Huisaansluitingen
Bodem onderzoek, kwaliteit
Inmeting hele gebied
3D scan gebied: puntenwolk met hoogtes (verzameld met auto)
Bomen inventarisatie
Bomen effect analyse: effect van ontwerp op de bomen
Archeologisch onderzoek
Extra peilbuizen
Proefsluiven kabels en leidingen (op knelpunten)
Zandpaalonderzoek met betrekking tot infiltratie
Eigendomsgrenzen ('landje pik?')
Oude waterlopen
Drainage (onderhoud slecht)
Kaart – Verharding typen (open/klinker/tegels verharding, gesloten/asfalt/beton verharding).
KLIC-melding, Leiden Zuid-West

3 Methodiek

De ontwikkelde methodiek voor de gemeente Leiden volgt in hoofdlijnen de onderstaande benadering (Figuur 1).

Allereerst wordt vanuit het 'natuurlijke' ondergrond systeem bepaald wat de kansen zijn voor het opvangen en vasthouden van water. Dit ter reductie van wateroverlast en droogte. Daarna wordt vanuit de beperkingen door met name menselijk ingrijpen aangegeven waar het opvangen en vasthouden van water niet (nog) mogelijk is.



Figuur 1: Schematisatie van de gevolgde methodiek voor het bepalen van de infiltratiekansen kaart. Na herclassificatie van de verschillende bronnen worden deze vermenigvuldigd om te komen tot een potentiekaart voor infiltratie en een kaart met aandachtspunten door menselijk ingrijpen. Het combineren van de potentiekaart en de aandachtspuntenkaart leidt tot de infiltratiekansenkaart.

Voor de waterberging worden vier mogelijke typen opslag geïdentificeerd zoals weergegeven in onderstaande figuur. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen onder- en bovengrondse opslag en opslag met en zonder infiltratie van water in de ondergrond.

Ondergrondse opslag + Infiltratie  Infiltratie kratten  Drainage-Infiltratie-Transport (DIT) riool  Grindkoffers	Ondergrondse opslag  Ondergrondse bergingskelder  Waterdoorlatende bestrating (opslag)
Bovengrondse opslag + Infiltratie  Infiltratievelden en -stroken met bovengrondse opslag  Bergingsvijvers  Waterdoorlatende verharding  Greppels  Wadi	Bovengrondse opslag  Waterdaken / Blauwe daken  Regentonnen  Holle en schuine wegen  Groene daken

Figuur 2: Type maatregelen die passen bij bovengrondse en ondergronds opslag, al dan niet in combinatie met infiltratie.

Gezien vanuit een natuurlijk functioneren van het systeem, is hierin een voorkeursvolgorde aan te houden waarbij de voorkeur wordt gegeven aan bovengrondse opslag met infiltratie. Wanneer dit niet mogelijk is in verband met ruimtegebrek, kan gekozen worden voor ondergrondse opslag met infiltratie. Wanneer infiltratie niet mogelijk is, kan gekozen worden voor alleen ondergrondse opslag zonder infiltratie. Als ook dat niet mogelijk is, kan overgegaan worden tot bovengrondse opslag.

De kansenkaart voor het natuurlijk systeem wordt bepaald uit kaarten van de:

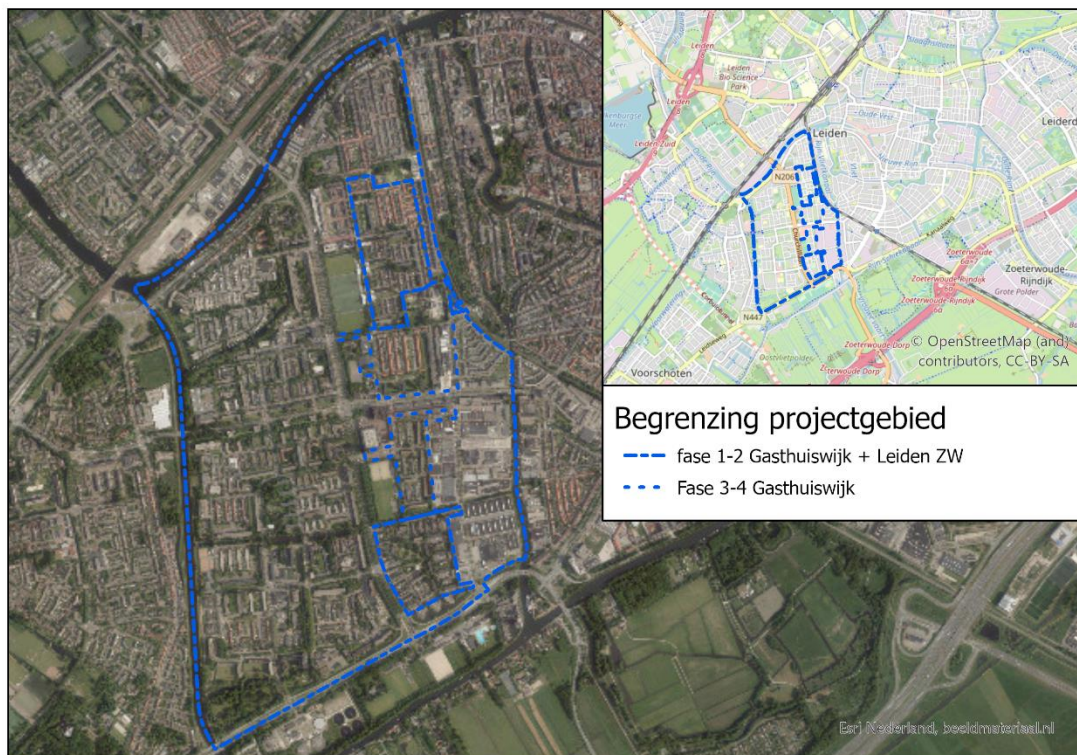
- Infiltratiecapaciteit
- Bergingscapaciteit
- Helling maaiveld

Deze worden in Hoofdstuk 4 toegelicht.

4 Toepassing focusgebied Leiden Zuid-West

4.1 Introductie

De methodiek om bodem- en ondergrondinformatie op toegankelijke wijze beschikbaar te maken voor de beoogde gebruikersgroepen, en hen te verleiden tot het gebruik daarvan voor de opgaven in Leiden, is toegepast op focusgebied Leiden Zuid-West. In dit hoofdstuk wordt inzichtelijk gemaakt hoe de methodiek leidt tot potentiekaarten en een aandachtspuntenkaart voor het gebruik van bodem- en ondergrondinformatie voor de opgaven van Leiden Zuid-West. In Figuur 3 is de ligging van het gebied te zien.



Figuur 3: Overzicht van de ligging van het projectgebied binnen Leiden.

4.2 Potentiekaart klimaatadaptatie

De potentiekaart klimaatadaptatie maakt de potentie van de bodem- en ondergrond voor klimaatadaptatiemaatregelen inzichtelijk op basis van de kenmerken van de 'natuurlijke' stedelijke ondergrond, de 'DNA-laag'. In de situatie van het focusgebied ligt hierbij de nadruk op het thema 'waterberging' ter beperking van wateroverlast en droogte. De kaart is samengesteld uit onderstaande subkaarten.



Figuur 4: Schematische weergave samenstelling Potentiekaart klimaatadaptatie

4.2.1 Infiltratie capaciteit (grondsoort)

Schaal:

1-3

Bron:

Natuurlijke ondergrond: Geologische kaart, Dienst Erfgoed gemeente Leiden

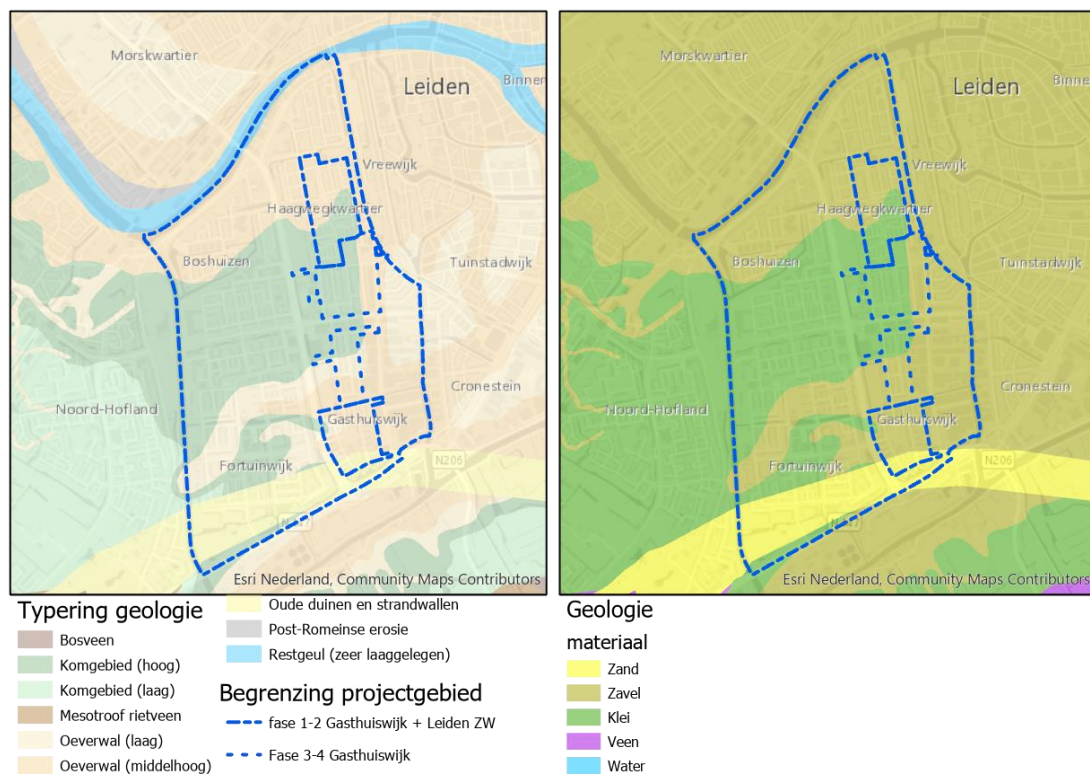
Verstoorde ondergrond: Verstoringenkaart, Dienst Erfgoed gemeente Leiden

Hoe groter de infiltratie capaciteit van de bodem hoe groter de potentie voor waterberging in de bodem. Hierbij wordt uitgegaan van de natuurlijke bodem, of daar waar ophoging heeft plaatsgevonden, de combinatie van het ophoogmateriaal en de onderliggende oorspronkelijke bodem. De natuurlijke bodem is afgeleid uit de geologische kaart (<https://services1.arcgis.com/brgRNnNj6DCInBDf/ArcGIS/rest/services/>). Op basis van de geologische eenheden in deze kaart is de grondsoort/textuur van de ondergrond afgeleid volgens de onderstaande Tabel 1.

Tabel 1: Overzicht van de onderscheden grondsoorten.

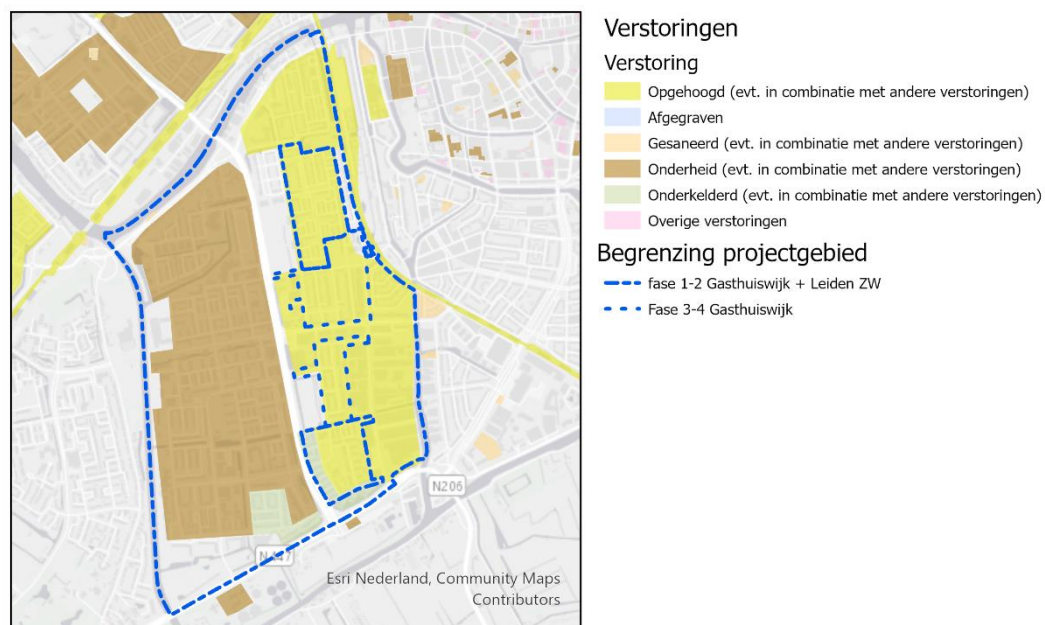
Textuur/grondsoort	Geologie	Waarde
Zand	Oude duinen en strandwallen, hogere pleistocene gronden	3
Zavel	Afgedekte rivierduinen, Oeverwal (hoog, laag), Restgeul, Postromeinse erosie	2
Klei	Komgebied (laag, hoog), Estuarium, zoutmoeras	1
Veen	Veen, Mesotroof rietveen, Bosveen	1

Bij een score lager dan 3 geldt dat infiltratie conditioneel wel mogelijk is door bijvoorbeeld lokaal klei of veen te vervangen door goed doorlatend zand.



Figuur 5: Links de geologische kaart voor het interessegebied met de typing van de geologische eenheden. Rechts een kaart met de op basis hiervan afgeleide textuur van de ondergrond.

De natuurlijke ondergrond is in de bebouwde omgeving dikwijls verstoord en is mogelijk niet geheel meer aanwezig. Op basis van de door de gemeente beschikbaar gestelde kaarten met de verstoringen van de ondergrond (Figuur 6) is daarom ook een kaart met de mate van geschiktheid van de ondergrond afgeleid.



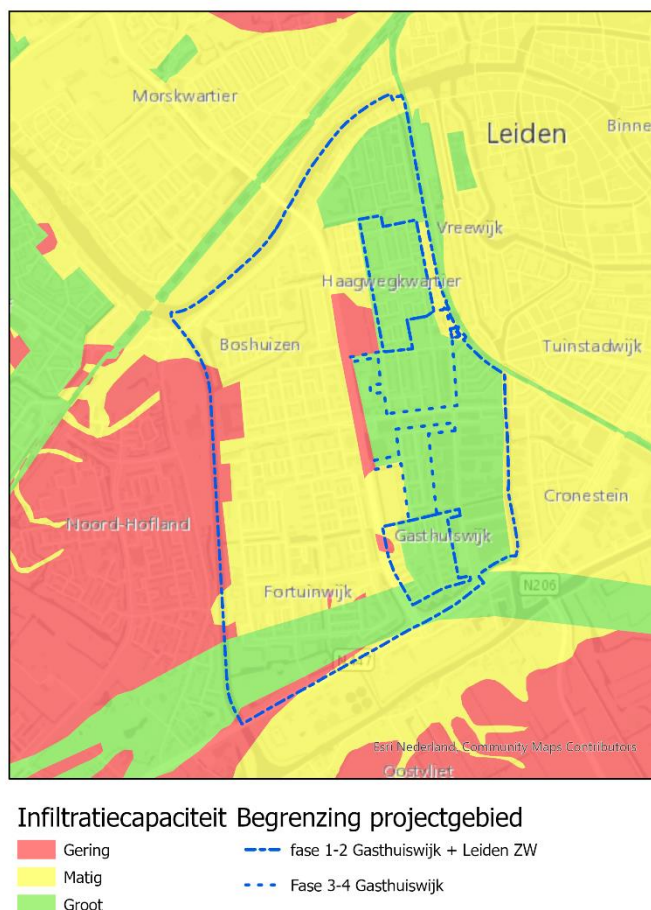
Figuur 6: De kaart met de verschillende typen verstoringen in de ondergrond.

In de onderstaande Tabel 2 is beschreven welke verstoringen welke waarde toegekend hebben gekregen. Daarbij is ook uitgelegd waarom dit gedaan is. In het geval van ophogen is uitgegaan van een uniforme ophoging bij bouwrijp maken met zand.

Tabel 2: Overzicht van het type verstoringen beschreven in de bron, met de daaraan toegekende waarde voor de kaarten en de onderbouwing daarvoor.

Type verstoring	Waarde	Reden toekenning waarde
Opgehoogd (evt. in combinatie met andere verstoringen)	1	Aanname is dat het ophogen is gedaan met zand. Dat is goed doorlatend ook in combinatie met andere verstoringen.
Afgegraven (evt. in combinatie met andere verstoringen)	1	Bij het afgraven wordt mogelijk goed doorlatende grond afgegraven maar ook kan iets minder goed doorlatende grond vergraven zijn. Onbekend is of en waarmee afgegraven grond weer opgevuld is. Aanname is dat die grond in ieder geval vervangen is door beter doorlatende grond.
Gesaneerd (evt. in combinatie met andere verstoringen)	0	Voor gesaneerde grond geldt min of meer hetzelfde als voor afgegraven grond. Maar hier is de aanname dat de grond is vervangen door grond gelijkend op de onderliggende .
Onderheid (evt. in combinatie met andere verstoringen)	1	Aanname is dat onderheien nodig is als de ondergrond "slap" en ondoorlatend is en dat opgehoogd is met zand.
Onderkelderd (evt. in combinatie met andere verstoringen)	0	Waar een kelder ligt, kan geen water infiltreren
Overige verstoringen	0	Komt niet voor in projectgebied.

De twee bovenstaande kaarten zijn gecombineerd waarbij de aanname is dat daar waar opgehoogd is de infiltratiecapaciteit verbeterd door de ophoging, terwijl daar waar verlaagd is de aanwezige ondergrond bepalend zal worden. De waarden die horen bij de ophogingen en ondergrond zijn dan ook gebruikt daar waar dat volgens deze redenering van toepassing is. Daar waar de ondergrond niet verstoord is, is de waarde van de ondergrond als maatgevend voor de uiteindelijke waarde beschouwd. Dit leidt tot het navolgende beeld:



Figuur 7: Totaalbeeld van de infiltratiecapaciteit.

4.2.2 Bergingscapaciteit (grondwaterdiepte)

Schaal:

1-3

Bron:

Grondwaterstanden: Acacia water (2020), resolutie 10 m

Typering oppervlakte: BGT (2020), resolutie n.v.t.

Een ondiepe grondwaterstand kan leiden tot een beperkte waterbergingscapaciteit. Hierdoor neemt de potentie voor waterberging af. Daarnaast kan een te ondiepe grondwaterstand leiden tot instabiliteit van het wegcunet. Ook kan een ondiepe of stijgende grondwaterstand leiden tot sterfte van vegetatie door verdrinking van wortelstelsels. Deze kunnen zich wel aanpassen aan stijgende of ondiepe grondwaterstanden, maar dit gaat langzaam.

Ook een ondiepe grondwaterstand onder gebouwen kan onwenselijk zijn in verband met langdurig water in de kruipruimte en de gevolgen daarvan.

Als indicator voor de grondwaterdiepte is gebruik gemaakt van de Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG). De wenselijk maximale GHG onder wegen en groen verschilt.

Tabel 3: Overzicht van de beoogde bergingscapaciteiten voor verschillende combinaties van grondwaterstanden en oppervlaktes

Kaart-eenheid (GHG onder groen en onverhard)	Kaart-eenheid (GHG onder wegen/verhardingen en gebouwen)	Waarde
GHG > 0,7m	GHG > 1m	3
0,3m < GHG < 0,7m	0,7m < GHG < 1,0m	2
GHG < 0,3m	GHG < 0,7m	1

Bij een score hoger dan 1 geldt dat dit conditioneel wel mogelijk is met drainage.

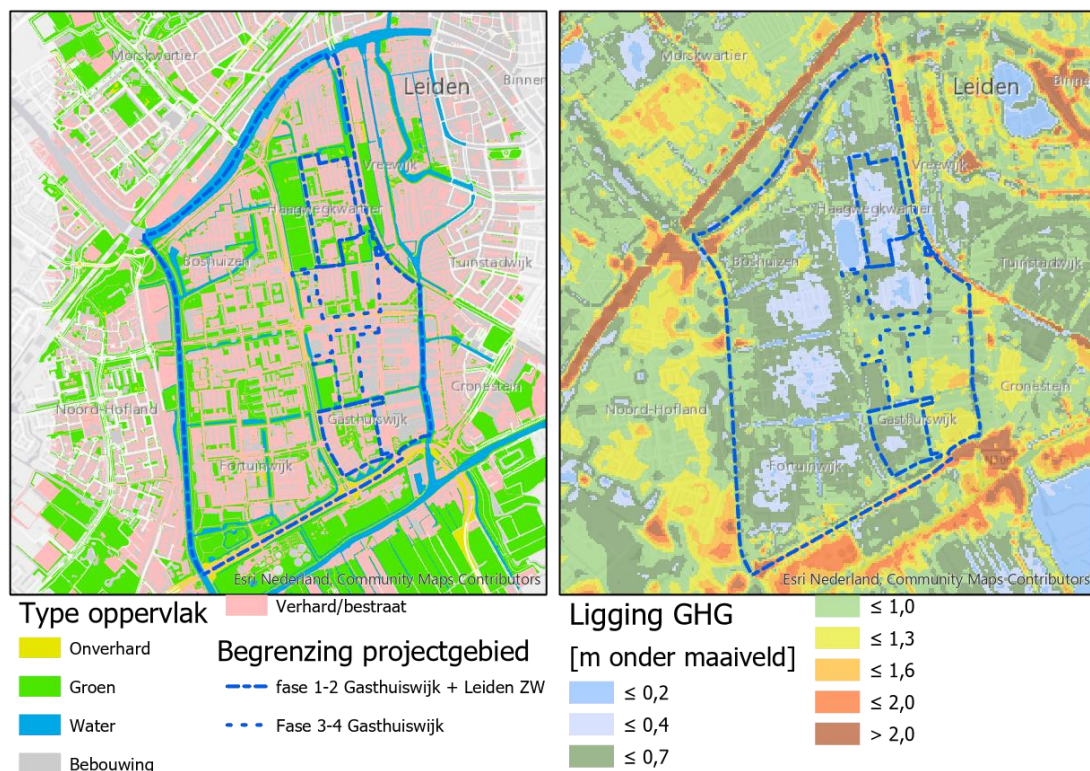
Voor het maken van deze kaart is gebruik gemaakt van twee verschillende kaarten/bronnen.

Als eerste een kaart met de ligging van de gemiddeld hoogste grondwaterstand onder het maaiveld (GHG t.o.v. maaiveld) afkomstig uit een rapport van Acacia Water. De kaart is afgebeeld in Figuur 8. Om deze bron te kunnen gebruiken was geen bewerking nodig.

De tweede bron is het huidige landgebruik volgens de Basisregistratie Grootschalige Topografie (BGT, afkomstig van het Kadaster). Deze kaart is gebruikt om onderscheid te kunnen maken tussen wegen, gebouwen en onverhard. Ook deze kaart is afgebeeld in Figuur 8. De BGT bevat een groot aantal afzonderlijke lagen. Om het oppervlak in het gebied te kunnen typeren is gebruik gemaakt van de onderstaande losstaande lagen:

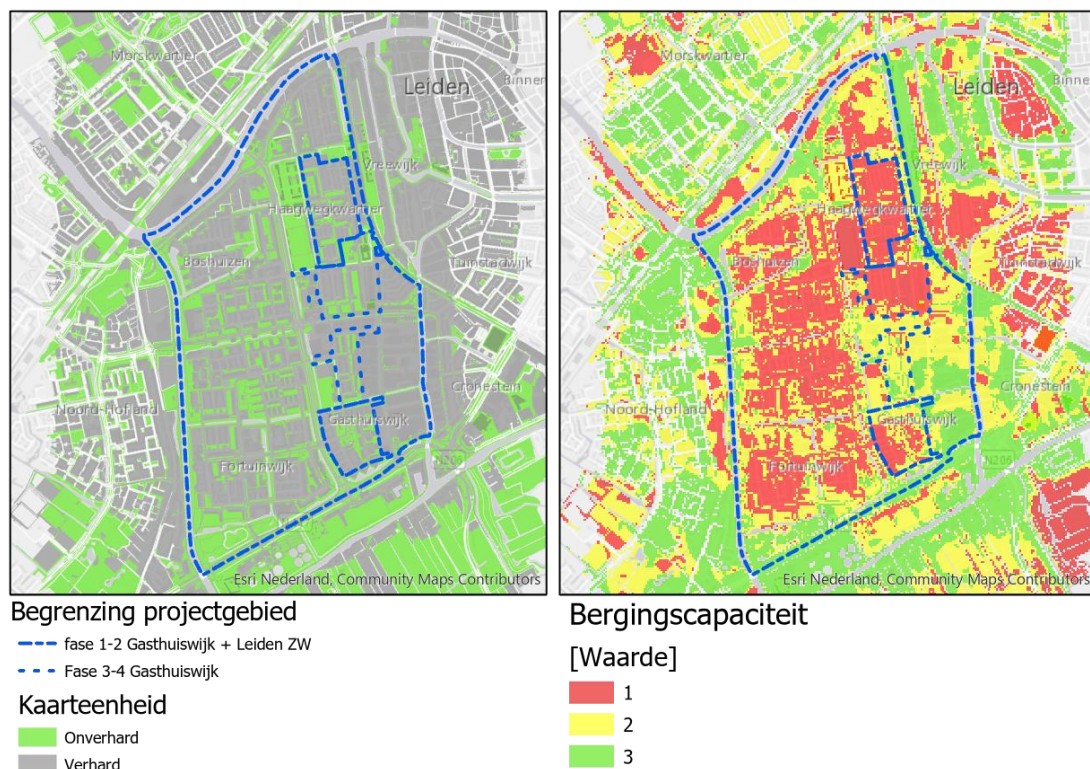
- Gebouwinstallaties (bgt_gebouwinstallatie)
- Onbegroeide terreindelen (bgt_onbegroeidterreindeel)
- Water (bgt_waterdeel)
- Begroeide waterkant (bgt_ondersteunendwaterdeel)
- Ondersteunend wegdeel (bgt_ondersteunendwegdeel)
- bgt_tunneldeel TunnelPart: tunnel

De twee bronnen zijn verwerkt volgens de beschrijving in Bijlage 2, wat het volgende beeld (Figuur 8) oplevert, waarbij de kaart met de typering van het oppervlak op basis van bovenstaande beschrijving is bewerkt. De ligging van de Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG) is de gemodelleerde huidige ligging van de GHG.



Figuur 8: Links de beschrijving van het oppervlak op basis van het BGT (Basisregistratie Grootchalige Topografie) en rechts de GHG (Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand) in de huidige situatie (Bron:Acacia/Wareco 2020).

Op basis van deze twee kaarten is de classificering in het gebied toegepast en dat leidt tot het navolgende kaartbeeld (Figuur 9).



Figuur 9: Links de onderverdeling van het gebied in onverhard en verhard en rechts de op basis daarvan en de GHG de waarden voor de bergingscapaciteiten.

Te zien is dat in grote delen van het gebied de bergingscapaciteit valt in de waarden 1 en 2. Dit betekent dat er in het gebied niet veel kansen lijken te bestaan voor het bergen van water zonder toepassing van extra grondwaterbeheer maatregelen, zoals drainage.

4.2.3 Helling maaiveld

Type kaart:

Schaal 1-3

Bron:

Afgeleid uit AHN3 (met 5 m resolutie)

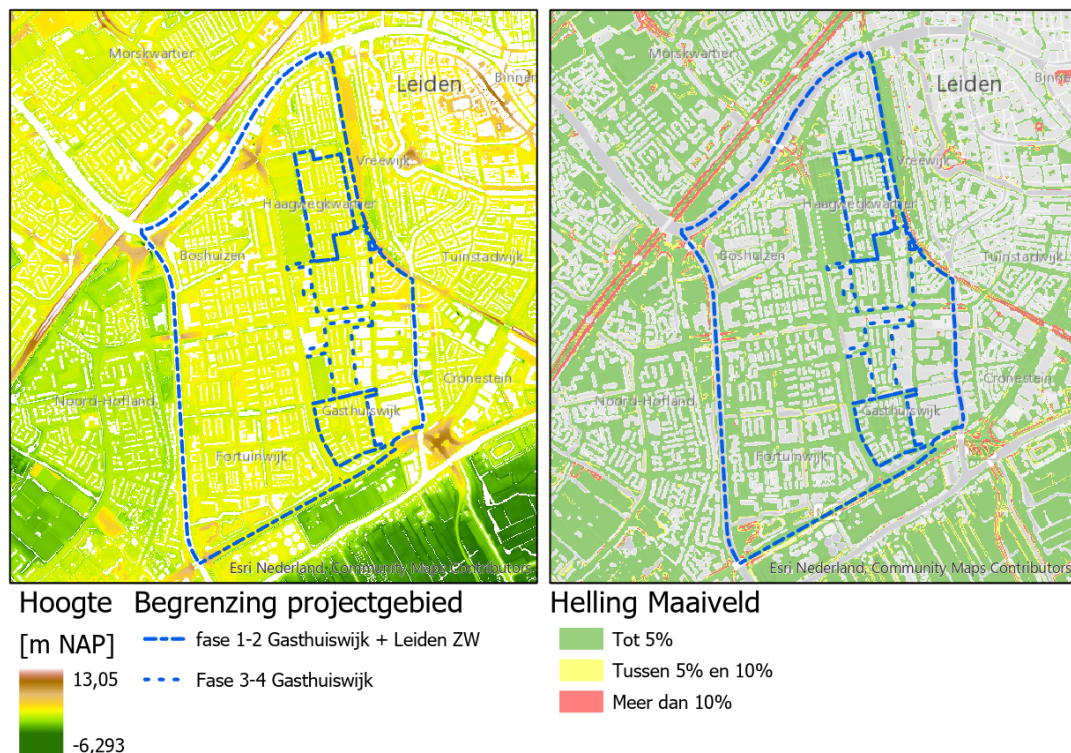
In vlak gebied komt water minder snel tot afstroming en is daardoor gemakkelijker vast te houden in grootschalige maatregelen als infiltratievijvers en wadi's. Bij hellend gebied is dit minder goed mogelijk op grote schaal.

Deze kaart is voor Leiden niet onderscheidend, omdat Leiden niet in een hellend gebied ligt. De kaart is voor de volledigheid wel opgenomen.

Tabel 4: Overzicht van gekozen indeling van hellingshoeken

Helling	Waarde
0 - 5 %	3
5 - 10 %	2
>10 %	1

Een voordeel van een licht hellend gebied (1-5 %) is dat het water oppervlakkig onder zwaartekracht kan afstromen naar een maatregel. Hierdoor zijn geen ondergrondse voorzieningen nodig om het water naar de maatregel te voeren. De kaart is te zien op Figuur 10. Te zien is dat er in het gebied zeer weinig reliëf aanwezig is.



Figuur 10: Links een kaart met AHN. Daarop is te zien dat afgezien van de verhoogde taluds van wegen er nauwelijks reliëf in het gebied aanwezig is. De afgeleide kaart met hellingshoeken laat dit ook zien.

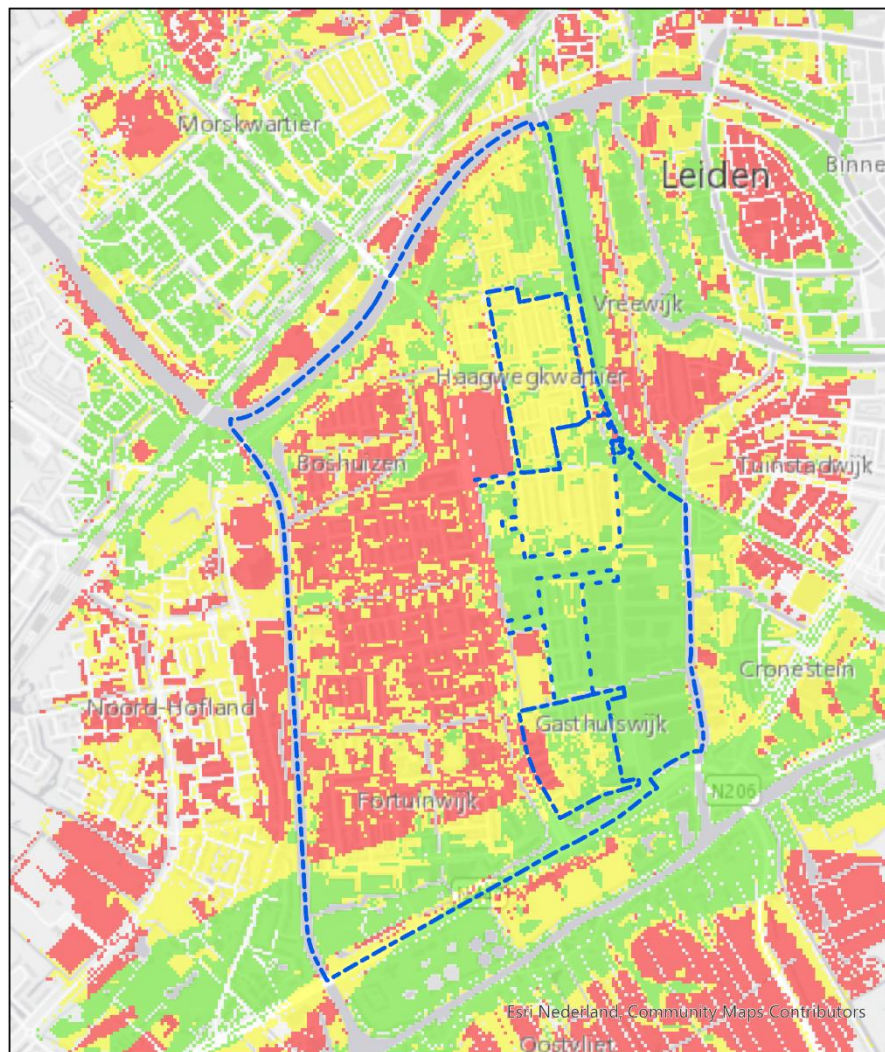
4.2.4 Potentiekaart - Resultaat

De potentiekaart is opgebouwd uit de drie hiervoor beschreven kaarten. Omdat de helling niet of nauwelijks onderscheidend is, is deze in de analyse weggelaten. In de onderstaande kaart is het volgende onderscheid gemaakt:

Tabel 5: Overzicht van de waarden gebruikt voor het maken van de potentiekaart

Waarde infiltratiecapaciteit	Waarde bergingscapaciteit	Waarde potentiekaart
1	1	Weinig potentie
1	2	
2	1	Matige potentie
1	3	
3	1	Veel potentie
2	2	
3	2	
2	3	
3	3	

Deze kaart ziet er als volgt uit:



Figuur 11: Potentiekaart gemaakt door de infiltratiecapaciteit te vermenigvuldigen met de bergingscapaciteit.

Te zien is dat vooral in het oosten en het zuiden de potentie groot is. In het westelijk deel van het gebied is er op basis van deze kaart weinig potentie te verwachten. Hier is zowel de infiltratiecapaciteit gering als ook de bergingscapaciteit.

4.3 Aandachtspunten kaart ondergrond

Naast de potentie die de natuurlijke DNA-laag van de ondergrond biedt voor klimaatadaptatiemaatregelen, kunnen er andere factoren zijn die van belang zijn voor de potentie van de ondergrond voor klimaatadaptatiemaatregelen. Deze factoren zijn vaak het gevolg van menselijke activiteit, en bevinden zich in de antropogene DNA-laag van ondergrond. Ze kunnen zowel beperkend zijn voor klimaatadaptatiemaatregelen, alsook juist een positieve impuls geven hieraan. Veel van deze menselijke interventies zijn op te lossen,

zonder het natuurlijke systeem te beïnvloeden, of mogelijk zelfs door het natuurlijke systeem te versterken.



Figuur 12: Schematische weergave samenstelling aandachtspunten kaart klimaatadaptatie

De aandachtspunten kaart klimaatadaptatie kan voor een locatie twee waarden hebben: 0 of 1. Waarde 0 betekent dat er een beperking bekend is die van invloed is op de potentie van de ondergrond voor klimaatadaptatiemaatregelen, en de waarde 1 betekent dat een dergelijke beperkende factor niet bekend is.

De aandachtspunten kaart is samengesteld uit subkaarten. Op deze subkaarten is deels onderscheid gemaakt op meer klassen dan de twee voor de eindkaart gebruikte 0 en 1. Voor de eindkaart is dit grotere onderscheid steeds gereduceerd tot twee klassen (0 en 1). Omdat de subkaarten met elkaar vermenigvuldigd worden betekent dit dat indien minimaal één subkaart een waarde 0 scoort in een gebied, de resulterende Aandachtspuntenkaart ook 0 scoort. En wanneer de Signaleringskaart 0 scoort betekent dit dat er reden is om verder te onderzoeken wat de impact (negatief of positief) is van de betreffende factor op de potentie. Op alle subkaarten zijn slechts de gebieden met een waarde van 0 in beeld gebracht met een (rode) kleur. Alle overige gebieden (met waarde 1) zijn transparant gelaten.

De Signaleringskaart klimaatadaptatie geeft dus niet aan of er geen (of een negatieve invloed is op de) potentie voor klimaatadaptatiemaatregelen. De signaleringskaart geeft 'slechts' aan dat er verdere verdieping nodig is om te bepalen wat het effect is op de potentie. Uiteraard dient er ook als er geen aandachtspunten in deze analyse zijn geïdentificeerd nader onderzoek te worden uitgevoerd.

4.3.1 Bodemverontreiniging

Type kaart

Filter 0 - 1

Bron:

Kaart bodemverontreiniging afkomstig van omgevingsdienst West-Holland

Lokaal aanwezige bodemverontreiniging kan beperkingen opleveren voor de aanleg van infiltratievoorzieningen en ondergrondse opslag. Door aanwezige bodemverontreiniging kan de grond bijvoorbeeld niet geroerd worden. Nabijgelegen mobiele bodemverontreiniging die niet gemobiliseerd mag worden kan beperkend zijn de aanleg van infiltratievoorzieningen. Op basis van verontreinigingscontouren en een buffer er omheen kan een aandachtspunten kaart worden gemaakt.

In deze analyse is geen gebruik gemaakt van gegevens van de omgevingsdienst West-Holland. Deze zijn niet op tijd beschikbaar gesteld aan het project.

4.3.2 Explosieven

Type kaart:

Filter 0 – 1

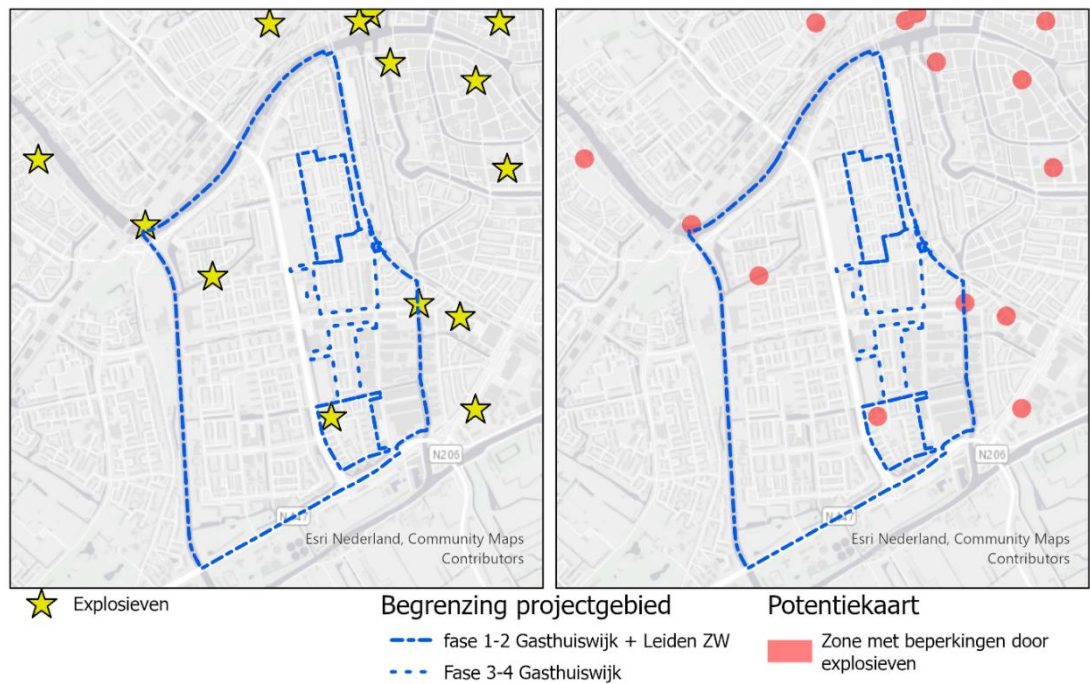
Bron:

Gemeentelijke niet gesprongen explosieven kaart

Door niet gesprongen explosieven kan een beperking bestaan voor graafwerkzaamheden en de aanleg van ondergrondse maatregelen.

In Leiden bevat de kaart met de niet gesprongen explosieven bij benadering de locaties ervan. Op basis hiervan zijn gebieden geïdentificeerd waar extra bodemonderzoek nodig is voordat klimaatadaptie maatregelen in de ondergrond geplaatst kunnen worden. Hiertoe is rond de locaties een buffer van 50 meter gelegd.

Uit de attribuuttabel lijkt afgeleid te kunnen worden dat een aantal explosieven al verwijderd is.



Figuur 13: Links de ligging van de explosieven aanwezig in de ondergrond. De kaart rechts met een eventuele buffer om de explosieven is nog niet gemaakt.

4.3.3 Ondergrondse objecten – Bomenwortel stelsel

Type kaart:

Filter 0 – 3

Bron:

Gemeente, Bomenkaart (wortels)

Boomwortels vormen vaak een beperking om in de ondergrond te graven en objecten aan te brengen. Daar waar boomwortels in de ondergrond aanwezig zijn, kunnen daardoor geen extra waterbergende maatregelen getroffen worden die een ondergronds ruimtebeslag hebben.

Om die reden is op basis van de ligging van bomen een kaart vervaardigd met zones rond de bomen waar niet gegraven en ondergrondse objecten geplaatst kunnen worden.

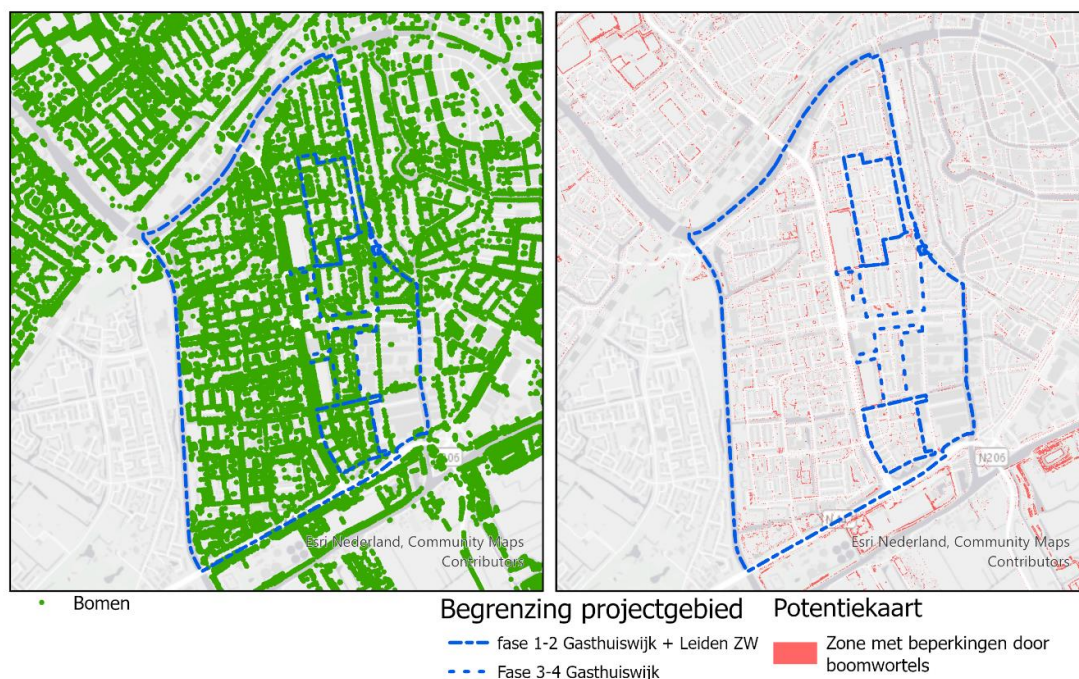
Uit het bomenbestand van de gemeente Leiden is geen informatie over de omvang van de kruin beschikbaar, anders zou deze dienen als basis als inschatting voor de omvang van het wortelstelsel. Wel is er een diameter bepaald op basis van een indeling in grove klassen tot en vanaf 20cm. Op basis hiervan is middels onderstaande tabel is een inschatting gemaakt van de omvang van het wortelstelsel. Deze inschatting is zeer grof omdat er diverse factoren invloed hebben op de omvang van het wortelstelsel zoals, ouderdom, boomsoort, standplaats in groen of in verharding met boomplantgat, etc.. In de data is gefilterd op de status “bestaand”

Tabel 6: Inschatting diameter bomen binnen gemeente Leiden.

Diameter stam	Diameter wortelstelsel
Tot 20cm	2m
Vanaf 20cm	3m
Onbekend	3m

Het door de gemeente onderhouden en hier gebruikte bomen bestand bevat alleen de bomen in de openbare ruimte. Dit betekent dat de bomen op particulier terrein niet opgenomen zijn. Deze bomen kunnen mogelijk ook beperkend zijn, daar waar ze aan de openbare ruimte grenzen (bijvoorbeeld een boom op een erfgrens).

De resulterende kaart is te zien in de onderstaande Figuur 14.



Figuur 14: Links de bomen die in het projectgebied staan en rechts de daarvan afgeleide zones met een waarde van 1.

De aanwezigheid van bomen is niet altijd in dezelfde mate beperkend voor de aanleg van waterbufferende maatregelen. Op termijn zou daarvoor onderscheid gemaakt op basis van de mate van bijzonderheid van de boom (veld [Bijzonder]), zoals in onderstaande Tabel 7 is weergegeven.

Tabel 7: Onderscheid verschillende bomen binnen Leiden. Waarde 0 betekent dat er een aandachtspunt, mogelijke beperking is.

Bijzonderheid boom	Beperking	Waarde
Monumentaal	In hoge mate beperkend	0
Herdenkingsboom	In hoge mate beperkend	0
Waardevol	In zeker mate beperkend	0
Overig	Matig beperkend	0
Geen boom	Geen beperking	1

4.3.4 Ondergrondse objecten – Kabels en leidingen

Bron:

Ligging Riolen
KLIC-melding

Type kaart:

Filter 0 – 1

Kabels en leidingen vormen een obstakel voor graafwerkzaamheden en aan te brengen ondergrondse constructies.

Voor het in beeld brengen van de beperkingen door ondergrondse objecten is een tweetal bronnen gebruikt ten eerste een bestand met de riolen. Dit bestand is dekkend voor heel Leiden beschikbaar maar bevat alleen de aanwezige riolen.

Het tweede beschikbare bestand is een KLIC bestand, met daarin alle in de ondergrond aanwezige kabels en leidingen.

In het rioleringsbestand is voor een deel van de riolen een diameter van de riolering opgenomen. Deze is gebruikt, met daaromheen een buffer van 2 meter aan beide zijden.

In het KLIC bestand is een onderscheid naar type en beheerder te vinden. Deze is gebruikt om verschillende zones rond de ondergrondse infrastructuur te maken. Onderscheid is gemaakt tussen:

- Dataleidingen (Telecom)
- Elektriciteitsleidingen
- Gasleidingen
- Warmtenetten
- Waterleidingen
- Overige

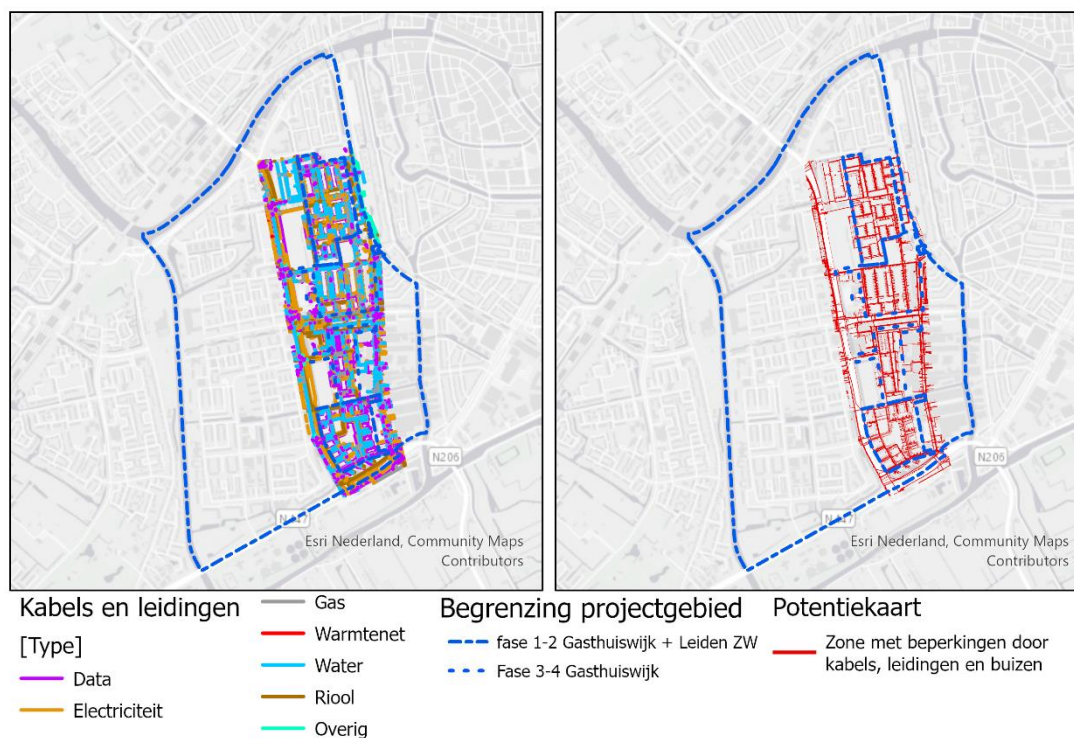
Opvallend is dat drains in dit overzicht en in de bestanden ontbreken.

Rond de lijn (en punt) elementen in de bestanden is een zone geconstrueerd (buffer omheen gelegd) om de signaleringsgebieden te identificeren. In onderstaande tabel is per element weergegeven hoe groot deze buffer is gemaakt.

Tabel 8: Type ondergrondse infrastructuur en de buffer die gebruikt is om de signaleringsgebieden te identificeren. Waarde 0 betekent dat er een aandachtspunt, mogelijke beperking is.

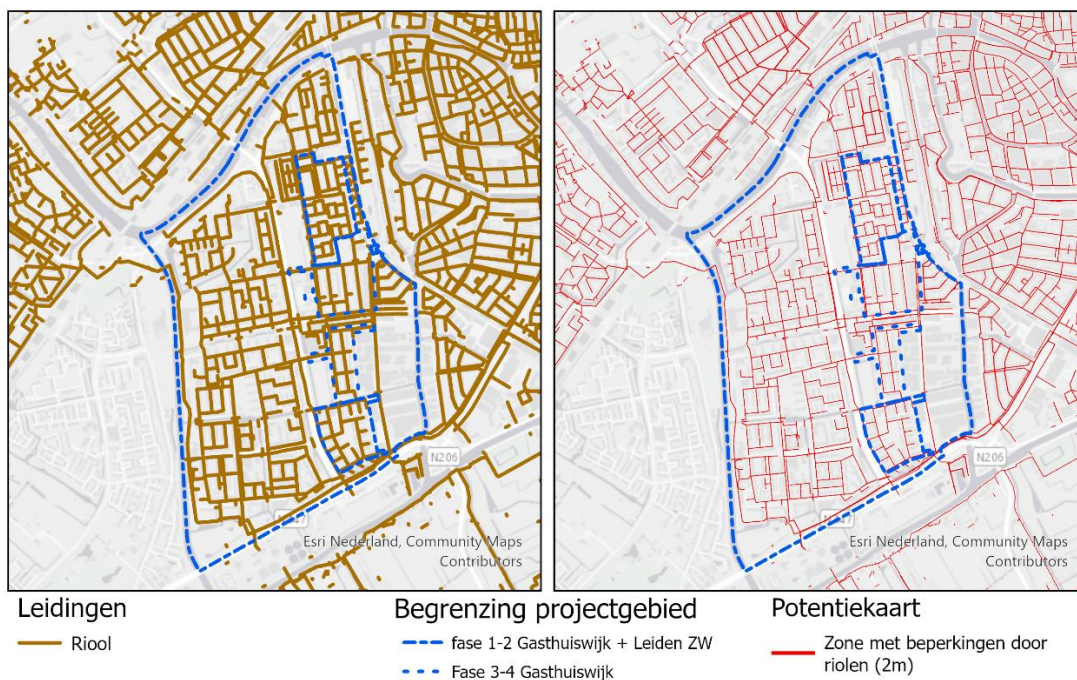
Kaart-eenheid	Buffer	Waarde
Riolering	2 meter	0
Gasleidingen	2 meter	0
Warmtenetten	2 meter	0
Waterleidingen	2 meter	0
Elektriciteitsleidingen	1 meter	0
Dataleidingen	1 meter	0
Overige	1 meter	0

Op onderstaande kaart is de ligging van de kabels en leidingen te zien voor het gebied waarvoor de KLIC gegevens beschikbaar zijn.



Figuur 15: Links de ligging van alle beschikbare kabels en leidingen op basis van KLIC melding in het interessegebied. Rechts is de afgeleide signaleringskaart weergegeven.

Op de bovenstaande kaart is te zien dat voor dit project niet voor het gehele interessegebied gegevens beschikbaar zijn. Deze data zijn wel te bestellen. Voor de riolen zijn wel gegevens voor het gehele gebied beschikbaar. Deze leiden tot het beeld dat te zien is in de volgende figuur (Figuur 16).



Figuur 16: Links de beschikbare rioolgegevens en rechts de daarvan afgeleide signaleringskaart.

4.3.5 Ondergrondse objecten – Overige objecten

Type kaart:

Filter 0 – 1

Bron:

BGT en gegevens van waterschap

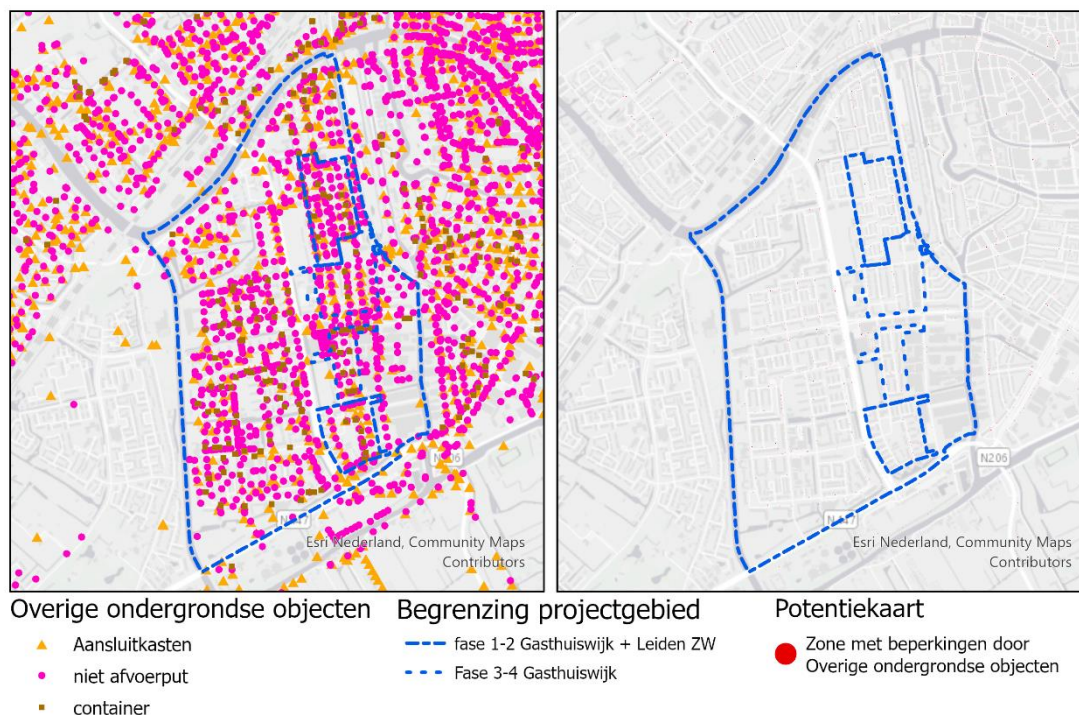
Ondergrondse objecten vormen een obstakel voor graafwerkzaamheden en aan te brengen ondergrondse constructies.

Vanuit de BGT is een aantal bestandslagen gebruikt om de ondergrondse objecten te identificeren. Het betreft voor een deel ook bovengrondse objecten die mogelijk een beperking van de ondergrond er rondom veroorzaken. Als eerste is gebruik gemaakt van een bestand dat de bovengrondse kasten (punten) bevat. Het gaat dan om: CAI-kasten, Elektrakasten, gaskasten, GMS-kasten, openbare verlichting, rioolkasten, telecomkasten, telkasten, verkeersregelinstallatiekasten. Om al deze kasten is een buffer van 1 meter gelegd.

Als tweede is gebruik gemaakt van een bestand met putten. Hieruit zijn de putten geselecteerd die niet aangesloten zijn op het riool (deze zijn immers al opgenomen in de laag met riolen). Het gaat dan om: benzine- en olieputten, brandkraan en -putten, drainageputten, gasputten, waterleidingsputten. Om al deze putten is een buffer van 2 meter gelegd.

Als laatste is gebruik gemaakt van een bestand met bakken. Hieruit zijn alleen de containers (die mogelijk deels ondergronds liggen) geselecteerd. Ook om deze is een buffer van 2 meter gelegd.

Bovenstaande leidt tot het volgende beeld.



Figuur 17: Overige ondergrondse objecten en de daarvan afgeleide signaleringskaart (rechts). Omdat de zone om de ondergrondse objecten zeer klein is, zijn de zones rond de objecten nauwelijks zichtbaar.

Op de kaart ontbreken de tunnels nog. Deze staan niet als zodanig in het BGT en zijn dan ook nog niet in de analyses meegenomen.

4.3.6 Cultuurhistorie

Filter:

0 – 1

Bron:

Gemeentelijke kaart met archeologische verwachtingswaarden

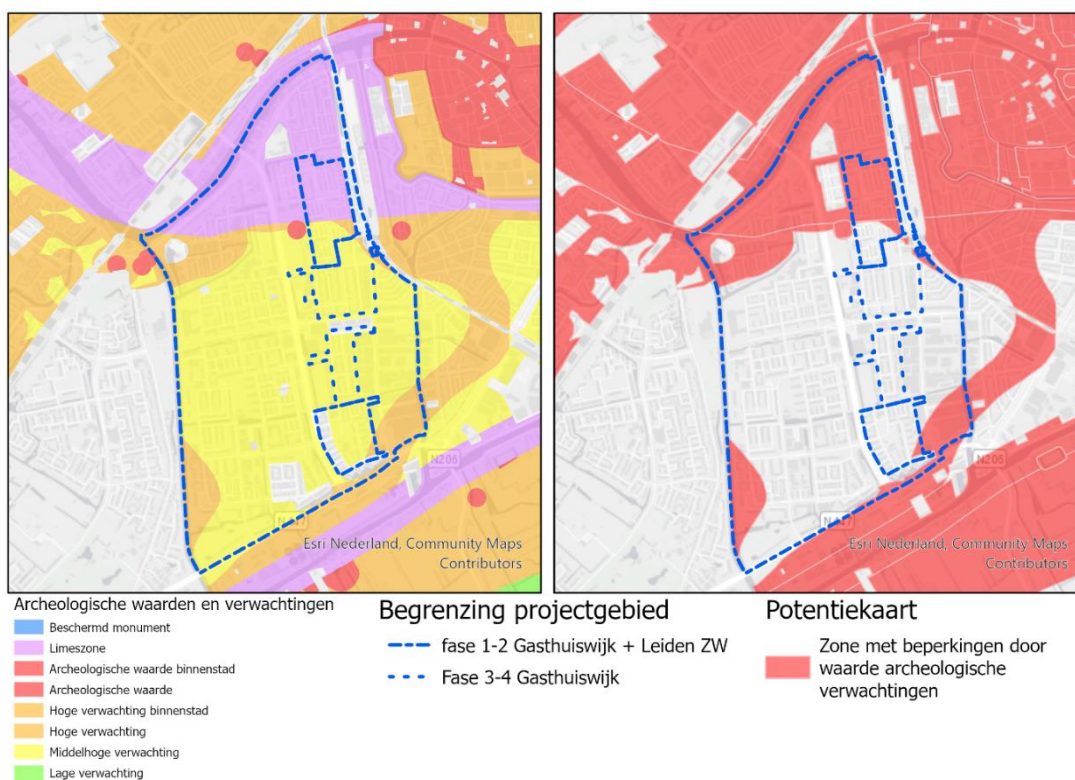
Beperkingen aan het gebruik van de ondergrond kunnen ook ontstaan op basis van mogelijke in de ondergrond aanwezige cultuurhistorisch waardevolle objecten. Om daarvoor een inschatting te kunnen maken is gebruik gemaakt van de Archeologische verwachtingskaart. Daarin zijn de in de onderstaande tabel opgenomen verwachtingsklassen in het gebied te vinden.

Tabel 9: Archeologische verwachtingswaarde en de afgeleide signaleringswaarde. Waarde 0 betekent dat er een aandachtspunt, mogelijke beperking is.

Archeologische waarde/verwachting	Mate van verwachting (0-3)	Waarde (0 - 1)
Beschermde monument	3	0
Limeszone	2	0
Archeologische waarde binnenstad	2	0
Archeologische waarde	2	0

Hoge verwachting binnenstad	2	0
Hoge verwachting	2	0
Middelhoge verwachting	1	1
Lage verwachting	0	1
Geen verwachting	0	1

Bovenstaande classificering met alleen waarden 0 en 1 leidt tot de onderstaande Figuur 18. Op termijn zou een kaart gemaakt kunnen worden waarop meer onderscheid gemaakt wordt.



Figuur 18: Links de Archeologische verwachtingenkaart van de gemeente Leiden en rechts de daarvan afgeleide kaart met de gebieden waar de cultuurhistorie beperkingen voor het gebruik van de ondergrond oplegt.

4.3.7 Gevoeligheid van de bebouwing voor gevolgen van zetting

Schaal:

0 – 1

Bron:

Zettingenkaart Provincie Zuid-Holland
BAG

In een stedelijk gebied met gemengde bebouwing (zich uitend in onderlinge verschillen in bouwperiode, typen funderingen, inrichting openbare ruimte) kan ongelijkmatige zetting van de ondergrond voor overlast en schade zorgen. Klimaatverandering kan de impact van de overlast of schade vergroten. Dat zetting optreedt is vaak niet te voorkomen. Wel kan er bij het ontwerpen en (her)inrichten van een gebied of wijk inclusief klimaatmaatregelen rekening gehouden worden met de negatieve effecten van zetting. Deze kunnen dan worden beperkt of verminderd. Dit is vooral nodig in delen van de stad met veel verouderde bebouwing die

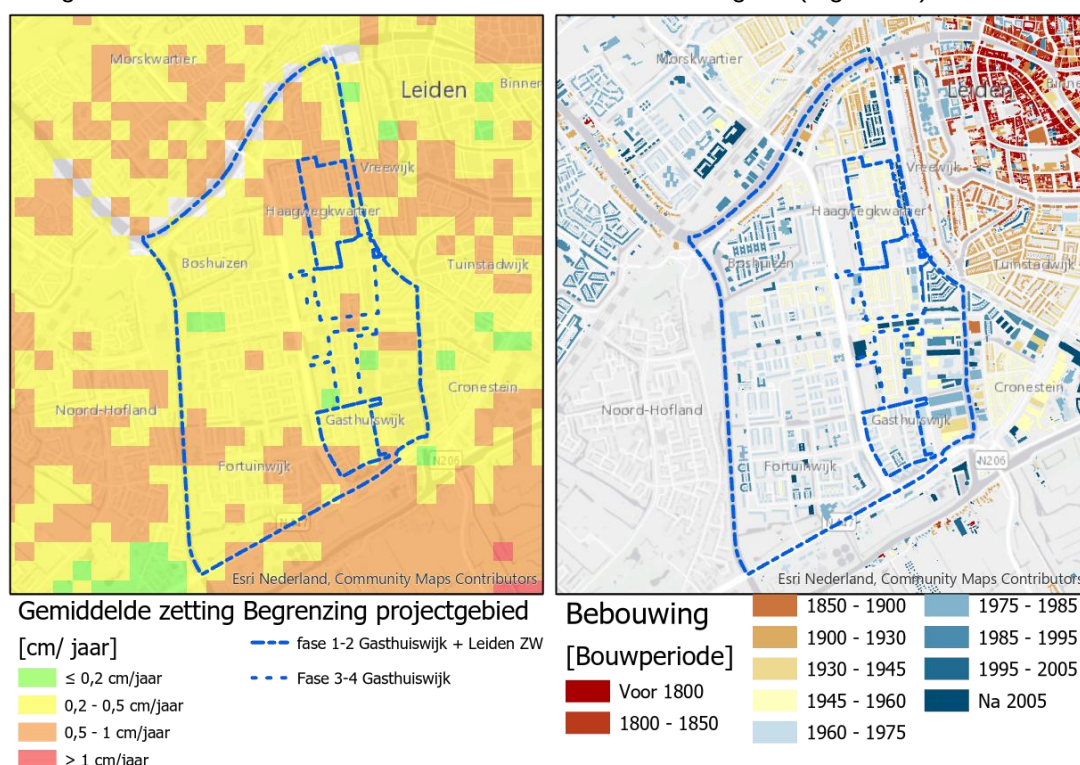
gebouwd zijn op een relatief slappe (slechte) bodem met een relatief hogere zettingssnelheid dan de omgeving.

Kenmerken van gebieden met bebouwing die gevoelig is voor het optreden van schade zijn de volgende:

- In het gebied is de zettingssnelheid relatief groot;
- De bebouwing is relatief oud;
- De bebouwing is gemengd van aard met verschillende funderingstypen. Denk hierbij aan gebouwen zonder funderingspalen, fundering op houten palen, fundering op beton met hout oplanger etc.

In gebieden met bovenstaande kenmerken is het belangrijk om bij het plannen en aanbrengen van klimaatmaatregelen aandacht te hebben voor de eigenschappen van de bebouwing binnen het gebied. Het ene type bebouwing kan baat hebben bij een stabiele grondwaterstand en heeft niet per sé last van verschilzettingen, terwijl het voor een ander type bebouwing juist van belang is zo min mogelijk verschilzettingen te laten optreden. Het aanbrengen van waterbergende maatregelen in de ondergrond kan misschien de zetting enigszins vertragen maar kan ook leiden tot meer wateroverlast. De klimaatmaatregel biedt geen generieke oplossing voor de verschillende belangen van de verschillende typen bebouwing in het gebied. Maatwerk is in de zettingsgevoelige gebieden van belang. De gegenereerde kaart geeft dan ook niet meer dan een indicatief beeld van de gevoeligheid en vraagt aandacht voor de eventuele risico's voor de gebieden met bebouwing die gevoelig is voor de gevolgen van zetting.

Om zicht te krijgen op de gebieden die het meest gevoelig zijn voor het optreden van schades als gevolg van zetting is het volgende gedaan: allereerst is gebruik gemaakt van Basisregistratie Adressen Gebouwen (BAG) om de ouderdom van panden te achterhalen. Ten tweede is gebruik gemaakt van de provinciale zettingskaart (Deltares, 2019) om de zettingssnelheden te achterhalen. Deze kaarten zien er als volgt uit. (Figuur 19).



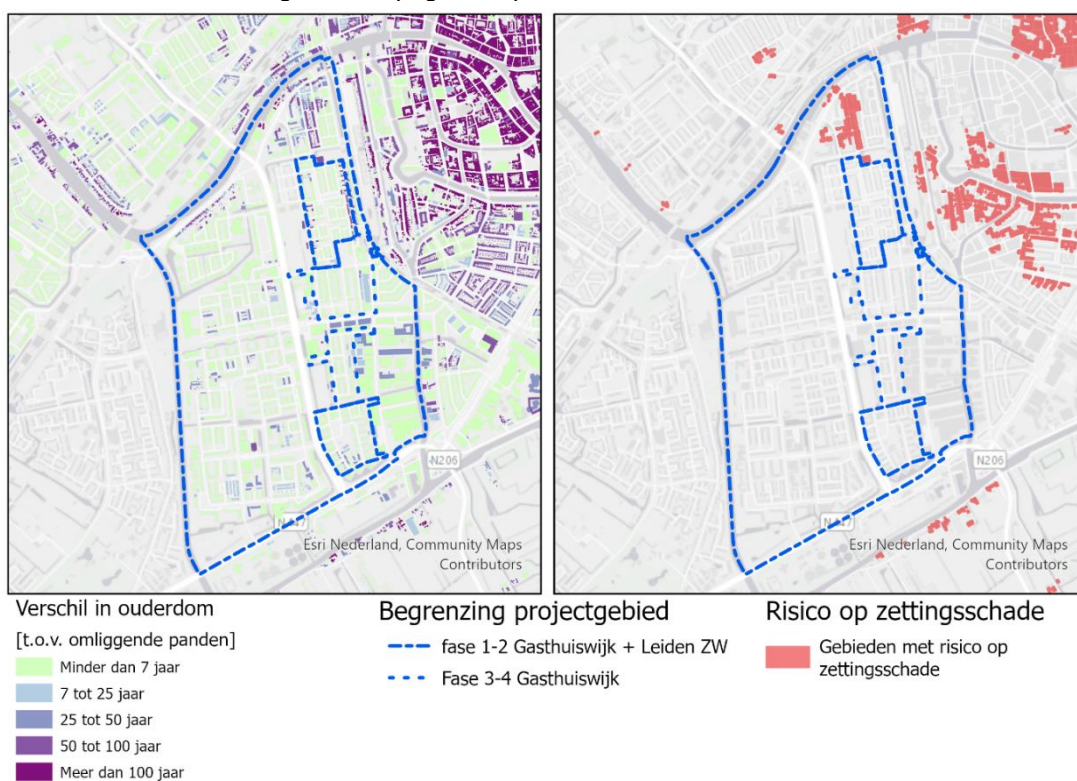
Figuur 19: Links de kaart met de gemiddelde zettingssnelheden per jaar en rechts de ouderdom van de bouwwerken in Leiden zuidwest.

De twee op de kaart getoonde bestanden zijn gecombineerd om een inschatting te maken van de risico's op schade als gevolg van (verschil)zettingen. In onderstaande tabel is aangegeven welke combinaties van zettingssnelheden en bebouwingseigenschappen als risicovol worden aangemerkt.

Tabel 10: Overzicht van risicofactoren voor zettingsschade. Waarde 0 betekent dat er een aandachtspunt, mogelijke beperking is.

Ouderdom pand	Verschil in ouderdom met panden in omgeving (tot 50m)	Zettingssnelheid	Waarde
Voor 1950	7 jaar of meer	> 0,5 cm/jaar	0
Voor 1950		< 0,5 cm jaar	1
Na 1950			1

Hiervoor is allereerst per woning de zettingssnelheid bepaald. Vervolgens is er per pand bepaald hoe veel de ouderdom van de omliggende panden verschilt, daarbij is in een straal van 50m rond het middelpunt van het pand gekeken. Aangenomen is dat slechts panden van voor 1950 gevoelig zijn voor zettingsschade. Na die tijd zijn gebouwen goed genoeg gefundeerd om weinig risico te lopen. Als panden van voor 1950 te maken kunnen krijgen met een zetting van meer dan 0,5 cm/jaar is aangenomen dat ze risico kunnen lopen als ook de omliggende panden meer dan 7 jaar in ouderdom verschillen. Rond deze panden is een gebied gemaakt waarbinnen het risico op zettingsschade aangenomen wordt. Dit leidt tot een kaartbeeld dat er als volgt uit ziet (Figuur 20):

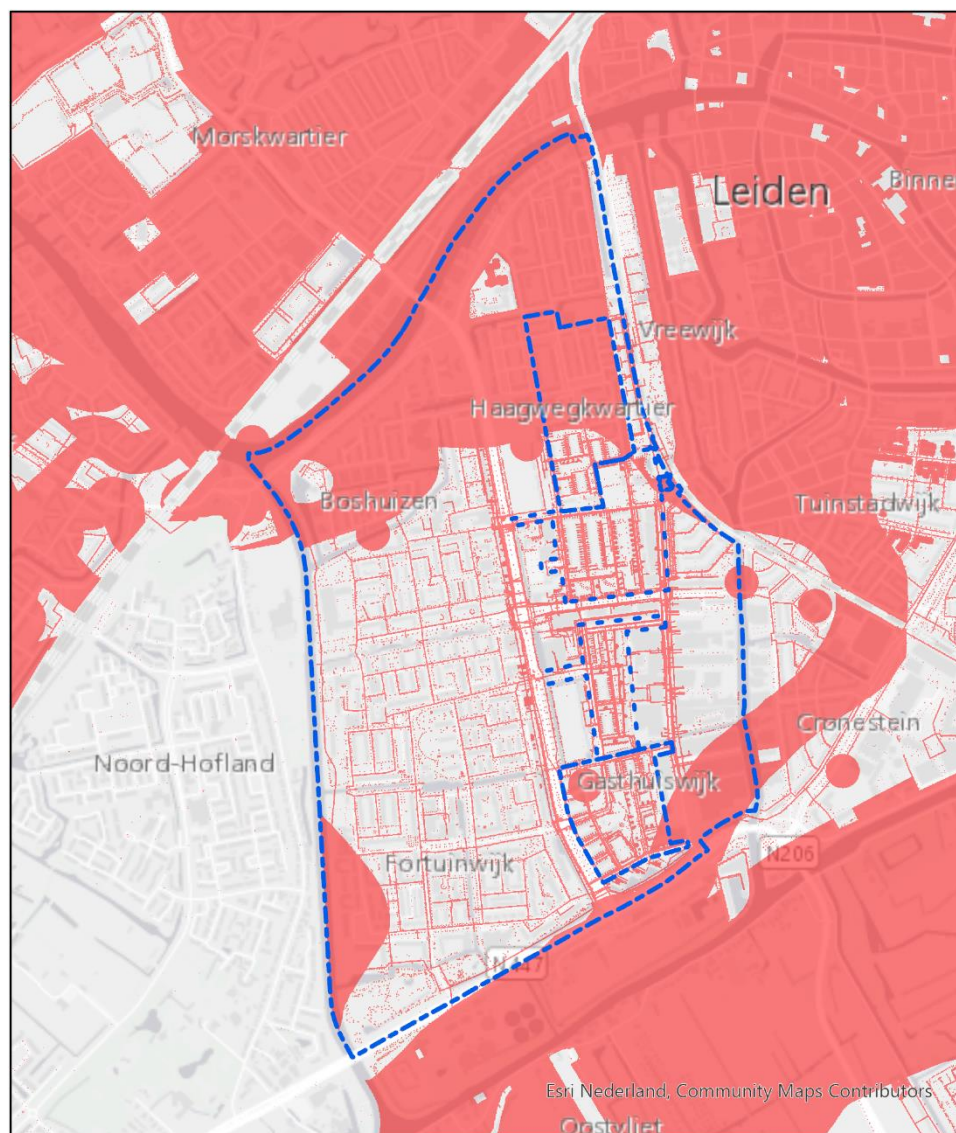


Figuur 20: Links de variabiliteit in ouderdom van bebouwing en rechts de geïdentificeerde gebieden waar een risico op zettingsschade bestaat.

Te zien is dat de risico's zich vooral voordoen in en rond het centrum waar in de loop van de tijd veel is verwijderd en bijgebouwd. Wijken verder van het centrum gelegen zijn van recenter datum en hebben veelal een wat uniformere leeftijdsopbouw van de woningen.

4.3.8 Aandachtspunten kaart - Resultaat

Bovenstaande kaarten geven op verschillende locaties beperkingen. Zoals te zien in de onderstaande kaart (Figuur 21) kent hierdoor een groot deel van met name het noorden van het gebied beperkingen. Deze worden met name veroorzaakt door de hoge archeologische verwachting. Daarnaast leveren de ondergrondse kabels en leidingen en boomwortelstelsels beperkingen op in iedere straat.



Aandachtspunten

Gebied waar beperkingen bestaan

Begrenzing projectgebied

fase 1-2 Gasthuiswijk + Leiden ZW

Fase 3-4 Gasthuiswijk

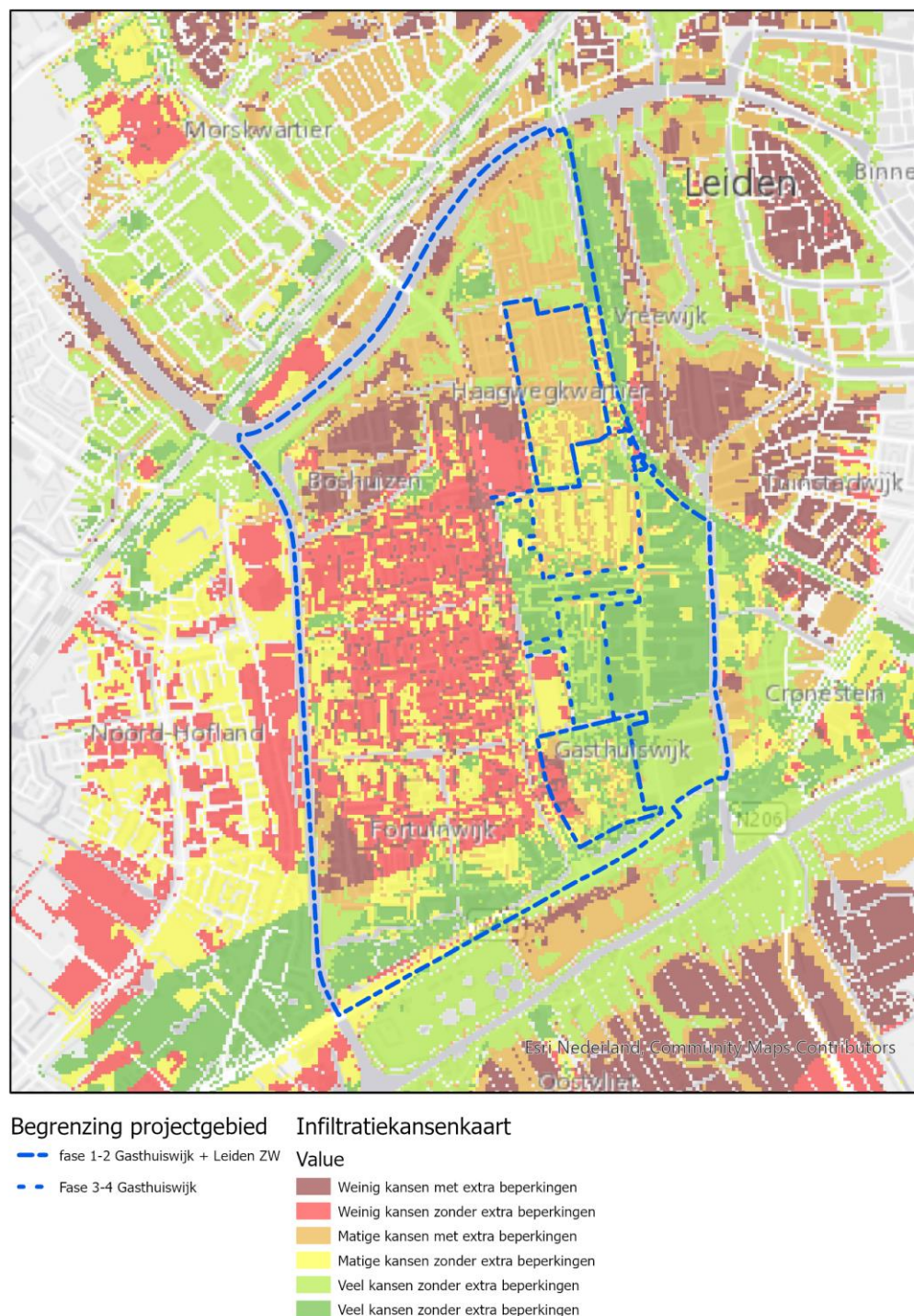
Figuur 21: Kaart van Leiden Zuid-West waarbinnen mogelijk beperkingen gelden zoals beschreven in de in de bovenstaande paragrafen.

4.4 Infiltratiekansenkaart

Door de potentiekaart voor infiltratie te combineren met de aandachtspuntenkaart ontstaat de infiltratiekansenkaart (Figuur 22). Hierin is onderscheid gemaakt tussen gebieden met een

hoge, matige en veel potentie voor infiltratie, zonder en met extra beperkingen door menselijke ingrepen.

De infiltratiekansen kaart laat zien dat er vooral in het Zuidoosten en het uiterste zuidwesten van het projectgebied kansen zijn voor infiltratie zonder beperkingen door menselijke ingrepen. Het gebied dat als weinig kansrijk naar voren komt in de potentiekaart kent voor het grootste deel weinig beperkingen door menselijke ingrepen.



Figuur 22: Infiltratiekansenkaart op basis van de potentiekaart voor infiltratie en de aandachtspuntenkaart door menselijke ingrepen.

4.5 Projecten en plannen

In de bovenstaande signaleringskaarten is steeds uitgegaan van de huidige stand van zaken. De stedelijke omgeving is uiteraard echter niet statisch maar continu aan verandering onderhevig. Door verschillende partijen wordt er in de ondergrond gegraven. In sommige gevallen worden er vervolgens veranderingen aangebracht in bijvoorbeeld het riool- of waterleidingstelsel, in andere gevallen wordt de grond deels afgegraven voor het planten van bijvoorbeeld nieuwe groenvoorziening terwijl elders alleen betere informatie over de staat van de ondergrond verkregen wordt.

Al deze werkzaamheden kunnen kansen bieden om klimaatadaptatiemaatregelen mogelijk te maken. Het is daarom belangrijk naast kennis over de huidige stand van de ondergrond ook te weten waar in de ondergrond projecten uitgevoerd zullen worden. Om hier zicht op te krijgen zou gebruik gemaakt moeten worden van gegevens van diverse organisaties die projecten in de openbare ruimte uitvoeren binnen de gemeente Leiden (o.a. Waterleidingsbedrijf, kabelars, gas- en elektriciteitsleveranciers, rioolbeheerder, groenvoorzieningen, OV bedrijven, etc.).

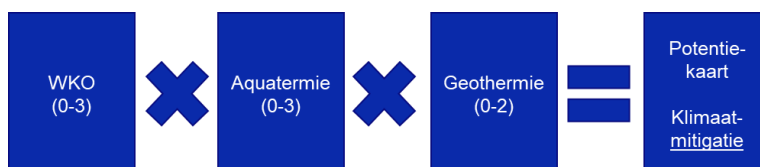
Gegevens over de plannen en projecten die op de korte en iets langere termijn in de ondergrond uitgevoerd worden, zouden gecombineerd moeten worden met de aandachtspuntenkaart om een beeld te krijgen van de mogelijke meekoppelkansen.

Een deel van de projecten zal liggen in gebieden waarvoor geen verdere beperkingen bestaan op basis van de aandachtspuntenkaart. Hier zal het meekoppelen met de lopende en aanstaande projecten dus relatief eenvoudig zijn. Deels zullen de projecten ook liggen in gebied waarvoor beperkingen bestaan. Binnen deze projecten zullen deze gebieden waarschijnlijk ook verdere verdieping nodig hebben (gehad) en dus is mogelijk al voldoende kennis over de ondergrond aanwezig om snel de kansrijkheid van klimaatadaptatiemaatregelen in te kunnen schatten.

5 Klimaatmitigatie

5.1 Potentiekaart klimaatmitigatie

De Potentiekaart klimaatmitigatie is een combinatie (optelling) van de subkaarten: Warmtekoudeopslag, Aquathermie en Geothermie. Dit zijn reeds bestaande kaarten uit de Warmtetransitie-atlas Zuid-Holland (Provincie Zuid-Holland). Elke subkaart kent waarden 0 tot en met 3. Naarmate in een gebied de potentie voor klimaatmitigatie in de ondergrond binnen een subkaart groter is, scoort het gebied hoger. Daarmee scoort tevens de samengestelde eindkaart (Potentiekaart klimaatmitigatie) hoger.



Figuur 23: Schematische weergave samenstelling Signaleringskaart klimaatadaptatie

Op de kaarten is onderscheid gemaakt in waarden oplopend van 0 tot 3, daarbij geeft een waarde van 0 aan dat het gebied ongeschikt is/geen potentie heeft en een waarde van 3 dat het gebied zeer geschikt is/zeer veel potentie heeft.

5.2 Geothermie

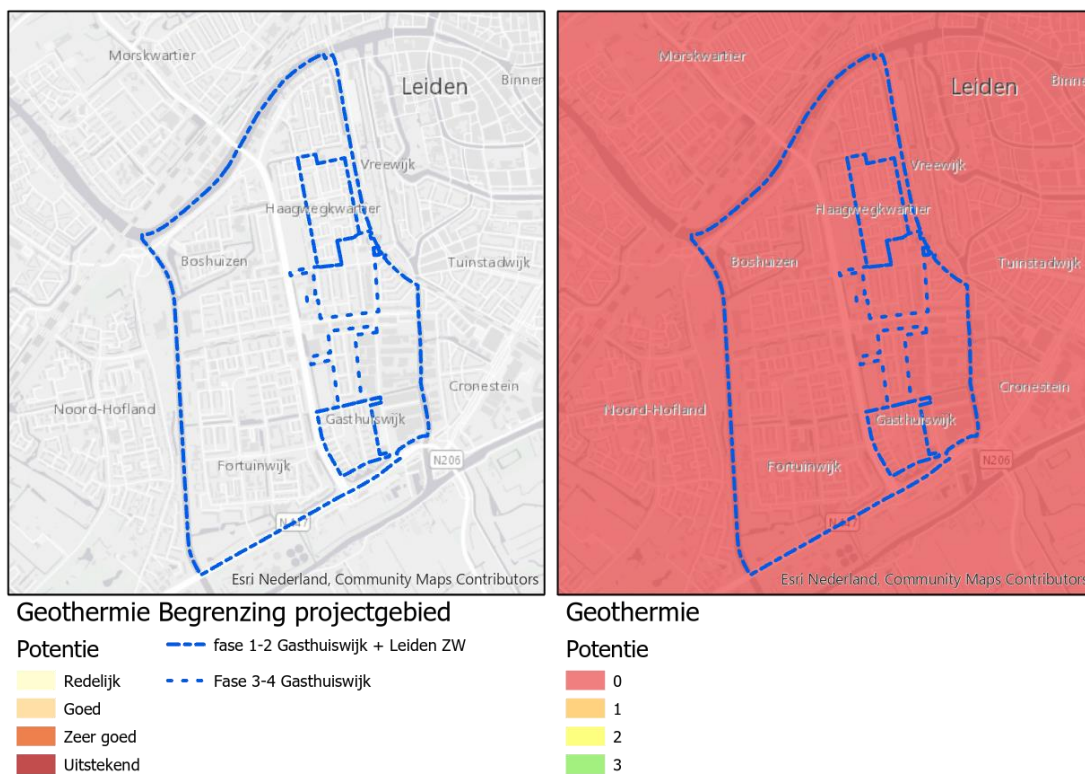
Filter:

0 – 3

Bron:

Provinciale potentiekaart Geothermie
(klimaatatlas Zuid-Holland, <https://www.zuid-holland.nl/onderwerpen/landschap/water/klimaateffectatlas/>)

De kaart Geothermie is afkomstig uit de Warmtetransitie-atlas Zuid-Holland en bevat 4 legenda-eenheden, waarvan er in het focusgebied geen voorkomt. Dit betekent dat er naar verwachting geen potentie aanwezig is. In de potentie voor winning van warmte uit de diepe ondergrond (vaak 2–3 km diep, rond 70°) is op kaart weergegeven Figuur 24.



Figuur 24: Links een uitsnede van de provinciale potentiekaart geothermie en rechts de daarvan afgeleide potentiekaart voor Leiden. Te zien is dat er geen potentie in het interessegebied aanwezig is.

5.3 WKO

Filter:

0 – 3

Bron:

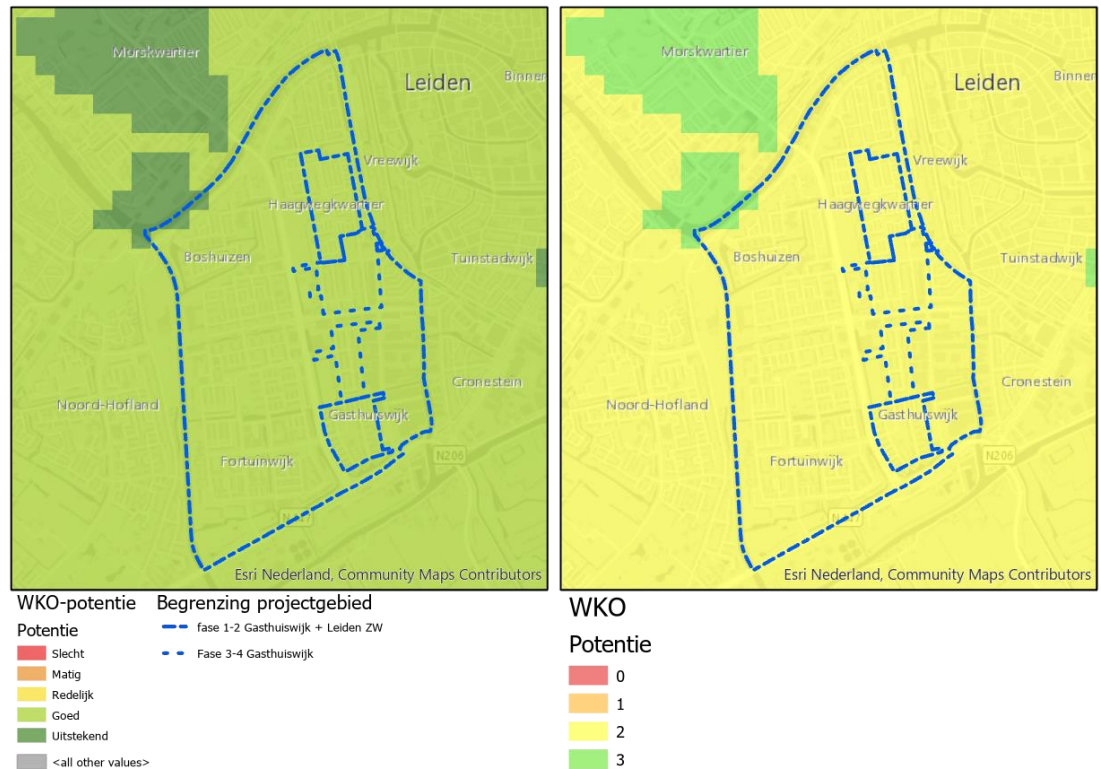
Provinciale potentiekaart Warmte-Koude Opslag (WKO)
(klimaatatlas Zuid-Holland, <https://www.zuid-holland.nl/onderwerpen/landschap/water/klimaat-effectatlas/>)

De kaart Warmte-koudeopslag gebaseerd op de signaleringskaart WKO-potentie uit de Warmtetransitie-atlas Zuid-Holland (Provincie Zuid-Holland), en bevat 5 legenda-eenheden. De signaleringskaart geeft de potentie voor warmte-koudeopslag (WKO) in Zuid-Holland weer. Een WKO-systeem slaat overtollige warmte en koude op om deze op een later moment te kunnen gebruiken. Er zijn 'open' en 'gesloten' systemen. Een gesloten systeem slaat de warmte relatief ondiep op in ondergrondse buizen en hebben een beperkte capaciteit. Open systemen bestaan uit een doublet van twee bellen water (warm en koud) in daarvoor geschikte aardlagen (watervoerend pakket), waar water in- en uit wordt gepompt. De kaart heeft betrekking op de geschiktheid van de ondergrond voor open WKO-systemen in het 2e en 3e watervoerend pakket. Daarbij is gekeken naar de geschiktheid voor zowel woningbouw als glastuinbouw. Verder bevat de kaart de gebieden waar WKO beperkt geschikt of niet toegestaan is.

Op de kaart worden de onderstaande eenheden onderscheiden, die zijn overgenomen van de warmtetransitieatlas Zuid-Holland.

Tabel 11: Toekenning waarden subkaart Warmtekuudeopslag

Kaart-eenheid	Waarde (0-3)
Uitstekend	3
Goed	2
Redelijk	1
Matig	1
Slecht	0



Figuur 25: Links de provinciale potentiëkaart voor de aanleg van WKO-systemen. Rechts de daarvan afgeleide potentiëkaart met de klasseindeling van 0 – 3.

5.4 Aquathermie

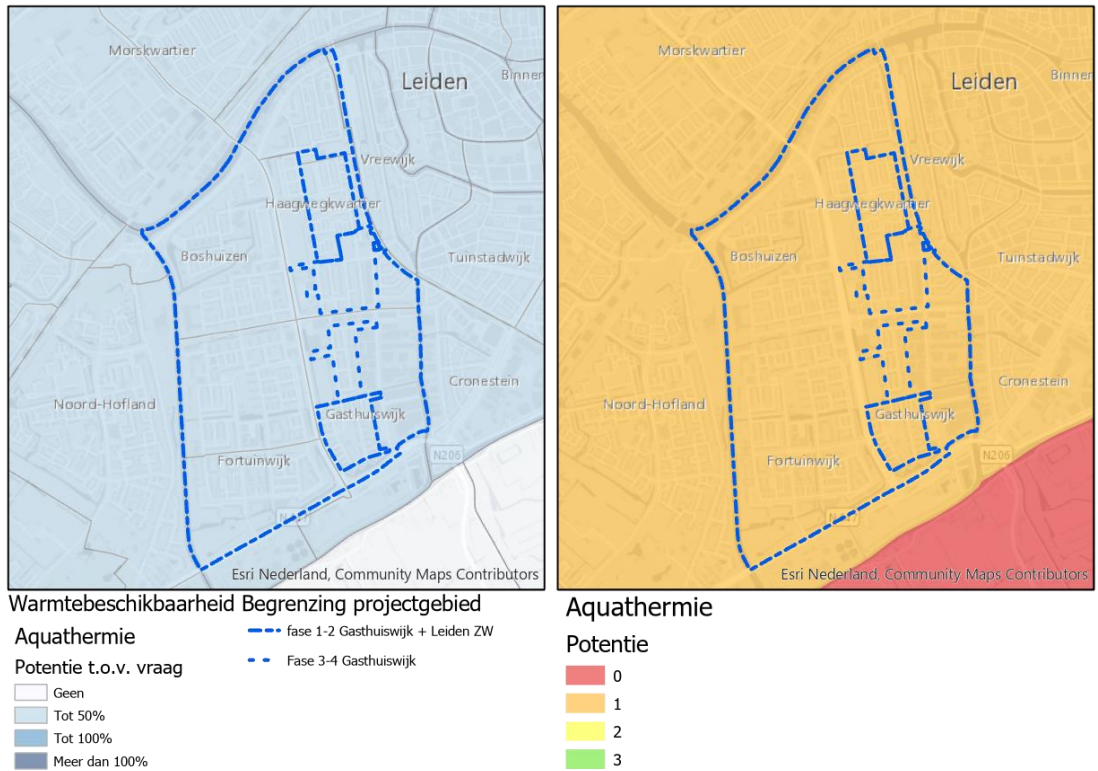
Filter:

0 – 3

Bron:

Potentiekaart Aquathermie Deltares

Bij Aquathermie wordt water (oppervlaktewater, afvalwater en drinkwater) gebruikt om thermische energie op te wekken en te bewaren. De opslag van warmte vindt (deels) ondergronds plaats. Om de potentie van dit type energie ten volle te benutten is de ondergrond dus nodig. Deltares heeft in het kader van het project WarmingUp een vergelijk gemaakt tussen de potentieel beschikbare energie uit oppervlaktewater en de vraag naar energie per wijk. Op onderstaande kaart is deze verhouding tussen vraag en aanbod weergegeven en is op basis daarvan een inschatting gemaakt van de potentie voor dit type warmte in het interessegebied.



Figuur 26: Links de door Deltares gemaakt kaart met de verhouding tussen vraag en aanbod van warmte uit oppervlaktewater (TEO). Rechts de daarvan afgeleide potentiekaart.

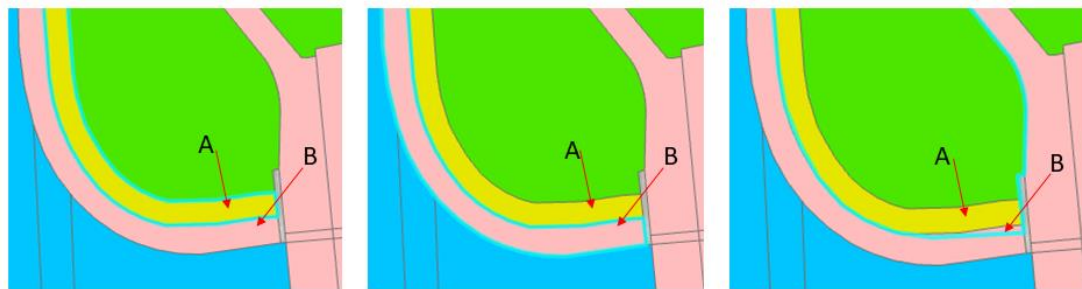
Om een beter beeld te krijgen van de mogelijkheden in het gebied is een verdere analyse nodig, waarin onder andere de dichtheid van de warmtevraag en een typering van de bebouwing gebruikt moet worden.

Bijlage 1 Classificering BGT

Beschrijving van de verwerking van de bronnen, met links het BGT bronbestand, in de kolom Onderscheidende kolom is de naam van de kolom gegeven die de gegevens bevatten op basis waarvan het onderscheid tussen de oppervlakte-eenheden gemaakt kan worden. In de kolom oppervlakte zijn de verschillende oppervlakte-eenheden binnen de bron gegeven en in de kolom typering is de classificering zoals in Figuur 8 te zien is beschreven, en in de kolom kaarteenheden tenslotte is uiteindelijk de kaarteenheden zoals in Figuur 9 te zien is weergegeven.

Bron	Onderscheidende kolom	Oppervlakte	Typering	Kaarteenheden
Begroeid terreindeel	BGT_Fysiek	Boomteelt	Groen	Onverhard
		Bouwland	Groen	Onverhard
		Gemengd bos	Groen	Onverhard
		Grasland agrarisch	Groen	Onverhard
		Grasland overig	Groen	Onverhard
		Groenvoorziening	Groen	Onverhard
		loofbos	Groen	Onverhard
		Rietland	Groen	Onverhard
		Struiken	Groen	Onverhard
		Transitie	Groen	Onverhard
Onbegroeid terreindeel	BGT_Fysiek	Erf	Verhard	Verhard
		Gesloten verharding	Verhard	Verhard
		Haf verhard	Verhard	Verhard
		Onverhard	onverhard	Onverhard
		Open verharding	Verhard	Verhard
		Transitie	verhard	Verhard
		zand	Onverhard	Onverhard
Ondersteunend wegdeel	SurfaceMat	Gesloten verharding	verhard	Verhard
		Half verhard	verhard	Verhard
		Open verharding	verhard	Verhard
		Groenvoorziening	Groen	Onverhard
		Onverhard	Verhard	Onverhard
		Transitie	Verhard	Verhard
Gebouwinstallaties	-		Bebouwing	Verhard
Waterdeel	-		Water	n.v.t.
Ondersteunend waterdeel	-	Oevers en slootranden	Groen	Onverhard

Probleem bij de BGT bestanden is dat de verschillende lagen overlappen waardoor één locatie onder verschillende landgebruikstypen kan vallen. Als voorbeeld de volgende figuur:



Figuur: Voorbeelden van locaties die in verschillende BGT bestanden voorkomen en afwijkende legenda-eenheden meegekregen hebben.

In deze figuur is locatie A onderdeel van een als onverhard geregistreerd deel (geel, zoals te zien in linker figuur)) als van een begroeid geregistreerd deel (groen, zoals te zien op rechter figuur). Voor locatie B geldt zelfs dat het naast onderdeel van een onbegroeid deel en een begroeid deel het ook nog eens onderdeel is van een verhard geregistreerd deel (roze zoals te zien in middelste figuur). Dit komt op zeer veel verschillende locaties voor. Hierdoor is het voorlopig onmogelijk zonder zeer veel handwerk een correcte beschrijving van het landoppervlak te geven.

Voorlopig is het automatisch gedaan, met tot gevolg dat er op verschillende locaties fouten op kunnen treden.

Naast dubbele beschrijvingen van eenzelfde locaties is er in een klein aantal gevallen ook in geen van de bronbestanden een beschrijving voor de locatie gegeven. Dit is bijvoorbeeld het geval bij kademuren.

Verder is voorlopig een aantal BGR bronnen niet gebruikt, met mogelijk voor andere delen van de stad (land) wel relevante gegevens (bijvoorbeeld bruggen en tunnels en alle punt- en lijngegevens/elementen).

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

Deltares

www.deltares.nl